

天长高架车站多线特大桥设计与关键技术研究

廖文键

中铁二院工程集团有限责任公司, 中国·四川 成都 610031

摘要: 针对南京至淮安城际铁路天长高架车站多线特大桥面临的“多线并行、大角度斜交跨越城市干道、桥—建一体化及多专业接口耦合”等技术难题, 系统阐述了该桥的总体设计思路与关键技术创新, 有效解决了天宁大道小角度(79.6°)大跨度跨越问题, 实现了结构受力与建筑功能的统一, 兼顾了跨越能力与景观效, 并首次在邻近工程中将楼梯基础与桥梁基础合并设置(桥—建基础一体化), 显著提升了接口协调性与运维便利性。该工程的成功实施, 验证了复杂环境下多线高架车站桥梁设计方案的合理性, 可为同类城际铁路站桥一体化设计提供重要借鉴。

关键词: 多线特大桥; 高架车站; 桥梁设计; 桥—建一体化

Research on the Design and Key Technologies of Multi-track Extra-large Bridge at Tianchang Elevated Station

Liao Wenjian

China Railway Second Survey & Design Institute Co., Ltd., China Sichuan Chengdu 610031

Abstract: In response to the technical challenges faced by the multi-line special bridge of the Tianchang elevated station on the Nanjing-Huai'an intercity railway, such as "multiple lines running parallel, large-angle skew crossing over urban arterial roads, bridge-construction integration, and multi-discipline interface coupling", this paper systematically expounds the overall design concept and key technological innovations of the bridge. It effectively solved the problem of small-angle (79.6°) large-span crossing over Tianning Avenue, achieved the unity of structural load-bearing and architectural function, balanced the crossing capacity and landscape effect, and for the first time, in the adjacent project, the stairwell foundation and bridge foundation were combined and set (bridge-construction foundation integration), significantly improving the interface coordination and maintenance convenience. The successful implementation of this project verified the rationality of the multi-line elevated station bridge design scheme under complex conditions, and can provide important references for the integrated design of intercity railway stations and bridges of the same type.

Keywords: Multi-line special bridge; Elevated station; Bridge design; Bridge-construction integration

0 引言

随着我国高速铁路网向县域延伸及站城融合理念的深入推进, 高架车站因其节约用地、适应复杂地形等优势, 已成为城际铁路车站的重要选型^[1]。然而, 多线并行、大跨度跨越既有路网水系、桥—建结合及多专业接口耦合等特点, 使得高架车站桥梁在总体布置、结构受力、施工组织 and 运维便捷性等方面面临严峻挑战^[2]。

南京至淮安城际铁路天长站采用高架敷设方式, 其控制性工程——天长高架车站多线特大桥, 集正线、到发线、预留连接线及工区线于一体, 桥上布置 17 组道岔, 并先后跨越天宁大道、G345 国道及禹王河, 具有“线形复杂、荷载多样、边界约束多、接口密集”的典型特征。本文结合该桥设计实践, 系统阐述其在桥跨布置、梁部选型、下部结构设计、施工工法及多专业接口一体化方面的技术方案, 以期同类复杂环境下高架车站桥梁设计提供参考与借鉴。

1 工程概况

天长高架车站多线特大桥地处江淮平原区, 地势平坦, 地表多为水田、鱼塘, 地层主要由黏性土、砂层构成, 局部揭露深层基岩。桥梁起讫里程范围内分别与天宁大道、G345 国道及禹王河相交, 路网发达, 水系发育。桥上设双侧站台, 正线及相邻到发线采用无砟轨道, 预留楚天杨连接线及工区线采用有砟轨道。桥梁平面呈“双线→六线→双线”的渐变形态: 正线桥全长 2304.551 m; 工区线桥长 440 m; 全桥共设 71 组垂直于正线的桥墩。桥址处共布置 17 组道岔, 结构体系转换频繁, 对梁部刚度匹配及基础沉降控制提出了较高要求^[3]。

2 主要设计特点与技术对策

2.1 因地制宜的桥跨布置

针对桥址处道路、河流及站场布置特点, 遵循“安全适用、经济合理、景观协调”的原则进行桥跨布置^[4], 如

图 1-3。

关键节点跨越：跨越天宁大道采用连续梁，以满足城市主干路净空及行车安全要求；跨越 G345 国道采用系杆拱桥，兼顾跨越能力与景观效果；跨越禹王河虽无通航要求，但受原有河道斜交影响，通过河道改移实现正交跨越，并于河中设墩，采用简支梁通过，降低施工难度。道岔区处理：道岔区受力复杂，统一采用连续梁结构，确保轨道几何形位稳定^[5]。标准段选型：其余段落优先选用 32 m 简支梁，辅以 24 m 简支梁调跨，实现标准化设计与施工。

