

商登高速青州大道出入口新建工程

工程可行性研究报告

(简本)

河南交投设计咨询有限公司

二〇二五年六月

目 录

1 概述	1
1.1 项目概况	1
1.2 项目单位概况	3
1.3 编制依据	3
1.4 专家意见及执行情况	3
1.5 主要结论和建议	6
2 项目建设背景和必要性	9
2.1 项目建设背景	9
2.2 项目建设必要性	10
3 项目需求分析与产出方案	12
3.1 需求分析	12
3.2 项目产出方案	17
4 项目选址与建设条件	19
4.1 项目选址	19
4.2 项目建设条件	20
5 项目建设方案	24
5.1 技术方案	24
5.2 工程方案	24
6 项目投融资与财务方案	54
6.1 投资估算	54

6.2 财务分析	54
7 项目影响效果分析	57
7.1 经济影响分析	57

1 概述

1.1 项目概况

项目全称及简称：商登高速青州大道出入口新建工程（以下简称“本项目”）。

建设地点：互通位于航空港区，在现状商登高速与规划青州大道交叉处，距离西侧岗李互通约 5.9km,距离东侧安罗高速尉西互通行驶距离约 9.2km。本项目近期主要作为服务汽车城、国际陆港及沿线居民对外交通出行的转换节点；远期是航空港区快速路骨架路网的重要组成部分，航空港区对外交通快速转换的重要节点。



图 1-1 项目地理位置图

项目建设目标和任务：贯彻落实“综合交通、智慧交通、平安交通、绿色交通”四个交通的发展要求，以“安全可靠、资源节约、生态环保、节能高效、服务提升的绿色公路”为设计目标，贯彻坚持“可持续发展、统筹协调、创新驱动、因地制宜”的原则，将公路运营和维护纳入工程设计与建设一并考虑，突出全寿命周期成本理念，将项目建设成“安全、环保、生态、舒适、和谐、精品”的品质工程。

建设内容和规模（含主要产出）：本项目为商登高速新增出入口，被交道为青州大

道。建设内容包括路线互通、路基路面、桥涵、交叉工程、交通工程及沿线设施、房建工程、绿化工程及临时工程等，主要工程规模如下：互通方案主线长度 2.3km，匝道长度 4.409km,路基填方 25.89 万方，挖方 1.30 万方；共设置新建匝道桥梁 418m/2 座，拼宽桥梁 329m/2 座；新建通道、涵洞 5 道，接长通道 5 道；收费站以及管理区 1 处（6 进 8 出），总占地 527 亩，新增占地 306 亩。

建设工期：本项目计划 2025 年 7 月底开工建设，2025 年 12 月底建成通车，工期 5 个月。

投资规模：本项目估算总金额为 32643.8690 万元，其中建安费 19045.1180 万元。中原高速承担除征地拆迁以外费用共计约 23435.2598 万元。

建设模式：根据省政府会议纪要（豫政阅[2024]13 号）指示，由省交投集团负责商登高速青州大道出入口的投资建设工作，本部分资金由河南中原高速公路股份有限公司自筹 20%，银行贷款 80%；港区管委会负责辖区内项目土地征收、拆迁等工作。

建设期采取平行承发包模式，指建设方将工程建设的设计、施工、材料和设备采购等任务，经过分解分别发包给若干个设计单位、施工单位及材料设备供应单位，并分别与之签订合同。

主要技术经济指标表：综合考虑本互通在区域公路网中的功能与定位、交通量预测结果，按照《公路工程技术标准》（JTG B01—2014）的规定，本项目互通主线商登高速设计速度为 120km/h，本段四六车道渐变，路基宽度 28/34.5m；被交道青州大道为规划双向八车道一级公路，设计速度为 80 km/h，路基宽度 60m。具体主要技术指标见下表。

表 1-2 主要技术指标表

序号	项目		单位	内容	备注
1	互通形式			双喇叭	
2	交叉方式			匝道下穿商登高速/ 上跨青州大道	
3	地形			平原微丘区	
4	商登高速	公路等级及现状		高速公路	
5		设计车速	km/h	120	
6		路基宽	m	28/34.5	双向 4 车道/6 车道
7		行车道宽	m	3.75	
8	青州大道	公路等级及现状		城镇化一级公路	
9		设计车速	km/h	80	规划双向 8 车道
10		红线宽	m	60	
11		行车道宽	m	3.75	
12	匝道	设计车速	km/h	40	

13		平曲线最小半径	m	60	
14		最大纵坡	%/处	3.61/1	A 匝道
15		最小凸曲线半径	m	2000	E 匝道
16		最小凹曲线半径	m	3000	D 匝道
17	收费站	收费站	处	1	
18		收费车道数	道	14	6 进 8 出
19	占用土地		亩	482.1 亩（总占地）	互通新增占地 329.4 亩
20	房建工程		m ²	2200	
21	收费站管理中心		处	1	
22	新建桥梁		m/座	418m/2	
23	拼宽桥梁		m/座	329m/2	
24	涵洞通道		道	10	接长通道 5 座，新建 5 座

1.2 项目单位概况

本项目工程可行性研究报告业主为河南中原高速公路股份有限公司。

河南中原高速公路股份有限公司是经河南省人民政府批准，于 2000 年 12 月 28 日成立。2003 年 8 月 8 日，中原高速公开发行的 2.8 亿人民币普通股（A 股）股票在上海证券交易所上市交易，为目前河南省交通行业唯一一家上市公司。公司总股本为 22.47 亿股，控股股东河南交通投资集团持股比例 45.09%。中原高速管辖路段有机场高速、京港澳高速郑州至驻马店段、郑栾高速郑州至尧山段（原郑尧高速）、郑民高速、商登高速、德上高速永城段（原济祁高速），管辖总里程 808km（含匝道里程），其中高速公路四车道里程约 567km，六车道约 16km，八车道约 209km，匝道 16km。

1.3 编制依据

本项目工可报告编制依据国家有关工程建设标准强制性条文和交通运输部关于公路设计方面现行的标准、规范、规程、定额、办法、示例以及项目所在地关于公路工程勘察设计方面的文件、规定等。

1.4 专家意见及执行情况

2025 年 3 月 12 日，河南交通投资集团有限公司邀请有关专家在集团 701 会议室组织召开了《商登高速青州大道出入口新建工程工程可行性研究报告》（以下称《工可报告》）专家审查会。河南交通投资集团有限公司相关部门、河南中原高速公路股份有限

公司、河南交投设计咨询有限公司（设计单位）参加了会议（专家及参会人员名单附后）。与会专家在前期审阅《工可报告》的基础上，听取设计单位汇报和各参会单位的意见，经讨论，形成审查意见。设计单位组织相关设计人员对专家意见进行分析讨论，并按意见对工程可行性研究报告进行修改，审查意见执行情况如下：

（1）总体评价

《工可报告》内容基本齐全，技术方案总体可行，设计深度符合有关要求，按照审查意见修改完善后可以开展项目立项相关工作。

（2）具体意见及执行情况

（3）总体评价

《工可报告》内容基本齐全，技术方案总体可行，设计深度符合有关要求，按照审查意见修改完善后可以开展项目立项相关工作。

（4）具体意见及执行情况

1.综合交叉区域地形、地貌、高速公路现状、交通量预测等因素，经多方案比选推荐的双喇叭方案符合项目实际、总体可行。建议加强其他象限布设方案比选论证。

【执行情况】：执行专家意见，本次设计推荐东北象限的双喇叭互通方案。补充了西南象限双喇叭互通、东南象限双喇叭互通以及西北象限双喇叭互通的方案，结合郑州航空港区规划，综合考虑地形地貌，匝道通行能力，工程造价等指标，推荐东北象限双喇叭互通方案。

2.根据航空港区经济社会和交通运输发展现状及规划、区域路网布局，结合项目区高速公路和主要干线公路交通量、交通组成、“OD”等调查，进一步核查交通量预测及转弯交通量分配结论。

【执行情况】：执行专家意见，加强数据收集以及交通量调查，根据航空港区经济社会和交通运输发展现状及规划、区域路网布局，结合项目区高速公路和主要干线公路交通量、交通组成、“OD”等调查，核查转向交通量预测结果。根据预测结果，最大转向交通量为西南象限的转换交通量。

3.结合项目区地质资料，核查新老路基拼接方案及预防差异沉降措施。

【执行情况】：执行专家意见，经核查，商登高速拼宽段路基最大填土高度 3.5m，本次设计采用小台阶开挖搭接方式拼宽，并在拼宽部位路床底部、路基底部各设置一层刚塑土工格栅，减少拼宽路基差异沉降。

4.完善项目区地形条件、自然排水系统及历史极端天气积水情况调查，为工程方案

比选、区域排水设计、立交匝道和管理场区标高确定提供依据。建议结合青州大道市政雨水管网情况，完善互通区排水设计。

【执行情况】：执行专家意见，经调查，现状自然地形地势起伏较小，周边无自然沟渠，原商登高速边沟排水方式为加大边沟尺寸自然蒸发。本项目中跨青州大道侧互通区边沟排水及收费广场、收费站管理用房的室外排水结合青州大道市政雨水管网综合设计；跨商登高速侧互通区边沟排水采用加大边沟尺寸及互通圈内部设置蒸发池以自然蒸发为主。

5.结合集团运营高速公路收费车道收费服务水平和时间调查，核查收费车道数量，同时考虑窄岛化设计，尽可能减小收费设施建设规模。

【执行情况】：执行专家意见，收集集团运营高速公路现状收费车道收费服务时间和通行能力，考虑收费车道的窄岛化；关于收费站车道数郑州航空港区政府在征求项目方案意见的回函中写明：项目原方案建设5进7出收费站一处，考虑到比亚迪、国际陆港、规划郑州水港集疏运需求和产业布局等因素，建议充分论证，适当超前增加规模。结合周边场区规划建设情况，本次收费站车道采用6进8出。

6.关于估算编制

1) 核实估算采用的材料价格；完善第三部分工程建设其他费中相关取费标准及依据。

【执行情况】：执行专家意见，材料价格依据河南交通材料价格调查系统项目所在地近三个月发布平均价调整，并完善第三部分工程建设其他费中相关取费标准及依据。

2) 明确本项目与规划的青州大道的工程界面划分，据实调整工程数量及费用。

【执行情况】：执行专家意见，核实本项目与规划的青州大道的工程界面划分，根据调整后的工程数量修改其费用。

3) 根据临时用地用途、占地类型及使用时间，核查相关费用；核实地面附着物拆迁标准，如：坟、发射塔等。

【执行情况】：执行专家意见，核实临时用地用途、占地类型及使用时间并调整其费用。核实地面附着物拆迁标准并修改其费用。

4) 结合收费站管理用房平面布置图，核实单体建筑、硬化面积等工程数量，并套用《河南省公路工程补充估算指标》计算房建工程费用。核实外电引入长度。

【执行情况】：执行专家意见，结合收费站管理用房平面布置图，核实相关单体建筑、硬化面积等工程数量，并套用《补充估算指标》计算收费房建工程费用。

5) 补充 10KV 专板供电线路接入点及接入方式, 核实 10KV 专板供电线路长度及费用。

【执行情况】: 执行专家意见, 补充 10KV 专板供电线路接入点及接入方式, 核实 10KV 专板供电线路长度后对其费用进行调整。

6) 细化专项评价(估)费内容及费用, 建议参照同类项目或根据已签订评估协议, 核实并调整专项评价(估)费。

【执行情况】: 执行专家意见, 结合同类项目及本项目相关前期协议情况, 细化专项评估费内容及费用。

7) 根据施工工期安排及施工保通方案, 进一步核实保通费用。

【执行情况】: 执行专家意见, 核实施工工期并完善保通方案, 根据设计保通方案调整保通费用。

1.5 主要结论和建议

1.5.1 需求的可靠性

(1) 建设必要性

1) 是完善郑州航空港区规划路网, 优先建设骨架路网有利于促进区域经济快速发展的需要;

2) 是推进郑州国际陆港对外集疏运物流通道建设, 推动航空港区加快由交通区位优势向枢纽经济优势转变的需要;

3) 是郑州航空港区产业发展、就业机会、区域经济发展的需要。

(2) 市场需求分析

拟建项目计划 2025 年 7 月底开工建设, 工期为 5 个月, 2025 年 12 月底建成通车。

《公路工程技术标准》(JTG B01-2014) 中规定, 高速公路预测年限为项目建成后 15~20 年。根据国家发展改革委、建设部 2006 年颁发的《建设项目经济评价方法与参数》(第三版), 国民经济评价评价期为项目建设期(2025 年 5 月底~2025 年 10 月底)和建成后 20 年使用期(2026 年~2045 年); 根据交通部颁发的《公路建设项目可行性研究报告编制办法》(2010) 的规定, 公路项目交通量预测年限一般为调查年到项目投入运营后 20 年。

根据交通量预测结果, 项目通车第 15 年即 2040 年承担的交通量为 21719pcu/d, 项

目通车第 20 年即 2045 年承担的交通量为 24199pcu/d。

交通量预测结果 (pcu/d)

车行方向	2026	2030	2035	2040	2045
商登高速(商丘)至青州大道 (市区)	1675	2163	2776	3362	3724
商登高速(商丘)至青州大道 (经济区)	2531	3269	4196	5081	5628
商登高速(登封)至青州大道 (市区)	2693	3478	4464	5406	5988
商登高速(登封)至青州大道 (经济区)	4632	5766	6810	7869	8859
合计	11530	14676	18246	21719	24199

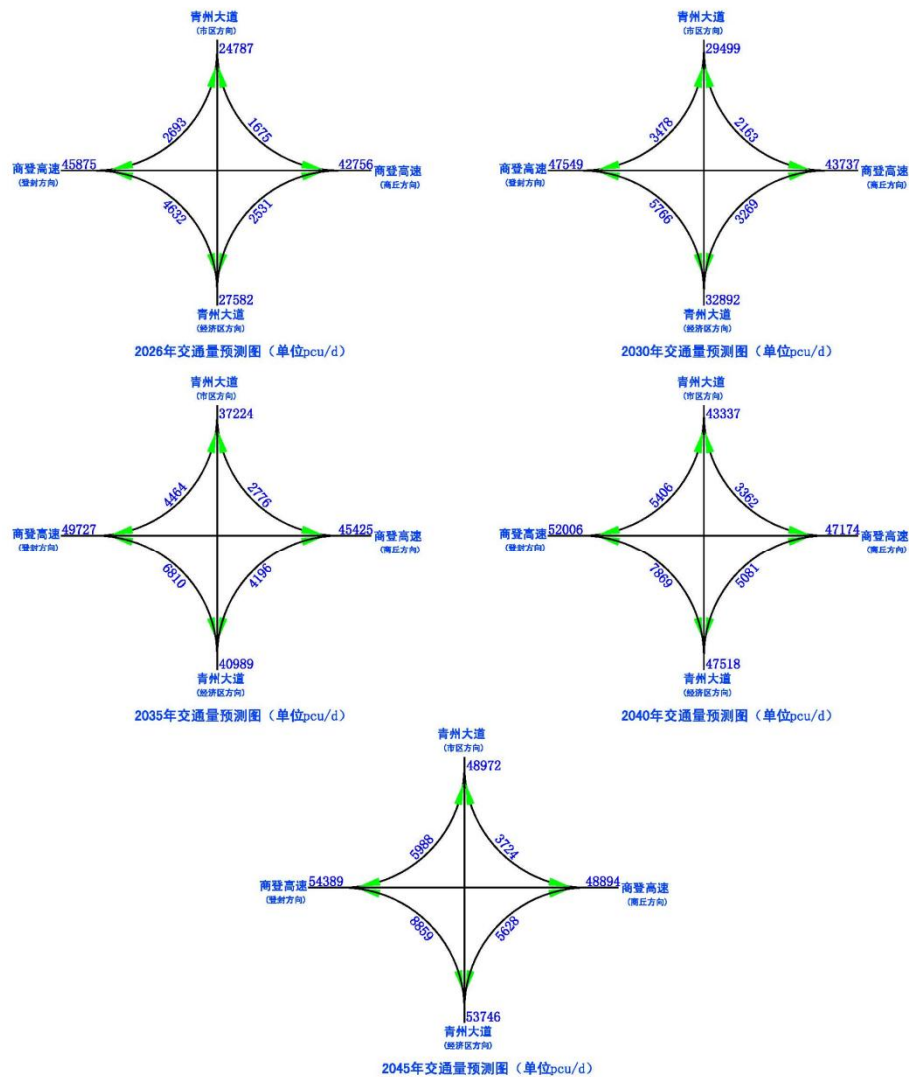


图 1-2 转弯交通量图

1.5.2 产出方案

本互通主线为商登高速，设计速度 120km/h，互通区内主线存在四六车道渐变，四车道路基断面宽度为 28m,六车道路基断面宽度为 34.5m，车道渐变段长度约 300m；互通被交路为青州大道，规划城镇化一级公路，设计速度 80km/h,路基宽度 60m,双向八车

