

南京都市圈环线高速公路

禄口至滨江开发区段

工程可行性研究报告

（简本）

苏交科集团股份有限公司

二〇二六年八月

目 录

第 1 章 概述	1-1
1.1 项目背景	1-1
1.1.1 基本情况	1-1
1.1.2 建设情况	1-2
1.1.3 主要技术经济指标	1-3
1.2 企业概况	1-5
1.2.1 企业基本情况	1-5
1.2.2 企业运营情况	1-5
1.2.3 企业财务能力和资信状况	1-5
1.3 编制依据	1-5
1.4 主要结论和建议	1-6
1.4.1 功能定位	1-6
1.4.2 建设必要性	1-6
1.4.3 建设时机	1-6
1.4.4 交通量预测结果	1-7
1.4.5 技术标准	1-8
1.4.6 推荐路线方案及建设规模	1-9
1.4.7 投资估算与资金筹措	1-10
1.4.8 综合评价	1-11
1.4.9 碳达峰中和评价	1-11
1.4.10 问题与建议	1-11
第 2 章 项目建设背景、需求分析及产出方案	2-1
2.1 规划政策符合性	2-1
2.1.1 项目建设背景	2-1
2.1.2 前期工作进展情况	2-6

2.1.3 项目相关规划符合性.....	2-11
2.2 企业发展战略需求分析.....	2-50
2.2.1 企业战略目标的确定.....	2-50
2.2.2 公司战略发展方向.....	2-50
2.2.3 拟建项目促进企业发展战略的实现.....	2-51
2.3 项目市场需求分析.....	2-51
2.3.1 项目功能定位.....	2-51
2.3.2 项目建设必要性.....	2-58
2.3.3 交通需求分析.....	2-61
2.4 项目建设内容、规模和产出方案.....	2-74
2.4.1 技术标准及规模.....	2-74
2.4.2 产出方案.....	2-76
2.5 项目商业模式.....	2-76
第 3 章 项目选址与要素保障.....	3-1
3.1 项目建设条件.....	3-1
3.1.1 自然条件.....	3-1
3.1.2 制约建设方案的其他主要因素.....	3-7
3.1.3 筑路材料及运输条件.....	3-30
3.2 项目选址或选线.....	3-30
3.2.1 项目路起终点分析.....	3-30
3.2.2 本项目路线走向分析.....	3-34
3.2.3 路线方案研究.....	3-37
3.3 要素保障分析.....	3-77
3.3.1 土地要素保障.....	3-77
3.3.2 资源要素保障.....	3-85
第 4 章 项目建设方案.....	4-1

4.1 技术方案.....	4-1
4.1.1 项目特点.....	4-1
4.1.2 总体目标及思路.....	4-1
4.1.3 研究技术路线.....	4-2
4.2 设备方案.....	4-3
4.3 工程方案.....	4-3
4.3.1 路线设计.....	4-3
4.3.2 路基工程.....	4-5
4.3.3 排水系统.....	4-19
4.3.4 路面工程.....	4-20
4.3.5 桥涵工程.....	4-23
4.3.6 隧道工程.....	4-32
4.3.7 交叉工程.....	4-38
4.3.8 服务区设置.....	4-70
4.3.9 交通工程及沿线设施.....	4-73
4.3.10 主要工程规模数量表.....	4-73
4.4 资源开发方案.....	4-74
4.5 用地用海征收补偿（安置）方案.....	4-74
4.5.1 征收目的、范围及土地现状.....	4-74
4.5.2 征收土地补偿标准、安置方式及保障内容.....	4-75
4.5.3 农村村民住宅补偿标准、安置方式及保障内容.....	4-76
4.6 数字化方案.....	4-76
4.6.1 公路数字化要求.....	4-76
4.6.2 江苏省公路数字化实践.....	4-81
4.6.3 项目数字化的建设目标.....	4-84
4.6.4 项目数字化的建设方案.....	4-84

4.6.5 项目数字化成果的交付.....	4-97
4.7 建设管理方案.....	4-98
4.7.1 建设组织模式.....	4-98
4.7.2 实施计划.....	4-98
4.7.3 施工工期安排.....	4-100
4.7.4 招标投标.....	4-100
5.1 项目重点.....	5-1
5.2 项目难点.....	5-2
5.3 关键性技术问题的认识及对策措施.....	5-13

第1章 概述

1.1 项目概况

1.1.1 基本情况

2022年7月，国家发改委印发《国家公路网规划》，要求按照“保持总体稳定、实现有效连接、强化通道能力、提升路网效率”的思路，补充完善国家高速公路网，并提出增设都市圈环线。

南京都市圈环线高速公路是国家高速公路网增设的12条都市圈环线之一，编号G9904，由安徽天潜高速（皖S22）-金仪高速（皖S37）-仪禄高速（苏S47）及禄口至全椒高速（规划新增）组成，环线全长约288公里，途经南京、镇江、扬州和安徽滁州、马鞍山五市。其中，西环与北环为安徽天潜高速，均已建成；东环为金仪高速（省级高速S37）、仪禄高速（省级高速S47）均已在规；新增了南环路段，即禄口至全椒段。

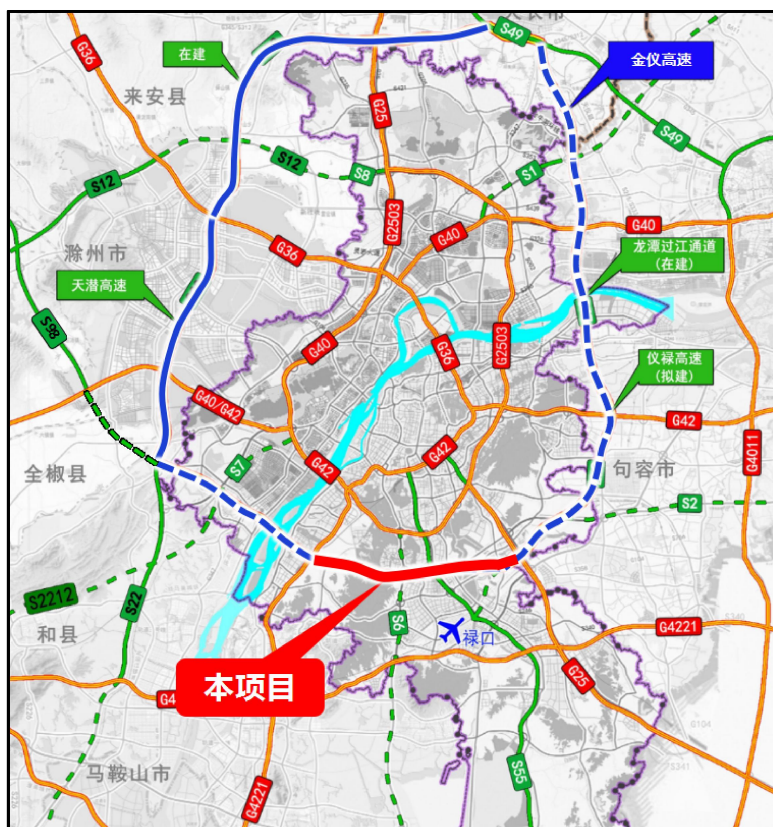


图 1-1 南京市都市圈环线高速规划方案图

禄口至全椒段起于江宁区顺接仪禄高速，于浦口区星甸街道南部进入安徽省马鞍山市接天潜高速公路，路线全长约 68km（马鞍山市境内约 5km）。本项目工可研究项目为新增南环的江南部分，即南京都市圈环线高速公路禄口至滨江开发区段（以下简称“本项目”）。

本项目位于江苏省南京市江宁区，为基本建设项目中的新建高速公路项目，为企业投资项目，由南京市交通建设投资控股（集团）有限责任公司（以下简称“南京市交通集团”）与有关属地区政府出资代表共同成立项目公司进行投融资统筹运作。本项目资本金由南京市交通集团与有关属地区政府的出资代表，于建设期内以项目公司注册资本金形式实缴到位，资本金以外部分建设资金由项目公司通过银行贷款等方式筹措解决。

本项目贷款通过收取车辆通行费偿还。

1.1.2 建设情况



图 1-2 项目地理位置图

本项目路线全长约 37.35km，全线共新建龙都互通、秣陵南互通、凤凰山枢纽、西阳枢纽、银杏湖互通、庙庄互通、滨江开发区枢纽等 7 处互通式立体交叉，其中滨江开发区枢纽为改扩建工程，在银杏湖设银杏湖服务区 1 处，共设匝道收费站 8 处，被交道收费站 1 处，养护工区 1 处。同步建设必要的交通工程和沿线设施。

项目投资估算总金额 128.39 亿元；其中，项目资本金占总投资的 35%，由南京市交通集团与有关属地区政府的出资代表共同成立项目公司筹集；其余 65%投资由项目公司通过银行贷款等市场化融资渠道筹集。

本项目为新建工程，建设模式采用传统的设计-招标-建造模式。

1.1.3 主要技术经济指标

项目经济指标情况见下表。

主要经济技术指标表

表 1-1

序号	指标名称	单位	数量	备注
一	交通量			
1	2028 年	pcu/d	29814	
2	2035 年	pcu/d	72323	
3	2047 年	pcu/d	87518	
二	公路等级			
1	设计速度	km/h	120/100	终点区间限速 100km/h
2	路基宽度	m	34.5	
3	行车道	m	3.75	
4	中央分隔带	m	3	
三	用地、拆迁			
1	占用土地	亩	4111.9	
2	拆迁房屋、大棚	m ²	301581.2	
四	路线			
1	路线长度	km	31.35	
2	平均每公里交点个数	个	0.279	
3	平曲线最小半径	m	2258.5	终点开发区互通 路段
4	最大纵坡及坡长	%/m	3%/830	
6	最短坡长	m	380	

序号	指标名称	单位	数量	备注
五	路基、路面及排水			
1	路基标准断面	m	34.5	
2	路基挖方	10000m ³	196.51	
3	路基填方	10000m ³	422.8	
4	水泥搅拌桩/高压旋喷桩/PHC 管桩	m	3377501/260419/388715	
5	沥青砼路面	m ²	77839.45	
6	防护工程	1000m ³	47.82	
7	排水工程	1000m ³	20.14	
六	桥梁、涵洞			
1	桥梁	m/座	16949.531/21	
(1)	特大桥	m/座	12133.731/6	
(2)	大桥	m/座	4621.4/13	
(3)	中小桥	m/座	194.4/2	
2	辅道桥	m/座	2300.434/3	
3	涵洞	道	36	
4	通道	道	13	
七	隧道	m/座	640/2	
八	路线交叉			
1	互通式立交	处	7	
2	分离式立交	处	8	含铁路交叉 3 处
九	交通工程及沿线设施			
1	安全设施	km	37.35	
2	被交道收费站	处	1	宁马高速收费站改移
3	匝道收费站	处	8	含现状铜井互通新增匝道收费站
4	服务区	处	1	
十	估算金额	万元		一、二期合计
1	总造价	亿元	128.39	
2	平均每公里造价	万元	40955.29	
3	建安费	亿元	74.61	
4	平均每公里建安费	万元	23797.78	

1.2 企业概况

略。

1.3 编制依据

本项目研究将主要遵循以下标准、规范、规程：

- (1) 《公路建设项目可行性研究报告编制办法》（2010年4月）
- (2) 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）
- (3) 《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）
- (4) 《公路立体交叉设计细则》（JTG/T D21-2014）
- (5) 《建设项目经济评价方法与参数》（第三版，2006年）
- (6) 《交通工程手册》（中国公路学会《交通工程手册》编委会）
- (7) 《公路通行能力手册》（交通部公路科学研究所）
- (8) 住房和城乡建设部、交通运输部关于批准发布《公路建设项目经济评价方法与参数》的通知(建标【2010】106号)；
- (9) 《国家综合立体交通网规划纲要》；
- (10) 《国家公路网规划》；
- (11) 《江苏省高速公路网规划（2017-2035年）》；
- (12) 《江苏省“十四五”综合交通运输体系发展规划》；
- (13) 《江苏省国土空间规划（2021-2035年）》
- (14) 《南京都市圈发展规划》；
- (15) 《南京市国土空间总体规划(2021-2035年)》（征求意见稿）；
- (16) 《南京市“十四五”综合交通运输体系发展规划》；
- (17) 《南京市江宁区国土空间总体规划（2021-2035年）》（征求意见稿）
- (18) 《江宁区秣陵街道总体规划（2013-2030）》；
- (19) 《南京市湖熟新市镇（新城）城乡总体规划（2010-2030）》；
- (20) 《南京市江宁区谷里街道（新市镇）总体规划（2011-2030）》
- (21) 《凤凰山片区总体发展研究暨 NJNBh080-01、02 规划单元图则》
- (22) 《南京市江宁区滨江新城总体规划（2011-2030）》；

- (23) 《南京禄口空港地区总体规划（2014-2030 年）》；
- (24) 《南京临空经济区发展战略规划》；
- (25) 相关规范、规程及工程概算定额等；
- (26) 《环境影响报告书》、《生态空间管控区域论证报告》、《社会稳定评价分析报告》、《安全性评价》等专题报告在编及报批稿；
- (27) 现场勘查、地质地震、环境、经济社会及交通运输等资料。

1.4 主要结论和建议

1.4.1 功能定位

- 1、国家高速公路网的重要组成部分，承担南京结点过境交通的重要通道
- 2、南京都市圈环线高速的重要组成，支撑都市圈区域一体化发展
- 3、禄口机场集疏运体系的骨架道路，完善综合立体交通网络
- 4、是沿线区域对外出行的重要通道，促进区域产业集聚和城镇开发

1.4.2 建设必要性

- 1、是响应国家战略、构建现代化高质量国家综合立体交通网的需要
- 2、是区域交通需求发展的需要
 - (1) 有利于推动都市圈发展，增强圈层交通联系
 - (2) 有利于缓解绕城公路、绕城高速交通日益拥堵
 - (3) 有利于加强江南江北联系，疏解过江交通压力
- 3、是完善禄口机场集疏运体系，提升机场地区服务水平的需要
- 4、是支撑沿线区域产业集聚和城镇发展的需要

1.4.3 建设时机

略。

1.4.4 交通量预测结果

1.4.4.1 本项目交通量预测

本项目各特征年交通量预测见下表。

本项目交通量预测单位 (pcu/d)

表 1-2

路段划分	2028	2030	2035	2040	2047
起点-S204	29920	49520	64973	71082	77291
S204-机场高速	31188	49984	65893	71913	78195
机场高速-宁黄高速	29587	52476	71828	78772	85653
宁黄高速-银杏湖大道	30359	55246	77949	87577	95227
银杏湖大道-正方大道	29577	53602	75734	85295	92972
正方大道-宁马高速	28331	51899	73739	83249	90742
路段平均交通量	29814	52468	72323	80433	87518
年平均增长率	-	32.66%	6.63%	2.15%	1.21%

1.4.4.2 本项目交通组成分析

以交通分配结果为基础，考虑以上对各段承担的主要交通功能的分析，确定各段交通。本项目远景年交通组成见下表。

本项目交通组成单位 (pcu/d)

表 1-3

交通组成	出行量 (pcu/d)	比例
国高网过境 (不含都市圈联系)	25613	29%
都市圈城际联系	21394	24%
沿线区域	24243	28%
机场集疏运	16268	19%
合计	87518	100%

1.4.4.3 车种比例预测

以近几年车型变化趋势为基础，结合以上宏观分析确定未来各特征年车种比例如下表。

本项目特征年份车种构成表

表 1-4

年份	小客	大客	小货	中货	大货	汽车列车	客车	货车	合计
2028	65.40%	2.00%	8.90%	17.30%	4.30%	2.10%	67.40%	32.60%	100.00%
2030	56.30%	3.00%	8.50%	19.90%	5.70%	6.60%	59.30%	40.70%	100.00%

年份	小客	大客	小货	中货	大货	汽车列车	客车	货车	合计
2035	56.60%	2.80%	8.00%	19.50%	6.00%	7.10%	59.40%	40.60%	100.00%
2040	56.80%	2.70%	7.50%	19.10%	6.30%	7.60%	59.50%	40.50%	100.00%
2047	57.20%	2.50%	7.10%	18.70%	6.50%	8.00%	59.70%	40.30%	100.00%

1.4.5 技术标准

1、道路等级与设计速度

根据上位规划与项目功能定位分析,结合区域建设条件与衔接道路技术标准综合考虑,推荐本项目采用高速公路标准,设计速度 120km/h。

2、车道数

根据本项目交通量预测结果,车道数计算结果如下:

车道数计算结果

表 1- 5

路段划分	2047 年交通量	单向设计小时交通量	单向车道数	推荐单向车道数
	(pcu/d)	(veh/h)		
起点-S204	77291	2367	2.45	3
S204-机场高速	78195	2394	2.48	3
机场高速-宁黄高速	85653	2623	2.71	3
宁黄高速-银杏湖大道	95227	2896	2.99	3
银杏湖大道-正方大道	92972	2847	2.94	3
正方大道-宁马高速	90742	2779	2.87	3

从车道计算结果来看,本项目单向车道数均在 2.45-2.99 之间,因此推荐采用双向六车道标准建设。

3、标准横断面

根据本项目功能定位、车道数计算结果,本项目推荐路基标准横断面全宽 34.5m。路基标准横断面见下图:

序号	指标名称	单位	指标	备注
3	拆迁房屋、大棚	m ²	301581.2	
二	路基、路面及排水			
1	路基标准断面	m	34.5	
2	路基挖方	10000m ³	196.51	
3	路基填方	10000m ³	422.8	
4	水泥搅拌桩/高压旋喷桩/PHC 管桩	m	3377501/260419/388715	
5	沥青砼路面	m ²	77839.45	
6	防护工程	1000m ³	47.82	
7	排水工程	1000m ³	20.14	
三	桥梁、涵洞			
1	桥梁	m/座	16949.531/21	
(1)	特大桥	m/座	12133.731/6	
(2)	大桥	m/座	4621.4/13	
(3)	中小桥	m/座	194.4/2	
2	辅道桥	m/座	2300.434/3	
3	涵洞	道	36	
4	通道	道	13	
四	隧道	m/座	640/2	
五	路线交叉			
1	互通式立交	处	7	
2	分离式立交	处	8	含铁路交叉两处
六	交通工程及沿线设施			
1	安全设施	km	37.35	
2	被交道收费站	处	1	宁马高速收费站改移
3	匝道收费站	处	7	含现状铜井互通新增匝道收费站
4	服务区	处	1	

1.4.7 投资估算与资金筹措

本项目推荐方案里程长度 37.35km，估算总金额约 150 亿元。资金筹措拟采用经营性高速公路的投融资模式。资本金比例 35%，其余 65%投资由项目公司向银行等金融机构贷款解决。

1.4.8 综合评价

略。

1.4.9 碳达峰中和评价

略。

1.4.10 问题与建议

1、本项目沿线土地资源稀缺，取土困难，建议结合航道整治、房地产开发建设、周边尾矿处置等综合考虑土源问题。

2、根据近期项目经验，建议相关街道政府做好项目沿线用地和新增建筑物、种植等附属物的控制。

第2章 项目建设背景、需求分析及产出方案

2.1 规划政策符合性

2.1.1 项目建设背景

南京是江苏省会、副省级市、特大城市、南京都市圈核心城市，国务院批复确定的中国东部地区重要的中心城市、全国重要的科研教育基地和综合交通枢纽，地处中国东部、长江下游、濒江近海，是长三角辐射带动中西部地区发展的国家重要门户城市，也是东部沿海经济带与长江经济带战略交汇的重要节点城市。

2019年12月，中共中央、国务院印发了《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，提出加快都市圈一体化发展，推动都市圈同城化、推进都市圈协调联动；协同建设一体化综合交通体系，加快省际高速公路建设，提升主要城市之间的通行效率，完善过江跨海通道布局，取消高速公路省界收费站，提升省际公路通达水平。

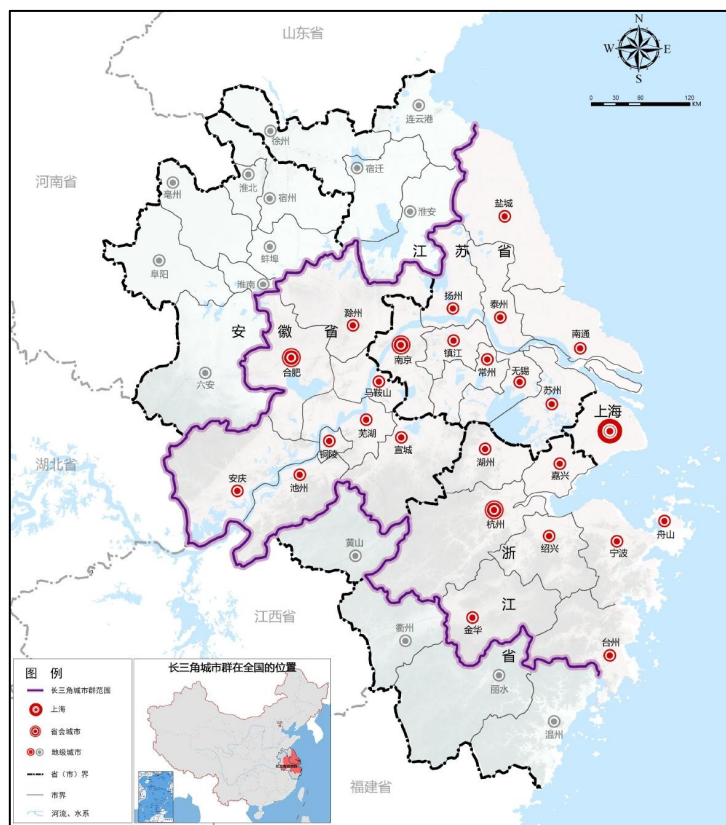


图 2-1 长三角城市群范围

2021年2月，中共中央、国务院印发了《国家综合立体交通网规划纲要》，提出加快建设交通强国，构建现代化高质量国家综合立体交通网，支撑现代化经济体系和社会主义现代化强国建设，加快推进都市圈交通运输一体化发展。



图 2-2 国家综合立体交通网骨架布局示意图

2021年2月，国家发展改革委发布关于同意南京都市圈发展规划复函，原则同意《南京都市圈发展规划》，南京都市圈发展规划是第一个由国家发改委正式批复的都市圈规划，从国家层面确定了南京跨省发展的方向，要求以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，以改革创新为根本动力，以提升都市圈整体实力和竞争力为目标，以促进中心城市与周边城市同城化发展为主攻方向。规划提出共建便捷通达公路网路，推进天长—潜山、仪征—禄口机场、仪征—天长等高速规划建设和连接成环，构建南京都市圈环线高速公路。

2021年10月21日，南京市政府正式印发《南京市“十四五”综合交通运输体系发展规划》。要求全面落实《交通强国建设纲要》《国家综合立体交通网规划纲要》和《南

《南京都市圈发展规划》要求，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，为提升城市首位度、打造区域增长极、服务构建新发展格局，提供综合交通运输强支撑。提出优化高速公路网络布局，支撑南京都市圈协同发展，构建南京都市圈环线高速公路。

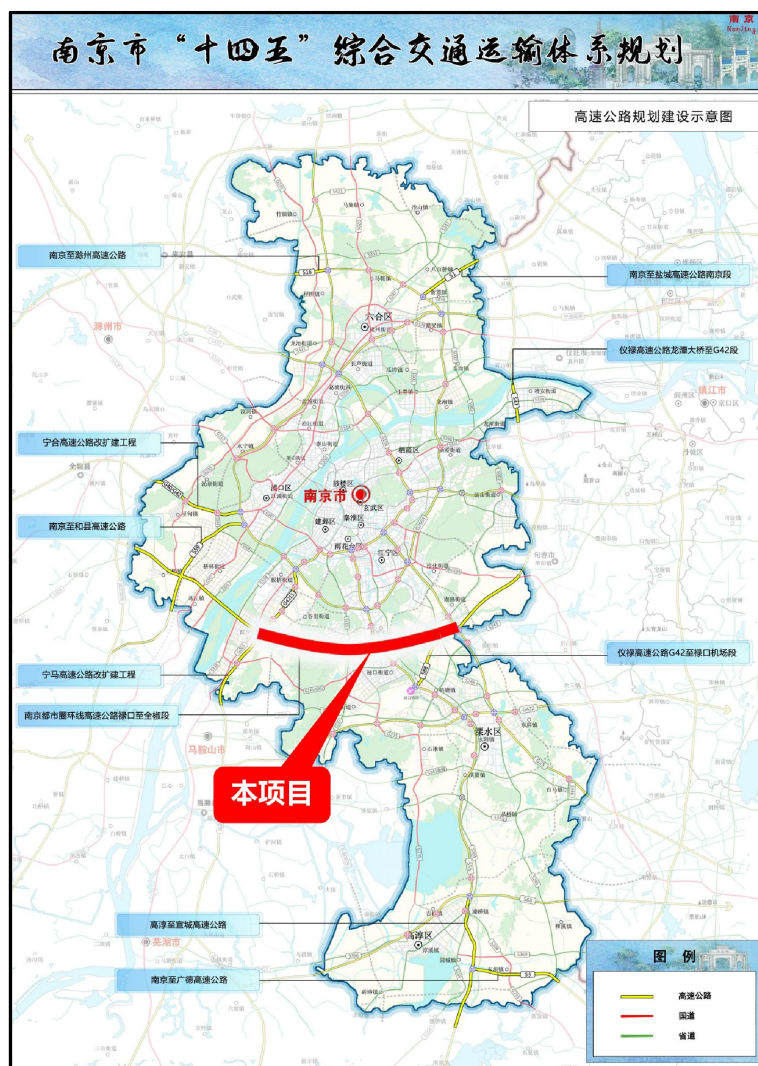


图 2-3 南京市“十四五”综合交通运输体系规划图（高速公路规划建设示意）

2022 年 3 月，中共江苏省委、江苏省人民政府印发《江苏省综合立体交通网规划纲要》；提出全面推进交通强国建设，打造交通运输现代化示范区；要求着力优化结构、强化功能、完善布局、提升服务，全面提升公路基础设施网络韧性及覆盖程度。到 2035 年，规划形成“十五射六纵十横多联”的高速公路网络布局，总里程约 7100 公里。其中，扬州（仪征）—南京（禄口）—滁州（全椒）联络线即南京都市圈环线高速公路（南京段）。

2022 年 7 月，国家发改委印发《国家公路网规划》，要求按照“保持总体稳定、实现有效连接、强化通道能力、提升路网效率”的思路，补充完善国家高速公路网，并提出增设都市圈环线。南京都市圈环线高速公路是国家高速公路网增设的 12 条都市圈环线之一，编号 G9904，由安徽天潜高速（皖 S22）-金仪高速（皖 S37）-仪禄高速（苏 S47）及禄口至全椒高速（规划新增）组成，环线全长约 288 公里，途经南京、镇江、扬州和安徽滁州、马鞍山五市。其中，西环与北环为安徽天潜高速，均已建成；东环为金仪高速、仪禄高速，金仪高速为安徽省高速公路网规划的省级高速 S37，仪禄高速为江苏省高速公路网规划的省级高速 S47，均已在规；南环禄口至全椒高速为规划新增。

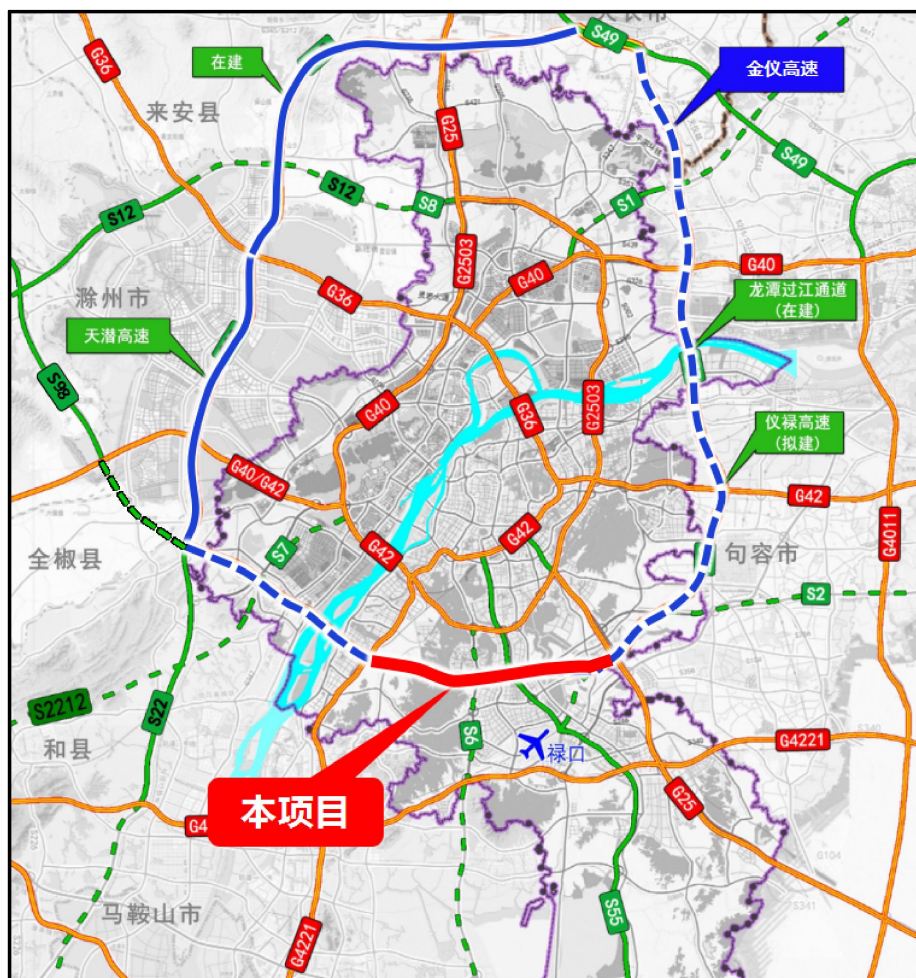


图 2-4 南京市都市圈环线高速规划方案图

新增禄口至全椒高速起于江宁区顺接仪禄高速，于浦口区星甸街道南部进入安徽省马鞍山市接天潜高速公路，路线全长约 68km（马鞍山市境内约 5km）。本次工可研究项目为禄口至全椒高速南京江南段，即南京都市圈环线高速公路禄口至滨江开发区段，

项目路的建设将提升国家高速公路南京过境功能，缓解城市现状环线交通压力，完善禄口空港集疏运功能，带动沿线区域经济发展等具有重要意义。

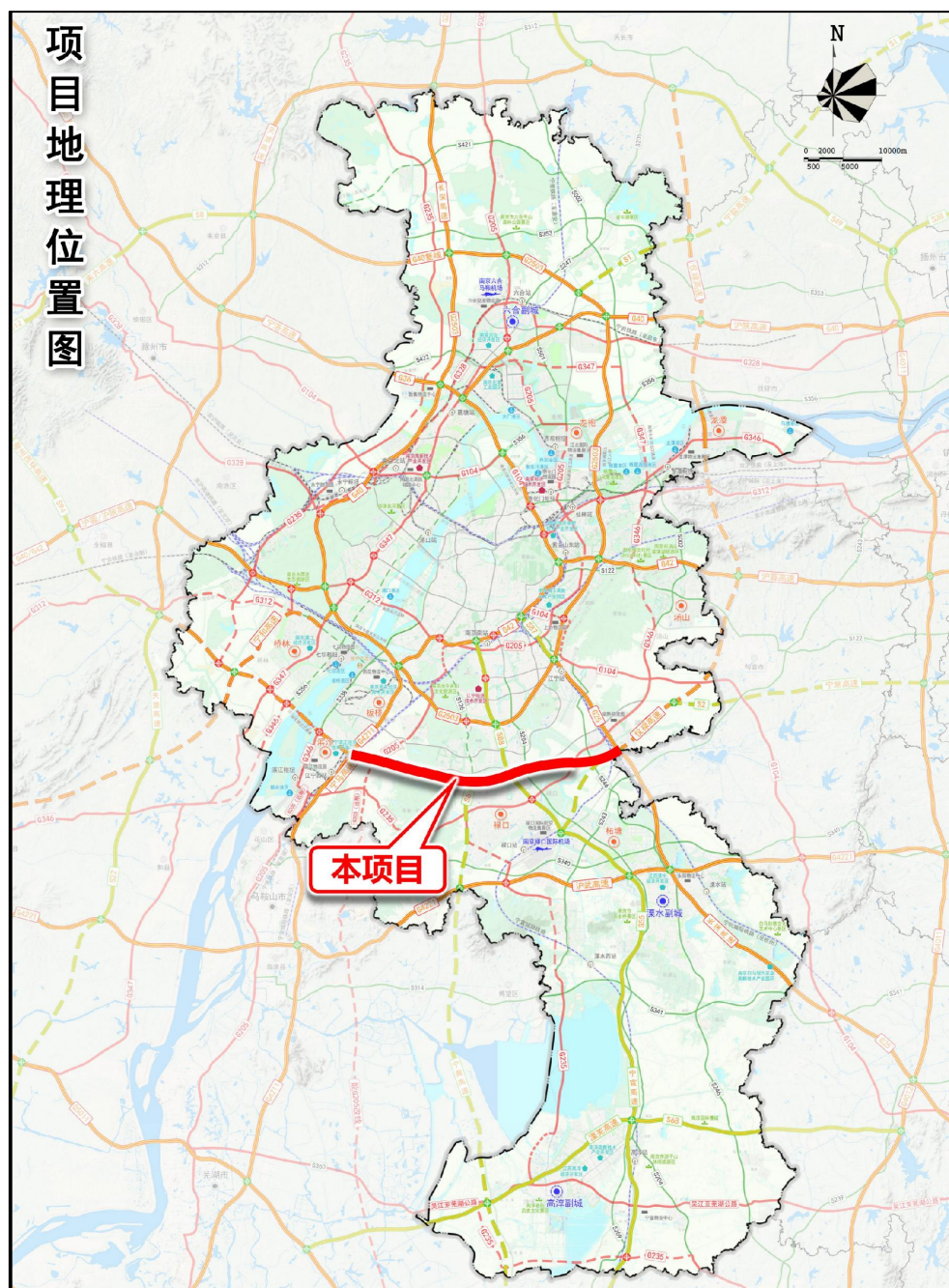


图 2-5 项目地理位置图

2.1.2 前期工作进展情况

2.1.2.1 研究过程

(1) 2020年4月，我集团中标禄口至全椒高速公路（南京段）工程可行性研究LQ-GK2标段；

(2) 2020年4-5月，项目组开展外业调查，资料搜集，路线方案制定，拟定专题单位，编制工作大纲；

(3) 2020年5月，南京市交通局组织召开项目工作大纲评审，会议明确项目名称为南京都市圈环线高速公路禄口至滨江开发区段工程可行性研究；

(4) 2020年6月-12月，项目组开展工可编制工作，深化路线方案、节点方案；与滨江开发区对接终点互通方案，与江宁开发区对接路线方案，与省电力对接与高压线的关系等；

(5) 2020年12月，南京市交通局与民航江苏安全监督管理局联合组织召开本项目对尹山雷达影响评估专题审查会，专家组意见为本项目穿越尹山雷达700m影响区内，对雷达无干扰；

(6) 2021年5月，南京市交通局领导听取本项目路线方案研究，明确加快推进本项目工可工作；

(7) 2021年8月，江宁区规划局召开项目路线方案汇报会，会议建议在将军大道处增设出入型互通；

(8) 2022年1月，市规委会会议同意《南京都市圈环线高速禄口至滨江开发区段凤凰山节点规划设计方案》，按照推荐方案进行规划控制；

(9) 2022年2月，项目组向省交建局、市交通局汇报起点与仪禄高速衔接方案，会议同意本项目路线方案；

(10) 2022年3月1日，项目组向机场高速管理处汇报项目方案，沟通并搜集相关资料；

(11) 2022年3月1日，项目组向省交通运输厅汇报与仪禄高速衔接方案，会议明

确仪禄高速（至禄口机场）为完整项目，禄全高速顺接仪禄高速；

（12）2022年3月11日，项目组向江宁交通局汇报方案，会议建议梳理规划路网，合理设置互通。

（13）2022年3月16日，项目组向市交通局汇报方案，会议明确终点实施界面，深化研究进出口布设方案，预留正方大道互通；

（14）2022年4月8日，项目组向市交通局汇报方案，会议明确项目起点位置，终点位置研究比较方案，并征求地方意见；与正方大道可考虑简易的进出口形式互通；深化研究宁黄高速节点方案；

（15）2022年4月19日，项目组向滨江开发区管委会规划科汇报终点方案，会议建议在推荐方案基础上深化研究，深化研究收费体系；

（16）2022年4月21日，项目组向市交通局汇报与宁黄高速节点方案，会议明确宁黄高速起于本项目，节点方案近期采用分离式方案处理，远期预留枢纽互通建设条件。

（17）2022年5月13日，向省交建局汇报起点方案，对接仪禄高速设计单位。

（18）2022年7月15日，南京市发展改革委与交通运输局联合召开“南京都市圈环线高速禄口至全椒江苏段工程可行性研究报告市预审会”，会议认为本项目工可报告达到了工程可行性研究阶段的工作要求和深度，会议建议按照专家意见完善方案研究。

（19）2022年8月9日，项目组向市交通局汇报针对市预审专家意见深化方案研究情况，会议要求深化方案设计。

（20）2022年8月17日，项目组与安徽交控集团马鞍山高管中心对接宁马高速主线收费站迁改事宜，对接意见由两省交通运输厅主管部门对接协调，签订迁改协议。

（21）2022年8月23日，项目组向江宁区交通局，江宁区相关街道汇报项目方案，会议要求项目涉及街道配合协调项目稳评等专题研究推进工作。

（22）2022年8月29日，项目组再次向市交通局汇报针对市预审专家意见深化方案研究情况，会议要求项目被交道G205等加快方案设计，深化项目路与其互通方案。

（23）2022年9月1日至8日，项目组分别与项目途经湖熟街道、秣陵街道（新工集团）、横溪街道、谷里街道、江宁街道、滨江开发区管委会等对接汇报，均基本同意

路线方案。

(24) 2022年9月20日,项目组第三次向市交通局汇报针对市预审专家意见深化方案研究情况,会议对具体节点如S204、西阳枢纽等给出明确意见,做好修改完善,并要求加快推进项目各专题工作。

(25) 2022年9月21日,项目组向省发改汇报项目方案及市预审会专家意见深化方案研究情况。

(26) 2022年10月25日,项目组向市交通局汇报投融资专题,会议建议测算比较江南段、江北段及锦文路过江通道财通政府收费模式和经营性模式的财务效益情况;测算三个项目投融资统筹运作的财务效益情况;研究十四五车购税政策;研究市交通集团资本金筹集方式等。

(27) 2022年10月28日,项目组向市规资局汇报项目方案,会议要求完成规划选址论证。

(28) 2022年10月29日,项目组向江宁滨江开发区汇报终点方案,会议建议锦文路辅道下穿宁芜铁路四车道。交通组织建议从庙庄互通上高速,南京市区下高速的车辆不收取过路费。

(29) 2022年11月3日,项目组向市交通局汇报投融资专题,会议提出大桥普通国道层收费标准调整为一型客车25元/车次;研究提出投融资统筹运作具体操作路径;测算征拆费由区级承担的情形;加强政府收费公路模式研究;研究西部政府收费公路资本金筹集方式;研究省高管中心政府收费公路运作模式等。

(30) 2022年11月4日,项目组与江宁开发区沟通500kV高压廊道利用事项沟通,开发区认为技术上可行,但需评估且分担高压线资产。

(31) 2022年11月22日,项目组向市交通局汇报终点方案,会议意见维持现有方案。

(32) 2022年11月25日,项目组向市交通局汇报涉铁方案,会议同意涉铁方案,并确定报批组稿方式。

(33) 2022年11月30日,项目组向江宁滨江开发区管委会汇报终点方案,会议提

出终点互通方案功能不能缺失以及明确收费体系。

(34) 2022年12月13日,项目组向市交通集团汇报投融资方案,会议建议对经营成本变动的敏感性进行分析,加强收费方案研究,争取普通国道层收费批复,研究统筹三个项目成立公司的实操可行性。

(35) 2023年2月3日,项目组向市交通局汇报项目方案及互通命名原则,会议对项目互通命名提出意见与建议,项目组根据要求调整后再征求市地名办等部门意见。

(36) 2023年2月15日,项目组向126省道指挥部汇报方案,会议建议需解决好S126新增用地的手续和高架加宽造成的费用问题;

(37) 2023年6月28日,项目组向市交通局汇报分期方案,会议明确分期原则,提出滨江开发区互通匝道交织段问题进一步分析,作方案比选;

(38) 2023年7月6日,市交通局组织枢纽节点方案论证会,省交通运输厅、市规划与自然资源规划局等单位参会,会议对项目的互通方案作了讨论和评议形成了相关意见,项目组优化调整;

(39) 2023年7月16日,市交通局与江宁开发区水电部就禄全路线占用高压廊道相关事项对接协商,江宁开发区同意路线方案占用高压廊道。

(40) 2023年8月3日,项目组向交通集团汇报方案,会议建议拟大力推广新技术,多用UHPC装配式桥梁;

(41) 2023年8月31日,本项目航评通过专家审查会,会议同意本项目跨秦淮河航道漂水河大桥方案;

(42) 2023年9月9日,项目组向省发改委、市交通局汇报项目方案,会议基本同意,提出请设计单位按照会议具体要求优化调整;

2.1.2.2 市预审意见执行情况

市预审会建议:

(1) 根据本项目在国家公路网规划中的功能,结合南京市国土空间规划和沿线城镇规划,深化交通量分析。

回复: 已结合项目功能及相关规划优化并深化交通量分析,并补充研究了高峰小时

互通交通量预测分析，指导互通方案设计优化；

（2）结合仪禄高速方案和宁马收费站迁改，进一步加强起终点方案衔接论述。

回复：①已与仪禄高速、锦文路过江通道设计单位对接沟通，对衔接方案与实施界面达成一致意见；②关于宁马收费站迁改事宜，项目组已与安徽交控集团马鞍山高管中心对接，对接意见由两省交通运输厅主管部门对接协调，签订迁改协议。

（3）结合周边路网情况和建设时序，深化互通布设方案。

回复：已结合项目周边路网情况与建设时序，深化研究了与 S204、S126（规划宁黄高速）、G205 的互通方案，具体见交叉方案章节。

（4）加强与规划、国土、公路、铁路、地铁、环保、水利、航道、电力、管线、民航等部门的衔接，履行相关手续。

回复：已与项目涉及的相关部门充分对接沟通，均基本同意本项目路线与互通方案：

（1）航评已通过专家审查会，同意跨越航道的桥跨方案；

（2）洪评与水利主管部门沟通方案，同意桥跨方案；

（3）雷达干扰评估专题已完成专家审查会，并获民航主管部门批复；

（4）涉铁专题已完成方案设计并与铁路安评单位沟通，表示方案可行；

（5）其他涉及与规划、国土、公路、地铁、电力、管线等已对接，基本同意本项目方案。

2.1.2.3 相关专题研究

为保证项目的顺利进行，工程可行性研究阶段开展了如下与本项目相关的专题，专题研究内容见下表：

主要研究专题

表 2-1

序号	专题	工作内容	主要结论
1	用地预审	①地质灾害危险性评估 ②压覆矿产资源查询 ③节地评价 ④用地预审及选址意见书	关于项目压覆矿已完成预查询，下阶段根据规划选址红线完成正式查询，并在勘察阶段完成资源储量分割专题报告编制工作； 关于项目用地指标，经计算，项目占地符合《公路工程项目建设用地指标》；

序号	专题	工作内容	主要结论
2	环境影响评价	①环境质量现状监测工作 ②环评报告编制、送审、报批	已完成环评第一次公示，完成环境质量现状监测工作，完成编制环评报告初稿；
3	社会稳定风险分析	①现场踏勘、利益相关者调查 ②民意调查 ③报告编制、送审、报备	已完成与路线涉及街道主要领导的沟通汇报，正开展民意调查工作，因涉及征地拆迁量大，工作推进难度大。目前已完成江宁街道、横溪街道、谷里街道的民意调查工作；
4	通航安全影响论证	①现场踏勘，主管单位沟通 ②报告编制、送审、报批	已完成并通过航评专家审查会；
5	防洪影响评价	①现场踏勘，主管单位沟通 ②报告编制、送审、报批	已完成专家咨询会，并与区水务审批主管部门对接汇报，同意桥跨方案；
6	水文分析	①现场踏勘，主管单位沟通 ②报告编制、送审	已完成水文分析报告
7	涉铁专题	①现场踏勘，主管单位沟通 ②报告编制、送审、报批	已完成涉铁工可报告，铁路安评单位评估方案可行，正编制报告；
8	不可避让专题	①行文查询项目涉及占用生态空间管控区情况 ②报告编制，送审，意见征求，上报	已根据现阶段项目红线查询涉及侵占秦淮河洪水调蓄区、东坑生态公益林两处生态空间管控区，报告初稿编制完成。下阶段根据规划选址红线完善报告，完成专家评审会；
9	联网收费专题	①收费方案设计 ②国民经济评价 ③投融资模式比选及财务评价	已完成项目财务评价分析，资金平衡方案已获得市政府批复；
10	雷达干扰评估	①现场踏勘，主管单位沟通 ②模型建立，有源与无源评估 ③报告编制、送审、报批	已通过专家评审会，并获民航主管部门批复；
11	文物保护影响评价	①主管单位沟通，核实与地上文物关系 ②开展地下考古、勘探 ③报告编制、送审	已收江宁区文旅局复函，项目路线未涉及文保两线范围；关于地下考古、勘探事项，需规划选址红线报省文物局开展工作；

2.1.3 项目相关规划符合性

2.1.3.1 研究区域概况

1、江苏省

江苏省位于中国大陆东部沿海中心，介于东经116°18′~121°57′，北纬30°45′~35°20′之间。地据长江，淮河下游，主要由苏北黄淮平原和长江三角洲平原所构成，东濒黄海，

西连安徽，北接山东，东南与浙江和上海毗邻，处于沿海经济带、沿江经济带及欧亚大陆桥经济带的交汇处，是长江三角洲地区的重要组成部分。总面积为 107200km²，约占全国土地总面积的 1.06%。

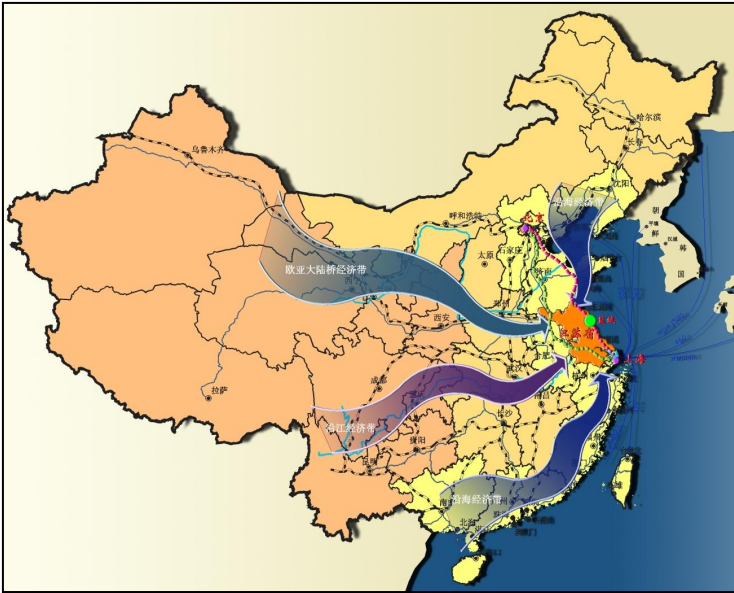


图 2-6 江苏省在全国中的位置

2022 年江苏省主要国民经济指标占全国的比重 表 2- 2

指标	单位	全国	江苏省	比重
一、年末总人口	万人	141175	8515	6.0%
二、国内生产总值	亿元	1197250	122876	10.3%
三、第一产业	亿元	88345	4959	5.6%
四、第二产业	亿元	483165	55889	11.6%
五、第三产业	亿元	638698	62028	9.7%
六、全社会固定资产投资额	亿元	579556	64732	11.2%
七、社会商品零售总额	亿元	439733	42752	9.7%
八、对外贸易进出口总额	亿元	420678	54455	12.9%

资料来源:《中华人民共和国 2022 年国民经济和社会发展统计公报》、《江苏省 2022 年国民经济和社会发展统计公报》。

江苏省历年国民经济发展主要指标表 表 2- 3

指标 年份	人 口 (万人)	国内生产总值 (当年价亿元)	可比价增 长率 (%)	三产总产值(亿元)(当年价)			进出口总额 (亿美元)	常住人均 GDP (元)
				第一产 业	第二产业	第三产业		
2000	7327.24	8582.73	10.6	1031.17	4435.89	3115.67	456.38	11765
2001	7354.92	9511.91	10.2	1082.43	4907.46	3522.02	513.55	12879

2002	7380.97	10631.75	11.7	1119.12	5550.98	3961.65	703.05	14369
2003	7405.82	12460.83	13.6	1106.35	6787.11	4567.37	1136.70	16743
2004	7432.50	15512.35	14.8	1315.38	8770.32	5426.65	1708.10	20031
2005	7474.50	18272.12	14.5	1388.58	10342.67	6540.87	2279.41	24616
2006	7549.50	21548.36	14.9	1544.90	12183.46	7817.00	2840.00	28526
2007	7624.50	25741.15	14.9	1816.24	14306.40	9618.51	3496.70	33837
2008	7676.50	30312.60	12.7	2100.00	16663.81	11548.80	3922.70	40014
2009	7724.50	34061.20	12.4	2201.70	18416.10	13443.40	3388.30	44253
2010	7866.00	40903.30	12.7	2539.60	21753.90	16609.80	4657.90	52840
2011	7898.80	48604.30	11	3064.80	25023.80	20515.70	5397.60	62290
2012	7919.98	54058.20	10.2	3418.30	27121.90	23518.00	5480.90	68347
2013	7939.49	59161.80	9.6	3646.10	29094.00	26421.70	5508.40	75354
2014	7960.06	65088.30	8.7	3634.30	31057.50	30396.50	5637.60	81874
2015	7976.30	70116.40	8.6	3988.00	32043.60	34084.80	5456.10	87995
2016	7998.60	76086.20	7.8	4078.50	33855.70	38152.00	4848.60	95124
2017	8029.3	85900.9	7.2	4076.7	38654.8	43169.4	5812.27	107189
2018	8050.7	92595.4	6.7	4141.7	41248.5	47205.2	6185.82	115168
2019	8070.00	99631.50	6.1	4296.30	44270.50	51064.70	6126.17	123607
2020	8477.26	102718.98	3.7	4536.72	44226.43	53955.83	6427.75	121231
2021	8505.4	116364.2	8.6	4722.4	51775.4	59866.4	8082.26	137039
2022	8515	122875.6	2.8	4959.4	55888.7	62027.5	8177.54	144390

资料来源:《江苏统计年鉴 2022》及《江苏省 2000-2022 年国民经济和社会发展统计公报》。

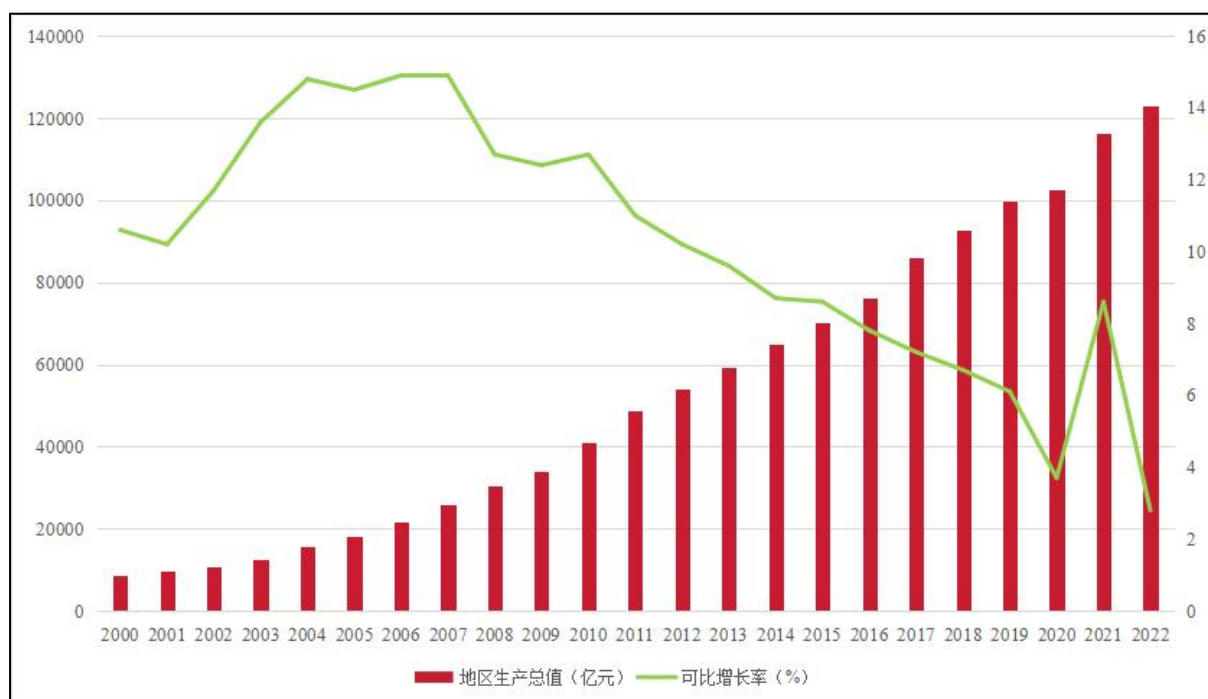


图 2-7 历年江苏省国内生产总值发展情况（单位：亿元）

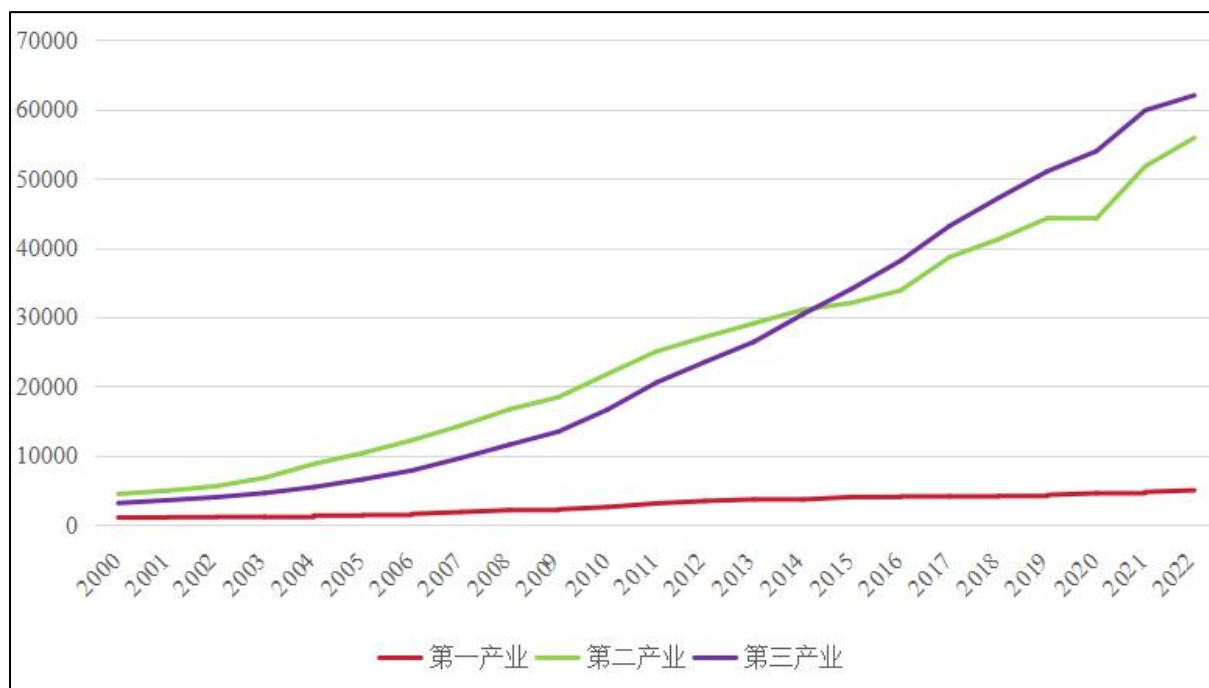


图 2-8 历年江苏省三大产业结构变化趋势（亿元）

2、南京市

南京市位于长江下游中部富庶地区，江苏省西南部,市域地理坐标为北纬 $31^{\circ}14'$ ~ $32^{\circ}37'$ ，东经 $118^{\circ}22'$ ~ $119^{\circ}14'$ ，跨江而居，北连辽阔的江淮平原，东接富饶的长江三角洲，与镇江市、扬州市、常州市及安徽省滁州市、马鞍山市、宣城市接壤。市区东倚钟山，西傍长江天堑，流经南京段长约 95km，浩荡磅礴，万吨海轮可终年通航，市区距长江入海口 347km。

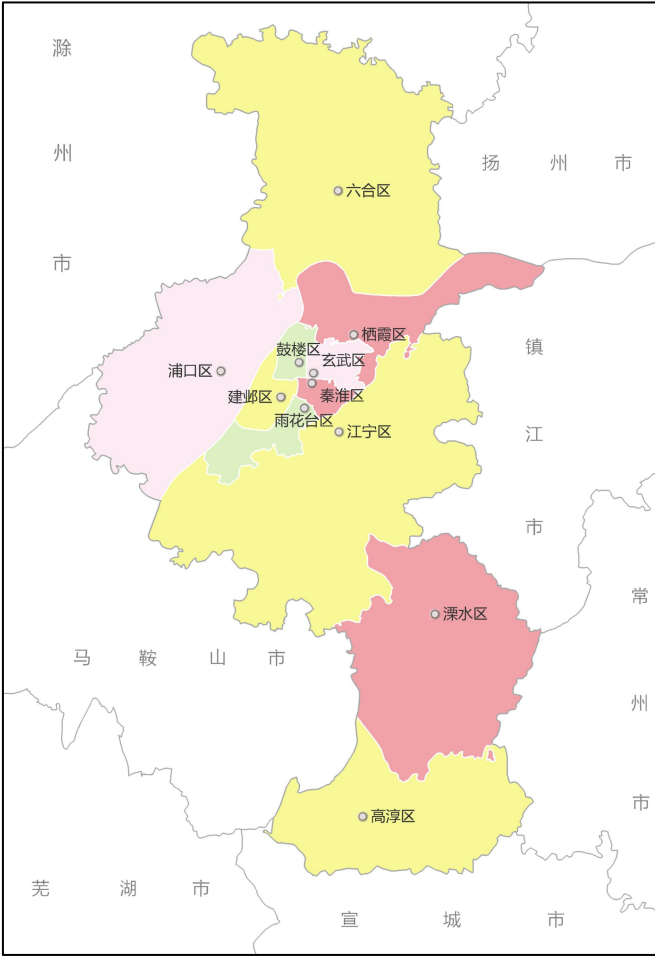


图 2-9 南京市行政区划

2022 年南京主要国民经济指标占全省的比重 表 2-4

指标	单位	江苏省	南京市	比重
一、年末总人口	万人	8515	949	11.1%
二、国内生产总值	亿元	122876	16908	13.8%
三、第一产业	亿元	4959	316	6.4%
四、第二产业	亿元	55889	6070	10.9%
五、第三产业	亿元	62028	10523	17.0%
六、全社会固定资产投资额	亿元	64732	5875	9.1%
七、社会商品零售总额	亿元	42752	7832	18.3%
八、对外贸易进出口总额	亿元	54455	6292	11.6%

资料来源:《南京市 2022 年国民经济和社会发展统计公报》。

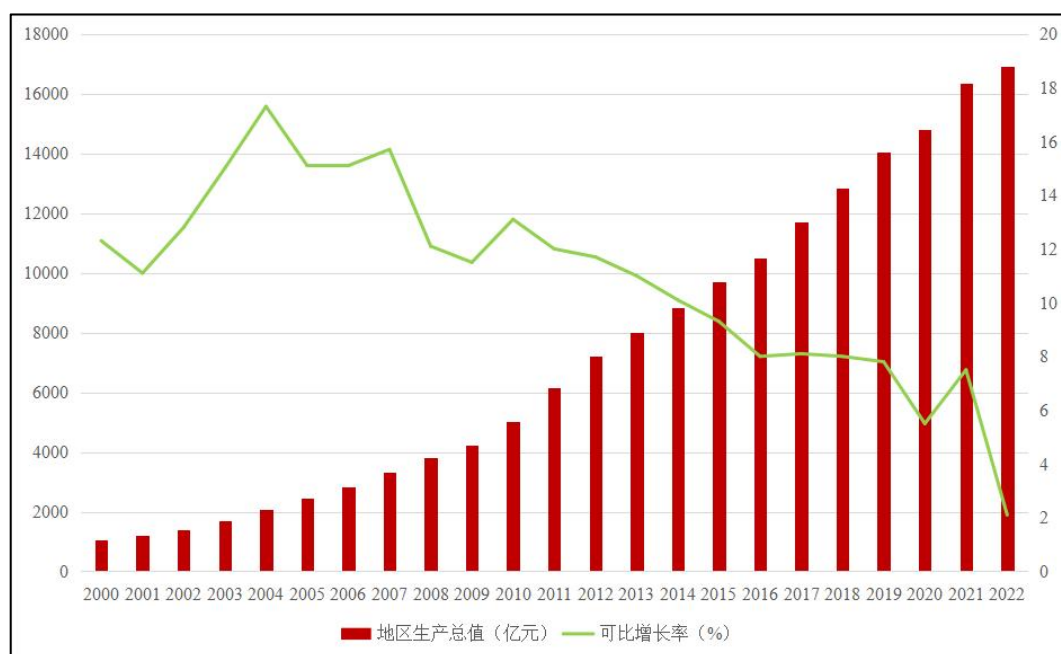


图 2-10 历年南京市国内生产总值变化趋势

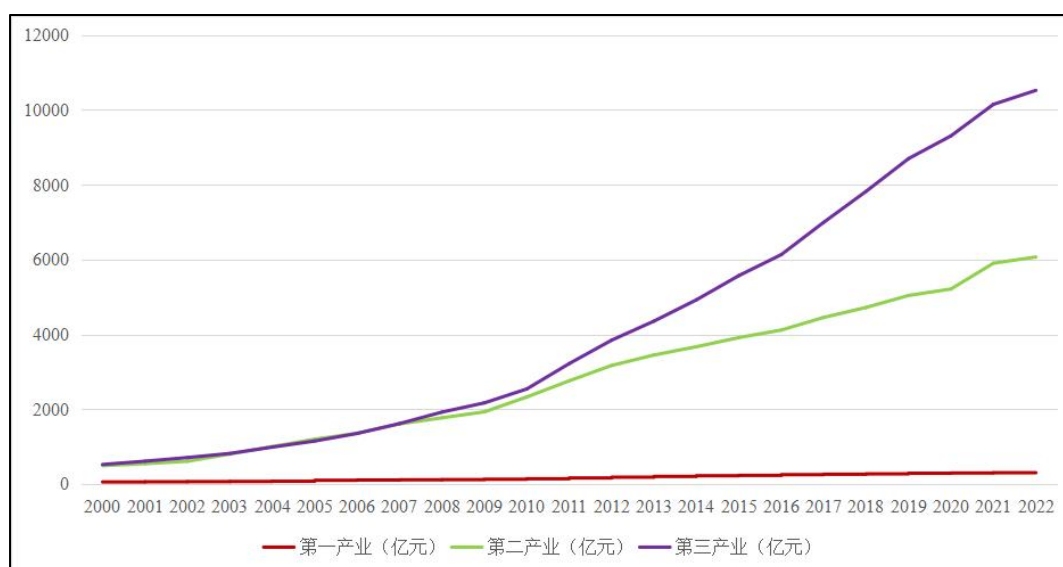


图 2-11 历年南京市三大产业变化趋势

3、江宁区

江宁区位于南京市中南部，是国家重要的科教中心和创新基地，国家东部地区重要的交通物流枢纽和空港枢纽。江宁从东西南三面环抱南京主城，航空、港口、铁路、公路交通体系汇聚，是南京对外沟通的重要枢纽。江宁区东与栖霞区及句容市接壤，东南与溧水区毗邻，南、西南分别与安徽省当涂县、马鞍山市相交，北、东北分别与雨花台区、秦淮区相邻。介于北纬 $31^{\circ}37' \sim 32^{\circ}07'$ ，东经 $118^{\circ}28' \sim 119^{\circ}06'$ 之间。总面积 1563.32

平方公里。

2022 年江宁区主要国民经济指标占南京市的比重 表 2- 5

指标	单位	南京市	江宁区	比重
一、年末总人口	万人	949	197	20.76%
二、国内生产总值	亿元	16908	3001	17.75%
三、第一产业	亿元	316	75	23.73%
四、第二产业	亿元	6070	1660	27.35%
五、第三产业	亿元	10523	1266	12.03%
六、全社会固定资产投资额	亿元	5875	901	15.34%
七、社会商品零售总额	亿元	7832	1033	13.19%
八、对外贸易进出口总额	亿元	6292	1658	26.35%

资料来源:《南京市江宁区 2022 年国民经济和社会发展统计公报》。

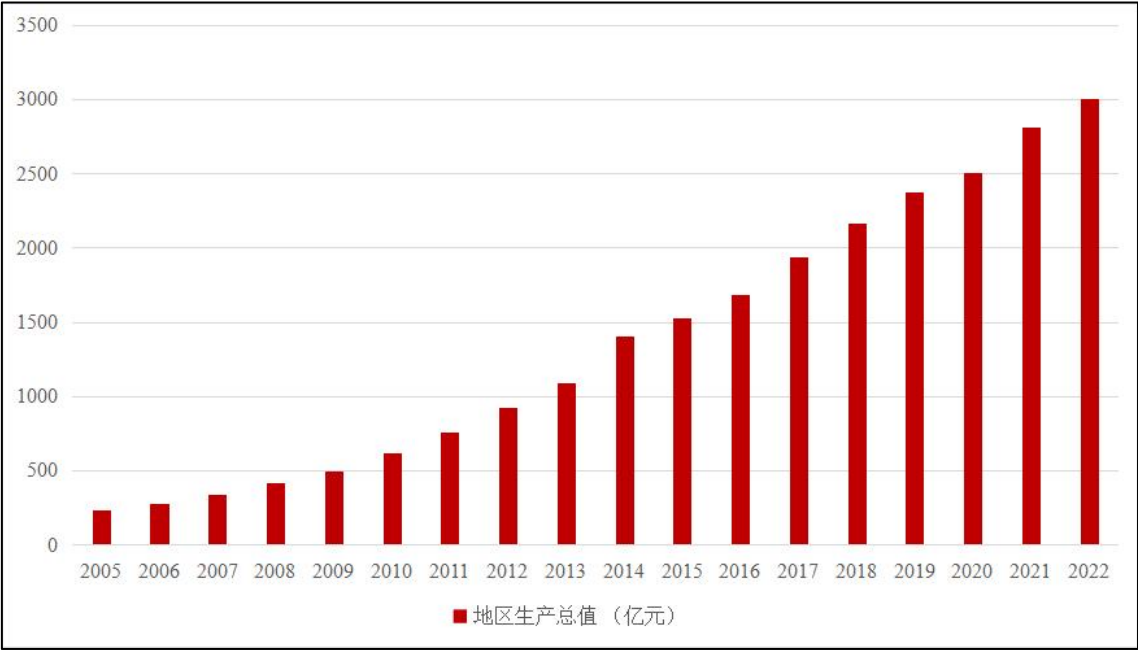


图 2- 12 历年江宁区国内生产总值变化趋势

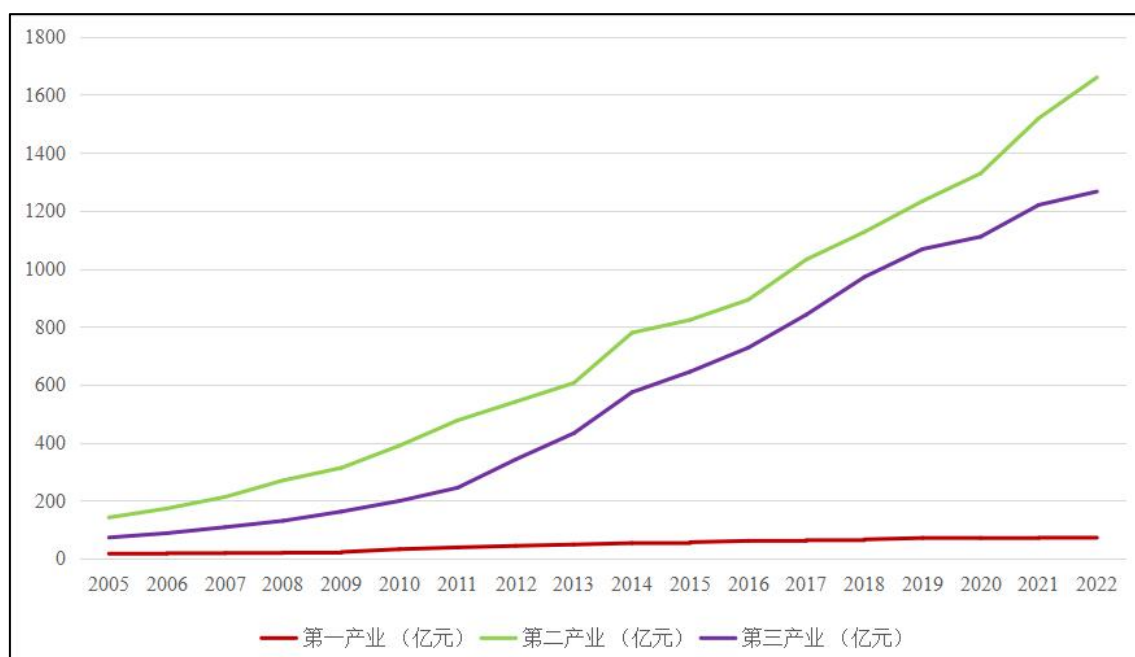


图 2-13 历年江宁区三次产业结构变化趋势

2.1.3.2 项目区域经济社会发展趋势

1、经济社会发展趋势分析

(1) 江苏省经济社会发展趋势

根据《江苏省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，“十四五”期间，江苏经济社会发展的总体目标是：地区生产总值年均增长 5.5%左右，到 2025 年人均地区生产总值超过 15 万元。居民收入增长和经济增长基本同步，居民人均可支配收入年均增长 5.5%左右。展望 2035 年，江苏将率先基本实现社会主义现代化，并做到水平更高、走在前列。经济实力、科技实力、综合竞争力大幅跃升，人均地区生产总值在 2020 年基础上实现翻一番，居民人均收入实现翻一番以上，区域创新能力进入创新型国家前列水平；基本实现新型工业化、信息化、城镇化和农业现代化，建成现代化经济体系。

江苏省“十四五”经济社会发展主要指标

表 2-6

分类	指标	2025 年	年均增速（累计）	属性
经济发展	地区生产总值增长（%）	-	5.5 左右	预期性
	服务业增加值占地区生产总值比重（%）	-	-	预期性
	高新技术产业产值占规模以上工业产值比重（%）	48.5	-	预期性

分类	指标	2025 年	年均增速（累计）	属性
人民生活	常住人口城镇化率（%）	>75	-	预期性
	居民人均可支配收入增长（%）	-	5.5%左右	预期性
	城镇调查失业率（%）	5.0 左右	-	预期性

（2）南京市经济社会发展趋势

“十四五”时期南京经济社会发展的总目标是，聚力建设具有全球影响力的创新名城、加快形成以创新为第一驱动力的增长方式，聚力建设以人民为中心的美丽古都、探索走出绿色低碳发展新路子，打造富于现代化内涵、推动高质量发展的区域增长极，成为常住人口突破千万、经济总量突破两万亿元的超大城市。全社会研发经费支出占地区生产总值比例达到 4%左右，高新技术产业产值占规模以上工业产值比重达到 54.5%，整体创新能力进入全球创新型城市行列。全体居民人均可支配收入达到 9 万元左右。

南京市“十四五”经济社会发展主要指标

表 2-7

分类	指标	2025 年	年均增速（累计）	属性
经济发展	地区生产总值（亿元）	20000 以上	6.5%左右	预期性
	研发经费支出占地区生产总值比重（%）	4 左右	-	预期性
	高新技术产业产值占规模以上工业产值比重（%）	54.5	-	预期性
人民生活	常住人口城镇化率（%）	85	-	预期性
	全体居民人均可支配收入（元）	90000 左右	与经济增长同步	预期性
	城镇调查失业率（%）	5	-	预期性

（3）江宁区经济社会发展趋势

“十四五”时期江宁经济社会发展的主要目标是，经济发展实现新跨越，地区生产总值年均增长 7%左右，人均 GDP 超过 3 万美元。到 2025 年，制造业增加值占 GDP 比例 43%，研发经费投入占 GDP 比例 3.5%，科技进步贡献率提高到 74%以上。每万人口拥有高价值发明专利数 135 个。常住人口城镇化率达到 78%。人均可支配收入年均增长 7%以上，城镇新增就业人数 25 万人。

2、主要经济社会指标预测

（1）江苏省经济发展预测

区域的经济发展预测，采用定性和定量分析相结合的方法综合确定。通过对影响区

域历年的地区生产总值进行回归分析，得出区域经济发展的指标，同时根据定性分析区域的社会经济发展确定区域经济发展趋势，对定量预测的指标值进行调整，得出最终的区域经济发展指标。

预测结果见下表。

江苏省地区生产总值预测表 表 2-8

指标（亿元）	2028 年	2030 年	2035 年	2040 年	2047 年
GDP	141765	182686	227682	275982	326794
平均增长率	5.5%	5.20%	4.50%	3.92%	3.44%

从 2027 年到 2030 年，这期间 GDP 年平均增速大约在 5.2%左右，在 2030 年，GDP 值达到 182686 亿元左右。在这个阶段，江苏省经济将在更高层次上稳步发展，达到或超过中等发达国家的水平。在此期间的最显著的特征是：科学技术水平提高很快，主要领域的技术达到国际先进水平，经济增长中科技贡献份额达到发达国家水平；社会综合管理水平显著提高，政府廉洁高效，精神文明程度达到发达国家水平。

（2）南京市经济发展预测

根据南京市历年的经济社会发展趋势，参考《南京市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，对南京市未来年经济发展水平进行预测，其结果如下。

南京市地区生产总值预测表 表 2-9

指标（亿元）	2028	2030	2035	2040	2047
南京	22472	26313	32947	40086	49275
年均增长率	5.9%	5.4%	4.6%	4.0%	3.5%

（3）江宁区经济发展预测

对于江宁区的经济预测，通过分析其历史经济数据的回归分析，再结合其经济发展规划，采用相关模型进行预测，相关模型采用的公式为：

$$E_j = a + bE_t$$

式中： E_j ---- 江宁国内生产总值；

E_t ---- 南京市国内生产总值；

a, b --- 回归参数。

预测拟合参数及结果见下表。

经济指标预测参数表 表 2-10

地区	回归参数		
	a	b	R2
江宁区	-390.47	0.2034	0.9995

江宁区地区生产总值预测表 表 2-11

指标(亿元)	2028	2030	2035	2040	2047
江宁区	4014	4849	6488	8480	11364
年均增长率	6.8%	6.5%	6.0%	5.5%	5.0%

2.1.3.3 规划符合性分析

1、长江三角洲城市群发展规划

南京市是长三角区域重要的一极，根据《长江三角洲城市群发展规划》对长三角区域的定位为亚太地区重要的国际门户、全球重要的现代服务业和先进制造业中心、具有较强国际竞争力的世界级城市群。

(1) 发展目标

到 2030 年，长三角城市群配置全球资源的枢纽作用更加凸显，服务全国、辐射亚太的门户地位更加巩固，在全球价值链和产业分工体系中的位置大幅跃升，国际竞争力和影响力显著增强，全面建成全球一流品质的世界级城市群。

(2) 空间格局

促进形成网络化空间格局。发挥上海龙头带动的核心作用和区域核心城市的辐射带动作用，依托交通运输网络培育形成多级多类发展轴线，推动南京都市圈、杭州都市圈、合肥都市圈、苏锡常都市圈、宁波都市圈的同城化发展，强化沿海发展带、沿江发展带、沪宁合杭甬发展带、沪杭金发展带的聚合发展，构建“一核五圈四带”的网络化空间格局。

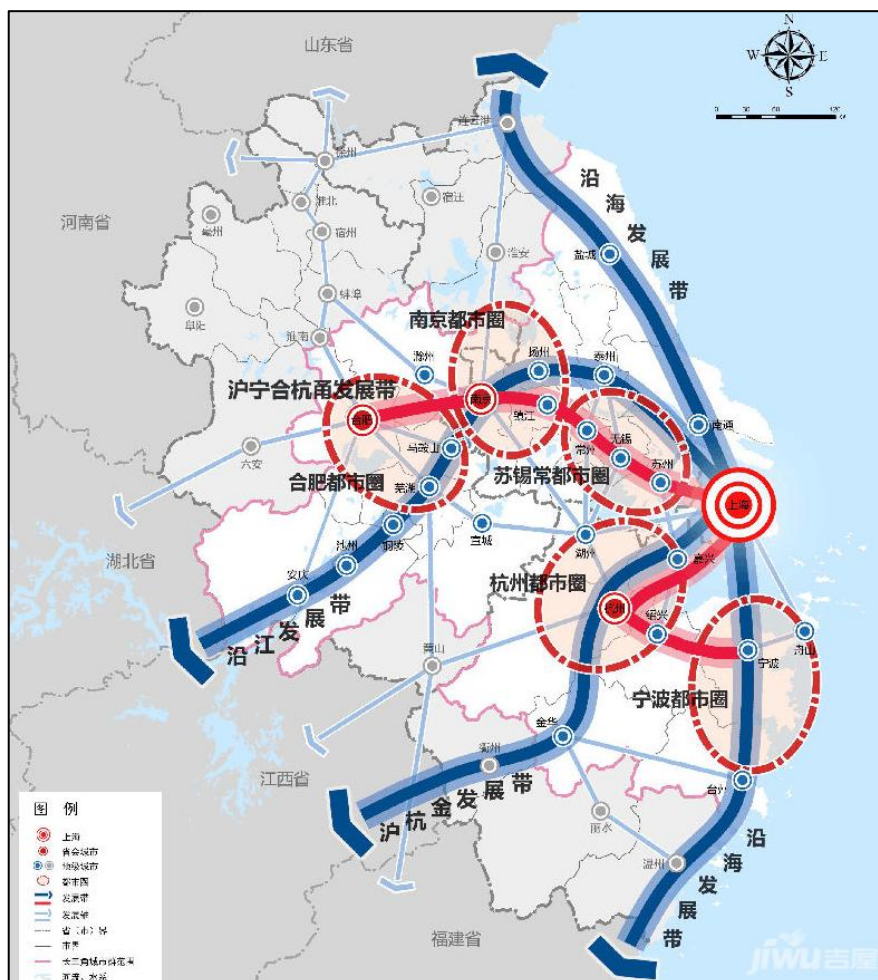


图 2-14 长三角城市群空间格局示意图

(3) 打造一体化城乡体系

构筑功能一体、空间融合的城乡体系。培育区域性生产、贸易、高端服务、交通运输、创新、旅游等特色职能，形成以区域核心城市为核心、功能节点城市（镇）为纽带、乡村地域为支撑，生态空间开敞、城乡风貌各异，紧凑型、网络化的一体化城乡体系。

推进市域城乡一体化发展。以市域空间为整体推进规划和建设，严格划定城市开发边界、永久基本农田和生态保护红线，统筹城镇建设、基础设施布局、农田保护、产业集聚、村落分布、生态涵养，推进农村一二三产业融合发展，加强“菜篮子”工程建设。

(4) 促进都市圈同城化发展

南京都市圈包括南京、镇江、扬州三市。提升南京中心城市功能，加快建设南京江北新区，加快产业和人口集聚，辐射带动淮安等市发展，促进与合肥都市圈融合发展，打造成为区域性创新创业高地和金融商务服务集聚区。

规划解读：南京市地处长三角区域的沿江发展带与沪宁合杭甬发展带上，是长三角区域重要的中心城市，南京都市圈的重要组成部分。本项目建设能够推进区域城镇化以及一体化的发展，对于区域对外辐射，引领区域发展具有重要意义。符合规划打造一体化城乡体系、促进都市圈同城化发展的要求。

2、江苏省城镇体系规划

（1）新型城镇化规划

《江苏省“十四五”新型城镇化规划》提出进一步优化“一群两轴三圈”城镇化空间布局，初步建成现代综合立体交通网络；到 2025 年，基本实现 1 日联通全球、半日通达全国、2 小时畅行江苏、1 小时通勤都市圈。

建设南京都市圈跨区域现代化都市圈典范。发挥南京龙头带动作用，优化创新名城路径，彰显魅力古都特色，增强区域性创新服务和公共服务功能，带动都市圈整体能级和国际竞争力提升，成为长三角强劲活跃增长极的有力支撑。

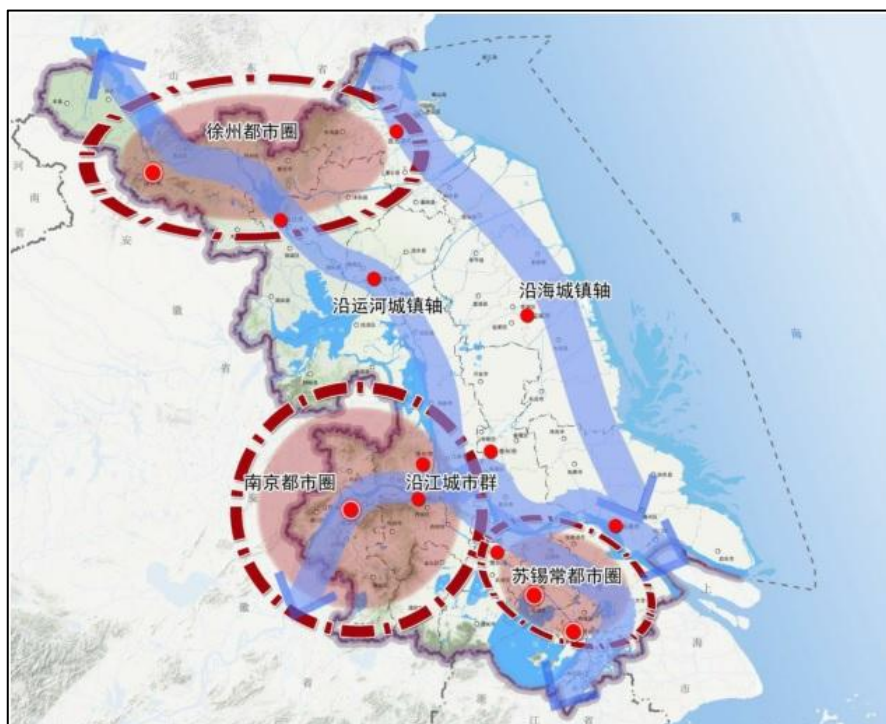


图 2-15 江苏省新型城镇化空间布局

规划解读：新型城镇化规划在未来将进一步彰显南京在长江经济带、长三角地区和江苏沿江地区发展的区域中心地位及龙头带动作用。本项目建设对支撑和引导苏中与苏

南地区融合发展，进一步强化沿江城市群之间的交通联系具有促进作用。符合规划优化提升沿江都市群、建设南京都市圈跨区域现代化都市圈典范的要求。

（2）城镇体系规划

根据《江苏省城镇体系规划(2015-2030)》，江苏省城镇体系将按照“区域统筹、集聚集约、因地制宜、低碳生态”的原则进行规划建设。规划2020年常住人口8500万，城镇化率达到72%，2030年常住人口9000万，城镇化率80%。

①城镇空间布局：规划形成“一带两轴，三圈一极”的“紧凑型”结构。“一带”即沿江城市带；“两轴”即沿海城镇轴和沿东陇海城镇轴；“三圈”即南京都市圈、徐州都市圈、苏锡常都市圈；“一极”即淮安增长极。全省形成两片点状发展地区：苏北腹地及宜溧金高地区。

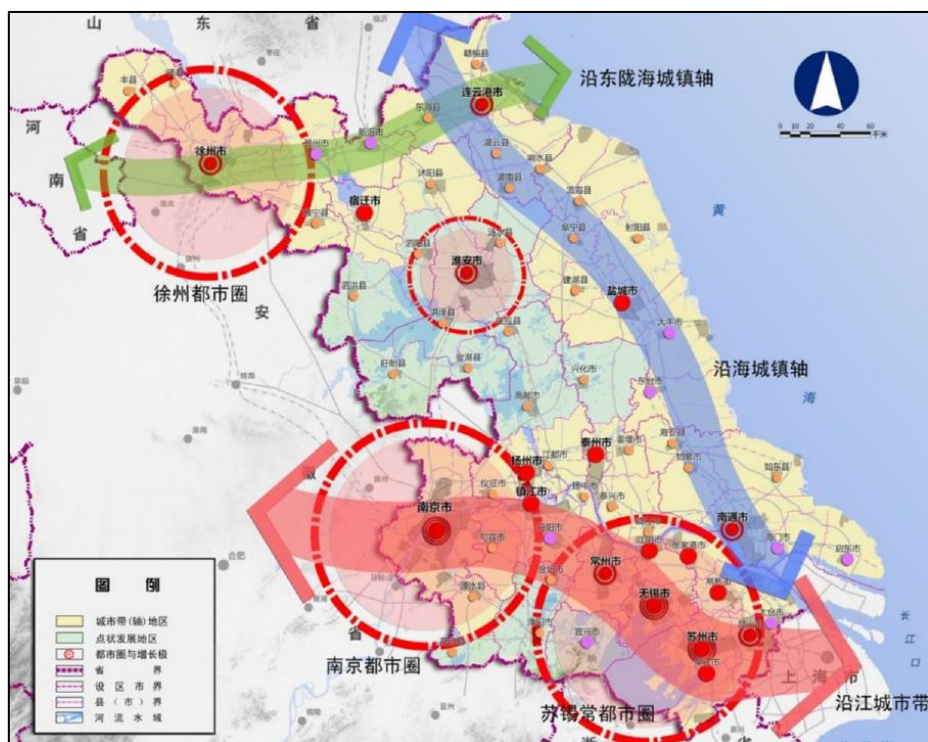


图 2- 16 江苏省城镇体系规划图

②沿江城市带

按照“整体有序，联动开发，开放创新，转型发展”的原则，将沿江城市带建设成为长三角世界级城市群的北翼核心区，具有国际竞争力的都市连绵地区。

③南京都市圈

按照“提升核心、带动圈层、推进一体化、辐射中西部”的原则，提升中心城市功能、加快区域基础设施一体化步伐、构建具有较强国际竞争力和鲜明区域特色的现代产业体系，将南京都市圈建设成为全国主要的科技创新基地，长三角辐射中西部地区发展的枢纽和基地。

规划解读：都市圈作为江苏省城镇体系中重要的组成元素，是带动城市发展，推动区域产业协作的主要载体，而区域内部的交通系统又是支撑城市之间及产业、物资流动的基础。本项目建设能够构筑区域内部完善的交通体系，加快实现江苏省城镇体系规划目标。符合规划加快区域基础设施一体化步伐、构建具有较强国际竞争力和鲜明区域特色的现代产业体系的要求。

3、江苏省国土空间规划（2021-2035 年）

（1）总体目标

根据《江苏省国土空间规划（2021-2035 年）》，江苏省总体定位为国内国际双循环的战略链接高地、美丽中国的绿色转型示范区、宜居宜业的高承载发展区以及国土空间治理现代化样板区。

（2）国土空间总体格局

深化落实“1+3”重点功能区，形成“生态优先、带圈集聚”、“腹地开敞”的“两心三圈四带”国土空间总体格局。

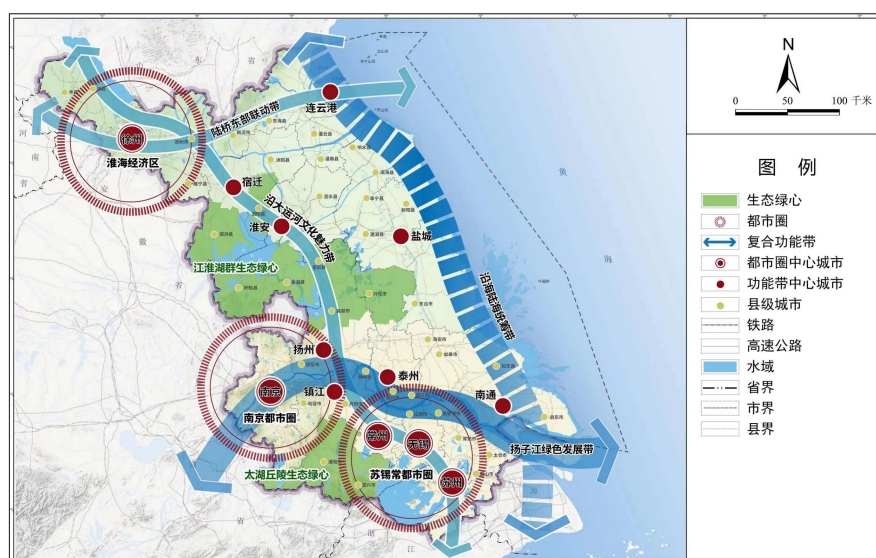


图 2- 17 江苏省国土空间总体格局图

（3）城镇空间格局

规划至 2035 年常住人口 9000 万人，城镇化率 80%以上，构建“三圈两带”的城镇空间格局，形成特大城市、大城市、中等城市、小城市协调发展的城镇体系。

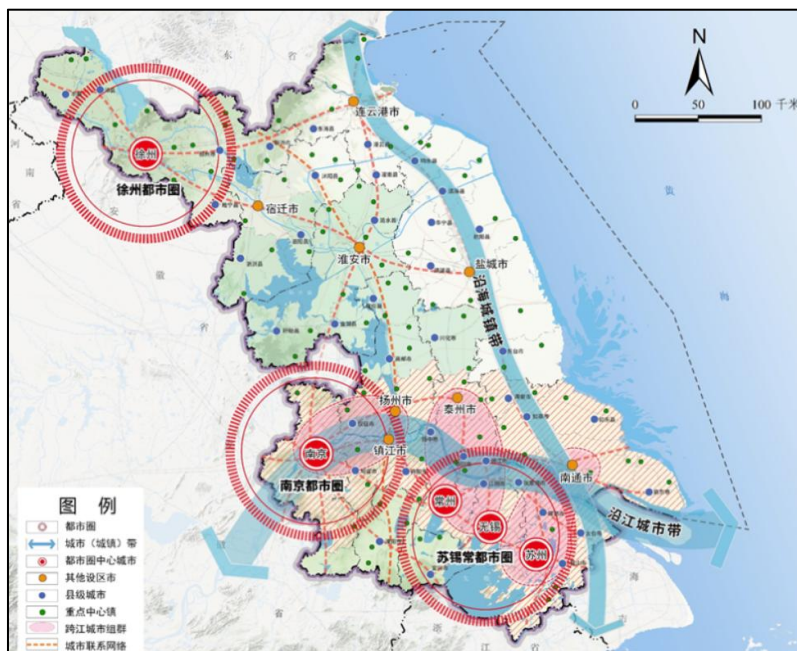


图 2-18 “三圈两带”城镇空间格局

（4）推进南京都市圈建设

更大力度、更高质量推进南京都市圈建设。对标国家中心城市，实现南京更高质量发展，重点推进宁镇扬、宁马滁同城化，打造跨区域协同发展典范。

规划解读：该规划提出江苏省“两心三圈四带”国土空间总体格局，更大力度、更高质量推进“三圈”中南京都市圈建设。本项目是南京都市圈环线南环的组成部分，本项目的建设对于南京都市圈更高质量发展具有重要的推动作用。

4、南京都市圈发展规划

根据《南京都市圈发展规划》，南京都市圈由以江苏省南京市为中心、联系紧密的周边城市共同组成，主要包括：江苏省南京市，镇江市京口区、润州区、丹徒区和句容市，扬州市广陵区、邗江区、江都区和仪征市，淮安市盱眙县，安徽省芜湖市镜湖区、弋江区、鸠江区，马鞍山市花山区、雨山区、博望区、和县和当涂县，滁州市琅琊区、南谯区、来安县和天长市，宣城市宣州区，面积 2.7 万平方公里，2019 年末常住人口约

2000 万；规划范围拓展到南京、镇江、扬州、淮安、芜湖、马鞍山、滁州、宣城 8 市全域及常州市金坛区和溧阳市，总面积 6.6 万平方公里，2019 年末常住人口约 3500 万。2019 年人均 GDP 达到 11.3 万元，接近高收入国家水平。到 2025 年，人均 GDP 目标超过 15 万元。

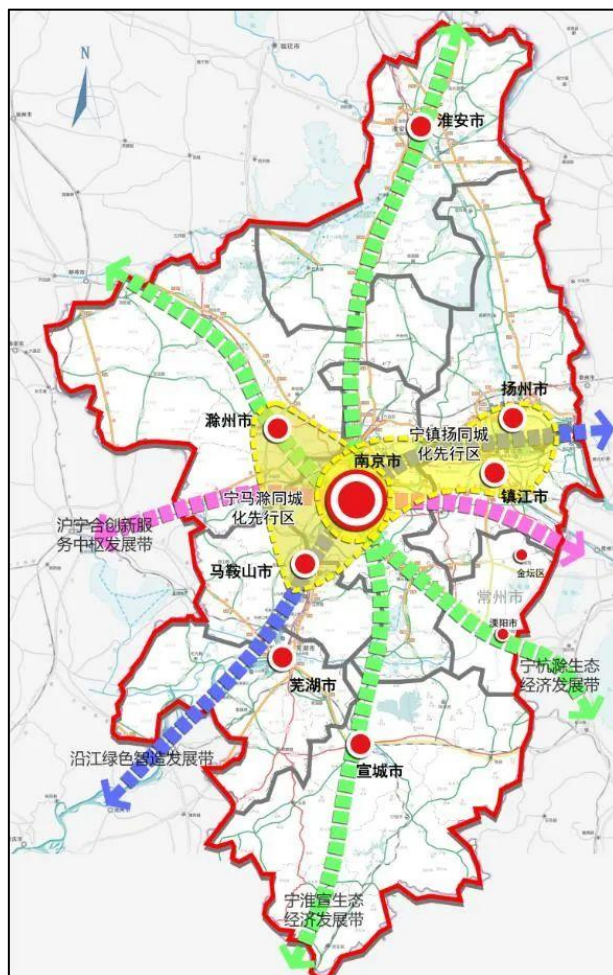


图 2-19 南京都市圈总体空间格局

规划解读：南京作为南京都市圈的中心城市，项目位于南京都市圈的核心区域，沟通南京、滁州、马鞍山三市。本项目建设对于构建南京都市圈的空间格局具有非常重要的作用与意义。符合规划构建“一极两区四带多组团”的都市圈空间格局的要求。

5、南京市国土空间总体规划(2021-2035 年)（征求意见稿）

根据《南京市国土空间总体规划(2021-2035 年)》（征求意见稿），南京市定位为江苏省省会，国家中心城市，国家历史文化名城、国际性综合交通枢纽，全球创新高地，人民满意的社会主义现代化典范城市。

人口规模：2035 年全市常住人口规模控制在 1300 万人以内，2035 年以后长期稳定在这一水平。

区域协同目标：依托南京独特的区位条件和重要的战略价值，主动服务国家和区域战略，在建设国家中心城市的总体要求下，发挥好南京作为“一带一路”节点城市、长江经济带的重要枢纽城市、长三角城市群西北翼中心城市、扬子江城市群龙头城市和南京都市圈核心城市的重要左右，以城市群为主体形态，不断加强省会城市功能建设，提升城市首位度，服务和带动区域发展。

规划解读：该规划提出要优化功能布局，提高土地集约利用水平和空间紧凑度。本项目建设对于完善市域城镇体系，提高土地集约利用水平及空间紧凑度具有重要意义。

6、南京市江宁区国土空间总体规划（2021-2035）（征求意见稿）

（1）城市性质

江宁区城市性质为“具有全球影响力的创新高地、引领长三角的智能制造基地、双向开放的门户枢纽、城乡融合共富区”。

（2）发展目标

2025 年，持续推进建设现代化产业体系，坚持实体经济为经济发展着力点，基本建成产业链条完整、产业能级高的现代产业强基地，生态宜居品质大幅提升，治理能力明显改善，中国式现代化先行样板区建设取得重大进展；

2035 年，强化现代化建设在教育、科技、人才方面的支撑，建成国家区域科技创新中心核心区，充分发挥国际门户枢纽作用和南京国际性大都市南部新中心作用，美丽乡村建设全面推进，中国式现代化先行样板区基本建成；

2050 年，成为中国制造走向全球的重要基地之一和南京整体国际化品牌核心组成部分，城乡高质量融合发展格局全面形成，建成展示中华民族伟大复兴成果的标杆城区，中国式现代化先行样板区全面建成。

（3）协同发展战略

深度融入长三角一体化示范区：发挥引领性国家创新型城市核心区功能，共建沪宁合杭甬科技创新带；打造宁宣黄和宁杭生态绿色引领区，构筑南京南向辐射桥头堡；融

入长江大保护和绿色发展，共筑沿江转型发展带。

全面对接南京都市圈建设：融入南京圈层协同体系；建设沪宁合、沿江、宁杭、宁黄重点发展带；全面融入宁镇扬同城化建设；强化跨界地区协同合作。

深化与南京各区协同发展：强化与江北新区的互动合作，双轮驱动，支撑南京创新平台体系建设；以禄口国际机场为核心，强化“江宁（禄口）—溧水（柘塘）”在临空产业方面的分工与协作，依托国际机场的枢纽门户功能，协同打造全国航空物流主枢纽及以临空型产业、战略性新兴产业为重点的新兴产业集聚区，同时积极培育休闲旅游、高档居住等功能，协同打造临空服务高地。

（5）国土空间开发格局

落实主体功能区规划的要求，衔接南京市空间规划空间格局，总体形成“弓形发力，一核四城四区”的国土空间开发总体格局。

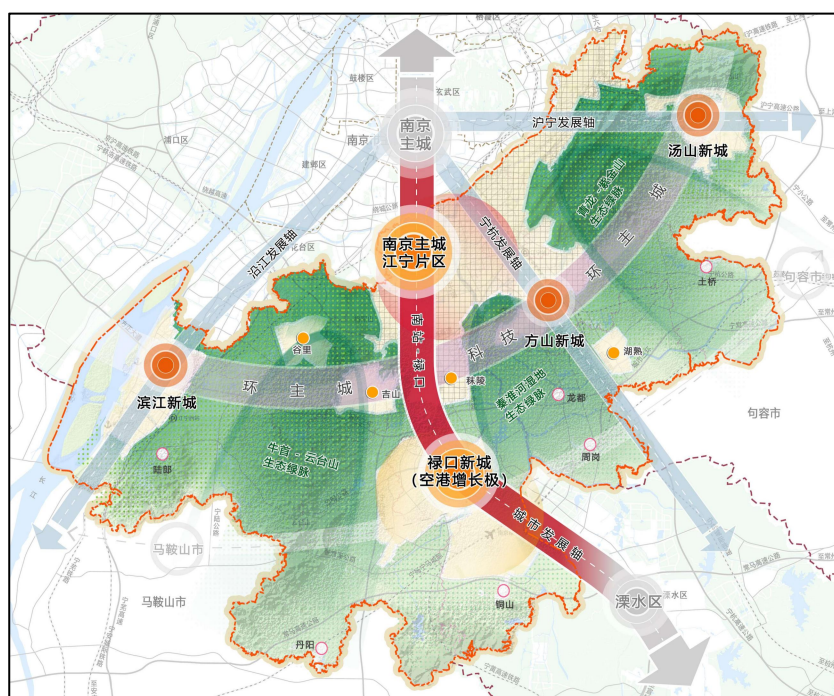


图 2-20 国土空间总体结构图

规划解读：根据《江宁区国土空间总体规划（2021-2035）（征求意见稿）》，江宁区总体形成“弓形发力，一核四城四区”的国土空间开发总体格局，未来将全面对接南京都市圈建设。本项目为都市圈环线南环东线，全线均位于江宁区，东西向串联了禄口新城和滨江新城以及诸多新市镇，有效支撑江宁区空间开发总体格局的实现，同时对

江宁区融入南京圈层协同体系具有重要的促进作用。

7、南京临空经济区发展战略规划

(1) 规划范围

根据《南京临空经济区发展战略规划》，规划范围聚焦机场 15 公里辐射范围，以江宁禄口、横溪和溧水柘塘、石湫四个街道为主体，将规划范围拓展至 699 平方公里，以便更好统筹江宁、溧水、禄口机场发展，最大化发挥临空经济示范区辐射带动作用。



图 2- 21 南京临空经济区规划范围

(2) 目标愿景

南京临空经济区是南京新时代城市功能提升的新空间，是南部片区发展的“新兴增长极”，肩负着国家、省、市重大战略的使命担当。

至 2025 年，全面推进南京临空国际开放枢纽建设，先进制造业增长极基本形成；至 2035 年，全面建成国际开放枢纽、社会主义现代化典范城市的靓丽窗口；至 2050 年成为全球知名的卓越典范航空城。

(3) 空间结构

坚持“聚心、融合”的结构优化思路，形成“一核一芯三扇面，两轴两带多组团”的临空经济区总体空间结构，打造生态环境优良、发展要素高效流动、基础设施配备完善、高效可持续发展的全域空间新格局。



图 2-22 临空经济区空间结构规划图

规划解读：本项目是禄口机场集疏运体系的骨架道路，其建设为机场与城市联系提供新的通道，扩大了机场的辐射范围，完善了机场集疏运体系，促进临空经济区与周边地区的沟通交流，有力支撑临空经济区的发展建设。

