南京都市圈环线高速公路

桥林至苏皖界段工程

工程可行性研究报告

（简本）

二〇二六年七月

目 录

第1章 概述 1-1
1.1 项目概况 1-1
1.2 项目单位概况 1-4
1.3 编制依据 1-5
1.4 主要结论和建议 1-6
1.4.1 项目功能与建设必要性 1-6
1.4.2 交通量预测与技术标准 1-6
1.4.3 路线起终点、走向、主要控制点及建设规模 1-7
1.4.4 建设时机 1-8
1.4.5 要素保障 1-8
1.4.6 工程可行性 1-9
1.4.7 运营有效性 1-9
1.4.8 财务合理性 1-10
1.4.9 综合评价 1-11
1.4.10 风险可控性 1-12
1.4.11 问题与建议 1-13
第2章 建设背景和必要性 2-1
2.1 规划政策符合性 2-1
2.1.1 规划衔接性分析 2-1
2.1.2 政策符合性分析 2-7
2.1.3 交通发展规划 2-10
2.2 项目建设必要性 2-21
2.3 需求分析 2-27
2.3.1 项目功能定位 2-27
2.3.2 交通量分析 2-32
2.3.3 交通量预测 2-48
2.4 建设内容和规模 2-74
2.4.1 技术标准及规模 2-75
2.5 产出方案 2-77
2.5.1 通行能力计算 2-77
2.5.2 服务水平分析 2-78

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 区域地形、气候、水文、地质 3-1
3.1.2 制约建设方案的其他主要因素 3-1
3.1.3 筑路材料及运输条件 3-7
3.1.4 拟建项目与相关路网的衔接 3-13
3.2 项目选址或选线 3-18
3.2.1 建设项目起终点论证 3-18
3.2.2 走廊方案拟定 3-25
3.2.3 路线方案比选 3-25
3.2.4 推荐路线方案 3-30
3.3 要素保障分析 3-30
3.3.1 土地要素保障 3-30
3.3.2 资源环境要素保障 3-38
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 总体目标和思路 4-1
4.1.3 研究技术路线 4-4
4.2 设备方案 4-4
4.3 工程方案 4-5
4.3.1 起终点及主要控制点 4-5
4.3.2 规模、标准及主要技术经济指标 4-5
4.3.3 路基工程 4-7
4.3.4 特殊路基 4-17
4.3.5 路面工程 4-20
4.3.6 桥涵工程 4-25
4.3.7 交叉工程 4-34
4.3.8 交通工程及沿线设施 4-46
4.3.9 绿化景观 4-48
4.3.10 环保工程 4-54
4.3.11 主要工程数量表 4-61
4.4 用地征收补偿（安置）方案 4-62
4.5 数字化方案 4-63

4.5.1 实施依据 4-64
4.5.2 总体目标 4-64
4.5.3 分阶段实施目标 4-65
4.6 建设管理方案..... 4-90
4.6.1 建设组织模式和机构设置..... 4-90
4.6.2 建设质量和安全管理..... 4-91
4.6.3 新材料、新设备、新技术、新工艺..... 4-93
4.6.4 实施方案 4-95
4.6.5 招标方案 4-103
第 5 章 项目关键性技术问题的认识及其对策措施 5-1

第 1 章　概述

1.1 项目概况

2022 年 7 月，国家发改委印发《国家公路网规划》。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，途径南京、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公路，均已通车；东环为金仪高速公路、仪禄高速公路均已在建；南环为禄口至全椒高速公路，为规划研究阶段。

图1-1　项目地理位置图

南京都市圈环线高速公路桥林至苏皖界段起点顺接锦文路过江通道，经桥林新城、石桥镇，止于苏皖省界，路线全长约 13km。

本项目是南京高速公路外环的重要组成部分，也是锦文路过江通道北连接线，承担着疏解南京过境交通，服务禄口机场集疏运，加强苏皖省际联系等重要功能。本项目的建设对落实长三角区域一体化国家战略，服务南京首位度，构建南京都市圈，缓解绕城、绕越高速交通压力等方面有着重要意义。

项目位于南京市浦口区，为新建高速公路项目，由南京市交通集团、江北新区管委会、浦口区政府统筹出资，资本金以外部分通过银行等金融机构贷款，贷款通过收取车辆通行费等方式偿还。

2、建设情况

本项目路线全长约 13km，全线共设置 2 处互通立交分别为桥林枢纽、石桥互通，1 处匝道收费站（石桥互通收费站）。同步建设必要的交通工程和沿线设施。

本项目计划 2025 年开工，2027 年年底建成通车，建设工期 3 年。

项目投资估算总金额 34.277 亿元，其中项目资本金占总投资的 35%，由南京市交通集团、江北新区管委会、浦口区政府统筹出资，资本金以外部分考虑银行等金融机构贷款。

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。

3、主要技术经济指标

项目经济指标情况见下表。

表1-1　主要经济技术指标表

项 目	指标名称	单位	数量	备注
交通量	2035 年	pcu/d	54217	
	2040 年	pcu/d	65899	
	2047 年	pcu/d	78120	
公路等级	设计速度	km/h	120	
	路基宽度	m	34.5m	
	行车道	m	3.75	
	中央分隔带	m	3	
路线（推荐线）	路线长度	km	12.955	
	路线增长系数		1.063	
	平均每公里转角点数	个	0.232	
	平曲线最小半径	m	2500	
	平曲线占路线总长比例	%	73.976%	

项 目	指标名称	单位	数量	备注
	直线最大长度	m	2780.731	
	最大纵坡及坡长	%/m	2.000/825	
	最短坡长	m	470	
	平均每公里纵坡变更次数	次	1.698	
竖曲线最小半径	凹型	m	9733.315	
	凸型	m	17000	
	竖曲线占路线总长比例	%	69.290	
拆迁	征用土地	亩	1875.18	
	楼房	m^2	23011.2	
	厂房	m^2	166.2	
	平房	m^2	419.4	
	简易房	m^2	4031.2	
	杆线	道	42	
路基土石方	总填方	m^3	2075034.7	
	总挖方	m^3	985985.9	
排水及防护	排水圬工	m^3	3987.3	
	防护圬工	m^3	7235.5	
	植物喷播	m^2	171370.03	
特殊 路基	水泥土搅拌桩	km	1943.03	
	碎石垫层	m^3	243312.5	
路面	·上面层 SMA-13	m^2	376264.2	
	·中面层 SUP-20	m^2	377587.3	
	·下面层 SUP-25	m^2	379677.2	
桥梁 涵洞	主线桥梁	m/座	2463.1/7	
	特大桥	m/座	0/0	
	大桥	m/座	2409.1/6	
	中、小桥	m/座	54/1	
	桥梁比重	%	19	
	匝道桥梁	m/座	3237.1/9	
路线 交叉	互通式立交	处	1	
	分离式立交	处	1	
	通道	道	23	其中利用桥孔 7 道
	天桥	m/座	585.8/6	
	服务区	处	0	
收费站	匝道收费站	处	1	
公路	估算金额	万元	342775.65	

项 目	指标名称	单位	数量	备注
造价	平均每公里造价	万元	26458.95	

4、绩效目标

本项目是南京高速公路外环的重要组成部分，也是锦文路过江通道北连接线，承担着疏解南京过境交通，服务禄口机场集疏运，加强苏皖省际联系等重要功能。

本项目作为政府投资项目，具体绩效目标包括产出类绩效目标和效益类绩效目标：产出类关键绩效指标主要为数量指标、质量指标和时效性指标；效益类关键绩效指标主要为经济影响指标、社会影响指标、生态环境影响指标、资源和能源影响指标、可持续性指标。

1.2 项目单位概况

南京市交通建设投资控股(集团)有限责任公司（简称南京市交通集团）组建于 2002 年 11 月 28 日，是由南京市政府出资设立的市属大型国有独资集团公司，主要职能是承担南京市域重大交通基础设施项目的投资、融资、建设和运营管理任务，为区域社会公众提供公共交通产品和服务保障。拟建项目是南京市重要的交通基础设施，与南京市交通集团的控股单位南京市政府的主责主业符合。

南京市交通集团主要从事授权范围内国有资产的经营和资本运作，包括项目投资和管理、资产收益管理、产权监管、资产重组和经营。集团组建以来，积极参与南京交通和城市建设，圆满完成各类重大基础设施建设任务，投资建设及运营管理长江二桥、长江三桥、长江四桥、长江五桥，长江隧道、扬子江隧道，绕越高速、绕城公路、宁马高速、雍六高速等重大交通基础设施，参与京沪、沪宁、宁杭、合武、宁安、宁启等铁路项目的投融资和建设，推动高铁南京南站区域的市政配套和综合交通建设，为巩固提升南京全国重要交通枢纽地位、推动区域经济社会发展作出了积极贡献。南京市交通集团企业实力较强，其综合能力与拟建项目具有匹配性。

截至 2022 年底，集团资产规模达 1146.59 亿元，资产负债率 55.18%，完成投资收益收缴 4.09 亿元。考虑疫情政策性减免视同因素，全年集团实现营业收入 82.31 亿元，实现利润总额 8.76 亿元，完成投资 102.07 亿元。南

京市交通建设投资控股（集团）有限责任公司资信状况良好，与各大商业银行均建立了长期稳定的信贷业务关系，具有较强的间接融资能力。公司近年借款能够到期还本、按期付息、未有延迟支付本金和利息的情况。通过人民银行信货征信系统查询，公司无不良信贷信息，无欠息信息。

1.3 编制依据

本次研究主要遵循了以下规范、规程，参考了相关的已有研究成果：

1、《政府投资项目可行性研究报告编写通用大纲》（2023 年版，国家发展改革委）；

2、《公路建设项目可行性研究报告编制办法》(2010 年，交通部)；

3、《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；

4、《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）；

5、《国家综合立体交通网规划纲要》；

6、《国家公路网规划》（发改基础[2022]1033 号）；

7、《江苏省高速公路网规划（2017-2035 年）》；

8、《江苏省“十四五”综合交通运输体系发展规划》；

9、《南京都市圈发展规划》；

10、《南京市国土空间总体规划(2021-2035 年)》（草案）；

11、《南京市“十四五”综合交通运输体系发展规划》；

12、《南京结点国家公路网布局调整》；

13、《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74 号）；

14、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020]1 号）；

15、《公路勘测规范》（JTG C10-2007）；

16、《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）；

17、《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）；

18、《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2017）；

19、《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）；

20、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）；

21、《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363-2019）；

22、《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81-2017）；

23、《中共中央国务院关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》（中发〔2017〕4号）；

24、《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〔2018〕3号）；

25、《自然资源部 农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）；

26、南京市、浦口区相关规划；

27、沿线相关道路、航道、高压线等资料。

1.4 主要结论和建议

1.4.1 项目功能与建设必要性

1.4.1.1 功能定位

1、南京都市圈外环的重要组成。

2、锦文路过江通道北连接线，苏皖重要的省际联系通道。

3、江北新区南部的快速联系通道。

1.4.1.2 建设必要性

1、是助推长三角区域一体化战略，积极建设江苏交通运输现代化示范区的需要。

2、是完善都市圈网络，构建南京都市圈环线的需要。

3、是加强省际联系，实现省际高速互联互通的需要。

4、是助推跨江融合，服务沿线快速对外出行，促进江北新区全面发展的需要。

1.4.2 交通量预测和技术标准

1、交通量预测

表1-1 各特征年项目路断面交通量预测表（pcu/d）

	路段	2028年	2030年	2035年	2040年	2047年
	锦文路过江通道（高速层）	38564	43625	57641	70062	83054

本项目	浦乌路-宁九高速	37749	42704	56423	68581	81299
	宁九高速-S002	35344	39983	52828	64211	76119
	S002-苏皖省界	35756	40449	53444	64961	77007
	全线平均交通量	36273	41034	54217	65899	78120

2、技术标准

从项目功能看，本项目既能满足城市内部、城市对外出行也能满足过境出行，宜采用较高的设计速度。从区域路网看，东侧接仪禄高速设计速度为120km/h，西侧与本项目衔接的天天高速设计速度也为120km/h。综上所述，建议本项目设计速度全线采用120km/h。

根据预测交通量及对项目功能的分析，依据《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)和《公路路线设计规范》(JTG D20-2017)规范要求，在进行道路通行能力分析和通行能力适应性分析的基础上，结合区域地形条件和节点方案的限制，本项目采用双向六车道高速公路标准建设，全线设计速度采用120km/h，路基宽度34.5m。

路基标准横断面宽度34.5m，中间带宽度为4.50m（其中左侧路缘带宽度为2×0.75m），行车道宽度为2×3×3.75m，硬路肩宽度为2×3.00m（其中右侧路缘带宽度为2×0.5m），土路肩宽度为2×0.75m。

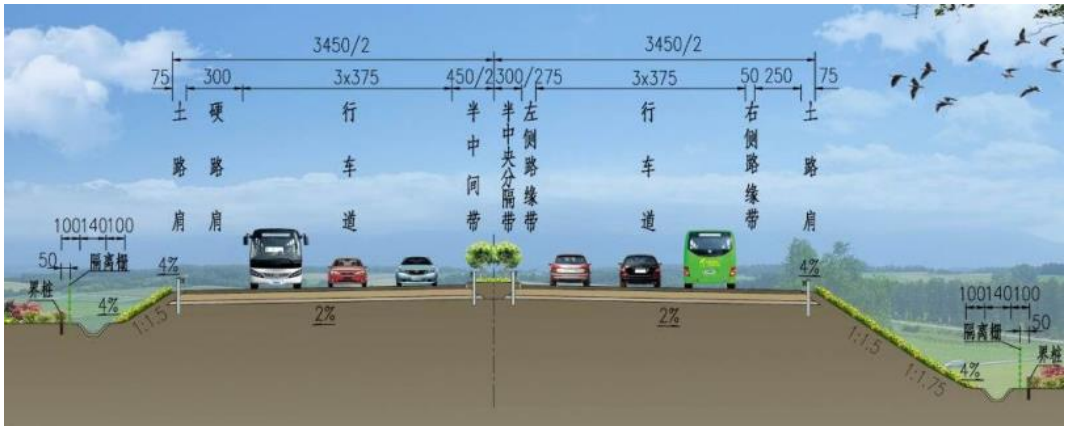


图1-2 **路基标准横断面图**

1.4.3 路线起终点、走向、主要控制点及建设规模

1、路线起终点、走向

路线顺接锦文路过江通道项目后，向西南行进，沿福音社区规划建成区外侧布设，从驷马山河清水通道维护区与三岔水库水源保护区之间穿越后，

经石桥镇北，避让大包村飞地后，止于苏皖省界。路线全长 12.955 公里。

2、主要控制点

（1）南京市总体规划、桥林新城总体规划、福音社区规划。

（2）宁九高速（初设）、天天高速、G235、G347（浦乌路）、S002 省道等高等级公路。

（3）S3 号线地铁。

（4）驷马山河（规划三级航道）。

（5）锦文路过江通道设计终点。

（6）三岔水库水源保护区（国家级）和驷马山河清水通道维护区。

（7）马鞍山大包村（飞地）。

3、建设规模

本项目建设里程 12.955 公里，路基填/挖方 2075/986 千立方米，防护工程数量 7.24 千立方米，沥青混凝土路面约 376.246 千平方米；设置桥梁 2463.1 米/7 座，其中，大桥 2409.1 米/6 座，中桥 54 米/1 座；涵洞 13 道；设置互通立交 2 处，分离立交 106.4 米/1 处，天桥 6 座，通道 23 道（其中利用桥孔 7 处）。本项目设置了完善的通讯、监控、收费以及安全设施，共设置 1 个匝道收费站。

1.4.4 建设时机

从合理利用资金、充分发挥项目社会经济效益的角度考虑，本项目工期安排为：

（1）2025 年 1 月进行项目各项前期准备工作；

（2）2025 年 4 月开工建设；

（3）2027 年 12 月建成通车；

工期 3 年。

1.4.5 要素保障

1、土地要素保障

本项目建设里程 12.955 公里，沿线为宁镇扬丘陵岗地区平岗地；根据《公路工程项目建设用地指标》和《江苏省建设用地指标》（2022 年版），本项目位于

Ⅰ类地形区，结合高速公路项目的互通式立体交叉间距，本项目最终调整后规定的建设用地总体用地指标值为 10.1812 公顷/公里（7.8317*1.3=10.1812 公顷/公里），计算知，项目用地数量不得高于 131.8974 公顷。本项目实际永久用地面积为 1875.18 亩，即 125.0117 公顷，符合用地总体指标的要求。

2、资源环境要素保障

项目区水资源丰富、电网发达，本项目的房建设施用水、道路照明和监控设施的电力均能得到有效供应。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；跨引驷干渠等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，同时收费站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；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。

上述措施可保障项目资源环境要素满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《环境空气质量标准》（GB3095-2012），同时生态系统主导生态功能不破坏、不降低。

1.4.6 工程可行性

本项目位于南京市浦口区，建设方案主要受地形地质条件、现有及规划路网、城镇布局、生态红线及永久基本农田分布、水利电力等因素控制，项目选址已充分与沿线各级政府及各控制因素主权单位进行对接，项目的各专题正在同步进行，工可已通过省内审查。

项目建设的同时会对沿线环境带来诸如减少土地资源、破坏原有植被和环境质量下降等影响，但通过在设计阶段、施工阶段、营运阶段采取一定的环保措施后，项目建设对环境的不利影响可得到控制和缓解，从工程建设角度是可行的。

1.4.7 运营有效性

锦文路过江通道项目拟新建管理分中心，距离本项目起点约 3 公里。本项目不设置独立管理分中心，由锦文路过江通道项目中管理分中心统一管理。

为保障运营安全，分析了运营生产环节面临的内部危险和外部危险。明确

了安全生产责任制和安全管理体系，并对应急预案的内容进行了建议。

根据项目全生命周期，研究制定了数量指标、质量指标、时效性指标、经济影响指标、社会影响指标、生态环境影响指标、资源和能源影响指标、可持续性作为关键绩效指标，并提出了评价方法和评价标准，保证了项目运营的有效性。

1.4.8 财务合理性

1、投资估算

本项目路线总长 12.955 公里，总造价 34.277 亿元，平均每公里 2.646 亿元；其中建安费 17.16 亿元，平均每公里 1.325 亿元。

表1-2 投资估算费用表（万元）

分项编号	工程或费用名称	估算金额	各项费用比例(%)
1	第一部分 建筑安装工程费	171603.85	50.06
2	第二部分 土地使用及拆迁补偿费	125371.23	36.58
201	土地使用费	77928.64	22.74
202	拆迁补偿费	47442.58	13.84
3	第三部分 工程建设其他费	9938.86	2.90
4	第四部分 预备费	23601.05	6.89
5	第一至四部分合计	330514.98	96.42
6	建设期贷款利息	12260.67	3.58
7	公路基本造价	342775.65	100.00

2、资金筹措

本项目资本金为投资额的 35%，约 11.997 亿元，由南京市交通集团、江北新区管委会、浦口区政府统筹出资，资本金以外部分考虑银行等金融机构贷款。

3、财务评价

表1-3 项目财务盈利能力分析指标

财务指标	融资前投资（税前）	资本金
FIRR（%）	1.69	-6.95
投资回收期(年)	23.86	/
FNPV（万元）	-120734	-99581

根据评价结果，本项目税前财务内部收益率为1.69%，低于基准收益率5.5%，

静态投资回收期为23.86年，运营期第25年还完贷款，具备基本的财务生存能力。

1.4.9 综合评价

1、国民经济评价

表1-4 国民经济评价指标表

指标 方案	内部收益率 EIRR(%)	净现值 ENPV(万元)	效益费用比 EBCR
推荐方案	12.34%	¥225,997	1.671

通过国民经济评价分析，推荐方案的内部收益率为 12.34%，大于社会折现率 8%。敏感性分析表明，在费用增加 20%，效益减少 20%的最不利情况下，内部收益率为 8.10%，超过社会折现率 8%。因此，从国民经济的角度来看，本项目可行，项目抗风险能力较强。

2、社会评价

大多数当地居民对项目建设表示支持，但希望对于占地与拆迁赔偿合理。要特别注重项目建设期和运营期的环境保护问题，不因项目建设而使生活环境质量显著下降。项目建设可促进当地管理者管理水平的提高。从社会评价角度，项目将产生显著的社会效益。

3、生态环境影响评价

本项目的建设对于完善区域路网结构、提高道路服务水平、改善投资环境、统筹城乡发展均有巨大的作用。项目建设的同时会对沿线区域的自然环境和社会环境产生一定的影响。通过在设计阶段、施工阶段、营运阶段采取适当的环保措施，特别是加强施工期环境监理、跨越敏感水体加强施工运营管理风险防范、经过集中居住区选择降噪路面、声屏障、道路两侧绿化等有效隔声措施，可使项目建设所带来的不利影响降低到可以接受的程度。工可阶段进行了专项研究工作，以研究结论为依据指导勘察设计和施工。

4、资源能源利用评价

（1）资源利用：本项目路线全长 12.955km，本项目消耗的水资源主要来自收费站等房建设施生活和生产用水，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。收费站管理所产生的生活污水经化粪池等预处理后可接

入市政污水管网，经污水处理厂进行处理，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）后回用于绿化、冲厕、车辆冲洗等。

（2）能源利用：本项目建设期耗能 7442 吨标准煤，运营期管理耗能 1329 吨标准煤，本项目投入运营后，使用者的节约燃油折合标准煤 226075 吨。合计节约能耗 217304 吨标准煤。本项目采取的节能措施合理可行，具有较好的节能效果。

（3）碳达峰碳中和方面：根据 2021 年 11 月国家发展改革委、工业和信息化部、生态环境部、国家市场监管总局和国家能源局等 5 部委联合发布的《高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平（2021 年版）》、国家发改委发布的《关于明确阶段性降低用电成本政策落实相关事项的函》以及生态环境部发布的《关于加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控的指导意见》，本项目不属于高耗能、高排放行业。

1.4.10 风险可控性

本项目主要风险包括工程技术风险、资金风险和外部协作条件风险。

工程技术风险主要防范措施为：路基工程通过控制剪切变形、阻止强度降低、促进强度增长、增加抗滑阻力、加速固结沉降、减小总沉降量，可保证路基的使用安全性，消除或减小工后剩余沉降，提高行车舒适性，提高道路的使用质量；桥梁工程通过加强工程地质勘察、设计过程中，均采用设计、施工经验成熟的桥型；结构设计时遵循结构耐久性设计的原则、施工期间加强施工管理、运营过程中，加强道路管理，严格控制车辆超速超载运输，消除安全隐患；加强桥梁养护，及时检查，检验桥梁结构，可保证桥梁安全平稳运行。

资金风险通过控制好工程规模、避免项目施工中出现重大方案变更、加强项目科学化管理加强财政监管力度防范风险。

外部协作条件风险主要为影响生态环境、征地拆迁问题。通过施工期减轻对生态环境的影响、营运期防止对生态环境产生污染、恢复绿化和景观防范风险。征地拆迁时，坚持“公正、公平、公开”，依法做好征地拆迁补偿工作。

通过以上措施可有效化解本项目工程技术风险、资金风险和外部协作条

件风险。

1.4.11 问题与建议

1、尽快签订起点接线协议，以文函形式明确衔接点技术标准。

2、尽快签订终点接线协议明确技术标准、终点坐标等相关问题。

3、宁九高速主线在桥林枢纽范围内设置多处桥梁，涉及需拼宽的主线桥建议拼宽部分由宁九高速一并实施，避免后期造成浪费。

第 2 章　建设背景和必要性

2.1 规划政策符合性

2.1.1 规划衔接性分析

2.1.1.1 经济社会发展规划

2.1.1.1.1《江苏省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》

总体目标： “十四五”时期，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。经济运行更加稳健，经济结构更加优化，创新能力显著提升，产业基础高级化、产业链现代化水平明显提高，基本建成具有全球影响力的产业科技创新中心、具有国际竞争力的先进制造业基地、具有世界聚合力的双向开放枢纽，跨江融合、南北联动、江海河湖统筹发展格局基本形成，现代基础设施支撑力明显增强，农业基础更加稳固，常住人口城镇化率达到 75%以上，现代化经济体系建设走在前列。

——高质量发展迈上新台阶。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。经济运行更加稳健，经济结构更加优化，创新能力显著提升，产业基础高级化、产业链现代化水平明显提高，基本建成具有全球影响力的产业科技创新中心、具有国际竞争力的先进制造业基地、具有世界聚合力的双向开放枢纽，跨江融合、南北联动、江海河湖统筹发展格局基本形成，现代基础设施支撑力明显增强，农业基础更加稳固，常住人口城镇化率达到 75%以上，现代化经济体系建设走在前列。

——高品质生活取得新成果。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，中等收入群体比重明显提高，低收入群体增收长效机制基本建立，就业更加充分更有质量，城镇调查失业率控制在 5%左右，现代化教育强省建设走在前列，高等教育毛入学率达到 65%左右，优质均衡的公共服务体系基本建成，卫生健康体系、社会保障体系、养老服务体系的质量和水平进一步提升，人民群众“衣食住行康育娱”水平显著提升，高品质生活需求不断得到满足。

——高效能治理实现新提升。社会主义民主法治更加健全，公平正义进一步彰显，政府行政效率和公信力显著提升，社会治理特别是基层治理水平明显提高，防范化解重大风险体制机制不断健全，突发公共事件应急能力全面增强，防灾抗灾救灾能力明显提升，发展安全保障更加有力，制度优势更好转化为治理效能。

——美丽江苏展现新面貌。生态环境治理体系和治理能力现代化取得重要突破，绿色发展活力持续增强，资源能源利用集约高效，生态环境质量明显改善，生态产品供给稳步提高，生态安全屏障更加牢固，美丽江苏建设的空间布局基本形成，自然生态之美、城乡宜居之美、水韵人文之美、绿色发展之美初步彰显，基本建成美丽中国示范省份。

——社会文明达到新水平。社会主义核心价值观深入人心，全省人民思想道德素质、科学文化素质和身心健康素质明显提高，公共文化服务提质增效，文化产业体系更加健全，文艺精品不断涌现，文化标识更加彰显，人民精神文化生活日益丰富，江苏文化影响力进一步提升，文化强省建设实现新的跃升。志愿服务发展指数达 85，全民阅读指数达 76，文化产业增加值占地区生产总值比重提升到 6%以上。

——改革开放形成新优势。重点领域改革形成特色品牌，高标准市场体系基本建成，要素市场化配置更加健全，市场主体更加充满活力，公平竞争制度更加完善，高水平开放型经济新体制基本形成，陆海内外联动、东西双向互济的开放格局加快建立，在国内大循环中发挥重要战略支点作用，在国内国际双循环中发挥重要战略枢纽作用。

2.1.1.1.2《安徽省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》

总体目标：“十四五”时期我省经济社会发展主要目标。锚定 2035 年远景目标，贯彻习近平总书记考察安徽提出的强化“两个坚持”、实现“两个更大”的目标要求，落实省委十届十二次全会《建议》。努力塑造科技创新策源新优势、打造区域协调发展新样板、谱写全面绿色转型新篇章、构筑高水平改革开放新高地、绘就山水人城和谐相融新画卷，坚定地朝着经济强、百姓富、生态美的新阶段现代化美好安徽进军。

——经济实力实现新的更大跃升。在质量效益明显提升的基础上实现经济持续健康发展，增长潜力充分发挥，高质量发展走在全国前列，经济总量跻身全国

第一方阵，接近 6 万亿元，人均地区生产总值与全国差距进一步缩小，现代化经济体系建设取得重大进展。经济结构更加优化，农业基础更加稳固，制造业增加值占地区生产总值比重达到 30%左右，数字经济增加值占地区生产总值比重明显上升，涌现更多在全国有重要影响力的经济强市、强县（区、市）。

——构建新发展格局实现新的更大作为。高质量供给持续扩大，收入分配更加公平合理，综合立体交通网络基本形成，现代流通体系日益完善，有效需求规模不断扩大，产业循环、市场循环、经济社会循环更加顺畅，进口和出口、投资和贸易、贸易和产业协调发展格局加快形成。

——科技创新能力实现新的更大增强。区域创新能力保持全国第一方阵并争先进位，科技进步贡献率、全社会研发投入强度、高新技术企业数、万人发明专利拥有量等主要创新指标明显上升，一批前瞻性基础研究、关键核心技术实现重大突破，人才强省基本建成，产业基础高级化、产业链现代化水平明显提高。

——治理效能实现新的更大提升。法治安徽、法治政府、法治社会建设取得积极进展，社会公平正义进一步彰显，行政效率和公信力显著提升，社会治理特别是基层治理水平明显提高，平安安徽建设不断深化，防范化解重大风险体制机制不断健全，突发公共事件应急能力显著增强，自然灾害防御水平明显提升，统筹发展和安全更加有力。

2.1.1.1.3《南京市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》

总体目标：综合考虑国内外宏观环境、城市竞合趋势和自身条件，今后五年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。具体表现为“四个高”：

——建设高质量发展的全球创新城市。对标国际一流创新城市和地区，深入实施创新驱动发展“121”战略，构筑高质量发展动力系统，创建综合性国家科学中心取得实质性成效，形成一批原创性的重大科研成果；建成科技产业创新中心，形成以高新技术企业为主体、高新技术产业为支撑的现代产业体系，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。

——建设高能级辐射的国家中心城市。经济在高质量轨道上实现稳健增长，发展速度继续走在全国同类城市前列，综合实力稳居全国前十强，地区生产总值达到 2 万亿元以上，年均增长 6.5%左右。战略性新兴产业支撑作用更加突出，基本实现交通运输现代化，初步建成国际消费中心城市和全国重要的金融中心、物流中心、商务中心、数据中心，国际要素集聚能力、生产服务功能和开放引领作用明显增强，更好发挥在都市圈、长三角区域的辐射带动作用。

——建设高品质生活的幸福宜居城市。全体居民人均可支配收入达到 9 万元左右，增速与经济增长同步，教育、医疗、养老、社保、住房、交通、体育等基本公共服务体系现代化、均等化、多元化走在前列。社会主义核心价值观更加深入人心，城市文化软实力进一步增强。长江南京段绿色低碳发展成效明显，市域生态环境质量持续改善，空气质量优良天数比例保持 80%。城市人居品质显著提高，乡村振兴战略高水平推进，城乡融合发展水平明显提升。

——建设高效能治理的安全韧性城市。市域治理和服务更加精准化、精细化，本质安全水平显著提升，建成国家安全发展示范城市。政府治理同社会调节、居民自治良性互动，社会治理社会化、法治化、智能化、专业化水平明显提高，治理效能迈上新台阶，法治建设满意度达到 90%。国家安全和防范化解重大风险体制机制更加健全，平安南京、法治南京建设取得更大成果，市民幸福感安全感进一步提高，公众安全感达到 95%。

2.1.1.2 国土空间规划

2.1.1.2.1《江苏省国土空间规划（2021—2035 年）》

国土空间格局：到 2035 年，形成以生态绿心、现代化都市圈、复合功能带为主体框架的“两心三圈四带”国土空间总体格局。

两心：即优化太湖丘陵、江淮湖群生态绿心功能；

三圈：推动南京都市圈、苏锡常都市圈以及淮海经济区高质量发展；

四带：引导扬子江绿色发展带、沿海陆海统筹带、沿大运河文化魅力带、陆桥东部联动带协同联动。

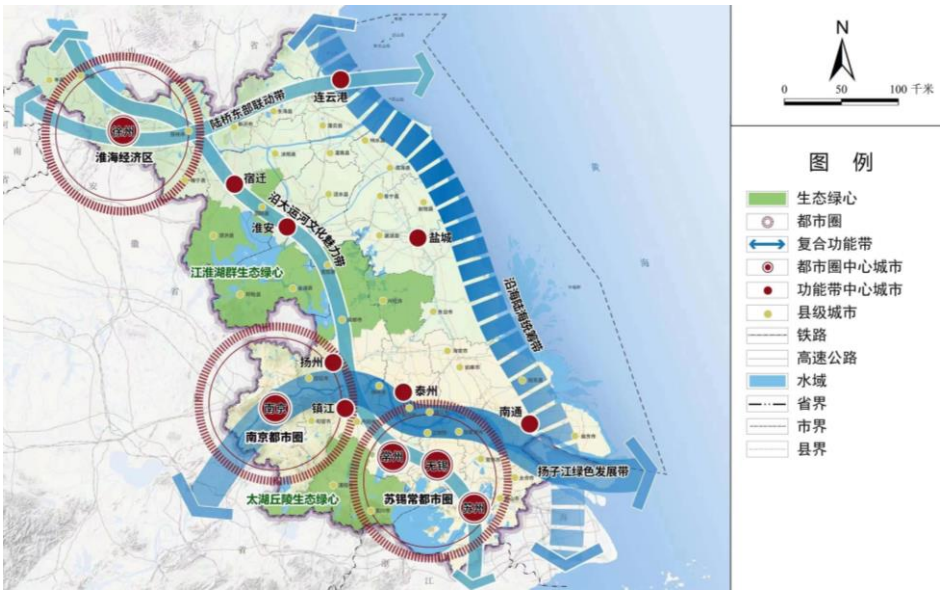


图2-1　江苏省国土空间总体格局图

2.1.1.2.2《安徽省国土空间规划（2021-2035 年）》（公开征求意见版）

总体目标：到 2025 年，国土空间格局明显优化，生态空间保护成效显著，农业空间布局更加合理，城镇空间更加集约高效，国土空间治理能力大幅提升

到 2030 年，国土空间格局全面优化，国土空间安全底线更加牢固、竞争力持续增强、品质明显提升，国土空间治理体系和治理能力现代化程度达到长三角平均水平，基本建成长三角一体化的生态安全、乡村美丽、城镇宜居的美好国土。

到 2035 年，形成安全、高效、协调的国土空间格局，国土空间治理体系和治理能力实现现代化，全面建成满足人民对美好生活的向往、承载高质量生活的美丽家园

国土空间格局：形成“一圈、两屏、三带、四区”的总体格局

一圈：以合肥都市圈为主的城镇发展区域两屏；**两屏：**皖西生态安全屏障、皖南生态安全屏障三带；**三带：**长江、淮河和引江济淮复合廊带，以生态保护为主，兼具城镇发展和农业生产四区；**四区：**皖北平原农业区、江淮丘陵农业区、沿江平原农业区、皖西和皖南山地丘陵农林区。

图2-2　安徽省总体格局规划图

2.1.1.2.3《南京市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（草案公示）

城市性质：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。

城镇空间结构：根据生态安全、集约高效和凸显特色的原则，规划形成“南北田园、中部都市、拥江发展、城乡融合”的总体格局。

南北田园：落实主体功能区要求，将南片东屏湖— 无想山以南、除高淳副城以外的区域与北片六合绕越高速以北区域作为城市集中连片的生态空间，加强山水空间和耕地保护，适度复合生态农业和休闲游憩功能，建设魅力田园乡村。

中部都市：以新街口为中心、半径 40 千米范围的都市区域，建成人口高度密集、经济产业功能发达、蓝绿空间与城市有机契合、拥有高品质人居的高度城市化地区。

拥江发展：推进长江大保护，以长江为轴、交通为纽带，沿江布局多级城镇组团和城市中心，形成一江两岸、联动发展的格局。

城乡融合：以快速轨道、快速道路为引领，以绿色开敞空间相间隔，串珠状布局城镇组团，形成功能互补、服务一体、高度融合的城乡空间网络。

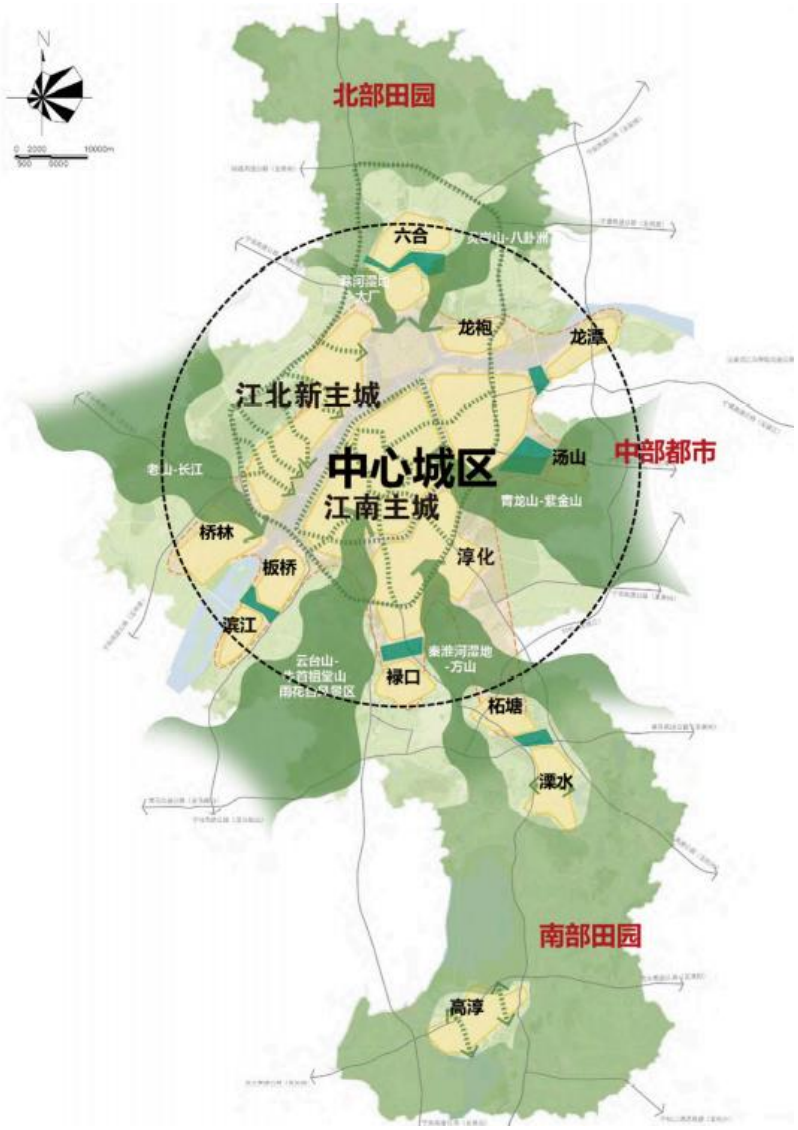


图2-3　南京市国土空间总体格局规划图

2.1.2 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致富成果，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。

本项目是江苏省及安徽省高速公路网的重要组成部分，是南京都市圈环线的重要组成部分，在高速路网格局中占有重要的交通战略地位。项目建成后能够优化区域高速公路网格局，改善城市及沿线出行条件，对促进区域经济社会发展、完善综合交通运输体系具有重要意义。此外，本项目将节能减排的理念融入到项目全过程中，项目路段通车后也将通过减少通行时间、缩短路程等方式节约能源。

2.1.3 交通发展规划

2.1.3.1 《国家公路网规划》

根据规划，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。其中，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。普通国道网由 12 条首都放射线、47 条北南纵线、60 条东西横线，以及 182 条联络线组成。

与上一轮规划《国家公路网规划（2013 年—2030 年）》相比，本轮《规划》江苏境内国家高速公路由 19 条增至 26 条（新增里程约 590 公里），新增国家高速公路 7 条，分别是：G0323 济宁—合肥高速、G1518 盐城—蚌埠高速、G1519 南通—如东高速、G3611 南京—信阳高速、G4013 扬州—乐清高速、G4231 南京—九江高速、G9904 南京都市圈环线。

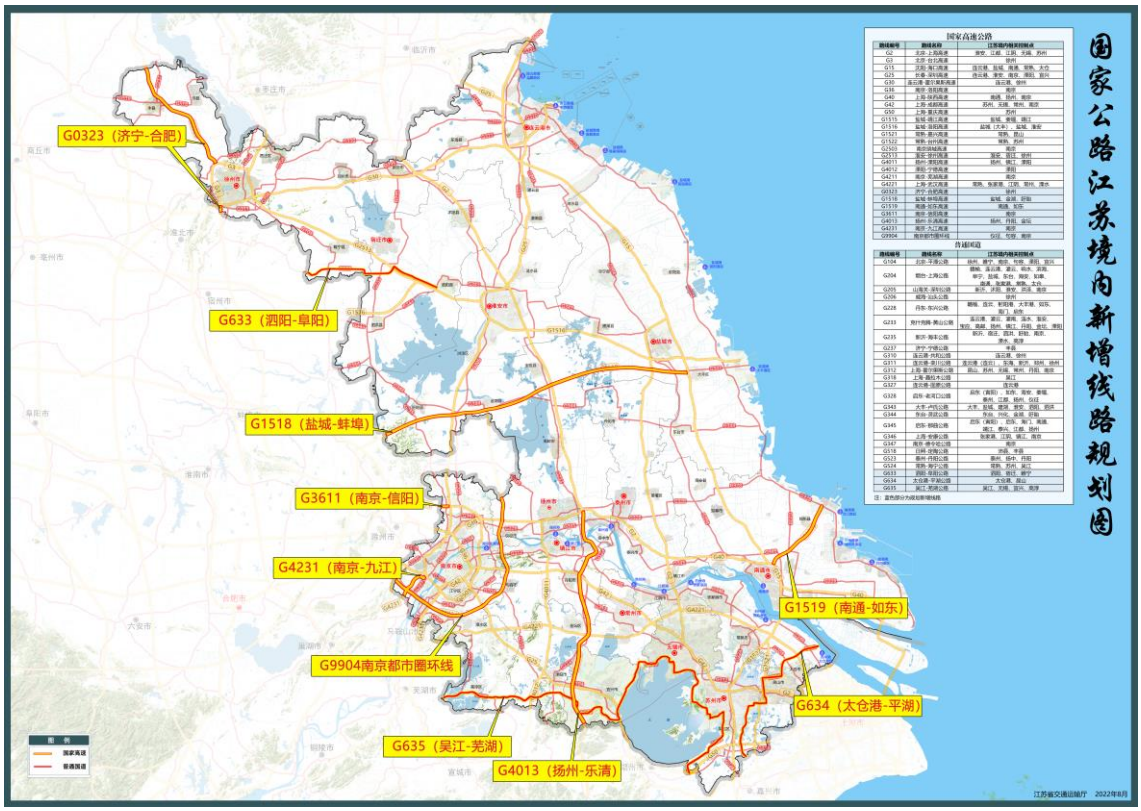


图2-4　国家公路网江苏境内新增线路规划图

2.1.3.2 江苏省

（1）高速公路网

根据《江苏省高速公路网规划（2017—2035 年）》，到 2035 年在全省全面建成“能力充分、服务精准、便捷高效、开放畅达”的高速公路网，形成“十五射六纵十横”的高速公路网。

根据《江苏省综合立体交通网规划纲要》，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。

图2-5　江苏省高速公路规划布局方案图

（2）省道网

根据《江苏省省道公路网规划（2011—2020 年）》，到 2020 年，我省省道公路网总规模为 16098 公里，其中，高速公路省道 2614 公里，普通省道 13484 公里。在普通省道中，利用现有的普通省道 6624 公里，新增的普通省道 6860 公里。

根据《江苏省综合立体交通网规划纲要》，到 2035 年，规划普通国省干线公路里程约 16000 公里。。

图2-6　江苏省省道公路网规划图

（3）铁路

根据《江苏省“十四五”铁路发展暨中长期路网布局规划》，到 2025 年，“内外通畅、多网融合、协调匹配、衔接高效”的现代化铁路客货运布局基本形成，初步建成高水平铁路强省。

以强化战略支撑为重点，加快贯通骨干通道，打通过江瓶颈，提升枢纽功能，持续优化基础网络，构建以南京为中心，以国家高铁主通道为骨架、区域性高铁为补充的“六纵六横”高铁网；以及以国家铁路为依托，支撑现代流通体系建设的“三纵三横”普速铁路网，实现与长三角地区融合，强化与全国高铁网的高效连通。

根据《江苏省综合立体交通网规划纲要》，到 2035 年，规划形成“六纵六横”高铁网，总里程约 4800 公里，连接城区人口 50 万以上城市，实现综合运输通道高铁全覆盖。远景预控通道补强、重点城市对外联系等高铁项目。到 2035 年，规划形成“三纵三横”普速铁路网，总里程 2100 公里。远景预控重要通道货运铁路。

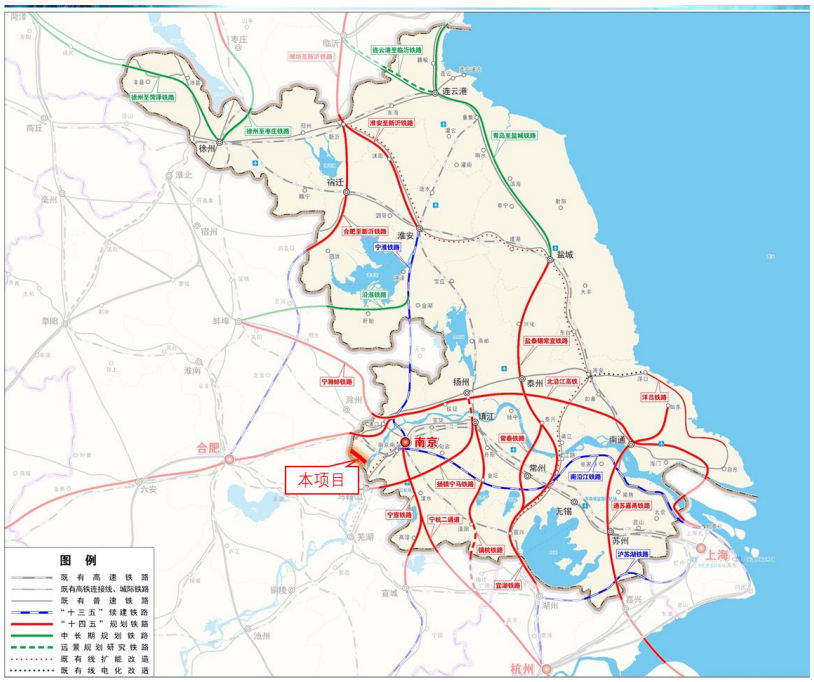


图2-7　江苏铁路网规划图

（4）水运

根据《江苏省干线航道网规划（2017—2035 年）》，至 2035 年，全省干线航道网形态上呈“两纵五横”布局，形成以长江干线、京杭运河为核心，

三级及以上航道为骨干，达海、通江、联网、互通的千吨级干线航道网，里程共计 4010 公里。规划共形成一级航道 365 公里，二级航道 641 公里，三级航道 3044 公里。

根据《江苏省综合立体交通网规划纲要》，2035 年，“两纵五横”干线航道里程约 4000 公里。远景预控强化对县级节点覆盖的干线航道。

图2-8　江苏省干线航道网规划图

（5）航空

在国家机场布局规划原则的指导下，在原有 7 个通航机场的基础上，新增 2 个民用机场布点。

规划江苏省机场，将形成与长三角地区枢纽机场相吻合的分工合理、功能互补、干支协调的“两枢纽、一大、六中”的空间布局体系。

两枢纽即 2 个枢纽机场：包括南京禄口国际机场和苏南（硕放）国际机场。一大即 1 个大型机场：连云港机场。六中即 6 个中型机场。包括徐州观音机场、南通兴东机场、常州奔牛机场、盐城机场和新建的淮安机场、苏中机场。其中，淮安机场已于 2010 年 9 月正式通航，苏中机场于 2012 年 5 月正式通航。

2.1.3.3 安徽省

（1）高速公路网

根据《安徽省高速公路网规划修编（2020 年—2035 年）》，到 2030 年，建成布局合理、联通高效、覆盖广泛、运输畅通、绿色集约的高速公路网络，基本实现“各市有环线、县区有双线、重点城镇全覆盖、重要节点全连通、主要通道全扩容”，东接沪苏浙、西连鄂豫赣的高速公路通道服务能力有效提升，全面支撑交通强国建设和长三角区域一体化发展。

到 2035 年，规划总里程 10165 公里（含展望线路）。高速公路总体布局由主线（纵线、横线）和联络线组成，包括 5 条纵线、10 条横线和 54 条联络线，归纳为“五纵十横”高速公路网。

五条纵线。纵一：徐州—杭州；纵二：徐州—福州（含徐州—黄山并行线）；纵三：德州—上饶；纵四：商丘—景德镇；纵五：濮阳—阳新。

十条横线。横一：连云港—郑州（含徐州—商丘并行线）；横二：淮安—许昌；横三：南京—洛阳；横四：南京—驻马店；横五：上海—西安；横六：南京—武汉；横七：上海—武汉；横八：扬州—九江；横九：南京—九江；横十：杭州—武汉。

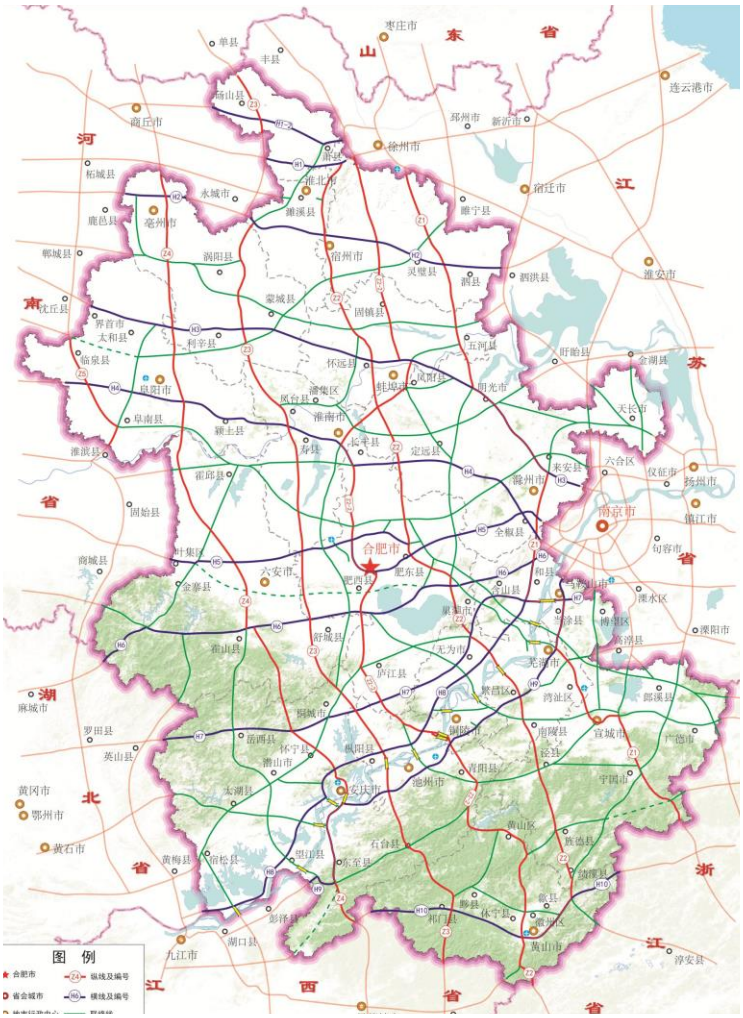


图2-9　安徽省高速公路网形态布局图

（2）综合路网

根据《安徽省综合立体交通网规划纲要》，到 2035 年，安徽省高速公路和普通国省道，合计 3.6 万公里左右。其中，高速公路约 1 万公里，形成“五纵十横”高速公路网，基本实现“各市有环线、县区有双线、重点城镇全覆盖、重要节点全连通、主要通道全扩容”，基本建成“高速公路上的安徽”。普通国省道约 2.6 万公里，基本实现省会到设区市、相邻设区市、设区市与所辖县一级公路短直连接。

2.1.3.4 南京市

根据《南京市综合立体交通网规划》，到 2050 年，南京打造成为国际性综合交通枢纽城市，建成“面向国际、承东启西、辐射南北、便捷高效”的现代化综合交通运输体系，交通运输总体发展水平进入世界先进行列，建成要素集聚程度高、区域辐射能力强、具有全球影响力的综合交通辐射中心、

运营中心、智慧中心。综合交通运输服务能力和品质显著提高，交通科技创新能力不断提升，绿色循环低碳交通建设成效显著。具体如下：

（1）高速公路网

规划到 2050 年，形成升级版“两环两横十五射”的高速公路网布局，总里程约 665 公里，新增规划里程 135 公里，调减约 100 公里

——两环：绕越高速、都市圈外环高速（其中全椒至禄口高速为本次新增）；

——两横：沪武高速、溧芜高速；

——十五射：沪蓉高速（沪宁段）、宁常高速、长深高速（宁杭段）、宁宣高速、宁广高速、宁黄高速、宁芜高速、宁和高速、沪蓉高速（宁合段）、宁洛高速、宁滁高速、长深高速（宁连段至徐州、连云港两个方向）、宁盐高速、沪陕高速（宁通段）。

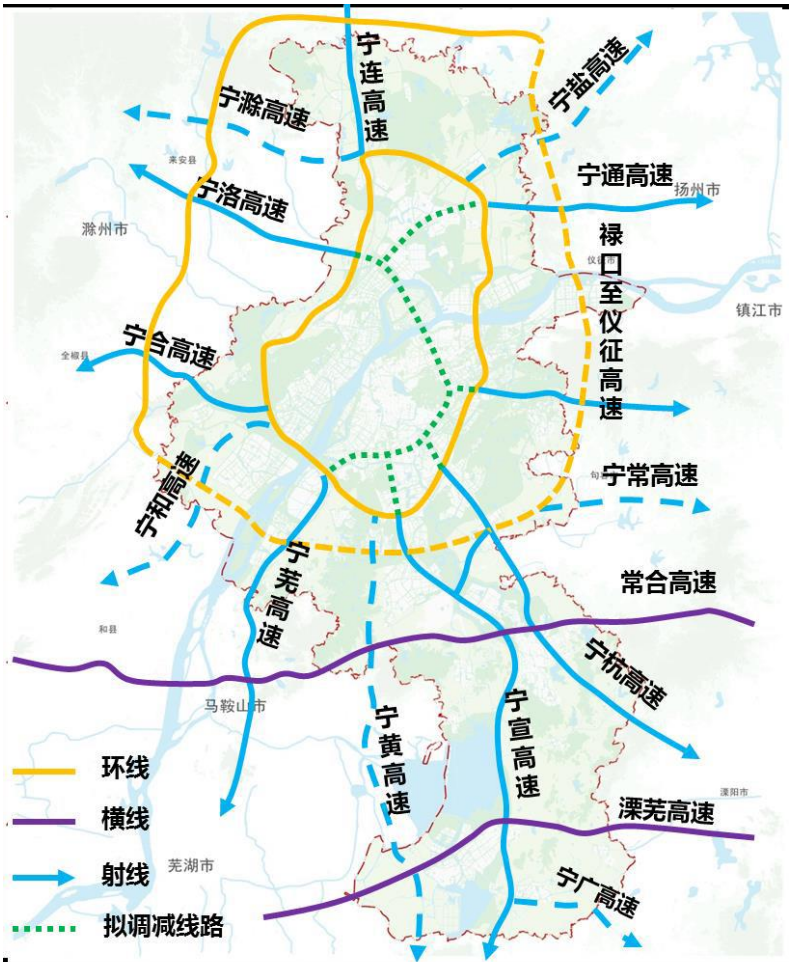


图2-10　南京市高速公路网规划图（2050）

（2）干线公路

规划到 2050 年，形成“一环七横二十一射多联”普通干线公路网布局形态，总里程约 1600 公里，相对于现状增幅约 50%。

——一环：G235—S353—S002；

——七横：S421、S423、S340、S341 老线、S341、S360—S363、高淳南部干线；

——二十一射：S353 六合东段、G328 六合东段、S356 六合段、G312 栖霞段、S122、G104 江宁段、S358、S246、S204、G235 溧水—高淳段、G205 江宁段等；

——多联：S439、S002 汤山段、S445 等。

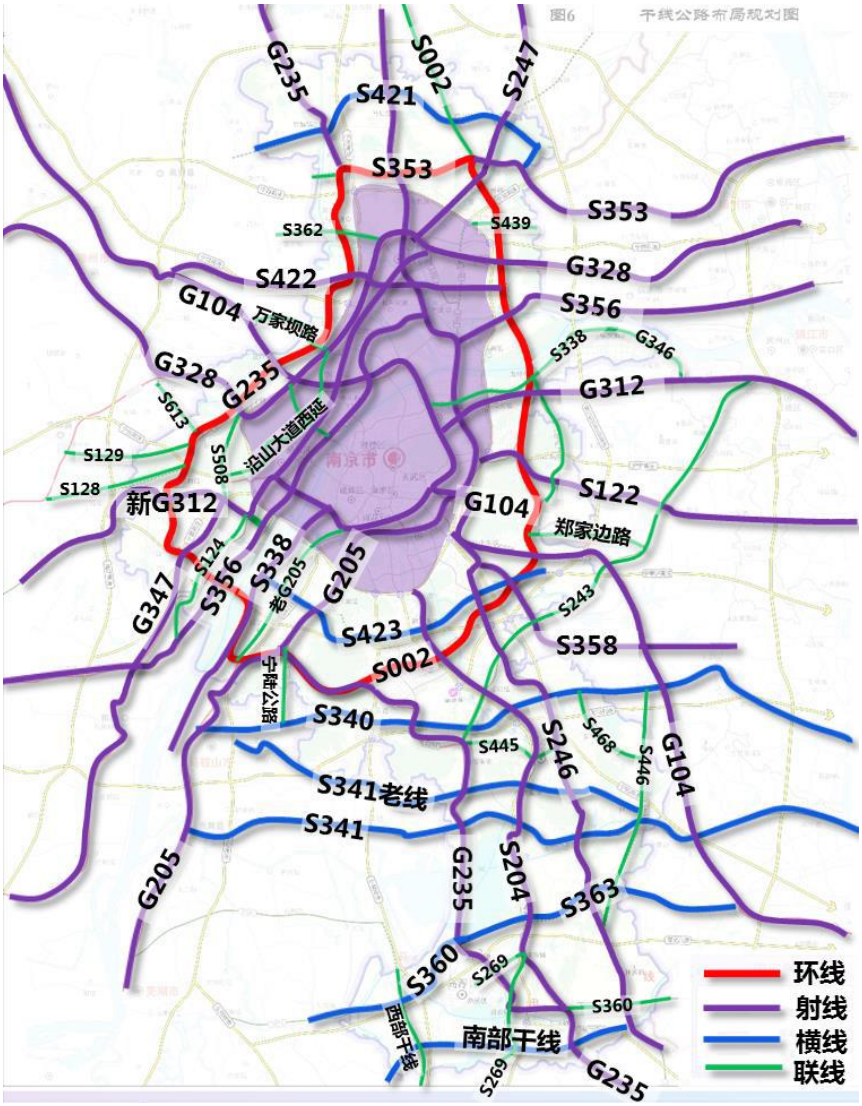


图2-11　南京市普通国省干线公路网规划图（2050）

（3）铁路

完善直连全国的放射型高快速铁路网，规划形成十三线高铁联通九个方

向：北京、南通、上海、杭州、安庆、武汉（6 个既有方向）及黄山、青岛、西安（新增 3 个方向），打通前往海西城市群、中原城市群方向的高快速铁路通道，形成南京到设区市城市 1.5 小时的高铁交通圈，充分发挥对长江中上游、中原地区和海西地区的辐射带动作用。

规划形成“两横两纵”普速铁路网。

横一：宁启铁路、宁合铁路；横二：京沪铁路、京沪铁路外绕线；

纵一：宁芜铁路；纵二：宁淮普速铁路；

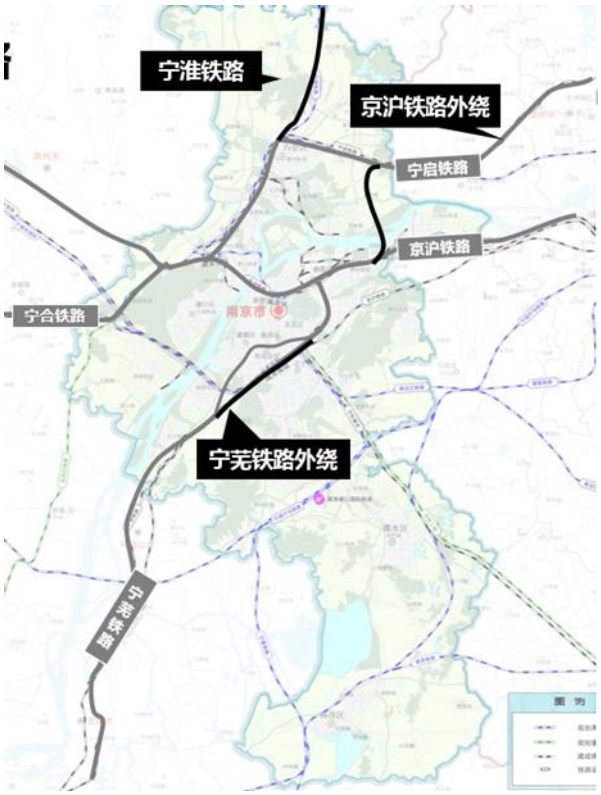


图2-12　普速铁路布局规划图

（4）水运

规划形成“通江达港、省际互通、功能延伸”的三横一纵“王”字形布局，规划干线航道里程 500.5km，其中四级及以上航道里程为 356.9km。

三横：

一横——滁河，包括马汊河、划子河、向阳河、八百河等支线；

二横——长江，包括高旺河、石碛河等支线；

三横——芜申线，包括漆桥河等支线。

一纵：

秦淮河（含秦淮新河），包括驷马山干渠、水阳江及句容河、秦淮河溧

水支线等。

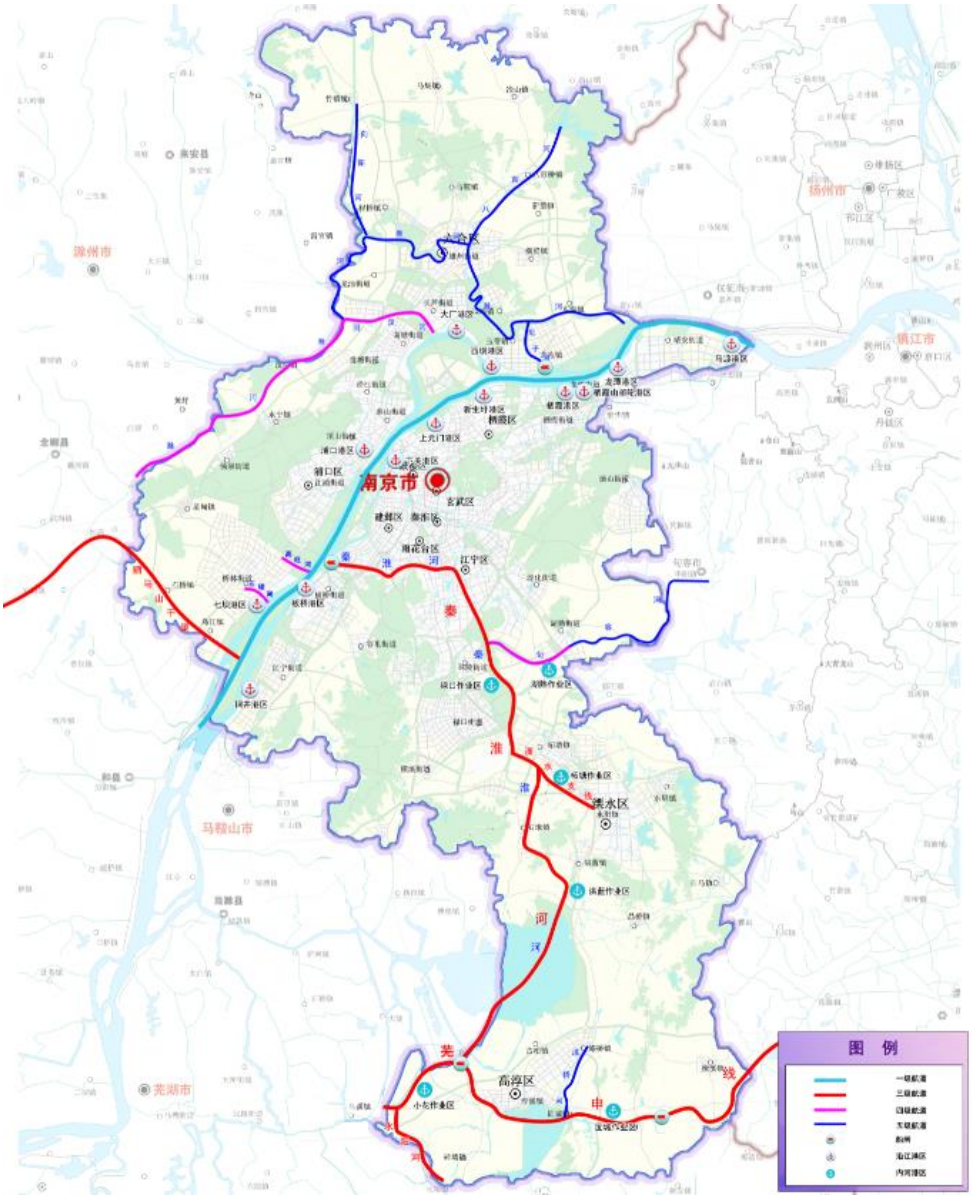


图2-13　南京市干线航道布局示意图

（5）航空

规划形成禄口国际机场和六合马鞍机场“一城两场”南北呼应的航空枢纽格局。终端容量满足年旅客吞吐量 1 亿人次、货邮吞吐量 230 万吨，规划 4 条跑道（预控 5 条）、3—4 座航站楼。

图2-14　南京机场布局规划示意图

2.2 项目建设必要性

1、是助推长三角区域一体化战略，积极建设江苏交通运输现代化示范区的需要

➢ **长三角区域一体化**

《长三角区域一体化发展规划纲要》中明确指出，要求长三角地区基本实现交通基础设施的互联互通，交通基础设施不仅是区域经济一体化的动脉，也是区域基础设施和产业整合的命脉。高速公路作为交通系统的重要组一环，其建设是经济产业带形成发展的先导动力和纽带。

2019 年 10 月，安徽省党政代表团来苏考察共商落实长三角区域一体化发展战略、加强苏皖合作的重要事项。双方表示将坚持各扬所长、互动合作，深

化创新共建、协调共进、开放共赢和民生共享，产生“1+1＞2”的倍增效应，为把长三角打造成发展强劲活跃增长极作出新贡献。

本项目是苏皖两省重要的省际联系通道之一，亦是联接江苏与安徽区域共同发展的纽带。加强跨域衔接、突破行政界线正是本项目的重要特征，建成后将发挥城市群体的集成聚合效应，推动区域经济一体化发展。

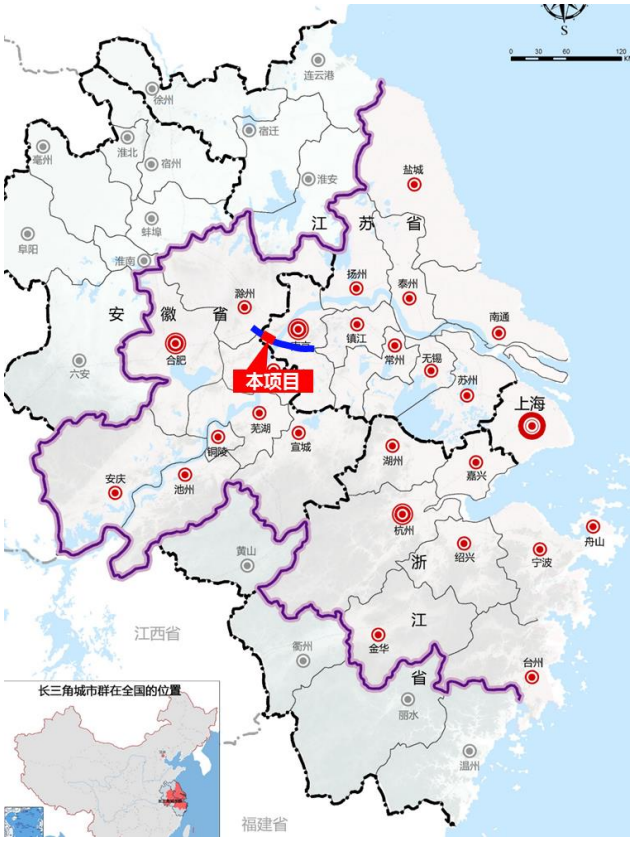


图2-15　长三角区域一体化示意图

- **江苏交通运输现代化示范区**

党的二十大立足新时代新征程，作出了加快建设交通强国的重大决策部署。江苏交通运输发展水平总体处于全国前列，有基础、有条件、有责任为全国探路示范。为加快贯彻落实《交通运输部江苏省人民政府共建交通运输现代化示范区合作框架协议》和《中共江苏省委江苏省人民政府关于全面推进江苏交通运输现代化示范区建设的实施意见》，制定推进江苏交通运输现代化示范区建设。

本项目的建设正是江苏交通强国试点打造的积极响应，完善高速公路网络、加快补齐过江通道交通短板，进一步推动江苏交通高质量发展。此外，未来本项目将与锦文路过江通道共同促进发展要素跨江快捷流动，加速资源互

通，推动江苏省早日实现交通运输现代化示范区的目标。

图2-16　江苏推进交通运输现代化示范区建设

2、是完善都市圈网络，构建南京都市圈环线的需要

南京是江苏省省会城市，也是《全国城镇体系规划(2016-2030 年)》的国家中心城市，是体现国家意志、肩负国家使命、引领区域发展、跻身国际竞争领域、代表国家形象的特大型都市。南京都市圈发展规划做为首个国家批复的都市圈规划，得到江苏省极大重视，省第十四次党代会、政府工作报告中要求支持南京争创国家中心城市，努力把沿江地区打造成全省现代化建设先行带、引领带。

南京都市圈自2000年提出以来，不断发展，目前包括了南京市、镇江市、扬州市、淮安市、马鞍山市、滁州市、芜湖市、宣城市、溧阳市、金坛区，并朝着一体化程度较高、具有较强影响力和竞争力的国家级现代化都市圈不断前进。南京都市圈的建设，有利于增强南京辐射带动作用，激发一体化内生发展动力，有利于支撑打造长三角强劲活跃增长极，提升城市群参与全球资源配置和竞争能力，有利于突破行政区经济，探索现代化省际都市圈建设新路径，助推新型城镇化战略实施，为区域基本现代化建设积累经验、提供示范。