道。本次设计不包含青州大道主线和 S102 改线工程量。

此外互通区内还存在其他的控制因素：如郑州南站动车所、规划的青州明渠、规划的西气东输一线、规划的北康沟支渠、超级高铁项目、村庄及产业园等。

根据港区规划，商登高速南侧渤海大道距离商登高速距离仅 190m，同时规划了青州明渠、北康沟支渠等；商登高速西北象限预留了城际铁路动车所用地；互通布设较为困难，因此方案一布设于东北象限，根据交通量预测结果，结合地形地物情况，采用双喇叭互通方案，与商登高速相接采用 B 型单喇叭，利用原商登高速跨 S102 桥梁下穿，与青州大道相接同样采用 B 型单喇叭，符合往返南侧的主交通流向。收费站布设于东北象限，收费车道 6 进 8 出。

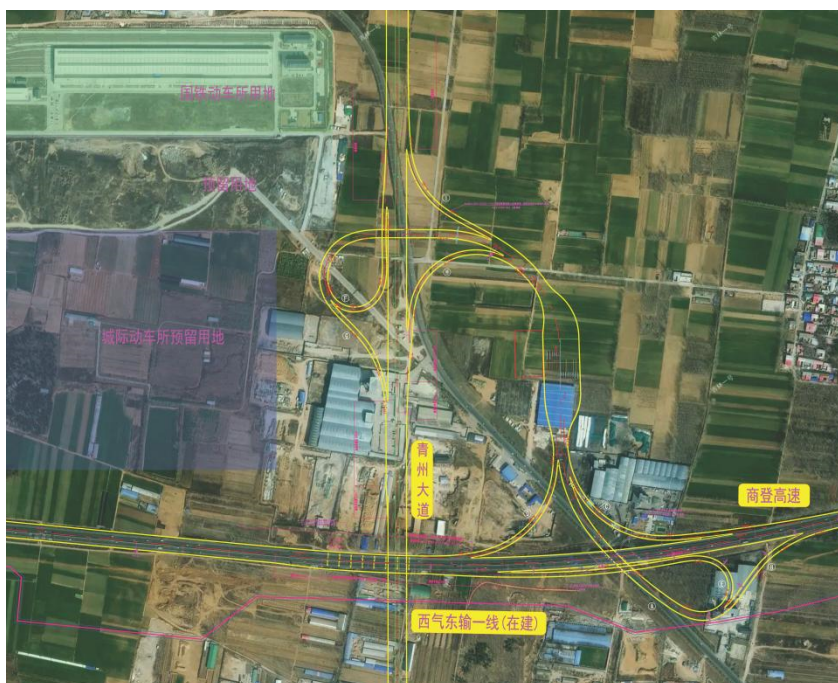


图 1-3 互通式立体交叉方案图

1.5.3 问题与建议

- 1.为确保互通建成后能投入使用，建议规划青州大道与本项目同步实施。
- 2.本项目用地范围内涉及郑州南动车所相关规划，建议尽快征求河南省铁路建设投资集团有限公司书面意见。
- 3.项目建设的工期紧，建议尽快启动建设项目用地预审与选址意见书、社会稳定评价报告等前置要件编制工作。

2 项目建设背景和必要性

2.1 项目建设背景

2.1.1 项目背景

河南地处中原，交通便利，在我国整个交通网络中处于中枢地区，北接京津冀，东望长三角，南连长江经济带，西通关中城市群，承担着国家东西经济互补，南北经济流通的重要使命。为加快推进交通强省建设，建成现代化高质量综合立体交通网，推动我省交通区位优势向枢纽经济优势转变，**2022**年**7**月，中共河南省委、河南省人民政府印发了《河南省加快交通强省建设的实施意见》《河南省综合立体交通网规划（**2021-2035**年）》的通知。规划目标为：建成开放互联、便捷顺畅、集约高效、智慧绿色、安全可靠的现代化高质量综合立体交通网，实现大通道和大枢纽连通境内外、辐射东中西，丝绸之路网辐射全球，九州通豫网联动全国，中原畅行网覆盖全省。建成高品质出行交通圈、高效率快物流圈。交通基础设施质量、运输服务、智慧绿色、行业治理水平走在全国前列，优质高效、人民满意的综合交通运输体系，有力引领河南经济社会高质量发展，有力支撑现代化河南建设。



图 2-1 河南省综合运输通道和枢纽规划图

郑州国际陆港是河南省委省政府推动交通区位优势向枢纽经济优势转变的重点工程，对加快建设开放强省、物流强省具有重要意义。郑州国际陆港是河南省全面融入共建“一带一路”，推动河南交通区位优势向枢纽经济优势转变，加快开放强省、现代物流强省建设的重要战略抓手，对于加快构建四港联动综合物流枢纽新优势、系统性重塑中原经济区和郑州都市圈核心增长极具有重要意义。根据《郑州国际陆港航空港片区发展规划》，到 2025 年，郑州国际陆港将实现关铁融合、区港一体、资源集聚，支撑保障国际班列开行量达到 5000 班次；到 2030 年，国际物流综合服务能力、产业带动力全面提升，支撑保障年业务量达到“万列、千万吨”；到 2035 年，建成具有全球影响力的世界一流国际铁路枢纽港。

商登高速青州大道出入口工程位于现状 S102 与商登高速交叉处，该项目的实施，将进一步完善郑州航空港区规划路网，优先建设骨架路网促进区域经济快速发展，还将加快推进郑州国际陆港对外集疏运物流通道建设，推动航空港区加快由交通区位优势向枢纽经济优势转变，对区域经济的发展尤其是郑州国际陆港、汽车城、电子城等的发展具有重要意义。

2.2 项目建设必要性

(1) 是完善郑州航空港区规划路网，优先建设骨架路网促进区域经济快速发展的需要

青州大道是郑州航空港区规划形成的“六横六纵”快速路主骨架中，南北向交通骨架路网中的重要“一纵”。青州大道贯穿整个航空港区，不仅连接了港区内的多个重要功能区域，如产业园区、物流中心、商务中心等，还承担着区域过境交通与沿线到发交通的双重任务。从过境交通来看，青州大道为途径航空港区的车辆提供了一条快速、便捷的通道，减少了车辆在港区内的绕行时间，提高了整体交通效率。对于沿线到发交通，青州大道则为港区内各功能区域之间的人员和物资流动提供了有力支持，促进了区域内产业的协同发展。

本项目作为青州大道与商登高速的交叉节点，其建设与实施对于推动航空港区骨架路网的形成具有举足轻重的作用。当前，航空港区的交通网络仍处于不断完善和优化的阶段，部分交通节点的缺失或不完善，制约了整个交通网络的运行效率。而青州大道与商登高速的交叉节点，正是整个交通网络中的关键一环。通过建设该出入口，可以实现

青州大道与商登高速的无缝对接，进一步优化港区的交通布局，提高交通的通达性和便捷性。可见，青州大道出入口的实施，不仅将完善郑州航空港区骨架路网，还是促进区域经济快速发展的重要基础保证。

（2）是推进郑州国际陆港对外集疏运物流通道建设，推动航空港区加快由交通区位优势向枢纽经济优势转变的需要

青州大道出入口的建成，将对郑州国际陆港及航空港区产业经济的发展起到强有力的支持作用。首先，该项目将极大地提升国际陆港货运车辆沿高速向周边省份辐射的通道效益。其次，项目的实施将有效提升货运车辆与高速公路的衔接效率，降低物流成本。而青州大道出入口的设置，将实现货运车辆与高速公路的直接对接，减少不必要的运输环节，降低物流成本。这对于航空港区内的企业来说，将大大降低其物流成本，提高企业的市场竞争力。此外，高效的物流运输网络将吸引更多的企业入驻航空港区，形成产业集聚效应，进一步推动航空港区产业经济的发展。例如，一些对物流时效性要求较高的制造业和商贸企业，将更愿意选择在航空港区设立生产基地或运营中心，从而促进区域产业结构的优化升级，为航空港区的经济发展注入新的活力，具有显著的政治经济效益。

（3）是郑州航空港区产业发展、就业机会、区域经济发展的需要

首先，商登高速青州大道出入口的设置，将为航空港区的产业发展带来诸多积极影响。对于物流产业而言，更便捷的交通连接将进一步提升郑州国际陆港的物流运输效率，吸引更多的物流企业入驻。商登高速青州大道出入口建成后，航空港区内的产业园区将迎来快速发展机遇，吸引更多企业入驻，推动产业规模不断扩大，产业竞争力不断提升。

其次，将创造就业机会。随着航空港区产业的发展，商登高速青州大道出入口的设置将间接创造大量的就业机会。另外，还将加强区域合作与交流，带动片区经济发展。该出入口的设置将进一步加强郑州航空港区与周边地区的经济联系和合作交流。

综上所述，商登高速青州大道出入口的设置，无论是对于完善郑州航空港区的规划路网，促进区域经济快速发展，还是推进郑州国际陆港对外集疏运物流通道建设，推动航空港区由交通区位优势向枢纽经济优势转变，都是必要的。该项目的建设不仅能够优化区域交通布局，提高交通效率，还能够降低物流成本，提升区域产业竞争力，对区域经济发展产生多方面的积极影响，包括促进产业发展、创造就业机会、加强区域合作与交流等。

3 项目需求分析与产出方案

3.1 需求分析

3.1.1 交通量调查与分析

1.道路交通量调查资料及分析

在项目通道内，高速公路收费站主要有商登高速岗李收费站及安罗高速尉氏西收费站。

本项目建成后，将与这些收费站共同承担通道内交通量。



图 3-1 收费站位置分布

(1) 商登高速岗李收费站历年观测交通量

岗李收费站历年交通量统计表如下表所示：

表 3-1 岗李收费站历年观测交通量

年份	年平均日交通量	小客	大客	小货	中货	大货	汽车列车	自然量	折算量
2023	出口	4403	8	216	145	166	209	5147	6100
	入口	4462	8	222	158	142	251	5243	6292
	合计	8865	16	438	303	308	460	10390	12392
2024	出口	5924	17	288	198	259	333	7019	8514
	入口	6140	10	319	240	222	426	7357	9093
	合计	12064	27	607	438	481	759	14376	17607

(2) 安罗高速尉氏西收费站历年观测交通量

尉氏西收费站历年交通量统计表如下表所示：

表 3-2 尉氏西收费站历年观测交通量

年份	年平均日交通量	小客	大客	小货	中货	大货	汽车列车	自然量	折算量
2019	出口	2852	42	403	220	282	348	4147	5745
	入口	2648	36	416	244	340	382	4066	5862
	合计	5500	78	819	464	622	730	8213	11607
2020	出口	6003	50	1021	344	310	729	8457	11306
	入口	6003	50	1021	344	310	729	8457	11306
	合计	12006	100	2042	688	620	1458	16914	22612
2021	出口	5364	52	1137	323	243	475	7594	9571
	入口	5364	52	1137	323	243	475	7594	9571
	合计	10728	104	2274	646	486	950	15188	19142
2022	出口	2703	18	800	269	219	454	4463	6297
	入口	2703	18	800	269	219	454	4463	6297
	合计	5406	36	1600	538	438	908	8926	12594
2023	出口	4813	44	806	273	179	345	6460	7922
	入口	4813	44	806	273	179	345	6460	7922
	合计	9626	88	1612	546	358	690	12920	15844
2024	出口	4909	42	773	256	169	310	6459	7792
	入口	4909	42	773	256	169	310	6459	7792
	合计	9818	84	1546	512	338	620	12918	15583

(3) 通道交通量分析

根据新修订的公路交通情况调查车型分类及折算系数，经计算得到的通道内各种车型构成比例情况见表 3-15 和图 3-18。

表 3-3 通道内车辆构成比例表

车型类别		自然量比例	折算量比例
客车	小客	83.92%	68.52%
	大客	0.19%	0.23%
	合计	84.11%	68.75%
货车	小货	4.22%	3.45%
	中货	3.05%	3.73%
	大货	3.35%	6.83%
	汽车列车	5.28%	17.24%
	合计	15.89%	31.25%
合计		100.00%	100.00%

3.1.2 交通量预测方法

1. 预测特征年确定

根据《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)的规定结合项目情况,选取预测年限为 20 年。本项目计划于 2025 年建成通车,预测年限取公路建成后 20 年,即 2026 年~2045 年,预测特征年定为 2026 年、2030 年、2035 年、2040 年和 2045 年,预测基年为 2025 年。

2. 特征年路网

根据现状路网及以上远景年公路网规划,报告在基年公路网的基础上构造了特征年路网,特征年路网的构造遵循了以下三项原则:

- ①与基年公路网覆盖范围相同;
- ②符合全省公路网建设发展规划;
- ③选取最优化方案,满足通道交通环境。

商登高速青州大道出入口是环港区高速主要出入口,青州大道为港区城市主干路,近期主要作为国际陆港及沿线居民对外交通出行的转换站点,远期融入整个港区骨架路网,作为港区对外交通快速转换的重要节点。

3. 预测结果及分析

(1) 交通量预测结果

根据交通量预测结果,项目通车第 15 年即 2040 年承担的交通量为 21719pcu/d,项目通车第 20 年即 2045 年承担的交通量为 24199pcu/d。

表 3-4 交通量预测结果（pcu/d）

车行方向	2026	2030	2035	2040	2045
商登高速(商丘)至青州大道（市区）	1675	2163	2776	3362	3724
商登高速(商丘)至青州大道（经济区）	2531	3269	4196	5081	5628
商登高速(登封)至青州大道（市区）	2693	3478	4464	5406	5988
商登高速(登封)至青州大道（经济区）	4632	5766	6810	7869	8859
合计	11530	14676	18246	21719	24199

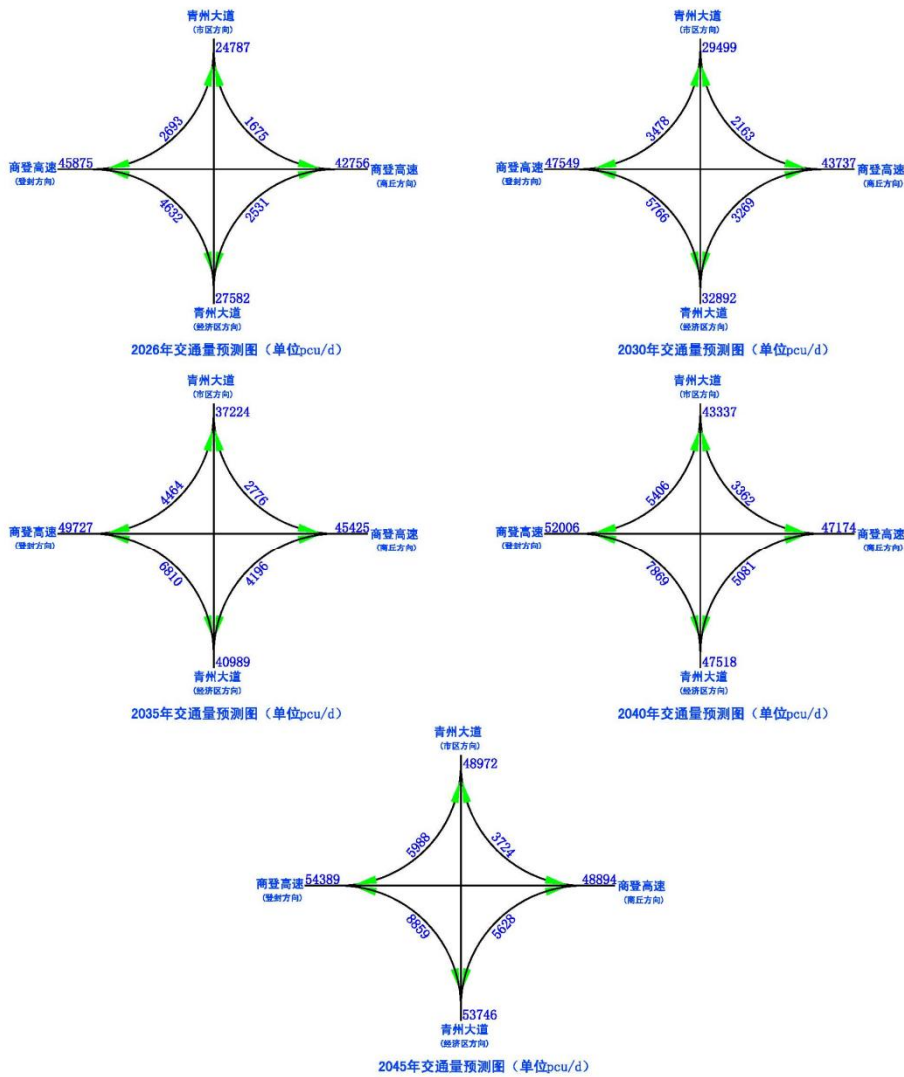


图 3-2 互通转向交通量预测结果（pcu/d）

（2）收费广场的确定

根据《高速公路交通广场及沿线设施设计通用规范》的规定可知，收费系统各项设备的设计交通量应符合下表的规定。

表 3-5 收费系统各项设备的设计交通量

设备名称	设计交通量
收费系统机电设备	预测的第 5 年交通量
收费岛、收费广场、收费车道、路面、地下通道、天棚	预测的第 15 年交通量
收费广场用地、站房房屋、站房区用地、相关土方广场	预测的第 20 年交通量