2.1.3.4 政策符合性分析

扩大内需：中央经济工作会议 2022 年首次提出“把实施扩大内需战略同深化供给侧结构性改革有机结合起来”。坚定实施扩大内需战略、培育完整内需体系，是加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局的必然选择，是促进我国长远发展和长治久安的战略决策。为推动实施扩大内需战略，根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，2022 年 12 月 14 日中共中央、国务院印发了《扩大内需战略规划纲要（2022—2035 年）》，按照生产、分配、流通、消费、投资再生产的扩大内需全链条，从全面促进消费、优化投资结构、推动城乡区域协调发展、提高供给质量、健全现代市场和流通体系、深化改革开放、扎实推动共同富裕、提升安全保障能力等八个方面作出部署。12 月 15 日，国家发展改革委发布《“十四五”扩大内需战略实施方案》。

共同富裕：习近平总书记在党的十九大报告中指出，中国特色社会主义进入新时代，这个新时代是“全国各族人民团结奋斗、不断创造美好生活、逐步实现全体人民共同富裕的时代”。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》第一次在全会文件中突出强调“扎实推动共同富裕”。2021年8月，习近平总书记主持中央财经委员会第十次会议时强调，“共同富裕是社会主义的本质要求，是中国式现代化的重要特征，要坚持以人民为中心的发展思想，在高质量发展中促进共同富裕”。党的二十大报告将实现全体人民共同富裕纳入中国式现代化的本质要求，并对扎实推进共同富裕作出重要战略部署。

乡村振兴：中共中央、国务院公开发布《关于做好2023年全面推进乡村振兴重点工作的意见》。这是党的二十大胜利召开后发布的首个指导“三农”工作的“一号文件”，体现了以习近平同志为核心的党中央对“三农”工作的高度重视，传递出重农强农的强烈信号。今年的中央一号文件从全面建设社会主义现代化国家的全局出发，对全面推进乡村振兴作出重大部署，对于做好今年和今后一个时期“三农”工作，全面推进乡村振兴，加快建设农业强国，具有重大指导意义。江苏省政府围绕乡村振兴出台多项档，进一步巩固拓展脱贫攻坚成果，推动城乡区域协调发展，包括《关于开展富民强村帮促行动接续推进乡村全面振兴的实施意见》《江苏省“十四五”全面推进乡村振兴加快农业农村现代化规划》等。同时，江苏省在探索农村集体经济发展方面走在全国前列，印发《关于发展壮大新型农村集体经济促进农民共同富裕的实施意见》，激发农村集体经济发展新动能，构建农村集体经济发展新机制。

科技创新：党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央把科技创新摆在国家发展全局的核心位置。党的二十大报告指出，必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力，深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略，开辟发展新领域新赛道，不断塑造发展新动能新优势。

节能减排：2021年12月，国务院印发《“十四五”节能减排综合工作方案》，部署包括重点行业绿色升级、园区节能环保提升、城镇绿色节能改造等十大重点工程，并明确到2025年，全国单位国内生产总值能源消耗比2020年下降13.5%，能源消费总量

得到合理控制，化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物排放总量比 2020 年分别下降 8%、8%、10%以上、10%以上，为“十四五”时期统筹推进碳达峰碳中和、深入打好污染防治攻坚战、促进高质量发展提供重要支撑。

碳达峰碳中和：实现碳达峰、碳中和，是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。为完整、准确、全面贯彻新发展理念，做好碳达峰、碳中和工作，国务院在《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》中提出：到 2025 年，绿色低碳循环发展的经济体系初步形成，重点行业能源利用效率大幅提升。单位国内生产总值能耗比 2020 年下降 13.5%；单位国内生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%；非化石能源消费比重达到 20%左右；森林覆盖率达到 24.1%，森林蓄积量达到 180 亿立方米，为实现碳达峰、碳中和奠定坚实基础。到 2030 年，经济社会发展全面绿色转型取得显著成效，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平。单位国内生产总值能耗大幅下降；单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65%以上；非化石能源消费比重达到 25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上；森林覆盖率达到 25%左右，森林蓄积量达到 190 亿立方米，二氧化碳排放量达到峰值并实现稳中有降。到 2060 年，绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建立，能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重达到 80%以上，碳中和目标顺利实现，生态文明建设取得丰硕成果，开创人与自然和谐共生新境界。

国家安全和应急管理：国家安全是安邦定国的重要基石，是实现“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴中国梦的重要保障。党的十八大以来，习近平总书记以马克思主义政治家的卓越政治智慧、强烈使命担当，高瞻远瞩提出总体国家安全观，成为习近平新时代中国特色社会主义思想的重要组成部分。习近平总书记强调，要自觉把维护公共安全放在贯彻落实总体国家安全观中来思考，放在推进国家治理体系和治理能力现代化中来把握。《“十四五”国家应急体系规划》指出，到 2025 年，要形成统一指挥、专常兼备、反应灵敏、上下联动的中国特色应急管理体制，建成统一领导、权责一致、

权威高效的国家应急能力体系，安全生产、综合防灾减灾形势趋稳向好，自然灾害防御水平明显提升，全社会防范和应对处置灾害事故能力显著增强。

本项目是南京都市圈环线高速的重要组成，是禄口机场集疏运体系的骨架道路，是沿线区域对外出行的重要通道，促进区域产业集聚和城镇开发，促进共同富裕的重要交通基础设施。项目建成后能够优化区域高速公路网格局，改善沿线出行条件，对维护国家安全、提升国家应急能力具有重要意义。此外，本项目将节能减排的理念融入到项目全过程中，项目路段通车后也能减少沿线居民的出行时间、缩短出行路程等节约能源。

2.1.3.5 交通发展现状与规划

1、项目影响区域交通运输现状

(1) 江苏省

江苏省作为交通大省，综合交通发展一直位于全国前列。苏南地区经济发展较为迅猛，与经济相配套的综合交通体系处于快速的发展阶段，现有的综合交通基础设施在线网设施和技术装备配置等方面有了较大的完善。

①公路

截至 2022 年底，江苏省全社会公路总里程为 157999.94km，其中：

按技术等级分，其中：高速公路 5087.13km，占 3.2%，一级公路 16164.75km，占 10.3%，二级公路 23898.73km，占 15.1%，三级及三级以下公路 112849.34km，占 71.4%。

到 2022 年末民用汽车保有量 2305.8 万辆，比上年末增长 5.8%，净增 126.4 万辆。其中，私人汽车保有量 1967.5 万辆，增长 5.8%；私人轿车保有量 1316.1 万辆，增长 5.2%。

2022 年江苏省公路里程表

表 2- 12

技术等级	里程（km）	比重
高速公路	5087.13	3.2%
一级公路	16164.75	10.3%
二级公路	23898.73	15.1%
三级、四级公路	112849.34	71.4%
合计	157999.94	100.0%

②过江通道

截至 2022 年末，江苏有过江通道 18 处。其中：

跨江公路大桥 9 座，分别是南京八卦洲长江大桥、南京大胜关长江大桥、南京栖霞山长江大桥、南京江心洲长江大桥、润扬长江公路大桥、泰州长江公路大桥、江阴长江公路大桥、苏通长江公路大桥、崇启长江公路大桥；

公铁两用长江大桥 3 座，为南京长江大桥、沪苏通长江公铁大桥和五峰山大桥；

铁路长江大桥 1 座，为南京大胜关铁路大桥；

过江隧道 4 座，分别为南京应天大街长江隧道、南京定淮门长江隧道、南京地铁 10 号线过江隧道、南京地铁 3 号线过江隧道和南京和燕路过江通道。

此外，在建的过江通道有南京仙新路过江通道、建宁西路过江通道、龙潭过江通道、常泰长江大桥、江阴靖江长江隧道。

③综合运输量

随着江苏省经济社会的发展，运输需求也逐渐增加，为了适应客货流量持续的增长，各种运输方式均在加强组织工作，适时调整运力，以重载、提速为中心，推动技术装备的改造，并进行运输管理制度的改革，以满足不断增长的运输需求。

江苏省历年综合运输客运量及周转量

表 2-13

客运	铁路		公路		水运		航空		合计	
	运量	周转量	运量	周转量	运量	周转量	运量	周转量	运量	周转量
	万人	亿人·km	万人	亿人·km	万人	亿人·km	万人	亿人·km	万人	亿人·km
2010	9711	351	215850	1197	590	1.5	476	54	226627	1603.5
2011	10597	398	235673	1307	609	1.5	555	71	247436	1777.8
2012	11757	446.4	255358	1418.4	594	1.4	662	83.6	268371	1949.8
2013	13435	506	135555	847	2454	0.8	728	94	152172	1448
2014	15374	590	137270	852	2563	3.0	809	106	156016	1551
2015	16116	613.5	134553	835.0	2392	2.70	882	115.2	153943	1566.4
2016	17814	673	113494	780	2272	2.4	1025	137	134605	1592
2017	19786	750	104566	747	2431	3.2	1169	159.3	127952	1659.5
2018	21204	830	97025	717	2383	3.5	1272	169	121883	1693
2019	22880	847	94475	689	2084	3.7	1364	188	120803	1737
2020	15038	519	67664	414	1562	1.3	900	123	85162	1057
2021	19074.9	678.1	43789.0	301.6	2139.8	0.8	1152.5	161.5	66156.3	1142.1

2022	11399	408.5	32652.5	203.5	1582.1	0.6	715.9	99.9	46349.5	712.4
年增长率	1.3%	1.3%	-14.6%	-13.7%	8.6%	-7.4%	3.5%	5.3%	-12.4%	-6.5%

江苏省历年综合运输货运量及周转量

表 2-14

货运	铁路		公路		水运		管道		合计	
年份	运量	周转量	运量	周转量	运量	周转量	运量	周转量	运量	周转量
	万吨	亿吨·km	万吨	亿吨·km	万吨	亿吨·km	万吨	亿吨·km	万吨	亿吨·km
2010	6374	337	123500	1149	48702	4096	9977	529	188553	6111
2011	7282	398.6	140803	1315	54011	5237	10491	562	212593	7514
2012	7223	391.5	153696	1452.5	58693	6053	11730	576.8	231295	8475
2013	6806	373	103709	1654	63648	7753	12617	619	186780	10399
2014	6090	346	114449	1979	75328	8087	12749	616	208616	11027
2015	5066	303.7	113351	2073	80343	5887	12881	623.3	211648	7374
2016	5335	283	117166	2140	79341	5225	13828	642	215670	7815
2017	5720	291	128915	2378	85668	6382	13781	674	234084	9725
2018	5971	297	139251	2544	87735	6122	14423	720	247388	9684
2019	6170	322	147047	2678	90670	6379	14765	715	258659	10095
2020	6866	321	174624	3525	93467	7039	13533	652	288513	11539
2021	8187.7	345.2	186707.7	3687.8	98231.9	7743.3	14025	662.6	307152	12441.7
2022	8410.5	368.7	159935.5	3207.6	109197.4	8239.7	14738	659.3	292304.8	12478.1
年增长率	2.3%	0.8%	2.2%	8.9%	7.0%	6.0%	3.3%	1.9%	3.7%	6.1%

资料来源：《江苏省交通统计公报 2010-2022》

注:根据 2015 年度全国公路水路运输量小样本抽样调查结果,对 2015 年公路、内河客货运输量、周转量统计值有所修正,与 2014 年值不具可比性。

综合运输总量及周转量逐年增长,由于 2020、2022 年受新冠疫情影响,2020、2022 年全省营业性旅客运输量较上年明显降低。2010 年至 2022 年,全省综合客运量及周转量年均增长率分别为-12.4%、-6.5%,综合货运量及周转量年均增长率依次为 3.7%、6.1%。

公路货运量增长迅速,比重较大。近几年来公路运输保持强劲的增长势头,2010 年至 2022 年,公路货运量、货运周转量年均增长 2.2%和 8.9%,但客运量及周转量占比逐渐减少。

(2) 南京市

①公路

到 2022 年末,南京市等级公路总里程达到 9846km,其中高速公路占 5.6%,一级

公路占 12.9%，较江苏省平均水平高。

南京高速公路路网密度居全国中心城市前列，以南京为中心，有宁沪、宁滁、宁连、宁通、宁合、宁马、宁高、宁靖盐、宁淮、宁蚌、宁常、宁杭高等级公路呈放射状通往本省及周边省市。其中，国家高速公路 7 条：G25 长深高速、G2503 南京绕城高速、G36 宁洛高速、G40 沪陕高速、G42 沪蓉高速、G4221 沪武高速和 G4211 宁芜高速。现状普通国道 7 条，分别为 G104、G205、G235、G312、G328、G346、G347。

2022 年南京市公路里程表

表 2- 15

技术等级	里程（km）	比重	行政等级	里程（km）	比重
高速公路	555	5.6%	国道公路	824	8.4%
一级公路	1267	12.9%	省道公路	775	7.9%
二级公路	987	10%	县道公路	1958	19.9%
三级公路	1828	18.6%	乡道公路	3965	40.3%
四级公路	5209	52.9%	村道公路	2325	23.6%
合计	9846	100.0%	合计	9846	100.0%

②过江通道

现状建成 11 处（12 条）过江通道，形成“五桥三隧一铁两轨”跨江通道体系，在建 3 处（3 条）过江通道：建宁西路过江通道、仙新路过江通道、龙潭过江通道。

南京过江通道一览表

表 2- 16

	序号	名称	类型	型式
建成	1	南京长江大桥	铁路、城市	桥
	2	南京八卦洲长江大桥	公路	桥
	3	南京大胜关长江大桥	公路	桥
	4	大胜关铁路大桥	铁路、轨道	桥
	5	南京栖霞山长江大桥	公路	桥
	6	南京应天大街长江隧道	城市	南桥北隧
	7	轨道 10 号线过江隧道	轨道	隧
	8	轨道 3 号线过江隧道	轨道	隧
	9	南京定淮门长江隧道	城市	隧
	10	南京江心洲长江大桥	公路	桥
	11	和燕路过江通道	城市道路	隧
在建	12	建宁西路过江通道	城市道路	隧
	13	仙新路过江通道	城市、公路	桥

	序号	名称	类型	型式
	14	龙潭过江通道	公路	桥

③综合运输量

2022 年南京市全年完成公路客运量 4871 万人，公路货运量 20834 万吨，水路货运量 19456 万吨。

历年南京市客货运量

表 2- 17

年份	旅客运输量（万人）		货物运输量（万吨）		
	全社会总量	公路	全社会总量	公路	水运
2000	15294	13869	14102	7590	4275
2001	16197	14778	15749	9156	4123
2004	19394	17641	16942	9741	6206
2005	20537	18660	18083	10530	6483
2006	22123	19999	18402	11249	6042
2007	24810	22212	19861	12686	6077
2008	26641	23720	24118	13650	9485
2009	36071	32895	26041	14983	9561
2010	39104	36004	34225	17683	11292
2011	42289	39080	35737	19820	14090
2012	46254	42519	41998	22020	15090
2013	49407	45070	44052	23738	15556
2014	15269	10596	31798	12143	15056
2015	15929	10892	29824	12365	13322
2016	16301	10694	31461	13341	13812
2017	16418	10160	35462	14974	14840
2018	16063	9327	38564	15751	15955
2019	15902	8644	41034	16886	17061
2020	11375	6016	48100	23611	18740
2021	11208	5685	51145	24602	18834
2022	8625	4871	45758	20834	19456
年均增长率	-2.6%	-4.6%	5.5%	4.7%	7.1%

注：根据 2013 年交通部和国家统计局开展交通运输经济专项调查的规定，2014 年对公路客运及货运的统计口径进行了调整。

由上表可以看到，受疫情影响，2020-2022 年公路客运量下降较大；从 2000 年至 2022 年公路货运量的年均增长速度为 5.5%，增长迅猛。

(3) 江宁区

①公路

截至 2022 年底，江宁区公路通车里程 2368 公里，其中，高速公路 144.70 公里，一级公路 390.58 公里，二级公路 132.30 公里。年末城市公共汽车运营线路网长度 2782.8 公里。（资料来源：《南京市江宁区 2022 年国民经济和社会发展统计公报》）

②综合运输量

2022 年全年公路和水路货物运输总量 3102.26 万吨，货物周转量 625254.27 万吨公里；公路旅客运输量 227.21 万人，周转量 5317.05 万人公里。

截至 2022 年底，禄口机场全年旅客吞吐量 1214.05 万人次，同比下降 31%；货邮吞吐量 37.79 万吨，增长 5.2%；起降架次 125896 架次，同比下降 22.2%。

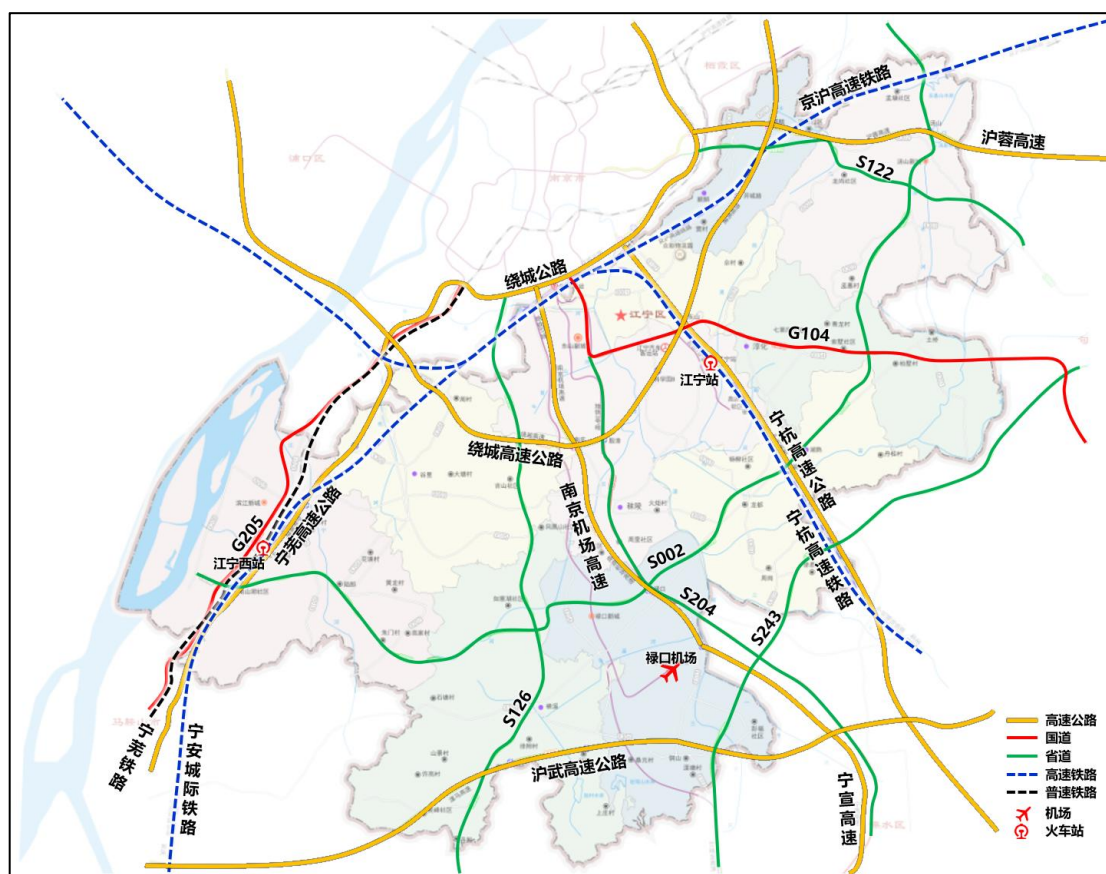


图 2- 23 江宁区综合交通现状图

2、项目影响区域交通运输发展规划

(1) 国家综合立体交通网规划纲要

规划到 2035 年，国家综合立体交通网实体线网总规模合计 70 万公里左右（不含国际陆路通道境外段、空中及海上航路、邮路里程）。其中铁路 20 万公里左右，公路 46 万公里左右，高等级航道 2.5 万公里左右。沿海主要港口 27 个，内河主要港口 36 个，民用运输机场 400 个左右，邮政快递枢纽 80 个左右。

公路：包括国家高速公路网、普通国道网，合计 46 万公里左右。其中，国家高速公路网 16 万公里左右，由 7 条首都放射线、11 条纵线、18 条横线及若干条地区环线、都市圈环线、城市绕城环线、联络线、并行线组成；普通国道网 30 万公里左右，由 12 条首都放射线、47 条纵线、60 条横线及若干条联络线组成。

同时，根据《国家高速公路网规划（2013-2030）》，远期展望线计划 1.8 万公里，主要发展西部地区，总规模约 40 万公里。也就是说，到 2030 年，我国将基本实现首都辐射省会、省际多路连通、地市高速通达、县县国道覆盖的目标。



图 2-24 国家综合立体交通网主骨架布局示意图

规划解读：《国家综合立体交通网规划纲要》提出加快推进都市圈交通运输一体化发展。本项目的建设对推动国家综合交通运输发展，完善交通网络体系，建设高效率国家综合立体交通网主骨架具有重要的作用。

（2）国家公路网规划

该规划提出到 2035 年，基本建成覆盖广泛、功能完备、集约高效、绿色智能、安全可靠的现代化高质量国家公路网，形成多中心网络化路网格局，实现国际省际互联互通、城市群间多路连通、城市群城际便捷畅通、地级城市高速畅达、县级节点全面覆盖、沿边沿海公路连续贯通。

按照“保持总体稳定、实现有效连接、强化通道能力、提升路网效率”的思路。补充完善国家高速公路网。保持国家高速公路网络布局和框架总体稳定，优化部分路线走向，避让生态保护区域和环境敏感区域；补充连接城区人口 10 万以上市县、重要陆路边境口岸；以国家综合立体交通网“6 轴 7 廊 8 通道”主骨架为重点，强化城市群及重点城市间的通道能力；补强城市群内部城际通道、临边快速通道，增设都市圈环线，增加提高路网效率和韧性的部分路线。

国家高速公路网由 7 条首都放射线、11 条北南纵线、18 条东西横线，以及 6 条地区环线、**12 条都市圈环线**、30 条城市绕城环线、31 条并行线、163 条联络线组成。

12 条都市圈环线：哈尔滨、长春、杭州、**南京**、郑州、武汉、长株潭、西安、重庆、成都、济南、合肥。

规划解读：根据《国家公路网规划》，南京都市圈环线为规划 12 条都市圈环线之一，编号 G9904，途经来安、天长、仪征、句容、南京、全椒、滁州、来安。本项目为南京都市圈环线南环的组成部分，将有效完善南京境内国家高速公路网布局，承担国高网过境功能。

（3）江苏省长江经济带综合立体交通运输走廊规划(2018-2035 年)

规划目标：到 2035 年，综合交通运输体系率先基本实现现代化，综合交通运输总体发展水平进入世界先进行列，全省高铁网、沿江城市群城际铁路网和过江通道体系全面建成；南京禄口国际机场旅客吞吐量排名进入全球前 50 位，港口集装箱吞吐量、国际集装箱班列开行量位居全国前列，长江流域对外开放门户枢纽地位凸显；运输结构调整有效推动交通运输高质量发展，交通运输的协调性、系统性和可持续性显著提升，有效支撑江苏长江经济带高质量发展走在前列。

优化公路过江通道布局。近期以缓解公路过江通道交通压力，远期以支撑城市群一体化为目标，完善高速公路过江通道布局，加强普通干线公路过江通道建设。推进南京龙潭、锦文路、润扬第二、苏通第二、七乡河、张皋、张靖、崇海等过江通道建设。开展润扬第四、靖澄等过江通道规划研究。

完善公路网络功能。以国家高速公路通道扩容和省际高速公路建设为重点，推动京沪高速新沂至江都段、沪鄂高速太仓至常州段等项目扩建，加快溧阳至宁德、宜兴至长兴等省际衔接项目建设。完善高速公路网络布局，建设五峰山过江通道南北接线等项目。到 2025 年，高速公路通车里程达 5500 公里，省际接口达 30 个。到 2035 年，全面建成“能力充分、覆盖广泛、便捷高效、开放互联”的“十五射六纵十横”高速公路网，总里程达 6666 公里左右，省际接口达 42 个（苏鲁 7 个、苏皖 21 个、苏浙 6 个、苏沪 8 个）。

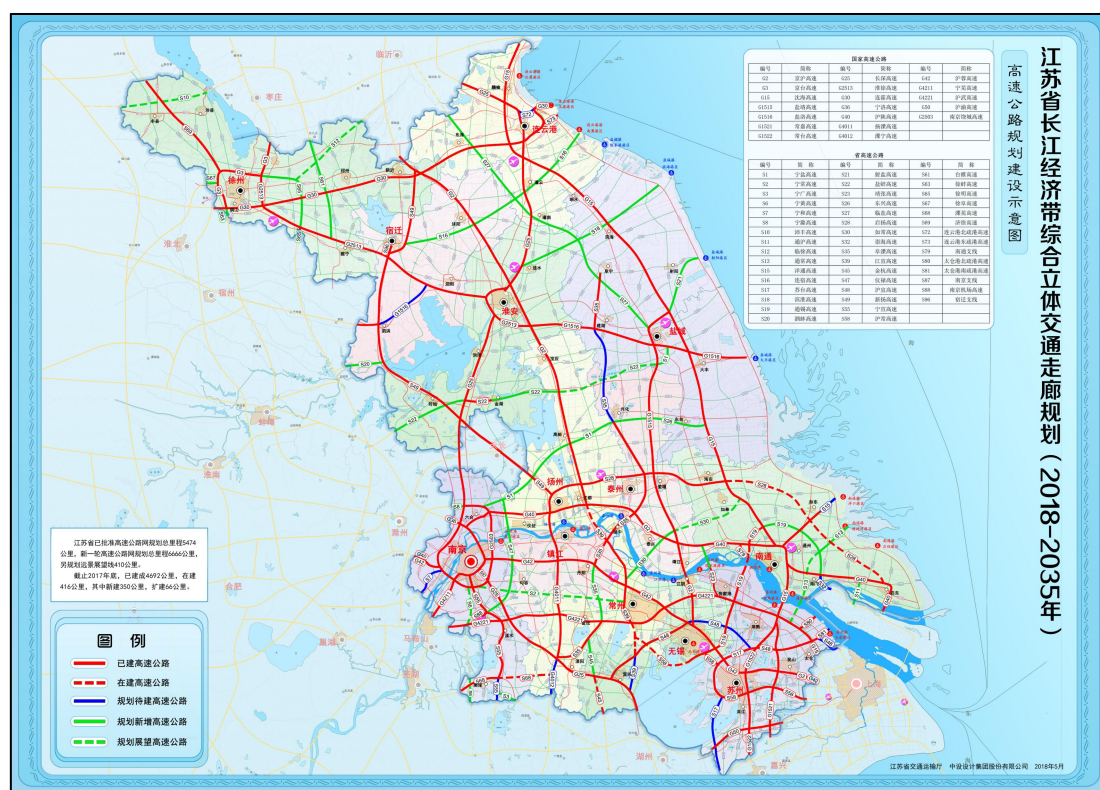


图 2-25 江苏省长江经济带综合立体交通运输走廊规划综合交通规划图

规划解读：《江苏省长江经济带综合立体交通运输走廊规划(2018-2035 年)》要求到 2035 年，江苏与长江经济带内省会城市实现 3 小时互联互通，江苏省内实现 2 小时互联互通，沿江城市群实现“1 小时城际交通圈”。南京都市圈环线高速公路东接仪禄高速，

西连天潜高速，项目的建设可缩短南京与南京都市圈其他城市间的时空距离，打造城际间快速通达的交通网络具有重要意义。

（4）江苏省综合立体交通网规划纲要

规划目标：到 2035 年，基本建成便捷顺畅、经济高效、低碳集约、智能先进、安全可靠的现代化高质量综合立体交通网，具有世界级城市群特征的综合立体交通网络高效畅达，有力支撑“123 出行交通圈”（1 小时都市圈通勤、2 小时畅行江苏、全国主要城市 3 小时覆盖）和“123 快货物流圈”（国内 1 天送达、周边国家 2 天送达、全球主要城市 3 天送达）。交通基础设施质量、智能化与绿色化水平居世界前列。

高速公路。支撑长三角世界级城市群交通一体化发展，增强南京长三角特大城市辐射带动功能，促进跨江南北融合，服务沿海地区高质量发展，强化省际通道衔接。以存量挖掘、新增优质增量和完善整体布局为重点，加快对繁忙通道的扩容改造。到 2035 年，规划形成“十五射六纵十横多联”的高速公路网络布局，总里程约 7100 公里。远景预控临海高速公路及城市环线、城市对外联系、过江通道连接线等高速公路。

规划解读：《江苏省综合立体交通网规划纲要》中，本项目属于联络线路扬州（仪征）—南京（禄口）—滁州（全椒）的组成部分，本项目的建设对于拉开南京城市发展框架，扩大城市发展空间具有重要意义。

（5）江苏省“十四五”综合交通运输体系发展规划

2021 年 10 月 28 日，省政府办公厅正式印发《江苏省“十四五”综合交通运输体系发展规划》。十四五期间以补短板、重衔接、优网络、提效能为重点，建设公铁水空管一体融合、水运优势特色鲜明的现代化综合立体交通网，支撑打造“一中心一基地一枢纽”。

①增强综合运输通道能力

重点提升沿江、沿海、陆桥和京沪（沪宁）综合运输通道能力，基本建成“七纵六横”综合运输通道，支撑“六轴七廊八通道”国家综合立体交通网主骨架建设和省域一体化发展。

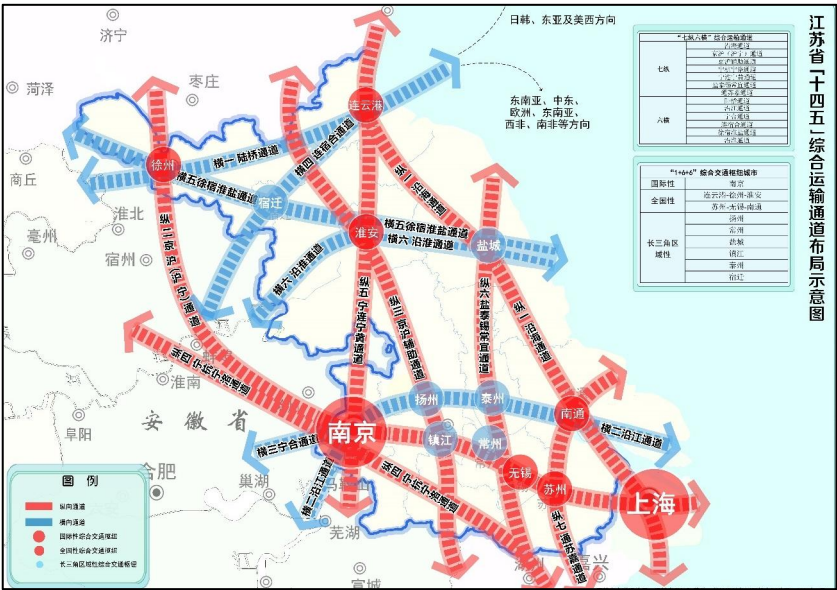


图 2-26 江苏省综合运输通道布局示意图

②强化双向开放枢纽功能

重点推动宁镇扬、苏锡常通泰盐、连徐淮宿三大枢纽板块建设，完善客货运枢纽场站布局，推动客运“零距离换乘”和货运“无缝衔接”，构建形成高效集成、联动支撑的枢纽体系。

③提升综合交通网络效能

统筹存量与增量、传统和新型交通基础设施建设，基本建成发达的快速网、完善的干线网、广泛的基础网。推进各种运输方式一体化融合发展，提升交通运输网络效能。

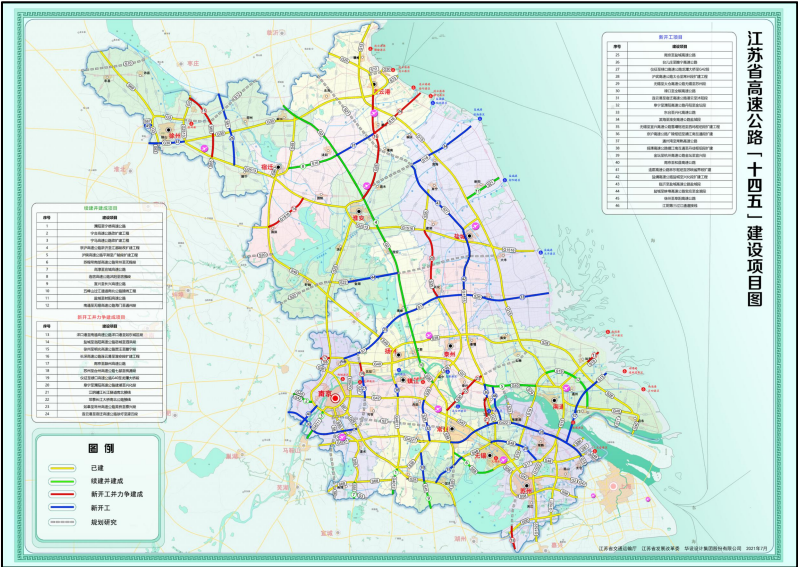


图 2-27 江苏省高速公路“十四五”建设项目图

规划解读：根据《江苏省“十四五”综合交通运输体系发展规划》，要求强化南京等城市与上海、杭州、合肥等相邻重要城市之间的联系，构筑由高速快速铁路、高速公路、运输机场等组成的高品质快速交通网，增强基础设施网络功能，满足不断增长的快速运输需求。本项目的建设可实现南京与周边城市间的快速联系，实现高速公路与南京禄口机场间的快速联系。

（6）江苏省国土空间规划（2021-2035 年）

构建智慧高效综合立体交通网。高水准建设综合立体交通网，形成“七纵六横”国家级综合运输通道；打造多层次融合的轨道交通网络，建设“轨道上的江苏”。

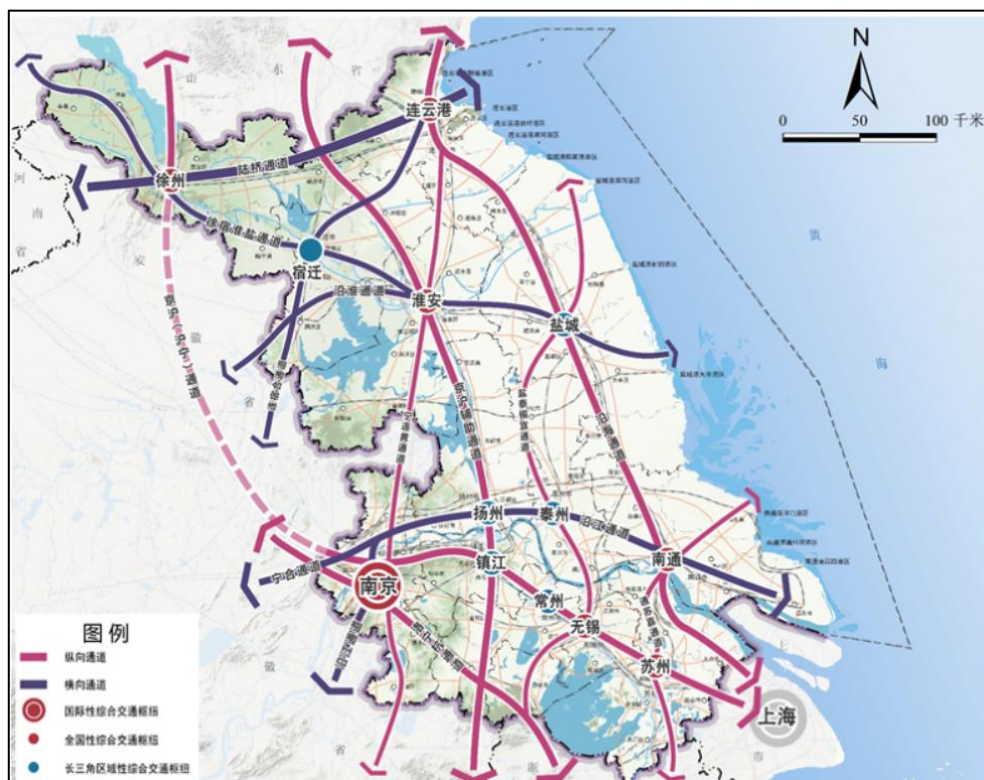


图 2- 28 江苏省综合运输通道和综合交通枢纽体系图

规划解读：本项目为都市圈环线高速，本项目建设有助于推动江苏建设高水平的综合立体交通网。

（7）南京都市圈发展规划

根据《南京都市圈发展规划》，南京都市圈定位为具有重要影响力的产业创新高地、长江经济带重要的资源配置中心、全国同城化发展样板区、高品质宜居生活圈。

坚持极核带动、同城先行、轴带辐射、多点支撑，提高区域发展协调性，促进城乡

融合发展，构建“一极两区四带多组团”的都市圈空间格局。

构建沪宁—宁合通道：加快宁合高速公路及 G104、G328、G312 等改扩建；推进南京都市圈环线高速公路禄口至全椒段、沪蓉高速复线（安徽段）、沪陕高速复线（安徽段）等规划和建设；开展宁常高速研究。

规划解读：本项目是南京都市圈环线高速公路南环的组成部分，项目路的建设有助于构建便捷通达公路网络，优化都市圈对外公路通道，完善省际高速公路网络，协调建设一体化综合交通体系。

（8）南京市国土空间总体规划(2021-2035 年)（征求意见稿）

根据《南京市国土空间总体规划(2021-2035 年)》（征求意见稿）：

①交通发展目标

加强全球联通，坚持集约发展，建设交通强市，成为国际门户型综合交通枢纽城市和国际标杆型绿色交通示范城市。

②公路

打造通南达北、承东启西的公路网体系；以扬天高速、仪禄高速、禄全高速、天天高速为基础构建“都市圈大外环”，推进高速公路差异化收费，支撑宁镇扬、宁马滁同城化片区构建，促进南京都市圈高质量一体化发展。

构建由高速公路、快速路、城市骨干路组成的一体化的城市干路网络，以快速路系统衔接高速公路以及干线公路，实现中心城区内 15 分钟上快速路、15 分钟上高速公路，市域内 15 分钟通达国省干线公路网。高速公路与市域快速路共同形成“井字三环、轴向放射、组团联系”的高快速路网络格局。

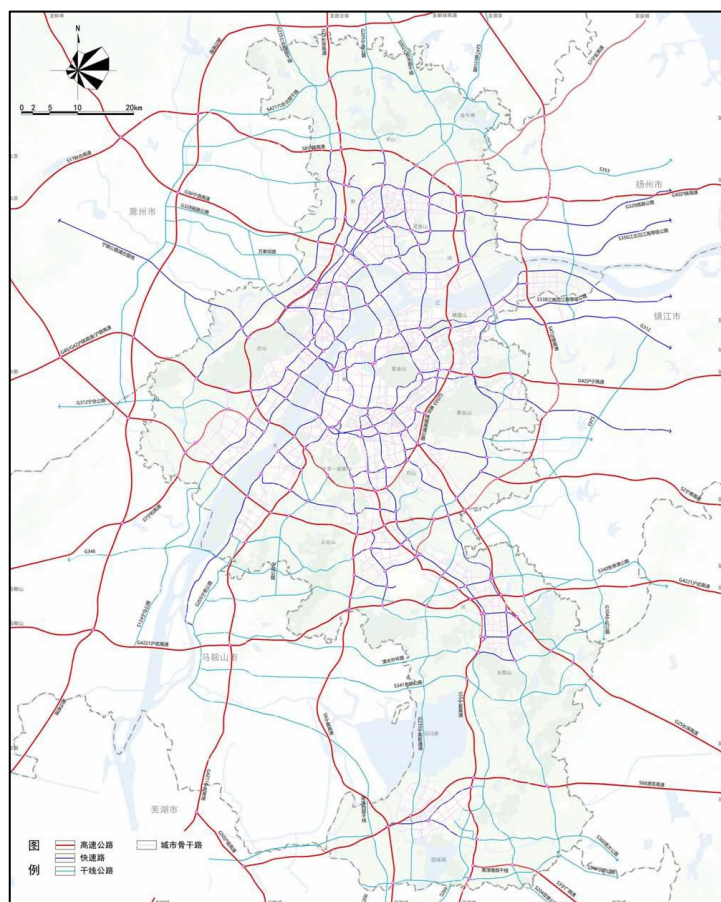


图 2-29 南京市域综合交通规划图

规划解读：根据《南京市国土空间总体规划(2021-2035 年)》（征求意见稿），本项目是都市圈高速公路网的重要组成部分，本项目的建设对于打造全国重点枢纽城市，完善与构建南京都市圈大外环具有重要意义。

（9）南京市“十四五”综合交通运输体系发展规划

规划到 2025 年，基本建成安全、便捷、高效、绿色、经济的现代综合交通运输体系，率先基本实现交通运输现代化，交通运输一体化、国际化、现代化水平显著提升，为建成国际性综合交通枢纽城市和交通强国先进示范市奠定基本格局，引导和支撑“创新名城、美丽古都”建设。

构建立体互联、一体融合的综合交通网络。基本建成“轨道上的南京都市圈”，高速铁路运营里程达到 331 公里，轨道交通运营里程超过 570 公里（含有轨电车），都市圈轨道交通基本成网。高速公路里程近 600 公里，普通国省干线公路新增里程 160 公里以上，都市圈城际“断头路”基本消除，建成“四好农村路”全国示范市。已建和在建

过江通道 18 处 21 条，基本满足“双主城”发展需求。高等级航道里程增至 266 公里，省际航道更加畅通。

构建链接全球、辐射全国的综合交通枢纽，增强综合运输通道能级，建设现代化综合立体交通网络，为建设高能级辐射的国家中心城市夯实保障。

规划解读：规划提出建设南京都市圈环线高速公路环线，本项目是其中的禄口至滨江开发区段，本项目的建设有助于优化南京市高速公路网络布局，提升南京高速公路网密度。

（10）南京市江宁区国土空间总体规划（2021-2035 年）（征求意见稿）

规划新增都市圈环线高速-仪禄高速、宁黄高速、宁常高速，以高速公路为骨架串联区域发展轴线，形成“两环六射一横”的高速公路网络布局。

两环：绕越高速、都市圈环线高速（含仪禄高速）。

六射：沪宁高速、宁常高速、宁杭高速、宁宣高速、宁黄高速、宁芜高速。

一横：常马高速。

强化南京都市圈一体化发展，完善与相邻地区交通设施互联互通。加快快速路、干线公路无缝对接，支撑滨江-慈湖、陆郎、横溪-濮塘、丹阳-博望等跨省融合发展；建立交通设施协作推进机制，实现跨市各级道路联通，推动汤山-黄梅、湖熟-郭庄等联动发展。

强化与老城的一体化道路网络建设，重点强化滨江谷里与雨花板桥、东山麒麟与秦淮玄武、龙王山以南片区与栖霞仙林三大板块，实现干线公路通道、各级城市路网以及道路断面形式的完整对接。

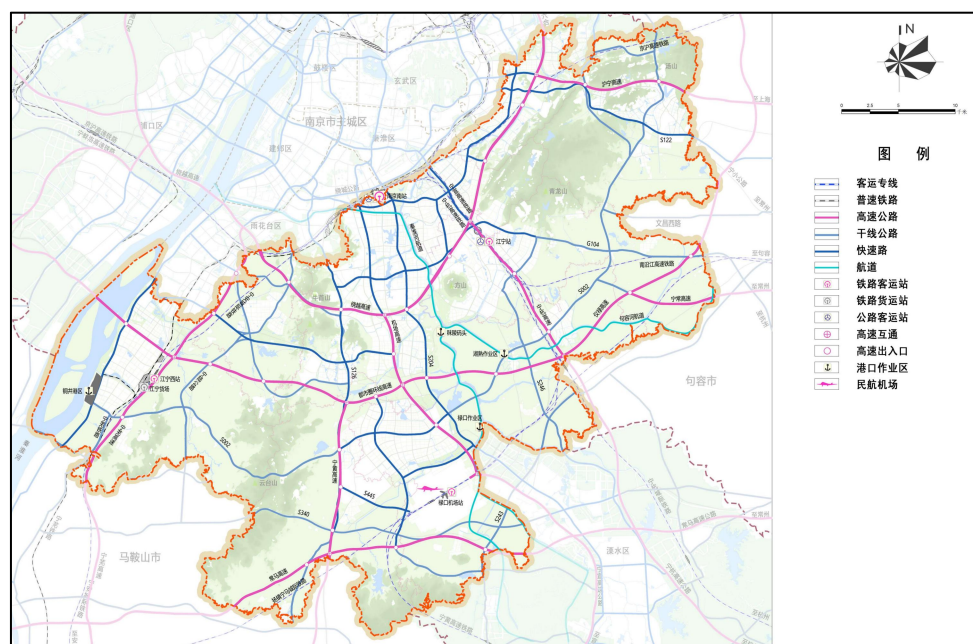


图 2-30 综合交通规划图

规划解读：本项目是规划中“两环六射一横”高速公路网络中的一环，为都市圈环线高速（含仪禄高速）。

(11) 南京临空经济区发展战略规划

《南京临空经济区综合交通规划》（以下简称《规划》）以促进区域一体化发展为宏观背景，以支撑“产、城、人”融合发展为战略导向，以提升居民的出行品质为价值取向，以强化规划的可操作性为根本前提；积极调整优化临空经济区及其周边地区综合交通系统，旨在满足不同层次的区域联系和不同类型交通发展的需求，为充分发挥禄口机场长三角城市群国际枢纽“门户”、长三角北翼引擎作用奠定了坚实的基础。

总体目标：支持引导南京临空经济区作为“国际枢纽港、航空未来城”的目标定位，秉承城市枢纽向枢纽城市转变的发展理念，通过交通赋能枢纽，打造“全球开放、广域服务、多式联运”的国际航空枢纽；通过品质交通提升，构建“高效集约、绿色生态、品质宜人”的城市交通体系。

落实省、市国土空间规划明确的高速通道格局，形成由高速公路、干线公路构成的多向复合的公路集疏运网络。

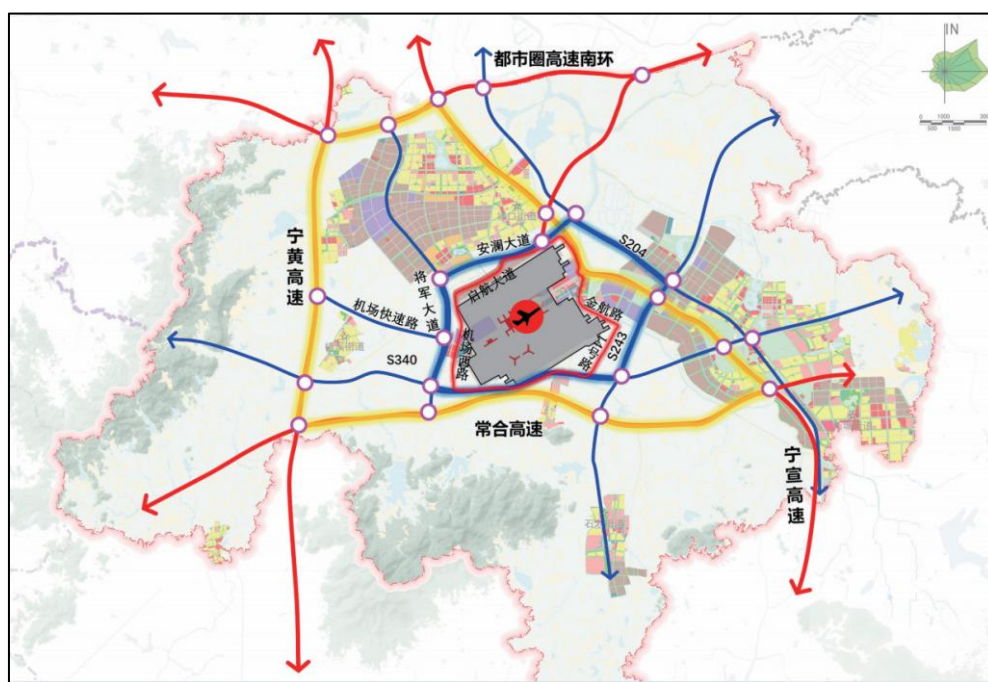


图 2-31 机场集疏路网体系图

规划解读：临空经济区发展战略规划中明确提出要构建“三级圈层”的机场集疏路网体系，本项目是规划中“三级圈层”外环中的都市圈环线高速南环。

2.2 企业发展战略需求分析

2.2.1 企业战略目标的确定

南京市交通集团以“筑百年道路，扬交通文明”、促进“人畅其行、货畅其流”为企业愿景，以高速公路投资为牵引，以延伸和开发高速公路产业链、拓展道路客运经营业务、提升综合物流盈利能力为支撑，实现资源节约和综合利用；突出技术进步，推进主导产业发展，提升经济效益，提升高速公路产业链综合开发、道路客运、物流三大板块营收，反哺路产业政策性投资。进一步深化改革，创新管理，不断提升企业融资能力、资源整合能力和资本运作能力，提高交投公司资产营运效率，保障交投公司主业可持续协调发展，建成省内领先、国内一流、境内外具有重要影响力投资运营型交通企业集团。

2.2.2 公司战略发展方向

南京市交通集团争取不断聚焦改革发展中的痛点、难点、堵点，精准发力突破制约

发展的问题短板，最终实现高质量发展。

近年来，集团全面融入交通强国强省战略和提升南京交通首位度部署，积极投资省市重点交通工程，积极承担宁淮智能制造产业园等省市重点建设项目，积极争取承担南京市域高速公路、铁路等项目投资建设任务；深入推进国企改革，完善现代企业运行机制；加快推动战略转型、新兴业务拓展、管控模式创新，打造新的经济增长点，综合发展质量稳步提升。

未来，南京市交通集团将深入学习宣传贯彻党的二十大精神，坚决落实市委市政府战略部署，主动融入和服务发展大局，紧扣“提升竞争力、增强贡献度”要求，砥砺奋进，再创辉煌，在展现中国式现代化南京图景中争做贡献，为“强富美高”新南京现代化建设再建新功。

2.2.3 拟建项目促进企业发展战略的实现

拟建项目为禄口至全椒高速南京江南段，即南京都市圈环线高速公路禄口至滨江开发区段。本项目的建设，全力保障和发挥都市圈区域高速公路网整体功能，提高区域发展协调性，为共建畅达都市圈便捷通达的公路网络，实现都市圈区域一体化发展提供重要支撑，因此本项目建设极为必要的且迫切的。

南京市交通集团一直以推动全市大交通格局的完善和大交通产业经营效益的提升为目标，以推动“强富美高”新南京现代化建设而努力，积极争取承担南京市域高速公路、铁路等项目投资建设任务。项目路作为区域重要且迫切需要建设的高速公路，由南京市交通集团投资建设，不仅符合企业更好地为南京城市交通建设服务的愿景，同时对企业品牌影响力的打造提升和战略目标的实现具有重要的助推作用。

2.3 项目市场需求分析

2.3.1 项目功能定位

1、国家高速公路网的重要组成部分，承担南京结点过境交通的重要通道

根据已批复的《国家公路网规划》，国家公路网规划总规模约 46.1 万公里，由国家高速公路网和普通国道网组成，其中国家高速公路约 16.2 万公里（含远景展望线约 0.8

万公里），普通国道约 29.9 万公里。按照“保持总体稳定、实现有效连接、强化通道能力、提升路网效率”的思路，补充完善国家高速公路网。补充连接城区人口 10 万以上市县、重要陆路边境口岸；以国家综合立体交通网“6 轴 7 廊 8 通道”主骨架为重点，强化城市群及重点城市间的通道能力；补强城市群内部城际通道、临边快速通道，增设都市圈环线，增加提高路网效率和韧性的部分路线。



图 2-32 国家综合立体交通网骨干网示意图

南京都市圈环线是规划的 12 条都市圈环线之一，编号 G9904，本项目是南京都市圈环线南环的组成部分，优化了南京国家高速公路布局。对南京而言，本项目的实施将有效疏解过境交通，实现内部交通疏解，外部交通分离，为 G42 沪蓉高速分流提供新路径，充分发挥国高过境线功能，缓解城际现状环线交通压力。同时，与本项目相交高速的收费模式也发生变化，其中，宁九高速在环内增设一处主线站，宁马高速苏皖站要移至环内，增设铜井匝道站，机场高速维持现状均一式收费模式不变，与本项目设置出入

型互通，需设置收费站。



图 2-33 国家高速公路网布局方案

2、南京都市圈环线高速的重要组成，支撑都市圈区域一体化发展

作为国家发改委批复的第一个都市圈规划——《南京都市圈发展规划》，定位为“具有重要影响力的产业创新高地、长江经济带重要的资源配置中心、全国同城化发展样板区、高品质宜居生活圈”，构建“一极两区四带多组团”的都市圈空间格局，提高区域发展协调性，促进城乡融合发展。

《规划》提出坚持优化提升、适度超前，统筹推进重大基础设施建设，畅通对外联系通道，提升内部通勤能力，协同建设新一代信息基础设施，形成布局合理、功能完善、互联互通、运行高效的基础设施体系，共同打造“畅达都市圈”；共建便捷通达公路网路，推进天长—潜山、仪征—禄口机场、仪征—天长等高速规划建设和连接成环。

南京都市圈环线高速承担了都市圈层城市间的快速联系与交通转换功能，本项目作为都市圈环线南环的重要组成，串联了江苏镇江、南京、安徽马鞍山等圈层城市，其建设全力保障和发挥都市圈区域高速公路网整体功能，提高区域发展协调性，为共建畅达

都市圈便捷通达的公路网络，实现都市圈区域一体化发展提供重要支撑。

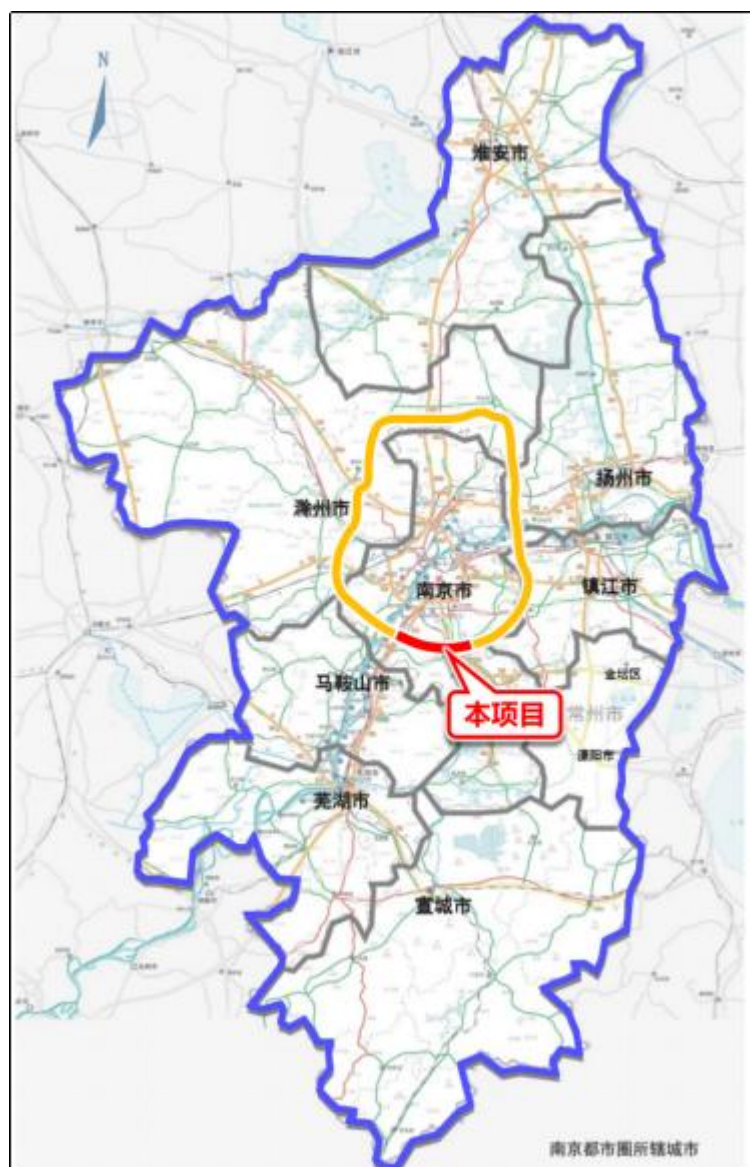


图 2-34 南京都市圈环线

3、禄口机场集疏运体系的骨架道路，完善综合立体交通网络

2021 年 9 月，《江苏省“十四五”民航发展规划》正式印发，明确到 2025 年基本建成安全、便捷、高效、绿色、经济的现代化民航体系，到 2035 年民航创新能力、保障能力、服务能力、治理能力和可持续发展能力位于全国前列。规划将禄口机场三期工程列为“十四五”建设项目，预计 2024 年开工，禄口机场三期工程的规划建设，对机场的扩容增效，打造开放互通的综合交通网络，实现地区交通内联外达，构建“畅达、高效、智慧”的禄口机场地区综合交通运输系统具有重要意义。

结合南京禄口机场地区综合交通运输体系规划研究（在编），上一轮集疏运规划情况：禄口机场集疏运体系规划高（快）速路“一横三纵两联”的格局，目前，除第三纵（宁丹路）和第二纵（高淳至宣城段）正在建设，其他已经全部建成。新一轮禄口机场地区高速公路体系：形成围绕禄口机场的“环射状”高速公路体系，服务过境交通以及各个方向的到发交通。



图 2-35 禄口机场集疏运体系规划

现状禄口机场都市圈服务功能主要依靠绕城高速与机场高速，南京都市圈环线高速构建后，南京主城与机场之间的交通通过绕城高速与机场高速，都市圈核心圈层城市去往禄口机场通过都市圈环线。因此，本项目是禄口机场集疏运体系的骨架道路，其建设为机场与城市联系提供新的通道，扩大了机场的辐射范围，完善了机场集疏运体系，提升了南京禄口机场的重要度。

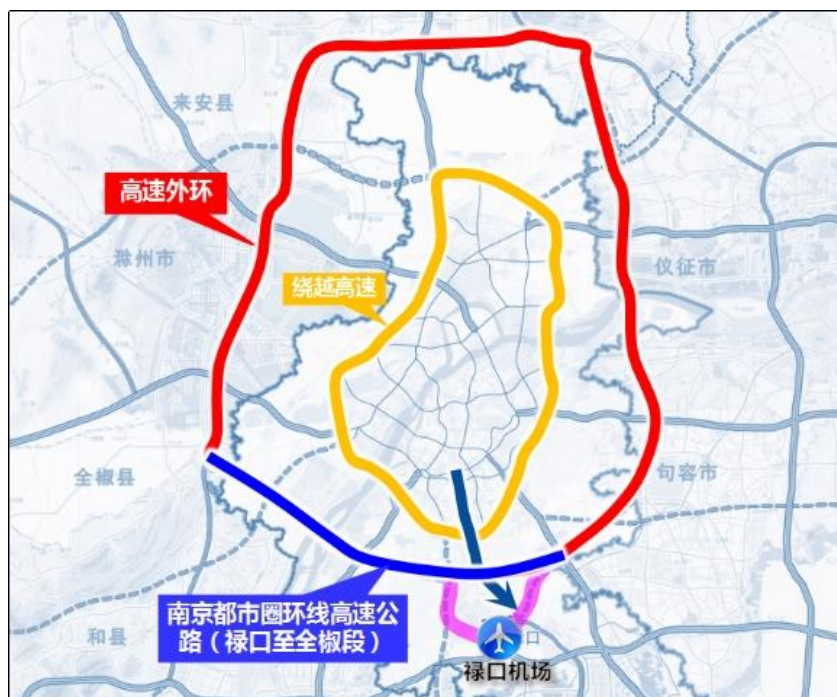


图 2-36 本项目与禄口机场的集疏运关系

4、是沿线区域对外出行的重要通道，促进区域产业集聚和城镇开发

根据江宁区域城乡总体规划，未来江宁不仅是城乡统筹的高品质都市化发展先行区，同时也是长三角重要的战略性新兴产业基地，交通物流枢纽区。根据滨江新城规划将建设为苏皖沿江地区生态型产业新城，依靠区位优势发展港口物流及港区产业，打造集高端装备制造、物流、智能电网等产业于一体的滨江产业园。

而未来禄口新城将建设成为国际化、生态化、智慧型的空港产业基地，重点发展高端制造业生产与配送、航空航天产业、高科技产业、物流等产业。

根据江北新区总体规划，未来整个江北地区不仅是南京都市圈范围内的生活宜居区，同时也是整个南京地区的高新技术产业以及工业制造的重要产业区。根据规划，桥林新城规划人口规模控制在 35 万人，城市建设用地控制在 40 平方千米以内，是江北新区向西南辐射的次区域中心，依托七坝港区和交通区位优势发展成为以先进制造业和港口物流为特色的现代化滨江新城。

南京都市圈环线高速公路南环的建设将进一步促进江宁滨江新城、禄口新城、浦口桥林新城及其他片区的紧密沟通，强化区域对外的交通联系，有利于沿线区域产业的连片开发与发展，加速形成产业聚集，对产业布局发展有重要的引导作用，是沿线区域经

济发展的重要交通轴线。

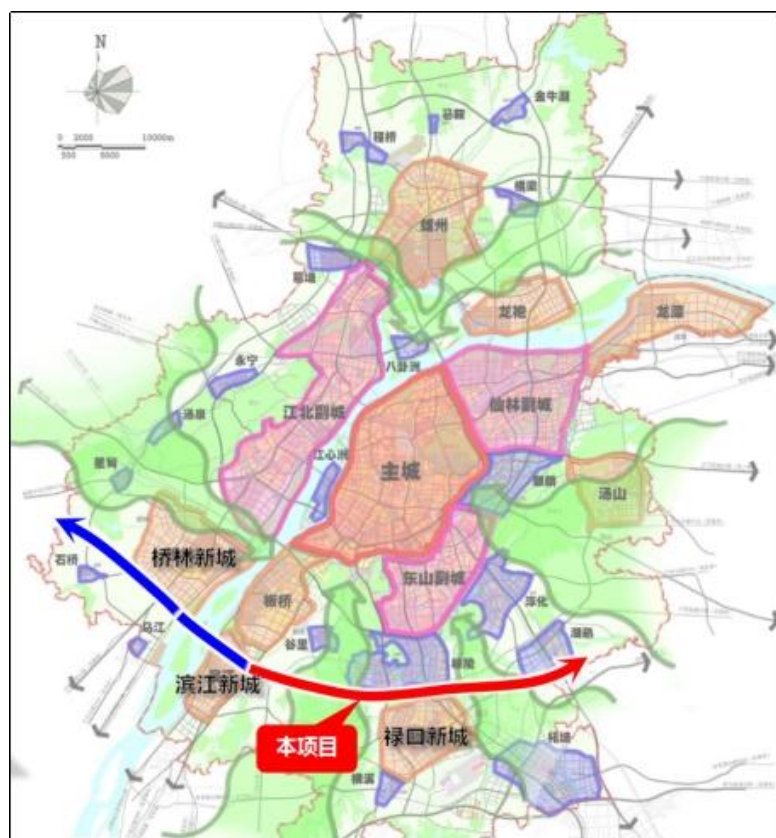


图 2- 37 本项目沿线城镇分布

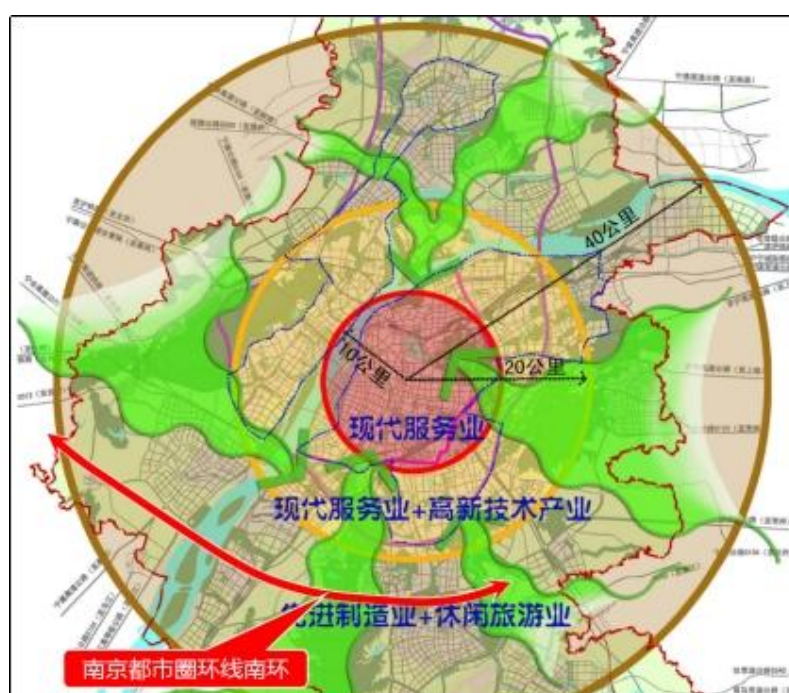


图 2- 38 本项目沿线产业分布

2.3.2 项目建设必要性

1、是响应国家战略、构建现代化高质量国家综合立体交通网的需要

长三角一体化发展上升为国家战略后，南京作为东部区域重要的中心城市、长三角唯一的特大城市，地处上海都市圈与中西部地区的衔接部，是长三角辐射中西部地区的战略支点。而南京都市圈作为长三角西翼，承担着上海都市圈西向辐射能力的“放大器”功能，实现长三角高质量发展必须加快推进南京都市圈融合发展，这无疑对南京结点的发展规划提出了更高的要求。

在规划的高要求下，目前建设仍存在一些突出问题，一是区域网络布局仍需完善，二是局部通行能力不够，三是发展质量效率有待进一步提高。本项目是南京都市圈环线高速公路南环的重要组成，其建设优化了南京国家高速公路网布局，提升了都市圈层城市高速路网整体运输效能，对响应国家交通强国战略，助推长三角区域一体化发展，构建安全、便捷、高效、绿色、经济的现代化综合交通体系具有重要意义。

2、是区域交通需求发展的需要

（1）有利于推动都市圈发展，增强圈层交通联系

根据《南京都市圈发展规划》，其发展定位为重点打造长江经济带重要的资源配置中心，依托南京枢纽地位，联动芜湖、镇江、淮安、扬州等都市圈枢纽资源，打造长三角向内辐射中西部、向外连接全世界的枢纽型都市圈；重点建设全国同城化发展样板区，充分发挥南京都市圈跨苏皖两省、跨东中部的合作示范作用，率先实现基础设施互联互通、科创产业深度融合、投融资协同、生态环境共保共治、公共服务普惠共享。随着南京都市圈的快速发展，圈层内城市之间的联系也必将越来越紧密，其快速出行的需求也必将越来越迫切。

但受地理条件影响，目前南京过境高速环（即绕城高速）约 163km，全部位于南京市域范围内，与杭州（290km）、成都（223km）等同级城市的城市高速外环相比明显偏小，对南京都市圈和城市快速发展的支撑引导作用逐渐减弱，不利于彰显南京在长三角城市群中的功能定位。

因此，亟待共建便捷通达的公路网路，优化都市圈对外公路通道，完善省际高速公

路网，推进南京都市圈环线高速规划建设，可强化圈层内城际交通联系，推动都市圈一体化发展。

（2）有利于缓解绕城公路、绕城高速交通日益拥堵

随着南京市城乡一体化发展进程不断加快，城镇化水平持续提升，城市框架逐步拉开，原本作为高速外环过境线的绕城高速沿线地区城镇化现象普遍，导致绕城高速在服务对外交通和过境交通的同时承担了大量城市内部交通，服务功能叠加，交通组成复杂，交通量增长迅猛。而绕城公路作为紧邻江南主城区的公路环，2010年实施快速化改造，沿线出入口密集，同时G42沪蓉高速仍位于绕城公路上，因此承担着大量的城市组团联系和对外集散交通，日均流量近12万辆，高峰时间路段已经饱和，并且部分路段、节点全天候拥堵现象严重。

通过构建南京都市圈环线高速，以“环-射”结构疏解过境交通，实现内部交通疏解，外部交通分离，为G42沪蓉高速分流提供新路径，充分发挥国高过境线功能，缓解城际现状环线交通压力。

（3）有利于加强江南江北联系，疏解过江交通压力

目前，南京已拥有南京长江大桥、八卦洲长江大桥、大胜关长江大桥、栖霞山长江大桥、江心洲长江大桥、南京长江隧道、南京扬子江隧道、南京燕子矶长江隧道8条联系江南江北的过江通道。根据历年过江通道交通总量，过江通道总量呈逐年稳步上升趋势，由2011年19万veh/d上升至2020年的52万veh/d，年均增长率为11.67%。随着未来南京经济重心部分北移，南京与苏北、安徽方向联系逐年加强，区域过江交通量也逐年增大，对过江通道的需求也越来越大。当过江交通量的不断增长，如何保证过江后交通量的快速疏解，是保证区域路网运行效率的关键。

锦文路过江通道作为跨江通道之一，是沟通江北桥林与江南江宁滨江新城、板桥新城以及东山副城、禄口新城等片区的快速联系通道，是加快江北新区、桥林新城地区快速发展、便于市民出行的快捷通道。根据交通量预测，至2045年锦文路过江通道交通量将达12.8万pcu/d左右，主要以长距离过境交通为主，其中高速层达7.8万pcu/d，地方道路层达5万pcu/d。规划南京都市圈环线高速公路建成后将承担疏解锦文路过江通

道高速层交通量的功能，对于完善都市圈地区过江通道布局，优化区域路网结构，助力过江通道更好发挥效用，服务人民群众日益增长的跨江需求，加强两岸人员、信息等要素交流具有重要作用，其中本项目主要为江南地区提供过江交通疏解服务。

3、是完善禄口机场集疏运体系，提升机场地区服务水平的需要

南京禄口国际机场定位为区域航空枢纽，江苏省最重要的空中门户，航空货物和快件集散中心。2019年，南京禄口国际机场年旅客吞吐量突破3000万人次，标志其跻身世界级大机场行列。

根据《南京禄口国际机场总体规划（2020年版）》，规划建设2035年禄口机场旅客吞吐量预测约为8800万人次，货邮吞吐量约为140万吨，2050年旅客吞吐量预测约为12000万人次，货邮吞吐量约为230万吨，未来禄口机场集疏运需求较大。通过机场集疏运需求分析预测，远景年客运集疏运交通方式中，汽车交通出行占比约77.6%，轨道交通占比约22.4%，货运集疏运交通方式中，小货车运量占比近5成。远景年禄口机场集疏运预测量约13.6万pcu/d，本项目分担约1.9万pcu/d，占机场集疏运总量的14%，是禄口机场集疏运体系的重要组成，支撑机场区域快速发展，提升机场地区服务水平。

4、是支撑沿线区域产业集聚和城镇发展的需要

随着高速公路的发展，我国各地经济发展迈上了新的台阶。高速公路的建设和运营，为沿线城市产业经济带的形成和发展提供了前提条件，诱发了特色产业的崛起和产业群的聚集，形成了新的国民经济增长点，为地区经济的发展发挥了重要作用。

根据南京市国土空间总体规划，南京市将构建陆港、空港、水港、信息港“四港合一”的枢纽都市。其中水运规划以建设国际航运物流中心为目标，航空规划形成国家级大型枢纽航空港。江北桥林将依托七坝港区发展成为以先进制造业和港口物流为特色的现代化滨江新城，江南滨江铜井港区目前规模较小，但随着港区的建设发展，港区货物集散需求将稳步增加，而未来大量的空港物流、产业设置于禄口新城，空港对外集疏运的交通需求将迅猛增长。

因此，南京都市圈环线高速南环的建设有效串联了沿线区域空港与港区等综合运输枢纽和重要交通设施，是服务于桥林新城、滨江新城、禄口新城及沿线新市镇的重要运

输通道，快速促进沿线区域产业集聚，加强江南与江北产业沟通，支撑沿线经济发展和引导城市空间拓展。

2.3.3 交通需求分析

本项目主要为汽车交通服务，市场需求即为交通需求，通过对交通需求进行分析和对交通量进行预测，为建设内容、规模提供依据。

2.3.3.1 区域路网现状

为分析研究区域交通流量的发展趋势和分布特征，选取了与本项目相关的高速公路及国、省道干线公路共 12 条作为本次调查研究的对象。

相关道路一览表

表 2- 18

高速公路	南北向	宁芜高速、宁宣高速、长深高速
	东西向	绕城公路、绕城高速公路、沪武高速
国道	南北向	G205
	东西向	--
普通省道	南北向	S204、S246、S243
	东西向	S002、S340

相关交通量观测点一览表

表 2- 19

道路名称	观测点	道路名称	观测点
G205	铜井	S246	晶桥
S204	青山	S002	土桥
S243	柘塘	S340	东屏

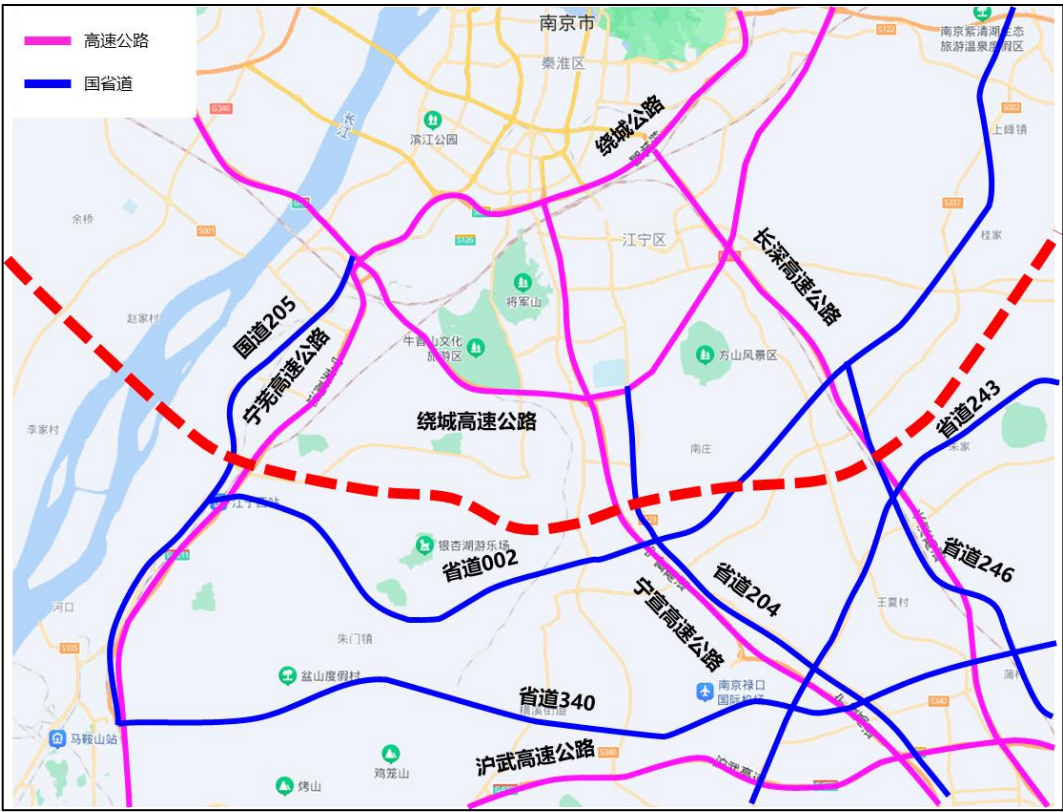


图 2-39 现状区域路网布局图

本次交通量观测资料分析，收集整理了项目影响区域干线公路网中相关道路 2014-2020 年历史年份的观测资料，通过对这些数据的整理分析从而掌握项目区域各市域路网交通量的增长趋势和分布特点，为公路交通量与国民经济指标之间的弹性关系分析提供依据。经过大量收集整理，项目影响区域干线路网历年客、货车交通总量见下表。

项目区域干线公路网历年交通量统计表 表 2- 20

年份	客车(veh/d)	货车(veh/d)	合计(veh/d)	折算值合计(pcu/d)
2014	183623	56111	239729	333027
2015	208801	56852	265653	359869
2016	239682	60833	300515	398772
2017	283103	74490	357601	466178
2018	291952	76245	368197	482702
2019	289811	81146	370962	490865
2020	314373	101183	415560	575447
年均增长率	9.38%	10.33%	9.60%	9.54%

近年来，项目区域经济的发展对公路运输提出了更高的要求，人们偏向于选择条件更好的道路出行。①整个区域路网中，整个区域的交通增长率为 9.54%，其中客车增长

率为 9.38%，货车的增长率为 10.33%；②高速路网中，高速公路增长率为 9.04%，客车增长率为 7.74%，货车增长率为 8.92%，2012 年以前绕城公路进行城市化改造，沪武高速 2013 年底通车，从表中的数据可以看出，绕城公路交通量增长缓慢，沪武高速公路所承担的客、货车交通量呈较大的增长趋势，流量处于高速增长期；③普通干线公路中，普通国省道增长率为 12.00%，客车增长率为 6.76%，货车增长率为 13.85%。

项目区域内路网历年的车种组成情况统计见下表，从表中的数据可以看出，2014～2020 年，项目区域内客车交通流量比例整体呈逐年上升趋势，货车比例呈下降趋势。2020 年项目区域客、货车比例约为 83:17。

历年车种比例表

表 2-21

年份	小客	大客	小货	中货	大货	汽车列车	客车	货车	合计
2014	75.65%	3.38%	6.81%	5.59%	3.08%	5.49%	79.03%	20.97%	100.00%
2015	79.10%	2.69%	6.05%	4.43%	2.59%	5.14%	81.79%	18.21%	100.00%
2016	79.41%	2.19%	6.21%	5.21%	2.40%	4.58%	81.60%	18.40%	100.00%
2017	79.96%	2.08%	6.31%	4.32%	2.55%	4.78%	82.04%	17.96%	100.00%
2018	80.43%	2.05%	6.34%	3.80%	2.52%	4.87%	82.48%	17.52%	100.00%
2019	80.63%	2.01%	6.36%	3.88%	2.22%	4.90%	82.64%	17.36%	100.00%
2020	80.71%	1.95%	6.38%	4.01%	2.02%	4.93%	82.66%	17.34%	100.00%

客车中，2014～2020 年小客车所占比例整体呈上升的趋势，小客车比例由 2014 年的 75.65%增加至 2020 年的 81.03%；2014～2020 年大客车比重略有下降。

货车中，2014～2020 年小货、中货、大货整体呈下降的趋势，小货下降幅度尤为明显，从 2014 年的 5.59%下降至 2020 年的 4.01%。

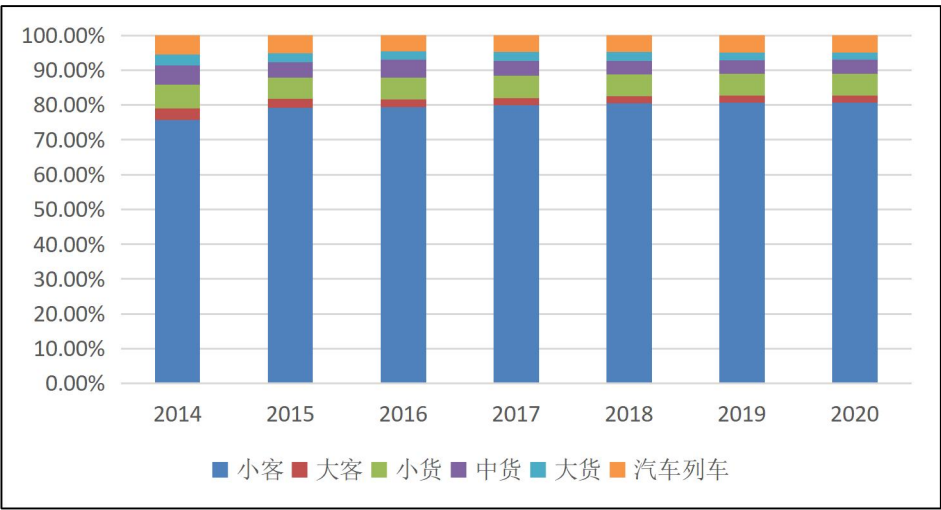


图 2-40 区域路网车种组成变化趋势图

2.3.3.2 交通量预测

1、预测特征年确定

根据交通部颁布《公路建设项目可行性研究报告编制办法》及《公路工程技术标准（JTG B01-2014）》的规定，本项目交通量的预测年限暂定为项目建成通车后 20 年。结合本次研究需要及项目所在地区的路网变化和经济社会发展规划，预测特征年设定为 2028 年、2030 年、2035 年、2040 年和 2047 年。

2、诱增和转移交通量的分析

（1）交通条件改善引起的诱增交通量预测

区域诱增交通所占比例表 表 2- 22

年份	项目直接影响区域内诱增交通量 占相应趋势型交通比例	全区域诱增交通量 占相应趋势型交通比例
2028 年	9.8%	6.8%
2030 年	8.6%	6.2%
3035 年	8.0%	5.8%
2040 年	7.5%	5.6%
2047 年	6.9%	5.2%

（2）转移交通量预测

根据项目区域相关发展规划，目前水运和公路承担着各自的运输功能，运输格局基本稳定。未来随着区域铁路网的建设和完善，必将产生与公路通道之间互相竞争，从而

发生部分流量转移，最终建立新的平衡，因此需要进行项目区域铁路网建设对公路运输的影响分析。

①项目区域铁路规划

根据《江苏省“十四五”铁路发展暨中长期路网布局规划》，本项目区域内相关的铁路主要有扬镇宁马城际铁路、沪渝蓉高铁上海至合肥段、南沿江城际铁路。

扬镇宁马城际铁路：功能定位为城际铁路，实现宁镇扬同城化以及扬州城市核心区与南京禄口机场的快速联系。线路由连淮扬镇铁路扬州东站引出，经连淮扬镇铁路扬州南站往南经镇江接入南京禄口机场，并延伸至马鞍山与合马城际铁路相接。线路设计时速为 250 公里/小时，双线客运专线设计。

沪渝蓉高铁上海至合肥段: 功能定位为高速铁路, 加快长三角城市之间的快速联系, 线路由上海宝山站出发, 经太仓、上海、南通、泰州、扬州、南京到达合肥南站, 线路设计时速为 350km/h, 双线客运专线设计。

南沿江城际铁路：功能定位为城际铁路，主要承担沿线通道内和沿线与沪宁主轴城市间的城际客流，以及浦东地区与南京、镇江间的城际客流。线路起于南京南站，止于太仓站后利用沪苏通铁路进入上海枢纽。线路设计时速为 350km/h，双线客运专线设计。

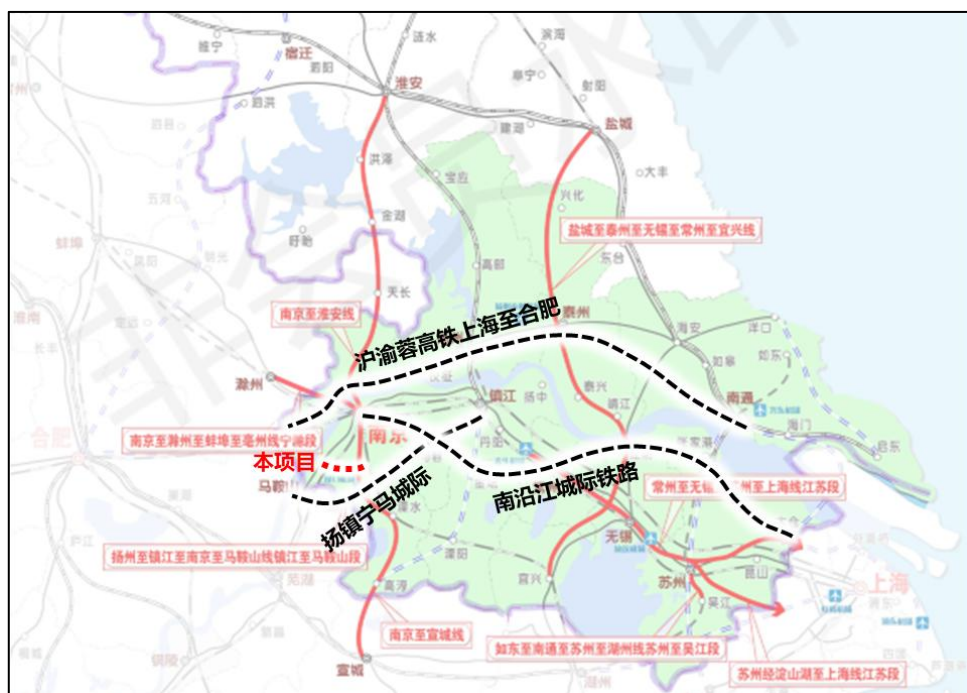


图 2-41 本项目及相关规划铁路线路图

远景年公路交通向高速铁路客运转移率见下表。

2047 年向沪渝蓉高铁上海至合肥段交通客运量转移率分布表 表 2- 23

城市	南京	滁州	扬州
南京	--	2.4%	4.6%
滁州	--	--	1.4%
扬州	--	--	--

2047 年向扬镇宁马城际交通客运量转移率分布表 表 2- 24

城市	南京	马鞍山	镇江
南京	--	2.6%	5.2%
马鞍山	--	--	3.6%
镇江	--	--	--

2047 年向南沿江城际交通客运量转移率分布表 表 2- 25

城市	南京	句容	苏州
南京	--	3.1%	3.5%
句容	--	--	1.1%
苏州	--	--	--

3、机场集疏运交通量预测

(1) 机场吞吐量预测

南京禄口国际机场，位于南京市江宁区禄口街道，是江苏省和南京市的门户，是国家主要干线机场、一类航空口岸，华东地区的主要货运机场，与上海虹桥机场、浦东机场互为备降机场，是国家大型枢纽机场、中国航空货物中心和快件集散中心，国家区域交通枢纽。

根据《南京禄口国际机场总体规划修编(2020 版)》、《南京禄口机场地区综合交通运输体系规划研究》，禄口机场客货预测吞吐量如下表所示。

禄口机场远景年吞吐量预测表 表 2- 26

年份	2028 年	2030 年	2035 年	2040 年	2047 年
客运量（万人次）	5790	7000	8800	10200	11355
货运量（万吨）	85	105	140	172	207

(2) 机场客运集疏运交通出行方式划分

小客车（私家车/出租车）：小客车具有较大的灵活性和方便性，但受城市道路系统

的顺畅成都影响较大，行程时间较难控制，且费用高。

机场大巴：速度较低、线路较为固定，发车频率较低，受道路交通状况影响较大，去程采用风险过大，费用较低。

轨道交通：运载量大，且不受道路交通影响，行程时间较为可靠，费用低。轨道交通分担比例依赖于轨道交通网络规模与其他地面交通方式的连接水平。

由于地理条件、历史原因和经济条件的不同，国内外典型城市机场集疏运系统的交通方式结构各有不同。以美国为例，面积较大，道路畅通，因此其私家车出行机场比重较高。而在绝大多数的欧洲和亚洲大城市机场集疏运体系中，轨道交通所承担的份额在衔接机场的四种交通方式中均为最高或接近最高。成田机场和首尔机场的公共交通分担率高达 81%和 65%，其中轨道交通分担率分别为 39%和 30%。而我国大城市机场的公共交通分担率处于较低水平，首都机场轨道交通分担率低于 10%，其主要原因是衔接机场的轨道交通线路单一，且收费较高。

充分借鉴国内外同类型机场的分担比例，预测出各特征年禄口新机场的集疏运方式分担量，见下表。

特征年禄口机场的集疏运方式分担情况表

表 2- 27

特征年	轨道交通	机场大巴/旅游车	出租车	小汽车
2028	19.50%	19.50%	31.00%	30.00%
2030	20.00%	20.00%	29.00%	31.00%
2035	20.50%	20.50%	27.00%	32.00%
2040	21.00%	21.00%	25.00%	33.00%
2047	22.45%	21.15%	22.70%	33.70%

对于客运集疏运方式，其中，对小客车按平均载客为 2 名/车，大客车平均载客为 25 名/车。

（3）机场货运集疏运交通出行方式划分

对于货邮集疏运输方式，主要通过汽车列车、大型货车、中型货车和小型货车四种方式。汽车列车实际载重按 24 吨/车次，大型货车实际载重按 20 吨/车次，中型货车实际载重按 7 吨/车次，小型货车实际载重按 2 吨/车次计算。大型货车运量比例为 14%，中型货车运量比例为 36%，小型货车运量比例为 50%。

(4) 集疏运交通量计算公式

机场集疏运交通量（pcu/d）计算公式为：

$$TP = \frac{1}{350} \times \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^N \frac{p_i \times x_j \times k_j}{c_j}$$

其中：

p_i 为客（货）运集疏运量；

x_j 为第 j 车型的运量比例， $j \in N$ ， $N = 1, 2, 3$ ；

k_j 为第 j 车型的换算系数， $j \in N$ ， $N = 1, 2, 3$ ；

c_j 为第 j 车型的平均载客量（载货量）， $j \in N$ ， $N = 1, 2, 3$ 。

考虑到机场可能会受到天气等因素影响而关闭，暂取机场实际全年运营日为350天。

(5) 机场集疏运客货交通量预测结果

将机场客运和货运集疏运交通量叠加，得到机场集疏运总交通量见下表。

禄口机场集疏运交通量预测表单位：pcu/d

表 2- 28

年份	2028 年	2030 年	2035 年	2040 年	2047 年
机场集疏运量	70075	84690	106381	123209	135567

根据禄口机场集疏运交通需求预测结果，本项目远期分担禄口机场集疏运交通量约16268pcu/d，占机场集疏运总量的12.0%。



图 2- 42 机场集疏运总量主要分担量

4、本项目交通量预测结果

(1) 本项目交通量预测

由于城市发展和土地开发建设存在时序，综合考虑现状相交通道的建设情况和未来近远期规划通道的建设计划，本项目相关道路及互通立交建设时序如下：禄口机场三期工程、204 省道 2028 年建成，都市圈环线高速 2029 年建成，宁黄高速、新城快速通道 2030 年建成。

根据路网模型和未来各特征年研究区域 OD 分布矩阵，将 OD 矩阵在路网上进行分配，考虑未来互通立交开工建设时序，预测本项目各特征年交通量见下表。

本项目交通量预测单位 (pcu/d)

表 2- 29

路段划分	2028	2030	2035	2040	2047
起点-S204	29920	49520	64973	71082	77291
S204-机场高速	31188	49984	65893	71913	78195
机场高速-宁黄高速	29587	52476	71828	78772	85653
宁黄高速-银杏湖大道	30359	55246	77949	87577	95227
银杏湖大道-正方大道	29577	53602	75734	85295	92972

正方大道-宁马高速	28331	51899	73739	83249	90742
路段平均交通量	29814	52468	72323	80433	87518
年平均增长率	-	32.66%	6.63%	2.15%	1.21%

(2) 本项目交通组成分析

以交通分配结果为基础，考虑以上对各段承担的主要交通功能的分析，确定各段交通。本项目远景年交通组成见下表。

本项目交通组成单位 (pcu/d) 表 2- 30

交通组成	出行量 (pcu/d)	比例
国高网过境 (不含都市圈联系)	25613	29%
都市圈城际联系	21394	24%
沿线区域	24243	28%
机场集疏运	16268	19%
合计	87518	100%

(3) 车种比例预测

2030 年，都市圈环线高速全面建成，分流过境货车较多，货车比例较本项目建成初年有大幅增长，客货比为 59:41。

总体来看，本项目货运占比较大，承担过境货运功能明显。

本项目特征年份车种构成表 表 2- 31

年份	小客	大客	小货	中货	大货	汽车列车	客车	货车	合计
2028	65.40%	2.00%	8.90%	17.30%	4.30%	2.10%	67.40%	32.60%	100.00%
2030	56.30%	3.00%	8.50%	19.90%	5.70%	6.60%	59.30%	40.70%	100.00%
2035	56.60%	2.80%	8.00%	19.50%	6.00%	7.10%	59.40%	40.60%	100.00%
2040	56.80%	2.70%	7.50%	19.10%	6.30%	7.60%	59.50%	40.50%	100.00%
2047	57.20%	2.50%	7.10%	18.70%	6.50%	8.00%	59.70%	40.30%	100.00%

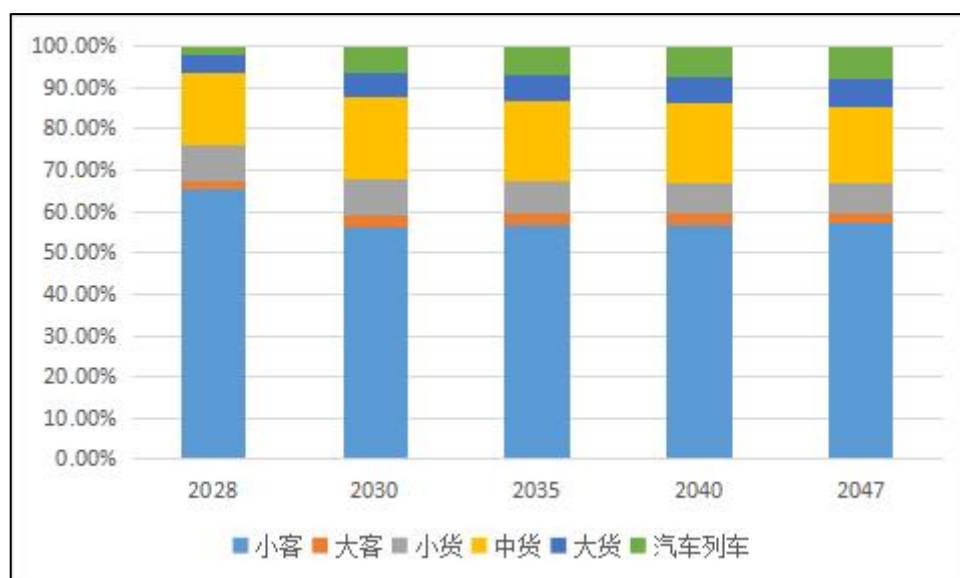
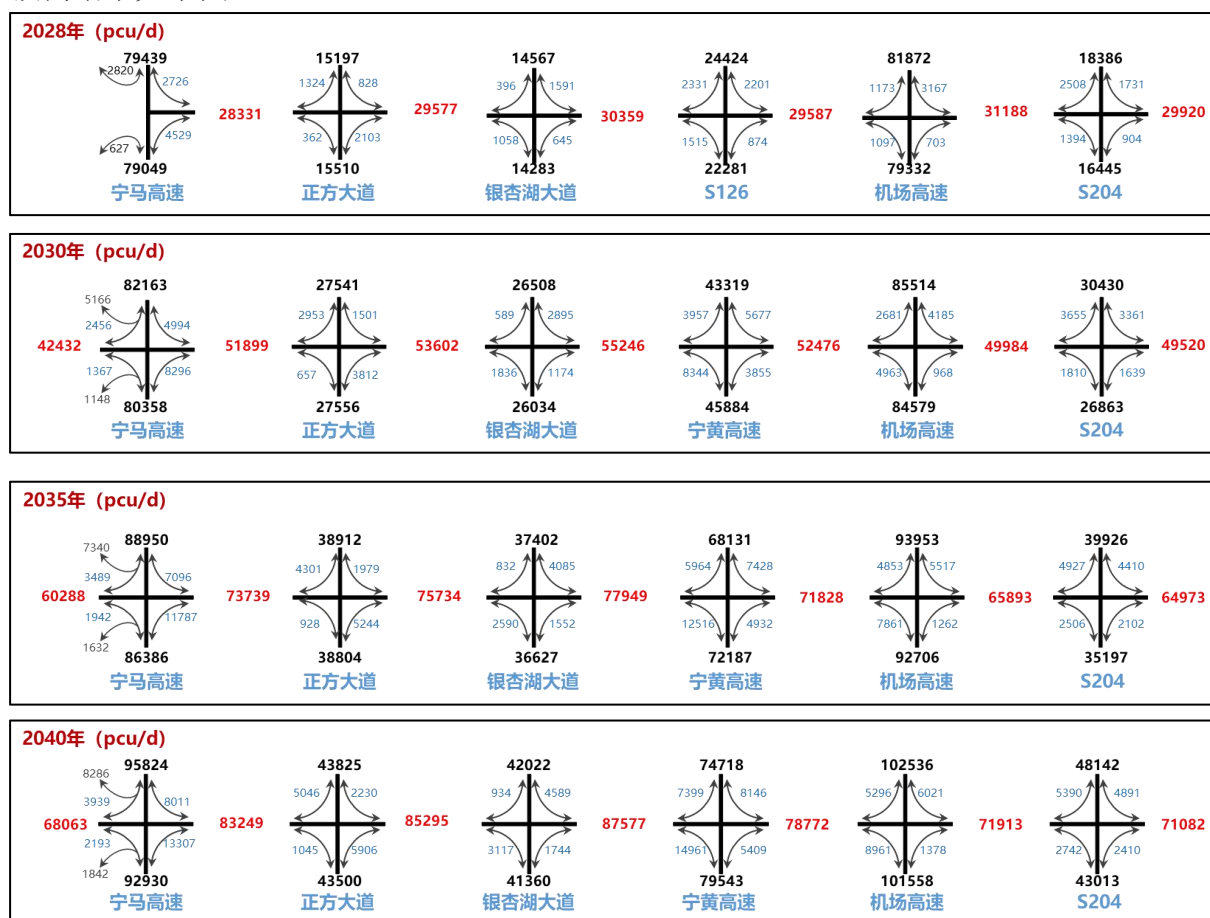


图 2-43 特征年车种组成变化趋势图

（4）主要交叉口转向交通量预测

从路线走向上分析，本项目沿线与多条道路相交，未来各特征年交叉口交通转向量预测结果见下图。



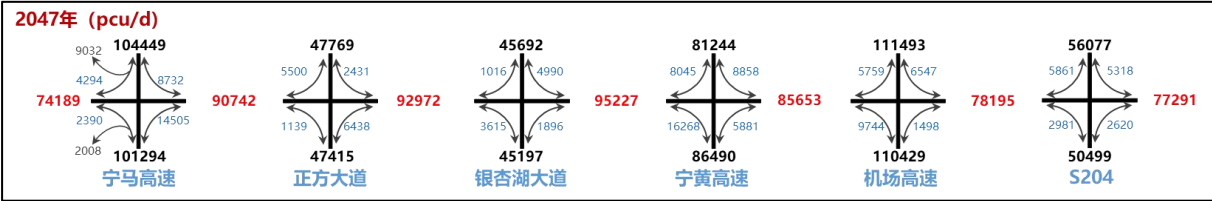


图 2-44 各特征年交通转向量示意图 (pcu/d)

(5) 东西向廊道流量分析

为充分了解区域出行特征，研究分析有无本项目对区域相关路网的影响。从区域路网规划可以看出，与本项目相关道路包含绕城公路、新城快速通道、绕城高速公路及沪武高速。

通过对现状绕城公路、绕城高速公路及沪武高速交通量分析得出，绕城公路交通量最大，占整个廊道总量的 48.0%，沪武高速的过境量最大，占廊道总过境量的 52.6%。

2020 年东西廊道交通量 (万 pcu/d) 表 2-32

2020 年	总量	过境量	总量/廊道总量	过境/总过境
绕城公路	12.4	1.1	48.0%	14.5%
绕城高速公路	6.6	2.5	25.6%	32.9%
沪武高速	6.8	4	26.4%	52.6%
合计	25.8	7.6	100%	100%

2030 年整个廊道总量为 32.7 万 pcu/d，较现状增加 26.7%；其中本项目交通量为 5.2 万 pcu/d，占整个廊道总量的 15.9%；廊道总过境量为 9.2 万 pcu/d，较现状增加 21.4%；本项目过境量为 2.7 万 pcu/d，占整个廊道总量的 29.4%。

通过 2030 年有无本项目对比分析，本项目可分流绕城高速 24.1%的交通量。

2030 年无本项目廊道交通量 (万 pcu/d) 表 2-33

2030 年无本项目	总量	过境量	总量/廊道总量	过境/总过境
绕城公路	11	1	36.7%	11.5%
新城快速通道	3	0	10.0%	0
绕城高速公路	8.3	3.1	27.6%	35.6%
沪武高速	7.7	4.6	25.7%	52.9%
合计	30	8.7	100%	100%

2030 年有本项目廊道交通量 (万 pcu/d) 表 2-34

2030 年有本项目	总量	过境量	总量/廊道总量	过境/总过境
绕城公路	10.6	0.6	32.4%	6.5%

2030 年有本项目	总量	过境量	总量/廊道总量	过境/总过境
新城快速通道	3	0	9.2%	0
绕城高速公路	6.3	1.5	19.3%	16.3%
本项目	5.2	2.7	15.9%	29.4%
沪武高速	7.6	4.4	23.2%	47.8%
合计	32.7	9.2	100%	100%

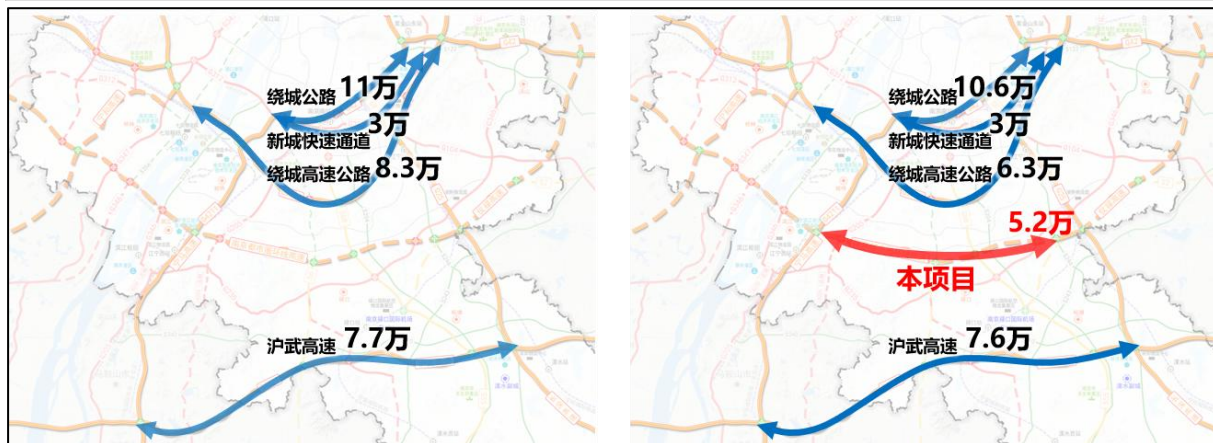


图 2- 45 2030 年有无本项目廊道相关道路交通量（pcu/d）

2047年廊道总量为42.9万pcu/d,较现状增加66.3%,本项目占整个廊道总量的20.3%。
2047年廊道总过境量为11.6万pcu/d;较现状增加26.4%,本项目占廊道总过境量的38.8%。
通过 2047 年有无本项目对比分析，本项目 2047 年可分流绕城高速 19.2%的交通量。

