

茨淮新河大桥初步设计方案比选

文 / 罗刚 安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司

摘要: 本文以 S245 茨淮新河大桥设计为依托, 依据设计标准及工程需求, 通过跨径布置、结构选型等关键技术分析, 提出主桥采用 130m 下承式钢箱拱桥与 (45+80+45) m 变截面连续梁组合方案, 兼具通航防洪安全、经济效益显著、工期紧凑及景观协调优势; 引桥优选 30m 小箱梁方案以平衡功能与成本。研究成果可为类似跨河桥梁方案比选提供参考。

关键词: 方案比选; 钢箱拱桥; 连续刚构; 跨径布置; 施工工艺

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.048

引言

随着交通基础设施建设需求增长, 桥梁工程作为区域连通的关键节点, 其设计方案直接影响工程经济性、安全性和耐久性。茨淮新河大桥作为一级公路跨河桥梁, 其方案比选需兼顾航道通航、防洪安全、施工便利性 & 建设成本。

一、工程概况

拟建桥梁位于安徽亳州利辛县茨淮新河与西淝河交汇处上游 2.3km, 跨越茨淮新河。桥区地势平坦, 河床呈凹槽状, 河底高程 21.6m, 地面标高 26.5-27.2m, 南北堤顶高程分别为 33.0m 和 34.3m。地质勘查显示, 场地无滑坡、泥石流等地质灾害风险, 地下 70m 深度内基岩稳定且无岩溶发育。茨淮新河规划 III 级航道, 通航净宽 110m、净高 ≥ 7 m, 设计最高/低通航水位 27.63m/23.83m。桥址周边为农田, 北侧 1.6km 处为西淝河国家湿地公园, 区域路网发达, 交通衔接良好。

二、主要技术标准

设计荷载标准: 公路 I 级; 设计速度: 80km/h; 洪水频率: 桥涵设计洪水频率为 1/100; 设计安全等级: 一级; 桥面宽度: 双向 4 车道标准, 桥面净宽 2x11.25m; 抗震要求: 地震动峰值加速度 0.1g; 桥梁设计基准期: 100 年。

三、桥梁总体方案设计

(一) 桥梁范围的确定

本桥河漫滩地较开阔, 通航净空及堤顶防汛通道净空均为桥面标高控制因素, 从而控制桥梁规模。通航净高 7m; 上跨两侧大堤, 考虑堤后改路的建设成本, 堤顶净空按 4.5m 防汛通道预留, 桥台填土高度控制值约 7.2m, 结合梁体建筑高度和路线纵面线形要求, 确定桥梁起终点范围。

(二) 桥梁跨径的确定

1. 涉河主桥跨径

茨淮新河为限制性 III 级航道, 通航净宽 100m。考虑墩台尺寸, 防撞设施, 河道通航水深条件, 确定本桥通航孔主跨需求跨径为 130m; 河漫滩范围兼顾河道行洪需求和经济, 跨径应取不大于 40m 预制梁跨径; 根据两侧堤防断面, 跨径需求为 80m。

根据布跨功能性需求, 拟定 2 个涉河布跨方案进行比选:

布跨方案一: (45+80+45)+40+130+35+(45+80+45)。采用 1 跨简支结构跨越通航水域, 3 跨连续结构跨越堤防, 之间用 2 个简支跨衔接。

布跨方案二: 80+20+(75+130+75)+80。采用 3 跨连续结构跨越通航水域, 1 跨简支结构跨越堤防, 之间用 1 个简支跨衔接。

布跨方案三: 80+(78+140+78)+80。采用 3 跨连续结构跨越通航水域, 1 跨简支结构跨越堤防。

根据以上布跨进行分析: 方案一可以较好地满足通航和防洪需求且跨度适中, 功能协调性最优; 方案二虽满足通航, 但三跨连续结构导致小桩号侧需增设 20m 简支跨 (影响河道行洪), 跨径衔接度差, 景观协调性差; 方案三通过增大主桥跨径实现跨堤顺接, 跨径协调性改善, 但主桥规模显著增加, 经济性降低。