根据表格，收费广场按照预测的第 15 年交通量进行确定。

(4) 收费车道数的计算

拟建项目收费车道数的确定，是根据其出入口服务时间和标准设计小时交通量（DHV）查询《收费公路联网收费技术要求》中的车道数计算表得到。

①设计小时交通量

以第十五年的交通量进行收费站交通量预测。

表 3-6 交通量预测计算

第 15 年交通量 (2040 年)	年平均日交通量	21719
	年平均日交通量	11945
	高峰小时交通量	1433

根据交通量预测结果可知，至 2040 年，商登高速青州大道出入口处单向的高峰小时交通流量为 1433pcu/h。

②收费车道数计算

通过查询公路设计规范——附录八：收费土建附属设施，关于不同收费车道数、服务时间条件下标准设计小时交通量（DHV），见下表所示。

表 3-7 不同费车道、服务时间条件下标准设计小时交通量（DHV、单位：pcu/h）

车道数\服务时间 s	4	6	8	10	14	16
1	370	300	230	180	130	110
2	1054	847	640	510	360	320
3	1770	1420	1070	850	610	530
4	2500	2000	1500	1200	860	750
5	3240	2590	1940	1550	1110	970
6	3980	3180	2380	1910	1360	1190

结合互通设计小时交通量（DHV）计算，6 进 8 出（4 进 5 出 ETC 车道）规模分别可以提供 3140、3850pcu/h 的通行能力，满足未来年车辆通行需求。

表 3-8 车道数及通行能力计算

车道数	类型	服务时间 (s)	高峰小时通行能力 pcu/h	合计通行能力 pcu/h
6 进	4 个 ETC 车道	4	2500	3140
	2 个普通车道	8	640	
8 出	5 个 ETC 车道	4	3240	3850
	3 个普通车道	14	610	

综上，6 进 8 出（4 进 5 出 ETC 车道）14 个车道可以满足未来交通需求，方便车辆上下商登高速。

3.2 项目产出方案

1.收费车道数的计算

结合互通设计小时交通量（DHV）计算，6 进 8 出（4 进 5 出 ETC 车道）规模分别可以提供 3140、3850pcu/h 的通行能力，满足未来年车辆通行需求。

表 3-9 车道数及通行能力计算

车道数	类型	服务时间 (s)	高峰小时通行能力 pcu/h	合计通行能力 pcu/h
6 进	4 个 ETC 车道	4	2500	3140
	2 个普通车道	8	640	
8 出	5 个 ETC 车道	4	3240	3850
	3 个普通车道	14	610	

经过计算分析，评价末年拟建出入口的单向高峰小时交通量均小于出入口收费车道数的通性能力，确定远期为 6 进 8 出（4 进 5 出 ETC 车道）14 个车道可以满足未来交通需求，方便车辆上下商登高速。

2.项目交通量适应程度分析

拟建项目项目位于规划青州大道与商登高速交叉处，设计年限路段年平均日交通量 21719pcu/d。设计年限年平均日交通量见下表。

表 3-10 特征年拟建项目年平均日交通量

收费站	2026	2030	2035	2040
商登高速青州大道出入口	11530	14676	18246	21719

根据收费车道数计算，4 进 5 出（2 进 3 出 ETC 车道）10 个车道下实际通行能力见下表。

表 3-11 车道数及通行能力计算

车道数	类型	服务时间 (s)	高峰小时通行能力 pcu/h	合计通行能力 pcu/h
4 进	2 个 ETC 车道	4	1054	1694
	2 个普通车道	8	640	
5 出	3 个 ETC 车道	4	1770	2130
	2 个普通车道	14	360	

从表中可以看出，4 进 5 出（2 进 4 出 ETC 车道）9 个车道下实际通行能力已满足第 15 年预测高峰小时交通量 1433pcu/h 的通行能力。

郑州国际陆港是河南省委政府推动交通区位优势向枢纽经济优势转变的重点工程，对加快建设开放强省、物流强省具有重要意义。考虑国际陆港区内规划企业的开发建设，对远期规划考虑预留，收费站车道数采用 6 进 8 出（4 进 5 出 ETC 车道）14 个车道。

4 项目选址与建设条件

4.1 互通立交选址

(1) 选址分析

商登高速郑州境航空港区至登封段是商登高速最西端的一段，东起京港澳高速，顺接既有商登高速商航段，向西连接郑少高速，是郑州航空港经济综合实验区“外环”的重要组成部分。

青州大道位于郑州航空港区东部，根据航空港区交通规划，青州大道为南北向快速路，与商登高速交叉，设互通立交 1 座，青州大道(商登高速-青州大道段)已招标完成，招标范围未包含该立交工程。

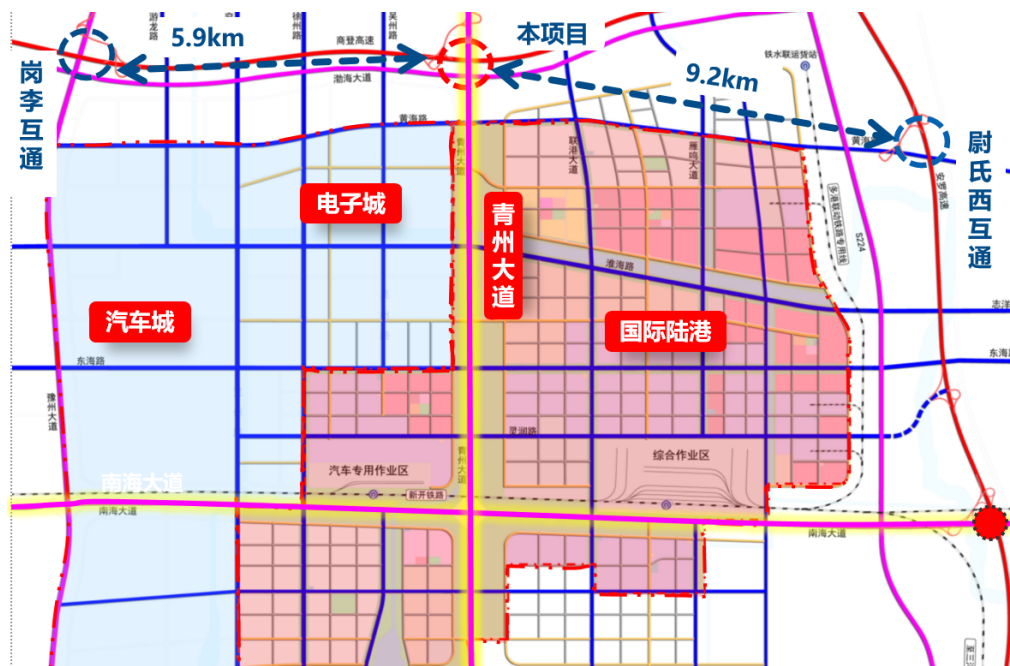


图 4-1 本项目地理位置图

目前，航空港区主要建设区主要为万三公路以西，以东区域交通设置较为薄弱，沿线出行主要依靠县道、村道出行，区域交通上下高速主要依靠岗李互通或尉氏西互通，绕行距离较远。本项目为青州大道与商登高速的交叉节点，项目在此位置选址可以推动航空港区骨架路网的形成，支撑港区核心区的发展，对区域经济的发展尤其是航空港国际陆港和汽车城的发展具有重大作用。

本项目距离西侧岗李互通约 5.9km,距离东侧安罗高速上尉西互通行驶距离约 9.2 公里。满足互通间距布设要求。

本项目互通选址符合郑州航空港经济综合实验区综合交通体系规划，项目用地已纳入港区国土空间规划范围，本项目不涉及基本农田及生态保护红线。经现场调查，本项目区域地势较为平坦，不存在不良地质，适宜工程建设。因此，本项目的选址是合适的。

（2）立交方案概况

互通布设于商登高速与青州大道交叉的西北象限，采用双喇叭互通方案，与港区的整体规划相符，互通同时避开了郑州南动车所的规划占地，匝道均上跨主线。收费站布设于西北象限，收费车道 6 进 8 出。

4.2 项目建设条件

4.2.1 城镇规划

本项目位于郑州市航空港区，路线方案布设时需充分考虑相关城市规划，路线应紧密契合与城市规划，避免占用规划用地、分割规划地块，实现对地方的经济带动作用。

1、郑州市航空港区

航空港区发展立足国家中心城市副城，打造现代航空新城。以国际化的国家中心城市副城为总体定位，按照“突破中部、启动北部、做实南部、谋划西部”总体目标，合理布局产城融合功能分区，推进航空港实验区各大功能板块建设，完善城市现代化基础设施，提高航空都市承载力，利用新一代信息技术，打造现代智慧航空新城。

围绕“北城、中流、南工”整体布局，明确北部空港新城、中部空铁新城与南部双鹤湖科技城三大产城融合功能分区，优化城市空间功能，实现片区协同发展。以现代产业体系为基础，完善产业园区功能，形成“生产、服务、消费”等多点支撑城市型产业园区，“以产带城”实现城市规模上台阶。科学规划产业与居住空间比例，完善交通、教育、医疗、商业等城市生活配套，实现“以城聚人”。高品质推进现代航空都市建设，吸引集聚高价值产业环节，实现“以城兴产”。

2、尉氏县

尉氏县规划发展为郑州大都市区核心区的经济重要城市、开封市副中心城市，纺织加工与家居制造基地。城市规模至 2035 年，尉氏县中心城区人口达到 62 万，建设用地规模 69.08 平方公里。城市发展方向为：西融北扩，南限东控。即以西向为城市发展的主导方向，北向为辅助发展方向，并在保护东向良好的自然环境的同时，约束城市向南发展。

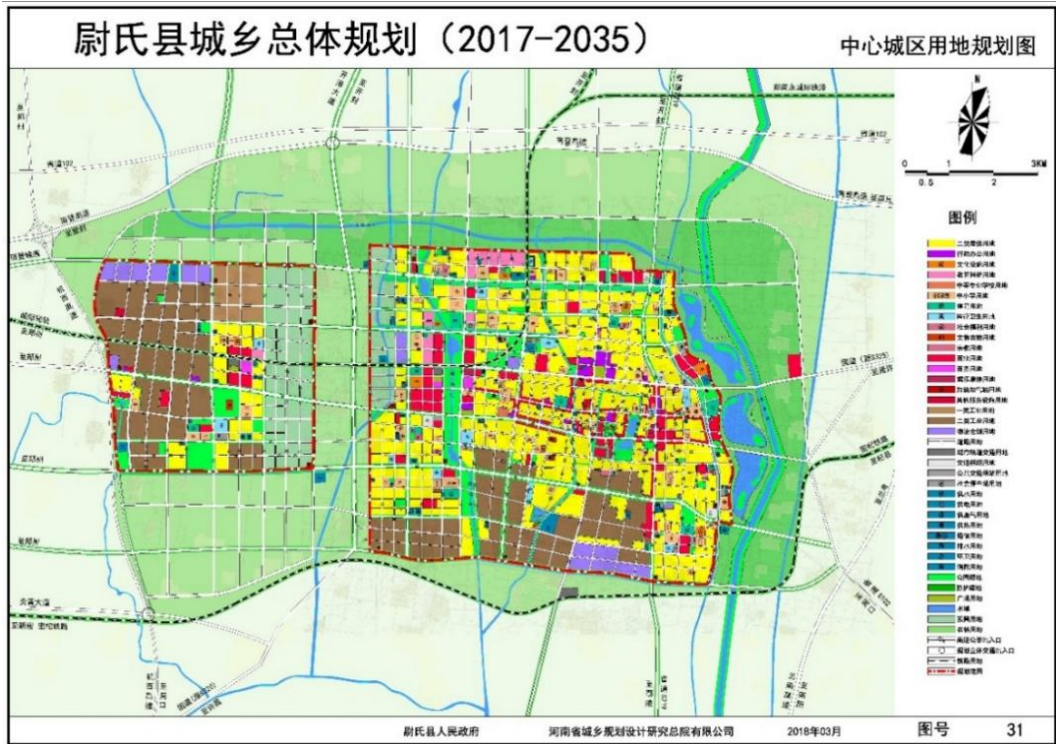


图 4-2 尉氏县城乡总体规划（2017-2035）

根据国土空间规划，尉氏县规划形成“四心、四轴、六片区”的城市空间布局结构。

4.2.2 区域内自然环境

地形地貌

拟建工程位于郑州航空港区，整个地势较为平坦，略有起伏，海拔高度约 89m。郑州市地处西南山前（嵩山）丘陵和东部黄河冲积平原的过渡地带。境内有冲积、洪积形成的黄土丘陵，相对升降、切割造成的沉积阶地，黄河冲积形成的平原和风积作用造成的沙丘区。

拟建场地地貌单元为黄河冲积平原郑州东部泛滥平原区。

工程地质

1、地层岩性

工程场址位于郑州市南部，大地构造位置属华北断块区南部，豫皖断块的开封凹陷的西边缘，区域地质构造较复杂，对场址有影响的北北东向区域活动断裂构造带主要有三条：即太行山前断裂带、聊城—兰考断裂带和汾渭断陷盆地构造带，强地震大部分发生在这三个构造带上，北西向的区域活动断裂主要有两条：即新乡—商丘断裂带和封门口—五指岭断裂带，这两条断裂带发生过中等强度地震。它们对本区发生不同强度地震起严格的控制作用，总的来说，北纬 35° 以北主要受北北东向断裂构造控制，而

35° 以南（场区位于 35° 以南）主要受近东 西向的秦岭纬向构造所支配。拟建场地附近的断裂构造主要有两组：即北西—北北西向和近东西向。

2、地震

本场地不存在软弱土和液化土层，因此，本建筑场地应属对建筑抗震一般地段。根据《中国地震动参数区划图》，项目区原属于开封市尉氏县大营镇和大马乡，现归到郑州市航空港区，尉氏大营镇和大马乡的抗震设防烈度均为 7 度，设计地震分组为第二组，场地设计基本地震加速度为 0.10g 依据《建筑抗震设计规范》及《建筑工程抗震设防分类标准》，道路属一级公路，抗震设防分类为乙类（重点设防类）。管道及泵站抗震设防分类为丙类（标准设防类）。依据《城市桥梁抗震设计规范》（CJJ 166-第 3.1.1 条表 3.1.1 分类标准，桥梁的抗震设防分类为丙类（标准设防类）。（建筑抗震地段划分按照《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-表 3.1.2 的划分标准，本场地不存在液化土层。因此，本建筑场地应属对建筑抗震一般地段。

3、水文

与项目有关的河流为双泊河，距离场地西侧约 6 公里。淮河支流，溱水与洧水在交流寨村会流后称双泊河。发源于河南郑州登封大冶镇，流经新密、新郑、长葛市后转向东南，从新郑市黄湾出境在周口市扶沟县曹里乡摆渡口村汇入贾鲁河。根据含水层的埋藏条件和水理特征，场地内地下水类型为潜水。潜水水位主要受季节性降雨、人工降水和地表水体补给影响，从 7 月中旬至 10 月上旬是每年地下水位丰水期，每年 12 月至来年 2 月为枯水期。勘察期间（2023 年 12 月），实测地下水稳定水位在地表下 8.70~17.60m，对应水位标高约为 80.01~86.66m，近 3~5 年最高水位标高约 87.0m。根据收集的气象资料了解，郑州市的干燥度指标 $K < 1.5$ ，因此应属于湿润区；上层含水层的岩性以粉土、粉质黏土及粉砂为主场地的环境类型应属 II 类。

4、气候、气象

郑州属暖温带半干旱气候，四季分明，春季干旱风沙多，夏季炎热雨集中，秋高气爽日照长，冬季寒冷雨雪少为其主要特征。多年平均气温 14.25℃，冬季（12 月至翌年 2 月）气温最低，夏季（6 月~8 月）气温最高，年温差 27℃。极端最高气温可达 43℃（1966 年 7 月 19 日），极端最低气温 -17.9℃（1971 年 12 月 27 日）。该区为季风区，夏季盛行南风，秋末冬初盛行西北风，冬季以东北风和西北风为主，多年平均风速 2.95m/s。郑州降水量适中，但年际变化较大。据郑州市气象局 1951~1997 年资料，多年平均降水量 632.7mm，最大 1041.3mm（1964 年），最小 372.0mm