2047 年无本项目廊道交通量（万 pcu/d） 表 2- 35

2047 年	总量	过境量	总量/廊道总量	过境/总过境
绕城公路	12.3	1	31.5%	9.6%
新城快速通道	7.6	0	18.6%	0
绕城高速公路	9.9	3.7	25.3%	36.0%
沪武高速	9.7	5.7	24.6%	54.4%
合计	39.2	10.4	100%	100%

2047 年有本项目廊道交通量（万 pcu/d） 表 2- 36

2047 年	总量	过境量	总量/廊道总量	过境/总过境
绕城公路	11.6	0.5	27.0%	4.3%
新城快速通道	6.5	0	15.2%	0
绕城高速公路	8.0	1.9	18.6%	16.4%
本项目	8.7	4.5	20.3%	38.8%
沪武高速	8.1	4.7	18.9%	40.5%
合计	42.9	11.6	100%	100%



图 2-46 2047 年有无本项目廊道相关道路交通量 (pcu/d)

综上所述，本项目的建设更有利于均衡南京结点过境交通量，优化现有环线服务城市的功能。

2.4 项目建设内容、规模和产出方案

2.4.1 技术标准及规模

2.4.1.1 技术等级论证

《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)规定：“公路等级选用应根据公路功能、路网规划、交通量，充分考虑项目所在地综合运输体系、远期发展等，经论证后确定。”

根据《国家公路网规划》，本项目为南京都市圈环线高速公路南环的组成部分，到2047年路段平均交通流量达到87518pcu/d，结合区域综合运输体系、远期发展等情况，推荐本项目采用高速公路标准建设。

2.4.1.2 设计速度论证

根据《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)，高速公路的设计速度可以选择120km/h、100km/h和80km/h。一般不宜低于100km/h，除受地形、地质等条件限制时，可选用80km/h的设计速度。

根据项目的功能定位，结合与既有项目之间的衔接等因素，以及项目所在地区的地形地质环境与建设条件，依据《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)，推荐本项目设计速度采用120km/h。

2.4.1.3 车道数论证

根据本项目交通量预测结果，车道数计算结果如下：

车道数计算结果

表 2- 37

路段划分	2047 年交通量	单向设计小时交通量	单向车道数	推荐单向车道数
	(pcu/d)	(veh/h)		
起点-S204	77291	2367	2.45	3
S204-机场高速	78195	2394	2.48	3
机场高速-宁黄高速	85653	2623	2.71	3
宁黄高速-银杏湖大道	95227	2896	2.99	3
银杏湖大道-正方大道	92972	2847	2.94	3
正方大道-宁马高速	90742	2779	2.87	3

从车道计算结果来看，本项目单向车道数均在 2.45-2.99 之间，因此推荐采用双向六车道标准建设。

2.4.1.4 路基标准横断面

综合考虑项目的功能地位、运营安全和工程规模等方面的情况，推荐本项目全线采用双向六车道标准，路基宽度 34.5m。

路基标准横断面组成：中间带宽 4.5m(含左侧路缘带 0.75m×2)，单向行车道宽 3.75m×3，硬路肩宽 3.0m(含右侧路缘带 0.5m)，土路肩宽 0.75m。行车道与硬路肩路面横向坡度为 2.0%，土路肩横坡度为 4.0%，桥梁与路基同宽。

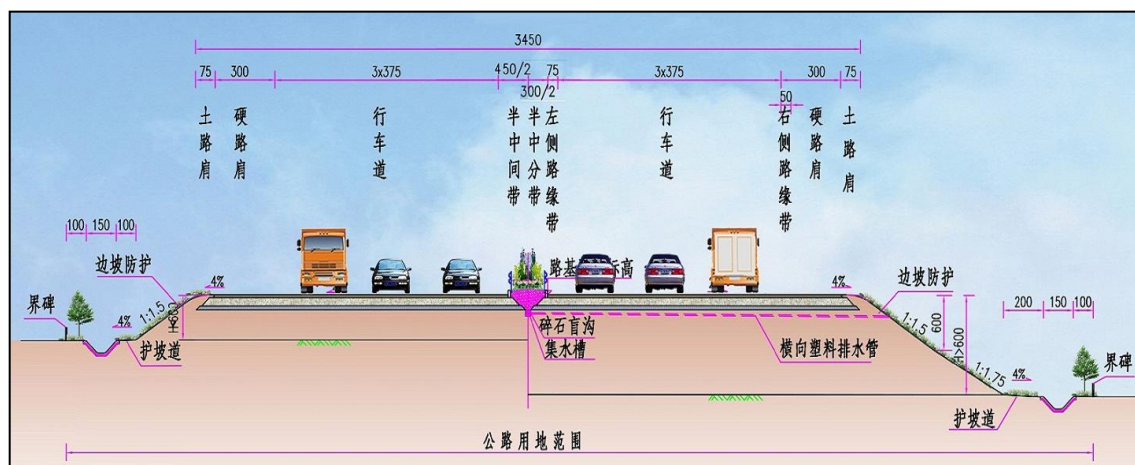


图 2- 47 路基标准横断面图

2.4.1.5 建设规模

本项目起点接环线龙潭至禄口段，向西跨 S002，于江苏上秦淮省级湿地公园南侧跨越溧水河，继续向西跨机场高速，经凤凰山南侧下穿地铁 S1 号线、500kv 东峰东廻线后，上跨将军大道和风云铁路，避让尹山雷达站后与规划宁黄高速交叉，继续向西连续两次跨越银杏湖大道，随后与正方大道共廊至滨江开发区枢纽，终点接锦文路过江通道。路线全长约 37.35km。

全线共设置 8 处互通式立体交叉：其中与高速公路设置 3 处兼具出入功能的枢纽型互通；另外，在充分考虑沿线片区对外高速出行需求的基础上，选择其他主要交叉道路布置 3 处一般型互通，互通平均间距为 5.2km。

2.4.2 产出方案

高速公路是服务型项目，其功能是车辆快速安全通行，服务交通出行和社会经济发展。道路服务水平采用饱和度为评价指标，即最大服务交通量和基准通行能力之比，服务交通量取各路段远景年预测交通量。

本项目按照推荐车道数计算的 V/C 及服务水平结果见下表。

交通量服务水平计算结果

表 2- 38

路段划分	2047 年预测交通量 (pcu/d)	高峰小时交通量 (pcu/h)	V/C	服务水平
起点-S204	77291	1139	0.52	二
S204-机场高速	78195	1152	0.52	二
机场高速-宁黄高速	85653	1262	0.57	三
宁黄高速-银杏湖大道	95227	1403	0.64	三
银杏湖大道-正方大道	92972	1370	0.62	三
正方大道-宁马高速	90742	1337	0.61	三

未来年服务水平分析：根据交通量预测结果，按照推荐车道数计算，本项目路段服务水平均能保持在三级及以上，符合规范要求。

2.5 项目商业模式

本项目为经营性高速公路，收入主要为车辆通行费收入，包括客车通行费收入和货

车通行费收入。除通行费收入外，项目其他收入还包括沿线服务区等经营设施收入、广告收入等。高速公路征收通行费受到《收费公路管理条例》等国家法律法规的保障，并且通行费收入稳定，对经济变动的防御力较强，长期以来受到银行、保险、券商等金融机构在融资和投资方面的欢迎和支持。

除了传统的通行费收入外，近年来高速公路在经营管理上还积极探索路衍经济开发，具体包括“公路+旅游”、“公路+能源”、“公路+物流”、“公路+商业开发”等多种形式。高速公路点多、面广、线长，发展与路产相关的产业具备天然的优势，因此路衍经济开发也具有较好的发展前景。路衍经济收入可以有效补充高速公路收益，增强项目的还本付息能力和盈利能力，并且对于盘活高速公路存量土地资产、带动区域经济发展具有重要意义，因而也受到沿线政府大力支持。

第3章 项目选址与要素保障

3.1 项目建设条件

3.1.1 自然条件

3.1.1.1 地理位置

本项目主要位于南京市江宁区。江宁区位于南京市中南部，介于北纬 $31^{\circ}37' \sim 32^{\circ}07'$ ，东经 $118^{\circ}28' \sim 119^{\circ}06'$ 之间，总面积 1561km^2 ，水域面积 186km^2 。东与栖霞区及句容市接壤，东南与溧水区毗邻，南、西南分别与安徽省当涂县、马鞍山市相交，北、东北分别与雨花台区、秦淮区相邻。

3.1.1.2 地形地貌

江宁区地貌区域为宁镇扬丘陵山地的一部分，结构复杂。东北部是宁镇山脉西段，西南部为宁芜断陷盆地的北缘，中部为对东北和西南低山丘陵有明显倾斜的黄土岗地及一个由秦淮河穿连冲积而成的秦淮河平原，西部为滨江平原。地势南北高、中间低，形同“马鞍”。按地貌形态分类，大体可分为低山、丘陵、岗地和平原。低山丘陵和黄土岗地约占总面积的 $2/3$ ，沿河沿江平原约占 $1/3$ 。低山丘陵在区境东北部和西南部，总面积 316km^2 ，海拔高程 300m 左右。黄土岗地分布于南北低山丘陵之间，面积 816.1km^2 。地势呈残丘缓岗，局部留于平原圩区之中。沿河沿江平原以秦淮河平原较为宽广，面积 569.6km^2 ，地面高仅 $6 \sim 8\text{m}$ 。此外，还有沿江平原，位于区内西部的江宁街道。地势平坦，海拔高多在 5m 以下，最低处海拔 2.2m 。沿江平原成土和耕作较迟，一般在数百年和数十年不等。



图 3-1 拟建项目地貌分区图

3.1.1.3 气候

项目区属北亚热带季风气候区，处于西风环流控制之下，具有季风明显、降水丰沛、春温夏热、秋暖冬寒、光照充足、四季分明、无霜期长的气候特征。

1、气温

年平均气温为 15.5℃，从季节上讲，冬季常受大陆冷高压控制，1 月是全年最冷月，平均气温为 2.3℃。夏季受副热带高压影响，7 月是全年最热月，平均气温为 32℃。春季暖湿空气开始活跃，但受北方冷空气南下影响，造成气温变化较大。秋季受海洋性气候影响，降温比西部同纬度地区要迟。年极端最低气温-13.3℃，年极端最高气温 40.7℃。

2、日照

年平均日照时数 2409.4 小时，日照百分率 54%，1978 年最多为 2678 小时，1976 年最少为 2183 小时，年多少相差 495 小时。

3、降水

年区域雨量为 1027.5mm，有 70%以上的年份雨量在 800~1200mm 之间，有 13% 的年份雨量在 1200mm 以上。一般年份水量供需基本平衡，但年际变化较大，旱涝悬殊。一年中月份之间差异较大，7 月份是全年雨量最多月，月雨量达 183.8mm，占年雨量的 18%；12 月为全年雨量最少月，月雨量只有 23.3mm，占年雨量的 2%。全

年有3个较明显的多雨期，4~5月上半月春雨连绵，群众称之为“桃花水”。6月下旬~7月上旬的梅雨季节，群众称之为“黄梅水”。9月常有台风影响，多秋雨。全年有3个较明显的少雨期，5月中旬~6月中旬有初夏旱。7月中旬~8月有伏旱。12月~1月多干冷天气。

3.1.1.4 区域水系

项目区域内河道众多，有圩区内的排涝河道、山丘型河道等等。项目起点附近的东阳圩内有东边大沼、焦公渡排涝沟等排涝河道，秣陵联圩内的四横沟、南旺大沟、旱河等排涝河道，在秣陵和谷里街道南部丘陵岗地主要为胜利河、板桥河等行洪河道。沿线主要大的河道有溧水河、胜利河、板桥河和江宁河等。

3.1.1.5 区域地质构造、地震

1、地质构造及主要断裂带

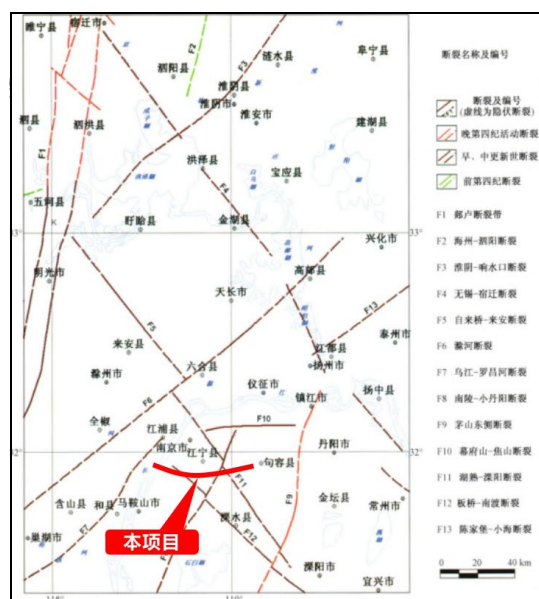


图 3-2 项目区域主要断裂分布图

区域内主要断裂详见上图。拟建场地范围内无全新世活动断裂通过，近场区断裂有3条，分别是方山~小丹阳断裂（F8）、南京~溧阳断裂（F11）和板桥-南渡断裂（F12）。

2、地震

拟建项目位于江苏省南京江宁区境内，参照国家标准《中国地震动参数区划图》

(GB 18306~2015)，如图 3-3 所示，采用地震动参数进行设计，项目研究区域地震动峰值加速度为 0.10g 对应于基本地震烈度Ⅶ度区。



图 3-3 地震动峰值加速度分区图

图 3-4 地震动反应谱特征周期分区图

3.1.1.6 工程地质

1、土层土质

地基岩土工程地质特征一览表

表 3- 1

地层 编号	地质 时代	岩土 名称	层厚 (m)	层底高程 (m)	地层描述
			最小 ~ 最大	最小 ~ 最大	
①1	Q4ml	杂填土	0.60 ~ 0.60	7.53 ~ 7.53	杂色，稍湿，结构松散~较松散，土质均匀性差，主要成分为粉质黏土、粉土夹含大量建筑垃圾、碎石及碎砖等，硬质物含量 45%~75%，既有道路表层为混凝土路面或沥青面层堆填时间>5 年。
①2	Q4ml	素填土	0.30 ~ 7.10	1.42 ~ 28.65	灰黄色、灰色，稍湿~饱和，结构松散，主要由软塑~可塑状粉质粘土夹少量碎石子组成，含少量植物根茎，少量钻孔为河堤、路基填筑土，堆填时间>5 年。
①3	Q4ml	淤泥	1.10 ~ 1.50	2.24 ~ 10.25	灰色、灰黑色，饱和，流塑状，含腐殖物，有淤臭味，主要分布在河流、原沟塘底部。
②1	Q4al+pl	粉质黏土	1.00 ~ 2.20	4.03 ~ 4.93	灰黄色，饱和，可塑，中等压缩性。无摇振反应，刀切面稍有光泽，干强度与韧性中等，局部夹少量薄层粉土及少量的植物根茎。
②2	Q4al+pl	淤泥质粉质黏土	0.90 ~ 14.40	-12.98 ~ 3.13	灰色，饱和，软~流塑，高压缩性。无摇振反应，略具光泽反应，干强度、韧性中等偏低。局部夹有薄层稍密状粉土，单层厚 1~5mm，分布不均匀，局部富集。属中灵

地层 编号	地质 时代	岩土 名称	层厚 (m)	层底高程 (m)	地层描述
			最小 ~ 最大	最小 ~ 最大	
					敏，土属无机土。
②3	Q _{4al+pl}	粉砂夹 粉土	12.60 ~ 12.60	-9.47 ~ -9.47	青灰色、灰色，饱和，松散~稍密，中等压缩性，由石英、云母、岩屑等矿物碎屑组成，颗粒级配良好。具水平状沉积层理，夹少量粉土、粉质粘土，分布不均匀，局部富集。
②4	Q _{4al+pl}	粉质黏 土	2.50 ~ 5.60	-15.48 ~ -1.67	灰色，青灰色，饱和，软~可塑，中等缩性。刀切面稍有光泽，干强度与韧性中等偏低。
②4a	Q _{4al+pl}	粉砂	1.60 ~ 2.60	-16.67 ~ -4.27	灰色、青灰色，饱和，中密，中压缩性。由石英、云母、岩屑等矿物碎屑组成，颗粒级配良好。具水平状沉积层理，夹少量粉土、粉质粘土，分布不均匀，局部富集。
②5	Q _{4al+pl}	粉质黏 土	1.80 ~ 9.60	-18.98 ~ -13.87	灰色，青灰色，饱和，可塑，中等缩性。刀切面稍有光泽，干强度与韧性中等偏低。局部夹有薄层中密状粉土及粉砂，单层厚 1-5mm，局部富集。
②6	Q _{4al+pl}	粉砂	1.50 ~ 2.80	-21.78 ~ -19.97	灰色、青灰色，饱和，中密，中压缩性。由石英、云母、岩屑等矿物碎屑组成，颗粒级配良好。具水平状沉积层理。
③1	Q _{4al+pl}	粉质黏 土	0.50 ~ 4.80	-0.07 ~ 20.77	灰黄色，褐黄色，饱和，可塑，中等压缩性。无摇振反应，刀切面稍有光泽，干强度与韧性中等，表层含少量的植物根茎及碎石。
③2	Q _{4al+pl}	含淤泥 质粉质 黏土	1.00 ~ 2.20	-1.07 ~ 18.57	灰色，饱和，软~流塑，高压缩性。无摇振反应，略具光泽反应，干强度、韧性中等偏低。局部夹有薄层稍密状粉土，单层厚 1~5mm，分布不均匀，局部富集。属中灵敏土，属无机土。
③3	Q _{4al+pl}	粉质黏 土	1.00 ~ 3.50	-3.67 ~ 0.99	灰黄色，灰色，饱和，可塑，中等压缩性。无摇振反应，刀切面稍有光泽，干强度与韧性中等。
④1	Q _{3al+pl}	粉质黏 土	2.10 ~ 14.50	-11.51 ~ 26.55	褐黄色，硬塑、局部可塑，中等压缩性，无摇振反应，切面有光泽，干强度、韧性中等偏高，土质不均匀，可见青灰色氧化团块及铁锰质侵染。
④2	Q _{3al+pl}	粉质黏 土	0.70 ~ 2.70	-10.67 ~ 2.72	褐黄色，可塑，中等压缩性，无摇振反应，切面有光泽，干强度，韧性中等，粉粒含量较高，土质不均匀。
④3	Q _{3al+pl}	中细砂	2.20 ~ 2.20	-11.06 ~ -11.06	褐黄色，饱和，中密，中等压缩性，由石英、云母、岩屑等矿物碎屑组成，颗粒级配良好。具水平状沉积层理。
⑤	Q _{3al+pl}	粉质黏 土	1.60 ~ 5.90	-19.77 ~ -12.66	灰色，青灰色，饱和，可~硬塑，中等缩性。刀切面稍有光泽，干强度与韧性中等偏低。局部夹有薄层中密状粉砂，局部富集。
⑥	Q _{3dl}	含砾中 粗砂	0.90 ~ 8.00	-21.93 ~ 19.15	灰色、灰白色、杂色，饱和，中密，中偏低压缩性。砾石成分复杂，砾石含量一般 20~55%，局部富集段超过 65%，粒径多为 1~5cm，少数达 8cm，呈次圆形~角砾状，成分多为石英质、硅质，分布不均。充填物主要为

地层 编号	地质 时代	岩土 名称	层厚 (m)	层底高程 (m)	地层描述
			最小 ~ 最大	最小 ~ 最大	
					中、粗、砾砂，黏粒较少。
⑦1	K _{2c}	强风化 泥质粉 砂岩	2.60 ~ 10.10	-26.48 ~ 11.67	棕红色，岩石结构基本破坏，上部岩芯多呈硬土状、砂土状，手捏易碎，水冲即散，下部胶结较好，下部岩芯呈柱状~碎块状，属极软岩，岩芯极破碎，岩体基本质量等级为V级。
⑦2	K _{2c}	中风化 泥质粉 砂岩	22.50 ~ 47.00	-64.16 ~ -10.83	棕红色、褐红色，细粒结构，层状构造，泥质胶结，岩体较完整，岩芯呈中~短柱状，采取率≥70~85%，锤击声哑，有凹痕，易击碎，有轻微吸水反应，在空气及水中不稳定。岩石裂隙节理较发育，沿裂隙充填宽 1-2mm 石膏细脉，岩石受力后易沿裂隙面或层面裂开，遇水易软化，风干后易崩解。属极软岩，岩体基本质量等级为V级。分布于 K0~K10。
⑧1	K _{1g}	全风化 砂岩	1.50 ~ 1.50	-12.17 ~ -12.17	紫红色、灰白色，风化强烈，结构构造完全破坏，岩芯呈砂土状、黏土状，手捏易碎，水冲即散。下部岩芯呈柱状，强度低，岩体基本质量等级为V级。
⑧2	K _{1g}	强风化 砂岩	4.30 ~ 4.30	-16.47 ~ -16.47	灰白色、黄灰色，受强烈风化作用岩石结构大部分破坏，矿物成分显著变化，上部岩芯多呈硬土状夹岩屑；下部岩芯呈岩屑夹碎石状~碎块状，多数风化残块，手捏易碎，局部强度略高，锤击即碎，往下残块增多，岩石强度往下逐渐提高，遇水极易软化。岩体基本质量等级为V级。
⑧3	K _{1g}	中风化 砂岩	8.60 ~ 8.60	-25.07 ~ -25.07	灰白色、黄灰色，细粒结构，层状构造，泥钙质胶结，主要由长石、石英及少量白云母矿物碎屑组成。局部见沉积微层理，岩芯一般呈短~中柱状，风化裂隙较发育，多呈闭合状，部分呈张裂状，由方解石细脉充填。锤击岩芯声较哑，轻微回弹。岩体较完整，极软岩~软岩，岩体基本质量等级为IV~V类。分布于 K11~K12，GQZK6。
⑨1	J _{3l}	全风化 安山岩	0.55 ~ 4.20	-2.90 ~ 25.65	紫红色、灰白色，风化强烈，结构构造完全破坏，岩芯呈砂土状、黏土状，局部间夹碎块，遇水软化。局部岩性接近或为残积土。
⑨2	J _{3l}	强风化 安山岩	0.60 ~ 8.20	-22.47 ~ 21.05	灰色、灰紫色，矿物成分主要为斜长石、角闪石等，斑状结构，块状构造，节理裂隙非常发育，岩芯呈碎块状、块状，RQD 一般小于 15，锤击声闷，手可掰断，遇水软化，间夹中风化岩碎块。岩体基本质量等级主要为 V 级。
⑨3	J _{3l}	中风化 安山岩	1.40 ~ 50.00	-51.87 ~ 14.45	灰褐色、紫灰色，斑状结构，块状构造，岩质软硬不均，以较软岩为主，矿物成分主要为斜长石、角闪石等，节理裂隙稍较发育，岩芯呈短柱状、柱状，少量碎块状，RQD 一般 80~90，锤击声脆，锤击不易碎。岩体较完整，属软岩~较硬岩，基本质量等级主要为III~IV 级，分布于 K12~K13。
⑨3a	J _{3l}	破碎中	1.30	-32.98	灰褐色、紫灰色，斑状结构，块状构造，岩质软硬不

地层 编号	地质 时代	岩土 名称	层厚 (m)	层底高程 (m)	地层描述
			最小 ~ 最大	最小 ~ 最大	
		风化安 山岩	~ 20.10	~ 17.65	均，以软岩~较软岩为主，节理裂隙发育，岩芯呈短柱状、碎块状，RQD一般10~20，锤击声脆，锤击不易碎。属软岩~较软岩，基本质量等级主要为IV~V级。分布于K10~K11，GQZK13。

2、地质评价

(1) 非软土路段路基

非软土路段主要分布于丘陵上，标高较高，海拔标高一般在10米以上，土层多为④1层。土层的物理力学指标较好，适于填筑路基。

(2) 软土路段路基

据区域地质资料及本次勘察揭示，拟建线路区均有软土分布。

拟建线路区冲积平原段分布有②2淤泥质粉质粘土、坳沟段分布有③2含淤泥质粉质粘土。②2淤泥质粉质粘土：灰色，软~流塑，高压缩性，为中灵敏土，属无机土，局部夹少量粉土、粉砂薄层，局部富集，该层分布于冲积平原地貌（K0~K7，主线占比25.8%），层顶埋深1.50~7.10m，层顶标高为1.42~4.93m，层厚0.90~14.40m，平均层厚6.17m。③2含淤泥质粉质黏土：灰黄、灰色，软~流塑，中偏高压缩性，为中灵敏土，属无机土，该层分布岗间坳沟区域（K7~K10，主线占比9.6%），层顶埋深3.00~6.40m，层顶标高为-0.07~20.77m，层厚1.00~2.20m，平均层厚1.77m。

可根据路基填筑高度和软(弱)土层埋深、厚度等在强度、变形验算基础上进行处理，可采用堆（超）载预压、换填、管桩、搅拌桩等地基处理方式进行处理。

3.1.2 制约建设方案的其他主要因素

3.1.2.1 城镇规划

1、《南京市国土空间总体规划（2021—2035）》（征求意见稿）

根据《南京市国土空间总体规划(2021-2035年)》综合交通规划（征求意见稿），南京将构建国际性综合交通枢纽城市。建设世界先进的门户枢纽和综合交通网，提升

至全球、全国重要城市的交通可达。构建“八向”国家综合交通通道，每条通道由至少1条高速铁路、1条普铁（或城际）、2条高速公路组成。围绕构建1小时通勤圈和1日生活圈，建立都市圈“十廊放射”复合交通走廊，强化南京与周边城市的联系。

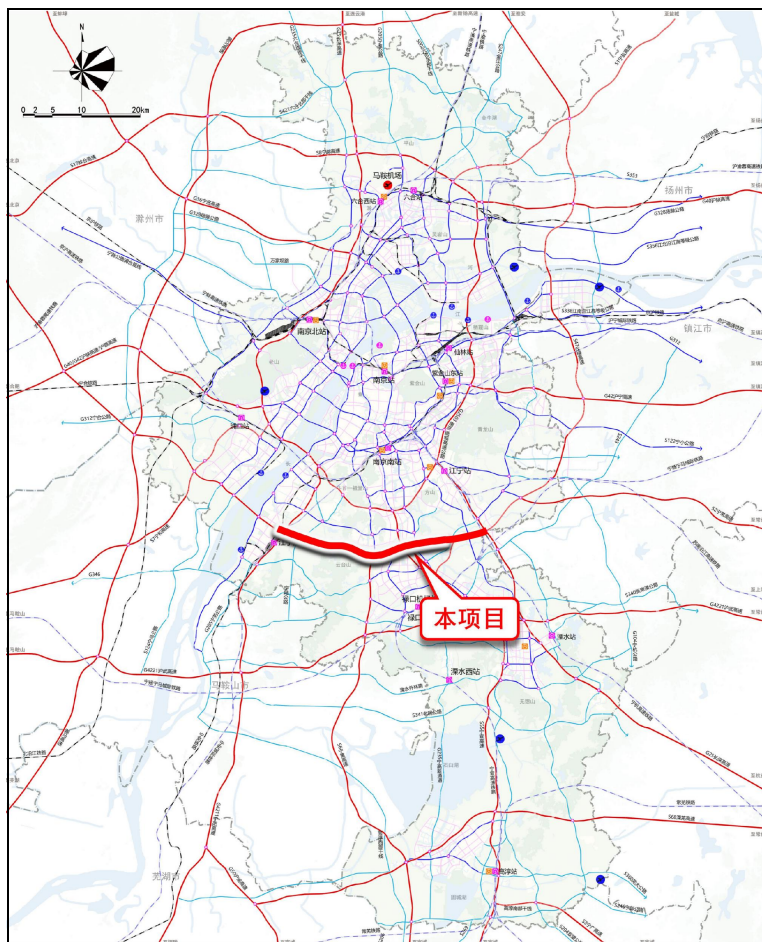


图 3-5 市域综合交通规划图

规划中明确提出禄全高速为“八向”中宁合(成都、重庆、武汉、合肥)方向和“两环两横十五射”中两环的重要组成部分，总体呈东西走向，东接南京都市圈环线高速龙潭至禄口段，西接滁马高速。

2、《南京市江宁区国土空间总体规划（2021—2035）》（征求意见稿）

根据《南京市江宁区国土空间总体规划（2021-2035）》（征求意见稿），江宁区愿景定位为中国式现代化先行示范区，城市性质为南京都市发展的核心引擎、长三角的创新智造新高地、双向开发的国际门户枢纽和城乡共富的魅力发展区。

统筹划定三条控制线：江宁区共划定永久基本农田面积 275km²，占全区面积

17.6%；生态保护红线面积 82km²，占全区面积 5.2%；城镇开发边界面积 350km²，占全区面积 22.4%。

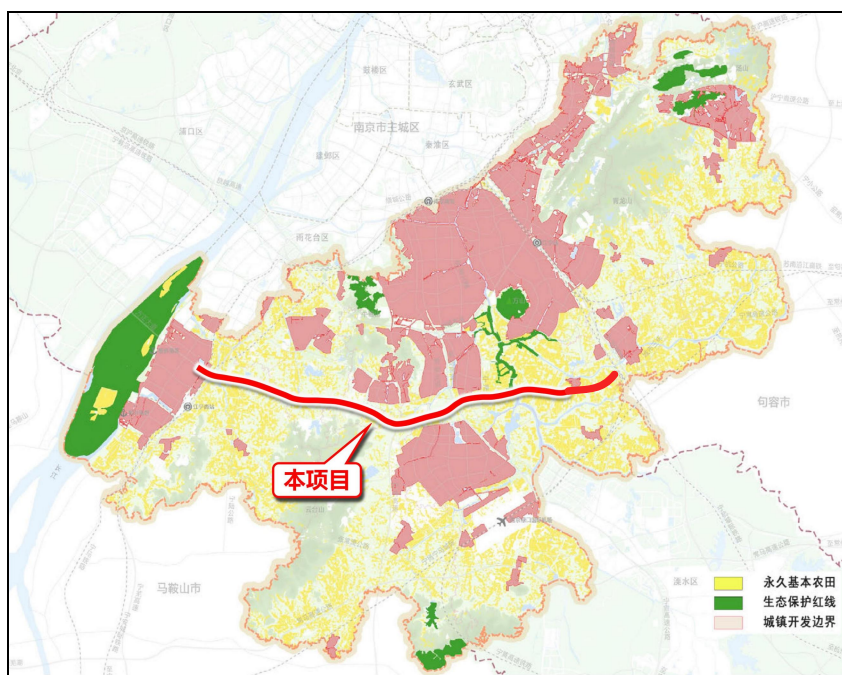


图 3-6 江宁区国土空间控制线规划图

构建江宁美好空间格局：落实主体功能区规划的要求，衔接南京市空间规划空间格局，总体形成“一核一极四城四区”的国土空间开发总体格局。

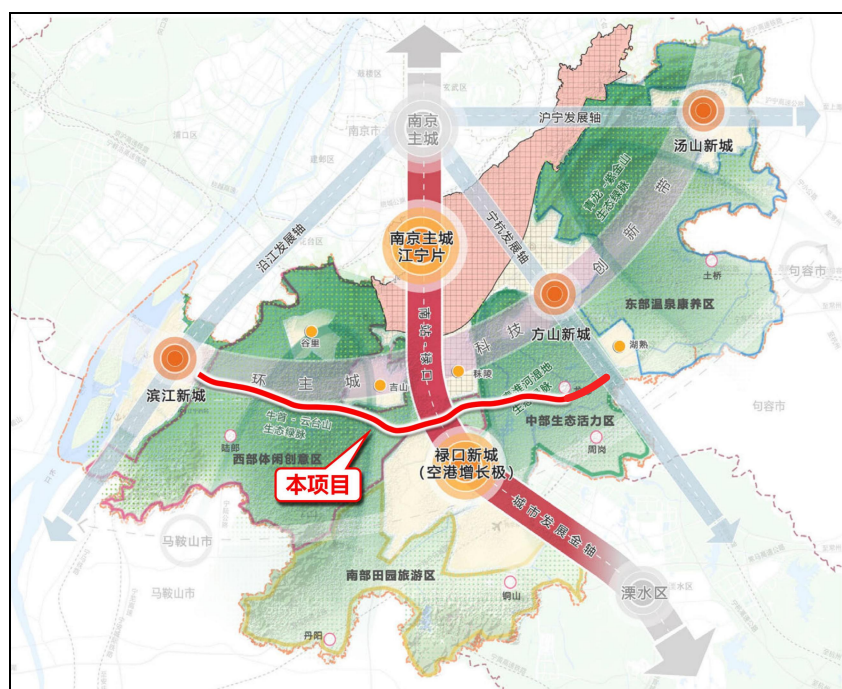


图 3-7 江宁区国土空间总体格局图

建设幸福通勤的便捷城市：布局“两环六射一横”的高速公路。构建“两环八射两横多联”的快速通道。

①高速公路

“两环”：绕城高速、都市圈环线高速；

“六射”：宁芜高速、宁黄高速、机场高速、宁杭高速、宁常高速、沪宁高速；

“一横”：常马高速。

②快速通道

“两环”：宏运大道—东麒路、S002；

“八射”：丽水大街、牛首大道—宁陆公路、S126、将军大道、S204、S246、G104、宁杭公路；

“两横”：正方大道、S340；

“多联”：S445、南环路、S243 等

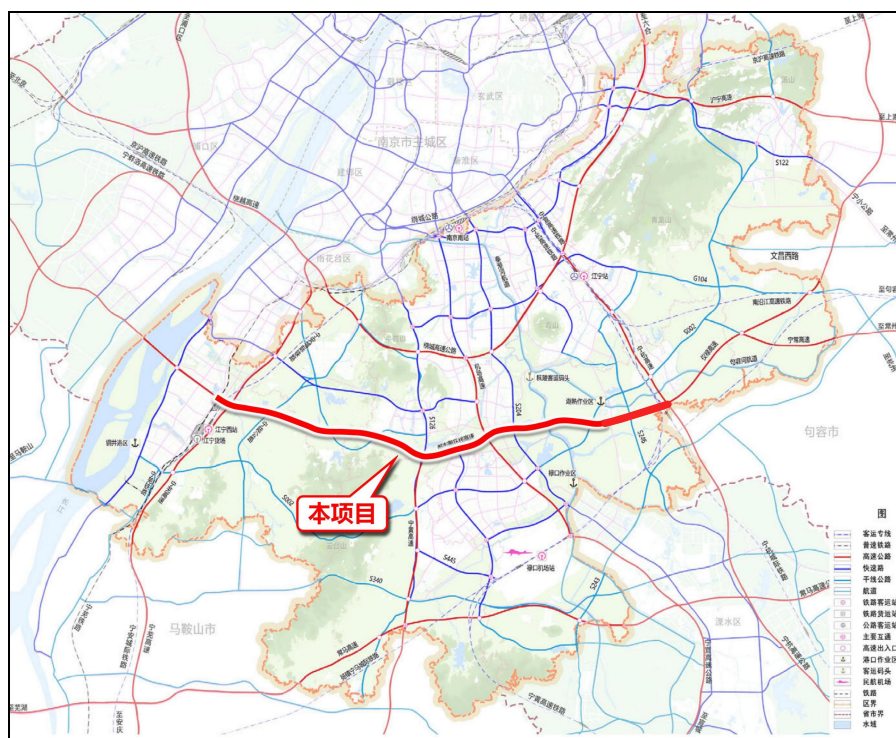


图 3-8 江宁区综合交通规划图

本项目是规划高速公路“两环”中都市圈环线高速的重要组成部分，是沟通禄口新城（空港增长极）与滨江新城、中部生态活力区与西部休闲创意区的快联通道，项

目布线时应尽量避让永久基本农田和生态保护红线，并与城镇开发边界相协调，实现项目沿线区域协同发展。

3、《南京市湖熟新市镇（新城）城乡总体规划（2010-2030）》

至规划期末，湖熟街道在空间上将形成“1+1+3”的聚落体系，分别为：1个新城——既湖熟新城，由湖熟和龙都两个新市镇相向发展而成；1个新型社区——既周岗社区；3个特色村——杜桂村、徐慕村和杨柳村。

本项目起于湖熟街道龙都社区西南，顺接南京都市圈环线高速龙潭至禄口段。根据湖熟用地规划，项目路线位穿越弹性发展用地，不侵占城镇、村庄及其他建设用地，不影响湖熟新市镇的城镇开发。

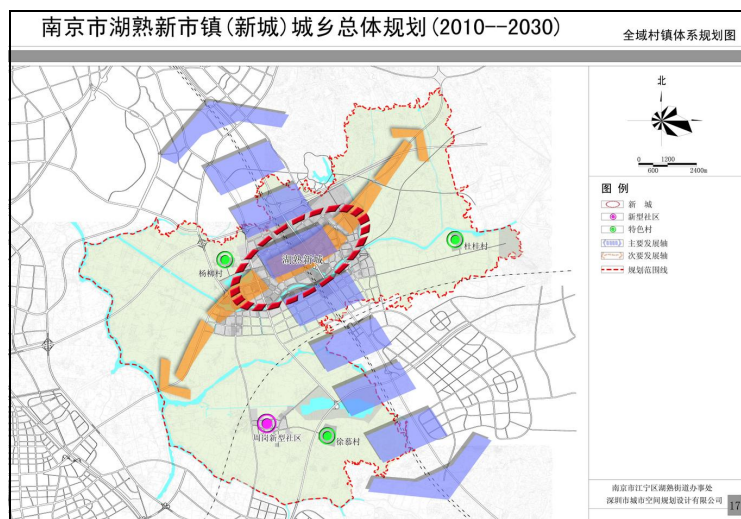


图 3-9 湖熟新市镇村镇体系规划图

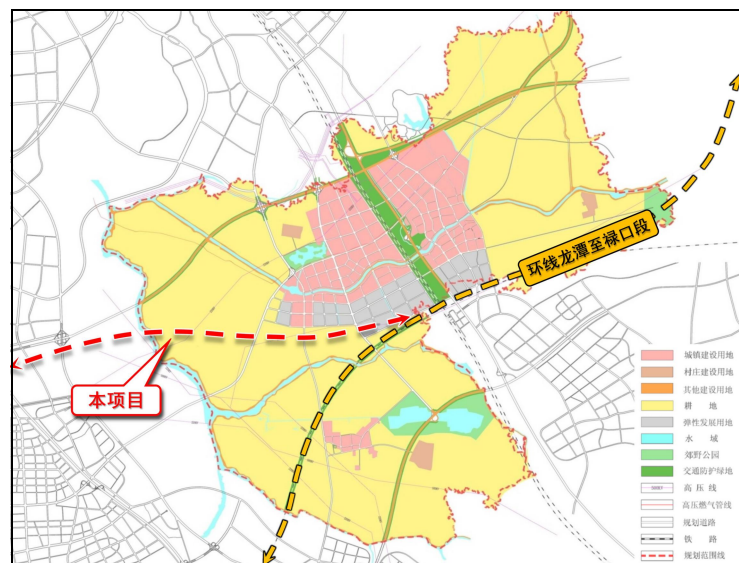


图 3-10 项目路与湖熟新市镇用地关系

4、《江宁区秣陵街道总体规划（2013-2030）》

从大区域角度分析，注重与区域廊道与绿楔的轴线对接，结合内部功能布局，优化空间结构与资源配置，形成“产业高效、绿廊渗透、功能有机结合”的空间格局。



图 3-11 秣陵街道土地利用规划图

规划形成“一核、五心、两横、四纵、多片区”的空间结构；

一核：东山副城综合服务中心；

五心：结合各片区功能形成的服务中心；

两横：南侧生态隔离与北侧游憩环带；

四纵：自西向东分别为牛首-云台山山林生态轴、东山-禄口城镇主要发展主轴、秦淮河湿地生态轴、宁杭高速城镇发展次轴；

多片区：东山副城片区、大学城教育功能片区、秣陵镇区、生态保护片区。

秣陵街道南部与禄口街道间规划有区域廊道，本项目布线时应考虑尽量从规划廊道穿越，并与沿线城镇规划相协调，避让规划建设用地。

5、《南京禄口空港地区总体规划（2014-2030）》

根据《南京禄口空港地区总体规划（2014-2030年）》，南京禄口国际机场是国家区域性枢纽机场、华东地区第三大国际机场，与上海、杭州空港呈现三足鼎立的气势。禄口空港地区是长三角西翼辐射带动中西部发展的桥头堡，是展现与提升南京国际化水平的重要窗口；是长三角促进东中西产业互动合作和资源要素优化整合平台，苏南现代化示范区的产业经济增长极，南京市产业转型升级的重要触媒和载体；是南京市域禄口次区域现代化的动力引擎。



图 3-12 禄口空港土地利用规划图

禄口空港地区北部规划有区域廊道，本项目布线时应考虑尽量从规划廊道穿越，并与沿线城镇规划相协调，避让规划建设用地。

6、《南京市江宁区谷里街道（新市镇）总体规划（2011-2030）》

鉴于东善桥并入谷里后，牛首山自然将谷里分割，规划结合城市发展方向，形成了“一廊道两轴五片区”的城镇空间结构。

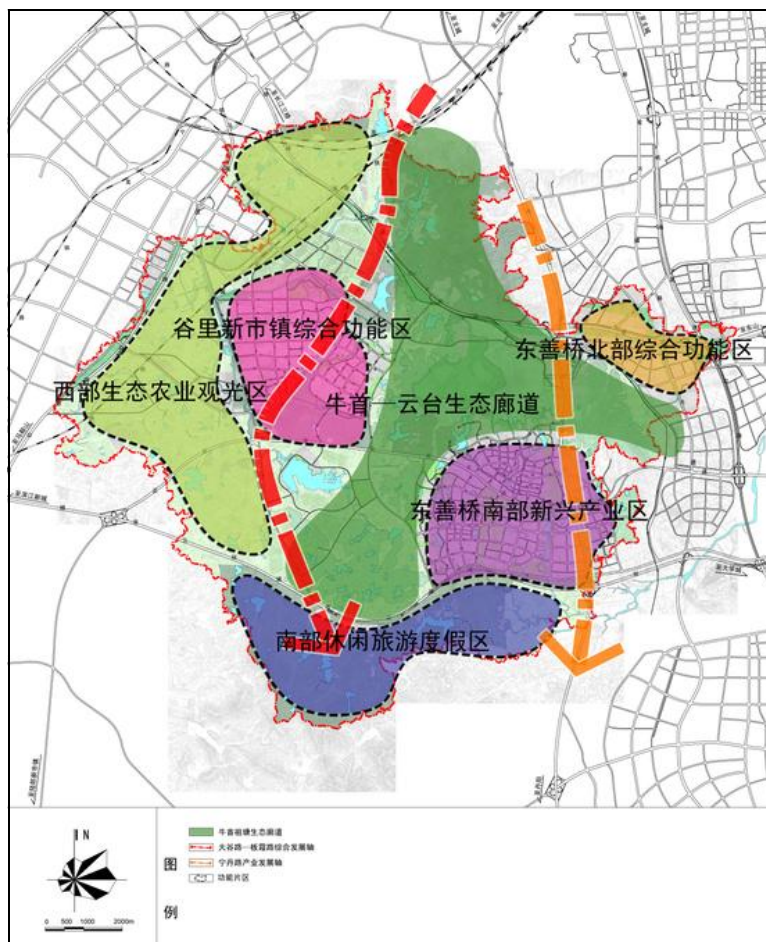


图 3-13 谷里街域空间结构规划图

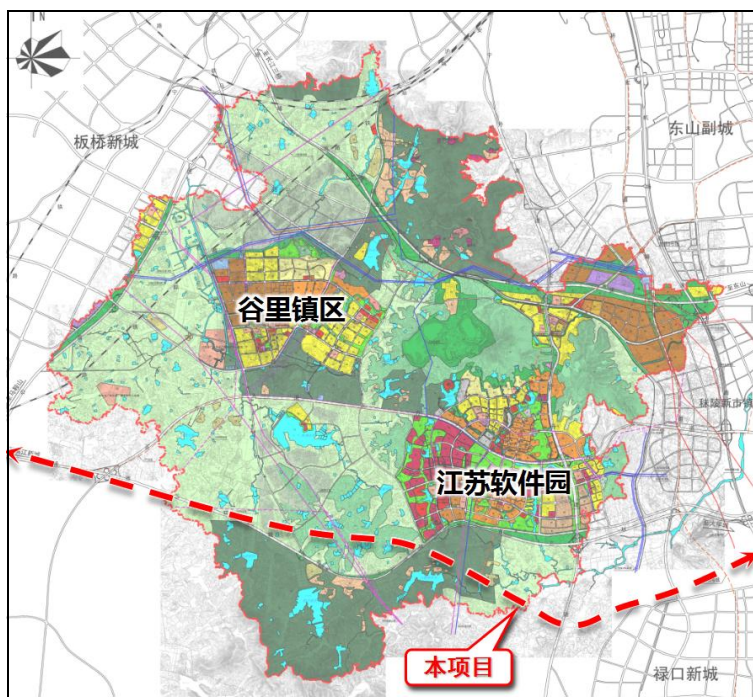


图 3-14 项目路与谷里用地关系

项目线位在谷里新市镇区域占用了谷里郊野绿地用地和林地用地，不侵占城镇建设用地，对谷里新市镇的城镇开发无影响。

7、《南京市紫金（吉山）科技创业特别社区控制性详细规划》

根据《南京市紫金（吉山）科技创业特别社区控制性详细规划》：

规划用地北至正方大道、东至宁丹路，南至板霞路，西至支一路。

功能定位：软件及国际企业研发为主导的创新社区，南京市软件名城“一核两翼”江苏软件园的重要组成部分。

发展目标：区域型新兴产业研制基地、创新型新兴产业服务中心、生态型新兴产业环境标杆。

本次规划布局结构可概括为“一心、一轴、三带、三区”。

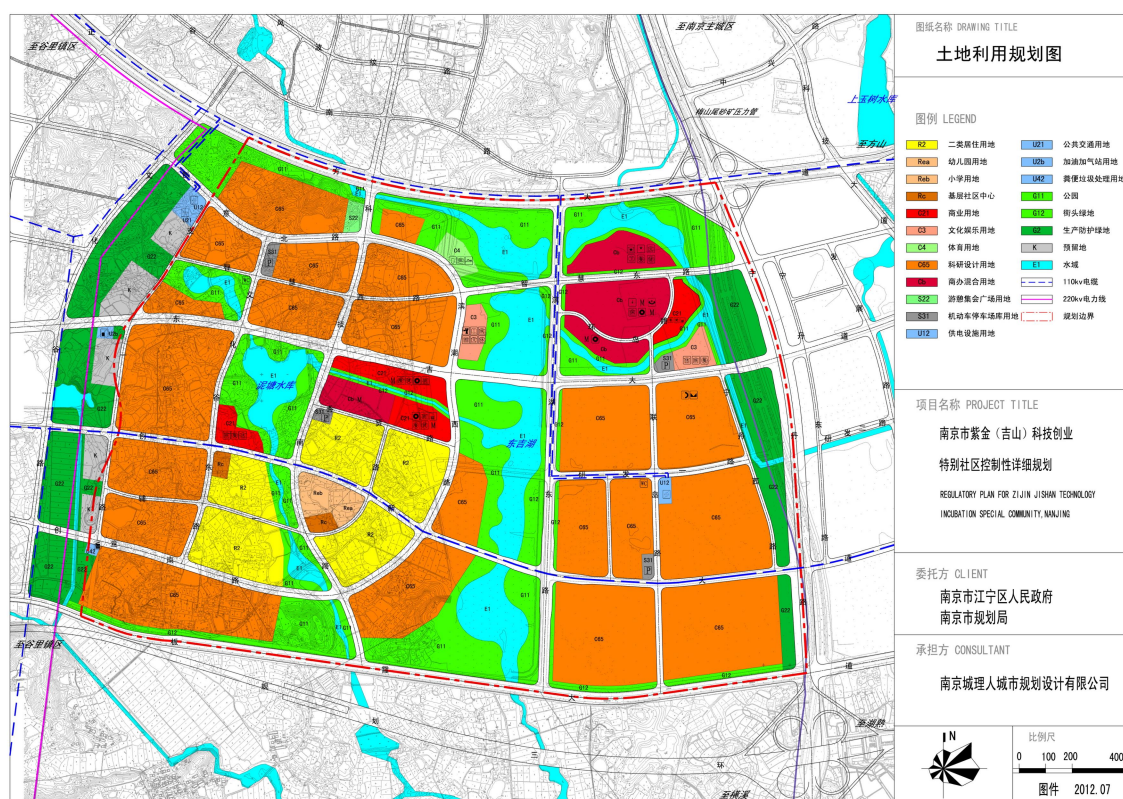


图 3-15 江苏软件园土地利用规划图

根据《南京市紫金（吉山）科技创业特别社区控制性详细规划》，软件园南侧规划有城市快速路，本项目位于规划城市快速路南侧，因此本项目线位在江苏软件园规划区南侧外围穿越，也不侵占软件园地区开发边界，不影响软件园的发展。

8、《南京市江宁区滨江新城总体规划（2011-2030）》

根据《南京市江宁区滨江新城总体规划（2011-2030）》：滨江新城定位为苏皖沿江城镇门户，滨江生态工业新城，江宁西部片区中心。

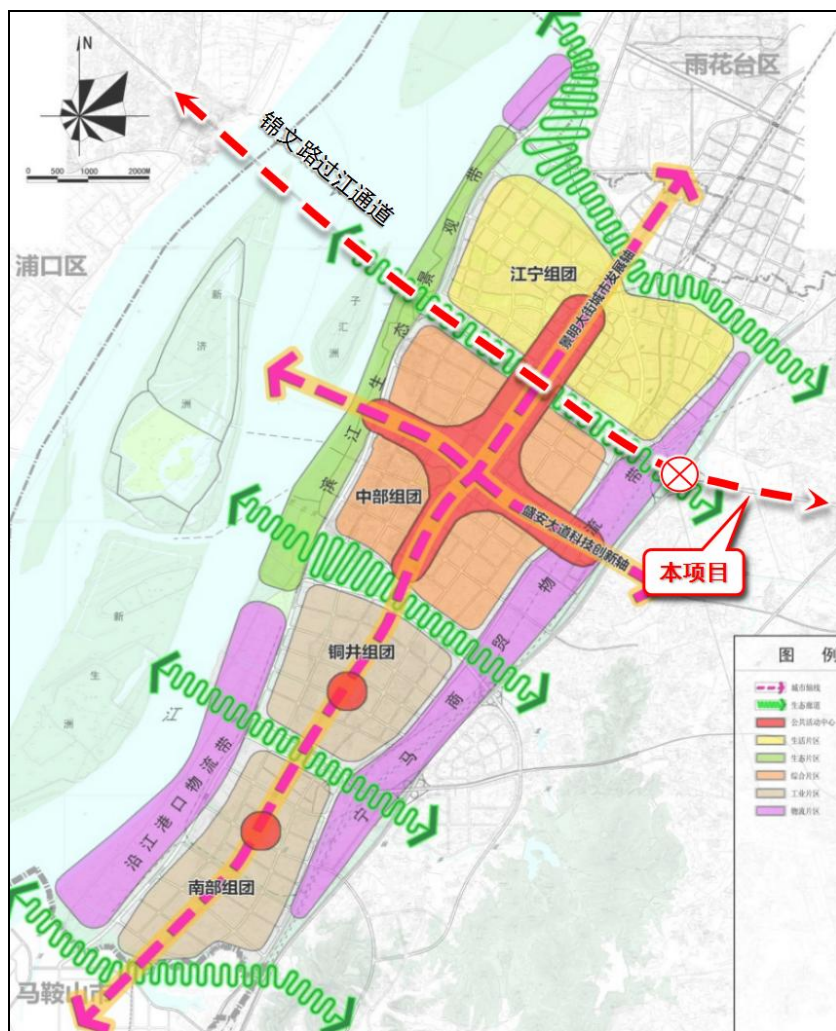


图 3-16 滨江新城规划布局结构图

根据《南京市江宁区滨江新城总体规划（2011-2030）》，为本项目预留了廊道即锦文路过江通道的线位廊道，本项目不侵占滨江新城地区开发边界，不影响城镇发展。



图 3-17 滨江新城规划预留廊道布局图

9、《凤凰山片区总体发展研究暨 NJNBh080-01、02 规划单元图则》

根据《凤凰山片区总体发展研究暨 NJNBh080-01、02 规划单元图则》（下称凤凰山康养生态小镇项目）成果，凤凰山康养生态小镇项目是工矿修复主题的郊野生态公园及高端康养社区，是南京江宁区生态旅游综合体，内有矿坑感官郊野公园，夜间幻光公园，是乡村振兴、改造前山凹夜间经济支撑的体验式文化村落。

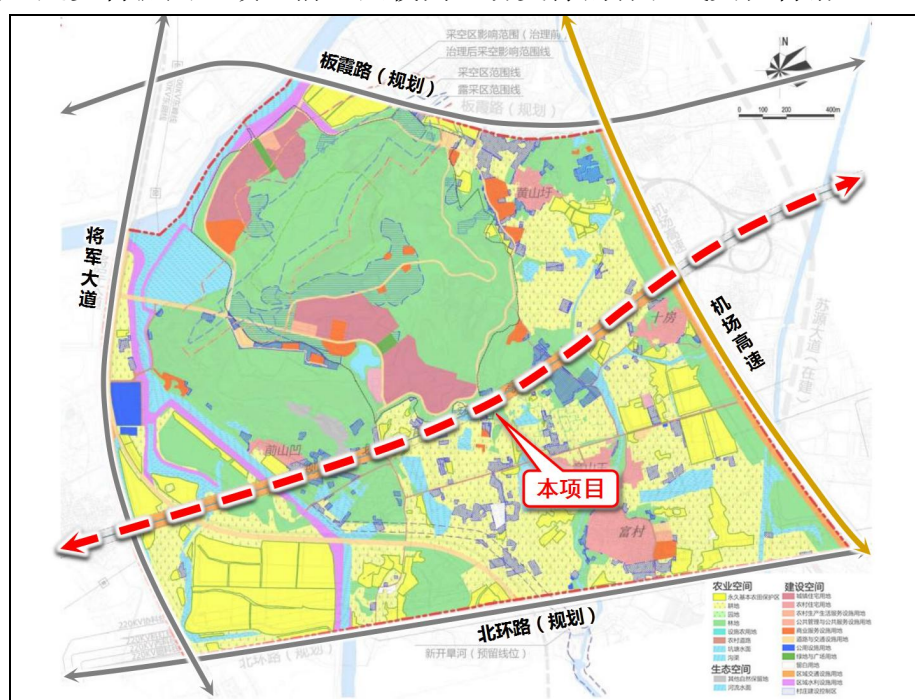


图 3-18 道路规划图

规划已为本项目预留通道，即南环高速。

3.1.2.2 主要相关公路

本项目涉及的现状道路主要有 S246、S002、S204、飞天大道、机场高速、将军大道、S126、银杏湖大道、正方大道、宁马高速；涉及的规划道路主要有南京都市圈环线高速龙潭至禄口段、S204 改线段、宁黄高速、锦文路过江通道。项目路线布设需考虑与现状及规划道路的交叉型式，采用合理的交叉方式。

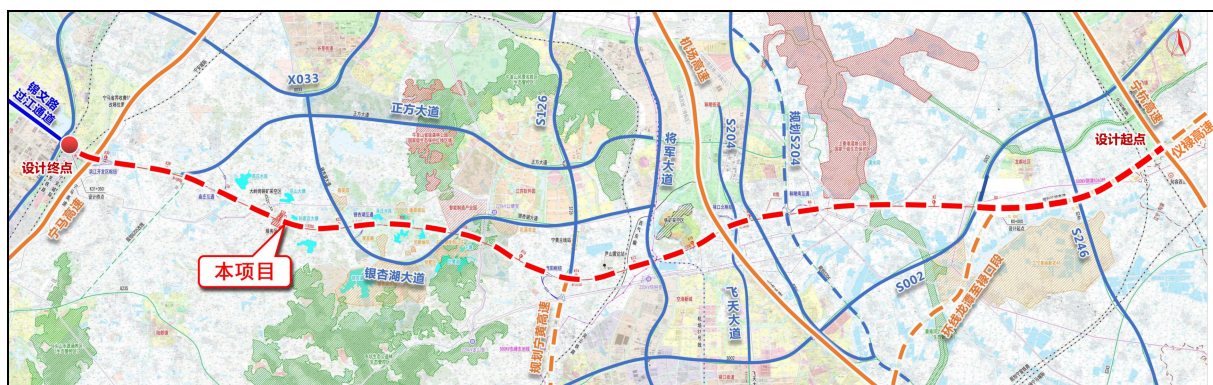


图 3-19 主要相关公路分布示意图

3.1.2.3 主要相关铁路

1、宁芜铁路、宁安城际



图 3-20 宁安城际铁路



图 3-21 宁安城际铁路

宁芜铁路、宁安城际与本项目在滨江开发区相交，本项目终点接宁马高速滨江开发区枢纽，对滨江开发区枢纽改造方案，需结合穿越宁芜铁路、宁安城际方式进行综合研究。



图 3-22 宁芜铁路、宁安城际位置示意图

2、风云铁路

南京云台山硫铁矿铁路专线，即风云铁路，是一条起于南京板桥古雄车站，终于南京云台山硫铁矿厂的货运专线。目前该铁路属云台山硫铁矿管理，火车经过并不频繁，同时因其两旁被大量绿色植被所环绕，被网友们誉为南京最清新铁路，也被称为“爱情隧道”。

本项目与风云铁路相交，铁路为路基段，考虑上跨该铁路，线路交角、高速桥墩间距，铁路净空等均需满足规范要求。

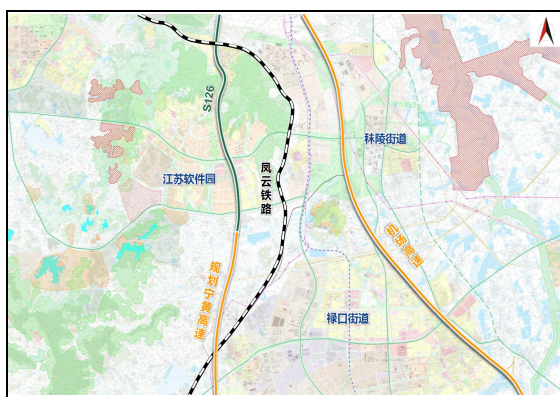


图 3-23 风云铁路位置示意图

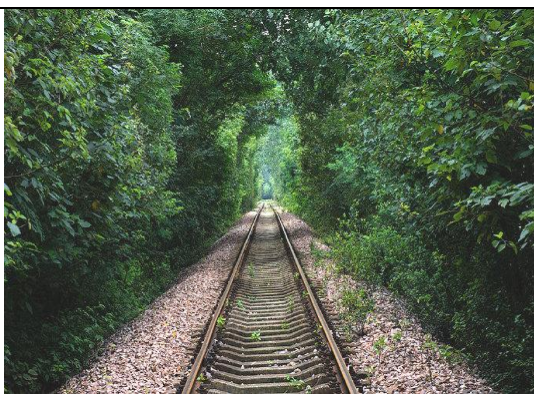


图 3-24 风云铁路

3、南京地铁 S1 号线

南京地铁 S1 号线：南京地铁 S1 号线（又称机场线）是南京地铁线网中一条南北走向的线路，于 2014 年 7 月 1 日正式运营。地铁 S1 号线途经雨花台区和江宁区，路线北起南部新城的南京南站，一路南下经过江宁东山片区西侧、江宁经济技术开发区、秣陵片区、禄口新城，南至空港新城江宁站。

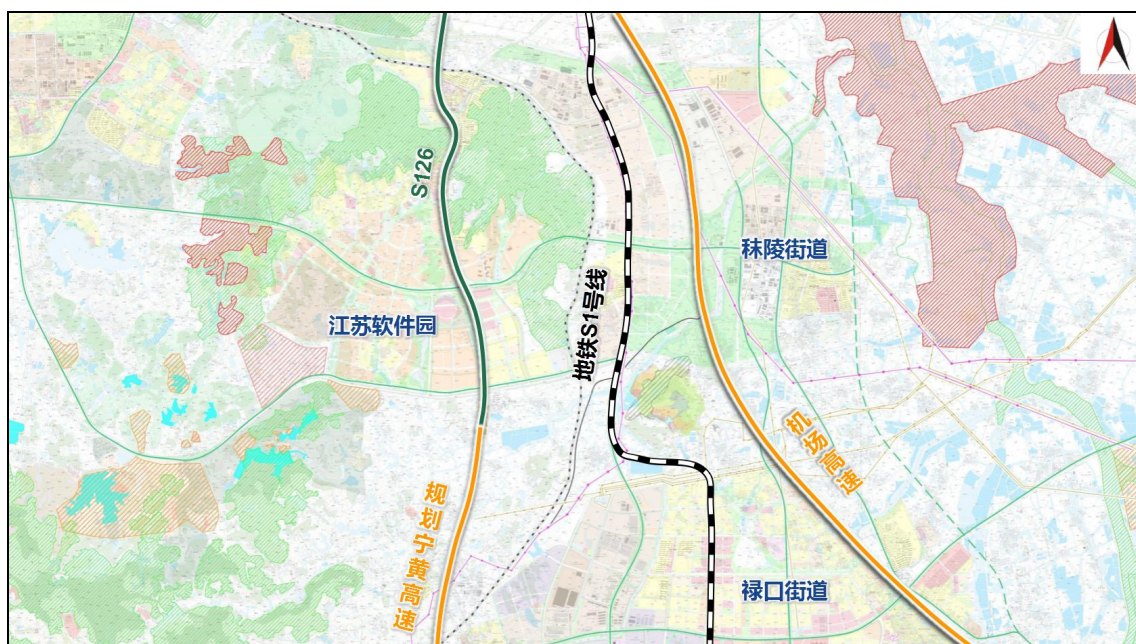


图 3-25 地铁 S1 号线位置示意图



图 3-26 地铁 S1 号线

本项目在秣陵片区与禄口空港新城之间与地铁 S1 号线相交，穿越地铁 S1 号线的方案需综合考虑将军大道、500kv 东峰东廻迁改线等控制因素，同时高速桥梁与地铁桥墩净距，桥面与区间段净空，高速桥墩与地铁承台间距均需满足规范要求。

3.1.2.4 主要相关水系



图 3-27 本项目与水系关系图

溧水河：溧水河地处秦淮河上游，南起一、三千河交汇口，分别承中山水库、方便水库、卧龙水库、北至西北村，西承横山水库来水，在江宁区有横溪河汇入，承赵村水库来水，北至西北村汇入秦淮河干流，总长约 18.7km，流域面积约 680km²。溧水河左岸堤防长 18.7km，右岸堤防长 10.3km。溧水河主要支流有一干河、二千河、三千河、天生桥河、高阳河、横溪河等。

根据《江苏省干线航道网规划》，秦淮河（溧水河段）规划为三级航道，三级航道尺度的最低标准为：水深 3.2 米，底宽 45 米，弯曲半径 480 米，桥梁通航净高 7.0 米、通航净宽 60 米；蓝线控制带宽度不宜小于 110 米，同时两岸控制线离水边的距离不宜小于 20 米。



图 3- 28 漂水河

胜利河：胜利河为云台山河支流，秦淮河二级支流，源于陶吴西部红星水库，经陶吴集镇后流入空港枢纽经济区，下游于凤凰山西侧汇入云台河，河道呈西南—东北走向，流域面积 64.0km²，其中红星水库集水面积 20.1km²。胜利河全长 10.6m，其中自石坝路桥以下至河口段为胜利河干流，总长 7.0m，左岸堤防长 7.0km，右岸堤防长 2.016km，干流汇水面积 22.42km²。



图 3- 29 胜利河

江宁河：江宁河属于通江小流域，跨南京、马鞍山两市，流域面积约 199.6km²，马鞍山境内全部为山丘区，河道不规整，成型河道均位于南京境内，总长度 25.46km，

南京境内流域面积 152.6km²。



图 3-30 江宁河

沿线水库：邵处水库、谷里水库、公塘水库、高山水库、高庄水库、冬瓜塘水库。

沿线塘坝：史家、下塘、草塘、竹丝塘、竹园大塘、龙毕塘、孙家店大塘、尼山大塘、陈上。

3.1.2.5 其他控制因素

1、生态保护红线

根据《江苏省生态空间管控区域规划》，江宁区生态空间保护区域共有 7 类 18 块区域，总面积 403.48km²，其中，国家级生态保护红线面积 58.31km²，生态空间管控区域面积 345.17km²。

对于国家级生态保护红线必须避让，生态空间管控区域应尽量减少穿越。项目路线方案应避让国家级生态红线；若条件受限，路线确需穿越生态空间管控区域，需开展不可避让专题论证。

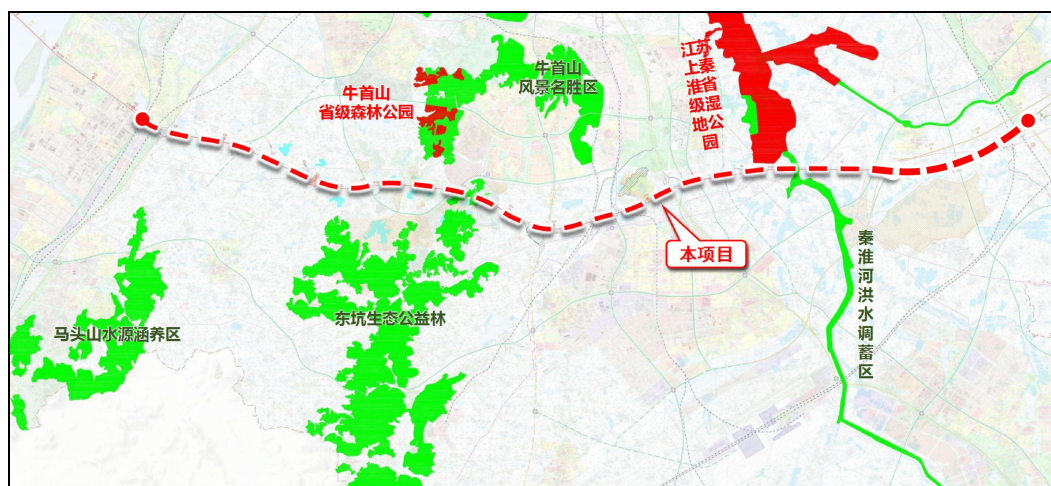


图 3- 31 项目沿线主要生态保护红线

2、永久基本农田

本项目研究范围位于南京市江宁区，沿线永久基本农田主要分布在淳化街道、横溪街道、湖熟街道、江宁街道及汤山街道，分布较为密集。路线方案研究将永久基本农田作为比选的重要因素，尽量少占用永久基本农田。

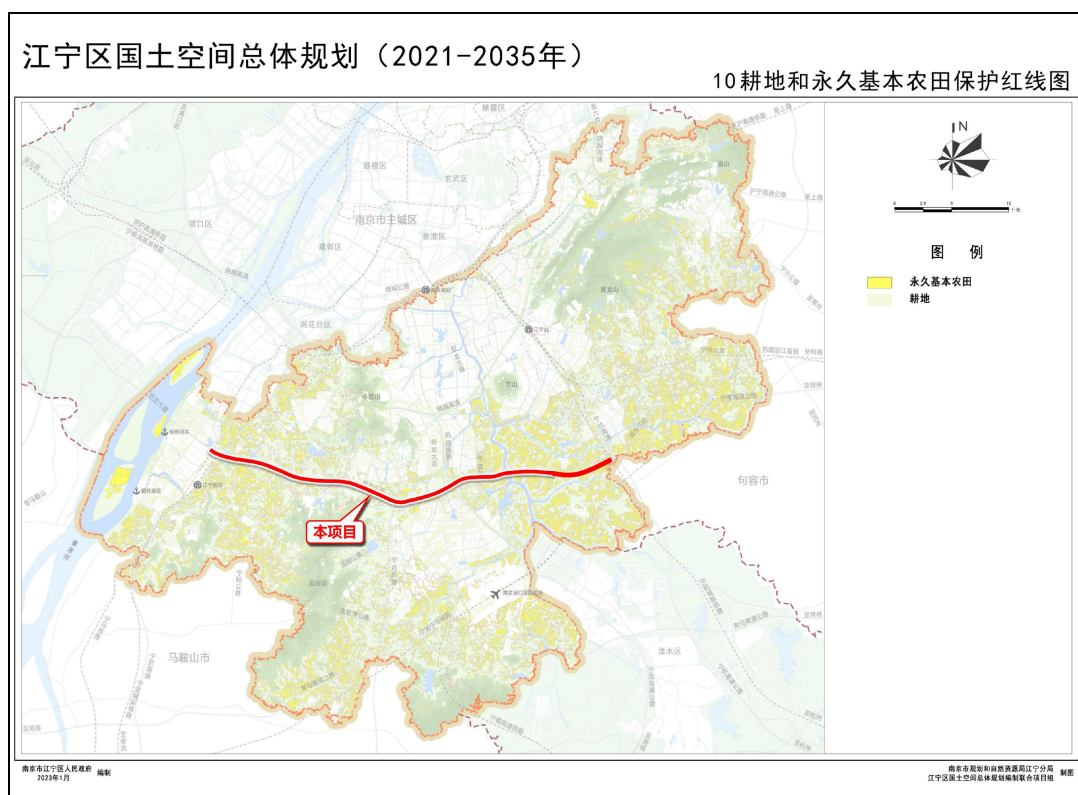


图 3- 32 本项目与永久基本农田的关系

3、城镇开发边界

本项目路线方案研究需与区域城镇规划充分协调，路线走向均在城镇开发边界外。

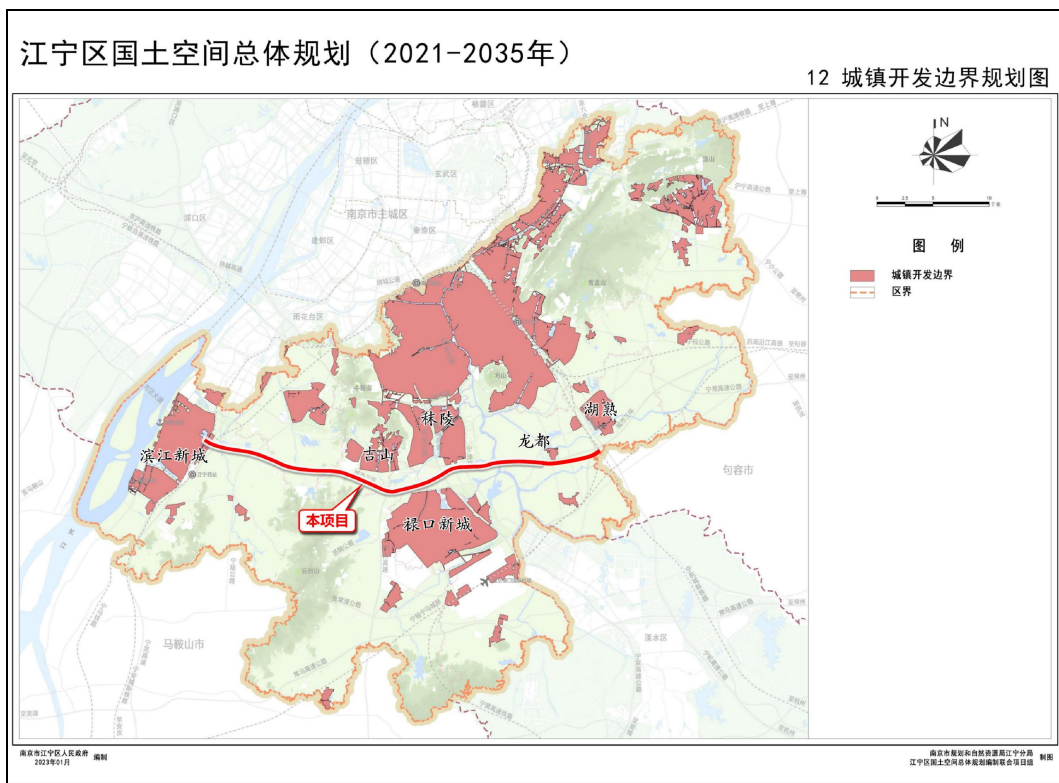


图 3- 33 本项目与城镇开发边界的关系

4、500kv 高压线走廊、220kv 高压线走廊

起点至将军大道段高压输电线密布，主要分布有 220kv、500kv。其中主要控制路线方案的高压线有 500kv 东峰 5652 线、500kv 东南线、500kv 东峰东廻线等。

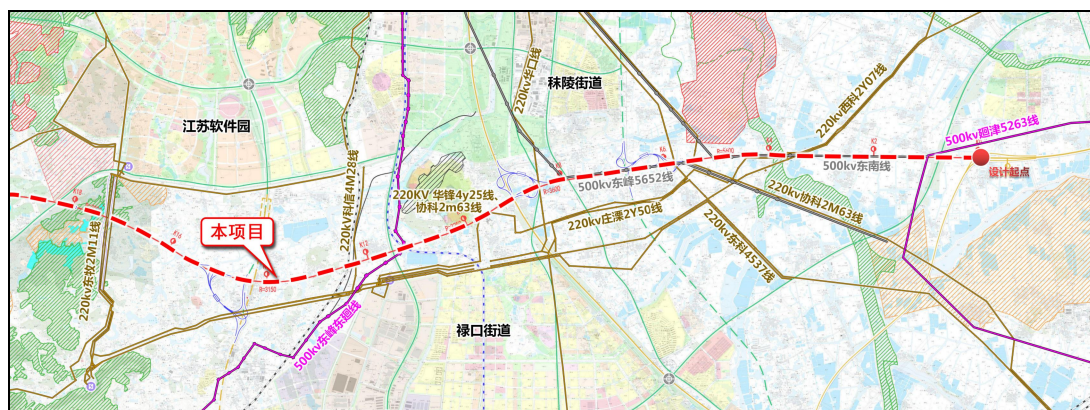


图 3- 34 高压输电线平面分布示意

5、西气东输管线

西气东输管道：与风云铁路共廊；

要求：管道上方中心线两侧 5m 之内，严禁取土、挖掘、使用机械施工；

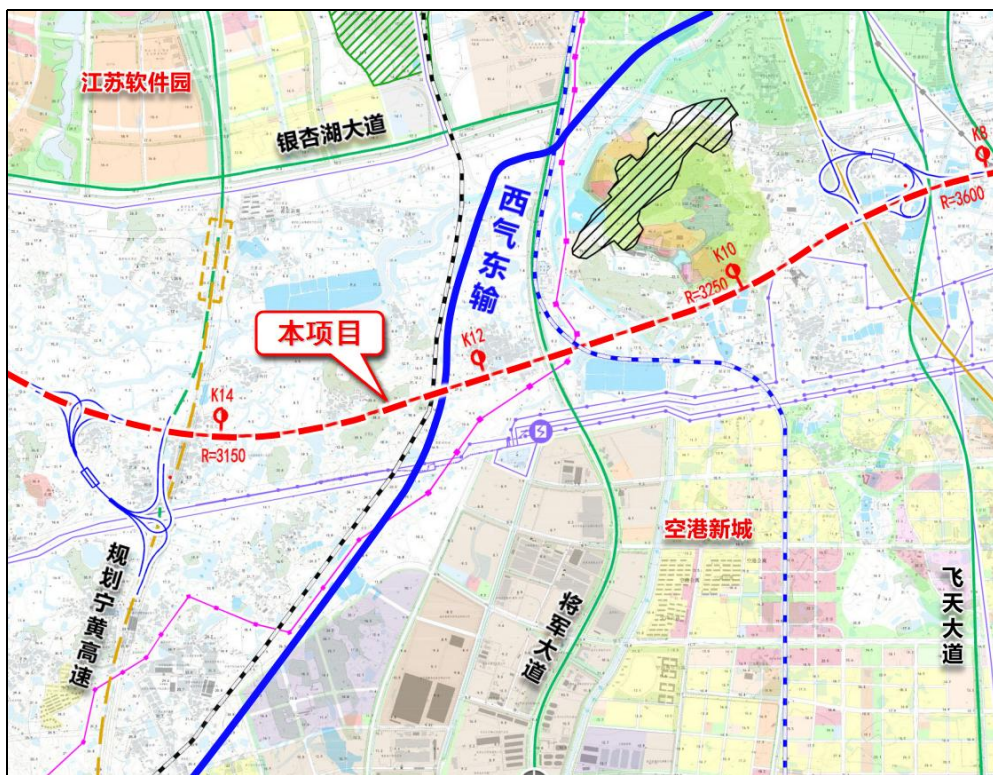


图 3-35 西气东输管线位置示意

6、智能制造产业园、观音殿、华新丽华规划区等

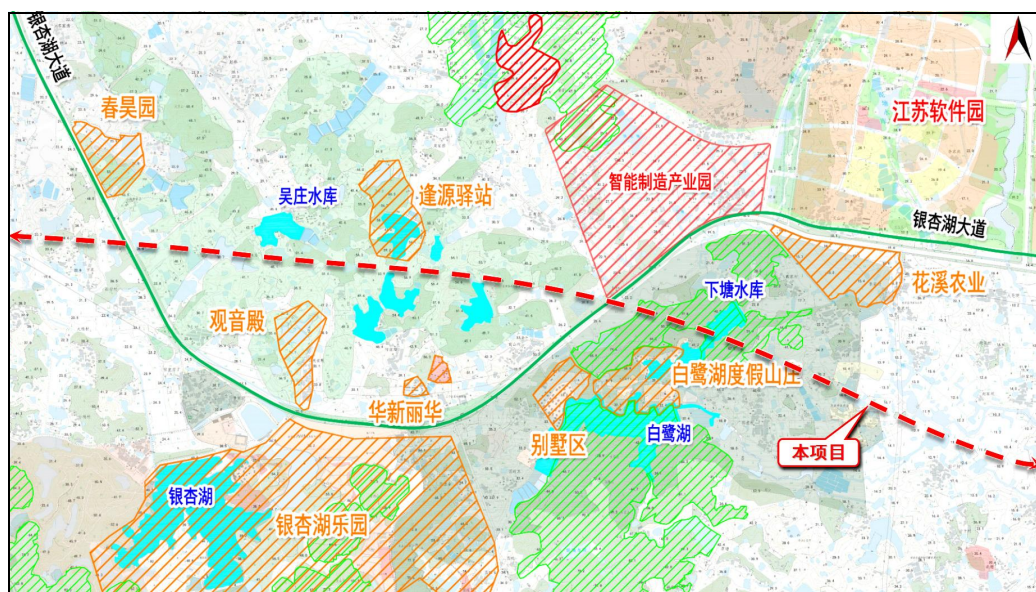


图 3-36 智能制造产业园、观音殿、华新丽华规划区等地块

在规划宁黄高速至宁马高速段主要有规划智能制造产业园、华新丽华规划区、银杏湖乐园景区、观音殿、白鹭湖度假山庄和别墅区等开发区域，项目路线布设需考虑避让。



图 3- 37 观音殿景区



图 3- 38 白鹭湖度假山庄



图 3-39 白鹭湖别墅区

7、尹山雷达

尹山雷达站位于南京市江宁区横溪镇，是西班牙 S 横式单二次雷达，它的建设实现了本地区雷达覆盖了机场雷达的盲区，减少了不安全的隐患。根据 MH/T4003.2-2014《民用航空通信导航监视台（站）设置场地规范第 2 部分：《监视》》中规定，公路相对于雷达站的防护间距典型值为 0.7km，具体影响需进行计算。



图 3-40 尹山雷达

8、南京谷里铜矿大岭岗矿区采空区

根据《南京谷里铜矿大岭岗矿区采空区地面塌陷地质灾害勘察、评价报告》（以下简称“报告”），2006年9月21日11时左右，南京谷里铜矿大岭岗矿区发生地面塌陷地质灾害。根据勘查区环境地质条件，按塌陷区现状和已有采空区位置、分布等资料，结合物探工作成果，将危险区确定在浅部采空区（包含±0m采矿巷道）上方，呈条带状展布，长约560米，宽约55米，面积约30800平方米，详见下图：

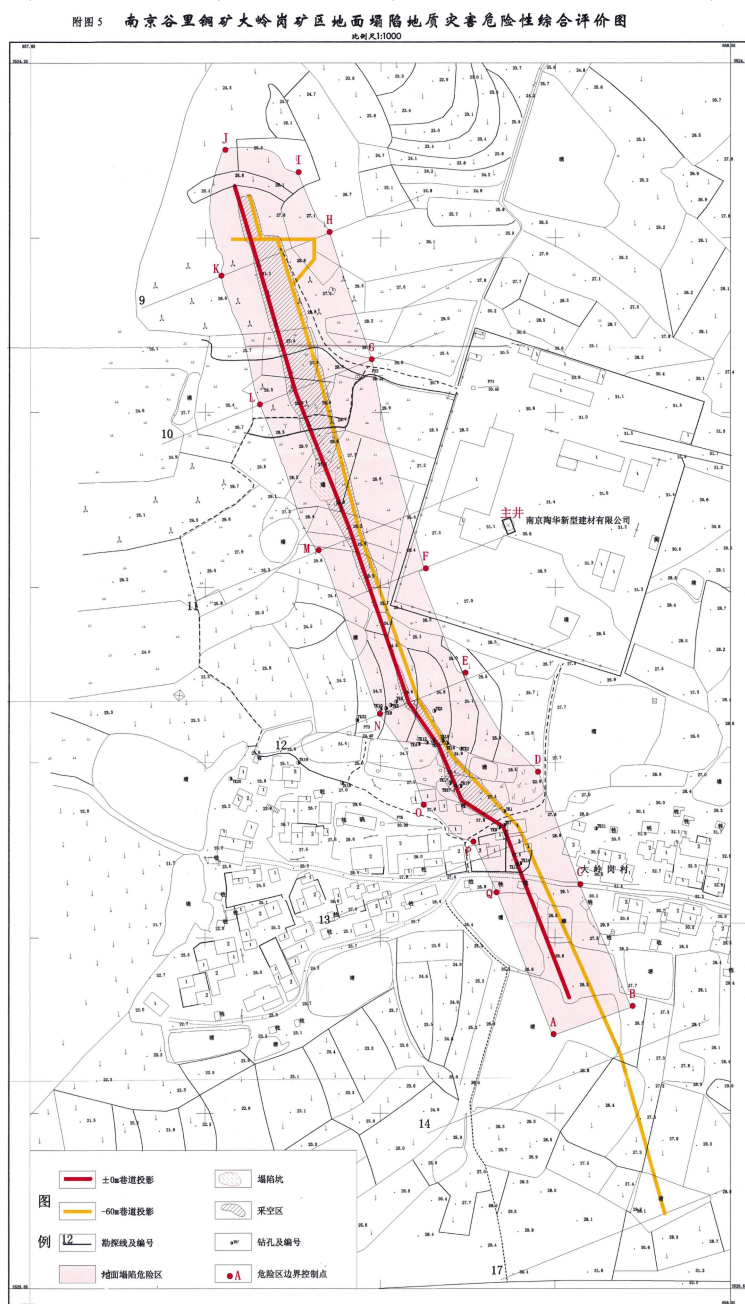


图 3- 41 采空区及危险区范围示意图

预测仍存在地面塌陷隐患，其危险性大；在危险区的外围，远离采空区，未发生过地面塌陷，也不具备发生地面塌陷地质灾害条件。预测地面塌陷危险性小，可视为相对安全区。为避免次生灾害发生，根据上述建议，本项目选线时应考虑避让采空区及危险区。



3-42 南京谷里铜矿大岭岗矿区采空区位置示意图

3.1.3 筑路材料及运输条件

公路建设所需的建筑材料需求量较大，从经济性考虑应尽可能利用当地材料，因地制宜。钢材、木材、汽油、柴油可从周边县市供应点购买，尽量利用水路运至工地，砂石料、石灰等需从外省市购买，沥青砼路面面层应采用优质沥青。项目所在区域河道密集，水路四通八达，乡村道路完善，且与附近其他省市的交通联系便捷，路用建筑材料运输均可以水运及公路陆运为主。

3.2 项目选址或选线

3.2.1 项目路起终点分析

3.2.1.1 项目路起点

2022年7月，《国家公路网规划》发布，规划提出国家高速公路网由7条首都放射线、11条北南纵线、18条东西横线，以及6条地区环线、12条都市圈环线、30

条城市绕城环线、31条并行线、163条联络线组成。其中南京都市圈环线途经来安、天长、仪征、句容、南京、全椒、滁州等市。

根据最新国家高速公路布局方案图，南京都市圈环线高速公路由天潜高速（皖S22）—宿扬高速（S49）—南京都市圈环线高速龙潭至禄口段（苏S47）及北延线—南京都市圈环线高速公路（禄口至全椒段）构成。

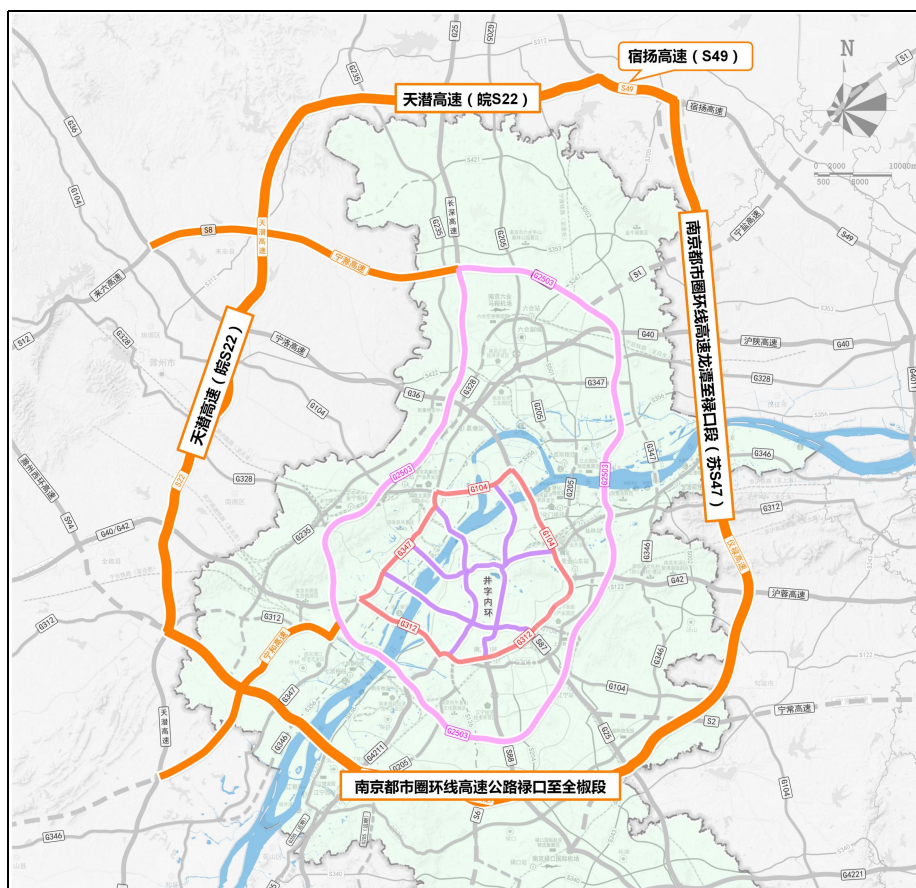


图 3-43 国家高速公路网布局方案图

从规划看，作为环线的一部分，本项目必须与上一段环线顺接，也就是接南京都市圈环线高速龙潭至禄口段，为原规划省高网中的 S47，其功能主要为服务禄口机场集疏运。

在规划调整后，原服务禄口机场集疏运功能转变为以服务都市圈环线快速过境为主、服务机场集疏运交通为辅的综合功能，原规划路线方案需要同步进行一定调整，满足综合功能需求。

目前整个环线北段、西段已基本建成，南段、东段正在推进，本项目位于环线高

速的南段即长深高速至溧水河段，本项目起点顺接都市圈环线高速沪蓉至长深段。



图 3-45 本项目起点示意图

3.2.1.2 项目路终点

根据规划，本项目至安徽省接天潜高速，需跨越长江一次。按规划路线走廊，跨越位置较为明确，即利用锦文路过江通道过江。因此本项目研究终点需接锦文路过江通道。

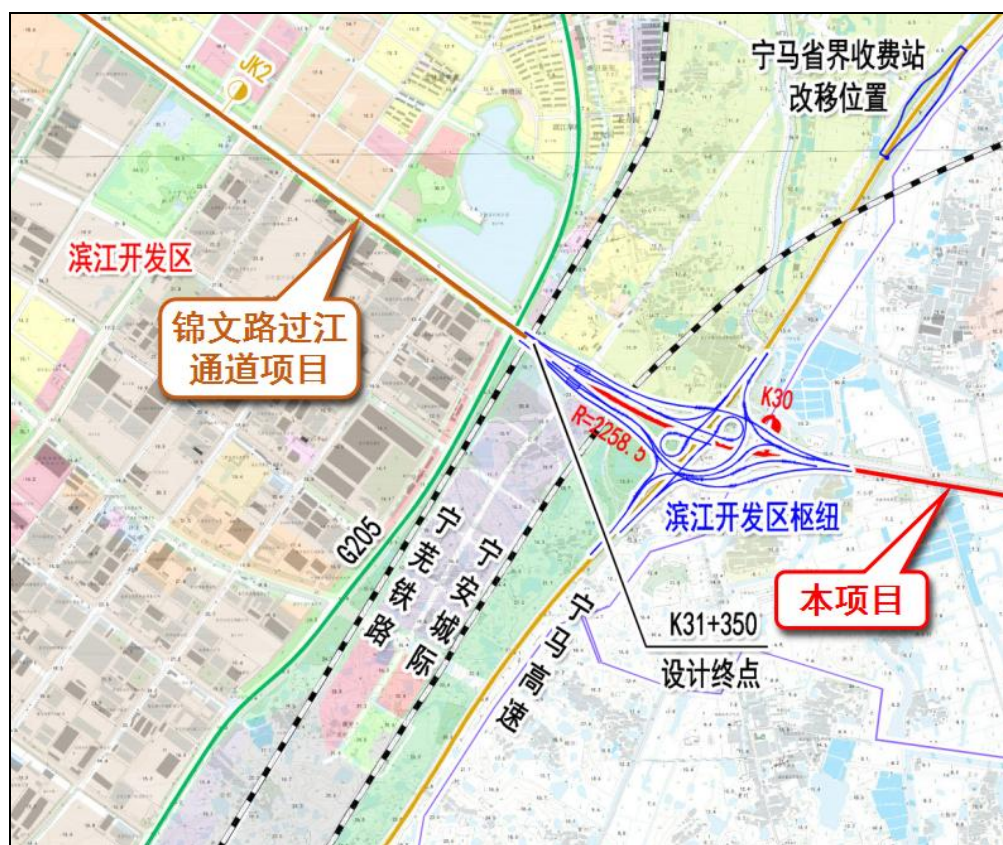


图 3-46 项目终点位置示意图

锦文路过江通道采用双层桥跨江，高速层在上层，落地后以隧道形式穿越滨江开发区，接滨江开发区枢纽。

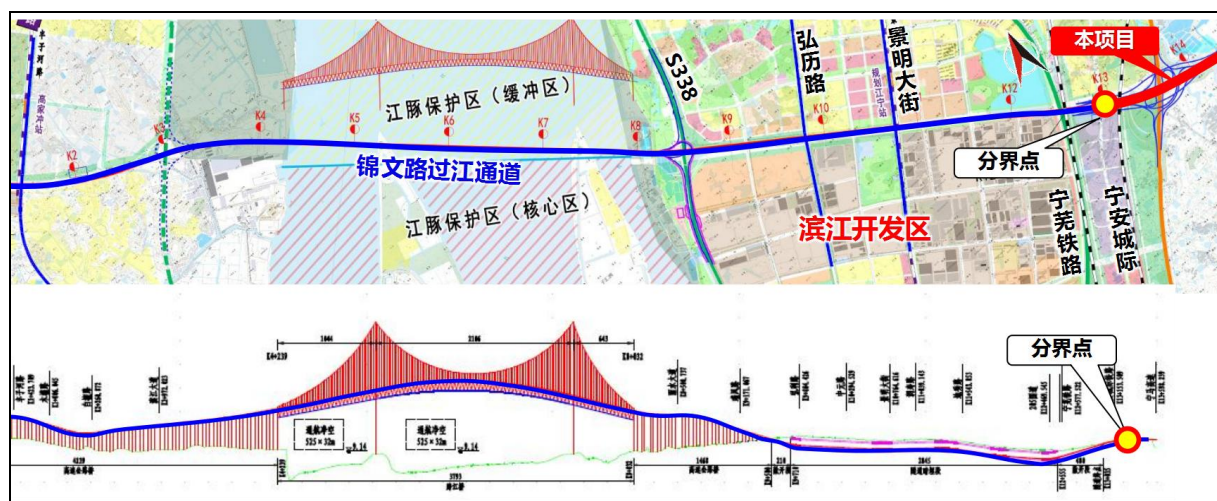


图 3-47 本项目与锦文路过江通道衔接示意图

实施界面划分：

本项目设计终点在宁芜铁路以东，根据其现阶段方案，将主线隧道敞开段纳入锦

文路项目实施，主线路基段、两侧地面道路，含辅道、匝道、收费站由本项目实施。

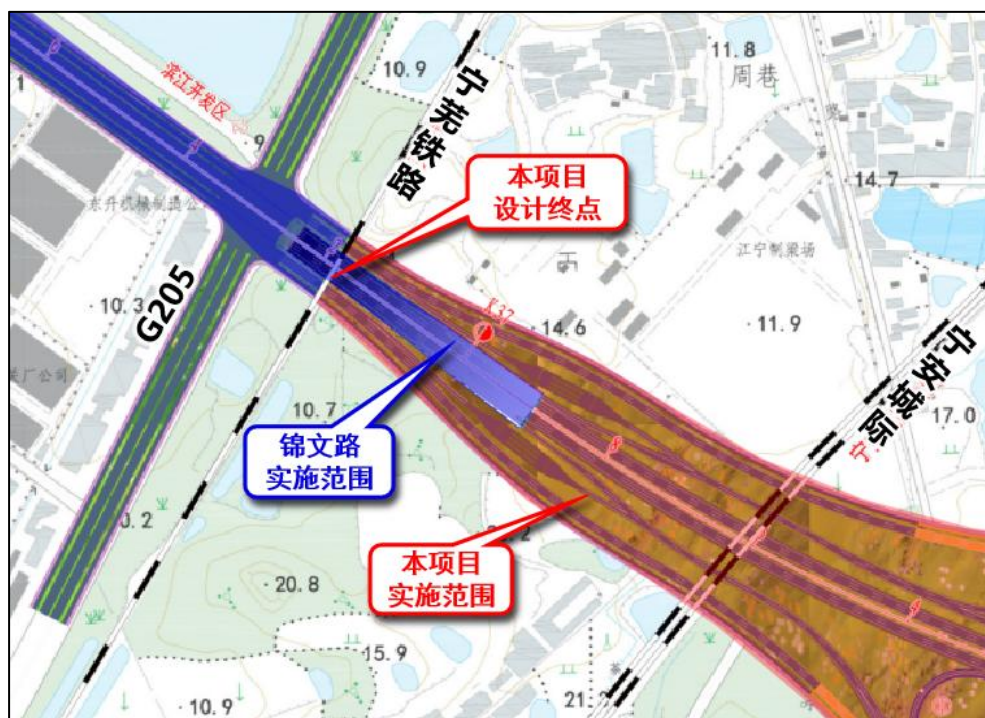


图 3-48 本项目与锦文路过江通道实施界面划分示意图

3.2.2 本项目路线走向分析

在起终点衔接规划方案以及过江通道位置较为稳定的情况下，经对各级规划的综合分析研判，沿线各片区城市规划边界已基本稳定，现状城镇建设成熟，建筑密集，生态红线广布，已无新增廊道条件，因此本项目所能利用的廊道明确且唯一。

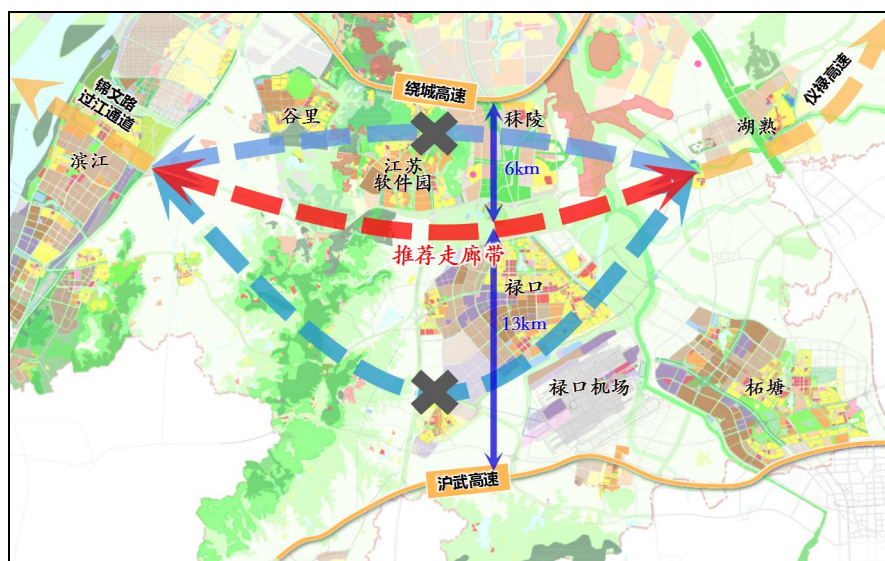


图 3-49 路线走廊带比选图

在明确项目路线走廊带后，项目组对走廊中重要控制因素进行了进一步的分析，重点考虑以下几个问题：

1、国家级生态红线（江苏上秦淮省级湿地公园）

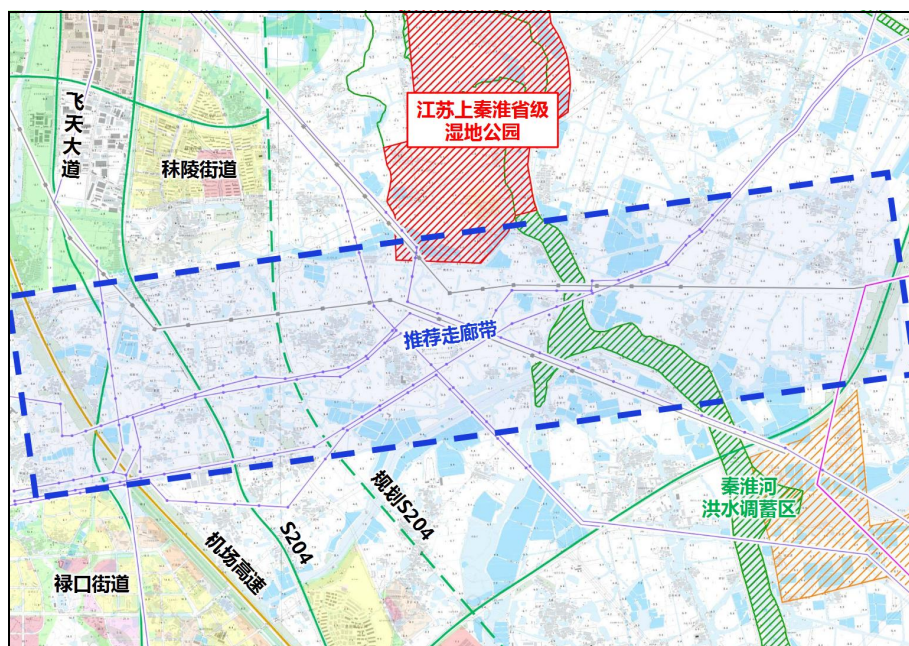


图 3- 50 江苏上秦淮省级湿地公园分布示意图

2、城镇开发边界

走廊带北侧分布秣陵街道、江苏软件园等规划区，南侧分布禄口街道，本项目为高速公路，贴近建成区对地块开发影响较大，沿线周边园区、地方政府都提出反对意见。此外，考虑整个高速公路网收费闭环，未来与规划宁黄高速交叉设置互通和收费站建设条件较为困难，其收费站将进入江苏软件园片区，占用开发地块，前期研究中已受到规划部门和园区的否决。

因此，结合沿线城镇规划，考虑尽量减少对既有规划的影响，同时又能满足区域对外出行需求，本项目在选线布线时应与沿线城镇间距适宜，收费站布设尽量不入侵既有城镇规划区域。