通过对以上布跨方案分析, 方案二因存在行洪安全隐患及景观协调性缺陷排除比选, 方案一与方案三将进行深化比选。

2. 引桥跨径

大跨径桥梁因通航和堤顶净空需求导致引桥占比高, 跨径选择需综合考量。公路引桥多采用 16-40m 预制结构, 25m、30m 为常用跨径: 较大跨径可提升桥下通透性但增加材料成本与施工难度。结合项目粉土地质 (下部结构造价高) 及城镇区位特点, 30m 跨径既能减少下部工程量 (较 25m 节省 10% 桩基), 更契合城市空间拓展需求, 故推荐作为引桥标准跨径。

(三) 桥型方案的确定

1. 主桥桥型方案构思

根据涉河主桥的跨径方案, 适用的桥型结构有拱桥、连续刚构、矮塔斜拉桥、变截面连续梁和钢桁架梁^[1]。结合各桥型特大结合本桥分析如下:

拱桥: 景观协调性好, 布跨灵活, 适用性强; 下承式钢箱拱主梁高度低, 自重轻, 采用少支架法施工, 主梁节段水运拼装, 通航干扰小, 适用于通航主跨; 钢管砼系杆拱需满布支架, 跨径大时需多肋式, 适用性受限。

连续刚构: 结构耐久、经济性好。V 型墩适应低墩高, 挂篮悬浇施工, 通航干扰小。但大跨需设大边跨, 功能性弱; V 型墩增大通航跨径。本桥跨高比低, V 型刚构为通航孔备选方案。

矮塔斜拉：刚度与耐久性优，造型突出，适于景观桥；但需设大边跨、主桥规模大，桥塔及拉索增加工期与造价。项目以功能为主，景观需求低，故不采用。

变截面连续梁：经济性优、维护成本低，立面简洁，适于中等跨径（如80m跨堤段）；大跨径易出现下挠病害。挂篮悬浇工艺成熟，通航干扰小。

钢桁架梁：受力高效、自重轻，下承式低梁高适于跨堤；但杆件结构刚硬，与自然景观协调性差。施工便捷、工期短，推荐用于跨堤段。

综合以上分析，通航孔主桥优选下承式钢拱桥或V型刚构，跨堤段适配变截面连续梁或钢桁架梁，形成两

方案深度比选：方案一：主桥采用(45+80+45)m连续梁+130m钢箱拱组合，引桥为7-8×30m小箱梁，全长1000m。方案二：主桥为(78+140+80)m V型刚构+钢桁架组合，引桥为9-10×30m小箱梁，全长1032m。

2. 主桥桥型方案比选

(1) 方案一：1x130m下承式钢箱拱桥+(45+80+45)m变截面连续梁

①总体布置：推荐方案跨航道处主桥采用1x130m下承式钢箱系杆拱桥，整幅断面：2.05m吊杆区+0.5m护栏+11.25m机动车道+1.5m中分带+11.25m机动车道+0.5m护栏+2.05m吊杆区，全宽29.1m。方案一如图1

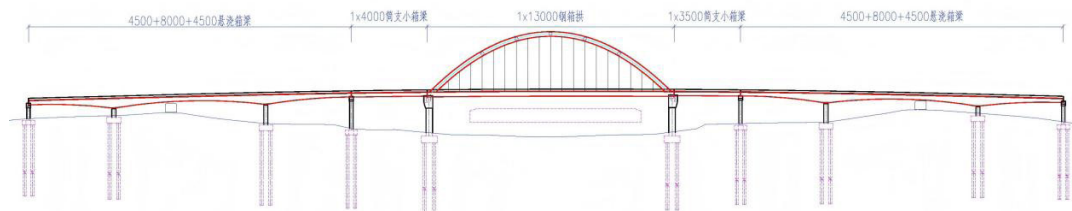


图1 钢箱拱桥总体布置图

②拱肋设计：桥梁采用双片钢箱拱肋，拱轴线为二次抛物线（矢跨比1:4）^[2]，单肋尺寸2.4m（高）×1.8m（宽）。拱肋纵向分9段预制，水平向每6m设吊杆区横隔板（30mm厚），其间增设3道加劲隔板（20mm厚）。两拱肋间设5道“一”字型风撑。

③主梁设计：主梁由双侧钢纵梁及正交异性钢桥面板组成。钢纵梁为单箱单室断面，梁高2.4m，顶板、腹板及底板均厚24mm。桥面系含5道小纵梁（梁高1m），增强整体刚度。