(1986年)。全市土壤分为潮土、盐碱土、褐土和棕壤土。其中潮土面积 2181.8km²，占全市面积的 29.3%；盐碱土面积 53.6km²，占全市面积的 0.7%；棕壤土面积 1005.2km²，占全市面积的 13.5%。截至 2000 年郑州的林地覆盖率为 16.4%不良地质与特殊性岩土。

5、特殊地质

拟建公路沿线存在的主要不良地质现象有人为坑洞、黄土陷穴、黄土滑塌、地震液化，具体特征如下：



沿线特殊岩土为人工填土、软弱土、黄土状土等。

(1) 填土或弃土

沿线人工弃土主要为沿线城镇开发建筑、既有工程弃填土等，厚 0.5~20m 不等，压缩性大，无胶结，承载力低，局部含有机质，工程地质性质差。对线路影响范围内的弃土应进行清除换填，并对未清除弃土设置挡护及排水措施；加强弃土场环境水、土化学侵蚀性分析和评价；对于路基基底的弃土根据力学指标采取地基处理措施。

(2) 软土及松软土

道路沿线沟谷、河谷地段，地表部分路段为杂田、农产品种植区等地，地层为第四系冲洪积、坡洪积的粉质黏土、黏土等，呈软塑状，分布厚度一般为 0.5~2.0m。具有含水量高，承载力低，抗剪强度低的特性，易引起填方路堤的失稳或产生过大工后沉降。

(3) 黄土

项目区沿线广泛分布着黄土状土，按照地质时代可分为新黄土、老黄土，主要由黄土状粉土和黄土状粉质黏土组成，一般呈灰黄或褐黄、红黄色，结构疏松，具有肉眼可见的大孔隙；富含碳酸钙成分及其结核；无层理，垂直节理发育；具易溶蚀、易冲刷、各向异性等工程特征。

5 项目建设方案

5.1 技术方案

5.1.1 总体设计原则

本项目互通式立交的布设综合考虑了交通量、远景规划及高速公路在公路网中的地位和作用。本项目的建设是经济发展的需要，对于实现区域乡村振兴战略，促进地区社会经济的发展将起到重要作用；项目建设有利于发挥沿线资源优势，促进并带动区域经济发展；项目的建设可以改善当地生产、生活环境，加快脱贫致富进程；本项目也是对河南省高速公路网规划的重要补充完善；设计中将尽量减少对已建公路的影响，并结合地形、地物、地质、投资等因素综合确定，主要遵循以下原则：

（1）相交道路性质：互通式立交的设置考虑相交道路的等级及功能。

（2）互通式立交间距：一般地区互通式立交(含服务区、停车区)的间距量最小为4km，受地形条件或其他特殊情况限制时，上一互通式立交加速车道终点至下一互通式立交减速车道起点之间的距离最小不得小于1000m，互通间距不满足时设置复合型互通；

（3）地形、地物、地质条件：互通式立交的布设考虑地形、地物、地质条件，一般选择地质好、拆迁少、占用良田少及相交道路平、纵面线形指标较高处。

5.2 工程方案

5.2.1 互通方案及主要控制因素

互通位于航空港区，在现状商登高速与规划青州大道交叉处，距离西侧岗李互通5.9km，距离东侧安罗高速上尉西互通行驶距离约9.2公里。本项目近期主要作为服务汽车城、国际陆港及沿线居民对外交通出行的转换节点；远期是航空港区快速路骨架路网的重要组成部分，航空港区对外交通快速转换的重要节点。

互通区主要为农田，地势相对较为平坦，建筑海拔在100m-115m之间，适宜布设互通，区域内路网密集，控制因素多。

互通主线为商登高速，设计速度120km/h，互通区内主线存在四六车道渐变，四车道路基断面宽度为28m，六车道路基断面宽度为34.5m，车道渐变段长度约300m。主线视距指标不满足互通布设需求，需对其进行部分改造。

互通被交路为青州大道，规划城镇化一级公路，设计速度 80km/h,路基宽度 60m,双向八车道。本次设计不包含青州大道主线及 S102 工程量。

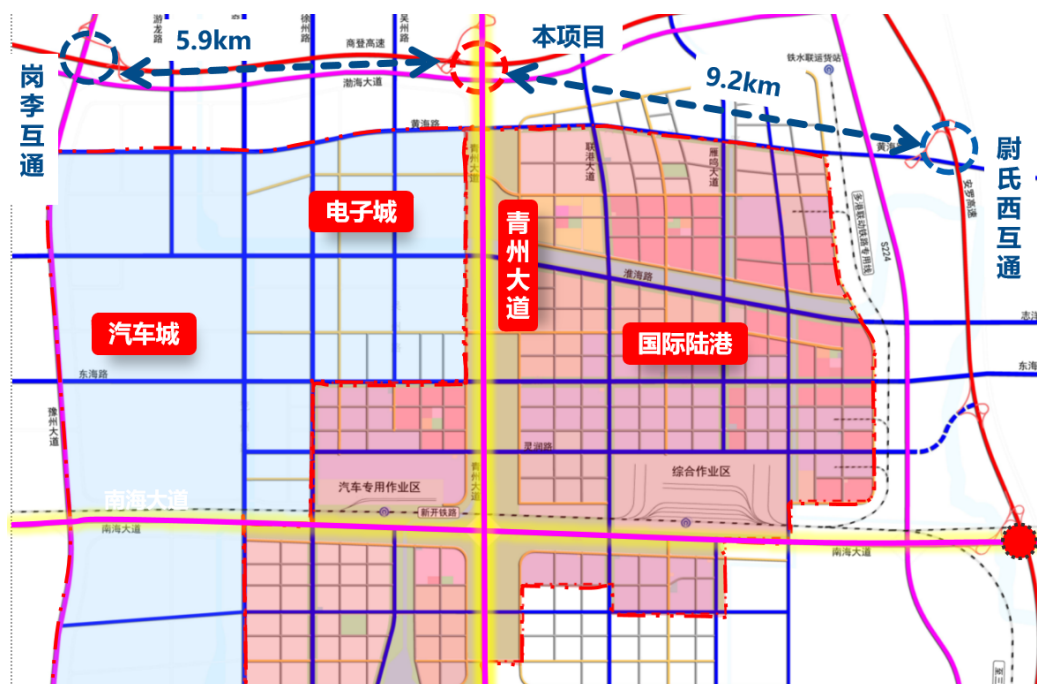


图 5-1 港区规划路网图

其他道路情况：

省道 102：现状双向 2 车道二级公路，路基断面 15 米。

渤海大道：规划城镇化一级公路，位于商登高速南侧，与其平行，间距约 190m。

黄海路：已建成通车，城市主干路，双向八车道。

此外互通区内还存在其他的控制因素：如郑州南站动车所、规划的青州明渠、规划的西气东输一线、规划的北康沟支渠、超级高铁项目、村庄及产业园等。布设互通时需要考虑避让。

根据交通量预测分析，本互通主交通流方向是登封方向往返经济区方向，设计末年 (2045 年) 转向交通量为 8859pcu/d；次交通流方向是登封方向往返市区方向，设计末年转向交通量为 5988pcu/d。

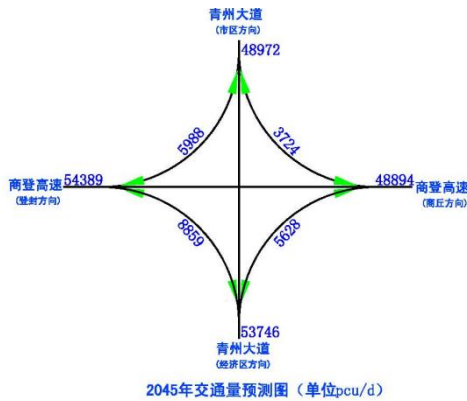


图 5-2 2045 年交通量预测结果

根据项目功能要求，结合主要控制因素影响及交通量预测结果，分别设计三个互通式立体交叉方案进行比较，分别详述如下：

方案一：（东北象限双喇叭方案）

根据港区规划，商登高速南侧渤海大道距离商登高速距离仅 190m，同时规划了青州明渠、北康沟支渠等；商登高速西北象限预留了城际铁路动车所用地；互通布设较为困难，因此方案一布设于东北象限，根据交通量预测结果，结合地形地物情况，采用双喇叭互通方案，与商登高速相接采用 B 型单喇叭，利用原商登高速跨 S102 桥梁下穿，与青州大道相接同样采用 B 型单喇叭，符合往返南侧的主交通流向。

互通布设时着重考虑以下控制因素对于方案的影响：

互通主线商登高速：商登高速 2017 年全线通车，建成年限短，本互通改造范围内涉及商登高速既有构造物工作状态良好，包含两座桥梁，跨 S102 桥梁 97m/1 座（装配式预应力混凝土箱梁），预留跨青州大道桥 232m/1 座（装配式预应力混凝土箱梁），通道 5 道（明盖板）。

根据商登高速竣工图以及实测资料，商登高速在跨省道 S102 位置存在一处 R=20000m 的凸形竖曲线。本次设计维持原商登高速 R=20000m 的凸形竖曲线半径不变，将互通鼻端调整至凸形竖曲线范围外，将凸形竖曲线包络在鼻端范围之内。经视距验算，鼻端前的识别数据均满足规范要求。

商登高速本段落在郑州与尉氏县界存在一处四六车道渐变，本项目通过设置互通的加减速车道，通过匝道的驶入驶出进行车道匹配，完成车道变化。互通按东北象限方案实施后，原商登高速四六车道位置需移至互通前，商登高速需拼宽约 1.2km。涉及拼宽预留跨青州大道桥 232m/1 座。

环形匝道位置与西气东输管线位置较近，但能满足管道 5m 范围内不开挖的要求。

该互通匝道最小设计速度 40km/h，匝道最小半径为 60m；单车道匝道宽 10.5m，单向双车道匝道 10.5m，对向三车道匝道宽 18.0m。收费站位于东北象限，收费车道 6 进 8 出。

方案优点：

- ①匝道利用商登高速 S102 跨线桥下穿，桥梁规模小；
- ②不占压基本农田。
- ③与港区各个规划干扰最小；

方案缺点：

- ①高速改造范围约 2.3km，路基拼宽约 1.2km，9x25m 桥梁拼宽，保通压力大；
- ②互通线型指标差，主流向西南转向，略绕行；
- ③S102 保通工程量大。

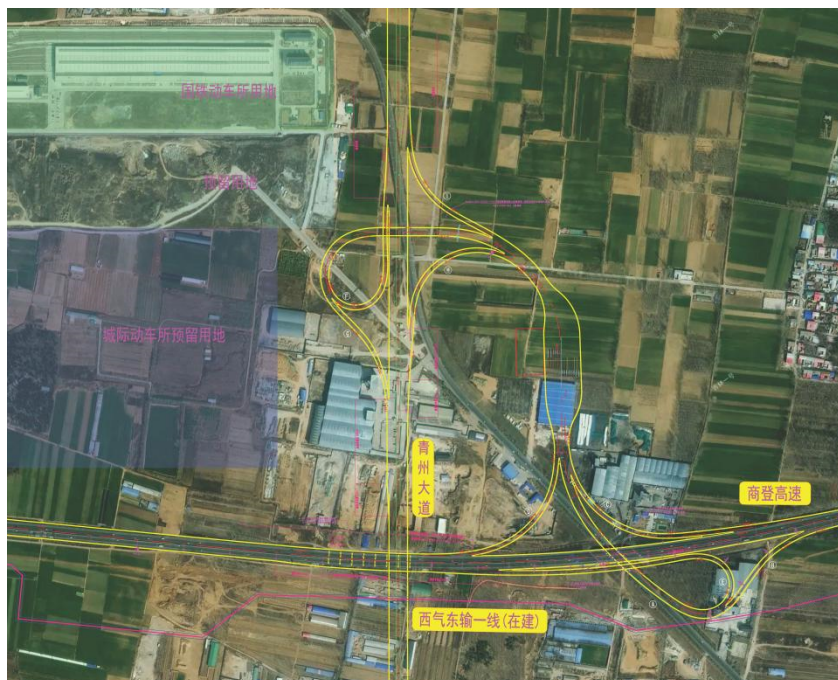


图 5-3 互通方案一平面图

方案二：（西北象限双喇叭方案）

西北象限方案，本段商登高速存在一处半径为 21000m 的凸形竖曲线，同样需要满足互通出入口识别视距的要求，调整至鼻端外侧。商登高速本段落在郑州与尉氏县界存在一处四六车道渐变，本项目通过设置互通的加减速车道，通过匝道的驶入驶出进行车道匹配，完成车道变化。

西气东输一线：项目区选址内规划了西气东输一线，位于商登高速南侧，同时布设了一处阀室，根据 GB50183 《石油和天然气工程设计防火规范》要求：阀室内放空立管

与高速公路用地边界不小于 40m。互通布设应考虑避让。

该互通匝道最小设计速度 40km/h，匝道最小半径为 60m；单车道匝道宽 10.5m，单向双车道匝道 10.5m，对向三车道匝道宽 18.0m。收费站位于西北象限，车道为 6 进 8 出。

方案优点：

- ①互通布设舒展，立交形式好，匝道平纵指标高。
- ②对港区总体规划影响较小。

方案缺点

- ②占用郑州南庄动车所规划预留用地。



图 5-4 互通方案二平面图

方案三：（西南象限双喇叭方案）

方案三采用布设于西南象限的双喇叭互通方案，与商登高速交叉采用 B 型喇叭形式，与青州大道交叉采用 A 型喇叭形式，保证登封方向往返经济区方向的主交通流向快速通行，青州大道渤海大道以南部分已招标，以北部分近期可不实施，缓解资金压力。该方案匝道上跨主线，与青州大道采用平面交叉。收费站位于西南象限，收费车道 6 进 8 出。