图 3- 51 城镇开发边界分布示意图

3、凤凰山铁矿采空区

结合周边区域建设条件，考虑项目施工期及建成运营期整体安全性，本项目在选线布线时应重点考虑避让凤凰山铁矿采空区。

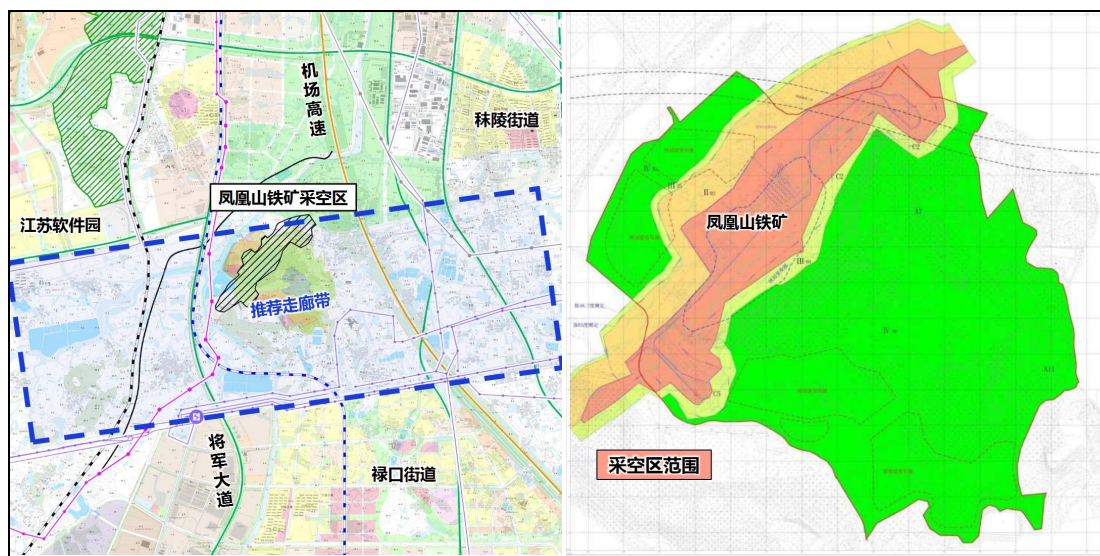


图 3- 52 凤凰山铁矿采空区分布示意图

3.2.3 路线方案研究

根据前述走廊带、路线总体走向研究情况，综合考虑沿线控制因素的分布，工可布设推荐线位分为五个段落具体分析：

- 1、起点至溧水河段；
- 2、溧水河至将军大道段；
- 3、将军大道至规划宁黄高速段；
- 4、规划宁黄高速至银杏湖大道段；
- 5、银杏湖大道至终点段

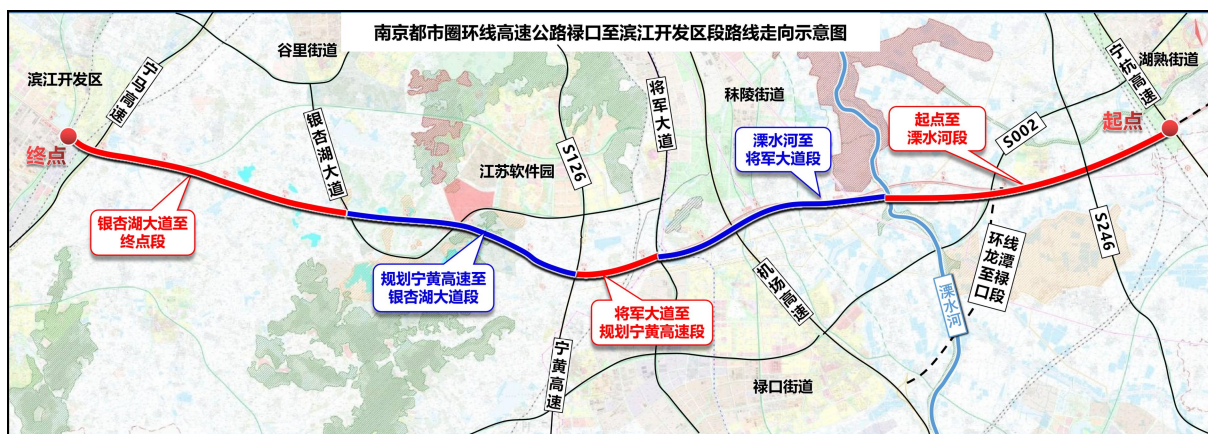


图 3-53 路线方案分段图

3.2.3.1 起点至溧水河段

1、主要控制因素

起点至溧水河段主要控制因素包括宁杭高速、湖熟、周岗社区、江苏上秦淮省级湿地公园（国家级生态保护红线）、220kv 高压线走廊、溧水河、周边村庄等。

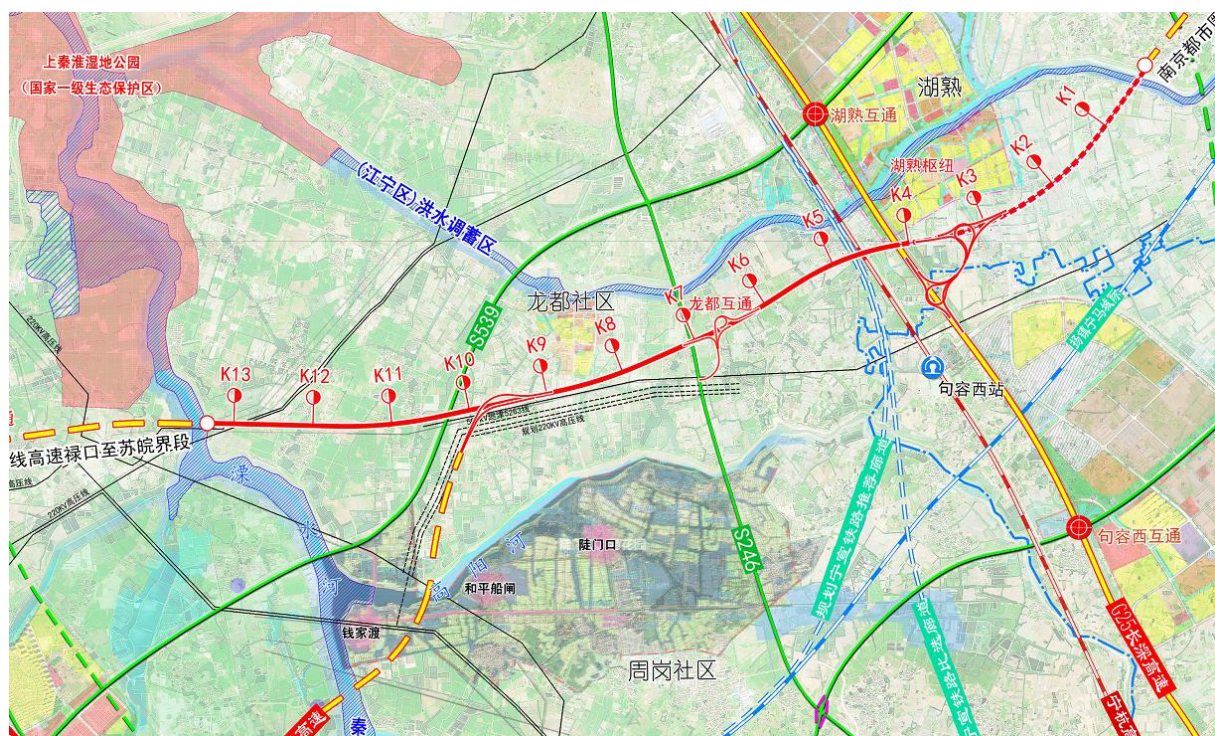


图 3-54 起点至溧水河段主要控制因素分布图



图 3-55 本项目跨越溧水河位置图



图 3-56 待拆迁 500kV 高压塔

2、路线方案分析

本路段长度较短，但沿线受控因素较多。需避让生态红线，减少沿线村庄拆迁，考虑到溧水河在项目走廊带附近一分为三，为减少桥长，跨越位置不宜放在河道分流后。

项目起点则受宁杭高速、宁杭高铁控制，路线调整空间不大，路线方案基本稳定。穿越宁杭高速、宁杭高铁处线位受湖熟街道、龙都社区、郭庄镇国土空间总体规划及500kV及规划高压线制约，走廊带唯一。

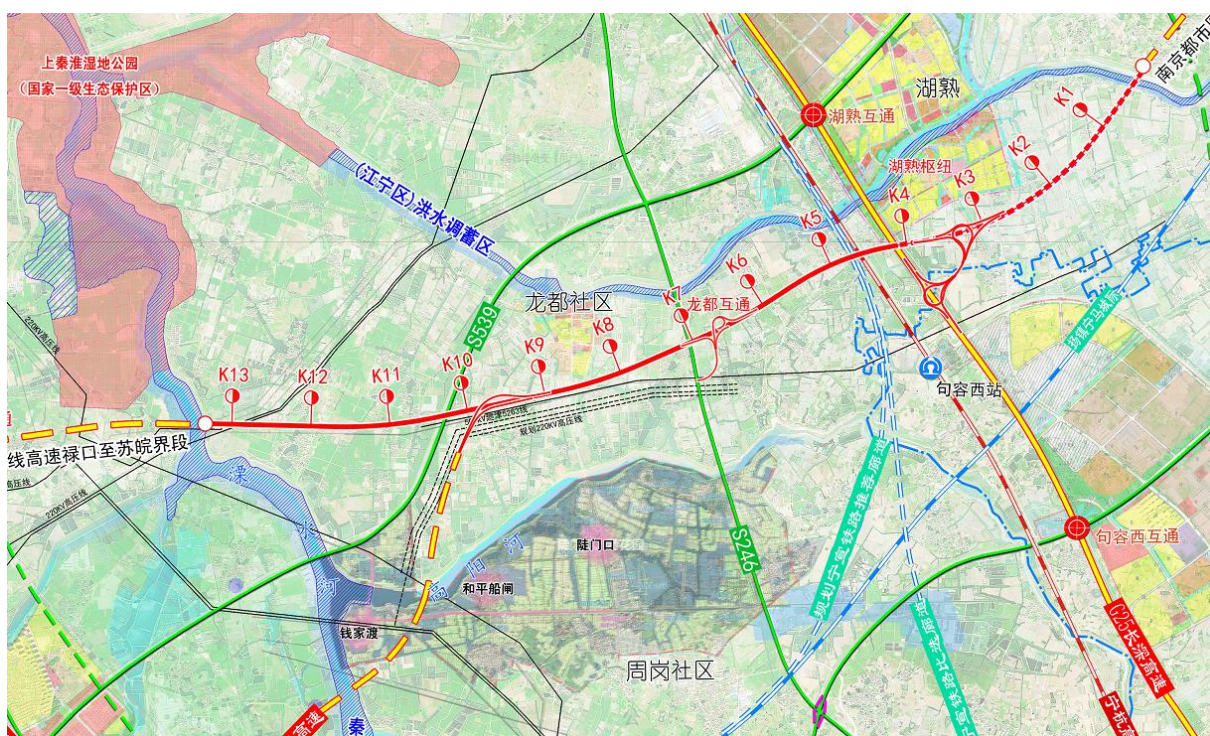


图 3-57 起点至溧水河段路线走向示意图

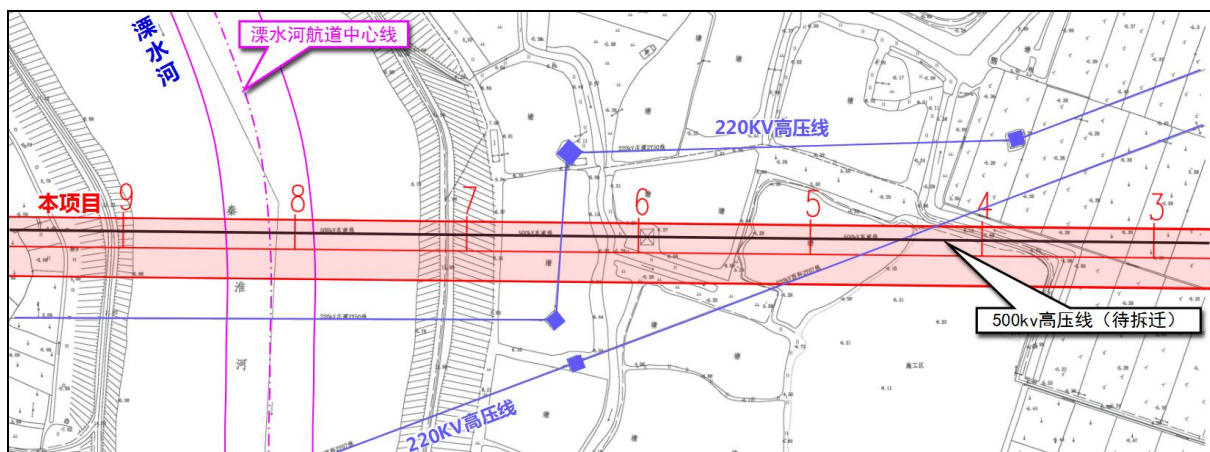


图 3-58 本项目跨溧水河示意图

3、与环线龙潭至禄口段、生态红线和 500kv 廻津 5263 线关系

本项目与前接路段环线龙潭至禄口段公路采用同样的技术标准，断面相同。

本项目上跨 S002 后下穿 500kv 廻津 5263 线，需迁改高压塔 1 座。

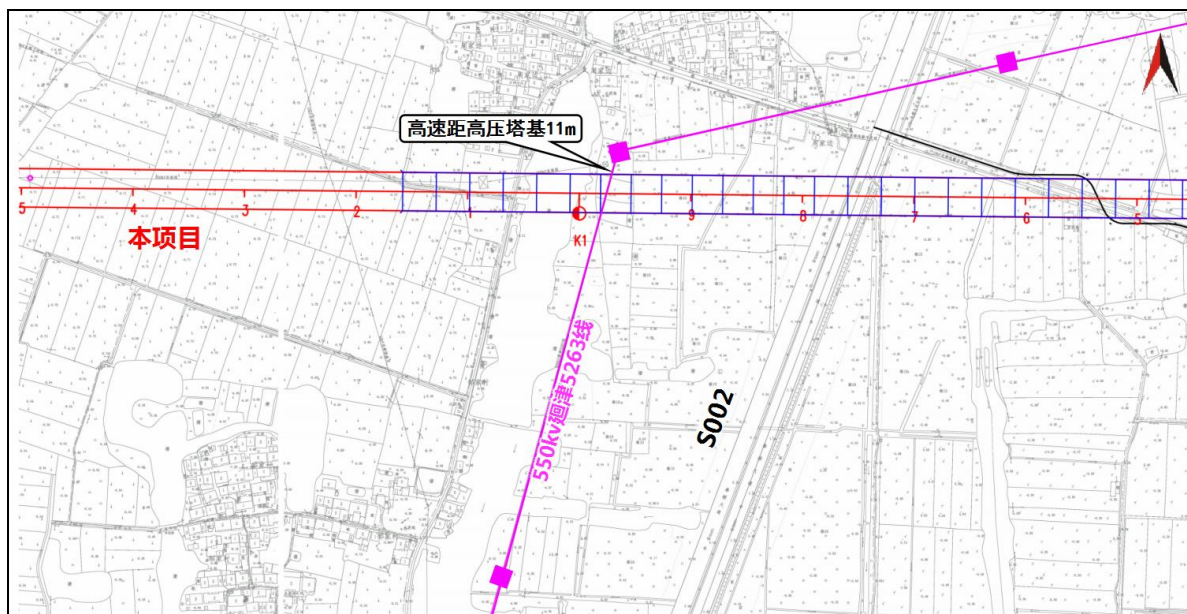


图 3-59 与 500kv 廻津 5263 线关系

本项目距离江苏上秦淮省级湿地公园（国家级生态保护红线）约 211m，未造成影响；穿越秦淮河洪水调蓄区（生态空间管控区域）长度约 191m，已进行生态红线不可避免让评估。

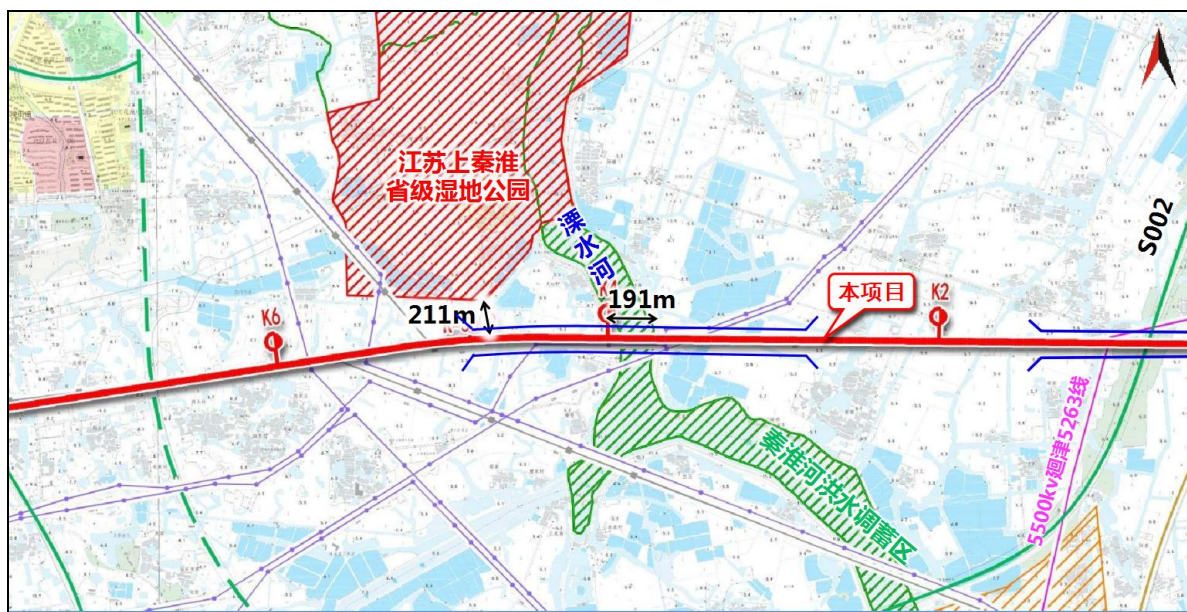


图 3-60 与生态红线关系

3.2.3.2 溧水河至将军大道段

1、主要控制因素

溧水河至机场高速段主要控制因素包括 500kv 走廊带（待拆迁）、220kv 高压线走廊、凤凰山康养生态小镇项目、规划 S204、S204、飞天大道、机场高速、将军大道、地铁 S1 号线、500kv 东峰东廻线等。



图 3- 61 溧水河至将军大道段主要控制因素分布图

①主要相交道路

S204 是连接秣陵与禄口的一条纵向通道，现状为双向四车道一级公路，现状断面宽度约 27m。



图 3- 62 S204

机场高速是连接主城至禄口机场的一条重要的快速通道，现状为双向八车道高速公路，设计速度 120km/h，现状断面宽度为 42m，交叉处填高约 1m。本项目上跨机场高速路基段。



图 3- 63 机场高速

飞天大道是贯穿江宁区南北向的一条重要城市主干路，双向六车道，标准断面宽度为 52m。本项目上跨飞天大道路基段。



图 3- 64 飞天大道

②凤凰山康养生态小镇项目

凤凰山康养生态小镇项目规划建成一处以工矿修复为主题的郊野生态公园及高端康养社区。

根据前述走廊带研究，及避免采空区对本项目的影响，考虑本项目由规划区南侧穿过，经与凤凰山康养生态小镇项目开发公司新工集团沟通，其要求尽量避开规划开

发地块，减少对康养社区的影响。

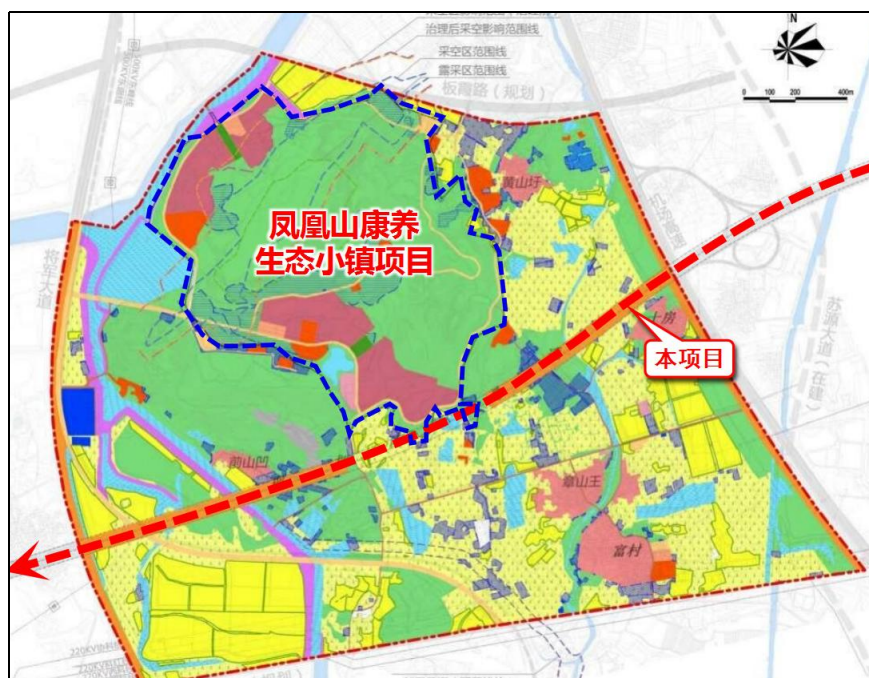


图 3- 65 凤凰山片区总体发展研究暨 NJNBh080-01、02 规划单元图则

2、路线方案分析

本路段的重点因素为 500kv 东峰东廻线，其基本与将军大道、S1 地铁高架线路平行，为 2021 年建成。本项目穿越高压线时需同步考虑路线与地铁和将军大道的关系。

根据收集到的资料，500kv 东峰东廻线于 2021 年建成运营，拆迁费用很高，停电影响范围广、停电周期短，项目施工期受停电检修窗口期制约。经了解，该处高压线现状设置了 2 处耐张段可以满足高速下穿条件。本项目考虑尽量利用其耐张端穿越，以减少协调难度，为后续项目实施创造良好条件。



图 3- 66 500kv 东峰东廻线耐张段点位

穿越点①：高压线在此处预留原规划道路下穿条件，但本路线方案由于涉采空区、规划影响等等原因，无法由此处经过。且此穿越点条件较为复杂，高压线、地铁 S1。且此穿越点条件较为复杂，高压线、地铁 S1 号线、将军大道平行近距离布设，高速下穿高压线后需同时上跨地铁 S1 号线与将军大道，实施难度大，不确定因素较多，且指标不满足规范要求（纵坡 $\geq 3\%$ ）。

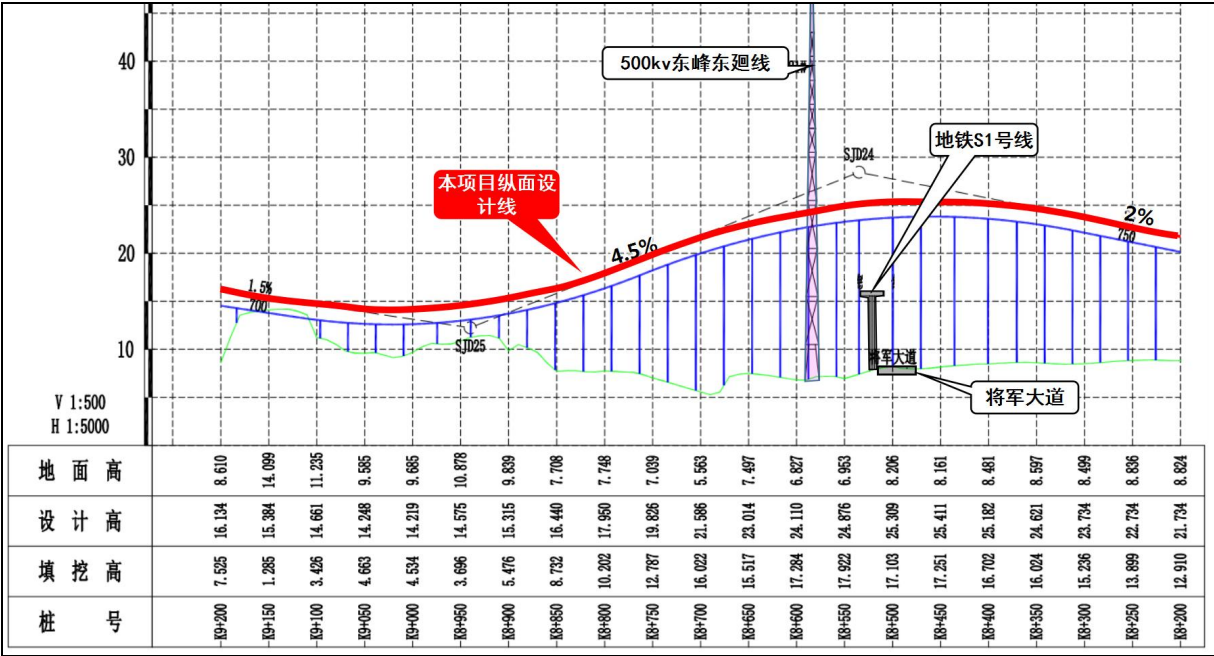


图 3- 67 本项目穿越高压线、连续上跨地铁 S1 号线与将军大道位置关系示意图

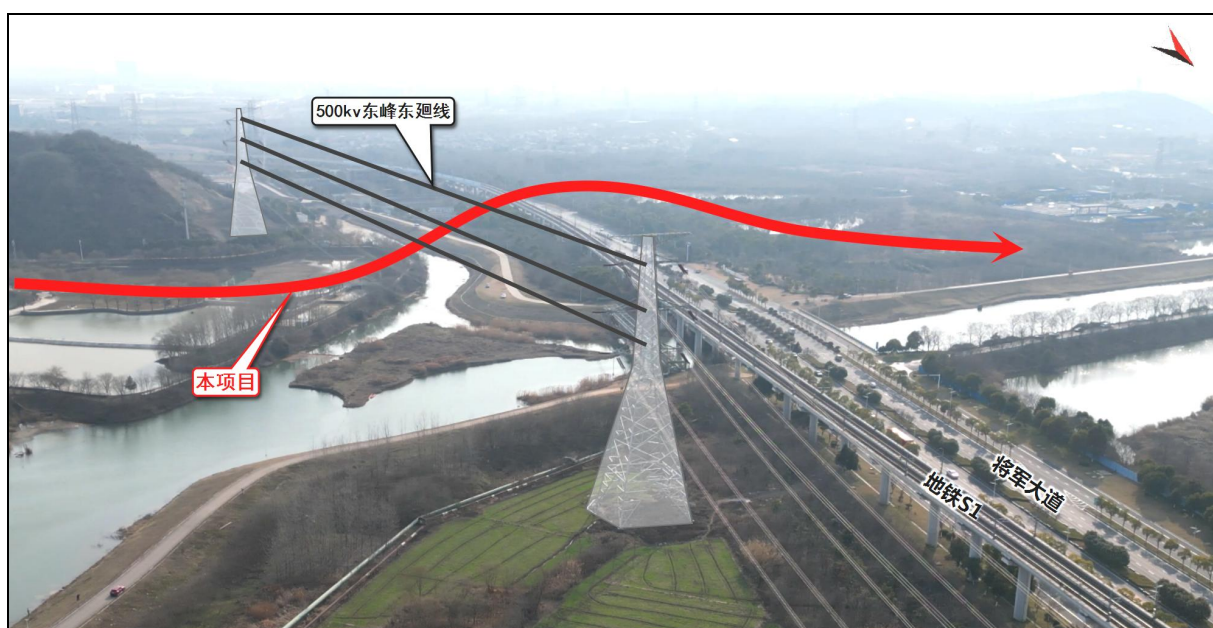


图 3- 68 将军大道与地铁 S1 号线相对关系示意

穿越点②：避让凤凰山康养生态小镇项目后，高速拟利用高压线上跨地铁 S1 的档间下穿，后再上跨将军大道。根据搜集资料，500kv 东峰东廻线（#26、#27 塔）跨越 S1 号线高架，高度、跨径都具备本项目下穿条件，实施难度较小。穿越后，有足够空间可上跨将军大道。



图 3- 69 本项目与地铁 S1、500kv 东峰东廻线交叉位置

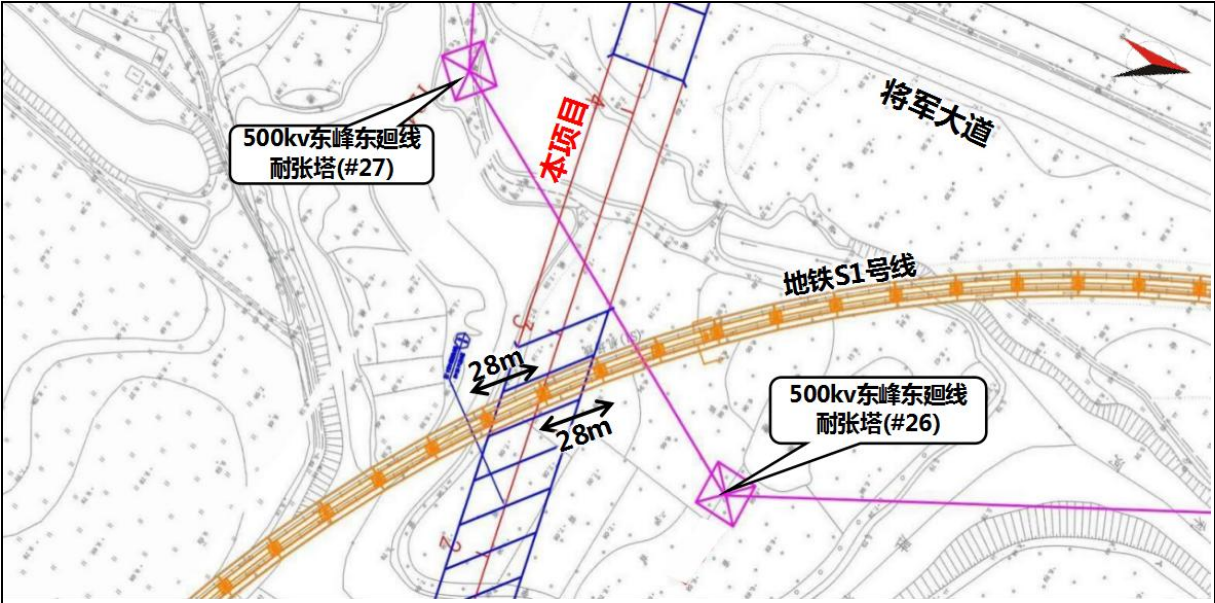


图 3- 70 高速下穿地铁 S1 与 500kv 东峰东廻线平面图

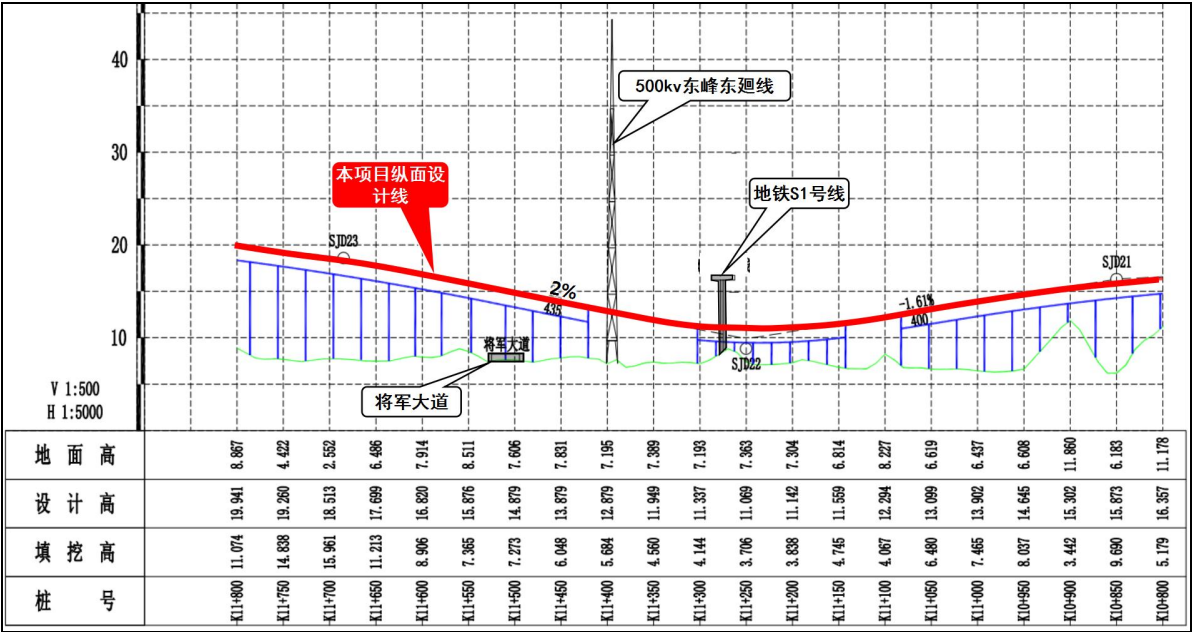


图 3- 71 高速下穿地铁 S1 与 500kv 东峰东廻线纵断面图

因此，本项目采用穿越点②，于#26、#27塔档间一次下穿高压线和地铁高架桥，穿越的地铁 S1 桥孔位于地铁桥墩 CY111~CY112 和 CY112~CY113。高速在下穿点位采用分幅旱桥方案，原 3m 硬路肩局部压缩至 2.5m，桥梁结构距地铁桥墩最小间距 1.310m，桥面与区间段净空 5.3m。穿越方案基本符合前期对接时，地铁与电力部门提出的相关要求。

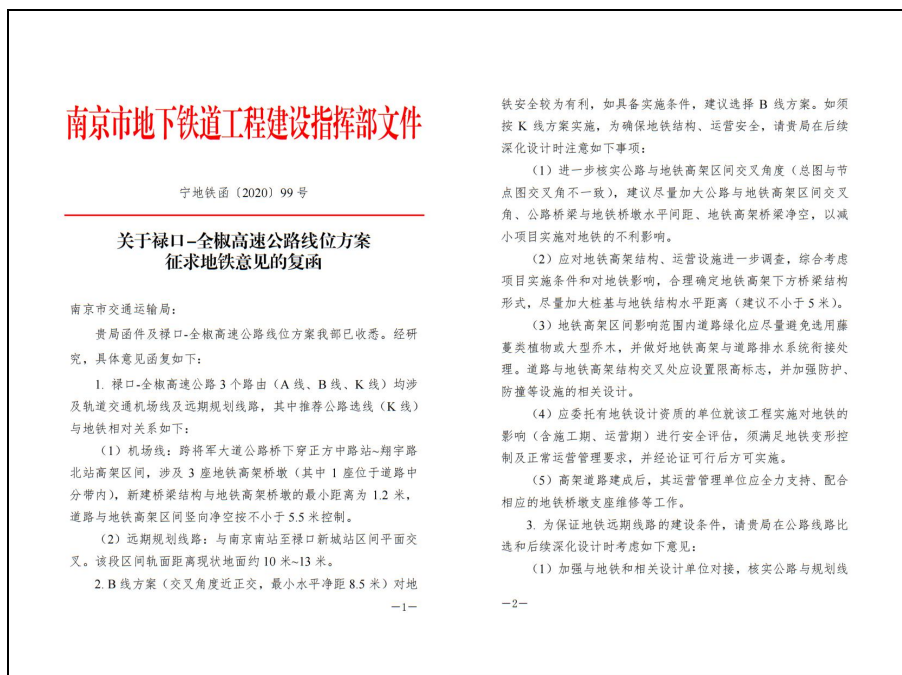


图 3-72 地铁 S1 设计回复函

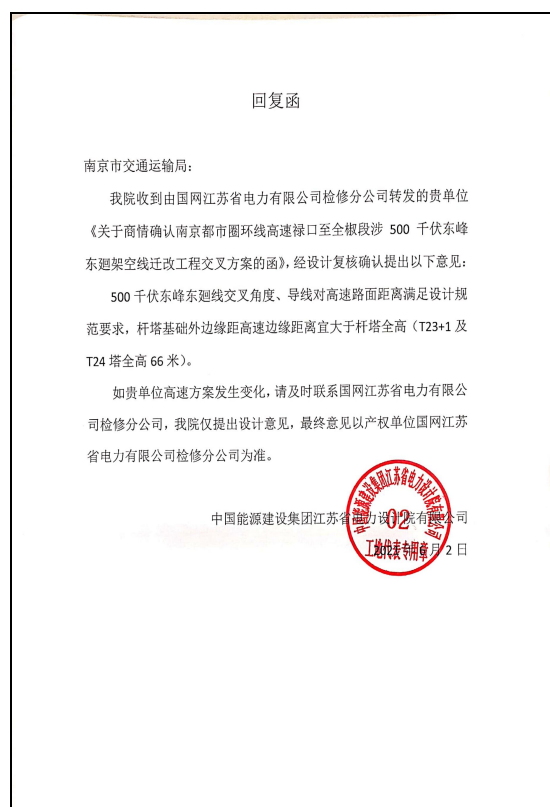


图 3-73 500kv 东峰东廻线电力设计回复函

项目影响区域内另有两条东西向 220kv 输电线走廊，与路线走向大致平行，走廊带需避让。

在地铁与高压线节点稳定的情况下，对路线研究影响相对较大的因素是凤凰山康养生态小镇项目。本阶段结合凤凰山康养生态小镇项目范围与周边村庄分布，对本路段，提出了了 K 线和 A 线两种方案：

K 线方案：按距离凤凰山康养生态小镇项目核心区用地 120m 间距控制，本项目跨越溧水河后，利用 500kv 待拆迁高压线既有廊道布线，跨飞天大道和机场高速，之后继续向西，在凤凰山康养生态小镇项目南侧经过，至 500kv 东峰东廻线跨 S1 号线位置同步下穿高压线和地铁。



图 3-74 溧水河至将军大道段 K 线平面图

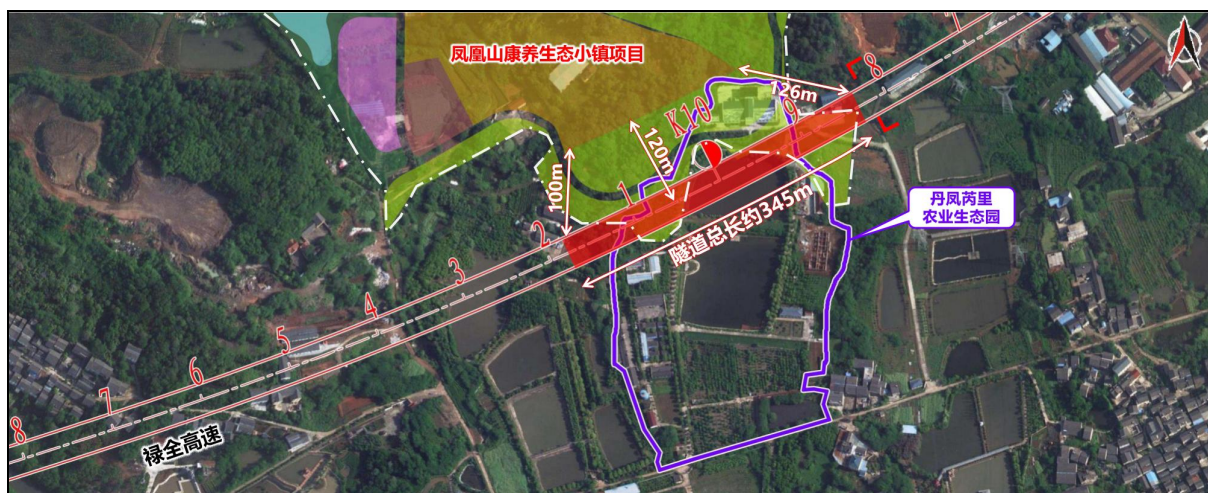


图 3-75 凤凰山康养生态小镇项目段主线隧道平面图

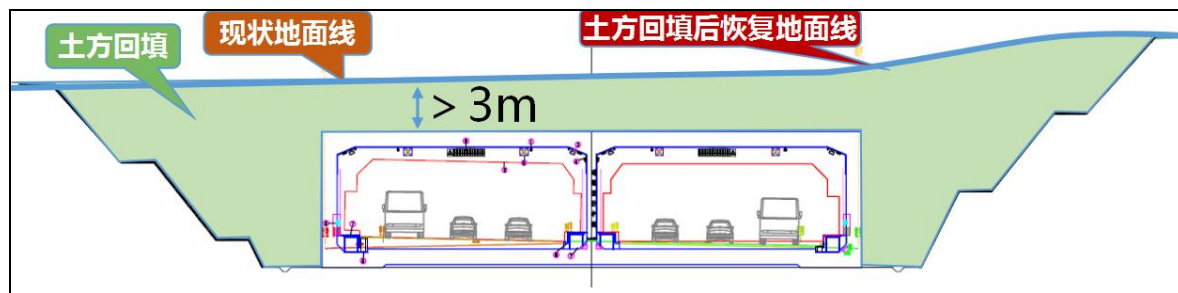


图 3-76 主线隧道结构示意图

为尽量降低本项目对相关规划的影响，本方案在项目拟开发范围内的路段设置明挖暗埋隧道，隧道结构建设完成后进行土方回填，形成新地表。隧道两侧在距离开发范围小于 200 米范围内的路段设置工程隔音措施。

A 线方案：避让康养小镇规划区范围，项目路跨越溧水河后，往西南方向与数条 220kv 交叉，连续跨 S204、机场高速、飞天大道，继续向西在凤凰山康养生态小镇项目南侧经过，道路中线距离规划开发地块 220m。



图 3-77 溧水河至将军大道段 A 线平面图

互通建设条件分析：该路段高速与规划 S204、机场高速设有两处互通，分别为秣陵南互通与凤凰山枢纽。经综合对比，K 线两处互通建设条件在拆迁与 220kv 高压线迁改等方面存在明显优势。

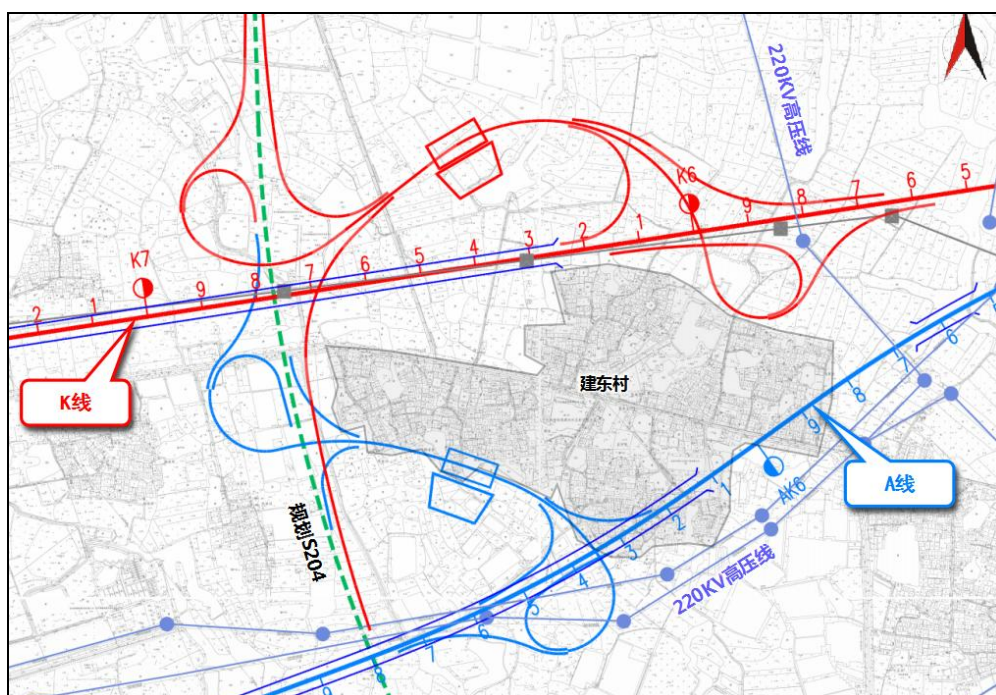


图 3- 78 秣陵南互通点位建设条件

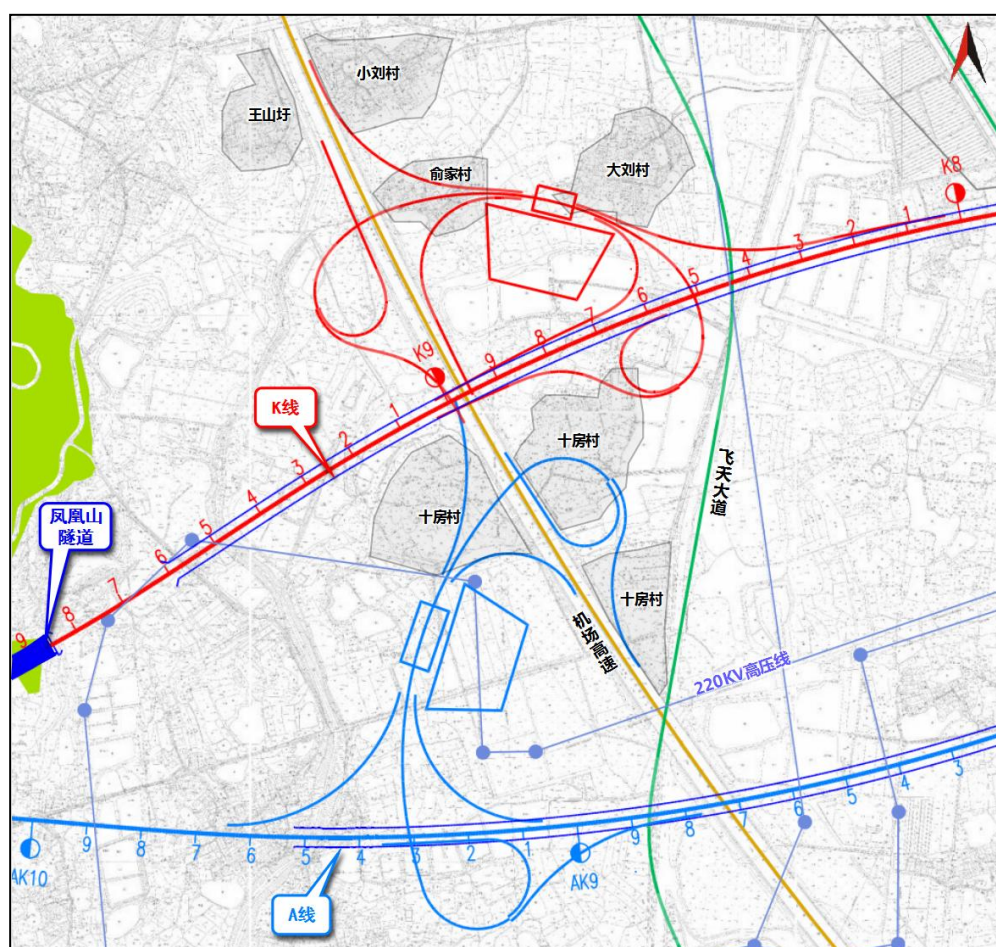


图 3- 79 凤凰山枢纽点位建设条件

溧水河至机场高速段线位比较表

表 3-2

		K 线方案	A 线方案
工程规模	路线长度	7.051km	7.096km
	平曲线最小半径	3250m	2500m
	影响 220kv 输电线路杆数量	10 座	15 座
	路基规模	2006m	2262m
	桥梁规模	4700/3 座	4834/3 座
	隧道规模	345/1 座	/
	占地	462 亩	459 亩
	永久基本农田占用	265 亩	238.4 亩
	拆迁建筑物	1.4 万 m ²	4.6 万 m ²
	建安费	13.33 亿元（含凤凰山隧道 1.3 亿元）	12.409 亿元
	征地与拆迁费用	2.911 亿元	6.257 亿元
	造价	16.241 亿元	18.666 亿元
	线形指标	较优	一般
综合比选	与凤凰山康养生态小镇项目距离	120m	220m
	占地与拆迁	总费用低	总费用高
	永久基本农田占用	较多	较少
	互通建设条件	较好	一般
	相关产权单位意见	赞成	不反对
	建设费用	较低	较高

为节约造价和减少征拆，推荐采用 K 线方案，并取得凤凰山康养生态小镇项目开发企业南京新工集团与沿线街道的初步同意。

3.2.3.3 将军大道至规划宁黄高速段

1、主要控制因素

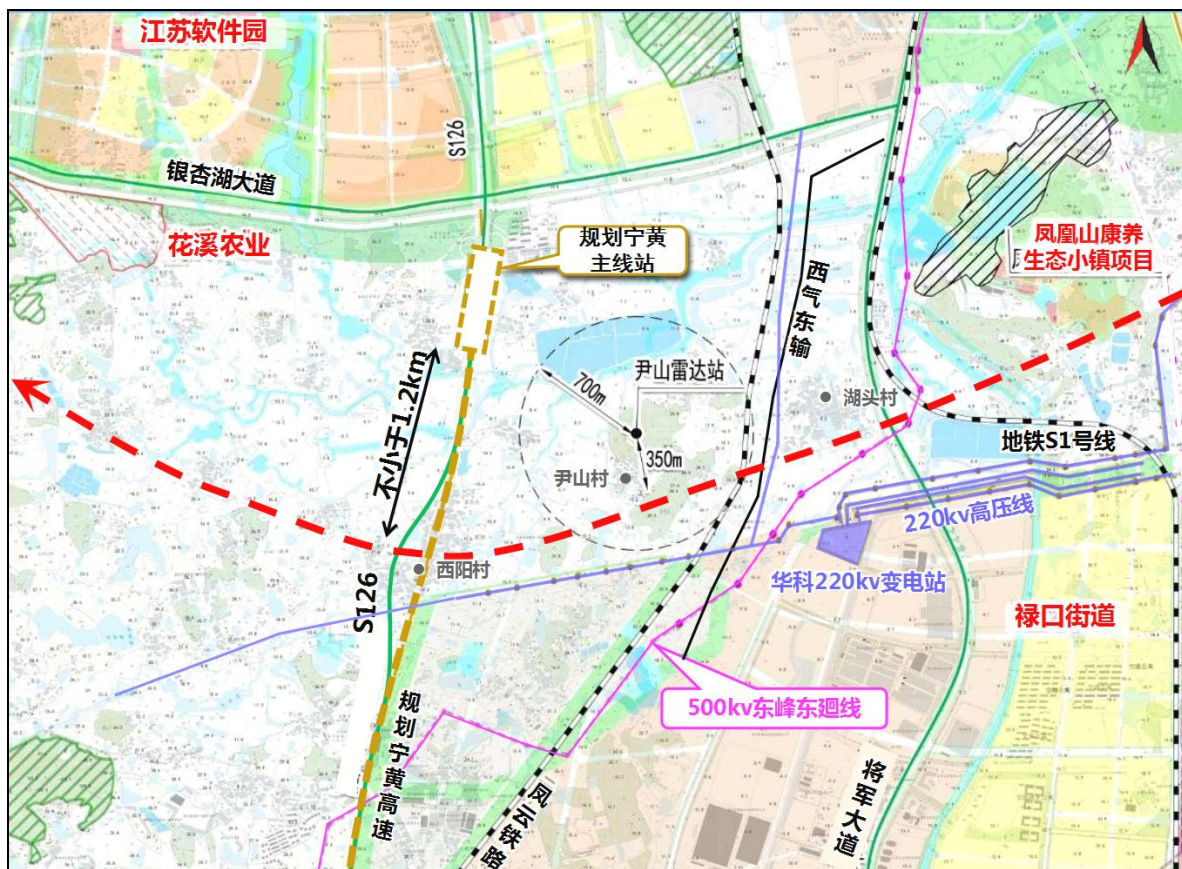


图 3-80 将军大道至规划宁黄高速段控制因素

(1) S126 与规划宁黄高速节点

S126 快速化现处于施工阶段，省道与市政配套项目同步实施，其中市政配套项目为六车道，位于中间，省道部分位于两侧，为双向四车道带硬路肩。项目自北向南穿越江苏软件园，跨银杏湖大道后接地，与本项目交叉点附近设置路基段，过西阳村后市政配套部分采用高架形式，省道部分维持地面道路布设方式向南。

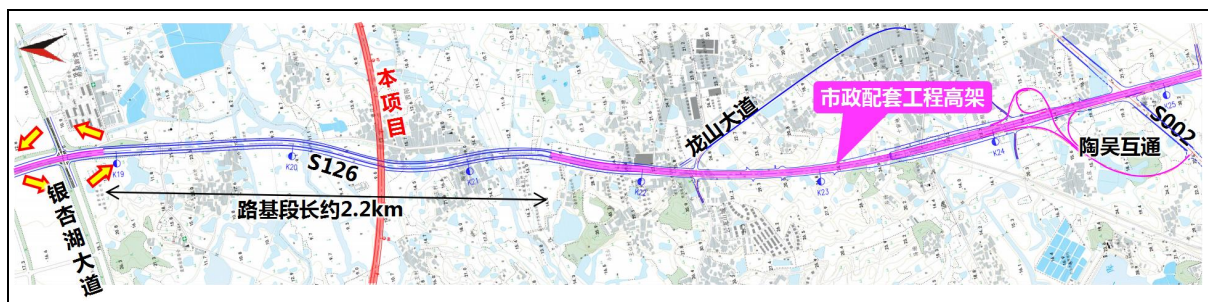


图 3-81 S126 快速化涉本项目段总体方案示意图

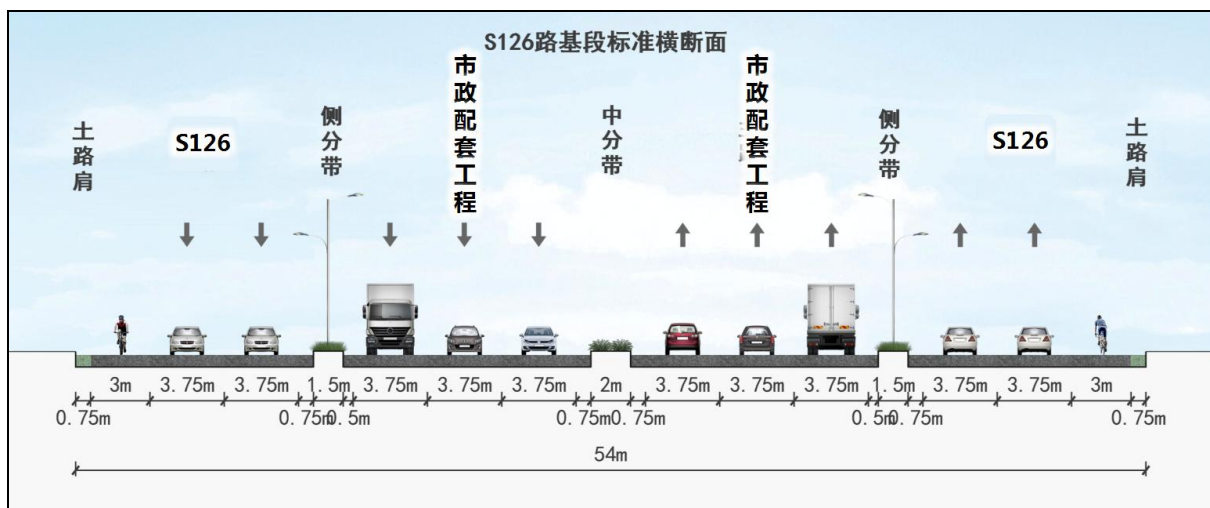


图 3- 82 S126 快速化地坪段标准横断面

现阶段 S126 建设方案已充分预留了宁黄高速共线建设的条件，未来规划宁黄高速大部分沿 S126 廊道设置线位，起点在 S126 跨银杏湖大道接地位置，设主线收费站，之后规划宁黄局部与 S126 地面道路分离，采用顺直线位向南接市政配套高架，利用高架桥向南至省界。

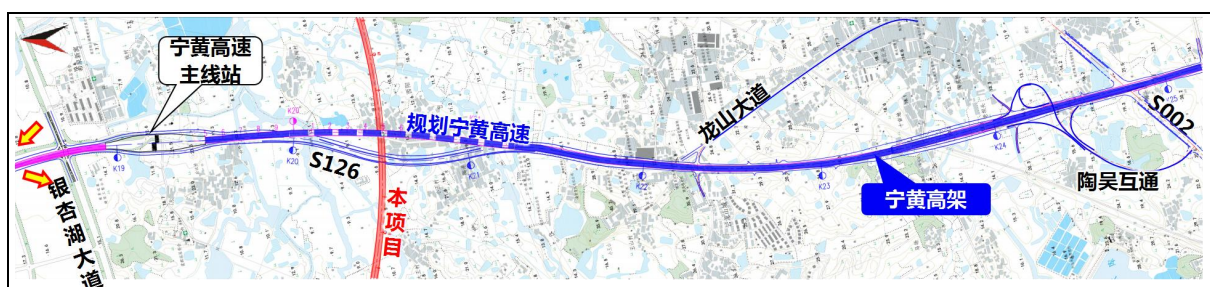


图 3- 83 规划宁黄高速涉本项目段总体方案示意图

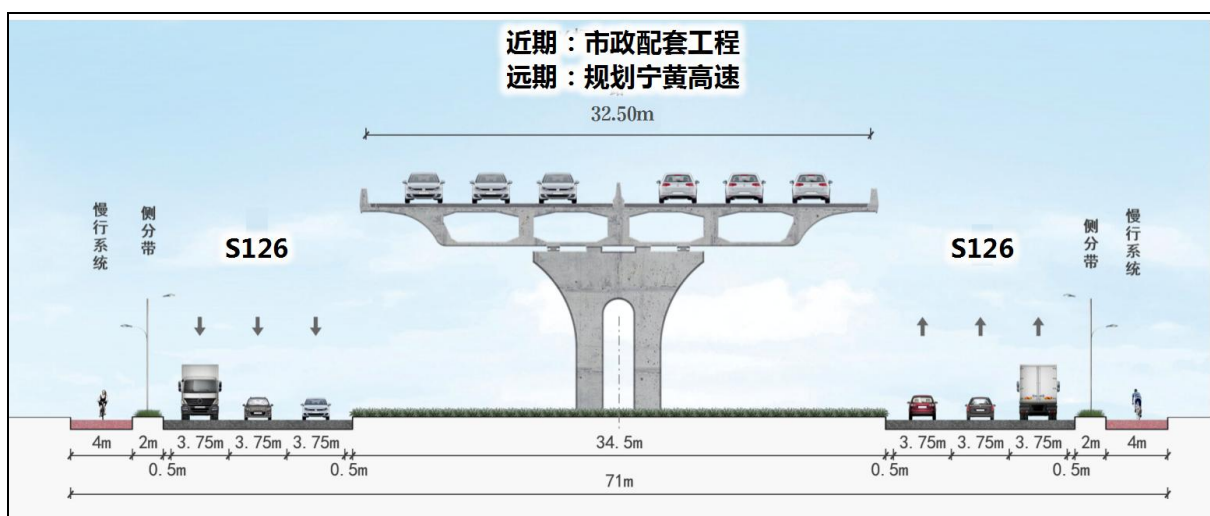


图 3- 84 规划宁黄高速标准横断面

在考虑本项目与宁黄、S126 交叉方案时，根据《公路立体交叉设计细则》：收费站与前方主线出口之间的净距不宜小于 600m。本项目于宁黄高速主线收费站南侧布线，且与收费站的距离需满足上述规范要求。经过初步测算本项目中线距离宁黄主线收费站不得小于 1200m。

(2) 尹山雷达、凤云铁路以及西气东输节点

I、尹山雷达：为禄口机场二次导航补盲雷达，按照规范要求，需高速公路与雷达站平面防护间距的典型值为 0.7km，具体需进行计算。

(规范性附录)		
雷达台站对干扰源和障碍物的防护间距		
B.1 间距		
雷达台站（近/远程一次监视雷达、二次监视雷达）对干扰源和障碍物的防护间距要求见表B.1。表B.1中的平面防护间距为典型值，实际情况按照表B.2进行测算。		
表B.1 干扰源和障碍物的防护间距		
干扰源和障碍物		平面防护间距
公路	高速、一级、二级	不小于0.7 km

图 3- 85 MH/T4003.2-2014《民用航空通信导航监视台（站）设置场地规范 第 2 部分：监视》



图 3- 86 尹山雷达站

II、风云铁路：该铁路属云台山硫铁矿管理，火车平均一周 3 个班次，高速交叉位置铁路为路基段；



图 3- 87 风云铁路

III、西气东输：暗埋管线，上方 5m 范围内禁止施工。



图 3- 88 西气东输位置图

2、路线方案分析

在结合规划宁黄高速节点方案的前提下，考虑雷达站对干扰源和障碍物的防护间距要求，主要考虑 2 个路线方案：

B 线方案：路按满足规范雷达间距 700m 要求布设，路线同点下穿地铁 S1 与 500kv 东峰东廻线，之后上跨将军大道和风云铁路，随后转向西南于尹山雷达影响区南侧穿越，距离雷达站约 714m，跨规划宁黄高速，预留枢纽。

本方案平曲线最小半径 $R=2000m$ ，需设置 3% 超高，指标不高。由于避让尹山雷达影响区，B 线需迁改 6 座 220kv 高压塔。



图 3- 89 将军大道至规划宁黄高速段 B 线方案平面图

K 线方案：按较高线型指标布线，下穿 500kv 东峰东廻线，随后节点上跨将军大道和风云铁路，之后往西穿越尹山雷达影响区（距离雷达站约 350m），与规划宁黄高速预留枢纽互通。K 线涉及 220kv 高压线迁改 1 座。

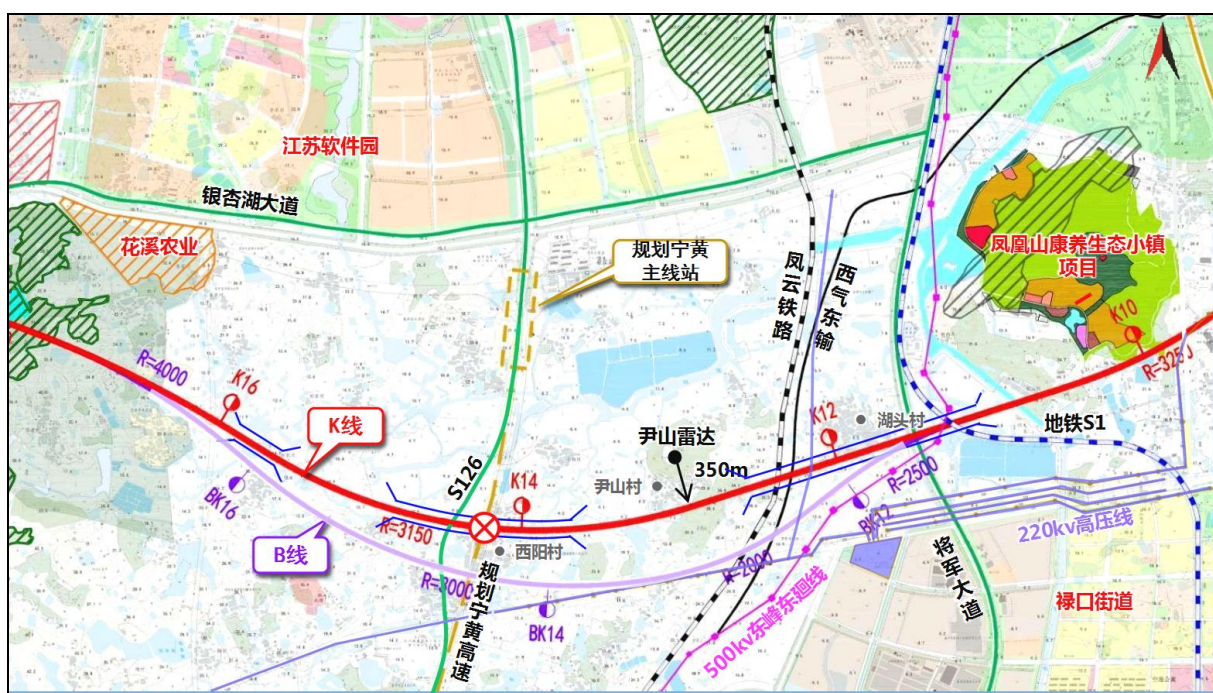


图 3- 90 将军大道至规划宁黄高速段 K 线方案平面图

将军大道至规划宁黄高速段线位比选表

表 3-3

		K 线方案	B 线方案
工程规模	路线长度	6265m	6574m
	平曲线最小半径	3150m	2000m
	路基规模	2417m	2658m
	桥梁规模	3848m/3 座	3916m/3 座
	距尹山雷达天线距离	350m	714m
	影响 220kv 高压塔数量	1 座	6 座
	占地	417 亩	432 亩
	拆迁建筑物	3.6 万 m ²	3.1 万 m ²
	永久基本农田	264 亩	279 亩
	建安费	10.691 亿元	11.141 亿元
	征地与拆迁费用	5.07 亿元	4.636 亿元
	造价	15.761 亿元	15.777 亿元
综合比选	线形指标	较优	一般
	占地与拆迁	总费用较高	总费用较低
	对高压线的影响	无影响	较大
	永久基本农田占用	较少	较多
	建设费用	略低	略高

考虑 K 线方案线型指标相对较高，走向较顺直，总体造价较低，唯一问题是不符合民用雷达建设规范的部分要求。为彻底明确影响范围，量化影响内容，明确 K 线方案的技术可行性，在市交通局的组织下，项目组对接了空管部门，委托了电磁学专业分析单位就本项目对尹山二次监视雷达的影响进行无源干扰和有源干扰技术论证。经论证，本项目按 K 线方案实施对雷达无干扰，经民航安监、空管等部门组织的专家会审查通过，后取得民航、空管等相关部门复函同意。

因此该段路线推荐 K 线方案。

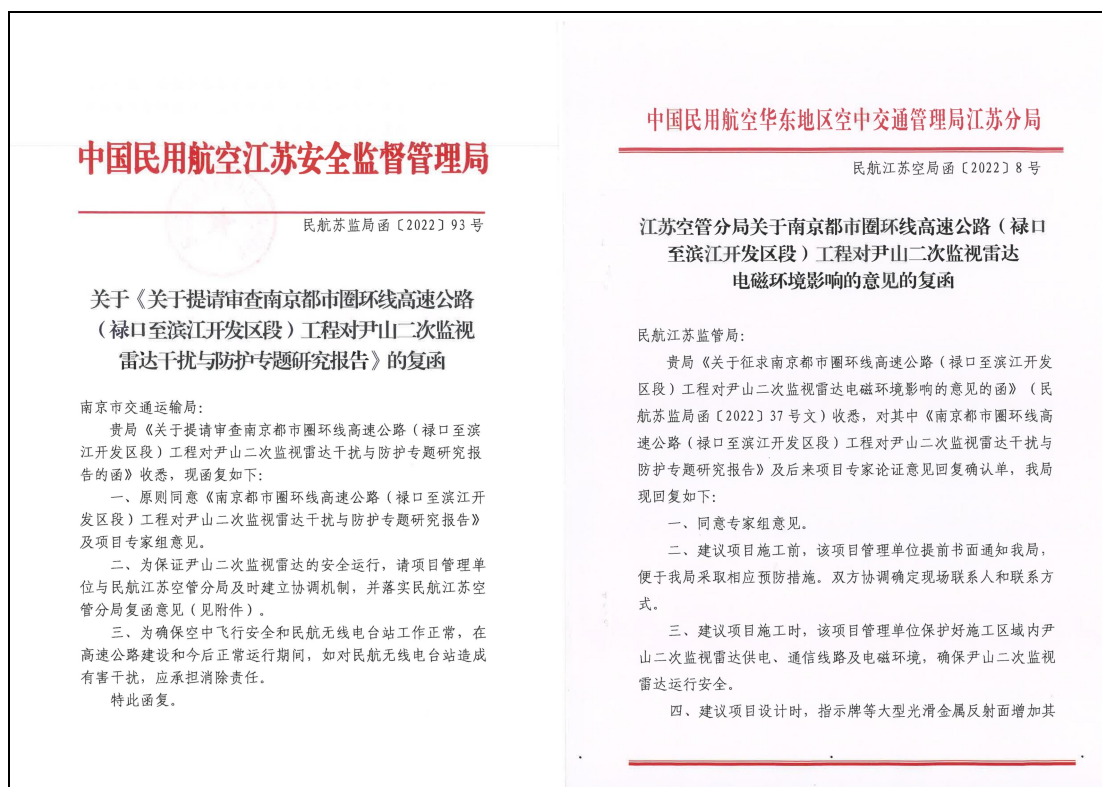


图 3- 91 尹山雷达影响评估报告相关部门复函

3.2.3.4 规划宁黄高速至银杏湖大道段

1、主要控制因素

江宁区江苏软件园、规划智能制造产业园、花溪农业、华新丽华、逢源驿站、银杏湖、白鹭湖、白鹭湖别墅区、白鹭湖度假区、观音殿、靠山、东坑生态公益林和牛首-祖堂风景名胜区，拟建 200kv 高压线、大岭岗铜矿采空区等。

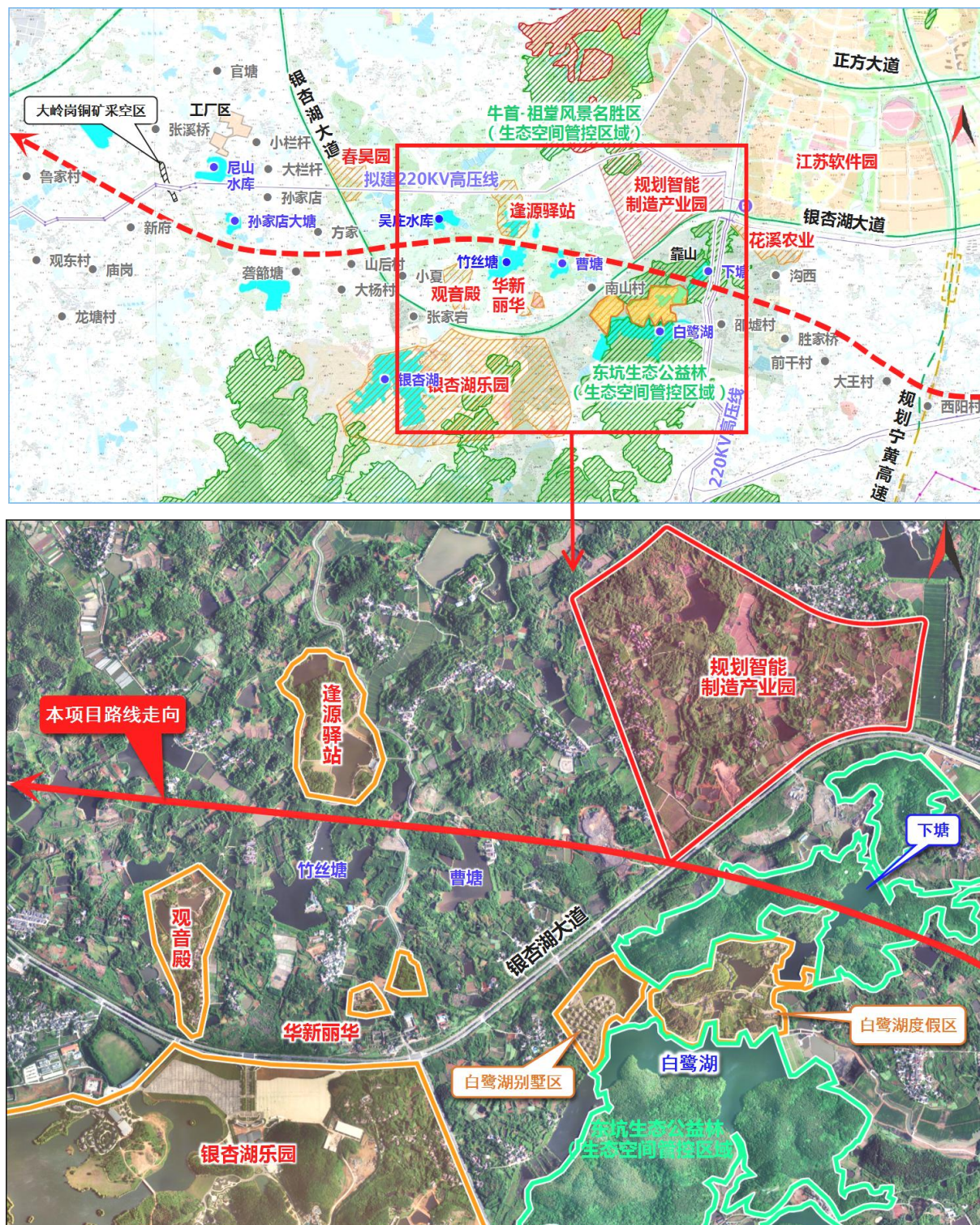


图 3-92 规划宁黄高速至银杏湖大道段控制因素分布图

对于以上控制因素，本项目在布线时均应考虑尽量避让。根据收集到的生态空间管控区域矢量图斑与实际现场情况踏勘结果，靠山的西南侧，东坑生态公益林（生态空间管控区域）的两个区块之间的走廊地块现建设有白鹭湖别墅区、白鹭湖度假区，

若本项目沿走廊布设不占用生态空间管控区域，则对别墅区、度假区影响较大，需拆除别墅区房屋 5237m²，度假区房屋 1168m²，且将度假区分割为南北两块，噪声、污染等对其经营产生较大影响。经综合考虑，本路段拟采用穿越生态空间管控区域方案，路线由靠山经过，路线布设时尽量减少对管控区的占用量。

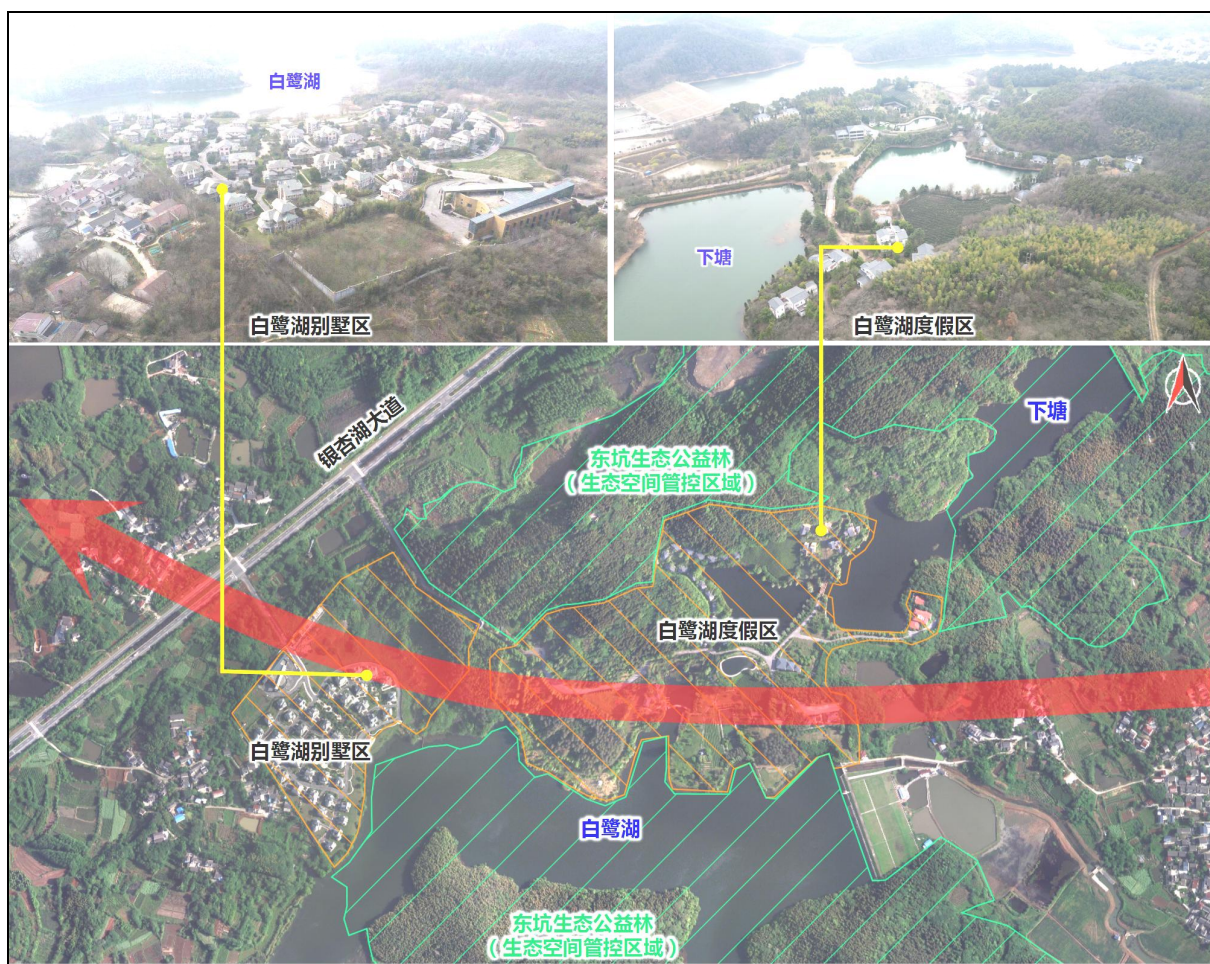


图 3- 93 白鹭湖别墅区与白鹭湖度假区

2、路线方案分析

本路段路线布设时，于智能制造产业园和白鹭湖度假区之间经过，不对其产生影响。跨越下塘后穿越靠山，靠山山顶标高约 77.2m（85 高程，下同），下塘洪水位标高为 36.1m。为尽量降低对生态公益林的影响，减少对生态空间管控区域的占用，工可阶段对穿越靠山的工程方案提出隧道和路堑方案进行比选研究：

①**隧道穿越**：高速跨越下塘后穿越靠山，设置靠山隧道，隧道采用左右分离式设计，单幅长约 295m，隧道起于 K17+650，终于 K17+945。隧道内采用“一”字坡，

纵坡坡度 1.35%，最大挖深约 34m。

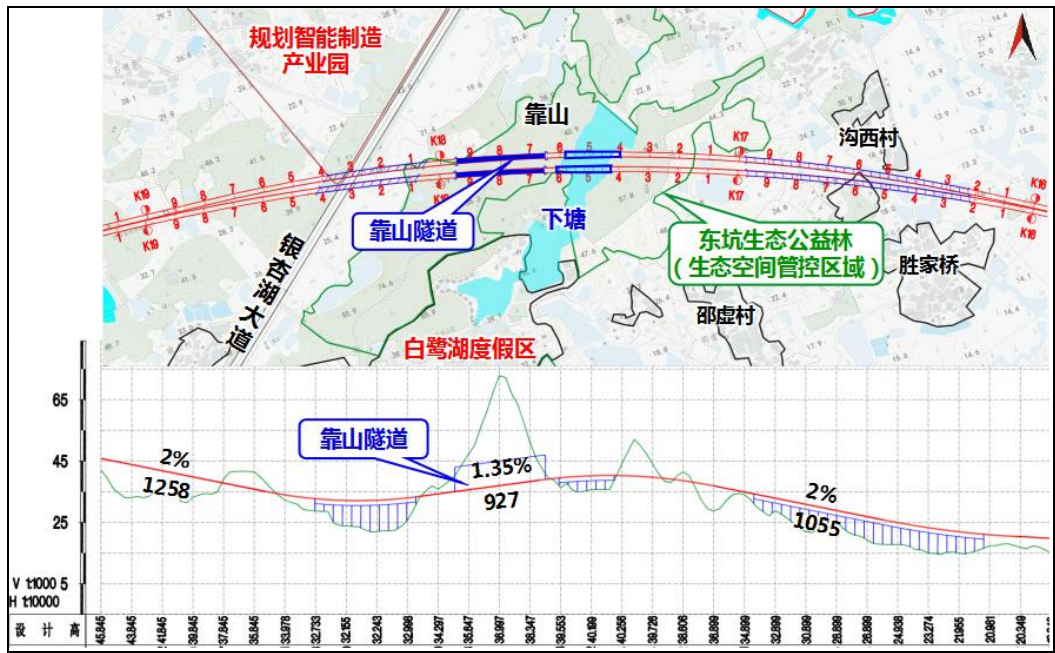


图 3-94 隧道穿越方案平纵面图

②深挖路堑：高速跨越下塘后采用整体式路基，路堑挖方形式穿越靠山，路堑段长约 210m，采用“人”字坡，前坡坡度 2.5%，后坡坡度 2.45%，最大挖深约 21m，

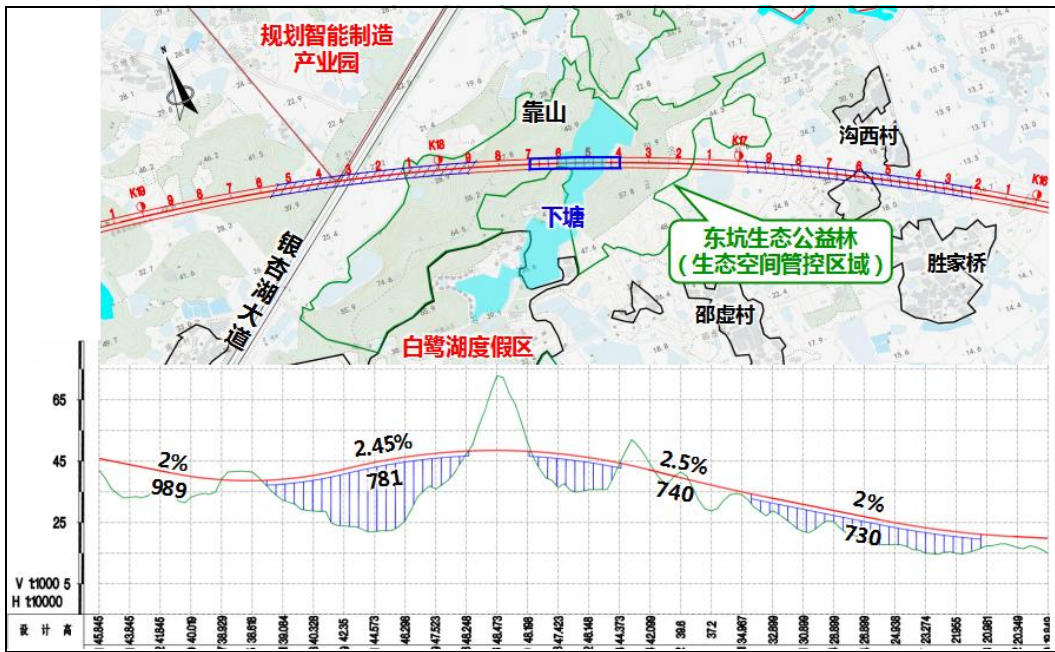


图 3-95 深挖路堑方案平纵面图

隧道方案与深挖路堑方案工程规模表 表 3-4

	隧道方案	路堑方案
路线长度	3.4	

	隧道方案	路堑方案
最大纵坡	2	2.5
最大坡长	1258	781
桥梁规模	1281.6/3	1731/3
隧道规模	295/1	0
影响管控区域面积	45634m²	58330m²
主体工程建安费	桥梁 2.037 亿元+隧道 1.153 亿元 +路基路面 1.465 亿元 =4.655 亿元	桥梁 2.82 亿元+路基路面 1.727 亿元 =4.547 亿元

从比选情况看，隧道方案与路堑方案主体工程建安费差别不大，但生态红线影响较大，隧道方案较路堑方案减少穿越生态红线面积 12696m²，考虑尽量降低对生态空间管控区域功能影响和避免破坏周边自然景观条件的原则，工可阶段推荐采用隧道方案穿越靠山。

因此，经上述分析并综合全段落各控制因素，本段路线方案如下：

路线接上一段方案过宁黄高速后，避让白鹭湖度假区及白鹭湖别墅区，向西跨越下塘，穿越靠山，设置靠山隧道，上跨银杏湖大道避让智能制造产业园向西。

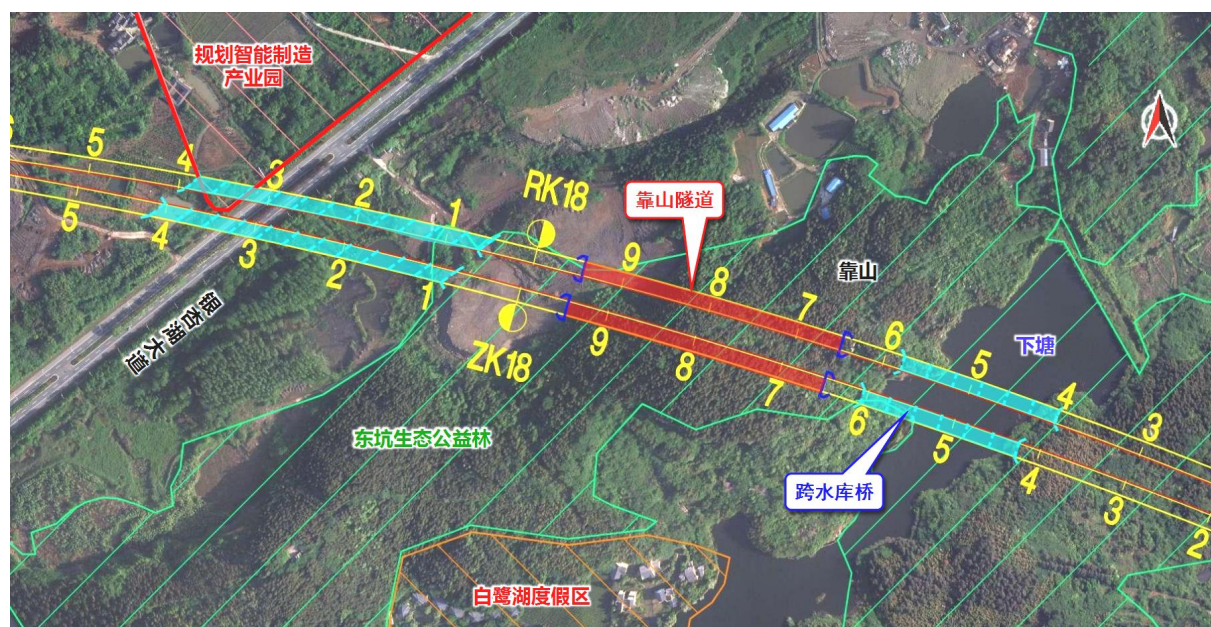


图 3- 96 靠山隧道节点平面图

然后路线在逢源驿站和竹丝塘之间穿越，于吴庄水库北侧向西再次跨银杏湖大道，设置互通。向西于孙家店大塘与采空区南侧穿越拟建 220kv 高压线。路线方案穿越了

东坑生态公益林（生态空间管控区域），路线穿越长度约 807m（影响约 76.2 亩）。



图 3-97 规划宁黄高速至银杏湖大道段 K 线平面图

3.2.3.5 银杏湖大道至终点段

1、主要控制因素

区域主要控制因素包括高庄水库、红庙水库、LNG 燃气储配站、正方大道、滨江开发区互通、宁安城际和宁芜铁路等。

①高庄水库、红庙水库、LNG 燃气储配站：避让；



图 3-98 LNG 燃气储备站

②正方大道：共线接锦文路过江通道，现状正方大道为一级公路，双向四车道，中分带 8m，总宽 33.5m。；



图 3-99 正方大道

③宁安城际和宁芜铁路：考虑合适的交叉形式，并满足规范要求。



图 3-100 宁安城际与宁芜铁路



图 3-101 银杏湖大道至终点段控制因素分布图

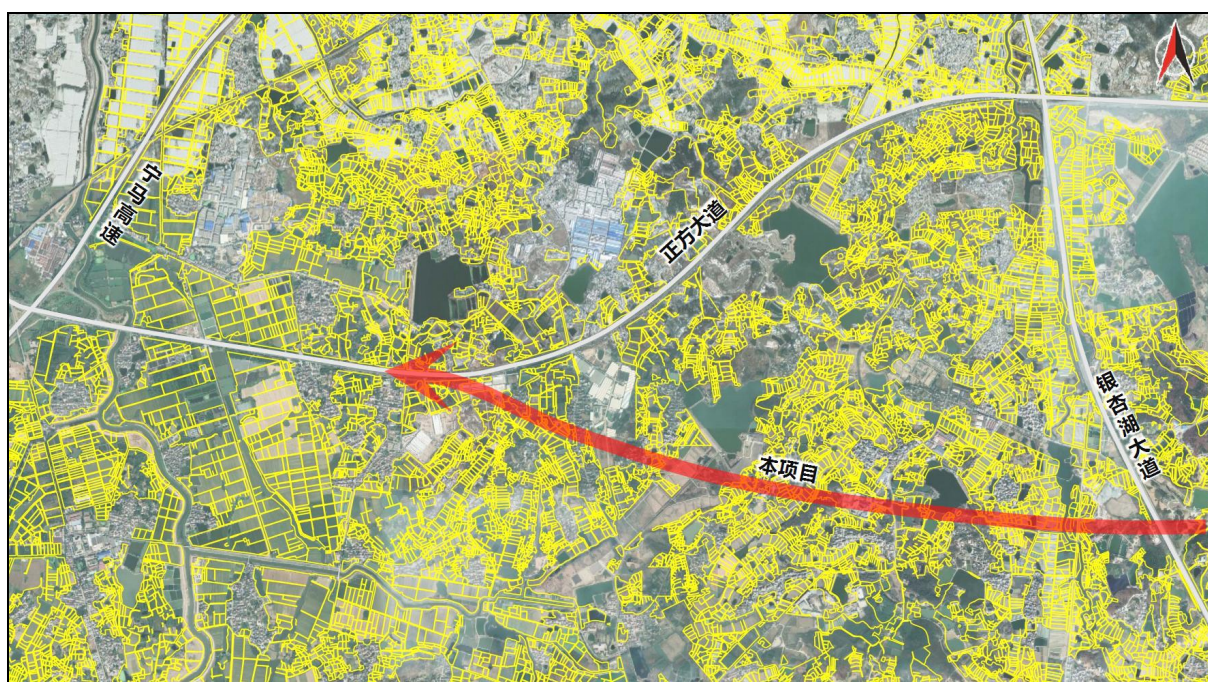


图 3-102 银杏湖大道至终点段路线永久基本农田分布图

2、路线方案

本路段沿线控制因素较多，永久基本农田分布广泛。根据前述研究，由于终点稳定，项目最终需要接锦文路，为避免对路网影响，工可研究早期考虑了线位避让正方大道、滨江开发区枢纽，独立于正方大道南侧平行布线方案和完全远离正方大道布设顺直线位的方案。

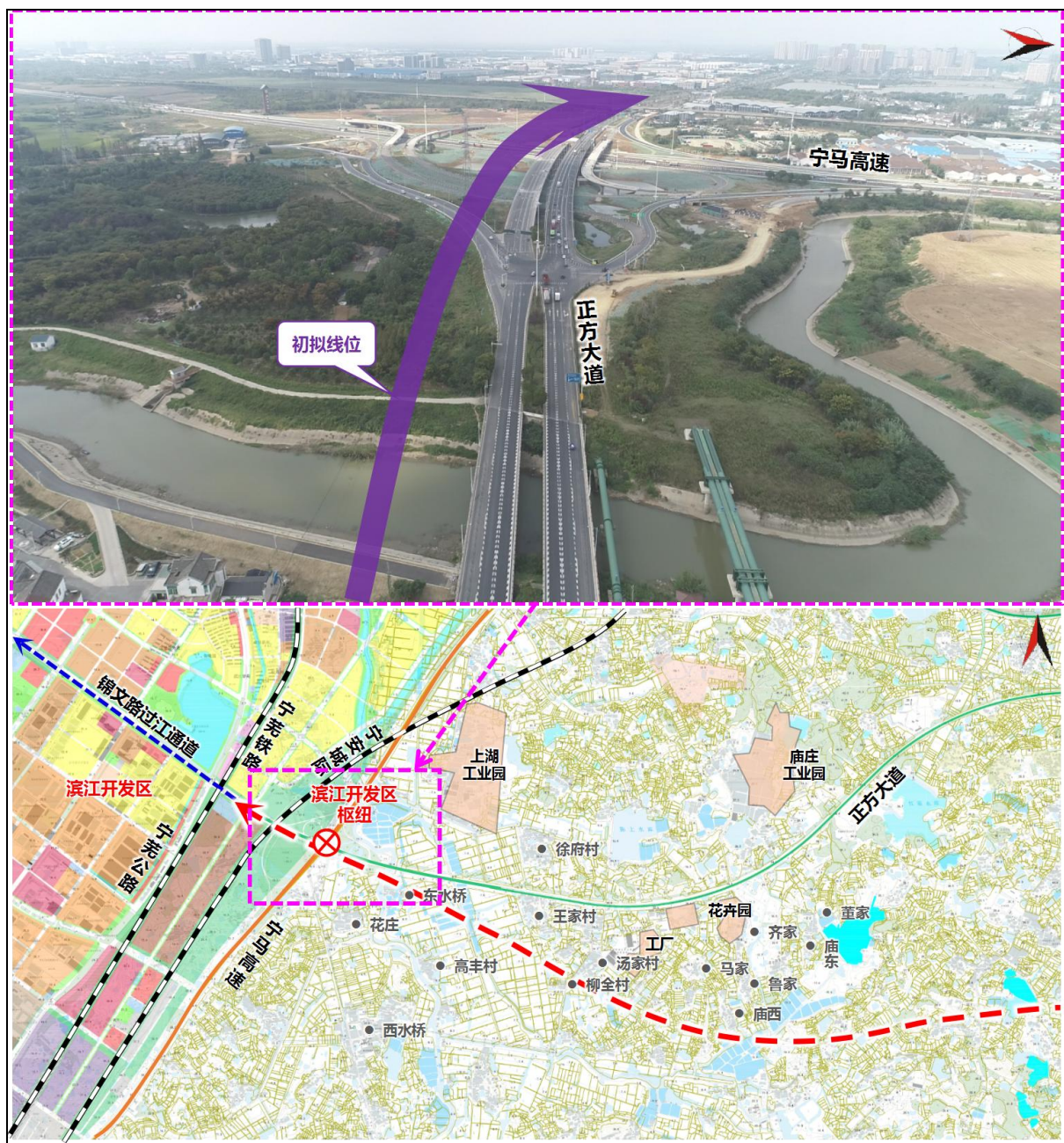


图 3-103 初拟线位示意图

经初步研究，虽然以上方案基本不影响正方大道，但永久基本农田占用面积大，同时拆迁沿线大量村庄和厂房，在与宁马高速交叉节点上，原枢纽于 2022 年刚建成通车，本项目 2024 年开工建设时若将原枢纽拆除，社会影响大，费用高，方案可行性较差。因此后续工可深入研究中不再进行同深度比选。

考虑到正方大道沿线永久基本农田预留 80m 廊道，滨江开发区枢纽方案研究时已与本项目进行了协调，本着尽量减少永久基本农田占用、减少拆迁、集约节约用地、

充分利用既有廊道的原则，工可在本路段方案采用利用正方大道廊道的方案，路线上跨银杏湖大道后避让水库及厂房向西，于花卉园南经过，后与正方大道重叠布设，路线利用其中分带设置高架桥，大盖梁预制装配式桥梁预留桥下净空满足未来可能的快速化要求。后向西经燃气储配站、江宁河，过宁马高速后，纵向上受到宁芜铁路、宁安城际的限制，高架落地下穿宁安城际，终点接锦文路过江通道项目终点，即下穿宁芜铁路通道处。



图 3-104 银杏湖大道至终点段路线方案图

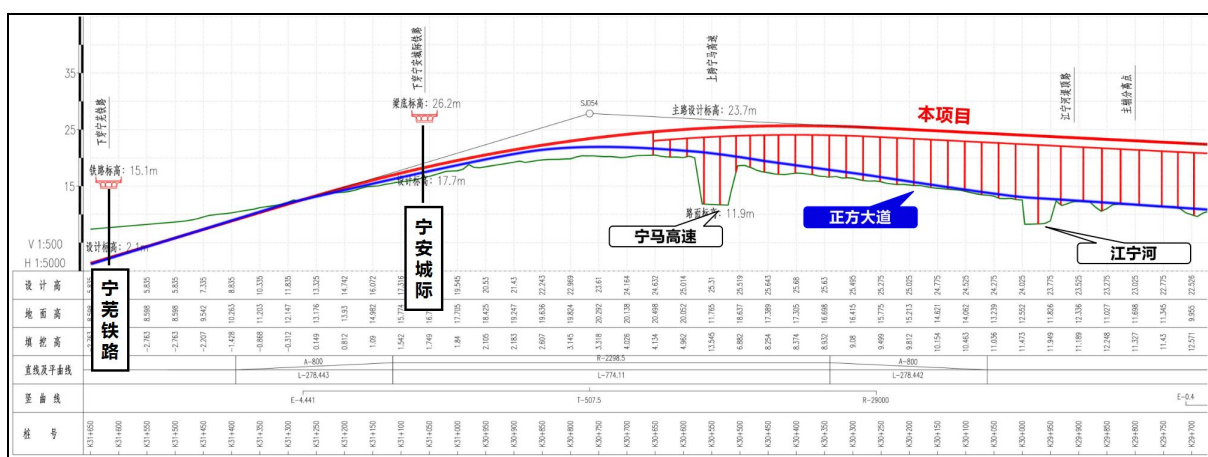


图 3-105 本项目与正方大道纵面位置关系

根据纵面关系，过江宁河后本项目高架桥下净空已不能满足车辆通行要求，因此对正方大道向两侧改移，改移段自江宁河东起，连续上跨互通区匝道与宁马高速，下

穿宁安城际，在宁芜铁路东侧接锦文路项目地面层（锦文大道）。

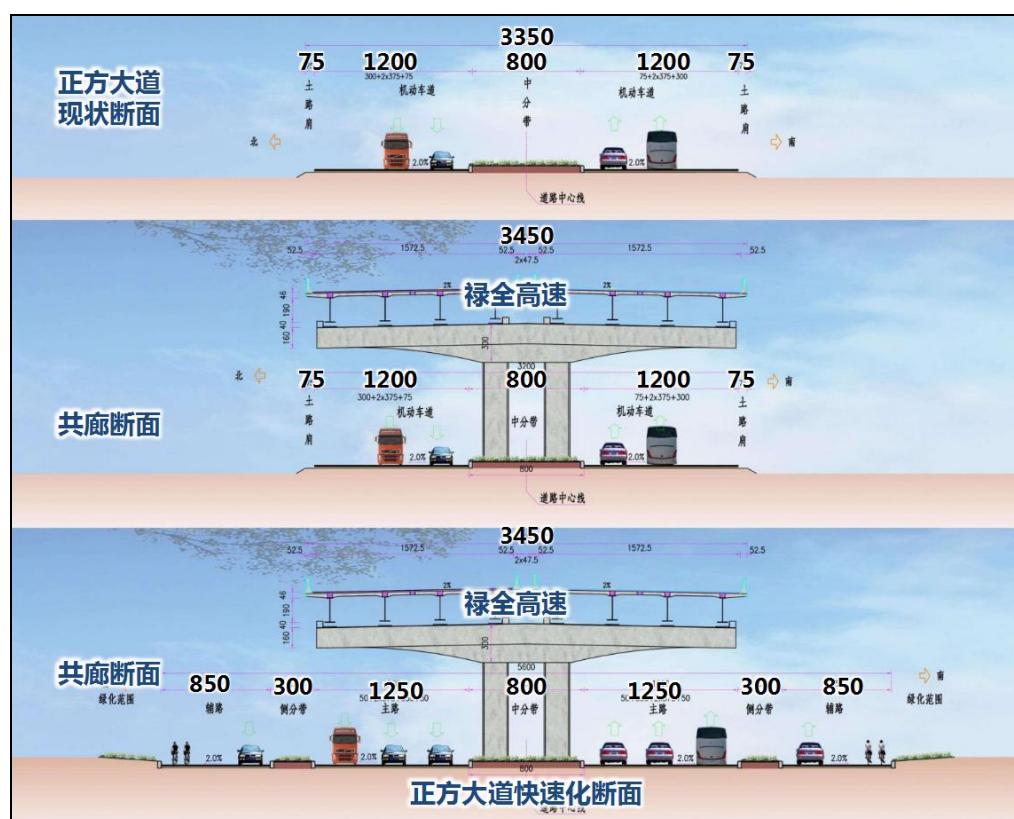


图 3- 106 本项目与正方大道共线段横断面图

改移段采用左右幅分离式断面，设计速度采用 60km/h。考虑未来正方大道既承担滨江片区对江宁地区出行，又部分承担本项目高速进出功能，客货车、人非通行需求较强。为保障人、车通行快速安全和客货运畅通，改移段断面采用六车道+非机动车道+人行道，每条机动车道宽度采用 3.75 米。建设完成后，正方大道至锦文路东西通行畅通。

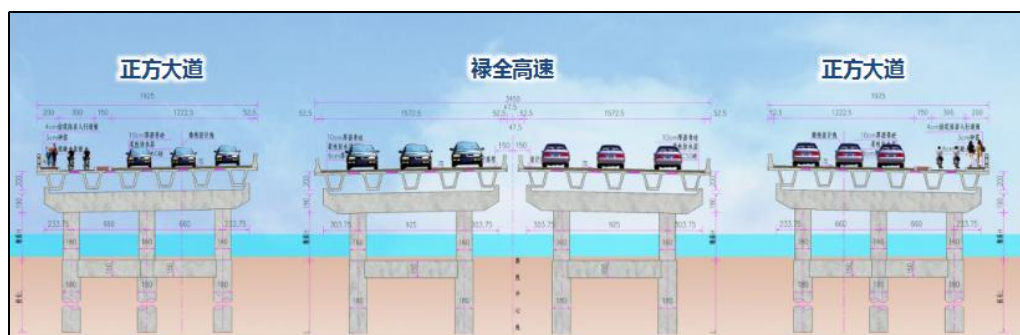


图 3- 107 本项目与正方大道分离段横断面图

3、终点处与锦文路过江通道的衔接

锦文路现推荐双层桥跨江后接地，高速在第二层自西向东以长隧道方式过境滨江开发区，后暗埋段下穿现状 G205、敞口段下穿宁芜铁路后接地，向东接滨江开发区互通。本项目向西与锦文路长隧衔接。