交通的可达性和便利度决定了一个城市集聚资源和对外辐射的空间范围，交通运输是提升城市竞争力和影响力的关键要素。提升南京首位度，必须充分发挥交通运输的支撑保障和先行引领作用。

本项目将完善都市圈网络，全力保障和发挥高速公路网整体功能，提高区域发展协调性，充分发挥特大城市的辐射带动作用和综合服务能力。

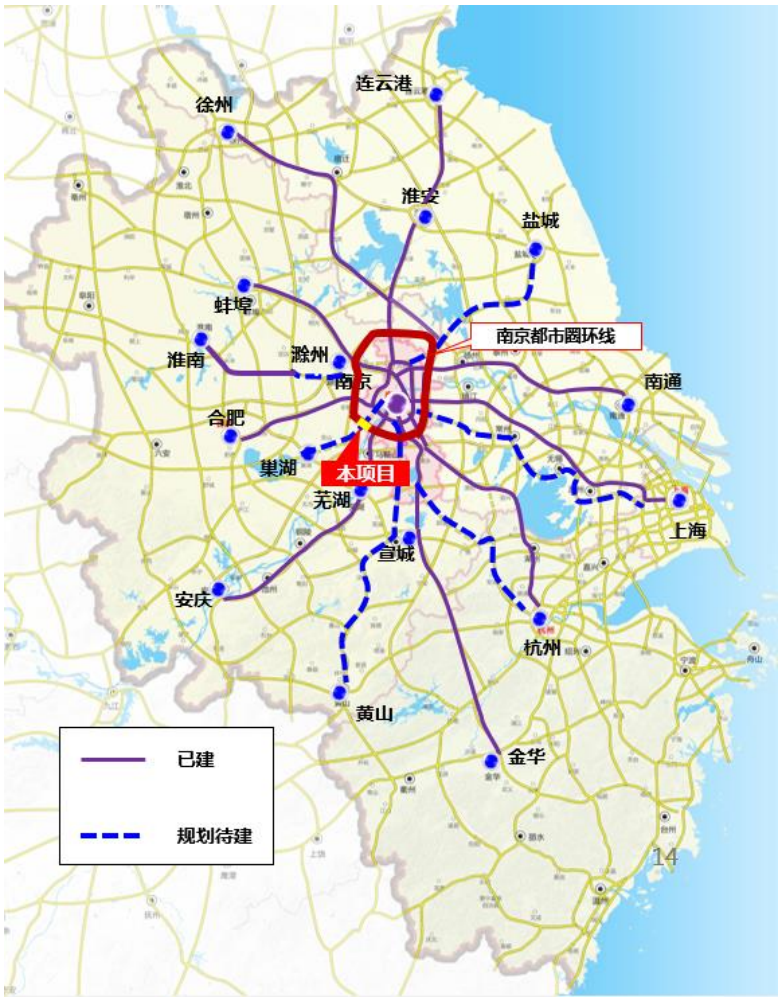


图2-17　高速公路网中长期布局规划图

3、是加强省际联系，实现省际高速互联互通的需要

宁滁两地历来在经济、人文、产业等方面资源要素流动频繁，随着长三角一体化发展进入全面提速、深度融合的新阶段，宁滁两地联系日益紧密，交通需求日益旺盛。目前，宁滁两地的主要通道南京绕城高速及沪陕高速交通量分别均已达到三级服务水平，难以承受未来两地之间的交通量，交通压力有待疏解。

据此，为进一步加强省际联系，提升长三角一体化水平，安徽省人民政府明确将南京禄口-全椒高速作为新增的 6 条规划省际通道之一，纳入至 2021 年 4 发布《安徽省高速公路网规划修编（2020-2035 年）》，项目规划为双向八车道。

本项目将加强南京市与安徽的省际联系，提升通行能力，打通断头路，实现省际高速公路的互联互通。因此，本项目的建设是十分必要的。

图2-18　安徽省高速公路命名与编号规划图（2020-2035 年）

4、是助推跨江融合，服务沿线快速对外出行，促进江北新区全面发展的需要

跨江融合源自于长江经济带、南京都市圈等国家战略的次级发展战略，也是统筹江苏区域发展、实现协同发展的重大战略举措。为了改变苏南、苏中地区发展不平衡状况，省委、省政府在新世纪新一轮沿江开发战略中作出了支持跨江地区“联动发展产业，联动开发产业园区，联动建设基础设施”的“跨江联动”战略部署。将“跨江联动”发展战略升级为内容更为丰富和深广的“跨江融合”发展战略，以更好地促进地区经济增长质量和效益的提升。

江北新区是中国国家级新区，由浦口区、六合区和栖霞区八卦洲街道构成，是长江经济带与东部沿海经济带的重要交汇节点，长三角辐射中西部地区的综合门户，南京北上连接中西部的重要区域。根据《江北新区城市总体规划（2014-2030 年）》，江北新区规划加快形成现代产业体系，打造江北成为国家自主创新先导区和长三角地区现代产业集聚区，同时进一步优化用地结构，引

导工业向桥林和龙袍新城布局。并且高速公路可以服务于周边先进制造业和科研中心的运输需求。

本项目将提升沿线地区的对外出行条件，利用锦文路过江通道和禄口至全椒高速安徽段加强江北新区与江南和皖江地区的沟通交流，实现带动区域协调发展，推进跨江融合的目标

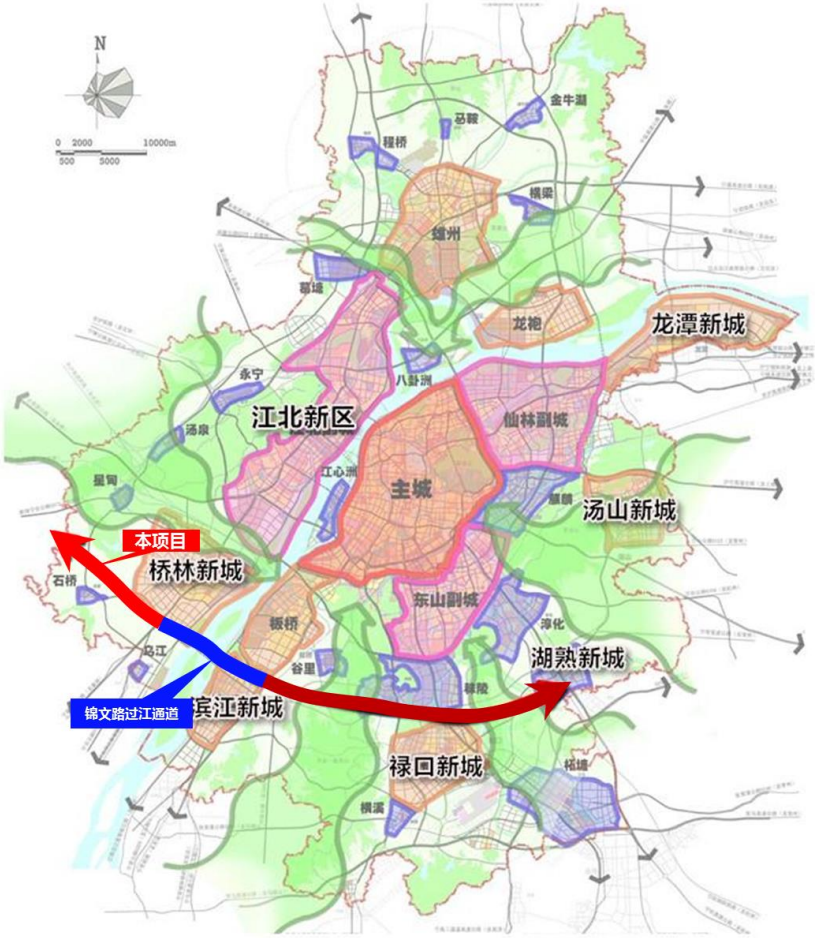


图2-19　江北新区区位示意图

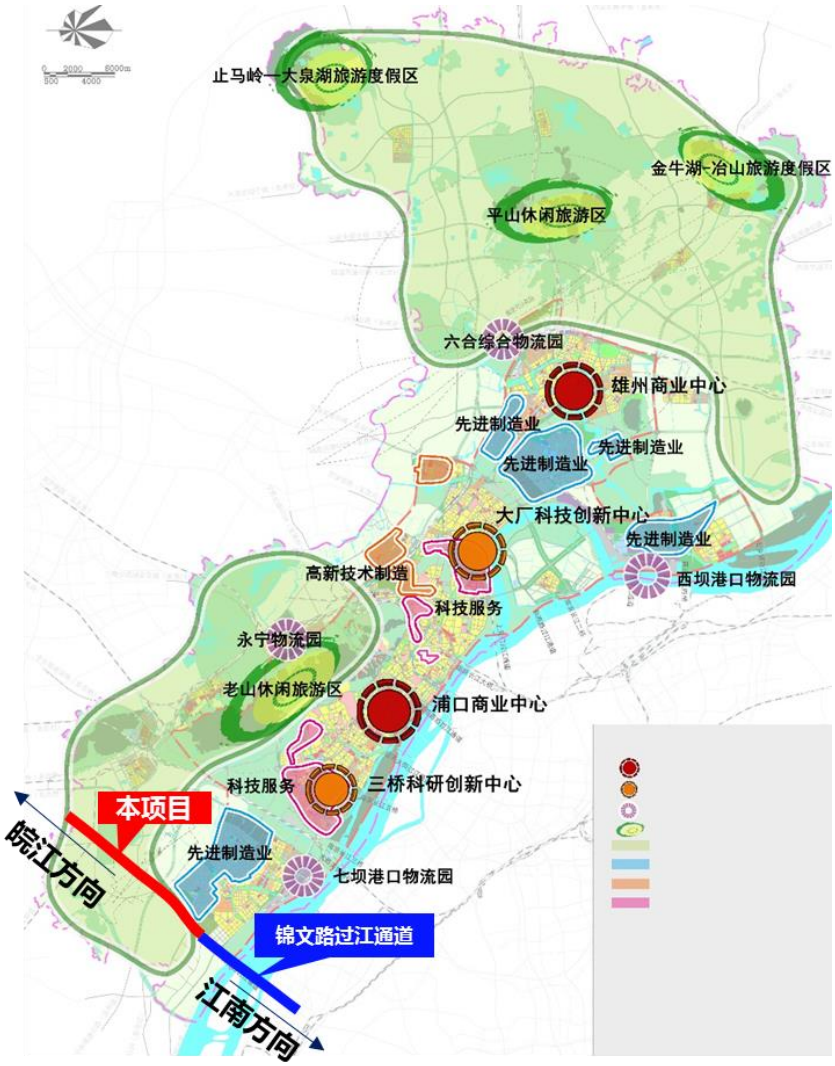


图2-20　江北新区产业布局示意图

2.3 需求分析

2.3.1 项目功能定位

1、南京都市圈环线的重要组成

目前，南京市高速公路网主要呈现“环线+射线”的结构形式。环线主要是指绕城公路和绕越高速，承担着内部快速联通，内外交通疏解和外部交通分离的功能，也存在着一些问题。随着南京经济社会的快速发展，G42 高速所在区域城市化严重，承担了大量城市内部交通，拥堵严重，影响着高速环线功能的发挥。

2022 年 7 月 12 日，国家发展改革委会同交通运输部印发《国家公路网规划》，按照“基础支撑，先行引领；统筹规划，有序推进；强化衔接，一体融合；创新驱动，提质增效；绿色低碳，安全可靠”的基本原则，补充完养国家高速公

路网。总体保持原国家高速公路布局方案稳定，优化部分路线走向，避让生态保护区、环境敏感区。国家高速公路网将建设 12 条都市圈环线，其中南京都市圈环线是作为 12 条线路之一，编号 G9904。

根据《江苏省综合立体交通网规划纲要》，江苏将着力优化结构、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。高速公路将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。

2021 年 3 月，作为国家发改委第一个批复的都市圈规划——《南京都市圈发展规划》，江苏省和安徽省将共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。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。

在现有绕城高速和绕越高速外围构建的高速公路大外环，由南京都市圈环线高速浦口段及江南段-天潜高速（皖 S22）-仪禄高速（S47）及北延线共同构成，是南京骨架路网的重要组成部分，是对南京高速环线的优化和提升，服务城市外围诸多重点市镇，联系以南京为中心的众多外围地区，将对城市开发、分流城市交通和过境车辆起到了巨大作用。

本项目为南京都市圈环线高速公路浦口段，起点与锦文路过江通道相衔接，终点至苏皖省界点，项目路的建设对于优化南京骨架交通路网布局，提升国家高速公路南京过境功能，缓解城际现状环线交通压力有重要作用。

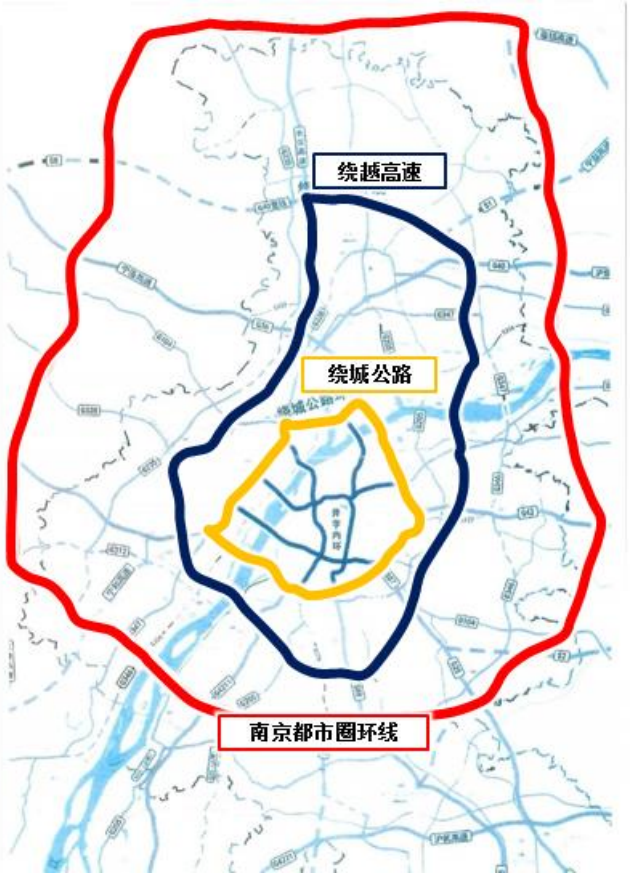


图3-1　南京“环线+射线”高快速路网结构示意图

2、锦文路过江通道北连接线，苏皖重要的省际联系通道

为增强长江干线过江能力，实现长江两岸区域间、城市间以及城市组团间便捷顺畅连接，形成功能完善、安全可靠的过江通道系统，《长江经济带立体综合交通走廊规划（2014-2020 年）》在江苏省内共规划新增了 14 座过江通道，其中包括了锦文路过江通道，服务于南京西部地区的快速跨江出行。

目前锦文路过江通道已开展前期研究，处于工程可行性研究阶段。本项目作为锦文路过江通道的北连接线，具有疏散过江通道交通的重要功能，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。

图3-2　锦文路过江通道区域路网示意图

江苏和安徽人缘相亲、起源相近，随着长三角一体化发展上升为国家战略，两省交流合作驶入“快车道”，正在取得从零散到批量、从局部到系统的成果，苏皖在内的长三角地区各省市的合作主动性、协调性、深入性不断增强。

南京都市圈环线高速公路全段联系了苏皖两地，沿线串联了江苏省江宁区、雨花台区、江北新区和安徽省全椒县，其建设为两省新增了一条高速联系通道，加强了两省交通基础设施的互联互通，建成后将有利于资源、信息与人口的交流，突破行政区划制约，推动苏皖进一步紧密合作。

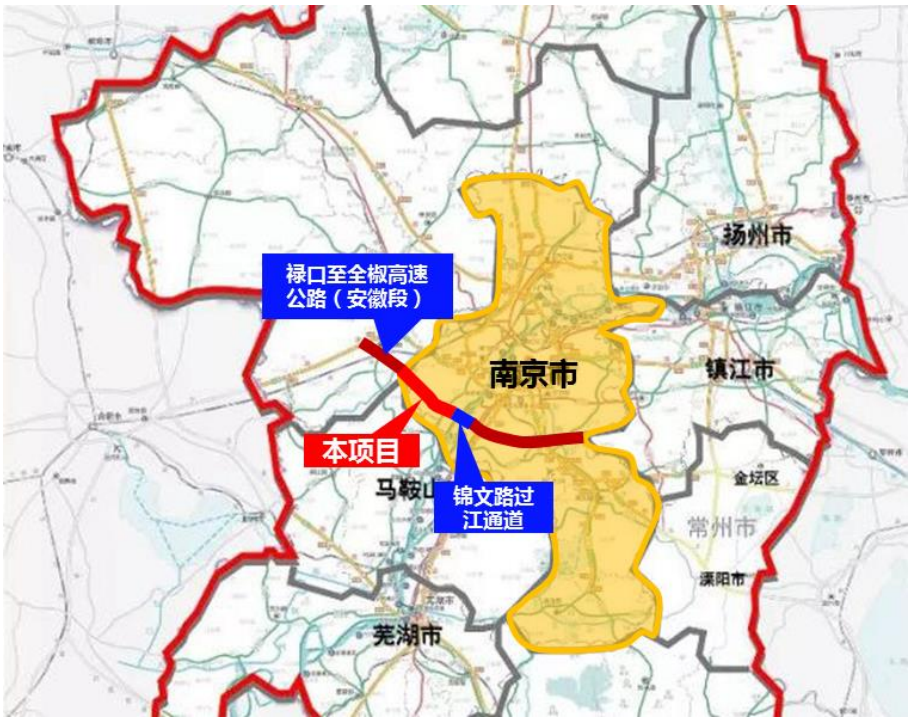


图3-3　南京周边城市示意图

3、江北新区南部的快速联系通道

江北新区是中国国家级新区，由浦口区、六合区和栖霞区八卦洲街道构成，是长江经济带与东部沿海经济带的重要交汇节点，长三角辐射中西部地区的综合门户，南京北上连接中西部的重要区域。根据《江北新区城市总体规划（2014-2030 年）》，江北新区规划形成“一轴、两带、三心、四廊、五组团”的总体布局结构，“五组团”具体包括桥林、浦口、高新—大厂、雄州、龙袍五个城镇功能组团。

本项目为南京都市圈环线高速公路浦口段北段，全线贯穿江北新区南部，是江北新区南部的快速联系通道。本项目沿线经过桥林新城和星甸新市镇，向南利用锦文路过江通道联系江南主城区和江宁片区，向北联系了安徽省全椒县，项目的建成后将加强南北交流，促进江北新区南部与主城和安徽全椒县互通发展。

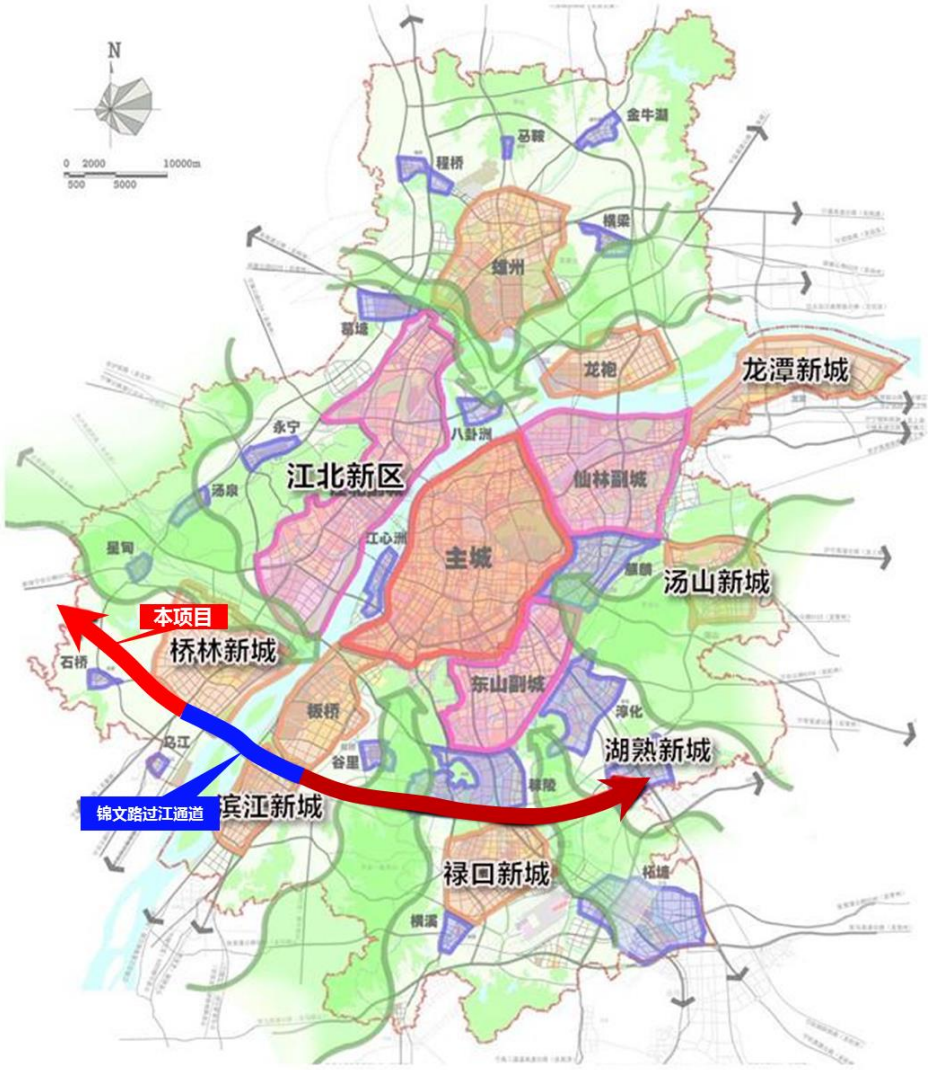


图3-4　江北新区区位示意图

2.3.2 交通量分析

2.3.2.1 现状调查及分析

2.3.2.1.1 调查综述

1、调查目的

交通调查是真实反映公路交通量状况的有效途径，旨在掌握项目影响区域路网中交通流的时空分布特征，分析各路段交通量及车种组成，了解区域交通发生、吸引及分布状况，明确其未来年交通量增长及车型比例变化趋势；为预测本项目未来特征年交通量和车型比例结构，以及其对区域路网交通布局影响提供基础数据。

2、调查内容

本次交通量调查主要包括三方面的内容

（1）历史年路网交通量观测资料的调查。

（2）现场交通量观测。

（3）现场 OD 调查。

本次交通量调查及分析的主要内容见下图所示。

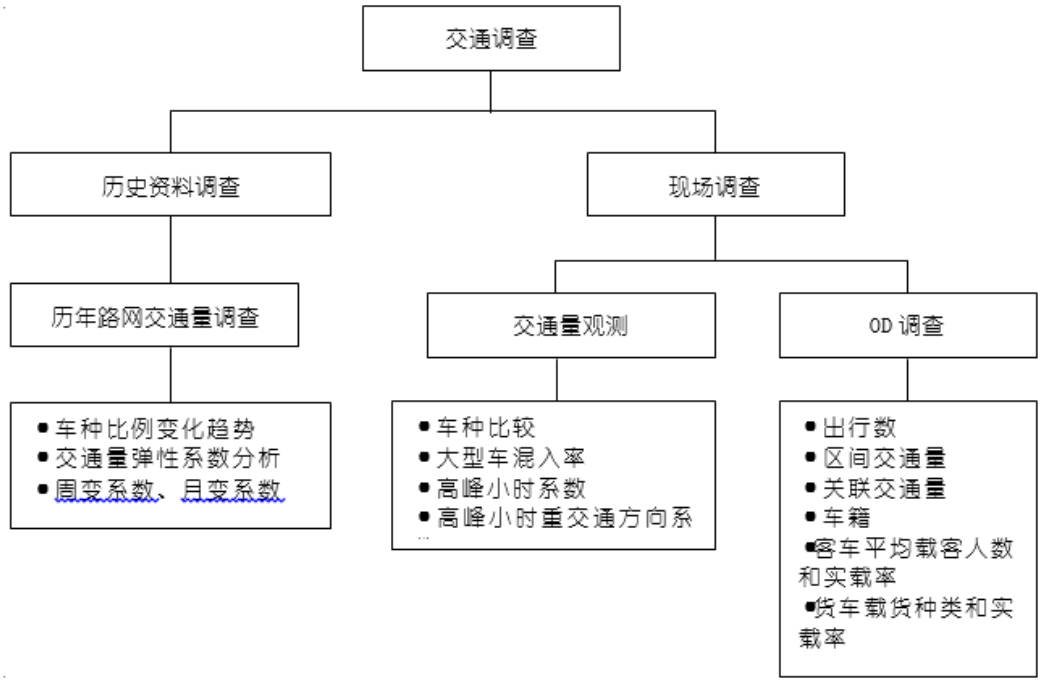


图3-5　交通调查流程图

3、交通调查范围

项目直接影响区内现有多条高速公路及普通国省干线，其中高速公路包括 G2503 南京绕城高速、G4211 宁芜高速、G40 沪陕高速、S55 宁宣高速、G25 长深高速、G42 沪蓉高速；普通国省干线包括 G312、G205、G346、G235、G104、S508、S126、S204、S002。

图3-6　项目影响区域路网分布图

2.3.2.1.2 全省高速公路流量

1. 全省高速公路流量概况

2011 年以来，全省高速公路平均交通量快速增长，2020 年日均交通量达到 34841veh/d，约为普通国省道的 2.8 倍，年均增速 5.9%。说明随着高速公路逐步成网，居民收入提高、机动化出行普及，产业结构升级、货物价值提升，进入高速公路的客货流呈快速增长的态势，高速公路对经济社会的支撑作用越来越强。

2. 全省高速公路出入口流量

近六年来，全省各地市高速公路出入口流量详见下表。由观测数据可知，近年来全省高速公路出行需求呈稳定增长趋势。2019 年全省高速公路出入口流量达到 131458 万车，年均增长 12.3%。各地市中，苏州市高速出入口流量最大，2019 年为 39867 万车，年均增速 10.7%；镇江市流量年均增速最大，达 20.0%。**本项目所在的南京市 2019 年高速公路出入口流量为 16633 万车，年均增速为 14.2%。（注：2020 年由于疫情原因，仅统计 6 月-12 月出入口车流量数据）**

表3-1　江苏省联网高速公路出入口历年车流量数（万辆）

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012-2019增速
江苏省	58265	75122	83422	91855	102362	116470	123185	131458	38276	12.3%
南京市	**6585**	**8070**	**10092**	**11247**	**12365**	**14403**	**15418**	**16633**	**5848**	**14.2%**
无锡市	8485	10046	10849	11460	12540	13719	14494	15415	4451	8.9%
徐州市	3706	4360	5026	6049	6723	7811	8409	8038	1960	11.7%
常州市	3009	4199	4869	5452	6217	7087	7723	8614	2587	16.2%
苏州市	19527	25086	27219	29108	30842	34404	36630	39867	10600	10.7%
南通市	4263	5864	5939	7009	8429	9616	9838	10292	3497	13.4%
连云港市	2036	2683	3096	3509	4126	4675	4993	4739	1631	12.8%
淮安市	1454	1820	2108	2251	2664	3156	3200	3458	1099	13.2%
盐城市	1670	2156	2347	2552	3004	3696	3866	4033	1356	13.4%
扬州市	2147	3491	3680	3973	4494	5067	5441	5427	1803	14.2%
镇江市	1256	2199	2439	2859	3391	3851	4108	4508	1335	20.0%
泰州市	3108	3258	3465	3753	4418	4664	5055	5291	1594	7.9%
宿迁市	1019	1384	1531	1676	2011	2854	3243	3213	965	17.8%

2.3.2.1.3 区域路网交通量分析

1.高速公路现状交通量分析

项目区域内现状高速公路主要有 G2513 南京绕越高速南段、G25 长深高速、S55 宁宣高速、S88 机场高速、G4211 宁芜高速、G4221 沪武高速。区域高速公路网 2023 年 7 月交通量统计如下所示：

表3-2 项目区域高速公路网 2023 年 7 月交通量

名称	断面	货车（veh/d）	客车（veh/d）	合计	
				绝对数（veh/d）	标准车（pcu/d）
G2513 绕越高	刘村-西善桥	15052	23679	38731	69145

速	长江三桥	16947	23263	40210	75119
G25 长深高速	湖熟-郭庄	9484	41217	50701	66224
	郭庄-溧水北	5855	32100	37955	48625
S55 宁宣高速	骆家边枢纽-南京南主线	4905	36468	41373	48394
G4221 沪武高速	将军大道-禄口南	13333	26181	39514	65956

2.高速公路历年交通量分析

本项目区域涉及的高速公路主要为 G2503 南京绕城高速，本次分析选取南京绕城高速三个断面作为分析对象，分别为南京三桥、刘村-西善桥、南庄-殷巷。

（1）断面交通量

南京三桥的历年交通量如下图表所示。2021 年南京三桥断面交通量达到 5.9 万 pcu/d，平均增速为 4.9%，其中 2020 年受疫情期间高速免费影响交通量较大，随着疫情的放开，2023 年 7 月交通量有所回升，交通量达到 7.5 万 pcu/d。其中，汽车列车增速较快，增速为 11.2%，2023 年 7 月交通量为 8861veh/d。

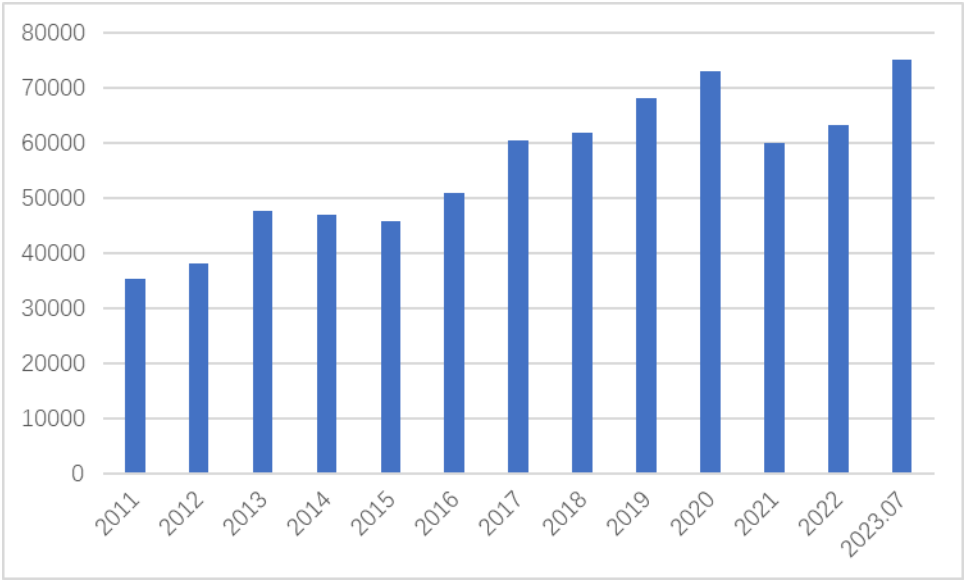


图3-7　南京三桥历年断面交通量（单位：pcu/d）

南京绕城高速刘村-西善桥的历年交通量如下图表所示。2021 年刘村-西善桥交通量略有下降，达到 5.9 万 pcu/d，平均增速为 9.2%，其中 2020 年受疫情期间高

速免费影响交通量较大，随着疫情的放开，2023 年 7 月交通量有所回升，交通量达到 6.9 万 pcu/d。其中，汽车列车增速较快，增速为 13.9%，2023 年 7 月交通量为 7688veh/d。

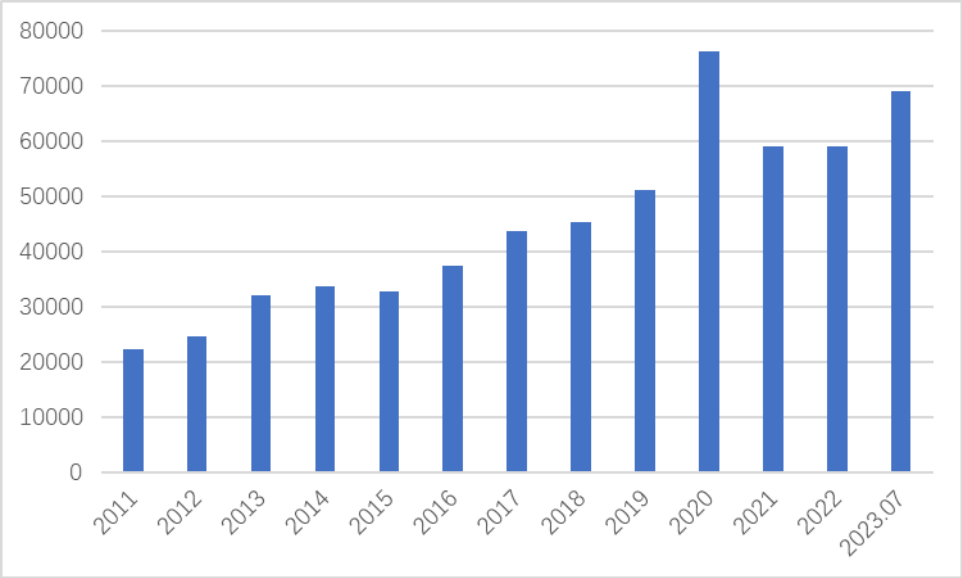


图3-8　南京绕城高速刘村-西善桥历年断面交通量（单位：pcu/d）

南京绕城高速南庄-殷巷的历年交通量如下图表所示。2021 年南庄-殷巷交通量达到 4.9 万 pcu/d，平均增速为 7.0%，2020 年受疫情期间高速免费影响交通量较大，随着疫情的放开，2023 年 7 月交通量有所回升，交通量达到 5.9 万 pcu/d。其中，小客增速较快，增速为 11.8%，2023 年 7 月交通量为 30435veh/d。

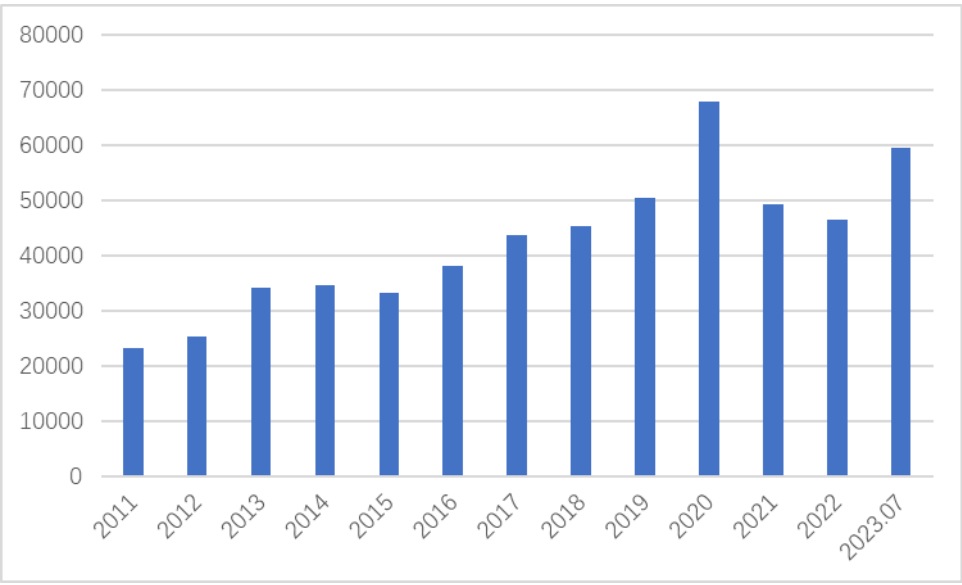


图3-9　南京绕城高速南庄-殷巷历年断面交通量（单位：pcu/d）

（2）车型比例

南京三桥的历年车型比例如下图表所示。南京三桥客货比例由 2011 年的 63:37

转变为 2023 年的 58:42，2023 年客货比例有所下降，其中，汽车列车占比增长 11.3%。2023 年，小客车占比最高，为 56.2%。

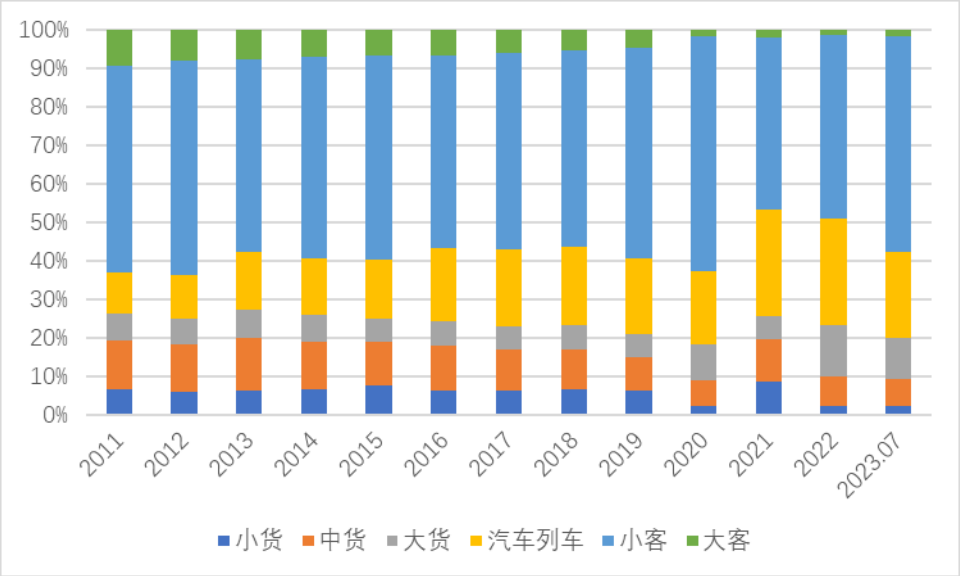


图3-10 南京三桥历年车型比例

南京绕城高速刘村-西善桥的历年车型比例如下图表所示。南京绕城高速刘村-西善桥客货比例由 2011 年的 66:34 转变为 2023 年的 61:39，大客车比例下降至 1.6%，汽车列车比例明显上升。

表3-3 南京绕城高速刘村-西善桥历年车型比例

年份	小货	中货	大货	汽车列车	小客	大客	合计
2011	4.8%	10.5%	7.7%	11.4%	51.7%	13.9%	100%
2012	4.4%	9.2%	6.4%	12.0%	56.4%	11.5%	100%
2013	4.7%	11.2%	7.4%	16.4%	49.3%	11.1%	100%
2014	4.9%	11.9%	7.6%	18.0%	47.6%	9.9%	100%
2015	5.4%	11.3%	7.0%	19.4%	47.2%	9.7%	100%
2016	5.5%	10.9%	7.0%	22.6%	45.1%	8.9%	100%
2017	5.7%	10.1%	6.5%	23.6%	46.9%	7.2%	100%
2018	6.0%	9.6%	6.5%	23.2%	48.7%	5.9%	100%
2019	5.8%	7.9%	5.5%	21.2%	54.5%	5.1%	100%
2020	1.6%	4.8%	7.4%	15.5%	69.3%	1.3%	100%
2021	7.6%	8.3%	4.8%	22.7%	54.9%	1.6%	100%

2022	2.5%	7.3%	12.2%	25.6%	51.1%	1.2%	100.0%
2023.07	2.4%	6.8%	9.8%	19.8%	59.5%	1.6%	100.0%

南京绕城高速南庄-殷巷的历年车型比例如下图表所示。南京绕城高速南庄-殷巷客货比例由 2011 年的 66:34 转变为 2023 年的 75:25，客货比例上升，2023 年小客车比例上升至 73.8%，小货比例明显下降。

表3-4 南京绕城高速南庄-殷巷历年车型比例

年份	小货	中货	大货	汽车列车	小客	大客	合计
2011	5.9%	11.4%	7.5%	9.4%	52.1%	13.6%	100%
2012	5.2%	9.8%	6.3%	9.5%	58.0%	11.3%	100%
2013	5.3%	11.8%	7.1%	12.2%	53.5%	10.1%	100%
2014	5.6%	13.0%	7.4%	13.6%	51.7%	8.7%	100%
2015	5.9%	12.0%	6.4%	14.7%	52.7%	8.3%	100%
2016	5.7%	10.4%	5.7%	16.1%	55.1%	7.0%	100%
2017	5.7%	9.3%	5.2%	16.4%	57.7%	5.7%	100%
2018	5.5%	8.7%	5.1%	15.2%	60.9%	4.6%	100%
2019	5.3%	7.5%	4.2%	13.8%	65.0%	4.2%	100%
2020	1.9%	5.2%	6.3%	11.0%	74.3%	1.3%	100%
2021	7.3%	6.0%	2.9%	11.3%	70.9%	1.6%	100%
2022	2.1%	6.0%	7.6%	13.7%	69.4%	1.3%	100.0%
2023.07	2.1%	5.8%	6.2%	10.5%	73.8%	1.6%	100.0%

3.普通国省干线交通量分析

（1）断面交通量

本次分析选取 G104 花旗、G104 淳化、S122 其林门、S243 柘塘、G346 高旺、G235 陆郎、S341 东庐、G205 铜井、G205 龙山、G312 东阳、S508 板桥、S204 九龙桥、G312 永宁、G346 浦口超限站西、南京 G205 板桥工区、S002 秦淮河、S126 横溪的 17 个观测点作为分析对象，其中，后 9 个观测点只收集到现状数据，各点位具体位置如下图所示：

图3-11　项目区域普通国省道交通量观测点位图

从区域路网交通量变化图表中看出，从 2015 至 2022 年，项目区域客货车交通量整体呈现稳定增长趋势，除 G205 铜井外各个观测点交通量年均增长率均为4%以上，G104 花旗、S122 其林门、S243 柘塘等观测点交通量年均增长率更是达到了 11%以上。图表充分反映了南京地区交通量较大，东西向出行需求旺盛，与安徽滁州一带交通量逐年增加，辐射作用明显。从总体来看，区域路网交通量呈上升趋势，客车增长速度(4.0%)远于货车增长速度(14.5%)。

G205 龙山、G312 东阳、S508 板桥、S204 九龙桥、G312 永宁、G346 浦口超限站西、G205 板桥工区、S002 秦淮河、S126 横溪九个观测点 2022 年现状交通量如下表。其中，G205 龙山交通量最大，为 11.6 万 pcu/d；S126 横溪交通量最小，约为 1.3 万 pcu/d。

表3-5 九个观测点 2022 年现状交通量（veh/d）

观测点	小货	中货	大货	汽车列车	小客	大客	合计	当量（pcu/d）
G205 龙山	2998	1405	269	1892	101035	748	108347	115638
G312 东阳	2575	2488	2056	2000	15363	306	24788	36297
S508 板桥	869	282	1443	709	4706	69	8078	13267
S204 九龙桥	2387	632	1510	1752	19517	408	26206	35002
G312 永宁	1806	535	1594	3169	13678	419	21201	34373
G346 浦口超限站西	1452	1083	1262	3002	12697	221	19716	31896
G205 板桥工区	1725	580	539	424	18061	563	21892	24814
S002 秦淮河	1911	621	1167	549	11699	87	16034	20369
S126 横溪	944	301	527	472	7867	283	10394	13156

（2）区域车种比例变化趋势

通过对区域交通量资料的综合分析，整理出 2015—2020 年区域内主要国省道公路观测站交通量的平均车种比例发展趋势。

表3-6 G346 高旺观测点历年交通量（veh/d）

年份	小货	中货	大货	汽车列车	小客	大客	合计
2015	7.15%	5.41%	3.42%	6.99%	73.18%	3.85%	100.00%
2016	6.31%	5.15%	3.06%	7.29%	74.68%	3.52%	100.00%
2017	6.55%	5.04%	3.34%	5.26%	77.33%	2.49%	100.00%
2018	7.17%	4.98%	4.61%	5.52%	75.18%	2.53%	100.00%
2019	7.34%	4.31%	4.93%	6.38%	74.50%	2.54%	100.00%
2020	6.55%	4.71%	4.75%	5.86%	75.51%	2.61%	100.00%
2021	5.24%	5.12%	4.17%	3.30%	80.16%	2.01%	100.00%
2022	4.93%	7.11%	5.63%	3.50%	76.81%	2.02%	100.00%
增速（%）	-4.54%	3.48%	6.44%	-8.29%	0.61%	-7.75%	

从以上图表可以看出，项目区域路网交通部高组成中小客车占比呈现稳定增长的趋势，年均增长 0.61%；大货车占比呈现波浪式上升趋势，年均增长 6.44%；其它类型车辆占比呈现较为明显的下降，大客车年均下降-7.75%。客车与货车的比例从 2015 年至 2022 年维持在 77:23~78:22 范围内，区域货车比例与全省干线公路货车比例（27%）相接近。

2.3.2.1.4 区域过江交通量分析

2017-2023.06 长江南京区段过江设施交通量见下表。可以看出，2017-2023 年间，长江段过江流量稳步增长，年均增长率达到 4.1%，2023 年过江设施过江交通量达到 59.17 万 veh/d。

表3-7 长江南京区段主要过江设施历年交通量趋势表（veh/d）

年份	长江	长江	长江	长江	长江	长江	扬子	板桥汽	合计

	大桥	二桥	三桥	四桥	五桥	隧道	江隧道	渡	
2017	/	97126	60494	59092	/	98121	113346	1705	429884
2018	/	97542	61936	55725	/	99031	113095	2882	430211
2019	95637	99836	68191	53540	/	98223	86018	2201	503646
2020	97189	109123	73047	61335	/	99901	87878	1324	529797
2021	102377	109384	59964	53365	64706	91050	87442	1229	569517
2022	90512	90994	63262	56822	77908	89151	91231	/	559880
2023.6	99505	67298	72754	56115	98424	99831	97778	/	591705
近5年年均增长率	1.0%	-9.4%	1.6%	1.2%	11.1%	0.4%	3.3%	-7.86%	4.1%

根据2023年6月数据，目前南京区段过江需求强烈，已有主要过江设施通道容量已显不足，目前大部分处于较低服务水平。

其中，长江隧道、扬子江隧道流量增长迅猛，均已下降为六级服务水平，本项目北侧的长江三桥现状交通量达 72754pcu/d，服务水平为三级。可见，南京市江南、江北区域联系愈加紧密，城市内部过江交通需求很大。

2.3.2.2 OD 调查与分析

2.3.2.1.1 OD 调查概述

华设设计集团在2003年、2007年分别组织开展了全省公路OD调查，在全省高速公路、普通国省干道、过江设施上共布设了170个OD调查点(兼交通量观测)，采用路边询问法、利用道路收费站或汽渡购票处访问调查。大多数 OD 调查点调查时间为7:00-19:00，少数OD调查点的调查时间为24小时，并在所有OD调查点进行了24小时交通量观测。

考虑到2007年全省公路OD调查已经过去10年，我省经济发展水平、交通基础设施发生了较大的变化。因此，本次研究基年OD数据以2021年全省高速公

路联网收费 OD、《江苏省过江通道交通量 OD 调查专题报告》为基础，结合 2003 年、2007 年全省 OD 调查数据进行修正，形成基年 OD 表。所获得的 OD 资料主要应用于如下结果的分析：

- 掌握项目所在区域交通分布情况；
- 合理确定未来路线平面交叉及互通式交叉的布局。

2.3.2.1.2 OD 小区的划分

OD 分区主要分为两类：项目所在区域（直接影响区）和项目相关区域（间接影响区）。

直接影响区为南京市、滁州市；间接影响区为江苏省其他 11 个地市、上海、山东及北、安徽及西和浙江及南。整个区域划分为 30 个交通小区，编码为 1~30，具体交通小区划分见下表。

表3-8 OD 小区编码表

小区编号	地区	小区编号	地区
1	南京市区（直接影响区）	16	宿迁市
2	江宁区（直接影响区）	17	徐州市
3	六合（直接影响区）	18	连云港市
4	浦口（直接影响区）	19	盐城市
5	溧水（直接影响区）	20	泰州市
6	高淳（直接影响区）	21	南通市
7	全椒县（直接影响区）	22	无锡市
8	滁州市（除全椒县）（直接影响区）	23	苏州市
9	句容市	24	上海市
10	镇江其它	25	马鞍山市
11	扬州市	26	合肥市
12	金坛	27	浙江及南
13	溧阳市	28	皖南及南
14	常州市区	29	皖北及西

15	淮安市	30	山东及北

2.3.2.1.3 OD 校核

OD 矩阵的校正是指将修正、补充后的区域总 OD 矩阵分配到现状公路网，得到通道内相关公路的分配交通量，通过对比分配交通量与 2017 年实际观测交通量之间的差异来修正原 OD 矩阵。如果所有相关公路的分配交通量与实际观测交通量之间的差异均在 10%以内，则认为该 OD 矩阵能够反映项目影响区交通量的实际分布情况，否则需要重新校正 OD 矩阵。

OD 矩阵校正公式如下：

$$Q_{ij} = T_{ij} \cdot \lambda$$

式中：

Q_{ij} —修正后 i 区到 j 区的交通量；

T_{ij} —修正前 i 区到 j 区的交通量；

λ —校正系数。

实际观测交通量与分配交通量对比情况如下：

表3-9 分配交通量与实际观测交通量的对比情况（pcu/d）

道路名称	点位	观测交通量	分配交通量	误差
绕越高速	谷里-东善桥	49439	48653	2.26%
长江三桥	—	68191	67321	2.34%

项目所在通道内主要相关公路的分配交通量与观测交通量对比结果见上表。由于所有公路代表路段的交通量误差在允许范围内，因此认为该 OD 矩阵能够反映项目影响区的实际出行情况，可作为本项目交通量预测的依据。

表3-10 基年 OD 表（pcu/d）

小区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	合计
1	31861	33296	10987	5077	571	2643	4181	1682	2887	8434	5018	11545	4194	3780	1638	4444	4477	1107	2209	140032
2	31660	8883	1076	1170	113	507	478	338	424	519	414	1812	1390	374	316	258	362	72	188	50353
3	10990	1292	11690	359	24	205	1462	99	281	1124	922	1353	172	2970	423	222	817	262	510	35176
4	5414	916	376	3249	312	262	259	1051	591	59	174	1197	771	19	13	309	618	64	77	15731
5	385	48	21	115	3534	7	135	80	210	69	82	610	43	26	25	72	46	52	8	5569
6	2324	449	98	233	6	23883	3761	681	4908	587	1937	6807	160	156	214	1197	159	245	592	48395
7	3538	505	2109	168	74	3611	11486	85	729	2164	5618	4228	94	1727	440	679	350	553	2111	40268
8	1606	483	220	988	80	719	131	16761	2499	86	348	3215	150	32	15	1212	276	65	125	29010
9	2203	675	189	587	252	5171	1078	1154	9827	976	5017	30715	389	183	401	3916	508	746	950	64936
10	5744	388	613	64	23	608	1647	99	782	104287	7831	4758	93	802	681	1819	680	8429	28958	168305
11	3401	394	1031	196	67	1836	5944	271	4740	7923	87699	38491	116	310	525	3915	594	1012	13616	172081
12	8520	1867	872	991	634	7047	4206	4042	34857	4671	38559	441550	736	768	1972	35538	1569	4412	8157	600970
13	4260	1085	130	1047	18	146	54	208	205	25	59	687	0	27	36	81	10	24	15	8119
14	4259	256	2363	25	8	93	2455	19	59	821	332	426	37	0	0	154	27	0	504	11839
15	1817	206	372	19	4	127	334	15	107	643	487	959	20	0	0	152	7	0	1411	6681
16	2542	481	398	297	159	1139	729	1025	3842	1126	3778	39321	149	296	360	2	229	1826	4205	61902
17	4078	445	853	534	60	319	313	170	574	750	545	2169	83	62	34	538	72	91	849	12538
18	1303	87	272	29	13	313	438	89	572	7426	1370	4720	83	2	0	1956	67	18	3100	21859
19	1573	135	397	55	20	526	1722	103	1358	25135	13749	7175	119	338	1681	4657	924	2882	0	62549
合计	127476	51891	34068	15202	5971	49162	40814	27972	69451	166826	173939	601739	8800	11873	8774	61121	11793	21859	67584	1556313

2.3.2.1.4 现状 OD 分析

1、全省过江 OD 分析

华设设计集团于 2018 年开展了江苏省过江通道 OD 调查，根据《江苏省过江通道交通量 OD 调查专题报告》，我省现状过江 OD 如下图所示。

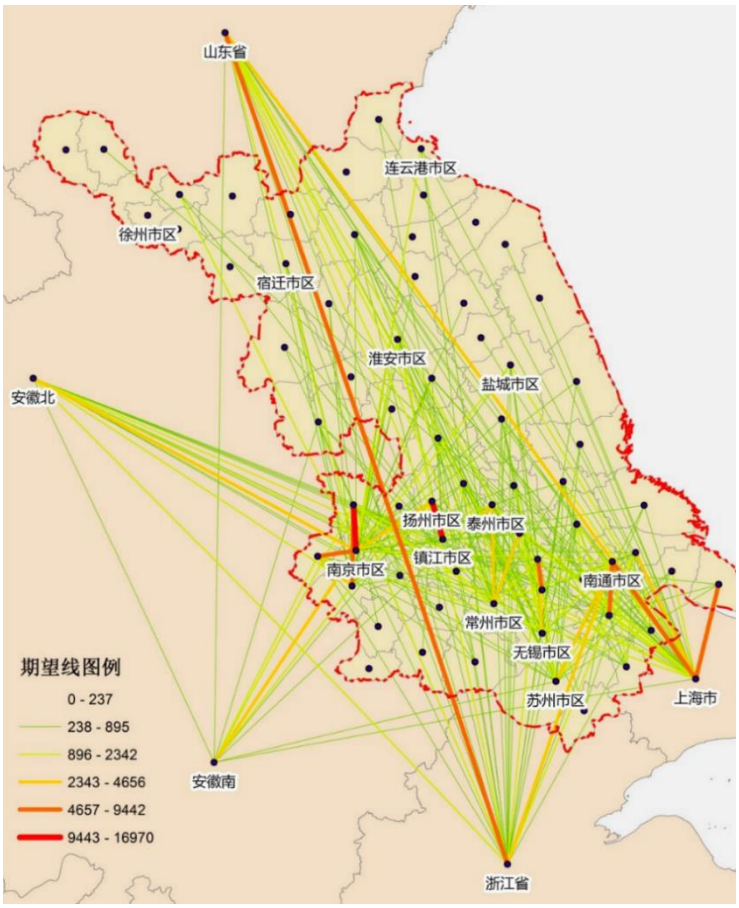


图3-12 本项目基年 OD 期望线示意图

可以看出，目前，宁镇扬、锡常泰、沪苏通之间过江出行量较大，板块间出行需求旺盛，两岸一体化出行特征明显。

其中，宁镇扬板块出行需求旺盛，占比江苏段总量 35.5%，同城化发展趋势显著。

2、南京区段过江 OD 分析

根据《江苏省过江通道交通量 OD 调查专题报告》，南京区段现状过江 OD 如下图所示。

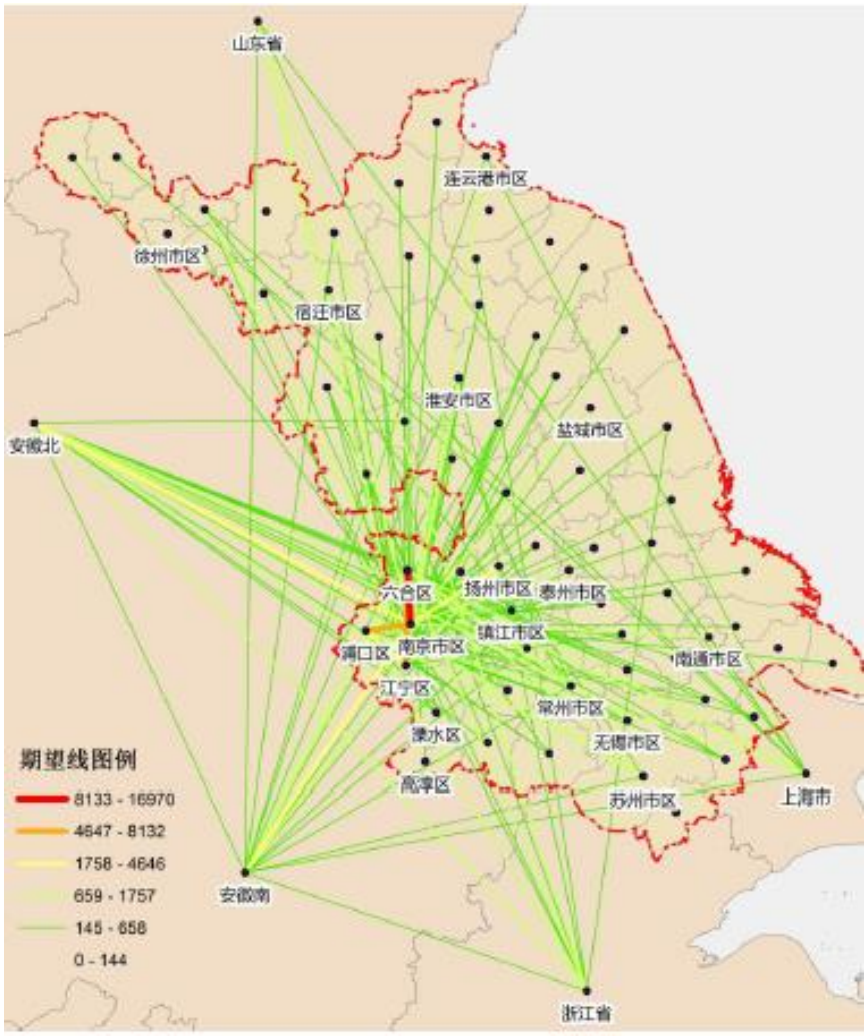


图3-13 南京区段现状过江 OD 期望线

从南京区段 OD 出行期望线来看，六合到南京主城、南京主城到浦口、江宁到六合、南京到扬州市区等地出行量较大；在过境交通分析中，安徽到南京的过江交通量较大。从板块来看，南京内部过江出行，南京到安徽和南京到扬州之间出行量较大。

本项目锦文路过江通道建成后，将对长江三桥起到一定的分流作用，主要承担南京至安徽、浙江至安徽间的过境功能。

2.3.3 交通量预测

2.3.3.1 交通预测方法及过程

2.3.2.3.1 预测交通量组成

根据公路交通量生成的一般规律，项目远景交通量主要由现状通道内公路的正常趋势交通量在本项目上的分配交通量、诱增交通量和转移交通量构成。同时考虑到本项目的特殊战略区位，还需着重考虑区域的铁路集疏运以及机场集疏运

交通量。本项目远景交通量主要由以下四部分组成：

（1）趋势交通量

趋势交通量是指随着社会发展，而自然增长的交通量。本项目建成后，将优化路网结构，会使现有路网上的部分趋势交通量转移到拟建项目上。

（2）诱增交通量

诱增交通量是指由于本项目及区域内其他规划项目的建设，改善了区域的投资环境和运输条件，从而促进区域经济快速发展和潜在交通需求的释放，导致产生新的交通需求。

（3）转移交通量

转移交通量是指由于规划项目的建设，改变了现有综合运输网络的结构布局，导致其他运输方式与本项目之间发生的交通量转移。

（4）机场集疏运交通量

机场交通量主要指服务于禄口机场的集疏运交通量，主要与机场的客货吞吐量有关。

（5）南京市域组团出行量

本项目未来将承担大量南京市域组团间的联系，而市域组团出行与区域中长途出行特征存在较大差异。因此，本次研究对市域组团出行量进行单独分析。

2.3.2.3.2 交通量预测方法及步骤概述

本次研究依据交通部颁发的《公路建设项目可行性研究编制办法》（2010），交通量预测采用以机动车起讫点调查为基础的“四阶段推算法”，即：

- 收集全区经济社会、交通运输资料，分析区域经济社会与交通运输之间的相关关系，并对未来经济社会发展趋势进行预测；
- 预测区域交通总需求，即交通发生、集中总量的预测；
- 预测区域发生、集中总量在区域间的分布，并考虑诱增及转移交通量；
- 把区域间的交通量分配到公路网的具体路段上，从而预测建设项目的交通量。

根据《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）规定，高速公路远景交通量预测年限为公路建成通车后 20 年。

本项目计划 2028 年建成通车，则预测特征年为 2028 年、2030 年、2035 年、2040 年、2047 年，预测基准年是 2021 年。

2.3.2.3.3 交通生成预测

1.预测模型选定

区域交通生成量（交通发生集中量）是经济社会发展对运输需求的具体反映。发生集中交通量的预测以经济社会发展趋势为基本依据，常用的方法有:增长率法、相关分析法、强度分析法等。

相对而言，增长率法我们有比较成熟的经验，指标也易于把握，资料的占有也比较具备，因此本次研究推荐采用增长率法预测未来发生集中交通量。具体方法为：分析历史年各小区交通增长与经济增长的关系，并推算将来交通与经济之间的弹性关系，然后根据各区域未来经济增长率，推算相应小区发生集中交通量的增长率，进行预测。

常用的交通指标主要有路网交通量、运输量等，经济指标主要有国内生产总值（GDP）、工农业产值等。根据经验，交通量和运输量与 GDP 之间有着最为直接、敏感的相关关系，而且各地区将来的经济发展目标均以 GDP 作为衡量指标。经济指标中工农业总产值由于存在着重复计算，不能完全反映经济实际发展，因此弹性系数计算时经济指标选择 GDP 作为分析对象。交通指标中的运输量，由于目前统计年鉴中提供的主要是专业交通运输部门的运输量，难以得到确切的全社会运量资料，因此目前的运量资料尚有一定的片面性。同时通过运量反推交通量时，需要确定实载情况、运营特征等一些指标，会产生一定的偏差。而路网交通量则直接反映了公路交通需求的发展状况，且资料具有连续性、全面性的特点，因此弹性系数计算时的交通指标采用路网交通量。

2.弹性系数的确定

未来弹性系数的确定采用曲线拟合的方法，首先分析区域的客、货运量、交通量与经济指标的弹性发展趋势，在宏观上把握弹性系数的变化规律，同时参考经济、交通发展情况类似的国家和地区的发展轨迹，最后确定未来年货、客车弹性系数变化模型参数，预测未来年客、货车弹性系数。

就货运而言，根据国内外的发展经验，在经济发展初期，因工业、基础产业的迅速发展，需运送大量的原材料和初级产品，公路货运需求较大，公路货物的运输弹性系数较大。随着工业化发展及产业结构的调整，产业结构转向技术密集型，产品运输向轻、小、高附加值方向发展，货物运量减少，货运弹性系数呈下降趋势而小于 1.0。就客运而言，随着各影响区域经济的发展及人民生活水平的提

高，商务旅客出行和新的旅游出行必将大幅度增加，因此未来出行的绝对数将迅速增加，预计客运量弹性系数将继续保持下降，但速度会较为缓慢。

公路客运与货运在不同时期的增长率也不一样。在经济发展初期，货运增长速度比客运快，即货运弹性高于客运弹性。但在经济发展过程中，随着国民收入的增加及人民生活水平的提高，人们对出行的需求也会不断提高，人均出行次数大幅度提高，公路客运增长速度要高于公路货物运输量，货运弹性系数必将小于客运弹性系数。弹性系数还与地区发展的阶段性相关，因而在总的趋势中呈某种起伏。

由于项目所经区域的现况路网交通量由各当地交通和其他地区的过境交通组成，分析该地区历史年交通量和各地区经济的弹性关系的发展趋势，同时，参照国外的公路交通发展规律，对货、客交通量的弹性系数序列用指数函数拟合，结果见下表。

表3-11 未来特征年客、货车弹性系数

地区\特征年		2020-2030	2030–2040	2041-2047
苏南	货车	0.791	0.644	0.554
	客车	0.888	0.881	0.791
苏中	货车	0.867	0.691	0.594
	客车	1.040	0.926	0.818
苏北	货车	0.893	0.711	0.617
	客车	1.095	0.959	0.858
滁州	货车	0.650	0.600	0.550
	客车	0.750	0.700	0.650
合肥、马鞍山	货车	0.650	0.600	0.550
	客车	0.750	0.700	0.650
安徽其它地区	货车	0.600	0.550	0.500
	客车	0.700	0.650	0.600

由于项目所经区域的现况路网交通量由各当地交通和其他地区的过境交通组成，分析该地区历史年交通量和各地区经济的弹性关系的发展趋势，同时，参照国外的公路交通发展规律，对货、客交通量的弹性系数序列用指数函数拟合。拟合模型采用定量和定性相结合的方法，近期以定量为主，远期以定性为主。

3.发生吸引交通量预测

（1）客、货车交通量未来年增长率

预测未来特征年交通量时，根据需要，车型划分为货车、客车两种。交通量

的增长率采用下式计算。

特征年交通量增长率＝特征年经济增长率×特征年弹性系数。

各交通分区分别对应于各自地区采用相应的弹性系数，未来特征年的交通量增长率见下表。

表3-12 交通中区未来特征年货车增长率（%）

中区编号	地区	2020-2030	2030-2040	2040-2047
1	南京市区	5.1%	4.1%	3.0%
2	江宁区	5.1%	4.1%	3.0%
3	南京江北	5.1%	4.1%	3.0%
4	溧水、高淳	5.0%	4.0%	2.9%
5	句容	5.4%	4.0%	3.3%
6	镇江其它	5.6%	4.2%	3.5%
7	扬州	6.1%	5.3%	4.4%
8	金坛、溧阳	5.0%	3.9%	2.8%
9	常州主城区	5.1%	4.0%	2.9%
10	徐宿淮	6.1%	4.7%	3.8%
11	连云港、盐城、泰州、南通	6.1%	4.7%	3.8%
12	锡苏沪	5.1%	4.0%	2.9%
13	马鞍山	5.7%	5.0%	4.2%
14	滁州	5.7%	5.0%	4.2%
15	合肥	5.7%	5.0%	4.2%
16	浙江及南	4.9%	3.9%	3.4%
17	皖南及南	5.3%	4.2%	3.6%
18	皖北及西	5.8%	4.7%	4.1%
19	山东及北	5.7%	5.0%	4.2%

表3-13 交通中区未来特征年客车增长率（%）

中区编号	地区	2020-2030	2030-2040	2040-2047

1	南京市区	3.6%	2.9%	2.1%
2	江宁区	3.6%	2.9%	2.1%
3	南京江北	3.7%	3.0%	2.2%
4	溧水、高淳	3.5%	2.8%	2.0%
5	句容	3.8%	2.8%	2.2%
6	镇江其它	4.0%	3.0%	2.4%
7	扬州	4.8%	4.1%	2.6%
8	金坛、溧阳	3.5%	2.8%	1.9%
9	常州主城区	3.6%	2.9%	2.0%
10	徐宿淮	3.5%	2.9%	2.3%
11	连云港、盐城、泰州、南通	3.5%	2.9%	2.3%
12	锡苏沪	3.6%	2.9%	2.0%
13	马鞍山	3.2%	2.7%	2.2%
14	滁州	3.2%	2.7%	2.2%
15	合肥	3.2%	2.7%	2.2%
16	浙江及南	2.8%	2.1%	1.7%
17	皖南及南	3.0%	2.2%	1.9%
18	皖北及西	3.3%	2.6%	2.1%
19	山东及北	3.2%	2.7%	2.2%

根据基年各小区的发生集中交通量推算未来各特征年该小区的发生集中交通量。

2.3.2.3.4 交通分布预测

本项目的趋势交通分布预测采用 FRATAR 模型，该方法认为两交通区之间未来的交通量不仅与两交通区的交通生成增长系数有关，而且还与整个项目影响区域的各交通区的交通生成系数有关。

弗雷特法的计算公式如下：

$$Tij = \frac{1}{2}\left(tij \times \alpha i \times \beta j \times \frac{\sum_j t_{ij}}{\sum_j t_{ij} \times \beta_j} + tij \times \alpha i \times \beta j \times \frac{\sum_i t_{ij}}{\sum_i t_{ij} \times \alpha_i}\right)$$

式中：Tij：未来交通区 i 区到 j 区的交通分布量

tij：现状交通区 i 区到 j 区的交通分布量

αi：　i 区现状交通产生量和未来交通产生量之间的增长系数

βj：　j 区现状交通吸引量和未来交通吸引量之间的增长系数

计算过程中仍需要作迭代计算，即用下式进行重新计算$\alpha_i^{'}$、$\beta_j^{'}$，然后将$\alpha_i^{'}$、$\beta_j^{'}$作为$\alpha_i^{'}$、$\beta_j^{'}$代入上式进行第二轮计算，如此反复，直到$\alpha_i^{'}$、$\beta_j^{'}$收敛于 1 左右。

$$\alpha i' = \frac{G_i}{\sum_j T_{ij}} \qquad \beta j' = \frac{A_i}{\sum_i T_{ij}}$$