方案优点：

- ①互通形式与主交通流向相符。

②青州大道渤海大道以北段，近期可不实施，可缓减相关资金压力。

方案缺点：

①互通布设影响港区渤海大道、青州明渠、西气东输一线等相关规划，渤海大道局部需考虑地道下穿互通匝道，匝道需设置桥梁跨越青州明渠。

②拆迁面积大。

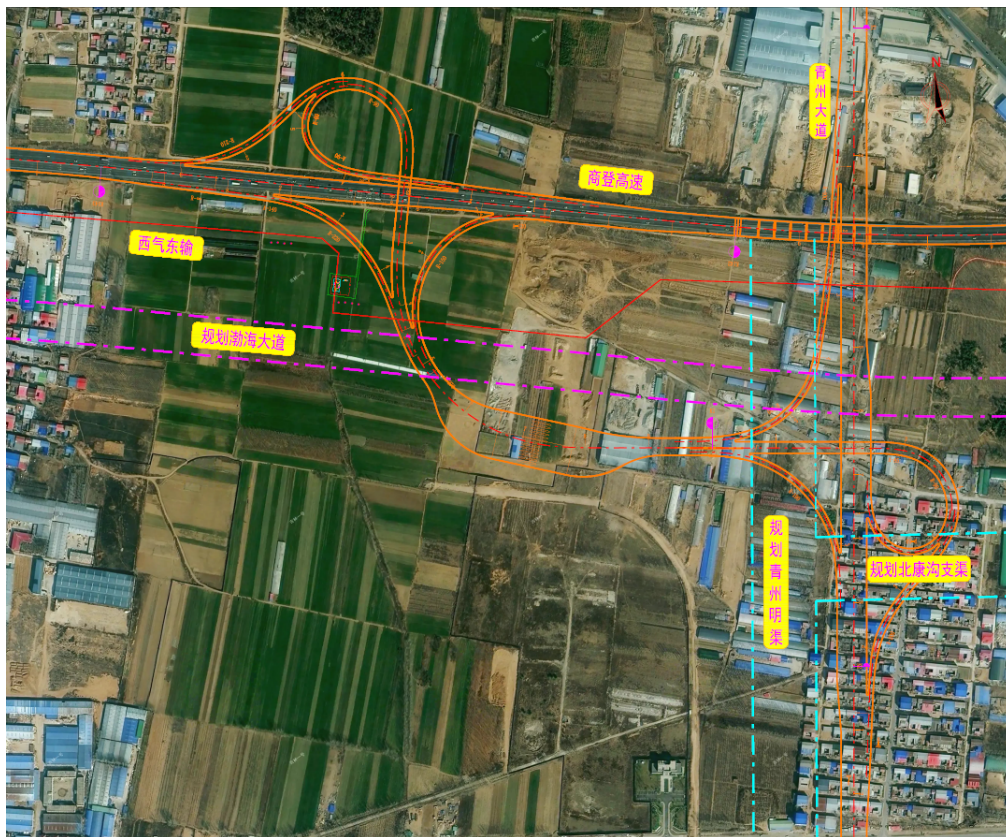


图 5-5 互通方案三平面图

方案四：（东南象限双喇叭方案）

方案四采用布设于东南象限的双喇叭互通方案,利用了商登高速跨 S102 的跨线桥下穿，收费站布设于东南象限，收费车道 6 进 8 出。

方案优点：①可利用商登高速上跨 S102 分离立交桥。

方案缺点：

①互通布设影响港区渤海大道、青州明渠、西气东输一线等相关规划，渤海大道局部需考虑地道下穿互通匝道，匝道需设置桥梁跨越青州明渠。

②S102 近期需要通过黄海路以及青州大道改线，青州大道本段需要全部实施。

③匝道线型指标较差。

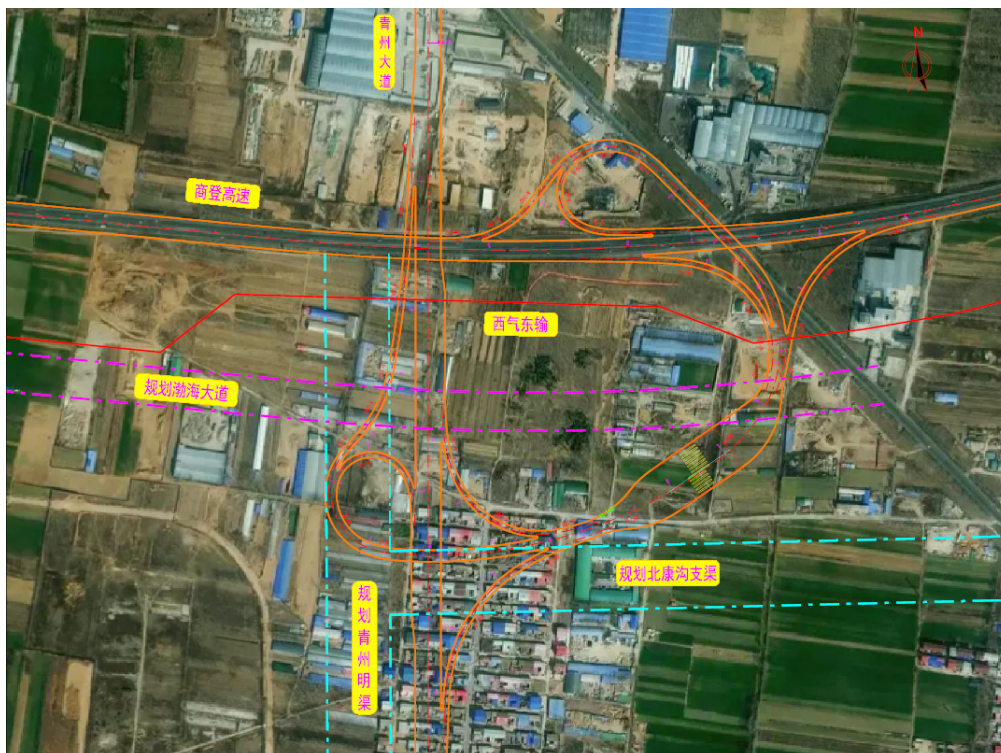


图 5-6 互通方案四平面图

方案三、方案四未能避开港区相关规划，实施难度大，因此本次仅做定性比较。

方案一与方案二定性定量比较如下表:

表 5-1 互通方案比较表

项目		方案一	方案二
交叉方式		匝道下穿商登高速/ 上跨青州大道	匝道上跨主线
互通方式		双喇叭	双喇叭
被交叉公路名称/等级		青州大道（S225）/一级公路	
匝道	最小半径（米）	60	60
	最大纵坡（%）	3.61	3.85
	全长（米）	4401	3876
桥梁长度及座数（m/座）		418m/2，329m/2（拼宽）	602/2
土方量（m3）	挖方	13020	12474
	填方	258954	259982
占地面积（亩）		527	478.5
优点		能避开港区基本规划	工程造价低，线型较好
缺点		工程规模大，S102 保通比较困难	与铁路用地冲突
工程造价（亿元）		3.26	3.41
结论		推荐	比较

通过上述分析对比，东北象限方案作为推荐方案。

5.2.2 路基、路面及排水

结合国内类似项目的建设经验，在对公路沿线地质、水文、地形、地貌、气象、地震等自然条件全面调查研究的基础上进行路基路面设计。遵循因地制宜、就地取材、安全经济、造型美观、顺应自然、与环境景观相协调的原则，尽量减少工程投资，防治路基病害和保证路基的稳定。

路基横断面布置

本项目双向四车道整体式路基，路基宽度为 28m：中间带宽度 3m+路缘带 2×0.75m+行车道宽度 4×3.75m+硬路肩 2×3.0m，土路肩 2×0.75m。

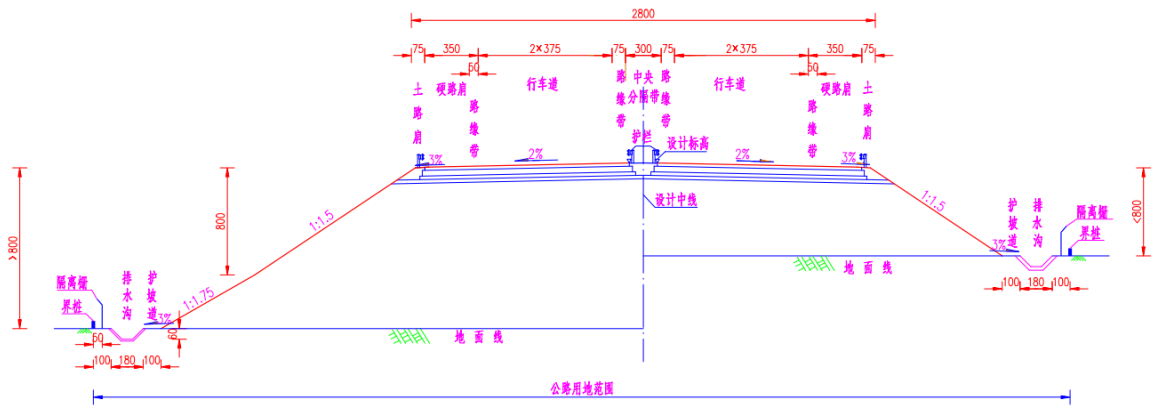


图 5-7 路基标准横断面

路拱横坡

行车道及硬路肩路拱横坡为 2%，土路肩横坡为 3%。

护坡道及碎落台

填方边坡设置排水沟时，设置护坡道，护坡道宽度采用 1m，并设置向外倾斜 3.0% 的坡度。挖方边坡坡脚均设置碎落台，对于一般段落，碎落台采用 2.0m。

中央分隔带及中央分隔带开口

中央分隔带形式一般分为凸起式、平齐式、浅碟式等型式。凸起式可分为凸起式路缘石配合波形梁护方案以及墙式护栏方案。

表 5-2 中央分隔带形式比较

形式		优点	缺点
中 分 带 形 式	凸起式	1、明显示出线形，诱导司机视线。 2、填土较厚，适宜植物生长。 3、路面加铺后无需提高波形护栏高度。	1、压缩了路侧实际可行驶宽度。 2、影响了碰撞角度，不利于柔性护栏发挥功能。选用墙式护栏可克服以上缺陷，但硬隔离对事故车辆损伤较大。 3、路面加铺后，对原超高排水集水口有影响。
	平齐式	1、不压缩路侧实际可行驶宽度。 2、利于波形梁护栏发挥效能。 3、利于超高段路面水直排入集水槽。 4、路面加铺后不影响超高排水系统。	1、视线引导效果不好。 2、使用初期对路面有一定的污染。 3、填土厚度稍薄。 4、路面加铺后会导致原护栏高度不足。
	浅碟式	1、中央分隔带排水效果较好。 2、适合分离式路基。	1、若用于整体式路基，对防渗要求较高。 2、视线引导效果较差。 3、若用于整体式路基，填土薄，不利于植物生长。 4、路面加铺后会导致原护栏高度不足。

通过比较，并结合该地区已建成项目经验，本项目中央分隔带采用齐平式。植物防眩，种草绿化。超高段中央分隔带采用预制砼块封闭，防眩板防眩。中央分隔带宽 3.0m，开口间距视需要而定，最小间距不小于 2.0km，开口长度为 30m。开口处路面采用与主线相同的路面结构。以上设计方案与既有商登高速设计方案保持一致。

超高方式

对于平曲线半径小于 5500m 的路段，在曲线上设置超高。超高方式采用绕中央分隔带边缘旋转，中央分隔带保持水平，超高过渡在缓和曲线内完成。

用地范围

公路用地范围：路堤坡脚外 1m 或路堤排水沟外 1m；路堑截水沟外 1m 或坡顶（无截水沟时）1m；桥梁地段除大（特大）桥常水位时水面宽度所占用的土地不作为桥梁用地外，其余均以桥梁正投影为公路用地界。

路基设计

填方边坡

结合各段地形、水文及填高情况，根据沿线岩土工程特性，按照《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）推荐边坡坡率范围内，结合临近项目工程实践情况，根据填料种类、边坡高度和基底工程地质条件合理确定边坡坡度及边坡分级高度，推荐填方边坡坡率如下：

表 5-3 填方路基边坡设计表

路基填方	边坡高度 (H)	填方路基
主线、互通立交匝道	$H \leq 8\text{m}$	1:1.5
	$8\text{m} < H \leq 16\text{m}$	分台阶填筑, 上部 8m 边坡坡率采用 1:1.5, 8~10 米, 8 米范围内 1:1.5, 不设置平台, 折线坡 1:1.75 过渡, 路基高度 10~16m, 上部 1:1.5, 平台宽度 2m, 下部 8m 边坡 1:1.75。

挖方边坡

对于不同地层的挖方路段, 在外业实地调查的基础上, 结合勘察成果与现行路基设计规范建议坡率取值范围, 采用工程类比法, 综合取定路堑坡率, 本项目原则上路堑边坡按 8m 分级 (挖深小于等于 10m 时可一坡到顶), 各级边坡中间设置 2m 宽平台。

表 5-4 路堑边坡坡率设计表

边坡地层情况	分级边坡坡率
一般土质、卵石、碎石土、全风化岩质边坡	1: 1~1: 1.5
黄土路段边坡	1: 0.75~1: 1

基底处理

1) 路基填筑前, 应清除原地表植被和耕植土, 厚度一般按 20~50cm (荒地、滩地按照 20cm 清表, 耕地按照 30cm 清表、水田按照 50cm 清表) 计, 树穴按照 1.0m 挖除, 之后进行路基填前碾压, 其基底压实度应 $\geq 94\%$ 。清除的地表耕植土应分段集中堆放, 以备植草绿化或复耕之用。

2) 地面横坡为 1: 5~1: 2.5 时, 原地面应挖台阶, 台阶宽度应不小于 2m。当基岩面上的覆盖层较薄时, 应先清除覆盖层再挖台阶。

3) 地面横坡陡于 1: 2.5 地段的陡坡路堤, 除按照规范要求挖台阶外, 还应采取支挡防护等措施, 保证路基的稳定。

4) 当地下水影响路堤稳定时, 采取措施拦截引排地下水或在路堤底部填筑渗水性好的材料。

路基填料及路基压实标准

路基的填料应结合路基所在区域的自然条件选择, 路床填料可采用最大粒径小于 10cm 的碎 (砾) 石土、砂性土、或粘性土。若路床填料强度达不到下表中要求的 CBR 值最小要求时, 宜通过换填或改良处理。路基填筑时, 应注意将不同填料分层填筑, 每一层填料应一致, 不得使用淤泥、腐殖土, 或含杂草、树根等及含水饱和的湿土, 透水

性不良的土应控制其含水量在最佳含水量 $\pm 2\%$ 之内，路床顶面横坡应与路拱横坡一致。

按照《公路沥青路面设计规范》JTGD50-2017 规定，本项目交通荷载等级为重载交通，根据《公路路基设计规范》JTGD30-2015 本项目路基的路床厚度为 0.8m。

陡坡路基、填挖交界处理

陡坡路堤设计结合地形、地质条件、边坡高度等进行综合考虑。根据地质资料进行稳定性验算，根据验算结果考虑设置护肩、护脚和路堤挡墙等支挡工程。

陡坡路基采用复合土工格栅，格栅由三层共挤的复合聚合物板材经冲孔、定向拉伸、整体成型，节点厚度 $\geq 3.5\text{mm}$ ，2%应变时的径向拉伸割线模量 $\geq 140\text{kN/m}$ ，断裂延伸率 $\leq 10\%$ ，抗紫外线强度保持率 $\geq 90\%$ 。

桥头路基处理

为减少跳车现象，提高车辆行驶的舒适感，桥梁、涵洞、通道等构造物两侧台背采用如下措施：

（1）填方台背：桥梁、涵洞、通道台背沿路线方向设置长度为 2 倍路基填高（或处理高度）+5 米的过渡段，过渡段与一般填方路基采用台阶搭接，台阶宽 2.0m，坡率 1:2，内倾坡度 4%，台背采用水泥土填筑，台背过渡段填料压实度不小于 96%，台背处理高度自原地面算起；对于挖方涵洞、通道台背处理参照填方路段执行，台背处理高度自涵洞或通道底板（底板标高高于地面时以原地面标高为准）算起，根据河南省地方习惯，相应台背过渡段开挖土方费用已综合考虑入台背回填费用中，不再单独计量和计费。

（2）挖方台背：挖方桥梁台背设置 6m 长过渡段，过渡段采用 C20 片石混凝土浇筑，与一般路基侧按 1:3 开挖台阶过渡。

路基防护 设计方案

路基支挡、防护工程是防治路基病害，保证路基稳定，改善环境景观，保护生态平衡的重要设施，路基防护根据不同工程地质条件、填挖情况及边坡高度进行设计。路基防护按工程防护与植物防护相结合的原则进行，有条件的路段尽可能采用植物防护，以最大限度地恢复自然生态环境。本项目就各种防护形式的优缺点进行了比选论证。

表 5-5 防护方式比较表

防护形式	优点	缺点
植草、灌	施工简单，造价低廉。	早期防冲刷效果差。
人工铺草皮	施工简单，造价较低。	养护管理困难，成活率低。
三维网植草	抗冲能力强，适用于任何复杂地形	对于高填土路段防护效果不好， 造价相对偏高。
液压喷播植草	绿化的效果较好，适用性广，喷播的混合物可作为粉砂土路基的包边。	造价较高，后期养护费用高
拱形骨架植草 防护	防护效果较好，骨架内喷播植草后景观效果较好。施工较方便，有成功的施工经验。	圬工工程量较大。
方格骨架植草 防护	框架内客土喷播后景观效果较好，适用土石混填路堤，防护效果好；施工较方便，有成功的施工经验。	对于填土较高路段防护效果不好；施工放样较复杂。
砼预制块护坡	适用于经常浸水或常期浸水的冲刷防护，防冲刷效果显著。	景观效果差，与周边环境融合困难；圬工量大，造价较高。

本项目的防护形式应根据沿线的地形地貌、地质情况、雨量、边坡坡率等综合考虑，合理选用。尽量做到与周围环境协调，创造公路景观，避免不当的防护形式对当地自然风光造成不良影响。通过详细勘察，仔细论证比选，在满足使用功能的情况，尽量以生态绿化为主，避免或减少圬工的使用，路基边坡的防护采用以下形式：

特殊路基设计

(1) 不良地质及特殊路基设计原则

根据《公路路基设计规范》规定，路基设计应避免高路堤，受地形、地物限制时应采用动态设计方法，加强设计方案的论证比选，并应根据施工反馈信息对设计进行补充与完善。路基施工期稳定安全系数要求大于 1.20，营运期长期稳定安全系数大于 1.25。路面使用年限内工后沉降控制：桥头范围内控制 10cm 以下；通道和涵洞部位控制 20cm 以下；一般路段控制在 30cm 以下。

(2) 不良地质、特殊性岩土及特殊路基设计方案

项目区主要特殊性岩土有湿陷性黄土、杂填土、墓穴等。

1) 湿陷性黄土地基处理

根据湿陷等级、湿陷起始压力、湿陷土层厚度及层位分布，结合路基高度、地基渗水浸湿可能性大小，考虑施工作业面，参照《公路路基设计规范》(JTGD 30-2015)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2012)、《湿陷性黄土地区建筑标准》(GB50025-2018)、《黄土地区公路路基设计与施工技术规范》(JTG /T D31-05-2017)，并结合河南省既有成功工程经验，地基处理采用强夯、重锤夯实、冲击式压路机碾压、水泥土挤密桩等综合处理