宁芜铁路以西全部工程纳入锦文路实施范围；宁芜铁路以东，主线、匝道敞开段纳入锦文路项目实施，主线路基段、两侧地面道路，含辅道、匝道、收费站由本项目实施。

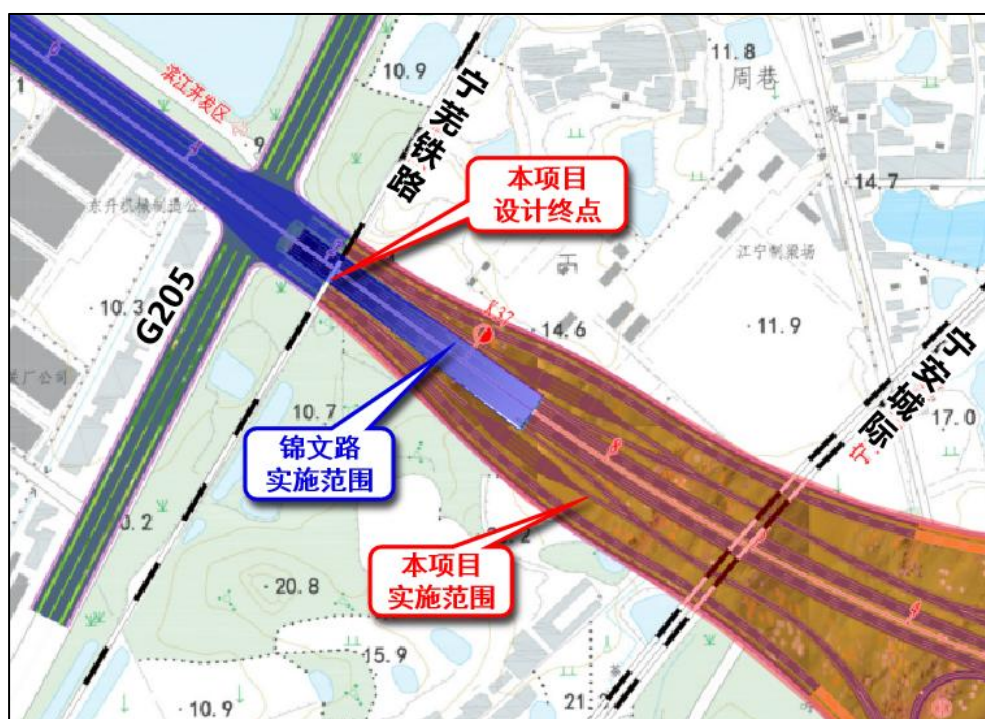


图 3-108 本项目与锦文路过江通道实施界面划分

(1) 与锦文路过江通道衔接位置的平纵横：

①平面：

本项目在宁安城际位置采用左右幅分离式断面穿越，锦文路过江通道采用整体式断面穿越宁芜铁路，主路由分离式断面逐渐合并，变为整体式断面。

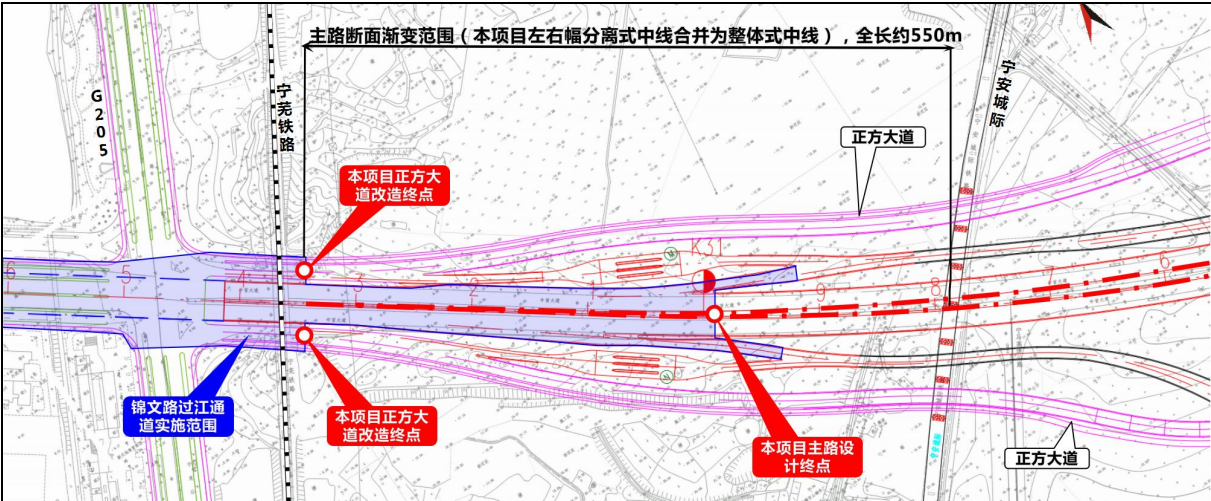


图 3- 109 本项目与锦文路过江通道平面衔接

②纵面：

本项目顺接锦文路过江通道主路，设计分界点位于-3%纵坡的直坡段上。

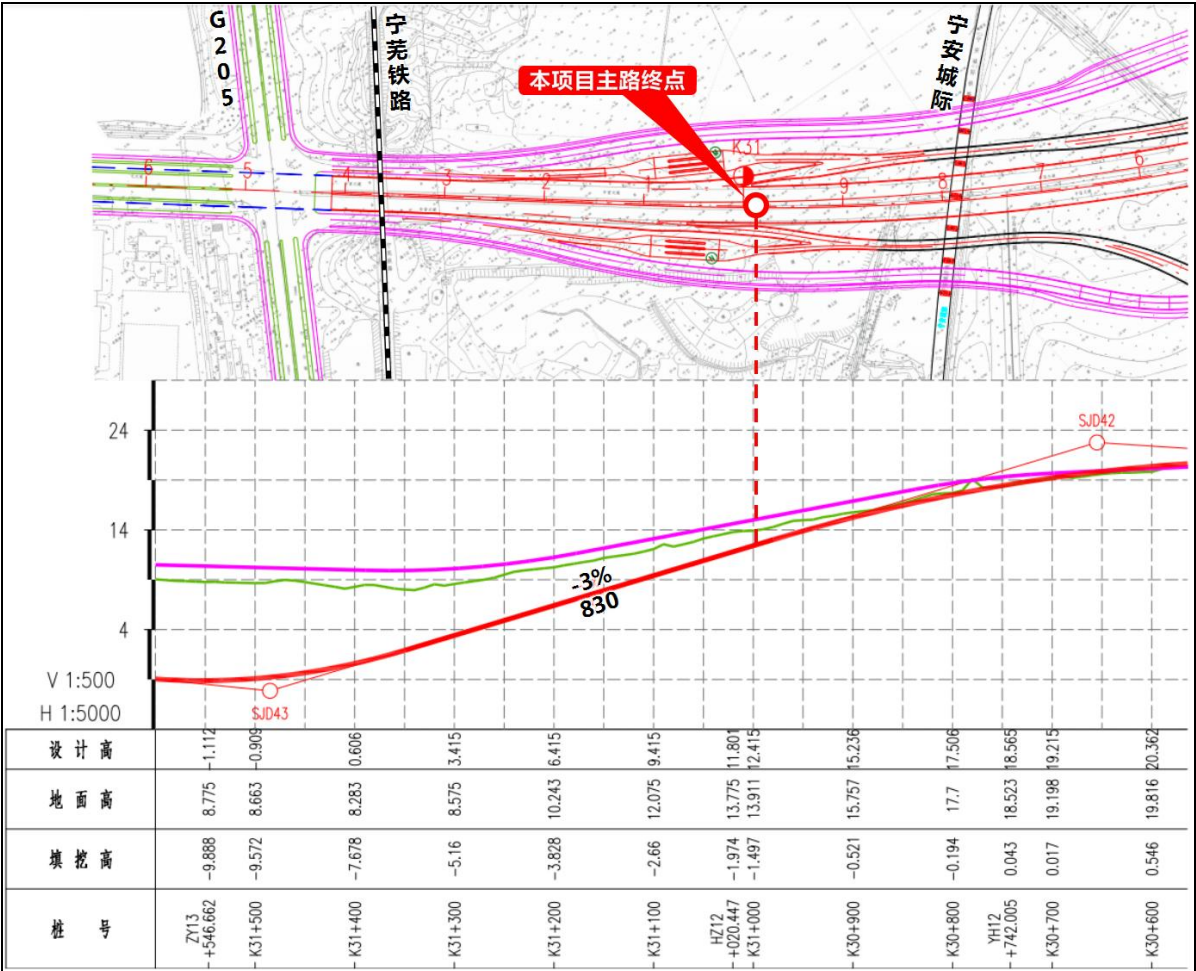


图 3- 110 本项目与锦文路过江通道纵面衔接

③横断面

本项目下穿宁安城际位置横断面组成为：19m 正方大道改移（ $5\text{m}+1.5\text{m}+0.75\text{m}+3.75\text{m}\times 3+0.5\text{m}$ ）+20m 分隔带+12.75m 匝道+15.75m 主路（ $0.75\text{m}\times 2+3\text{m}+3.75\text{m}\times 3$ ）+10m 中分带+15.75m 主路（ $0.75\text{m}\times 2+3\text{m}+3.75\text{m}\times 3$ ）+12.75m 匝道+23m 分隔带+19m 正方大道改移（ $5\text{m}+1.5\text{m}+0.75\text{m}+3.75\text{m}\times 3+0.5\text{m}$ ），总宽约 182.5m。

锦文路过江通道下穿宁芜铁路位置横断面组成为：1m 侧墙+7.5m 慢行系统（ $3.5\text{m}+4\text{m}$ ，人+非）+3m 隔墙+13m 正方大道改移（ $0.5\text{m}+3.5\times 2\text{m}+3.75\text{m}+1.75\text{m}$ ）+4m 隔墙+14.5m 主路（ $0.75\text{m}+1\text{m}+3.75\text{m}\times 3+1.5\text{m}$ ）+2.1m 中隔墙+14.5m 主路（ $0.75\text{m}+1\text{m}+3.75\text{m}\times 3+1.5\text{m}$ ）+4m 隔墙+13m 正方大道改移（ $0.5\text{m}+3.5\times 2\text{m}+3.75\text{m}+1.75\text{m}$ ）+3m 隔墙+7.5m 慢行系统（ $3.5\text{m}+4\text{m}$ ，人+非）+1m 侧墙，总宽 88.1m。

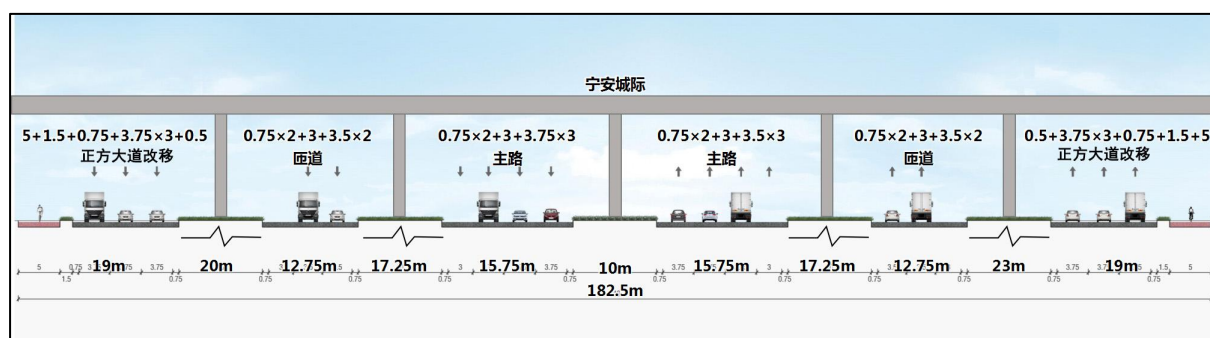


图 3-111 本项目下穿宁安城际位置横断面

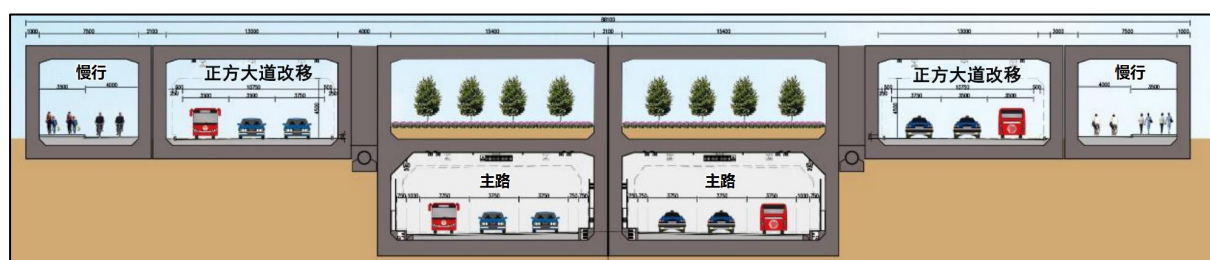


图 3-112 锦文路过江通道下穿宁芜铁路位置横断面

本项目主路采用分离式断，跨宁马高速，接锦文路过江通道前由分离式断面渐变为整体式断面，整体式断面中分带与锦文路过江通道采用的中分带宽度一致。

本项目与锦文路过江通道项目在主路车道数、车道宽度等相同，主路路缘带、正

方大道改移车道宽度、正方大道改移路缘带、慢行系统宽度存在一定渐变。在本项目范围主路按 1/100 渐变率，设置 125m 渐变段；正方大道改移宽度渐变较少，随主路一并渐变。匝道在宁安城际与宁芜铁路之间并入主路。

横断面宽度对比表

表 3- 5

	主路车道数	主路车道宽度	主路路缘带/硬路肩宽度	正方大道改移车道数	正方大道改移车道宽度	正方大道改移左/右侧路缘带	非机动车道	人行道
本项目	3	3.75m	0.75m/3m	3	3.75m	0.5m/0.75m	5m	
锦文路	3	3.75m	1.5m/1.75m	3	3.5m/3.75m	0.5m/1.75m	4m	3.5m

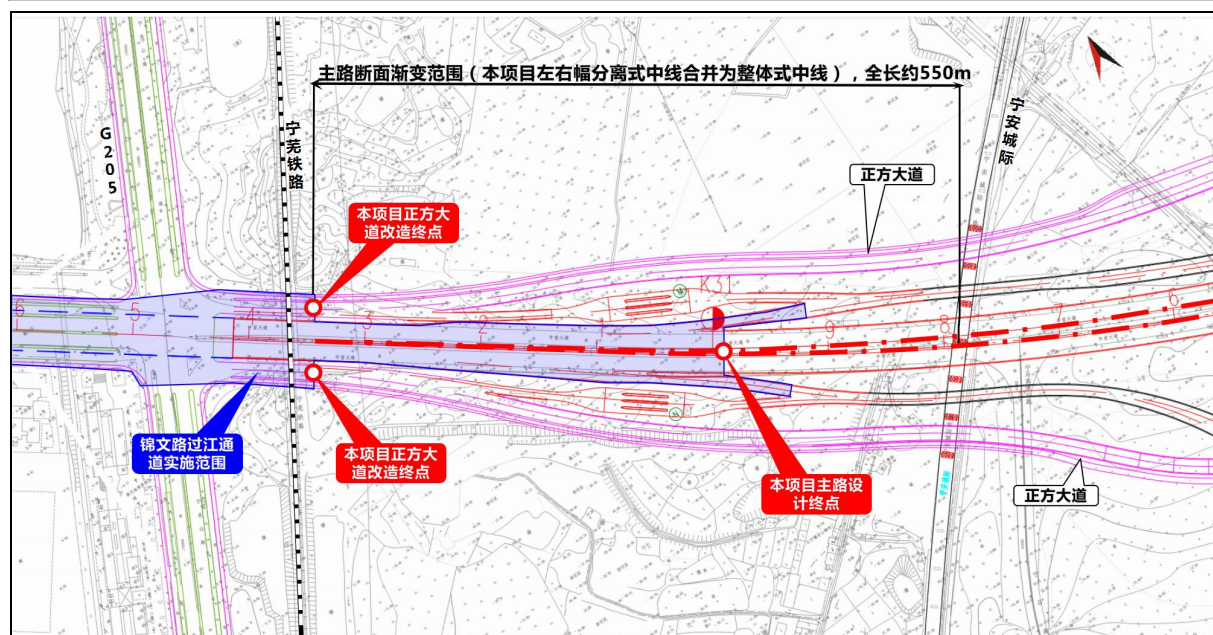


图 3- 113 本项目主路车道宽度渐变段示意图

(2) 设计速度渐变

锦文路过江通道高速层设计速度为 100km/h。根据前述研究成果，本项目设计速度采用 120km/h 存在 20km/h 的设计速度差，因此，工可考虑在滨江开发区枢纽东侧进入互通前，设置速度渐变段。并设置完善的提示标志。

3.2.3.6 项目推荐方案综述

1、工可推荐总体方案

本项目起点接仪禄高速，向西跨 S246、S002，于江苏上秦淮省级湿地公园南侧跨越溧水河，继续向西跨机场高速，经凤凰山南侧下穿地铁 S1 号线、500kv 东峰东廻线后，上跨将军大道和风云铁路，避让尹山雷达站后与规划宁黄高速交叉，继续向西连续两次跨越银杏湖大道，随后与正方大道共廊至滨江开发区枢纽，终点接锦文路过江通道。路线全长约 37.35km。



图 3-114 本项目线走向示意图

2、本项目与“三区三线”的关系

(1) 与生态保护红线的关系

依据本项目推荐线位以及《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目避让了国家级生态保护红线（江苏上秦淮省级湿地公园、牛首山省级森林公园），但本项目不可避免占用了部分生态空间管控区域（秦淮河洪水调蓄区、东坑生态公益林），按照《关于在建设用地审查中严格落实生态空间管控要求的通知》（苏自然资函〔2021〕53 号）要求，已组织开展《南京都市圈环线高速公路禄口至滨江开发区段工程涉及江宁区生态空间管控区域论证报告》的编制。

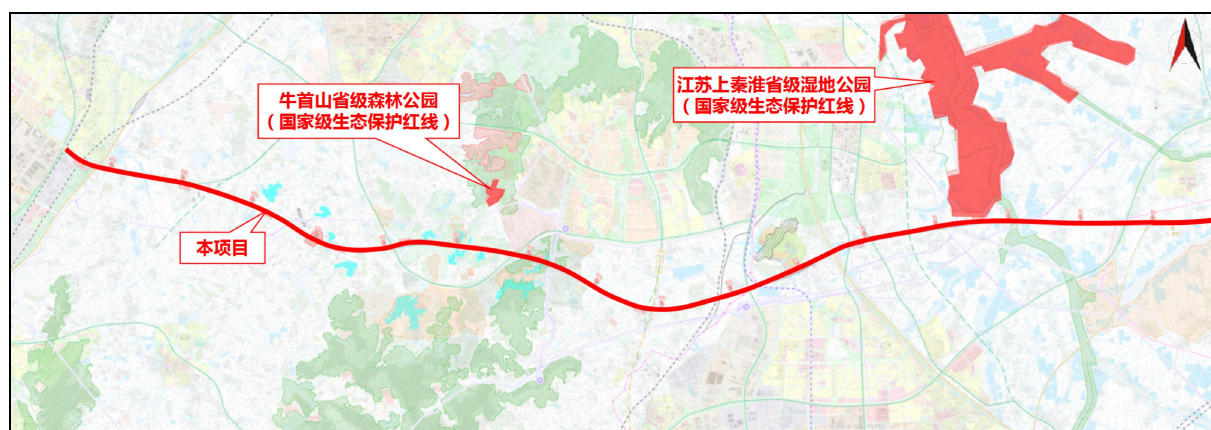


图 3- 115 本项目与国家级生态保护红线的关系

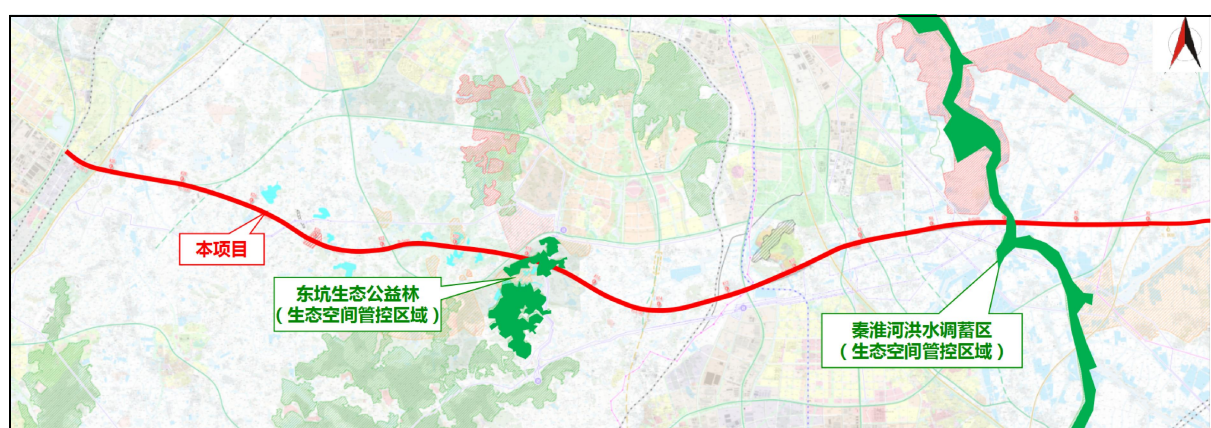


图 3- 116 本项目与生态空间管控区域的关系

本项目距离江苏上秦淮省级湿地公园约 211m。本项目以桥梁形式穿越秦淮河洪水调蓄区，影响面积约 11.8 亩；本项目以桥隧与路基相结合的方式穿越东坑生态公益林，影响面积约 76.2 亩。

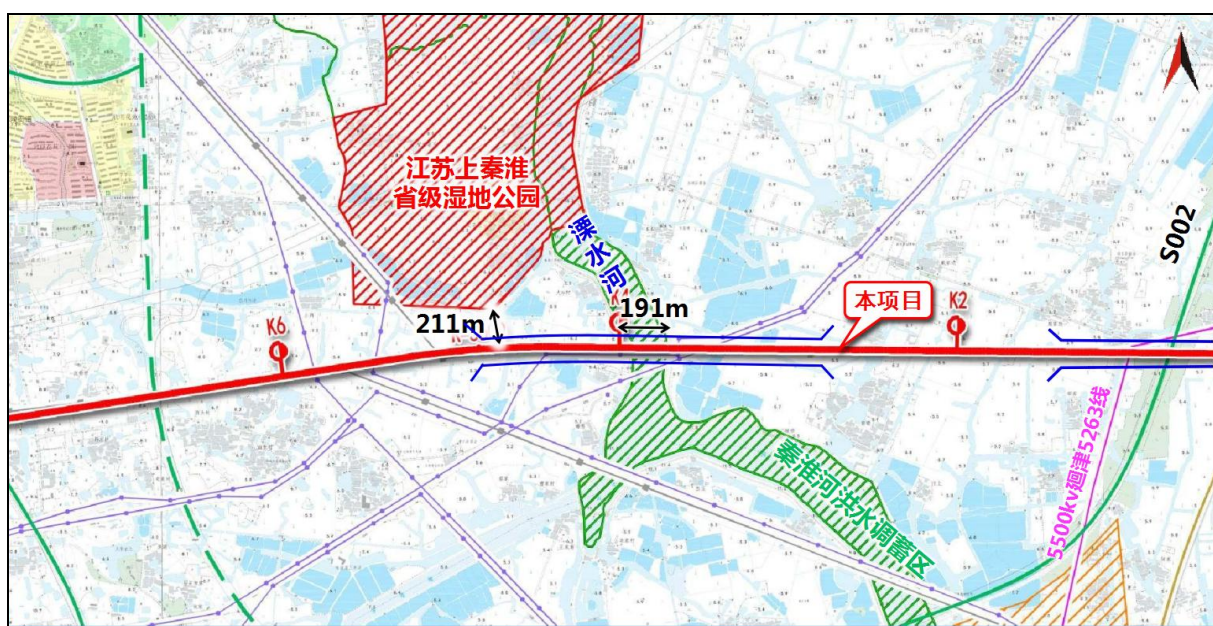


图 3-117 本项目与江苏上秦淮省级湿地公园、秦淮河洪水调蓄区位置关系

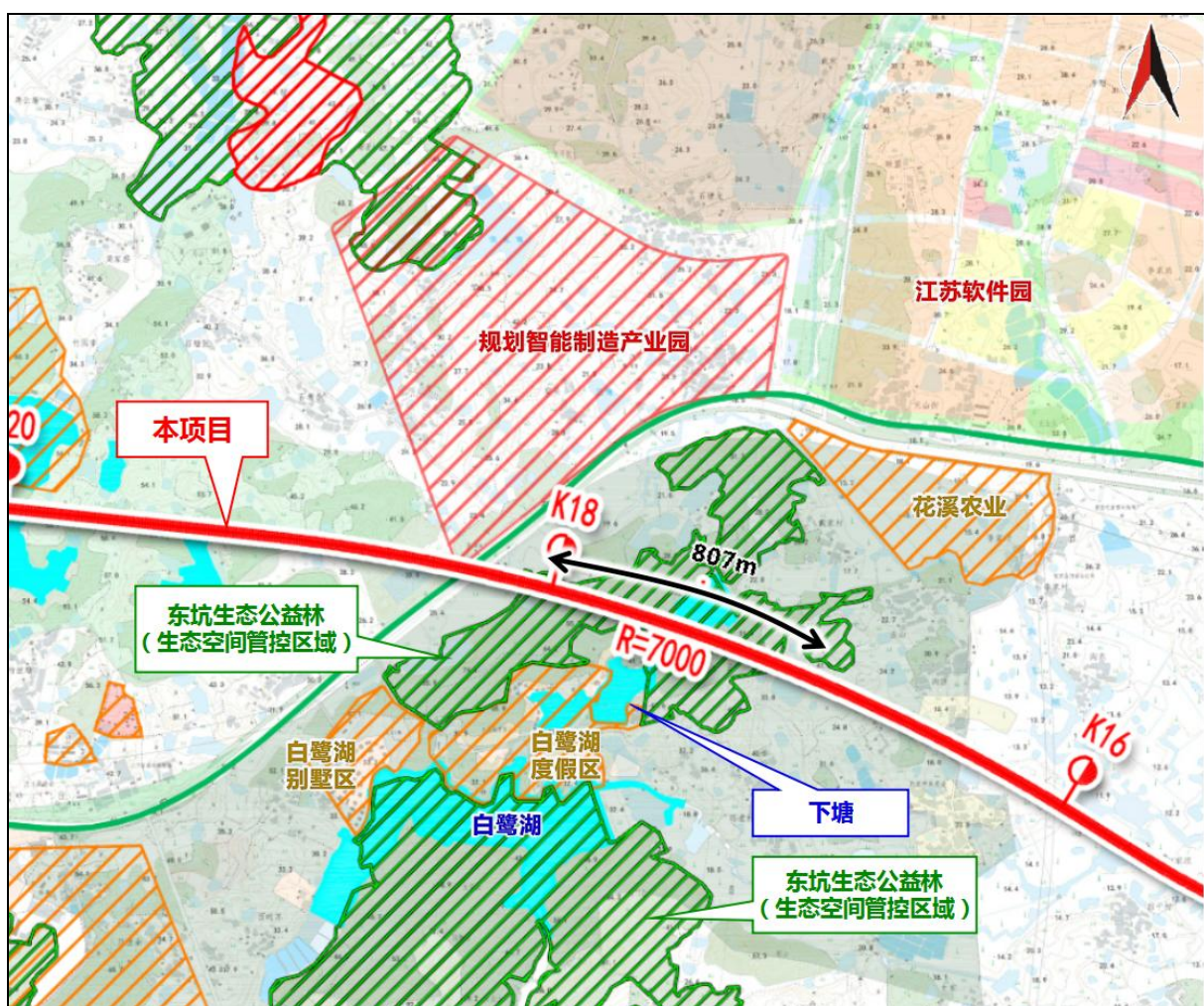


图 3-118 本项目与东坑生态公益林的关系

(2) 与永久基本农田的关系

依据本项目推荐线位以及南京市、江宁区相关土地利用规划，滨江开发区预留了本项目廊道。本项目占地约 4111.9 亩，占永久基本农田约 1053.4 亩。

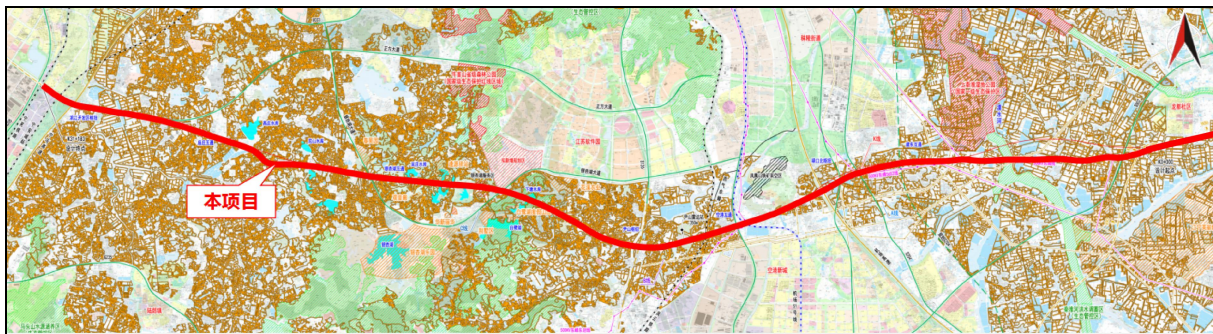


图 3- 119 本项目与永久基本农田的关系

(3) 与城镇开发边界的关系

依据本项目推荐线位以及区域沿线相关城镇规划，本项目与沿线其他城镇均保持合适间距，均在龙都、秣陵、禄口和江苏软件园等城镇开发边界外，滨江开发区范围内则预留了本项目廊道。

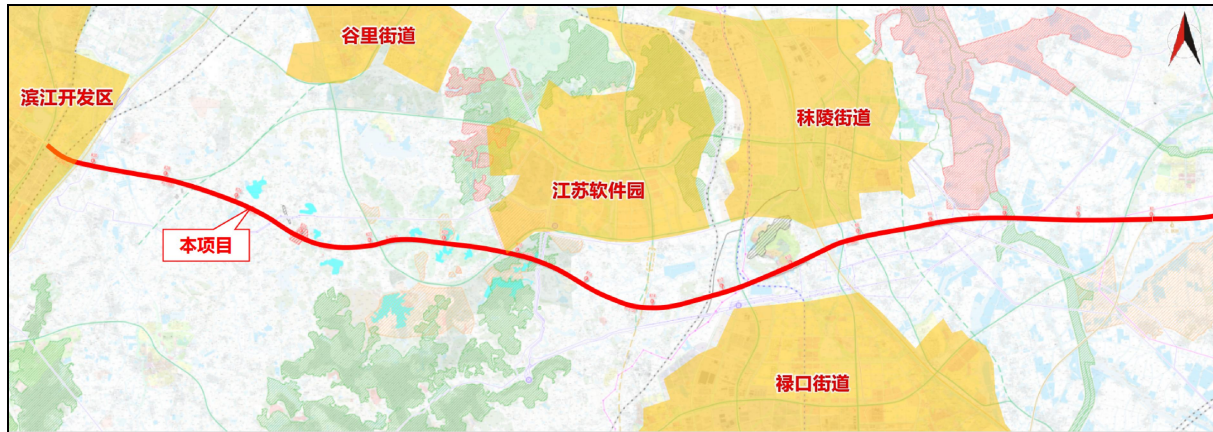


图 3- 120 本项目与城镇开发边界的关系

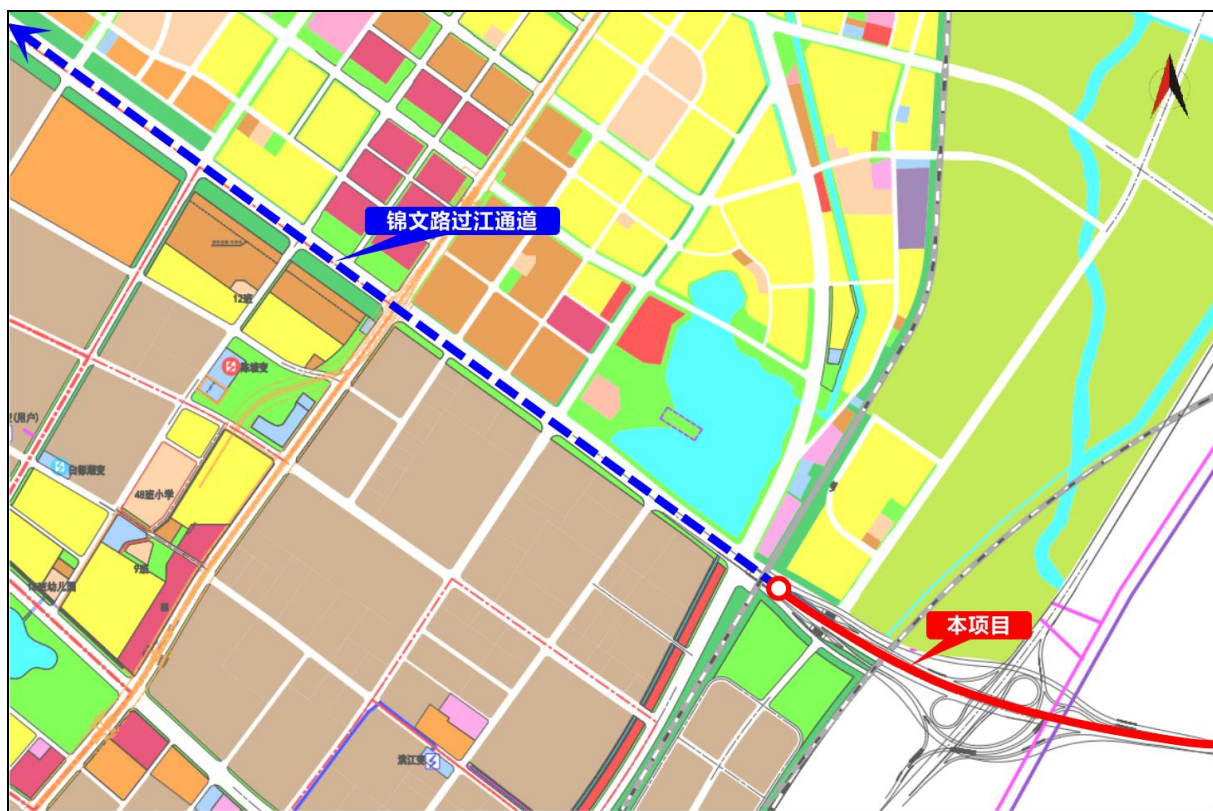


图 3-121 滨江开发区范围廊道示意图

3.3 要素保障分析

3.3.1 土地要素保障

土地是关系国计民生的重要战略资源，耕地是广大农民赖以生存的基础。所以，在公路建设中应实行最严格的耕地保护制度，控制占地数量，实现社会全面、协调、可持续发展。

3.3.1.1 相关的国土空间规划

《江苏省国土空间规划 2021-2035 年》于 2023 年 7 月经国务院批复。规划中将都市圈环线高速禄口至滨江经济开发区段纳入其中。

本项目已列入了《2023 年度南京市江宁区预支空间规模指标落地上图方案》的重点建设项目用地规划表，名称为“南京都市圈环线高速公路禄口至滨江开发区段”。因此本项目符合国土空间规划管控规则。

项目名称	建设性质	新增用地规模	位置(到街道)	建设情况备注
京沪高铁四电及警务用地(南京段)工程	新建		东山街道、谷里街道、麒麟街道、汤山街道	已批
溧马高速连接线S337至将军路互通段建设用地项目	新建		禄口街道	已批
南京机场高速公路(翠屏山互通至机场段)扩建工程项目	扩建		禄口街道、秣陵街道、江宁开发区、空港开发区	已批
南京绕城公路城市化改造项目(捆綁用地)	新建		谷里街道	已批
南京绕城高速公路谷里互通项目建设用地	改建		谷里街道	已批
南京至高淳城际轨道禄口新城南站至高淳段工程	新建		禄口街道	已批
南京至高淳城际轨道南京南站至禄口机场工程(地铁6号线)	新建		横溪街道、江宁开发区、空港开发区、禄口街道、秣陵街道	已批
南京至高淳新通道工程	新建		横溪街道、禄口街道	已批
宁杭高速公路淳化互通连接线项目	新建		淳化街道、湖熟街道	已批
麒麟科技创新园快速公共交通工程(一号线)	新建		东山街道、麒麟街道	已批
126省道江宁段市政配套工程项目	新建		秣陵街道、横溪街道	
G4211宁芜高速公路皖苏界至芜湖枢纽段改扩建项目(江苏段)	改建		江宁街道	
滨河西路	新建		禄口街道	
南京都市圈环线高速公路禄口至滨江开发区段	新建		禄口街道、横溪街道、江宁街道、谷里街道、秣陵街道、湖熟街道	

图 3- 122 重点建设项目清单表

3.3.1.2 土地利用年度计划

根据《2023 年度南京市江宁区预支空间规模指标落地上图方案》，到规划期末 2035 年，江宁区耕地保有量不低于 52293.4000 公顷；新增建设用地总规模不超过 4523.1800 公顷。新增建设用地占用农用地不超过 4422.7207 公顷；新增建设用地占用耕地不超过 2172.8252 公顷；土地整治补充耕地义务量 1820.8946 公顷；新增城乡建设用地上图规模 4360.1685 公顷。

依据《江苏省自然资源厅关于积极做好用地用海要素保障的通知》（苏自然资发〔2022〕303 号文），已列入省“十四五”规划且由国务院和省政府及其项目投资主管部门批准立项的重大基础设施项目的新增建设用地规模，由省级全额保障，在项目用地报批时直接核销。

3.3.1.3 建设用地控制指标

本项目各项功能分区指标均符合《公路工程项目建设用地指标》（建标〔2011〕124号）。本项目功能分区为区间路基工程、桥梁工程、交叉工程和沿线设施，基本功能区之间相互独立，既保证各功能区功能实现不受影响，又满足了各功能区之间较好的衔接性，同时也符合《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）、《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）、《高速公路交通工程及沿线设施工程设计通用规范》（JTG D80-2006）等行业标准的规定。本项目各项功能分区指标情况，具体详见项目用地规模及功能分区合理性。

3.3.1.4 节约集约用地论证分析

1、土地利用的基本方针

（1）把保护耕地放在土地利用与管理的首位。耕地是农业乃至整个国民经济发展的基础，发展经济必须以保护耕地为前提。必须对耕地实行特殊保护，严格控制耕地转为建设用地，实行占用耕地补偿制度，加强永久基本农田保护管理。

（2）坚持供给制约和引导需求，统筹安排各业用地。必须改变以往以投资规模、用地需求决定土地供给的做法，逐步形成以土地供能力起主导作用的供地制约机制。在保护耕地和保障其他事关国计民生的重要基础产业、基础设施用地需要的前提下，统筹兼顾，协调各方面的用地关系。同时，注意发挥土地市场机制的作用，促进土地资源的优化配置和高效利用。

（3）开发与节约并举，以节地挖潜为重点，提高土地利用效率。各项建设应当尽量利用存量土地和闲置土地，最大限度地挖掘已利用土地的潜力；必须节约使用土地，可以利用荒地的不得占用耕地，可以利用劣地的不得占用好地。农业发展要充分利用现有农用地，大力改造中低产地，提高土地集约经营水平；积极开展土地整理和复垦，以增加耕地及其他农用地面积。同时，要在保护和改善生态环境的前提下，因地制宜、适度开发后备土地资源，做到地尽其用。

（4）坚持“一要吃饭，二要建设”的方针，处理好长远与当前、全局与局部的

关系，实现土地利用经济、社会、生态效益三统一。要坚持土地开发、利用、整治、保护相结合，防止过度开发和掠夺式利用，加强土地退化的防治，保护和改善土地生态环境，实现土地资源的永续利用，促进社会、经济、资源、环境协调发展。

2、节约用地的方案与措施

（1）路线选线

从节约土地和可持续发展理念出发，本项目在工可设计阶段的纵断面设计中，在满足设计洪水位的前提下，尽可能降低路堤高度，跨越道路时经比选，多采用桥梁方式跨越，既满足了道路功能，又减少了路堤长度和支线上跨规模，降低了用地面积。

（2）主要构造物

桥梁设计时充分调查，核定合理的通航等级、公路等级及净空。

全线设置多处互通式立交，在互通方案设计时，在保证功能及工程要求的前提下，均采用紧凑型式，尽可能控制互通式立交的占地规模。

（3）下阶段设计中土地节约及保护措施

①进一步征求沿线各级地方政府意见，在充分论证工程土石方平衡方案，以及临时用地的复垦利用方向的基础上，合理确定取土场的地点、数量和取土方式，采取尽量结合当地农田、水利工程等规划，优化局部路段的平纵断面，多利用低产田或荒地等措施，从而减轻因工程建设而造成的地方土地资源利用压力。施工期各类料场、拌合厂等临时用地应尽量不占用农田。

②通过进一步适当优化调整线位、收缩边坡等方式减少部分耕地占用；在公路施工期可通过将取土与土地整治造田结合，复垦形成部分耕地。

③施工组织设计中，应明确对主体工程、取土场和临时工程所占耕地的表土层（0~30cm）的剥离、临时堆放方案及其水土流失预防措施设计，确保肥力较高的表土层用于工程后期的土地复垦或景观绿化美化工程。下阶段设计中应体现有计划地将临时用地进行土地农业、蓄水及渔业复垦内容，以确保当地农副业用地损失减少到最低限度。

3.3.1.5 项目用地规模及功能分区

本项目路基、隧道、桥梁、互通和沿线设施各功能分区占地均能满足《公路工程项目建设用地指标》中的指标。

3.3.1.6 项目用地总体情况

(1) 用地类型

根据江宁区第三次国土变更调查数据，本项目申请用地涉及农用地、建设用地及未利用地。本项目涉及江宁区用地 274.130 公顷（东至湖熟街道，西至江宁街道，南横溪街道，北至秣陵街道，详见征地勘测定界图）。

其中农用地 209.9165 公顷、建设用地 53.1785 公顷及未利用地 8.8173 公顷。按种类区分，其中耕地 73.0633 公顷，园地 10.3406 公顷，林地 86.1809 公顷，草地 7.5018 公顷，商服用地 2.5128 公顷，工矿仓储用地 4.155 公顷，住宅用地 10.5477 公顷，公共管理与公共服务用地 0.2632 公顷，特殊用地 0.0106 公顷，交通运输用地 33.8791 公顷，水域及水利设施用地 1.3155 公顷，其他土地 0.6116 公顷。其他情况详见土地现状调查表。

（2）地上（下）物情况

本项目沿线地上物主要有农田、林地、河流、宅基地、厂区等，地下物涉及部分文物及管线，方案设计时需要纳入考虑。

3.3.1.7 农用地转用指标、转用审批手续办理安排及耕地占补平衡落实情况

依据《江苏省自然资源厅关于积极做好用地用海要素保障的通知》（苏自然资发〔2022〕303号文），已列入省“十四五”规划且由国务院和省政府及其项目投资主管部门批准立项的重大基础设施项目的新增建设用地规模，由省级全额保障，在项目用地报批时直接核销。本项目涉及的农用地和未利用地需转为建设用地。

依据《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2023〕89号文），支持国家重大项目先行用地。需报国务院批准用地的国家重大项目和省级高速公路项目中，控制工期的单体工程和因工期紧或受季节影响确需动工建设的其他工程可申请办理先行用地，申请规模原则上不得超过用地预审控制规模的30%。先行用地批准后，应于1年内提出农用地转用和土地征收申请。

确需分期建设的项目，可根据可行性研究报告确定的方案或可行性研究批复中明确的分期建设内容，分期申请建设用地。线性基础设施建设项目正式报批用地时，可根据用地报批组卷进度，以市（地、州、盟）分段报批用地。农用地转用和土地征收审批均在省级人民政府权限内的，可以县（市、区）为单位分段报批用地。

重大建设项目直接相关的改路改沟改渠和安置用地与主体工程同步报批。能源、交通、水利、军事等重大建设项目直接相关的改路、改沟、改渠和安置等用地可以和项目用地一并办理农用地转用和土地征收，原则上不得超过原有用地规模。土地使用标准规定的功能分区之外，因特殊地质条件确需建设边坡防护等工程，其用地未超项目用地定额总规模3%的，以及线性工程经优化设计后无法避免形成的面积较小零星夹角地且明确后期利用方式的，可一并报批。其中，主体工程允许占用永久基本农田的，改路、改沟、改渠等如确实难以避让永久基本农田，在严格论证前提下可以申请占用，按要求落实补划任务。

依据《江苏省自然资源厅关于积极做好用地用海要素保障的通知》（苏自然资

发〔2022〕303号文），在坚持谁占谁补原则和落实设区市、县（市、区）政府耕地占补平衡主体责任的基础上，在本行政辖区内无法实现占补平衡的，可通过易地调剂补充耕地指标，实现耕地占补平衡。强化省级统筹调控，充分发挥省级补充耕地指标交易平台的保障作用，适时组织开展省以上重大基础设施项目补充耕地指标专场交易，倾斜支持省以上重大基础设施项目的占补平衡。支持各地组织实施土地综合整治、高标准农田建设合理拓宽补充耕地来源。二调和现状均为非耕地的（含盐碱地），经整治形成的新增耕地，核定入库后可用于占补平衡。

3.3.1.8 永久基本农田占用和补划情况

根据调查，本项目路线走向范围内永久基本农田分布广泛，本项目共占用永久基本农田 70.2289 公顷，其中：水田 55.7194 公顷，水浇地 10.2466 公顷，旱地 4.2629 公顷。

占用永久基本农田情况表

单位：公顷 表 3-6

期数	街道	合计	耕地			
			小计	水田	水浇地	旱地
一期	谷里街道	9.5909	9.5909	6.1043	1.4154	2.0712
	横溪街道	4.1855	4.1855	3.3626	0.818	0.0049
	江宁街道	12.0355	12.0355	9.1072	2.236	0.6923
	秣陵街道	12.962	12.962	8.7462	2.9064	1.3094
二期	湖熟街道	12.9072	12.9072	12.1516	0.6806	0.075
	秣陵街道	18.5478	18.5478	16.2475	2.1902	0.1101
合计		70.2289	70.2289	55.7194	10.2466	4.2629

根据《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》（国土资规〔2018〕1号）和《自然资源部关于做好占用永久基本农田重大建设项目用地预审的通知（自然资规划〔2018〕3号）》文件要求，重大建设项目、生态建设、灾毁等占用或减少永久基本农田的，按照“数量不减、质量不降、布局稳定”的要求开展补划，按照法定程序和要求相应修改土地利用总体规划，编制完成规划修改方案暨永久基本农田补划方案。

根据《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》（国土资规〔2018〕1号），重大建设项目、生态建设、灾毁等占用或减少永久基本农田的，按

照“数量不减、质量不降、布局稳定”的要求开展补划，按照法定程序和要求相应修改土地利用总体规划，编制完成规划修改方案暨永久基本农田补划方案。

南京都市圈环线已列入《国家公路网规划》，为国家高速公路网规划 12 条都市圈环线之一，编号 G9904；本项目是《江苏省综合立体交通网规划纲要》中联络线路扬州（仪征）—南京（禄口）—滁州（全椒）的组成部分；依据《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2023〕89 号）要求，符合受理占用永久基本农田的重大建设项目用地预审范围。

占用永久基本农田的必要性和不可避让性：（1）本项目属于线性工程，具有区域分布连续性和不可分割性。项目选址是一项复杂的系统工程，需要充分考虑地形地貌条件、地质条件、线路走向、生态环境和投资强度对项目建设的影响，限制因素多，同时由于项目路线跨度较长，所经区域周边永久基本农田分布广、数量大，客观上导致路线无法完全避让永久基本农田。按照不占或少占永久基本农田的原则，在进行项目路线布设、工程选址时应尽量避让永久基本农田保护区，但在项目选址和设计过程中因受到项目建设性质和建设特定的要求，项目建设占用一定数量的永久基本农田确实不可避免；（2）本项目在路线布设、工程选址时已尽量避让、不占或少占永久基本农田，但由于高速公路项目建设对地形要求较高，选址一般都位于地势平坦、开阔的地方，而这些地方耕地灌溉以及生产条件一般都较好，根据沿线区县永久基本农田划定成果，项目沿线地区永久基本农田分布较广，永久基本农田保护率较高，客观上无法完全避让永久基本农田；（3）通过对溧水河至将军大道段、将军大道至规划宁黄高速段、规划宁黄高速至银杏湖大道段等三段路线方案进行比选分析，确实无法避让永久基本农田。

《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2023〕89 号）提出要优化建设项目用地审查报批要求，其中明确表明要简化建设项目用地预审审查，涉及规划土地用途调整的，重点审查是否符合允许调整的情形，规划土地用途调整方案在办理农用地转用和土地征收阶段提交；涉及占用永久基本农田的，重点审查是否符合允许占用的情形以及避让的可能性，补划方案在办理农用地转用和土地征

收阶段提交。

3.3.2 资源要素保障

3.3.2.1 资源环境承载力、控制指标要求及保障方案

1、资源环境承载力及控制指标

(1) 水资源

本项目消耗的水资源主要来自收费站、养护工区、服务区等房建设施生活和生产用水。项目位于南京市江宁区，项目区域水资源丰富，房建设施用水可由现有自来水管网供给，满足生活生产用水需要。

项目生活生产用水经使用后成为污水，为减少污水排放对水资源的不利影响，项目污水接入市政污水管网的，污水排放执行受纳污水处理厂的接管标准；无法接入市政污水管网的，污水排放执行《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2020）。

(2) 能源

本项目能耗主要由道路照明、监控设施等耗电及道路养护消耗汽柴油组成。预计本项目建成后，每年照明、监控、收费站用电、服务区用电等总电消耗 333 万千瓦时，道路养护每年消耗电力约 56 万千瓦时，消耗煤 0.31 吨、石油 46 吨；累计消耗电量约 389 万千瓦时，消耗煤 0.31 吨、石油 46 吨，折合标准煤约 544 吨。评价期 20 年，累计消耗能源折合标准煤约 10871 吨。项目区域内电网发达，电力供应情况良好，项目道路照明、监控设施等可由现有电网供电。道路养护消耗的汽柴油可由市场就近购置。

(3) 大气环境

大气污染方面，施工粉尘所引起大气污染问题比较突出，另外交通车辆排放的废气给大气环境质量也带来负面影响。大气污染物主要有 SO₂、CO、NO_x、颗粒物等。

项目排放的大气污染物主要为施工期施工扬尘、沥青烟气和运营期加油站挥发性有机物。施工期施工扬尘、沥青烟气排放应满足《大气污染物综合排放标准》

(DB32/4041-2021)，运营期加油站挥发性有机物排放应满足《加油站大气污染物排放标准》(GB20952-2020)。

(4) 生态

①陆生植被

项目所在地区属北亚热带向暖温带的过渡地带，地带性植被以常绿混交林与落叶阔叶混交林为基本特征。现存植被类型可分为次生性自然植被和人工植被两大类，自然植被主要为杂草丛，分布有鼠尾粟草丛、雀麦草丛。人工植被为杨树、樟树，农作物主要为玉米、油菜及时令蔬菜等。

通过现场调查，无天然野生具有保护价值的国家级及省级保护植物，不存在重要敏感物种分布。

②项目沿线动物资源概况

由于本工程沿线区域内长期受人类活动的影响，动物多样性贫乏，没有大型野生动物分布，野生动物资源主要为适应人类活动的种类。根据实地调查，本工程沿线区域内无珍稀保护野生动物及珍稀保护鸟类栖息地分布。

区域内动物以家畜为主，主要有狗、猫等。项目沿线现有的小型动物均为定居性的小型动物，常见野生动物种类主要有麻雀、喜鹊、青蛙、蛇类等，对生活区域的要求不太严格。

③水生生态现状

本项目周边地表河流主要为秦淮河等，该地区主要的水生植物有浮游植物（蓝藻、硅藻和绿藻等）、挺水植物（芦苇、茭草、蒲草等），浅水性植物（苕菜、金银莲花和野菱）和漂浮植物（浮萍、水花生等）。河渠池塘多生狐尾藻、苦菜等沉水水生植被，浅水处主要有浮萍、莲子等水、挺水水生植被。

主要的浮游动物有原生动物、轮虫、枝角类和挠足类四大类约二十多种，不同类群中的优势种主要为：原生动物为表壳虫、钟形似铃壳虫等，轮虫有狭甲轮虫、单趾轮虫等，枝角类有秀体蚤、大型蚤等，挠足类有长江新镖水蚤、中华原镖水蚤等。野生和家养的鱼类有草鱼、背鱼、鲢鱼、鲤鱼、鲫鱼、鳊鱼、黑鱼、鳊鲃、中华鳊鲃、

棒花鱼、麦穗鱼、泥鳅、黄鳝等；甲壳类有虾、蟹等，贝类有田螺、蚌等。无国家级重点保护水生生物。

高速公路建设不会导致区域土地利用格局显著变化，造成的植被生物量损失极少，对野生动物生境影响较小，不会影响区域生态系统物种的丰度和生态功能。

2、资源环境保障方案

（1）用水

项目沿线单个服务区、收费站用水量一般较小，可由区域自来水厂供应自来水，项目位于平原水网区，水资源丰富，可以承载项目对水资源的需要。

（2）用能

项目区域内电网发达，电力供应情况良好，项目道路照明、监控设施等可由现有电网供电，年供电量应不低于 389 万千瓦时，道路养护消耗的汽柴油可由市场就近购置。

（3）环境

项目沿线声环境质量应满足《声环境质量标准》（GB3096-2008），地表水环境质量应满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），环境空气质量应满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012），生态环境质量应满足生态系统主导生态功能不破坏、不降低。

为保障项目沿线环境质量，采取以下措施：

声环境：沿线声环境保护目标因地制宜采取声屏障、隔声窗等降噪措施。

地表水环境：饮用水水源保护区等敏感水体水域不设置桥墩，跨河桥梁设置桥面径流收集设施，陆域路段设置沉砂井等收集初期雨水和事故废水；服务区、收费站、养护工区等设置污水收集处理设施，污水接入市政污水管网或处理后回用。

环境空气：服务区加油站设置油气回收装置，减少挥发性有机物排放。

生态环境：加强植被资源保护与恢复，尽量减少工程临时占地对植被的破坏，现有植被尽量采取移栽保护，施工结束后及时对临时占地进行植被恢复，加强公路景观绿化建设和植被补偿；加强野生动物保护，因地制宜设置桥梁、涵洞等动物通道，施

工期合理安排工期工序减少对野生动物生境的影响，严禁捕杀野生动物；加强生态敏感区保护，尽量避让生态敏感区或减少占用生态敏感区面积，穿越生态敏感区路段尽量采取“无害化”穿越方式，避免将施工临时场地设置在生态敏感区内。

3.3.2.2 环境敏感区和环境制约因素

（1）生态保护红线

根据《江苏省国家级生态保护红线规划》、《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目不涉及国家级生态保护红线。

受项目整体路线走向的限制，项目主线不可避免的穿越《江苏省生态空间管控区域规划》中规定的2处省级生态空间管控区，分别是秦淮河（江宁区）洪水调蓄区、东坑生态公益林。

项目的施工期和运营期不存在生态空间管控区管控措施中明确禁止的行为活动，采取相应的环保措施后，项目建设对周围生态环境的影响是可以接受的。同时，建设单位委托南京璟图信息技术有限公司编制了《南京都市圈环线高速公路禄口至滨江开发区段工程涉及江宁区生态空间管控区域论证报告》，经初步论证研判，受项目功能定位、路线布设方案、城镇规划、国家级生态保护红线区域、永久基本农田等因素的影响，项目选址固定，涉及生态空间管控区域不可避免。目前建设单位正在按照相关流程，报南京市政府批准。

（2）环境质量底线

本项目服务区、收费站、施工场地（施工营地、沥青混凝土搅拌站、水泥混凝土搅拌站、材料堆场、预制场和临时堆土场）均不设置在江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区和法定保护区范围内，服务区和收费站排水采用雨污分流制，运营期服务区、收费站产生的废水经地理式一体化生化处理设施处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）“冲厕”标准后回用于房建区冲厕、房建区绿化、本项目公路边坡绿化。

项目对跨溧水河的桥梁采用了桥面径流收集系统，确保初期雨水不直接排入敏感水体。随着环保型清洁燃料的大规模使用、车辆排放执行标准的提高以及烟气净化技

术的提高，项目沿线的 NO_2 、 PM_{10} 、非甲烷总烃等因子能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求；服务区采用液化气、太阳能等清洁能源，加油站油气经油气回收装置处理后达标排放。项目还对沿线受交通噪声影响的敏感点采取了低噪声路面、声屏障、隔声窗的降噪措施，可确保沿线声环境满足相应环保要求。综上，项目在采取各项环境保护和生态恢复措施后，不会突破区域环境质量底线。

（3）资源利用上线

项目的建设将占用永久基本农田 70.2289 公顷，其中：水田 55.7194 顷，水浇地 10.2466 公顷，旱地 4.2629 公顷。目前该项目土地专题单位正在开展占用永久基本农田情况分析，下一步，报自然资源厅预审初审后报自然资源部用地预审。项目占地指标符合《公路工程建设项目用地指标》要求，在对占用的耕地采取“占一补一”方式进行补偿，并对临时占用的耕地进行恢复后，可保证区域耕地数量和质量不降低，项目的建设实施也不会对区域耕地面积和结构产生明显影响。

（4）环境准入负面清单

项目不涉及自然保护区、饮用水水源保护区一级保护区等禁止穿越的区域，未在穿越的洪水调蓄区、生态公益林等生态敏感区内从事有损主导生态功能的开发建设活动。施工场地（施工营地、沥青混凝土搅拌站、水泥混凝土搅拌站、材料堆场、预制场和临时堆土场）的选址均避开了江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区。

第4章 项目建设方案

4.1 技术方案

4.1.1 项目特点

- 1、本项目交通组成复杂，交通需求预测难度高
- 2、南京都市圈环线高速路线分段研究单位多，需加强总体协调沟通
- 3、项目涉及区域规划，现状公路、铁路、航道、水系等控制因素多
- 4、项目途经区域多，出入互通布局方案需综合研究设置
- 5、工程投资规模大，合理控制工程造价要求高

4.1.2 总体目标及思路

1、总体目标

本项目结合南京都市圈环线高速公路江南段、江北段的创建目标，积极贯彻南京都市圈战略发展要求，以“标准化、绿色化、信息化”为核心，以“优质耐久、安全舒适、经济环保、社会认可”为基本要求，围绕“品质高速、平安高速、绿色高速、智慧高速、科创高速、廉洁高速”六大建设理念，重点打造交通强国建设试点品质工程样板，以“品质工程”推动项目高标准、高水平、高质量建设，实现内在质量和外在品味的有机统一，重点创建交通强国建设试点品质工程样板，努力打造江苏省高速公路“工程品质化、管理智慧化、建造标准化、作业智能化、施工绿色化、工人产业化”于一体的“一带一路”交通标杆示范样板，将项目确保建设成为代表江苏高速建设水平的省级品质工程示范项目，力争创建代表“一带一路”交通标杆示范的部级品质工程示范项目，助力江苏交通强国建设的示范区建设。

2、总体思路

(1) 总体设计充分考虑江苏省骨干路网总体布局、沿线连南京市、江宁区总体规划，合理的选择路线方案和互通布局，使交通走廊与沿线土地开发、环境保护协调

统一。

(2) 积极响应江苏省交通运输厅和江苏省交通工程建设局提出的高速公路节能减排要求，打造“资源节约型、环境友好型、节能低碳型”的高速公路。

(3) 贯彻“六个坚持、六个树立”的设计理念，注重与当地的自然、人文的结合。

(4) 充分吸收我省经济发达地区高等级公路建设的成功经验，指导本项目的勘察、设计。

(5) 合理选用技术指标，深化各专业方案比选，采用经济安全、节能低碳的工程方案。

(6) 结合沿线土地开发、城镇化建设，统筹考虑高架方案与低路堤理念作为纵断面设计的指导原则，达到节约土地、社会成本最优的目的。

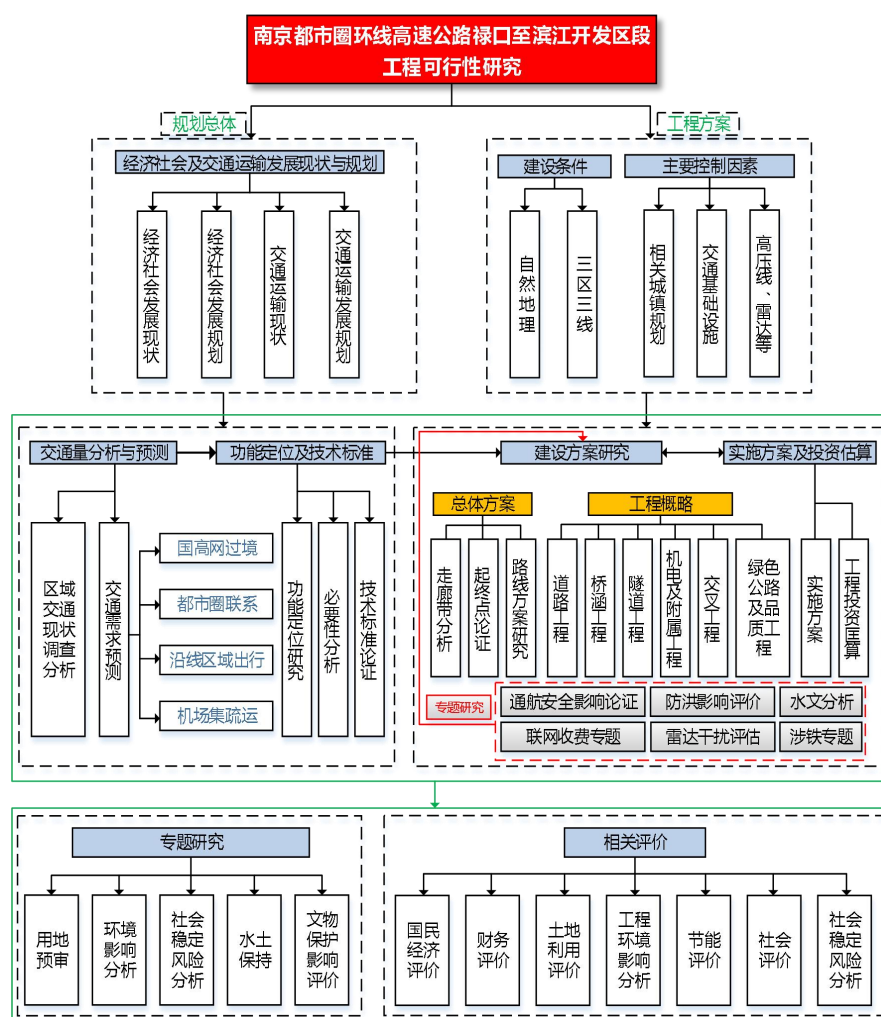
(7) 充分考虑各种可能的路基土方来源，减少取土坑占地，节约土地资源。

(8) 进行精细化创优设计，针对以往高速公路设计中出现的质量问题，提出针对性措施。

(9) 充分吸取省交建局标准化设计、标准化施工的相关成果，结合穿越城市的特点，最大限度实现设计标准化，为交通部提出的“五化”服务。

4.1.3 研究技术路线

本项目的前期工作研究依据《公路建设项目可行性研究报告编制办法》，结合项目的具体特点开展分析，主要包括基础资料收集与分析、区域社会经济与交通现状与规划、交通量预测、技术标准论证、方案研究、概略工程设计、投资估算及经济、社会相关评价等。技术路线主要包括以下几个方面：



4.2 设备方案

本项目为新建高速公路项目，建设范围涉及少量的机电设备以及安全设施和管理设施设备，其目的均为了防止事故的发生和保障交通运行的通畅。具体内容和技术要求详见“4.3.9 交通工程及沿线设施”章节相关内容。

4.3 工程方案

4.3.1 路线设计

4.3.3.1 概述

全线长约 37.35km，采用 120km/h 设计速度，根据交通量的分析结果和相关项目

的研究成果，本项目全路段采用六车道标准，路基宽度 34.5 米。其平、纵、横设计采用《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）、《公路路线设计规范》(JTG D20-2017)规定值。坐标系采用 2008 南京地方坐标系，高程系统采用 1985 国家高程基准。

4.3.3.2 平面线形

平面线形设计时，综合考虑各种影响因素，灵活地运用直线、圆曲线等线形要素，顺应地形地物。在设计时重点考虑处理好与溧水河等重要设施的交叉关系、交叉角度，以及与宁杭高速、规划宁黄高速和宁马高速交叉处设置的枢纽等因素，尽可能采用较高的平面线形指标，并力求平面线形指标间的均衡。同时综合考虑纵断面的线形设计时平纵配合的需要，力求平、纵综合立体线形的顺畅、连续。

平纵面线形主要技术指标表

表 4- 1

指标名称		指标值		采用值		备注
		120km/h	100km/h	120km/h	100km/h	
路线里程（km）				29.8	1.5	
平曲线半径	最小值（m）	1000	700	3150	2258.5	
	极限值（m）	650	400			
	不设超高 i 路拱 $\leq 2.0\%$	5500	4000			
	i 路拱 $> 2.0\%$	7500	5250			
最短直线段长度（m）		720/240	600/200	1058/1567	-/536	同向/反向
平曲线个数				9	1	

4.3.3.3 纵断面线形

纵断面设计主要遵循以下原则：

- （1）满足沿线跨越等级航道、既有等级道路等净空要求；
- （2）综合沿线水文、地质和地形情况，经研究计算，综合考虑路基工作区深度和设计洪水位等因素，合理确定路基最小填土高度：1.5m，保证路基的稳定性；
- （3）在满足路基设计洪水位及最小填土高度的前提下，尽量降低路堤设计高度，以减少占地，节约投资；
- （4）满足纵断面技术指标要求，在不增加过多工程量的情况下，尽量采用较高的技术指标，并注重指标的均衡性；

(5) 根据河流的功能和规划等要求, 合理确定桥梁的跨径、结构形式和建筑高度。

对于通航河流, 一般在桥下通航净高满足规范要求的基础上富余 0.1~0.2m; 对于泄洪河流, 一般以设计洪水位和堤顶高程控制, 确保梁底高程且不开挖河堤。

全线共设置竖曲线 44 个, 平均每公里变坡点个数为 1.4 个。

平纵面线形主要技术指标表

表 4-2

指标名称		指标值		采用值		备注
		120km/h	100km/h	120km/h	100km/h	
最大纵坡 (%)		3	4	2	3	
最大纵坡限制坡长 (m) / 坡度 (%)		900/3%	800/4%	1055/2%	830/3%	
最小坡长 (m)		300	250	380	830	
最小竖曲线半径 (m)	凸型	17000	10000	20000	17800	
	凹形	6000	4500	7300	6800	

4.3.2 路基工程

4.3.2.1 路基设计原则

路基设计时根据沿线地形、地貌、地质、水文、气象等自然条件, 结合本项目特点、以及总体设计的要求, 在满足使用功能的前提下, 按照安全、环保、经济、和谐的设计指导原则, 借鉴吸取项目区域内其它类似工程设计经验教训, 实现路基设计的要求和特点。

4.3.2.2 路基标准横断面

1、路基宽度

根据《公路工程技术标准》(JTG B01-2014), 公路路基宽度为行车道宽度、路肩宽度和中间带宽度之和。

本项目主线为双向六车道高速公路, 设计速度为 120km/h, 路基全宽 34.5m。其中中间带宽 4.5m(含两侧左侧路缘带各 0.75m), 单向行车道宽 3×3.75m, 硬路肩宽 3.0m(含右侧路缘带 0.5m), 土路肩宽 0.75m。

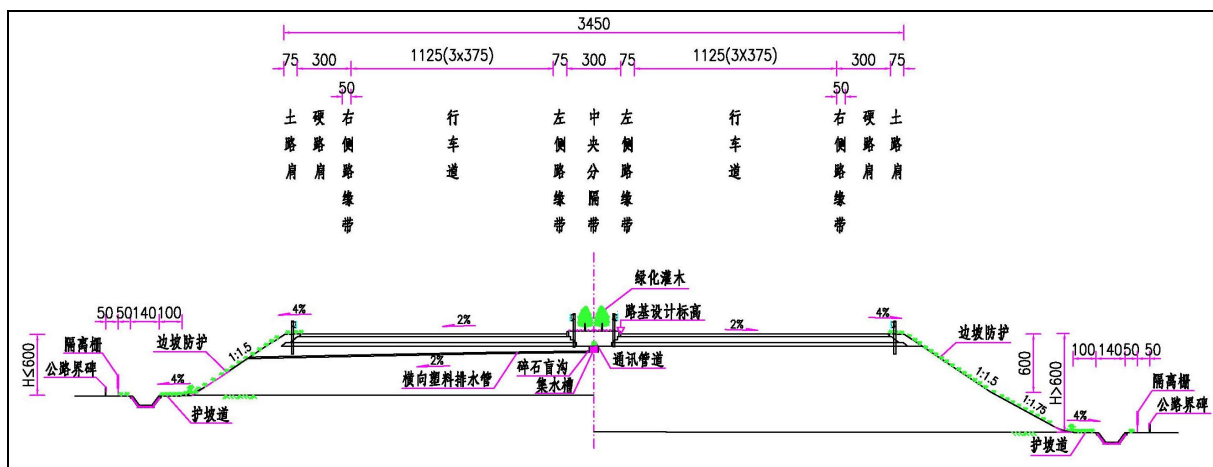


图 4-2 路基标准横断面图（填方路段）

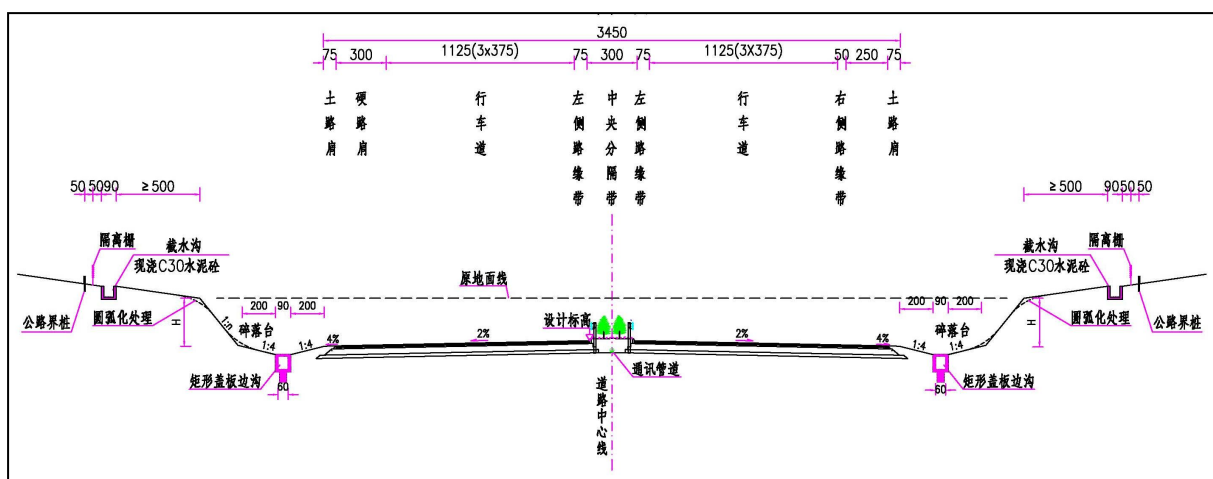


图 4-3 路基标准横断面图（挖方路段）

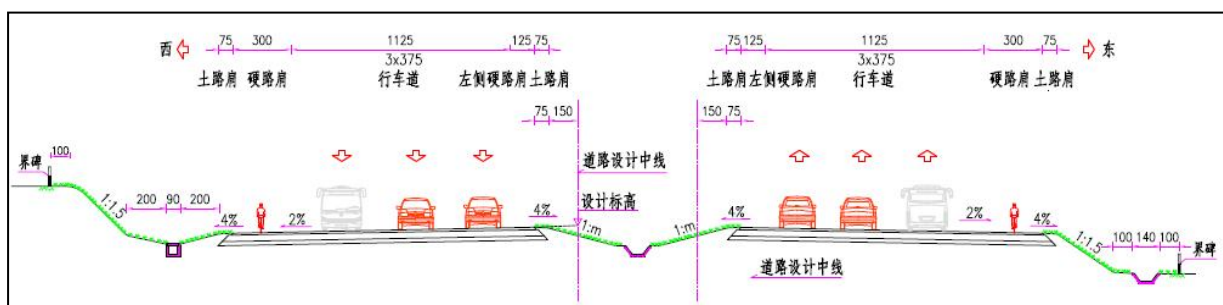


图 4-4 路基标准横断面图（分离式路基段）

2、路基标准横断面

（1）路拱横坡

根据省内高速公路经验，本项目路面类型路拱横坡取 2%，硬路肩与行车道采用相同路面结构和横向坡度，土路肩采用 4%横坡。

（2）中央分隔带形式

根据江苏地区项目建设经验，已建成的高速公路几乎均采用凸起式中央分隔带，本项目推荐采用凸起式中央分隔带，利于设计和施工标准化。

（3）超高及加宽设计

工可阶段本项目主线无超高加宽设计。

（4）路基边坡及护坡道

本项目路基边坡及护坡道的设计，根据《公路路基设计规范》（JTG D30-2015），结合沿线地形、路基防护及排水设计进行综合考虑。

本着节约土地，降低造价的设计原则，主线路基采用以下边坡坡率：

①填方路基边坡设计

当主线路基边坡高度 $H \leq 6.0\text{m}$ （土路肩边缘至原地面的高度，下同）时，路堤边坡为 1: 1.5，护坡道宽 1.0m； $H > 6.0\text{m}$ 时，上部 6m 采用 1: 1.5 边坡坡率，下部坡率采用 1: 1.75，护坡道宽度 1.0m。护坡道外侧根据现场实际情况确定是否设置边沟。

②挖方路基边坡设计

挖方边坡护坡道、碎落台宽度为 1m，设置 1: 6 向内倾的坡率，采用内口宽为 0.6m 的暗埋式矩形边沟。

挖方边坡高度 $\leq 6\text{m}$ 时，采用直线型边坡，边坡坡率采用 1:1.5；当挖方边坡高度 $> 6\text{m}$ 时，采用台阶式边坡，每 6m 高设边坡平台一道，平台宽 2.0m。挖方边坡坡率均采用 1:1.5。根据地勘报告，本项目岩质边坡为安山岩，边坡高度最大约为 12m，边坡坡率采用 1:0.75。

路堑坡顶外 5m 设底宽为 0.6m 的坡顶截水沟汇集上游来水（根据需要设置）。

③河塘路段边坡设计

沿河（塘）路段：在周围地面标高位置设置平台，平台以上部分采用一般填方路基边坡坡率，平台以下部分采用 1:1.75 边坡坡率。

④互通匝道边坡设计

互通区内匝道与主线、匝道与匝道、匝道与被交道路所包区域根据是否征地进行针对性设计。

对于互通包围区域进行征地处理的，路堤边坡宜结合自然地形适当放缓，营造自然地形排除互通范围内部水，主体工程设计时以 1:2 边坡坡率计列，地形整治工程土方工程量另计入绿化设计，外侧边坡形式与主线一致。

对于互通包围区域内不进行征地的，设计边坡形式与主线一致。

路基横断面各部分线条连接处折点均宜作圆弧处理，形成流畅优美的视觉效果。

（5）路基边沟

主线采用底宽为 0.65m，沟深为 0.5m，边沟坡率为 1:0.75 的预制块梯形边沟，匝道采用底宽为 0.45m，沟深为 0.5m，边沟坡率为 1:0.75 的预制块梯形边沟。

（6）公路用地范围

对于一般填方路段，路基隔离栅向外 0.5m 为公路用地界；对于沿（压）河、沟、塘路段，河塘边坡防护基础外缘以外 0.5m 为公路用地界；桥梁路段两侧用地界为桥梁正投影处。

对于沿（压）河、沟、塘路段，河塘边坡防护基础外缘以外 0.5m 为公路用地界。

互通式立交用地根据互通型式、管理设施等要求确定。

4.3.2.3 路基压实与压实度标准

路基压实采用重型击实标准，填料性质应符合规范要求。液限大于 50%、塑性指数大于 26 的细粒土以及有机质土不得直接用作路堤填料。

为保证路肩的稳定，土路肩培土的压实度要求 $\geq 90\%$ ，改沟（渠）路堤及沟（渠）底压实度不小于 90%。本项目主线设计使用年限内设计车道累计大型客车和货车交通量（辆）为 20,985,183，为特重交通等级，路基压实度及填料最小承载比应达到下表要求。

路基压实度指标一览表

表 4-3

项目分类		路面底面以下深度(cm)	路基压实度(%)	
			压实度	填料最小强度（CBR）(%)
填方路基	上路床	0~30	≥ 96	8
	下路床	30~120	≥ 96	5
	上路堤	120~190	≥ 94	4

项目分类		路面底面以下深度(cm)	路基压实度(%)	
			压实度	填料最小强度(CBR)(%)
	下路堤	>190	≥ 93	3
零填及挖方路基	上路床	0~30	≥ 96	8
	下路床	30~120	≥ 96	5

注：表列压实度数值系指按《公路土工试验规程》重型击实试验法求得的最大干密度的压实度。

本项目匝道设计使用年限内设计车道累计大型客车和货车交通量（辆）为9,988,206，重交通等级，路基压实度及填料最小承载比应达到下表要求。

路基压实度指标一览表

表 4-4

项目分类		路面底面以下深度(cm)	路基压实度(%)	
			压实度	填料最小强度(CBR)(%)
填方路基	上路床	0~30	≥ 96	8
	下路床	30~80	≥ 96	5
	上路堤	80~150	≥ 94	4
	下路堤	>150	≥ 93	3
零填及挖方路基	上路床	0~30	≥ 96	8
	下路床	30~80	≥ 96	5

注：表列压实度数值系指按《公路土工试验规程》重型击实试验法求得的最大干密度的压实度。

4.3.2.4 路基最小填土高度

路基填土高度为路基边缘设计标高与原地面标高之差。路基高度除受通行构造物、通航河流等净空控制以外，路基最小高度的确定须考虑以下因素：

确保路基处于干燥、中湿状态。

IV₂区路基临界高度参考值

表 4-5

土组临界高度(m)		砂性土			粘性土			粉性土		
		H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
IV ₂	地下水	/	/	/	1.6~1.7	1.1~1.2	0.8~0.9	1.7~1.9	1.2~1.3	0.8~0.9
	地表长期积水	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	地表临时积水	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：①表中“临界高度”均是指路槽底至各水位的高度；

②H1、H2、H3 分别为路基干燥、中湿和潮湿状态的临界高度(m)。

根据《公路自然区划标准》（JTJ003—86），项目区域属于IV₂区，路基土以粘

性土为主，路床处于干燥状态的临界高度（路床顶面至地下水位）为 1.6~1.7m。项目区地下水可分为潜水、微承压水及基岩裂隙水。潜水主要赋存于表层填土、浅部粉土粉砂及饱和黏性土中，含水层赋水性、透水性较弱。主要接受河流补给、大气降水及地表水垂直入渗补给，排泄方式以蒸发、植物蒸腾、旱季补给地表水及侧向径流为主，水位动态受季节性变化影响明显，稳定水位埋深一般在 0.30~2.50m 左右。参照规范推荐的路基临界高度参考值，路基处于中湿状态的最小填土高度宜控制在 1.3m 左右。。

（2）路基受力与工作区需要

作用于路基的荷载，有路基的自重（即静载）和汽车的轮重（即动载或活载），荷载使相当深度内的路基处于受力状态，为使活载引起的附加应力不至于影响到地基，从而引起沉降和变形，就必须使路基填土高度大于某一数值。这一高度不应小于路基工作区高度，一般以轮重所引起的应力与路基土自重所引起的应力的比值很小时（不超过 0.1~0.2）的高度为工作区高度，经计算得路基工作区深度为 1.3~1.7m（该工作区深度包括路面厚度在内）。

考虑到路基、路面不是均质体，路面的强度主材料的容重均较路基土为大，路面以下工作区的实际深度随路面强度的增加而减少，路基工作区最小深度以 1.5m 控制。

（3）满足路基排水要求

本项目中央分隔带横向排水管的出水口应高于护坡道 30cm，以利于边沟排水，经计算路基填土高度宜大于或等于 1.4m。

（4）1/100 频率洪水位的影响

沿河路基及受水浸淹路段的路基边缘标高,应高出路基 1/100 频率的设计水位加雍水高,波浪侵袭高,再加安全高 0.5m。

综上所述，一般路段路基最小填土高度确定为 1.5m，此外，设计时需考虑洪水位影响，满足设计洪水位要求。

4.3.2.5 路基填料及取土方案

1、取土原则

科学合理，结合实际情况，施工方便，减少用地，节约成本；路基填筑材料因地制宜，合理采用当地材料；注意保护自然环境、景观，土源位置选取采用避让基本农田以及生态红线的原则，同时注重工程景观效果等问题。

2、省内高速公路取土情况调查

为在项目前期统筹考虑项目取土方式，确保项目开工建设期间有价格合理的土源，项目组对我省近期开工高速公路项目取土方式进行了调研，具体调研情况如下：

近期开工建设的高速公路项目，已全面放弃沿线取土方式，主要采用形式有如下四种：

方式 A：在施工单位招标中将土源费用（含挖运费）列入工程量清单，由施工单位在投标中报价，在施工中自行购土。

方式 B：市高指（服务指）统一供土，通过招标、竞争性谈判等方式确定土方挖运单位，费用报价包含土源费、挖运费、地方道路损坏修复费、临时堆土区补偿费等相关所有费用。施工单位负责从集中备土区直接二次转运至施工现场，工程实施过程中，施工单位也可和土方单位沟通，接运至施工现场。

方式 C：市高指（服务指）统筹协调，结合地方城建、水利建设等工程，统一提供集中取土坑，土源费由业主承担。在施工单位招标时明确告知土源位置，施工单位在投标中综合考虑土方单价（含挖运费及地方道路损坏修复费）。

B、C 方式均需市高指（服务指）统筹协调，但部分沿线市高指主动协调意愿性不强，而要求采用方式 A。

方式 D：对于隧道、丘陵区工程，在项目部分施工段落，利用隧道洞渣及弃方（含碎石）作为路基填料。

3、土源方案比选

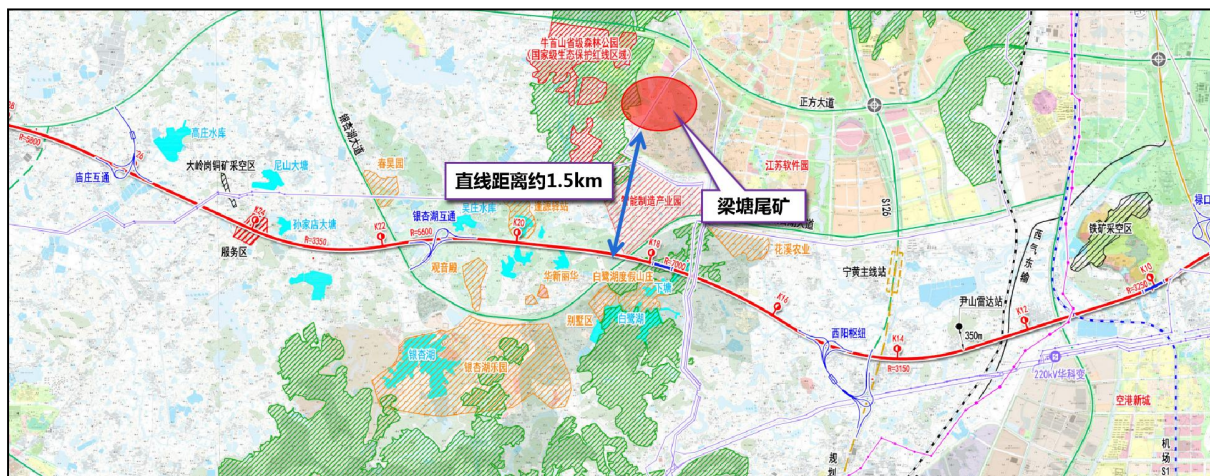
根据隧道设计方案，结合地勘报告，隧道挖石方主要为安山岩，可利用石方约 13.4 万方。本项目路基填方 438.1 万方，挖土方 103.6 万方，挖石方 4.5 万方，可利

用土方 50.2 万方，可利用石方（含隧道部分）18.2 万方，缺方 350.6 万方。根据省内高速公路取土情况调查结果，在工可设计阶段，分别从铁尾矿、建筑泥浆脱水泥饼、周边地块土源和外购土四方面开展调研、分析，具体方案如下：

（1）方案一：铁尾矿

牛首山附近的梁塘尾矿库为铁尾矿库，现有尾矿 823 万方，距离本项目约 1.5km。铁尾矿饱水膨胀量较小，不会产生有害影响。石灰的掺入后，CBR 值大幅度上升，满足规范中 8% 的要求。密度随含水率的增加先增加后降低，峰值为最佳含水率（10.0~12.7%）和最大干密度（2.22~2.56g/cm³）。

我院正联合东南大学、江宁区交通运输局开展《铁尾矿在路基路面中的高值资源化利用技术研究》。拟通过改良后用于路基、和路面基层的填筑。课题目前已在南京市江宁区农村公路高质量提档升级工程等项目中开展试验段，计划于 23 年 6 月完成。未来禄全高速可利用该项研究成果开展试验段，采用尾矿进行部分路基填筑，解决部分填料问题。

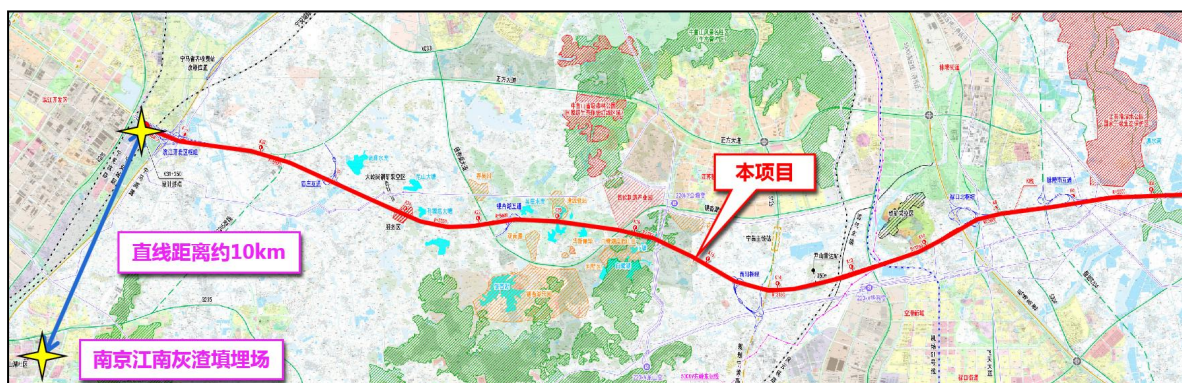


（2）方案二：建筑泥浆脱水泥饼

南山湖附近的南京江南灰渣填埋场存在丰富的建筑泥浆脱水泥饼，距离本项目约 10km。由我院联合东南大学等单位起草的、南京市市场监督管理局发布的《建筑废弃物在道路工程中应用技术规范 第 1 部分：拆建固废》（DB 3201/T 1037.1-2021）、《建筑废弃物在道路工程中应用技术规范 第 2 部分：工程泥浆》（DB 3201/T 1037.2-2021）等系列规范，指导南京市拆建固废、工程泥浆等应用于城市道路工程，

尚未有用作高速公路路基填料的经验。

未来禄全高速可根据规范开展试验段，采用建筑泥浆脱水泥饼进行部分路基填筑，解决部分填料问题。



(3) 方案三：周边地块土源

项目沿线有空港新城、江苏软件园、滨江开发区等产业园区，根据近期江宁区土地出让计划，园区内规划多处住宅、商业，可向本项目提供丰富土源。



(4) 方案四：外购土

采用铁尾矿、建筑泥浆脱水泥饼、周边地块土源作为路基填料后，剩余缺方采用外购土。建议采用土方综合单价，即土方由其所在堆土区运至本项目全线区域的单价。该综合单价包括：土源费+挖卸费+汽运费+城管渣土费+土地堆场费+交警协调费+道路保洁费+道路损坏费（乡、村道）。故不再进行运距分析，直接采用综合单价计算总费用。

4、路基填料

根据地勘和周边项目资料，项目挖方、外购土主要为可塑～硬塑粉质黏土，掺灰处理后可作为路基填料，路床掺 7% 石灰，其余部位掺 5% 石灰。

根据科研结果，开展铁尾矿、脱水泥饼试验段施工，以解决一部分土源。

4.3.2.6 一般路基设计

为了满足路基整体强度和压实度的要求，综合考虑地下水位、地质条件、路基填筑高度以及结合以往在该区域实施项目的经验，确定一般路基的处理方法，处理方案为：

1、一般路段

(1) 填方路段

一般路段填筑前先清除地表 30cm 耕植土或松散土，向下翻松 25cm 后掺 5% 石灰碾压；主线路床 120cm 掺 7% 石灰，匝道路床 80cm 掺 7% 石灰，压实度不应小于 96%。路基底部填筑两层 20cm 5% 石灰处治土，压实度不应小于 93% (如处于上路堤范围内，压实度不应小于 94%)，路基中部采用 5% 石灰处治土，压实度不应小于 94% 或 93%。

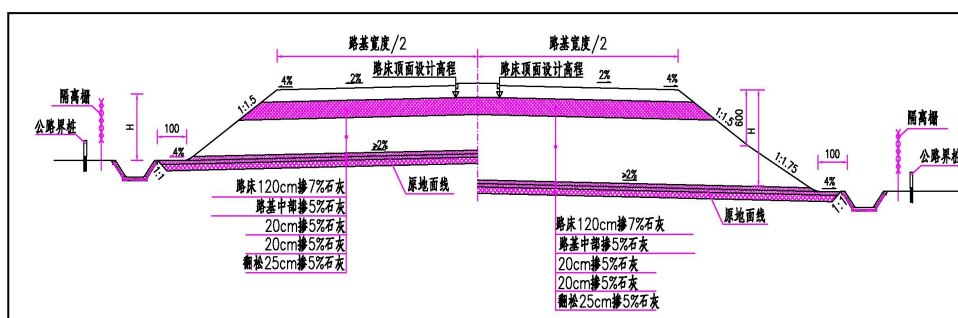


图 4-5 一般路基设计图（路堤）

(2) 低填及土质挖方路段

对原地面进行开挖处理至路床底以下 40cm，对地基翻松 25cm 掺 5% 石灰处治，压实度 $\geq 90\%$ ，其上填筑两层各 20cm 掺 5% 石灰，压实度分别 $\geq 93\%$ 、 $\geq 94\%$ 。然后主线填筑路床 120cm 掺 7% 石灰，匝道填筑路床 80cm 掺 7% 石灰，路床压实度要求 $\geq 96\%$ 。

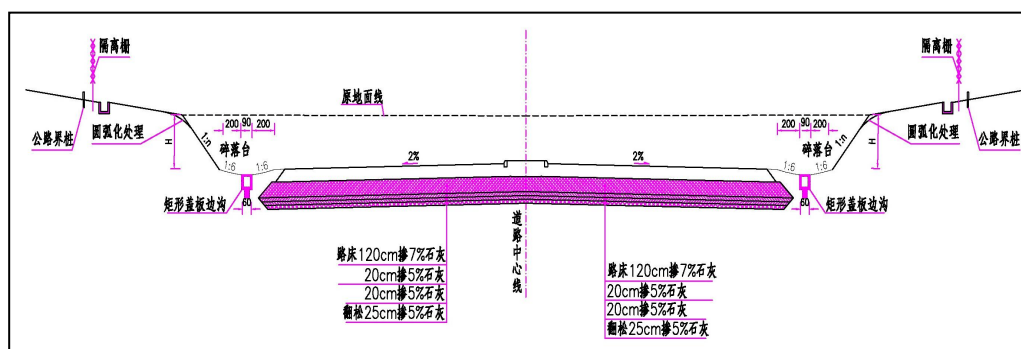


图 4-6 一般路基设计图（路堑）

（3）岩质挖方路段

对原地面进行开挖至路面以下 20cm，回填 20cm 级配碎石找平。

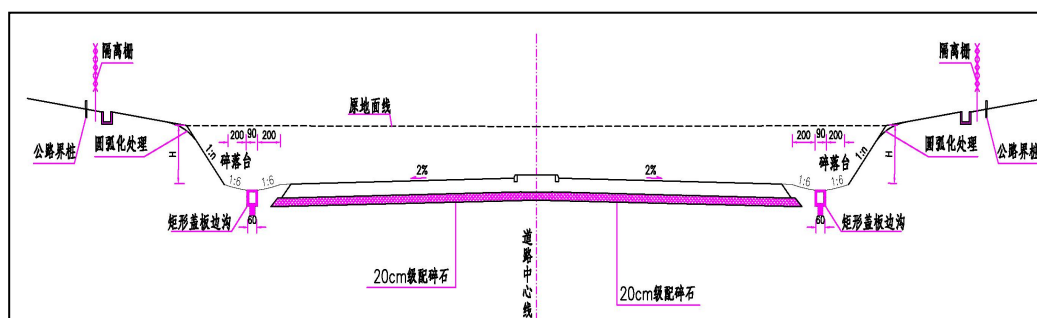


图 4-7 一般路基设计图（路堑）

2、过河、塘路基路段

河塘路段路基范围排水清淤后先回填 50cm 碎石，斜坡开挖成宽度不小于 100cm 向内倾斜 3%的台阶。然后回填 5%石灰土至整平高程或路床底 40cm（低填段），压实度不小于 90%（若处于处于上路堤范围时，压实度不小于 94%），整平高程以上同一般路基填筑。特殊路基设计采用复合地基处理路段，直接用素土回填至整平高程，压实度不小于 85%。

4.3.2.8 特殊路基设计

1、不良地质及特殊性岩土情况

根据本次地质调查和勘探揭露，项目区分布的主要特殊性岩土层为填土、软土、软弱土。

(1) 填土

项目区表层普遍分布①-1层素填土，厚度和工程性质受人工影响较大，成分主要为黏性土，局部含少量碎石、植物根茎等，填土堆填时间不一，性质不均匀，结构松散，工程地质性质差，未经处理不宜直接作为路基持力层采用，建议清除。

(2) 软土

本次勘察揭露的软土层主要是分布于冲积平原段的②₂淤泥质粉质粘土和分布于坳沟段的③₂含淤泥质粉质粘土。

②₂淤泥质粉质粘土：灰色，软~流塑，高压缩性，为中灵敏土，属无机土，局部夹少量粉土、粉砂薄层，局部富集，该层分布于冲积平原地貌（K0~K7，主线占比25.8%），层顶埋深1.50~7.10m，层顶标高为1.42~4.93m，层厚0.90~14.40m，平均层厚6.17m。

③₂含淤泥质粉质黏土：灰黄、灰色，软~流塑，中偏高压缩性，为中灵敏土，属无机土，该层分布岗间坳沟区域（K7~K10，主线占比9.6%），层顶埋深3.00~6.40m，层顶标高为-0.07~20.77m，层厚1.00~2.20m，平均层厚1.77m。软土层分布里程范围及相关指标见表4-10。

软土主要物理力学指标表

表 4-6

岩土 编号	天然 含水 率 $\omega(\%)$	重度 γ (kN/m^3)	天然 孔隙 比 e	液性 指数 IL	快剪		固结快剪		压缩 系数 α_{1-2} (MPa^{-1})	压缩 模量 E_s (MPa)
					黏聚 力 C (kPa)	内摩 擦角 $\varphi(\text{度})$	黏聚 力 C (kPa)	内摩 擦角 $\varphi(\text{度})$		
②-2	42.7	18.6	1.2	1.29	12.3	6.4	15.0	4.0	0.769	4.91
③-2	47.5	18.9	1.32	1.22	22.6	4.8	22.0	4.8	0.79	4.09

软土具有高含水量、大孔隙比、高压缩性、低强度等特征，不能直接作为拟建构筑物持力层采用。桥梁可采用桩基穿越；路基可根据路基填筑高度和软土层埋深、厚

度等在强度和变形验算后具体选取相应的地基处理方法，如换填、预压、管桩、搅拌桩或其他复合地基处理方式进行处理。

（3）软弱土

本项目②-1、②-4 粉质黏土，灰色，软塑为主，切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等，属中～高压缩性地基土。

2、沉降控制标准

软基处理以工后沉降及稳定为控制指标。规定路面设计使用年限（15 年）内，沉降控制标准见表 4-11。

新建路基段沉降控制标准

表 4-7

道路等级	桥台与路堤相邻处	涵洞或箱型通道处	一般路段
高速公路	≤0.10m	≤0.20m	≤0.30m

3、软土路基处理方案比选

经施工工艺、处理效果等综合比较后本阶段推荐的特殊路基处理方案为：

- （1）浅层分布且层底埋深小于 2m 时：采用换填方案。
- （2）软土层底埋深小于 15m 的路段：采用双向水泥搅拌桩处理。
- （3）软土层底埋深大于 15m 的桥头、高填方以及沉降、稳定超过规范允许值：采用 PHC 管桩处理。
- （4）受高压线影响施工条件受限路段，采用高压旋喷桩进行处理。
- （5）对现状老路抬高路段，采用泡沫轻质土进行处理。

4.3.2.9 路基防护工程

路基防护设计是防治路基病害，保证路基稳定，改善环境景观和生态平衡的重要设施。“综合设计、就地取材、以防为主、防治结合”是边坡综合防护设计的基本原则。根据公路等级、降雨强度、地下水、地形、土质、材料来源等情况综合考虑，合理布局，因地制宜地选择实用、合理、经济、美观的工程措施，不仅确保了高等级公路的稳定和高速行车安全，同时达到与周围环境的协调，保持生态环境的相对平衡，美化高等级公路的效果。

本项目以生态防护为设计思路，将自然、人和公路进行有机的结合，不仅考虑到人的活动和公路之间的互相影响，而且注重维护人们与生存的自然条件相互融洽和遵循其自然发展规律，形成行车安全舒适，运输高效便利，景观完整和谐，保护自然可持续发展的公路发展模式。设计时尽量多采用生态防护形式，减少圬工数量。

1、一般填方路段边坡防护

(1) 路堤边坡高度 $H \leq 3.0\text{m}$ 的路段

综合比选推荐采用秸秆纤维帘方案。

(2) 路堤边坡高度 $H > 3.0\text{m}$ 的路段

综合比选推荐采用预制砼衬砌拱+拱内秸秆纤维帘防护方案。

2、一般挖方路段边坡防护

综合比选边坡高度 $H \leq 3.0\text{m}$ 的路段推荐采用秸秆纤维帘方案，边坡高度 $H > 3.0\text{m}$ 的路段采用预制砼衬砌拱方案。岩质边坡采用 TBS 植被护坡。

3、桥头及构造物防护

台前溜坡、锥坡、台后 10m 范围内路基采用实心六角块防护。

4、互通内部防护

互通的路基防护可结合互通内的景观绿化设计，适当放缓主线及匝道边坡，结合排水设计土质或不设边沟，采用植物防护。匝道超高外侧处于凹型竖曲线底部，为防止雨水冲刷毁坏路基，综合考虑排水方案采用圬工骨架护坡。

5、河塘路段

小的鱼塘沟河清淤后回填，视为一般路基，不进行特殊防护；较大河塘路段，在设计水位高度加 50cm 安全高度的边坡范围内推荐采用实心六角块护坡。

4.3.3 排水系统

本项目路基综合排水设计，从保证路基稳定、减少水土流失以及尽量减少对沿线环境影响的角度出发，充分考虑了工程建设的实际情况及环境的特殊要求，对路基路面综合排水进行了系统设计，通过设置路侧排水沟以及线外涵洞、急流槽等连通排水沟以确保排水顺畅、路基稳定。

（1）路基排水

路基排水主要通过两侧边沟和排水沟进行。边沟将汇集的路面水、路基边坡水及中央分隔带下渗水排入天然河沟或排水构造物中，并通过排水沟引出路基外。

互通范围内部通过放缓路基边坡、整平场地等措施，结合景观绿化采用漫流排水。

在路基边沟排水流入涵洞或天然水道时竖向落差大、坡度陡的路段设置急流槽，急流槽采用 C30 砼现浇。

在通道跨越道路两侧边沟时需设置边沟过路涵，边沟过路涵采用 C30 水泥混凝土现浇，盖板采用钢筋混凝土预制盖板。

互通区内部结合景观设计，采用缓坡漫流排水，局部排水困难的路段，设置暗埋式边沟排水。

（2）路面排水

一般路段，路面水由中拱向两侧自然分散排除，并通过路基边坡、护坡道或边坡流水槽、护坡道导流槽流入路基排水沟。

土路肩排水根据综合比选推荐采用浅碟形集水槽+急流槽的排水方式。

（3）中央分隔带排水

中央分隔带采用凸型，中间植草绿化植树防眩。为排除中央分隔带下渗水，在中央分隔带底部设置 20×30cm 碎石盲沟，沿路线每隔 40m 左右设置一个 20×30×100cm 的碎石盲沟集水槽，并设置一横坡为 2%，直径为 11cm 的横向塑料排水管，将集水槽中汇水排出路基，为防止对边坡的冲刷，在喷播植草防护路段设置出水口防护。

4.3.4 路面工程

4.3.4.1 设计原则

路面设计根据公路的功能、使用要求及所处地区的气候、水文、土质等自然条件，结合该地区公路路面施工经验和材料供应进行路基、路面的综合设计。依据《公路沥青路面设计规范》(JTG D50-2017)、《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40-2011)及相关规范,在满足交通量和使用要求的前提下,遵循因地制宜、合理选材、方便

施工、利于养护、节约投资的原则，进行路面设计方案的技术经济比较，按照技术先进、经济合理、安全适用、合理选材、方便施工、利于养护的原则进行路面方案的比选论证。

4.3.4.2 项目区域气候特点

本项目位于江苏省西部，按照《公路自然区划图》，本项目公路所经区域公路自然区划为IV2，属江淮丘陵、山地湿润区。

4.3.4.3 路面类型比选

路面结构设计不仅要求路面的整体强度高,而且要求路面面层坚实、耐磨、抗滑、防水下渗性能高。本项目根据交通量、道路等级对路面结构强度的要求，结合沿线气候、土质、水文和材料供应等情况，经综合比较，推荐本项目采用沥青混凝土路面。

4.3.4.4 各种沥青路面结构型式的特点分析

1、沥青面层

(1) 上面层路面结构

上面层主要采用最大公称尺寸为 16mm、13mm 的混合料，为了保证路面的均匀性和便于施工控制，趋向于采用最大公称尺寸为 13mm 的沥青混合料。

(2) 中、下面层路面结构

过去有一种错误的观点，认为沥青路面的早期损坏主要发生在上面层，对中下面层的研究很不够。实际上目前很多沥青路面的早期损坏是由于中下面层的首先损坏而引起的，因此对中、下面层应给予足够的重视，开展改善沥青路面中、下面层性能的研究工作。

