

浅析高铁站房结构设计要点

周天平

中国铁路上海局集团有限公司嘉兴车务段, 浙江 嘉兴 314000

[摘要] 中国的高铁事业从 2000 年开始至今一直处于蓬勃发展阶段, 目前中国高铁无论是里程数还是建造技术和管理水平均处于世界领先地位, 高铁已成为中国的一张靓丽名片。随着《新时代交通强国铁路先行规划纲要》推行, 近些年来我国高速铁路网建设的快速发展, 使得人们的出行得到了极大的改善, 各地方的既有铁路车站已不能满足快速增加的客流需要, 基于此, 全国各地的高铁车站新建及改扩建应运而生, 高铁站房设计技术也日新月异, 已积累了丰富的经验, 需要总结和提高, 为今后大型高铁乃至机场、体育场馆等大型公共建筑的设计提供借鉴。本论文针对高铁站房结构设计中的技术要点和注意事项进行分析探讨。

[关键词] 高铁站房; 结构设计; 技术要点和注意事项

DOI: 10.33142/ect.v3i5.16445

中图分类号: TU248.1

文献标识码: A

Brief Analysis of the Key Points of Structural Design for High-speed Railway Station Buildings

ZHOU Tianping

Jiaxing Depot of China Railway Shanghai Group Co., Ltd., Jiaxing, Zhejiang, 314000, China

Abstract: Chinese high-speed rail industry has been in a booming stage since 2000. Currently, Chinese high-speed rail is at the forefront of the world in terms of mileage, construction technology, and management level. High-speed rail has become a beautiful business card for China. With the implementation of the "Outline of the Railway Pilot Plan for a New Era of Transportation Power", the rapid development of Chinese high-speed railway network construction in recent years has greatly improved people's travel. Existing railway stations in various places can no longer meet the rapidly increasing passenger flow needs. Based on this, new construction, renovation and expansion of high-speed railway stations have emerged across the country. The design technology of high-speed railway station buildings is also advancing rapidly, and rich experience has been accumulated, which needs to be summarized and improved to provide reference for the design of large-scale high-speed railways, airports, sports venues and other large public buildings in the future. This paper analyzes and discusses the technical points and precautions in the structural design of high-speed railway station buildings.

Keywords: high-speed railway station building; structural design; technical points and precautions

引言

中国的高铁事业从 2000 年开始至今一直处于蓬勃发展阶段, 目前中国高铁无论是里程数还是建造技术和管理水平均处于世界领先地位, 高铁已成为中国的一张靓丽名片。随着《新时代交通强国铁路先行规划纲要》推行, 近些年来我国高速铁路网建设的快速发展, 使得人们的出行得到了极大的改善, 各地方的既有铁路车站已不能满足快速增加的客流需要, 基于此, 全国各地的高铁车站新建及改扩建应运而生, 高铁站房设计技术也日新月异, 已积累了丰富的经验, 需要总结和提高, 为今后大型高铁乃至机场、体育场馆等大型公共建筑的设计工作提供借鉴。

作者参与了近些年来既有铁路龙游站站房改扩建工程、沪昆铁路义乌高架站房建设工程、九景衢铁路常山站站房改扩建工程等大型高铁站房新建及改扩建工程的设计咨询工作。结合相关经验, 对高铁站房结构设计中的技术要求和注意事项进行分析探讨。

1 高铁站房的特点

高铁站房具有以下特点: (1) 平面尺寸大, 最大平面

尺寸超过 500m。(2) 楼盖及屋盖柱距大, 楼盖最大柱距超过 60m, 大部分超过 20m; 屋盖柱数量减少, 屋盖跨度加大, 最大跨度超过 100m, 一般也超过 40m, 大跨度楼盖和屋盖给结构设计带来较大的挑战。(3) 建筑形态复杂, 大型高铁站房建筑面积大, 一般位于省会城市, 建筑设计必须体现省会大城市的文化和历史, 是省会城市乃至全省的一张名片, 往往也是城市中新城的中心。(4) 建筑功能复杂, 为满足城市交通无缝衔接, 一般将高铁车站建筑与国铁、地铁合建; 对结构设计而言, 高铁站房建筑除大跨度、复杂建筑结构外, 结构荷载种类繁多, 既有一般的建筑荷载, 也有铁路桥梁荷载(包括动力荷载); 车站结构设计要满足建筑结构、铁路行业等相关标准的规定, 设计方法和设计规定差异较大。以下三个大中型枢纽站房概况如表 1 所示。