措施。

2) 桥头、涵洞、通道两侧地基处理

本项目涵洞、通道两侧地基及一般填方路段沉降控制要求为 20cm 或 30cm，为了满足沉降要求，采用水泥搅拌桩处理，桩径 50cm，桩间距 1.3m，等边三角形布设，布设范围至路基坡脚，水泥搅拌桩布设距离构造物最小距离应不小于 50cm，搅拌桩顶部铺设 30cm 厚碎石垫层，垫层顶面铺设一层钢塑土工格栅。

3) 杂填土、积水路段

对于杂填土、积水路段土，一般采用换填处理。

路基、路面排水设计

①填方排水沟

以节约土地为原则，在满足排水需要的前提下，平原区根据现场实际能排则排、不能排则蓄的原则，做好黄土地区路基排水系统总体设计，使路表排水、坡面排水、路侧排水等衔接合理，排水畅通，防止积水下渗，避免发生湿陷性导致路基破坏。

本项目结合水文水力计算结果，分别设置不同尺寸的矩形边沟、矩形盖板边沟，集中将路面水、坡面水收集，在挖方段或填挖交界处将水排离，综合确定填方排水沟尺寸及蓄水型排水沟段落，主要方案如下：

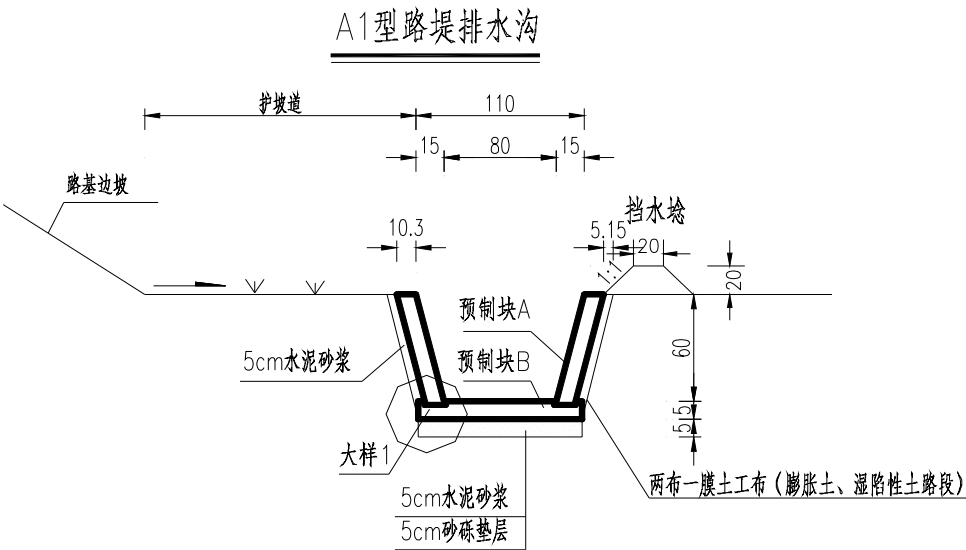


图 5-8 A1 型排水沟

排水沟（A1）：适用于连续排水长度小于等于 200m 有出水口的路段。主线及互通一般路段采用底宽 80cm、净深 60cm(斜面 1: 0.25)梯形排水沟，沟身采用 10cm 厚 C25 混凝土预制块，沟身铺砌 5cm 厚 M10 水泥砂浆，所有预制块外露线条均设置 5mm

倒角，要求预制块外露面均为模板成型面。勾缝采用 M10 水泥砂浆，勾缝为凹缝，缝宽 1cm，深度 0.3cm。

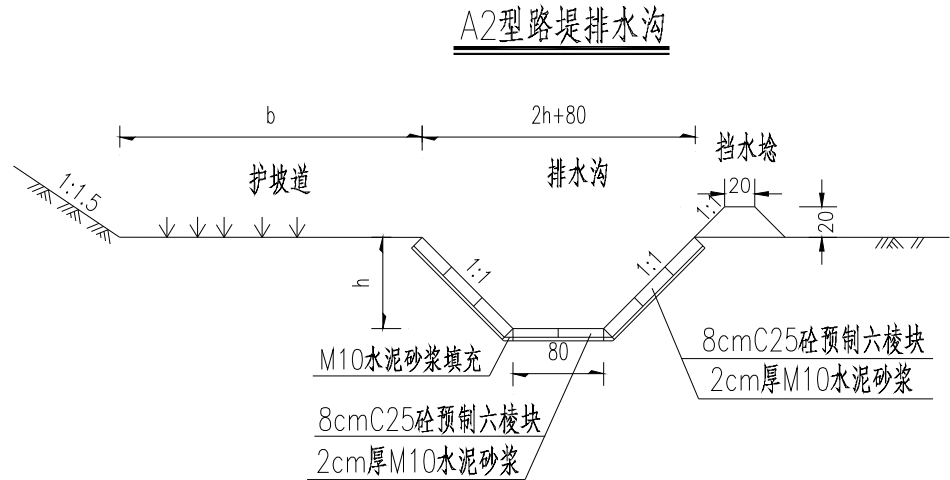


图 5-9 A3 型排水沟

排水沟（A2）：适用于大于 200m 小于等于 500m 范围内有出水口的填方路段，梯形排水沟净深 h 为 80cm、排水沟底宽 80cm、顶宽 240cm。沟身采用 8cmC25 混凝土预制块、沟身底部设置 2cm 厚 M10 水泥砂浆垫层。

排水沟防渗：一般路段不铺设土工布，湿陷性、膨胀土地段边沟底部均铺设一层两布一膜土工布，防渗土工布规格为：两布一膜土工布规格为 200g/0.5mm/200g。

②挖方边沟

主线及互通区所有挖方路段均设置矩形盖板边沟。沟身采用 C25 混凝土现浇，盖板采用钢筋混凝土预制。

黄土路段按照“远接远送”、”加强边沟、排水沟、急流槽防渗、防漏、出水口消力、防冲刷、防溢水“设计

坡面汇水面积较大或开挖路段较长（ $\geq 200m$ ）路段采用底宽 0.8m，深 0.8m 和宽 0.6m、深 0.8m 矩形边沟，边沟侧壁及沟底设置防渗土工膜；

对于挖方连续长度大于 1.0km 路段，边沟尺寸采用 1.2m 深、宽 0.8mC25 现浇砼；
对于连续长度介于 1~1.5km 路段，边沟尺寸采用 1.2~2.5m 深、宽 0.8mC25 现浇砼。

（3）路面排水

①一般路段及超高段内侧路面表面排水

为避免行车道路面范围内出现积水，对填方路段采取集中和分散的排水方式进行了比较。见下表：

表 5-6 排水型式比较表

方案形式	集中式排水	分散式排水
方案特点	1、路面水通过泄水口和急流槽统一排至路基排水沟，避免了对边坡的冲刷。 2、设置路肩拦水带，对路面汇水集中排出，初期造价较高，后期养护费用较低。	1、相比集中式排水，在暴雨季节排出路面积水更迅捷。 2、不设路基边坡急流槽，降低了工程造价，路面水从路基边坡漫流至排水沟，但表面水可能对路堤坡面造成冲刷危害。 3、初期造价较低，后期养护费用较大
方案推荐	推荐	不推荐

通过比较，本项目全线均采用集中排水方式，两侧设置拦水带，通过在路面边部设置拦水带和急流槽将水排出，急流槽平均 30~35m 一处。拦水带采用 C25 预制混凝土路缘石拦水带。

②路面内部排水

为防止少量下渗雨水浸湿路面基层和土基而造成路面基层或土基强度的降低，在基层顶面铺设热喷改性沥青碎石碎石下封层。一般填方路段采用直接通过土路肩渗出。挖方路段路面内部渗水通过土路肩下泄水孔排至边沟里面。

（4）中央分隔带排水

中央分隔带采用平齐式，中间植草、栽种灌木。为排除渗入中央分隔带内部的水，在分隔带底面铺设防水土工布进行封闭，底部设纵向透水管，四周填以碎石，碎石上铺反滤土工织物。填方路段每隔 70~100m 左右设一道横向排水管。

（4）超高段路面排水设计

超高段中央分隔带排水设施，由设置于中央分隔带内靠近超高路幅一侧的纵向集水槽，将路面降水汇集送入间隔 50m 左右的集水井中，然后通过设于路基下的横向排水管，经急流槽排出路基，横向排水管与集水井相通。

新旧路基拼接设计

本项目在互通处与商登高速、青州大道存在拼宽处理，需要对新旧路基衔接进行设计。

（1）将原道路拼宽段进行刷坡处理，刷坡宽度为土路肩宽度，坡率按 1: 1.5。

（2）刷坡后的坡面挖台阶处理，台阶宽度不小于 1.0m，平台内倾 4%，拼宽段坡脚地面清表处理，清表厚度为 30cm，换填 30cm 石灰土，压实度不小于 95%，压实沉降补偿按 10cm 考虑；拼宽路基在路床底部和地表各设置一层钢塑土工格栅，路基填高大于等于 6m 时应在路基中部增加一层土工格栅，格栅一端应固定于开挖平台上。

(3) 拼宽路面基层底部设置一层钢塑土工格栅，宽度 1m，面层底部铺设一层聚酯玻纤布，宽度 0.8m。

钢塑土工格栅应张拉均匀并用 U 形钢钉固定，钢钉用 $\Phi 8$ 钢筋制作，长 50cm。铺设钢塑格栅层面应平整，不得有片块石等坚硬凸出物，在距钢塑格栅 10cm 以内的路基填料，其最大粒径不得大于 8cm。

双向焊接钢塑土工格栅型号为 100-100，采用整体钢塑土工格栅，纵、横向极限抗拉强度 $\geq 100\text{KN/m}$ ；纵横向标称伸长率 $\leq 3\%$ ，连接点极限分离力 $\geq 300\text{N}$ 。纵、横向单根条带宽度 $\geq 14\text{mm}$ ，单根条带厚度 $\geq 2\text{mm}$ ，炭黑含量 $\geq 2\text{mm}$ ，单位面积质量 $\geq 1170\text{g/m}^2$ 。余指标应符合《公路工程土工合成材料第 1 部分：土工格栅》(JT/T1432.1-2022) 规范要求。钢塑格栅布置时应张拉到位，及时填埋，严禁爆晒。

路面工程

推荐路面结构

商登高速主线拼宽段路面结构层（总厚度 70cm）：

上面层：4cm 细粒式改性沥青混凝土（AC-13C）

中面层：6cm 中粒式改性沥青混凝土（AC-20C）

下面层：8cm 粗粒式改性沥青混凝土（AC-25C）

下封层：热喷改性沥青碎石封层

上基层：17cm 水泥稳定碎石

下基层：17cm 水泥稳定碎石

底基层：18cm 水泥稳定碎石

商登高速互通匝道（总厚度 70cm）：

上面层：4cm 细粒式改性沥青混凝土（AC-13C）

中面层：6cm 中粒式改性沥青混凝土（AC-20C）

下面层：8cm 粗粒式改性沥青混凝土（AC-25C）

下封层：热喷改性沥青碎石封层

上基层：17cm 水泥稳定碎石

下基层：17cm 水泥稳定碎石

底基层：18cm 水泥稳定碎石

青州大道拼宽段路面结构层（总厚度 72cm）：

上面层：4cm 细粒式改性沥青混凝土（AC-13C）

中面层：6cm 中粒式改性沥青混凝土（AC-20C）

下面层：8cm 粗粒式改性沥青混凝土（AC-25C）

下封层：热喷改性沥青碎石封层

上基层：18cm 水泥稳定碎石

下基层：18cm 水泥稳定碎石

底基层：18cm 水泥稳定碎石

青州大道互通匝道（总厚度 72cm）：

上面层：4cm 细粒式改性沥青混凝土（AC-13C）

中面层：6cm 中粒式改性沥青混凝土（AC-20C）

下面层：8cm 粗粒式改性沥青混凝土（AC-25C）

下封层：热喷改性沥青碎石封层

上基层：18cm 水泥稳定碎石

下基层：18cm 水泥稳定碎石

底基层：18cm 水泥稳定碎石

收费站广场推荐路面结构（65cm）：

面层：27cm 水泥混凝土

基层：20cm 水泥稳定碎石

底基层：18cm 水泥稳定碎石

桥面铺装(10cm)：

面层：4cm 细粒式改性沥青混凝土（AC-13C）

6cm 中粒式改性沥青混凝土（AC-20C）

热喷改性沥青碎石封层

5.2.3 桥涵工程

桥涵设计标准

（1）汽车荷载等级：公路-I 级。

（2）设计安全等级：大、中、小桥均为一级；涵洞、通道为二级。

（3）桥梁设计基准期：100 年；

（4）设计洪水频率：大、中、小桥、涵洞均为 1/100。

(5) 环境类别: II 类。

(6) 地震动峰值加速度: 0.1g。

(7) 设计速度:

商登高速: 设计速度 120km/h;

青州大道: 设计速度 80km/h;

匝道: 设计速度 40km/h;

(8) 防撞护栏及防撞等级: 匝道桥及明通道采用 SS 级加强型混凝土护栏。

既有桥梁处治

商登高速 2017 年全线通车, 建成年限短, 本互通改造范围内涉及既有构造物有大桥 231m/1 座, 通道 5 道, 根据现场调查和养护资料, 既有构造物工作状态良好。

表 5-7 西北象限方案既有构造物处治表

序号	中心桩号	桥名	交角 (度)	跨径组合	桥长/ 涵长 (m)	结构类型	备注
商登高速							
1	K142+971.500	S102 分离立交	50	3×30	97	预制小箱梁	维修加固左幅拼宽
2	K143+500.000	跨青州大道桥	90	9×25	232	预制小箱梁	维修加固两侧拼宽
3	K142+635.000	通道	110	1-4×3.0	28	钢筋混凝土明盖板通道	两侧接长
4	K143+622.257	通道	90	1-4×3.0	28	钢筋混凝土明盖板通道	两侧接长
5	K144+053.900	通道	90	1-4×3.0	28	钢筋混凝土明盖板通道	两侧接长
6	K144+207.094	通道	90	1-6×3.0	28	钢筋混凝土明盖板通道	两侧接长
7	K144+359.879	通道	90	1-6×3.0	28	钢筋混凝土明盖板通道	两侧接长

桥涵结构型式选择

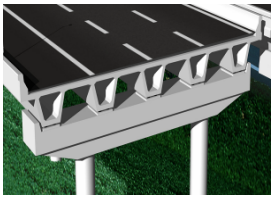
本项目地势平坦, 桥梁规模较小, 桥梁主要为跨越被交路的匝道桥, 结合项目建设特点及当地建设条件, 应因地制宜选择合适的结构形式。

1、桥梁上部结构型式的选择

根据国内高速公路设计经验以及郑州地区高速公路的设计习惯, 常用的的上部结构形式主要有装配式预制混凝土结构、整体现浇混凝土箱梁、钢箱梁、钢-混凝土叠合梁四种结构形式。

(1) 装配式预制混凝土结构

河南地区常见的装配式预制混凝土结构有预应力混凝土矮 T 梁桥、预应力混凝土 T 梁桥、预应力混凝土组合箱梁桥, 方案比选如下:

项目	 预应力混凝土矮 T 梁	 预应力混凝土 T 梁	 预应力混凝土组合箱梁
结构特点	矮 T 梁是对 T 梁改良后的一种新型结构形式，以适用中小跨径桥梁，较传统 T 梁其梁肋间距密，梁高低，在河南地区有大量运用。	传统的装配化预制混凝土结构，在公路市政桥梁中大量运用，工艺成熟	传统的装配化预制混凝土结构，在公路市政桥梁中大量运用，工艺成熟
受力特点	简支桥面连续体系，主梁密、梁高低，通过后浇湿接缝连接为整体，整体性好，后期病害少。常用跨径种类为 13m、16m。	先简支后连续体系，建筑高度高，承载力储备高。常用跨径种类 20m、25m、30m、35m、40m、50m。	先简支后连续体系，结构整体性好，抗扭刚度大，抗震性能好。常用跨径种类 20m、25m、30m、35m、40m、50m。
施工工艺	工艺成熟，便于工厂化施工；单片梁较轻，运输方便，但梁片数多，现场后浇湿接缝及横梁较多，工期略长	工艺成熟，便于工厂化施工；单片梁搁置稳定性较差，运输较麻烦，同时梁片数较多，后浇横梁较多，工期略长。	工艺成熟，便于工厂化施工；单片梁稳定性好，梁片数少，运输方便，工期短。
经济指标	低	相对高	适中
外观效果	跨径小、主梁密、桥下呈网格状，外观效果一般	主梁密、桥下呈网格状，外观效果一般	箱型断面、横梁少、外观效果稍好