Superpave 呈骨架嵌挤结构，与 AC 型混合料相比，具有良好的高温抗车辙性能，同时又均匀密实，抗水损性能较好，有效解决路面级配离析问题，推荐采用。

2、路面基层

(1) 二灰碎石基层

二灰碎石是江苏省路面的主要基层类型。江苏省对二灰碎石的配合比设计、抗裂

性有比较深入的研究。

（2）水泥稳定碎石基层

江苏省近年在高速公路上进行了水泥稳定碎石基层的试验研究。水泥稳定碎石基层早期强度高、水稳定性较好，在国内许多省份大规模应用，技术工艺已经成熟，本项目推荐采用。

（3）沥青处治碎石基层

沥青碎石作为柔性基层,在国外应用广泛，国内应用于实体工程越来越得到人们的重视,目前尚处于研究和初步推广阶段,其抗温缩和干缩裂缝性能明显优于半刚性基层,能够有效减少沥青路面过早开裂，延长沥青路面使用寿命，且抗水冲刷能力强,尤其是大粒径沥青碎石抗车辙能力较为明显,承载能力高,是基层的发展方向，但造价比较高。

3、路面底基层

我省目前高速公路底基层主要有二灰土和低剂量水泥稳定碎石两种类型。采用适当配比二灰土，即可有效抗干缩，又能减少温缩的产生，不仅可以减少因基层反射裂缝而引起的面层开裂，还可减轻沥青路面的车辙，但粉煤灰质量控制相对困难。低剂量水泥稳定碎石采用中心站集中拌和，受季节、雨水影响较小，施工速度较快，整体强度较高、水稳性好，同时与基层材料相同，便于机械化施工，但造价略高。

底基层推荐采用低剂量水泥稳定碎石。

4.3.4.5 路面推荐结构形式

1、主线及定向、半定向匝道

上面层：4cm SMA-13S (改性沥青)

中面层：6.5cm Superpave-20(改性沥青)

下面层：9.5cm Superpave-25

改性乳化沥青下封层

基 层：38cm 水泥稳定碎石（抗裂型）

底基层：20cm 低剂量水泥稳定碎石

2、普通匝道

上面层：4cm SMA-13S (改性沥青)

中面层：6.5cm Superpave-20(改性沥青)

下面层：9.5cm Superpave-25

改性乳化沥青下封层

基 层：36cm 水泥稳定碎石（抗裂型）

底基层：18cm 低剂量水泥稳定碎石

3、绿道

上面层：4cm Superpave-13

下面层：6cm Superpave-20

改性乳化沥青下封层

基 层：18cm 水泥稳定碎石（抗裂型）

底基层：18cm 低剂量水泥稳定碎石

4、隧道、桥面铺装结构形式

上面层：4cm SMA-13S (改性沥青)

中面层：6.5cm Superpave-20(改性沥青)

5、收费站路面结构形式

面层：26cm 钢筋水泥混凝土

基层：34cm 水泥稳定碎石（抗裂型）

底基层：18cm 低剂量水泥稳定碎石

4.3.5 桥涵工程

4.3.5.1 设计标准

(1) 设计速度：120km/h;

(2) 荷载等级：公路-I级;

(3) 设计洪水频率：特大桥 1/300，大、中、小桥及涵洞 1/100;

- (4) 设计基准期：100 年；
- (5) 地震动峰值加速度：0.10g；
- (6) 环境类别：I类。
- (7) 设计使用年限：

特大桥、大、中桥 100 年，小桥、涵洞 50 年；

栏杆、伸缩装置、支座等 15 年。

4.3.5.2 桥梁分布情况

本项目途经南京市江宁区，区域内水系较发达，推荐线跨越的主要河流有溧水河、胜利河、江宁河和相关水库溢洪河等。其中涉及溧水河航道 1 条，航道等级为规划Ⅲ级航道（净 110x7m）。

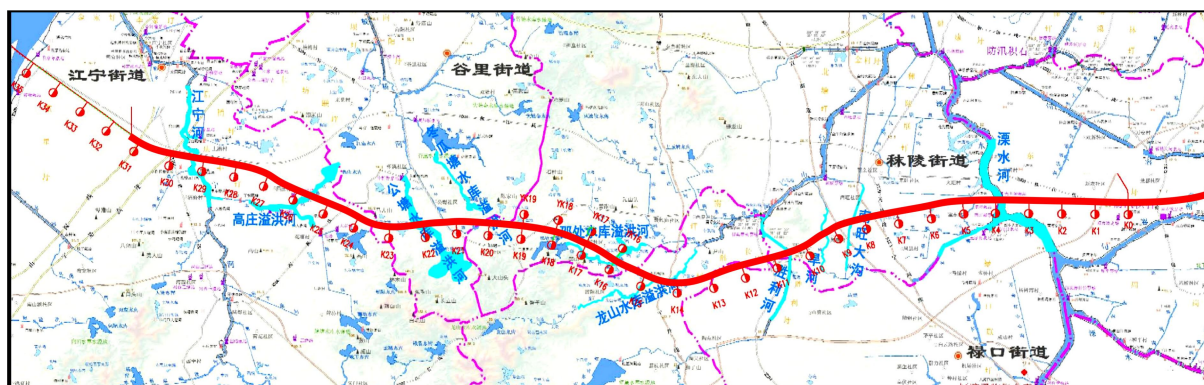


图 4-9 水系分布图

溧水河：溧水河地处秦淮河上游，南起一、三千河交汇口，分别承中山水库、方便水库、卧龙水库、北至西北村，西承横山水库来水，在江宁区有横溪河汇入，承赵村水库来水，北至西北村汇入秦淮河干流，总长约 18.7km，流域面积约 680km²。溧水河左岸堤防长 18.7km，右岸堤防长 10.3km。溧水河主要支流有一干河、二干河、三千河、天生桥河、高阳河、横溪河等。



图 4-10 溧水河

胜利河：胜利河为云台山河支流，秦淮河二级支流，源于陶吴西部红星水库，经陶吴集镇后流入空港枢纽经济区，下游于凤凰山西侧汇入云台河，河道呈西南—东北走向，流域面积 64.0km²，其中红星水库集水面积 20.1km²。胜利河全长 10.6m，其中自石坝路桥以下至河口段为胜利河干流，总长 7.0m，左岸堤防长 7.0km，右岸堤防长 2.016km，干流汇水面积 22.42km²。



图 4-11 胜利河

江宁河：江宁河属于通江小流域，跨南京、马鞍山两市，流域面积约 199.6km²，马鞍山境内全部为山丘区，河道不规整，成型河道均位于南京境内，总长度 25.46km，南京境内流域面积 152.6km²。



图 4-12 江宁河

本项目沿线交叉的道路包括 S002、S204、机场高速、飞天大道、S1 机场线、将军大道、规划宁黄高速、S126、银杏湖大道、张公路、正方大道、宁马高速等，根据南京市道路现状及规划，沿线主要涉及道路如下表所示。

本项目涉及风云铁路、宁安城际铁路和机场 S1 号线。

风云铁路：风云铁路为凤凰山到云台山的铁路专用线，年运量 100～200 万吨。
线路等级：IV 级，普通线路；正线数目：单线；限坡：15‰；牵引种类：内燃；最小曲线半径：250m。

宁安城际铁路：安城际铁路线路由南京南站至安庆站，全长 257 公里，途径江苏安徽两省六市，设计速度 250 公里/小时。宁安高铁是长三角快捷铁路网的延伸，同时也是长三角的一条高速快捷的大通道。

南京地铁 S1 号线：南京地铁 S1 号线（又称机场线）是南京地铁线网中一条南北走向的线路，最高运行速度 100 公里/小时。



图 4-13 宁安城际与宁芜铁路



图 4-14 地铁 S1 号线

本项目推荐方案共设主线桥 21 座，全长 16949.531 m，桥梁占路线比例 54%。其中，特大桥 12133.731 m /6 座；大桥 4621.4 m /13 座；中小桥 194.4 m /2 座。本项目与洪评单位密切配合，跨径与水务部门和相关专家进行了充分沟通，取得了一致意见，桥梁分布情况详见下表。

主线特大、大桥一览表 表 4-8

序号	中心桩号	桥梁名称	桥跨 (nxm)	结构类型	备注
1	K0+718.727	S002 分离式立交主线上跨桥	17x30+8x27.375+5x30	PC 组合箱梁	
2	K1+717.260	东边大沼中桥	3x30	PC 组合箱梁	
3	K2+534.811	焦公渡大桥	8x30	PC 组合箱梁	
4	K3+989.910	溧水河特大桥	16x30+9x27.889+70+125+75+29+35x30	PC 组合箱梁+变截面预应力砼连续箱梁	
5	K5+474.079	后圩沟中桥	3x30	PC 组合箱梁	三级航道 110x7m，与河道交角 85.3°
6	K7+922.737	机场高速分离式立	4x30+5x27+30+7x28+2x35+27.17+24x28+12x28.2+	PC 组合箱梁	

序号	中心桩号	桥梁名称	桥跨 (nxm)	结构类型	备注
		交主线上跨桥	35+17x28.949+30+2x35+ 8x29.308+8x29.933+2x30 +10x29.5+5x28.25+5x30		
7	K10+927.671	胜利河大桥	2x30+40+7x30	PC 组合箱梁	
8	K11+222.671	下穿 S1 机场线大桥	8x20	PC 组合箱梁	
9	K12+028.248	将军大道、风云铁路分离式立交主线上跨桥	左幅: 2x30+2x35+3x28.45+20x 30+2x25+(24.5+25+24.5) +3x30+2x33+4x30 右幅: 2x30+2x35+3x28.45+20x 30+2x25+2x33+3x30+(24. 5+25+24.5)+4x30	PC 组合箱梁	
10	K14+282.993	S126 分离式立交主线上跨桥	14x30+13x28.85+30+3x2 8.026+24x30	PC 组合箱梁	
11	K15+688.524	邵处水库溢洪河大桥	6x30	PC 组合箱梁	
12	ZK16+612.850	胜家桥乡道上跨桥	19x30	PC 组合箱梁	
	YK16+589.058		21x30	PC 组合箱梁	
13	ZK17+532.709	下塘大桥	6x30	PC 组合箱梁	
	YK17+523.619		7x30	PC 组合箱梁	
14	ZK18+239.700	银杏湖大道分离式立交主线上跨 1 号桥	10x30	PC 组合箱梁	
	YK18+246.775		9x30	PC 组合箱梁	
15	K19+403.470	草塘大桥	7x30	PC 组合箱梁	
16	K21+781.930	银杏湖大道分离式立交主线上跨 2 号桥	4x30	PC 组合箱梁	
17	K22+769.448	张公路上跨桥	18x30	PC 组合箱梁	
18	K24+624.152	陆谷路上跨桥	12x30	PC 组合箱梁	
19	K26+070.986	高庄水库溢洪河特大桥	2x30+8x28.447+30+10x2 9.76+25x30	PC 组合箱梁	
20	K28+523.480	正方大道、江宁河分离式立交主线上跨桥	9x30+1x40+4x28.75+10x 30+18x28.889+1x41+14x 28.571+1x45+3x31+1x40 +12x28.5+1x40+3x33+3x 40	PC 组合箱梁 (共线段采用钢板组合梁+普通钢筋砼桥面板)	拆除江宁河大桥, 2600m ² ;
21	K30+176.267	宁马高速分离式立交主线上跨桥	15x30	PC 组合箱梁	拆除宁马高速分离式主线上跨桥, 10270m ²

4.3.5.3 桥梁设计原则

1、桥位选择

一般大桥、中小桥严格服从路线布设，特大桥等大型工程则综合考虑路线与桥位优劣，做多方案同深度的桥位比选，并以其为控制点，总体上达到与路线走向一致，做到路桥综合考虑，合理衔接。

在路线跨越河流时，桥位选择时应遵循路、桥综合考虑的原则。既考虑路线的顺畅和线形指标，又考虑桥位处的水文、地质、地形，以及河道规划和通航要求，特别是对路线走向、线形指标有较大影响的桥梁，在不影响路线总体走向的前提下对不同河段的不同桥位连同路线方案一并进行反复比选，以得出最佳的桥位及最优的路线方案。

2、桥型结构形式的选择

桥梁结构方案选择是否合理，是否安全且经济，是否有利于施工是设计的关键。针对本项目的特点，结合项目所在地区的自然条件、材料供应、地质情况、施工工期以及使用效果等对桥梁结构型式进行综合考虑，做到技术可行、经济合理、方便施工。

3、桥梁跨径及桥长的设计

综合考虑桥位附近其它构造物，尽量做到一桥多用，防止构造物间距离太近、作业面小造成施工困难或运营期间近距离多次桥头跳车。

在桥梁跨径选择上，对于跨越航道和被交路的桥梁，必须满足桥下净空要求和规划要求，合理选用跨径组合，同时充分考虑桥梁美观，尽量做到桥型与周围环境、跨径与桥高之间协调、美观；对于无特殊要求的桥梁、特大桥的非主孔部分，在满足不同功能的前提下，尽量选择合理的同一跨径来布设，以方便施工。

同时考虑根据桥位处地质条件所确定的桥头填土高度或满足桥下兼作下穿通道的要求。本项目路桥分界高度为 6.5m。

4.3.5.4 桥梁结构选型

本项目遵照适用、经济、安全和美观的原则，贯彻实施绿色公路的设计理念。

1、桥梁上部结构

桥梁上部结构原则上尽量采用标准跨径的预制装配式结构，上部结构根据经济性、结构安全性及材料的特性选型：

(1) 跨径 $10 \leq L < 20\text{m}$ ，一般采用预应力砼空心板。

(2) 跨径 $20 \leq L \leq 40\text{m}$ ，一般采用预应力砼组合箱梁。特殊结构可采用等截面现浇预应力砼箱梁、钢-砼叠合梁等。

(3) 跨径 $L > 40\text{m}$ ，一般采用变截面预应力砼箱梁、钢箱梁等。

(4) 跨越高等级航道、市政道路等，一般可考虑采用变截面预应力砼连续箱梁、波形钢腹板预应力砼箱梁、简支钢桁架桥以及钢箱梁等。

对于一般大桥、特大桥，应根据地质情况计算确定合理跨径。本项目结合省内高速公路长大桥梁建设经验，综合考虑规划及美观要求，对采用装配式预应力砼组合箱梁桥梁的经济跨径进行经济性比较。结果表明：25m、30m 跨径经济性相对较好；考虑到墩高和跨径协调、增加桥下空间通透性（尽量避免柱林现象）、减少下部施工工程量，本阶段推荐采用 30m 跨径装配式预应力砼组合箱梁。

2、桥梁下部结构

本项目结合省内高速公路长大桥梁建设经验，综合考虑规划及美观要求，现对 3 种下部结构方案进行了分析比较：圆柱式墩接盖梁、矩形墩接盖梁和矩形墩接大悬臂预应力混凝土盖梁。本项目常规桥梁下部结构采用圆柱式墩接盖梁；对于本项目与正方大道共线段（K27+791.478~K29+411.478）约 1.62km 范围内，主线桥推荐采用矩形墩接大悬臂预应力砼盖梁，以利用桥下空间保证正方大道建设空间。

针对本项目桥梁规模较大，下部结构的造价占工程总造价比例较大，结合地勘成果对装配式预应力砼组合箱梁桥梁的下部结构型式经济性比较（墩均高 10m），结果表明：本项目桥梁下部结构采用 1.4m 柱径、1.6m 桩径的双柱墩较为经济。

结合桥梁施工工期，桥下空间利用、城镇开发区段落桥下视觉通透性以及经济性等因素综合考虑，本项目桥梁下部结构推荐采用 1.4m 柱径、1.6m 桩径的双柱墩。斜交角度大于 20° 时，采用 1.3m 墩径、1.5m 桩径三柱墩。

跨越河道、航道、被交路处桥墩布置应考虑下部结构对行洪、通航、桥下交通的影响，下部结构布置尽量顺应被交河道、被交路的方向。桥台以简单结构为主，选择整体性强的结构型式，在软土地带，尚应考虑减小水平压力的结构型式。本项目桥梁基础结构采用钻孔灌注桩，大跨径桥梁结合结构受力选用承台接群桩基础。

4.3.5.5 预制装配桥梁技术应用的论证

1、预制装配建造桥梁的特点

所谓装配式技术，就是“工厂化”制作工程所需预制构件后，将一块块犹如“积木”的桥梁构件运至工地现场拼装。

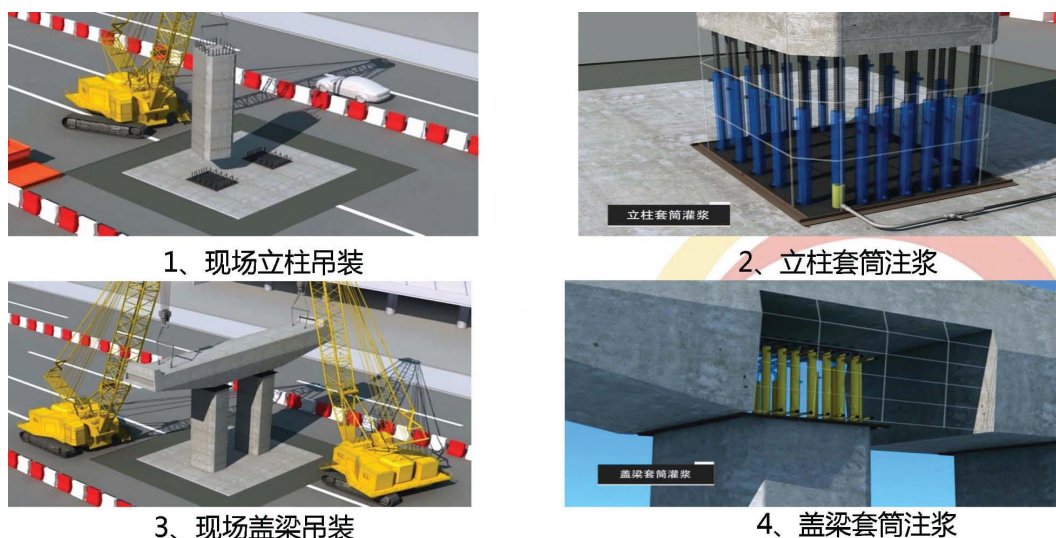


图 4-15 预制装配式桥梁施工流程示意



图 4-16 盖梁支架现浇施工工艺

这种技术将原来在分散在工程现场的绝大部分工作，转移到预制工厂中完成。可大幅提升产品质量及施工安全水准，基本杜绝一般工地常有的噪音和粉尘，并且施工占地面积大大减小。同时，预制构件拼装作业可安排在对社会交通影响较小的夜间进行，既减少对大气环境和道路交通的影响，又减轻对居民生活造成的干扰，而工期又有大幅度的缩减。

2、本项目预制装配技术应用的适用性分析

推荐方案主线桥上部结构形式类型除溧水河特大桥主桥为变高度悬浇连续梁外，其余均为组合箱梁，空心板梁，钢混组合梁；互通区内桥梁平曲线半径较大、桥宽变化小的桥梁采用预制结构，平曲线半径较小、桥宽变化大的桥梁，则以现浇连续箱梁为主，部分小半径跨运营高速公路的桥梁采用钢结构。总体来说，本项目桥梁上部结构预制化程度较高，常规箱梁预制场一般由施工单位自行建设。

预制装配式下部结构一般除承台和桩基在现场浇筑施工外，其余墩柱、盖梁均在预制厂内施工完成，现场施工时间少，其施工对项目周边的噪声、粉尘等影响较小，符合绿色环保的理念，且施工期间对地面交通影响也较小，同时由于是工厂化的施工，其施工速度较快，但对施工精度要求高。目前因预制下部结构还在起步发展阶段，设计、施工技术还不完全成熟，预制厂建设成本高，在项目规模较小时，预制下部结构桥梁造价高于常规结构桥梁。

根据分析，下部结构预制装配化具有现场施工快，对周边环境影响小的优势，一般适用于市政工程或场地条件受限的情况。考虑到本项目是位于郊外的新建高速公路项目，仅与现状正方大道有约 1.62 公里共线段，而其他项目建设区域内的限制因素较少，综合以上因素，本项目大规模应用预制下部结构的优势较小，故一般路段暂不推荐采用预制装配式桥梁下部结构。

4.3.6 隧道工程

4.3.6.1 隧道规模

全线共设 2 座车行隧道，隧道采用高速公路设计标准，双向六车道。凤凰山隧道

为明挖隧道，隧道总长 345m；靠山隧道为山岭隧道，隧道总长 295m。隧道规模如下表所示。

隧道建设规模一览表

表 4-9

编号	隧道		进口端	出口端	合计
1	凤凰山隧道		K9+850	K10+195	345
2	靠山隧道	左幅	ZK17+650	ZK17+945	295
		右幅	K17+650	K17+945	295

4.3.6.2 技术标准

- (1) 设计使用年限：隧道主体结构 100 年；装饰装修 25 年；路面结构 15 年。
- (2) 设计速度：采用高速公路设计标准，双向六车道，设计速度 120km/h。
- (3) 设计荷载：道路荷载为公路-I级；地面超载采用 20kN/m²。
- (4) 建筑限界高：5m。
- (5) 建筑限界宽：15.25m（1.0m 检修道+1.25m 侧向宽度+3.75m×3 行车道+0.75m 侧向宽度+1.0m 检修道）。

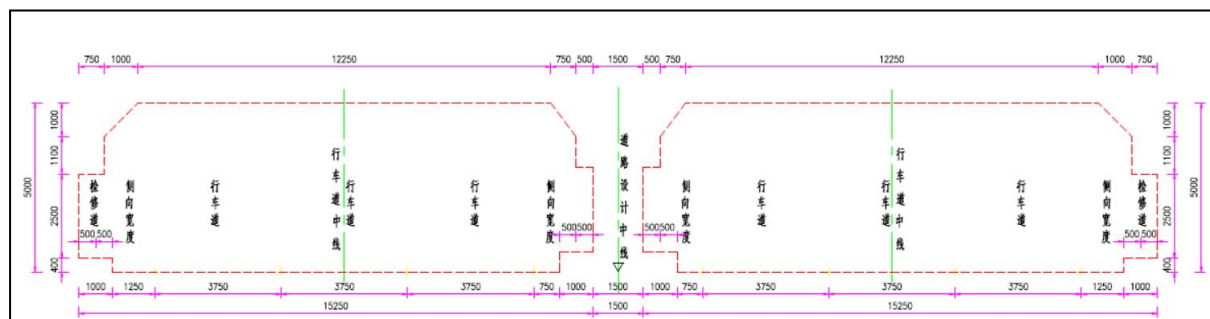


图 4-17 隧道建筑界限图

- (6) 主体结构（板、墙、柱、梁等）的安全等级按一级考虑，相应的结构构件重要性系数 γ_0 取 1.1；在地震荷载组合下，相应的结构构件重要系数 γ_0 取 1.0。
- (7) 基坑安全等级根据开挖深度及土层条件分为一级、二级，支护结构重要性系数分别为 1.1、1.0。
- (8) 抗浮：按最高地下水位的全部水浮力计，不考虑侧壁摩阻力，施工期抗浮稳定安全系数不小于 1.05，使用期抗浮稳定安全系数不小于 1.10。
- (9) 隧道结构防水标准为二级。

(10) 隧道结构耐火等级按 RABT 升温曲线不小于 2 小时。

(11) 抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度为 0.10g。

4.3.6.3 隧道总体布置和线型设计

1、平面设计

(1) 主线平面设计：

凤凰山隧道全长 345m，隧道起于 K9+850，终于 K10+195。靠山隧道全长 295m，隧道起于 K17+650，终于 K17+945。

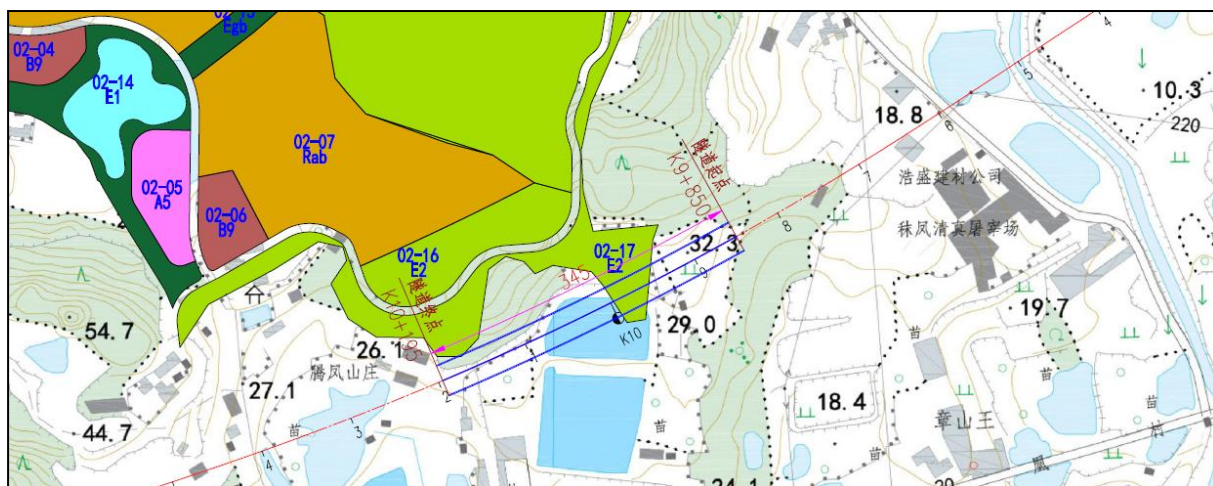


图 4- 18 凤凰山隧道平面布置图

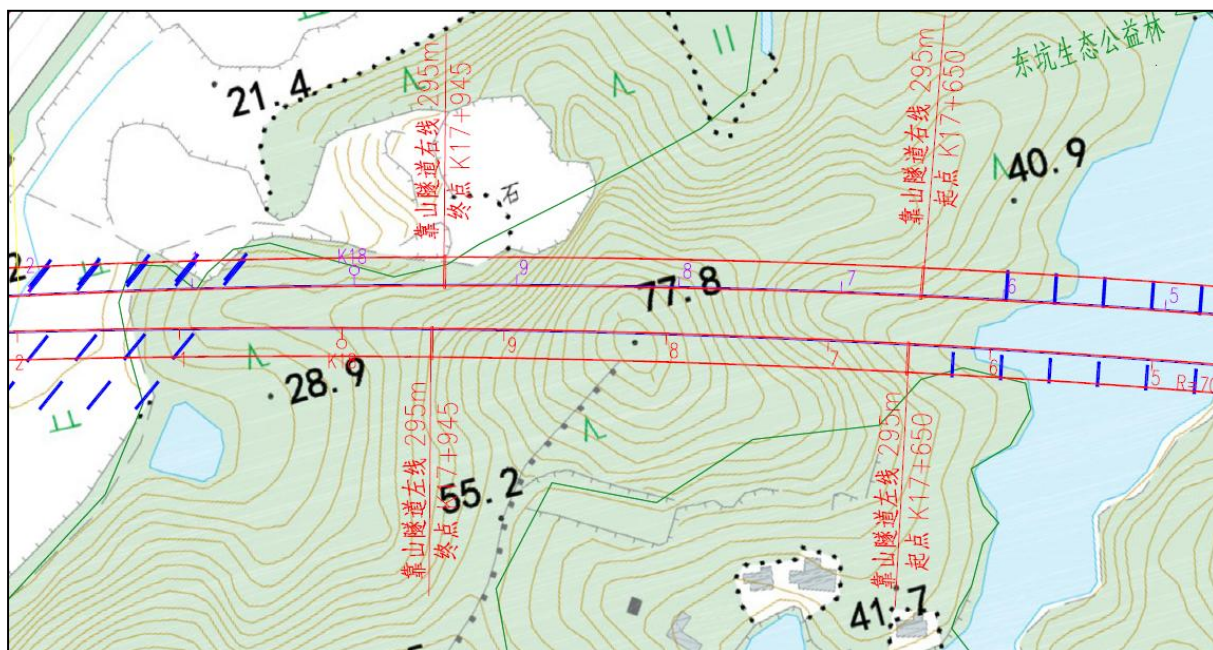


图 4-19 靠山隧道平面布置图

2、纵断面设计

考虑到隧道通风、排水及埋深要求，凤凰山隧道与靠山隧道纵坡均采用“一”字坡。

主要考虑的因素包括：（1）控制高程点；（2）隧道的设计车速及长度；（3）相应道路等级视距要求；（4）隧道通风条件；（5）隧道运营及施工期的排水。

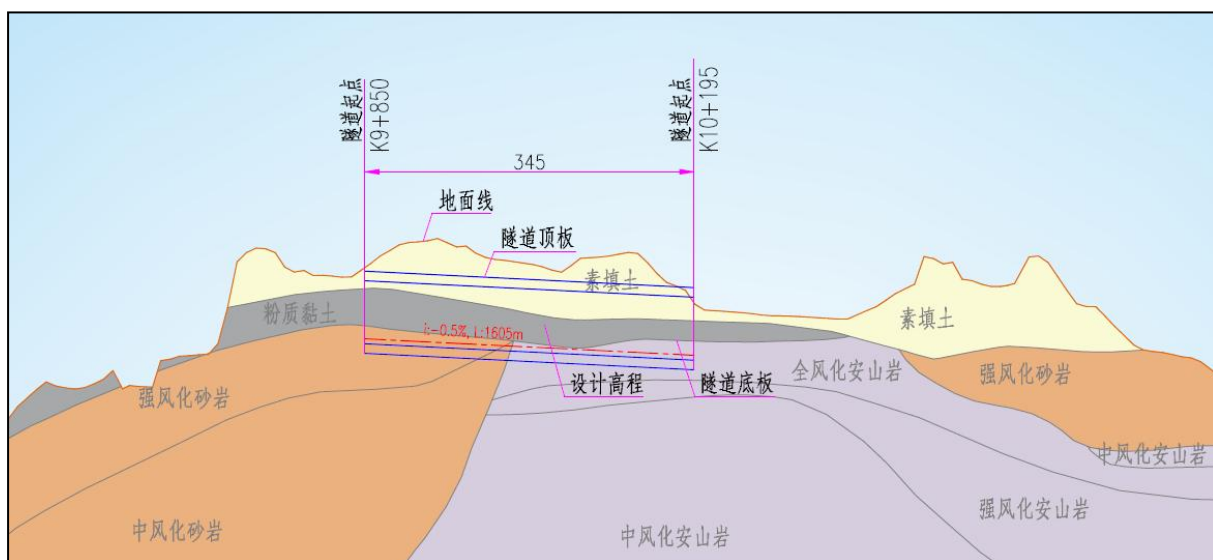


图 4-20 凤凰山隧道纵断面布置图

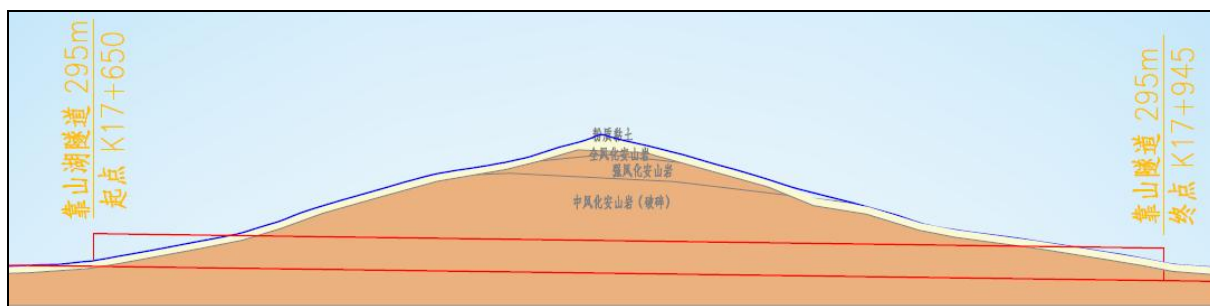


图 4-21 靠山隧道纵断面布置图

3、横断面设计

(1) 隧道结构净高度：

凤凰山隧道设置超高段，暗埋段采用 0.5m 的铺装层，顶部预留照明、监测、通讯、小型情报板等 1.1m 的设备空间，隧道暗埋段净空 6.6m；（0.5m 铺装层+5.0m 建筑限界高+1.1m 设备安装层）；

靠山隧道采用锚喷支护复合模注砼衬砌，内设防排水层。路面采用单面横坡，正常路拱横坡均为 2%，路面设单侧路缘排水沟。内空考虑了侧墙预留装修层 6cm，拱部考虑了施工误差 5cm。

(2) 隧道结构净宽度：

凤凰山隧道两侧的装修层宽度为 0.45m。主线暗埋段：32.9m（0.45m 装修层+15.25m 建筑限界宽+0.45m 装修层+0.60m 中隔墙+0.45m 装修层+15.25m 建筑限界宽+0.45m 装修层）。

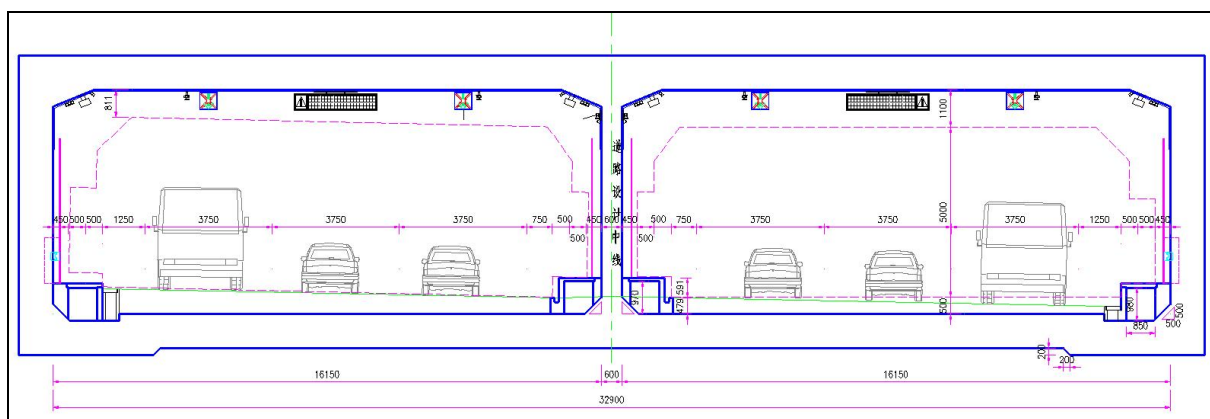


图 4-22 凤凰山隧道暗埋段标准断面图

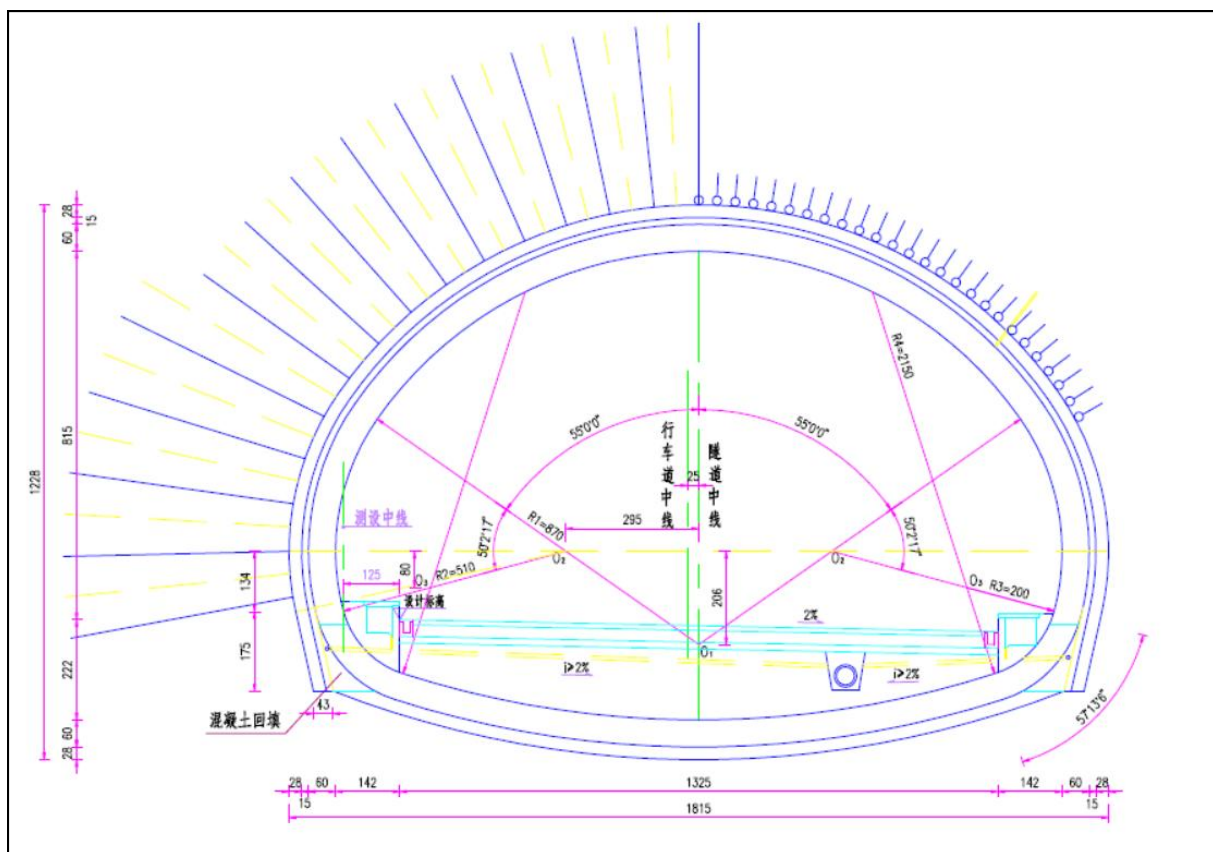


图 4-23 靠山隧道标准断面图

4.3.6.4 隧道施工及结构形式选择

1、工法选择

施工工法的选择受隧道所穿越的地层情况、地面环境、隧道埋深、地下管线等因素制约。通过对以上四种工法进行的论述和比较，凤凰山隧道地质条件较好，周边环境简单，且基本不需进行交通疏散及管线改迁，明挖法施工凭借其地层适应性好、技术成熟、风险小、对周围环境影响小等优点，而在本项目建设中优势明显。靠山隧道穿山设置，位于生态区，且隧道短，周边隧道项目有爆破施工案例。故本次设计中凤凰山隧道采用明挖法施工，靠山隧道采用机械开挖为主配以局部弱爆破施工。

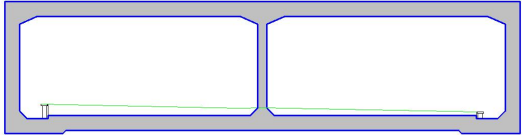
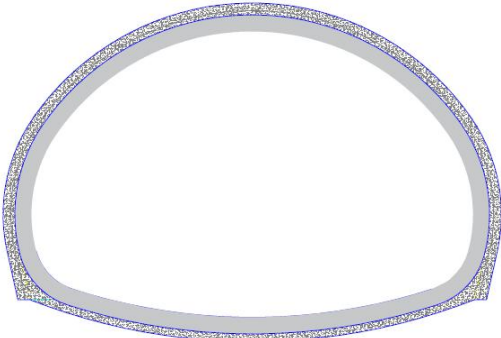
2、结构断面设计

矩形框架结构由于结构受力简单、断面利用率高、施工方便等优点，已成为城市明挖隧道中采用最多的一种结构形式。因此，本次设计中凤凰山隧道暗埋段横断面拟采用矩形框架结构形式。而山岭隧道采用拱形断面，既有利于隧道安全，也可以减少

衬砌厚度。各节段横断面形式详见下表。

隧道横断面汇总表

表 4- 10

桩号	结构断面
K9+850~K10+195	
K17+650~K17+945	

4.3.7 交叉工程

4.3.7.1 交叉净空标准及构造物型式

1、净高

(1) 桥梁、分离式立交

主线上跨高速、一、二级公路为 5.2m；主线上跨三、四级公路为 4.5m；

主线下穿任何构造物为 5.2m。

(2) 通道

农汽通道净高为 $\geq 4.5\text{m}$ ；机耕通道净高为 $\geq 3.5\text{m}$ ；人行通道净高为 $\geq 2.5\text{m}$ 。

2、净宽

(1) 桥梁、分离式立交

拟建公路跨越各等级公路的桥下净宽，取决于被交叉公路的等级，根据现场调查的实际资料和规划资料按有关标准确定。

(2) 通道

农汽通道净宽为 6.0m；人行、机耕通道净宽为 4.0m；

3、结构形式

(1) 桥梁、分离式立交

根据所跨越道路的等级、所跨越河流的宽度以及路线线形，上部结构分别采用钢混组合梁、预应力砼连续箱梁、预应力砼组合箱梁及预应力砼空心板，下部结构采用实体、柱式桥墩，肋板式及柱式桥台，钻孔桩基础，支线上跨桥除有特殊需求外均采用预应力砼组合箱梁。

(2) 通道

通道的型式一般有箱型和盖板式，主要应用条件取决于地质条件。

一般而言，箱型通道地基条件要求低，这是江苏地区普遍采用的原因；盖板式通道地基条件要求较高，但盖板式通道相对较经济。

4.3.7.2 互通式立交总体布局分析

1、与高速交叉

都市圈环线高速作为国家高速网的重要组成部分，主要服务省际间和省内主要运输通道内的中长途快速公路交通，提供大容量、高效率的运输服务，并为应对战争、自然灾害等突发性事件提供快速交通保障。本项目的建设强化了国高大通道过境通行能力、提升了整体路网效率，补强了南京都市圈城市群内部城际通道重要通道，有效辐射带动区域，促进城乡融合发展。

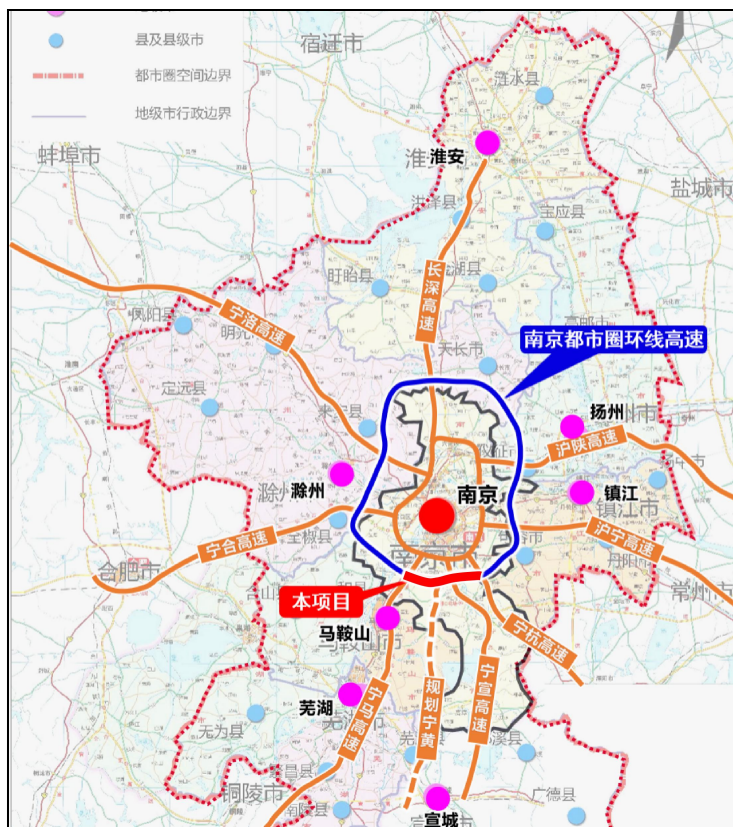


图 4- 24 本项目与高速交叉枢纽点位

为满足本项目过境交通量进出、主城市向副城市辐射的功能，本项目与高速交叉 4 处设置枢纽互通：宁杭高速、机场高速（S55 宁宣高速）、S6 宁黄高速（规划）、G4211 宁马（宁芜）高速。



图 4- 25 本项目与高速交叉枢纽点位

G4211 宁马（宁芜）高速：G4211，是沪蓉高速（G42）的联络线之一，是国家高速 G42、G40 与 G50 沪渝高速这两大横线在东部的连接，作为都市圈中心城市南京与副城市马鞍山、芜湖连接的高速通道，过境与集散需求巨大，需要与本项目设置枢纽互通。根据路线方案研究，本项目与宁马高速交叉位置现有一处新建成的滨江开发区枢纽，工可阶段拟对该处互通进行局部改造利用。

S6 规划宁黄高速：S6 宁黄高速规划为省高网规划“十五射六纵十横”布局中的射十线，主要功能连接南京与宣城、黄山等景区，目标是打通宁宣黄发展带的快速通道、开展城际旅游协作，打造南京-宣城-黄山这条国际旅游精品线路，其次是作为禄口机场三期建成以后西侧的重要集疏运骨架道路。因此为了发挥两条高速公路过境、主副城市连接、机场疏散等多重功能，宁黄高速需要与本项目设置枢纽。考虑规划宁黄高速为远期预留，其建设计划尚未明确，而机场三期扩建拟于 2024 年开工，因此本项目采用远近结合，先期与同廊道的 S126 设置枢纽，实现快速机场通达，远期宁黄高速建设时再行改建。

机场高速（S55 宁宣高速）：机场高速连接禄口机场与南京主城，是禄口机场最主要的疏散道路，其次作为省高网射九线，其向南延伸至 G50 到达南京都市圈重要城市安徽宣城市，承担都市圈内主副城市连接的功能，对宣城市融入苏浙沪和南京都市圈、实现地区的区域联动与共同发展意义重大，同时部分承担了鲁苏浙皖沟通的过境功能。为满足以上交通需求，本项目与机场高速交叉设置互通。

2、S002 节点分析

S002 为南京市内重要的普通公路环线，在项目附近区域，其进入高速公路的需求主要来自湖熟、禄口两个成熟镇区，少量为沿线村镇出行。从整个片区高速结构看，在本项目与 S002 交叉点东侧，环线龙潭至禄口段拟与 S246 节点设置龙都互通，S246、S002 在高速北侧 1.9km 处平交。因此沿线进出需求中，湖熟片区可由湖熟互通、S246 互通进入宁杭高速和本项目，禄口片区可经禄口互通进入机场高速，均较为便捷且无绕行。此外，考虑高速与 S246、S002 交叉点间距仅为 3.1km，间距较近，因此考虑本项目与 S002 交叉采用分离式立交，不设互通。

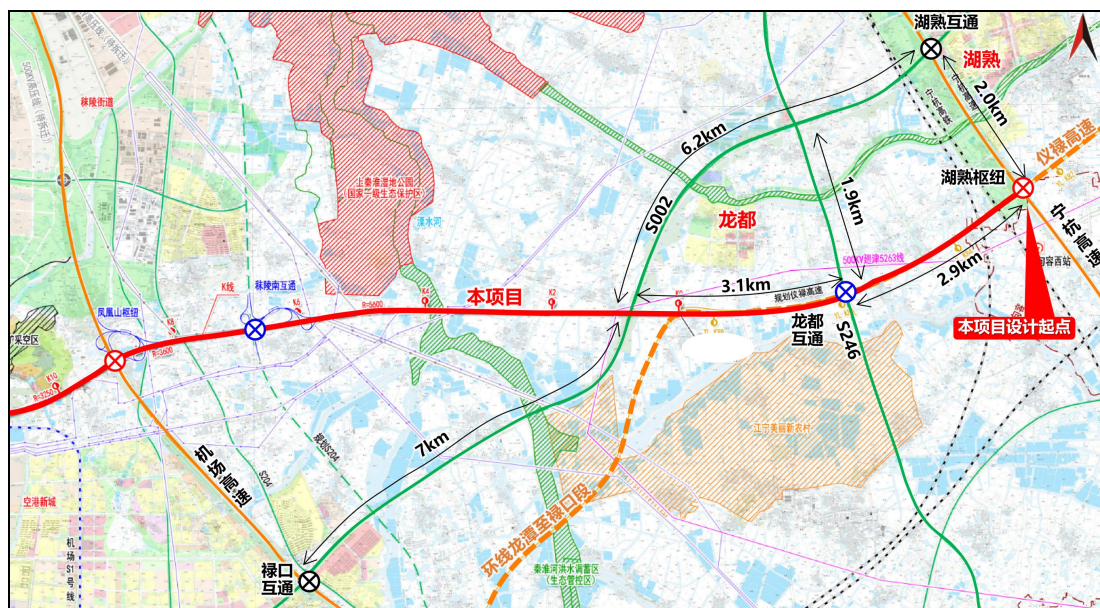


图 4-26 龙都互通周边互通布局

3、秣陵南互通选址分析

现状省道 S204 从江宁建成区穿过，城市化发展迅速，江宁区拟将其向东改移，按规划实施为快速化道路，与溧水段、高淳段相接，最终向南进入安徽狸桥。S204 是省道公路网的重要组成部分，是苏皖两省交通通道，此外主要承担南京市域内各组团间快速联络的需求，是沿线居民出行、服务区域经济协调快速发展的主通道。本项目与规划 S204 设置互通，主要满足北侧江宁、秣陵片区快速进入高速公路的需求。

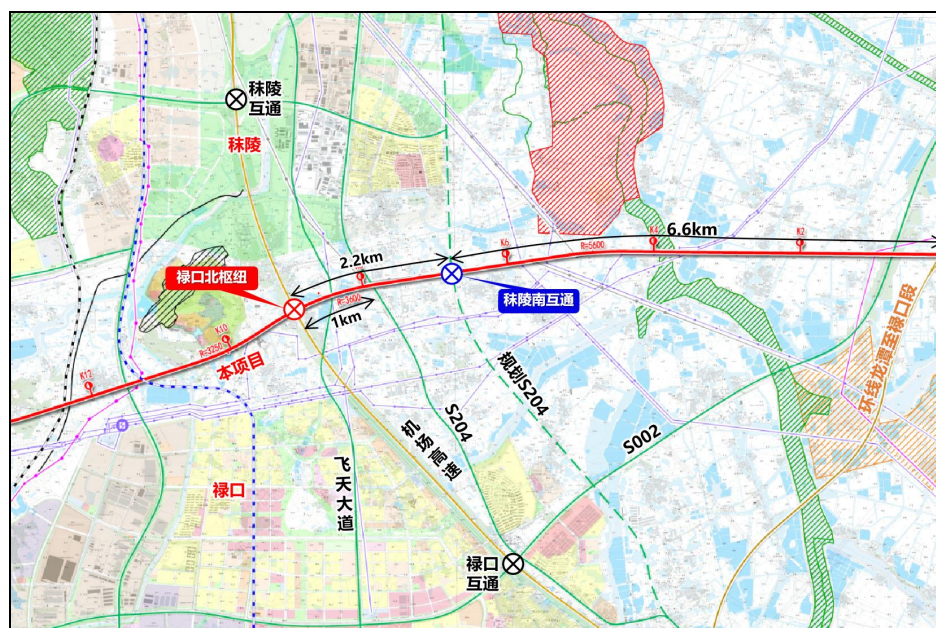


图 4-27 秣陵南互通周边路网布局图

经与江宁区多次沟通，考虑规划 S204 改线段已展开了前期研究工作，近日已纳入市、区两级国土空间规划和基本农田调整范围，已具备与本项目同步实施的条件，因此本项目与规划 S204 设置秣陵南互通。

4、将军大道交叉节点交叉方式分析

将军大道为贯穿江宁南北的重要城市主干路，其进入高速公路的需求主要来自秣陵街道、软件园片区和禄口空港片区，交叉节点主要考虑以下因素：

(1) 本项目自规划 S204~规划宁黄高速约 7.4km 路段内, 设有 3 处互通, 平均间距为 3.7km; 若将军大道与本项目交叉设置互通, 则规划 S204~规划宁黄高速路段内, 设有 4 处互通, 平均间距骤减至 2.5km, 出入车辆对主线过境车辆影响较大。

(2) 禄口街道周边互通较为密集，本项目与 S126 实施后，增设的西阳枢纽具备出入高速的功能，该区域车辆基本上可以保证 5km 范围内即可进入高速路网，整体出行较便捷。将军大道出入高速的功能可由周边互通替代。

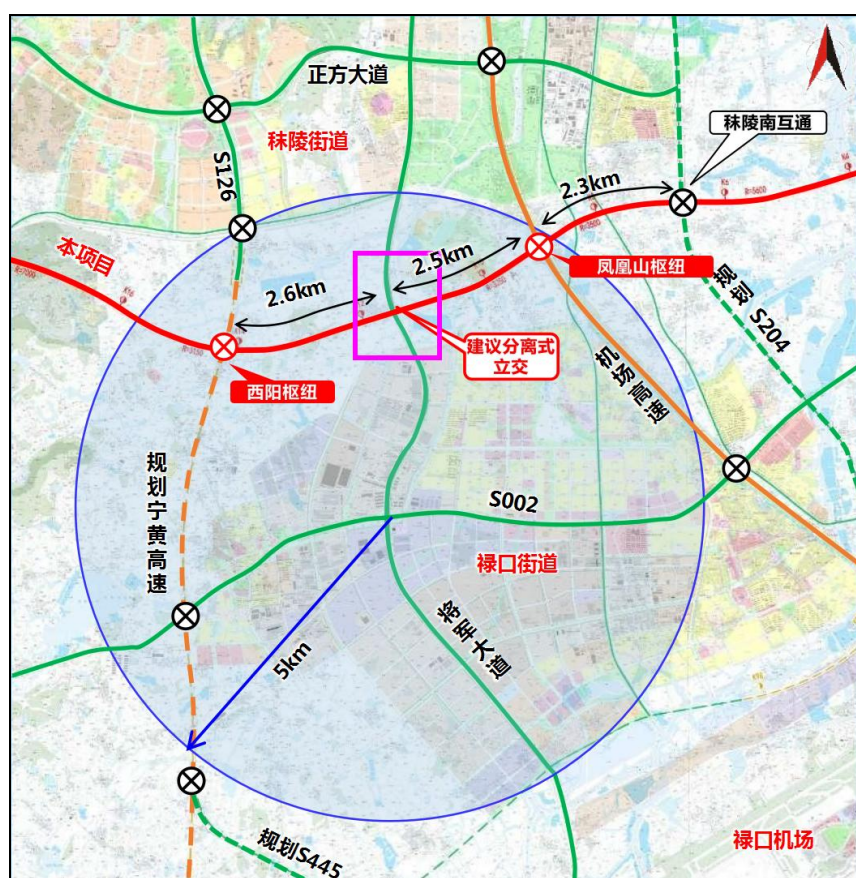


图 4-28 凤凰山互通区位示意图

因此，本次工可与将军大道分离式立交，不设互通。

5、银杏湖互通选址分析

银杏湖大道为江宁中部重要的城市主干道，连接了秣陵街道、江苏软件园、银杏湖景区与谷里街道，周边江苏软件园、旅游景区均有较高的对外交通需求，沿线地区美丽乡村、农旅融合产业也在蓬勃发展。因此考虑本项目与银杏湖大道交叉设置互通一处。工可研究阶段考虑以下因素

(1) 银杏湖大道与本项目交叉 2 次，两个交叉点间距 3.5km，交通需求不支持在同一条被交道设置 2 处互通；

(2) 第一次交叉位置设置互通，与上一处互通西阳枢纽距离较近，在第二次交叉点间距较为合适，上下高速车辆对主线车辆影响较小。

(3) 从功能上看：①银杏湖互通主要承担谷里及周边片区上下高速公路，以及江北、安徽等西部车辆进出银杏湖乐园及其周边度假景区为主，南京市域范围内各组团进入景区大部分经银杏湖大道由东向西；

②本项目与 S126 交叉设置西阳枢纽，S126 快速化改造正处于实施阶段，未来软件园及 S126 沿线车辆通过西阳枢纽更加快速地进出高速系统。

若银杏湖互通设于第一处交叉位置，由于银杏湖大道为城市主干道，无法快速疏散软件园快速通达的需求，增加了谷里片区出入高速的绕行距离，且与西阳枢纽功能部分重叠；因此推荐于第二次交叉位置设置银杏湖互通。



图 4-29 银杏湖互通周边路网与互通布局

因此拟在银杏湖大道与本项目第二次交叉点处设置互通一处。

6、庙庄互通选址分析

正方大道为城市主干道，是连接秣陵、谷里、滨江开发区的重要道路，与本项目同廊道。由于本项目与宁马高速交叉的滨江开发区枢纽需要同时承担高速公路间转换和地方进出高速公路的交通量，转向量较大且方向复杂，因此考虑分离需求，将一部分由地方进出高速的交通量沿正方大道转移，在距滨江开发区枢纽为 4.3 公里处设置庙庄互通，同时也能承担周边工业园、厂区进出高速的交通需求。

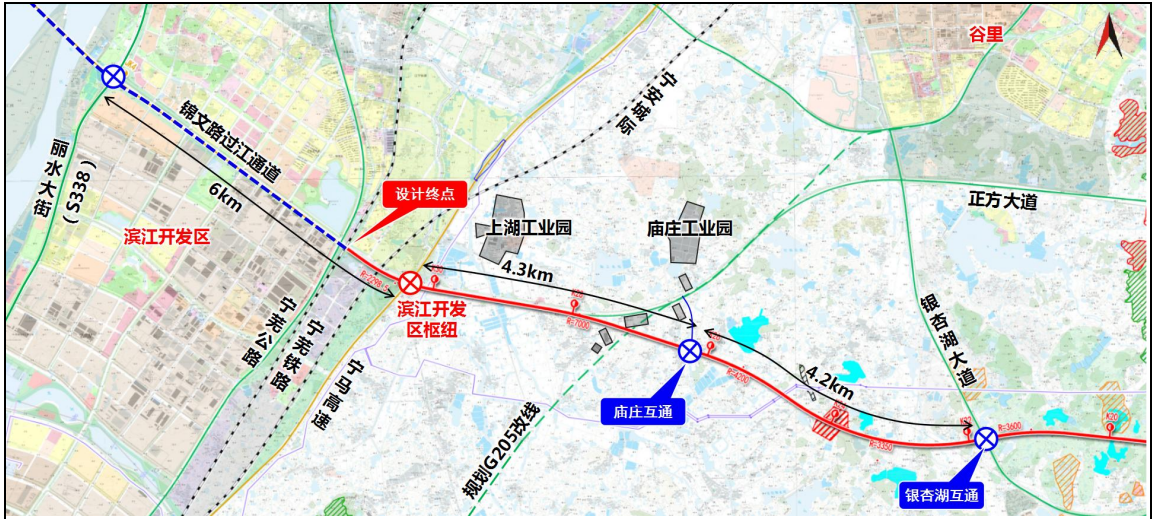


图 4- 30 庙庄互通周边路网与互通布局

4.3.7.3 湖熟枢纽方案

1、概述

被交道：宁杭高速为高速公路，双向六车道设计速度 120km/h。

互通功能：枢纽型互通。

服务对象：与宁杭高速之间的转换；

2、转向交通量

根据交通量预测，湖熟枢纽在 2047 年转向量如下，其中主流向为禄口↔镇江方向。

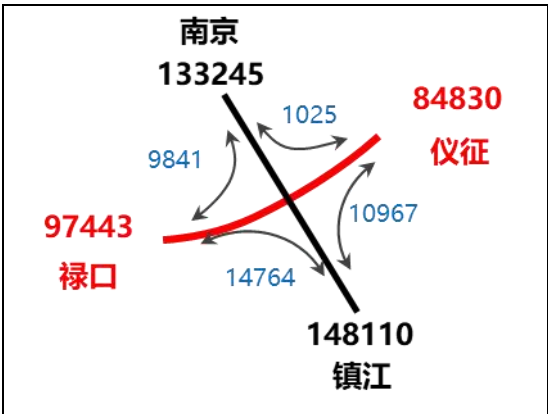


图 4- 31 2047 年湖熟枢纽预测转向量

3、互通方案

互通主体设置在东南象限，结合周边村庄，采用双 T 型枢纽。

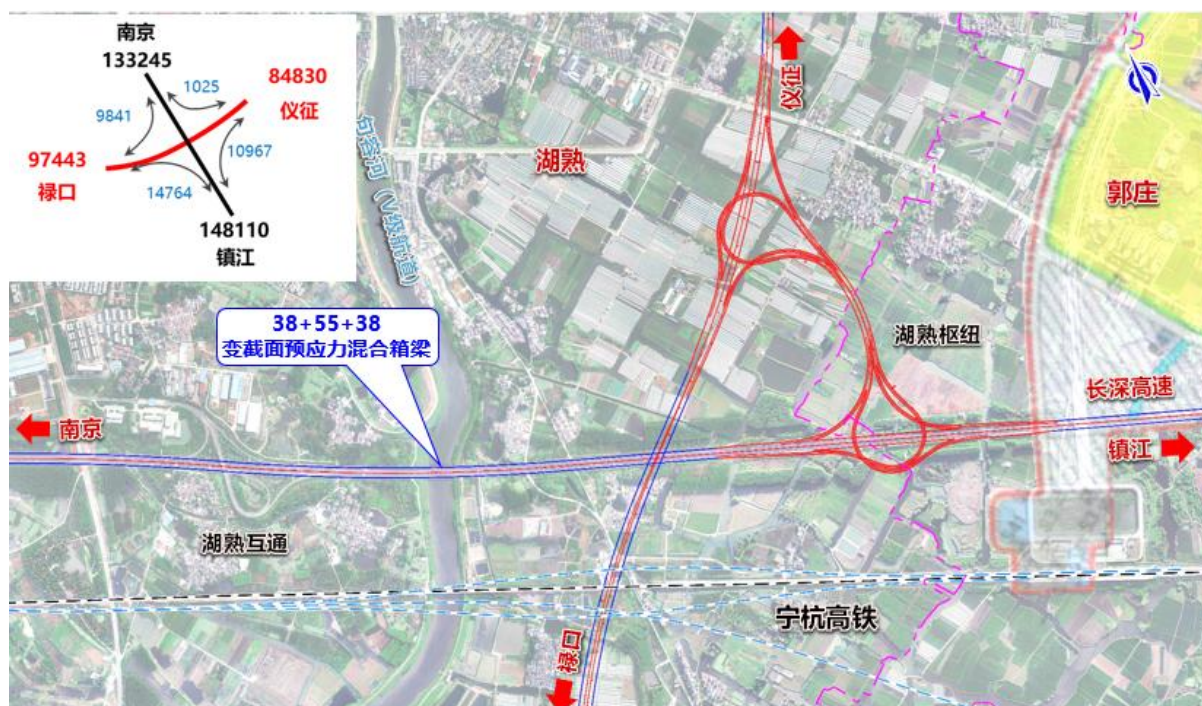


图 4- 32 湖熟枢纽方案

4.3.7.4 龙都互通方案

1、概述

被交道：S246 为一级公路，双向四车道设计速度 80km/h。

互通功能：出入型互通。

服务对象：服务于龙都社区及周边居民出行；

2、转向交通量

根据交通量预测，龙都互通在 2047 年转向量如下，其中主流向为周岗↔仪征方向。

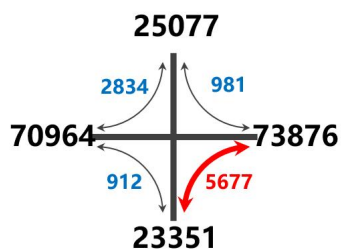


图 4- 33 2047 年龙都互通预测转向量

3、互通方案

龙都互通为本项目与 S246 交叉所设，服务于龙都社区及周边居民出行。互通主流向为东南象限，互通采用单喇叭方案，主体布设于东南象限。

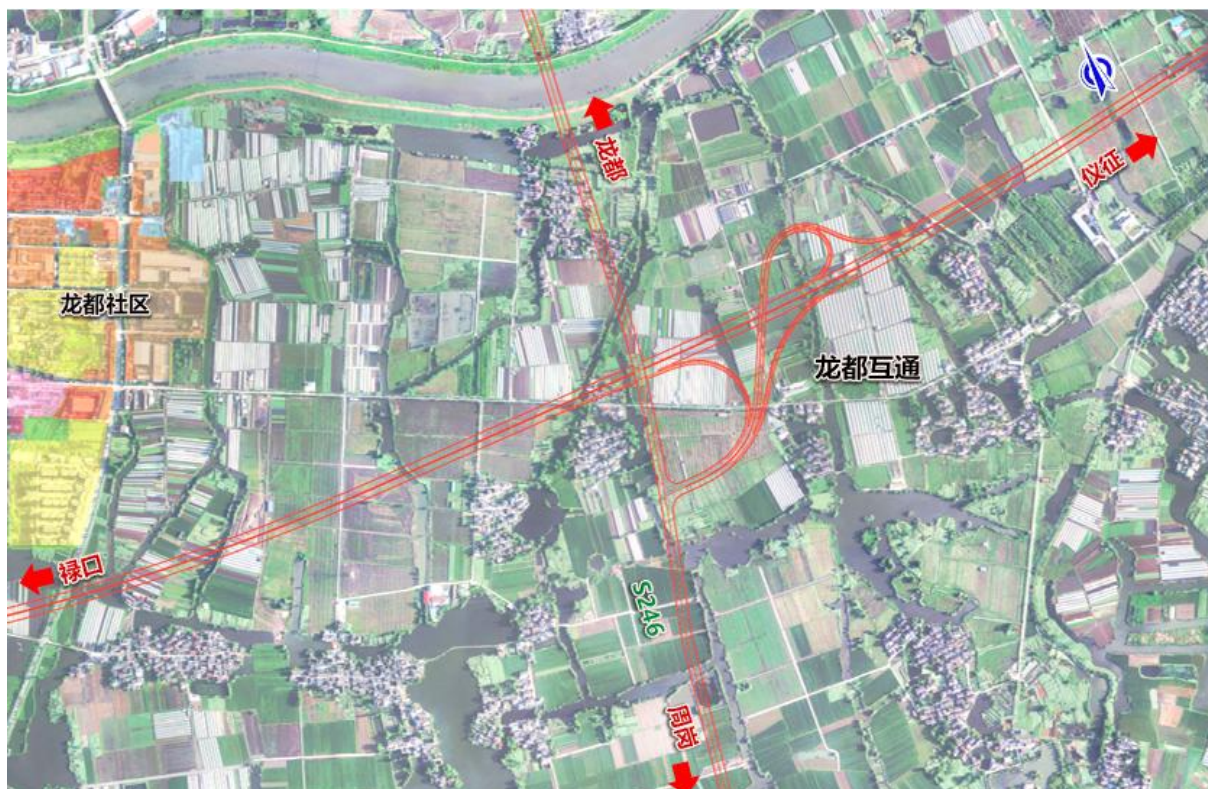


图 4-34 龙都互通方案

4.3.7.3 秣陵南互通方案

1、概述

被交道：规划 S204 城市快速路，主六辅四规划断面总宽 60m。高速上跨被交道。

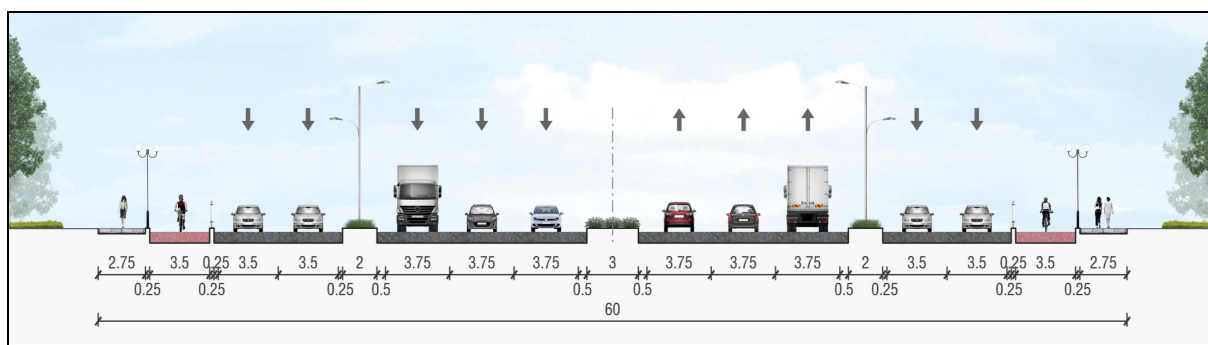


图 4-35 规划 S204 快速化横断面

互通功能：出入型互通。

服务对象：与规划 S204 之间的转换，便于规划 S204 沿线的秣陵街道、禄口街道车辆出入本项目；

2、转向交通量

根据交通量预测，秣陵南互通在 2047 年总转向交通量为 16843pcu/d，主流向为秣陵↔全椒方向，为 5861pcu/d，占总转向交通量 34.6%；次流向为句容↔秣陵方向，为 5318pcu/d，占总转向交通量 32%。

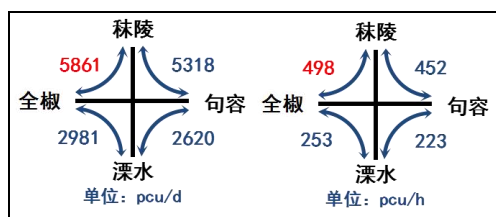


图 4-36 2047 年秣陵南互通预测转向量

3、互通方案

项目组对节点周边路网进行分析，本项目上句容去往溧水方向可由宁杭高速与 S246 解决，而全椒去往溧水方向可由机场高速提前转向。同时，去往溧水方向的转向交通量为 5601pcu/d，占比约 33%，占比较小，部分沿线规划 S204 来往溧水的车辆可由正方大道掉头解决，考虑不设置通往溧水方向的匝道。

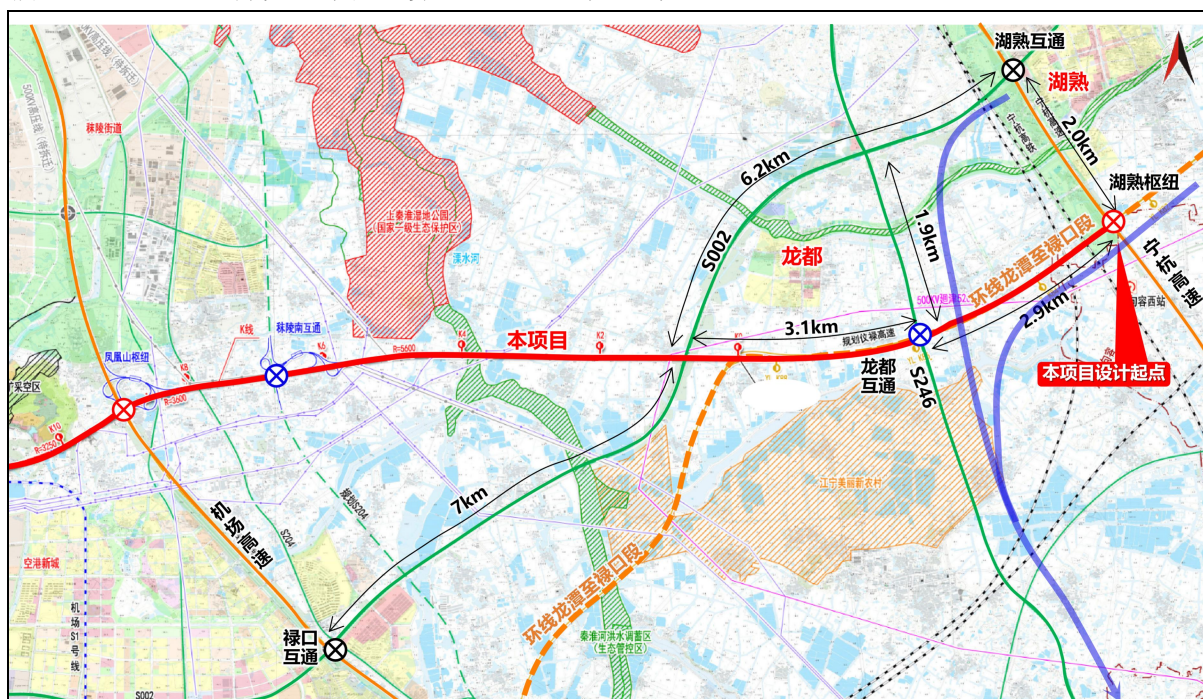


图 4-37 秣陵南互通周边路网疏解示意图

方案在主线侧采用 B 型喇叭与方案一一致，设置 B 型单喇叭。匝道连接线与规划 S204 形成 T 型交叉，设两处定向匝道与主路相接，方便车辆来往秣陵，设两处右进右出与正方大道改移相接。

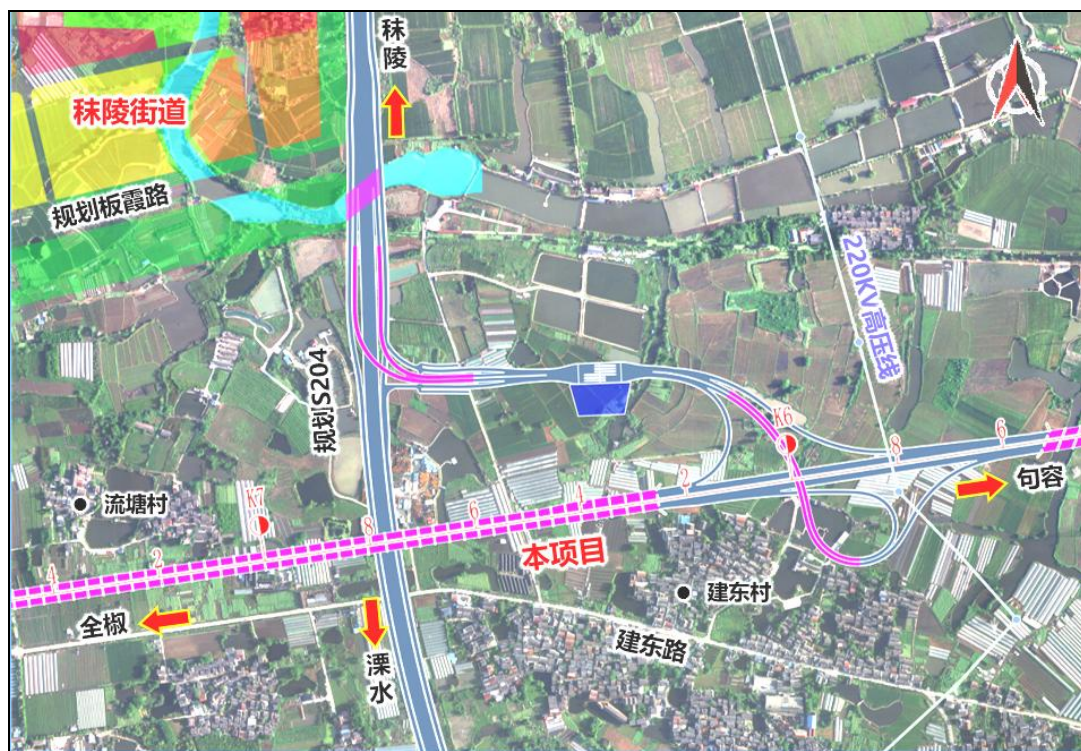


图 4-38 秣陵南互通方案

4.3.7.4 凤凰山枢纽方案

1、概述

被交道：机场高速为高速公路，双向八车道设计速度 120km/h。

互通功能：枢纽型互通。

服务对象：与机场高速之间的转换，便于秣陵街道、江苏软件园、禄口街道车辆出入本项目；

2、转向交通量

根据交通量预测，凤凰山枢纽在 2047 年总转向交通量为 23548pcu/d，主流向为禄口↔全椒方向，为 9744pcu/d，占总转向交通量 38.4%；次流向为江宁↔句容方向，为 6547pcu/d，占总转向交通量 28.9%；其余象限转向交通量较小。

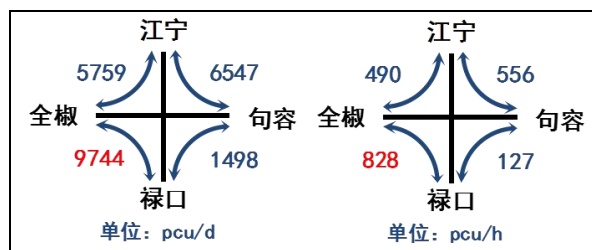


图 4-39 2047 年凤凰山枢纽预测转向量

3、互通方案

互通主体设置在东北象限，结合周边村庄，采用 A+B 型双喇叭，其中本项目侧为 A 型，被交道为 B 型。C 匝道下穿本项目后，上跨机场高速。匝道设计速度均为 40km/h。



图 4-40 凤凰山枢纽方案

4.3.7.5 西阳枢纽方案

1、概述

被交道：

①S126 快速化工程同时承担一部分城市快速路功能，市政配套工程与 S126 共线。市政配套工程高架跨银杏湖大道落地，向南经 2.2 公里地坪段后，继续采用长高架至 S445。S126 设置在市政配套工程两侧，均为路基段。本项目上跨 S126 与其配套市政工程的路基段，距南、北侧高架间距分别为 1320/939 米。

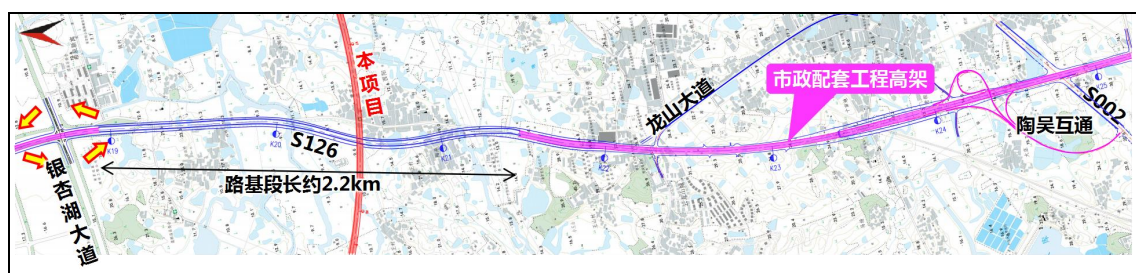


图 4-41 S126 快速化涉本项目段总体方案示意图

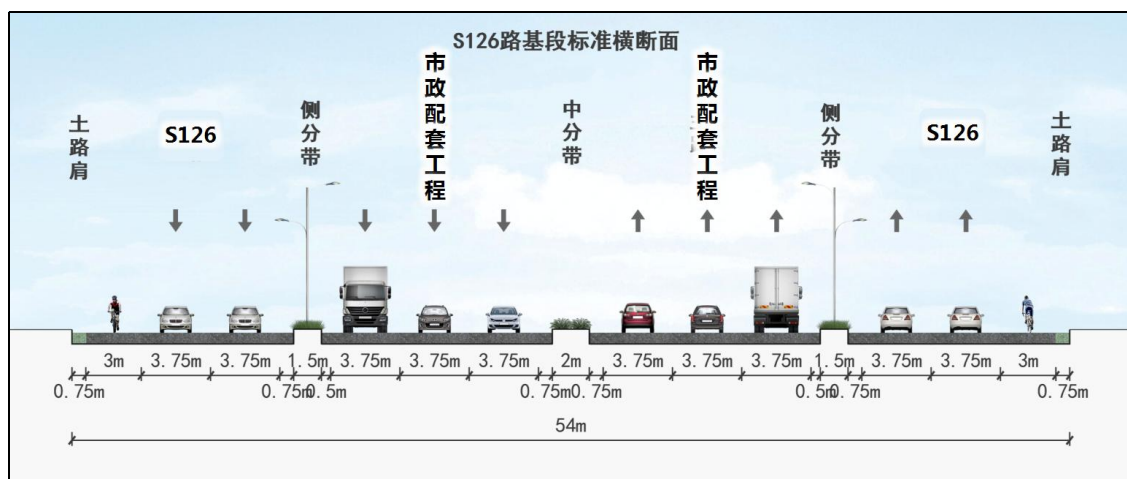


图 4-42 S126 快速化标准横断面

②规划宁黄高速为高速公路，设计速度 100km/h，其规划利用拟建 S126 市政配套工程的高架部分，向北新建高架穿越本项目后落地，设主线收费站。

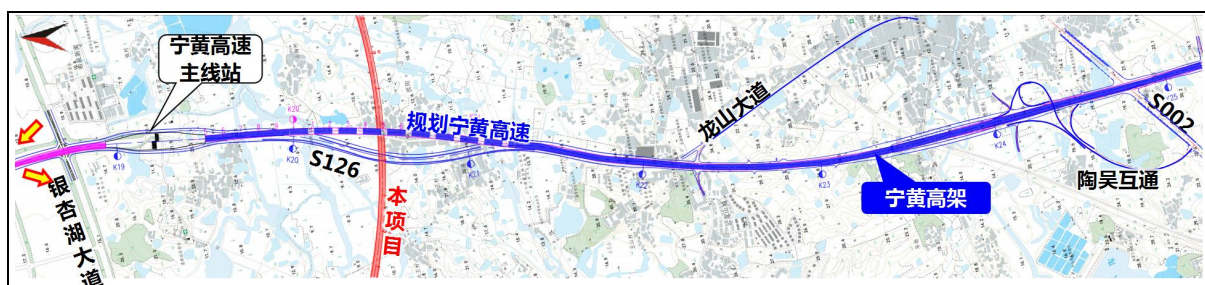


图 4-43 规划宁黄高速涉本项目段总体方案示意图

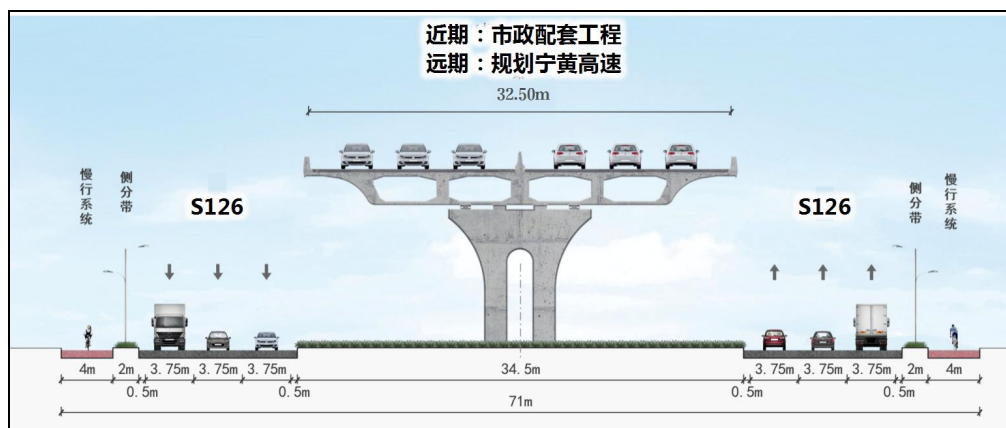


图 4-44 规划宁黄高速标准横断面

互通功能：①接 S126→出入型互通；②接规划宁黄→枢纽型互通。

服务对象：高速公路网间交通转换，江苏软件园、禄口机场集疏运；

2、转向交通量

根据交通量预测，西阳枢纽在 2047 年总转向交通量为 39052pcu/d，主流向为禄口↔全椒方向，为 16268pcu/d，占总转向交通量 38.8%；次流向为秣陵↔句容方向，为 8858pcu/d，占总转向交通量 24.7%；其余象限转向交通量较小。

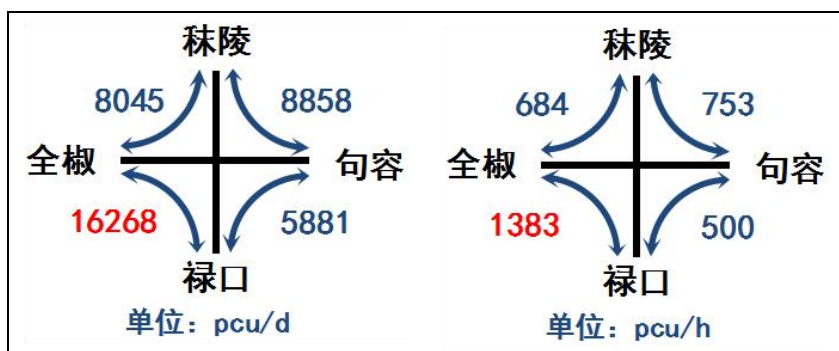


图 4-45 2047 年西阳枢纽预测转向量

3、互通方案

经对 S126 设计方案的研究，其互通区竖曲线 $R_{\text{竖}}=8000\text{m}$ 、圆曲线半径 $R_{\text{圆}}=1000\text{m}$ ，均满足时速 100km/h 高速公路对应的规范要求。而本项目交点向北 1.2km 即进入收费站，互通区宁黄高速主线采用 100km/h 基本不影响其通行能力，在安全设施和标志标线设置齐全的条件下亦不影响交通安全。因此，为配合机场三期扩建，尽快发挥本项目功能，方案拟调整宁黄高速设计速度至 100km/h，线位完全利用

S126，本项目同步与 S126、宁黄设置枢纽互通。

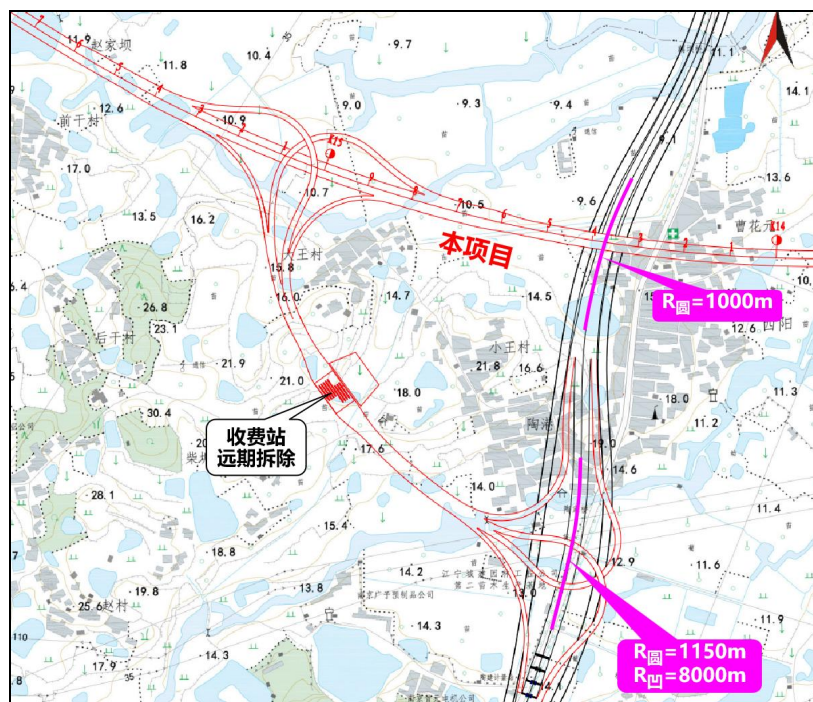


图 4-46 被交道互通区平纵指标

由于 S126 为开放式公路，方案二采用带收费站的双 Y 型枢纽布局，与 126 市政配套工程衔接，设置匝道收费站。互通区 S126 需配合匝道布局向外改移，改移路段长约 2km。

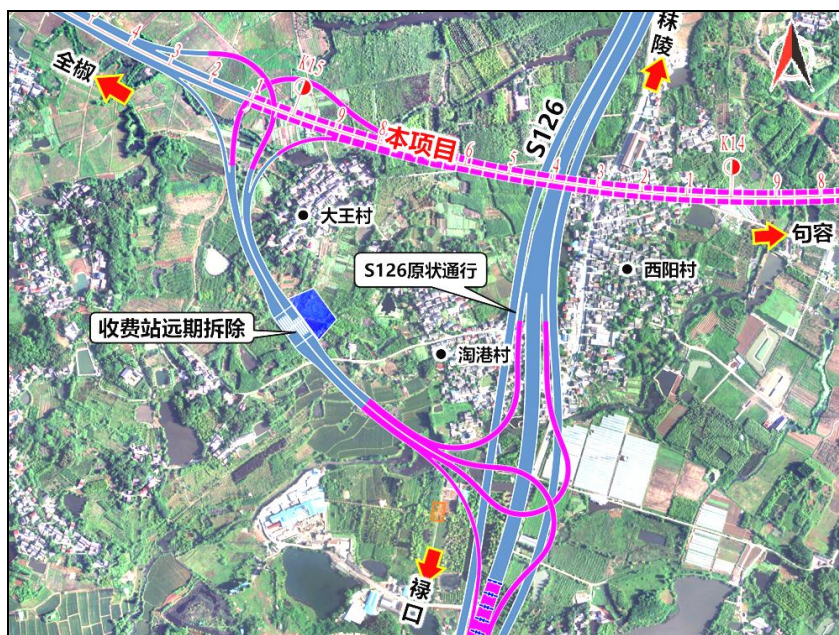


图 4-47 西阳枢纽方案二

远期规划宁黄利用 S126 市政配套部分，全线实施完成后，拆除临时匝道收费站，建设宁黄主线收费站，实现高速封闭联网收费。西阳枢纽功能由实现高速—快速路沟通的功能，变为实现高速—高速沟通功能。

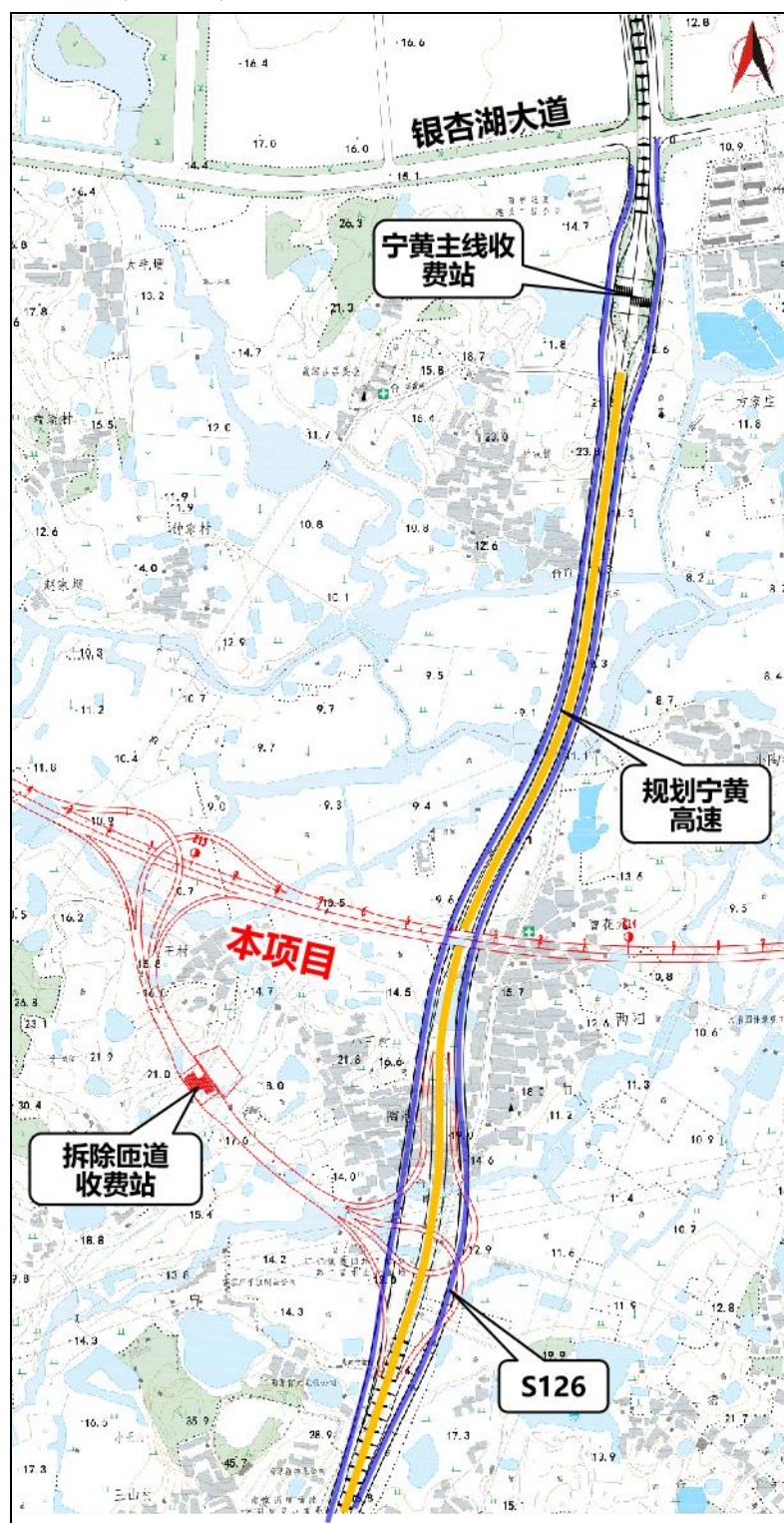


图 4-48 西阳枢纽方案远期布局示意图

4.3.7.6 银杏湖互通方案

1、概述

被交道：银杏湖大道为城市主干路，双向四车道。



图 4- 49 银杏湖大道

互通功能：出入型互通。

服务对象：与银杏湖大道的转换，服务于银杏湖大道沿线风景区、谷里、江苏软件园车辆出入本项目；





图 4- 50 银杏湖乐园与观音殿景区

2、转向交通量

根据交通量预测，银杏湖互通在 2047 年总转向交通量为 11517pcu/d，主流向为谷里↔句容方向，为 4990pcu/d，占总转向交通量 44.6%；次流向为全椒↔银杏湖方向，为 3615pcu/d，占总转向交通量 23%。

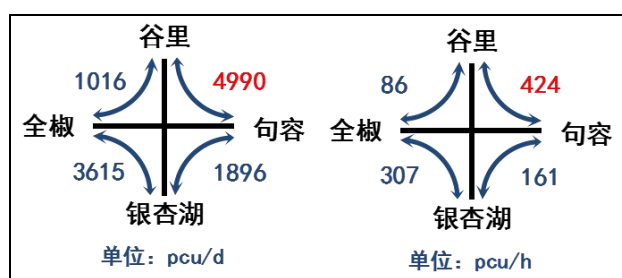


图 4- 51 2047 年银杏湖互通预测转向量

3、互通方案

根据本项目与银杏湖大道交叉角度及与周边村镇的分布情况，结合互通设置点的地形、地貌条件，以及根据控制因素的分析，本互通避让村庄与水体，互通主体设置在东南象限设置 A 型喇叭，匝道上跨高速。匝道设计速度均为 40km/h。

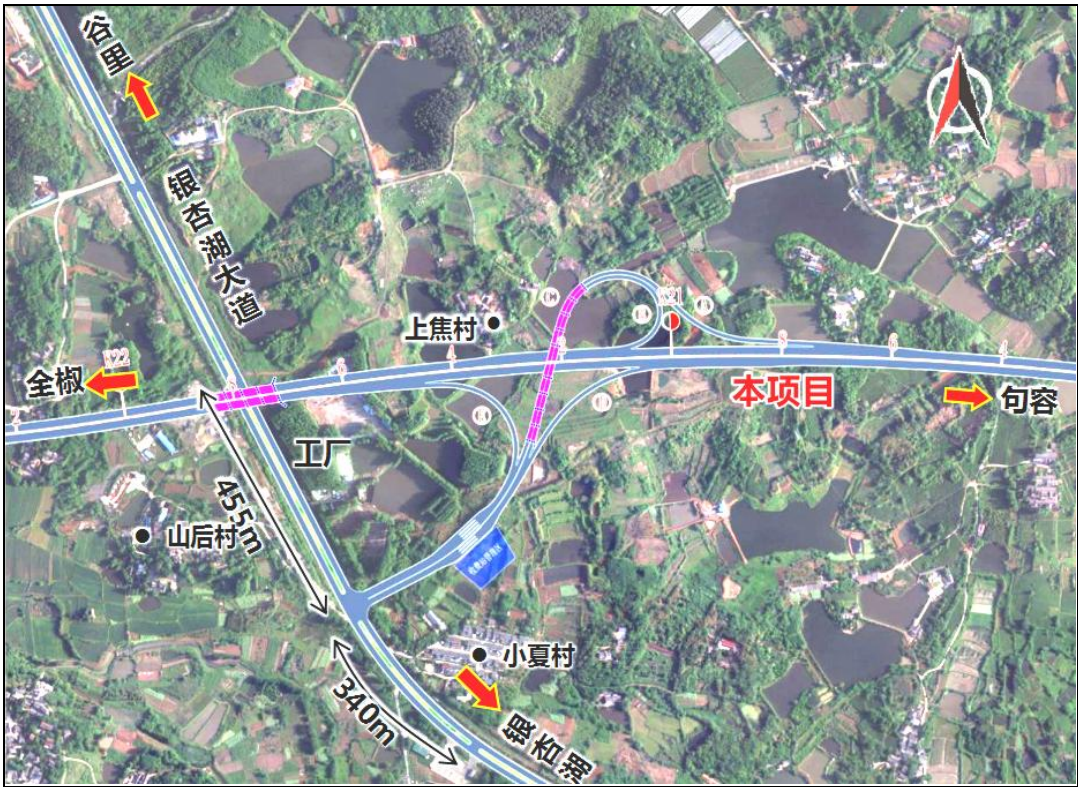


图 4- 52 银杏湖互通方案一

4.3.7.7 庙庄互通方案

1、概述

被交道：

正方大道为城市主干道，双向四车道，设计速度 80km/h。



图 4- 53 正方大道横断面图

规划 G205 为一级公路，双向六车道，设计速度 80km/h，现正进行改线研究，其方案拟采用正方大道-宁陆公路廊道。



图 4-54 规划 G205 改线路线走向示意图

互通功能：出入型互通；

服务对象：近期满足与正方大道的转换，满足道路沿线与滨江开发区车辆出入本项目的需要。预留规划 G205 改线过境后的互通改造条件，方便远期与其相接

2、转向交通量

根据交通量预测，庙庄互通在 2047 年总转向交通量为 15508pcu/d，主流向为滨江开发区↔句容方向，为 6438pcu/d，占总转向交通量 40%；次流向为谷里↔全椒方向，为 5500pcu/d，占总转向交通量 36.4%。

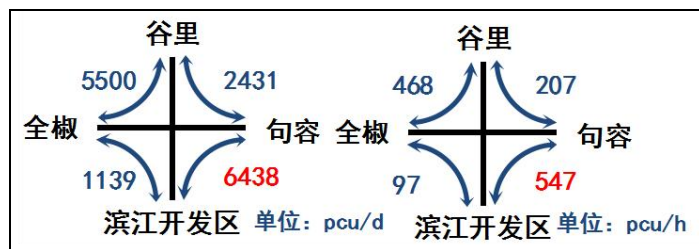


图 4-55 2047 年庙庄互通预测转向量

3、互通方案

为减少侵占谷里花卉园，同时匝道连接线与 G205 平交口间距需大于 1km，因此

设置互通如下：高速设置 A 形单喇叭，匝道下穿主线。预留建设条件，便于远期 G205 改扩建为双喇叭。匝道设计速度均为 40km/h。

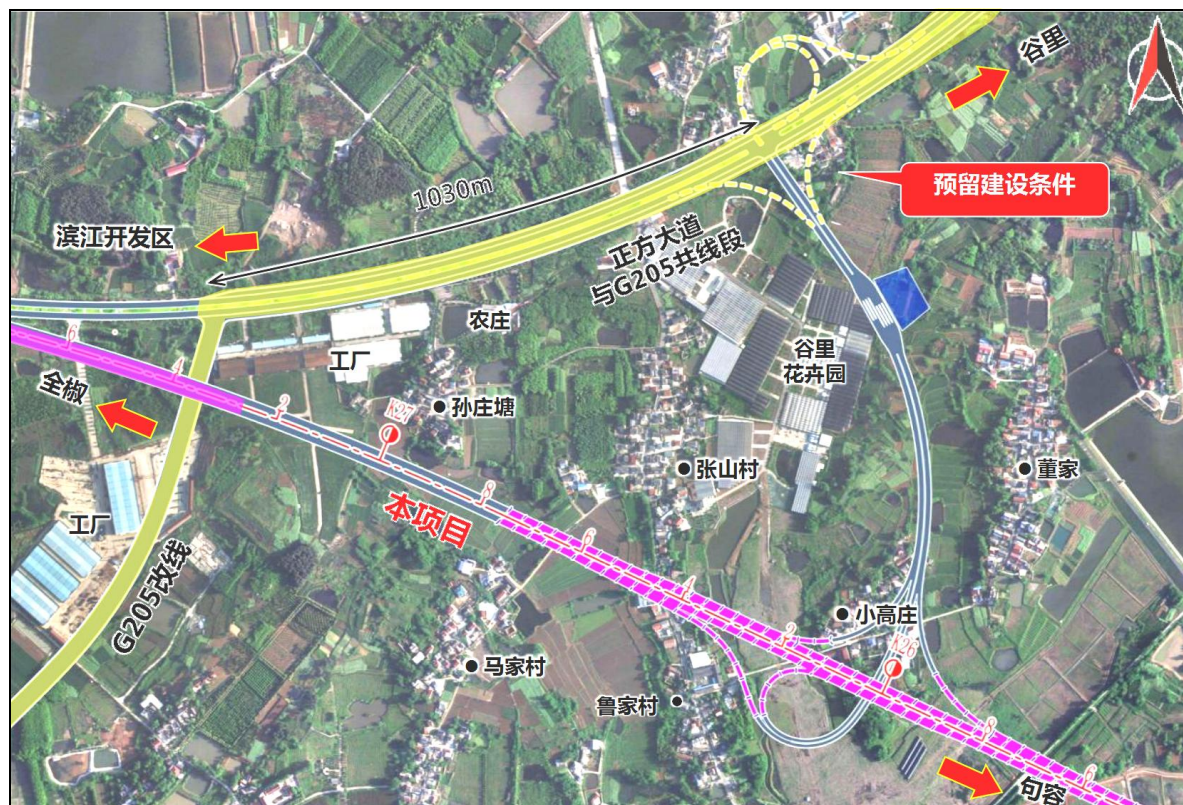


图 4- 56 庙庄互通方案一

4.3.7.8 滨江开发区互通方案

1、概述

滨江开发区互通为本项目与宁马高速交叉设置的枢纽型互通。该互通主要服务于本项目与宁马高速、江宁滨江开发区的交通转换。

2、转向交通量

根据交通量预测，滨江开发区互通在 2047 年总转向交通量为 40961pcu/d，主流向为马鞍山↔句容方向，为 14505pcu/d，占总转向交通量 35.4%。；次流向为主城↔滨江、全椒方向，为 13326 pcu/d，占总转向交通量 32.5%，其中主城去往滨江方向的转向交通量约 9032pcu/d；出入滨江地方的转向量约 11040pcu/d。