2.2 多线耦合下的梁部结构优化

为适应多线并行及站场功能需求，梁部设计重点解决了截面形式多样、刚度匹配及施工干扰等问题。

2.2.1 简支梁

正线及到发线简支梁采用单箱单室斜腹板箱梁，通过统一梁高，既提升了景观协调性，又便于标准化施工。针对系杆拱桥引桥段受架桥机作业限制的特点，采用支架现浇施工^[6]；站台区域因楼扶梯开孔需求，采用简支“Π”形梁^[7]，有效解决了结构受力与建筑功能空间的矛盾^[7]。

2.2.2 连续梁

连续梁设计强调与相邻简支梁的“等高、同腹板斜率”，以保证全桥视觉连续性。针对天宁大道段线路密集（共 8 条线路）、斜交角小（ 79.6° ）的特点，采用分幅式多联连续梁方案：正线及右到发线采用 (2×36.5) m 三线连续梁；左到发线、左连接线及渡线采用 $(2 \times 32+42+31.65)$

m 渡线连续梁；右连接线采用 $(2 \times 32+34.5+39.25)$ m 双线变单线有砟道岔连续梁；工区线采用 $(29.5+36+40.25)$ m 单线连续梁。通过在道路中隔带设置顺桥向桥墩及斜置横隔板，成功解决了复杂线形下的结构支承问题。此外，设计中特别优化了梁端钢束张拉空间及底板钢束布置，避免了与相邻现浇梁支座凸台的冲突。其余道岔区连续梁均为 32 m 等跨布置，孔跨数 3~6 跨不等，梁宽随线路布置动态调整，体现了设计的灵活性^[8]。

2.2.3 系杆拱桥

跨越 G345 国道（路幅宽 24.5 m，坡脚宽 44 m）采用 1-64 m 四线系杆拱（正线+左右到发线）及 1-64 m 单线系杆拱（左右连接线）组合方案。主梁采用 2.5 m 高混凝土箱梁，主拱采用钢箱拱，实现了大跨度跨越与结构轻盈感的统一^[9]。

2.3 下部结构与基础设计

下部结构设计充分考虑了桥下空间利用及墩身经济性，墩身选型：正线及线间距较小的道岔区采用圆端形实体墩；六线并行段及站台区采用门式墩，释放桥下通行空间^[10]，如图 4。针对宽墩身，通过设置拱形门洞减少圬工量，降低工程造价。基础设计：全线采用钻孔灌注桩基础。鉴于覆盖层较厚，桩基以摩擦桩为主，局部基岩埋深浅处采用柱桩，确保了基础承载力与沉降控制的可靠性^[11]。

2.4 精细化施工组织设计

针对多线桥施工干扰大、工序复杂的特点，制定了差



图1 桥址平面图

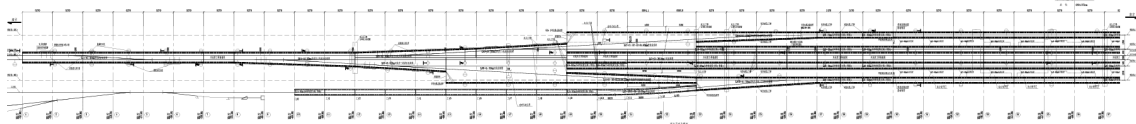


图2 梁片布置图一

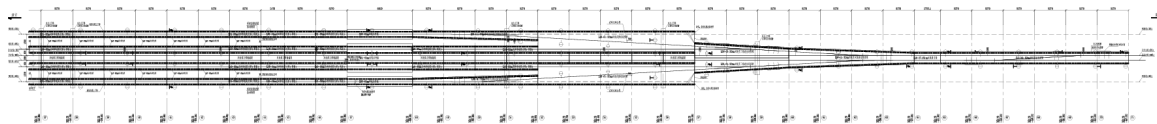


图3 梁片布置图二

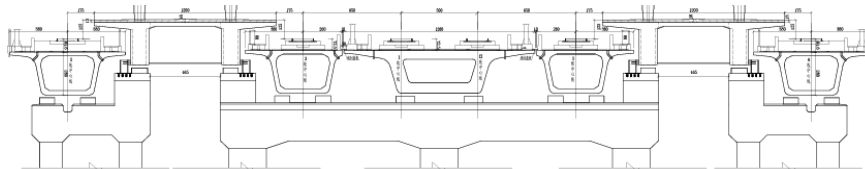


图4 站台六线并行区桥梁横向布置图

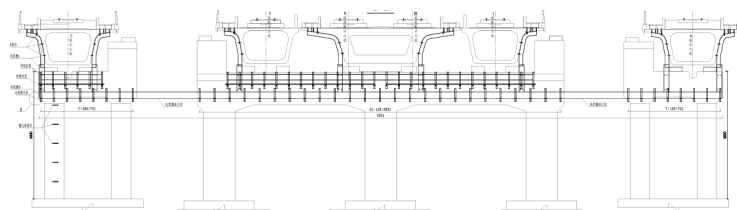


图5 线区桥下电缆过轨布置图

异化的施工策略：连续梁：均采用支架现浇^[12]。跨越道路段（天宁大道、G345 国道）采用贝雷梁支架，保障既有交通畅通；系杆拱采用“原位支架现浇后落梁”工艺，减少对交通的影响时间；简支梁：24 m、32 m 标准简支梁采用预制架设；非标跨、系杆拱邻跨及站台“Ⅱ形梁”采用支架现浇；涉水施工：禹王河改移与桥梁建设同步实施，遵循“先改河、后筑墩、再架梁”的顺序，有效控制了施工风险^[13]。