综上所述：预制组合箱梁具备梁高低、跨越能力强、运输方便、造价低等特点，结合河南地区的设计习惯，本项目适用于装配式预制混凝土结构的桥梁推荐采用预应力混凝土组合箱梁。

（2）整体现浇混凝土箱梁

连续箱梁整体性能好，抗扭刚度大，能适应各种平面线型和桥宽的变化，等截面连续箱梁跨越能力在 25~45m 左右，可较好满足本工程跨线桥梁的使用要求。箱梁结构简洁、轻盈，线条流畅，桥下视觉较通透开阔总体上较为美观，行车平稳舒适。箱梁的施工方法采用支架现浇法。根据近几年来各国市政工程的建设经验，在合理安排施工顺序，加强施工组织管理的基础上，能够有效缩短施工工期。

（3）钢箱梁

钢箱梁具有跨越能力大，能够适应任意的线形条件，适用于各种灵活的跨径和桥梁变宽，工厂制作完成后运输到施工现场进行桥梁拼装，在现场的施工时间可压缩到最短，

施工影响最小。在曲线桥梁中钢箱梁更是有突出的优势，整体性强、外形美观、跨越能力强、现场支架少，对被交道路交通影响较小，施工工期短，在合理进行交通组织的前提下，可最大程度减少对地面交通的影响。钢箱梁缺点是造价高，桥面铺装的耐久性较差，运营期噪音较大，后期钢箱梁养护成本高。

（4）钢混组合梁

钢混组合梁由钢主梁和混凝土桥面板（或合成桥面板，预应力混凝土桥面板）组合形成箱型截面共同承受荷载。钢混组合梁常用的有槽型钢混组合梁，槽型梁与桥面板组合后形成闭口截面，抗扭刚度大，整体稳定性好。钢混组合梁结构充分利用了钢材抗拉和混凝土抗压的材料性能，组合后的性能超过了两种材料各自的力学性能。

钢混组合结构与混凝土结构相比，可以有效减少构件截面尺寸，减轻结构自重，降低基础造价，增加构件和结构的延性，减小地震损害，方便施工安装，缩短建设周期；与钢结构相比，可以减小用钢量，增加刚度，提高行车舒适性，改善结构动力性能，提高结构的防火性和耐久性。钢混组合梁缺点是施工工序多，拼接工作量较大，负弯矩区混凝土易开裂。

（5）方案比选

表 5-8 上部结构方案比选

项目	预制混凝土组合箱梁	整体现浇混凝土箱梁	钢箱梁	钢混组合梁
上部结构性能	采用多片箱梁预制拼装，先简支后桥面联系，整体性相对较差，刚度小，行车舒适性一般	结构刚度大，整体性好，行车舒适	结构刚度较小，整体性好，运营噪音较大，行车舒适一般	结构刚度大，整体性好，行车舒适
施工难易性	施工工艺成熟，吊重大，箱梁预制、存梁、架设难度较小，设备要求较低，湿接缝较多，现场现浇量较大。需要专门的预制场地或城市周边有预制梁厂。	支架整体现浇，工艺成熟，可塑性好，但支架量大，需进行支架基础处理，工作量大，设备要求一般。	工厂加工制作、现场焊接成整体，吊重小、架设难度较小。	工厂加工制作、吊重小，存梁、架设难度较小，现场需要现浇桥面板或后浇湿接缝。
工程质量	采用工厂预制，工程质量可控，有保证。	现场现浇，工点多，施工质量不易统一，工程质量相对难以控制	钢结构采用工厂加工，预制场拼装，工程质量可控，有保证	钢结构采用工厂加工，预制场拼装，工程质量可控，有保证

项目	预制混凝土组合箱梁	整体现浇混凝土箱梁	钢箱梁	钢混组合梁
外观性	梁高低, 梁片数多, 外观性一般	整体箱梁截面, 外形美观, 线条明确、顺畅, 桥下空间通透性好, 外观性较好	整体箱型截面, 外形美观, 线条明确、顺畅, 桥下空间通透性好, 外观性较好	外形简洁, 悬臂短, 纵横梁较多且交错布置, 外观性一般
施工期间对桥下空间影响	采用架桥机架设, 梁上运梁, 可减小对地面交通及河道的影响	搭设支架占用地面道路较大范围, 对地面道路施工期间保通影响大, 河中施工困难, 对河道影响大	现场吊装, 需搭设临时墩, 对地面交通影响较小	现场吊装, 需搭设临时墩, 对地面交通影响较小
工期	全线设置多个梁长, 分别制梁, 运输及吊装架设, 工期短	满堂支架施工, 施工工期长, 但施工工点可分散, 可多点同时开工, 可根据工期要求配备对应的施工班组及设备	工厂预制、现场吊装焊接成整体	吊装钢梁时间较短, 另需浇筑混凝土桥面板, 整体工期较长
工程造价	造价低	造价较低	造价最高	造价高
适用性分析	优点: 工艺成熟、施工简单快捷、工期短、造价低。 缺点: 整体性和景观效果略差, 对小半径和曲线桥适应能力差。	优点: 工艺成熟、整体性好、适应变宽和效曲线半径桥梁、造价较低。 缺点: 现场浇筑施工, 工期略长, 对被交路影响大。	优点: 适应大跨、小曲线和变宽情况, 整体性好, 景观效果好, 对被交路影响小。 缺点: 造价高, 现场焊接工艺复杂, 桥面铺装耐久性差, 后期养护费用高。	优点: 适应大跨、变宽情况, 整体性好, 避免钢结构桥面铺装问题, 对被交路影响小。 缺点: 造价较高, 现场焊接工艺复杂, 需现场施工桥面板, 工期略长, 后期养护费用高。

(6) 桥梁上部结构方案

根据以上上部结构方案比选, 同时本项目桥梁均为单喇叭或双喇叭互通中跨线匝道桥, 具有桥梁规模小、桥梁类型相同、部分桥梁位于小曲线半径的特点, 结合项目周边有可用的预制梁长, 本项目桥梁上部结构推荐采用“以预制小箱梁为主, 部分曲线半径较小的采用现浇箱梁”的方案。

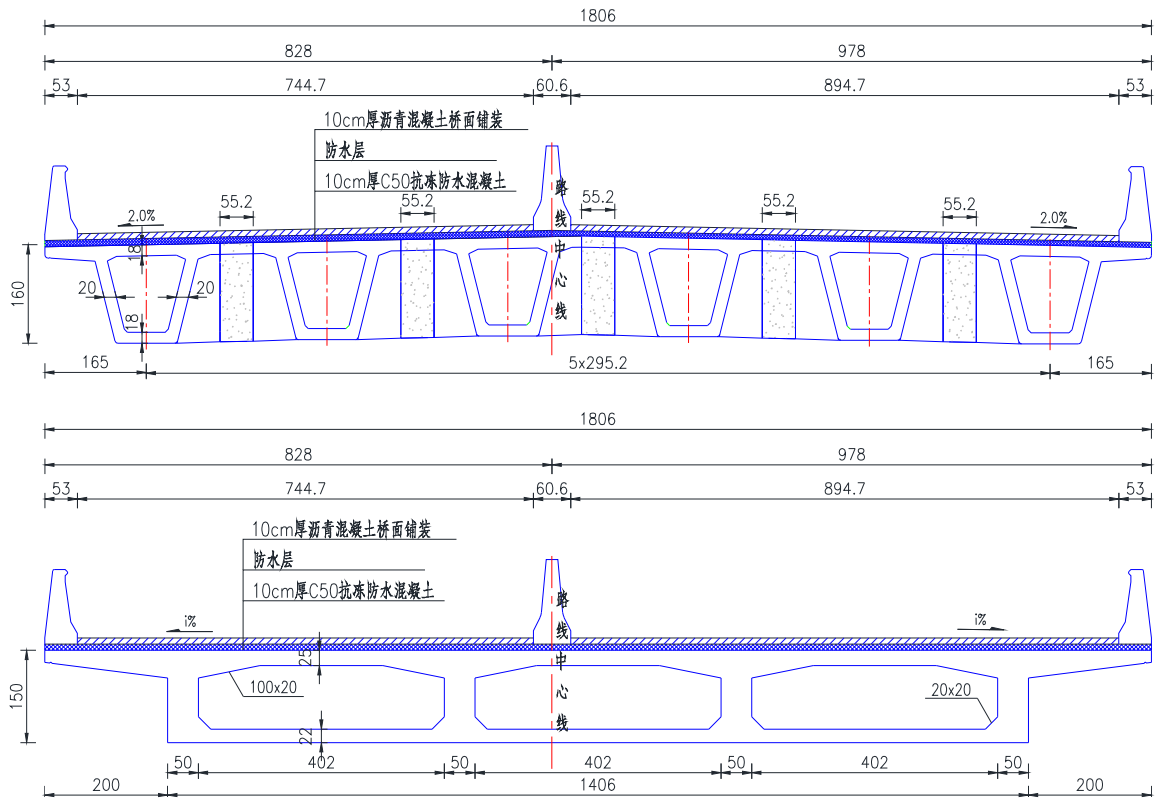


图 5-10 上部结构方案

针对桥梁跨径选择，则根据桥跨所在位置，采用方便施工的标准跨径，具体为：对于跨商登高速或青州大道的桥跨，采用 30m 跨径预制小箱梁，对于曲线半径较小的桥跨采用 20m 跨径的现浇钢筋混凝土箱梁，其它常规桥跨采用 20m 跨径预制小箱梁。

2、桥梁下部结构型式的选择

桥梁下部结构的造价占工程总造价比例较大，因此，下部结构型式的选择是桥梁设计的一个重点。对于常规高速桥墩常用的墩形有圆柱墩及方柱墩。

（1）墩形选择

结合河南省内高速公路高架桥建设经验，根据总体方案的布置，对适应本项目的下部结构方案进行了分析比较。

方案一：圆柱形墩接盖梁

圆柱形墩柱为公路桥梁工程中采用最为普遍的一种墩柱形式，模板常用不需特殊定制，施工方便，在需设置桩顶系梁时存在少量开挖。圆形截面受力均匀，结构适应性强，无论正交斜交都不需要特殊处理，同样荷载条件下，圆柱较矩形墩经济性好。当桥墩位于水中时圆弧形迎水面对水流影响小。

该方案不足的地方是圆柱形墩柱结构形式过于单调，墩柱与盖梁连接处过于生硬，

上下部不够协调，视觉效果略差。

圆柱形墩接盖梁的结构形式一般适用于景观要求不高的情况。

方案二：矩形墩接盖梁

矩形墩在墩身的四角均设有倒角，刚劲有力，气势恢宏，避免了传统圆柱式桥墩单调呆板的缺点，常应用于城区高架桥梁或对景观有一定要求的桥梁。该方案不足之处是对斜交情况从视觉适应性上比圆柱墩稍差。

表 5-9 墩柱结构形式比较表

方案	圆柱形墩接盖梁	矩形墩接盖梁
受力特点	受力简单	受力简单
施工工艺	施工简单、工期短	施工简单、工期相对较长
美观性	美观性略差，与上部结构较难协调统一	外形较美观，与上部结构协调统一
耐久性	表面光滑，耐久性好	容易掉角，缺损，相对较差
经济性	好	一般

本项目线位所在区域桥梁景观性需求不高，根据本地区地质情况，并考虑结构受力性能、施工工艺、标准化，常规桥梁下部结构一般采用圆柱墩、肋式或柱式桥台、钻孔灌注桩基础。

3、涵洞、通道设计

本项目通道及涵洞主要为互通区内主线接长通道以及下穿匝道的通道和排互通圈内水的涵洞。钢筋混凝土箱型结构具备整体性好、耐久性高、承载能力强、抗震性能好等显著特点，本项目表层为杂填土、粉土，地质条件较差，因此本项目涵洞通道推荐采用整体性、抗震性能好的钢筋混凝土箱型结构。

对于青州大道慢行路下穿匝道的通道采用 1-8×3.5m 的钢筋混凝土箱型结构，根据路线纵断采用明涵或者暗涵形式，洞口采用八字墙。

对于为地方道路设置的机耕通道采用 1-6×4.0m 的钢筋混凝土箱型结构，根据路线纵断采用明涵或者暗涵形式，洞口采用八字墙。

对于与主线现状通道对应设置的汽车通道采用与现状通道跨径与净高相同的 1-6×3.0m 的钢筋混凝土箱型结构，根据路线纵断采用明涵形式，洞口采用八字墙。

对于为排互通圈内水设置兼顾养护人员通行的涵洞采用 1-2×2.0m 的钢筋混凝土箱型结构，根据路线纵断采用暗涵形式，洞口采用八字墙。

对于主线接长通道采用新旧结构间设置沉降缝与原结构同跨径同净高的钢筋混凝土土箱型结构，同时接长部分涵洞地基进行加强处理。

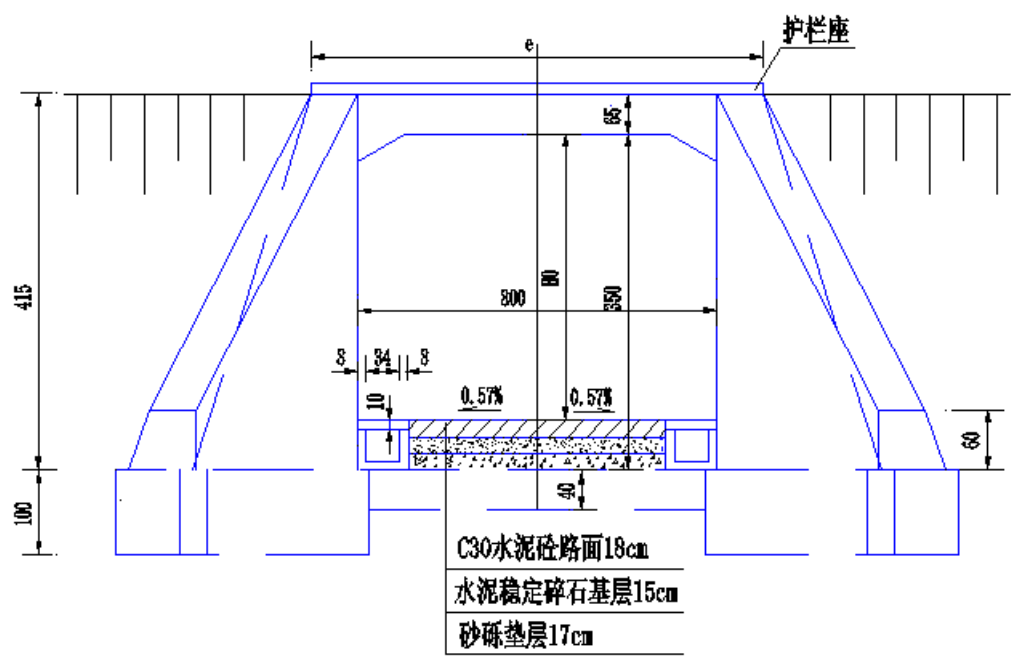


图 5-11 通道、涵洞

桥梁布设情况

1、桥涵规模

依据沿线水系情况、路网布局，结合卫星影像技术和现场踏勘结果，本项目共设置设大桥 602m/1 座，新建通道、涵洞 7 道，接长通道 1 道，拆除通道 1 道。

表 5-10 新建桥梁构造物表

序号	中心桩号	桥名	建设方案	桥宽（m）	孔数×孔径 （孔-m）	桥梁长 （m）	结构类型
匝道							
1	AK1+219.500	A 匝道桥	新建	18.06	6×25+（22+22+20）+5×20	321	钢筋混凝土箱梁+预制小箱梁
2	EK0+420.644	E 匝道桥	新建	10.56	3×30	97	预制小箱梁
商登高速							
3	K142+971.500	跨 S102 桥拼宽	拼宽	左：3.25	3×30	97	预制小箱梁
4	K143+500.000	跨青州大道桥拼宽	拼宽	左 3.25； 右：7.25	9×25	232	预制小箱梁

新建通道、涵洞构造物表

序号	中心桩号	桥名	交角（度）	孔数×孔径	涵长（m）	结构类型
匝道						
1	BK0+185.000	通道	65	1-4×3	14.5	钢筋混凝土箱型通道
2	EK0+630.000	涵洞	90	1-2.0×2.0	13	钢筋混凝土箱涵
3	FK0+400.000	涵洞	90	1-2.0×2.0	13	钢筋混凝土箱涵
4	HK0+290.000	通道	90	1-8×3.5	13.5	钢筋混凝土箱型通道
5	IK0+248.000	通道	90	1-8×3.5	13.5	钢筋混凝土箱型通道
商登高速						
1	K142+635.000	接长通道	110	1-4×3.0	9	钢筋混凝土明盖板通道
2	K143+622.257	接长通道	90	1-4×3.0	10	钢筋混凝土明盖板通道
3	K144+053.900	接长通道	90	1-4×3.0	6.5	钢筋混凝土明盖板通道
4	K144+207.094	接长通道	90	1-6×3.0	6.5	钢筋混凝土明盖板通道
5	K144+359.879	接长通道	90	1-6×3.0	6.5	钢筋混凝土明盖板通道