式中：Gi：　未来小区交通产生总量

Ai：　未来小区交通吸引总量

$\sum_i T_{ij}$、$\sum_j T_{ij}$：由计算公式计算出的小区交通产生、吸引总量

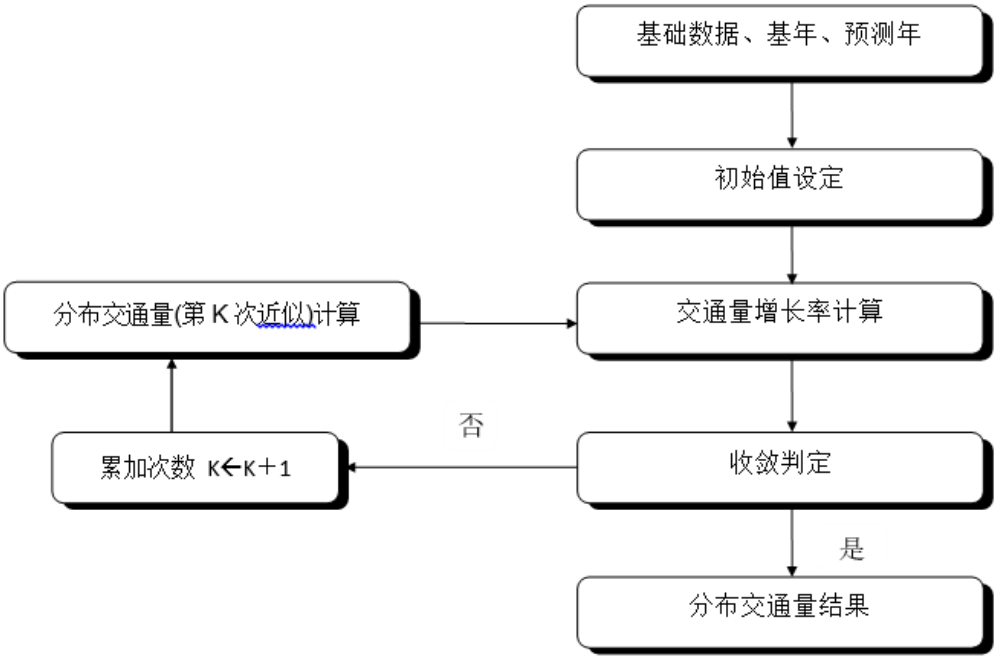


图3-14　弗莱特法计算流程图

经过交通分布，形成正常增长的趋势型未来特征年 OD 矩阵。

1.诱增交通量分布预测

诱增交通量是指由于公路的新建或改造，特别是高速公路的建设而诱发产生

的交通量，本报告诱增交通量的产生考虑以下两个个因素：

■ 项目的建设使影响区域的土地开发、经济布局、产业结构等发生变化而诱增的交通量；

■ 项目的建设改善了影响区域的交通条件，诱发了那些有出行意愿却因交通条件限制而未能出行的交通量。

目前，高速公路工可项目诱增交通量采用无约束重力模型推算，主要考虑以各区域间的交通运行时间为阻抗，按照有无项目比较法的原则，对项目建成前后路网交通量运行时间的缩短来推算诱增交通量，具体分现状区间之间运量为零和不为零两种情况分别进行计算。

无约束重力模型计算基本形式为：

$$X_{ij} = k \times \frac{T_i^{\alpha} \times U_j^{\beta}}{t_{ij}^{\gamma}}$$

式中：X_{ij} ——交通区 i 到交通区 j 的交通分布量

T_i ——交通区 i 的交通产生量；

U_j ——交通区 j 的交通吸引量；

t_{ij} ——交通区 i 与交通区 j 之间的交通阻抗参数；

k、α、β、γ ——待定系数

根据 OD 调查得到的分布量和各分区间的现状时间距离，进行多元回归分析而得到重力模型各参数值。

（1）现状区间出行量不为零时，诱增交通量的预测采用以下形式：

$$Q'_{ij} = Q_{ij}\left[\left(\frac{t_{ij}^{N}}{t_{ij}^{F}}\right)^{\gamma} - 1\right]$$

式中：Q'_{ij} —— i 区到 j 区未来诱增交通量（辆/日）

Q_{ij} —— i 区到 j 区未来趋势预测交通量（辆/日）

t_{ij}^{N} ——现状 i 区到 j 区的出行时间（分钟）

t_{ij}^{F} ——未来 i 区到 j 区的出行时间（分钟）

γ ——由无约束重力模型回归出的参数

（2）现状区间交通出行量为零时，计算公式为：

$$Q'_{ij} = k \times P_i^{\alpha} \times A_j^{\beta} \times \left[\left(\frac{1}{t_{ij}^{F}} \right)^{\gamma} - \left(\frac{1}{t_{ij}^{N}} \right)^{\gamma} \right]$$

式中：P_i——未来年 i 区发生总量（辆/日）

A_j——未来年 j 区集中总量（辆/日）

k、α、β、γ—— 重力模型回归参数

其余参数意义同上

根据现况 OD 矩阵，结合基年路网运行时间，由重力模型公式回归计算各参数。各参数的拟合结果如下：

表3-14 回归参数

k	α	β	γ
0.000834	0.4391	0.5222	0.5795

利用上述计算参数，根据未来各特征年的 OD 矩阵和路网运行时间推算形成各特征年的诱增型 OD 表，如下所示。

表3-15 特征年交通诱增率

年份	2028	2030	2035	2040	2047
直接影响区诱增率(%)	4.31	8.53	8.39	7.99	7.93
全区域诱增率(%)	0.58	1.31	1.26	1.10	1.00

2.其它运输方式转移交通量分布预测

公路与其它运输方式之间转移交通量的产生主要源于下述两个因素：

（1）由于公路项目的建设对其它运输方式的影响。

（2）由于其它运输方式项目的建设对原有公路运量产生的影响。

- 水运

长期以来，项目区域内公路与水路的分担格局已基本定型，项目路的建成基本不会破坏这种平衡。

- 铁路

铁路建设将对运输格局产生影响，将出现公路客货运输向铁路转移的

现象。江苏铁路网络化格局正在形成，铁路客运高速化发展趋势显著，公路向铁路转移的客货运量将更加显著。

在城市内部，地铁的建设也会对城市交通出行结构产生较大影响。

就本项目而言，存在较明显影响的铁路设施主要包括北沿江铁路、扬镇宁马铁路、苏南沿江铁路等。

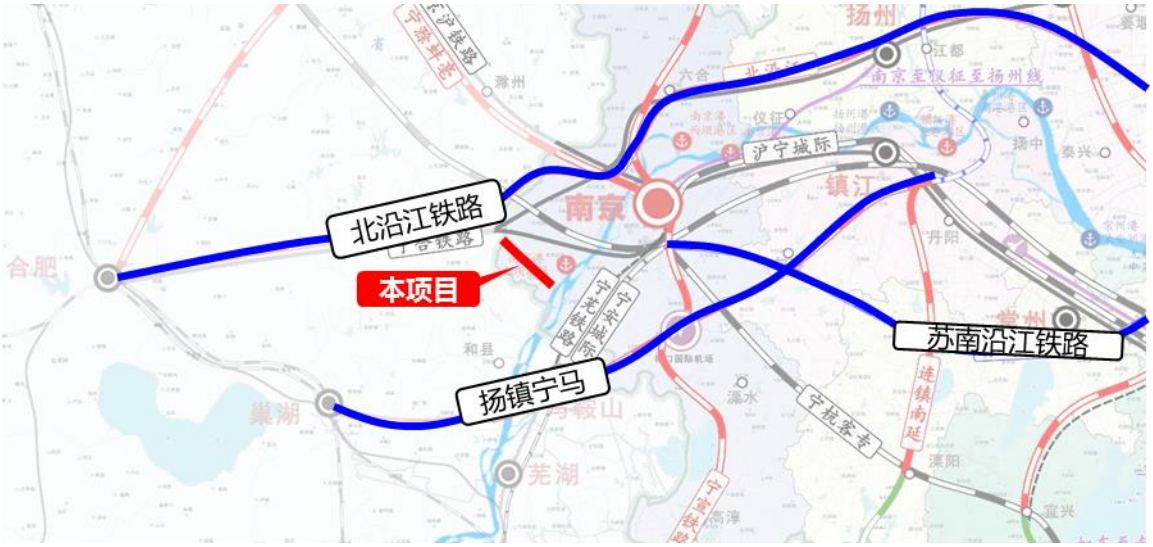


图3-15 项目区域铁路网规划示意图

1、铁路方式转移特点分析

根据《沪宁城际高铁通车前后沿线城市城际公共客运出行调查分析报告》、《宁杭通道客流调研分析报告》，高速铁路对区域高速公路客车影响如下所示。

高速铁路开通后对平行的高速公路小客车交通量影响较小，主要分流大客车。

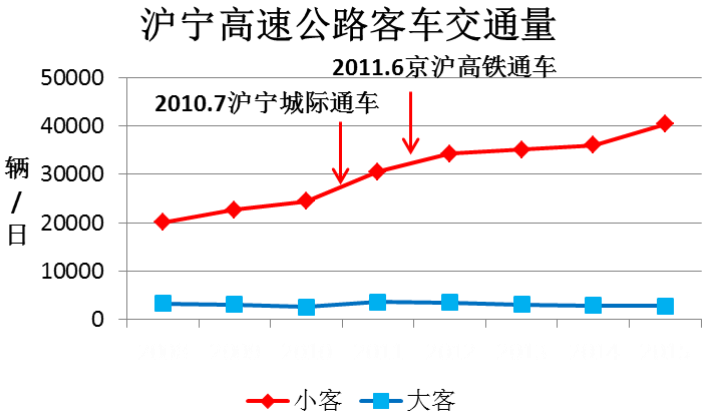


图3-16 沪宁高速公路历年交通量

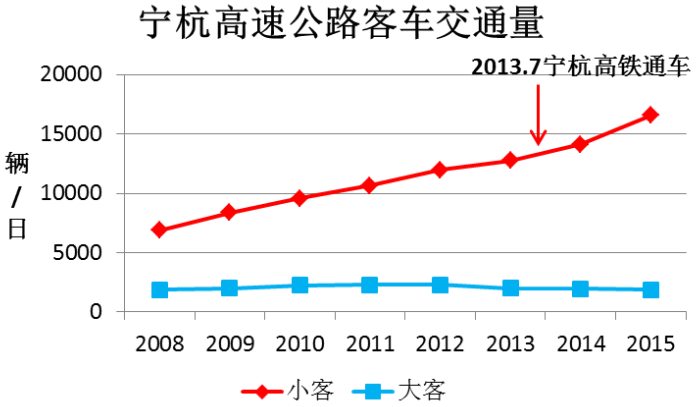


图3-17 宁杭高速公路历年交通量

综上所述，**高速铁路开通后对区域高速公路小客车交通量分流效果一般，对大客车分流效果明显。**这主要是由于小客车出行大都是自驾，因为舒适度、便捷性等原因已经形成较为固定的出行方式习惯，向铁路方式转移率较低；而大客车出行属于公共交通出行，更容易会向同属于公共交通方式且舒适、便捷、快速性更好的铁路方式转移。

考虑苏南地区铁路客运基础较好，未来高速铁路成网后，预计转移率将低于苏中苏北地区。

2、铁路转移率计算

通过广义费用的方法对转移率进行详细分析。通过对江苏省主要运输方式的调查，从广义费用的角度研究各种运输方式的分担，考虑时间价值消耗、运费消耗与货物自身价值（客运时间价值）的比值成为选择某种货类运输方式的关键。采用多运输方式选取的 Logit 模型，认为方式分担率是广义运输费用比的函数。

$$P_k = \frac{\exp(-\lambda a_k)}{\exp(-\lambda a_1)+\exp(-\lambda a_2)+\exp(-\lambda a_3)}$$

式中：a_k ——第 k 种运输方式的广义运输费用比（k 取值从 1 至 3，分别对应铁路、公路、水运三种运输方式）

λ ——运输方式分担参数

P_k ——第 k 种运输方式的分担比例，满足 $\sum_{k=1}^{n} P_k = 1$ 的约束条件

由此计算得出远景年公路客运向铁路合计转移率约为 5.9%~8.1%。

表3-16 远景年铁路转移率

OD	南京	镇江	扬州	泰州及以东	常州及以东
皖北	6.8%	7.5%	7.9%	8.3%	8.6%
合肥	6.2%	7.8%	8.6%	9.1%	9.3%
滁州	5.9%	7.4%	8.2%	8.7%	8.8%
皖南	6.9%	8.1%	8.9%	9.2%	9.1%

3.禄口机场集疏运交通量

1、机场客货吞吐量预测

根据《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。

表3-17 禄口机场客货邮吞吐量预测

年份	2030 年	2050 年
旅客吞吐量 (万人次/年)	6400	8820
货运吞吐量 (万吨/年)	110	230

采用内插法并考虑增长率变化，得到远景年（2047 年）禄口机场客、货邮吞吐量分别为 8450 万、210 万吨。

2、客运吞吐量分布预测

2030 年、2047 年禄口机场旅客来源占比预测如下所示。

表3-18 按地级市统计禄口机场客运吞吐量分布表（万人次）

名称	2030 年吞吐量	占比	2047 年吞吐量	占比
马鞍山市	276.8	4.3%	371.8	4.4%
南京市	3145.0	49.1%	3827.9	45.3%
镇江市	375.1	5.9%	557.7	6.6%
常州市	412.6	6.4%	507.0	6.0%
扬州市	463.4	7.2%	659.1	7.8%
芜湖市	252.9	3.9%	371.8	4.4%
滁州市	76.6	1.2%	118.3	1.4%

苏州市	172.2	2.7%	253.5	3.0%
无锡市	164.0	2.6%	245.1	2.9%
泰州市	186.8	2.9%	270.4	3.2%
合肥市	110.7	1.7%	160.6	1.9%
南通市	102.6	1.6%	152.1	1.8%
淮安市	156.5	2.4%	219.7	2.6%
宿迁市	49.2	0.8%	76.1	0.9%
盐城市	121.0	1.9%	177.4	2.1%
连云港市	24.8	0.4%	33.8	0.4%
徐州市	53.2	0.8%	76.1	0.9%
其他	263.3	4.1%	363.4	4.3%
总计	6406.6	100.0%	8450	100%

3、货运吞吐量分布预测

2030 年、2047 年禄口机场货运分布占比预测如下所示。

表3-19 按地级市统计禄口机场货运吞吐量分布表（万吨）

名称	2030 年吞吐量	占比	2047 年吞吐量	占比
马鞍山市	1.8	1.7%	4.2	2.0%
南京市	77.0	70.0%	136.6	65.0%
镇江市	3.7	3.3%	8.2	3.9%
常州市	3.9	3.6%	8.6	4.1%
扬州市	4.2	3.8%	9.3	4.4%
芜湖市	2.1	1.9%	4.6	2.2%
滁州市	1.3	1.2%	2.9	1.4%
苏州市	3.2	2.9%	7.4	3.5%
无锡市	2.8	2.6%	6.3	3.0%
泰州市	2.8	2.6%	6.2	2.9%
合肥市	1.8	1.7%	4.2	2.0%
南通市	0.7	0.6%	1.5	0.7%

淮安市	1.7	1.5%	3.7	1.8%
宿迁市	0.6	0.5%	1.2	0.6%
盐城市	1.3	1.2%	2.9	1.4%
连云港市	0.4	0.4%	0.8	0.4%
徐州市	0.6	0.5%	1.4	0.7%
总计	110	100%	210	100%

2047 年，禄口机场客货运量分布如下图所示。

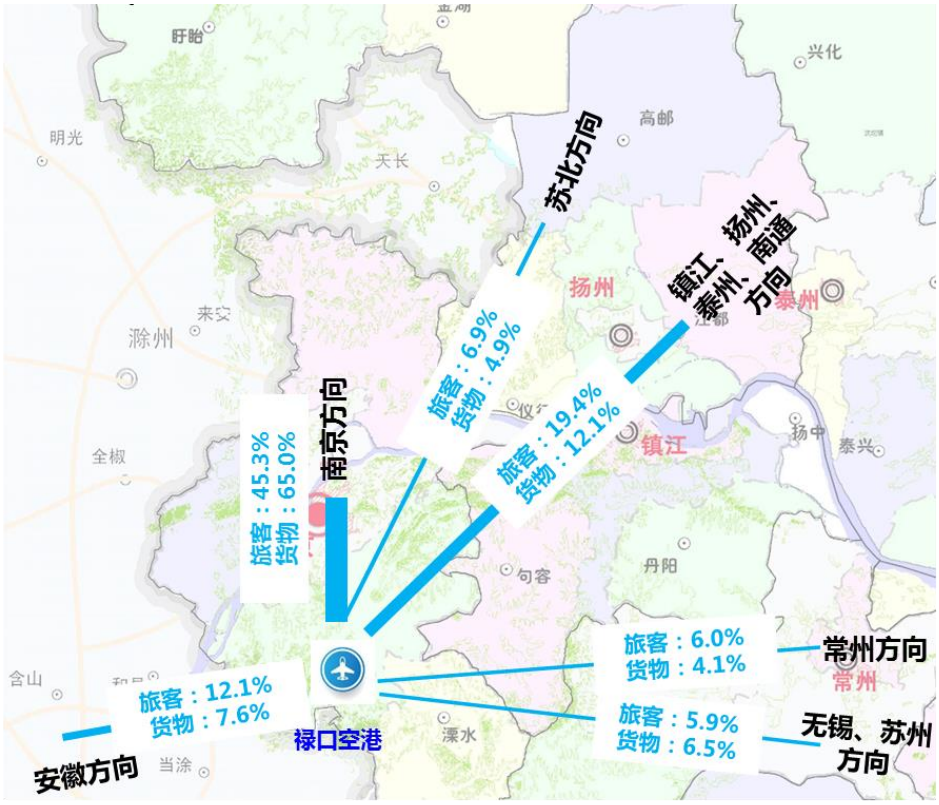


图3-18 2047 年禄口机场客货运吞吐量分布示意图

4、公路集疏运交通量预测

根据对禄口机场集疏运的分析，对机场公路集疏运交通量进行预测。

远景年禄口机场公路集疏运量分布如下所示，2047 年禄口机场公路集疏运总量达到 16.6 万 pcu/d。

表3-20 禄口空港公路集疏运量分布

名称	公路集疏运量（pcu/d）
马鞍山市	5272

南京市	66176
镇江市	13237
常州市	12492
扬州市	15980
芜湖市	8815
滁州市	2795
苏州市	6167
无锡市	5773
泰州市	6706
合肥市	3943
南通市	3604
淮安市	5696
宿迁市	1764
盐城市	4310
连云港市	882
徐州市	1896

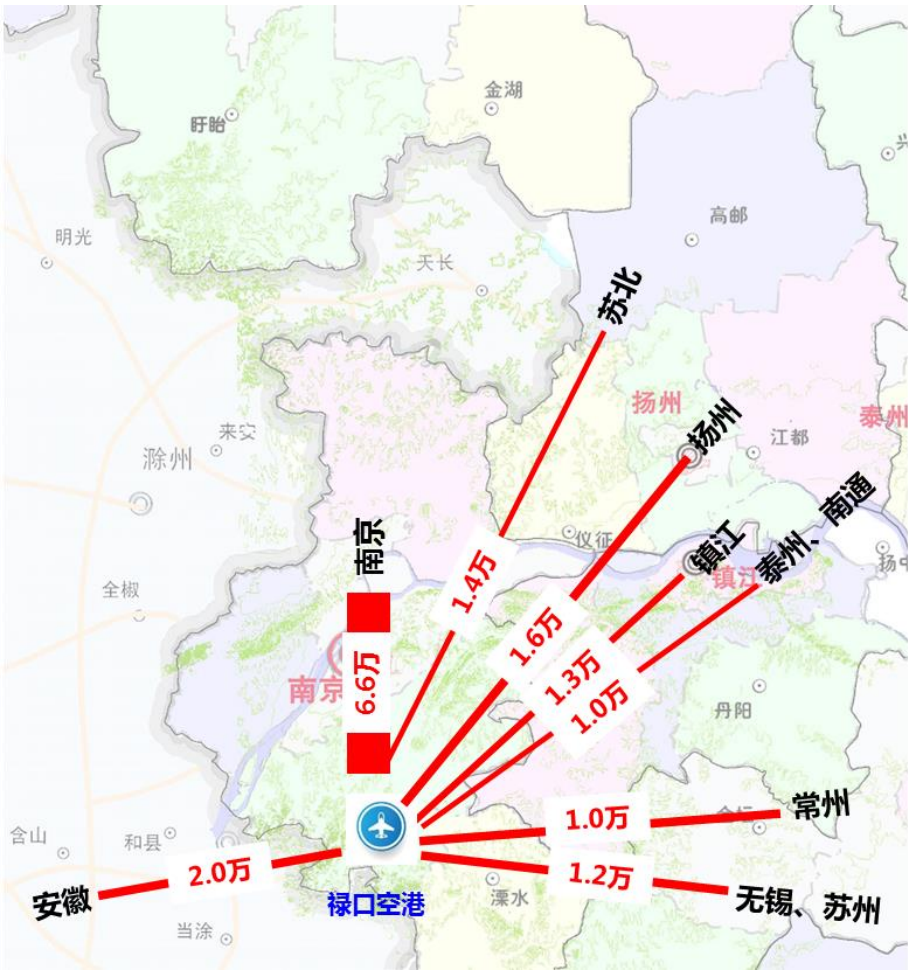


图3-19 禄口机场公路集疏运量分布（pcu/d）

5、本项目承担空港地区公路集疏运交通量预测

根据对区域集疏运路网的分析，本项目远景年承担的机场集疏运量约为1.73万 pcu/d。承担的各方向集疏运交通量如下所示。

图3-20 本项目承担集疏运量分布（pcu/d）

4.市域组团出行交通量

根据《南京江北新区 2049 战略规划暨 2030 总体规划》，江北新区定位为国家级产业转型升级和新型城市化示范新区，全国重要的科技创新和先进产业基地，南京都市圈的北部中心和综合交通枢纽。规划至 2030 年，江北新区总人口约 310-330 万人，城镇人口约 250-270 万人，城镇化水平约 80%。本项目位于江北新区南部，是江北新区内部出行的重要通道。因此，本次研究将对南京市域内部交通需求进行重点分析。

本次南京市域内部交通量预测根据南京的区位特点，结合区域主要道路出行，在内部交通小区划分的基础上得到大区组团间的出行交换量，按照组团和用地功能，将内部组团合并为 12 个大区。

表3-21 南京市域组团小区划分

序号	小区名称
1	南京主城
2	六合
3	龙潭
4	江北副城
5	沧波门、汤山
6	仙林副城
7	桥林
8	板桥、滨江
9	东山副城
10	禄口、秣陵
11	溧水
12	高淳

图3-21 南京市域交通大区划分图

（1）人口和就业岗位预测

根据《南京市城市总体规划（2017-2035 年）》（在编），预计至 2035 年全市常住人口规模将控制在 1300 万人以内，岗位总量约为 720 万个，就业率约为 55%。

（2）出行特征参数

出行率：总体来说，平均出行率会随着城市空间的扩大和人口规模的增长有所下降，但是城市化水平的提高又会使平均出行率升高，预计 2035 年常住居民平均出行率为 2.65 次/日左右。外来流动人口以短期居住为主，主要目的为处理公务、旅游、探亲等，出行率一般较高，2035 年出行率取 3.0 次/日。

出行目的：弹性出行总量呈逐年升高，通勤出行总量逐年下降的趋势，2035 年弹性出行所占比重大约在 35～40%左右。

高峰小时系数：交通出行时变系数将趋于平均，2030 年通勤出行高峰小时系数大约在 0.5 左右，全目的出行早高峰小时系数在 0.1 左右。

（3）出行生成

出行生成预测包括出行发生量和吸引量预测，出行发生量预测采用交叉分类中的产生率法，按不同出行目的确定各交叉类别的出行次数（次/人•日）。

$$P_i = \sum_k R_{ik} T_{ik}$$

式中，

P_i －交通小区 i 的出行产生量；

R_{ik} －交通小区 i 出行目的 k 的出行率；

T_{ik} －交通小区 i 出行目的 k 的人口数。

出行吸引量预测采用吸引率法，建立吸引量与人口、就业岗位间的线性关系。

$$A_j = \alpha * T_j + \sum_k \beta_k * E_{jk}$$

式中，

A_j －交通小区 j 的出行吸引量；

T_j －交通小区 j 的人口数；

E_{jk} －交通小区 j 岗位 k 的数量；

α，β_k －关联系数。

（4）出行分布

居民出行分布预测是以现状 OD 调查资料为基础，标定某种形式预测模型的待定参数，然后将分目的发生、吸引量代入模型计算出 OD 分布值。远景年出行期望线如下图所示。

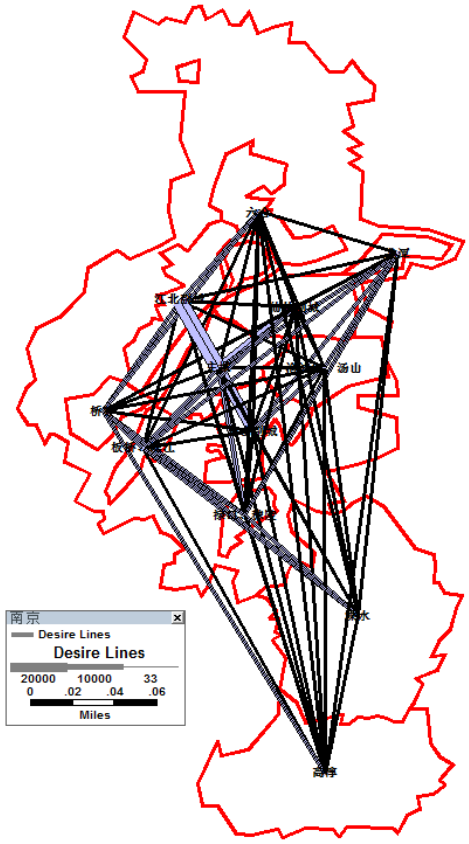


图3-22 南京市域远景年 OD 出行期望线

（5）出行方式划分

根据南京市城市交通发展总体目标以及现状出行调查资料统计得到的不同距离下各种方式的分担率，并考虑到国家政策、城市规模扩大、生活水平提高、交通设施建设水平（包括轨道系统的引入）、运营管理水平提高等因素以及各交通方式的特点、最佳服务距离、不同交通方式间竞争转移的可能性等因素，利用 Logit 模型分析交通小区间各类出行的分担率，得到 2035 年各交通方式分担比例预测值。

2015 年，南京各种交通出行方式结构中，非机动车和步行所占比重最高，达到 55.9%；公共交通出行比例为 26.7%，私家车出行比例为 13%。结合历史年出行方式比例，预测未来年交通方式如下表所示：

表3-22 出行方式预测结果表

年度	步行	非机动车	公共交通（公交+轨	出租车	私家车	摩托	单位车	其他	合计

			道）						
2035	25.60%	26.00%	28.00%	3.00%	15.00%	0.50%	1.50%	0.40%	100%

在宏观预测的指导，进行微观预测。交通方式的选择受到多种因素影响，包括出行方式本身特点、拥有条件、居民出行目的、出行距离、对出行服务水平要求等。因此，对不同的出行方式，其被选择的因素不同，故采用不同的模型、方法进行预测。目前出行方式预测有多种方法，主要有转移曲线法、转移点法、马尔可夫概率转移法和 LOGIT 模型法，本次出行方式预测采取转移曲线法，参考出行结构引导目标，调整转移曲线参数。

转移曲线模型公式：

$$P = \frac{1}{1 + \alpha \times e^{\beta \times L}}$$

P——选择机动车出行的概率；

L——机动车出行时耗（单位：分钟）

α、β——待定系数。

5.分布 OD 矩阵汇总

将诱增 OD 表并入趋势型 OD 表，并且减去转移 OD 表，形成本项目预测特征年的总 OD 矩阵表。如下所示：

2.3.2.3.5 交通量分配

1.交通量分配方法

本次交通分配采用 TransCAD 提供的用户均衡分配模型（User Equilibrium 模型）预测有关路段交通流量。UE 模型假设为：用户完全掌握路网运行信息，所有用户按照使自己运行费用最小的原则选择其行车路线，而用户的运行费用则随利用该路段交通量的大小而变化。运行费用主要考虑行车的时间费用，另外还考虑了收费的影响。公路收费标准折合成运营时间计入运行费用，得到广义运行费用。目标函数为所有路段的广义运行费用的积分。

美国公路局流量~延误模型如下：

$$t = t_f\left[1+\alpha\left(\frac{v}{c}\right)^{\beta}\right]$$

其中：t—存在交通流路线的运行时间；

tf—自由流运行时间；

v—路线上运行交通量；

C—路线通行能力；

α、β—标定参数。

交通运行费用是车辆选择路径的主要考虑因素，它可以反映交通设施所能提供的服务，也可以反映使用者对这种服务需求的强弱和侧重点，比如：客车对时间性的要求比较高，而货车对直接费用的要求比较高；公务出行对时间要求比较高等。交通运行费用模型力图将直接费用和间接费用统一为综合费用，主要考虑行车的时间费用、公路收费、汽车运营成本等综合费用。

$$T = L/V + \left[FT + \left(TPK + VOC\right)\times L\right]/VOT$$

式中：T——路段综合费用（单位：小时）

L——路段长度（单位：公里）

V——设计车速（单位：公里/小时）FT——固定式收费额 FixToll（单位：元）

TPK——按里程收费式费率 Toll Per KM（单位：元/公里）

VOC——汽车营运成本 Vehicle operating costs（单位：元/公里）

VOT——时间价值 Values of Time（单位：元/小时）

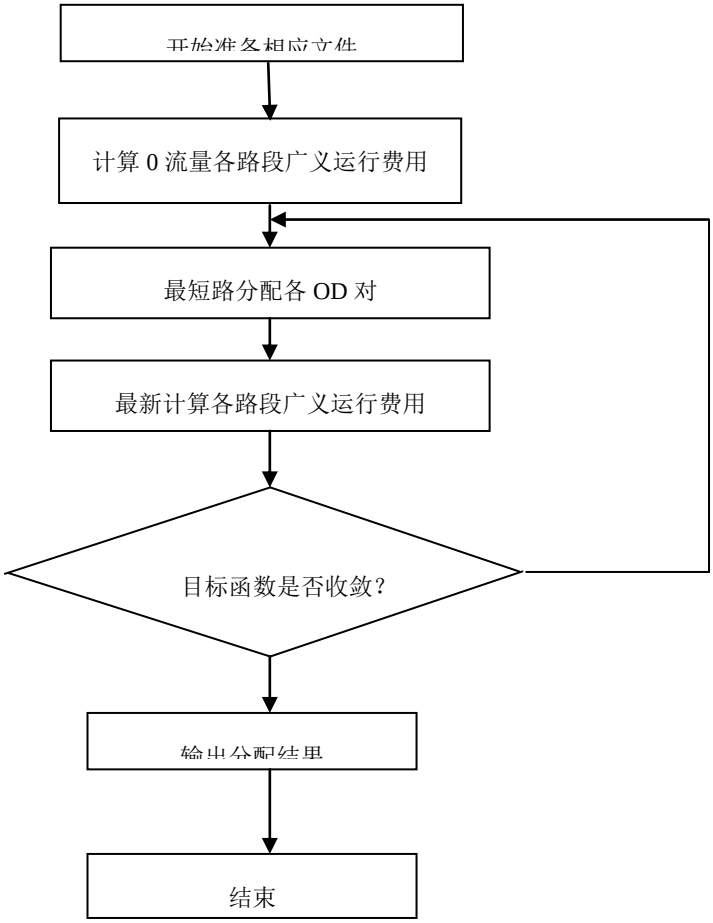


图3-23 交通量分配过程图

2.特征年路网

本项目特征年规划路网的确定主要基于**《江苏省高速公路网规划（2017-2035年）》、《安徽省高速公路网规划（2016-2030 年）》**及相关项目的施工进展情况。

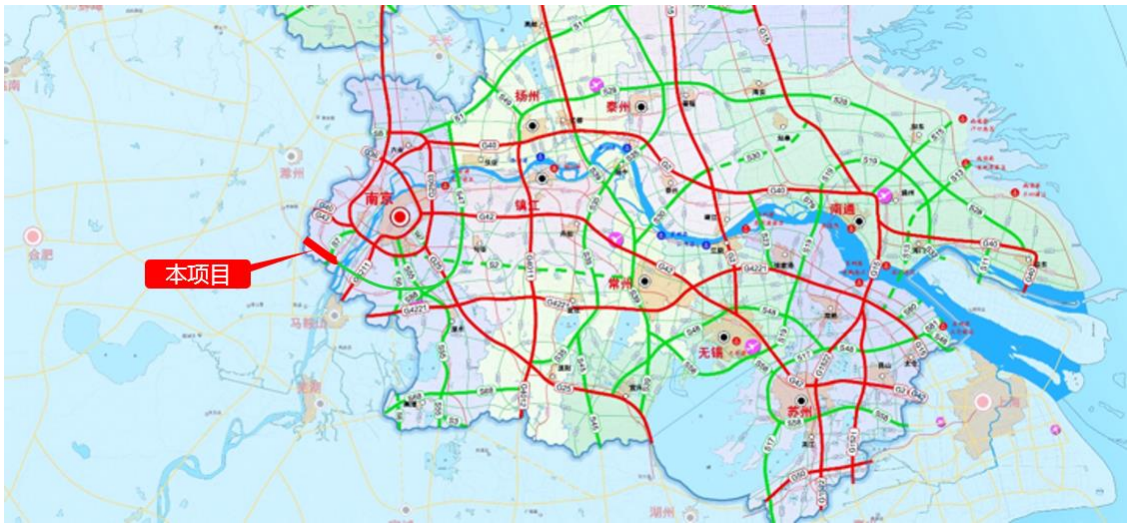


图3-24 远景年分配路网示意图

2.3.3.2 预测结果及分析

2.3.3.2.1 南京区段过江通道交通量

根据《长江干线过江通道布局规划（2020-2035 年）》，长江江苏段共布设过江通道 44 座，其中南京区段布设 14 座。本次研究对南京区段过江通道交通量进行预测，结果如下表。

表3-23 南京区段各过江通道交通流量预测结果（pcu/d）

过江通道名称	2025 年	2030 年	2035 年	2040 年	2045 年	2047 年
南京长江大桥	72860	73819	78160	82756	86631	90946
南京长江二桥	69432	83969	86347	88792	90799	95321
南京长江三桥	56421	64323	72721	79063	85444	89700
南京长江四桥	76843	70937	78753	87430	95072	99807
南京扬子江隧道	89226	81708	87468	93635	98887	103812
南京长江隧道	84201	79543	84375	89501	93830	98503
南京长江五桥	59452	66995	73530	80702	86952	91283
建宁西路过江通	46974	56603	63109	67881	72053	75642

道						
和燕路过江通道	54187	64810	68100	71558	74453	78161
仙新路过江通道	58590	61366	66669	72431	77405	81260
龙潭过江通道	32125	51269	67325	78048	82844	86970
七乡河过江通道	-	40854	49676	60404	70674	74194
汉中西路过江通道	-	42468	46807	51589	55773	58551
锦文路过江通道	-	69507	93304	113705	131307	136612
合计	700311	908171	1016344	1117495	1202124	1260762

2.3.3.2.2 断面交通量、互通转向量

根据 Transcad 软件分配，得到本项目路段特征年预测交通量，分别如下所示。

1、分段交通量预测结果

本项目预测结果如下所示。预计远景年项目断面交通量约 7.8 万 pcu/d。

表3-24 项目各路段交通流量预测结果（pcu/d）

	路段	2028 年	2030 年	2035 年	2040 年	2047 年
	锦文路过江通道（高速层）	38564	43625	57641	70062	83054
本项目	浦乌路-宁和高速	37749	42704	56423	68581	81299
	宁和高速-S002	35344	39983	52828	64211	76119
	S002-苏皖省界	35756	40449	53444	64961	77007
	全线平均交通量	36273	41034	54217	65899	78120

2、互通转向量

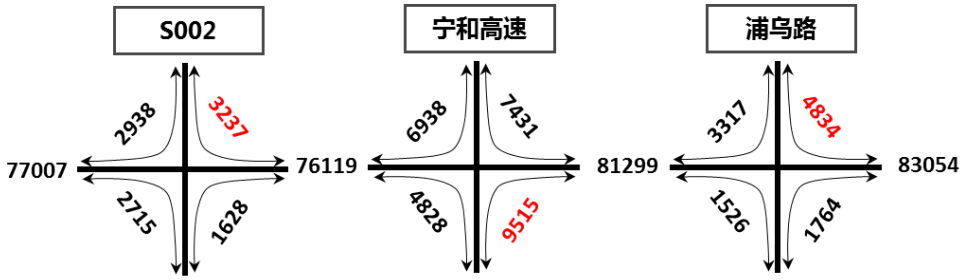


图3-25 远景年互通转向量示意图

2.3.3.2.3 特征年车型构成

由于基础交通量预测过程是分客车和货车两种车型预测的，预测对于未来年交通量的车种构成还要作更深一步的分析预测。

根据项目所在区域路网历年交通构成分析，车种的比例变化与 GDP 有着良好的相关关系，本次车种比例预测采用指数模型，与 GDP 回归预测，模型如下：

$$Y=\alpha\times X^{\beta}$$

式中：Y --交通量；X --GDP；

α、β --回归参数。

表3-25 参数拟合表

参数	小货	中货	大货	汽车列车	小客	大客
α	0.037	2.682	0.081	0.331	0.016	1.353
β	0.170	-0.281	0.097	-0.162	0.334	-0.344
R	0.818	0.814	0.800	0.803	0.770	0.817

根据模型拟合参数，以及基础交通量预测结果，预测得到本项目未来车型比例。

表3-26 项目路车种比例预测表

年份	小货	中货	大货	汽车列车	小客	大客	合计
2028	6.2%	7.9%	4.2%	11.9%	66.1%	3.6%	100.0%

2030	5.9%	7.6%	4.3%	12.3%	66.5%	3.4%	100.0%
2035	5.5%	7.4%	4.5%	12.5%	66.9%	3.2%	100.0%
2040	4.5%	7.1%	5.1%	13.2%	67.3%	2.8%	100.0%
2047	3.4%	6.8%	5.2%	13.8%	68.3%	2.5%	100.0%

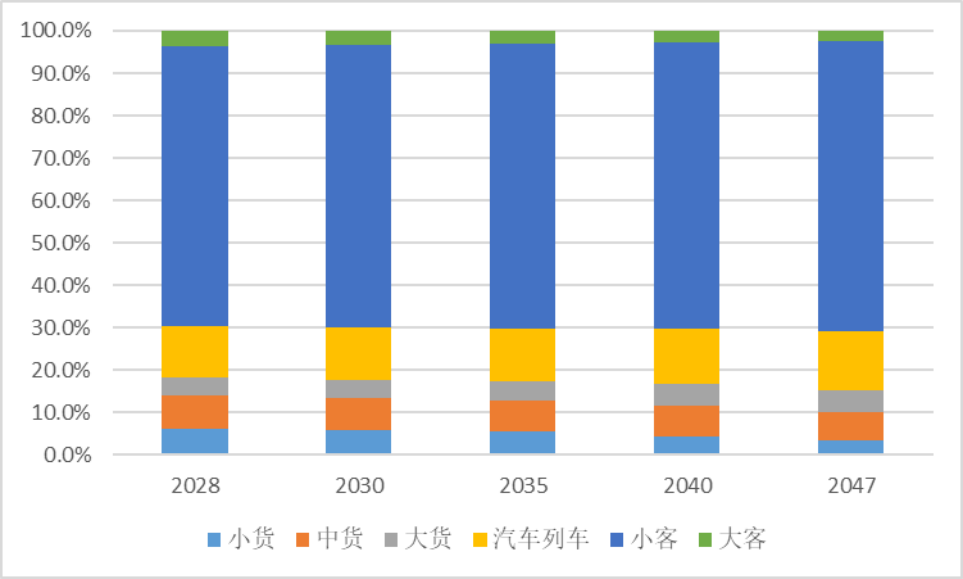


图3-26 项目路特征年车种比例示意图

根据计算，本项目远景年客货比约 71:29，其中随着货运专业化、大型化发展，大货车和汽车列车比例稳步上升。

2.3.3.2.4 有无本项目分析

为充分了解区域出行特征，研究分析有无本项目区域相关路网的影响。从区域路网规划可以看出，东西通道内与本项目同方向且受本项目影响较大的主要有宁合高速。南北方向主要几条相交高速受本项目影响较大，分别为宁和高速、S124、S002。分别对相关道路远景年有无本项目进行分析，结果如下：

表3-27 有无本项目相关道路远景年交通量预测结果（pcu/d）

道路	有本项目（pcu/d）	无本项目（pcu/d）
宁合高速	84287	92715
S7 宁和高速	49578	42332

S124	31675	26543
S002	19654	15567

预测数据显示：无本项目时，东西向宁合高速是苏南地区与安徽联系的主要通道，交通量将有所增加；同时，本项目能够完善区域路网结构，项目建成后江北地区路网交通转换将更加便捷。

2.4 建设内容和规模

2.4.1 技术标准及规模

2.4.1.1 道路等级和设计速度

2.4.1.1.1 道路等级

（1）项目功能

本项目是南京都市圈环线高速的重要组成部分，是苏皖省际联系的重要通道，是江北新区对外联系的重要通道。

（2）交通量

本项目为国家公路网中南京都市圈环线的重要组成部分，建成后进一步完善了国家高速公路布局。未来项目区域路段交通量约 7.8 万 pcu/d，根据《公路工程技术标准（JTG B01-2014）》，高速公路的年平均日设计交通量宜在 15000 辆小客车以上，因此，从交通量适应性角度分析，本项目可采用高速公路标准。

综上所述，本项目为新建项目，应**采用高速公路标准**。

2.4.1.1.2 设计速度

根据《公路工程技术标准（（JTG B01-2014））》，设计速度的选用应根据公路的功能与技术标准，结合地形、工程经济、预期的运行速度和沿线土地利用性质等因素综合论证确定，高速公路设计速度可选用 120km/h、100km/h、80km/h。

前两轮高速公路规划是从无到有，第三轮高速公路网规划是从有到优，对高速公路服务提出了更高的要求，尤其是出行的提高时效性，因此宜采用较高的设计速度。

从项目功能看，本项目既能满足城市内部、城市对外出行也能满足过境出行，宜采用较高的设计速度。

从区域路网看，东侧接仪禄高速设计速度为120km/h，西侧与本项目衔接的天天高速设计速度也为120km/h。

从高质量运输服务的角度来看，目前，我省约有997km的高速公路的限速值为100km/h及以下，约占全省高速公路通车总里程的1/5。设计速度即为运营限速值的主要影响因素之一，这就导致我省部分高速公路车辆运行速度不合理，降低了高速公路服务通行能力和服务水平，影响了高速公路的形象。

因此，为缓解全省高速公路供需矛盾，顺应江苏省综合交通运输体系发展形势，提升区域高速公路网络整体效益，在综合考虑安全性、技术可行性等因素基础上，本项目应尽可能采用较高设计速度。

综上所述，建议本项目设计速度全线采用120km/h。

2.4.1.2 横断面标准

2.4.1.2.1 车道数计算

单向车道数按如下方法计算并拟定：

$$N_{单} = DDHV / C_d$$

式中：$N_{单}$——道路的单向车道数；

$DDHV$——单向设计小时交通量，(pcu/h)；

C_d——与实际行驶速度相对应的高速公路路段的设计通行能力，pcu/(h·ln)。

(1)单向设计小时交通量按下式计算：

$$DDHV = AADT \times K \times D$$

式中：$DDHV$——单向设计小时交通量，单位(pcu/h)；

$AADT$——预测年度的年平均日交通量，单位(pcu/d)；

K——设计小时交通量系数；根据交通调查数据，并根据其变化趋势及《公路路线设计规范》（JTG D20—2006），取0.11。

D——方向不均匀系数，取值为0.55。

(2) 高速公路路段的设计通行能力C_d

根据《公路工程技术标准》（JTG B01-2014），高速公路设计服务水平为三级，三级服务水平的最大服务交通量即为设计交通量。

表3-28 高速公路一条车道的设计通行能力

设计速度（km/h）	120	100	80
设计通行能力[pcu/(h·ln)]	1650	1600	1500

表4-1 车道数计算

路段/特征年	远景年交通量（pcu/d）	计算单向车道数	双向车道数
浦乌路-宁和高速	81299	2.98	3
宁和高速-S002	76119	2.79	3
S002-苏皖省界	77007	2.82	3

根据计算结果，本项目全线采用双向六车道满足设计要求。

2.4.1.2.2 横断面拟定

本项目执行《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)，根据技术标准的研究结论，本项目采用双向六车道高速公路标准，公路路基宽度及横断面要素见下表。

表3-29 路基宽度及横断面要素表

设计速度 (km/h)	路基总宽 (m)	行车道宽度(m)	中间带(m)		路肩宽度(m)	
			中央分隔带	路缘带	硬路肩	土路肩
120	34.5	2×3×3.75	3	0. 75×2	3.0×2	0.75×2

路基标准横断面宽度 34.5m，其中中间带宽度为 4.50m（其中左侧路缘带宽度为 2×0.75m），行车道宽度为 2×3×3.75m，硬路肩宽度为 2×3.00m（其中右侧路缘带宽度为 2×0.5m），土路肩宽度为 2×0.75m。

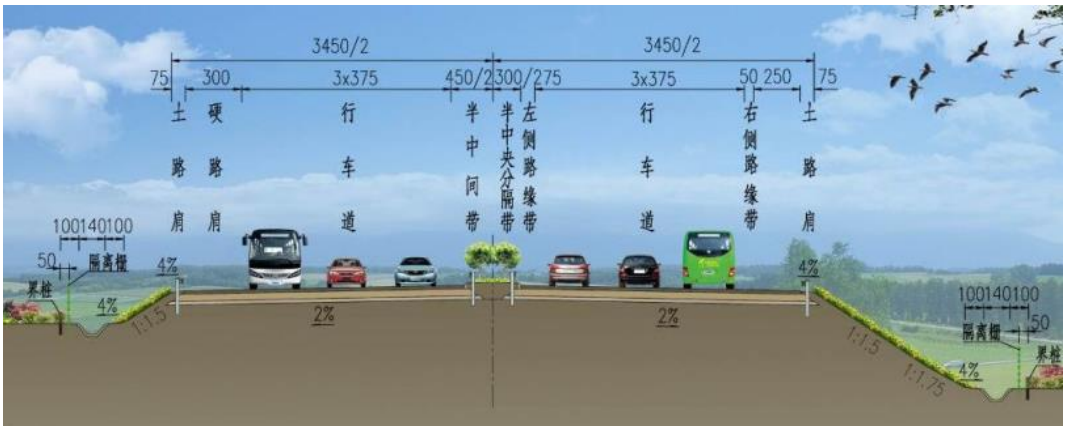


图3-27 路基标准横断面图

2.5 产出方案

2.5.1 通行能力计算

道路通行能力是道路交通特征的一项重要指标，它是道路路线和交通设施方案比选的依据，也是确定道路技术标准的重要依据。

设计通行能力系指道路交通的运行状态保持在某一设计的服务水平时，道路上某一路段的通行能力。通通行能力分析参照《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）条文说明，即：

$C=C_b \times N_{单}/（K \times D）$

其中：C_b—道路基本通行能力。设计速度 100km/h，基本通行能力取 2100pcu/h/ln；设计速度 120km/h，基本通行能力取 2200pcu/h/ln；

C—路段通行能力，单位 pcu/d；

其余符号同上。由此计算本项目的通行能力。

2.5.2 服务水平分析

根据《公路工程技术标准（JTG B01-2014）》，高速公路服务水平分级见下表。

表3-30 服务水平分级标准

服务水平	V/C
一级	≤0.35
二级	0.35～0.55
三级	0.55～0.75
四级	0.75～0.9

五级	0.9～1.0
六级	＞1.0

计算远景 2047 年各路段服务水平如下表。

表3-31 服务水平计算表

路　段	分段交通量	路段通行能力	V/C	路段服务水平
	pcu/d	pcu/d		
浦乌路-宁和高速	81299	109091	0.74	三级
宁和高速-S002	76119	109091	0.70	三级
S002-苏皖省界	77007	109091	0.71	三级

本项目采用双向六车道标准时，远景年服务水平在三级以上，通行状况良好，满足设计要求。

第 3 章　项目选址与要素保障

3.1 项目建设条件

3.1.1 区域地形、气候、水文、地质

3.1.1.1 地形地貌

项目区位于南京市浦口区，项目区属宁镇扬丘陵岗地区平岗地，沿线跨越村庄，地势整体略有起伏，一般高程约 20~30m，起点位置较低。

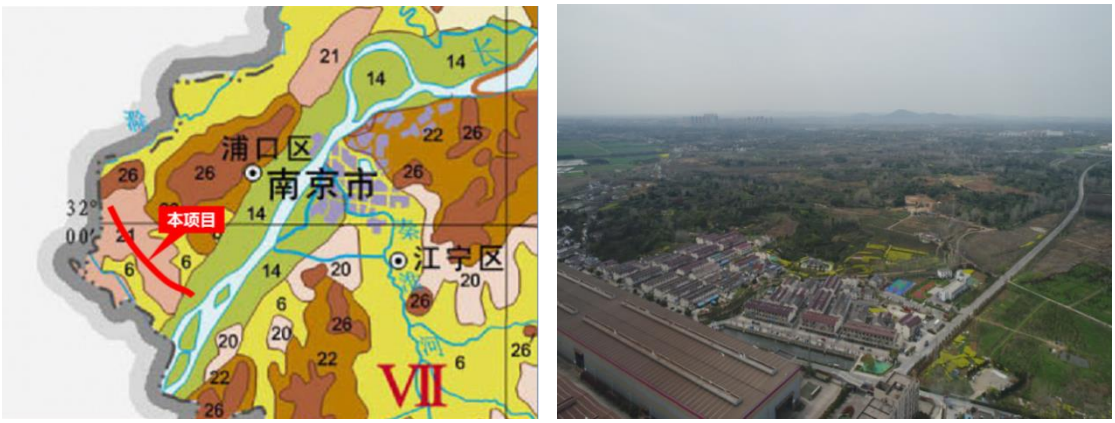


图4-1　区域地貌图

3.1.1.2 气候气象

本区地处属北亚热带湿润气候区，呈明显的季风气候，具有四季分明、雨量丰富的气候特征。原始植被完好，自然环境优良。空气质量常年达国家二级标准。

气温：年平均气温 15.6℃，最高气温 38.2℃，最低-13.1℃。年平均日照时数为 1984.2 小时。初霜日平均为 11 月 10 日，终霜日平均为 3 月 30 日，全年无霜日平均为 224 天。

降雨：多年平均降水量为 1106.5mm，极大值为 2015.2mm（1991 年），最小雨量为 448.0mm（1978 年），年平均蒸发量 1385.7mm。降雨多集中在汛期（5-9 月），其中 6-7 月降雨量占全年的 27%以上。

风：常年主导风为东北风。冬半年（10～次年 3 月）主导风向、风频以北东～东北、东风为主风速 16.3～23.8m/s；夏半年（4～9 月），风向以东南、东风为主，风速 21～27m/s。

雾：南京年平均有 26.5 个大雾日，年最多大雾日 69 天（1915 年），年最少 12 天（1969 年）。

相对湿度：南京一月份平均湿度为 74.0%，七月份平均为 81.0%，全年平均相对湿度为 76.0%。

积雪厚度：南京市最大积雪厚度：51mm（1955 年 1 月 1 日），最大冻土深度为 9cm。

主要灾害性天气：主要灾害性天气有寒潮、大风、冰雹、干旱、冰冻、浓雾和暴雪、高温、暴雨、雷暴等。南京寒潮以 12 月份出现的次数最多，寒潮入侵时常出现偏北大风雨雪天气，甚至河湖封冻，严重的大雪、积雪常使道路堵塞。南京的春秋连阴雨约 2 年一遇，出现机率以 3、4、9、11 月较高，春秋连阴雨对工业、交通运输影响大。炎热高温以 7 月中旬至 8 月下月出现最多，1934 年南京曾出现高温天数 51 天，故南京有“火炉”之称。南京累年平均雷暴日数为 32 天，其中夏季的平均雷暴日数为 22 天，占了全年的 69%，因此夏季为重要的防雷季节，其次为春季，春季的平均雷暴日数为 6.9 天，占全年的 22%。

3.1.1.3 水系水文

境内分属长江与滁河 2 条水系，以老山山脉自然分隔，以南为长江水系，以北为滁河水系。区内注入长江的小流域河流有驷马山河、周营河、石碛河、高旺河、城南河、七里河、朱家山河、石头河、马汊河等，其它注入滁河的小流域支流有万寿河、陈桥河、永宁河。驷马山河、朱家山河、马汊河为滁河的 3 条通江分洪道。

路线经过地区地表河流繁密，沟、渠众多，水位、水量、水质受季节、气候及灌溉等因素影响明显，水质较纯净，对砼无侵蚀性。

3.1.1.4 断裂构造及地震动参数

（1）大地构造与断裂

工程区一级大地构造单元处于华南板块，次级为扬子地台，三级构造单元为下扬子台褶带。

近场区主要断裂分布在宁芜火山岩断陷盆地东缘、宁镇山脉及句容盆地之间，构成了山脉与盆地间的分界线。规模较大的主要断裂有 2 条，分别是南京—湖熟

断裂（F1）、江浦—六合断裂（F3）。区内还有 2 条规模较小的次级断裂，即：西善桥—雨花台断裂（f3）和板桥—谷里断裂（f4）。

南京—湖熟断裂（F1）：呈北西走向，自安徽滁县经南京、湖熟延伸至溧阳，走向 310°～320°，倾向南西，倾角较陡，为张扭性正断层。北东侧为宁镇隆起带，西南侧为宁芜火山岩盆地，断裂带全为中、新生界所掩盖。晚侏罗纪以前属宁镇弧形构造系，其后属新华夏构造体系的再活动，在第四纪早、中期有明显活动，晚更新世以来无活动迹象。

江浦—六合断裂（F3）：位于长江西岸，近平行长江发育，从浦口桥林镇向北东向延伸，经珠江镇、泰山镇、大厂镇至长芦附近，是宁芜断陷盆地与老山凸起的重要分界断裂，最新活动年代为前第四纪，属不活动断裂。

西善桥—雨花台断裂（f3）：沿梅山西缘的雨花台、西善桥一带分布，长约 27km，正断层，走向北东，倾向南东，视倾角约 50°，属不活动断层。

板桥—谷里断裂（f4）：东西走向，长约 36km，为不活动断裂。

图4-2　近场区地质构造图

（2）地震历史

据区域地震台网记录，自 1970 年以来，近场区共记录到 ML≥1.0 级地震 138 次，其中 1.0～1.9 级地震 79 次，2.0～2.9 级地震 53 次，3.0 级以上地震 6 次。最大地震为 2002 年 5 月 3 日 ML3.8 级地震，震源深度较集中分布在 10～20km 范围内，属壳内浅源地震。这些地震活动的空间分布是不均匀的，在六合瓜埠有小震群发生，沿长江两岸小震分布较多。

1977 年溧水 4.6 级地震和 1979 年溧阳 6.0 级地震等也曾使南京遭受破坏，地震烈度均达到Ⅵ度。

（3）场地与地基地震效应

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），项目区所在区域Ⅱ类场地设计基本地震动峰值加速度为 0.10g，抗震设防烈度为Ⅶ度，场地特征周期为 0.35s。

3.1.1.5 区域地层

项目区属宁镇扬丘陵岗地区平岗地，地势整体略有起伏，一般高程约 20~40m，项目沿线植物茂密，局部分布沟塘。

6.2 工程地质层划分及特征

依据局域资料及本次钻探成果，场地区揭示地层为：上部主要为全新统松散层类及上更新统粉质黏性土、残积土层，中下部为白垩系浦口组泥质砂岩。现对各土层工程特性简介如下：

第四系全新统(Q4)

1a 层素填土：褐黄色，土质不均，以黏性土为主，上部可见植物根系，局部夹少量碎石块、碎砖块，层厚 0.50～1.30m。该层在邻近既有道路处为填筑土层。

1-1 层粉质黏土：灰黄色，可塑为主，土质较均，具中等压缩性，层厚 0.30～3.30m；推荐地基土承载力特征值 fao=110kPa，钻孔桩桩侧土摩阻力标准值 qik=30kPa。

2-1 层粉质黏土：灰黄色，可塑～硬塑，土质较均，含铁锰氧化物，具中等～中偏低压缩性，层厚 1.30～6.50m；推荐地基土承载力特征值 fao=200kPa，钻孔桩桩侧土摩阻力标准值 qik=50kPa。

2-1a 层黏土：灰黄色，可塑，土质较均，具中等压缩性，仅 CK202 揭示；推荐地基土承载力特征值 fao=100kPa，钻孔桩桩侧土摩阻力标准值 qik=30kPa。

第四系上更新统(Q3)

3-1 层粉质黏土：灰色，灰黄色，棕黄色，含铁锰结核，可塑～硬塑，中等压缩性，层厚 0.60～10.40m；推荐地基土承载力特征值 fao=260kPa，钻孔桩桩侧土摩阻力标准值 qik=65kPa。

5-1 层圆砾土：杂色、灰黄色，中密～密实，颗粒级配一般，粒径一般 1-6cm，部分大于 10cm，含量约 35～50%，颗粒主要矿物成分为石英、长石，多呈椭圆状，间隙充填粉质黏土、粉细砂,断续分布，勘察揭示最大层厚 20.60,m；推荐地基土承载力特征值 fao =300kPa，钻孔桩桩侧土摩阻力标准值 qik=65kPa。

中生界白垩系上统浦口组（K2p）

6-1 层全风化泥质砂岩(K2p)：紫红色，泥质结构、砂质结构，厚层状构造，组织结构基本破坏，岩芯多呈土状。层厚 1.10～11.40m。推荐地基土承载力特征值 fao = 240kPa，钻孔桩桩侧土摩阻力标准值 qik=60kPa。

6-2 层强风化泥质砂岩(K2p)：棕红色，泥质结构、砂质结构，厚层状构造，岩芯呈碎块状，岩芯较破碎，节理裂隙发育，锤击易碎、声闷。层厚 0.90～12.50m。推荐地基土承载力特征值 fao = 350kPa，钻孔桩桩侧土摩阻力标准值 qik=75kPa。

6-3a 层破碎中风化泥质砂岩(K2p)：棕红色，泥质结构、砂质结构，厚层状构造，岩芯呈短柱状及碎块状，岩芯较破碎，节理裂隙较发育，一般充填呈闭合状，锤击易碎、声闷，采取率一般。天然单轴抗压强度 1.0～2.7Mpa；推荐地基土承载力特征值 fao = 400kPa，钻孔桩桩侧土摩阻力标准值 qik=80kPa。

6-3 层中风化泥质砂岩(K2p)：棕红色，泥质结构、砂质结构，厚层状构造，岩芯呈柱状、短柱状，岩芯一般较完整，偶见少量长柱状，锤击声稍脆，不易折断，部分钻探未揭穿。天然单轴抗压强度 2.6～6.2Mpa，饱和单轴抗压强度 1.5～4.4Mpa；推荐地基土承载力特征值 fao = 500kPa，钻孔桩桩侧土摩阻力标准值 qik=90kPa。

6.3 各土层物理力学指标的统计与建议值确定

对项目沿线各岩土层的物理力学指标及原位测试数据进行分层统计、分析，参与统计的指标有：天然含水率、密度、塑限含水率、液限含水率、剪切指标、压缩系数、压缩模量、以及原位测试的标准贯入击数、静探锥头阻力，岩层统计指标主要为单轴抗压强度。统计前对部分离散数据进行了剔除，统计的项目包括：样本数、最小值、最大值、平均值、变异系数、标准值。计算标准值所用的修正系数按下式：

$$\Psi = 1 \pm \left(\frac{1.704}{\sqrt{n}} + \frac{4.678}{n^2} \right) \delta$$

式中正负号按不利组合考虑。

根据规范，各土层物理力学指标按如下原则选用：天然含水率、密度、孔隙比、液性指数、剪切指标、液限、塑限、塑性指数、压缩性指标、颗粒分析采用平均值；剪切指标、标贯试验击数、锥头阻力等采用标准值。当样本数少于 6 个和数据分布离散者采用平均值或经验值。

3.1.1.6 社会环境

本项目的建设对项目所在地及沿线地区，包括南京市周边的镇江、滁州、马鞍山等地区的社会经济发展，均将产生重大积极的影响，对推动地方经济发展，加速城镇化建设，优化相关产业结构和方便群众出行等方面将发挥积极的作用。

作为串联南京市江南与江北的过境通道，区域现状开发力度相对偏小、高速公路较缺乏、基础设施历史欠账较多，沿线政府和群众历来均十分重视交通基础设施的规划建设。

工程建设需处理好居民和工矿企业的征地、拆迁和重新安置，减少环境不利影响，缓解工程建设中易出现的社会矛盾，实现可持续协调发展。

3.1.1.7 土地利用及生态保护

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；生态保护红线是保障和维护国家生态安全的底线和生命线。我国土地资源紧缺，生态面临的外部环境严峻，为认真贯彻党中央、国务院关于“实行最严格的耕地保护制度”、“牢固树立生态保护红线”的精神和观念，在公路建设中应进一步合理利用土地资源，避免或减少对生态安全的破坏及影响。

本项目标段所经区域人均占有耕地约 1.4 亩，土地资源比较稀缺；周边生态红线有三岔水库饮用水水源保护区。初步测算本项目永久占用土地约 1875.18 亩；在路线平面选线、纵断面设计、取土方案等方面应结合地形地貌、生态红线、生产建设等因素尽量节约利用土地资源、减少对生态环境的不利影响。

3.1.2 制约建设方案的其他主要因素

3.1.2.1 相关规划

1、江苏省“十四五”新型城镇化规划

《江苏省“十四五”新型城镇化规划》提出，优化以都市圈城市群为主体的城镇化格局。全面融入国家发展总体格局和城镇化战略布局，优化“一群两轴三圈”城镇化空间形态，增强都市圈城市群高质量发展的引领作用，提高中心城市综合承载能力，完善县城品质服务功能，进一步健全现代城镇体系，构筑区域协调均衡发展的空间动力机制、治理机制和效率机制。其中“一群”指沿江城市群；“两轴”指沿海城镇轴和沿运河城镇轴；“三圈”指南京都市圈、苏锡常都市圈和徐州都市圈。

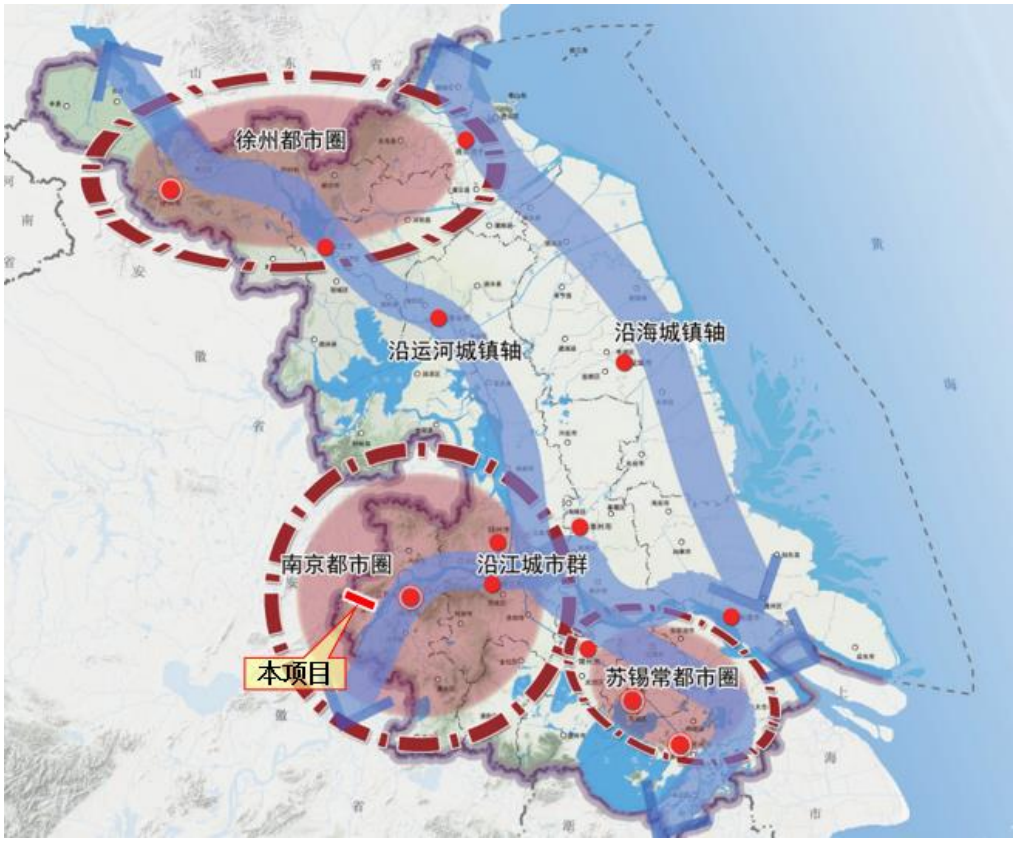


图4-3　江苏省“十四五”新型城镇化规划

2、南京市国土空间总体规划（2020-2035 年）（草案）

《南京市国土空间总体规划（2020-2035 年）》（草案）提出，到 2035 年南京市将构筑“南北田园、中部都市、拥江发展、城乡融合”的总体格局，形成“1 中心城区、3 个副城、9 个新城、29 个新市镇和若干新社区”的市域

城乡体系。

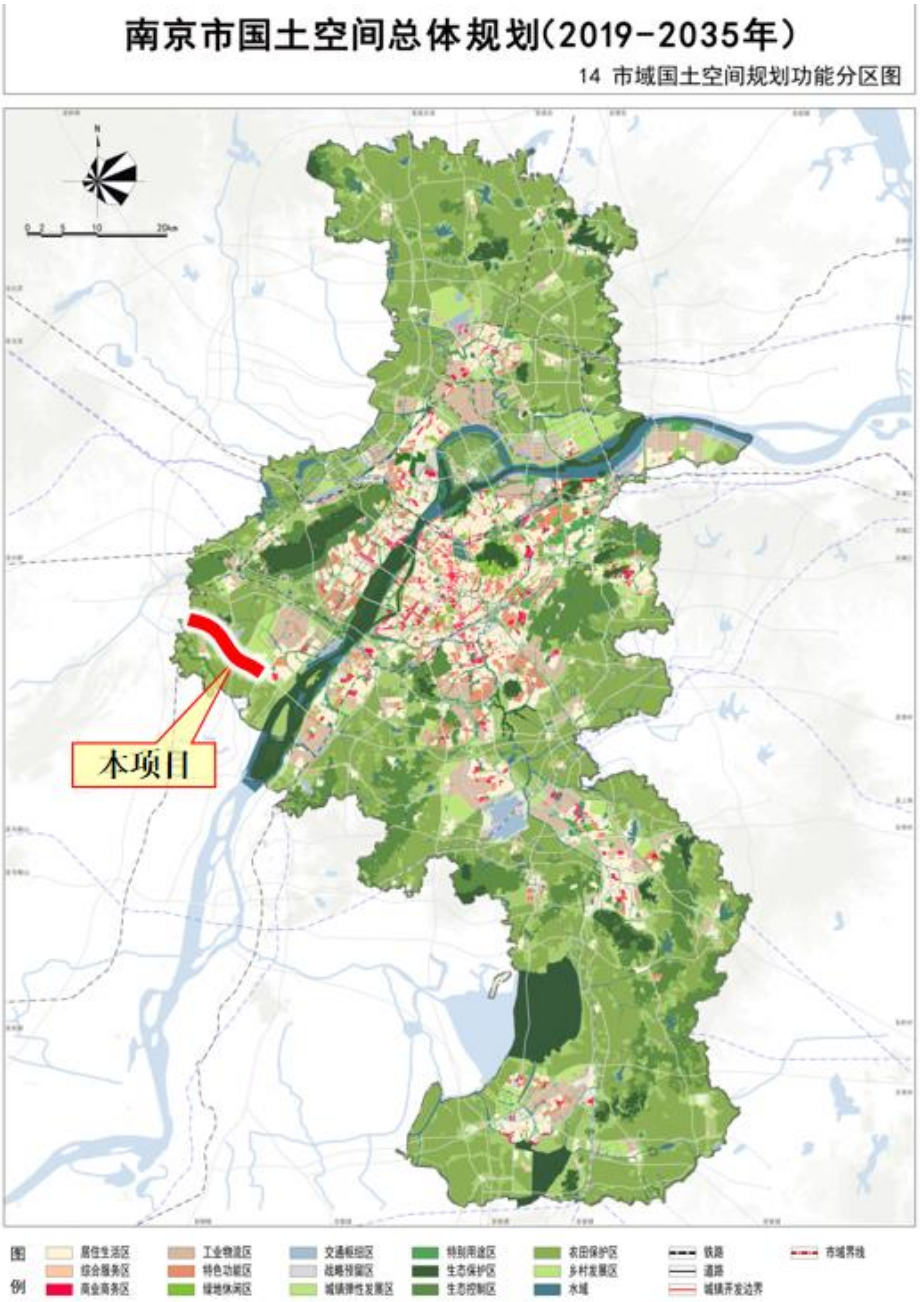


图4-4　南京市域城镇体系规划图

3、南京市浦口区城乡总体规划（2010-2030 年）

《南京市浦口区城乡总体规划（2010-2030）》提出，到 2030 年浦口区将形成“一带多点”城镇空间和“一山两片”非城镇空间的布局结构。根据空间布局结构，将全区划分为四个功能分区。