2.5 多专业接口一体化设计

为解决多线桥接口繁杂的问题，开展了系统性的接口设计。检查设施：通过建立“梁端过人孔对齐—墩顶凹槽—检查梯—吊篮”的立体贯通体系，解决了多梁型、多墩型下的检修通道连通问题。针对门式墩及站台区特殊工况，分别设置了旋转式扶梯、墩底爬梯及小吊篮系统。轨道工程：通过协调横向固定支座位置，控制相邻梁体横向变形差；针对无砟—有砟轨道过渡段，设置合理的过渡段长度并预埋轨道板连接套筒，保证了轨道平顺性^[14]。四电及接触网：统筹电缆槽布置，实行强弱电分墩上下桥；针对多股道电缆过轨难题，综合采用梁面预埋、腹板绕行及门式墩增设桥架等多种方式^[15]，如图 5，显著提升了电缆敷设效率。建筑结构一体化：桥上设 12 m 宽站台及雨棚柱，站台梁腹板布置及开孔（楼扶梯、电梯）与建筑结构深度融合。特别是针对楼扶梯立柱与桥梁基础的冲突，采用“桥—建基础合并设置”方案，既节约了地下空间，又提高了结构整体性^[16]。

3 结论与展望

天长高架车站多线特大桥的设计实践表明：针对多线高架车站“线形复杂、功能复合”的特点，采用“连续梁 + 系杆拱 + 简支梁”的组合桥跨体系，配合变宽、变高及开孔等梁部构造优化，能够有效适应复杂的站场布置需求；“门式墩 + 拱形门洞”的下部结构选型，兼顾了桥下空间利用与经济性；钻孔灌注桩基础的应用，确保了复杂地质条件下的结构安全；通过精细化的施工工序安排及“桥—建一体化”接口设计，成功解决了多专业交叉施工难题，提升了工程品质与后期运维便利性。本工程的成功实施，为今后类似复杂环境下的城际铁路高架车站桥梁设计积累了宝贵经验。

参考文献：

- [1] 国家铁路局. 铁路桥涵设计规范：TB10002-2017[S]. 北京：中国铁道出版社，2017.
- [2] 国家铁路局. 高速铁路设计规范：TB10621-2014[S]. 北京：中国铁道出版社，2014.
- [3] 国家铁路局. 铁路桥涵混凝土结构设计规范：TB10092-2017[S]. 北京：中国铁道出版社，2017.
- [4] 国家铁路局. 铁路桥梁钢结构设计规范：TB10091-2017[S]. 北京：中国铁道出版社，2017.
- [5] 国家铁路局. 铁路桥涵地基和基础设计规范：TB10093-2017[S]. 北京：中国铁道出版社，2017.
- [6] 张敏，陈良江，刘永锋. 高架车站桥梁与站房一体化设计关键技术[J]. 建筑结构学报，2018, 39(S1): 376-382.
- [7] 陈克坚，曾甲华. 复杂环境下城市轨道交通高架车站结构设计[J]. 铁道工程学报，2019, 36(5): 88-93.
- [8] 龚俊虎，王庭正. 沪宁城际铁路高架站桥梁设计与研究[J]. 铁道标准设计，2012(8): 36-39.
- [9] 毛学锋，许智焰，周永礼. 深圳地铁 3 号线高架车站结构设计研究[J]. 铁道工程学报，2011, 28(12): 94-98.
- [10] 王俊杰. 高速铁路低高度系杆拱桥设计研究[J]. 高速铁路技术，2019, 10(02): 67-71.
- [11] 姚汉文. 高速铁路道岔区桥梁设计综述[J]. 铁道标准设计，2014(7): 85-88.
- [12] 王立中，刘敬棉. 高速铁路无砟轨道无缝线路车站咽喉区道岔连续梁结构形式的研究[J]. 铁道工程学报，2010, 27(10): 58-61.
- [13] 蔡云标. 客运专线无缝道岔梁几个设计问题的探讨[J]. 铁道标准设计，2009(7): 36-39.
- [14] 陈留剑. 铁路单箱双室道岔连续梁设计研究[D]. 石家庄：石家庄铁道大学，2020.
- [15] 王荣辉，池春，甄晓霞. 高速铁路道岔区桥梁竖向刚度限值研究[J]. 工程力学，2017, 34(6): 195-202.
- [16] 中铁二院工程集团有限责任公司. 南京至淮安城际铁路天长站施工图设计文件[Z]. 成都：中铁二院工程集团有限责任公司，2022.

作者简介：廖文键（1981—），男，四川成都，大学本科，高级工程师，研究方向：从事桥梁方面的设计。