2、典型桥梁介绍

（1）A 匝道桥（上跨青州大道）

青州大道为市政快速路，中央分隔带宽 8m，同时与本项目同步实施，具备中分带设墩条件。

本方案桥梁跨径组合为 $3 \times 25 + 3 \times 25 + (22 + 22 + 20) + 5 \times 20\text{m}$ ，右偏角 90° ，跨青州大道处利用第二联的边跨（25m 小箱梁）和第三联的边跨（22m 现浇箱梁），中央分隔带设墩，第 3、4 联（ $(22 + 22 + 20) + 5 \times 20\text{m}$ ）由于曲线半径小（90m），采用现浇钢筋混凝土箱梁，其它常规段落 25m 跨径预制小箱梁；下部结构采用圆柱墩，肋板台；基础采用桩基础，本桥采用吊装施工，详见 A 匝道 1 号桥桥型布置图。

（2）K142+971.5 跨省道 102 拼宽桥

商登高速是 2017 年建成通车，双向 4 车道高速公路，设计时速 120Km/h，路基宽度 28m，中央分隔带宽 3.0m，具备扎墩条件。结合现场调查，现状跨省道 102 分离立交，采用 $3 \times 30\text{m}$ 预制小箱梁，右偏角 50° ，柱式墩，肋板台，桩基础。本桥建成年限较短结合现场调查，本桥工作状态良好。

根据路线总体设计，左幅桥需拼宽 3.25m，采用同跨径、同结构的预制小箱梁进行拼宽，上部结构连接，下部结构不连接。



图 5-12 现状 S102 分离立交

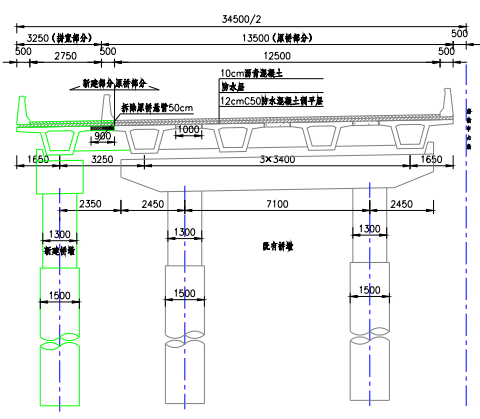


图 5-13 小箱梁拼宽方案

3、桥涵维修加固

既有商登高速 2017 年建成通车，本项目涉及的 2 座桥梁及 5 座通道，工作状态良好，对于现状桥梁采用维修加固后拼宽方案，对于接长利用的通道进行维修后接长：

5.2.4 交通工程及沿线设施

青州互通交安设施

1.交通标志

交通标志在整个交通安全设施当中起着重要的作用，它用文字和图案为道路使用者提供明确、及时和足够的信息，引导和组织交通流，交通标志设置的合理与否直接关系到交通的运行状况，也影响着道路使用者对道路的认识与理解。

1.1 交通标志布设

全线布设的标志种类有指路标志、指示标志、警告标志、禁令标志等。

2.交通标线

交通标线是引导司机视线，并且是警告和管制司机驾车行为的重要手段，它可以确保车流分道行驶，指引车辆在汇合或分流前进入合适的车道，能够更好地组织交通，因此合理地设置交通标线能够有效地改善行驶条件，增加道路通行能力，减少交通事故的发生。标线设计应严格道路交通标志和标线 第 3 部分：标线（GB5768.3—2009）、公路交通安全设施设计细则（JTGT D81-2017）要求进行。本段全线布设的标线类型有车行道边缘线、车道分界线、出入口标线、导流线以及导向箭头等。

房屋、供电设施

房建设施总体设计必须符合国家现行设计规范及设计标准，建设规模必须符合交通运输部《公路建设项目用地指标》的有关规定；具体设计在总结以往国内外高等级公路

设计经验的基础上，结合当地人文、地理、环境等特点，努力做到既符合本路段实际情况，又符合高等级公路特点；另外还应设置相应的供配电站，为沿线设施和监控、通信、收费设备提供所需的各类电源。

根据相关规范要求，本工程路灯、信号灯等为三级负荷，可采用 1 回路 10kV 电源供电，10kV 电源接入点由建设单位向供电部门申请。

表 5-11 房建设施设置一览表

名称	设置桩号	建筑面积（m ² ）	占地面积（亩）	备注
收费站	AK0+680	1790	9	有一处收费大棚，投影面积 1400 平方米。

5.2.5 机电工程

1. 管理养护设施

管理养护设施规模的确定应以本项目沿线构造物的布设情况为基础，综合考虑前后相邻路段以及区域路网内管理养护设施的设置方案，进行统一布设。根据工可报告及相邻公路的管理养护设施情况，推荐本合同段建设范围设：匝道收费站 1 处（5 进 7 出）。

2. 监控设施

（1）监控设施管理模式

本项目监控设施采用三级管理模式，即：河南省高速公路省监控中心—监控分中心—外场监控设备。分中心接收来自监控外场设备的数据及图像信息，监督本路段辖区内公路交通运行情况，并对采集的信息进行统计汇总、分析处理，制定控制方案，将本路段内的信息通过通信设施上传至上级管理单位。

（2）监控设施规模

按照《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）的规定，结合《高速公路监控技术要求》（2012 年第 3 号公告），本项目监控设置按 A 等级配置，即：配置较完善的信息采集、交通异常判断、交通监视、诱导及主线控制、信息处理和发布等设施。

（3）外场设备传输

监控系统主要传输信号为：数据信号、控制信号及视频信号等。监控外场设备信息通过以太网交换机上传至就近通信站，然后由通信系统上传至路段监控分中心千兆以太网交换机上。

（4）监控外场供电

外场设备采用交流 220V（50Hz），电源由附近收费站场区配电箱提供。结合外场设

备布设位置与供电点距离的不同，外场设备供电方案采用常规供电或远距离供电的方式。供电电缆横穿主线道路、被交道路、构造物及直埋时，均应采用 $\Phi 114 \times 4.0$ 镀锌焊接钢管保护。

3. 通信设施

本次设计接入网采用破环入网的方式接入商登高速既有分中心，复用原商登高速分中心与省通信中心至省通信分中心的干线传输通路和接口。不再单独占用端口。

在青州无人通信站设置一套 10GE 等级光纤接入网远端设备（ONU）接入通信分中心终端设备（OLT），构成 10GE 等级光传输自愈环网。综合业务接入网系统，采用跳站连接构成自愈环网，1+1 保护倒换方式。

考虑本项目的地理位置、作用，本项目主线整体式路基段采用 12 孔 $\Phi 40/33$ 硅芯管，通信管道沿中央分隔带内敷设，管道顶部距路面设计高程 550mm。

本项目沿高速公路管道内敷设 2 根光缆：1 根 48 芯单模光缆作为主干通信光缆用；一根 24 芯单模光缆作为综合监控光缆用。敷设一根 8 芯单模光缆用于外场监控设备传输用。

4. 收费设施

（1）本项目收费设施推荐采用三级管理体制，河南省高速公路联网管理中心—管理分中心—匝道收费站。

（2）根据《收费公路联网收费技术标准》（JTG 6310-2022），本项目收费公路联网收费系统通过设置 ETC 门架系统，实现对通行车辆按实际路径收费。采用以 ETC 收费为主，ETC/MTC 混合为辅两种相结合的收费方式。收费方式统一为按车型收费。对于 MTC 车辆，采用“5.8GHz 复合通行卡+车牌图像识别”的收费方式，以 CPC 卡为通行介质，辅以车牌图像识别，实现分段计费，出口收费。

（3）收费站设置方案

本项目推荐设置 1 处匝道收费站，根据交通量实际测算，本次收费站车道数为五进七出。

（4）根据本项目枢纽及互通的分布情况，本项目鉴于新增 1 处匝道收费站，打破原有收费区间，因此需在商登高速由于本项目接入产生的新区间上新增一组 ETC 门架系统。

（5）根据《交通运输部办公厅关于进一步规范高速公路入口治超工作的通知》（交办公路〔2019〕29 号）、《高速公路称重检测业务规范和技术要求》（交通运输部公路局，

2019年8月),设置入口治超和出口抽查。根据13445指导意见,本项目采用站内检测方案,在入口外侧两条车道上均设置称重设备。出口最外侧超宽车道设置称重设备。

5. 照明设施

(1) 收费广场照明

结合项目特点,在全线1处收费广场设置照明设施,根据收费广场建设规模,推荐青州匝道收费站采用14m中杆灯,照明灯具布置方式推荐采用两边对称排列方式,统一采用LED节能照明灯具。沿双侧间距中心线100m共布设4套照明设施。灯具采用200W×3 LED灯。

5.2.6 建设工程安排与实施计划

(1) 建设工程安排

建设工期:2025年7月底开工建设,2025年12月底建成通车,工期5个月。

(2) 项目招投标

招标与投标是一种国际上普遍应用的、有组织的市场交易行为,是贸易中一种工程、货物或服务的买卖方式。通常是采购人事先提出采购的条件与要求,邀请众多的交易对象参与竞争并按照规定的程序从中选择成交者。

工程招标与投标是工程建设项目采购中最普遍、最重要的方式。招投标涉及工程的决策咨询、勘察设计、工程施工、建设监理、工程材料和设备的供应等许多方面。实际上是招标人对要求参与工程项目实施的申请人(即投标人)进行审查、评比和选定的过程。

1) 招标范围

《招标投标法》规定:“在中华人民共和国境内进行下列工程建设项目包括项目勘察、设计、施工、监理以及工程建设有关的重要设备、材料等的采购,必须进行招标”。

① 大型基础设施、公用事业等关系社会公共利益、公共安全的项目;

② 全部或者部分使用国有资金投资或者国家融资的项目;

③ 使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金的项目。本项目为大型基础设施,因此必须进行招标。

2) 招标组织形式

《招标投标法》规定:“招标人有权自行选择招标代理机构,委托其办理招标事宜。任何单位或个人不得以任何方式为招标人指定招标代理机构”;“招标人具有编制招标文

件和组织评标能力的，可以自行办理招标事宜，任何单位或个人不得强制其委托招标代理机构办理招标事宜”。

本项目采用委托招标。

3) 招标方式

招标投标法规定我国招标方式有两种：公开招标和邀请招标。

公开招标是指招标人以招标公告的方式邀请不特定的法人或其他组织投标，邀请招标是指招标人以投标邀请书的方式邀请特定的法人或其他组织投标。

为保证本项目的管理，保证质量和按期竣工，必须采用公开招标的形式。

具体情况见下表。

表 5-12 招标基本情况表

建设项目名称：商登高速青州大道出入口新建工程

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用招标方式	备注
	全部招标	部分招标	自行招标	委托招标	公开招标	邀请招标		
勘察	√			√	√			
设计	√			√	√			
建筑安装工程	√			√	√			
监理	√			√	√			
设备	√			√	√			
其他								

6 项目投融资与财务方案

6.1 投资估算

6.1.1 编制范围及工程概况

本项目投资估算编制范围包括临时工程、路基工程、路面工程、桥涵工程、交叉工程、交通工程及沿线设施、绿化及环境保护工程、其他工程、专项费用以及相应的第二、三、四、建设期贷款利息等费用。

6.1.2 方案估算金额

本项目估算总金额为 32643.8690 万元，其中建安费 19045.1180 万元。中原高速承担除征地拆迁以外费用共计约 23435.2598 万元。

6.2 财务分析

6.2.1 评价参数

评价基年：2025 年。

评价期：包括建设期 2025 年和运营期 20 年（2026 年～2045 年）。

基准收益率：根据行业规定，融资前税前基准收益率定为 5.5%；资本金税后基准收益率定为 6%。

6.2.2 投融资方案

项目总投资 23435.2598 万元（不含征拆），根据国发改〔2015〕51 号《国务院关于调整和完善固定资产投资项目资本金制度的通知》，公路项目资本金由 25%调整为 20%。本项目资本金为 4687.0520 万元，约占总投资的 20%，其余银行贷款。

表 6-1 项目投融资方案

年份	2025	占比
国内贷款	18748.2078	80%
自有资金	4687.0520	20%
总投资	23435.2598	100%

6.2.3 财务费用计算

1 折旧和摊销

根据《企业会计准则解释第2号》，本项目资产应作为项目公司无形资产在评价期内进行摊销，摊销方法为平均年限法。

2 税收

企业所得税：按 25% 计提。

增值税：根据财税〔2016〕36 号《关于全面推开营业税改征增值税试点的通知》，公路经营企业中的一般纳税人应按 9% 的税率缴纳增值税（销项税税率）。

税金及附加：教育费附加 3%；城市维护建设税适应税率按纳税地点为市区、县镇、农村分别为 7%、5% 和 1%；地方教育附加 2%。合计税率为 12%。

6.2.4 财务收入计算

本报告，将根据路段批复的收费标准和增加的交通量，测算本次改造工程的财务收入。

1 收费标准

根据省交通运输厅省发展和改革委员会省财政厅《关于调整我省高速公路车辆通行费计费方式及收费标准有关事项的通知》（豫交文[2019]351 号），本项目收费标准如下。

表 6-2 车辆通行费收费标准（收费车型）

车型	车型分类	基本通行费标准 (元/车公里)
客车	7 座以下	0.50
	8-19 座	0.80
	20-39	1
	≥40	1.2
货车	小于等于 2 吨	0.5
	2 吨-5 吨（含 5 吨）	0.8
	5 吨-10 吨（含 10 吨）	1.5
	10 吨-15 吨（含 15 吨）	1.7
	大于 15 吨	2.3

2 免征率

根据《收费公路管理条例》及绿通、节假日免征通行费等政策有关规定，对部分车辆如执行任务的消防车、救护车、执行特殊公务的军、警车辆等，以及鲜活农产品车辆免征车辆通行费。从收费公路统计年报上看，本报告取免征通行费的交通量比重为 15%。

3 收费里程

项目公司管理范围内的商登高速段落。

4 收费收入

经测算，每年收费收入为 3345 万元（含增值税），评价期 20 年合计收入为 3.3447 亿元。

6.2.5 测算结果

本项目资本金为 4687.0520 万元，约占总投资的 20%，其余银行贷款。报告从项目投资总获利能力的角度，考察项目方案设计的合理性。

综合上述项目评价期内各年的收入及支出，计算项目评价期内全部投资的现金流量状况，项目全部投资所得税后的财务内部收益率为 6.27%，高于财务基准收益率 6.0%，项目可行。

表 6-3 全部投资财务评价指标表（税前）

指标	单位	税前
FIRR		7.44%
FNPV	万元	3937
RBC		1.23
FN	年	8.56

表 6-4 全部投资财务评价指标表（税后）

指标	单位	税后
FIRR		6.27%
FNPV	万元	1329
RBC		1.10
FN	年	9.12

本项目在 2037 年（含建设期算第 10.86 年），税后累计净现金流量现值转为正数，整体开始收益，到 2045 年，可最终收益现值 7921 万元。

6.2.6 分析结论

项目运营期 20 年，项目投资收益率为 6.27%，高于 6%的基准收益率。在 2037 年（含建设期算第 10.86 年），累计净现金流量现值转为正数，整体开始收益，到 2045 年，可最终收益现值 7921 万元。

7 项目影响效果分析

7.1 经济影响分析

7.1.1 经济费用效益分析指标

对项目进行经济费用效益分析，经济费用效益费用流量表见下表。

表 7-1 经济费用效益分析指标表

内部收益率 EIRR (%)	效益费用比 EBCR	净现值（万元）ENPV	投资回收期 EN （含建设期）
12.27	1.30	11179.57	15.33

本项目全线内部收益率为 12.27%，大于 8%的社会折现率，说明项目有一定的社会效益。同时经济费用效益分析敏感性分析结果表明，在费用增加 10%、效益下降 10%的不利情况下，内部收益率为 8.99%，仍大于 8%的社会折现率。

7.1.2 敏感性分析

敏感性分析主要考虑成本与效益两个因素向不利情况变化时，对项目经济费用效益分析指标的影响。

经济费用效益分析结果显示：本项目全线内部收益率为 12.27%，大于 8%的社会折现率，说明项目有一定的社会效益。同时经济费用效益分析敏感性分析结果表明，在费用增加 10%、效益下降 10%的不利情况下，内部收益率为 8.99%，仍大于 8%的社会折现率。

综上分析表明，本项目具有一定的经济抗风险能力，在经济上是可行的。