项目将强化浦口区对外交通能力，尤其是东向对外交通，同时为沿线村镇的发展提供契机。

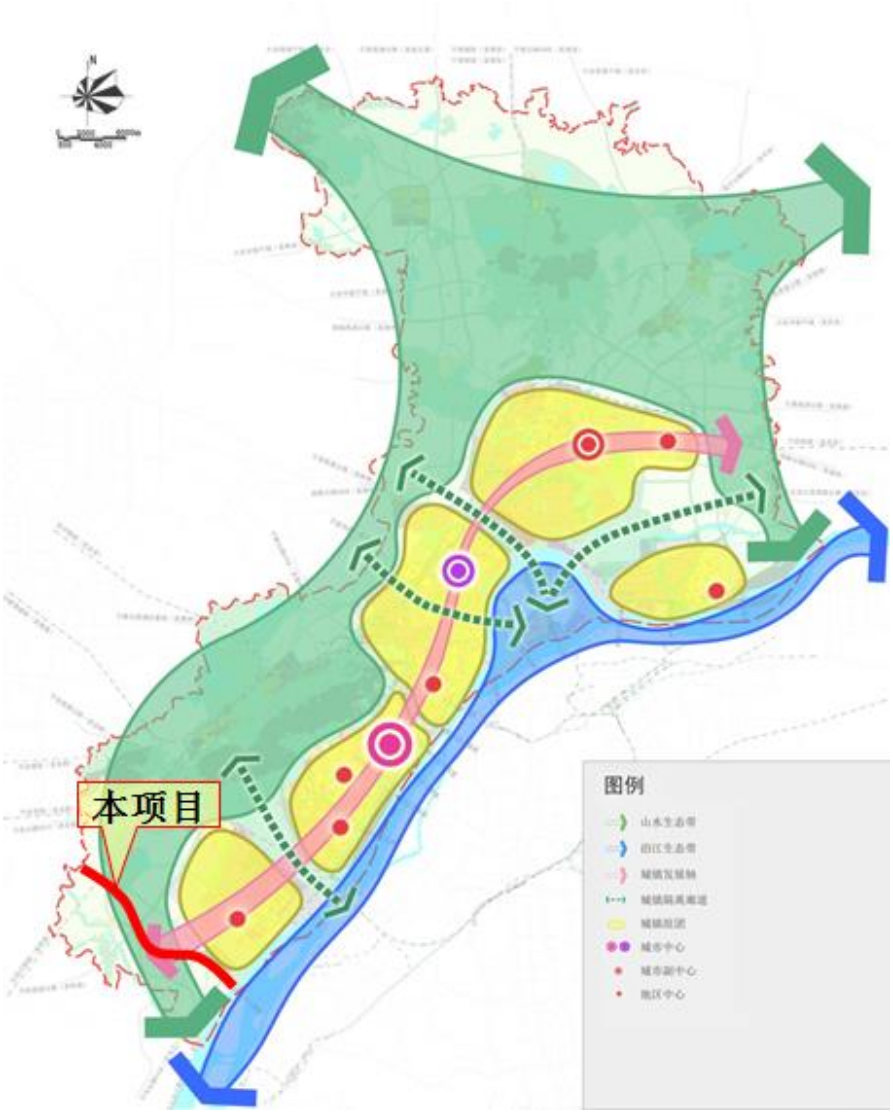


图4-5　浦口区空间布局结构图

4、南京江北新区桥林新城总体规划

《南京江北新区桥林新城总体规划（2015-2030）》提出，到2030年江北新区桥林新城总体规划将形成“一城、两区”的空间布局结构。

“一城”指桥林新城；

“两区”指桥林新城西北的机场限建区及桥林新城西南的新社区聚集区。

本项目紧贴桥林新城南部规划边界。

项目将增强桥林新城东向对外交通能力，刺激沿线村镇经济的发展。

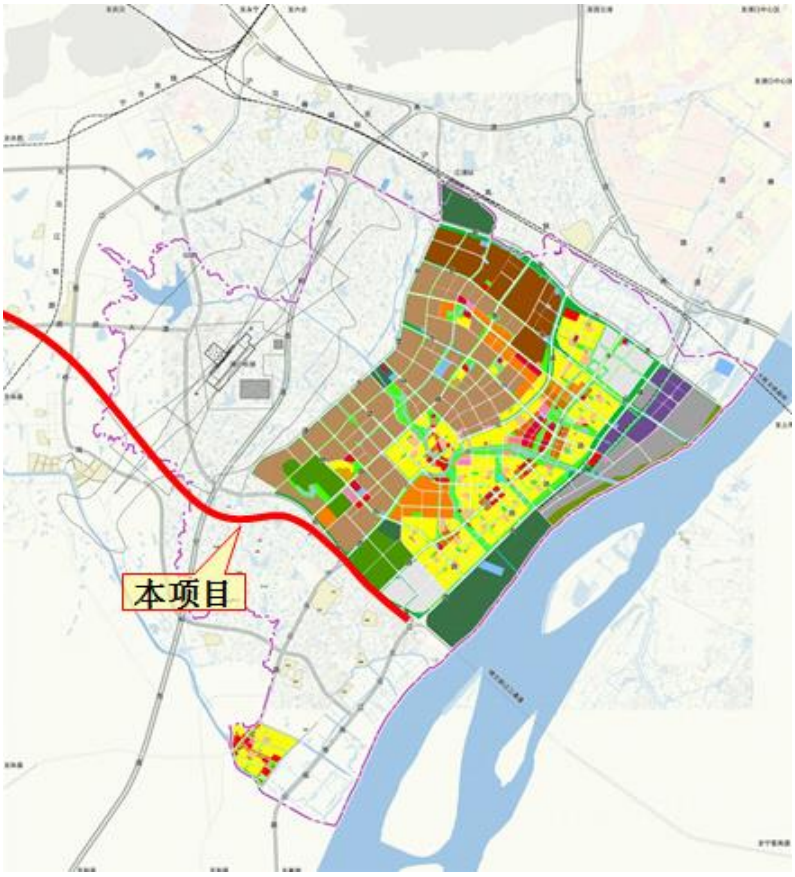


图4-6　桥林新城空间布局结构图

3.1.2.2 江苏省生态红线区域保护规划

根据《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目路线方案涉及三岔水库饮用水水源保护区（国家级）和驷马山河清水通道维护区。

- 国家级生态保护红线规划：生态红线为核心，实行最严格的管控措施，禁止一切形式的开发建设活动；
- 江苏省生态空间管控区域规划：以生态保护为终点，实行差别化的管控措施。
- 穿越清水通道维护区保护范围内水域的桥梁需采取桥梁径流收集措施，处理后的尾水不得进入生态红线区域和有饮用、养殖功能的水域。
- 清水通道维护区范围内不得设置预制场、取弃土场等大临工程和服务区。

根据推荐线位路线走向，路线已完全避让三岔水库水源保护区及驷马山河清水通道维护区。

图4-7　本项目与南京市生态红线区域保护规划之间位置关系示意图

3.1.2.3 高压输电线路

项目位于南京市浦口区，沿线交叉的高压线较少，主要为 35KV 林山线，设计时应选择合适的位置下穿，避让高压塔并满足线下净高要求，尽量减小对高压输电线路的影响。

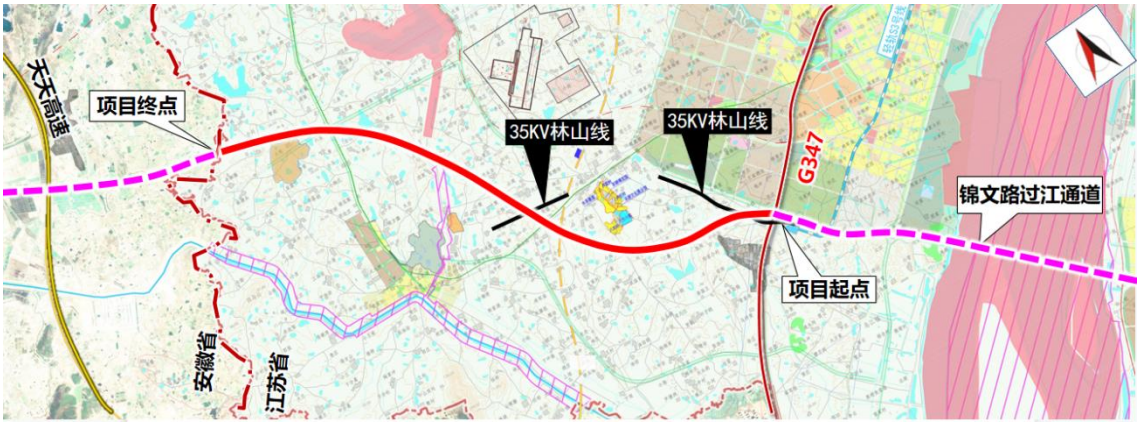


图4-8　沿线高压线示意图

图4-9　沿线现状高压线

3.1.2.4 其他控制点

路线位于南京市浦口区，项目选线区域分布有宁和城际、下郑水库、福音社区、东爵化工厂、驷马山河清水通道维护区、私人庄园、大包村飞地等重要控制点，路线，路线布设时应注意避让。

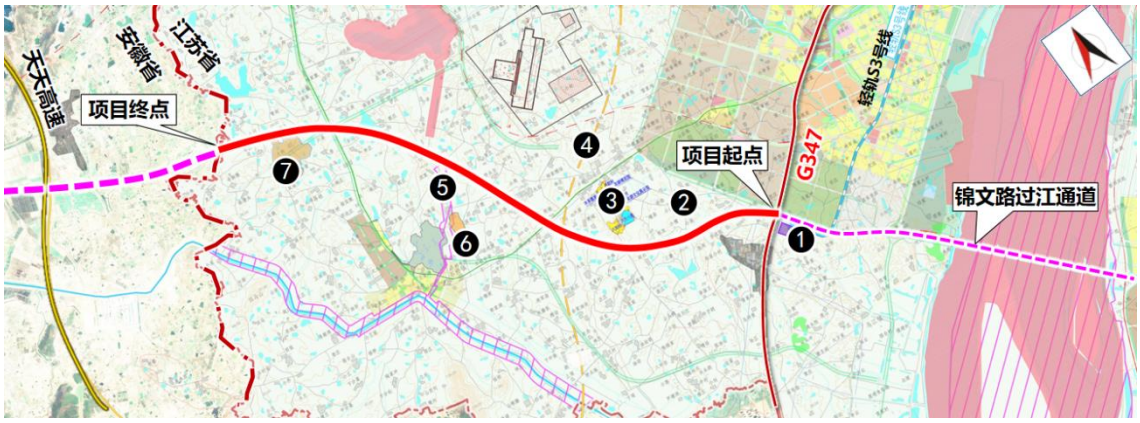


图4-10　其他控制因素位置示意图

①宁和城际

②下郑水库

③福音社区

④东爵化工厂

⑤驷马山河清水通道维护区

⑥私人庄园

⑦马鞍山飞地（大包村）

图4-11　沿线现状控制因素

3.1.3 筑路材料及运输条件

1、筑路材料

（1）石料

石料可从江阴、丹徒、吴县、大港、宜兴、盱眙等地采购，水运至工地，也可直接在沿线码头购买。石料品种有石灰岩、玄武岩、花岗岩等，质地坚硬、强度高，质量好，储量多，可满足工程需要。

（2）砂

主要为江砂、河砂，含泥量少，质地较好，可满足工程需要。可从沭阳、芜湖、铜陵、新沂等地采购，且沿线码头有以上砂料供应。

（3）石灰

石灰主要产地有扬州市湾头化工厂、宜兴化工厂、邗江化工厂等，质量均优于 3 级，能满足工程质量要求，以上石灰也可直接在沿线码头购买。

（4）粉煤灰

粉煤灰主要从扬州电厂和南通天生港华能电厂等联系采购，也可在沿线运河码头直接购买。

（5）路基填料

本标段路基大多为填方路段，故需大量的路基填方。

本项目地处南京市浦口区，土地资源宝贵，土源稀缺，取土坑的设置需结合地方政府总体规划，尽量与农田水利建设相协调，并考虑到土方的合理运距和最佳调配；本项目亦可采用城市建设开挖土方，勘察设计阶段需充分调研，综合测算土源运费、购置等成本。

2、其他材料

（1）工程用水及用电

沿线河流分布较广，地表水、地下水资源丰富，水质良好，取水方便，可就近上路，供生活和工程之用。沿线电力供应情况良好，工程用电可与电力部门协商解决。

（2）钢材、木材、水泥、沥青、汽油、柴油

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、水泥、汽油、柴油可从周边县市供应点购买，少部分材料需从外省市购买，沥青砼路面面层应采用优质沥青。

3、运输条件

区域内道路四通八达，乡村道路完善，陆运便利，水运条件较好，为本项目的建设提供了优越的条件。从降低运输成本考虑，除进口建材及远距离调运的建材可通过港口和铁路运输外，其它材料均可由水路和公路配合运输。

3.1.4 拟建项目与相关路网的衔接

项目选线区域内公路、铁路、水运等综合运输网初具规模，选线时应充分考虑拟建项目与综合运输网的合理衔接，与公路、铁路交叉位置的选择在一定程度上影响路线方案走向。

1、与公路网的衔接

项目起点顺接锦文路过江通道，终点止于苏皖省界。项目沿线经过桥林

新城、福音社区、石桥镇等，区域范围内干线公路主要有宁九高速（初设）、天天高速、G347、G235（工可）、S002 等高等级公路。

项目起点顺接锦文路过江通道桥林南互通，向西与宁九高速（初设）衔接设置桥林枢纽，经石桥镇北止于苏皖省界，远期继续向西延伸与天天高速衔接；除高速公路外，本项目通过设置服务型互通立交与省道 S002 沟通，形成层次分明、功能明确、衔接合理、运输高效的公路网络。

图4-12　南京市省道公路网规划修编（2021-2035 年）

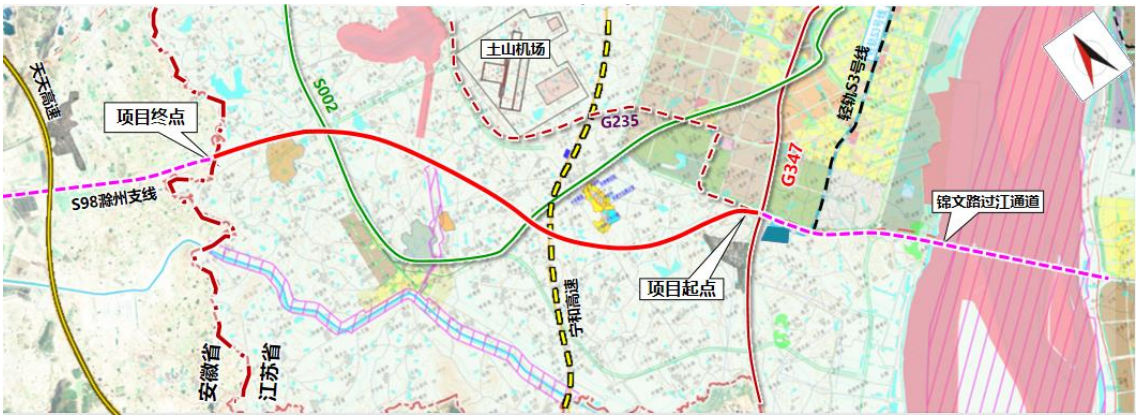


图4-13　项目区域路网布局

表4-1　交叉道路一览表

序号	道路名称	道路等级	交叉道路现状	交叉方式	备注
1	G347(浦乌路)	一级公路	路基宽度 23.5m	主线上跨	起点桥林南互通属于锦文路过江通道项目
2	宁九高速(初设)	高速公路	规划路基宽度 34.5m	主线上跨	
3	S002 省道	二级公路	路基宽度 15.5m	主线上跨	

（1）宁九高速

宁九高速（南京段）起于绕越高速，而后向西穿越京沪高铁和沪汉蓉客专，路线继续向南经过土山机场后，在福音社区南侧与 G235 和禄全高速相交，终点在驷马山河附近接入安徽段。目前宁九高速处于初设阶段，采用双向六车道高速公路标准，路基宽度 34.5m，设计速度为 120km/h。

（2）G347（浦乌路）

G347 现状为一级公路，路基宽度为 23.5m，双向四车道，设计速度为 80km/h。G347 与锦文路过江通道项目衔接设置桥林南互通，本项目顺接桥林南互通渐变段终点。

（3）S002

S002 现状为二级公路，路基宽度为 15.5m，双向二车道，设计速度为 40km/h。

G347（浦乌路）

S002

图4-14　沿线相交道路现况照片

2、与铁路网的衔接

项目区域内主要经过的铁路为 S3 号线地铁（宁和城际）。

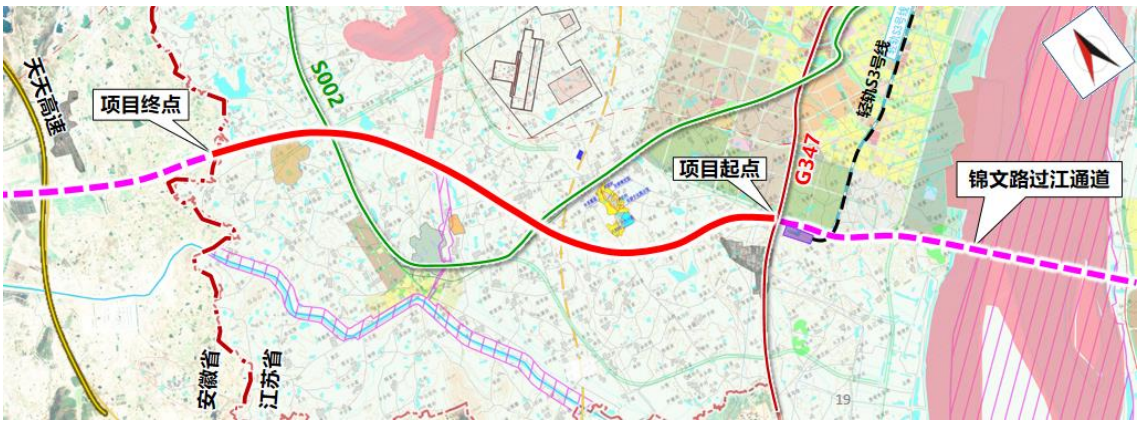


图4-15　项目区域主要铁路

图4-16　宁和城际现状

3、与水运的衔接

项目区域内分布的河流主要为驷马山河（三级航道），项目选线应尽量避免与其交叉，若无法避让需保证路线与航道的交叉角度。

拟建项目可通过沿线互通立交及地方公路与各码头衔接，加快水陆交通的客货集散速度。

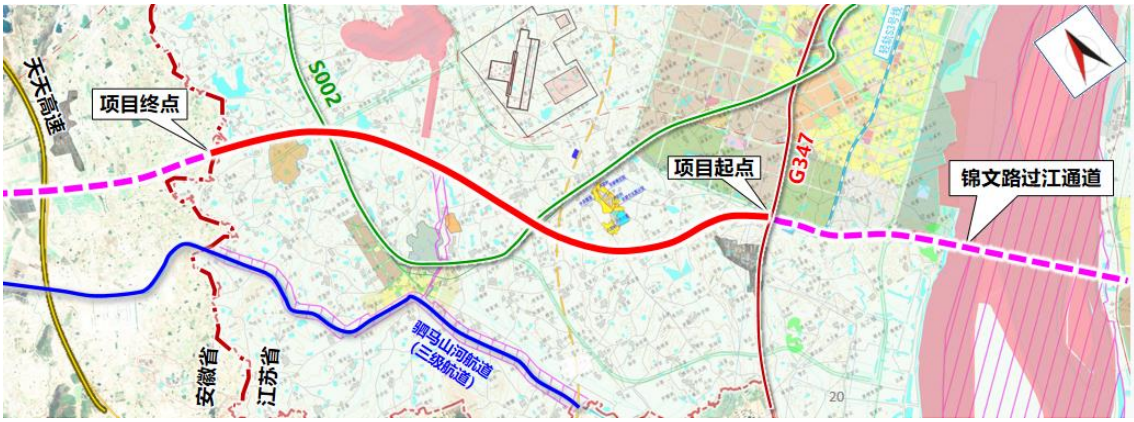


图4-17　项目区域主要河流

图4-18　驷马山河（三级航道）现状

3.2 项目选址或选线

3.2.1 建设项目起终点论证

3.2.1.1 起点方案

本项目起点在G347（浦乌路）附近顺接锦文路过江通道项目。锦文路过江通道受桥林新城规划、地铁S3号线车辆段、长航码头、武家嘴船厂等诸多控制因素制约，路线线位比较稳定。

图4-19　锦文路过江通道平面方案

本项目起点在浦乌路附件顺接锦文路过江通道项目。目前锦文路过江通道已完成省内预审，路线方案稳定，过江通道方案拟推荐双层桥方案，高速公路在上层，目前方案已通过专家审查。本项目设计起点位于枢纽西侧的标准路段，与浦乌路交叉枢纽工程界面属于锦文路过江通道项目。

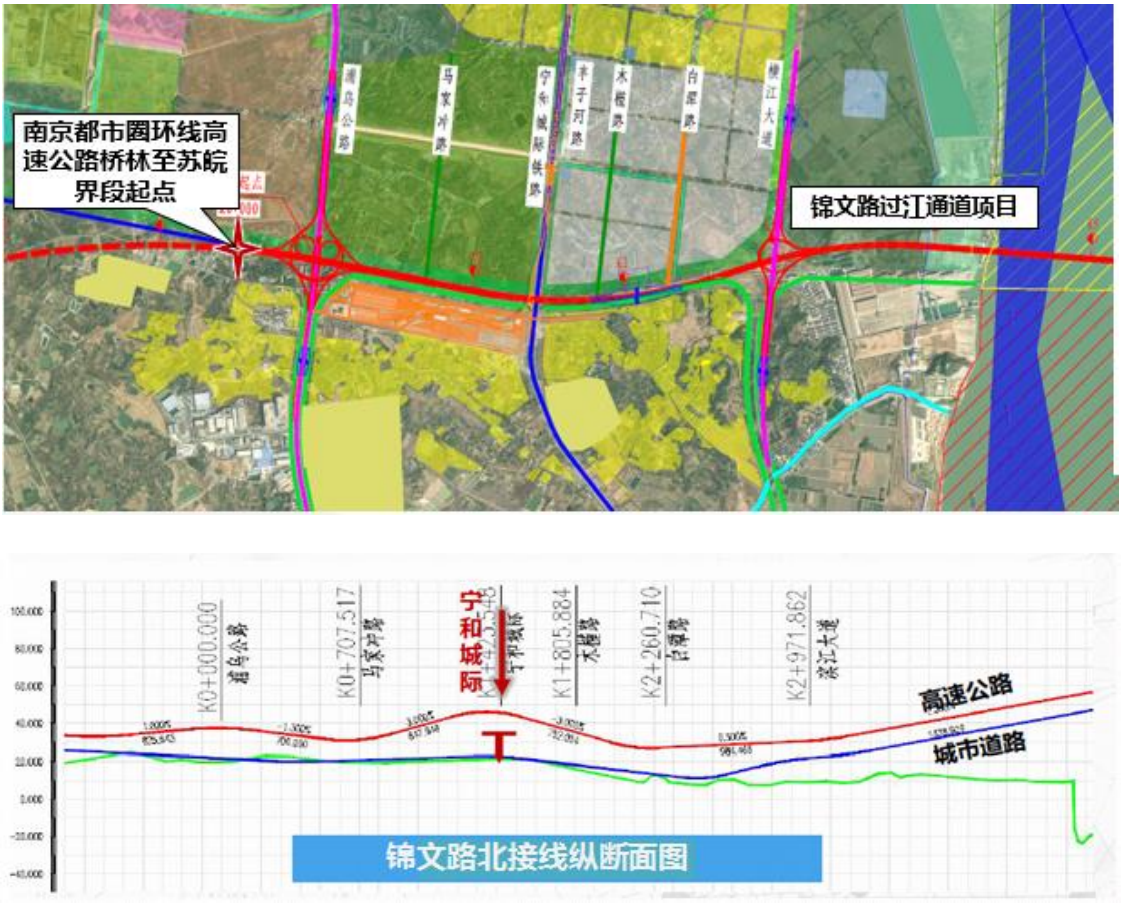


图4-20　锦文路过江通道平纵示意图

高速层采用高架方案，上跨浦乌路至滨江大道后，接入跨江大桥上方。

城市层采用地坪方案，在浦乌路、丰子河路、滨江大道处设置平交口，并在滨江大道起桥前接入跨江大桥。

图4-21　双层过江方案示意图

南京锦文路过江通道桥隧方案比选

专家评审意见

2020 年 6 月 15 日，南京市交通运输局、南京市公共工程建设中心联合组织召开南京锦文路过江通道桥隧方案比选专家论证会。参加会议的有特邀专家(名单附后)，省发展改革委员会、省交通运输厅、省水利厅、省林业局、江苏海事局、省交建局、市发改委、市规划和自然资源局、市生态环境局、市水务局、市交通集团等部门的代表，报告编制单位中交公路规划设计院有限公司、苏交科集团股份有限公司联合体以及相关专题研究单位代表。专家组听取了报告编制单位的汇报以及相关部门意见后，经讨论，形成意见如下：

一、报告资料基本完整，内容翔实，提出的桥、隧方案合理，比选内容全面，达到桥隧比选论证的深度要求。

二、研究报告根据本通道在路网中的功能和交通需求，提出的技术标准合理。

三、根据过江通道的建设条件和专题研究相关结论，隧道和桥梁建设方案均可行。经综合比选，双层十二车道桥梁方案优于四管盾构隧道方案。

专家组一致同意推荐桥梁方案。

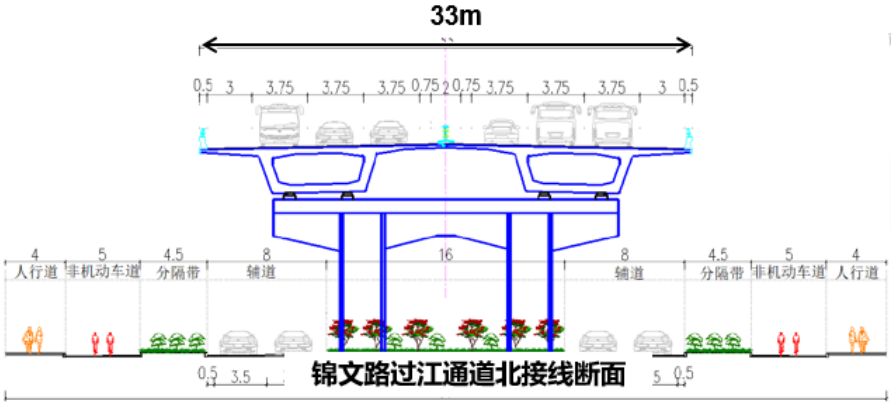
建议在工可研究报告中加强有关论证，进一步征求省自然资源、林业、水利等相关部门意见。

专家组长：

2020 年 6 月 15 日

图4-22　锦文路过江通道桥梁方案比选专家评审意见

锦文路过江通道项目高速层工可阶段设计速 100km/h,桥梁上部结构采用现浇箱方案，中分带宽度为 2 米；南京都市圈环线高速桥林至苏皖界段设计速度 120km/h,桥梁上部结构采用组合箱方案，中分带宽度为 3 米。初步考虑在本项目起点处增加中分带宽度渐变以实现与标准断面的衔接。



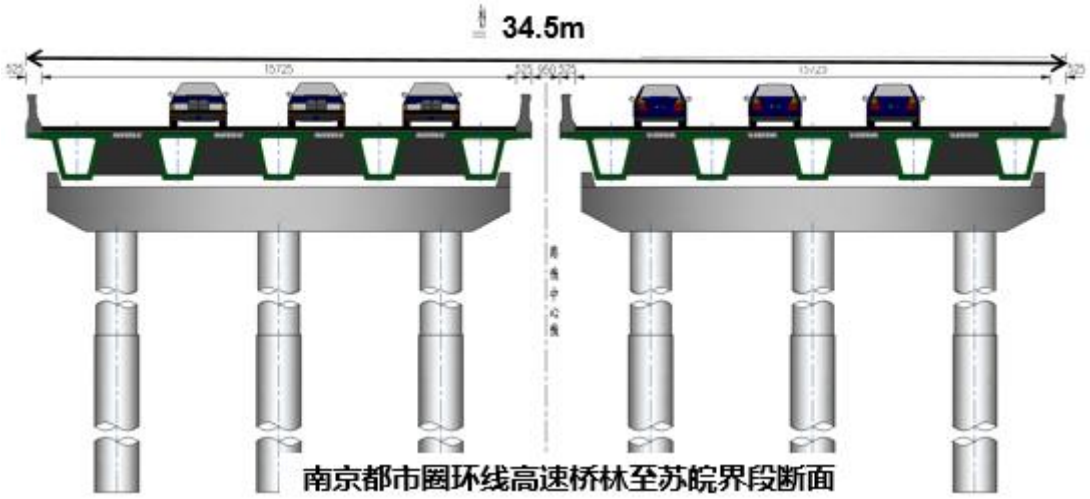


图4-23　起点位置衔接断面图

起点方案二提出理由：锦文路过江通道项目中滨江大道至浦乌路段高速公路为全线高架桥，为降低工程规模及减少对 G235 的干扰，提出在过江桥落地后高速公路向南侧偏移，结合相关控制线因素（S3 车辆检修站、居住密集区）形成本项目的起点方案二。

G235 现状进展情况：G235 项目于 2018 年完成了市内预审会，路线走向受福音社区、土山机场及东爵化工厂等多项控制因素制约，目前路线走向相对稳定，其技术标准为一级公路兼城市快速路。

图4-24　本项目起点方案位置示意图

图4-25　本项目起点现况照片

起点方案综合比选：

表4-2　　起点方案综合比选表

	起点方案一 (K 线：滨江大道—S002 段)	起点方案二 D 线：滨江大道—S002 段)	K-D
路线长度（km）	8.660	9.666	-1.006
平曲线最小半径（m）	2500	3000	/
占地面积（亩）	596.23	750.27	-154.04
拆迁建筑物（m^2）	26935	44192	-17257
征地拆迁费（万元）	75601.1	112639.9	-37038.8
建安费（万元）	92662.35	67662.65	24999.7
建安费+征拆（万元）	168263.45	180302.55	-12039.1
优点	1、滨江大道至浦乌路段利用 G235 走廊，占地、拆迁规模较小。	1、浦乌路至滨江大道段对 G235 影响较小。	
	2、与《南京市城市总体规划（2018-2035）》路线走向相符。		
	3、总体投资规模相对较小。		
缺点	1、与 G235 共线段需设置 2.91Km 高架桥，工程规模相对较大，同时增加了后期运营成本及运营风险。	1、与《南京市城市总体规划（2018-2035）》路线走向不符。	
	2、浦乌路至滨江大道段对 G235 影响较大。	2、里程略长，总投资相对较高。	

综上，相比 D 线方案，K 线方案与 G235 共线段需设置 2.91km 高架桥，工程规模相对较大；但 K 线方案在滨江大道至浦乌路段利用 G235 走廊，占地、

拆迁规模较小，且与《南京市城市总体规划（2018-2035）》路线走向相符。

综合比选后推荐采用起点方案一。

3.2.1.2 终点方案

项目终点位于苏皖省界，大武庄附近，同时预留对接天天高速条件；远期考虑继续向西延伸顺接滁州西环，主要控制因素有全椒市总体规划、天天高速现状沿线设施、沿线村镇密集居住区、宁合高铁及滁州西环。现提出 K 线、C 线两个终点位置进行比选。

图4-26 本项目终点示意图

路线走向：

K 线方案：路线顺接锦文路过江通道项目后，向西南行进，沿福音社区规划建成区外侧布设，从驷马山河清水通道维护区与三岔水库水源保护区之间穿越后，经石桥镇北止于苏皖省界。

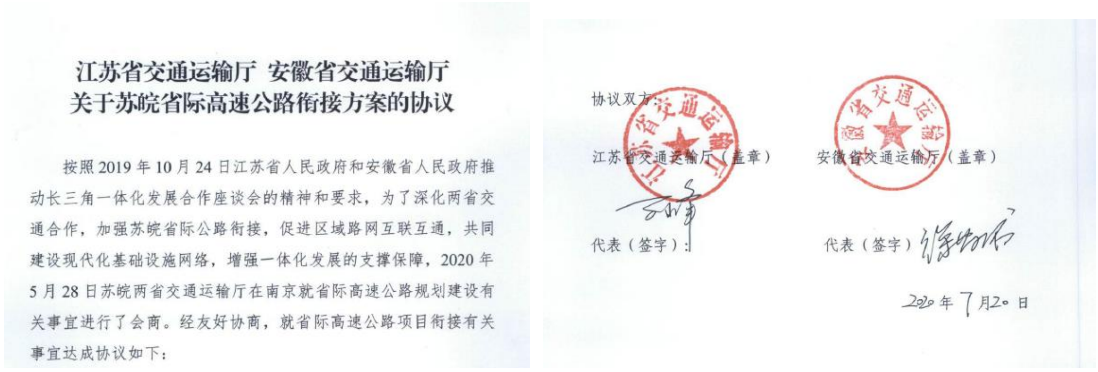
C 线方案：路线顺接锦文路过江通道项目后，向西南行进，沿福音社区规划建成区外侧布设，与宁九高速交叉后，向西南行进，跨越驷马山河后，止于苏皖省界。

表4-3 主要经济技术指标比选表

项目	单位	K 线	C 线
路线长度	km	12.955	14.625
桥梁	m	2463.1	2970
拆迁	m2	27628	24352
占地	亩	1875.18	1912.52
建安费	万元	171603.85	197223.51

项目	单位	K线	C线
优点		1.线型顺直 2.方便石桥镇、星甸镇居民出行 3.可避让驷马山河清水通道维护区	本项目与宁九高速所设枢纽桥梁规模较小。
缺点		本项目与宁九高速所设枢纽桥梁规模较大。	1.存在绕行，建设里程较长 2.石桥镇、星甸镇居民出行不便 3.穿越驷马山河清水通道维护区里程较长。 4.需两次跨越驷马山河（三级航道）

综上，K线方案宁九高速交叉所设枢纽桥梁规模较大，但与C线相比，K线方案路线走向较为顺直，可避让驷马山河清水通道维护区，且方便石桥镇和星甸街道快速出行。目前苏皖两省已就终点位置签订框架协议，**省界接点位置为终点方案1**。



江苏省交通运输厅 安徽省交通运输厅
关于苏皖省际高速公路衔接方案的协议

按照2019年10月24日江苏省人民政府和安徽省人民政府推动长三角一体化发展合作座谈会的精神和要求，为了深化两省交通合作，加强苏皖省际公路衔接，促进区域路网互联互通，共同建设现代化基础设施网络，增强一体化发展的支撑保障，2020年5月28日苏皖两省交通运输厅在南京就省际高速公路规划建设有关事宜进行了会商。经友好协商，就省际高速公路项目衔接有关事宜达成协议如下：

协议双方：

江苏省交通运输厅（盖章）

代表（签字）：

安徽省交通运输厅（盖章）

代表（签字）

2020年7月20日

图4-27　本项目终点省界协议

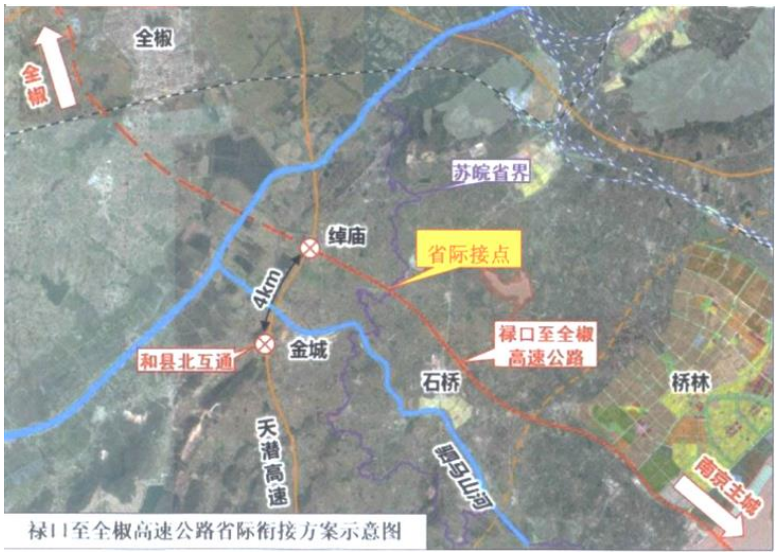


图4-28　省界衔接方案示意图

3.2.2 走廊方案拟定

考虑到本项目起终点较为稳定且控制因素较多，因此路线走廊较为稳定。

K 线走廊：路线起点在浦乌路附近顺接锦文路过江通道，经桥林新城、福音社区、石桥镇，止于苏皖省界大武庄附近。

图4-29　路线走廊示意图

3.2.3 路线方案比选

3.2.3.1 选线原则

1、满足公路功能，路线尽量保持顺捷。

2、结合沿线城镇规划，既要避免对已建或规划设施的干扰，又要通过合理的路线方案和互通布局方便沿线地区出入高速公路。

3、充分考虑沿线地方政府合理的意见和建议，兼顾各方利益。

4、路线经过区域人口密度相对较低，居民点分散，客观上为减少拆迁创造了有利条件，路线选线在顺应总体走向的前提下应尽可能避免与大的村镇及开发区发生干扰，以取得较好的社会效益。

5、路线穿越区域有一些 35KV 以上的高压线等电力设施，选线时应注意交叉角度，尽可能避免大的拆迁以减少工程投资。

6、适应地形、地物，选择较好的建设条件。本项目属于平原微丘区，路线选线应尽量适应地形变化，取得合理的填挖平衡，一方面避免大填大挖对自然环境的破坏，另一方面也减少了取土占用的土地资源，节约了工程投资。

7、路线应处理好与沿线公路、电力、管道等的交叉关系。

8、处理好与锦文路过江通道、G235 之间的关系。

项目区域城镇规划、路网及生态红线保护区分布密集，路线选线要处理好城镇规划、路网及生态红线保护区的关系，从工程建设角度出发应尽量考虑工程投资少、实施难度小的路线方案。

3.2.3.2 局部路线方案及比选

路线方案选定思路，是在对项目功能及沿线区域的自然地理条件、城市总体规划及产业布局等各种控制因素分析的基础上，选择各种可能的路线方案，进行综合分析比选后最终确定推荐的路线方案。路线选线在满足主要控制因素要求的前提下，以顺捷为主要原则，兼顾地形、地物和环境要求，尽可能避免与既有工程设施相干扰，对重要的工程节点进行由点到线、由线到面的分析，以确保路线方案的可行性。

确定本项目具体线路走向时，既要考虑路线走向顺直便捷，充分发挥其作为苏皖重要的省际联系通道功能，更要从项目实施的可行性方面，充分考虑沿线相关规划、生态红线、生态空间管控区、交通条件、土地利用状况、以及沿线重大设施布局等一系列具体问题。

根据项目沿线乡镇规划，充分考虑沿线生态红线管控区分布特点，结合线型指标、建设条件、工程规模等方面，对可能的路线方案进行分析比选，共提出 K 线、B 线两条路线方案进行同深度比选。

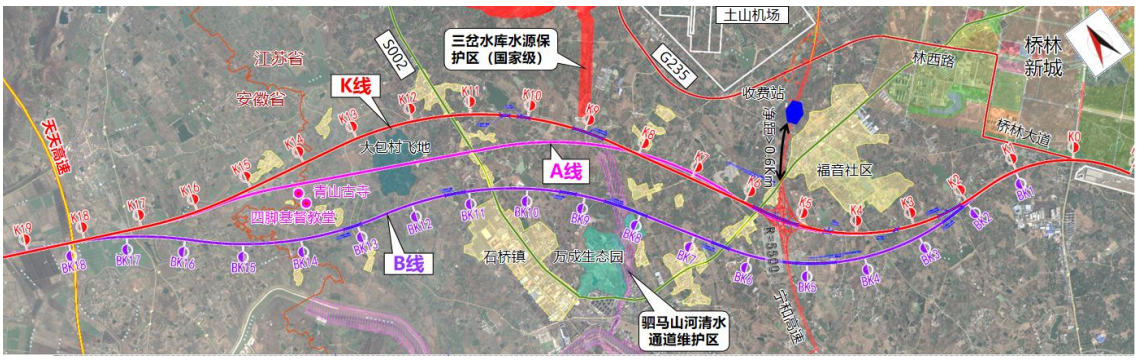


图4-30　路线比选方案示意图

K 线方案走向：路线顺接锦文路过江通道项目后，向西南行进，沿福音社区规划建成区外侧布设，从驷马山河清水通道维护区与三岔水库水源保护区之间穿越后，经大包村飞地北，止于苏皖省界。

B 线方案走向：路线顺接锦文路过江通道项目后，向西南行进，沿福音社区规划建成区外侧布设，穿越驷马山河清水通道维护区后，沿石桥镇与大包村飞地之

间穿越后，止于苏皖省界。

下面从**项目功能、对生态空间管控区影响、枢纽建设条件、工程规模**等方面对两个路线方案进行同深度比选。

1）项目功能

本项目是南京高速公路外环的重要组成、锦文路过江通道北连接线，也是苏皖重要的省际联系通道，因此要求路线走向尽量顺直避免绕行，两条路线里程相近。因此从项目功能角度来看，**K 线、B 线两个方案优势相当**。

2）对生态空间管控区影响

项目选线区域分布有三岔水库水源保护区及驷马山河清水通道维护区。K 线方案可避让三岔水库水源保护区及驷马山河清水通道维护区；A 线方案需穿越驷马山河清水通道维护区，穿越长度 224 米。

图4-31　项目与生态空间管控区关系图

因此，从对生态空间管控区的影响程度方面考虑，**K 线优于 B 线方案。**

3）枢纽建设条件

经与宁九高速初设研究单位对接，K 线、B 线两个方案与宁九高速设置枢纽的点位位于平曲线段，平曲线半径为 5500 米，所设枢纽范围内最小凹型竖曲线半径为 17000 米，最小凸型竖曲线半径为 29000 米，均满足《公路立体交叉设计细则》（JTG/T D21-2014）枢纽范围内主线平纵指标要求。

K 线方案与宁九高速（初设）交叉所设枢纽距离宁九高速（初设）北侧的主

线收费站（规划）**净距大于 600 米**；因此，K 线、B 线两个方案与宁九高速交叉**均可设置独立枢纽**。但 K 线方案与宁九高速的交叉点高程比 B 线方案与宁九高速交叉点的高程高约 1.2 米。

因此从对枢纽建设条件的角度来看，**B 线方案略优于 K 线方案**。

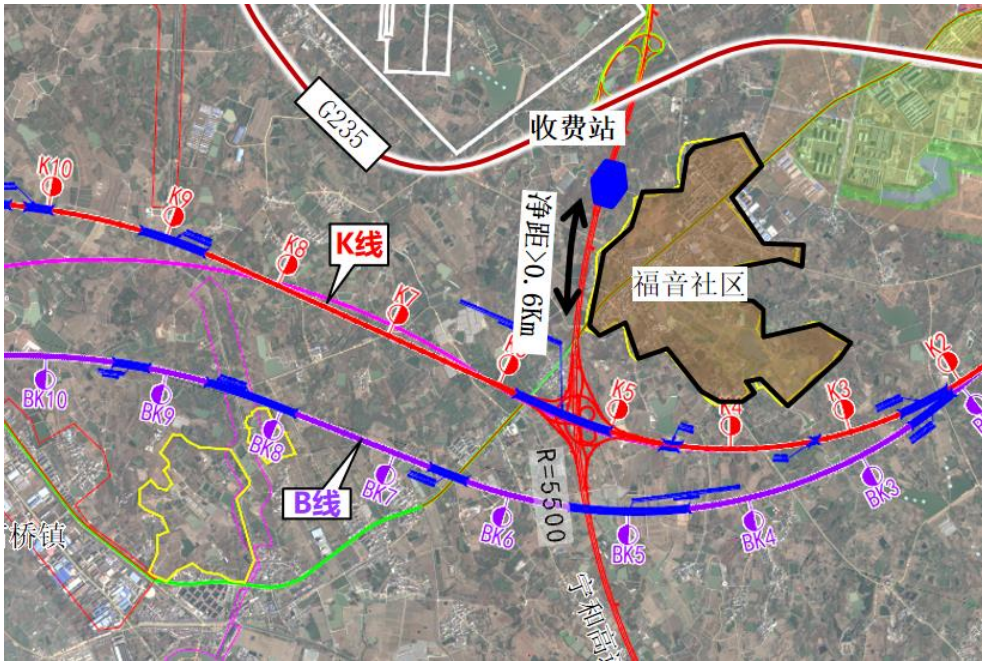


图4-32　本项目与宁九高速交叉枢纽与宁九高速沿线设施关系位置示意图

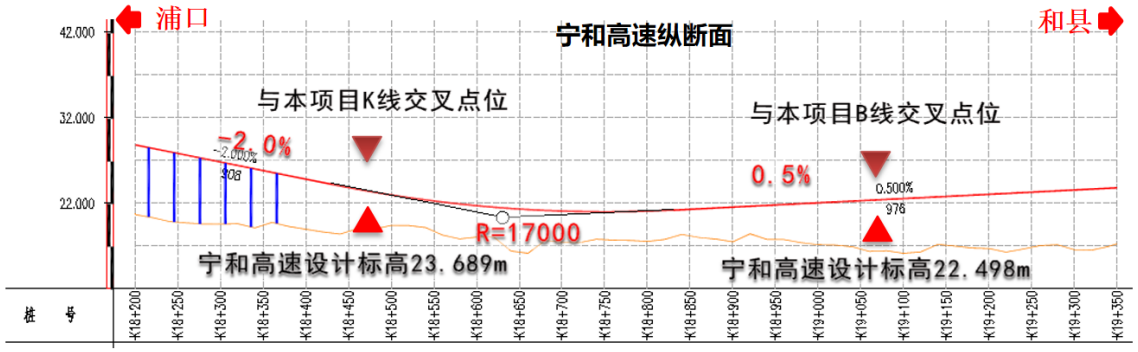


图4-33　K 线、B 线方案分别与宁九高速交叉点位设计标高

4）主线桥梁工程规模

K 线方案全线共设置 6 处大桥，1 处中桥，桥梁全长 2463.1 米；B 线方案全线共设置 7 处大桥，桥梁全长 3336.1 米。

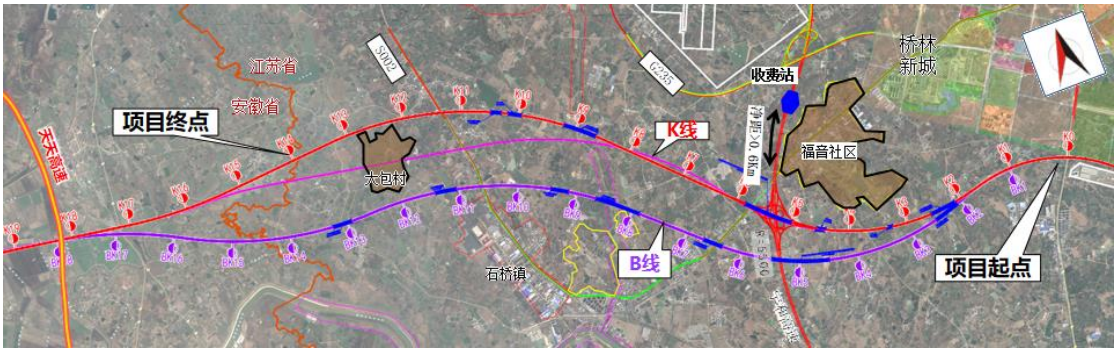


图4-34　K 线、B 线平面示意图

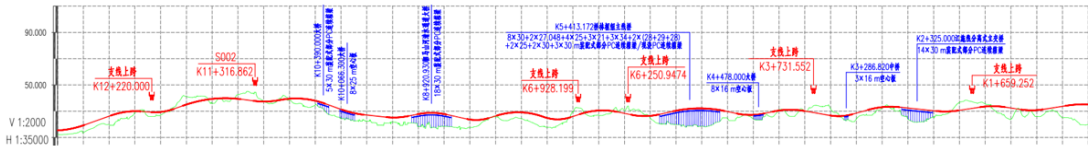


图4-35　K 线纵断面示意图

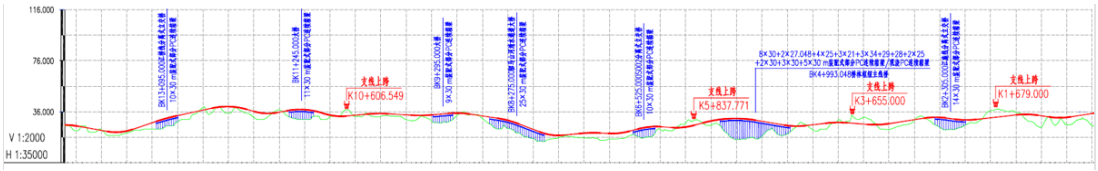


图4-36　B 线纵断面示意图

因此从桥梁工程规模角度考虑，**K 线方案与 B 线方案相当。**

5）综合比选

表4-4　　方案工程量对比表

项目	单位	K 线	B 线
运营里程	km	17.245	17.021
桥梁长度	m	2463.1	3336.1
拆迁建筑物	m2	27628	39556
占地面积	亩	2191.86	2111.25
建安费	万元	206003.85	204857.29
征地+拆迁	万元	156560.6	172807.7
建安+征拆	万元	362564.45	377664.99
优点		**1、完全避让驷马山河清水通道维护区； 2、主线桥梁规模较小，沿线拆迁少，造价较低.**	**1、路线较为顺直，运营里程较短。**
缺点		1、 路线存在绕行，**运营里程较 B 线长 0.224km。**	1、侵占部分驷马山河清水通道维护区； 2、桥梁规模较大，**拆迁大，造价较高。**

综上，K 线与 B 线方案，K 线走向存在绕行，运营里程较 B 线增长 0.224km；但 K 线可避让生态空间管控区，且桥梁规模较小，拆迁较少，造价较低。因此，**推荐采用 K 线方案。**

3.2.4 推荐路线方案

路线顺接锦文路过江通道项目后，向西南行进，沿福音社区规划建成区外侧布设，从驷马山河清水通道维护区与三岔水库水源保护区之间穿越后，经石桥镇北，避让大包村飞地后，止于苏皖省界。

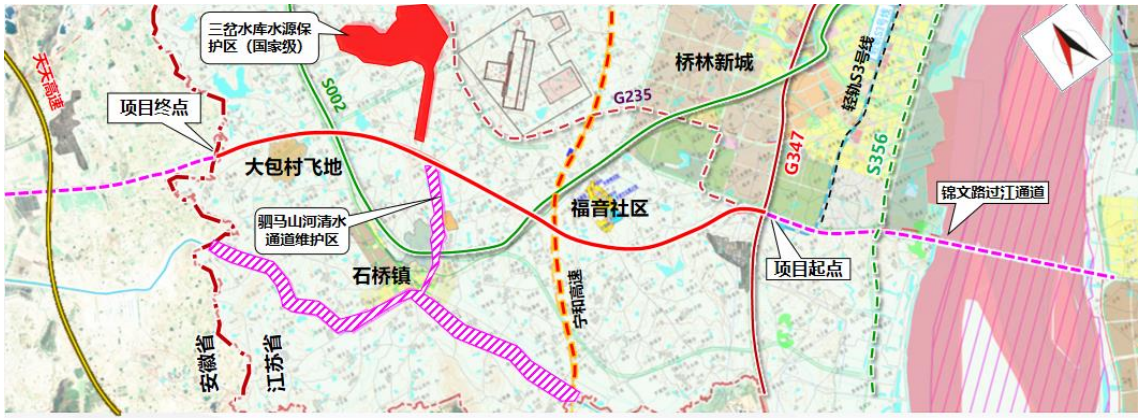


图4-37　推荐方案路线走向示意图

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。我国土地资源紧缺，合理利用土地和切实保护耕地是我国的基本国策。为认真贯彻党中央、国务院关于“实行最严格的耕地保护制度”精神，在公路建设中应进一步合理利用土地资源，引导集约用地，提高土地利用率。公路交通的发展是社会可持续发展的重要内容，可持续发展的核心意义在于，不是不能利用和开发资源，而是强调合理和有效利用资源。公路作为国民经济和社会发展赖以存在的基础设施，应进一步加快建设，以适应社会经济的发展，但也需要占用一定数量的土地。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

依据《土地管理法》《城乡规划法》《自然资源部关于全面开展国土空间规划工作的通知》（自然资发〔2019〕87 号）、《自然资源部关于做好近期国土空间规划有关工作的通知》（自然资发〔2020〕183 号）、《江苏省自然资源厅关于加强近期国土空间规划实施管理的通知》（苏自然资发〔2020〕213 号）等规定以

及现行国土空间规划，南京市浦口区组织编制了《南京市浦口区国土空间规划近期实施方案》，并已获得省政府的批准。

全区建设用地总量控制在 27679.4549 公顷、城乡建设用地控制在 22288.6849 公顷、城镇工矿用地控制在 15107.6816 公顷、交通水利及其他用地控制在 5390.7700 公顷。本次落地上图方案明确建设用地总规模、耕地保有量和永久基本农田保护面积等约束性和刚性管控要求。围绕建设用地总量和强度双控的目标，优化建设用地结构和布局，推进新型城镇化建设和农民集中居住，提高土地节约集约水平，预支指标中新增城乡建设用地主要集中在城镇开发边界内，促进经济增长方式转变，促进经济社会发展与土地资源利用相协调。

落地上图方案编制后，全区建设用地总规模增加 381.1591 公顷，城乡建设用地规模增加 380.7591 公顷，城镇工矿用地规模增加 380.7591 公顷，交通水利及其他用地规模增加 0.4000 公顷，具体指标情况如下表。

表4-5　　浦口区土地利用总体规划主要指标控制表（单位：公顷）

指标	修改前	修改后	变化量
耕地保有量	26328.8000	26328.8000	0.0000
耕地面积	26328.8000	26328.8000	0.0000
永久基本农田保护面积	22330.2000	22330.2000	0.0000
园地面积	1566.8000	1566.8000	0.0000
林地面积	16082.3000	16082.3000	0.0000
牧草地面积	0.0000	0.0000	0.0000
建设用地总规模	27298.2958	27679.4549	381.1591
城乡建设用地规模	21907.9258	22288.6849	380.7591
城镇工矿用地规模	14726.9225	15107.6816	380.7591
交通、水利及其他用地规模	5390.3700	5390.7700	0.4000
新增建设用地	2803.0558	3184.2149	381.1591
新增建设用地占用农用地	2682.1084	2926.0682	243.9598
新增建设用地占用耕地	1729.0411	1890.9263	161.8852
土地整治补充耕地义务	1117.4618	1279.3470	161.8852
人均城镇工矿用地	151.0000	151.0000	0.0000
新增城乡建设用地上图规模	4779.3225	5160.0816	380.7591
其中规划流量指标	2078.0667	2078.0667	0.0000
乡村振兴专项流量指标	66.6667	66.6667	0.0000
新增交通水利及其他用地上图规模	101.8000	102.2000	0.4000
建设控制区	1107.3338	1107.2559	-0.0779

3.3.1.2 土地利用年度计划

该项目用地符合《南京市浦口区国土空间规划近期实施方案》（2023 年度南京市浦口区预支空间规模指标落地上图方案），浦口区人民政府承诺将项目用地布局和规模统筹纳入正在编制的规划期限至 2035 年国土空间规划及“一张图”（含空间矢量信息）。

3.3.1.3 建设用地控制指标

南京都市圈环线高速公路桥林至苏皖界段工程属于《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）中在列的“道路运输业”。项目根据行业设计规范、技术标准、建设规范等确定用地规模，依据合理，各功能分区具体建设内容明确，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）、《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）、《江苏省建设用地指标》（2022 年版）和《公路工程项目建设用地指标》（建标〔2011〕124 号）等相关规范，符合节约集约用地要求。

本项目根据《江苏省建设用地指标》（2022 年版）、《公路工程项目建设用地指标》（建标〔2011〕124 号），结合建设项目工程可行性研究报告、工程总平面布置图以及实际用地情况，划分建设项目各功能分区并确定其用地规模。

表4-1　　建设项目功能分区申请用地规模确定表

序号	功能分区	申请用地规模（公顷）	占比（%）	备注
1	路基工程	57.3509	45.89	长度共计 8.488 千米
2	桥梁工程	5.2675	4.21	长度共计 1.527 千米
3	交叉工程	61.7933	49.41	一般互通式立体交叉 1 处，枢纽互通式立体交叉 1 处
4	沿线设施用地	0.6	0.49	石桥互通匝道收费站
合计		125.0117	100.00	

本项目为双向六车道高速公路，路基宽度 34.5 米，里程约 12.955 公里，本项目共设置两处互通，互通间距平均为 6.5km，申请用地总面积 125.0117 公顷。

根据《公路工程项目建设用地指标》（建标〔2011〕124 号）（以下简称“国家指标”）和《江苏省建设用地指标》（2022 年版）（以下简称“省指标”），位于Ⅰ类地形区，标准路基宽度 34.5 米且互通式立体交叉间距 12.35 千米的六车道高速公路的用地总体指标均为 7.8317 公顷/千米。

《国家标准》和《省标准》关于互通式立体交叉间距调整系数相同，平原区，互通间距 5 千米的六车道高速公路的调整系数为 1.39，互通间距 10 千米的六车道高速公路的调整系数为 1.09。

根据内插法，《国家标准》和《省标准》对应本项目互通平均间距为 6.5 千米的六车道高速公路，互通间距调整系数=1.09+（10-6.5）×（1.39-1.09）/（10-5）=1.3。

经计算，南京都市圈环线高速公路桥林至苏皖界段工程调整后总体指标=7.8317×1.3=10.1812 公顷/千米。

表4-2　用地总体指标调整情况表

用地总体指标		双向六车道高速公路
项目申请用地总面积（公顷）		**125.0117**
国家指标调整过程	国家单位指标（公顷/千米）	7.8317
	项目路基平均宽度（米）	34.5
	项目互通平均间距（千米）	6.5
	国家单位指标调整值（公顷/千米）	10.1812
	项目正线长度（千米）	12.955
	国家指标调整值（公顷）	**131.8974**
省级指标调整过程	省单位指标（公顷/千米）	7.8317
	项目路基平均宽度（米）	34.5
	项目互通平均间距（千米）	6.5
	省单位指标调整值（公顷/千米）	10.1812
	项目正线长度（千米）	12.955
	省指标调整值（公顷）	**131.8974**

本项目实际申请用地总面积 125.0117 公顷，满足《国家标准》和《省标准》按路基宽度及互通间距调整后的指标值 131.8974 公顷。

本项目在设计过程中严格贯彻了“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地”的基本国策，坚持依法、科学、合理用地，注重节约集约用地，分别从道路等级、设计速度、车道数、横断面宽度、项目选址和功能分区等方面采取了有针对性的节地措施。通过指标调整，本项目总体用地指标符合公路工程建设项目用地指标要求，方案确定合理，节地效果明显。

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，要在保护和改善尘态环境的前提下，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

公路建设项目工程可行性研究阶段确定路线方案、技术标准和工程规模等项目关键内容，采取有效技术和措施节约用地能够取得显著的效果。

（1）平面选线

在选线过程中，以地形地质为依托，以节约土地为前提，以环保为宗旨，坚持地质选线、土地选线与环保选线相结合。结合用地情况和占用永久基本农田情况进行多方案论证、比选，确定合理的线位。在工程量增加不大的情况下，路线优先选择能够最大限度节约土地、保护耕地的方案。

（2）纵断面设计

在微丘区段，尽量做到填挖平衡，结合高架桥、护坡等避免出现高填深挖现象，减少借土及弃土，适应地形，不破坏自然风貌。纵断面设计基本原则如下：

1）节约用地，保护土地资源；

2）合理开展纵断面设计，预留高速公路两侧地块沟通条件；

3）满足路基的设计洪水位；

4）合理选择高速公路与沿线被交道路的上跨、下穿方式；

5）满足等级公路的净空要求，综合考虑道路现状与远期规划；

6）灵活采用纵断面指标，降低工程规模。

（3）合理确定路桥分界

从路桥比选分析可知，考虑土源紧张、节约用地、地质条件等因素进行了路桥方案比选后，每公里桥梁造价高于路基造价。

在局部位置路线必须选择高标高跨越时，路、桥方案的决定取决于以下因素的影响：

①造价比较的结果。

②地质条件对设计方案的要求。

③其他客观条件如占地问题、拆迁问题以及土源是否缺乏等对设计方案的影响。

路桥分界高度分为软土段分界高度和非软土段分界高度。在项目区域内，从工程经济角度衡量，路基填土高度在 6.0m 以内与同等长度的桥梁造价相比，填土方案（包括浅层软土路段）应比建桥造价略低。但本区域内人口较密集，人均耕地少，土地资源匮乏，路基占地和取土占地成了重点问题，设计把节约耕地作为方案设计的一个重要因素。因此，根据技术经济比较，在综合考虑了各项因素后，并参考已建、在建高速公路经验，本项目的路桥分界高度一般确定为：5.0～5.5m。

（4）河塘段

项目所经区域养殖类河塘，由 1.2m 勺型基础改为 0.5m 水泥砼基础。

（5）主要构造物

桥梁设计时充分调查，核定合理的公路等级及净空。

全线共设置桥林枢纽、石桥互通等 2 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。

（6）取土方案

取土：为避免取土坑占地，全线不设置取土坑采用外购土源。

弃土：除挖方利用后废弃的土方以外，沿线清除表层耕植土、水塘清淤、软土路基预压、路基边沟也存在一定弃土。弃土可以回填于部分取土坑中，以还田复耕，或作为中央分隔带填土和互通式立交、收费站等房建场地绿化、平整用土。

土地资源是不可再生的资源，节约用地是关系整个国民经济发展和社会稳定的重大战略问题。我国人均土地面积、人均耕地面积相对紧张，在国家实行土地紧缩的宏观调控政策下，合理节约利用土地，实现耕地有效保护，关乎高速公路建设可持续发展。

3.3.1.5 永久占地指标合理性分析

本项目推荐线里程全长 12.955km，实际申请用地总面积 125.0117 公顷，满足《国家标准》和《省标准》按路基宽度及互通间距调整后的指标值 131.8974 公顷。

各分项占地指标如下：

1、路基

主线路基占地 57.3509 公顷，路基长度共计 8.488km，平均每公里占地为 6.7620 公顷，本项目位于平原区，适用于Ⅰ类地形区高速公路六车道，项目路基平均填挖高 6.2 米，路基平均填挖高调整指标 1.014 公顷/公里。修正后，控制面积 57.5614 公顷，单位控制指标 6.7815 公顷/公里，项目实际平均每公里实际永久占地 6.7620 公顷，低于《公路建设项目用地指标》设计中对Ⅰ类地形区高速公路用地指标的值。

2、桥梁

其中桥梁占地 5.2675 公顷。

3、互通式立体交叉

互通式立交共占地 61.7933 公顷，均满足《公路建设项目用地指标》设计中对互通的用地指标要求。

（1）桥林枢纽

桥林枢纽为四肢交叉III型，基本指标 43.2538 公顷/座。主线长 1.815km，宽 34.5m；被交路为宁九高速公路，长度 1.950km、宽度 34.5m，主线长、宽以及被交道路长、宽均不同于指标定义的技术标准；修正后，指标调整=56.6667+（1.815-2.5）*5.0719+1.815*（34.5-28）*0.1070+（1.95-2.5）*5.0719+1.95*（34.5-26）*0.1070=53.4388 公顷。本互通用地面积为 43.2538 公顷，满足《公路建设项目用地指标》设计中对互通的用地指标要求。

（2）石桥互通

石桥互通为四肢交叉单喇叭型，基本指标 18.5395 公顷/座。主线长 1.125km，宽 34.5m，被交路 S002 为二级公路，长度 0.9km、宽度 15.5m，主线长、宽以及被交道路长、宽均大于指标定义的技术标准；修正后，指标调整=16.3333+（1.125-1.1）*5.0719+1.125*（34.5-28）*0.1070+（0.9-0.5）*2.5856+0.9*（15.5-12）*0.1060=18.6107 公顷。本互通用地面积为 18.5395 公顷，满足《公路建设项目用地指标》设计中对互通的用地指标要求。

4、沿线设施

石桥互通匝道收费站占地 0.6 公顷，满足《公路建设项目用地指标》中对沿线设施的用地指标要求。

本项目路基、桥梁、互通、沿线设施等单项占地均能满足《公路建设项目用地指标》中的指标。

表4-3　　本项目用地与建设项目用地指标对照表

参数项	地形区	全线（公顷/公里）	路基（公顷/公里）	桥梁（公顷/公里）	匝道收费站（公顷/处）	桥林枢纽（四肢交叉III型）	石桥互通（单喇叭(四肢)）
用地指标	Ⅰ类	10.1812	6.7815	3.45	0.6	53.4388	18.6107
本项目占地		9.6532	6.7620	3.45	0.6	43.2538	18.5395

3.3.1.6 项目用地总体情况

本项目路线全长 12.955km，永久征地 125.0117 公顷，其中农用地 114.3956 公顷，建设用地及未利用地 9.6161 公顷。

本项目共占用耕地 3.9785 公顷。其中水田 3.1919 公顷，水浇地 0.4952 公顷，旱地 0.2780 公顷。

本项目所占用耕地，已按规定将补充耕地费用足额纳入项目工程投资，拟通过参与江苏省补充耕地交易指标竞买方式补充该项目占用的耕地；用地单位承诺按相关规定缴纳耕地开垦费，费用由用地单位计入项目工程投资。

3.3.1.7 占用永久基本农田的必要性和补划情况

1、占用永久基本农田的必要性

本项目是南京高速公路外环的重要组成部分，也是锦文路过江通道北连接线，承担着疏解南京过境交通，服务禄口机场集疏运，加强苏皖省际联系等重要功能。

本项目的建设对落实长三角区域一体化国家战略，服务南京首位度，构建南京都市圈，缓解绕城、绕越高速交通压力等方面有着重要意义。

虽然本项目在线位选择、路基高度设计、取土方案等方面都考虑到土地资源保护的问题。但本项目还是不可避免要占用一定数量的基本农田，主要原因是：

（1）受项目建设和选址的影响，需要占用基本农田。该项目区地貌为丘陵岗地区平岗地，所经地区基本农田分布广、数量大的现实客观上导致路线无法避让基本农田。路线布设时最大限度地降低了对耕地特别是基本农田的占用，但同时为保证平曲线等公路交通安全设计的基本要求，仍需穿过基本农田保护区。

（2）工程技术标准的限制，导致无法避让基本农田。因该项目为高速公路建设标准，设计速度较快，曲线半径大。在项目设计阶段，针对不同的地段采取了相应的技术指标，由于线性工程特殊性，在选线时无法避让沿线连片的基本农田。

2、占用永久基本农田的补划情况

按照补划永久基本农田的要求，依据土地变更调查成果、现行国土空间规划以及耕地质量等别年度更新成果，利用 GIS 软件，综合选取规划农业用地范围内的现状耕地图斑作为永久基本农田补划潜力地块，以此为外业实地踏勘范围，确保挑选出现状实地为耕地的地块，符合补划要求。

3.3.1.8 占用用海用岛情况

本项目不涉及占用用海用岛。

3.3.2 资源环境要素保障

3.3.2.1 资源环境承载力及控制指标要求

1、水资源

本项目消耗的水资源主要来自收费站等房建设施生活和生产用水。按高速公路工作定员和服务人口测算，项目房建设施年用水量预计 11.6 万吨/年，折合 318.8 吨/天。项目位于南京市，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，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

本项目建成后，每年监控设施、道路照明等共需消耗 26 万千瓦时，道路养护平均每年消耗汽油 26700 升、柴油 4015 升，道路大中小修分摊到每年约消耗 16.06 吨标准煤，合计年均耗能 81 吨标准煤。

3、大气环境

根据《2022 年南京市生态环境状况公报》，全市生态环境质量稳中趋好。环境空气质量保持稳定，$PM_{2.5}$ 浓度年均值 28μg/m^3，创有监测记录以来最优水平；水环境质量持续优良，全市集中式饮用水水源地逐月水质 100%优良；声环境质量和辐射环境质量稳定达标。

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

项目区域陆生植被主要为有竹、松、杉，优良用材的树种有杉木、檫树、樟树、紫楠、红楠、麻栎、榆树等。湿地植物资源丰富，湖泊及入湖河道中有生长有大量的浮游植物、沉水和挺水植物。项目区成片林面积占比不大，以农田林网格局为主。本地区没有野生动物栖息地。项目经过的地区的动物资源，以栖息于草丛、池塘的两栖类、爬行类、鸟类、小型兽类为主，未发现大型或受国家保护的野生动物种类。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。

3.3.2.2 环境敏感区和环境制约因素

1、环境敏感区

项目涉及的环境敏感区包括声环境保护目标、大气环境保护目标、地表水环境保护目标、生态环境保护目标。

项目沿线共有声环境保护目标 17 个，可能干扰其正常的生产和生活。

项目沿线跨越河流等地表水环境保护目标 1 处，跨越的主要河流上下游评价范围内无集中式饮用水水源地分布。

根据《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目不涉及国家级生态保护红线及清水通道维护区生态空间管控区域。

2、环境制约因素

本项目对沿线声环境保护目标采取声屏障、隔声窗降噪措施后，可以达到声环境保护目标室外声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）或室内声环境满足《建筑环境通用规范》（GB55016-2021）。

项目建设符合《中华人民共和国水污染防治法》、《江苏省人民代表大会常务委员会关于加强饮用水源地保护的决定》等关于饮用水水源保护的相关规定。

项目不占用国家级生态保护红线及生态空间管控区域。

综上，在采取相应的生态环境保护措施后，本项目建设不存在环境制约因素。

3.3.2.3 用海、用岛情况及保障条件

本项目不涉及用海、用岛。

3.3.2.4 资源环境要素保障指标及保障方案

1、用水

本项目消耗的水资源主要来自收费站等房建设施生活和生产用水。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。

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 11 万千瓦时。道路养护消耗的汽柴油可由市场就近购置，每年汽油需求量约 25820 升、柴油需求量约 9519 升。

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：

（1）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。

（2）地表水环境：收费站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。

（3）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。

第4章　项目建设方案

4.1 技术方案

4.1.1 项目特点

1、项目涉及多条高等级公路，对接协调工作量大。

本项目位于南京市浦口区桥林新城南侧，路网分布密集，主要有锦文路过江通道（规划）、宁九高速公路（规划）、南京都市圈环线安徽段、G235（规划）及现状S002。需结合桥林新城、福音社区等城镇规划，尽量避让拆迁、减小工程规模，对桥林新城南侧规划路网进行分析研究，对接协调工作量大。