④吊杆设计：采用Φ15.2-12钢绞线挤压式可更换吊杆体系，共19根，间距6m。索体设HDPE护套，上端冷铸锚固，下端销铰锚接。内置智能光纤传感器实时监控索力，确保施工及运营安全。

⑤主墩设计：主墩为双柱式方墩（3.5×3.5m），

墩间距27.3m，每墩下设独立承台及4Φ1.8m钻孔桩（边承台厚3.5m），形成群桩基础。

⑥(45+80+45)m悬浇箱梁：推荐(45+80+45)m变截面悬浇箱梁跨越堤防。单箱单室断面，顶宽12.25m，底宽7m，梁高由4.8m（根部）渐变至2.2m（跨中/端部）。采用19/16股钢绞线预应力体系，挂篮悬臂施工。主墩为双柱圆墩（Φ2.2m），整体式承台（3m厚）接Φ1.8m群桩基础。

(2) 方案二：80m钢桁架梁+(78+140+78)mV型刚构+80m钢桁架梁

①总体布置：主桥采用78+140+78m V型刚构，全长296m，桥面宽12.25m，分幅设计，单幅为单箱单室截面（顶宽12.25m/底宽7m，悬臂2.625m）。方案二如图2。

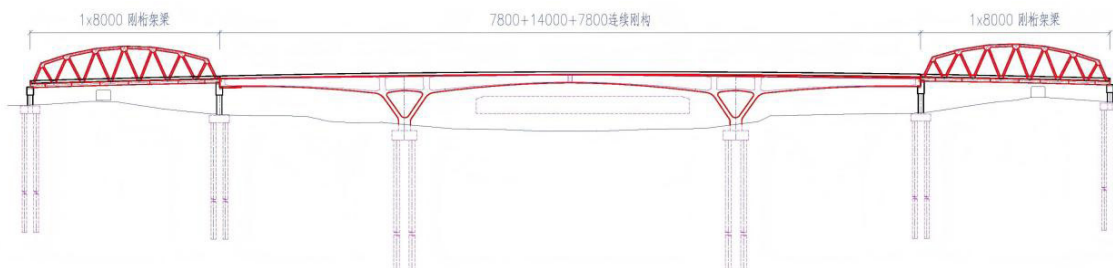


图2 V型刚构桥总体布置图

②上部结构设计：V型刚构箱梁根部梁高7.0m，跨中梁高3.5m，顶板厚28cm，腹板厚50-80cm，底板厚32-90cm（抛物线渐变）。悬臂浇筑分16对梁段：7×3m+9×4m，合龙段2m，现浇段7m。设三向预应力体系：纵横向用钢绞线，竖向用精轧螺纹钢。

③下部结构设计：V型墩斜交角35°，壁厚1.6m，底部6m为矩形截面。承台厚4.0m，每墩设8根Φ2.5m钻孔桩。左右幅桥墩分离，承台与桩基整体连接。

④1x80m刚桁架梁：跨堤采用变高钢桁架（计算跨径78.2m），桁高9-15m（圆曲线变高，节点以直代曲）。三片主桁横向布置（间距13.55m），标准节间距12m，端部缩至9.1m。主墩为5柱方墩（2.2×2.2m），框架式承台3m厚，接Φ2m群桩。

(3) 优缺点比较

主桥方案的技术经济综合比较如表1。

表 1 茨淮新河大桥主桥方案比较表

对比项	方案一（130m 钢箱拱）	方案二（78+140+78m V 型刚构）
工程规模	总长 995m，含钢箱拱 + 悬浇箱梁组合结构	总长 1026m，含 V 型刚构 + 钢桁架梁组合结构
优势	①单跨过河，主桥规模最小； ②造型协调，景观优； ③工期短（18 个月），造价低（1.9 亿）	①河道内桥墩少，行洪影响小； ②无需水中支架施工
缺陷	钢结构需长期养护	①边跨功能性不足，运营期下挠； ②造型不协调； ③斜腿墩占用通航净空；
施工特点	支架节段拼装，工艺成熟	悬臂浇筑，工艺成熟，工期较长（24 个月）
经济性	建安费 1.9 亿，综合性价比高	建安费 2.2 亿，成本偏高
综合推荐	推荐方案：单跨钢箱拱 + 悬浇箱梁组合，兼具经济性、景观性与施工便捷性	因功能缺陷及经济性不足，不推荐