图 4- 57 2047 年滨江开发区互通预测转向量

3、控制因素

(1) 地形地物条件

互通区域范围位于滨江开发区内，路线向西利用现状锦文路，地形起伏较小，江宁河主体位于互通区东北象限。互通区分布有西水桥、东水桥等村庄。

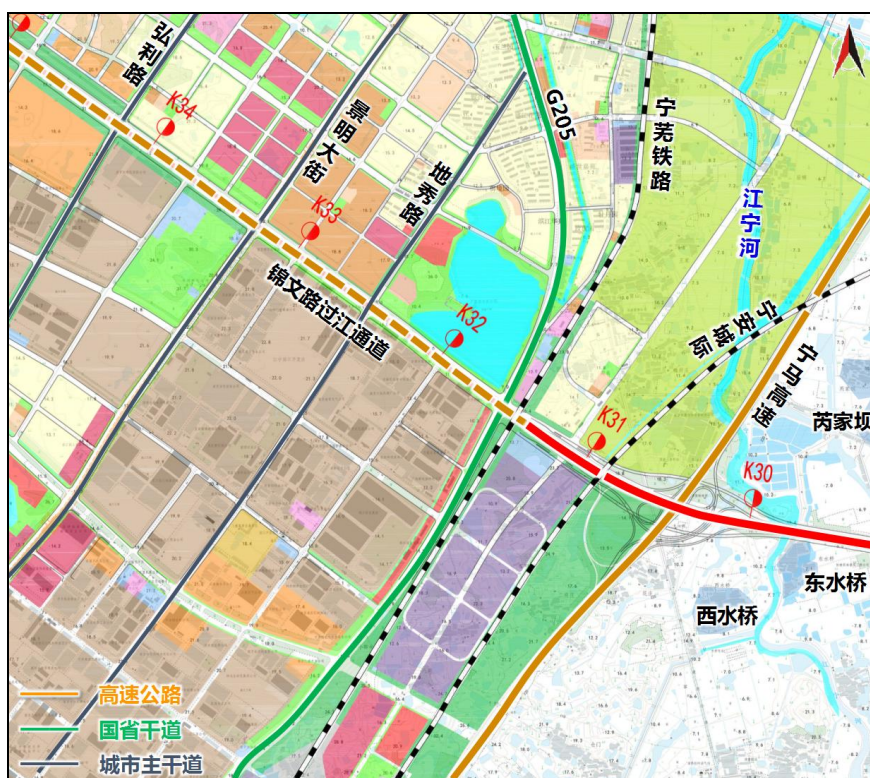


图 4- 58 滨江开发区枢纽周边控制因素

(2) 相关被交道路

本节点互通影响范围内主要相交道路为：宁马高速、正方大道、宁安城际、宁芜铁路、锦文路（规划过江通道）。

① 宁马高速

宁马为双向八车道高速公路，设计速度 100km/h，路基宽度 47.0m。



图 4- 59 宁马高速

宁马高速作为当前江宁滨江开发区的东部边界，紧邻开发区各个组团。现状正方大道与宁马高速交叉点设置对角象限双环式变形苜蓿叶枢纽一处。



图 4- 60 滨江开发区枢纽

② 正方大道

正方大道现状为城市主干道，为双向 4 车道断面横断面，总宽为 33.5m。



图 4- 61 正方大道

③ 宁安城际

正方大道上跨宁马高速后，利用宁安城际现状桥洞，分幅下穿。经现场实测，此段宁安城际均采用 32.7m 跨径，高铁桥下最小净空 6.29m。



图 4- 62 宁安城际

④ 宁芜铁路

宁芜铁路自江苏省南京至安徽省芜湖，全长 125 千米，宁芜铁路在该节点现状上跨锦文路，远期将为本项目预留下穿孔位。



图 4- 63 宁芜铁路

⑤ 锦文路（规划过江通道）

锦文路自北向南跨越长江，在江南上跨 S338 后为减少高速过境对江宁滨江城区的影响，采用隧道形式连续下穿弘利路、景明大街、宁芜公路、宁芜铁路等节点，终点止于宁马高速滨江开发区枢纽，与本项目顺接。

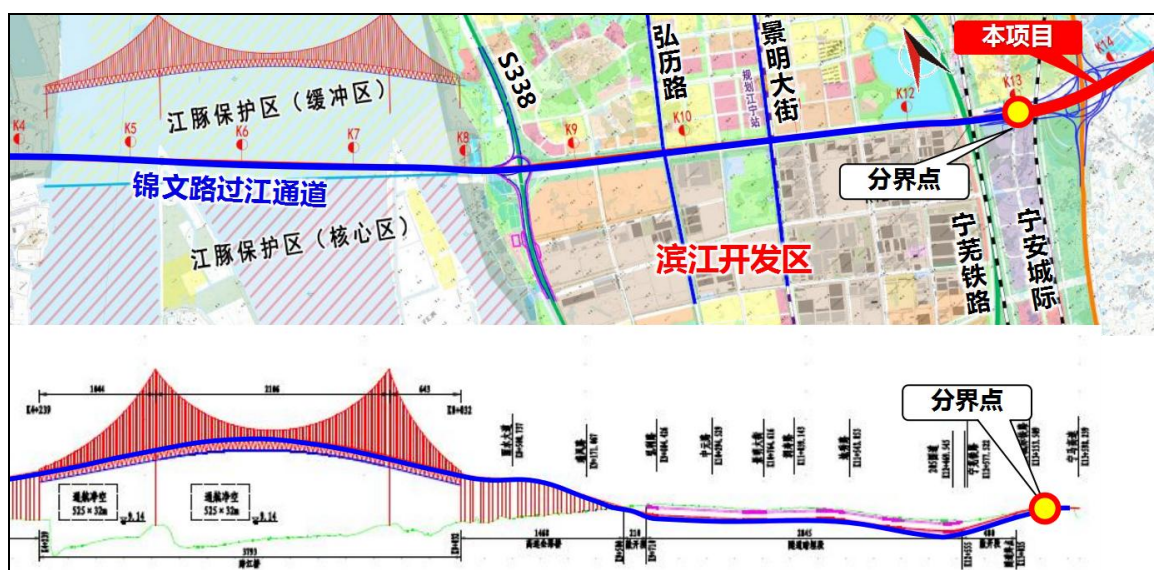


图 4- 64 锦文路过江通道滨江开发区段路线走向

4、收费机制

为完善国高网收费机制，实施联网收费，在改建宁马开发区枢纽的同时，原宁马高速省界主线收费站需迁移至本项目与宁马高速交点以北约 2km 处。交叉点南侧铜井互通需增加匝道站。

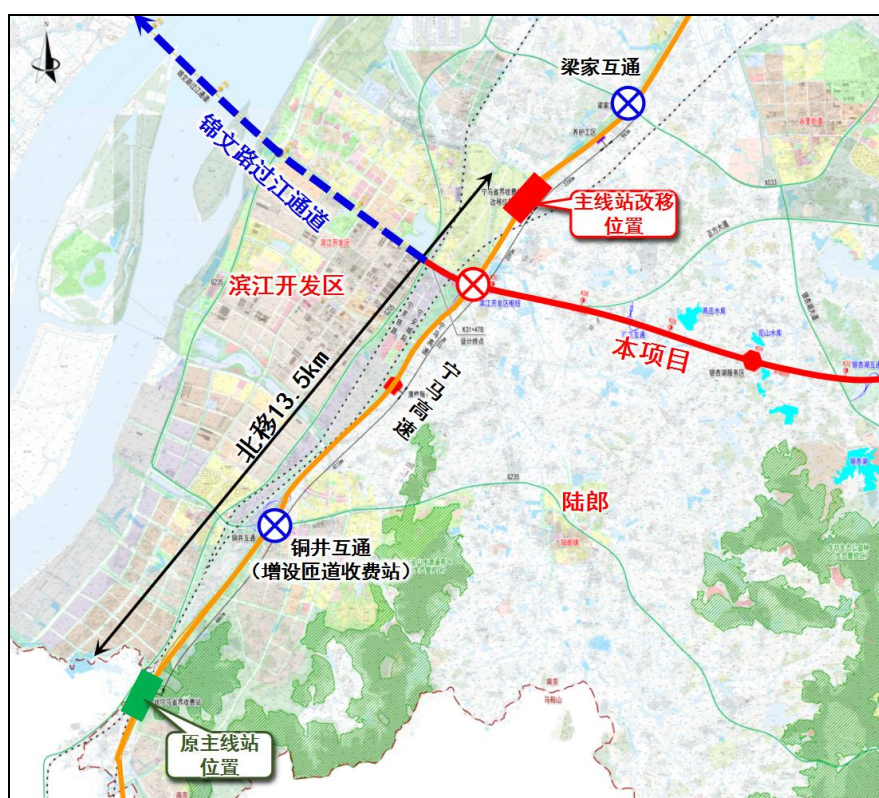


图 4- 65 滨江开发区周边路网收费站设置



图 4- 66 铜井互通新增匝道口收费站设置

5、互通方案

(1) 设计思路

本项目（G9904）与宁马高速（G4211）均为国高网中的重要高速公路，其交叉点处必须首要保证两条高速公路的全向沟通。而现状在建开发区枢纽的功能是宁马高速与正方大道沟通，因此未来本项目需对已建成互通进行再次改建。

本项目现阶段预测 2047 年该节点互通预测转向交通总量为 41468pcu/d，，从本次宁马建设的滨江开发区互通的匝道布局与标准来看，可以满足未来转向需求，因此远期在本项目实施阶段，为避免工程过多浪费，考虑对该节点已建成互通保持总体布局不变。

重点考虑的因素：

作为高速公路交叉节点，需满足本项目与宁马高速间全向沟通；

原互通建成不久，应尽量保留原互通匝道，减少改建工程，为项目实施创造良好的社会条件；

本项目与正方大道共廊道，需确保正方大道至锦文路地面道路的东西向通行；

地方强烈建议开发区枢纽保留出入宁马的功能，以避免绕行，本项目的改造方案应尽量予以考虑。

(2) 互通方案

① 对现状滨江开发区枢纽主线的改扩建

由于现状正方大道跨宁马高速桥超高采用右下 1.5%设置，不满足本项目设计速度要求，需调整超高；

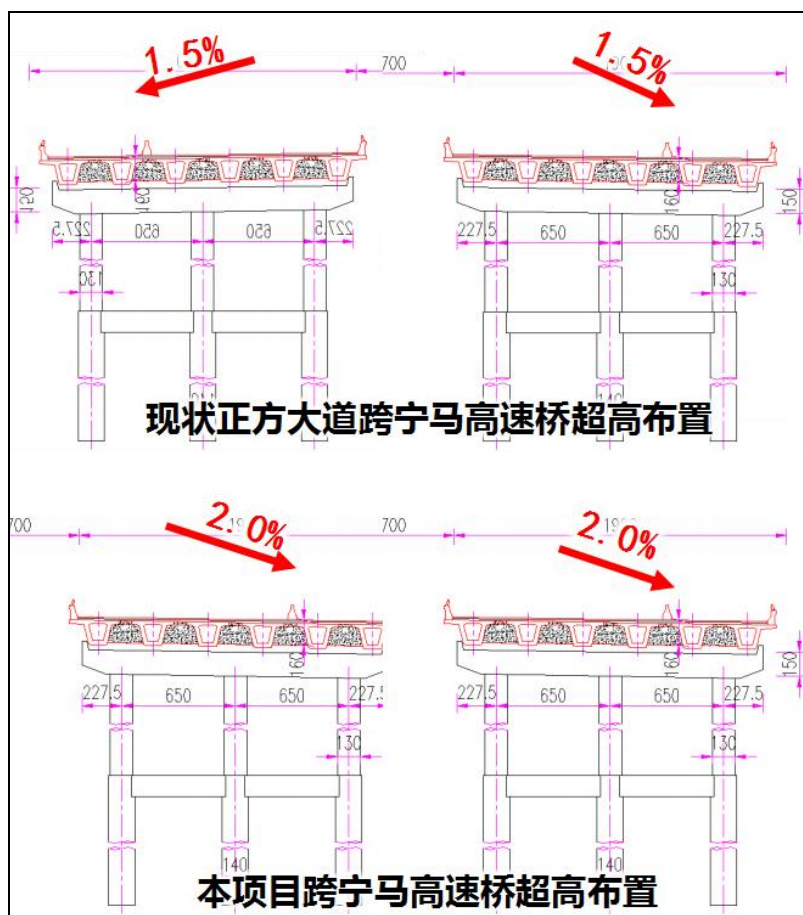


图 4- 67 正方大道桥梁段超高示意图

同时，现状跨江宁河桥采用双六 32m 宽断面，不满足本项目匝道加减速车道布置宽度要求；

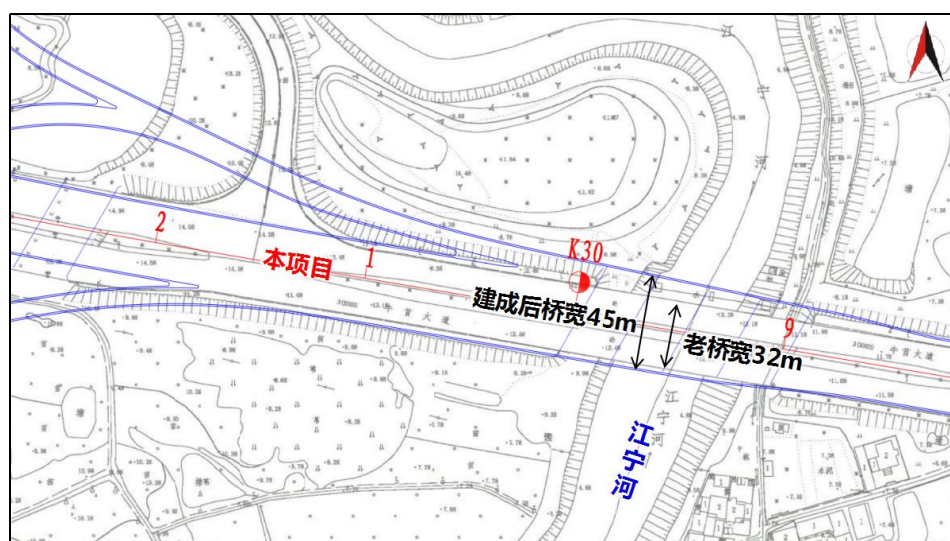


图 4- 68 正方大道跨江宁河桥宽度示意图



图 4- 69 正方大道跨江宁河桥

因此，本项目需对江宁河桥与正方大道跨宁马高速桥进行拆除新建。

② 对现状滨江开发区枢纽匝道的改扩建

本项目主线利用正方大道廊道，跨江宁河、宁马高速，下穿宁安城际、宁芜铁路进入锦文路项目下层隧道。B、C、H匝道按本项目平纵调整进出口联接部，随后与已建成匝道顺接。



图 4- 70 枢纽匝道改建示意图

③ 由于高速过境占用正方大道通道，需解决地面道路通行

根据前述路线方案研究，考虑对该段正方大道向外进行改移，绕过互通区，接锦文路项目地面道路。



图 4-71 正方大道改移

④ 滨江开发区快速去往南京主城的方案

该段宁马高速作为滨江开发区东部边界，通过滨江开发区枢纽、铜井互通等节点，承担了绝大部分滨江开发区以及周边被交道沿线的生产、生活车辆出入高速系统的功能。本项目建成后，互通主体功能调整为高高转换，原沿锦文路、正方大道经互通进入宁马高速的车辆需要进行一定分流。其中，滨江开发区来往南京的交通需求较大，需保证通行路径不发生较大变化，车辆行驶尽量少绕行，拟在本互通增设出入匝道M、N连接正方大道地面道路，其余方向车辆沿正方大道向东至庙庄互通进入高速公路系统。

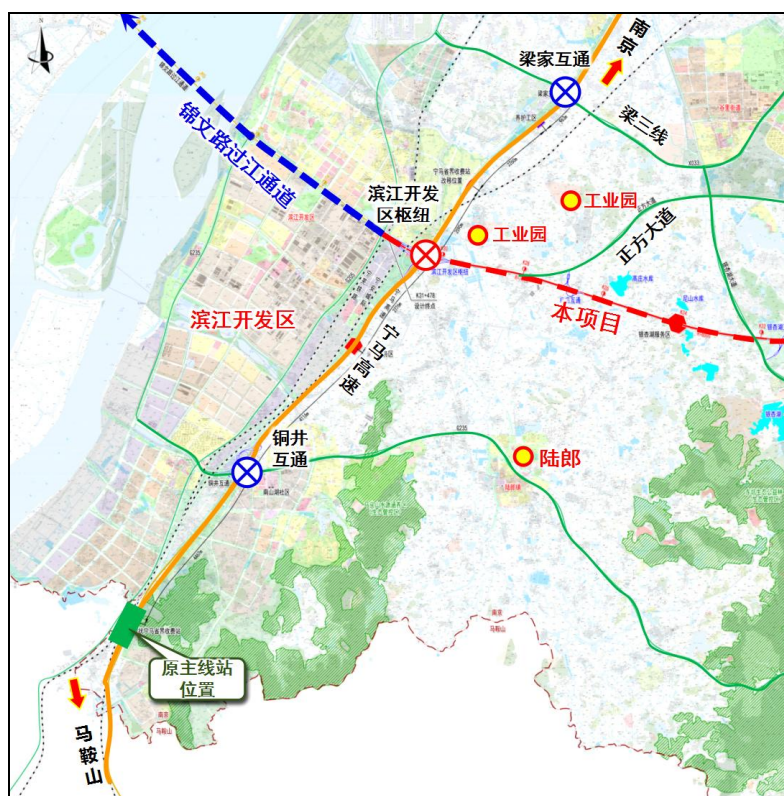


图 4-72 现状宁马高速服务区域示意图

在收费体制上，本项目实施后，原省界收费站改移至滨江开发区枢纽与梁家互通之间，滨江开发区枢纽与铜井互通一并纳入联网收费系统，其中铜井互通增设匝道站，滨江开发区枢纽在新增加的 N、M 匝道上设置匝道站。正方大道、锦文路、S235 等原免费出入高速的地方道路，本项目建成后需要通过收费站才能进出高速。原免费流向主要有：

- 流向①，正方大道沿线去往南京主城流向；
- 流向②，滨江开发区部北去往南京主城流向；
- 流向③，滨江开发区南部去往南京主城流向；
- 流向④，S235 沿线去往南京主城流向。

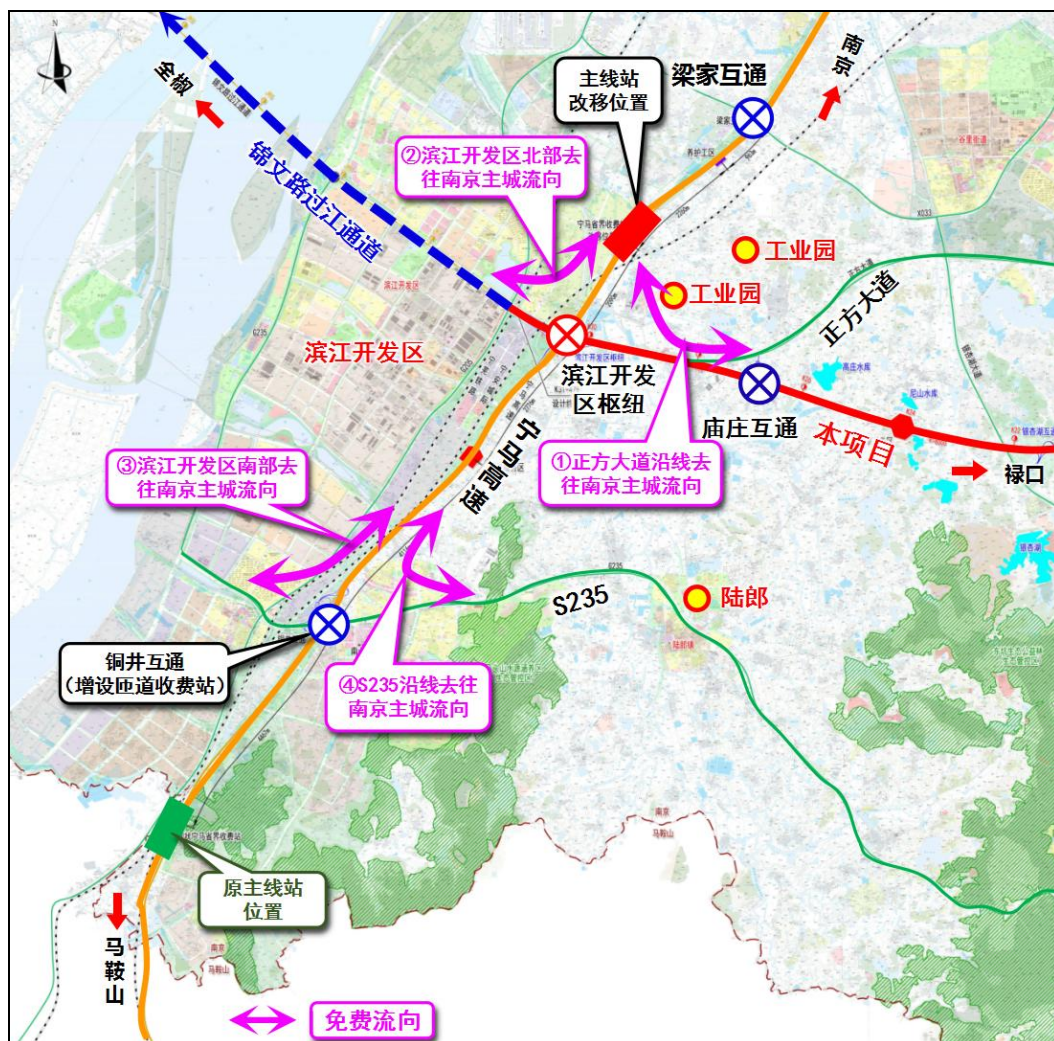


图 4- 73 滨江开发区周边路网免费通行流向

针对原免费流向，结合改移后的宁马主线收费站、庙庄互通匝道收费站（解决流向①）、滨江开发区枢纽匝道收费站（解决流向②）、铜井互通新增匝道收费站（解决流向③、流向④），可以采用人工通道取卡不收费、ETC 通道过卡不计费等技术手段，达到不收费的效果。其余流向正常收费。



图 4-74 M、N 匝道与收费站布局

4.3.8 服务区设置

高速公路沿线设施等级为 A 级，根据《公路工程技术标准》（JTG B01-2014），服务设施主要考虑设置服务区。

本项目中点半径 50km 范围内，有多处现状服务区：

- （1）本项目设计起点距环线龙潭至禄口段服务区约 26km、距宁杭高速东庐山

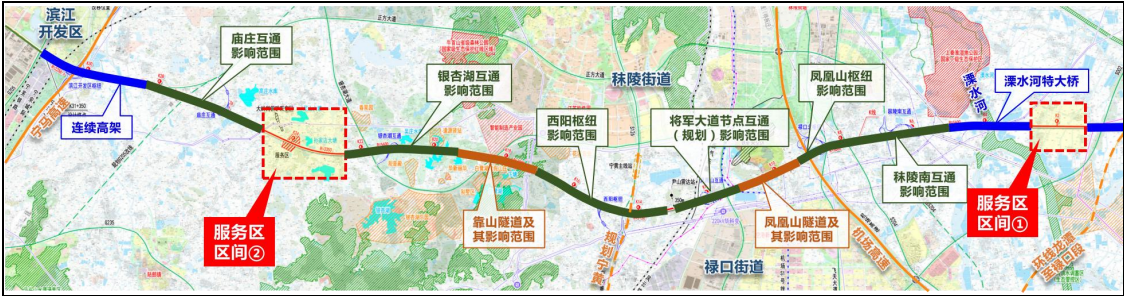


图 4-76 服务区选择区间位置

1 当相邻互通式立体交叉或其他设施分别独立设置时，相互之间的净距不应小于表 5.4.4 的规定值（图 5.4.4）。

表 5.4.4 互通式立体交叉及其他设施的最小净距

主线设计速度（km/h）		120	100	80	60
互通式立体交叉之间 最小净距（m）	主线单向双车道	800	700	650	600
	主线单向 3 车道	1 000	900	800	700
	主线单向 4 车道	1 200	1 100	1 000	900
互通式立体交叉与 服务区、停车区之间 最小净距（m）	主线单向双车道	700	650	600	600
	主线单向 3 车道	900	850	800	700
	主线单向 4 车道	1 100	1 000	900	800

13.3 服务区、停车区

13.3.1 服务区、停车区设置间距应符合下列规定：

- 1 服务区之间的间距宜为 50km，停车区与服务区或两停车区之间的间距宜为 15～25km。
- 2 服务区、停车区与互通式立体交叉、隧道的净间距宜大于 2km。条件受限时，可参照互通式立体交叉间距的相关要求。

图 4-77 服务区设置相关规范要求

2 处可选区间距路线上下游服务区间距如下表：

序号	距上游宁杭高速江宁服务区间距	距下游天潜高速香泉服务区间距
区间①	17km	70km
区间②	40km	50km

区间①距下游服务区间距 70km，不满足规范要求（>50km）；区间②距路线上下游服务区间距适宜，现阶段推荐服务区设置在区间②，K24 处设置 1 处服务区，因该处服务区毗邻银杏湖乐园，因此取名为银杏湖服务区。

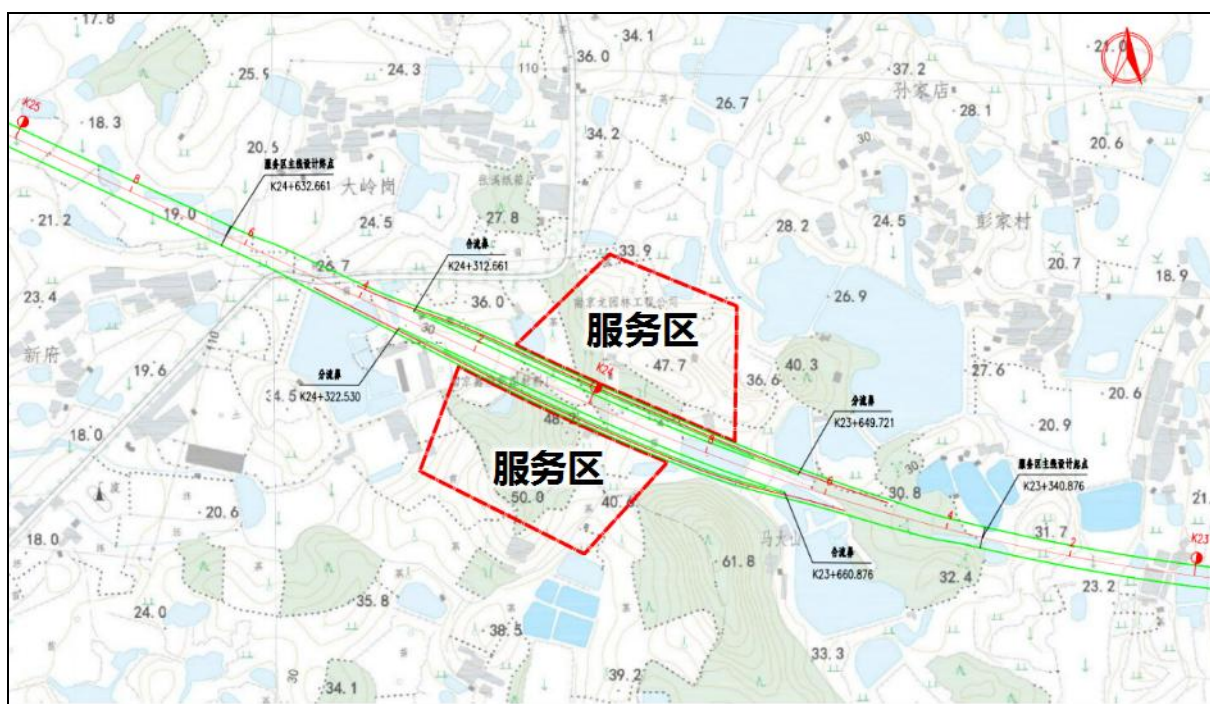


图 4-78 银杏湖服务区平面布置示意图

4.3.9 交通工程及沿线设施

交通安全设施的功能是提高道路使用者的安全性，保证道路交通的通畅、快速。交通安全设施主要包括：标志、标线、护栏、隔离栅、防眩设施以及其他安全设施。

本项目沿线共设置 4 处枢纽匝道收费站、3 处匝道收费站、一处主线站迁移，分别为：滨江开发区枢纽匝道收费站、庙庄匝道收费站、银杏湖大道匝道收费站、铜井匝道收费站、西阳枢纽匝道收费站、凤凰山枢纽匝道收费站、秣陵南匝道收费站、被交道主线收费站迁移。收费系统采用“江苏省联网收费结算中心-收费分中心-收费站”三层管理模式。

4.3.10 主要工程规模数量表

序号	指标名称	单位	指标	备注
一	基本指标			
1	设计速度	km/h	120/100	终点区间限速 100km/h
2	占用土地	亩	4111.9	
3	拆迁房屋、大棚	m ²	301581.2	
二	路基、路面及排水			

序号	指标名称	单位	指标	备注
1	路基标准断面	m	34.5	
2	路基挖方	10000m ₃	196.51	
3	路基填方	10000m ₃	422.8	
4	水泥搅拌桩/高压旋喷桩/PHC管桩	m	3377501/260419/388715	
5	沥青砼路面	m ²	77839.45	
6	防护工程	1000m ³	47.82	
7	排水工程	1000m ³	20.14	
三	桥梁、涵洞			
1	桥梁	m/座	16949.531/21	
(1)	特大桥	m/座	12133.731/6	
(2)	大桥	m/座	4621.4/13	
(3)	中小桥	m/座	194.4/2	
2	辅道桥	m/座	2300.434/3	
3	涵洞	道	36	
4	通道	道	13	
四	隧道	m/座	640/2	
五	路线交叉			
1	互通式立交	处	6	
2	分离式立交	处	7	含铁路交叉两处
六	交通工程及沿线设施			
1	安全设施	km	37.350	
2	被交道收费站	处	1	宁马高速收费站改移
3	匝道收费站	处	7	含现状铜井互通新增匝道收费站
4	服务区	处	1	

4.4 资源开发方案

本项目为高速公路建设项目，不属于资源开发类项目。

4.5 用地用海征收补偿（安置）方案

根据《中华人民共和国土地管理法》等有关规定，拟定本次《征地补偿安置方案》。

4.5.1 征收目的、范围及土地现状

因南京都市圈环线高速公路禄口至滨江开发区段工程建设需要，需征收江宁区用地 274.13 公顷（东至湖熟街道，西至江宁街道，南横溪街道，北至秣陵街道，详见征地勘测定界图）。

其中农用地 209.9165 公顷、建设用地 53.1785 公顷及未利用地 8.8173 公顷。按种类区分，其中耕地 73.0633 公顷，园地 10.3406 公顷，林地 86.1809 公顷，草地 7.5018 公顷，商服用地 2.5128 公顷，工矿仓储用地 4.155 公顷，住宅用地 10.5477 公顷，公共管理与公共服务用地 0.2632 公顷，特殊用地 0.0106 公顷，交通运输用地 33.8791 公顷，水域及水利设施用地 1.3155 公顷，其他土地 0.6116 公顷。其他情况详见土地现状调查成果。

4.5.2 征收土地补偿标准、安置方式及保障内容

1、征地区片综合地价包括土地补偿费和安置补助费。按《关于印发<南京市江宁区征地补偿安置标准>的通知》（江宁政规发〔2020〕2号）规定的征地区片综合地价补偿标准进行补偿，具体为：

片区	面积（公顷）	补偿标准（万元/公顷）	补偿金额（万元）
一级	141.65	195.15	27643.26
二级	78.34	153.11	11994.67
三级	18.03	134.559	2426.01
总计	238.02	/	42063.94

2、地上附着物和青苗补偿费。按《关于印发<南京市江宁区征地补偿安置标准>的通知》（江宁政规发〔2020〕2号）规定的地上附着物和青苗补偿标准进行补偿。青苗和地上附着物补偿费共计 14281.36 万元人民币。

3、社保安置。按《关于印发<江宁区被征地人员社会保障实施细则>的通知》（江宁政发〔2011〕72号）规定执行。积极确定被征地农民基本生活保障具体人数，被征地单位应按有关规定确认具体参保人数和名单，并办理相关手续。

4.5.3 农村村民住宅补偿标准、安置方式及保障内容

1、房屋补偿（含住宅和非住宅）按照《南京市集体土地征收补偿安置办法》、《南京市江宁区征收集体土地涉及房屋补偿安置实施办法》等文件规定执行，经评估机构评估确定各类房屋的补偿价格。

2、本次安置按照高（多）层公寓、货币化安置或迁建安置方式。

3、住宅搬家补贴费、非住宅搬迁补贴费、住宅临时过渡费参照临政办〔2018〕17号等规定的标准计发。

4、土地征收经批准后，由市人民政府按方案内容组织实施。

4.6 数字化方案

4.6.1 公路数字化的要求

4.6.1.1 规划要求

——《交通强国建设纲要》明确我国交通发展目标。

2019年9月，中共中央、国务院印发《交通强国建设纲要》。2019年11月，交通运输部发布《关于开展交通强国建设试点工作的通知》，启动交通强国建设试点工作。

交通强国纲要明确了我国交通发展目标：到2020年，完成决胜全面建成小康社会交通建设任务和“十三五”现代综合交通运输体系发展规划各项任务，为交通强国建设奠定坚实基础。

——《数字交通发展规划纲要》明确我国数字交通重要任务。

2019年7月25日，交通运输部制定印发了《数字交通发展规划纲要》（以下简称《纲要》），要求到2025年，交通运输基础设施和运载装备全要素、全周期的数字化升级迈出新步伐，数字化采集体系和网络化传输体系基本形成。到2035年交通基础设施完成全要素、全周期数字化，天地一体的交通控制网基本形成，按需获取的即时出行服务广泛应用。我国成为数字交通领域国际标准的主要制订者或参与者，数

字交通产业整体竞争能力全球领先。《纲要》明确构建数字化的采集体系、构建网络化的传输体系、构建智能化的应用体系、培育产业生态体系、健全网络和数据安全体系、完善标准体系、完善支撑保障体系 7 项重要任务。

——《交通强国江苏方案》明确交通强省建设的总体要求与具体任务。

《江苏方案》共分为总体要求、重点任务、打造交通强国建设江苏样板、保障措施四个部分。

总体要求：即建设“人民满意、保障有力、世界前列”的交通强省。第一个阶段是到 2035 年，基本建成交通强省，形成安全、便捷、高效、绿色、经济的现代化综合交通体系。交通运输总体发展水平进入世界先进行列。构建“三网两圈”，“三网”即拥有发达的快速网、完善的干线网、广泛的基础网。“两圈”即构建“高品质出行圈”，基本实现一日联通全球，半日通达全国，2 小时畅行江苏全省，各设区市 1.5 小时抵达南京；构建“高效快货物流圈”，基本实现国内 1 天送达、周边国家 2 天送达、全球主要城市 3 天送达，货物经由江苏口岸直运主要发达国家和“一带一路”沿线主要国家。第二个阶段是到本世纪中叶，全面高质量建成人民满意、保障有力、世界前列的交通强省。交通运输总体发展水平进入世界前列。全面服务和保障社会主义现代化强省建设，人民享有美好交通服务。

4.6.1.2 政策意见

——《交通运输部关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》、《交通运输领域新型基础设施建设行动方案》明确“新基建”目标，提出智慧公路建设行动的具体任务。

2020 年 8 月 6 日，交通运输部印发《交通运输部关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》，推动交通运输领域新型基础设施建设。明确到 2035 年，交通运输领域新型基础设施建设取得显著成效。先进信息技术深度赋能交通基础设施，精准感知、精确分析、精细管理和精心服务能力全面提升，成为加快建设交通强国的有力支撑。基础设施建设运营能耗水平有效控制。泛在感知设施、先进传输网络、北斗时空信息服务在交通运输行业深度覆盖，行业数据中心和网络安全体系基本建立，

智能列车、自动驾驶汽车、智能船舶等逐步应用。科技创新支撑能力显著提升，前瞻性技术应用水平居世界前列。

2021年9月交通部最新发布的《交通运输领域新型基础设施建设行动方案》提出智慧公路建设行动，要求提升公路智能化管理与智慧化服务水平。推动公路感知网络与公路基础设施建设养护工程同步规划、同步实施，提升公路基础设施全要素、全周期数字化水平。增强在役基础设施检测监测、评估预警能力。开展对跨江跨海跨峡谷等长大桥梁结构健康的实时监测，提升特长隧道、隧道群结构灾害、机电故障、交通事故及周边环境风险等监测预警和应急处置技术应用水平。建设监测、调度、管控、应急、服务一体的智慧路网平台，深化大数据应用，实现视频监控集成管理、事件自动识别、智能监测与预警、分车道管控、实时交通诱导和路网协同调度等功能。推广交通突发事件信息的精准推送和伴随式出行服务，在团雾、冰冻多发区域研究推进车道级雾天行车诱导、消冰除雪等应用，支持重点路段全天候通行。推进高速公路电子不停车收费（ETC）系统应用，推进与公路运行监测等数据融合，全面提升公路信息服务水平。准确定位车辆位置，提供“一键式”智能应急救援服务。提升服务区智能化水平，完善智能感知设施，为充换电设施建设提供便利，建设服务区综合信息平台，实现大数据在运营管理、安全应急、信息服务等应用。

——《江苏省交通运输新型基础设施建设行动方案》提出7大专项行动、27项具体任务。

为加快构建新型交通运输基础设施体系，推动交通运输向数字化、网络化、智能化发展，全面支撑现代综合交通运输体系建设，2020年9月23日，江苏省交通运输厅制订了《江苏省交通运输新型基础设施建设行动方案》，围绕信息基础设施、智慧交通基础设施、智慧运输服务、行业创新基础设施4大领域，聚焦“新网络、新设施、新集群、新平台、新应用”5新目标，提出了事项。

其中，智慧交通基础设施建专项行动将推动一批智慧基础设施试点工程，对“十四五”期间新建的交通基础设施，原则上要体现新型基础设施建设的要求，同步配建智能化设施，对既有基础设施要智能化升级改造，积极借助信息新技术的应用，逐步

提升基础设施规划、设计、建造、养护、运行管理等全要素、全周期数字化水平。

——《江苏数字公路行动计划（2022—2025）》提出一系列重点建设任务。

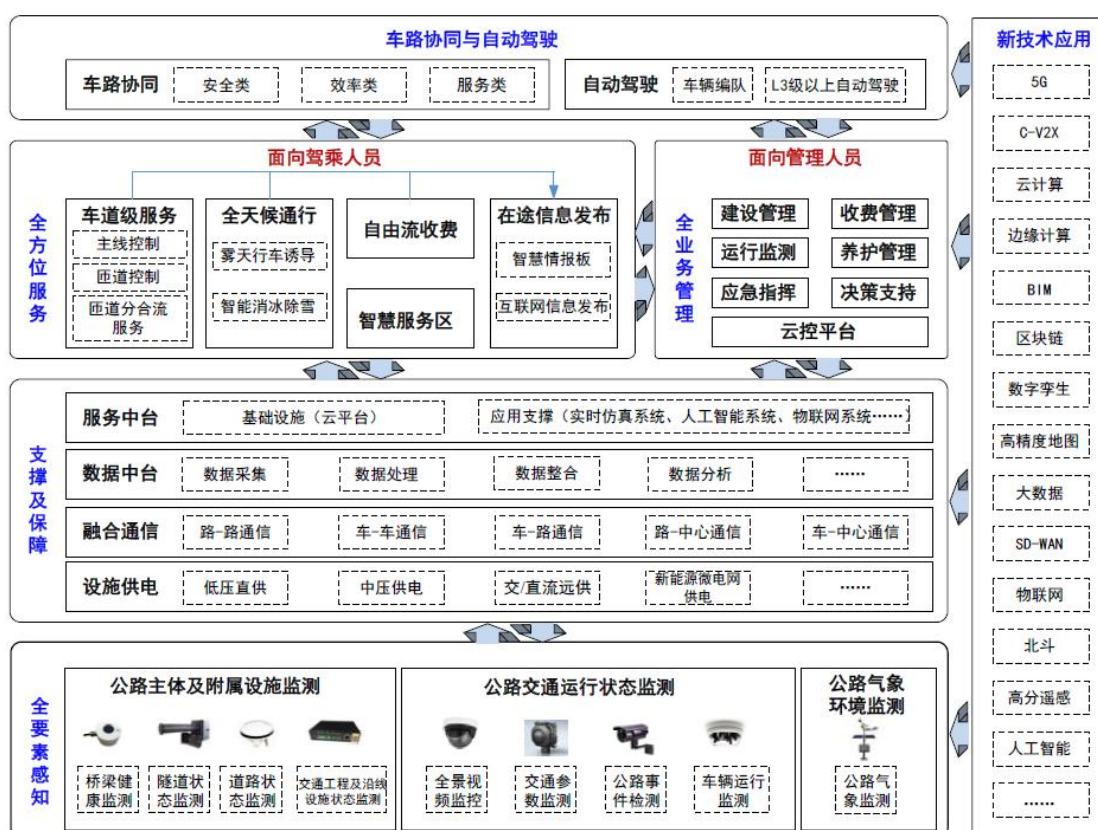
江苏省交通运输厅出台了《江苏数字公路发展行动计划（2022—2025）》（以下简称《行动计划》），提出要以强化科技创新为驱动，以夯实数字底座为抓手，促进数字治理能力和融合创新能力显著提升，加快构建完善“数字科技创新活跃、基础设施底座扎实、治理能力协同高效，智慧应用融合突破、支撑体系健全有力”的江苏数字公路发展体系，在安全提升、保通保畅、优质出行、产业发展等方面取得一系列成效。

加强关键数字技术攻关
三维数字化技术在智慧公路中的应用研究
干线公路桥隧轻量化监测技术研究
干线公路桥梁安全智能监测预警技术研究
公路交通安全数字化分析技术与综合评价方法研究及应用研究
基于BIM 等技术的全寿命周期信息共享传递研究
夯实基础设施数字底座
逐步形成公路智能监控“一张网”
加强公路桥隧等重点基础设施结构健康监测
推进普通国省道、长大桥隧三维数据采集和建模
建设完善江苏高速公路全业务域“数字底图”
促进公路业务信息化协同
加快推进公路业务信息系统建设，全面升级公路建设管理、养护管理系统、运营管理系统
全面建成农村公路建管养运“一网一平台”智能化信息化管理和服务平台
全面升级“智慧路网”云控平台
推进智慧公路联网成片
全面推广智慧工地建设
加快智慧养护推广建设
推进智慧服务区试点建设
完善支撑体系

完善标准规范体系、强化网络安全保障、提升运维保障水平

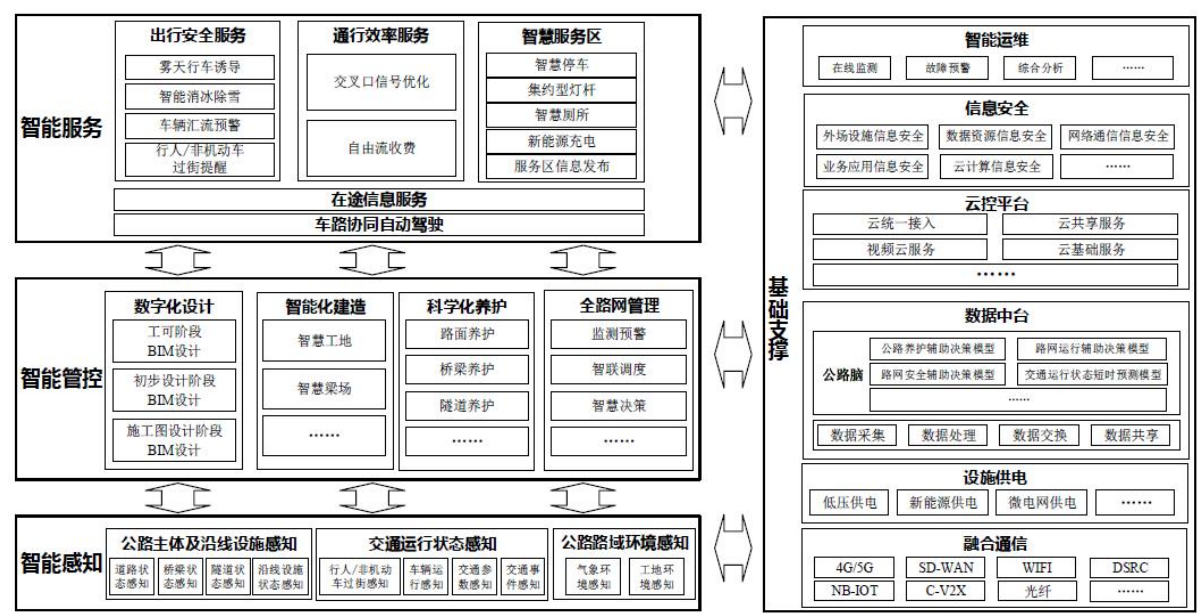
4.6.1.3 技术指南

——《江苏省智慧高速公路建设技术指南》规定了智慧高速公路建设的总体思路与具体内容。



——《江苏省普通国省道智慧公路建设技术指南》提出普通国省道智慧公路的建设目标、建设原则、建设框架和建设内容

2021年1月20日，江苏省交通运输厅发布《江苏省普通国省道智慧公路建设技术指南》，《指南》在总结江苏342省道等普通国省道智慧公路建设经验、融合先进技术、参考已有标准的基础上编制完成，提出普通国省道智慧公路的建设目标、建设原则、建设框架和建设内容，提出了安全提升、效率提升和服务提升的建设总体目标，明确智慧公路建设内容包含智能感知、智能管控、智能服务和基础支撑。



4.6.2 江苏省公路数字化实践

1、高速公路数字化实践情况

江苏省历年来围绕高速公路建设高效管理与创新探索开展了大量数字化转型发展转型工作，在**内控管理、数据中心、智能建造、协同管理、智能高速**等方面积累了丰富的信息化建设经验，夯实了数字化转型发展基础。

（1）内控管理数字化体系基本健全。历经 5 年时间建设完成了提高内控管理效能的基础办公信息化系统，包括办公 OA 系统、计量支付平台、工薪守护、数字党建平台、数字档案系统等，并集成形成了聚合办公协同系统，实现了交建局日常办公与项目管理多个业务流程的数字化，内控管理效能显著提升，内控管理数字化体系基本健全。

（2）项目管理数字化能力基本形成。聚焦高速公路建设管理核心要素，围绕质量、安全、环保等方面，统筹建立交建局六大数据中心，包括质量监督数据中心、沥青路面与桥面铺装数据中心、桥梁数据中心、安全数据中心、绿色数据中心和交通路网施工运行管控数据中心。依托六大数据中心，各在建项目实施各专业领域口径的智慧工地系统，实现对在建高速公路项目的多维度数据采集与管控，项目管理数字化能力基本形成。

(3) 智能建造数字化路径基本成型。聚焦新型基础设施智能化建造要求，依托在建过江通道，开展了钢沉井、索塔钢筋、钢桁梁等构件工业化智能制造路径探索，搭建钢筋加工云平台，建成集钢桁梁总拼生产线；开展节段梁、盾构管片等成品自动化生产，建成生产全过程可视化预制工厂；研制新型液压爬模平台、大吨位超高塔吊、大直径水下盾构机等装备，建成索塔、隧道掘进等施工数字孪生系统，智能建造数字化路径基本成型。

(4) 协同管理数字化架构初步建立。高度重视高速公路数字化协同管理体系建设，分别面向五峰山高速公路、常泰长江大桥、江阴靖江长江隧道等重点工程，以BIM+GIS为载体，构建集项目进度、质量、安全、绿色、党建、数字施工、计量支付等功能于一体的数字化平台，显著提升了项目建设协同管理能力，协同管理数字化架构初步建立。

(5) 未来高速数字化创新初见成效。面向未来智能高速公路发展趋势与需求，以物联网、互联网、5G通信、人工智能、大数据分析等新兴技术体系为基础，创新研发探讨多个未来智能高速公路技术场景，初步形成了智能建管全要素、安全保障全天候、出行服务全方位、运维救援全过程、绿色低碳全周期的“五全”未来高速形态，建成五峰山未来高速和太湖未来隧道，谋划常泰未来大桥，对行业智能高速发展起到了典型示范效应，未来高速数字化创新初见成效。

2、国省道数字化实践情况

S342 无锡段智慧公路科技示范工程打造“全息感知网、智慧公路脑、出行服务站、安全运输带、高效管控域和支撑保障源”六大主题板块，实现“安全提升、效率提升和服务提升”三大目标，构建先进实用、可复制、可推广的全国智慧公路典范。具体建设内容如下：

(1) 全息感知网：基于物联网、人工智能等技术，实现公路基础设施及运行状况的全方位感知，具体包括过街行人检测、路面病害检测、桥梁健康监测、全景视频监控、交通事件检测、积雪结冰检测、能见度检测等。

(2) 安全运输带：提升关键节点及恶劣天气下的行人安全和行车安全，具体

包括：雾区行车诱导、车辆汇流预警、行人过街安全预警、智能消冰除雪。

（3）出行服务站：从点、线、网全方位提升服务能力，具体包括：智慧情报板、车路协同服务、智慧服务区、5G 应用服务。

（4）高效管控域：通过自动化、智慧化手段提升管控能力，具体包括人工智能事件检测、“两客一危”运行监测、快速应急处置。

（5）智慧公路脑：为各类场景应用和外场设施优化提供支撑，具体包括全息感知三维建模、路网事件、养护决策、综合决策、虚拟仿真、一体化运维、人工智能小助手、养护巡查、基础数据与视频移动端查询等。

（6）支撑保障源：建立安全系统与标准规范。

（7）5G+车路协同等新技术在普通公路中的创新应用

基于 5G+车路协同，实现交叉口车速引导、服务信息发布、恶劣天气预警、车辆汇流预警、交通突发事件发布预警、行人过街安全预警、车内标识、公路危险状况提示预警等典型场景。

G524 常熟段智慧公路科技示范工程围绕公路交通运输在服务水平、管理能力和决策支撑等方面的发展需求，进一步深化研究相关交通智能化成果、技术、管理策略和发展理念在智慧公路建设各阶段的实际应用、迭代优化和推广示范，并通过集成示范研究，打造标准化、集约化的智慧公路系统建设模式，推动我省的国省干线公路智慧交通现代化发展。

通过对公路建、管、养、服各阶段业务痛点的分析开展“基础设施数字化”、“交通管控智能化”和“服务决策高效化”三要素建设。

（1）基础设施数字化：包含地表沉降、路面病害、桥梁健康、附属设施等全要素监测及其数字展现在内的五个方面研究内容。

（2）交通管控智能化：包括恶劣气象及路面状态预警预报、行人过街安全保障、匝道车辆行为管控、拥堵及特殊事件预警、超载超限车辆管控、入口匝道控制、面向货运交通运输的交叉口协调控制、车内虚拟信号灯应用。

（3）服务决策高效化：包含业务大数据融合、路警路运公路业务协同、面向公

众出行信息服务、智慧路灯及公交站。

4.6.3 项目数字化的建设目标

基于云大物移智等数字化技术，将物理的、实体的公路映射到计算机系统中，在数字世界中构建一个全感知、全联接、全场景、全智能的数字公路，从而对公路建设、管理、养护、运营、服务等环节业务进行优化再造，旨在保证公路运输安全、提高公路运营效率、降低公路运营成本、提升公路服务质量，打造安全、高效、绿色、智能的现代化公路。

4.6.4 项目数字化的建设方案

1、设计阶段数字化方案

(1) 各专业模型构建

各专业模型构建宜在各设计阶段成果要求的基础上，使其满足初步设计、施工图设计阶段模型深度要求；使得项目各专业的沟通、讨论、决策等协同工作在基于三维模型的可视化情境下进行，为碰撞检测、净高优化及后续深化设计等提供基础模型。

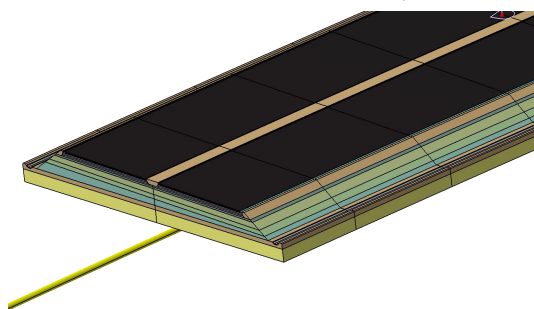


图 4-79 路基实体模型



图 4-80 路基段整体模型

(2) 二维制图表达

公路项目设计图纸是表达设计意图和设计结果的重要途径，并作为生产制作、施工安装的重要依据。相对于传统二维设计的分散性，三维设计强调的是数据的统一性、协同性和完整性，整个设计过程是基于同一个模型进行的。这里的二维制图表达应用突出的是基于 BIM 的二维制图表达，同时要符合国家现有的二维设计制图标准或 BIM 出图的相关导则或标准。

（3）可视化审查交底（虚拟仿真漫游）

可视化审查交底的主要目的是利用 BIM 软件模拟工程项目的三维空间关系和场景，通过漫游、动画和 VR 等的形式提供身临其境的视觉、空间感受，有助于相关人员在方案设计阶段进行方案预览和比选。在初步设计阶段检查建筑结构布置的匹配性、可行性、美观性以及设备主干管排布的合理性，在施工图设计阶段预览全专业设计成果，进一步分析、优化空间等。设计阶段利用虚拟仿真漫游可以有助于及时发现不易察觉的设计缺陷或问题，减少由于事先规划不周全而造成的损失，有利于设计与管理

人员对设计方案进行辅助设计与方案评审，促进工程项目的规划、设计、投标、报批与管理。

2、施工阶段数字化方案

（1）基于 BIM 的 5D 进度比对

虚拟进度与实际进度比对主要是通过方案进度计划和实际进度的比对，找出差异，分析原因，实现对项目进度的合理控制与优化。

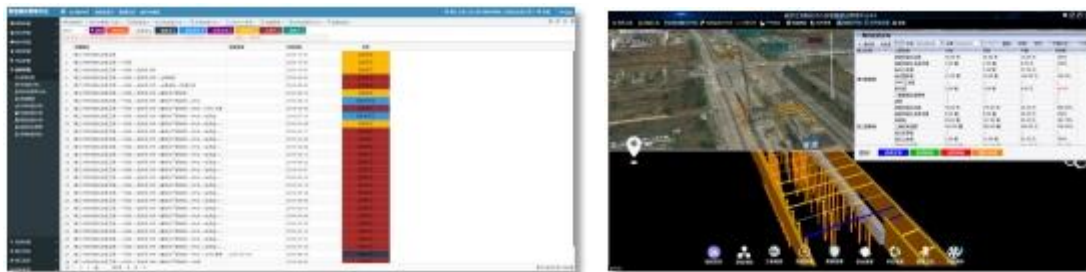


图 4-81 进度对比

（2）施工组织模拟

① 总体施工工艺模拟

在 WBS 关联构件的基础上，将施工进度整合进 BIM 模型，形成 4D 施工模型，模拟项目整体施工工艺安排，检查主要施工步骤衔接的合理性。

② 施工组织模拟

为了保证安全、科学、快速施工，借助 BIM 技术，针对局部重点、复杂的关键点施工区域，根据施工方案的文件和资料，在技术、管理、设备等方面定义施工过程

附加信息并添加到施工作业模型中，从而完成施工组织模拟。

构建施工过程演示模型，结合施工方案进行精细化施工模拟，检查施工方案可行性，也可用于与施工部门、相关专业协调施工方案，实现施工方案的可视化交底。

(3) 基于 BIM 的场地布置

在工程项目实施过程中，应基于 BIM 技术检验施工场地布置的合理性，在三维场景中展现不同时期工程现场的施工场地布置情况，达到优化场地布置方案，减少不同工区作业干扰的目的。



图 4-82 施工组织模拟

④ 施工交通组织方案模拟

通过 BIM 技术，可以将施工交通组织方案以可视化的方式呈现，让相关人员更直观地了解方案的设计和实施情况。BIM 模型可以实现多个相关方之间的信息共享和沟通，在施工过程中，各方可以实时了解交通组织方案的变化，及时调整和协调，保证施工安全和顺利进行。BIM 施工交通组织方案模拟可以提高项目的施工效率、减少事故风险、优化施工进度。



图 4-83 施工交通组织模拟

(4) 数字化投资管理

基于三维可视化技术，建立投资的 5D(3D 实体、时间、工序) 关系数据库，以各 WBS 单位工程量人机料单价为主要数据进入投资 BIM 中，能够快速实行多维度（时间、空间、WBS)投资分析，从而对项目投资进行动态控制。

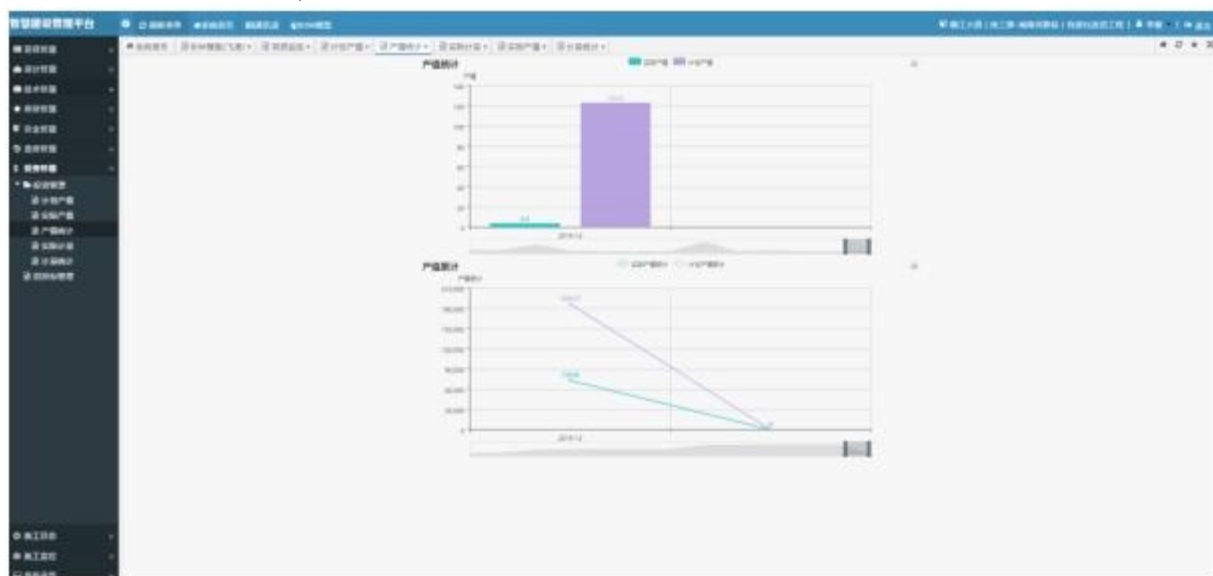


图 4-84 投资管理

(5) 数字化质量管理

基于三维可视化的工程项目质量管理包括产品质量管理及技术质量管理。

产品质量管理：模型储存了大量的建筑构件和设备信息。通过软件平台，可快速查找所需的材料及构配件信息，如规格、材质、尺寸要求等，并可根据设计模型，对现场施工作业产品进行追踪、记录、分析，掌握现场施工的不确定因素，避免不良后果出现，监控施工质量。

技术质量管理：通过软件平台动态模拟施工技术流程，再由施工人员按照仿真施工流程施工，确保施工技术信息的传递不会出现偏差，避免实际做法和计划做法出现偏差，减少不可预见情况的发生，监控施工质量。



图 4-85 质量管理

(6) 数字化安全管理

基于三维可视化的管理模式是创建信息、管理信息、共享信息的数字化方式，在工程安全管理方面具有很多优势，如基于三维可视化的项目管理，工程基础数据如量、价等，数据准确、数据透明、数据共享，能完全实现短周期、全过程对资金安全的控制；基于三维可视化技术，可以提供施工合同、支付凭证、施工变更等工程附件管理，并为成本测算、招投标、签证管理、支付等全过程造价进行管理；数据模型保证了各项目的数据动态调整，可以方便统计，追溯各个项目的现金流和资金状况；基于三维可视化的 4D 虚拟建造技术能提前发现在施工阶段可能出现的问题，并逐一修改，提前制定应对措施；采用三维可视化技术，可实现虚拟现实和资产、空间等管理、建筑系统分析等技术内容，从而便于运营维护阶段的管理应用；运用三维可视化技术，可以对火灾等安全隐患进行及时处理，从而减少不必要的损失，对突发事件进行快速应变和处理，快速准确掌握运营情况。



图 4- 86 安全管理

(7) 数字化进度管理

三维可视化技术的引入，可以突破二维的限制，给项目进度管理带来不同的体验。

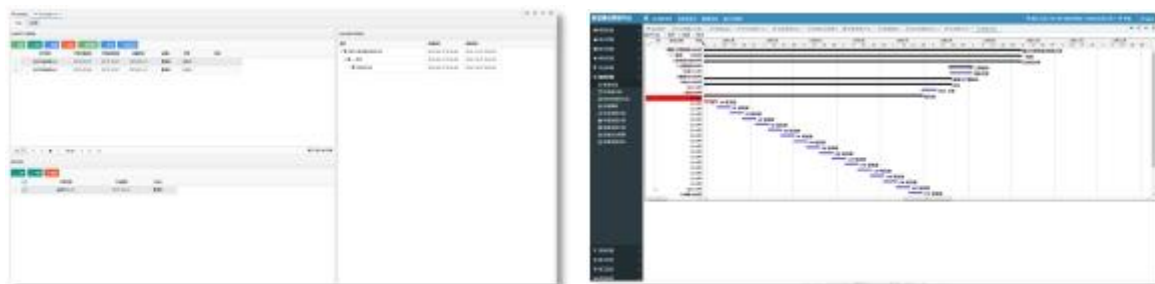


图 4- 87 进度管理

(8) 基于 BIM 技术的移动端项目管理应用

项目施工阶段的管理内容基本都要在现场完成，一般在现场产生的信息会以纸笔方式记录，当现场记录录入 BIM 模型时，存在记录表达不标准和二次人工录入（将纸质记录转为电子信息）的问题；另外，在现场作业时，构件的详细信息也是参建各方人员所需了解的内容，采用二维码、RFID 等电子标识，与 BIM 模型中构件 ID 挂接，将提高构件的定位、查询效率；另外现场管理中发现的问题以往需要通过电话或公文传达指令，会出现处理问题不及时，不能指定到责任人等情况。为了解决这些问题，可以结合移动互联技术，采用移动端设备，完成标准化录入、资料快速查询、现场工程指令下达等功能。本课题拟研究施工管理中 BIM 技术与移动互联技术结合方

式，具体而言，研究如何在移动终端提高记录质量、快速查询信息及下达工程指令。



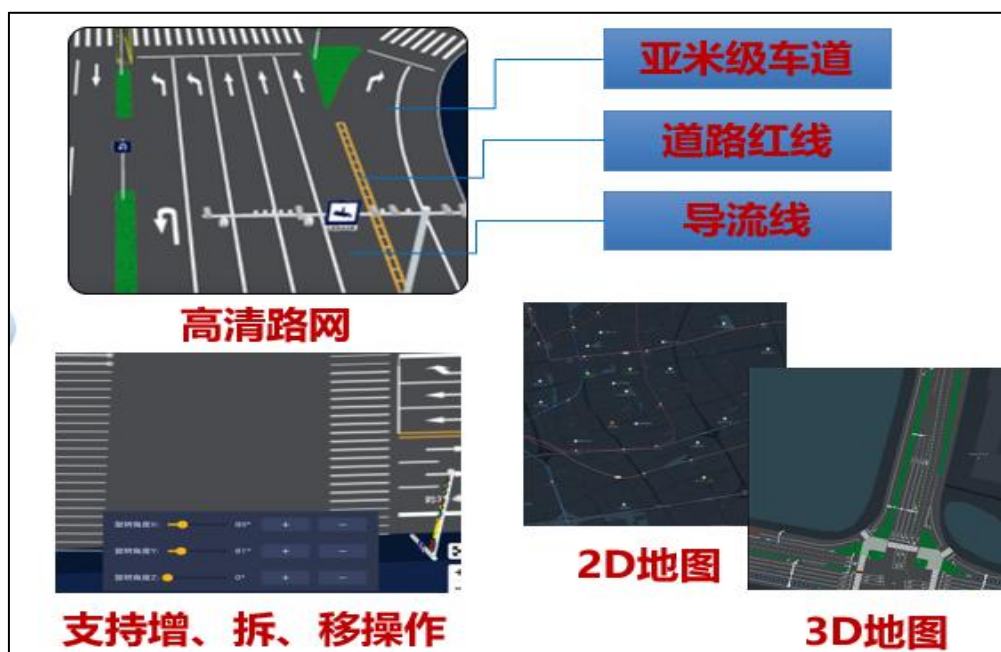
图 4- 88 移动端应用

3、运营养护阶段数字化方案

本项目运营养护阶段公路数字化建设从公路数字化养护运维、交通运行监测与主动管控、交通安全智能提升、精准出行信息服务、“三化”协同收费站五个方面展开。

(1) 公路数字化养护运维

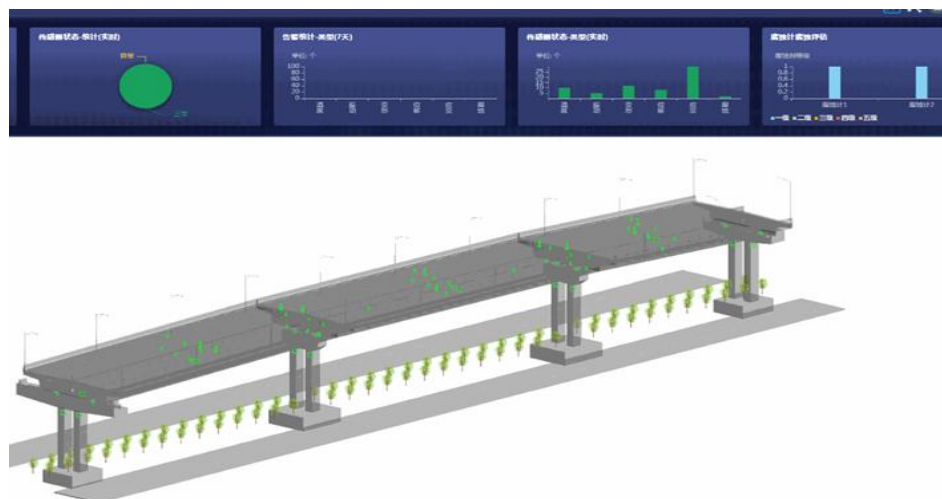
公路三维数字化采集：基于 GIS、倾斜摄影、激光雷达等技术，实现全线三维建模，建模成果需要与真实环境一致（包括结构、尺寸、外观等），能从各种视角查看整体环境，建模范围包括公路主体设施、交通安全设施、服务设施、管理设施。同时针对特大桥梁可进行 BIM 建模，为桥梁健康监测提供数字化底座。



数字化资产管理：对公路交通主体及附属设施进行三维可视化管理。具体包括资产三维可视化、资产信息管理、资产查询与统计分析三部分。



桥梁健康监测：按照《公路长大桥梁结构健康监测体系建设实施方案》要求，需要对长大桥梁开展实时监测，动态掌握桥梁结构运行状况，提升公路桥梁安全保障能力。本项目可选取2座特大桥进行桥梁健康监测，包括前端各类传感器及后端统一的桥梁健康监测软件平台。



智能养护施工：采用先进的技术手段和科学的养护管理方法，可以为养护管理部门带来很大的直接经济效益。养护管理部门在作业子系统中，可以根据智慧巡检管理、路面质量检测、设施设备报警、结构健康监测、超限超载治理等数据，制定定期的日常养维护、施工封路计划、大中小修等养护作业计划，并通过本系统可以对定制的计划进行监督和跟踪，随时掌握作业计划和养维护执行的具体情况，同时可以进行故障事件成因分析，完善作业安全预案、应急保障预案，进一步优化养护计划。

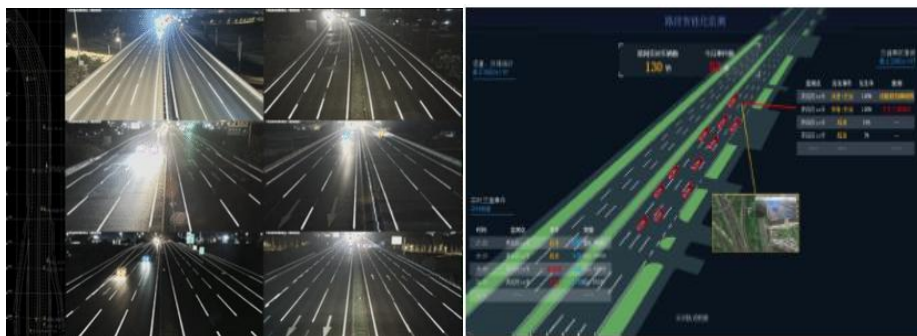


机电智能运维：设备围绕设备精细化管理需求，运用移动互联、大数据等先进的信息技术，构建设备运维管理平台，将设备、工单、考核管理集成在一个数据充分共享的信息系统中，实现设备的全生命周期管理。



(2) 交通运行监测与主动管控

交通运行综合监测及预警：包括交通流量监测预测及事故风险预警、交通事件自动检测及预警、交通气象预警、应急资源分布等。



事件处置与应急指挥：满足异常状况下应急处置和协同指挥需求，通过应用视频会议、大屏等设施，将事故现场即时视频、事故周边状况、天气情况、在线地图等信息调入，并通过可视化地图平台实时监测和预测公路交通运行状态，根据应急预案及辅助决策方案，及时调度事发地点附近的路政巡查、养护巡查人员/车辆，赶赴事发现场。对于属于公路管理部门职权范围内的事件（如基础设施损毁等），及时调度公路抢险救援队伍、车辆、装备、物资进行及时处置。

主线控制：采用主动管理策略，进行车道级精细化管控。结合门架式可变车道限速标志，发布车道控制与可变限速信息，通过对高速公路主线的交通进行调节、诱导和警告，达到改善高速公路运行的安全和效率，缓解主线上的交通拥挤和交通瓶颈影响的目的，最大化利用道路空间资源，提高道路通行能力。主要由外场交通数据采

集设施、交通信息发布设施、主线控制器、以及中心控制系统组成。控制策略包括可变限速、硬路肩开放、车道诱导。

移动作业管理：基于智慧锥桶等成熟的移动终端产品，解决道路施工、交通事故场景下的交通事故多、管理效率低、信息发布不及时等问题，保证道路作业高效性与安全性。

（3）交通安全智能提升

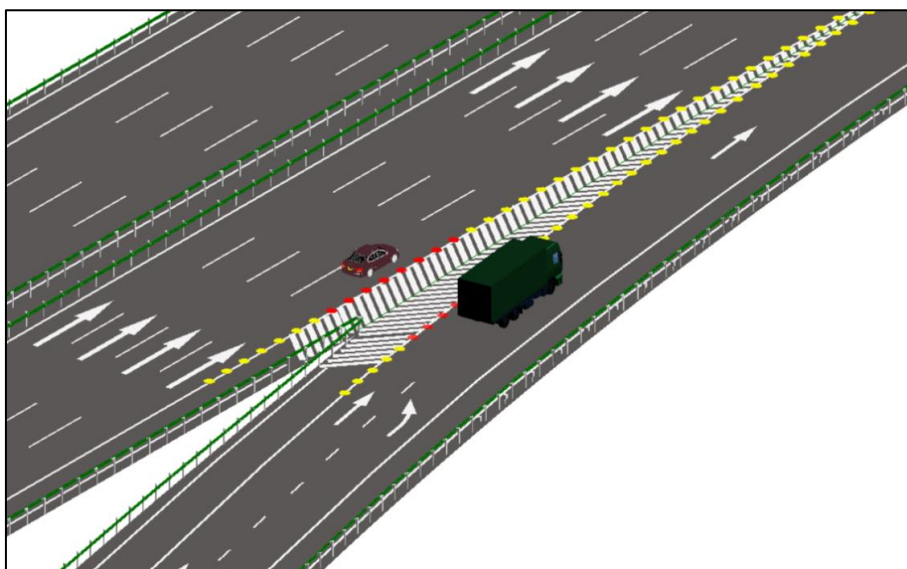
匝道出入口驾驶行为监测：本项目在互通、枢纽、服务区处的进出口匝道路侧布设多目标雷达与视频监控，对去向车辆进行车流统计及事件检测，包含低速行驶事件，停止事件，逆行事件，误驶入、越线驶离、连续变道等危险事件等。并可与路侧设置的广播联动，向车辆广播规章行为进行警示。同时也可与公安交警合作，向其推送交通规章事件。



主动行车诱导：南京都市圈环线高速公路（禄口至滨江开发区段）沿线湖泊、河流较多，丰富的水资源附近易发大雾影响行车安全，可利用智能诱导灯在大型桥梁与水资源沿线路段进行主动行车诱导。主动行车诱导系统具有极端天气道路轮廓强化及诱导功能、弯道辅助功能、气象及交通数据采集功能、智能雾灯无线通信功能、远程平台/自动化管控功能。



匝道分合流警示：高速公路分合流区域是事故高发的区段，为提升这一区域的行车安全性，设置匝道分流诱导与合流警示设备。在合流区路侧护栏及地面设置诱导灯，通过激光测距车检器检测匝道合流车辆行驶速度，形成流动效果，向主线行驶车辆发出预警，提醒主线车辆匝道有车辆汇入。在匝道分流区路侧护栏及地面设置诱导灯，强化分流匝道车道轮廓，在低能见度条件下，提升诱导效果，诱导分流车辆提前变道，进入分流匝道。



（4）精准出行信息服务

借助互联网、可变情报版、微信公众号、小程序等多元化渠道，提供完善了高速公路交通信息服务，同时打造智慧服务区，从点、线、网全面提升公路服务能力。

出行路况发布：借助可变情报版、互联网、小程序、导航地图等多元化渠道，实时发布交通路况、预计行程时间、事件、施工、气象等信息。可变情报板上的交通

路况信息可以接入商业地图数据，同时事件、施工等数据可借助智慧锥桶实时推送至地图导航 APP 或情报板。



智慧服务区：高速公路服务区作为驾乘人员在高速公路上的主要休息场所，服务区的智慧化极大地影响驾乘人员对高速公路服务水平的感受。主要建设内容包括建立建立 AR 云图立体防控体系、智慧停车诱导、综合信息服务系统等。同时可以把服务区打造成**综合能源中心**，开展“零碳”高速服务区示范，围绕光伏发电、分布式储能、智慧路灯、智慧充电等模块，充分利用服务区现有广场、小型车位等资源，最大程度开发利用清洁能源，抵消自身产生的二氧化碳排放量，达到相对“零排放”。



(5) “三化”收费站

建设国产化、绿色化、智能化“三化”协同收费站，实现绿色低碳、数字智能、

少人无人、可信安全的建设目标。打造“无人化、自动化、自助式”缴费模式，实现机器人自助发卡收费，探索光伏发电及储能系统在收费站场景下建设和应用。



4.6.5 项目数字化成果的交付

1、总体要求

(1) 项目数字化交付分为设计到施工、施工到运营、运营到投资决策三个阶段。交付内容应充分考虑施工、运营养护及投资决策阶段的需求，实现数字化成果全过程传递。

(2) 项目数字化交付的内容，包含工程单个阶段的成果以及工程竣工时最终的整体成果。工程各阶段的相关成果，如三维设计模型，数字化模拟和智能化建造模型、运维数据模型、协同平台以及相关报告、材料、图纸等；项目验收需提供的各类工程管理和技术材料。

(3) 数字化交付内容应满足统一规定要求，包括但不限于：分类编码体系、文件类型、模型交付要求、传输方式、数据质量评价标准、安全防护标准等；明确项目电子档案归档的时间、范围、技术环境、软件版本、数据类型和格式等归档要求，确保项目数据真实性、完整性、可用性和安全性。

2、设计阶段交付

设计阶段包含工程可行性研究、初步设计和施工图设计三个阶段工作内容。设计数字化交付主要为工可向初步设计交付、初设向施工图设计交付、施工图设计向施工

阶段交付三个节点。

根据部颁意见，本项目勘察设计同步提交 BIM 成果。

3、施工阶段交付

施工阶段一般划分为施工准备、施工过程和交工验收三个阶段。施工阶段数字化应用主要是根据施工图设计交付的数字化成果，通过继承、扩展和补充，逐步形成施工深化模型、施工过程模型，并最终形成交工验收模型。施工阶段的交付主要为竣工模型的交付。

施工阶段交付主要为交工验收模型：包含描述公路工程设计、施工相关信息，用于支撑工程验收业务的数字化成果应用，并作为数字资产服务于工程运维阶段的进一步应用。

4、运营养护阶段交付

运营养护阶段交付主要考虑为后续投资决策提供相应数据，主要内容包括运营时间段内的运行交通量分析、运营效益分析、养护成本分析等信息，作为后续投资扩建、增设互通等决策依据。提供方式可采用运营养护平台出具相应数据分析报告。

4.7 建设管理方案

4.7.1 建设组织模式

南京都市圈环线高速公路江南段为新建高速公路，采用项目公司经营性高速公路的形式，进行筹资建设；项目公司由南京市交通集团与有关属地区政府的出资代表共同成立。

4.7.2 实施迫切性

从上位规划看，本项目已纳入省政府关于 2022-2024 年全省交通重点项目前期工作三年滚动推进计划中，为 2024 年力争开工项目。本项目为南京都市圈环线高速公路的组成，为禄口集疏运体系的骨架道路。现阶段构成环线的关键工程龙潭过江通道已开工建设，锦文路过江通道、禄口机场三期工程均将于 2024 年开工建设，本项目需尽快开展工作，才能成环构网，发挥国道环线和服务机场的功能，达到助力打造国

际性综合交通枢纽城市的目标。

从路网交通疏解角度分析，绕城公路高峰时间路段已经饱和，并且部分路段、节点全天候拥堵现象严重；绕城高速在服务对外交通和过境交通的同时承担了大量城市内部交通，服务功能叠加，交通组成复杂，交通量增长迅猛。为疏解绕城公路、绕城高速的过境交通，减少城市内部交通与过境交通的叠加，亟需增加新的过境线路。

综上所述，建议本项目尽快建成通车。

本项目工程规模大，为加快建设进度，发挥投资的最大效益，全线可考虑同时开工建设，平行施工。对于大型构造物及特殊路基路段等控制进度的关键点应尽早开工，施工前应做好施工组织设计，确保施工进度和施工质量。

4.7.3 施工工期安排

略。

4.7.4 招标投标

1、招标工作的依据与原则

（1）工作依据

- ①《中华人民共和国招标投标法》（国家主席令〔2018〕第698号）；
- ②《必须招标的工程项目规定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令16号，2018年6月1日起执行）；
- ③《工程建设施工招标投标管理办法》（国家发改委等九部委第23号令（2013年）修改后更新）；
- ④《江苏省招标投标条例》。

（2）工作原则

严格按照《中华人民共和国招标投标法》（国家主席令〔2018〕第698号）及《江苏省招标投标条例》规定的有关法律、法规，本着公开、公平、公正和诚实信用的原则开展项目的招投标工作，并接受有关行政监督部门依法实施的监督、检查，杜绝各种违纪、违法行为的发生。

2、招标范围

按照《必须招标的工程项目规定》相关规定，本项目为必须进行招标的建设工程项目。

3、招标组织形式

项目法人提出招标项目，制定招标方案报有关部门履行审批手续，取得批准后组织招标活动。

由于本项目建设单位不具备编制招标文件和组织评标能力，因此建议该项目招标形式采用公开招标，即本项目的招投标由建设单位委托有资质的招标代理机构负责实施。

4、招标方式

本项目公开招标。

第5章 招标项目勘察设计重点、难点及关键性技术问题的认识及其对策措施

5.1 项目重点

路线总体与交叉：

① 加强总体协调，灵活掌握技术指标，综合多个控制因素，各专业进行多方案比选；

② 加强互通等工程方案的综合比选，确保工程安全、经济；

③ 加强沟通协调，兼顾各方需求；

路基路面：

① 合理确定填土高度与路桥分界，控制工程规模与造价；

② 加强不良地质区勘察工作和稳定性验算，精细化设计软土路基处治方案，确保路基稳定、造价经济；

③ 开展省内已建高速公路取土方案，减小土方规模，集约、节约用地；

④ 全面调研深路堑高边坡岩层节理、裂隙、滑动面状况，确保高边坡稳定；

⑤ 结合互通区地形整治，设置取弃土场，减少借方；

桥梁与涵洞：

① 涉铁，涉河节点多，重点做好涉铁、涉河桥梁专项设计；

② 与现状道路共线段落，加强桥梁方案综合比选，缩短施工周期，减小对现状道路通行影响；

③ 现状管线错综复杂，加强与相关权属单位沟通，兼顾各方需求同时，控制桥梁规模，降低造价；

④ 充分调查沿线水系，合理布设涵洞，确保排水流畅，无积水；

隧道：

① 大断面山岭隧道，周边环境保护要求高，重点分析合理的开挖工法；

② 地下建筑，重点做好隧道抗渗，防渗设计；

勘察勘测：

- ① 项目区域地质情况复杂，需要准确查明项目区工程地质性质及分布特征；
- ② 实现应用信息化平台控制勘察质量，实现公路勘察信息化；
- ③ 实现应用数字化信息采集手段，实践公路测绘新模式；

造价：

① 进行筑路材料调查，正确的测算材料单价。在编制造价文件前造价人员必须参加外业调查，了解项目周围环境、地形、地貌；对筑路材料的来源、供应价、运距、运费标准、运输条件等进行详细调查。

② 根据现场调查情况，合理设置临时工程。对征用土地的补偿费、安置补助费、拆迁各种建筑物、取弃土场的位置以及拌和站、便道、便桥、电力等进行相关调查分析后，再进行细致的施工组织设计，设置合理的临时工程，从而对工程造价进行合理的确定与控制。

数字化建设：

- ① 需要通过精细化、智能化设计提高设计效率、提升设计质量；
- ② 形成基于全生命期数字化应用的数字化设计成果；
- ③ 需要统一 BIM 成果创建路径，完善 BIM 正向设计流程；

品质工程：设计全过程贯彻"品质工程"理念，包括科技信息集成设计、标准化设计、绿色公路设计、精细化设计、安全设计、和人性化设计等内容；

5.2 项目难点

5.2.1 项目途经区域多，路网密度大，互通方案影响因素多，出入互通布局方案需综合研究设置。

本标段主要途经南京江宁区，需处理好高速公路骨架通道与江宁区城市发展的关系，在保证高速公路对城市发展的巨大带动作用的同时，又不影响城市化的进一步扩张；在协调好与城市出入道路、城市开放性公路衔接关系的同时，又做好城市外围出入口互通布局研究，满足联网收费方案的同时，又能满足城市便捷对外沟通利用需求。

互通式立交的总体布局，应综合考虑交通、社会、自然等条件，需要按照以下原则进行：

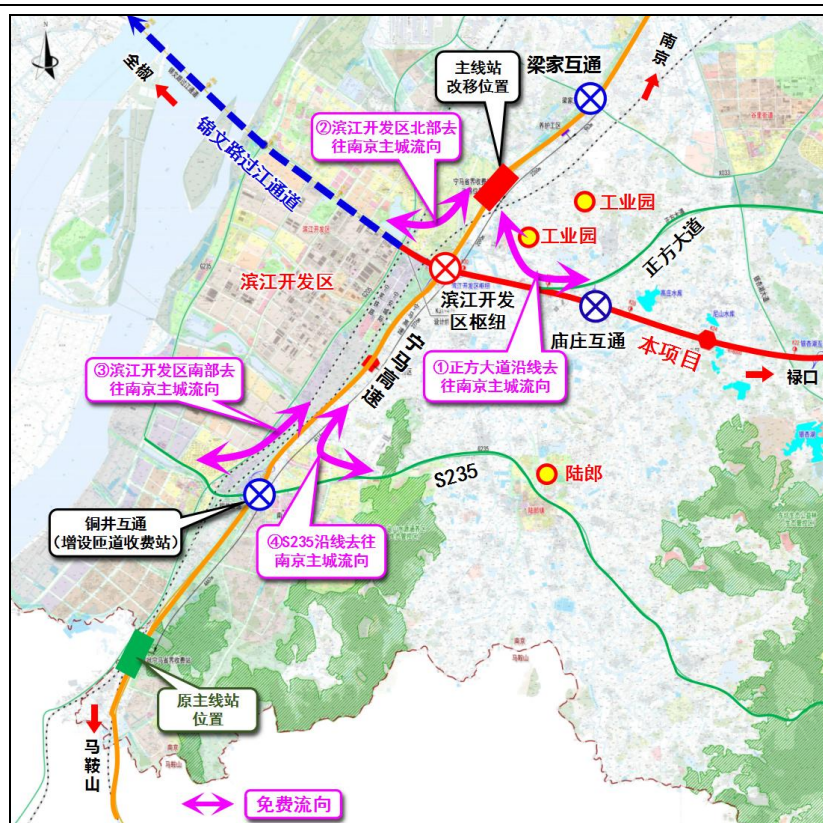
交通特征：地区的人口密度决定了交通出行的次数，一般在人口超过 3 万人的城市近郊或互通式立交影响范围的人口在 5 万—10 万人的地点应设置互通；

间距要求：从互通式立交带动地方经济发展和便于高速公路运营管理角度，对于大城市、重要工业园区附近的互通式立交平均间距宜为 5~10 公里，其它地区宜为 15~25 公里。根据其他类似项目的相关经验，为了便于后续用地审查工作的顺利开展，结合本项目 22.8km 里程，互通平均间距不小于 5km/处，互通个数不多于 5 个；

经济性要求：过多的互通式立交不但会降低高速公路的通行能力和交通安全，且会带来高速公路营运管理问题。

5.2.2 本标段与宁马高速交叉，对滨江开发区枢纽进行改扩建，改变了宁马高速局部路段既有的收费模式，需要进行专题研究。

在本标段建成后，南京都市圈环线高速联网成环，形成环内开放，环外联网的收费方式。因此，本标段在与宁马高速交叉，原宁马高速的主线收费站需由省界位置改移至都市圈环内宁安城际以北，宁马高速部分路段收费制式发生调整。需重点研究在本标段建成后区域高速路网收费机制，考虑采用差异化的收费方式和实施方案以及计费系统调整等措施，以解决区域收费问题。



滨江开发区周边路网免费通行流向

在收费体制上，本项目实施后，原省界收费站改移至滨江开发区枢纽与梁家互通之间，滨江开发区枢纽与铜井互通一并纳入联网收费系统，其中铜井互通增设匝道站，滨江开发区枢纽在新增加的 N、M 匝道上设置匝道站。正方大道、锦文路、S235 等原免费出入高速的地方道路，本项目建成后需要通过收费站才能进出高速。

针对原免费流向，结合改移后的宁马主线收费站、庙庄互通匝道收费站（解决流向①）、滨江开发区枢纽匝道收费站（解决流向②）、铜井互通新增匝道收费站（解决流向③、流向④），可以采用人工通道取卡不收费、ETC 通道过卡不计费等技术手段，达到不收费的效果。其余流向正常收费。

5.2.3 项目路线方案与多条铁路交叉，应提前开展涉铁咨询工作。

本标段与南京地铁 S1 号线、风云铁路、宁安城际等铁路交叉，这些涉铁节点是本标段的重要控制因素。

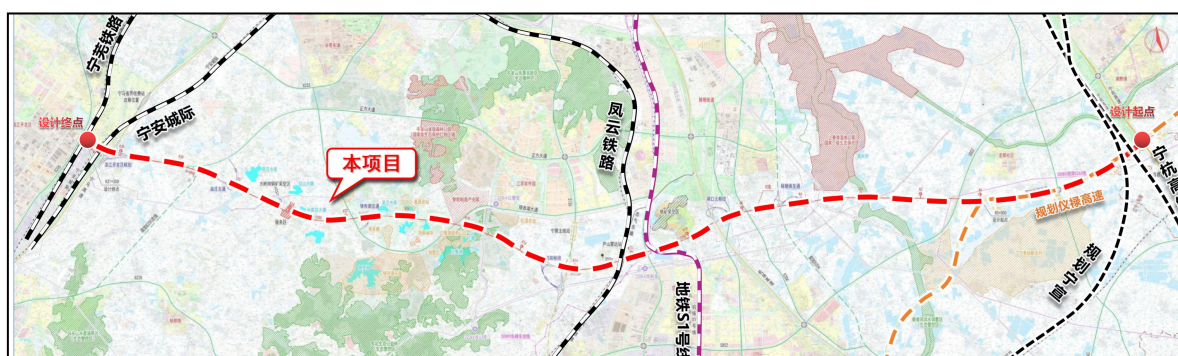
针对涉铁桥梁方案，在前期制定总体方案阶段，加强与相关铁路部门沟通，开展涉铁专题论证，通过与具有铁路行业（桥梁设计）专业资质的单位合作，从桥位、桥型的

选择到桥梁平面、纵面、横断面的拟定，充分对接，保证总体方案的可行性。

(1) 收集铁路的设计资料，明确铁路桥梁跨径布置、桩基布置位置，承台的结构形式，以用来判断影响铁路桥梁沉降的范围。

(2) 与铁路管理部门进行沟通，征求相关意见，明确上跨铁路的净高要求、桥墩桩基沉降控制要求、施工安全距离及保护要求。

(3) 积极落实铁路管理部门的建议与意见，尽快稳定与铁路段的交叉方案。



本标段路线与铁路交叉情况示意图

5.2.4 区域内地质条件复杂，特殊性岩土较多。

本标段沿线地貌为宁镇扬丘陵岗地～平原区，微地貌单元主要为丘岗及岗间坳沟、冲积平原，场地工程地质条件为较复杂场地。

特殊性岩土主要为填土、软土、可液化土、风化岩。其中填土有杂填土、素填土、淤泥质填土，结构松散，土质均匀性差，工程地质性质差，不宜作为路基持力层。软土有淤泥质粉质黏土、含淤泥质粉质粘土，流塑～软塑状，具有高压缩性、高孔隙比、高含水率，易扰动变形等特点，应采取相应措施进行路基处理。局部路段饱和粉土、砂性土为可液化土，桥梁、高边坡需做抗震设计。本标段横溪街道附近路堑边坡超 20m，揭露岩层主要为强风化岩，岩质极软，节理裂隙很发育，岩体很破碎，自稳能力很差，施工过程中易产生局部坍塌、碎落、掉块现象。

5.3.5 正方大道共线段桥梁上部结构选型与桥梁下部结构预制拼装技术研究及应用。

本标段终点采用桥梁与正方大道共线约 1.62km，为降低对正方大道现状交通的影响，上部结构优先考虑采用预制结构，吊装施工，本阶段对可采用的上部结构类型进行方案比选。下部结构利用

其 8m 宽中分带设置桥墩，盖梁悬臂长度达到 14.5m。盖梁悬臂长、自重大，若采用传统现浇方式，施工速度慢，对地面交通干扰大及环境影响大。

(1) 上部结构

现将预应力砼组合箱梁、预应力砼 T 梁与钢板组合梁的特点及经济性进行方案比选，进而确定最合理的上部结构类型，比选结果如下表。

标准跨径上部结构桥型方案比较表

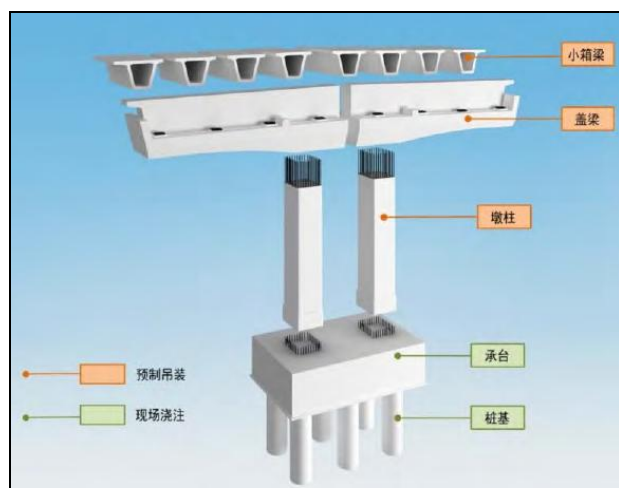
结构项目	组合箱梁	T 梁	钢板组合梁
1、结构特点	5 个组合箱梁横向通过湿接缝、横梁进行联系，单个箱室整体式好，自重较大。	7 片 T 梁横向通过湿接缝、横隔板、横梁进行联系，自重与抗弯刚度较大、梁高略高、整体性稍差。	由 4 片工字梁+混凝土桥面板组成，自重较轻
2、施工方法	现场吊装	现场吊装	顶推或吊装钢梁，预制桥面板现场吊装
3、施工难易度	施工难度较小，施工质量要求较高	施工难度较小，施工质量容易控制	施工难度较小，施工质量要求较高
4、施工工期	工期较长	工期较长	工期较短
5、景观与环保	景观效果较好，环保效益较差	景观效果一般，环保效益较差	景观效果较好，环保效益较好
6、对桥下交通的影响	影响较小	影响较小	影响最小
7、养护难易度	养护工作量较少	养护工作量较少	养护工作量较大
综合评价	优点：施工工艺成熟、工期短，养护工作量较少，经济性好；	优点：施工工艺成熟、工期较短，养护工作量较少；	优点：施工工艺成熟、建筑高度较小、景观与环保效益较好、施工速度快，交通影响小
	缺点：吊装重量较重，环保效益较差。	缺点：上部建筑高度较大，经济性一般，景观效果与环保效益较差。	缺点：养护工作量较大，经济性一般。
结论			推荐

结果表明：钢板组合梁自重轻，工期短，景观效果和环保效益均较好，且对城市交通的影响最小，故本阶段正方大道共线段桥梁上部结构推荐采用钢板组合梁。

(2) 下部结构

现状正方大道交通量大，需采用对交通影响小，现场施工速度快，环境污染少的设计方案，而预制拼装技术现场施工时间短、便于组织管理、交通干扰小、环境和谐，并符合节约化的环境建设理念。

共线段桥梁盖梁采用节段预制拼装技术，可减轻预制节段重量，加快施工速度，降低对地面交通的影响。



预制拼装示意

同时通过开展高速公路大悬臂盖梁节段预制拼装技术研究：研究大悬臂盖梁节段预制拼装力学性能、连接构造；优化盖梁预制节段工艺、接缝形式；研究盖梁节段拼装的施工工艺及监测、检测验收等技术标准，实现桥梁下部结构的装配化、轻型化。基于相同的考虑，共线段桥梁墩柱也采用预制拼装方案。故本阶段正方大道共线段桥梁推荐采用下部结构预制拼装方案。

盖梁、墩柱预制为现今预制拼装的主要研究方向，方案主要受控于预制场地、运输条件、吊装吨位、安装空间等因素，设计的主要难点为块段划分、节点连接、架设方案等。

盖梁一般节段重量控制在 200 吨以内，可分为多节，采用特种车辆运至现场，采用干接或留后浇带湿接，然后张拉预制力筋形成整体。此过程中需辅助支架或临时预应力固定。



盖梁预制拼装施工照片（左干接、右湿接）

墩柱采用工厂预制，单个构件重一般在 150 吨以内，长度 12m 以内。墩柱与承台及盖梁的连接部一端预埋直径 40mm 的粗钢筋，另一端预埋套筒，将钢筋插入套筒，再灌注高强砂浆，形成连接强度。



墩柱预制拼装



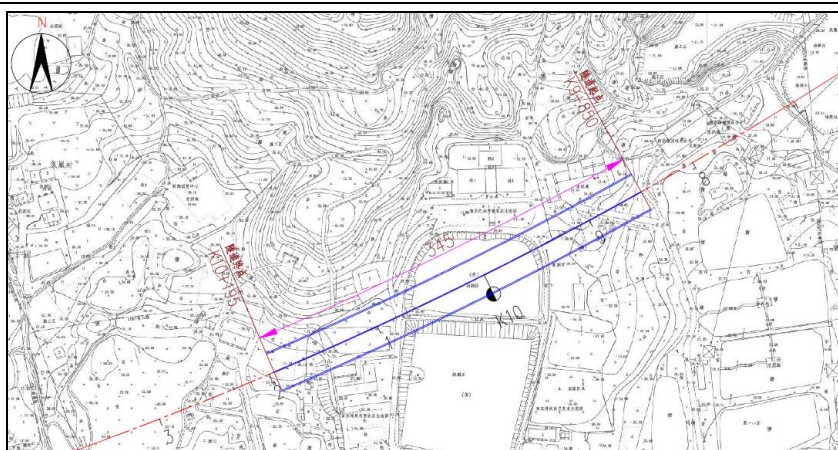
墩柱离心法预制



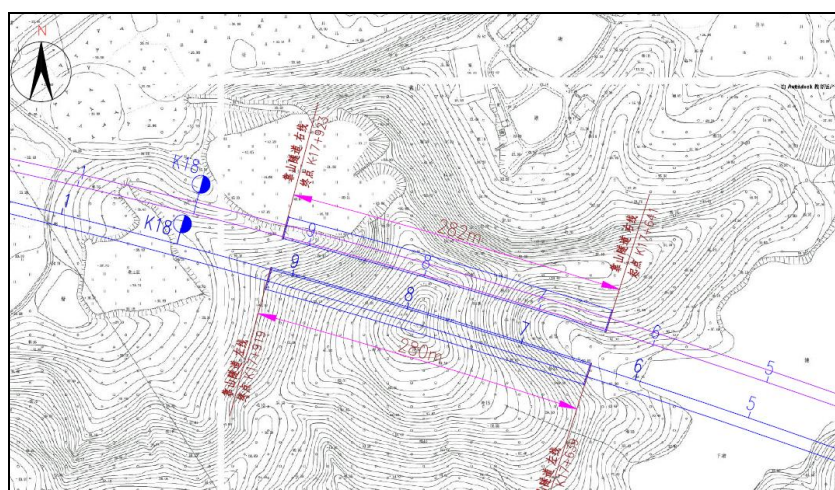
墩柱预制拼装施工照片（墩柱吊装、套筒、套筒对接）

5.2.6 山岭隧道跨度较大，扁平率较小，大断面隧道施工难度较大。

隧道选址区地貌为宁镇扬丘陵岗地~平原区（VII）。微地貌单元为丘岗及岗间坳沟、冲积平原，覆盖层总体较薄，节理裂隙发育，岩体较破碎，大断面隧道施工难度较大。需采取合理的计算方案及施工工法，确保设计的可靠与施工的安全。



凤凰山隧道平面布置图



靠山隧道平面布置图

5.2.7 工程投资规模大，合理控制工程造价要求高。

本标段为国家高速公路，路线里程长，建设标准高，沿途与铁路、高速公路、普通国省干线公路等重要节点交叉，互通节点多，桥梁占比大，工程投资大，需进行恰当的纵断面设计，合理确定路桥分界高度来控制本标段总体规模。

5.2.8 生态环保管控要求高，环境景观设计要点多。

项目区域内分布牛首山省级森林公园、东坑生态公益林、银杏湖乐园、观音殿景区、水产养殖塘等，环境敏感点多，旅游资源丰富，需要重点考虑无害化方式穿越生态空间管控区等环保措施；同时考虑与周边旅游资源和景观的协调，做好项目的景观设计。



沿线生态红线与景区分布示意图

5.2.9 沿线土地资源宝贵，取土困难，土源需综合利用。

土地是不可再生资源，对广大农民群众来说，意味着生计的根本。它不仅是他们种植粮食和蔬菜的场所，也是他们维持生活的基础。因此，土地对农民来说具有无可替代的重要性，一直以来各级政府都高度关注并重视节约土地的问题。高速公路建设是用地大户，在节约用地方面还有不小的潜力。因此，需深入探讨高速公路勘察、设计和建设等各相关过程中节约用地的措施。



沿线农田现状

5.2.10 涉河节点多，工程方案拟定需综合考虑。

本标段途经南京市江宁区，区域内水系较发达，推荐线跨越的主要河流有胜利河、江宁河和相关水库溢洪河等，桥梁工程方案拟定需综合考虑。

在桥位选择上，在路线跨越河流时，桥位选择应遵循路、桥综合考虑的原则。既考虑路线的顺捷和线形指标，又考虑桥位处的水文、地质、地形，以及河道规划和通航要求，特别是对路线走向、线形指标有较大影响的桥梁，在不影响路线总体走向的前提下

对不同河段的不同桥位连同路线方案一并进行反复比选，以得出最佳的桥位及最优的路线方案。桥位尽量选在河道顺直、稳定、滩地较高、较窄，而且河槽能通过大部分设计流量的河道上，避免因桥梁的建设而导致水流紊乱，河道发生变迁；桥梁轴线尽可能与中、高水位时的水流方向正交，以便缩短桥长，从而减少工程投资；从地形、地貌、工程地质和水文地质等方面考虑，避免桥位处在断裂破碎带、岩缝等不良地质地段；桥位选择与河道整治、水利规划、防洪要求等密切配合；桥位的比选综合考虑路线、地区路网、水网、城市建设等多种因素和规划，并注重与环境协调。

在桥型结构形式选择上，结合项目所在地区的自然条件、材料供应、地质情况、施工工期以及使用效果等因素，进行综合考虑，选择最合理的桥梁结构形式，做到技术可行、经济合理、方便施工。

在桥梁跨径选择上，对于跨越河流的桥梁，必须满足桥下净空要求和规划及防洪要求，合理选用跨径组合，同时充分考虑桥梁美观，尽量做到桥型与周围环境、跨径与桥高之间协调、美观；对于无特殊要求的桥梁、特大桥的非主孔部分，在满足不同功能的前提下，尽量选择合理的同一跨径来布设，以方便施工。

5.3 关键性技术问题的认识及对策措施

5.3.1 项目功能定位及建设必要性的梳理。

问题分析：项目的建设是重要的交通基础设施，对于完善区域综合立体交通网络具有重要意义，是对相关建设规划的积极响应，同时项目交通组成的分析也需功能定位的支撑，因此如何正确梳理并明确项目的功能定位和建设必要性是项目开展的重要前提。