2、项目经过平原微丘区，合理确定通道类型、间距、数量。

项目区位于南京市浦口区，项目区属宁镇扬丘陵岗地区平岗地，沿线跨越村庄，地势整体略有起伏，一般高程约20~30m，起点位置较低。

本项目道路沿线开发强度不高，横向被交道路间距较大不密集，且道路等级不高。这些村道出行需求较高，是村庄对外出行的重要道路甚至是唯一通道，项目路的建设应充分考虑村庄的出行条件，合理预留横向沟通通道。

3、沿线涉及管线众多，路线布设应尽量予以避让。

本项目沿线现状管线较多，涉及多条高压线、燃气管、城市雨污水管、供水管等。因此，管线迁改众多是本项目的重要特点之一，需重点做好管线的测量、协调和改移方案工作。

4.1.2 总体目标和思路

4.1.2.1 总体目标

按照《交通强国建设纲要》、《国家综合立体交通网规划纲要》、《数字交通“十四五“发展规划》的要求，贯彻新发展理念，统筹交通基础设施与信息基础设施融合发展，通过先进信息技术赋能，以“数字化、网络化、智能化”为主线，推进南京都市圈环线高速公路桥林至苏皖界段“全要素、全周期数字化”。**继续落实绿色公路理念、创建平安百年品质工程。**严格按照交通运输部《公路水运品质工程评价标准（试行）》开展创建品质工程的专项工作，**在系统设计、安**

全设计、生态环保设计、工程美学、人性化设计、设计服务水平等各方面全面落实。打造新时期高速公路精品工程，打造面向未来的**“数字高速、智慧高速”**。

图5-1　总体设计理念

4.1.2.2 总体思路

总结国内外其他新建高速公路工程的经验，结合本项目地形地质条件，拟定总体设计思路如下：

1、“落实绿色公路理念、创建平安百年品质工程”的总体设计理念，注重工程品质，实现智能、安全与经济的结合。完善公路感知网络，推进5G、人工智能、大数据等新型基础设施与高速公路的深度融合，打造新一代“数字高速、智慧高速”，实现安全、效率和服务的全面提升。

2、本项目起点顺接锦文路过江通道，终点充分考虑与南京都市圈环线高速公路安徽段的顺接。

3、处理好与锦文路过江通道、G235之间的关系。

4、处理好本项目与“三区三线”的关系，尽量避免穿越生态空间管控区域，尽量减少对土地的分割和对基本农田的占用，尽量避免穿越城镇规划中心镇区界限。

5、尽可能减少项目拆迁、占地规模，充分考虑各种可能的路基土方来源，集约节约利用土地资源，节约土地资源。

6、合理选用技术指标，深化各专业方案比选，采用安全、经济、智能、低碳

的工程方案。

7、加强项目设计工作的协调统一，加强动态设计，提高设计服务水平。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。

8、吸取标准化设计、施工的相关成果，采用BIM技术最大限度实现数据共享。

9、互通立交设计应在满足交通转换功能和技术指标要求的前提下，注重互通紧凑布局，进行多方案比选，选择最优方案，实现“用地最少、规模最小、造价最省”的目标。

10、做好现有交通工程及沿线设施的再利用设计工作，节省工程造价。

11、注重环境保护和景观设计，综合实施公路的美化绿化工程，使公路建设与环境相协调。

12、重点路段开展恶劣天气行车诱导，缓解交通拥堵、提升运行效率。建设监测、调度、管控、应急、服务一体的智慧路网平台。

13、结合BIM与GIS技术，全面加载高精度空间数据、静态属性数据合动态运行数据，实现对本项目高速基础设施、设备的数字管养一体化。

4.1.3 研究技术路线

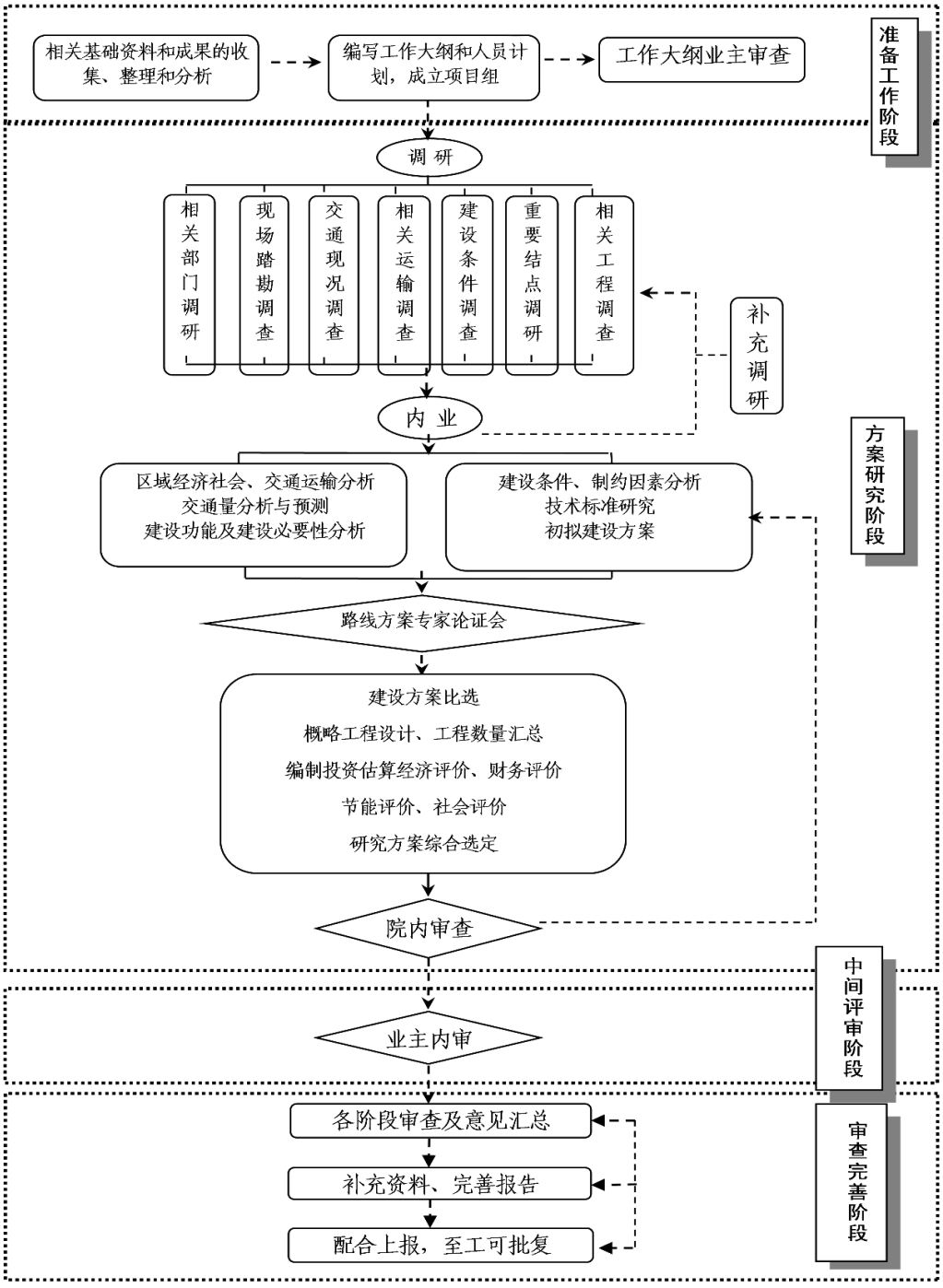


图5-2　技术路线图

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，具体内容和技术要求详见“4.3.8.2 交通管理设施”章节相关内容。

4.3 工程方案

工程方案设计依据部颁的路线、路基、路面、桥梁、交叉等各专业技术规范进行。在方案设计前对重要工程点位进行了现场踏勘，具体方案设计在1/1万地形图、最新的卫星影像图以及1/2000地形图上进行。在现场踏勘时，项目组通过实地勘察和搜集区域内沿线城市总体规划、经济开发区规划、江苏省生态红线保护区规划、以及相关高等级公路设计图、竣工图等相关资料，在方案中尽可能综合考虑了各种相关因素，拟定推荐工程方案。

4.3.1 起终点及主要控制点

1、项目起点

项目起点在G347（浦乌路）附近顺接锦文路过江通道项目，根据锦文路过江通道前期研究成果，锦文路过江通道拟推荐双层桥方案，高速公路位于上层。

2、项目终点

项目终点位于苏皖省界，大武庄附近，同时预留对接天天高速条件；远期考虑继续向西延伸顺接滁州西环。目前苏皖两省已就项目终点位置签订省界协议，项目终点较为稳定。

3、主要控制点

（1）南京市总体规划、桥林新城总体规划、福音社区规划。

（2）宁九高速（初设）、天天高速、G235、G347（浦乌路）、S002省道等高等级公路。

（3）S3号线地铁。

（4）驷马山河（三级航道）。

（5）锦文路过江通道设计终点。

（6）三岔水库水源保护区（国家级）和驷马山河清水通道维护区。

（7）安徽大包村（飞地）。

4.3.2 规模、标准及主要技术经济指标

根据交通量预测结果和本项目在江苏省路网中的功能和作用，本项目推

荐线采用双向六车道高速公路标准，设计速度为120km/h，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。其主要技术标准如下：

表5-1　项目建设技术标准

序号	项目	技术标准
1	公路等级	六车道高速公路
2	路基宽度(m)	34.5
3	设计速度(Km/h)	120
4	桥涵汽车设计荷载等级	公路－I级
5	桥涵设计洪水频率	特大桥1/300，其余桥涵1/100

本项目全线采用双向六车道高速公路标准，其主要技术指标如下：

推荐方案路线平面设计共设有平曲线3个，采用的最小平曲线半径为R＝2500m，最小平曲线长度为753.451m，最短直线长度（反向）为1881.159m，最小偏角为47° 07’48″。推荐线平曲线占路线总长的73.98％。

表5-2　推荐方案平面技术指标表

指标名称		单 位	120km/h		备注
			规范指标	采用指标	
路线长度		km	12.955		
交点数		个	3		
平均每公里交点数		个	0.232		
平曲线总长度		km	9.584		
平曲线占路线比例		%	73.976		
不设超高的平曲线最小半径		m	5500	5600	
最小偏角		°′″	7°00'00"	47°07'48"	
同向曲线间最短直线长		m	720	/	
反向曲线间最短直线长		m	240	1881.159	
路线增长系数		%	1.063		
平曲线一般最小半径		m/处	1000	2500	
平曲线极限最小半径		m	650		
平曲线最小长度	一般值	m	600	2356.446	
	最小值	m	200		

纵面设计共设变坡点21个，最小凸型竖曲线半径为R＝17000m，最小凹型竖曲线半径为R＝9733.315m，最短坡长为300m，最短竖曲线长度为300.056m，最小直坡段长度为102.265m，最大纵坡为2%。

本项目推荐方案主要纵断面技术指标见下表：

表5-3　推荐方案纵断面技术指标表

指标名称			单 位	120km/h		备注
				规范指标	采用指标	
公路等级			/	高速公路		
路基宽度			m	34.5		
最大纵坡			%	3.0	2.0	
最小纵坡			%	0.3	0.302	
最短坡长			m	300	300	
最小直坡段长			m	100	102.265	
竖曲线长度占路线总长			%	69.290		
平均每公里变坡点次数			次	1.698		
竖曲线最小半径	凸型	一般值	m	17000	17000	
		极限值		11000		
	凹型	一般值		6000	9733.315	
		极限值		4000		
竖曲线最小长度		一般值	m	250	300.056	
		最小值	m	100		

4.3.3 路基工程

4.3.3.1　标准横断面和用地界限

1、标准横断面形式

本项目执行《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)，根据技术标准的研究结论，本项目采用双向六车道高速公路标准，公路路基宽度及横断面要素见下表。

表5-4　路基宽度及横断面要素表

设计速度(km/h)	路基总宽(m)	行车道宽度(m)	中间带(m)		路肩宽度(m)	
			中央分隔带	路缘带	硬路肩	土路肩
120	34.5	2×3×3.75	3	0. 75×2	3.0×2	0.75×2

路基标准横断面宽度34.5m，其中中间带宽度为4.50m（其中左侧路缘带宽度为2×0.75m），行车道宽度为2×3×3.75m，硬路肩宽度为2×3.00m（其中右侧路缘带宽度为2×0.5m），土路肩宽度为2×0.75m。

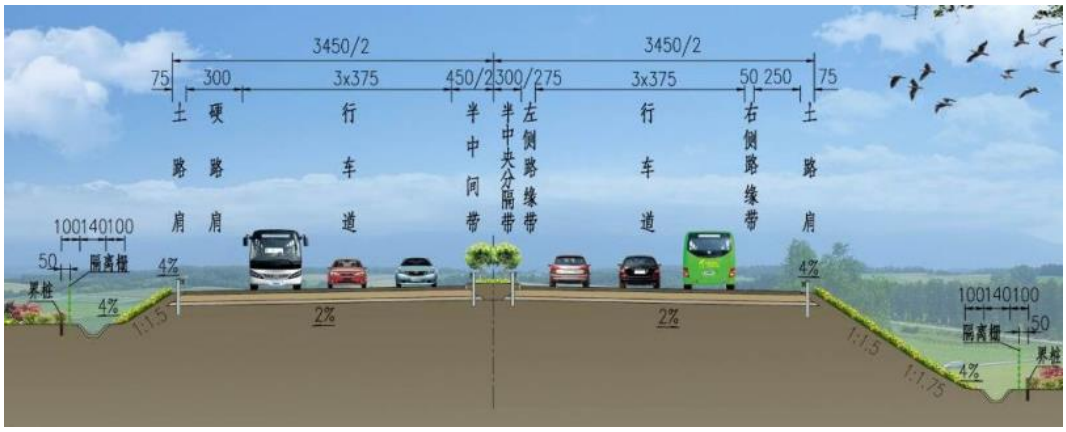


图5-3　路基标准横断面图

2、用地界限

用地界限原则上一般路段在边沟外1m，桥梁段为桥梁正投影界。

3、路基标准横断面

横断面各部分具体标准如下：

（1）行车道宽度

当设计速度为80km/h以上，尤其当大型车混入率较高时，每个车道宽度原则上应采用3.75m。

（2）路拱横坡

一般公路的路拱坡度，应根据路面类型和当地自然条件确定，对水泥混凝土路面和沥青混凝土路面及该区降雨强度而言，路拱横坡取2%比较适宜，考虑到以后的经济发展及交通增长需要，建议硬路肩与行车道采取相同的路面结构和横向坡度，土路肩建议采取4%横坡。

（3）中央分隔带型式

常用的中央分隔带有三种型式：①齐平式；②浅碟式；③凸起式，三种型式各有优缺点。

表5-5　中央分隔带型式比较表

型式	齐　平　式	浅　碟　式	凸　起　式

优点	·排水效果良好 ·施工方便，工程量小 ·不污染路面 ·无缘石突出路面，能防止小型车辆的车轮冲撞缘石后引起的弹跳翻车	·中分带排水自成系统，效果好 ·中央分隔带降水对路面无不良影响 ·无缘石突出路面，能防止小型车辆冲撞缘石后引起的弹跳翻车 ·适于较宽的中央分隔带	·能明显示出路线线形，引导司机视线 ·排水效果好 ·中央分隔带植草绿化，有利于环境保护 ·符合路线设计规范要求 ·江苏一般采用此型式
缺点	·中分带降水流经路面，对行车有影响 ·不能较好示出路线线形，视线引导稍差 ·下渗水排除困难 ·路线设计规范中无此格式	·不能较好示出路线线形，视线引导稍差 ·有少量下渗水无法排出 ·施工工艺复杂，质量难以控制 ·不利于植草绿化 ·与交通工程设施布设有矛盾	·中分带降水流经路面，对行车有影响，而且对路面有一定的污染 ·排水设施施工与交通工程设施不易协调，尤其应对排水设施予以高度重视 ·施工工序稍复杂

江苏目前已建的和在建的高速公路几乎均采用凸起式中央分隔带，从设计到施工均有一套较成熟的经验，因此建议本项目亦推荐采用凸起式中央分隔带，设置分离式的波形梁护栏，并考虑设置通讯管线。

（4）边坡坡度及护坡道

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）以“生态防护、环保景观”为设计思路，结合沿线地形、路基防护及排水设计进行综合考虑。

路堤边坡以填土高度6.0m为界，当填土高度≤6.0m时，路堤边坡率采用1：1.5；当填土高度>6.0m时，路堤边坡呈折线形，以土路肩边缘以下6.0m高度为界，以上边坡坡率1:1.5，以下边坡坡率1:1.75。

互通内匝道与主线、匝道与匝道、匝道与被交道路所包范围内的路堤边坡适当放缓，营造自然地形，排除互通范围内部积水，外侧边坡与主线相同。

（5）路基边沟

参照以往的实践，路基排水沟采用弧形预制砼梯形边沟，边坡率采用1：1，弧形预制砼梯形边沟表面光洁，粗糙系数小，泄水能力大，事先预制，铺砌快捷，防渗效果好。

4.3.3.2 低填土对策

由于受种种条件限制不得已采用低于最小填土高度的段落，可考虑采取如下措施对路基予以加强：

- 路面处理

对于可能处于潮湿或过湿状态的路床，在路面结构设计时，可考虑设置碎石垫层、加铺水泥混凝土板或土工合成材料等措施，确保路面结构本身的强度，抵卸各种来源水的侵入。

- 路基处理

为减少地下水可能对路床顶面产生不良影响，可在路基适当部位如：路基底部设置一层碎石（或砂砾）垫层以阻断毛细水上升。

另外，可通过在路基底部或路床部分设置石灰土等方法，形成一隔水层，隔断地下水，增加路基强度，同路面结构一起形成一个更有力的工作区。

4.3.3.3 路基一般设计

路基一般设计主要是根据路线经过地区不同的地貌、地物、地形、土质情况，为满足路基标准横断面及填土高度要求等而采取的如填料掺石灰、变化边坡率、护坡道处理及沿沟、塘处理等具体措施的实际反映，一般路基设计时应注意如下几点：

（1）路基设计应符合公路建设的基本原则和《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）等规范、规定的具体要求。

（2）路基设计应兼顾当地农田基本建设的需要，沿沟、河、塘等地段应清除淤泥，分层填土碾压并作好防护、排水工作，应注意路基不被洪水淹没或冲毁。

（3）地面坡度（包括清淤后坡度）陡于1：5时，在填筑土方前，需将地面挖成台阶，台阶宽度不小于1.0m，台阶顶面应做成2%～4%的反向横坡，以防路基滑动而影响其稳定性。

（4）必须严格按《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）中要求的重型击实标准施工、检测路基压实度，确保路基本身不产生不均匀沉降。

（5）路基设计与施工必须注意与周围环境相协调，充分考虑地区特点，尽量有效利用自然地形，加强园林绿化，改善变化后的地形和景观。

（6）特殊地质地段，应按特殊路基进行设计。

（7）本项目路基一般设计为：

在填筑路堤前，应清除地表30cm耕植土，进行原地面碾压，压实下沉补

偿土方以10cm计。结合既有项目经验和调查的实际情况，拟定如下填筑方案：

①一般路段路基设计

a、土质低填浅挖和路基边坡填土高度H≤路面结构层厚度+0.9 m时，清除30cm耕植土后进行地面开挖，以确保开挖后路基外侧边缘距地表≥路面结构层厚度+1.2m，将原地面翻松25cm，掺5%石灰处理并碾压，其压实度≥90%。其上填筑40cm 5%石灰处治土，分两层压实，其中下层20cm压实度≥92%，上层20cm压实度≥93%，若路基底部上层20cm位于上路堤范围，压实度不小于94%。路床0～80cm掺灰7%处理（压实度≥96%）。

b、路面结构层厚度+0.9m＜路基边坡填土高度H≤路面结构层厚度+1.1m时，清除30cm耕植土后，将原地面翻松25cm，掺5%石灰处理并碾压，其压实度≥90%；路基底部填筑5%石灰处治土（分两层压实，其中下层20cm压实度≥93%，其上压实度≥94%）。路床0～80cm掺灰7%处理（压实度≥96%）。

c、路基边坡填土高度H>路面结构层厚度+1.1m时，清除30cm耕植土后，将原地面翻松25cm，掺5%石灰处理并碾压，其压实度≥90%；路基底部填筑两层各20cm 5%石灰处治土，其压实度为93%，路基中部填料按照总体积的70%掺5%石灰处治进行石灰总量控制，上路堤压实度不小于94%，下路堤压实度不小于93%。当基底处于上路堤范围时，基底的压实度不宜小于上路堤的压实标准94%。路床0～80cm掺灰7%处理（压实度≥96%）。

②河塘路段路基设计

河塘路段路基范围清淤后先回填50cm碎石，再沿原河塘坡面开挖成宽度不小于100cm向内倾斜3%的台阶，然后回填5%石灰土至整平高程，压实度≥90%，（若处于路堤范围时，上路堤压实度≥94%，下路堤压实度≥93%），整平高程以上同一般路基填筑。采用复合地基处理的沿河（塘）段清淤后回填素土至整平高程，压实度≥85%。

4.3.3.4 路基防护工程

路基防护是确保道路全天候使用，使路基不致因地表水流和气候变化而失稳的必要工程措施，对于高速公路，原则上应全线进行防护。路基防护设计主要以经济适用、美观大方、方便施工、美化景观为原则。

目前高速公路填方路基普遍采用的边坡防护形式有：植草（皮）、草毯、预制砼衬砌拱、水泥砼预制块方格网、满铺防护等。

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，不以牺牲生态资源为代价进行高速公路的建设，不仅考虑到人的活动和公路之间的相互影响，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，保护自然的可持续的公路发展模式。设计时尽量采用植草、土工格室+植物混播等生态防护形式，减少圬工数量。

结合江苏省内已建高速公路项目并充分考虑经济合理性，本项目推荐以3.5m作为路基防护分界高度，并对防护方案进行比选：

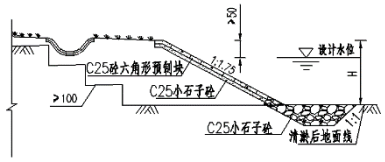
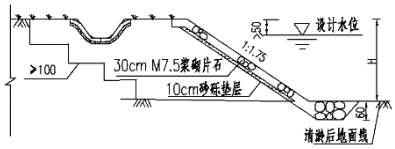
表5-6　填土H≤3.5m填方路段路堤边坡防护方案比较表

防护形式	植物喷播防护	草毯防护	砼预制块方格网+植草皮
优点	施工简单，造价低，极大的提高了景观、生态效果，有利于环保。	可实现边建边绿，植物易存活，养护成本低。	增强了边坡稳定性。
缺点	防冲刷能力有限。	造价略高。	景观效果差。
适用路段	h≤3.5m路堤段。	h≤3.5m路堤段。	设计洪水位高程高于护坡道标高路堤段。
意见	推荐在h≤3.5m一般路堤段使用。	比较	比较

表5-7　填土H＞3.5m填方/挖方路段路堤/路堑边坡防护方案比较表

防护形式	预制砼衬砌拱+草毯防护	挂网客土喷播防护	预制砼六角形空心块+植物防护
优点	防护效果较好，排水顺畅，操作简便，施工效率高。	采用挂土工网加固坡面，防冲刷效果较好，同时采用混播植物种子的方法极大地提高了景观、生态效果，有利于环保。	工程防护效果好。
缺点	需要预制场地，预制尺寸要求严格，工程造价高，景观效果差。	高陡边坡路段防冲刷能力有限。	预制工程量大，需预制场地，且景观较差，六角块内植物存活率低。
适用路段	h>3.5m路堤段/路堑段	h>3.5m路堤段/路堑段	h>3.5m路堤段/路堑段
意见	推荐	比较	比较

表5-8　河塘防护比选表

防护形式	实心六角形预制块满铺	浆砌片石
图示		
优点	施工较方便，简捷，防护效果好，外观较好。	施工较方便，简捷，防护效果好。
缺点	预制工程量大，需预制场地。	施工中质量控制难度较大,且区域内浆砌片石来源较少。
适用路段	河塘段	河塘段
意见	推荐	比较

通过方案比选，本项目拟定防护方案为：

1、路堤边坡防护

当路堤边坡防护高度H≤3.5m时，采用草毯防护方案。草毯为稻草秸秆破碎后摊铺成毯状，用上下2层强化网固结形成一张整体的秸秆纤维帘。

当路堤边坡防护高度H＞3.5m时，采用预制砼衬砌拱+草毯防护方案。衬砌拱在路基边坡2m高度以下开始铺设。预制砼衬砌拱埋于土中，在此基础上，进行树、灌、花、草的立体景观设计。

用地受限、填土高度大于3m轻质土路段、声屏障与轻质土重合路段设置悬臂式、扶壁式挡土墙。

2、桥头防护及通道涵洞防护

桥梁台后10m的路堤边坡及锥坡、溜坡、涵洞及通道口锥坡等防护均采用C30混凝土预制实心六角块防护，通道口锥坡两侧各8m范围采用实心六角块防护。

3、河塘路段

大的河塘路段清淤排水后，在设计水位高度加50cm安全高度的边坡范围内，采用实心六角形预制块满铺防护，下部设置C20小石子砼勺型基础。对于填剩面积较小的水塘全部填土。蟹塘、小的鱼塘沟河清淤后回填，视为一般路基，不进行特殊防护。

边沟采用预制砼满铺防护。互通区段结合绿化设计要求整平，营造自然地形排除互通范围内部水，匝道内侧原则上不设置边沟，采用漫流排水。

本项目的防护绿化设计不仅要对公路用地范围内的土路肩、边坡、边沟等进行全部生态防护，而且考虑对公路周围有特点的天然地形、地貌条件进行修整利用。

4.3.3.5 路基、路面排水

路基排水和路面排水共同组成公路的排水系统，应该因地制宜，自成体系，保障排水畅通，确保路基范围内不积水。

1、路基排水

路基排水主要通过两侧边沟汇集路面及边坡水，引入沟、渠、河等排至路基以外。边沟全线贯通并自成独立排水系统。

2、路面排水

路面排水采用防排结合的原则。路面水主要由路面横坡向两侧漫流至边沟。另外，为防止路面结构层的水下渗至基层，在基层顶部应设置封层。同时，在硬路肩边缘设置边部排水系统，使路面下渗水能迅速排出。

3、中央分隔带排水

大部分中央分隔带雨水通过凸起表面漫流至路面，进入边沟。少量下渗水通过中央分隔带底部的纵向碎石盲沟及横向排水管排出路基。

4、排水环保设计

沿线中，路线将尽量绕避水库和水源保护区，其它因素制约不能绕避时，则尽量以桥梁跨越，同时路面水、桥面水不直接排往水源，在出水口采取必要的环保措施，如沉砂池、油水分离池等。

4.3.3.6 取土、弃土方案

本项目取土来源优先考虑以本桩利用和纵向调配的方式，剩余缺方通过市场化运作，主要以外购土方式解决。

项目内部土方调配时，考虑环保要求，为减少取土用地，少占良田，采取如下措施：

1、利用城市建设、水利疏浚等土方，全线不设取土场（坑）。

2、对老路开挖产生的硬土拟破碎后用于路基填筑，减少弃方占地的同时也减少了取土用地。

3、互通取土。在进行互通地形整治时，可以利用一部分地形整治的土方进行路基填筑。

4、耕植土的回收利用。将清表及老路削坡产生的耕植土用于中分带及土路肩培土填筑、互通区地形整治及便道填筑，可减少普通土的使用。

4.3.3.7 路桥方案比选及分界高度的确定

在局部位置路线必须选择高标高跨越时，路、桥方案的取舍取决于以下因素的影响：

1、造价比较的结果。

2、地质条件对设计方案的要求。

3、其他客观条件如占地问题、拆迁问题以及土源是否缺乏等对设计方案的影响。

项目所在区域位于江苏南部长江下游，属于太湖湖沼平原和长江三角洲堆积平原，境内湖泊密布、河网交错，为平原和微丘区。结合本项目特点，对路桥方案进行经济比较，计算结果如下。

表5-9 路桥方案比选

一般路段路桥比选(桥跨1000m)							
路基填土高度（m）		5	5.5	6	6.5	7	7.5
主线占地（亩）		83.8	86.1	88.3	90.6	92.8	95.1
土方缺方（m^3）		272728	299028	326078	353878	382428	411728
相比桥梁方案多出拆迁（m^2）		535.0	572.5	610.0	647.5	685.0	722.5
地方道路破坏补偿（万元）		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
清表（m^3）		16778.3	17228.5	17678.7	18129.0	18579.2	19029.4
路基土方（m^3，含路基每侧超宽填筑0.5米）	路床80cm7%石灰土	31232	31232	31232	31232	31232	31232
	中部填料5%石灰土	148636	173886	199886	226636	254136	282386
	路基底部40cm5%石灰土	19960	20560	21160	21760	22360	22960
	压实补偿10cm5%石灰土	5050	5200	5350	5500	5650	5800
	沉降补偿20cm5%石灰土	10100	10400	10700	11000	11300	11600
路面（m^2）		30000	30000	30000	30000	30000	30000
特殊路基处理	不处理						
	土方预压（m^3）	57750	57750	57750	57750	57750	57750
	水泥土搅拌桩（软土深5m）	260010	265788	271566	283122	288900	294678
	水泥土搅拌桩（软土深7m）	346680	354384	362088	377496	385200	392904
	水泥土搅拌桩（软土深9m）	433350	442980	452610	471870	481500	491130

	水泥土搅拌桩（软土深12m）	563355	575874	588393	613431	625950	638469
	PC管桩（软土深16m）	158796	166014	166014	173232	173232	180450
中央分隔带排水（m）		1000	1000	1000	1000	1000	1000
土路肩明沟集中排水（m）		2000	2000	2000	2000	2000	2000
路基边沟排水（m）		2000	2000	2000	2000	2000	2000
边坡防护	喷播（m^2）	13443	14946	16449	10632	11977	13322
	C30砼预制块（m^3）	428	459	490	509	543	577
涵洞（道）		1	1	1	1	1	1
通道（道）		4	4	4	4	4	4
线外工程（项）		1	1	1	1	1	1
交通工程（m）		1000	1000	1000	1000	1000	1000
路堤造价（万元）	不处理	12173	12838	13519	14188	14900	15628
	水泥土搅拌桩（软土深5m）	13603	14300	15012	15745	16489	17248
	水泥土搅拌桩（软土深7m）	14080	14787	15510	16265	17019	17789
	水泥土搅拌桩（软土深9m）	14557	15275	16008	16784	17548	18329
	水泥土搅拌桩（软土深12m）	15272	16006	16755	17562	18343	19139
	PC管桩（软土深16m）	15667	16491	17171	17999	18711	19598
桥梁造价（万元）		16067					
（1000m组合箱，4200每平方）							

通过对一般路段1000m长度路基方案和桥梁方案的技术经济比较发现：填土高度较低、无软基处理或处理深度较浅的情况下，桥梁造价相对高于路基造价。随着填土高度和软基处理深度增加，路基方案造价逐步提高，接近或超越桥梁方案。

路桥分界高度确定：

表5-10　路桥分界高度计算表（路基宽度34.5m，计算长度1000m）

河塘路段路桥比选（桥跨1000m）									
路基填土高度（m）		4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5
主线占地（亩）		94.2	96.4	98.7	100.9	103.2	105.4	107.7	109.9
土方缺方（m^3）		269027	294802	321327	348602	376627	405402	434927	465202
相比桥梁方案多出拆迁（m^2）		707.5	745.0	782.5	820.0	857.5	895.0	932.5	970.0
地方道路破坏补偿（万元）		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
河塘清淤排水（m^2）		69400	70900	72400	73900	75400	76900	78400	79900
路基土方（m^3，含路基每侧超宽填筑0.5米）	路床80cm7%石灰土	31232	31232	31232	31232	31232	31232	31232	31232
	中部填料5%石灰土	141550	166125	191450	217525	244350	271925	300250	329325
	清淤回填50cm碎石	23975	24725	25475	26225	26975	27725	28475	29225
	压实补偿10cm5%石灰土	4840	4990	5140	5290	5440	5590	5740	5890
	沉降补偿20cm5%石灰土	9680	9980	10280	10580	10880	11180	11480	11780
路面（m^2）		30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000
特殊路基处理	不处理								
	土方预压（m^3）	57750	57750	57750	57750	57750	57750	57750	57750
	水泥土搅拌桩（软土深5m）	242676	254232	260010	265788	271566	283122	288900	294678

	水泥土搅拌桩（软土深7m）	323568	338976	346680	354384	362088	377496	385200	392904
	水泥土搅拌桩（软土深9m）	404460	423720	433350	442980	452610	471870	481500	491130
	水泥土搅拌桩（软土深12m）	525798	550836	563355	575874	588393	613431	625950	638469
	PC管桩（软土深16m）	151578	151578	158796	166014	166014	173232	173232	180450
中央分隔带排水（m）		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
土路肩明沟集中排水（m）		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
路基边沟排水（m）		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
河塘边坡防护	喷播（m^2）	10800	12300	13800	15300	16800	18300	19800	21300
	C15小石子砼（m^3）	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996
	C30砼预制块（m^3）	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240
涵洞（道）		1	1	1	1	1	1	1	1
通道（道）		4	4	4	4	4	4	4	4
线外工程（项）		1	1	1	1	1	1	1	1
交通工程（m）		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
路堤造价（万元）	不处理	13328	13997	14681	15381	16097	16828	17575	18338
	水泥土搅拌桩（软土深5m）	14663	15395	16111	16843	17590	18385	19164	19959
	水泥土搅拌桩（软土深7m）	15108	15861	16588	17330	18088	18904	19694	20499
	水泥土搅拌桩（软土深9m）	15553	16327	17065	17818	18586	19423	20224	21039
	水泥土搅拌桩（软土深12m）	16220	17026	17780	18548	19333	20202	21018	21850
	PC管桩（软土深16m）	16663	17331	18175	19033	19749	20639	21386	22308
桥梁造价（万元）		16067							
（1000m组合箱，4200每平方）									

对于一般路段：无软土情况下，7~7.5m高的路基造价与桥梁基本相当；软土埋深5米以下时，6.5~7m高的路基造价与桥梁基本相当；软土埋深5-9米时，6~6.5m高的路基造价与桥梁基本相当；软土超过12米时，路基高度降到5.5米以下与桥梁造价基本相当。综合考虑区域内基本农田及人口较密集，土地资源缺乏，本项目的路桥分界高度采用5~5.5米。

对于每座桥梁的桥头填土高度，根据具体的地质情况，由桥梁专业和路基路面专业人员共同确定，可在上述桥头填土高度控制原则的基础上适当增减。

4.3.4 特殊路基

4.3.4.1 设计原则

软土地基引起的危害共有两类：一类是路基稳定性不够，发生滑坡、路堤失稳等现象，危及行车及人身安全。另一类是路堤的沉降变形，尤其是路基和桥、涵等构造物衔接处的差异沉降，超出一定范围时会影响行车舒适性，影响道路使

用质量，严重时也会危及行车安全。

（1）处理原则

①根据地基土的工程性质（软土层厚度、埋深及浅层排水条件）、路堤填筑高度、道路等级和宽度、工期要求等采用不同的处理方法分段处理。

②处理方案的确定应以控制工后沉降及道路的差异沉降为主要目的。

③经济可行、易于施工、技术先进。

④总工期能满足进度要求。

⑤对软土层厚度小于3m、埋深较浅的软土地基，宜采用无机结合料浅层拌合、挖除换填等浅层地基处理措施。

⑥软土层较厚、路基填土高度超过地基极限填土高度时，应采用排水固结法、粒料桩、加固土桩、刚性桩等深层地基处理措施。

（2）软土地基设计技术标准

项目局部路段存在有淤泥质软弱土，根据土质情况，确定软土地基设计技术标准如下：

1）软弱土地基处理以工后沉降为控制指标，规定在道路设计使用年限（15年）内的工后沉降为：一般路段≤0.5m，桥台与路堤相邻处≤0.2m，涵洞、通道处≤0.3m。

2）沉降计算采用分层总和法，主固结沉降量采用e-p曲线法计算，总沉降量计算采用沉降系数修正法，沉降系数取1.2。

3）针对不同地质采用不同土基加固方法。

4）加强不同种类土基处理间差异沉降处理，保证路基沉降均匀性。

根据《公路路基设计规范》（JTG D30-2015），道路容许工后沉降控制标准为：桥台与路堤相邻处工后沉降不大于10cm，涵洞、箱涵、通道处不大于20cm，一般路段不大于30cm。

4.3.4.2 软基处理方案比选

表5-11 软土路基处理方案比选表

处理方法	原理	适用条件	优缺点	结论

处理方法	原理	适用条件	优缺点	结论
堆载预压法	地基在预压荷载作用下排水固结，地基产生变形，地基强度得以提高，卸载后地基承载力提高，工后沉降变小。	适用于软土层较厚，路基稳定，且地层中有良好排水层时。	工程造价低，(等)超载时需土方的二次调运，预压期较长。	不推荐
换填法	挖除软土，换填水稳性好、强度高的材料，如碎石、石渣等材料，提高地基承载力。	软土层位于地表，层底深度小于3m的低含水量软土。	施工速度快，质量能保证。	推荐
抛石挤淤法	采用不易风化的石料将淤泥向两旁挤出，提高地基强度和稳定性。	沉降能满足要求，地表下有软土，无硬壳层。	造价相对较低，质量较难控制。	不推荐
水泥搅拌桩法(湿喷桩)	通过特制的搅拌机械，在地基深处将软土和固化剂(水泥浆)强制搅拌，固化剂和软土间所产生一系列反应，使软土硬结成具有整体性、水稳性和一定强度的水泥加固土，从而提高地基强度，并增大变形模量。	适用于淤泥质粘土、粉土、一般粘土、松散砂质粉土等天然含水量小于50%软土，软土深度<10m路段。	施工工艺成熟，造价较高，处理效果好。	推荐
预应力管桩(PC)	采用预应力管桩，以较大的桩距布设，静压沉桩方式将桩体打入地基，穿透软土层，在桩顶设置桩帽，铺设加筋垫层，刚性桩复合地基，有效控制沉降。	适用于淤泥质粘土、一般粘土等深厚层软土，软土深度≥10m路段。	施工质量易于控制、速度快，处理深度达30m以上，承载力高，造价高。	推荐

(1)一般路段

若软土厚度小于3m，采用换填碎石处理：挖除所有软土，回填碎石，分层压实，压实度≥90%，然后满铺一层双向土工格栅，土工格栅铺至坡脚，其上按一般路基处理。换填碎石处理路段不再进行翻松掺灰处理。

若软土厚度大于等于3m且小于10m，采用水泥搅拌桩处理，水泥搅拌桩处理至穿透软土层，搅拌桩顶设置一层40cm5%石灰处治土压实过渡层，压实度≥92%，然后满铺一层双向土工格栅，土工格栅铺至坡脚，其上按一般路基处理。

若软土厚度大于等于10m，采用PC管桩处理，管桩处理至穿透软土层，管桩顶设置一层40cm碎石过渡层，压实度≥92%，然后满铺一层双向土工格栅，土工格栅铺至坡脚，其上按一般路基处理。

(2)桥头路段和桥头过渡段

对于工后沉降不满足控制标准的桥头路段和桥头过渡段，处理方法为：浅层软土路段采用碎石换填处理，软土埋深较厚的路段同上一般路段处理方案并适当

加密桩间距，桥头填土较高且软土较深厚路段可结合泡沫轻质土填筑路基方案，满足工后沉降要求。

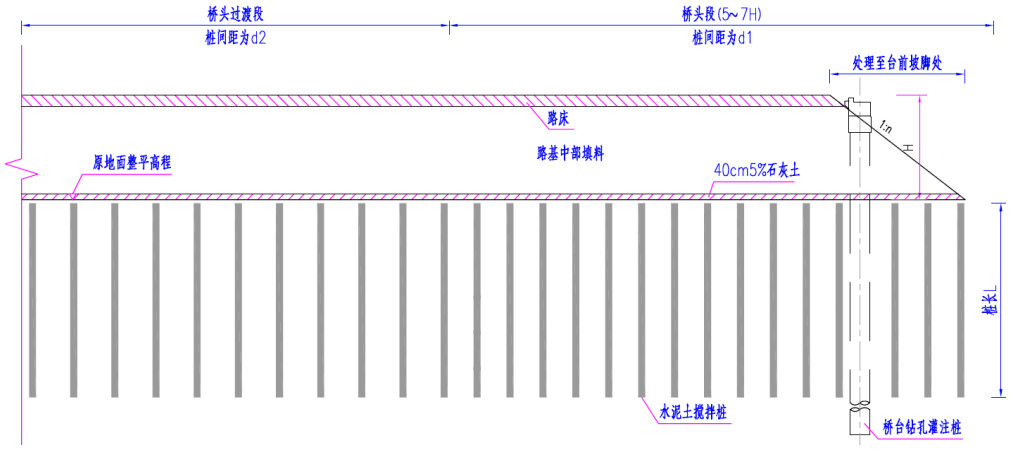


图5-4　特殊路基处理设计图

(3)涵洞通道段

对于工后沉降不满足控制标准的涵洞通道段，处理方法为：浅层软土路段采用碎石换填处理，软土埋深较厚的路段同上一般路段处理方案并适当加密桩间距，满足工后沉降要求。

4.3.5 路面工程

4.3.5.1　设计原则

路面设计在满足该地区交通量和使用要求的前提下，根据所处地区的气候、水文、土质等自然条件和交通分布情况，结合我省该地区高速公路路面设计经验及施工要求，进行路基路面综合设计。设计时依据《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，本着因地制宜、合理选材、方便施工、节约投资的原则，进行路面设计方案的技术经济比较，选择经济合理、技术先进并适合该地区情况的路面结构方案。

4.3.5.2　路面类型的选定

根据沿线的自然地理环境、工程地质条件、材料来源和现有道路施工、使用情况的调查，分别对路面结构方案的面层、基层、底基层进行了比较。

本项目所经区域主要不良地质为软土。由于道路等级高，路基填土较高，路基的不均匀沉降对路面的破坏影响较大。沥青混凝土路面与水泥混凝土路面比较，前者变形协调性和行车舒适性优于后者，且沥青混凝土路面在运营阶段的维修养护方便。本省已建的沪蓉高速、锡宜高速、锡澄高速、锡张高速、苏台高速等多条高等级公路，均采用了沥青混凝土路面。因此，根据两种路面类型的特性，结合区域高等级公路中两种路面的使用情况，并充分考虑经济合理性，本项目推荐全线路段采用沥青混凝土路面，在收费站广场采用水泥混凝土路面。

4.3.5.3 路面结构比选

沥青混凝土路面结构计算采用垂直均布荷载作用下的弹性层状体系理论为基础，以沥青混合料层疲劳开裂损坏、无机结合料稳定层疲劳开裂损坏、沥青混合料层永久变形量、路基顶面竖向压应变，以及季节性冻土地区的路面低温开裂作为沥青路面设计控制指标；以沥青混合料层和无机结合料稳定层的疲劳开裂当量设计轴次和沥青混合料层永久变形量进行验算；路面设计以双轮组单轴载100KN为标准轴载，计算参数取用根据江苏省以往高速公路材料试验结果和现行《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2017）中的参考值进行综合分析后确定。

根据交通量、道路等级对路面整体强度的要求，并考虑到路面面层应具有足够的强度、稳定性、平整度、抗冻性以及较小的收缩变形、较强的抗滑、抗冲刷能力等要求，结合沿线气候、水文、地质和材料供应情况，结合本项目区域高速公路路面设计成功经验，初步拟定几种路面结构方案，分别对路面结构方案的面层、基层、底基层进行了比较。

1、沥青面层比选

江苏省高速公路建设，通过增加沥青面层厚度，改善沥青混合料结构，提高压实度标准，严格执行压实度双控，加大科研投入等措施，“十一五”以后通车的高速公路沥青路面水损害问题已基本得到控制，使用情况良好。参考江苏省近年来高等级公路沥青路面建设的成功经验，进行沥青路面方案比选。

(1)上面层

SMA混合料是当前国际上公认的一种抗变形能力强、耐久性能较好的沥青面层混合料，由于粗集料的良好嵌挤，混合料有非常好的高温抗车辙能力；同时由于沥青玛蹄脂的粘结作用，低温变形性能和水稳定性也有较多的改善；添加纤维稳定剂，使沥青结合料保持高粘度，其摊铺和压实效果较好；间断级配在表面形成大孔隙，构造深度大，抗滑性能好；同时混合料的空隙又很小，耐老化性能及耐久性都很好。但沥青用量高，且对石料的指标要求高，因此价格较高。

我省已大面积推广采用SMA改性沥青玛蹄脂碎石混合料沥青路面，经过多年的实践研究，SMA改性沥青玛蹄脂碎石混合料良好的路用性能已经得到大家的认可。虽然造价略高，但使用质量好，养护费用低。本项目主线上面层推荐使用SMA-13型。

Superpave也是目前国际上较为先进的一种沥青路面技术，其沥青胶结料和混合料的试验方法和指标同沥青路面性能直接联系，通过控制高温车辙、低温开裂及疲劳开裂等来达到全面改进路面性能的目的。具有良好的均匀性、较好的抗水害能力以及有效地减少路面离析等优点，各项性能均优于我国传统的密级配沥青混合料，在江苏省内已得到广泛应用。SUP-13作为上面层在高速公路工程中少量采用，SUP结构在设计时的压实功就比马歇尔设计方法的压实功大，相对应的施工时的压实要求高（压实设备的吨位和碾压遍数），施工难度相对较大，抗车辙能力、抗滑性、疲劳耐久性不如SMA混合料，不推荐在上面层结构中采用。

AC-13C细粒式沥青混合料，由传统的AC-Ⅰ型改良而来，施工工艺成熟，采用新的骨架-密实型级配，抗车辙能力和抗滑性有所提高，但试验方法仍采用传统的马歇尔法，价格较低，高温稳定性能略差，本项目主线不推荐使用。考虑到支线道路路面施工往往与主线路面不同步，以及AC混合料在地方道路中使用的普遍性，推荐被交路上面层采用AC-13C混合料。

ARAC-13断级配橡胶沥青混合料耐热、耐寒，铺筑的路面抗滑降躁，行车舒适，能充分利用再生资源，随着车速的提高，降躁效果更加显著，在宁

常高速、宁杭高速等工程中进行了应用。PAC-13排水面层具有排水，防止水漂及抗滑功能，提高车辆高速行驶的安全性，具有抑制溅水现象和降低交通噪声等环保的功能。适宜在路面污染较小路段采用。本项目不推荐采用。

(2) 中、下面层

沥青混合料中面层是承受行车过程中产生的剪应力的主要结构层，是影响车辙产生的主要结构层，因此中面层必须具有优良的高温抗车辙、低温抗开裂等路用性能。下面层主要作用是承重层，同时尽可能使之具备防止半刚性基层裂缝反射的功能。我省目前基本上采用AC型和Superpave型两种形式。

Superpave型沥青混合料近年来在我省高速公路中、下面层得到了推广使用，与一般AC型沥青混合料相比，Superpave型沥青混合料中间集料（4.75~12.5mm）相对较多，较粗和较细的集料相对较少，因而集料均匀性较好，混合料更趋于嵌挤密实，骨架性好，具有较好的抗车辙、抗裂缝和抗水损害性能，同时Superpave路面减少了路面级配离析。Superpave混合料对施工压实要求较高，需要较大的压实功，施工技术要求较高。

我省的改进型AC-20S和AC-25S沥青混合料，在集料的级配设计已经与Superpave型沥青混合料接近，也在我省高速公路上得到了较广泛的应用，使用效果良好，热稳定性、抗车辙能力均能满足高速公路要求，与Superpave混合料工程造价相当。

目前，Superpave型沥青混合料的施工工艺已经比较成熟，高速公路路面施工单位基本配置了旋转压实仪等设备，经过综合分析，本项目中、下面层路面结构推荐采用SUP-20和SUP-25。

中面层是影响车辙产生的主要结构层，需具有较高的抗车辙、抗开裂等路用性能，按规范要求，SUP-20压实的最小厚度为5cm，适宜的压实厚度为6～10cm，设计推荐中面层采用6.5cm的SUP-20。SUP-25压实的最小厚度为7cm，适宜的压实厚度为8～12cm。设计推荐下面层采用9.5cm粗粒式沥青混合料（SUP-25）。

2、路面基层的比选

基层对半刚性基层、柔性基层以及组合式基层进行了比较。二灰碎石能

充分利用工业废渣，保护环境，造价较低，前期强度低，后期强度有较大提高，但水稳定性不如水泥稳定碎石。水泥稳定碎石当前应用非常普遍，具有强度高，抗水性好，与沥青封层结合好等优点，根据江苏省多年的使用经验，可满足设计要求。虽然表面易产生收缩裂缝，但可通过适当降低基层模量、控制水泥掺量以及铺设应力吸收膜或聚酯玻纤布的方法进行控制，施工工艺及质量控制体系比较完善，本项目推荐采用。

柔性基层和组合式基层：ATB-25混合料沥青含量较低，但整体强度和抗车辙能力较好，对减少永久变形、减轻水敏感性、提高强度和稳定性有利，级配碎石下基层起到排水和隔离反射裂缝的作用，可有效克服半刚性沥青路面的早期横向开裂的弊病。近年在省外部分项目得到应用，但造价较高且设计计算方法不完善，不推荐采用。

3、路面底基层的比选

底基层对二灰土、石灰土及低剂量水泥稳定碎石进行比选。

由于目前电厂均采用了脱硫工艺，导致粉煤灰中的硫含量超过3%。粉煤灰中SO3与煤灰与水发生反应生成CaSO4·2H20 (二水石膏)，进一步生成CaO·AI2O3·3CaSO4·32H2O(钙矾石)，使得二灰土的体积增大，产生“冒泡”现象，对二灰土底基层的体积稳定性产生不利影响，使得粉煤灰在高速公路路面中的使用受到限制。

石灰土：在省内应用较广泛，造价低，施工方便、工艺成熟，但吸水性、透水性和水稳定性较差，本项目主线不推荐采用，通道连接线考虑到施工便利可以采用。

低剂量水泥稳定碎石：其强度适中，不仅满足半刚性基层路面强度的要求，也能较好地满足柔性基层路面和组合基层路面对底基层强度的要求，但造价稍高，近年来应用较广，本项目推荐采用。

4.3.5.4 推荐路面结构方案

1、主线、匝道、贯穿车道路面结构

上面层：沥青混凝土（SMA-13） 厚4cm

中面层：沥青混凝土（SUP-20） 厚6.5cm

下面层：沥青混凝土（SUP-25）　　厚9.5cm

下封层：沥青封层

基　层：水泥稳定碎石　　厚38cm

底基层：低剂量水泥稳定碎石　　厚20cm

路面总厚度78cm。

2、收费广场

面　层：钢筋水泥混凝土　　厚28cm

基　层：水泥稳定碎石　　厚30cm

底基层：低剂量水泥稳定碎石　　厚20cm

路面总厚度78cm。

4.3.6 桥涵工程

4.3.6.1 设计标准

（1）公路等级：双向六车道高速公路技术标准，设计速度120km/h。

（2）桥涵结构设计基准期：100年；

（3）荷载标准：公路－Ⅰ级；

（4）地震：项目所在区域基本地震动峰值加速度值为0.10g，对应场区地震基本烈度为7度，桥梁抗震设防措施等级为三级。

（5）设计洪水频率：特大桥1/300；大、中桥、涵洞：1/100；

（6）环境类别：Ⅰ类。

（7）结构设计安全等级：一级。

（8）桥涵设计使用年限：特大桥、大桥、中桥主体结构100年；涵洞主体结构不低于50年；栏杆、伸缩缝装置、支座等可更换部件不低于15年。

（9）桥梁标准横断面：本项目桥梁与路基同宽，主线桥梁标准段全宽34.5m，半幅桥面宽度16.775m。主线桥梁内、外侧均采用加强型混凝土护栏（SS级）。

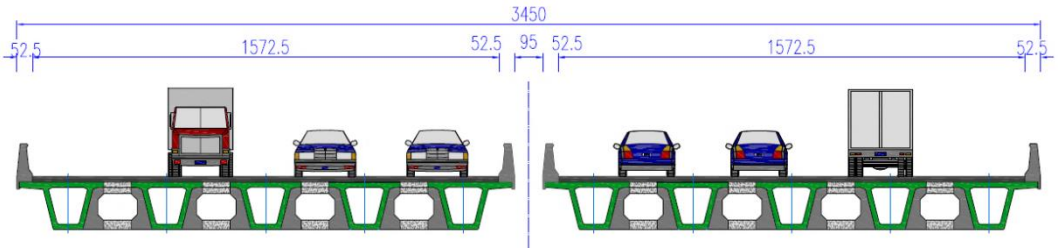


图5-5　标准宽度路基段桥梁横断面

4.3.6.2　桥梁分布情况

项目区位于南京市浦口区，项目区属宁镇扬丘陵岗地区平岗地，沿线跨越村庄，地势整体略有起伏。路线经过地区地表沟渠较多，水位水位、水量、水质受季节、气候及灌溉等因素影响明显，水质较纯净，对砼无侵蚀性。主要交叉沟渠为驷马山河清水通道，沿线无交叉航道。

路线与多条高速公路、国省道交叉，同时本项目部分段落穿越城镇区，又与多条城市主次干路交叉。

表5-12　沿线交叉道路一览表

序号	道路名称	道路等级（现状/规划）	道路宽度（现状/规划）m
1	G347（浦乌路）	一级公路	
2	宁九高速(初设)	高速公路	34.5
3	S002省道	二级公路	
4	盘汪线	三级公路	

本项目共设置主线桥7座（含互通主线桥），主线桥全长2463.1m，桥梁比例19.0%；互通匝道桥9座，总长3237.1m。

4.3.6.3　桥梁设计原则

（1）一般大、中、小桥桥位平面线形服从路线总体布设需要，做到桥位处平面线形与道路线形协调一致，平顺流畅。对于特大桥，则综合考虑路线与桥位优劣。

（2）以“安全、适用、经济、耐久、美观、环保”为原则，贯彻实施绿色公路的设计理念，选择受力明确、施工简便、养护费用低的桥型方案。

（3）桥梁结构的选定应注意使用技术先进、受力明确的桥型，做到经济合理、切实可行，并结合地质条件、材料供应、施工工艺和使用效果及其耐久性等多方面因素，以便做到标准化、系列化和施工工业化。实现分段集中

预制，以便保证工程质量，加快建设速度，降低工程造价。

（4）对于一般桥梁及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）对于跨越河流、沟渠的桥梁，孔径、跨径和桥长设计时，注意到满足河流顺畅排泄、灌溉需要。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，符合经济适用、安全美观、方便施工的原则。

（6）对于跨越道路的桥梁，应结合被交路现状及规划情况预留净空，合理选择跨径；桥梁上部结构尽量采用预制结构，减小施工对被交路的影响；根据被交路路基分幅情况，合理考虑在中分带、侧分带中设置桥墩，分跨跨越被交路，减小桥梁规模。

（7）根据路桥分界高度经济比选结果，合理选择桥头填高，节约用地。

（8）本项目穿越地区土地资源宝贵，且沿线部分段落穿越城镇，被交路密集，桥梁布置应结合总体方案，合理考虑以桥代路。

（9）为改善交通行车条件，保证高速、安全，特大、大桥原则上采用连续结构或先简支后结构连续的结构型式，中小桥可采用简支结构，桥面连续。主线桥梁横断面原则上按上、下行两座独立桥梁方案设置，做到横向与路基同宽，外侧与路基边缘线齐平。

4.3.6.4 桥梁结构选型

结合本项目路线方案特点、工程地质及区域临近公路项目设计经验，拟定本项目桥梁上部结构选型原则，如下表所示。主线桥梁下部结构主要采用柱式墩、肋板式桥台、柱式桥台。

表5-13 桥梁上部结构选型原则

跨径/m、适用范围	结构形式
10 ＜ L ≤ 20	PC空心板
20 ＜ L ≤ 40 （本项目规模最大）	装配式部分PC连续箱梁
互通、枢纽常规桥梁	尽量采用标准预制梁，否则采用现浇PC箱梁
小半径匝道桥（R＜80m）	跨径L≤20 m普通钢筋砼现浇箱梁

■ 桥梁上部结构

主线常规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，主要包括预应力混凝土空心板和装配式部分预应力混凝土连续箱梁。预应力混凝土空心板主要适用于上跨小河道、地方道路等工点，本项目新建空心板桥梁较少，全线主要采用20~40m跨径连续长桥。

江苏省内常规高速公路项目20~40m跨径，主要采用装配式部分预应力混凝土连续箱梁。近年来，钢-混凝土叠合梁以其自重轻、施工方便、耐久性良好等优点，逐渐被应用于公路、市政工程，尤其是地质条件差及高地震烈度区，故本项目提出了上部结构采用自重较轻的钢-混凝土叠合梁的比较方案。

根据项目特点及本阶段地勘资料，将装配式部分预应力混凝土连续箱梁与钢-混凝土叠合梁的经济性进行了对比，结果表明：初期建设成本后者较前者多约10%，全寿命周期经济指标后者较前者多约9%。因此，本项目20~40m跨径预制装配式结构仍推荐采用装配式部分预应力混凝土连续箱梁。

对装配式部分预应力混凝土连续箱梁常规跨径25m、30m、35m的经济性进行比选，结果表明：25m、30m跨径经济性相对较好；本项目沿线水网河道密布，且路线途经多个城镇，考虑到减小下部结构在水网河道的占地面积、墩高和跨径协调、增加桥下空间通透性、为城镇发展预留足够道路穿行空间，25~40m经济跨径推荐采用30m装配式混凝土连续箱梁。

表5-14　装配式部分PC连续箱梁与钢-砼叠合梁初期建设成本比选表

结构形式	跨径		
	25m	30m	35m
预应力砼组合箱梁	1.000	0.997	1.052
钢-砼叠合梁	1.099	1.090	1.169
钢-砼叠合梁/预应力砼组合箱梁	**1.099**	**1.094**	**1.112**

表5-15　装配式部分PC连续箱梁与钢-砼叠合梁全寿命周期经济指标比选表

结构形式	跨径		
	25m	30m	35m
预应力砼组合箱梁	1.000	0.998	1.038
钢-砼叠合梁	1.085	1.079	1.136
钢-砼叠合梁/预应力砼组合箱梁	**1.085**	**1.081**	**1.095**

注：装配式部分PC连续箱梁全寿命周期成本中含：初期建设成本、40年一次大修（加固）、10年一

次小修、2年一次日常维护及定检。钢-砼叠合梁全寿命周期成本中含：初期建设成本、10年一次防腐（重新涂刷）、40年一次大修（更换砼桥面板）、10年一次小修、2年一次日常维护及定检，钢材按30%的比例回收利用。

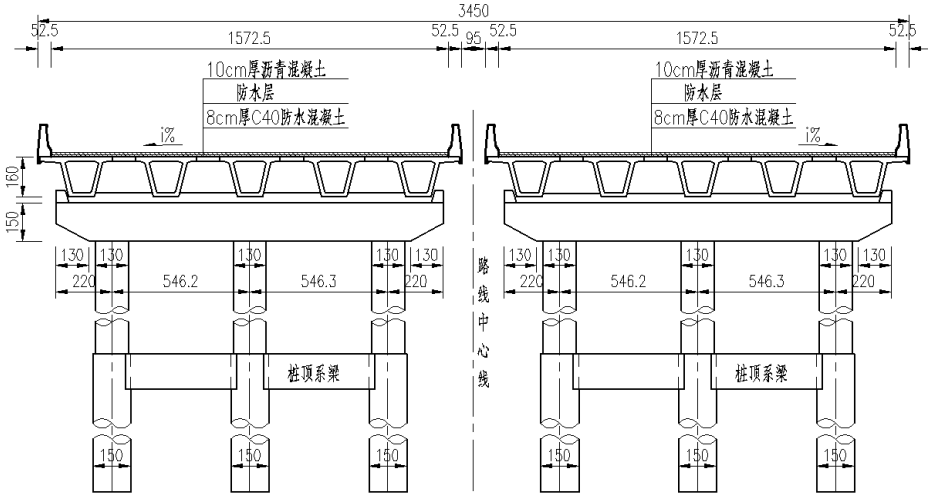


图5-6　主线标准段 30m 跨径预制箱梁断面构造（尺寸单位：cm）

■ **桥梁下部结构**

中小跨径桥梁桥墩主要采用柱式墩（圆柱），装配式结构柱顶设置盖梁；大跨径悬浇预应力砼连续箱梁主墩及过渡墩均采用矩形实体墩。

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。

依据本阶段地勘结果，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。

4.3.6.5　附属工程

1、防撞护栏的选取

常用的防撞护栏有混凝土墙式护栏、带花槽护栏等。考虑本项目的具体特点和地域环境，推荐采用混凝土墙式护栏。

2、泄水管设置

全外挂的方式对景观影响有一定影响，但就桥梁排水本身来说，泄水管放置于结构体外是最为合适的，便于检修和更换，不影响桥梁结构受力，本

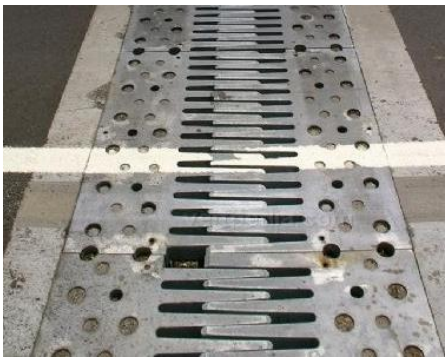
工程推荐采用全外挂型。

3、支座

现浇混凝土箱梁均采用盆式橡胶支座，空心板、装配式组合箱梁则采用板式橡胶支座。

4、伸缩缝

伸缩缝设置需考虑车辆通行的舒适性和安全性，设置距离以90m～120m为宜。常用的伸缩缝有梳齿型伸缩缝和型钢伸缩缝，梳齿型伸缩缝耐久性差，行车舒适度不好，推荐采用型钢伸缩缝。



梳齿型伸缩缝

型钢伸缩缝

图5-7　伸缩缝设置

6、桥面铺装

现浇箱梁及装配式组合箱梁采用8cmC50混凝土调平层+10cm沥青混凝土铺装；

空心板采用10cmC50整体化现浇层+10cm沥青混凝土铺装；

全线采用柔性防水层。

4.3.6.6　抗震设计

依据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015），本项目所在位置地震动峰值加速度为0.10g，抗震设防类别为B类，抗震设防烈度为7度，抗震措施等级为三级，II类场地，基本地震动加速度反应谱特征周期为0.35s。根据《城市桥梁抗震设计规范》、《公路桥梁抗震设计规范》，应进行E1和E2地震作用下的抗震分析和抗震验算，并采用以下必要施进行设防：

1）简支梁梁端至墩、台帽或盖梁边缘应有一定的距离，其最小值a（cm）

按下式计算：

a≥50+0.1L+0.8H+0.5LK

式中：L——一联上部结构总长梁（m）。

H——支承一联上部结构桥墩的平均高度（m），桥台的高度取值为0。

LK——一联上部结构的单孔最大跨径（m）。

2）桥台采用整体性强的结构形式。

3）根据《城市桥梁抗震设计规范》（CJJ 166-2011）第8.1“墩柱结构构造”、《公路桥梁抗震设计规范》（JTG/T2231-01-2020）第 8.2 条规定本工程桥梁延性构造细节如下：

①墩身在弯曲范围内，箍筋采用加密布置，墩柱箍筋加密段长度不小于弯曲方向截面尺寸的 1.5 倍或墩柱上弯矩超过最大弯矩75%的范围；当墩柱的高度与横截面短边宽度之比小于 2.5 时，箍筋加密区的长度应取墩柱全高。对于桩基直径与桥墩直径相同的桩柱式桥墩，箍筋加密区应延伸至桩位处最大冲刷线以下 3 倍桩径处。

②墩身纵向钢筋对称布置，纵向钢筋的面积均大于0.006Ah(Ah为墩柱截面面积)，且不超过0.04Ah。

③墩柱的纵向钢筋延伸至盖梁和承台的另一侧面，纵筋的锚固和搭接长度在《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG D62）要求的基础上增加10d，并不在塑性铰区域进行纵筋的连接。

④加密区箍筋沿墩高纵向最大间距不应大于 10cm 或 6 ds 或b / 4；其中 ds为墩柱纵向钢筋的直径，b为墩柱横截面的短边宽度。

⑤箍筋的直径不应小于 10mm。

⑥螺旋式箍筋接头应采用对接，矩形箍筋端部应有 135° 弯钩，弯钩伸入核心混 凝土内的长度应大于 6 倍箍筋直径，且不小于 10cm。

⑦加密区箍筋肢距不宜大于 25cm；截面宽度内采用拉结筋时，其至少一端采用135° 弯钩，弯钩伸入核心混凝土内的长度应大于6倍箍筋直径，且不小于 10cm。

⑧塑性铰加密区域配置的箍筋应延续到盖梁和承台内，延伸到盖梁和承台的距离应按施工允许的最大距离确定。

4.3.6.7 耐久性设计

钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构一度被认为是耐久性较好的建筑材料，导致耐久性的问题被忽视，直至越来越多的结构远未达到设计使用寿命就发生耐久性破坏而不得不重新建桥，使得工程师越来越重视耐久性问题。

本项目上部结构主要为预应力混凝土构件，下部结构为钢筋混凝土构件，应分别针对不同构件采取不同的提高耐久性措施。

目前常规采用的预应力管道压浆工艺存在着诸多问题，比如浆体不密实、离析等，最终导致预应力筋遭到锈蚀，影响桥梁结构的使用年限。

因此，对预应力混凝土构件建议采用真空压浆技术，提高桥梁耐久性。真空压浆采用塑料波纹管，管道摩阻比较小，管道不易锈蚀，在真空状态下管道的密实度和强度更容易得到保证。

对于钢筋混凝土构件，应通过严格控制钢筋的保护层厚度、合理控制结构裂缝等手段确保结构的耐久性。

具体有以下需建议：

1）严格按照《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》（JTG/T 3310-2019）要求，同时参考《公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范》（JTG/T B07-01-2006）进行结构耐久性设计。

2）对不同的受力构件根据环境类别和作用等级分类，合理确定各部位的混凝土的强度等级及净保护层厚度。

3）控制混凝土的最大水灰比、最小水泥用量、最大氯离子含量、最大碱含量等。

4）合理配置钢筋，将钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度控制在耐久性规范要求的限值之内。

5）重视预应力钢筋的保护，预应力混凝土箱梁的钢绞线采用真空辅助压浆工艺，确保灌浆的密实性。

6）对于支座、伸缩缝、桥面铺装等非永久构件，合理确定其更换周期，以减少对运营期交通的影响并降低工程的长期综合投资。支座、伸缩缝尽量选择使用寿命长、材质优良、性能可靠、更换方便的产品；桥面铺装的结构类型、材料配比、

施工工艺应充分考虑本项目工程所在地的环境与气候等。

4.3.6.8 桥梁规模

全线主线桥共7座主线桥（包含1座互通主线桥），主线桥梁全长2463.1m。

表5-16 桥梁工程规模

类别		推荐线
主线桥	合计	2463.1m / 7座
	桥梁比例	19.0%
	特大桥	0m / 0座
	大桥	2409.1m / 6座
互通匝道桥		3237.1m /9座
支线上跨桥		585.8m/6座

4.3.6.9 典型桥梁

宁九高速概况：宁九高速目前处于初设设计阶段，路基宽度为34.5m，中分带宽度为3m，采用双向六车道，设计速度120km/h，与本项目交叉位置为路基。

路线平纵：本项目上跨宁九高速，主线与宁九高速夹角约65°。

布跨方案：预留双向八车道扩建条件，上跨方案考虑中分带落墩方案，上部结构采用25m装配式部分PC连续箱梁，下部结构采用薄壁墩、承台接桩基础。

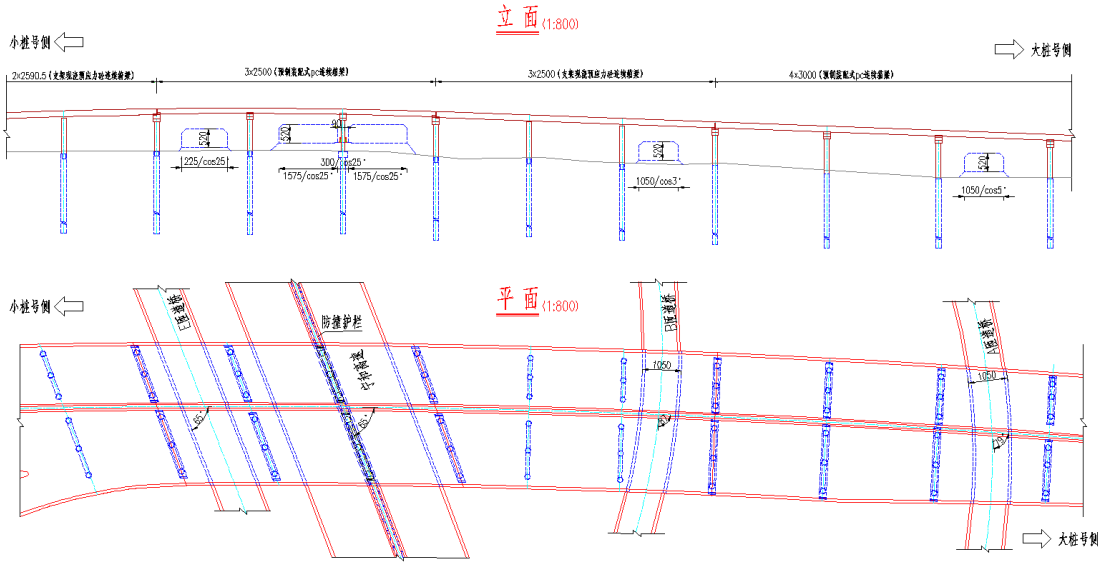


图5-8 跨宁九高速桥梁方案

4.3.6.10 涵洞

对于交叉宽度小于6.0米的小沟渠，采用涵洞。

涵洞的跨径可分为0.75、1.0、1.25、1.5、2.0、2.5、3.0、4.0、5.0、6.0。

由于高速公路路基较宽，为便于清淤原则上圆管涵孔径不宜小于1.50m。

涵洞的结构型式可分为圆管涵、盖板涵、箱涵。

圆管涵孔径一般采用Φ1.50，盖板涵、箱涵孔径为2.0～6.0。圆管涵、盖板涵、箱涵除其断面尺寸不同外，最主要的是应用的地基条件要求不同，一般箱涵、圆管涵对地基承载力要求较低，而盖板涵一般对地基承载要求较高， 但盖板涵相对较经济。本项目共设涵洞13道，其中箱涵4道，圆管涵9道，主要是为了满足排水与灌溉的需要而设置。