(4) 钢箱系杆拱结构计算

①计算参数

桥面铺装为 7cm 沥青混凝土，容重取 25KN/m³，防撞护单侧为 7KN/m。

钢材：E_s=2.1×10⁵MPa；HPB300 钢筋 f_{sk}=300MPa；HRB400 钢筋 f_{sk}=400MPa。

预应力钢绞线：f_{pk}=1860MPa，E_p=1.95×10⁵MPa。

吊杆钢绞线：f_{pk}=1860MPa，E_p=1.95×10⁵MPa。

②计算荷载

恒载：一期（拱圈、纵梁、桥面板等按实际分布计算），二期（铺装、护栏等附属设施）；活载：公路 - I 级，4 车道 + 偏载效应；温度：整体温变 ±25℃；沉降：按不利组合取 0.01m。

③边界条件

约束为简支端。

④施工阶段划分

按实际施工步骤划分施工阶段，全桥共分为 5 个施

工阶段。全桥共 1134 个节点，1430 个单元。计算模型如图 3

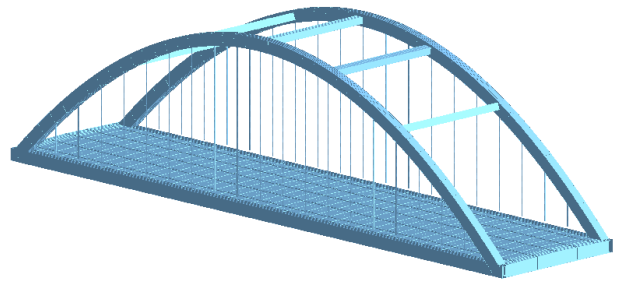


图 3 计算模型

⑤计算内容

基于全桥模型，模拟施工及运营阶段荷载（恒 / 活载、沉降、温度），按 JTG D60-2015 进行荷载组合验算，确保结构安全。

⑥主要计算结果

主要计算结果如表 2。

表 2 钢拱桥主要指标计算结果

位置	效应值	抗力值	是否通过
拱肋应力 / (MPa)	199	270	通过
系梁应力 / (MPa)	135	270	通过
吊杆应力 / (MPa)	972	1005	通过
挠度 / (mm)	90	217	通过
稳定系数	13.89	4	通过

结构计算表明，主桥各主要构件强度、变形、整体稳定性均满足规范要求，总体构造方案可行。

(5) 引桥桥型方案比选

引桥位于城郊，以功能性需求主，比选主要从建设成本和通行需求。

25m 与 30m 小箱梁经济性相当（大跨径上部结构成本 ↑ vs 下部桩基成本 ↓），因桥位覆土厚、地基承载力一般，最终采用跨越能力更优的 30m 跨径。

桥墩采用带盖梁的柱式墩，桥墩中距 6.6m，墩径 1.4m，桩径为 1.6m 和 1.8m 两种。桥台采用肋板台，基础采用桩基础型式。

四、桥梁施工方案

本桥规划 IV 航道，等级较高，现状航道通航，施工期需预留临时 2 跨 35m 临时通航孔，采用先梁后拱施工

方案，即：先在水中打入管桩，搭设支架 → 在支架上架设钢梁、横梁及桥面板 → 在钢梁上搭设支架安装拱圈，风撑 → 安装吊杆并张拉 → 拆除支架 → 施工桥面系。

结语

本研究通过比选确定了茨淮新河大桥的推荐设计方案。主桥采用钢箱拱桥与变截面连续梁组合结构，既满足航道通航需求，又降低了施工难度与建设成本；引桥 30m 跨小箱梁方案通过平衡上下部结构造价提升经济性^[3]。

参考文献

[1] 范立础. 桥梁工程 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1996.
[2] 黄国清. 大跨度下承式钢箱提篮拱桥总体设计 [J]. 山西交通科技, 2023, (04): 67-70.
[3] 周念先. 桥梁方案比选 [M]. 上海: 同济大学出版社, 1997.