对策措施：

（1）明确项目影响区域，搜集区域相关政策、战略规划、国土空间规划、经济社会发展规划、产业规划、综合交通发展规划，对规划进行分类梳理并解读，明确项目在规划中的定位。

（2）梳理项目影响区内重要交通基础设施，如机场、铁路、港口、产业园、物流中心，分析这些设施的客运、货运的集散运输方式及现状路径，研究本标段对这些设

施集疏运交通的影响及在集疏运交通中承担的作用。

5.3.2 项目路线方案与“三区三线”关系的处理。

问题分析：十八大以来，一系列中央会议、文件多次提出，要加大对生态系统、基本农田的保护力度，本标段为新建高速公路，科学处理与“三区三线”的关系，是提高本标段可实施性的关键。

对策措施：重点研究现状与既有规划，以此为基础对路线方案进行统筹布局，在保证总体功能与路线走向顺直的前提下，充分利用规划廊道，尽量避免或减少侵占城镇空间、生态保护区与永久基本农田，对无法避让生态保护区的充分论述其占用的必要性，并提出穿越生态保护区的环保措施或生态保护红线调整建议，与环保与自然资源部门做好充分的协调和对接。

5.3.3 应用数字化信息采集手段，实践勘察测绘新模式

问题分析：高速公路建设工程，地形勘察越精确，基础资料越完善，越有利于项目的精细化设计，勘察测绘是高速公路建设工程中最重要的工作之一。

对策措施：

本标段拟采用新型数字化信息采集技术，利用 GIS 分析、无人机调绘、倾斜摄影、车载测量等技术，结合人员现场调绘，对信息化成果进行校核，实现数据闭环，确保勘察测绘精度，为项目精细化设计、测绘准确性提供有力的数据基础。

➤ 无人机倾斜摄影技术

把无人机结合计算机通信技术、网络技术和一些先进的传感器，来代替公路前期勘察中的人工作业方式。通过无人机拍摄实景视频和照片，通过软件的研发，把拍摄的视频和照片文件进行大数据处理，生成公路的三维实景 GIS；通过在无人机上搭载激光、雷达等传感器，再通过相应的软件直接生成高程和等高线等与公路相关数据，将直接带来经济上的节约，改变了人工去现场勘查的现状，具有较强的经济和现实意义。



倾斜摄影技术是国际测绘领域近些年发展起来的一项高新技术，它颠覆了以往正射影像只能从垂直角度拍摄的局限，通过在同一飞行平台上搭载多台传感器，同时从一个垂直、四个倾斜等五个不同的角度采集影像，将用户引入了符合人眼视觉的真实直观世界。



利用无人机上挂载的高清摄像头以及 GPS 导航技术，可按照事先规划的路径进行巡航，并且能实现 GIS 地图与视频的联动。

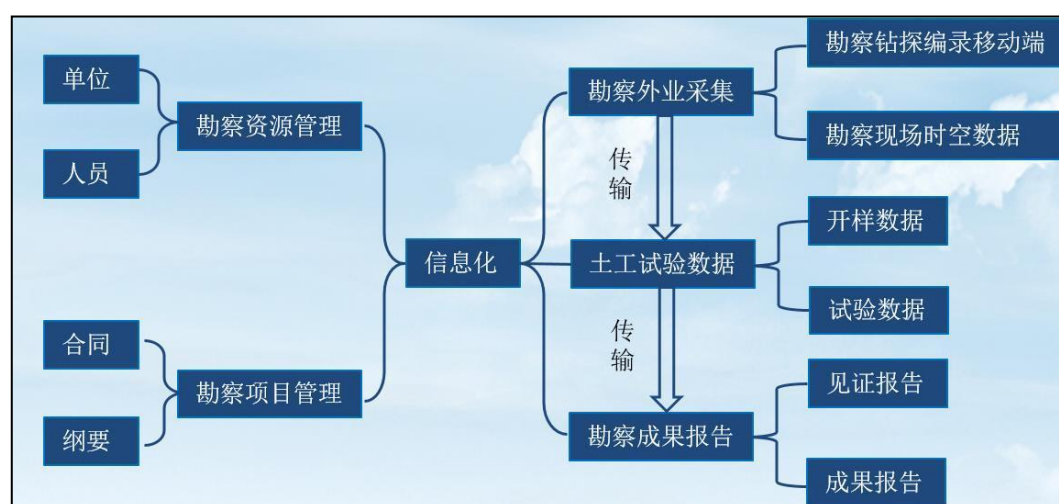


5.3.4 应用信息化平台控制勘察质量，实现公路勘察信息化

问题分析：高速公路工程勘察质量越高，信息化程度越大，特殊路基设计过程中的基础数据就越精准，从而能为特殊路基设计提供有力的数据支撑，特殊路基处理方案的选择便会更安全合理。

对策措施：

勘察采用信息化平台进行全过程信息化监管，提高勘察作业的效率，控制勘察作业的质量，提升多专业团队协作效率，将外业、试验、内业进行全过程、信息化、动态化、可追溯、实时采集上传、随时沟通协作的监管模式进行勘察。



信息化平台功能示意图

通过勘察信息化平台，对项目实时进行质量管控：

- 1、确保数据真实。通过 GPS 定位信息以及现场实时影像，保证勘察现场行为真实可控。
- 2、实现过程追溯。实现记录的过程可追溯，同时可追溯编录信息的修改记录。
- 3、实现数据检查。可以根据项目要求检查描述深度的连续性、跨层记录等细节问题的准确性。
- 4、异常及时提醒。根据钻孔偏移位置、时间、身份认证等参数提示外业行为的异常。

5.3.5 项目地质等自然条件复杂，需针对性进行设计，控制工程规模。

问题分析：项目范围地层为第四系全新统、上更新统、第三系新生界和基岩，全新统与上更新统地层交织频率，地质结构复杂。项目沿线主要的不良地质和特殊性岩土为填土、软土，对于一般路段采用省内常规的换填、双向搅拌桩、PHC管桩、挤密碎石桩等处理方案，特殊路基工程对工程规模影响较大，需进行针对性设计。

对策措施：

加强对项目区域及沿线的地质调查和勘探，对于软土集中区，适当加密钻孔，以准确探明软土的空间分布，以便进行针对性设计，避免出现处理不到位或处理过强的情况出现。对于深层软土及液化土，充分进行方案比选，以确定技术可靠、经济合理的处理方案。通过特殊路基的针对性设计，保证工程质量的同时，尽可能控制工程规模。

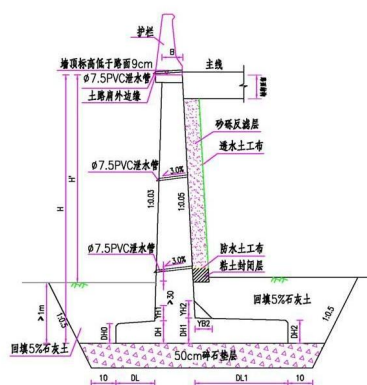
5.3.6 加强节地综合设计，集约、节约利用土地资源。

问题分析：本标段所经区域基本农田分布广泛，可取土场地严重匮乏。路基以填方为主，占地面积大，土源需求量大。由于难以沿线设置取土坑取土，路基填料落实问题成了本标段的难点，本标段需要加强节地综合设计，尽量减小土方规模，积极寻求替代土源，并实现对项目建设过程中产生的各类土方进行综合利用，集约、节约利用土地资源。

对策措施：

1、加强节地综合方案设计

- 根据现状自然条件及环评要求调整最小填土高度，在满足特殊性岩土处治要求的前提下，尽量降低最小填土高度。
- 重视路线纵坡设计，在技术经济比选基础上，适当降低路桥分界高度，节约用地。
- 结合软基处理的需要，局部软土深厚路段可采用轻质填料取代传统的土方，降低地基处理难度，缓解土源紧张压力。做好软基预压卸载土方的利用设计。
- 适当段落设置挡墙或护脚，节约占地，减少路基填方。



➤ 做好废弃土方如地表耕植土、河塘清淤土方等，尽量用于绿化、场地整平，实现资源节约利用；

➤ 统筹协调项目内部土方工程，积极利用路基刷坡、边坡整修、景观整治工程及其他工程土方。

2、集约、节约化的土源方案

开展周边的土源调查分析，了解本标段土方来源、调运、单价等情况，制定适合的取土方案；项目开展全过程中，加强与城市规划部门的沟通协调，结合城市房建施工进度，力争与周边城镇的开发建设等项目相协调与结合，实现土方综合利用，尽可能实现“零取弃”。

(1) 利用沿线**乡镇基础设施建设工程**开挖、囤积的土方。

(2) 项目**沿线拆除建筑废料**的综合利用，对周边建筑拆迁废料进行回收处理。



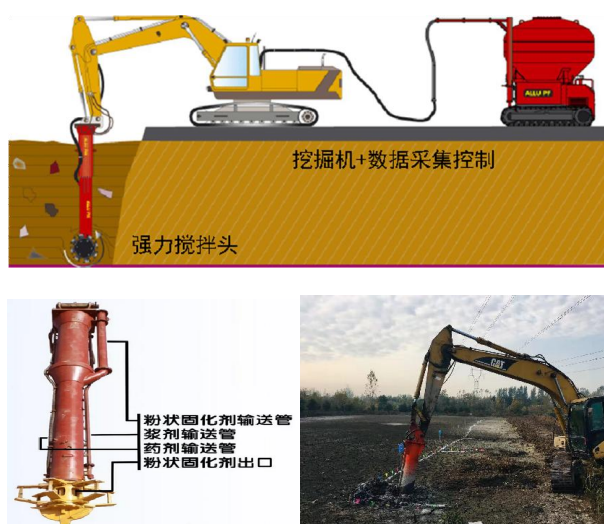
建筑废弃物利用

(3) 外购土方作为**补充**也可以直接有效地解决本标段建设土方紧张的问题。

3、新材料、新技术

➤ 河塘淤泥原位固化技术

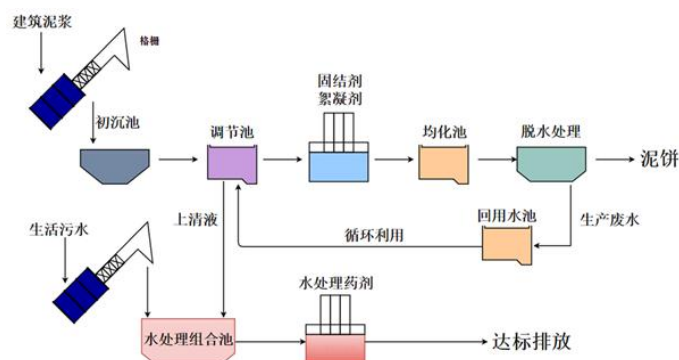
本标段河塘较多。对于河塘淤泥传统的处理方法是清淤换填，不但产生大量的弃方，而且需要进行大量借方，采用原位固化技术，可以避免弃方和借方，也可以解决大面积河塘基底压实工作面受限的问题。原位固化技术就是使用多功能淤泥原位固化搅拌机，将淤泥固化剂均匀掺入淤泥等含水量较高的土壤，从而使地基固化，提高固结度和稳定性，使其抗压强度、沉降和承载力等技术指标达到工程设计要求。该技术就地取材，原位固化，无需大挖大填，施工工期短，可以完全取代换填、水泥搅拌桩等传统处理方法。



原位固化施工示意及现场施工图片

➤ 泥浆、砖渣等废弃材料资源化利用

本标段桥梁占比较高，桥梁桩基施工会产生大量的泥浆，由于本标段对环保要求较高，泥浆弃除要求高；同时本标段存在部分拆迁，将产生一定数量的砼、砖渣等建筑垃圾。可以将泥浆脱水后形成泥饼，把砼、砖渣等破碎后形成骨料，将骨料掺入泥饼，并掺入一定数量的石灰后作为路基填料利用。



建筑泥浆脱水处理生产泥饼的工艺流程图



不同粒径范围的砖混再生骨料



无侧限抗压强度试件浸水

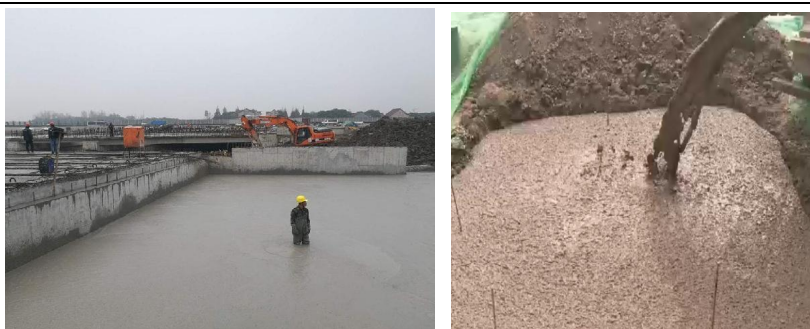
➤ 泡沫轻质土

泡沫轻质土是用物理方法将发泡剂水溶液制备成泡沫，与必须组分水泥及胶凝材料、水及可选组分集料、掺合料、外加剂按照一定的比例混合搅拌，并经物理化学作用形成的一种轻质材料。其应用于高速公路软土路段可大大减轻路堤自重，减少沉降量并增大稳定安全系数。



泡沫轻质土

➤ 轻质改良土



轻质改良土

现浇轻质改良土是将废弃土制备成泥浆，与胶凝材料为主的改良剂混合，掺入一定体积的泡沫或高水材料，作为筑路和填充材料，通过现场制作与浇注并经硬化形成的一种轻质材料。

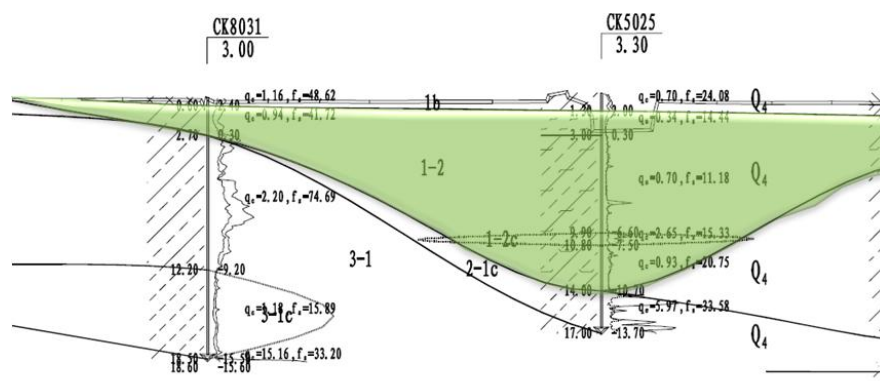
胶凝材料可以是水泥、固化剂等，亦可掺入粉煤灰、矿粉、外加剂等以改善性能。泡沫则由发泡剂、水和空气混合经物理发泡工艺形成。高水材料可以复配进胶凝材料，亦可单独添加。废弃土包括粉砂、粉土、粉质粘土、淤泥及淤泥质土等。

5.3.7 采用多种手段精细化勘察，确定经济合理特殊路基处理方案。

问题分析：本标段沿线地质条件复杂，软弱土层分布广泛，特殊路基处理是本标段非常重要的部分。部分已建成的高速公路由于软基处理方案设计不周到、施工工期短等诸多原因，出现了桥头通道处跳车严重、路面横向起伏不平、路面中部积水等问题，影响了公路的整体使用品质。同时也有部分项目特殊路基处理强度过强，导致造价过高，造成了工程浪费。因此设计环节应高度重视特殊路基处理方案，重点提升方案的协调性、经济的合理性、设计的精细化水平，为品质工程的创建打下良好基础。

对策措施：

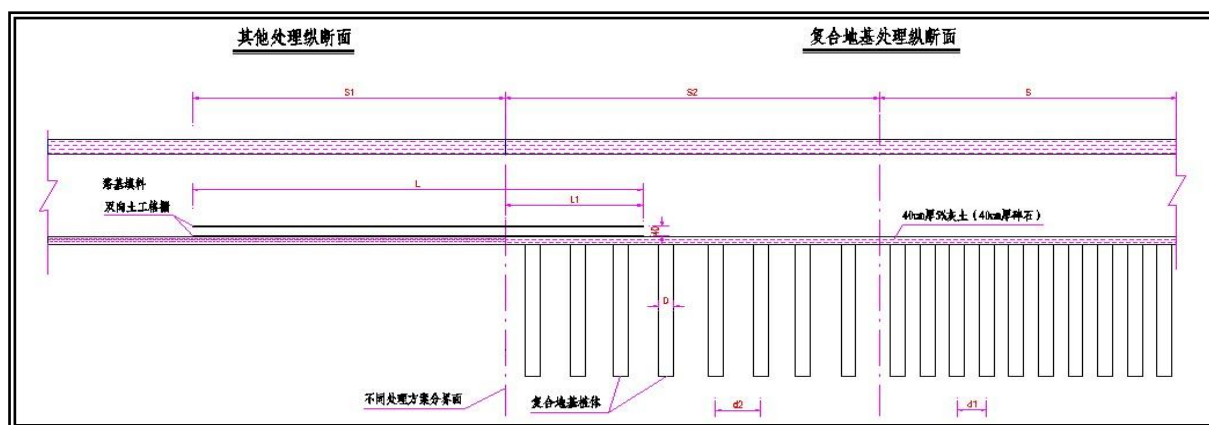
1、加强地质勘察，查明深厚软土分布情况，探明暗河、暗塘及垃圾填埋场。细化“锅底状软土”处理方案，重视暗塘处理。



锅底软状土

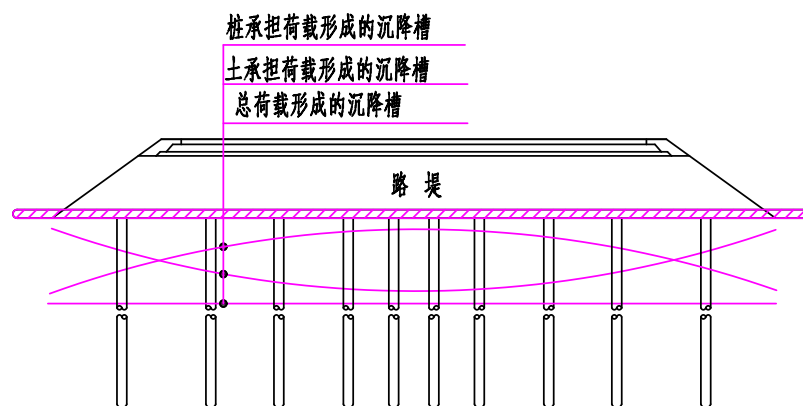
2、强化桥头路段处理、适当减弱小型构造物的处理，优化特殊路基过渡段的设计。

(1) 纵向：选择构造物路段的处理方案，加强不同方案的过渡处理



纵向过渡段设计

(2) 横向：变刚度复合地基处理方案



变刚度复合地基

过 2/3 的层厚。如设计的抛高层厚较小，可考虑在路床顶面采用粒径较小的碎石或砂砾填筑。（2）预抛高高度在实际施工中如果小于规范要求的最小碾压厚度（10cm），应开挖原填筑路床并拌合后重新碾压，碾压后达到规范规定的最小碾压厚度要求。设置路基预抛高后的路床应保证路基顶面弯沉值及路基顶面回弹模量要求。

4、合理制定桥台部位软基施工方案，防止施工控制不当引起桥桩偏移。



施工控制不当引起的桥桩偏移

（1）肋板式桥台（或桩柱式桥台）：应在桥桩施工前先进行地基处理（如有，优先采用双向搅拌桩复合地基处理形式）、然后钻桩，再浇筑承台（肋板），最后进行填土。填土时，台前台后应均衡填筑压实，台前填土应超 50~100cm 填筑，最后削坡做锥坡，填土速率严格控制在 1m/月以内，并根据沉降速率进行控制。填土到台帽底标高以上后，再开挖路基至台帽底标高进行台帽施工，以保证台帽下土的压实度要求。

（2）桥桩临近处（一般指互通枢纽匝道桥、支线上跨桥跨越主线和主线上跨桥跨越被交路桥桩处）：应在桥桩施工前先进行地基处理（优先采用双向搅拌桩复合地基处理形式）、路基填筑和等（超）载预压（如有），并观测沉降速率，等沉降速率满足要求后方卸载，然后钻桩，再进行立柱和上部结构施工。

5、积极采用新技术、新工艺。

（1）劲性体

本标段软土分布范围广，厚度大，且多为流塑~软塑，局部路段强度极低，地质条件复杂多变，造成软基处理范围广、时间长、工程量巨大。对于软土层较深且软土层相对较薄的路段，搅拌桩的处治效果较差，管桩处治费用较高，对于此种路段需要一种新

的特殊路基软基处理方式，在满足要求的条件下尽可能的节约造价。

对于此种情况可采用新型复合地基“劲性体”，相比搅拌桩主要有如下特点：

- （1）劲性体桩身有预应力，有一定的抗水平能力。
- （2）工厂预制，规格齐全，质量可控。
- （3）桩身混凝土强度高（C50 以上）。
- （4）抗裂性能强。
- （5）运输吊装方便、工期大大缩短、施工环保。



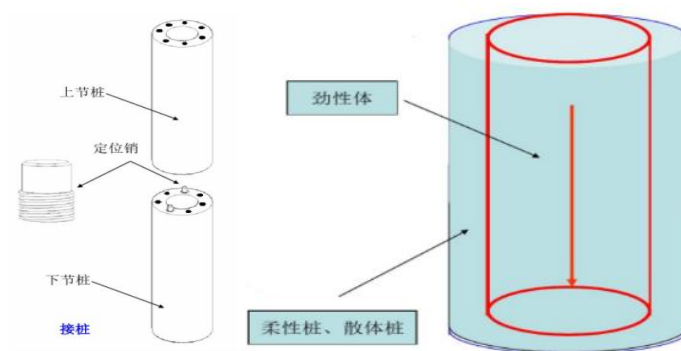
劲性体实物

劲性体力学性能参数表

外径 (mm)	壁厚 (mm)	桩有效预应力 (MPa)	抗裂弯矩值 (kN·m)	桩身弯矩设计 (kN·m)	竖向抗压承载力 设计值 (kN)
300	50	3.17	17.4	18.7	757
400	60	2.65	32.6	32.8	1146
500	60	4.02	65.2	82.4	1483
600	60	3.30	88.0	102.7	1819

劲性体在软基处理中的应用方式有如下两种：

- （1） 作为劲性体，插在搅拌桩中，与搅拌桩形成劲性桩复合地基。
- （2） 作为劲性体直接用于刚性桩复合地基处理。



刚性刚性体作为搅拌桩内芯

(2) 接杆法双向搅拌桩

低净空条件下的双向接杆搅拌桩技术，用于施工高度受限区域地基加固施工。该技术可满足4米以上低净空等特殊条件下水泥搅拌桩施工作业的功能要求，施工桩长可达25m；其钻杆拼接对中结构，改变了原有吊装拼接钻杆过程效率低、危险性高的特点，实现了内外钻杆的便捷拼接，且内外钻杆各自的旋转不受影响，使得在低净空条件下可以采用双向钻杆进行施工，相比于单向钻杆有效提升施工效率。



接杆法双向水泥土搅拌机

本工法将水泥土搅拌桩钻杆拆分为多节长度较小的钻杆。通过接杆对中装置实现了高效安全的钻杆对接；内外钻杆间设置轴承和轴承台阶，实现了内外双向搅拌，最终得以满足低净空等特殊环境的双向水泥土搅拌桩施工要求。在施工过程中通过各类传感器，实时传输并监控喷浆量、垂直度等成桩数据。通过对数据进行批量统计与分析，实现对

成桩质量的有效监控与评估。

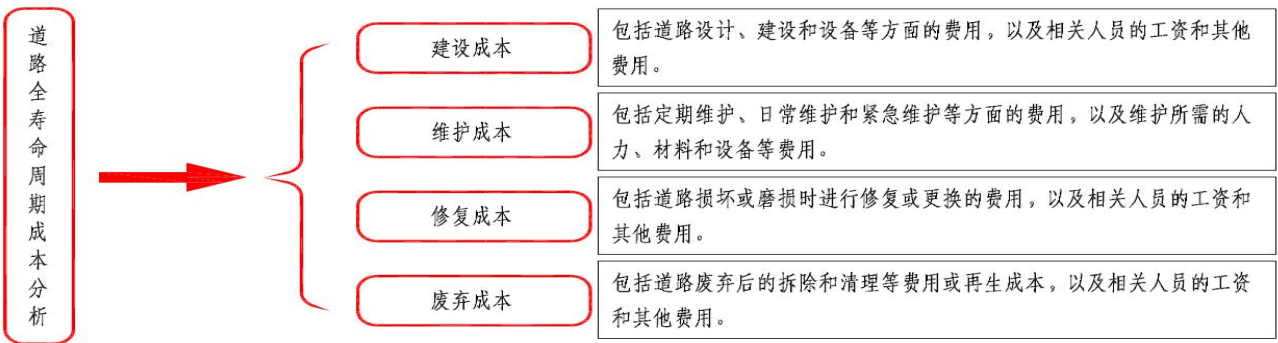
接杆法双向搅拌桩施工参数一览表

水灰比	水泥用量 (kg/m)	泥浆比重 (g/cm³)	喷浆压力 (MPa)	钻进/提升速度 (m/min)	理论注浆量 (L/min)	转速 (r/min)
0.58	60	1.73	0.4~0.6	1.0~1.8	35~45	≥45

5.3.8 长寿命路面结构和材料设计

问题分析：本标段里程长，交通量大，对路面性能及耐久性要求高。为延长路面使用年限，提升路面结构性能，采用全寿命周期成本更加全面、详细分析路面的成本。与常规道路设计不同的是，道路的全寿命周期成本分析考虑道路整个使用寿命期间，包括建设、维护、修复和废弃等各个阶段所产生的全部支出，是一种有效的分析方法，更加全面地分析道路的成本和收益因素，更加准确地分析道路的经济性。

进行道路全寿命周期成本分析时，主要考虑以下几个方面：

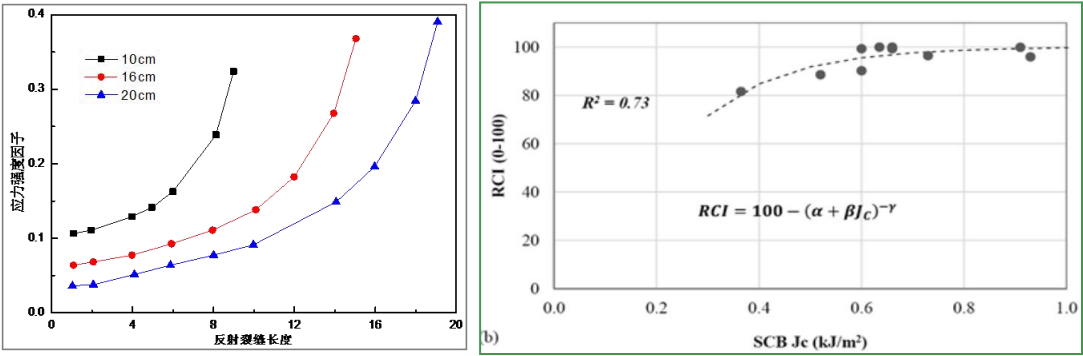


道路全寿命周期成本分析时除考虑以上方面成本外，还应考虑道路使用寿命、环境因素、交通流量等因素对成本的影响。

沥青路面设计规范中规定的高速公路 15 年设计使用年限，但从路龄接近或超过设计年限的高等级道路来看，路面结构性能良好，路面行驶质量、抗滑性能路面和破损状况整体较好，车辙是现阶段高速公路路面养护工程中亟需解决的主要病害问题。

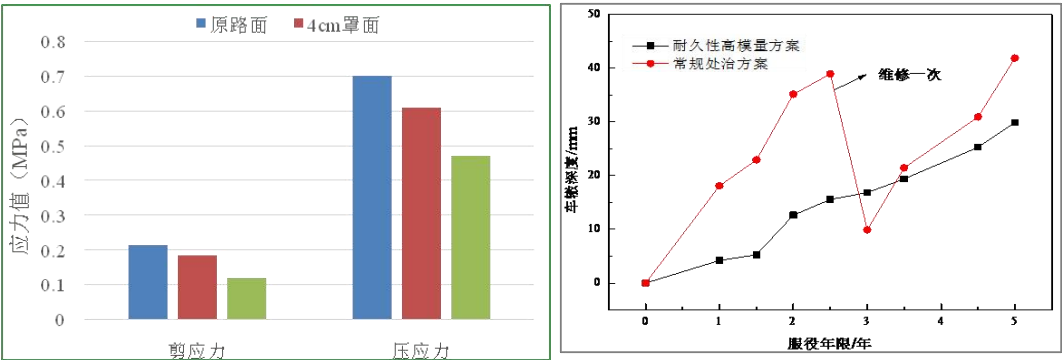
对策措施：

- 1、从加厚沥青面层、采用抗裂型材料方面进行反射裂缝的控制。



反射裂缝的控制

2、控制车辙病害主要是提升中面层抗车辙性能、提升表面层抗疲劳性能。



车辙控制对策

3、路面新材料的研究与应用

高模量沥青：主要通过硬质沥青的高黏度来增加胶结料与集料间的粘结力，配合比设计采用高抗裂型水泥稳定碎石集料级配和低空隙率确保矿料形成密实结构，进而增加沥青混合料的强度和高温稳定性，并保证其抗疲劳性能。

高模量沥青比较表

项目		外加剂高模量 (硬质沥青颗粒)	成品高模量沥青	复合高模量 (70#沥青)	SBS 改性复合 高模量 (SBS 改性沥青)
技术原理	沥青用量 (占集料比例)	高模量剂 1.65% +70#沥青 3.85%	成品高模量沥青 5.7%	复合高模量剂 1.2%+70#沥青 沥青 4.2%	复合高模量剂 1.0%+SBS 改性 沥青 4.2%
性能指标	动稳定度 (次/mm)	标准要求: ≥4000 实际达到指标: 5000~6000	标准要求: ≥4000 实际达到指标: 6000~7000	标准要求: ≥ 4000 实际达到 指标: 8000~10000	标准要求: ≥ 4000 实际达到 指标: 12000~15000
施	加工工艺	干法、直投	工厂化生产, 统一	干法、直投	干法、直投

项目		外加剂高模量 (硬质沥青颗粒)	成品高模量沥青	复合高模量 (70#沥青)	SBS 改性复合 高模量 (SBS 改性沥青)
工 工 艺 及 质 量 控 制			原料标准及成品质量标准，质量可控，减少施工质量把控环节		
	施工质量控制	材料供应渠道较多（洛阳中石化），对原材料控制较难。	混合料质量控制要求与 SBS 改性沥青相当。	中石化、扬子、亿虎，施工质量易控制，难度较小	中石化、扬子、亿虎，施工质量易控制，难度较小
使用情况		主要应用于养护工程。	在养护工程、新建、改扩建项目中均有应用。	主要应用于养护工程，江苏省内新建或扩建项目使用相对较少	主要应用于养护工程，江苏省内新建或扩建项目使用相对较少
混合料单价（元/m ³ ）		1211	1347	1410	1604
经济性评价			性价比较优	性价比较优	

岩沥青改性沥青混合料：天然沥青是经过长达亿万年的沉积、变化，在热、压力、氧化、触媒、细菌等的综合作用下生成的沥青类物质。例如，天然岩沥青中，氮元素以官能团形式存在，使岩沥青具有很强的浸润性和对自由氧化基的高抵抗性，特别是与集料的粘附性及抗剥离性得到明显的改善。岩沥青本身的软化点达到 300℃ 以上，加入到基质沥青后，使其具有良好的抗高温、抗老化性能。使用高灰分岩沥青制备的 BRAC-20 混合料动稳定度可提高 20~40%，在抗车辙性能方面具有明显的优势。

抗车辙剂：为了预防路面车辙的产生，近年来国内外先后研发出减缓沥青混合料车辙形成的外掺添加剂来应对这一问题。道路工作者采用聚乙烯（Polyethylene，简称 PE）类热塑性树脂作为主要成分制备了抗车辙剂，可以通过集料表面的增粘、加筋、填充以及沥青改性、弹性恢复等多重作用而大幅提高沥青混合料的高温稳定性。抗车辙剂不同于以往的 SBS 改性剂，它可以直接添加到混合料中，并具有以下明显的优势：由工厂批量预制，使用和存储方便；不存在 SBS 改性剂等需要工地改性的缺点，可以充分的保证改性质量；使用方便，按混合料质量 0.4% 左右的用量，可直接定量投入拌合楼中，保证

了按设计要求投放，并最大限度保证沥青混合料的改性效果。掺入抗车辙剂以后，混合料的其动稳定度指标可以超过 10000 次/mm，高温性能明显提高。

玄武岩纤维沥青混合料：纤维沥青混合料已经被证明是解决沥青路面损坏问题的一种有效手段，在抗裂性能、高温性能等方面比聚合物改性沥青更具有优势，而玄武岩纤维作为一种新型纤维，既拥有传统纤维无法比拟的性能优势，又可以避免传统纤维在工程应用过程中出现的种种问题。同时，玄武岩纤维的生产过程中并不会产生工业垃圾，符合建设环境友好型社会的要求。

5.3.9 结合回溯，提升防灾抗灾性能。

问题分析：本标段沿线场地工程地质条件为较复杂场地，特殊性岩土发育，填土、软土、可液化土、风化岩分布广泛。其中软土工程地质性质差，具有高压缩性、高孔隙比、高含水率，易扰动变形等特点，后期运营期间易产生反射裂缝。局部风化岩高边坡，岩质极软，节理裂隙很发育，岩体很破碎，自稳能力很差，运营期间需警惕局部坍塌、碎落、掉块的可能性。

对策措施：

(1) 对于软土路段充分掌握软土分布及工程性质，采取经济可靠处治方案。对软土深厚等地质条件复杂路段，充分掌握地质条件及周边区域常用特殊路基处治方式，从定性分析和定量分析两个方面进行综合评估，优选特殊路基处治方案，并贯彻执行动态设计方法，提出合理的监测方案，确保工程安全、稳定。

(2) 加强填挖交界路段的拼接处治。避免路基填方在填挖交界处未按规范要求设置台阶，填筑方式不对及压实不足，或因原地面土和回填土材料不同，如填挖交接处软腐殖土等未清除干净，出现接合部衔接不良而导致路基不均匀沉降问题。

(3) 加强边坡稳定性及防排水设计。对于临空面较大的河塘路段、风化岩高边坡路段，需重点做好边坡稳定性分析，做好边坡开挖临时防排水设计，做好运营期间监测预警，保证运营安全。

5.3.10 针对典型桥梁病害，实施预防性设计。

问题分析：“设计是桥梁工程质量的灵魂”。本标段桥梁基本为常规结构，规模

大，种类多，桥梁病害预防是做好设计的重点。

对策措施：总结以往高速公路同类工程的建设经验及后期服务，针对项目空心板、组合箱梁、现浇连续梁、变截面连续梁这几种常见结构主要提出以下几点：

- 1) 空心板铰缝开裂、漏水——采用部颁通用图，加强铰缝配筋设计，明确砼振捣及养护要求。
- 2) 组合箱梁板式橡胶支座脱空及剪坏——增加板式橡胶支座施工临时锁定措施。
- 3) 预应力管道压浆不密实——采用塑料波纹管，进行真空压浆。
- 4) 大跨变截面连续梁底板崩裂及顶板纵向开裂，辅以三维有限元分析。
- 5) 变截面预应力砼连续梁预应力管道与钢筋冲突，钢筋净距过小影响砼密实的病害——引入 BIM 设计，对钢筋及预应力管道布置进行三维放样分析，在设计阶段调整预应力配筋及普通钢筋，充分考虑混凝土施工振捣空间，防止因振捣不密实致空洞、蜂窝等病害，彻底解决钢筋冲突问题，提高施工质量。

5.3.11 钢结构桥型在互通辅道（匝道）桥的应用。

问题分析：互通辅道（匝道）桥布设的难度在于下部结构的安放，尤其对于 3 层以上的互通，匝道交错，给予桥墩布置的空间小，而预应力混凝土桥受限于曲线预应力布置的困难，不能在小半径上设置过大的跨径。

对策措施：局部采用钢箱梁，可以解决许多因为桥墩布设困难而不得不增大跨径的问题。钢箱梁相比钢筋混凝土箱梁，可以适应更小的曲线半径，梁高也更小，大大方便了互通桥梁的布设。



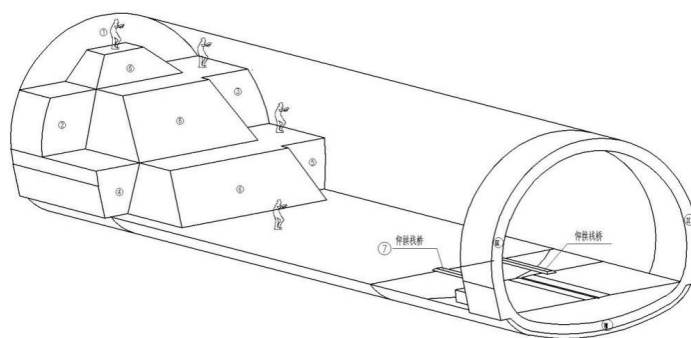
钢箱梁辅道（匝道）桥

5.3.12 大断面隧道结构设计关键性技术问题的处理

问题分析：隧址区地貌为宁镇扬丘陵岗地~平原区（VII）。微地貌单元为丘岗及岗间坳沟、冲积平原，覆盖层总体较薄，节理裂隙发育，岩体较破碎，大断面隧道施工难度较大。

对策措施：由于隧道跨度较大，扁平率较小，其矢跨比只有 0.66，围岩的稳定性主要受节理裂隙面和地下水的控制。设计中的主要支护参数如下：1）4.5m 长 $\Phi 25$ 中空注浆锚杆，间距 $0.75\text{m} \times 0.75\text{m}$ ； 2）26cmC25 喷射混凝土，内设 $\Phi 6.5$ 单层钢筋网，网格间距 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ ； 3）I20a 工字钢架加强支护，间距 0.75m； 4）55cm 厚钢筋混凝土二次衬砌。

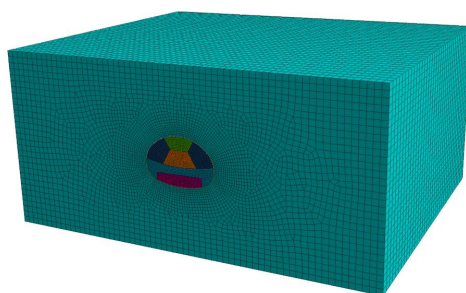
（1）主要施工工法采用环向现行、逐级分部的预留核心土法。



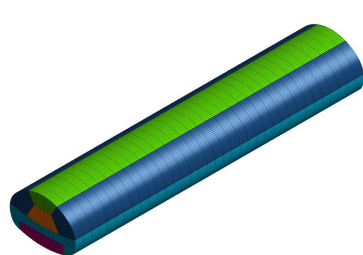
隧道典型断面开挖步骤示意图

（2）施工过程数值模拟

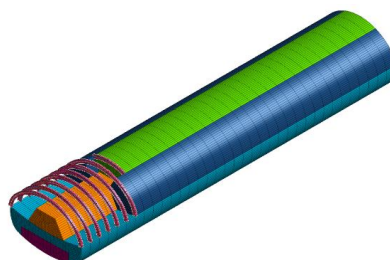
采用大型有限元分析软件 GTS 对结构施工过程进行仿真模拟，强度校核采用摩尔-库仑(Mohr-Coulomb)准则。



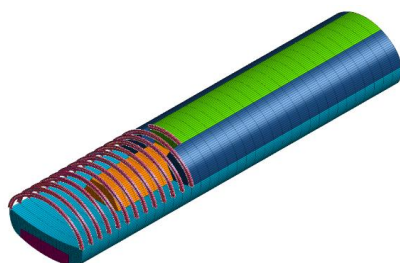
有限元计算模型



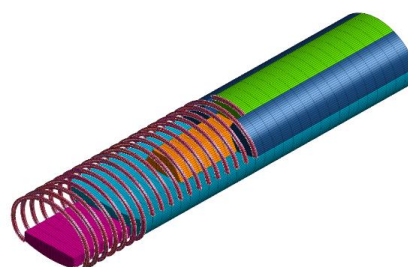
(1) 初始状态



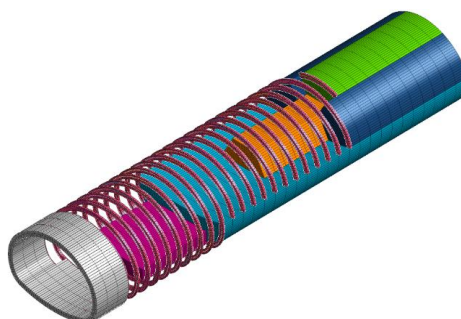
(2) 上导坑开挖支护



(3) 上导坑核心土开挖



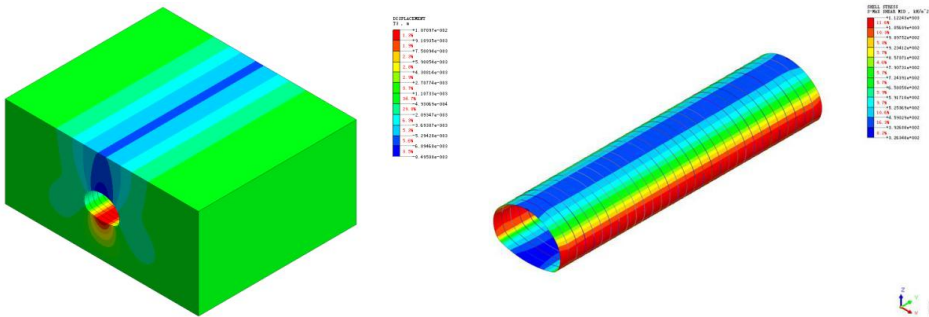
(4) 中导坑开挖支护



(5) 下导坑开挖支护、二衬浇筑

(3) 主要计算过程

位移计算结果:拱顶处最大沉降 2.07cm, 仰拱处最大隆起 1.66cm。初期支护应力计算结果:最大压应力 10.12MPa, 最大拉应力 0.78MPa。隧道施工引起的位移值及初期支护应力值均满足规范要求。



计算结果

5.3.13 大体积混凝土结构抗裂防渗设计关键技术

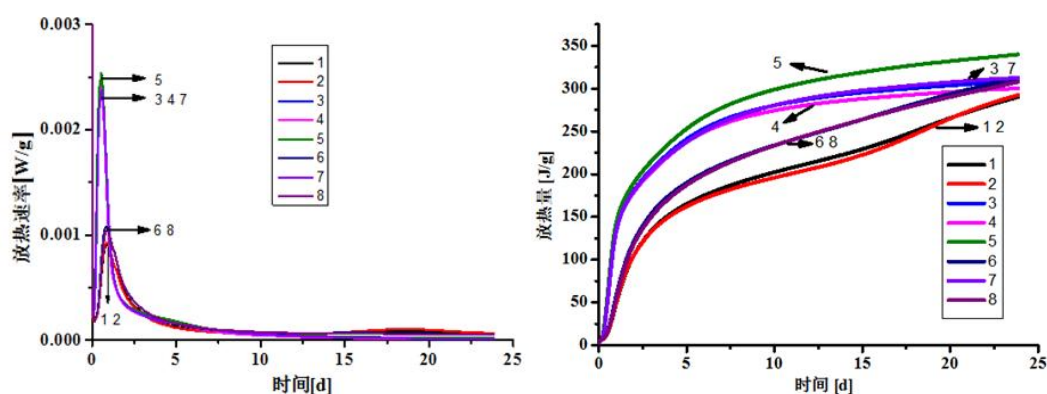
问题分析：根据地下工程行业对已建项目调研统计，主体结构容易在施工阶段出现裂缝，由此带来严重的渗漏问题。其渗漏主要为混凝土早期收缩开裂引起占总渗漏量的83.1%，其余为施工缝的处理不到位造成，而侧墙的开裂渗漏占总裂缝的87.8%。

凤凰山隧道采用明挖形式，混凝土矩形结构厚度较大，单次浇筑的混凝土方量多内部水化热难以迅速释放。同时，由于项目工期推进速度快，施工单位很难严格控制工艺流程，为此大体积混凝土的浇筑裂缝控制成为隧道工程建设成败的关键，形成了“十隧九漏”让后期管理单位不断诟病的现状。

对策措施：针对目前隧道工程的现状，结合我司已经应用实施诸多项目实践经验，通过采用混凝土原材料优选、配合比优化、施工工艺改进等成套技术措施，可以减少甚至完全避免结构混凝土收缩裂缝的出现。

	原有技术	项目实施方案	
混凝土配合比	粉煤灰矿粉双掺	侧墙单掺粉煤灰	配比优化 侧墙去除矿粉 降低水泥用量 去除防水剂 ↓ 开裂风险降低10%
主要措施	掺加防水剂	双重调控抗裂技术	功能材料 水化热调控 膨胀剂 ↓ 开裂风险降低25%-35%
入模温度	不控制	夏季略微控制 (原材料遮盖、夜间浇筑等)	施工养护 合理选择浇筑长度 略微控温、保温 ↓ 开裂风险≤0.7
浇筑长度	根据设计：20~35m	根据施工季节 根据计算确定	
拆模时间	1d	≥3d	

大体积混凝土抗裂技术总体方案



不同配比净浆放热速率曲线

不同配比净浆早期累积热量曲线

5.3.14 科技前沿：融雪桥面新技术

问题分析：本标段桥梁占比较大，达到全线的 49%。区域冬季桥面易遭受冰雪的危害，降雪较大时桥面基本呈冰雪路面状态，冰雪使路面附着系数大大降低，导致汽车打滑、制动距离显著延长，甚至刹车失灵、方向失控，造成严重的交通事故，项目里程长，冰雪天气道路养护部门对桥面结冰、积雪的清扫也较为困难，这些问题成为道路交通安全和人民生命、财产安全的重大隐患。

对策措施：

目前国内路面融雪化冰技术仍以机械法和化学融雪剂法为主。然而机械除雪法和化学融雪剂除雪法会造成路面结构及附属设施破损、钢筋锈蚀、土壤和水环境污染等。采用机械法和化学融雪剂法均为“被动式”除雪法,清除冰雪过程中需要占用行车道或封闭交通影响道路正常运行。因此,结合本标段桥梁占比大的特点,提出更为高效环保的主动融雪化冰路面技术

1、自应力弹性铺装路面

自应力弹性铺装路面主要是通过路面铺装材料内添加一定量的弹性颗粒材料,改变路面与轮胎的接触状态和路面的变形特性,利用弹性材料局部变形能力较强的特性,通过路面在外荷载作用下产生的自应力,使路面冰雪破碎融化,从而有效抑制路面积雪和结冰。

弹性材料多指由废旧轮胎加工而成的橡胶颗粒。这不但可以有效提高路面的除冰雪

能力，提高道路安全性和运行效率，而且为废旧弹性材料的回收利用提供科学、合理的新途径，利于环境保护，节省资源。

2、低冰点沥青路面

低冰点沥青路面是在路面铺装材料中掺加抗冻消融化学材料，通过毛细作用化学材料缓释溶出，达到路面冰点下降和冻结体破坏的目的，从而在一定程度上降低路面水的结冰率。由于融雪化学材料混入的是整个铺装体，即使表面层被不断消耗，体内的化学材料也会不断出现，能保持冻结抑制效果的持续性。

低冰点填料目前主要有两种使用途径：

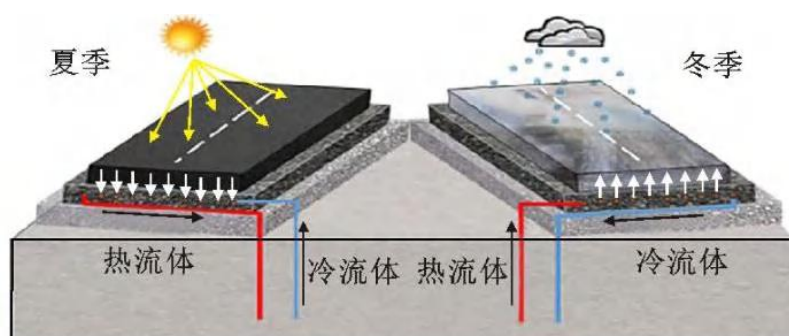
①针对新建路面将其以填料的形式替代矿粉掺入沥青混合料中，制备得到具有融冰化雪、抑制冻结功能的沥青混合料，进而铺筑低冰点填料路面；

②针对在役路面以乳化沥青类材料为基础,通过掺加改性剂、助剂及低冰点填料,制备具有融雪和降黏功能的沥青路面低冰点养护层。

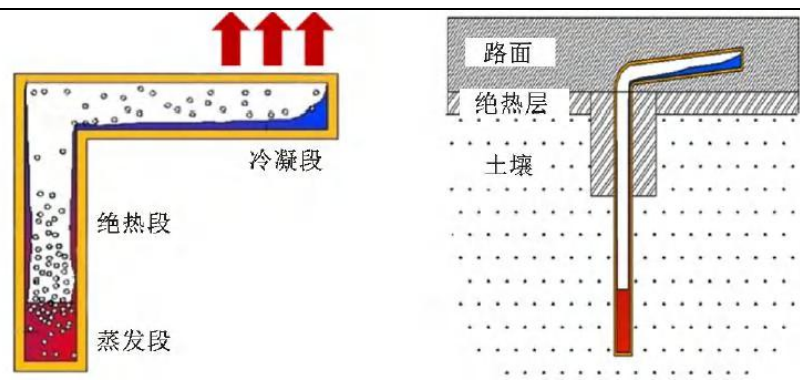
3、能量转化路面

能量转化式融雪化冰路面是指在路面结构内部埋设一定数量的传热管线或导热体，将外部能量转化热能输入路面，并通过路面内部热量传导加热路面表面，进而融雪化冰。该项技术提高了能源利用效率，且清洁环保。

目前的能量转化式融雪化冰路面有流体加热路面、热管加热路面及电加热路面等。



流体加热路面系统



热管加热路面融雪系统

4、不同类型主动融雪路面技术性能对比

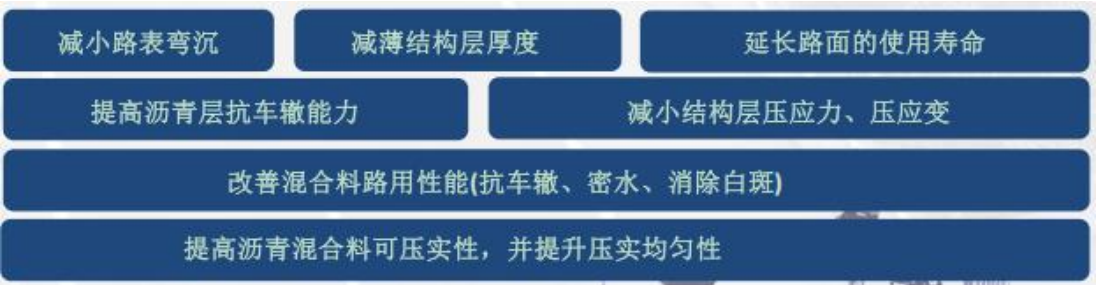
不同类型主动融雪路面技术能对比

路面类型	除冰雪效果	使用温度范围	系统可控性	长期稳定性	节能环保性	建设成本	运行成本
自应力弹性铺装路面	中	中	中	中	优	优	优
低冰点路面	良	良	良	良	良	良	优
能量转化式路面	优	优	优	优	良	中	良

5.3.15 创新驱动：路面新材料的研究与应用

1、高模量沥青混合料

高模量剂作为添加剂与沥青、集料、矿粉拌和成型，满足设计空隙率小、高模量、抗车辙、密水等要求的沥青混合料.江苏省在京沪高速公路新沂至淮安段改扩建工程、洋口港至南通高速公路（洋口港至如东城区段）、盐城至洛阳高速公路（宿城至泗洪段）等项目均有应用；江苏省累计应用规模超 1000 车道公里。



高模量沥青混合料的优点

复合高模量沥青混合料技术要求

实验项目	技术标准
空隙率（%）	1.5～2.5

实验项目		技术标准
冻融劈裂强度比 TSR (%)		≥80
60℃车辙动稳定度 (次/mm)		≥8000
70℃车辙动稳定度 (次/mm)		≥3000
小梁低温抗裂试验的弯曲破坏应变 (μ ε)		≥1900
动态模量 (MPa) ①	15℃ 、10Hz	≥15000
	45℃、10Hz	≥4000

2、排水降噪沥青路面技术

排水沥青路面：指压实后空隙率在 13%~20%左右，在混合料内部形成排水通道的新型沥青混凝土面层。降噪路面：指在普通沥青混合料中掺入降噪添加剂，可有效降低轮胎与路面摩擦所产生的噪音及由空气挤压排气而形成的反射音，并吸收由车辆承载挤压沥青混凝土造成的骨料间摩擦的噪音。

排水路面核心技术：

- 混合料设计与性能评估：透水性能与录用耐久性能的平衡设计；关键性能评估
- 施工质量控制：现场拌合生产工艺；摊铺碾压工艺与检评标准

降噪路面核心技术：

- 混合料设计
- 降噪效果评价研究



排水降噪沥青路面目前在宁靖盐、宁宿徐等高速公路养护工程中均有应用。

3、FCC 免养生水泥稳定碎石技术

可在 2-4 天即可实现 90%强度，在水泥稳定碎石碾压完成后直接进行上部结构层施工，在封闭的环境中快速达到与传统水稳相同要求的通车强度。提高施工连续性，减少

施工过程中道路通行安全隐患，大大提高施工效率。

- ✓ 无需 7 天保水养生即可进行下一道工序施工
- ✓ 快速达到基层要求的通车强度，实现 24h 快速通车
- ✓ 工艺简单，掺加添加剂后与传统施工工艺基本一致
- ✓ 节约养生及安全管控费用，降低通车安全隐患
- ✓ 强度提升同时内部膨胀抵消温缩与干缩裂缝，裂缝数量减少

FCC 免养生水泥稳定碎石技术特点

4、岩沥青改性沥青混合料

天然沥青是经过长达亿万年的沉积、变化，在热、压力、氧化、触媒、细菌等的综合作用下生成的沥青类物质。如天然岩沥青中，氮元素以官能团形式存在，使岩沥青具有很强的浸润性和对自由氧化基的高抵抗性，特别是与集料的粘附性及抗剥离性得到明显的改善。岩沥青本身的软化点达到 300℃ 以上，加入到基质沥青后，使其具有良好的抗高温、抗老化性能。使用高灰分岩沥青制备的 BRAC-20 混合料动稳定度可提高 20～40%，在抗车辙性能方面具有明显的优势。

岩沥青应用情况一览表

序号	工程名称	规模	施工时间	使用情况
1	江广高速公路改扩建工程	260km（车道公里）	2016 年 12 月	路面平整无病害，且保持着较好的抗滑性能。
2	盐靖高速公路养护工程	7.1km（车道公里） BRMA-13: 27742.5m ² BRAC: 17876.5m ²	2015 年 12 月	表现出较强的抗车辙能力，具有良好的耐久性。
3	宁杭高速养护工程	6.5km（车道公里） BRMA-13: 24187.5m ² BRAC: 19312.5m ²	2016 年 11 月	抗车辙性能及高温稳定性能表现明显

5、抗车辙剂

为了预防路面车辙的产生，近年来国内外先后研发出减缓沥青混合料车辙形成的外掺添加剂来应对这一问题。

采用聚乙烯（Polyethylene，简称 PE）类热塑性树脂作为主要成分制备了抗车辙剂，

可以通过集料表面的增粘、加筋、填充以及沥青改性、弹性恢复等多重作用而大幅提高沥青混合料的高温稳定性。

- ✓ 不同于以往的 SBS 改性剂，可直接添加到混合料中
- ✓ 由工厂批量预制，使用和存储方便
- ✓ 不存在 SBS 改性剂等需要工地改性的缺点，可以充分的保证改性质量
- ✓ 使用方便，按混合料质量 0.4%左右的用量，可直接定量投入拌合楼中，保证了按设计要求投放，并最大限度保证沥青混合料的改性效果。
- ✓ 掺入抗车辙剂以后，混合料的其动稳定度指标可以超过 10000 次/mm，高温性能明显提高。

抗车辙剂技术特点

6、玄武岩纤维沥青混合料

纤维沥青混合料已被证明是解决沥青路面损坏问题的有效手段，在抗裂性能、高温性能等方面比聚合物改性沥青更具优势，而玄武岩纤维作为一种新型纤维，既拥有传统纤维无法比拟的性能优势，又可避免传统纤维在工程应用过程中出现的种种问题。同时玄武岩纤维的生产过程中并不会产生工业垃圾，符合我国建设环境友好型社会的要求。

玄武岩纤维应用情况一览表

序号	工程名称	规模	施工时间	使用情况
1	S333 省道仪征段改扩建工程	1km（车道公里）	2014 年 7 月	路面运行情况较好，路面病害较相邻路段其他类型沥青混合料路面少，路面性能稳定。
2	扬州仪征市闽泰大道建设工程	3.9km（车道公里）	2014 年 5 月	几乎未出现路面病害，路面性能稳定，使用状况良好。

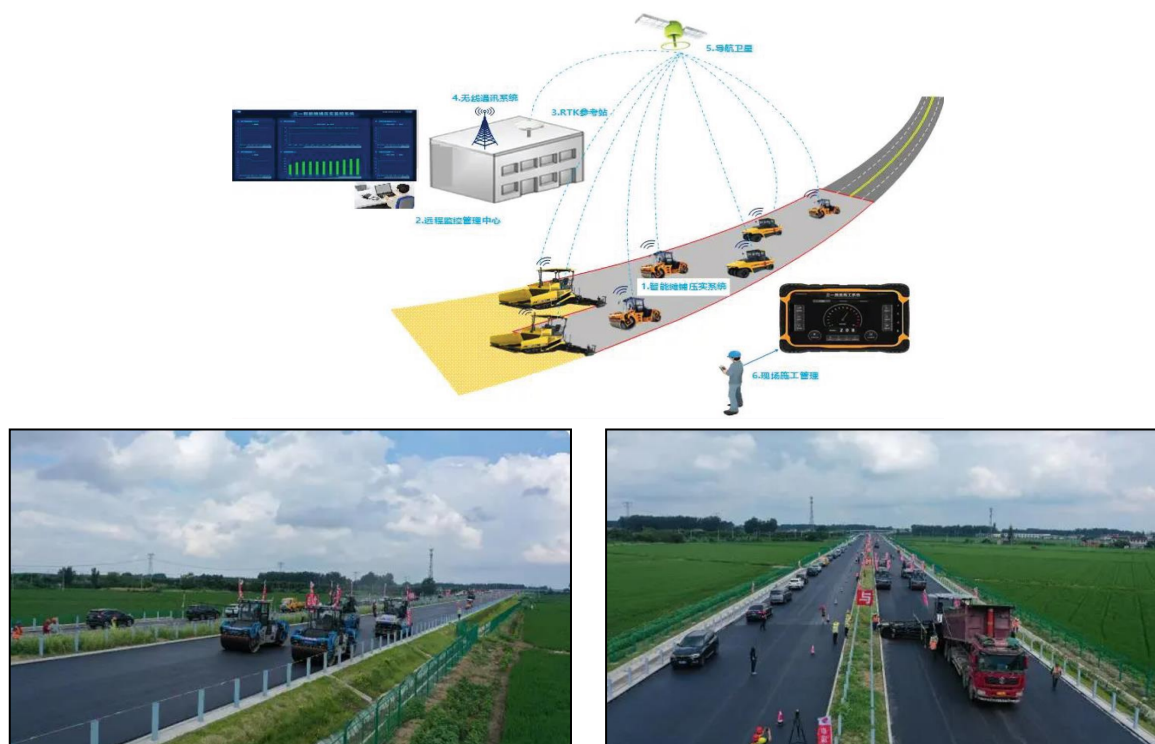
5.3.16 技术创新：路面无人摊铺施工技术

问题分析：在项目施工建设过程中，传统施工方案存在人工检测覆盖面不全，无全过程监管等问题，检测滞后会带来一系列安全隐患，为工程的施工带来了诸多不安全因素，因此传统摊铺方式的变革迫在眉睫。

对策措施：

1、路面无人摊铺技术特点

针对路面水泥稳定碎石基层及面层的施工，采用北斗高精定位+智慧无人摊铺碾压及快速检测技术，可以全面解决项目施工建设过程中人工检测覆盖面不全、无全过程监管等问题，避免因检测滞后出现质量隐患。



无人摊铺技术

2、路面无人摊铺技术一实施方案

采用高精度定位技术、无线通讯技术、智能压实技术和高级控制算法，组成具有自动驾驶功能的压路机群，实现数字化施工与管理。无人压路机通过北斗高精度定位技术确定压路机的空间位置和姿态信息，按照提前设计的工艺参数和路线信息进行标准化碾压作业。同时，无人压路机安装的雷达、激光、视频等传感器设备能够实时感知周边环境信息，实现避障停车和重新优化调整路线，确保安全作业。

5.3.17 低碳革新：碳化技术助力软弱地基加固

问题分析：项目区域内水库、塘坝星罗棋布、圩田众多。沿线河塘清淤后大量的淤泥不宜用作路基填料，经传统石灰、水泥改良后土质条件仍较差，且水泥的固化过程产

生大量碳排放。活性 MgO 是有效的水泥替代品，经碳化后淤泥可以取得良好的固化效果，且实现了二氧化碳循环利用，具环境效益。

结合目前深厚软弱地基复合桩的加固技术和 MgO 碳化加固方法中存在的不足，需立足于工程建设快速发展的现状和新型碳化加固地基方法的优势，寻求可以满足加固深度和强度需求的新型地基处理方式。

目前常用处理方案

类别	浅层软弱地基	深厚层软弱地基
方案	换填、强夯、堆载预压、化学固结、土工合成材料加固等。	水泥/诗会搅拌桩法、钢筋混凝土桩和钻孔灌注桩法等
活性 MgO 的应用	通过就地搅拌掺入活性 MgO 固化剂进行处理使浅层软弱土土体强度提高，快速达到地基承载力要求。	尚无

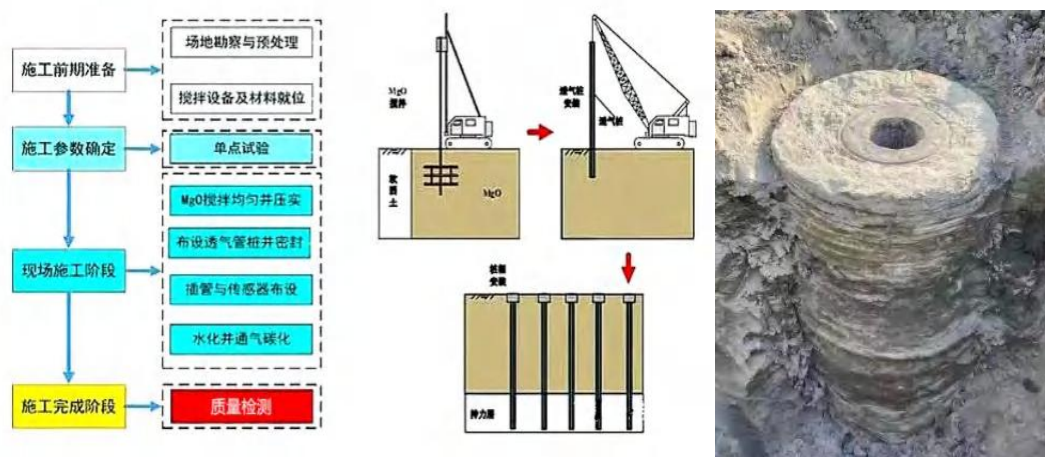
对策措施：

1、浅层软弱地基碳化加固方案

针对浅层软弱土处理的特点，通过材料试验、模型试验、现场试验和理论分析，系统研究了活性 MgO 原位整体碳化快速加固浅层软弱土的加固效果、微观机理、施工工艺和装备；提出一套集场地预处理、固化剂氧化镁的均混搅拌、混合土压实、通气管道布设和密封膜铺设以及通气碳化等工序为一体的浅层软土地基处理技术。

2、深厚软弱地基碳化加固方案

碳化搅拌桩-透气管桩复合地基（CMP）：将由透水混凝土制成的透气管桩置于 MgO 水泥土搅拌桩内部，使 CO2 气体通过透气管桩扩散至 MgO 搅拌土中，对透气管桩周围的 MgO 搅拌土进行碳化，形成碳化 MgO 土搅拌桩。由于该方法通过透气管桩进行通气，碳化深度不受制约，同时出气通道分布较为均匀，预期对桩周搅拌土的碳化效果也较均匀，可以有效避免碳化搅拌桩桩体强度不均的现象。



5.3.18 环保领航：低扬尘路基路面施工填筑技术

问题分析：项目区域分布众多水库、塘坝，路基施工对环保要求高，因此路基路面材料设计和结构设计关注环保、扬尘等性能。



沿线水库、塘坝分布图

对策措施：

路基填料的选择对于是否扬尘影响重大，同时路基施工过程中土方挖掘、材料堆放、运输车辆进出施工场地、灰土拌和等环节都容易产生大量扬尘，根据扬尘来源采取针对性措施：

1、土方及路基施工防尘

路基路面施工路段两侧设置围挡；填筑时及时压实，未完工路面及时洒水，避免大风天气施工；路基灰土可采用厂拌现场仅进行碾压，及时洒水养护避免表面砂化。



现场碾压成品灰土



路基顶部铺布养护

2、材料堆场防尘

控制料堆垛的堆存高度，在堆场四周设置围挡防风，合理安排堆垛位置，必要时在堆垛表面掺外加剂或喷洒润滑剂使材料稳定，减少可能的起尘量；土方、黄沙堆场定期洒水并配备篷布遮盖，石灰、水泥应贮存在封闭的堆场内；合理调配物料的进出场，尽量减少堆场的堆存量和堆存周期。

3、运输车辆防尘

施工便道路面应夯实，配备洒水车定期洒水；散货物料的运输采用密闭方式，运输路线尽量避开村庄集中居住区。同时，在工地的出入口设置自动洗车装置、洗轮池。对进出运输车辆实行登记制度，所有运输车辆进出必须冲洗，严禁带泥土上路、严禁超载；运送渣土的车辆必须有遮盖和防护措施，防止圾尘土飞扬。



施工便道



洗车台

4、灰土拌和防尘

灰土拌合采用集中站拌方式，拌和站四周设置围挡防风阻尘；拌合设备采取全封闭作业并配备除尘设施。

5、降噪措施的实施

施工期尽量采用低噪声机械设备，经常对设备进行维修保养。设置 2m 高度的实心围挡遮挡施工噪声，避免夜间施工。利用现有道路进行施工物料运输时，注意调整运输时间，尽量在白天运输。且应减速慢行，禁止鸣笛。

5.3.19 智慧设计：全生命周期 BIM 正向设计

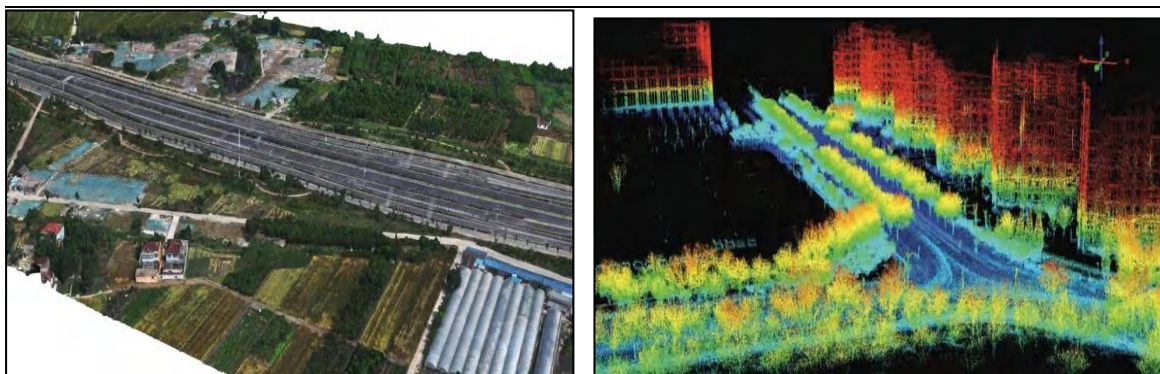
问题分析：传统基于图纸翻模还原的 BIM 设计，图纸在“提资”BIM 以后，仍旧有可能不断修改和优化调整，而翻模的进度无法及时跟上二维设计的调整频率，导致设计进度和 BIM 工作普遍出现脱节现象。因为逆向 BIM 设计的作用是提升设计质量，所以逆向 BIM 设计往往在设计阶段结束时被终止，BIM 的全生命周期应用特点无法发挥；另一方面，逆向 BIM 设计的成果并不具有足够的公信力，也不存在不得不继续演化该模型的特殊价值，因此在设计阶段结束后，招标采购、施工等参与方，往往选择重新建模。重新建模的成果，也具有相应的设计成果校验功能，而且可能更适应虚拟建造的诉求。设计阶段做逆向 BIM 设计，其作用被逐渐局限在设计机构的质量自保层面，这导致 BIM 在设计阶段的价值逐渐衰减。

对策措施：

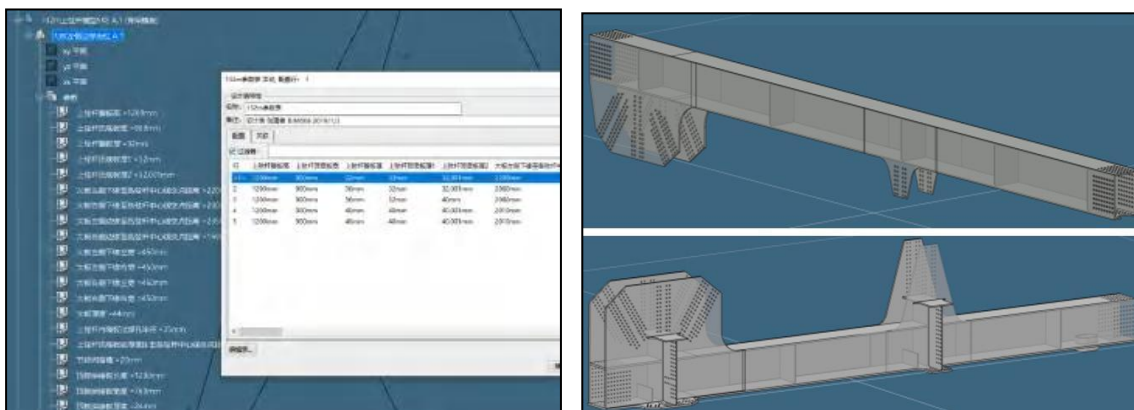
本标段采用 BIM 正向设计，实现道路、桥梁、交叉、交通安全设施、管理设施及其他沿线设施等全过程数字化设计，在设计阶段同步进行基础设施数字化相关的传感器预埋设计。

工可阶段，通过地形数字模型、航拍影像等，确认控制因素，生成平、立、剖面图纸，对方案进行初步分析、优化和验证。在初步设计阶段，通过 BIM 模型进行三维参数化设计，实现结构分析、性能分析和工程算量分析等功能，提高方案设计的效率和质量。

在施工图设计阶段，通过 BIM 模型进行精细化设计，实现图纸审核、方案模拟和成果展现等功能。



环境数据采集



数字化设计

在未来施工阶段，BIM 模型可用于数字化建设管理平台辅助管理，在施工模拟、进度管理、质量管理、安全管理等方面加以应用。运营阶段，可结合感知设备打造基于 BIM 的综合管理平台，实现项目的全面感知及综合信息呈现。

5.3.20 智慧建造：智慧建造智慧工地

问题分析：传统工地存在人员管理难度大、信息更新不及时、安全无保障、环境污染等问题。

对策措施：

本标段进行智慧工地建设。智慧工地系统分为前端数据采集子系统、网络传输系统和后端集中管理平台三大部分。前端数据采集子系统可以实时准确地将施工机械运行状况、工地现场环境、进出工地人员信息和施工管理人员工作情况采集并上传后台管理系统；网络传输系统结合施工工地实际情况，采用无线技术将前后端数据准确无误、无延时地传输；后端集中管理平台能够汇聚各子系统数据，过滤出有效信息，以直观可视化的方式提供给项目管理者，帮助其管理和辅助决策。主要有以下几个特点。

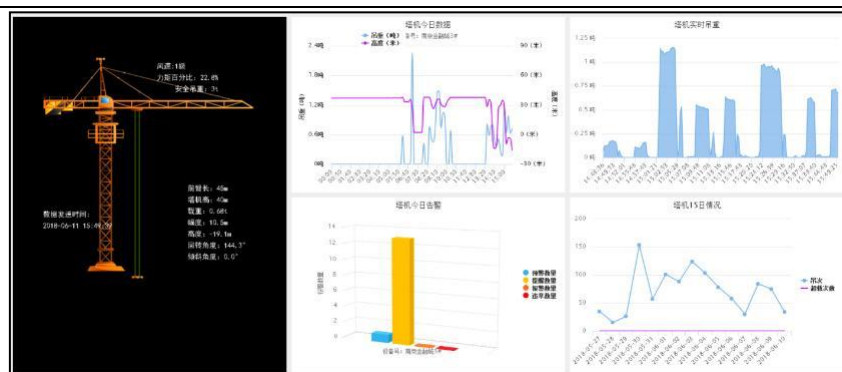
一是工地信息化。通过智慧工地项目的实施，可以将施工现场的施工过程、安全管理、人员管理、绿色施工等内容，从传统的定性表达实现定量表达，实现工地的信息化管理。通过物联网的实施，能将施工现场的塔吊安全、施工升降机安全、现场作业安全、人员安全、人员数量、工地扬尘污染情况等内容进行自动数据采集，危险情况自动反映和自动控制，并对以上进行数据记录，为项目管理和工程信息化管理提供数据支撑。



智慧工地平台

二是管理全方位化。通过对人、物、环境不安全要素的监测与管理，提高安全管理的成效。智慧工地项目中的塔机监控系统、施工升降机监控系统通过自动化物联网系统的实施，能够自动根据设备的工况对现场的超载、超限，特种作业人员合法性、设备定期维保等内容进行自动控制和数据上报，实现对物的不安全状态的全过程监控。深基坑、高支模等自动化监测系统的应用能提前发现各重大危险源的安全状况，能更早的发现安全隐患，提醒项目部在发现安全隐患时做出针对性的技术解决方案，从而规避安全风险，并进一步节约成本，减少不必要的浪费。





塔机安全监控

易检系统、移动巡更系统、工地视频监控系统、人员定位等管理系统可以自动对环境的不安全因素进行实时跟踪，从而可以提前发现安全风险，规避安全事故，减轻安全责任。

人员实名制、VR 安全教育、工地进场前的安全教育、无线 WIFI 的安全教育等内容相结合，可以进一步提高项目部工人的安全意识，提高安全技能，规避安全风险，而实现对人的不安全行为进行安全管理。



人员安全管理

三是平台集中化。智慧工地云平台可以将施工现场应用的各子系统进行系统集成，通过智慧工地云平台集中展现各子系统的信息化数据，一目了然的了解施工现场的信息化应用内容，并能实现数据穿透性查看，自动搜集和汇总各信息化数据，通过分级管理，自动进行数据筛选，对项目部的安全管理和质量管理等进行综合分析，为本项目管理的信息化管理提供支撑，同时成为公司在管理同类项目的设备和人员安排，施工进度安排和资金投入等提供数据支撑。

四是数据集成化。智慧工地建设是一个数据高度集成的过程，可以将各个子系统的应用，通过物联网、云平台 and 大数据以及 internet 网络，集成各个子系统的应用，实现同步显示，同步查看，同步汇总，避免了多账号、多系统的重复登录过程。



视频 AI 解析平台效果图

5.3.21 智慧建造：智慧梁场

问题分析：传统梁场无法对梁场人员组织、材料管理、设备监管、工序管控、环保管理、构件运输等流程进行集成化、可视化、精细化管理，容易造成资源浪费，降低生产质量和效率。

对策措施：

本标段进行智慧梁场建设，打造集约化生产的模式，实现预制构件生产的标准化、工业化和智能化，优化资源配置、提高生产效率，实现永临结合和绿色生产。



智慧梁场综合管理平台

智慧梁场通过物联网、互联网、云计算、智能传感等技术，全面感知梁场各施工环

节信息，实现各子信息系统间的信息共享和协同运作，实现梁场作业互联协同、辅助决策、智能生产、科学监管等功能，集成全流程质量管控、人员管理、视频监控、环保监测等功能模块，并与智慧工地进行有效信息融合。

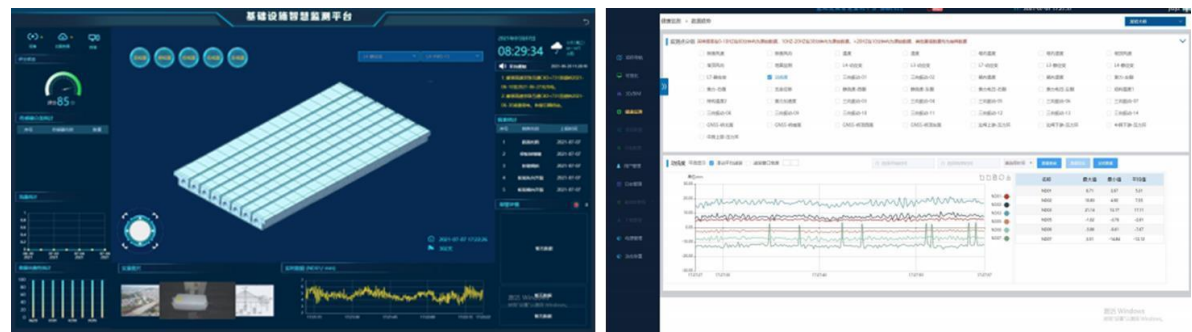
5.3.22 智慧养护：基于大数据桥梁健康监测与养护

问题分析：对于桥梁检测与养护，一直都是管理部门的重点工作，对于特殊位置如桥梁支座的巡检，人工检测不仅具有危险性，同时又费时费力、实时性差，外观肉眼检测不能提供可靠的损伤证据，而钻孔检测对桥梁结构有一定的损害且检测精度受钻孔位置的制约，难以准确全面反映桥梁的整体健康状况。

对策措施：

随着科学技术的发展，综合现代测试与传感技术、物联网技术、信号处理和分析技术、数学理论和结构分析理论等多个学科领域的结构健康监测系统，可极大地延拓桥梁的监测内容，并可连续地、实时地、在线地对结构“健康”状态进行监测和评估，对桥梁的运营安全和提高桥梁的管理水平具有极大的指导意义。并能有效地提供桥梁结构运行管理的科学依据，显著提高结构的整体管理水平，能够最大限度地确保结构安全运营、预诊断结构病害和延长结构使用寿命。

本标段采用基于大数据桥梁健康监测系统，通过传感器采集数据，能在保证桥梁状态不被破坏的前提下，快速、直观地监测桥梁内部状态。



大数据桥梁健康监测与养护系统界面

系统功能说明：

1、辅助桥梁日常管理及运营安全。桥梁遭受台风、地震、船撞、洪水、特殊车辆荷载等突发事件，通过对相关的内容的监测，实时掌握桥梁运营状况，有效保证桥梁的

安全；

2、及时发现损伤和安全隐患并进行预报警。利用监测数据，对比设计及规范的相关规定，直接对环境、荷载和结构关键构件的安全进行预警和评估，当超过预警值时可及时预警，并通知相关单位及时采取相应措施；

3、延长桥梁的使用寿命。通过监测数据，对灾害进行有效评估，给决策者提供相关依据，使运维方案等更加合理，提高桥梁的使用寿命；

4、为维护管理提供技术依据降低运营维护成本。合理配置桥梁养护维修资源，为降低桥梁运营维护成本提供科学技术依据，保证桥梁结构检查维修策略制订具有针对性、及时性和高效性；

5、为科学研究提供数据支撑。通过对桥梁结构的监测，获取结构应变的原始数据，为相关的科学研究提供相关数据和分析服务；

6、验证初始设计。验证桥梁结构的设计建造理论与方法，以及施工工艺，从而完善相关设计施工技术规程，提高结构设计及加固方法的设计水平和安全可靠度，保障结构的使用安全，具有重要的社会意义、经济价值和广泛的应用前景。

5.3.23 智慧养护：基于 AI 视频路面病害识别与养护

问题分析：以往常用的检测方式是基于人工视觉做现场调查检测病害，但其不能很好的适应公路发展的要求，其问题在于成本高耗时长，现在我国公路网规模大，靠使用工程车辆低速行驶，用眼睛检测公路上的病害，为完成一段公路的调查需要相当数量的人力或耗费很长的检测时间。而且这种检测方法的精准度低，受到环境和检测人员的影响较大，天气因素会比较严重地影响路面病害观感，检测人员个人的主观因素也会干扰对路面病害的评定。于此同时，为了保障工作人员的安全，需要频繁封闭车道或路段，这对于道路的使用造成干扰。最后，工作人员长期处于半封闭状态的路段（如：封闭部分车道而其余车道仍有车流）开展检测工作，来往车辆和公路上的丢弃物都对其产生较大威胁。

对策措施：

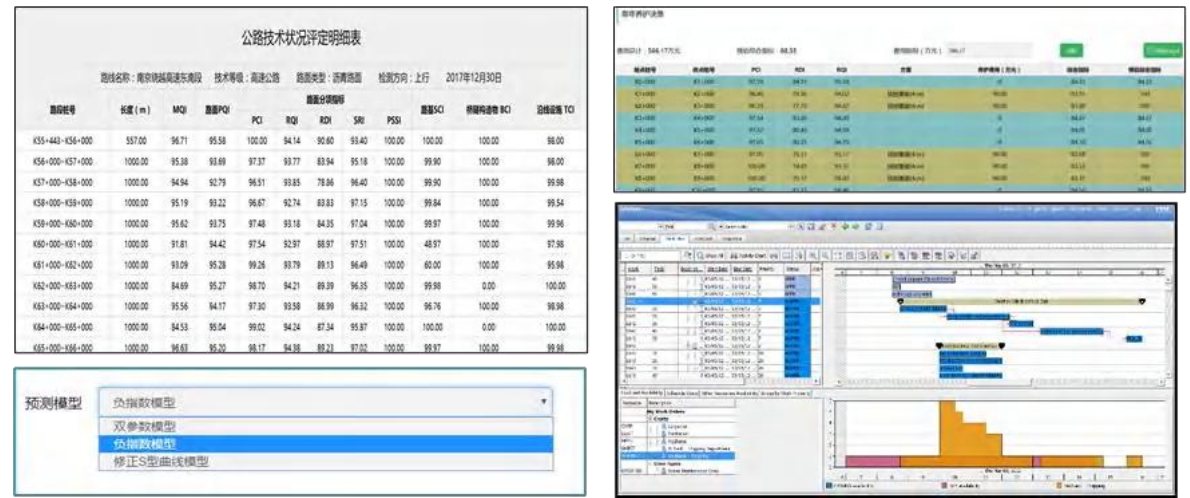
货车与其他车型之间速度、自重差异较大，易对路面及桥梁产生较大大压力并造成

路面破损。本项目采用 AI 视频技术对目标区域内路面进行监测，并利用视频高分辨率精确测绘道路结构、路况信息和可能存在的病害。以往一个路段的路面病害检测识别工作至少需要 10 人以上团队，每天工作 10 小时，从软件初筛再到人工抽检确认，整个周期约为 2 个月。



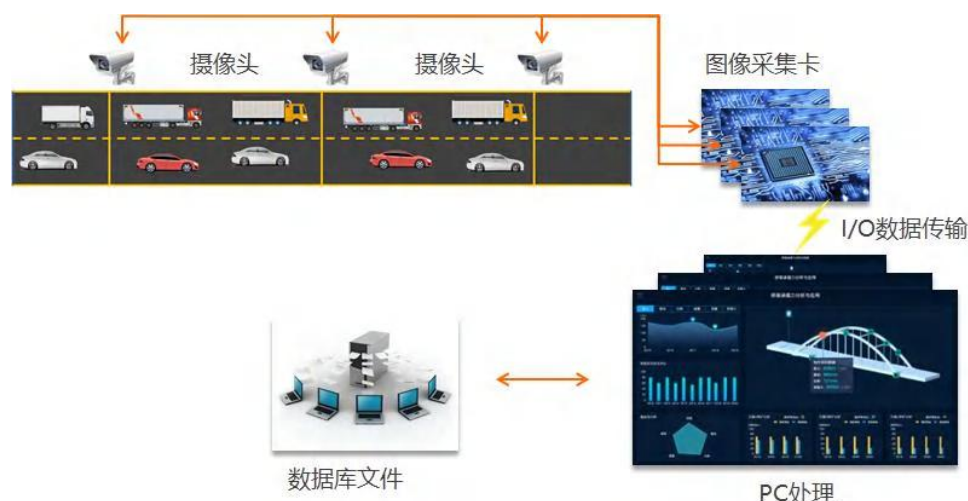
路面状况监测

同样数量的检测任务，凭借人工智能和视频采集技术几乎能在 5 天之内完成。基于 AI 视频路面病害识别与养护只需一台升级后的电脑，可以 24 小时无休完成识别任务，可极大减少企业在人员、电脑设备上的成本和时间成本，大大提高了养护企业的工作效率和盈利空间。并且，快速的识别运算采集速度，可以允许道路上的车辆正常行驶。这不仅保证了道路的通行能力，还保障了巡检人员生命安全。



数据综合分析及决策

该系统方案主要包含路面状态监测、数据综合分析、制定养护方案和执行养护项目四个部分。该系统旨在高效识别路面及桥梁上的裂缝、缺陷、腐蚀、结构的振动、结构的运动等一些病害内容，并通过收集大量路面监测数据，根据养护经费，帮助分析制订养护方案，让养护方案更加准确、合理。



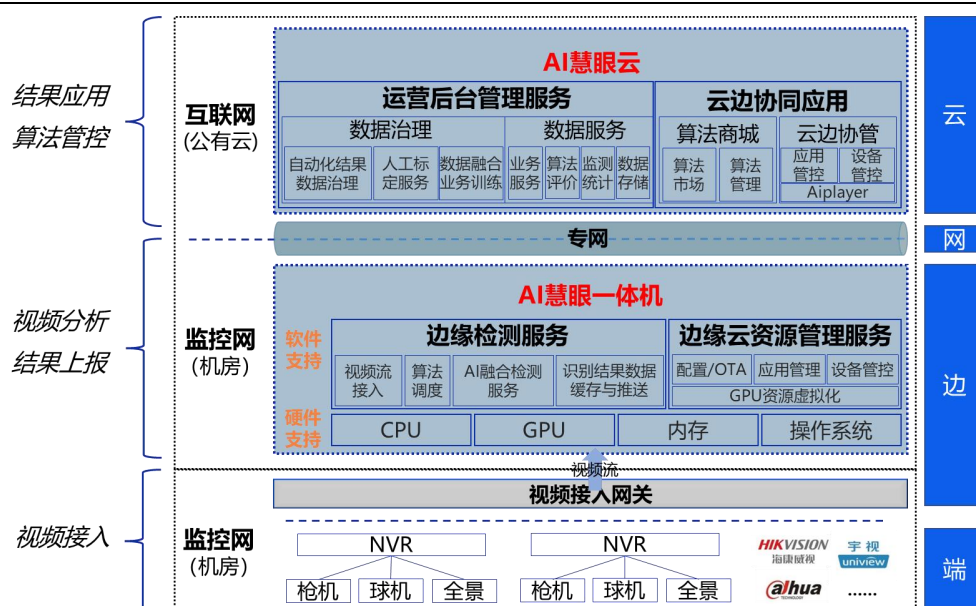
路面病害识别与养护系统流程示意图

5.3.24 智慧运营：公路交通事件视频自动检测

问题分析：安全隐患、异常事件难发现，事件处置不及时，事件信息未能有效记录与发布。

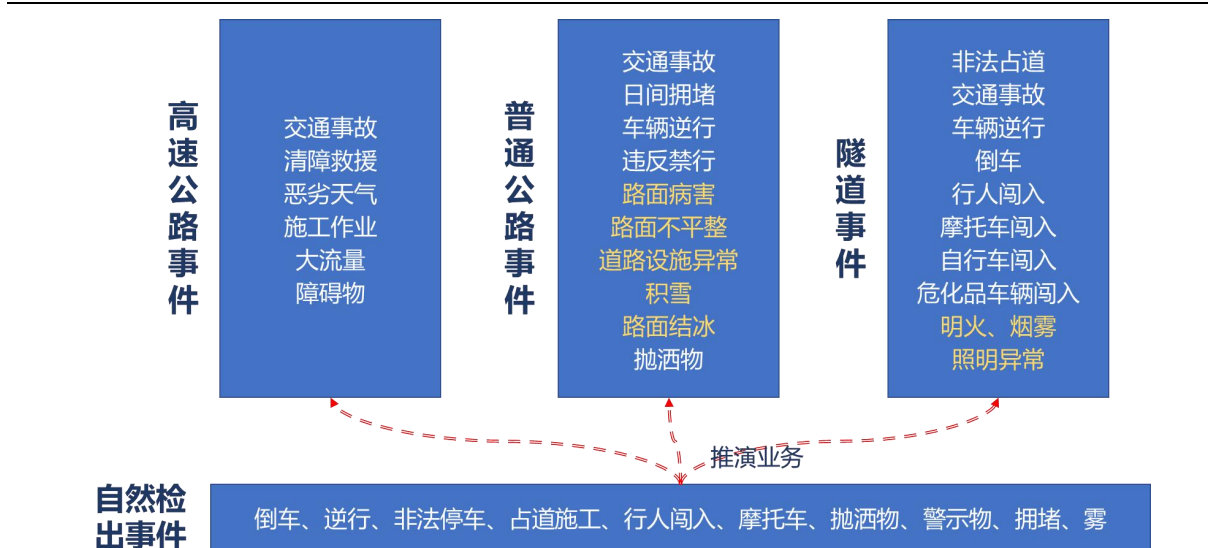
对策措施：交通事件视频检测系统根据采集的视频图像，对交通事件进行直接判断，准确而快速地检测交通事件是否发生，当交通状态处于异常情况时，交通事件视频检测系统自动报警，根据交通事件的发生地点信息，联动公安、消防、救护等部门，加快紧急救援和交通控制措施。

系统方案说明：



部署 AI 超融合一体机，通过视频接入网关获取沿线视频流，实时进行视频事件检测。检测出的事件数据通过 OTN 交通专网与 SD-WAN 实时上传至部署在业主大数据平台。

AI 超融合一体机支持视频流接入、GPU 资源调度、AI 视频分析、特情事件检测、事件数据存储、事件数据推送等功能。一台设备支持按需部署不同 AI 厂商算法，实现与算法厂商的硬件和算法解耦，支持不同类型的视频事件检测算法，包括：交通违法行为检测算法（异常停车、车辆逆行\倒车、慢速检测、行人闯入、非机动车闯入等），交通事件检测（交通事故、拥堵），路面抛洒物检测，恶劣天气检测，道路施工安全监管检测，广告牌安全检测等。



5.3.25 智慧运营：路产可视化全景视图

问题分析：传统路产管理方法，数据更新周期长，时效性差、成果单一，资料多而杂，专业性强，工作效率较低。

对策措施：

整合路产设施的实时监控数据，将相关数据自动分析结构性能状态，掌握其结构的安全状况，实现对日常交通设施的监视、检测、预测、分析及展示，建立交通状态可视化展示系统，实现对道路交通管理的宏观调控与指挥调度，为建设及养护管理决策提供支持。

系统功能说明：

基于三维实景+BIM 的数字公路体系采用移动道路测量系统获取的可视、可量、可挖掘的地面立体影像对序列与高分辨率遥感影像无缝集成的链接,将形成“天地一体化”的数字公路平台，实现公路数字可视化建库。在此基础上对可量测实景影像的测量与任意标注,并将其链接到其他专业数据库中,实现公路地理信息、专业台帐信息和可视化影像信息的有机结合，为各业务、应用和服务系统提供一个完全真实的数字公路平台,进而为项目路改建、养护、灾害的有效预测、预警、预报以及突发性事件快速处理提供决策支持及公众服务，实现项目路的信息化、可视化和智能化管理。

5.3.26 智慧运营：数字孪生辅助决策系统

问题分析：传统路网管理均为二维地图及非实时数据管理，可视性差，不直观；传统交通仿真是基于历史数据下的一种理想模型，忽略了现实中如行人、非机动车等因素的影响，评估决策缺乏真实、实时的数据基础。

对策措施：

数字孪生的三维场景重建技术使得监控视角与场景完美融合，仿佛在真实世界中以上帝视角在管控整条道路。宏观视角纵览整个区域的交通态势，中观视角了解片区交通流量，微观视角了解道路与路口的实时情况。基于数字孪生的交通场景为管理者提供了全新且全面的视角去把控从宏观到微观的交通的方方面面。大到车流人流到宏观统计，小的一起交通事件，都被集合在同一个数字孪生世界中。



数字孪生系统界面

系统功能说明：

本标段通过对高速公路三维场景重建、数字孪生数据融合技术、交通仿真技术，基于高精度路网，使得监控视角与场景完美融合，对高速公路实行全面预警、监控，并为道路规划提供支撑性数据。



数字孪生系统应用

采用雷视融合技术实现交通流全数字化，每一辆车，甚至每一个目标都用其多维数字信息来表示。采用无线实时感知技术，实时监测路面、桥隧的健康状态，数字化记录明确量化指标。集成路面、桥隧基本信息、监测位置图、大数据风险分析、报警处理记录等，实现公路全生命周期的数字化管理。



数字孪生事件监管

通过可视化手段来全面展示交通事件，可根据交通事件重要程度分级报警，并可联动周围监控资源，以多方位的视角去观察事件。通过数字孪生技术将现实场景和虚拟场景紧密的融合到了一起，真实再现事件处置全过程。



数字孪生在线实时仿真

从人、车、路、环境四者数据感知出发，基于实时在线仿真的结果，通过 AI 管控模型实时调整控制策略，结合不断采集的在网车辆状态变化，修正仿真模型的结果，形成一个实时采集-仿真预测-算法调优-再实时采集的循环系统。深度学习算法模型，多源数据参与决策，实现人、车、路统一协调。

5.3.27 智慧运营：应急指挥综合决策平台

问题分析：交通运输的核心是交通运输保障，同时针对突发事件也需要能建立联动机制，进行快速的协调处置，因此有必要建立应急指挥综合决策平台，提高道路交通应急事件的处置能力和处置效率。

对策措施：

按照“平战结合”的原则进行设计应急指挥综合决策平台，包括满足日常的应急管理工作需要，又能满足“战时”的应急救援工作需求。



应急指挥调度

在“平时”，应急平台主要完成应急的日常综合业务管理和对资源数据、预案等信息的维护管理，实现对于重大危险源的监管和对安全生产事故的综合预测预警，并通过模拟演练提升应急能力。

在“战时”，应急平台能够结合 GIS、GPS、大屏幕等手段，综合调用各类数据库的应急资源信息，进行辅助决策、调度指挥和总结评估，实现安全生产应急管理和协调指挥工作的信息化和智能化。

系统功能方案：

建设包含应急资源管理、应急预案管理、事故上报管理、应急值守管理及应急指挥协调等功能在内的一体化交通应急指挥综合决策平台。

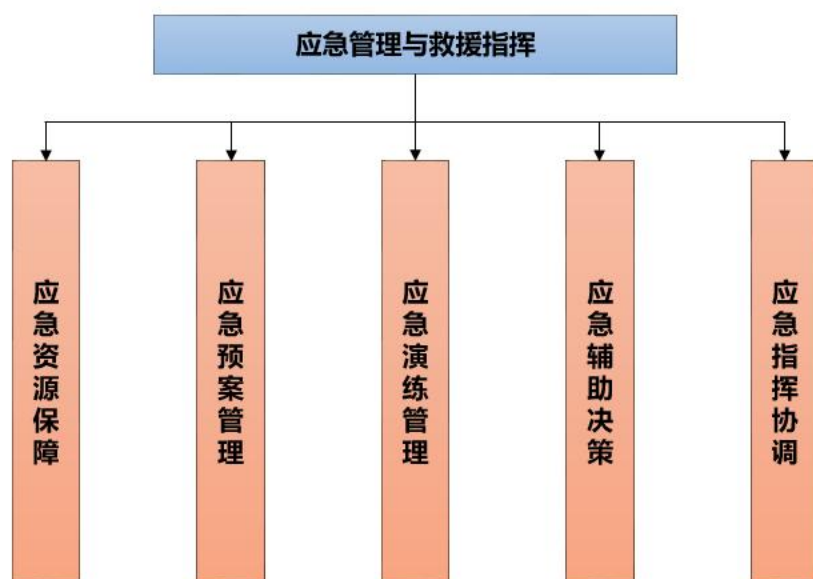
1、应急资源管理

应急资源管理系统主要是在建立集通信、信息、指挥和调度与一体的应急资源和资产数据库的基础上，实施对专业队伍、救援专家、储备物资、救援装备、通信保障和医疗救护等应急资源的动态管理，是对应急资源的基本信息、位置信息进行分类管理的综合性信息管理系统。包括对应急资源动态数据的获取、数据维护，要求能够准确地描述出资源的分布情况和使用情况，并能够实现对资源状态的监控及直观展示，还可以对应急资源进行监督管理，对资源情况进行分析形成资源保障计划，方便安全监管人员和应急指挥人员的使用。

从应用来说要求可与 GIS 地理信息系统互动，实现应急救援资源的灵活调度。通过 GIS 理信息系统，可以快速查找所需救援资源并查看基本信息，可以通过地理信息系统快速的查找到离事故地点最近的救援资源位置和基本信息。

2、应急预案管理

应急预案管理业务将对全省内各交通运输安全生产相关部门的总体应急预案、专项应急预案、部门应急预案进行采集、分类、备案、查询检索及打印，对预案进行动态管理。同时，可实现文本预案数字化的要求，遵循分级管理、属地为主的原则，建设“横向到边、纵向到底、科学有效”的应急预案管理体系。根据有关应急预案，利用生产安全事故的研判结果，通过应急平台对有关法律法规、政策、安全规程规范、救援技术要求以及处理类似事故的案例等进行智能检索和分析，并咨询专家意见，提供应对生产安全事故的措施和应急救援方案。根据应急救援过程不同阶段处置效果的反馈，在平台上实现对应急救援方案的动态调整和优化。



应急管理救援指挥架构

3、事故上报管理

为及时掌握安全事故的发生情况，更好地分析安全管理现状和发展形势，并采取针对性措施，加强安全管理工作，根据《国务院第 493 号令：生产安全事故报告和调查处理条例》的规定及有关加强有关加强安全管理履职考核工作的要求，必须对安全生产事故进行登记、备案、上报、管理和统计分析。

事故上报管理将建立事务提醒与信息发布审批机制，多途径提醒事故接报信息及时处理，确保事故上报信息内容的真实性、快速响应准确性。针对事故信息的管理，提供各类型信息分时段、分地域统计功能，提供综合查询分析结果。

4、应急值守管理

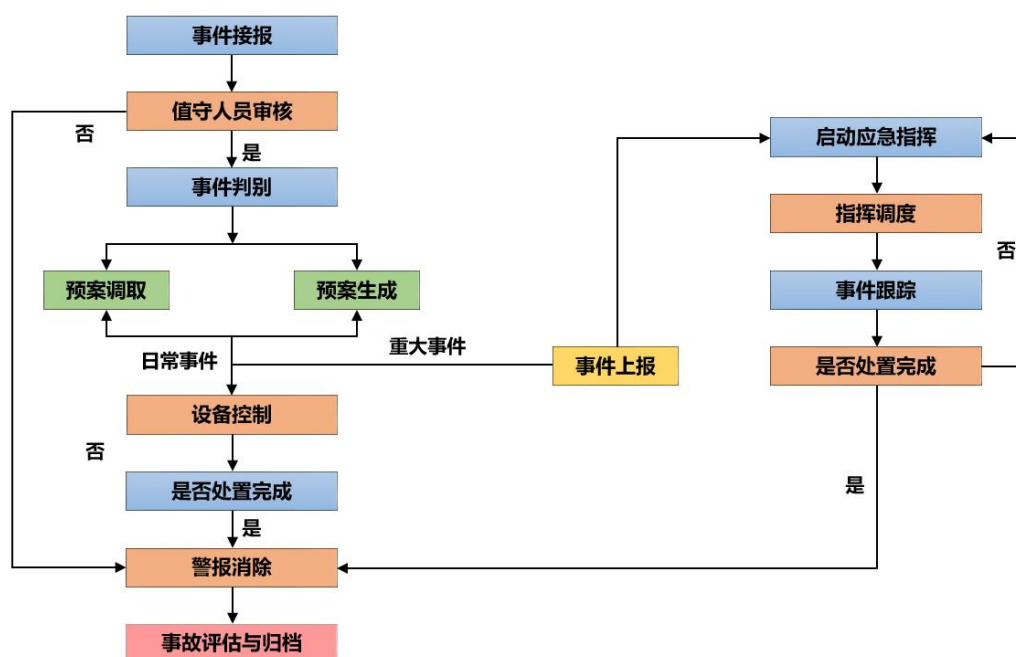
应急值守系统支持各种安全生产突发事件信息的接收和报送，对事件信息进行管理，以及向外界发布事故协调指挥过程和当前救援情况等信息。此外，应急值守系统还包括日志管理、排班管理、交接班管理等值班管理功能。

5、应急指挥协调

应急指挥协调主要面向应急指挥人员和现场应急救援人员，主要针对交通类突发事件，按照应急管理的流程需要相关部门及时进行处理，系统提供对事件信息和应急资源信息进行空间分析，为调度指挥提供依据，结合电话、短信等通讯调度手段，实现高效

的应急指挥。

在应急事件处置过程中，整个应急体系内的各成员保障单位，需按照统一指挥统一方案部署及时有效地开展各自工作。在方案实施进行中，各单位与指挥调度中心以及各单位之间快捷及时的信息联络是整个应急处置工作顺利开展的基本保障。



事件处置与应急指挥流程图