4.3.7 交叉工程

4.3.7.1 交叉净空标准及构造物型

(1) 净高

① 互通内桥梁、分离式立交

主线上跨一级、二级公路为5.0m；主线上跨三级、四级公路为4.5m；主线下穿任何构造物为5.0m。

② 通道

农汽通道净高为≥3.5m；机耕通道净高为≥2.7m；人行通道净高为≥2.2m。

(2) 净宽

① 互通内桥梁、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；机耕通道净宽为4.0m；人行通道净宽为4.0m。

(3) 结构型式

① 互通内桥梁、分离式立交

根据拟建公路所跨越的公路的宽度，以及斜交角度的大小，上部结构采用预应力砼连续箱梁、预应力砼组合箱梁及预应力砼空心板，下部结构采用薄壁、柱式桥墩，肋板式及柱式桥台，钻孔桩基础，支线上跨桥采用预应力

砼和钢筋砼连续箱梁。

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 互通式立交布局

高速公路同其它各级公路交叉必须以立体交叉，交叉类型除在控制出入的地点设置互通式立交外，均采用分离式立交。按照互通式立交的功能可分为两大类：即一般互通式立交和枢纽互通式立交。前者是为路线经过的沿线地区方便出入高速公路而设置的，而后者则是高速公路与高速公路的交叉，为满足路网连通的需要，因而服务范围更广，所涉及的因素更多。

1. 互通布局原则

在进行互通式立交布局规划时，应综合考虑交通、社会、自然等条件。大致可以按照以下原则进行：

● 交通特征：地区的人口密度、城市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，互通式立交间距一般应≤30km；从高速公路运营效率和交通安全角度而言，互通式立交设施间距一般不宜≤4km。

● 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，且带来高速公路营运管理问题。原则上通车10年后互通式立交利用交通量不应≤3000辆/日。

2. 连接道路选择及交叉方式

(1) 连接道路的选择

互通式立交连接道路的选择大致有以下四个方面要求。

- ♦ 以最短时间、距离与主要交通发生源联系；
- ♦ 连接道路应具有与互通式立交相适应的交通适应能力；

- 连接道路应具有合理疏散交通流能力，不应使原有道路网负担过重；
- 应具有良好的工程条件。

(2) 连接道路的交叉型式

互通式立交匝道与连接道路的交叉方式有平交和立交两种方式，采用何种交叉方式和型式主要与以下三方面因素有关。

- 互通式立交的出入交通量；
- 连接道路的功能及其交通特征；
- 工程条件。

一般而言，在通车后10年内，互通式立交出入流量≤15000辆/日时采用平交方式。若采用立交方式，除互通式立交应达到流量要求外，从连接道路容量限制角度出发，连接道路应具有4车道以上的道路和较好的交通条件。

平交口原则上应采用渠化处理，靠近城市的平交口宜采用信号灯控制。

表5-17　交叉道路一览表

序号	道路名称	等级	推荐方案	备注
1	G347	一级公路	主线上跨	
2	宁九高速(初设)	高速公路	主线上跨	
3	S002	二级公路	主线上跨	主线交叉桩号K5+720
4	S002	二级公路	主线下穿	主线交叉桩号K11+317

(3) 互通布局方案

针对本项目推荐路线方案，参照交通需求的分析和预测结果，结合沿线主要公路的现状和规划情况，互通布局方案分为两个层次。

- 枢纽互通布局方案

本项目在全国和全省的公路网中均具有主通道的地位，为满足高速公路网络上的交通流量转换需求，本项目和相交的高速公路之间均需要设置枢纽互通。

桥林南互通：位于浦口区境内，与G347（浦乌路）交叉所设，主要服务于桥林新城西部高新技术产业区域快速出行。

桥林枢纽：拟建项目与宁九高速公路（初设）交叉设置的枢纽，推荐方案为对称双环式枢纽。

- 一般互通布局方案

一般互通主要服务于沿线地区，同时也满足和干线公路之间的流量转换。本项目沿线城镇主要有桥林新城、福音社区、星甸街道、石桥镇，沿线区域经济发展潜力巨大，互通布局充分考虑服务于沿线的社会经济发展。

与本项目交叉的国省道干线公路有G347（浦乌路）、S356(滨江大道)及S002。

石桥互通：位于浦口区境内，与S002交叉所设，主要服务于石桥镇与星甸街道。

表5-18　互通式立交一览表

序号	桩号	互通名称	被交道名称、等级	推荐互通型式	间距（km）	备注
1	K0+000.000	桥林南互通	G347 一级公路	对称双环苜蓿叶型互通		属于锦文路过江通道项目
					5.292	
2	K5+292.718	桥林枢纽	宁九高速 高速公路	对称双环苜蓿叶型枢纽		
					6.024	
3	K11+316.832	石桥互通	S002省道 二级公路	单喇叭互通		

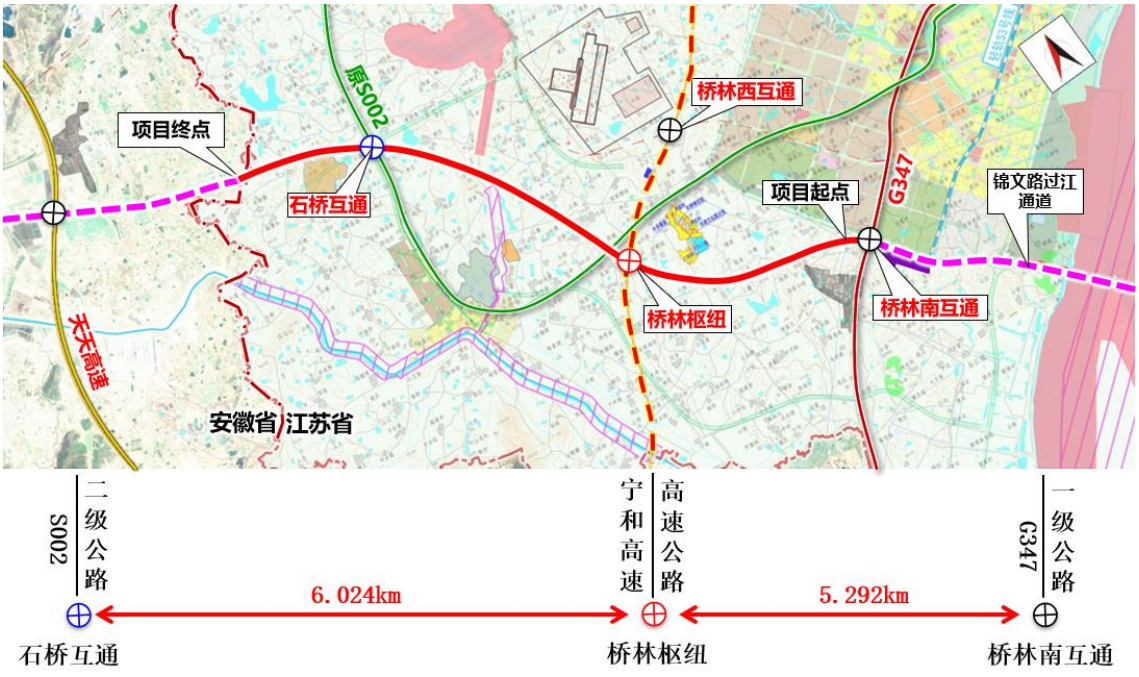


图5-9　沿线互通布局图

本标段全线平均互通间距为5.658km，最大间距6.024km，最小间距5.292km，间距总体较适宜。

4.3.7.3 互通式立交方案

1、互通式立交设置原则

在进行互通式立交布局规划时，应综合考虑交通、社会、自然等条件。大致可以按照以下原则进行：

交通特征：地区的人口密度、城市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；从高速公路运营效率和交通安全角度而言，互通式立交设施间距一般不宜≤4公里；

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。

2、枢纽、互通立交方案

（1）桥林南互通

桥林南互通属于锦文路过江通道项目设计范围，**本项目顺接桥林南互通渐变段设计终点**。根据锦文路过江通道项目工可研究成果，该处采用双环苜蓿叶型互通并设置匝道收费站。

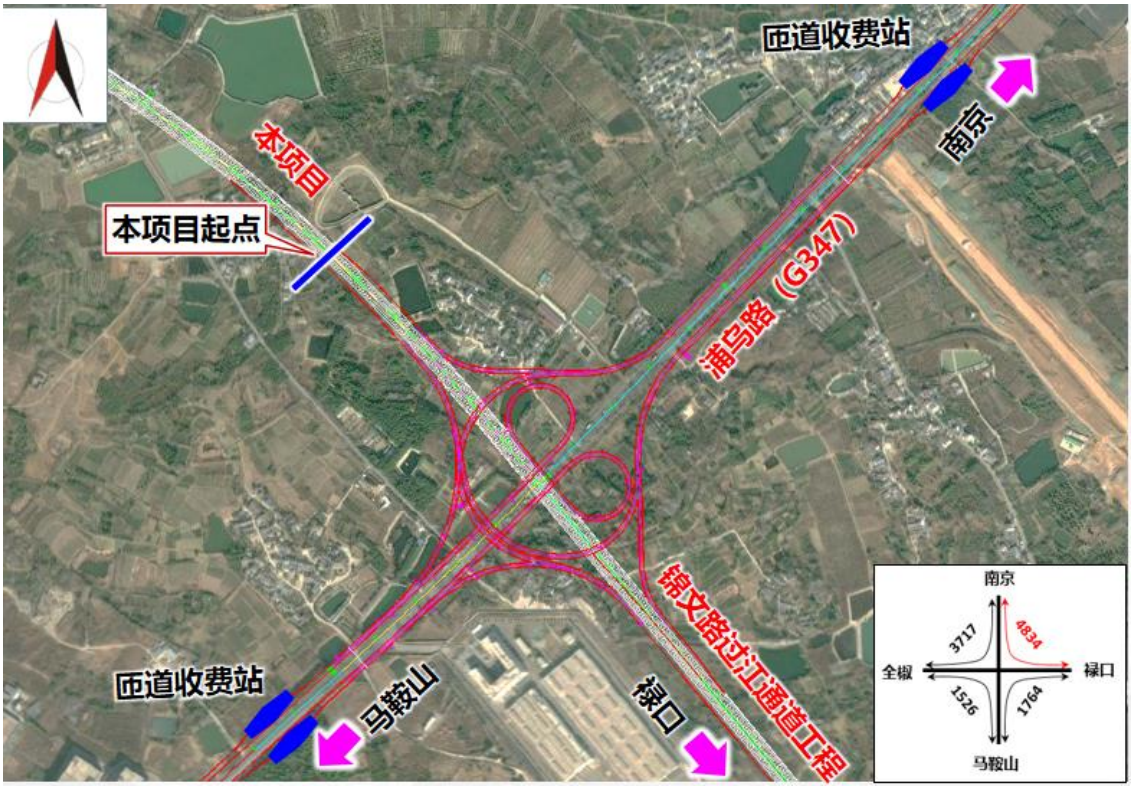


图5-10　桥林南互通方案

2、桥林枢纽

桥林枢纽是本项目与宁九高速（初设）交叉设置的枢纽型互通，主要满足宁九高速与本项目的交通转换。区域内主要为基本农田及密集居住区，地形略有起伏。

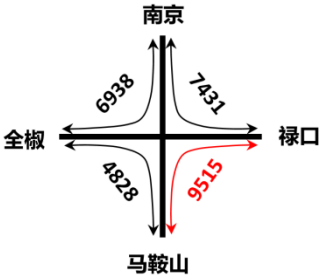


图5-11　桥林枢纽远景年（2047 年）预测交通量

根据远景年预测交通量，禄口～马鞍山方向转向交通量最大，南京～禄口转向交通量次之，其他方向转向量相对较小，因此桥林枢纽互通的设置首先应确保禄口～马鞍山方向的便捷转换。基于交通量及相关控制因素，桥林枢纽共提出四个方案进行比选。

方案一（对称双环式变形苜蓿叶形）

该方案主流向与次主流向左转弯均采用半直连式匝道，另外两个方向采用环形匝道，可保证主流向通行顺畅，且占地较少。但该方案需设置集散道，匝道工程规模较大。

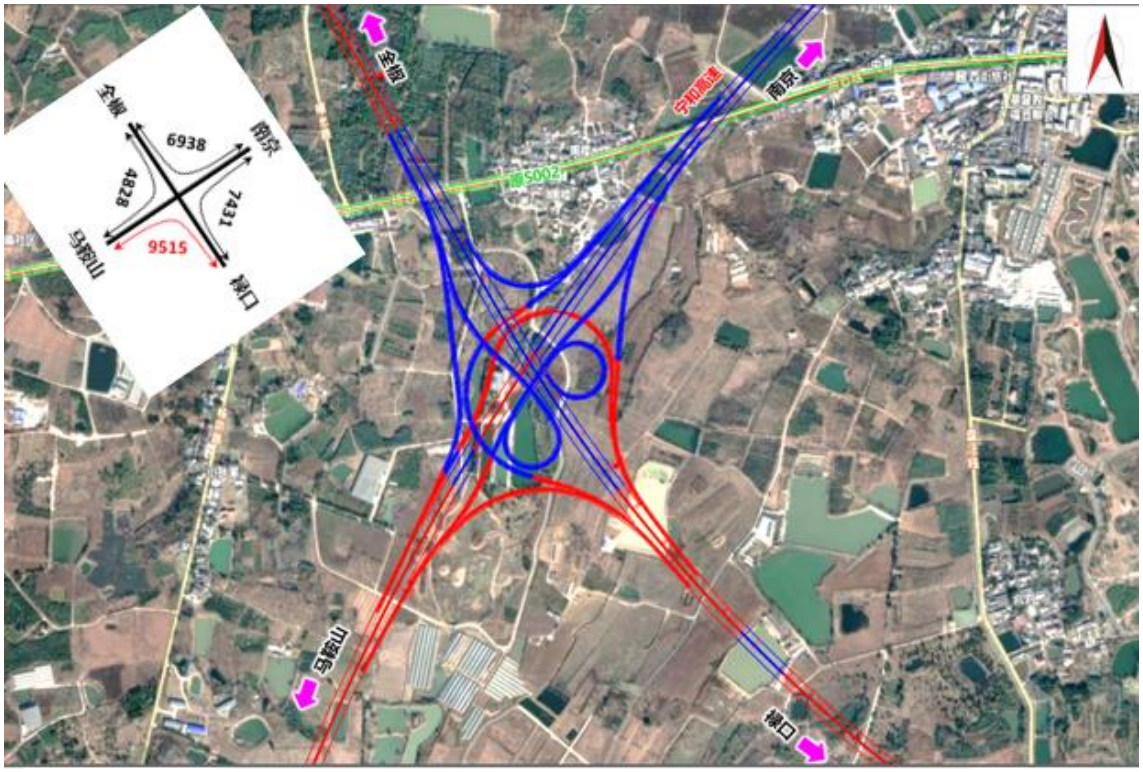


图5-12 桥林枢纽方案一

方案二（对角双环式变形苜蓿叶形）

方案二采用对角双环变形苜蓿叶形，马鞍山至全椒方向和南京至禄口方向左转弯匝道采用半直连匝道，其他方向左转弯匝道采用环形匝道。该方案可不设置集散道，匝道长度较短，但主流向为环形匝道，指标较低，且桥梁工程规模较大。

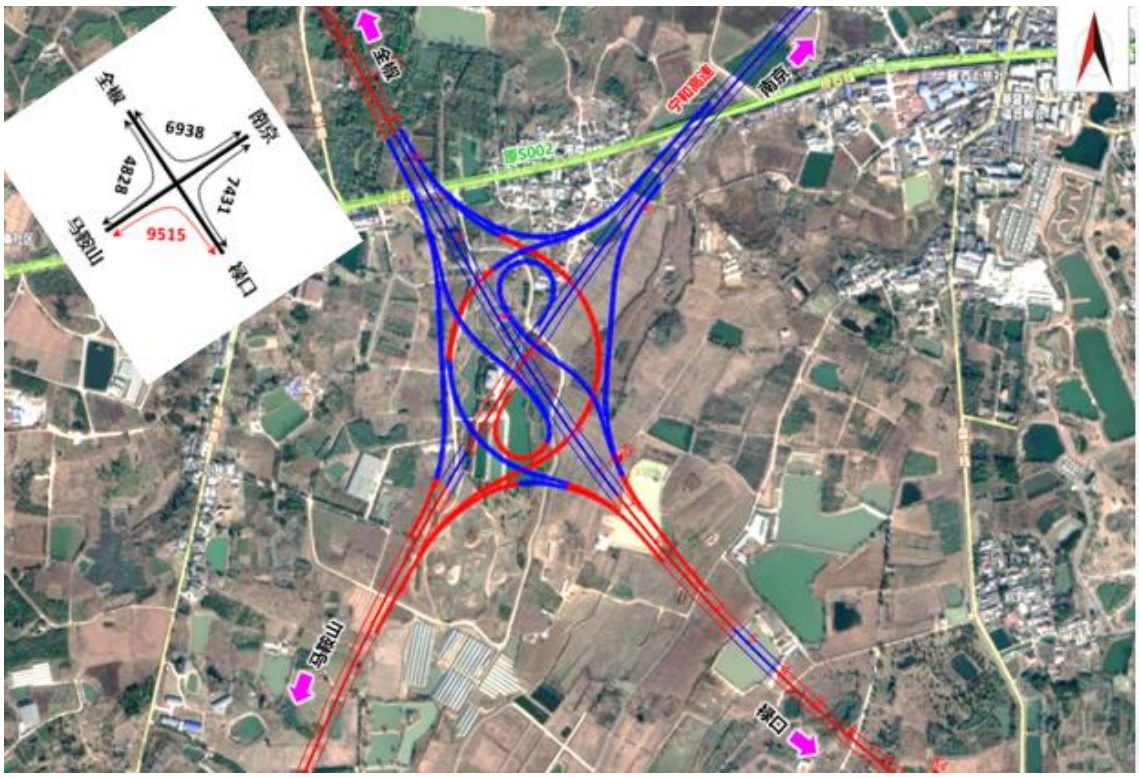


图5-13 桥林枢纽方案二

方案三（三环式变形苜蓿叶形）

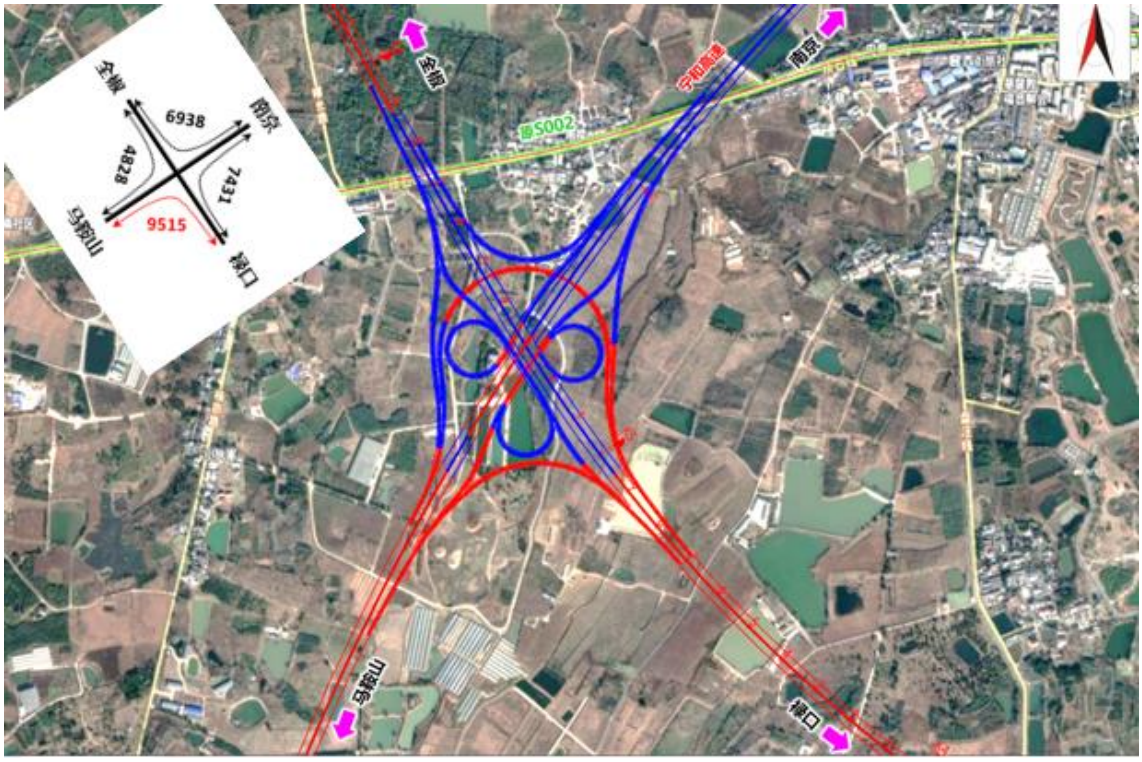


图5-14 桥林枢纽方案三

方案三采用三双环式变形苜蓿叶形，禄口至马鞍山方向左转弯匝道采用半直

连匝道，其他方向左转弯匝道采用环形匝道。该方案主流向采用半直连匝道，指标较高；但需设置两处集散道，匝道长度较长，且桥梁工程规模较大，占地规模较大，投资较高。

方案四（单环形苜蓿叶形）

方案四采用单环变形苜蓿叶形，全椒至南京方向左转弯匝道采用环形匝道，其他方向左转弯匝道采用半直连匝道。该方案主流向采用半直连匝道，指标较高；但该方案匝道长度较长，枢纽工程规模较大。

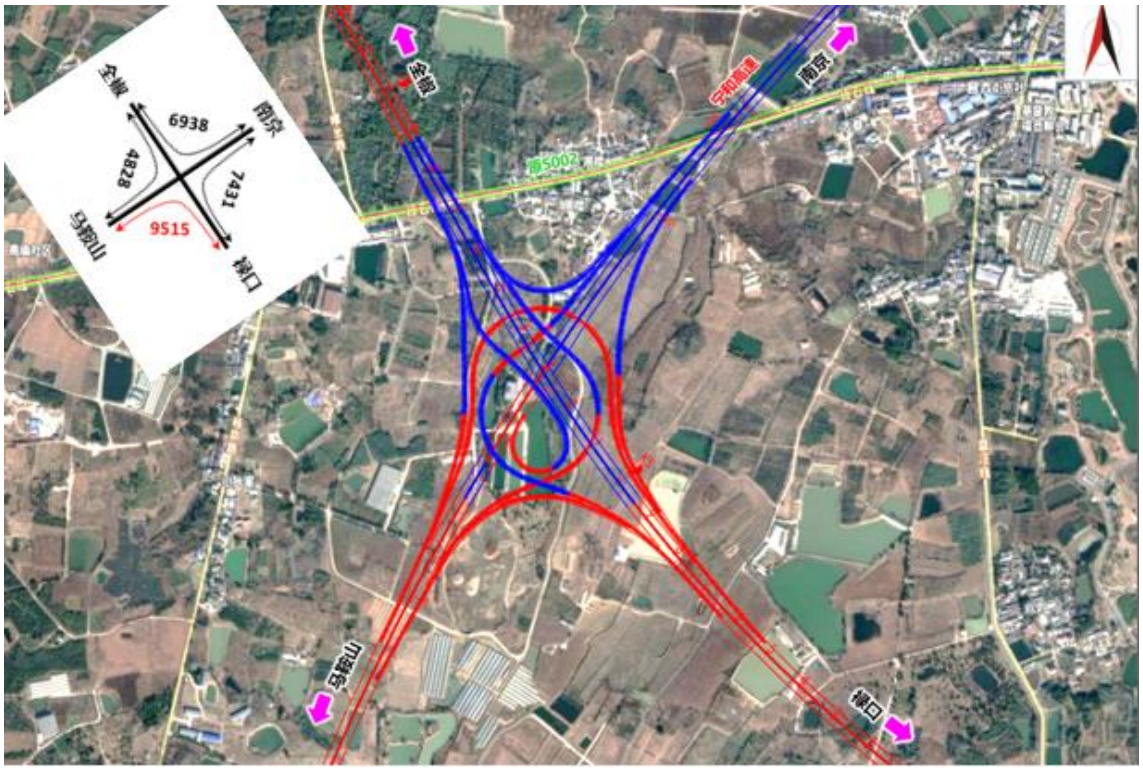


图5-15 桥林枢纽方案四

表5-19 桥林枢纽方案综合比选表

项目方案		方案一	方案二	方案三	方案四
枢纽形式		对称双环式变形苜蓿叶形	对角双环式变形苜蓿叶形	三环式变形苜蓿叶形	单环形苜蓿叶形
比较范围		K4+410~K6+130			
主线设计长度（km）		1.720	1.720	1.720	1.720
枢纽被交路影响长度（km）		1.930	1.930	1.930	1.930
主流向匝道长度（m）		1083.958	1080	1150	1302.48
匝道长度（km）		5.180	5.157	5.196	5.617
枢	桥梁面积(m2)	66034.500	71821.671	72713.283	66463.050

纽工程规模	路基工程(m2)	47697.719	41688.910	41190.405	53857.279
新增占地（亩）		579.697	612.895	593.419	575.507
拆迁建筑物(m2)		11269.928	13550.566	10904.65	10569.072
建安费（万元）		38301.114	39820.155	40135.250	38772.597
建安费+征拆（万元）		80809.878	86725.585	82891.780	80530.834
优点		主流向指标较高。	可不设置集散道。	主流向指标较高。	匝道通行能力最强，工程规模较小，造价低。
缺点		需设置集散道，匝道工程总体规模相对较大。	主流向为环形匝道，指标略低；占地较多，拆迁较大，造价较高。	需设置两道集散车道；桥梁工程规模较大，造价较高。	匝道里程较长。
综合比选					**推荐**

综合考虑工程规模及工程造价，方案四占地较少，造价较低；且主流向左转弯匝道采用半直连形式，指标较高。因此，**工可阶段推荐采用枢纽方案四**。

3、石桥互通

S002为双向两车道的二级公路，路基宽度15.5m，本项目在石桥镇北与其交叉，设置石桥互通。

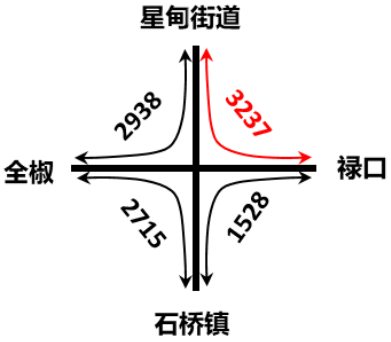


图5-16 石桥互通远景年（2047 年）预测交通量

根据预测的互通转向量，石桥互通采用单喇叭型式，互通设置匝道收费站，为出入型互通。

区域内主要为基本农田，地形略有起伏。被交路S002两侧房屋密集，平交口位置选择应尽量减小拆迁。

图5-17 S002 现状

互通方案一：

根据远景年交通量预测结果，互通各转向交通量均较小，考虑到行车舒适性及安全性，方案一采用A型单喇叭互通方案，互通主体设于西北象限。

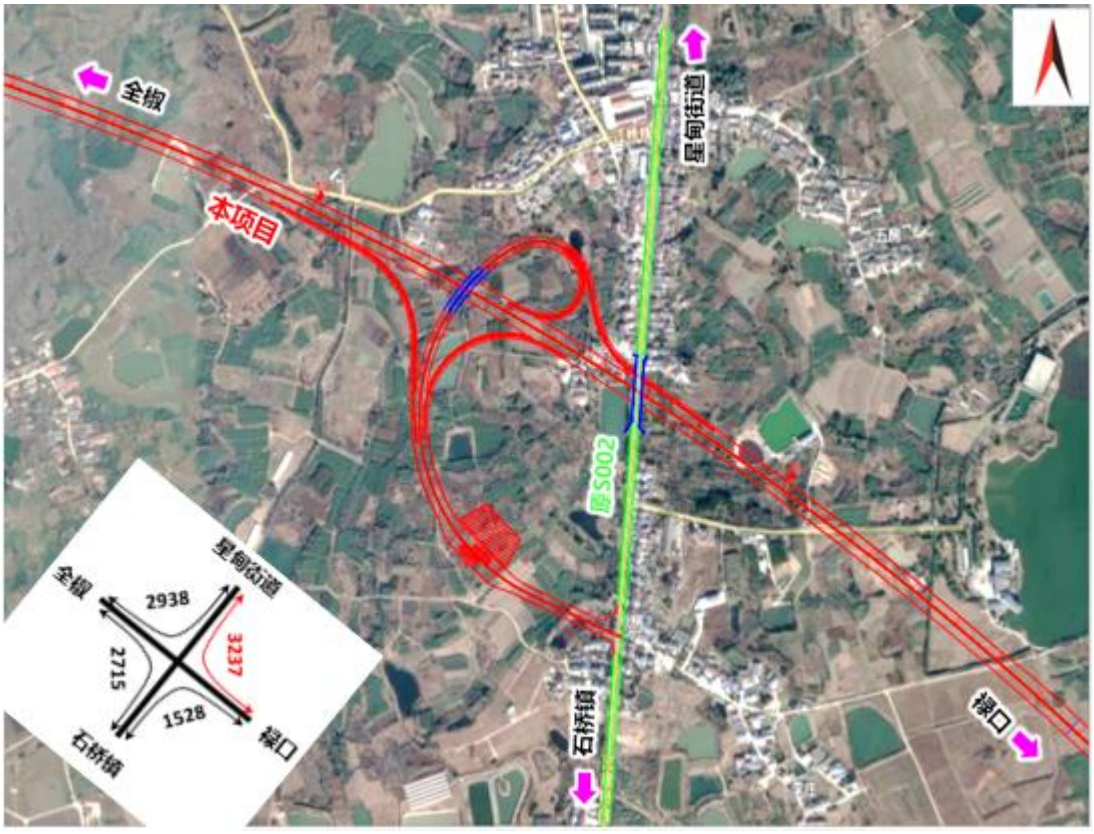


图5-18 石桥互通方案一

互通方案二：

方案二采用A型单喇叭互通方案，互通主体设于东北象限。

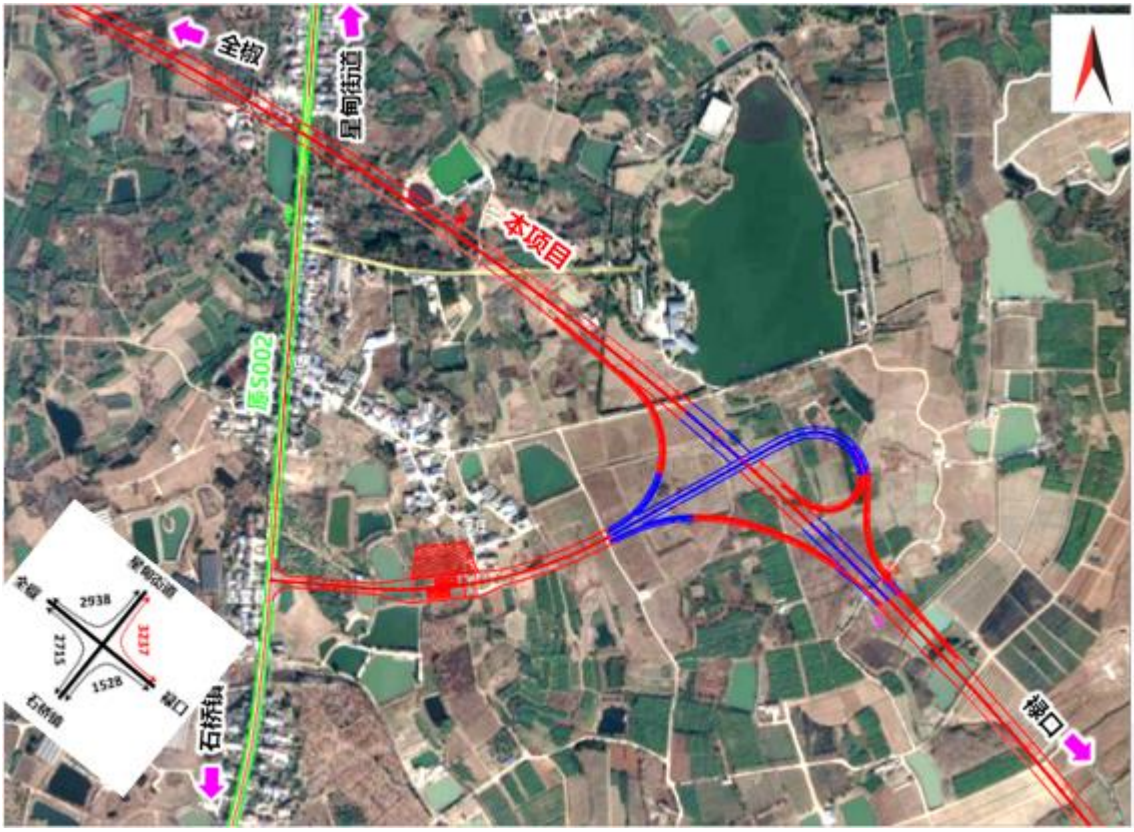


图5-19 石桥互通方案二

表5-20 石桥互通方案综合比选表

项目方案		方案一	方案二
方案描述		A型单喇叭互通	A型单喇叭互通
比较范围		K9+640~K12+315	
主线设计长度（km）		2.675	2.675
匝道长度（km）		2528.82	2613.73
枢纽工程规模	桥梁面积(m2)	13125	14962.5
	路基工程(m2)	108565.144	108681.828
新增占地（亩）		576.063	581.507
拆迁建筑物(m2)		16336.53	18354.7
建安费（万元）		25447.976	26295.854
建安费+征拆（万元）		73854.957	77396.844
优点		1、桥梁规模小，拆迁较少，造价较低。	1、互通匝道指标较高，距离汤集村较远，对周围居民影响较小。
缺点		1、互通内匝道指标较低。	1、占地较大，拆迁较多，造价较

		高。
综合比选	推荐	

综上，方案一桥梁规模较小，占地和拆迁较少，工程造价较低；但互通内匝道指标较低。综合考虑互通指标及工程造价，**工可阶段推荐采用方案一**。

4.3.7.4 分离式立交

为保证公路的使用质量和服务水平，高速公路与等级公路交叉时，除设置互通式立交外，还设置了分离式立体交叉。全线共设主线上跨等级道路桥梁97.2m/1座。

4.3.7.5 通道

拟建公路为全封闭高速公路。为方便横穿高速公路过往的机动车、行人等的需要，本公路与沿线乡村主要道路相交处设置了通道，全线共设通道23其中利用桥孔7道）。16道中人通3道、机通8道、汽通5道。

4.3.8 交通工程及沿线设施

4.3.8.1 安全设施

交通安全设施的设计以“保障道路畅通、行车安全、技术先进、经济合理”为原则。交通安全设施是高速公路最基本、必要的交通安全保障系统，集交通管理、安全防护、视线诱导、隔离封闭多功能于一体，由安全护栏、交通标志、标线、隔离设施、防眩设施、视线诱导设施、防落物网、防撞装置等组成。

（1）护栏

护栏是行车安全的重要保障之一，根据国内已建高速公路护栏使用效果，本项目全线设置路侧护栏和中央分隔带护栏。路侧护栏：除中桥及以上桥梁外侧采用钢筋混凝土防撞护栏外，其它路段路侧一般采用波形梁护栏。中央分隔带护栏：分设波形梁护栏。

（2）标志、标线

一般路段上，设置高速公路起终点标志、车距确认标志、限速标志、地点距离标志、禁令标志、收费站预告标志、辅助标志等。

互通式立交处设置出口预告标志、限速标志、入口标志、下一出口标志、方向地点标志、收费站标志等。

休息设施附近设置预告标志、休息设施出入口标志等，休息设施内部设置指路标志。

另外，在通往高速公路的主要地方公路上设置引导标志、禁令标志等。

标线分车道分界线、车行道边缘线、车距确认标线、出入口标线、收费导流线、导向箭头等。

（3）隔离栅

为了防止人畜及非机动车辆进入公路，保证车辆高速行驶安全，保护公路设施及公路用地范围不被侵犯，本项目在公路两侧用地界桩内侧设置隔离栅。全线一般路段采用编网型隔离栅，互通立交、服务区等处采用钢板型隔离栅。

（4）防眩设施

防眩设施是保证夜间行车安全的重要手段之一。本项目防眩方式一般采用中央分隔带植树的方式进行防眩，构筑物段设置防眩板。

（5）视线诱导设施

为了保证车辆安全行驶，在互通立交出入口设置分合流诱导标志以提醒司机注意车流的分出与混入。考虑到雾天及夜间的行车安全，全线在中央分隔带上和路侧设置轮廓标引导行车，轮廓标附着在分离式混凝土护栏及桥梁护栏上。

（6）防落网

在上跨主线的分离立交、天桥设置高度为2米的防落物网，以防杂物落到高速公路上影响行车安全。

（7）照明、道路情报板

互通式立交、管理分中心、大桥设置照明设施。道路情报板将交通状况、道路状况、气象现状即时告知行驶车辆。

（8）防撞装置

互通立交、服务区出入口三角端、收费岛头原则上设置组合式防撞桶。

（9）其它

界碑、公里桩、百米桩等按相关规范执行。

4.3.8.2 交通管理设施

（1）管理、养护机构

本项目设置1匝道收费站，为石桥互通匝道收费站。

由于本项目里程较长，为保证施工通车后日常运营，需设置相应的养护设施，根据本项目所经过区域及相应规范规定，本项目范围内暂不考虑设置养护工区。

（2）服务设施

综合考虑项目区域服务区间距布局，本项目不设置服务区。

（3）监控系统

监控系统采用分中心和监控站两级监控方式。监控数据采用分中心——站——场外设备三级计算机网。分中心与省监控中心联网。本项目在管理分中心设监控分中心，在互通立交或收费站内设监控站。

通过车辆检测器(主要布设在各立交区内)、紧急电话、气象监测器和移动式可变限速标志及巡逻车等场外设备采集管辖路段的交通情报，由分中心控制室计算机进行分析、处理和控制。

（4）通讯系统

通讯系统采用通讯分中心、通信站二级管理体制。在管理分中心设通讯分中心，在互通立交或收费站内设通讯站，通讯分中心与省通讯中心联网。本项目在石桥互通立交匝道收费站处建立一处路段监控通信中心，本通信中心与匝道收费站管理区合建。

通讯系统宜采用光纤数字系统为主体方案，利用光纤数字多路复用设备和数字程控交换机构成全线的综合数字通讯网。采用硅芯管作为管道的主要材料，光缆敷设在硅芯管中，与公路同步建设。

（5）收费设施

本项目按照封闭式收费制式，设置1处匝道收费站，为石桥互通匝道收费站。高速公路电子不停车收费系统是国际上正在努力开发并推广普及的一种用于公路、大桥和隧道的电子自动收费系统。它通过路侧天线与车载电子标签（OBU）之间的专用短程通讯，在不需要驾驶人停车和其他收费人员采取任何操作的情况下，自动完成收费处理全过程。因此每个收费站应设置不少于1个ETC专用车道。

4.3.9 绿化景观

4.3.9.1设计目标

“品质公路、绿色公路、美丽公路”。

（1）安全、和谐理念——以人为本

（2）环保、生态理念——环境友好

（3）精细、节约理念——资源节约

（4）融合、创新理念——时代传承

4.3.9.2设计思路

项目通过的区域地形地貌、植被情况都比较复杂，总体环境较好，设计中采取**“融”**的总体设计理念，目的在于景观绿化设计的内容能够融入周边的自然生态环境，提高生态效益，减弱因为高速公路的建设对生态环境的破坏。

融林：调查周边植被情况，将场地周边郁郁葱葱的树林景象融合到本项目中来；选择相似或者相近的植物品种，并着力模仿沿线的植物群落模式打造多层次复合的植物群落景观，以保证植被的延续性。

融水：运用借景的设计手法，拟建公路在穿越田野河流中做到因地造势、路随景出、景由路生、顺应自然、融入自然。

融城：结合项目沿线资源丰富、历史文化深厚等特点，通过适当的“强化、发掘、修饰”等艺术手段，在造景时高度重视强化沿线地方特色及人文、历史风情，互通中可以适当增加文化元素，使得其成为本项目中的一大亮点。

4.3.9.3设计原则

（1）安全驾驶原则

通行与安全到达目的地是高速公路发展的前提。而为了满足这一前提，则要求在景观设计上更多的考虑到这些因素。变化的绿化景观可以减缓长距离单调行车产生的视疲劳，起到诱导视线的作用,植物的生长要满足安全需求，不能遮挡视线。

（2）动态性原则

在公路景观的设计中，高速行驶状态下多由线性景观的观赏者，而在此时，观赏者对景观的认识只是大概轮廓。为了使观赏者能更好的行驶以及对路程加以认识，则需要线性设计还要整体更为流畅，并且通达性更强。

（3）地域性原则

公路景观则更应该体现出不同地区人们的生活特色和传统风俗，这就要求其能在各个方面展示出当地人民的特色和风情。用独具一格的公路景观反映当地人们别具一格的生活。

（4）整体性原则

为了更好的统一和规划，景观资源、沿途地形、地貌、生态特征和道路宽度、沿线设施、纵坡道路交叉点、道路连贯性及其构筑物、平竖曲线、道路绿化等所有的这些沿线景观元素都应该与公路环境建设相互融合，和谐统一。

4.3.9.4绿化设计方案

（1）中分带绿化

设计思路：

1）先必须考虑安全规范，满足防眩功能，对于弯道半径较小，且带有纵坡较大的路段，中央分隔带提高防眩树种高度到2.3米，间距适当减少，可起减少夜间眩光对司机的影响。

2）为了丰富司乘人员视觉感受，减少长时间行车所产生的视觉疲劳，中分带

每个方案宜4km一个变化。

3）遵循易于管理养护的基本原则，减少后期的养护工作量。以常绿防眩树种为主，适当点缀开花小乔木及色叶灌木，减缓视疲劳。防眩树种为常绿树种，两侧镶边以色叶灌木地被为主，中层可以球类和开花小乔木相互搭配，充分考虑层次效果。

4）充分考虑中分带后期管养问题，以常绿为主、落叶为辅，耐贫瘠、无干扰、少管养的植物。

5）遵循适地适树、易于管理养护的基本原则。

图5-20 中分带意向图

（2）路侧绿化

边坡应从路基形式、防护形式及防护高度进行综合考虑，对于填方边坡，根据动态视觉原理分析，根据外界自然景观条件，与周边环境相结合，融入周边环境，突出韵律与节奏，通过透景、借景等手段展现景观效果。在边坡的上边缘位置间断种植开花、色叶的小乔木或花灌木，边沟内侧可种植乔木，边坡的防护可喷播各种季节的草花种子，增加路侧观赏的多样性。

（3）枢纽、互通区绿化

因地制宜，充分考虑互通区原有的地形及周边的原生植物品种。地形设计应遵循原有水系，边坡应以放缓为主，营造单面坡，减少内运土方量，争取做到填挖平衡；植物设计上，考虑与周边环境相结合的原则，充分调研周边环境，选择一样或者相近的树种作为主导树种，进行群落式组团的种植，充分考虑司乘人员的驾车路线，根据行进的视觉感受进行大组团设计，增加景观的深度，在局部较显眼或视觉焦点位置可放置体现当地文化的景观元素等。枢纽区以乔木种植为主，大组团、大体快造景，打造枢纽森林景观效果；互通区则结合视线观景，重点打造互通分流区及主线效果，疏密结合营造前景舒朗、通透，重点部位突出色彩与层次，营造花园式互通景观，匝道区通过植物的营造引导行车视线，满足安全功能。

A 确保安全。合流区主线100m，匝道60m范围内不种植高大乔木，不符合要求的予以移除。

B 清理梳理。清理杂树杂草，保留大树。移栽长势不好的乔木。

C 地形整治。地形整治因地制宜，互通利用现状地形，梳理场地。

D 加彩增色。结合总体定位以添花、加彩、增色为主，突出特色。

E 力求节约。灌草混播地被、草花混播地被代替单一的纯草坪，降低后期的养护成本。

枢纽、互通结合周边环境，以色叶树、乡土树作为基调植物，搭配常绿乔木

形成背景林，结合地形梳理营造大水面景观，沿水边自然散植水生植物。互通水系应与周围农田景观共同营造碧水田园景观意境。

图5-21　互通绿化设计意向图

（4）房建区绿化

房建区以展现当地的文化特色，提升高速公路管理的服务形象。在满足功能的前提下，进行园林化打造，达到美观宜人的景观环境。

（5）本项目拟选用的植物品种

对沿线环境植物品种进行调研，筛选出适合本路段的植物树种。

中分带拟用树种：蜀桧、紫薇、木槿、花石榴、红叶李、红叶石楠、金森女贞、海桐等。

路侧拟用树种：大叶女贞、雪松、黄山栾树、榉树、红叶李、垂丝海棠、紫

荆、紫薇、木槿、夹竹桃、红叶石楠树、连翘等。

互通、房建区拟用树种：大叶女贞、雪松、广玉兰、中山杉、黄山栾树、榉树 、朴树、银杏、垂柳、日本晚樱、紫薇、红叶李、紫荆、金桂、石楠、夹竹桃、木芙蓉、木槿、碧桃、垂丝海棠、连翘、海桐、金森女贞、红叶石楠、棣棠、火棘、红花继木、美人蕉、鸢尾、八角金盘等。

4.3.10 环保工程

4.3.10.1 指导思想与设计理念

（1）指导思想

① 追求人、车、路与自然环境和社会环境之间和谐统一的理念。

② 延伸设计范畴，全过程环保理念。

（2）设计理念

① 绿色交通

遵循“不破坏就是最大的保护”的理念，环保设计因地制宜、综合利用等，达到技术上可行，经济上合理，实现资源节约化和集约化，确保沿线区域环境功能不受影响，环境质量达标。

② 全过程环保

严格遵守《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74号）和《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020]1号）及其他生态敏感区的管控措施，分析论证项目施工期、营运期各项环境保护要求，**开展环境保护设计，促进人、车、路的和谐统一。**

4.3.10.2 设计原则

1、预防为主、保护优先；

2、防治结合，综合治理；

3、技术可行，经济合理；

4、因地制宜，环境协调。

4.3.10.3 总体方案设计

➢ **水环境保护设计**

本项目跨越的河流主要有3条。分别为绣山河、引驷干渠及金桥河。

（1）水环境影响

①施工期

项目施工期对水环境的影响主要包括以下两方面：

施工机械、设备漏油、机械维修过程中的残油对水体造成的油污染。该部分影响都是暂时的，且通过采取一定的预防、管理措施，随着施工期的结束水质会恢复正常。

施工营地、施工场地产生的生产、生活污废水：沥青拌和产生的废水、砂石材料的冲洗废水、机械设备的淋洗废水及施工营地工作人员产生的生活用水，若直接排入附近河流，将对沿线水环境造成较大污染。

②运营期

道路营运期对水环境的污染包括房建辅助设施污水、路（桥）面径流。

收费站自建污水生化处理设施，其产生的生活污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GBT18920-2002）后回用于房建区及周边绿化、冲厕、道路洒水等，均不直接外排，对周边环境影响较小。

根据国家环保总局华南环科所对南方地区桥面径流污染情况的试验，路面径流在降雨开始到形成径流的40min内雨水中的悬浮物和油类物质比较多，40min后随着降雨时间的延长，污染物浓度下降较快。初期雨水（前40min）直接排入周边地表水水质要求较高的区域（梁垛河和新东河）会对水质造成较大的影响。

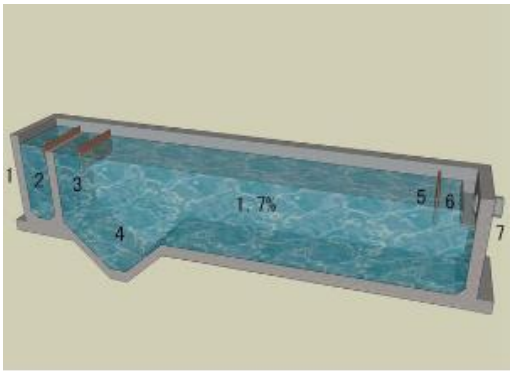
然而对于一般路段的路（桥）面径流主要污染物为悬浮物和石油类。根据以往江苏类似地区的预测计算结果表明，桥面径流携带污染物对水体水质的影响甚微，一般水体中污染物的增幅小于2%。考虑到路面雨水的排放是间断排污，污染物又集中在降雨初期的2小时内，污染排放相对增量较小，不会对沿线水环境造成明显影响。

（2）水污染防治措施

为防止桥面径流对浏河清水通道维护区的影响，拟对跨越引驷干渠桥梁的桥面径流采取收集处理措施，尾水排至无饮用养殖功能的水体。同时为防止在跨敏感水体的桥梁段因车祸造成大量油品、有毒化学品泄漏入河，污染敏感水体，考虑在沉淀隔油池旁边设置突发事故收集池，用于截留突发事故时泄漏的有害物质。在主体设计中，还应强化跨敏感水域段桥梁护栏等级，在两端醒目位置设置警示标志，提示禁止超车和敏感水体谨慎驾驶。

警示标志

桥面径流收集



沉淀隔油池

沉淀隔油池

➢ **声环境保护设计**

本项目沿线声敏感点17处，均为村庄、小区。声环境质量区包括4a类、2类区。

（1）声环境影响

对环境造成影响的噪声源主要来源于施工期机械噪声和营运期间交通车辆噪声。

①施工期

道路建设施工阶段的主要噪声源是各类施工机械的辐射噪声和运货车辆交通

噪声，这部分噪声是暂时的，但是由于拟建项目施工期长，施工机械较多，这些施工机械一般都具有高噪声、无规则等特点，如不加以控制，往往会对附近的住宅产生较大的噪声污染。

②营运期

道路营运期内汽车噪声对沿线声环境影响也是不可忽视的，特别是在营运后期随交通量增大，汽车噪声将对沿线居民的生活环境产生较大的影响。

（2）声污染防治措施

设计在各敏感点噪声预测的基础上，结合相关环境保护要求，因地制宜地提出科学、合理、可行的降噪方案。

合理选用路面材料如低噪音路面等以减少交通噪声对道路两侧敏感点的影响。

②车辆噪声控制、道路交通管理制度以及隔声措施和路面的保养维修。逐步完善和提高机动车噪声的排放标准。实行定期检测机动车噪声的制度，对超标车辆实行强行维修，直到噪声达标才能上路行驶。淘汰噪声较大的车辆。定制机动车单车噪声的控制规划和目标，逐步降低其单车噪声值，是降低道路交通噪声最直接最有效的措施。

③做好路面维修保养，对受损路面及时修复。

④项目沿线分布敏感点需依据噪声敏感建筑超标量和环境特点，采取针对性的降噪措施确保噪声达标。

项目沿线敏感点主要为村庄。根据噪声预测超标量结合房屋分布、环境特征、路基高差等因素，营运期环境保护具体措施为，对全线17余处敏感点采取声屏障措施和隔声窗措施。另外建议在距拟建公路中心线200m以内范围设置为噪声防护隔离带，在此范围以内不宜新建居民区和学校、医院、敬老院等敏感建筑物。

声屏障选择具有城市特色、风格融合沿线建筑的型式。

声屏障方案图

声屏障方案图

声屏障方案图

声屏障方案图

隔声窗

隔声窗

- **大气环境保护设计**

（1）大气环境影响

拟建道路对沿线大气环境的影响主要是由于建设期的施工和营运后汽车排放的尾气造成的。

①施工期

拟建道路施工时引起的道路扬尘、堆场扬尘、物料拌和扬尘、沥青烟气等影响大气环境，从而对人体及周围生态环境带来很大的损害，直接影响人们的正常

生活及动植物栖息的生长环境。

②营运期

拟建道路营运后汽车尾气对沿线大气环境影响相对较小，主要是由于沿线地区地形平坦，风速较大，污染物扩散条件好。而且随着无铅汽油的推广使用，铅污染将进一步减少。

（2）大气污染防治措施

①施工期

施工现场应经常洒水，可有效地控制扬尘。运送砂石料的运输车辆，用帆布、盖套等遮盖，以防物料飞扬，沿途撒漏。沥青混合料应采用集中场拌方式，其拌和机应配备有除尘设备，拌和场应远离居民区和医院。

②营运期

加强组织管理，对上路车辆进行检查，禁止车况差、超载、装卸物品遮盖不严容易洒落的车辆上路；严格控制汽车尾气污染排放量，如采取新型燃料，安装废气净化装置等。

路线沿线居民点规模较大，应加密种植树木，并使之形成绿化立体屏障，从而减少大气污染和噪声的影响。绿化树种选择上，应选择对CO、NOx吸附较好的常绿阔叶树种。在敏感路段应加密绿化林带。

4.3.10.4 生态保护设计

1、生态环境影响

根据《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74号）及《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020]1号），项目路线不涉及国家级生态保护红线及江苏省生态管控空间。

2、生态保护措施

设计期优化工程方案，跨生态敏感区段采用平缓坡度，减小车辆通行时的污染物排放；优化桥梁施工方案，如保护区段桥梁采用桥梁水下基础施工采取钢套箱桩基施工法；合理布置施工营地、施工场地和施工便道和严格控制施工区域等。

施工期加强保护区动植物的保护，合理安排施工期；加强对施工人员的培训，禁止施工人员对生态环境及动植物资源、尤其是保护物种的破坏；加强管理措施，

施工期污废水及垃圾统一收集处置，严禁乱排；施工结束后，及时采取生态补偿（植被和林地补偿），施工后生境恢复、植被修复及其他经济补偿等。

运营期，收费站产生的废水经地埋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》（GBT 18920-2020）“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。

4.3.10.5 水土保持设计

1、施工便道

①施工期环保措施

根据各施工便道的不同情况布置相应的工程措施和植物措施，达到控制水土流失、保护道路、改善环境条件和安全运输的目的。

a) 在施工便道两侧设置临时排水沟、撒播草籽。排水沟采用梯形断面土质边沟。

b) 在临时边沟排出口布设简易沉砂池，边沟水通过沉淀后再排放。

c) 做好施工便道占地范围内表层土的剥离和堆场防护

进行施工便道场地平整时，先剥离表层土，同路基清表土一同运至路基两侧、沿线征地内等堆放，撒草籽及装土草袋挡护。

②施工结束后，做好施工便道生态恢复工作

工程完工后，对于需要恢复的施工便道，应破除硬化表层，植树种草，复耕或者绿化，禁止裸露地表。

2、施工营地

施工营地防治区包括施工生活区、施工料场等，选址时应考虑与地方政府规划相结合，尽量租用民房或利用现有工程，完工后不能利用的应凿除硬化表层，采取换填等方法进行恢复。施工过程中的环保措施如下：

(1). 施工营地宜选在地形开阔平坦处，避开林地、草地、农用地等地带，以减少平整开挖扰动。

(2). 在临时设施动土修建前，须对场地进行平整，整地平整应避开大风大雨天气，尽量做到填挖平衡，减少弃土、弃渣量，减少水侵蚀；施工场地尽可能采取硬化措施，减少场地对原材料的污染，同时减小原材料的清洗工作

量，从而减少水土流失。

(3). 施工过程中，建筑材料的冲洗污水应统一排放，排放口设置沉砂池或经由土工布制成的拦污设施后方可排至附近的排水系统中，以减少排水沟的淤积和水土流失。

(4). 临时占地使用完毕后，需要对临时建筑物全部进行拆除，拆除废弃物应就近运到附近的料场集中堆放处理。

(5). 施工结束后，清理场地，清除杂物，硬化地面应拆除混凝土底板，原土地利用类型为耕地的翻耕整平后恢复为农业用地，或根据当地规划，留作当地使用。

3、拌合站等大临工程

工程措施包括为拌合站、拌合场、预制厂地等大临工程修建排水沟等。

施工场地周围设置排水沟，并与施工场地施工同步进行。排水沟采用梯形断面土质边沟，引排场地周边及上游地表径流，保证施工产地内排水通畅，并在低洼处布设沉砂池，边沟水通过沉淀后再排放。

施工结束后，原则上施工场地除留作地方使用外，均应进行土地整治，绿化或复垦，恢复原有使用功能。施工场地地形整治、复耕的流程一般为：拆除硬化地面、换填覆土工程、整地工程、设置灌溉沟等。

施工完毕后，对临时工程场地撒草籽和种植乔灌木恢复防护。

4.3.11 主要工程数量表

本项目的主要工程数量见下表。

表5-21 主要工程数量表

序号	工程项目	单位	数量	备注
1	路线里程	km	12.955	
2	设计速度	km/h	120	
3	路基宽度	m	34.5	
4	公路用地			
	永久征地	亩	1875.18	包含老路用地
	取土坑用地	亩	/	
5	拆迁房屋	m^2	27628	
	楼房	m^2	23011.2	

序号	工程项目	单位	数量	备注
	·厂房	m^2	166.2	
	简易房	m^2	4031.2	
	·砖平房	m^2	419.4	
6	拆迁杆线	道	42	
7	路基土石方数量			
	·填方	m^3	2075034.7	
	·挖方	m^3	985985.9	
8	特殊路基			
	水泥土搅拌桩	km	1943.03	
	碎石垫层	m^3	243312.5	
9	路基防护			
	圬工	m^3	7235.5	
	植物喷播	m^2	171370.03	
10	路基排水			
	·圬工	m^3	3987.3	
11	路面			
	·上面层SMA-13	m^2	376264.2	
	·中面层SUP-20	m^2	377587.3	
	·下面层SUP-25	m^2	379677.2	
12	桥梁			
①	主线桥梁	m/座	2463.1/7	
	特大桥	m/座	0/0	
	·大桥	m/座	2409.1/6	
	·中、小桥	m/座	54/1	
	桥梁比重	%	19	
②	匝道桥梁	m/座	3237.1/9	
③	支线上跨桥梁	m/座	585.8/6	
13	互通立交			
	·枢纽式立交	处	1	
	·互通式立交	处	1	
14	通道			
	·独立通道	道	16	
	·利用桥孔	道	7	
15	沿线设施			
	·匝道收费站	处	1	

4.4 用地征收补偿（安置）方案

《国有土地上房屋征收与补偿条例》（中华人民共和国国务院令第590号）、江苏省政府办公厅印发《江苏省贯彻实施<国有土地上房屋征收与补偿条例>若干问题的规定》等文件提出了房屋征收补偿工作的要求，征收工作由地方政府实施，

牵扯面广、难度及不确定性较大，征收进度直接影响工程的开工时间。根据江苏省同类项目的建设经验，拆迁安置工作以及该过程中居民的生活保障由当地地方政府负责，安置方式通常采取就地靠后、异地村庄安置、形成新村以及往城（镇）区安置等4种方式。

1、征收范围

本项目拟征收土地范围为项目用地报批红线涉及的南京市浦口区桥林新城、石桥镇境内集体土地。

2、土地现状

本项目拟征收土地范围内的土地现状以自然资源主管部门盖章确认的土地现状调查结果为准。

3、征收目的

根据《中华人民共和国土地管理法》第四十五条的规定，本次征收土地目的为“（二）由政府组织实施的能源、交通、水利、通信、邮政等基础设施建设需要用地的”，符合公共利益的需要，符合法律规定可以征收的情形。

4、补偿方式与标准

（1）土地补偿费

按《关于印发《南京市浦口区征收集体土地涉及房屋补偿安置办法实施细则》的通知》（浦政规〔2017〕3号）规定的征地区片综合地价补偿标准进行补偿。

（2）青苗补偿和地上附着物补偿标准

按南京市规划和自然资源局浦口分局2020年《关于调整浦口区青苗和地上附着物征地补偿标准的通知》规定的地上附着物和青苗补偿标准进行补偿。

5、安置对象、方式及社会保障

本次征收土地涉及被征地农民的安置和社会保障按照《江苏省被征地农民社会保障办法》（苏政发〔2021〕87号）规定执行。不满16周岁的安置人员不作为被征地农民参加城乡社会保障，其本人的安置补助费由太仓市人民政府按规定足额支付。

4.5 数字化方案

4.5.1 实施依据

近年来，随着交通基础设施建设的蓬勃发展，交通基础设施数字化覆盖率逐年提高。交通运输部和江苏省在2017-2021年相继发布《数字交通发展规划纲要》、《国家综合立体交通网规划纲要》、《江苏省“十四五”智慧交通发展规划》推动交通基础设施数字化发展进程。江苏省交通工程建设局于2022年出台《江苏数字交通发展三年行动计划》，要求全面推进BIM正向设计在勘察、设计、施工、运营的全过程应用，尤其是数字设计与工业化数字建造模式的融合。探索“一模到底”、“一模多用”模式的应用，强化BIM+GIS在全过程场景中的应用。总结已有BIM在各个项目上协同应用成效，形成BIM协同管理技术指南，提升工程数字设计水平。

交通运输部办公厅文件

交办公路〔2017〕205 号

交通运输部办公厅关于推进公路水运工程BIM 技术应用的指导意见

2017年交通运输部发文中明确，BIM技术应用的总体指导思想是实现**全生命周期信息畅通传递**。

中华人民共和国中央人民政府

交通运输部关于印发《数字交通发展规划纲要》的通知

2019年交通运输部《数字交通发展规划纲要》推动交通基础设施向**全要素全周期**数字化发展。

《国家综合立体交通网规划纲要》：交通基础设施数字化率90%如何实现？

7	智慧先进	交通基础设施数字化率	90%
8	安全可靠	重点区域多路径连接比率	95%以上
9		国家综合立体交通网安全设施完好率	95%以上

2021年交通行业第一份重磅文件《国家综合立体交通网规划纲要》提出指标**2035年交通基础设施数字化率90%。**

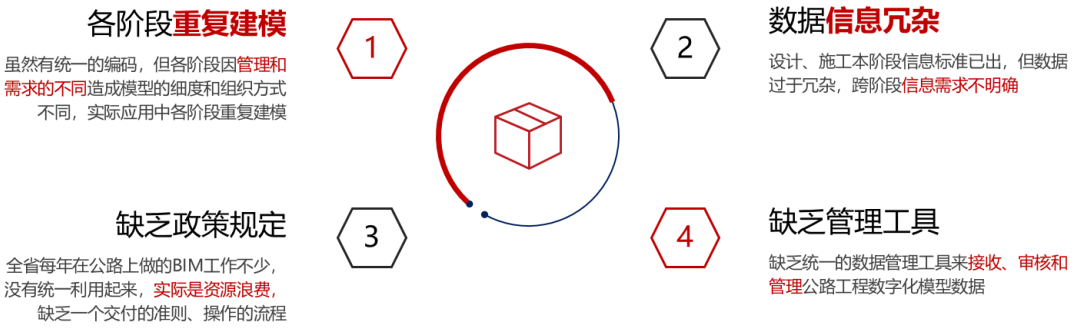
江苏省“十四五”智慧交通发展规划

（三）发展目标

1、2035 年远景目标

2021年《江苏省“十四五”智慧交通发展规划》提出指标**2035年交通基础设施数字化率95%。**

目前，江苏省内高速公路数字化建设，依然存在投资、建设、管理、运营各阶段应用分离的情况。



4.5.2 总体目标

将BIM技术深度应用于本项目设计阶段，以数字赋能设计，形成数字公路设计成果；开展数字化应用，优化提高设计品质，并以数字化平台为工具，改变传统汇报方式；最终进行成果数字化交付，助力品质工程建设，为

实现“建、管、养”全寿命周期管理奠定基础。

总体目标主要分为以下三点：

1、实现高速全线数字化，建立全线数字高速公路模型（含路线、路基路面、桥涵、交安、环保、地勘、GIS等各个专业），并包含所有专业关键信息。

2、针对复杂结构，采用BIM技术进行正向设计，并实现三维图纸的出版。

3、实现设计成果的数字化交付，能够应用于建设管理、施工管理、养护运营管理等。

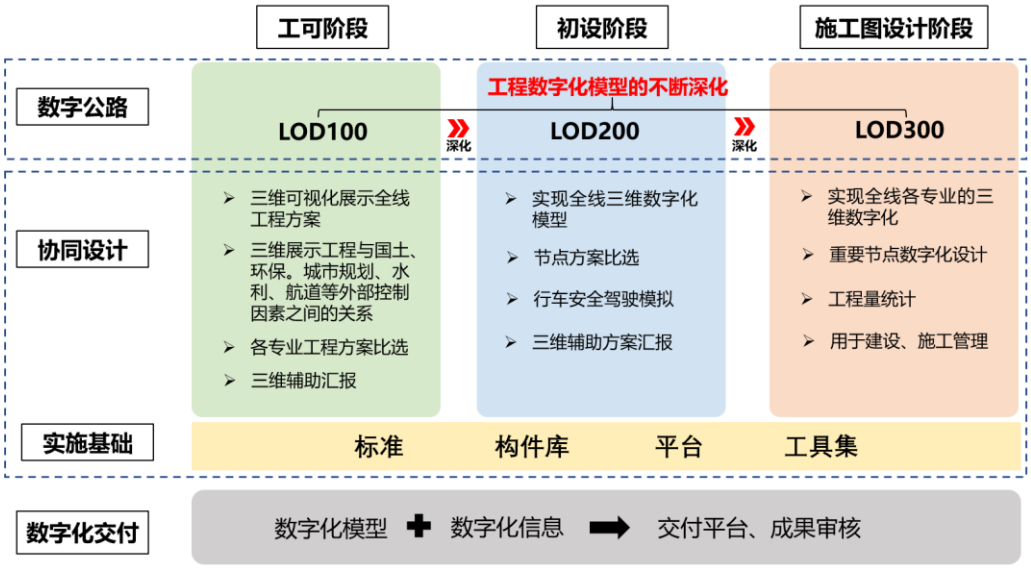


图5-22　技术路线

图5-23　参考案例：五峰山过江通道南北接线工程项目数字公路+感知公路

4.5.3 分阶段实施目标

4.4.3.1 工可阶段实施目标

1、数字化设计

在本项目工可阶段，建立全线三维模型和地理地形信息模型，项目主体模型采用BIM软件构建，精度为LOD 100；地形模型通过倾斜摄影或还原地形图利用GIS技术对其进行处理得到。工可阶段模型能够实现设计方案的可视化，用于设计方案的讨论，有效提高设计质量和讨论效率。

2、数字化应用

（1）前期外业踏勘

自主研发的BIM+GIS协同平台支持针对外业调查的手机APP端与Web端互联互通，手机APP端主要承担外业采集功能，支持地图定位、定点导航、实时拍摄、本地上传，支持多条线路及其桩号的隐藏、显示；Web端对外业成果进行数据处理、统计、分析及展示，并支持按路线、桩号范围导出踏勘内业报告初稿，提高工作效率。

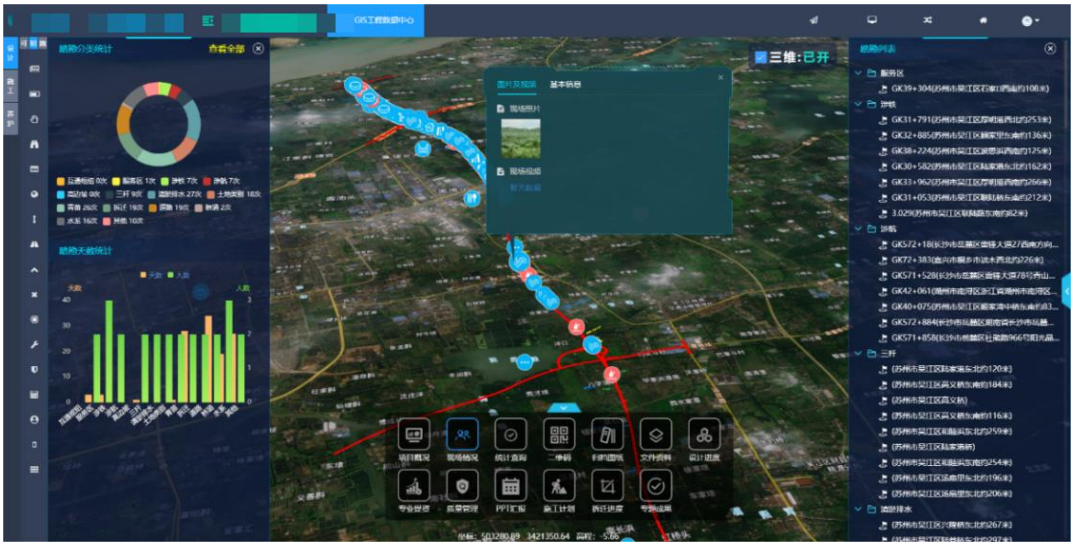


图5-24 外业踏勘 Web 端界面

（2）BIM+GIS信息集成

将控制因素（生态红线、路网、水域、征迁）等信息以矢量形式发布到协同设计平台，并可根据信息类型分图层开关，实现GIS数据在线集成浏览，并可传递至后阶段继续使用。

图5-25　影响因素集成

4.4.3.2 初设阶段实施目标

1、数字化设计

在初设阶段，对工可阶段模型进行细化，建立精度为LOD 200的全线三维模型。将互通、枢纽主线桥、匝道桥的构件族的结构形式、材料、属性等基础数据建立完善的信息族库，为后期施工图、施工过程和运维阶段搭建可协同、可扩展的构件族基础。采用三维参数化设计，加快建模速度和工程量统计精度。