根据表 1 站房概况所示, 除常山站规模较小外, 其余站房主体区域基本上均采用钢筋混凝土组合结构(部分大跨度框架梁采用预应力结构), 屋盖均采用空间网架或网桁结合的结构形式。

表1 站房概况

站名	站房建筑面积 (m ²)	平面尺寸 (m)	站房结构	屋盖结构
义乌站	75000	128×380	钢管混凝土柱+预应力混凝土框架梁(钢箱梁)	正交空间管桁架结构+空间网架
龙游站	15000	163×55	钢筋混凝土柱(局部为型钢混凝土框架柱)+钢筋混凝土框架梁(局部为型钢混凝土框架梁)	箱型桁架结构+空间网架
常山站	6000(不包含前部换乘大厅)	108×45	钢筋混凝土框架	钢筋混凝土屋盖

2 高铁站房结构设计要点

2.1 站房结构设计、研究的基本思路、技术路线和目标

结构设计应首先满足建筑使用功能的要求,同时应注重创新,创新的根本目的是获得良好的经济效益和社会效益。结构设计一方面要满足规范的要求,同时创新不可避免地存在突破规范的问题,需要开展相关的科研工作。为了确保工程安全,结构创新设计应遵循理论分析与结构试验、结构监测相结合的技术路线。

2.2 站房屋盖结构设计

站房屋盖设计应注意以下几个要点^[3] (1) 应考虑结构合理受力、建筑形态、建筑采光、施工组织、建筑运维等因素,大跨度屋盖结构一般采用空间网格结构,为一种或几种类型空间网格组合的结构。充分利用各种空间结构的受力特性,发挥其材料特长,使结构合理受力,传力路径直接,是确保屋盖结构“安全、经济、适用和美观”的基本要求。(2) 屋盖结构选型应充分利用建筑形态,将结构合理受力与建筑形态巧妙结合,达到“结构即建筑”的设计目标。(3) 屋盖荷载作用效应:对大平面屋盖结构而言,除恒载外,应特别关注温度作用和风荷载。降低温度作用主要是降低结构的边界约束或减小屋盖平面尺寸;而屋盖体形、刚度对风荷载影响较大。(4) 复杂空间钢结构在各种荷载工况、不同初始缺陷下的弹塑性全过程分析是非常重要的,对于新型结构形式,必要时需进行结构试验确定其承载力,确保结构安全、可靠。

2.3 站房高架层(含商业夹层)楼盖结构设计

站房楼盖设计应注意以下几个要点^[4] (1) 柱距大于20m 高架层楼盖,一般采用型钢混凝土或预应力混凝土、钢桁架楼盖,由于受建筑层高和下部列车限界的限制,再加上荷载较大,楼盖结构高度受限,楼盖竖向刚度较弱,需充分考虑人行荷载和列车振动荷载作用下楼盖舒适度,采取必要的减振措施。(2) 与屋盖一样,大平面必然导致温度作用效应较大,如何降低温度作用对结构安全和经济性极为重要。

2.4 站房结构健康监测

大型高铁站房结构受力复杂,人员聚集度高,铁路运营安全责任重大,需在运营阶段进行结构关键部位的健康监测。健康监测内容的目标主要是对结构的安全性进行评价与预警;对荷载的长期效益以及结构的老化、病变进行定期的综合性诊断;建立结构的健康档案,为建筑的日常运行与维护提供可靠依据;通过监控中心再现结构的当前

受力状态,向管理者提供相关信息。

3 高铁站房结构设计注意事项

3.1 规范的更新

站房结构设计时应考虑现行规范的条文更新。为适应国际技术法规与技术标准通行规则,2021 年住房和城乡建设部印发了《工程结构通用规范》《建筑与市政工程抗震通用规范》《建筑与市政地基基础通用规范》《混凝土结构通用规范》等9 本全文强制的结构通用规范,强制性工程建设规范实施后,现行相关工程建设国家标准、行业标准中的强制性条文同时废止。现行工程建设地方标准中的强制性条文应及时修订,且不得低于强制性工程建设规范的规定。现行工程建设标准(包括强制性标准和推荐性标准)中有关规定与强制性工程建设规范的规定不一致的,以强制性工程建设规范的规定为准。