针对本项目复杂工点，采用BIM模型进行相关可视化应用，如对上跨下穿节点净空复核，辅助优化纵断面设计，提高设计质量，以及进行行车视角模拟，验证设计合理性等。

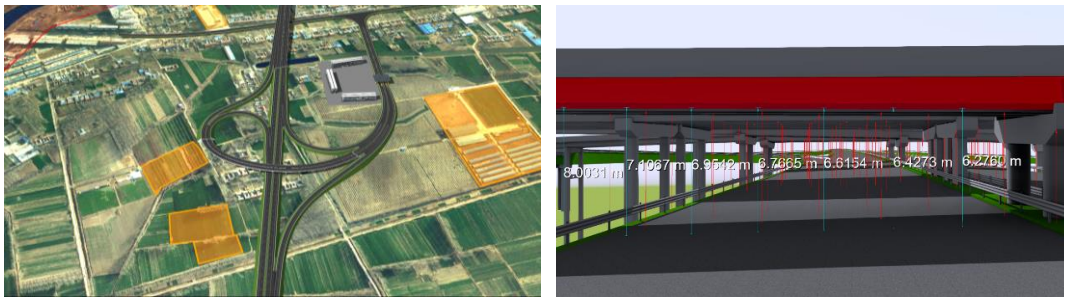


图5-26　设计优化

2、数字化应用

1、形成设计基础环境模型

将地勘、测量等文件进行数字化处理，包括前期外业踏勘照片、环境模型、三维地形、GIS数据，形成设计基础环境模型。

图5-1　环境模型处理

2、数字化协同设计

基于同一个设计空间下，设计人员的按照专业角色，负责各自专业内设计的同时，可以随时查看其他专业的设计情况。基于参数化正向设计模型成果，在不同专业间也可协同修改。

如：路线的总体纵坡发生变化时，以路线骨架为基准的道路、桥梁以及交通安全等专业也会随之更新设计，以符合路线变更后的模型设计。

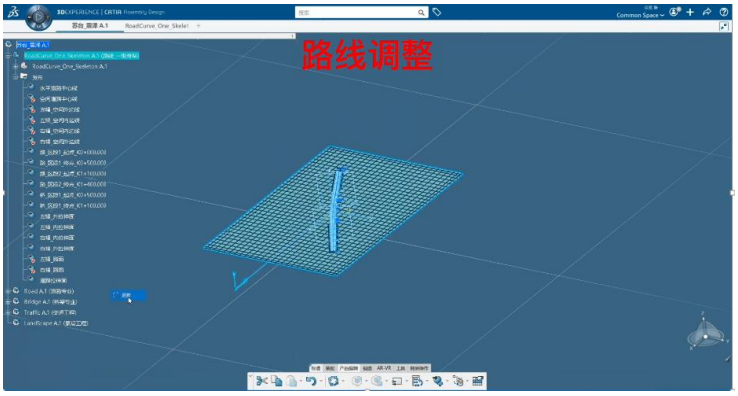


图5-27　路线调整

3、节点方案比选

应用方案模型，进行同视角、可视化方案展示比选，各参与方快速了解设计方案，辅助方案的确定。

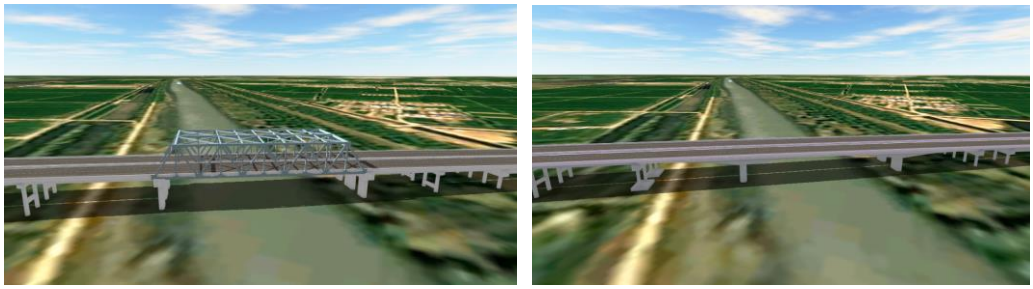


图5-28　节点方案比选

4、行车安全驾驶模拟

对全线设计方案进行行车模拟，通过浸入式的驾驶体验，验证路线和各附属

专业设计的合理性，并进行相关的设计优化，从而提高行车安全。

图5-29 驾驶模拟

5、数字化方案汇报

针对本项目汇报需求，将采用数字化平台代替传统PPT汇报模式，通过数字化汇报页面，将汇报内容与设计模型和周边场景融合，可快速定位至设计要点发生地，有效解决了传统的听众感知不强、各专业无法协同等问题。

平台集成了全专业的设计模型并挂接设计信息，汇报时可随时查看对应内容，各专业设计要点采用不同颜色、独立色块标识，可点击定位至问题发生地，并显示补充信息说明。

采用沿路线前进方向按照桩号范围进行汇报的形式，将所有汇报中涉及的相关内容和信息挂接至BIM模型，通过在平台界面进行点击，实现结合地形和环境查看三维模型中各专业设计要点，包括各专业设计方案的几何和非几何信息、控制因素、地质信息、技术标准等等。

平台对设计要点设置独立开关，通过属性面板记录详细信息。首先，通过在平台界面点击汇报内容提示框，自动跳至汇报内容相关视角，自动打开相应设计要点和模型图层开关。其次，点击BIM模型相应位置激活属性面板，查看构件属性和设计信息。

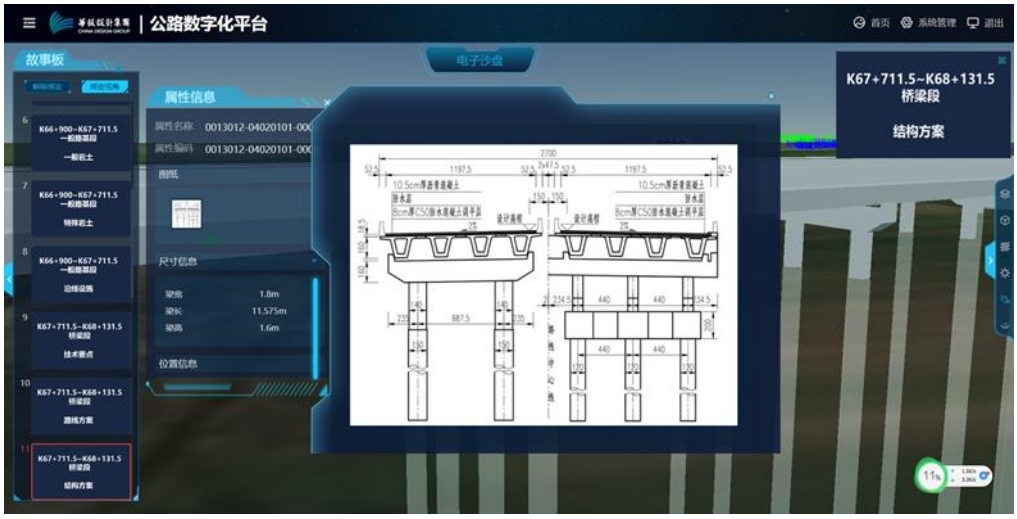


图5-30　公路数字化平台界面

4.4.3.3 施工图设计阶段实施目标

1、数字化设计

（1）总体设计路线

以外业调查的数字化成果作为设计的基础输入资料，进行路线设计，路基路面、桥梁、立交等各专业设计人员直接在BIM设计软件上基于路线专业的设计成果进行各专业的设计工作，通过协同设计工作流程，基于路线进行实例化装配，最终形成完整的数字三维设计成果，本阶段的信息模型精度为LOD 300。

（2）路线设计

路线是工程项目最基本的骨架线，是所有专业的上游专业，全专业协同设计也是基于路线为基准开展进行的。路线设计可以基于设计规范在CATIA软件直接进行设计调整，也可以对接EI的设计数据，通过开发的程序读取EI设计数据，根据地形，在程序中直接恢复路线的线形、平、纵、横等数据，也可以对接既有路线的设计数据，用于后续的模型设计。

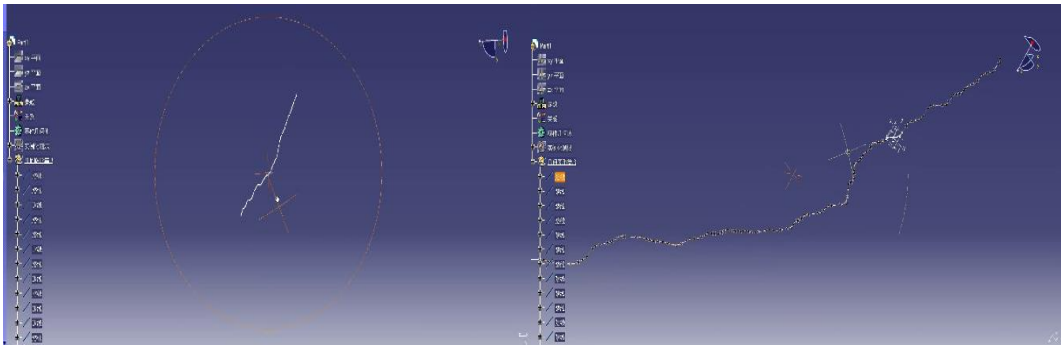


图5-31　路线设计

（3）路基路面设计

路基路面的设计是基于路线设计成果进行的。通过开发的实例化工具，基于道路骨架，通过开发的实例化工具，以道路参数化模板为单体，沿线实例化模型。模型可以作为数字信息的载体，用于交通仿真、各专业校核、方案比选等数字化应用。

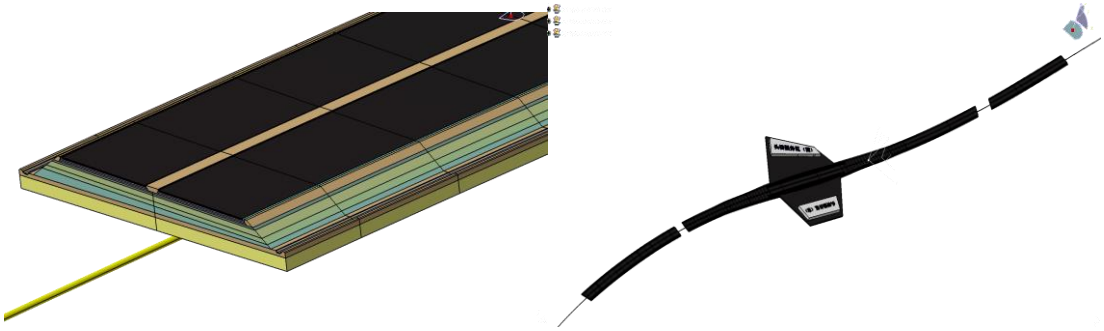


图5-32　路基实体模型

（4）桥梁设计

基于桥梁骨架，通过开发的桥梁实例化工具，以桥梁参数化模板为单体，沿线实例化桥梁模型。模型可作为数字桥梁信息的载体，用于工程量统计、实时受力监测分析等数字化应用。

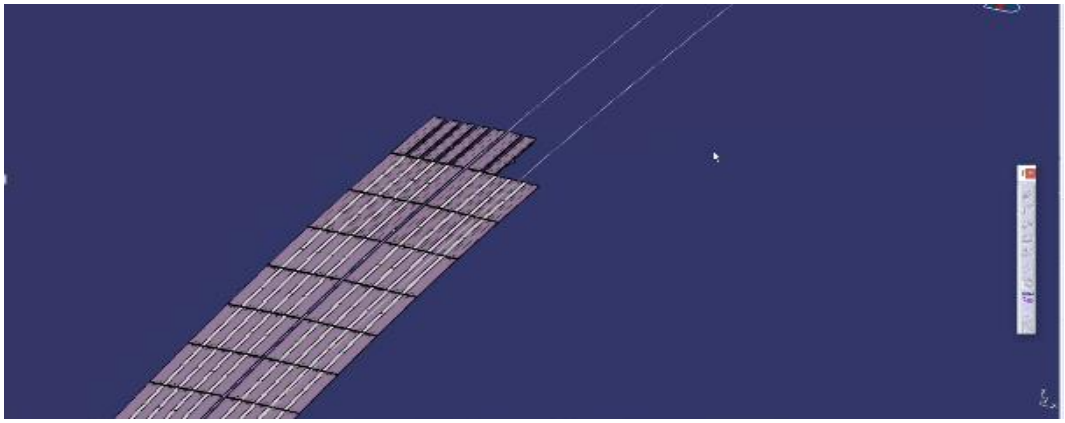


图5-33　桥梁模型创建

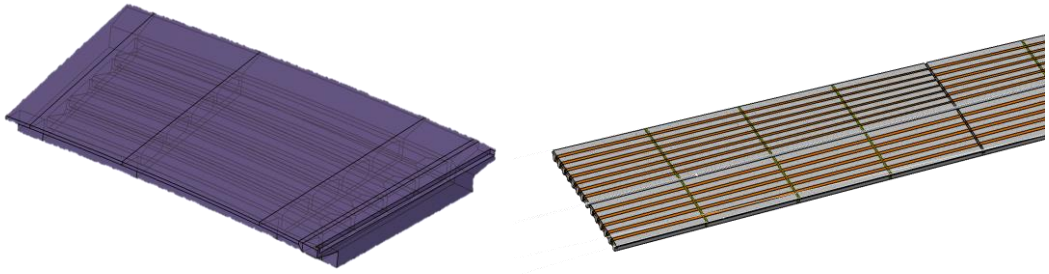


图5-34　预制小箱梁模型

（5）其他专业设计

主体设计完成后，以交通安全及智慧设备的骨架元素为基准，模板为单体，实例化构建其他专业的精细化模型，模型作为信息的载体，可以用于各设计校核、工程量统计、虚拟现实、资产管理以及养护记录和管理等数字化应用。

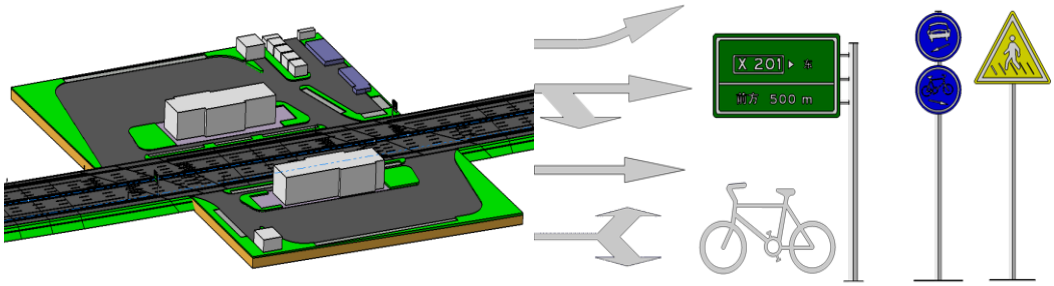


图5-35　养护工区模型、交安模型

（6）协同修改

基于参数化设计模型成果，在不同专业间进行协同修改。例如，路线的总体纵坡发生变化时，以路线骨架为基准的道路、桥梁以及交通安全等专业也会随之更新设计，以符合路线变更后的模型设计。

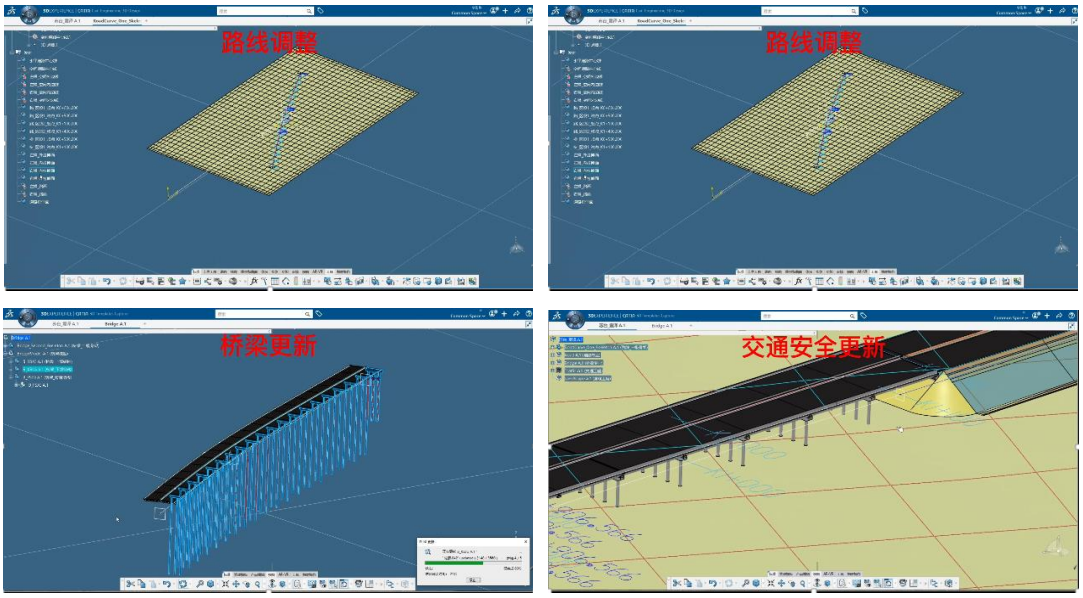


图5-36　协同修改

（7）三维图纸

本项目拟对复杂结构桥梁，进行正向设计，并通过数字化设计成果进行三维图纸出版，从而方便施工交底及数字化加工应用。基于桥梁设计的上部结构模型，实现参数化修改构件，同时出具构件图纸，并且构件图纸也具有参数化功能。基于正向设计的设计成果，通过开发的出图工具进行参数化图纸的出版。

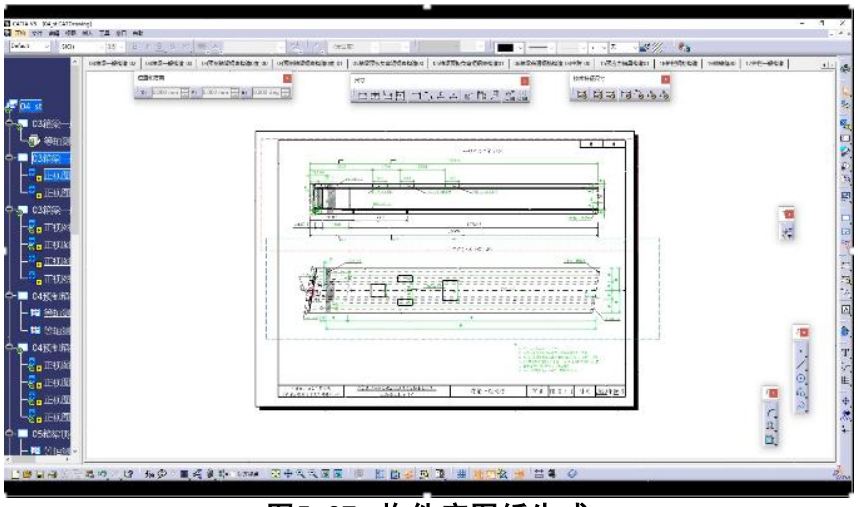


图5-37 构件库图纸生成

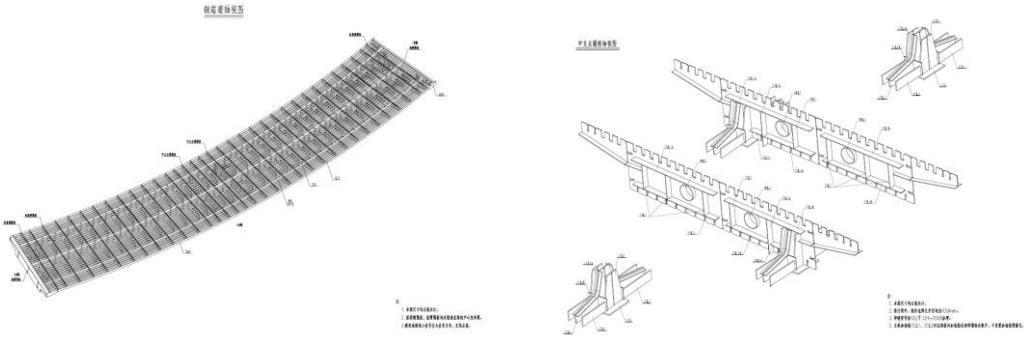


图5-38 三维图纸表达

（8）成果处理

公路工程构件数量大、类别多，故需要对构件进行分类，借助不同的编码对公路工程构件进行管理。编码不仅要充分考虑唯一性、可扩展性和适用性，还要有较强的分类、定位和索引能力。

为保证数字成果能够成功上传至数字公路平台交付并应用，将设计成果进行分类，对设计成果模型构件进行编码，用于数字化平台的构件识别作用，构建设计成果与数字化信息的桥梁。

本项目的构件编码，主要由部位代码、分类代码和实例代码组成。具体组成如下：

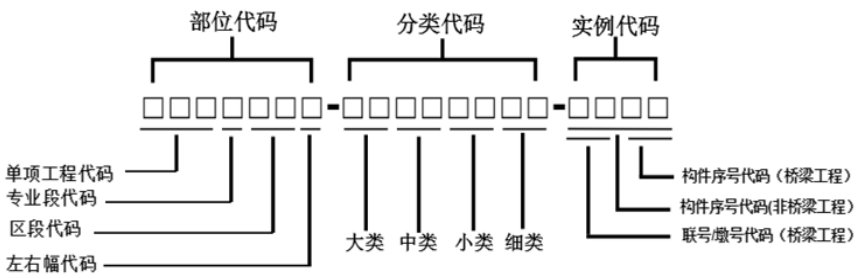


图5-39 公路工程构件编码组成

通过开发的工具，将模型成果按照编码标准进行拆分，形成单独的专业部件。通过编码工具，对单独专业部件进行编码，转换成计算机能够识别的唯一标识，用于后续信息挂接的识别码，并开展后续数字化应用。

图5-40　构件编码

2、数字化应用

通过数字化平台进行模型及信息的挂接，结合GIS环境，实现信息的可查询、可统计，同时针对本项目设计阶段的工作，开展如方案比选，冲突检测，净空核查等相关数字化应用，以此提高设计质量，形成高质量设计成果。最终数字化模型及信息成果交付至施工、运营养护阶段继续使用。

（1）冲突检查

通过各专业模型集成的冲突检测，可以直观地通过模型来检查各专业间的干涉情况，避免施工阶段因设计疏忽造成的损失和返工工作，从根源提高设计质量。例如匝道的下部结构与主线道路的中央分隔带护栏是否有冲突，并及时调整。

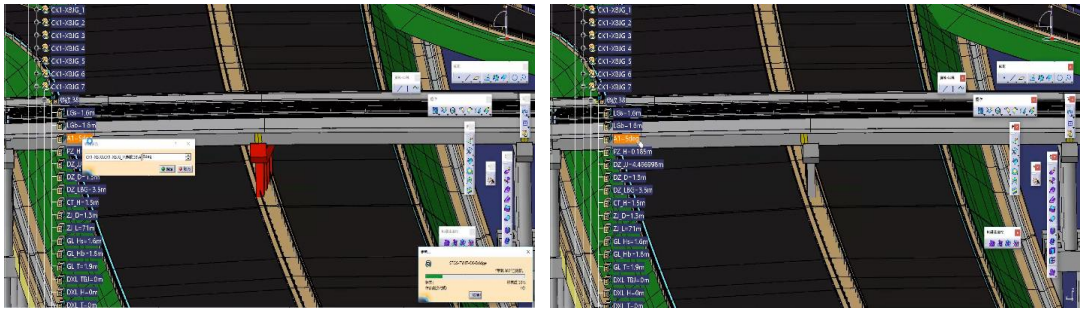


图5-41　冲突检查

（2）净空核查

应用正向设计模型，结合三维地形，对有上跨或下穿的节点利用BIM技术在三维环境中进行净空核查，可以有效保证设计方案的合理性，避免净空不足和富余较多的现象，提高设计质量。

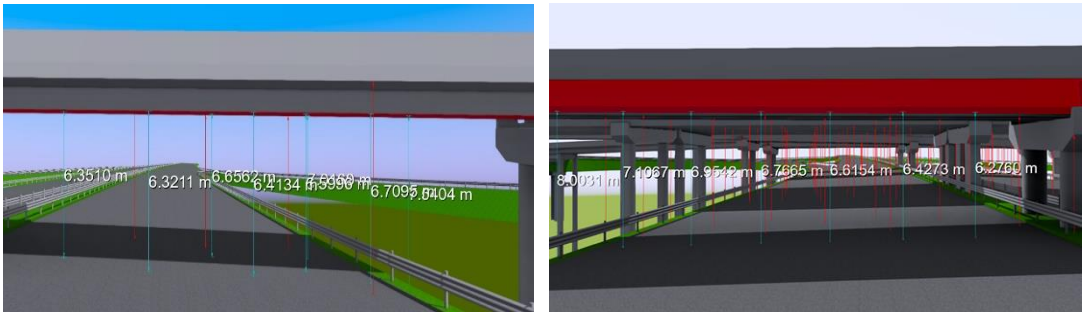


图5-42　净空核查

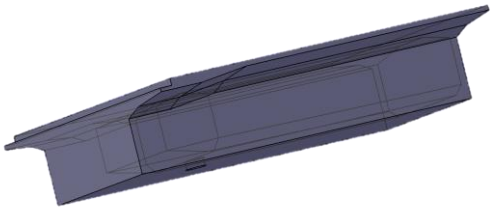
（3）行车模拟

对全线设计方案进行行车模拟，验证路线和设计的合理性和安全，提高行车安全。针对互通匝道，进行浸入式行车模拟，在沿线的地形、地物等三维元素的基础上，模拟道路建成后的整体环境和驾驶状态，对道路线形和其他要素检验和分析，验证匝道设计的合理性和安全，提高行车安全。

图5-43　行车模拟

（4）工程量统计

运用先进的BIM算量统计软件，基于设计模型，对工程数据进行统计分析，方案调整，可实时得出修改后的统计数据（如节段混凝土用量、钢束的长度、用量等），也能快速统计所需的各项工程量数据，能够准确用于设计招标工程算量、施工前工程量预算、施工结束后工程量复核统计等。同时，可辅助施工人员对工程量进行统计以及复核，避免过多的工程量的结余。



钢束编号	规格	钢束长度(mm)	下料长度(cm)	束数	共长(m)	单位重(kg/m)	共重(kg)
W1	170s15.2	12119	1371.9	4	54.88	18.717	1027.2
W2	170s15.2	18119	1971.9	4	78.88	18.717	1476.4
W3	170s15.2	24119	2571.9	4	102.88	18.717	1925.6
W4	170s15.2	30119	3171.9	4	126.88	18.717	2374.8
W5	170s15.2	36119	3771.9	4	150.88	18.717	2824
W6	170s15.2	42119	4371.9	4	174.88	18.717	3273.2
W7	170s15.2	49005	5060.5	4	202.42	18.717	3788.7
W8	170s15.2	56005	5760.5	4	230.42	18.717	4312.8
W9	170s15.2	62476	6407.6	4	256.3	18.717	4797.2
W10	170s15.2	69349	7094.9	4	283.8	18.717	5311.9
D1	150s15.2	11005	1260.5	8	100.84	16.515	1665.4
D2	150s15.2	17005	1860.5	8	148.84	16.515	2458.1
D3	150s15.2	23034	2463.4	8	197.07	16.515	3254.6
D4	150s15.2	29029	3062.9	8	245.03	16.515	4046.7
D5	150s15.2	35060	3666	8	293.28	16.515	4843.5
D6	150s15.2	41080	4268	8	341.44	16.515	5638.9

图5-44　工程量统计

3、数字化交付

（1）数字化信息

通过设计模型提取数字化设计信息，将提取的数字化信息与构建的模型以编码进行关联，是数字化应用的核心底座。提取的信息包括尺寸信息、技术指标、技术标准、文字说明、工程数量、材料等六大类型。

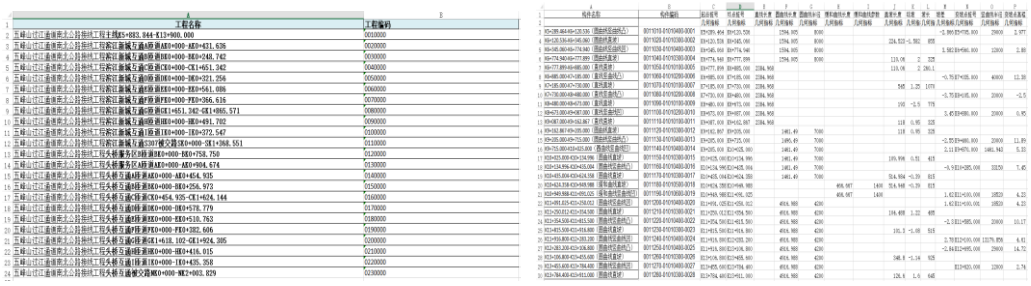


图5-45　数字化信息提取

（2）设计交付

以数字公路平台作为设计阶段数字化成果的交付手段，平台全面集成了设计阶段的设计模型、设计信息、设计图纸、过程文件等，通过提供平台网址及登录账号给项目相关人员，授予其权限对项目相关信息进行查看，即可实现设计成果的数字化交付。平台功能支持对设计阶段的各类信息包括模型、图纸、构件属性等进行查询，同时支持对项目工程量等相关信息的统计计算。

图5-46　图纸查询、断面查询

图5-47　属性信息查询与统计、构件查询

（3）成果审核

编码审查功能能够对平台上的模型判断构件是否按照规定的编码标准进行编码，对于编码审查错误的构件，列出错误原因，错误返回值，提供错误报告，便于用户修改编码。

图5-48　编码审查功能

通过将数据标准录入平台系统，针对上传的构件，按照审查标准查看构件的属性信息是否填写完整，并将相应的错误信息整理生成文档反馈给用户的信息审查功能。

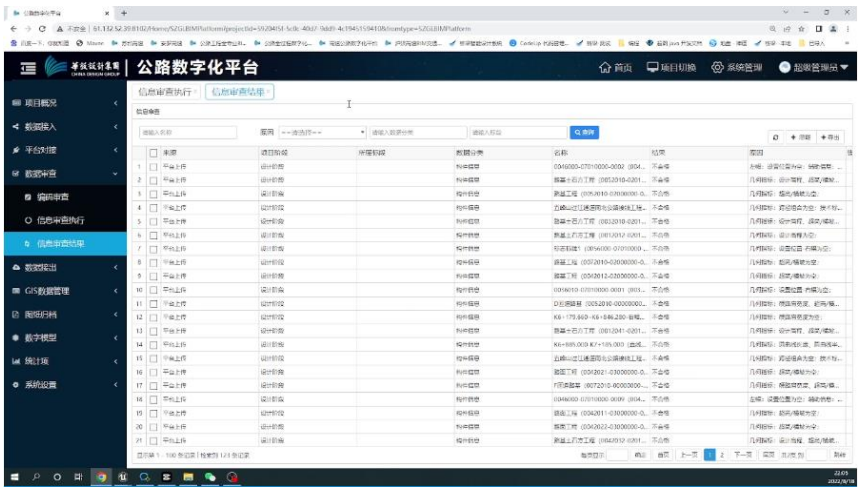


图5-49　信息审查功能

4.4.3.4　建设阶段实施目标

设计阶段的数字化成果交付至建设阶段，以数字化模型为核心载体，开发建设管理平台对项目的施工建设阶段进行管理，建设智慧工地，平台囊括现场项目施工管理的各项业务，将信息与模型进行关联，通过一键登录平台，查询BIM模型及项目各阶段的文档、信息，或进入工程管理各独立业务平台，以此打通项目管理系统之间的接口，为数据共享提供条件的施工可视化管理平台，能够实现各单位、各层级、各业务板块管理信息数据的实时反馈、集成共享、高效协同管理。建设管理平台的功能包括进度管理、合同管理、投资管理、质量管理、安全管理、文件管理、交通组织模拟等。

1、总体规划

（1）编制实施方案与管理办法

通过编制一体化实施方案明确建设项目数字化管控实施的目标、内容和预期效果。BIM实施工作管理办法明确各参建单位的责任划分、工作内容、考核标准，确保各项数字化管理工作的落地和严格执行。

（2）统一全过程应用标准

BIM标准的编制主要是规范全寿命期BIM技术应用的流程，各阶段交付的成果与交付格式以及工程信息传递方式等内容。

① 统一信息模型分类与编码标准

本标准主要规定了公路互通枢纽及特大桥工程主体结构的分类对象、分类方法、编码规定、分类和编码的扩展原则，主要用于在数字化平台中实现BIM模型与工程信息进行相互关联，并且通过BIM模型的唯一标识码实现模型和信息的快速检索和查询。

② 统一全生命期基础数据标准

本标准主要规定了全寿命期内工程结构的设计、施工、运营、养护阶段的工程数据的内容、格式、信息深度、填报单位以及数据标识。主要用于全寿命期内基础数据的标准化和规范化，便于各参建方管理工程基础信息和资源共享。

③ 统一数据交换平台技术标准

本标准主要规定了不同平台进行数据对接时的接口范围和接口要求，平台集成方面系统架构以及系统配置方面的要求。主要用于实现与数据交换平台无缝对接，从而实现各类信息资源的交换，系统之间的数据共享和集成问题，让各种数据资源能够在应用系统间实现互联互通，推动信息化进程。

④ 统一成果交付标准

本标准主要规定了信息模型的建模范围、精细度、结构层次及格式，确保交付模型的质量。数字化交付成果包括：模型文件、模型应用成果、模型提交数据库、建立构件库、模型变更等内容。

2、健全组织

各咨询单位、设计单位、施工单位、监理单位以及第三方单位，协同开展本项目数字化管控的相关工作。各参建单位配备BIM专人负责各单位的信息化工作。主要是开展前期工序报验、计量支付的项目单元划分，创建各标段临建模型以及日常平台的培训工作。

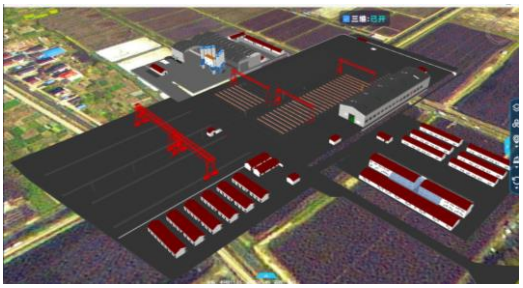
（1）统一分部分项与计量清单划分原则

在项目之初需要统一各标段分部分项与清单的划分原则，从而保证施工阶段工序报验和计量支付数据等数据与BIM模型实现关联，BIM模型的拆分与现场实际施工工序是完全一一对应，并且根据工序来动态调整。

图5-50 工序报验与计量清单划分的原则

（2）完成临建模型创建

现场各标段BIM专员配合完成BIM临建模型，以满足施工阶段场布优化以及为各类生产管理提供BIM模型基础。



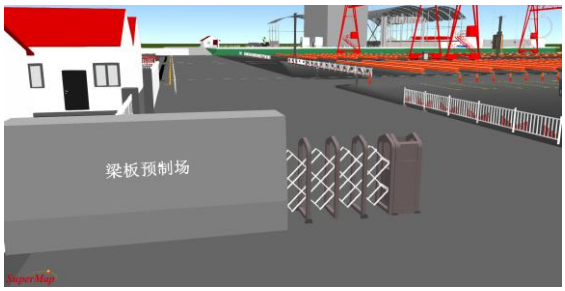


图5-51 临建模型

（3）培训与技术交流

通过培训方式让各标段BIM专员先手掌握数字化平台的使用方法，然后 BIM专员为带动提升各标段数字化平台的应用水平。

3、基于 BIM+GIS 数字化管控

（1）开发 BIM+GIS 管控平台

在平台的架构方面，打造以BIM+GIS全过程管控平台为中心的数据展示平台，用于展现可视化进度、质量和安全管控，并辅助业主进行项目的分析、预测和决策管理。通过规定基础数据标准、编码标准、交付标准、平台接口标准进一步规范建设项目的数字化管控行为。

图5-52 数字化平台系统集成界面

在此基础上搭建数据接口服务，接入项目管理、梁场管理、试验室管控、拌合站等业务平台，从而实现基于数据中心的建设工程项目数字化管理平台，为工程规划、设计、施工、运维等阶段提供管理服务。

图5-53　平台功能分区

（2）对接业务系统

本项目将对接工程管理相关的诸多业务平台，包括项目管理系统、试验室管控系统、梁场系统、拌合站系统等，通过数据接口打通不同系统之间的数据通道，实现工程数据的传递。通过BIM+GIS管控的平台实现到各个业务子系统的一键跳转。

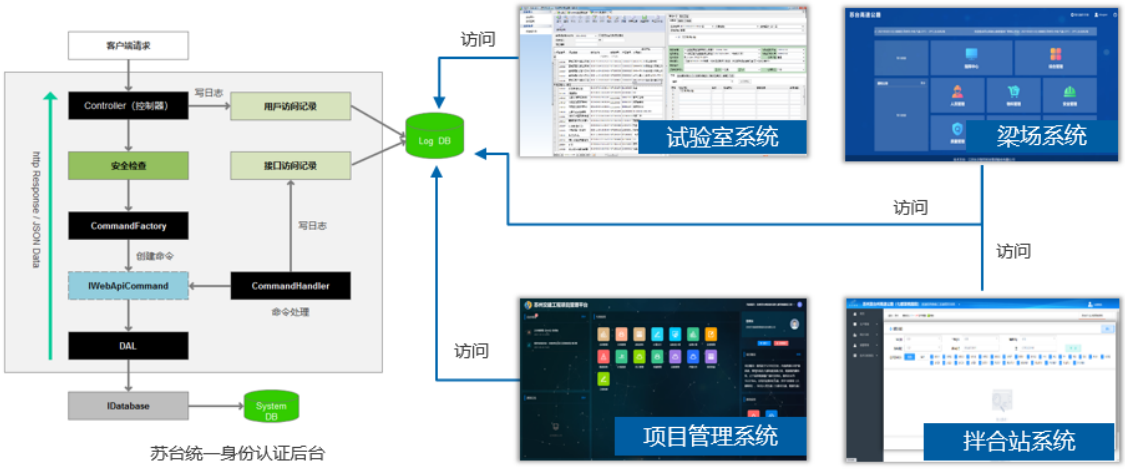


图5-54　BIM+GIS 管控系统与业务系统进行对接

（3）BIM+GIS工程聚合中心

将BIM模型与工程建设各管理要素进行关联，提取投资、进度、成本、质量、安全等关键信息，通过可视化形象表达项目的总体进展、存在问题以及发展趋势，为项目管理者提供项目决策支撑。平台中囊括的数据包括前期手续数据、图纸数据、投资数据、进度数据、安全数据、质量数据等。

图5-55 前期手续汇总、图纸汇总

图5-56 投资数据汇总、进度数据汇总

图5-57 安全数据汇总、质量数据汇总

4、业务精细管控

（1）征地拆迁

基于倾斜摄影技术将真实的三维地理信息环境虚拟化，对拟建交通工程项目占用土地情况及地面建筑物、附着物等进行可视化展示，同时将用地核查信息与GIS、征拆构筑物BIM模型进行关联，实现征拆计划及进度的管理、征拆过程资金实时动态管理，进而达到提高征拆工作管理效率的目标。

图5-58 构筑物拆迁管理、杆管线拆迁管理

（2）人员管理

人员管理主要包括考勤管理与民工工资管理。

施工现场的考勤管理不需要安装实体的电子围栏等设备，直接在系统后台设置考勤范围，录入考勤人员信息，进行手机APP活体实名认证，活体验证考勤，按

需分类导出考勤统计表，极大提高了考勤数据真实性和及时性。

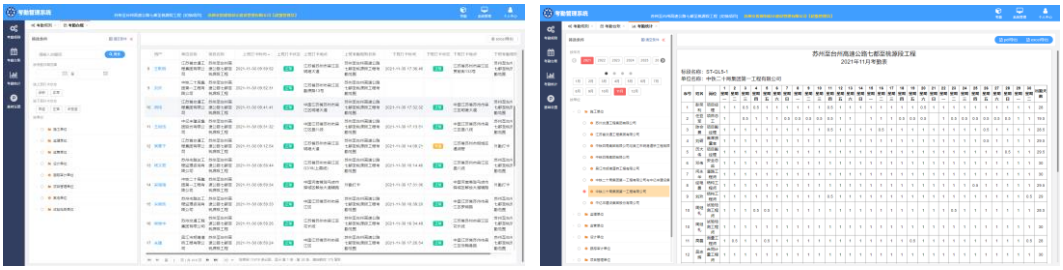


图5-59 考勤台账、 统计报表

（3）进度管理

将进度信息与BIM模型进行关联，通过不同的颜色状态显示工序的完成情况，辅助形象进度管理。每月对现场进行航飞，并将不同月份的航飞视频进行对比，更加直观了解的每月的现场进度差异情况。

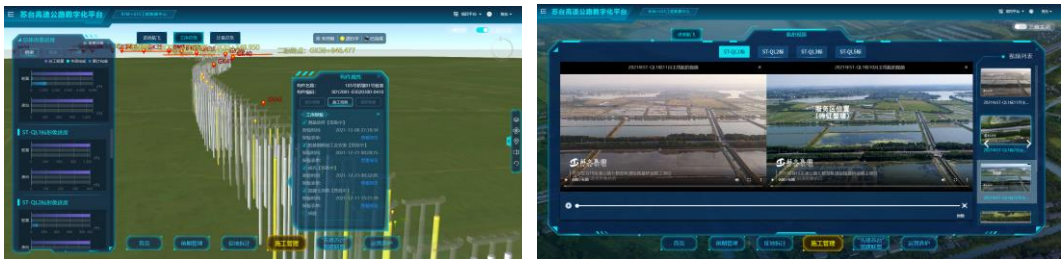


图5-60 进度可视化展示、进度航拍对比

（4）质量管理

质量管理包含工序报验、试验检测管控、混凝土拌合管控与桩基检测管控。

传统的工序报验功能只是上传各类申报表，无法提取数据，不支持手机签字，一定程度上制约了工序资料的及时性。本项目将质检资料用表全部内置进系统，现场通过手机APP进行数据填报，工序报验支持手机APP现场报验和手机签字，真正做到施工和资料同时进行，也杜绝了传统的补资料作假资料等问题，大大提高了工序报验工作的及时性、真实性和高效性。

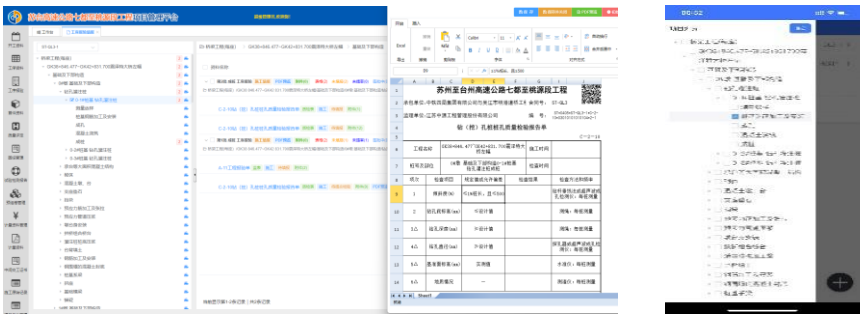


图5-61 在线填报工序资料、手机 APP 报验

同时，当现场报验完毕之后，BIM模型进度颜色更新与实时工序高度吻合同时

模型上会自动关联构件的工序质检资料。

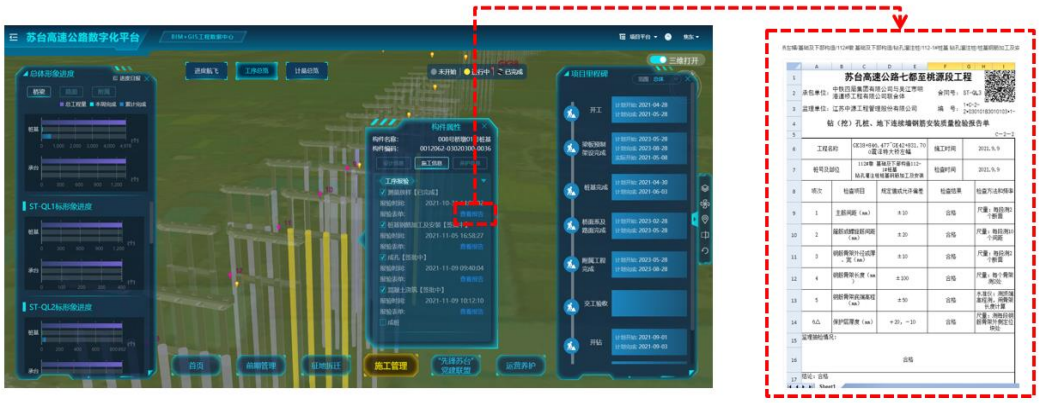


图5-62　工序质检资料实时同步到 BIM 模型

试验检测管控主要是针对土、集料、外加剂石灰等材料以及混凝土结构和路基路面等实体进行检测并出具检验报告，并与BIM+GIS系统进行对接，对每日出现的问题实现实时追溯。

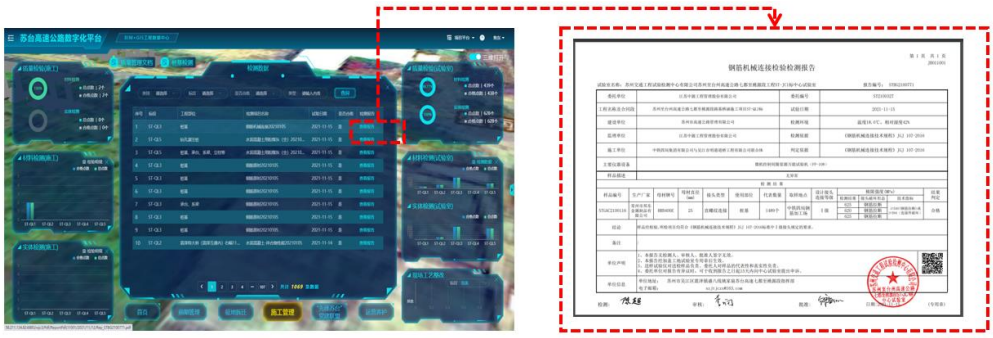


图5-63　试验检测报告

混凝土拌合管控是基于物联网、互联网、云计算、无线传感等技术构建的质量管理系统，实现混凝土拌和过程中关键参数的实时采集、传输、分析、预警、评价，将施工质量由传统的“事先检验、事后检测”的管理模式转变为“全过程”的管理模式。

图5-64　生产管理-物料管理、统计分析-产量统计

桩基检测管控主要采用超声检测法检测混凝土强度、混凝土内部缺陷和定位、混凝土裂缝深度以及混凝土裂缝宽度等性能，从而判定桩基完整性和合格性，检

测报告与BIM模型进行关联，方便后续进行查找和追溯。

图5-65　桩基检测报告

（5）安全管理

针对项目部、三场、重大以及隐患性施工区域、重要交叉口实施全天候的高清视频监控，并在 GIS 环境中建立监控点的定位，方便快速查看目标位置的现场情况。

图5-66　现场视频监控与定位

针对施工现场的安全隐患问题，通过隐患排查APP对现场存在的安全问题进行拍照、定位和记录，指派相关责任人整改处理，并在GIS环境中建立隐患位置的定位，方便快速定位安全问题。

图5-67　隐患排查网页端

针对各个标段的安全人员考勤数据进行实时统计，方便管理人员总体了解安全人员的到岗情况。对于重大设备的应力、位置等关键状态信息进行实时监控，对超过设备阈值的情况，自动推送给相关负责人。

图5-68　安全人员管理、重大设备管理

（6）计量支付管理

将工程计量清单进行桩号数据分解，发起计量支付时系统自动获取工序报验的质检材料作为附件，计量构件单元与实际施工完成的构件是一一对应的，整个计量支付过程支持线上审批和签字。同时支持监理计量支付的报表自动生成，解决了传统监理计量自行上传报表无法统计监理计量金额的情况，整个过程实现计量支付过程的精细化管理。

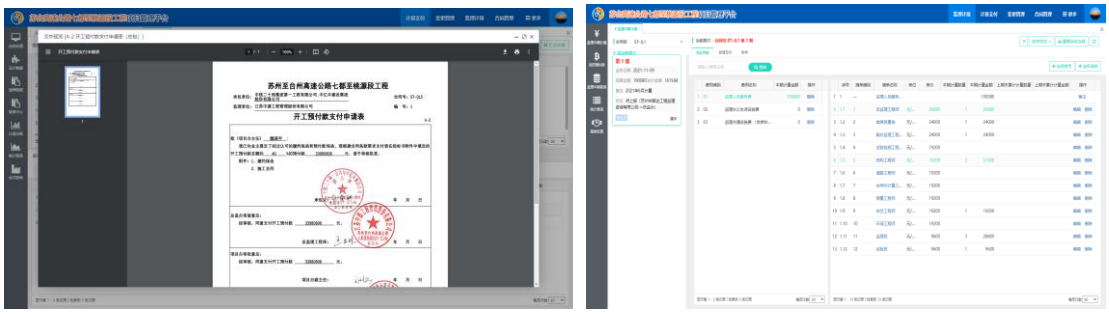


图5-69　报表线上审批、 监理计量

（7）智慧梁场

以“智能管控”为服务核心的广靖高速智慧梁场，打破了传统单一、粗放式梁场施工存在整体能耗高、作业量大、过程管控难的问题，通过新型信息化技术手段，有效地减少施工过程中‘人’的因素干扰，真正意义上实现生产过程全面可控、预制环节全面协同、核心数据辅助决策、远程监管运筹帷幄。

图5-70 智慧梁场-物料管理、智慧梁场-质量管理

（8）数字归档

工程项目结束后平台会自动生成案卷目录和卷内目录，并根据交通工程归档管理办法配置归档组卷规则，系统组卷后自动形成完整版案卷，已经组卷完成的案卷支持文件导出和批量下载。组卷完成后的所有案卷可以根据接收单位不同选择对应的文件分类进行移交，提交移交后接收单位可对移交案卷进行核验，核验无误后系统可以将案卷推送至接收单位的系统平台。

图5-71 生成案卷

档案移交

4.4.3.5 运营养护阶段实施目标

1、开发三维数字化养护管理平台

养护管理信息化发展相对落后，虽已有养护管理单位搭建了养护检测数据的GIS展示平台，但总体还是二维化展示，没有形成三维化的呈现，可视化效果不够直观，难以发现公路养护方面的细节问题。三维数字化技术相对于二维来说，能够展现更多微观地、细节化的信息，这对于养护过程中发现基础设施的微小形变、路面细小的破损等方面具有重要意义。

因此，本项目拟通过建立三维数字化的养护管理平台，以实现公路精细化管养。在养护阶段，对项目在之前的设计、施工阶段的模型进行收集梳理，将符合管理需求的三维数字化模型在养护管理平台中进行展示。打通各业务系统的数据接口，依托三维模型结构化梳理信息内容，通过数字化业务应用管理系统平台实现各类数据的集成管理和业务系统统一身份认证，各业务系统通过调用数字化业务应用管理系统平台中的数据，从而实现业务的数字化提升，提高决策效率。

通过三维可视化技术，管理人员可以直观地了解公路的状况和问题，制定更加精准的养护计划和预防措施，提高公路的使用寿命和安全性。

2、业务应用

（1）公路养护资产管理

对接公路养护三维模型库，通过数据道路、三维模型库对接，将路基信息、构造物信息、沿线设施信息等进行分类，形成公路养护资产库，为养护工作提供数据，平台支持对各类构件的统计、定位和信息查询等操作。

图5-72　公路养护资产库

在运行养护的过程中，由专门的运行管理人员负责对包括路灯、护栏、标志标牌等在内的构件进行更新与维护，保证三维数字化模型的有效性。

图5-73　更换路灯

维修护栏

（2）桥梁健康状况检测评定

对桥梁基础设施实现多角度、多尺度的三维呈现，结合外场感知数据，及时评定桥梁结构、形变情况，判定桥梁健康状况。

（3）道路状况检测评定

以三维数字化方式呈现道路病害情况，包括路面裂缝、坑洞、路肩塌陷、路基沉降等病害信息。

图5-74 道路状况检测评定

（4）软基数字化监测

总结既有项目软件监测经验，开发数字公路软基监测模块功能，对项目全生命周期软基进行数字化监测。

（5）养护作业统计分析

汇总各单位历年管辖范围内的道路养护相关数据，并在三维地图上对养护里程、养护作业情况进行可视化呈现，以更加直观的方式展示路况指标同环比，输出统计专题图标，辅助养护决策的制定。

（6）实时监测交通情况

通过智能设备实时监测交通情况并进行分析，依托模型查找附近的情报板、喇叭等设施设备，向过往车辆提供交通信息提醒，提高行车安全性。

（7）路网状态分析

目前已有的路网运行监测系统主要依靠交调、车检器设备进行，实时性和可视性都有待提升，平台开发了路网运行数据分析与研判模块，对全路网运行数据进行挖掘分析，通过搭建分析模型，能够实现路网异常事件的事前检测及主动预警。

图5-75 路网运行智能分析系统

4.6 建设管理方案

4.6.1 建设组织模式和机构设置

为进一步加强高速公路建设项目的领导和管理，建议南京市交通建设投资控股(集团)有限责任公司组建建设指挥部。

指挥部组织机构：总指挥、副总指挥、项目指挥、项目副指挥及相关成员单位。

成员单位主要为沿线各县、区交通运输局以及交通运输综合行政执法大队等。主要负责项目建设的支持保障、项目征地拆迁、矛盾协调，以及行业监管相关工作。

指挥部内设机构：综合处、计划处、质量安全监督处、财务处、项目办。

综合处负责项目建设统筹协调、综合保障等工作。

计划处负责项目前期，计划统计、计量支付、数据扎口上报及设计管理等工作。

质量安全监督处负责项目质量安全监督管理等工作。

财务处负责计量资金、相关费用审核、扎口申报和支付等工作。

项目办在建设指挥部的领导下，具体负责项目推进工作，做好施工现场管理、地方矛盾协调、党建宣传等工作，负责工程质量、安全、廉政及环保工程建设。

4.6.2 建设质量和安全管理

本项全面落实《江苏省打造公路水运品质工程实施方案》，积极打造交通品质工程，根据江苏省交通运输厅《关于强化公路水运建设工程质量安全责任履行、落实质量安全责任的通知》（苏交质【2018】22号文），实行建设工程质量和安全管理责任制，具体如下：

4.6.2.1 严格落实工程质量责任，健全工程质量责任体系

1、全面落实各方主体工程质量责任，特别要强化建设单位的首要责任和勘察、设计、施工单位的主体责任。严格执行工程质量终身责任制。

2、实行工程质量责任登记制度。建设从业单位应当按照相关要求填写工程质量责任登记表。

3、建设的各方责任主体项目负责人依法对所从事的工程质量工作负责。建设工程各方责任主体项目负责人主要指承担建设工程项目建设的建设单位项目负责人、勘察单位项目负责人、设计单位项目负责人、施工单位项目经理、监理单位总监理工程师。

4、建设工程开工建设前，建设、勘察、设计、施工、监理单位法定代表人应当签署授权书，明确本单位项目负责人。

5、建设单位项目负责人对工程质量承担全面责任，不得违法发包、肢解发包，不得以任何理由要求勘察、设计、施工、监理单位违反法律法规和工程建设标准，降低工程质量，其违法违规或不当行为造成工程质量事故或质量问题应当承担责任。

勘察、设计单位项目负责人应当保证勘察设计文件符合法律法规和工程建设强制性标准的要求，对因勘察、设计导致的工程质量事故或质量问题承担责任。

施工单位项目经理应当按照经审查合格的施工图设计文件和施工技术标准进行施工，对因施工导致的工程质量事故或质量问题承担责任。

监理单位总监理工程师应当按照法律法规、有关技术标准、设计文件和工程承包合同进行监理，对施工质量承担监理责任。

6、各级交通主管部门及其所属的质量监督机构应加大对公路水运建设从业单位质量责任落实情况的监督检查，发现问题及时纠正。对有下列情形之一的，各级交通运输主管部门应当依法追究项目负责人的质量终身责任：

（1）发生工程质量事故；

（2）发生投诉、举报、群体性事件、媒体报道并造成恶劣社会影响的严重工程质量问题；

（3）由于勘察、设计或施工原因造成尚在设计使用年限内的建筑工程不能正常使用；

（4）存在其他需追究责任的违法违规行为。

7、工程质量责任登记表、工程质量终身责任承诺书、法定代表人授权书应当在办理工程质量监督手续时报质量监督机构备案。项目负责人如有更换的，应当按规定办理变更程序，重新签署工程质量终身责任承诺书，连同修改后的工程质量责任登记表、法定代表人授权书，报工程质量监督机构备案。各级交通运输主管部门或其委托的工程质量监督机构应当督。促五方主体法定代表人、项目负责人及时签署工程质量责任登记表、授权书、承诺书。

4.6.2.2 加强安全生产管理

全面落实安全生产责任，加强施工现场安全防护，特别要强化对深基坑、高支模、起重机械、高空作业等危险性较大的分部分项工程管理，以及不良地质地区重大工程项目的风险评估或论证。推进信息技术与安全生产的深度融合，加快建设施工安全监管信息系统，通过信息化手段加强安全生产管理。建立健全全覆盖、多层次、经常性的安全生产培训制度，提升从业人员安全素质以及各方主体的本质安全水平。

4.6.2.3 严格执行《江苏省公路水运工程从业单位质量安全责任清单》

1、“清单”依据国家现行的工程建设方面的法律、法规、部门规章、地方政府规章，结合省厅现行的规范性文件，界定了省内公路水运交通建设工程项目建设、勘察、设计、施工、监理和检测单位等责任主体的质量安全基本责任，有利于规范、加强和提高公路水运工程建设项目质量安全管理水平，落实各方质量安全主体责任，完善质量终身责任制。

2、项目参建单位应积极落实“清单”中列入的各项责任，并严格按照规范和各类技术标准的要求开展工作。参建单位设置的现场管理机构及其主体单位除必须落实“清单”责任外，未列入“清单”中的其他法律、法规、规章及规范性文件要求，亦应遵照执行。

4.6.3 新材料、新设备、新技术、新工艺

4.6.3.1 数字设计手段

1、控制测量采用GPS技术，大比例尺地形图测量采用三维数字化成图技术。

2、运用数字地形图进行路线平面方案的比选及平纵面的综合设计，在数字地模上对路线平纵组合设计、路线与环境的协调及大型构造物方案等进行检验和评价。

3、应用专业软件在三维地模上进行路线平、纵、横设计。

4、广泛采用计算机辅助设计、计算。在路线、路基路面、桥梁涵洞、路线交叉等专业，CAD程度较高，各专业均完全采用计算机出图。

5、调查数据通过JSJTY-EICAD软件进行电子化，通过软件进行工程数量自动统计。

4.6.3.2 智慧高速技术设计方案应用

1、车道管控技术

高速公路主线车道管控的控制对象是高速公路路段上的交通流，运用主动交通管理理念，基于检测的交通数据，对交通通行能力，事故风险进行预测研判，提前对交通流进行管理，保证车道交通流均衡，降低事故发生概率，以提高通行效率。区别于目前高速公路上的“人工”智能管控系统，精细化主动管控系统根据可靠的算法、细颗粒度的仿真系统、实时效益反馈系统，来主动保障高速公路的安全和畅通。

2、智能光纤监测系统

智能光纤监测系统是光缆线路维护发展的需要，它把光缆线路纳入到实时集中的监测维护当中。能实时监测光纤的衰减情况，在出现故障时实时告警，并通过光衰减曲线辅助分析故障发生的原因，同时能精确定位故障点，

保障及时、快速抢修及维护。该系统不仅仅是用自动替代人工，更是维护水平和维护理念的升华，能为排除故障和隐患提供科学的依据和手段，从而达到减少故障次数、缩短故障时间、提高光纤网可靠性的目的。通过该系统的部署，可以将无声的光缆网络资源运维管理系统打造成一个“看得见、有思考、会说话”的自动化智能管理系统。

3、智能运维

基于智能机箱实时监测外场机电设备的通信、供电、防雷、门控、温湿度等信息，并将异常信息类型和设备位置发送至后台预警。主要由智能机箱和后台管理软件组成。

4.6.3.3 智慧工地管控平台应用

1、建设依据

2021年3月25日，江苏省交通运输厅发布《普通国省干线公路智慧工地建设技术要求》（DB/T 3972-2021）。该地方标准是公路工程的全国首例。2021年5月28日，江苏省交通运输厅印发《加快推进公路水运工程智慧工地建设实施意见》（苏交建〔2021〕8号），该实施意见是公路水运工程建设方面全国首个省级智慧工地建设实施意见。2022年 6月，江苏省交通运输厅印发《省交通运输厅公路事业发展中心关于普通国省道建设工程推广智慧工地建设的通知》提出了智慧工地推广的指导思想、建设目标、建设内容、评价细则等。

2、建设方案

本项目拟通过利用大数据、云计算、物联网、移动互联、人工智能等信息技术，通过各种智能终端、智能传感设备，围绕人、机、料、法、环五要素，目标旨在打造互联协同、智能生产、科学管理、智能监测与检测的项目信息化生态圈，为工程建设提供智能化监管及决策，实现工程建设智慧管理，同时将数据进行深度挖掘分析，为养护运营提供决策支持。

4.6.3.4 双向搅拌桩智能监控技术

双向搅拌桩施工在人工操作时，经常出现故意短桩、减少水泥用量、减少复搅等“偷工减料”现象，造成工程质量隐患及质量事故；由于地质勘察资料不详尽，导致实际所需桩长的控制难以把握，如桩长没有达到实际持力层带来质量隐患，进入实际持力层过多则造成设备损坏。采用智能监控技术，

能够及时对施工参数进行监控和调整，有效减少由于人工操作带来的安全、质量等问题。

1、智能化施工

在常规的水泥土搅拌桩施工中，由于智能化程度不够，存在以下问题：

人为因素多，偷工减料现象严重，经常出现桩长不够和少用加固料，造成严重质量隐患；环境污染严重，同时造成材料浪费，约在 1.6%；易造成加固料在桩体中分布不均匀，甚至出现断桩现象，造成质量隐患；配料不精确，无法精准实现设计意图；劳动强度高，用工多，施工成本较大。

双向水泥土搅拌桩智能化施工系统通过将制浆系统、打桩系统进行整合，对施工过程中的关键参数进行预设，采用更先进、更丰富的传感模块实现对前端数据的全方位采集，当参数产生偏差时系统及时进行智能提示和纠偏，避免了人工操作带来的安全、质量和成本等问题。

2、自动识别桩长

自动识别桩长技术是将静力触探的锥尖阻力值（进入持力层）对应到施工设备内钻杆电流值，通过施工设备的复核验证，将得出的电流值输入到智能化控制程序，施工时依据电流值的变化进行智能化控制施工桩长。该方法施工方便、操作简单，体现了精细化设计的理念，降低了工程造价，其优点主要有：

（1）能够根据不同的地质条件，自动识别施工桩长。

（2）确保搅拌桩桩体进入设计要求的持力层并保证进入深度，使得施工质量得到可靠保证。

（3）避免了进入持力层深度过多，造成设备损坏，降低经济损失，提高工作效率。

（4）可适当降低设计阶段的地质勘察工作量，降低工程造价。

3、远程监控系统

智能化监控系统可以实时计入各个装置的数据并上传云处理器，演示在实时监控主页面上，施工过程可以全方位监控管理，现场管理人员可通过互联网设备、移动 APP 和现场实地巡查等多种形式对施工状况进行监督管理，后台管理人员也可通过远程监控系统实时了解工程进展与施工状况。

4.6.4 实施方案

4.6.4.1 工程特点与施工条件

1、工程特点

根据当地自然条件、社会条件以及项目的自身性质，归纳其特点如下：

（1）本项目沿线区域人口密集，人均耕地紧张，自然环境优美，路线设计综合考虑各种因素，尽量合理利用土地，减少征地，注重环境保护；

（2）本项目采用平原微丘区六车道高速公路标准，部分路段由于受城镇规划及相关路网的影响，路线的平面指标设计存在一定的制约，公路安全保障工程尤为重要；沿线交叉道路、河流较多，全线桥梁比例较高，桥型选择尽可能采用标准化、系列化和便于集中预制的构件，以确保工程质量，加快建设进度，降低工程造价。

2、施工条件

（1）南京都市圈环线高速公路桥林至苏皖界段位于南京市浦口区，项目区属宁镇扬丘陵岗地区平岗地，沿线跨越村庄，地势整体略有起伏，一般高程约20~30m，起点位置较低。

本区地处属北亚热带湿润气候区，呈明显的季风气候，具有四季分明、雨量丰富的气候特征。原始植被完好，自然环境优良。空气质量常年达国家二级标准。

降雨：多年平均降水量为1106.5mm，极大值为2015.2mm（1991年），最小雨量为448.0mm（1978年），年平均蒸发量1385.7mm。降雨多集中在汛期（5-9月），其中6-7月降雨量占全年的27%以上。

湿度：浦口区相对湿度多年平均为77%，最大月份为7月，相对湿度84%；最小月份为12月，相对湿度72%。

常年主导风为东北风。冬半年（10～次年3月）主导风向、风频以北东～东北、东风为主风速16.3～23.8m/s；夏半年（4～9月），风向以东南、东风为主，风速21～27m/s。

（2）项目区域交通便捷，陆上交通主要有宁九高速（初设）、天天高速、G347、S356、G235（工可）、S002等高等级公路；交通十分便捷。

（3）项目所经区域人口密集，人均耕地紧张，土地资源匮乏，取土、弃土应节约用地，合理利用。

4.6.4.2 工期计划

从区域路网来看，项目路作为南京都市圈环线高速公路的重要组成，苏皖重要的省际联系通道，宜尽早开工建设，考虑建设工期，建议本项目于2025年年年初开工建设，工期3年。

表5-22 工期安排表

项目	2025				2026				2027			
	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度
前期准备	—											
路基		—	—	—	—	—						
桥涵		—	—	—	—	—	—	—	—			
路面基层						—	—	—				
路面面层									—	—	—	
其它工程		—	—	—	—	—	—	—	—			
交通工程									—	—	—	—

4.6.4.3 分项工程施工方案

本项目建设工期3年，具体安排如下。

4.6.4.3.1 前期准备工作

包括恢复中线、征地拆迁、临时工程、平整清理场地、材料的采购和运输，计划工期5个月。

1、恢复中线

根据设计提供的《直线、曲线及转角表》、《公路用地表》、《控制点成果表》、《逐桩坐标表》进行放线，并进行核对，确认无误后，方可进行下一道工序，该项工作计划自开工之日起半个月内完成。

2、征地拆迁

根据《公路用地图》、《征地拆迁一览表》、《临时用地一览表》，召集各方代表，完成征地拆迁工作。计划工期5个月。

3、临时工程

完成主要便道、便桥、临时房屋和工棚、临时电力、电讯线路以及生产、生活用水池、水管等工程。计划工期3个月。

4、平整、清理场地

主要进行平整场地、砍树挖根、锄草、挖除表土、排除积水、挖除淤泥、回填、碾压等。计划工期2个月。

5、材料采购及运输方案的确定

沿线筑路材料除取土外，均需外购。各种筑路材料的品种、规格、质量等，应符合设计要求。全段土方工程应尽量纵向调运，施工单位对设计提出的取土场，在实施时，应详加核实，与地方取得一致，并制定具体取土计划，经济合理地调运工程用土。材料一般以汽车运输为主，也可部分利用地方运输方式，施工单位对各种材料的规格、用量、临时堆放场地等，均需作出合理的安排调运计划，注意工程项目的先后衔接，保证筑路材料及时满足工程所需。

4.6.4.3.2　路基、路面工程

1. 路基

对一般路段应做到：

（1）路基施工应做好施工期临时排水总体规划和建设，临时排水设施应与永久性排水设施综合考虑，并与工程影响范围内的自然排水系统相协调。

（2）填土必须符合《公路路基施工技术规范》(JTG F10-2019)要求，分层进行碾压，并达到规定压实度。

（3）由于路线经过地区为平原微丘区，土料部分属于过湿土，路基填料需掺灰处理，石灰一定要拌和均匀，以保证路基的压实度符合规定要求。

对一般填方路段应做到：

（1）填方取土，应合理调配土石方，做好土方来源调查，结合城市建设、河道疏浚等多方面开展调研工作。

（2）原地面耕植土应先集中存放，以利再用。

（3）性质不同的填料，应水平分层、分段填筑，分层压实。同一水平路基的全宽应采用同一种填料，不得混合填筑。

（4）路基填料按照规范设置一定的排水横披。

（5）路堤填筑时，应从最低处起分层填筑，逐层压实，压实宽度不得小于设计宽度。

（6）高填方路堤宜优先安排施工，施工过程中宜进行沉降观测，按照设计要求控制填筑速率。

对一般挖方路段应做到：

（1）可作为路基填料的土方，应分类开挖分类使用。

（2）应做好临时排水设施，防止路基范围内积水，影响路基的稳定性。

（3）开挖过程中，应采取措施保证边坡稳定。

（4）挖方路基施工遇到地下水时应采取排导措施，将水引入路基排水系统。

（5）路基开挖应根据地面坡度、开挖断面、纵向长度及出土方向等因素，结合土方调配，选用安全、经济的开挖方案。

（6）开挖的弃土应按设计的要求堆放，不能造成次生灾害。

对软土地基路段，需做到：

（1）软土地基段施工计划中宜考虑地基固结工期，施工时不宜破坏软土地基表层硬壳层。

（2）当工程填土高度在稳定高度以上时，软土地基上的填土应以缓速施工为原则。但在选择软土地基处理方案时，应以工期以及处理可靠性作为制约前提，以保证工程的技资效益。

（3）软土地基段的路堤填土要求同一般路段，并且严格控制施工填土速率，以确保路堤安全施工。

（4）软土地基段必须进行沉降观测，必要时进行稳定观测。

（5）一般路基与软土路基的衔接，基础处理一般设置过渡段。

（6）位于软土地段的构造物施工，应严格按照施工顺序进行。

（7）软基处理需要在路基两侧同步实施。

同时，在路基填筑过程中，要注意施工对当地群众生活和自然条件的影响，从而采取有效措施以减小对当地的影响。

2. 路面

在路面设计前开展现场资料调查和收集工作，并进行交通荷载分析，按照全寿命周期成本理念进行路面设计。根据交通量及道路等级对路面强度的要求，考虑到路面结构层坚实、耐磨、抗滑的功能要求，结合沿线气候、水文、地质及材料分布情况，本着因地制宜、就地取材、方便施工、利于养护等原则进行路面组合设计，同时应对路面结构进行经济技术等方面方案比选。

（1）路面类型选定

本项目路面类型采用高级路面型式，从沥青混凝土路面和水泥混凝土路面中择优选择。沥青混凝土路面具有表面平整、无接缝、行车舒适、振动小、噪音低、对不均匀沉降变形适应性较强、施工周期短、养护维修方便等优点，但其使用年限短，养护费用相对较高。水泥混凝土路面具有强度高、稳定性好、使用寿命长、养护维修费用低的优点，但存在接缝多、行车舒适性差、噪音大、开放交通迟缓、一旦破坏修复困难、对地基不均匀沉降变形适应性差的缺点。根据上述两种路面结构的特点，结合本项目的自然地理环境、工程地质条件、筑路材料来源和现有道路施工、使用情况的调查，并充分考虑经济合理性，本项目确定采用沥青混凝土路面。

（2）路面施工质量保证

本项目为高速公路，交通量大，路面施工质量非常重要。

路面施工优先采用机械化施工方案，有条件的情况下应优先引进高效的滑模摊铺机和配套搅拌设备，实现全集中拌和。严格控制材料用量和材料组成，实行严格的工序管理，做好现场监理与工序检测工作，确保施工质量。路面施工前应做好各项室内试验工作。路面施工对施工季节、施工温度、原材料、配合比、平整度都有很高的要求，故路面工程的施工对施工单位的要求较高，宜采用配套路面机械设备，专业化施工方案，严格控制混合料的配合比，确保路面的各种指标符合各项规定要求。

4.6.4.3.3 桥涵工程

本项目桥梁比例较高，桥梁结构以预制组合箱为主，采用预制装配式施工，以减少桥梁施工对交叉道路、河流的影响。对于跨高等级道路时，重点应考虑桥梁施工期对于被交道路的影响，桥梁结构一般选用悬浇连续梁方案，施工方案采用悬臂浇筑方案。

另外，在桥梁施工时还应注意以下问题：

（1）在桥台施工时，一定要在软基处理结束路基填土已完成后方可进行桥台灌注桩的施工，本项目所穿越地区的部分段落土质较差，对钻孔灌注桩的泥浆护壁、混凝土浇筑的准备工作、混凝土浇筑和处理意外情况的能力都有很高的要求。

（2）在预制预应力构件时要注意张拉力和预拱度的问题。

4.6.4.3.4 沿线设施及其它工程

沿线设施内容较多，结合施工过程还有许多临时设施，施工时本着临时工程满足要求、永久工程确保质量的要求进行施工，严格执行有关规范标准。

1、交通工程

交通安全设施包括的交通标志、标线、安全护栏等。

2、机电工程

机电工程包括监控通讯、收费系统等工程，其中通讯工程管线预埋应在中央分隔带排水工程施工之前结束。

3、绿化工程

沿线绿化工程主要是按设计及实地情况，播散草籽、栽植花卉、树木等，在村镇附近路线通过的区域，应结合实际，设置绿篱屏障，以减轻噪音影响。绿化工程待主体工程完成后进行。

4.6.4.3.5 交通组织

本项目推荐方案中共有2处互通式立交，且桥梁比例高，因此，在实施过程中，宜设置临时便道或进行交通分流措施。施工期间，应邀请交管部门协助，对相关路段进行交通管制，以保证正常出行。

4.6.4.5 工程管理和技术人员培训

4.6.4.5.1 工程管理

为保证本项目按期、保质保量完成，并尽快发挥其效益，项目实施期间和营运期间均应该进行科学管理工作，严格执行各项规章制度，这不仅能对工程事故进行控制，防患于未然，而且能对工程进行全局控制，防止重复劳动，减少返工，提高工作效率。

1. 项目建设期的管理

建议本项目按国际通用的招投标承包方式进行，并在项目建设中实施工程监理制度，具体管理措施包括以下几个方面：

（1）建设单位应设置该项目的专业管理机构，负责工程实施前的准备工作以及工程实施过程中的管理工作。

（2）采用招投标方式选择承包人，并对施工队伍的技术资质、施工机械设备性能、环境等准备工作进行审核。

（3）实行第三方工程监理制度，开工前要对施工现场、技术、管理、环境等准备工作进行审核。

（4）在每道工序的操作中，注意对操作质量的巡视，对违章操作应及时纠正，坚持上道工序不合格就不能转入下道工序的施工原则。

（5）坚持对隐蔽工程的检查，查出问题必须严肃处理，并经监理工程师确认后，才能转入下道工序。

（6）对已完成的工程项目要注意保护，防止污染和损坏。

（7）竣工后要严格按规定程序验收，对工程质量进行评定。

2．项目营运期的管理

项目建成投入营运期间，仍需要实施严格管理，加强养护、疏通、收费以及服务设施的管理，以便更好地为用户服务。

（1）加强对道路的养护管理，及时维修遭受破坏的设施，并适时进行大修处理。

（2）通过交通巡逻，在发生交通事故或车辆违章时能迅速予以排除或查处。

（3）对公路上发生的事故能及时通知相关部门，立即采取有效措施，尽快疏散交通。

（4）按规定实行合理的收费制度，进行收费、统计、监督和检查交通量的统计与分析。

4.6.4.5.2 技术人员培训

为提高高速公路建设及管理人员的技术素质，借鉴国内外先进的理论和经验，可适当安排人员参加相关的培训，也可邀请有关专家学者举办研讨会、学习班等，进行专门项目的培训，争取使学到的知识和方法及时应用于本项目的建设、管理工程，提高本项目的服务质量。

4.6.4.6 以工代赈方案

根据国务院办公厅转发国家发展改革委《关于在重点工程中实施以工代赈促进当地群众就业征收的工作方案通知》（国办函【2022】58号文）本项目为政府投资的终点工程，拟实施工代振的方案如下。

1、以县域为主组织积极动员当地群众参与。依托当地以工代赈劳务沟通协调机制，通过劳务公司、劳务合作社、村集体经济组织等，组织动员当地农村劳动力、城镇低收入人口和就业困难群体等参与务工，优先吸纳返乡农民工、脱贫人

口、防止返贫监测对象。

2、精准培训务工人员。项目所在地县级政府利用项目施工场地、机械设备等，采取“培训+上岗”等方式开展劳动技能培训和安全生产培训

3、及时足额发放以工代赈劳务报酬。地方政府督促项目单位尽量扩充就业岗位容量，合理确定劳务报酬标准，确保及时足额发放。

4.6.5 招标方案

4.6.5.1 招标范围

本项目实施阶段拟对以下工作内容进行招标：

1、勘察、设计招标

招标内容包括工程地质勘察、工程设计。

2、工程施工招标

重要设备、材料等采购活动均包括在建筑安装工程采购中。

3、工程监理

主要针对工程施工阶段的监理进行招标。

4.6.5.2 招标组织形式

根据《中华人民共和国招标投标法》及国家计委第五号令“工程项目自行招标试行办法”的要求，项目建设指挥部满足自行招标的有关规定和条件，委托有资格的招标代理机构代理招标事宜。

4.6.5.3 招标方式

本项目的勘察设计、施工、监理等招标均根据国家相关规定采用公开招标的方式。

4.6.5.4 招标初步方案

本项目勘察设计、监理等招标均要求甲级以上资质的勘察、设计、监理单位，中标单位应符合资质要求，土建建筑施工招标的资质要求为具有独立法人资格、具有公路工程施工总承包特级资质，并均在上一年度年检合格。

本项目招标基本情况如下。

表5-23 南京都市圈环线高速公路桥林至苏皖界段工程招标基本情况表

	招标范围	招标组织形式	招标方式	不采用招

	全部招标	部分招标	自行招标	委托招标	公开招标	邀请招标	标方式
勘察设计	√			√	√		
建筑工程	√			√	√		
安装工程	√			√	√		
监理	√			√	√		
重要设备	√			√	√		
其他	√			√	√		

第5章 关键性技术问题的认识及其对策措施

1、项目涉及多条高等级公路，需充分收集相关资料，做好工程界面、具体工程技术方案及相关设施与业主、设计单位等协调工作。

➢ 问题的分析

本项目位于南京市浦口区桥林新城南侧，路网分布密集，主要有锦文路过江通道、宁九高速公路（规划）、S98 全椒至禄口高速公路安徽段、G235（规划）及 X204，项目涉及的高等级公路多，协调面广。

➢ 对策措施

1、项目起点在 G347（浦乌路）附近顺接锦文路过江通道项目，根据锦文路过江通道前期研究成果，锦文路过江通道拟推荐双层桥方案，高速公路位于上层。锦文路过江通道高速层设计速度为 100km/h，为双向 6 车道，高速层全线为高架或隧道。设计应充分论证本项目主线与锦文路过江通道衔接的技术标准（设计速度、标准横断面），起点 G346/G347(浦乌路)与宁江路交叉口衔接的预留匝道技术标准（设计速度、标准横断面），做好主线技术标准的过渡。

结合锦文路过江通道的研究成果和前期对接的结果，积极主动配合相关部门做好界面协调论证工作，进一步明确界面，确保起终点衔接合理、稳定。

2、项目终点位于苏皖省界，与 S98 全椒至禄口高速公路安徽段顺接，初定在大武庄附近，同时预留对接天天高速条件；远期考虑继续向西延伸顺接滁州西环，终点衔接位置拟定。S98 全椒至禄口高速公路安徽段规划设计速度为 120km/h，为双向 6 车道，路基宽度为 34.5m。设计应充分论证本项目主线与 S98 全椒至禄口高速公路安徽段衔接的技术标准（设计速度、标准横断面），最终终点位置的预留匝道技术标准（设计速度、标准横断面），做好主线技术标准的过渡。

积极跟进 S98 全椒至禄口高速公路安徽段的线位走向，根据项目功能、路网结构、城镇规划、航道规划、皖苏省界位置等影响因素，尽快与之签订终点衔接位置协议。

3、路线布设时，应充分考虑与综合运输网的合理衔接，跨越公路位置的选择在一定程度上影响程度最小的地方。

2、采取针对性措施，有效提升高速公路韧性以及防灾、抗灾能力。

➢ **问题分析：**

近年来，我国极端天气、地质灾害事件呈多发态势，交通基础设施的建设条件（水文地质、气候环境、交通荷载等）发生了较大变化，为切实保障人民群众生命财产安全和社会大局稳定，**交通运输部陆续印发《交通运输部关于进一步提升公路桥梁安全耐久水平的意见》《关于进一步提升公路防灾抗灾能力的指导意见》**，要求进一步提升公路基础设施抗灾韧性，提升公路对灾害的抵御能力。

本项目路线呈南北走向，**穿越驷马山河流域内数条泄洪沟渠，路段存在淹没和冲垮的洪涝风险**，需根据水文计算，合理设置泄洪构造物，提高项目防灾抗灾能力

➢ **对策措施：**

公路韧性指：在面临外部扰动(自然灾害、突发事件、老化衰退)时，公路体系抵御扰动影响，并维持一定功能运行水平和恢复正常运行的能力。

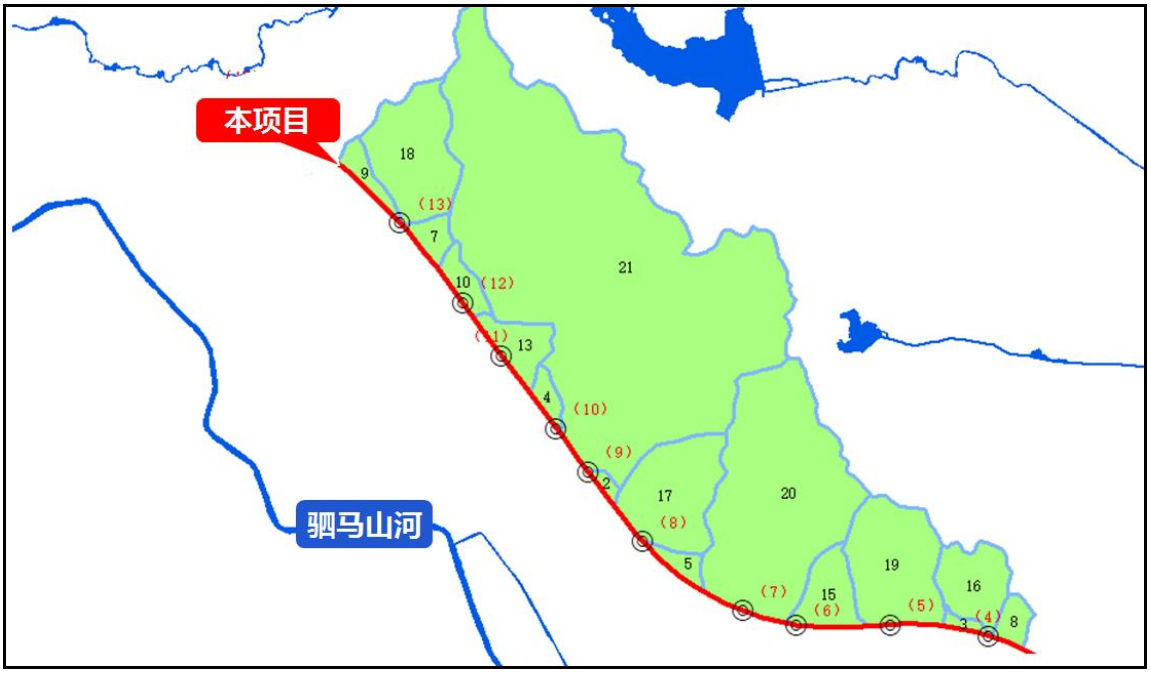
系统韧性关键要素关系图

本次投标，结合我院近期开展的**高速公路设计回溯**工作，从勘察设计阶段分专业提出安全韧性提升的针对性措施。

（1）加强重点路段地质勘察

保证勘察工作量和勘察深度，综合采用工程地质调绘、钻探、物探等勘察手段，做好软土、膨胀性土等**不良地质和特殊性岩土的识别**，结合现场情况合理测定各类岩土参数、强度指标等，确保地质资料全面、可信。

（2）注重开展水文地质勘察，合理设置泄洪构造物



水文分区

根据道路两侧地形，本次分析划分水文分区 16 个，并按照汇水情况和既有冲沟分布，根据需求设置 12 个过路排水通道，自西向东排水，根据各通道计算流量，设置相应构造物。

水文分区计算及构造物设置情况

溢洪通道编号	100 年一遇设计流量（m3/s）	对应水文分区	初拟构造物
（4）	1.3+3.3+10.1	3、8、16	PC 组合箱
（5）	19.3	19	PC 组合箱
（6）	8.2	15	PC 空心板
（7）	42.5	20	PC 组合箱
（8）	2.8+17.2	5、17	PC 组合箱

（9）	1.3+99.8	2、21	PC 组合箱
（10）	2.5	4	涵洞
（11）	6.3	13	涵洞
（12）	4.0	10	涵洞
（13）	3.2+3.4+17.0	7、9、18	PC 组合箱

项目临近三岔水库和蔡西水库，其中三岔水库为均质土坝，集水面积 13.5 平方公里，总库容 764 万方，是浦口区最大的小型水库，起防洪、灌溉和供水作用。

在极端暴雨情况下，水库节点溢洪尤为重要。经实地勘察和水文计算，本项目拟在蔡西水库现状溢洪口处设置 1 座 5*30mPC 组合箱桥，用于极端情况下蔡西水库的瞬时泄洪，并在现状冲沟处分别设置 5*30m 和 28*30mPC 组合箱桥，用于蔡西水库和三岔水库冲沟泄洪。

水库溢洪平面布置图

（3）做好路基段针对性勘察和设计

本项目涉及水体的路段比例约 40%，根据项目周边区域京沪高速公路、阜溧高速公路等项目的设计回溯情况，勘察设计阶段应注意加强临河路基、河道堤防、河湖岸线等重点路段筛查和综合勘察，重点查明地表土和填料的水敏感性及相关参数，调查软土路基地段的工后沉降、区域沉降等影响，为路基设计提供可靠资料。同时加强对沿线的现场实际调查，避免遗漏暗

塘。路基填料尽量采用强度高、水稳性好的材料，并明确压实要求。结合路基填料的性质，针对性选取适当的边坡防护方案，尽可能减轻强降水带来的边坡冲刷问题。完善路基排水系统，做好边沟排水、边沟底部防渗、中央分隔带排水和防渗、超高段排水、填方基底的渗沟排水、填方路堤堤身排水及填方外侧排水沟的设计，有效地将雨水、地下水等排出路基范围，保障路基安全。

路床填筑和排水

（4）做好桥梁方案选择和基础设计

根据项目周边区域京沪高速、阜溧高速、沈海高速等项目的设计回溯情况，发现部分桥梁存在防冲刷能力不足、防撞设施缺失等问题，具体表现为涉水桥墩立柱擦痕明显，桥台锥坡冲刷严重，锥坡填方掏空塌陷等。本次设计在确定桥台、桥墩以及相应基础方案时，应充分考虑基础开挖对地形的影响，同步**加强桥梁墩柱防冲刷、防水流夹杂漂浮物撞击设计**，设置必要的支挡防护设施，确保桥梁基础安全。软土地段桥涵，应进行沉降和位移验算并考虑其对结构物的安全和使用产生的不良影响，据此提出结构措施和施工措施。

现状锥坡塌陷开裂　　现状防撞设施缺失

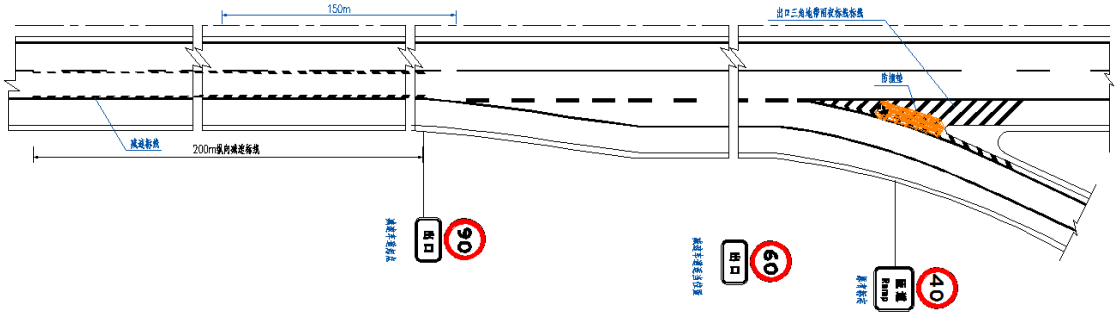
（5）细化交安设施设计

对于交通事故频发路段、危险化学品运输车辆通行路段及针对恶劣天气情况，应加强安全设施韧性设计。

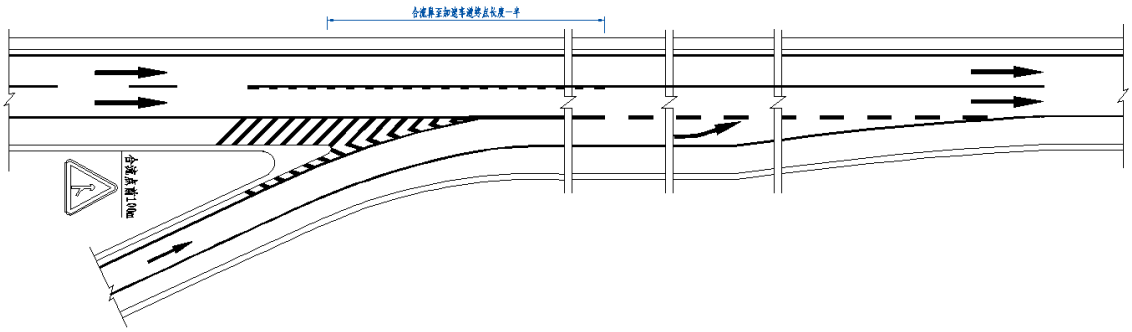
- 交通事故频发路段

1）互通、服务区出入口

互通分合流处等事故多发路段采取多种交安措施减少交通事故发生：①在互通出口、服务区入口处**采取逐级限速**，提醒出口车辆在匝道处减速慢行。在互通出口、服务区入口处由内往外逐级设置实线，引导车辆按序驶出。②在分流处**设置三级防护能力的可导向防撞垫**，以减少在分流点处失控车辆的损害程度。③为防止匝道驶入的车辆未完全提速时提前汇入主线，**对加速车道一半长度的出入口标线由虚线改为实线**，禁止车辆变道，减少由于速度差而带来的安全隐患。同时内侧车道逐级设置实线，减少内侧车道变道行为。④匝道与主线合流点处**设置合流预警系统**，通过发布主线和匝道车辆交通流特征提醒驾驶员谨慎驾驶。



互通出口、服务区入口



互通入口、服务区出口

2）弯道路段

弯道路段安全风险主要来自车辆速度较快，弯道视距受限等情况，进而可能诱发车辆侧翻、碰撞护栏等风险，需**加强弯道处对车辆速度的控制以及车道引导**。弯道路段设置纵向减速标线，同时配合使用灯光警示诱导系统加强道路线形指引。

合流预警系统

灯光警示系统

3）中央分隔带护栏开口

为提升高速公路中央分隔带开口道路安全性，根据《江苏省高速公路护栏及防眩设施设计指南》要求，中央分隔带开口间距要求不宜大于6km，同时为了防止失控车辆越过中分带，本项目中分带开口处设置防撞SBm级的护栏。

- 危险化学品运输车辆通行路段、连续长陡下坡且视距不良路段等路段

本项目互通、服务区进入高速主线后均设置有“危化品限速80”标志，**全线可变情报板加强危化品车辆规范驾驶信息提醒**。连续长陡下坡且视距不良路段，可设置纵向减速标线，同时配合使用灯光警示诱导系统，加强道路线形指引，提醒驾驶员谨慎驾驶。

危化品限速标志

- 恶劣天气情况

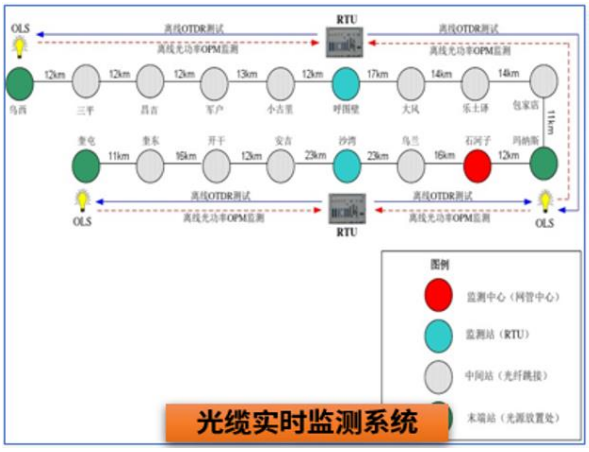
项目地区容易出现夏季暴雨、冬季大雪、桥梁团雾等恶劣天气情况。针对以上情况**加强道路标线防滑设计及团雾路段安全提醒设施设计**。

（6）机电系统监测和运维

通过外场设备智能机箱，利用传感、物联等技术，实时监测机电设施设备的通信、供电等信息，并**将位置和状态发回后台系统，便于及时发现问题和修复**。

设置光缆监测系统，通过光缆监测系统，实时监测高速公路光缆的状态，将光缆监测、告警、故障分析、定位、故障管理、线路维护、线路管理有机结合在一起，为光缆网络的安全高效运行提供保障，可对通信光缆进行24小时全天候自动监测及光纤自动切换保护，及时准确的报告突发性光缆故障，有效缩短故障历时，**及时发现隐含的、尚未但将会造成通讯阻断的潜在故障并进行准确的预警做到主动维护，防患于未然。**

全线设置机电设备智能运维系统，实现机电系统在线式远程智能运维，提高机电运维的工作效率，降低人工运维工作量。



机电系统监测和智能运维系统

3、加强设计文件交底

施工图设计过程中，**应同步编制设计交底清单**，对于重点路基工程应对填料要求、压实指标以及施工技术、工艺等提出具体要求，配合建设单位在施工中逐项落实。在施工图设计中应针对不良地质、特殊性岩土等重要路段以及重点桥梁等，**从设计角度提出运营和养护工作建议**；交工验收前，由建设单位组织相关参建单位结合设计单位的建议，进一步梳理运营期可能出现安全风险的路段、工点，提出管养综合建议供管养单位参考。

3、本项目起点顺接锦文路过江通道，如何体现交安、机电、绿化等沿线设施设计协调性。

➢ **问题的分析**

本项目是南京高速公路外环的重要组成部分，也是锦文路过江通道北连接线，起着重要作用。如何做好交安、机电、绿化等沿线设施方案衔接工作，保证沿线设施的延续性与整体性。

➢ **对策措施**

交通安全设施（含智能交通）、照明、机电、房建、环保措施、景观绿化等沿线设施工程设计时，各个节点要做到整体风格统一，在统一协调的基础上，体现一定的变化，强调整体效果，另外在设计过程中要注意同其它专业的协调性。

如景观绿化，需结合锦文路过江通道绿化设计方案，多选用与之相似的植物

品种，避免绿化风格差异过大造成整体绿化割裂。同时也要考虑江南段一期的绿化方案，做到道路绿化的整体统一性，保证道路的景观连续、完整。

4、科技赋能，高效服务，打造智慧高速公路。

- **问题的分析**

2018 年交通部发布《交通运输部办公厅关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知》对包括江苏省在内的 9 个省、直辖市提出智慧公路的试点。

本项目地处南京，依托智能交通世界大会窗口，相应国家政策应积极推动“智慧公路”的发展。

- **对策措施**

（1）充分理解智慧高速

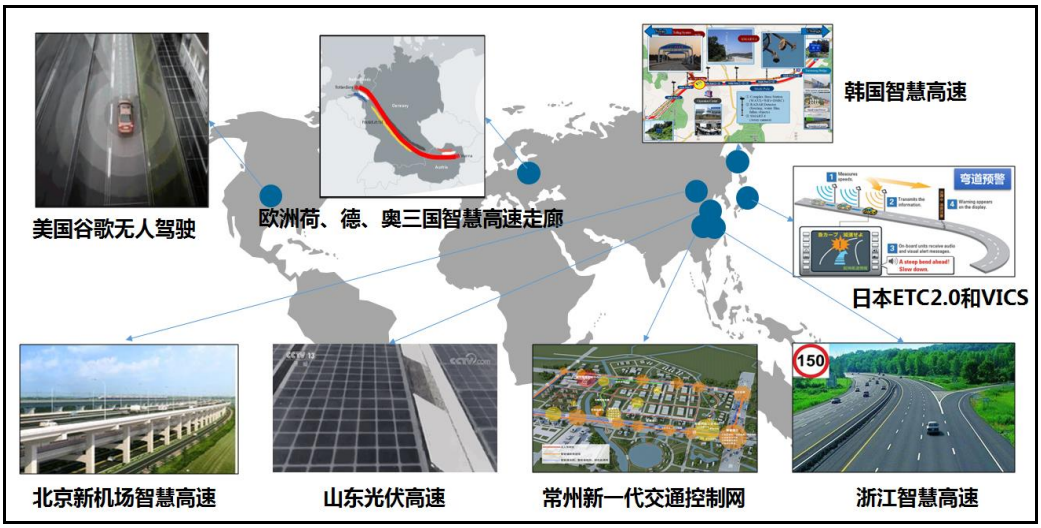
智慧公路是感知公路和新一代信息技术的结合，能感知、能思考、能理解、能分析、能执行，目标是实现增质提效。其中感知主要是通过监控技术、传感技术、通讯技术等，实现对数据的采集和应用，新一代信息技术主要有大数据、云计算、人工智能、车联网、区块链、知识图谱、边缘计算等。

（2）分析智慧高速公路需求

根据本项目工点密集复杂、桥隧比高、环保要求高等特点，围绕提升高速公路运营管理水平、提高高速公路出行服务质量，结合当前高速信息化、智能化存在的问题，提出智慧高速公路建设的需求。

（3）充分调查国内外现状

发展趋势：协同化、智慧化、绿色化、实用化



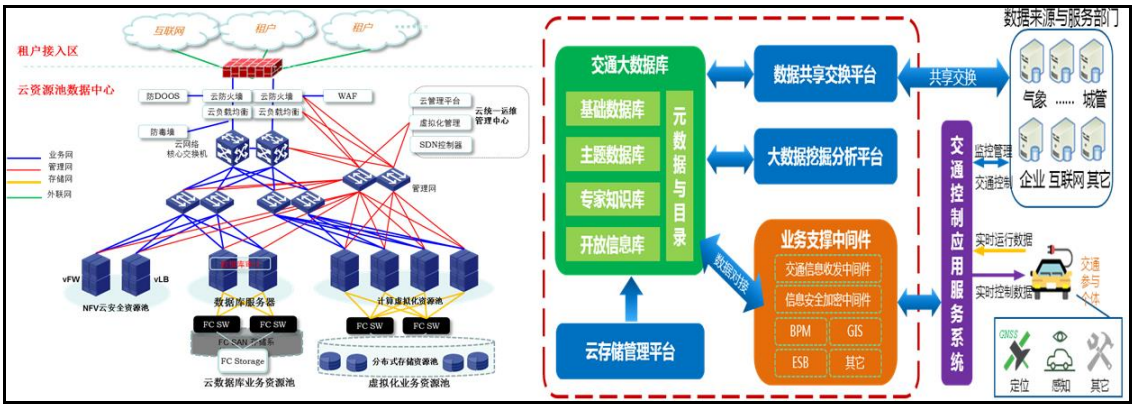
（4）总体设计思路及设计方案

总体设计思路：以“交通强国”发展战略为导向，结合当前智慧公路总体发展趋势以及业务痛点，开展南京都市圈环线高速公路禄口至苏皖界段（不含锦文路过江通道段）智慧高速示范工程建设，利用新产品、新技术、新工具和新模式。打造国内领先的智慧高速，实现“安全提升、效率提升和服务提升”三大目标，构建具有江苏特色、具备推广价值且可以持续发展的新一代智慧高速公路。

设计方案：通过“夯实基础、深化应用、提升服务”，打造“一个中心、两大基础平台、三大关键技术以及多种应用”，最终实现“信息资源全汇聚、行业治理全融合、信息服务全方位”。

一个中心——建立本项目一体化监测与决策指挥中心，实现高效决策和辅助支撑，具体功能包含外场感知、路网事件监测、养护决策、综合决策、虚拟仿真和人工智能。

两大基础——建立基于 BIM+GIS 的基础设施数字化平台和智慧高速云平台



三大关键技术——5G 技术、车路协同技术、货车编队技术

南京是国内第一批 5G 试点城市，拟联合省铁塔公司及运营商，在南京都市圈环线高速公路（桥林至苏皖界段）布设 5G 基站，实现 5G 网络全覆盖。5G 技术为车路协同、自动驾驶的试点运用提供网络基础、条件。

可在高速全线搭建 RSU 路侧基站，实现道路交通状态预警、区域交通诱导、异常交通行为预警、危险驾驶行为预警等场景，保障行车安全性。

选择试点路段，设立货车专用车道，依托车路协同路侧设备，为货车编队提供路侧环境。

多种应用——应急车道转换、基于电子车牌的无感支付、桥梁健康监测、护栏碰撞监测、智能颗粒道路状态检测、危险驾驶行为监测、绿化带监测、智能消冰除雪、车道级雾区行驶诱导、匝道分流诱导、合流警示、视频监控智能化、智慧服务区。

以智慧服务区为例，通过智慧化建设提升公众服务以更好地满足人们美好出行需求为目标，建设智慧公厕、集约灯杆、交通医疗急救箱等设施，为司乘人员提供更加便捷、多样、高品质的出行服务。

（1）智慧公厕：建设智慧公厕系统，利用公厕和服务区入口的信息发布屏幕对外发布公厕的使用状态，引导人们合理选择厕位更多的服务区和快速找到空位，显著提高如厕体验。各蹲位均设红外感应器，利用公厕入口前的流量检测器监测人流量，高峰预警，管理者可根据检测情况合理安排打扫频次。

（2）集约灯杆：集约灯杆可分为集约路灯和集约景观灯，集约景观灯一般设置在综合楼周边区域，集约路灯设置在服务区广场道路旁，每个集约灯杆上含无线 AP、视频监控、广播音柱、LED 显示屏、照明灯具等设备。

（3）智慧停车系统：系统是以可变、多级信息发布屏为载体，向出行者提供停车场的具体位置、当前车位实时数据等信息，指引驾驶员合理停车，同时提供数据进行分析、辅助管理部门决策的智能交通系统。

（4）信息发布系统：在公众入区前阶段，服务区端系统可通过服务区上游路侧可变情报板，发布服务区距离、服务区拥挤度、剩余车位等关键信息，提前提醒司乘人员。

在公众入区后阶段，服务区端系统可通过服务区内的信息板、广播、大屏显

示器等信息发布设施，为公众提供停车指引、应急通知、信息查询等人性化服务。公众可通过服务区内提供的二维码、综合信息屏等线下渠道，为出行过程中的服务区信息服务进行评价。

5、公路数字化转型要求，开展全生命期数字化应用。

➢ **问题的分析：**

交通运输部《关于推进公路数字化转型加快智慧公路建设发展的意见》指出：

- 自 2024 年 6 月起，新开工国家高速公路项目原则上应提交 BIM 设计成果。
- 到 2027 年，公路数字化转型取得明显进展。**构建公路设计、施工、养护、运营等“一套模型、一套数据”**，基本实现全生命期数字化。
- 到 2035 年，全面实现公路数字化转型，建成安全、便捷、高效、绿色、经济的实体公路和数字孪生公路两个体系。

因此如何**从设计阶段起推动公路勘察、设计、施工、验收交付等数字化**，实现不同环节间数字化流转，促进基于数字化的勘察设计流程、施工建造方式和工程管理模式变革是本项目的关键技术问题。

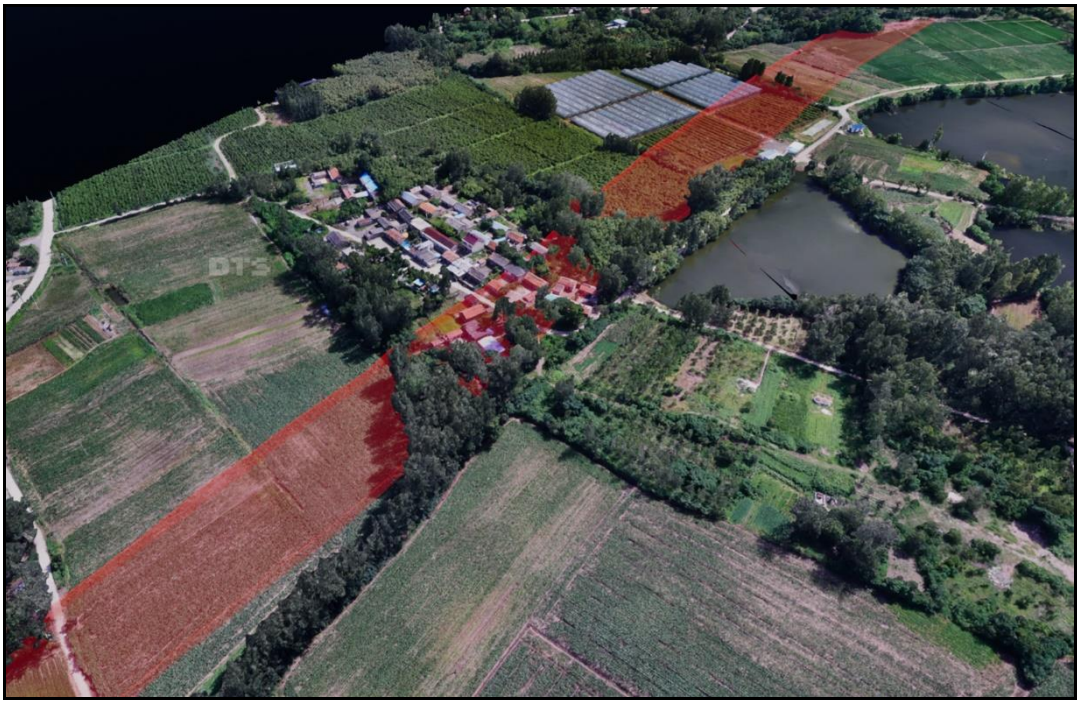
➢ **对策措施：**

1、设计阶段数字化

（1）数字化采集

数字化采集主要包含全线倾斜摄影模型、三维地形模型、地物模型、控制因素模型、管杆线模型和征地拆迁模型，尽量还原项目周边的地形起

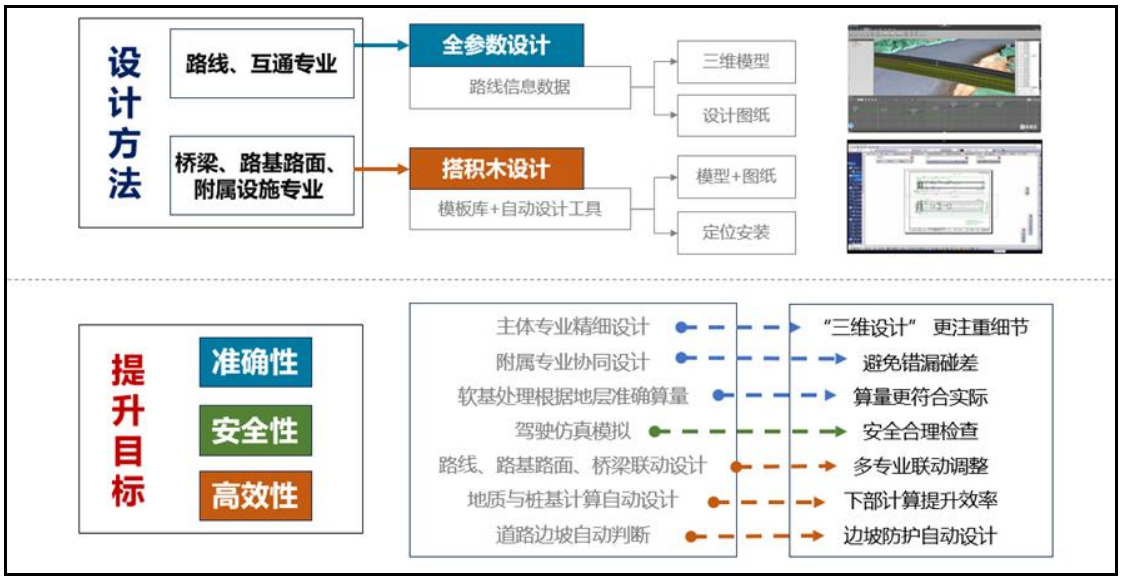
伏情况、重要地物（现状道路、高压塔、风机等）、重要控制因素（生态红线、村庄、农田、河道等）、建筑拆迁情况。响应交通部推广公路数字化勘测要求，利用 BIM+GIS 技术实现数据信息集成管理，高精度还原项目周边环境，实现勘察成果三维可视化，为分析工程与环境之间的关系提供基础。



倾斜摄影模型与道路红线

（2）数字化设计模型

从初步设计阶段到施工图设计阶段，基于一套模型不断细化，探索“一模到底、一模多用”模式的应用。本项目数字化设计范围括但不限于桥涵、互通、路基、路面、路线交叉、交通工程及沿线设施、环境保护与景观工程、其他工程等专业，最终形成包含设计模型、设计信息及相关过程文件的全套数字资产，并保证模型精度和信息深度符合江苏省相关标准的要求，为后续施工、运维应用提供支撑。



数字化设计思路

（3）数字化管理平台

数字化管理平台融合了工程资料、设计图纸、设计模型、GIS 模型等，支持工程数据一键查询，并能开放接口对接至建设管理平台，方便施工阶段的信息继承和调用。

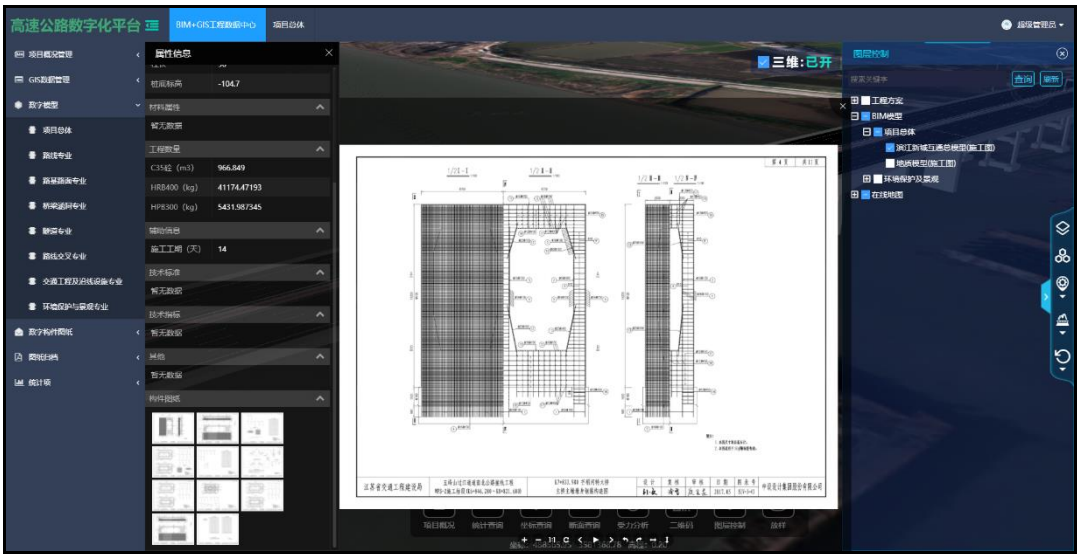
设计信息查询统计

基于模型构件设计业务数据的集成，针对结构树中的每个构件节点的设计属性，设置查询条件，查询可实现单个查询或多个联合查询，点击查询出来的结果记录。查询统计应用能够快速查询高速公路工程任意类型构件，同时能够根据输入条件参数，分析得出符合条件范围的构件。为设计、施工、养护阶段统计分析构件数量、构件类型、构件范围等实际应用提供数据支持。

设计信息查询统计示意图

构件图纸关联

通过构件列表界面的图纸关联按钮可以给构件关联图纸。图纸关联包括图纸目录关联和单个图纸关联。可以根据构件与图纸的关联关系进行批量关联。BIM+GIS 展示中查看时，可以查看关联的图纸。



构件图纸关联示意图

2、施工阶段数字化

基于 BIM+GIS 施工管理，实现建管养一体化

施工管理主要以 BIM 技术、GIS 系统、信息化技术为基础，结合物联网技术，集成项目管理中的安全、质量、进度、费用等管理内容，通过工程建设各参与方相互协同管理，实现对工程项目的一体化管控，为项目管理提供多元化的管理手段，同时以 BIM 模型为载体，将建设项目设计、施工中的各项管理数据信息进行集成，形成并建立一套完整的 BIM 数字化信息资产，将其向运营养护管理单位进行整体移交，为运营养护管理提供基础资料，同时为后续的大数据分析奠定基础。

征迁管理

图纸管理

进度管理　　梁场管理

3、运营管理阶段数字化

贯彻习近平总书记关于发展新质生产力的指示精神、落实交通运输部《关于推进公路数字化转型加快智慧公路建设发展的意见》交公路发[2023]131 号、《公路水路交通基础设施数字化转型升级工作实施细则》交办规划[2024]28 号的有关部署，应用数字化管理和服务手段，提高运营管理效率和公众服务水平。

（1）路网运行监测预警

在一般路段设置遥控和固定摄像机、毫米波雷达、卡口抓拍等外场感知设施，在交通量大的重点路段、互通、枢纽以及特大桥路段设置气象观测站、路面状态检测器、无人机等外场感知设施，将采集到的多源数据进行融合利用，实时获取交通量、车辆荷载及外形尺寸、车牌、视频、交通事件等数据，实现交通流多要素融合感知，对交通运行状态、交通异常事件进行 AI 智能分析和态势预警。

（2）主动交通管控

出入口协调控制

在转向交通量较大的互通、枢纽分合流区域设置分合流诱导系统，在

分流区进行车辆智能诱导，在合流区实现车辆汇入智能警示，实现车速与诱导灯闪烁频率匹配，车速越快，灯光闪烁频率越高，提升车辆在分合流处的行车安全性。

分合流行车安全诱导系统

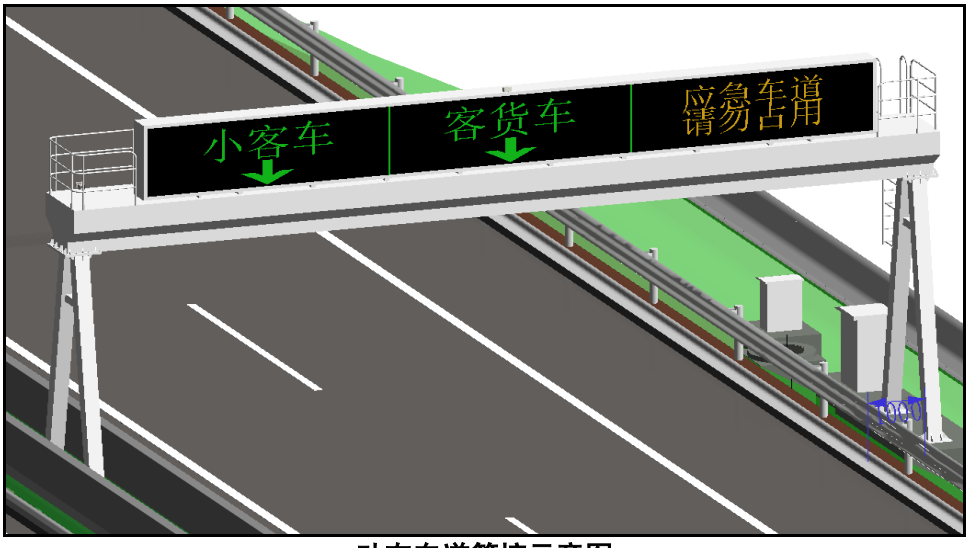
动态车道管控

设置门架式、悬臂式可变情报板，动态发布每条车道的限速、分车道指令。

当前方出现由于流量较多、阻断事件等原因造成的拥堵时，上游路段按照一定的算法显示不同的限速提示，例如上游 1 公里显示 80 公里、2 公里显示 100 公里等，引导车流均匀的降低车速，实现交通流的平滑，以增大整个拥堵路段的吞吐量。

动态开放应急车道

当出现局部短时间交通流量激增（如节假日）时，联合公安交管部门，在公安交管部门同意、且前后无事故的情况下，临时开放应急车道通行，缓解拥堵。



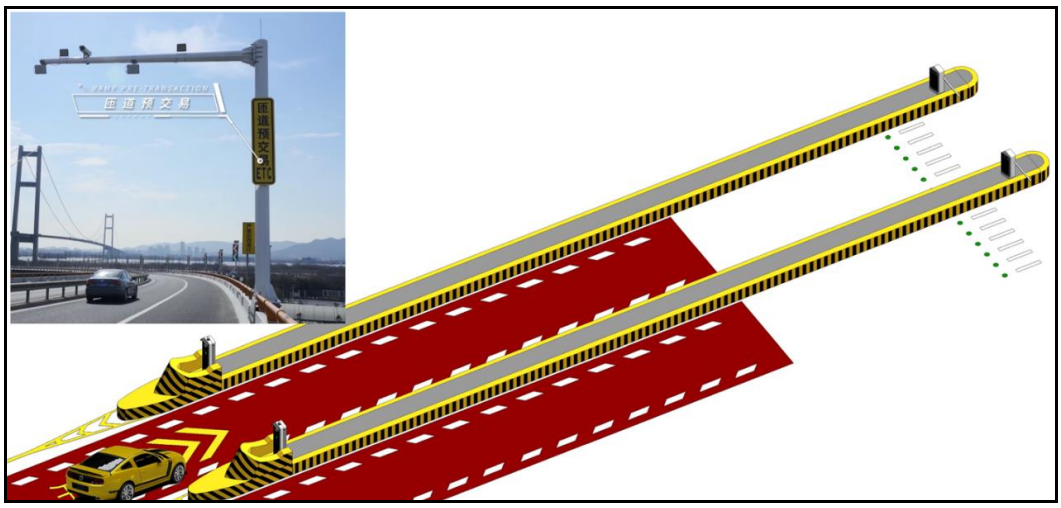
动态车道管控示意图

（3）收费站快速通行服务服务

在本项目收费站开展匝道预交易、收费站窄岛化/无岛化、潮汐车道等升级改造，优化收费稽核和特情业务处置流程，提高车辆识别、计费的准确性和速度，提高收费站通过效率。

基于路径识别和匝道预交易，实现 ETC 准自由流通行。

对于 ETC 用户，通过多源数据融合的精准路径识别和在线计费、匝道预交易，通过窄岛化/无岛化、集约化方式优化传统的 ETC 车道布局，实现 ETC 准自由流“无感通行”。



优化收费稽核和特情业务处置流程

突破传统收费系统架构，采用基于“云-网-边-端”的云收费二级架构，实现云收费、云值机、云稽核业务的融合和联动，标准化特情处置流程。

新一代收费机器人的应用

应用基于大数据、AI 技术的新一代收费机器人，提高入口发卡和出口缴费的一次性通过率，并与入口治超联动从而支持全车型自助发卡、缴费，提高非 ETC 车辆的通行效率。

（4）智慧服务区体验

运用智慧化、信息化、数字化技术和系统来促进提升服务区安全管理、品质服务、营运监管、经营管理等方面的工作水平与质量。通过更高效的信息管理平台，为司乘人员提供更高效、便利、安全及可持续发展的出行服务。全面保障公共区域的监管能力，在室内外的视频监控系统全域覆盖。对停车秩序、商业运营秩序、信息服务措施进行全面提升管理，为司乘人

员提供舒适氛围。实时监测服务区客流、车流、环境、机电设备运行状态，提高服务效率。

智慧服务区设置了智慧引导+智慧停车系统、室外智慧安防系统（含危化品车辆）、计算机网络系统、信息发布系统、公共广播系统、设备管理系统、智慧照明、智慧厕所系统、综合管理平台等子系统。

通过系统建设，实现服务区静态信息查询,停车、加油、充电等动静态信息发布、查询服务,服务区停车位饱和情况、加油(充电)排队情况数据,车流量监测、停车位充电桩占用监测、加油排队情况监测,危险品运输车辆驶入/驶出提醒等功能。并具备数据对上级平台的接入和推送。

（5）全方位的出行信息服务

提供在途及互联网精准信息服务。通过主线、匝道、服务区等设置的各类可变信息发布设施，提供车道级精准信息服务。提供互联网及导航地图信息共享，打通道路和互联网信息交换，提供交通事故、施工作业、恶劣天气、路面清障、交通管制等重要信息秒级上图和终端发布。

4、养护阶段数字化

养护信息管理

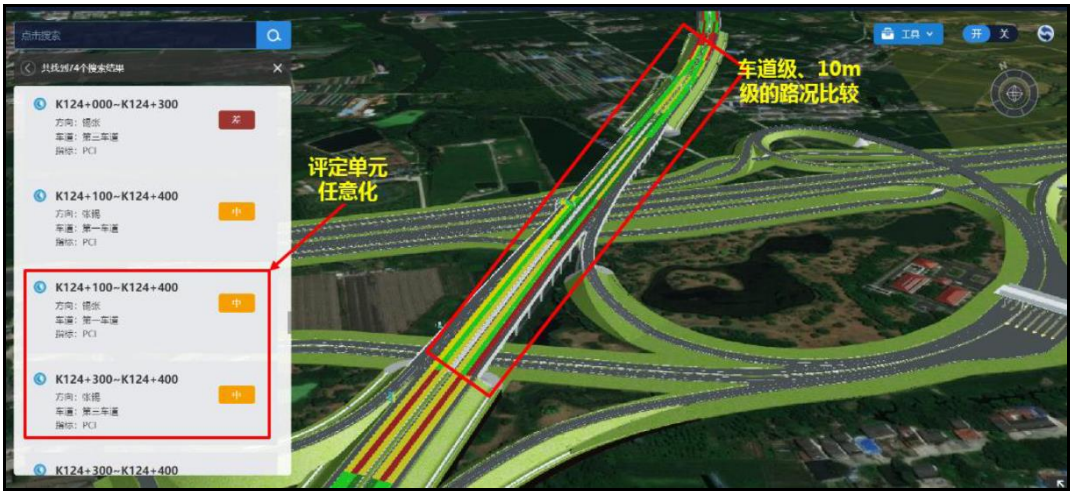
基于 BIM 模型，开发养护管理系统，对养护信息进行系统管理。实现以下功能：以往单个信息或多个关联信息的快速查询、调阅；可方便的进行养护信息录入（导入）、导出等操作；根据公路实际情况，对信息进行新增、修改、删除等操作；

实现对公路养护信息的记录、积累等；对数据进行统计、分析，生成相关报表等，如根据检测结果，自动生成技术状况评定结果报告；对 BIM 模型中的养护数据进行深层次的挖掘，如分析病害发展规律、提前预警、进行养护决策等。

养护信息统计查询

路况评定结果展示与分析

路况评定结果是进行管养人员进行养护决策的重要依据之一。本场景下，管养人员可将路面技术状况评定结果等信息直观的展示到 BIM 模型中，并根据养护管理的具体要求，生成统计报表等。如将路况评定结果根据优、良、中、次、差的分级，分别采用不同的颜色显示到 BIM 模型中，让养护管理人员可直观的对全路段的整体情况有所了解；还可以将同一指标不同时期的评定结果显示到一个界面中，方便养护管理人员对路况的变化趋势进行对比分析。



路况分析场景

6、项目涉及驷马山河山洪、林山圩及组合圩风险分析。

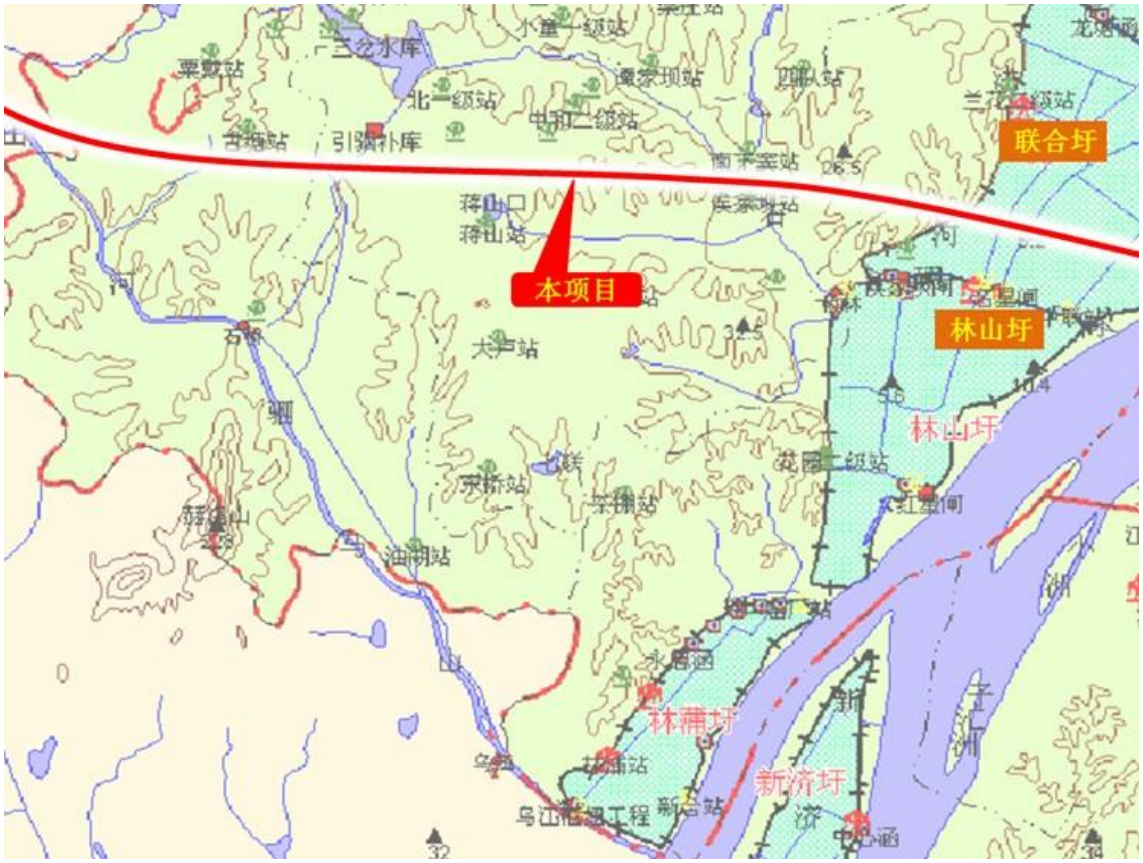
➢ **问题的分析**

本项目位于老山脚下，涉及石碛河、周营河及驷马山河的三条支流，穿越林山圩。驷马山河支流属于典型山丘型河道，源短流急，其与驷马山河上游滁河洪水的遭遇组合问题是分析的重点。山洪防治标准一般 5~20 年一遇，对于 100 年一遇超标准洪水的泄洪问题是影响本标段水文分析成果的核心。此外，林山圩破圩风险确定亦需合理科学。

➢ **对策措施**

根据滁河流域相关规划，结合历史洪水资料，分析滁河——驷马山河流域大洪水与本区域局地型洪水遭遇的可能性；遵循流域洪水调度和防御思路，合理确定山洪泄洪通道。

林山圩主要防洪对象包括石碛河和长江，若长江或者石碛河下游段破圩，均可能导致长江洪水倒灌，圩区水位与长江水位一致。若石碛河上游破圩，圩区水位则主要受到石碛河洪水影响，需重点分析石碛河中上游洪水导致的破圩风险。与此同时，联合圩同样受到石碛河洪水的威胁，若联合圩破圩则降低林山圩破圩风险，因此需统筹考虑联合圩与林山圩的破圩风险。



本项目所涉区域水系及圩区分布

7、沿线涉及管线众多，需勘测清楚，以便明确处理措施。

➢ **问题的分析**

沿线现状管线众多，涉及多条高压线、燃气管、城市雨污水管、供水管等，为本项目重要控制因素之一，方案研究之前需对其进行测量，测量资料准确与否直接关系方案的选择及工程量的准确性，测量进度直接影响勘察设计进度。快速、准确完成地下管线测量工作是确保本项目顺利实施的关键性技术问题之一。

➢ **对策措施**

1、走访相关管线单位，收集相关测量资料，摸清沿线地下管线等情况。

2、针对地上管线，如高压线、通信线、供水管线等，采用 GPS-RTK 方法直

接测量其平面位置及高程

3、针对地下管线，采用管线探测技术等对沿线地下管线进行检测、定位。

8、合理确定通道类型、间距、数量，满足沿线居民生产、出行需求。

➢ **问题的认识**

本项目道路沿线开发强度不高，横向被交道路间距较大不密集，且道路等级不高。这些村道出行需求较高，是村庄对外出行的重要道路甚至是唯一通道，项目路的建设应充分考虑村庄的出行条件，合理预留横向沟通通道。

➢ **对策措施**

1）做好主线上跨或下穿比较，从地方利用、工程规模等方面进行综合比选。

2）**满足沿线群众生产、生活需要**，尽可能方便群众经济来往及社会交往。

3）在满足功能的前提下，结合纵断面设计合理选择通道方案。

4）有条件的路段，**对现有乡村道路进行适当改移、归并**，并通过线外工程加以沟通。

5）部分通道设置可结合其他构造物合并设置，以减少构造物的设置数量。

9、选择绿色、经济、合理的软土处治方案。

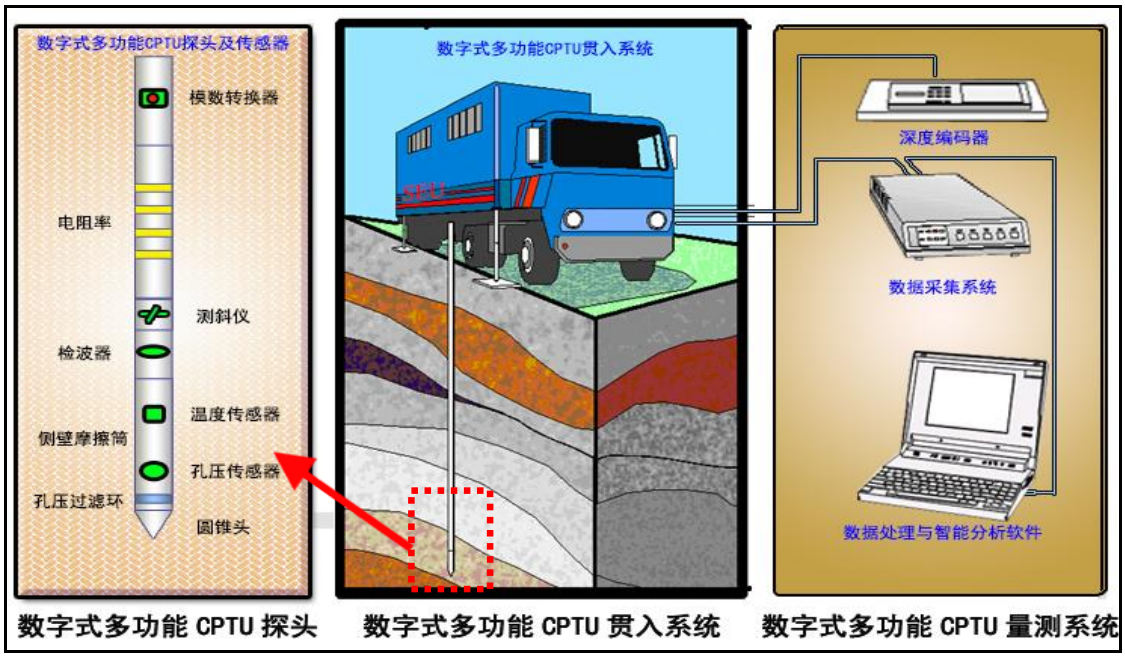
➢ **问题的分析**

本项目沿线软土广泛分布，为淤泥、淤泥质粘土，流塑状态，具有天然含水量大、压缩性高、土的力学强度低等特点，工程性质极差。如何选择安全、合理、经济的特殊路基处治的方案是本项目关键性问题之一。

➢ **对策措施：**

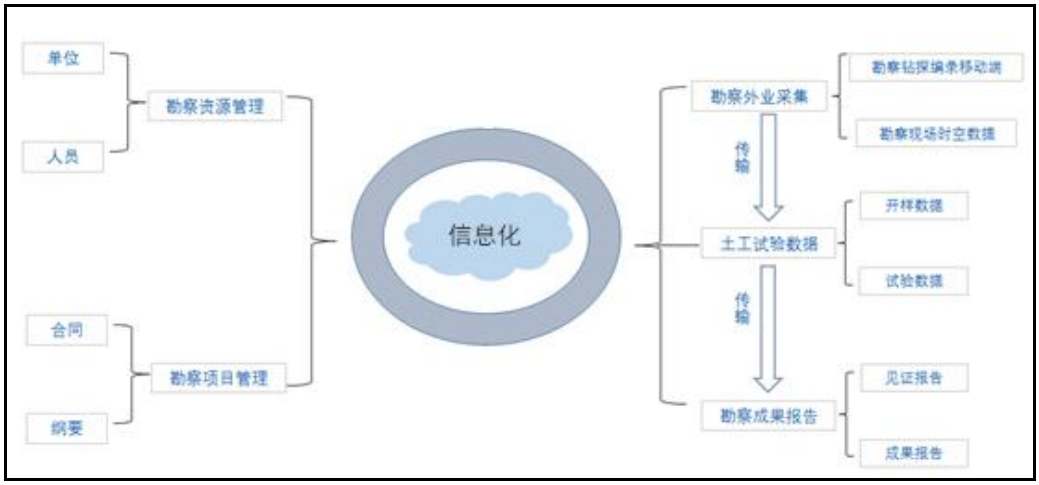
1、精细化勘察

（1）软土精细化勘察：采用 CPTU 原位测试、钻探、静探、挖探等多种手段，精确查明软土的分布和特征，加强对沿线暗沟暗塘分布的调查。



（2）采用信息化平台控制勘察质量

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。

信息化平台“质量管控”功能示意图

2、合理确定路桥分界高度

根据节约集约用地理念，以及绿色公路建设“零弃方、少借方”的要求，设计阶段将针对项目区域土地资源非常稀缺的特点，结合项目土源情况、地基处理方案等对路桥分界高度进一步论证，科学合理控制桥头填高，减少占地。

本项目区域人均耕地少，所经区域分布大量的基本农田，土地资源匮乏，设计应响应绿色高速公路经验，重视土地资料节约，把节约耕地作为方案设计的一个重要因素。下阶段需根据具体的地质情况由桥梁专业和路基路面专业人员针对性的对每座桥梁的桥头填土高度进行比选、分析，在精细化的基础上更进一步。

3、因地制宜、经济合理选择软土设计方案

（1）双向搅拌桩

通过特制的搅拌机械，在地基深处将软土和固化剂强制搅拌，固化剂和软土间所产生一系列反应，使软土硬结成具有整体性、水稳性和一定强度的水泥加固土，从而提高地基强度，并增大变形模量。

水泥土搅拌桩

（2）水袋法预压

使用充水的橡胶水袋荷载替代传统土方荷载，作用于软土地基上，起到增强地表强度，加快软土地基固结的作用。

预压水袋

（3）淤泥固化技术

软土就地固化技术是一种利用固化剂对软土等土体就地进行固化，使土体达到一定强度或其它使用要求，从而对土体进行就地利用或达到地基处理要求的方法。**本项目沿线局部河塘分布，采用淤泥固化技术可避免土体废弃、**

置换，达到节约路基填料，资源循环利用，保护环境的目的。

就地固化技术

10、土源综合利用，减少土地占用。

➢ 问题的分析

本项目区域经济发达，沿线多为村庄和耕地，项目所需路基填料数量巨大，合理解决用地紧张、土源缺乏的问题成为本项目的关键性问题之一。

➢ 对策措施：

1、边坡坡率优化，节约用地

（1）支挡设施的使用：在用地受限路段采用悬臂式和扶壁式挡土墙等支档措施减少占地，节约用地；农田段设置坡脚墙收缩坡脚，减少农田土地资源占用；

（2）加筋格栅：通过设置格栅，增加土体抗滑力，尽量降低边坡坡率，节约用地。

扶壁式挡土墙

坡脚墙收缩坡脚

2、路基填筑材料来源的综合研究

（1）充分利用城市、水利工程等建设的弃方：沿线城市发展迅速，城市建设会产生大量弃方；项目途经水网密布，航道众多，水利工程必不可少。

（2）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；

（3）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。**

（4）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。

（5）减少临时用地占用：为尽可能减少施工过程中对临时用地占用，构造物设计方案尽可能采用标准化形式，设计标段划分时对常规施工标段划分和集中预制标划分进行充分比选，对标准化构件进行集中预制，具体位置可结合区域内既有建筑材料加工基地进行综合利用。

11、切实落实绿色低碳公路、平安百年品质工程理念。

- **问题的认识**

绿色公路是践行交通运输行业深入贯彻落实党中央关于生态文明建设，推进绿色交通发展，以“资源节约、生态环保、节能高效、服务提升”为主要特征；以“统筹资源利用，实现集约节约”、“加强生态保护，注重自然和谐”、“着眼周期成本，强化建养并重”、“实施创新驱动，实现科学高效”、“完善标准规范，推动示范引领”为五大主要任务的新理念新思想新战略。

品质工程是践行现代工程管理发展的新要求，追求工程内在质量和外在品位的有机统一，以优质耐久、安全舒适、经济环保、社会认可为建设目标的公路工

程建设成果。

勘察设计阶段将重点从建养一体化、标准化、精细化设计等方面，切实的践行双碳、绿色理念，创建品质工程。

- **对策措施**

（1）建养一体化

（1）合理设置沿线构造物，对于沿线低洼易淤积段，尽量减少和避免采用小直径管涵。

（2）本项目设计匝道路面采用与主线一致的结构，减少后期路面养护成本。

（3）保证运营养护阶段，结构物的可检、可修、可换。适当提高中小跨径预制结构的支撑高度，以便后期养护；大跨径悬浇箱梁在横梁、底板设置人孔，便于后期检测、养护进出。

（2）精细化设计

根据以往项目经验，在设计阶段，沿线居民对高速公路会带来的影响认识较浅。在路基施工开始后，往往提出三改工程的变更，在问题解决前阻工现象时有发生。以往项目中对三改工程的重视程度不够，图纸不够细致，对后期的施工带来较大的阻碍。同时，根据自然资源部《关于严格耕地用途管制有关问题的通知》自然资发［2021]166 号，对于占用基本农田、耕地建设农村道路，按违法用地处理。因此，本项目施工图设计阶段，需充分重视线外工程设计，稳定三改方案。

本项目充分重视三改工程的设计，通过仔细调查和地方细致沟通以及施工图精细化设计等方面，完成本项目三改工程设计，具体措施如下：

（1）充分沟通：通过多次与地方政府沟通，使地方获得感性认识，充分认识到高速公路建设可能带来的不便，进而发现高速公路建设带来的问题，及早提出，及早解决。

（2）加强调查：在定测及调查过程中，对于每一条交叉道路、河流沟渠，每一块交叉的农田均详细分析，充分考虑沿线居民出行、生产、灌溉等需求，不遗漏任何可能的因素。

（3）专项设计：施工图设计过程中对线外工程进行精细化设计，尽量不占、少占基本农田。