《工程结构通用规范》(GB 55001—2021)^[1]第 3.1.13 条建筑结构的作用分项系数、4.2.2 条民用建筑楼面均布活荷载标准值的调整及《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002—2021)第 4.3.2 条地震作用的分项系数的调整对站房结构设计影响较大。

根据几本通用规范中房屋建筑结构荷载的分项系数、车站的活荷载标准值及地震作用的分项系数的标准较之前的规范均有所提高,结合以上几处站房工程预算费用的对比分析,执行《工程结构通用规范》(GB 55001—2021)^[1]、《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002—2021)^[2]后站房结构的建设费用增加约 8%~10%。

3.2 施工阶段的不利情况。

站房结构设计时应充分考虑施工阶段的各种不利情况因素。根据《工程结构通用规范》(GB 55001—2021)^[1]第 3.1.5 条要求:结构设计时选定的设计状况,应覆盖正常施工和使用过程中的各种不利情况。各种设计情况均均应进行承载能力极限状态设计,持久设计状况尚应进行正常使用极限状态设计。

以既有铁路龙游站站房改扩建工程为例,为避免施工期间塔式起重机的倾覆影响既有线路的运营及施工场地的限制,塔式起重机的摆设位置在施工屋面期间无法覆盖整个空间网架提升,给施工屋面造成了一定的困难。经设计单位与施工单位的反复协商后,在二层候车室未施工的区域增设移动的小型起吊设备,用以辅助塔式起重器提升空间网架。二层候车室未施工的区域活荷载标准值进行了相应的提高,相关的楼板、楼面梁及框架柱配筋也进行了加强。

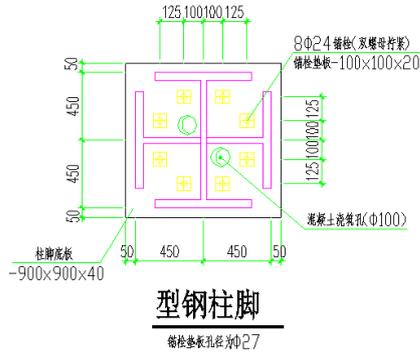


图2 埋入式型钢柱脚节点详图

3.4 站房结构健康监测

大型高铁站房结构受力复杂,需在运营阶段进行结构关键部位的健康监测。

以沪昆铁路义乌高架站房建设工程为例,监测范围为新建高架站房(杭长、沪昆场部分)及整体钢屋盖结构,监测时间从站房和屋盖钢结构拼装施工开始到运营阶段,总时间为36个月。

监测总体目标:监测系统可自动计算、并可实时查询结构关键指标(应力、挠度、温度、风速风向和加速度等);监测系统可实时预警、评估结构安全,从而达到降低运营风险和节约专业检测评估成本的目的。

监测内容:结合高铁站房的结构特点,确定健康监测的内容、参数和限值标准。主要为重要结构构件的挠度、应变、加速度和温度;屋面结构的风速风向、挠度、应变、

加速度等内容。



图3 监测内容图例

4 结束语

综上所述,高铁站房结构设计应结合站房建筑的特点,需对一些大跨度的楼盖、屋盖的结构形式作出不断地研究和创新,同时应特别注意规范的更新内容、施工阶段的不利情况、组合结构节点设计及结构健康监测等设计中关键的注意事项,以达到“安全、经济、适用、绿色、美观、耐久”的目标。

[参考文献]

[1]中华人民共和国住房和城乡建设部.工程结构通用规范:GB55001-2021[S].中国建筑出版传媒有限公司,2021:4-9.

[2]住房和城乡建设部.建筑与市政工程抗震通用规范:GB55002-2021[S].中国建筑出版传媒有限公司,2021:9-20.

[3]周德良.大型高铁站房结构设计关键技术[Z].

作者简介:周天平,男,工程师,主要从事工程管理、设计方案咨询、审查等工作。