

装配式建筑技术在市政桥梁工程中的应用探讨

王耀荣, 赵凤莉

(济南城建集团有限公司, 山东 济南 250000)

摘 要 本文探讨了装配式建筑技术在城市轨道交通中的应用及其优势, 分析了当前市政桥梁发展中存在的结构问题、施工管理问题以及钢结构腐蚀问题, 详细介绍了承插式连接、灌浆套筒连接、预制构件混凝土浇筑等装配式桥梁施工技术, 阐述了上部结构拼装技术和下部结构拼装技术在装配式桥梁中的应用, 强调了构件吊装和调节固定的重要性。研究表明, 装配式建筑技术能够提高施工效率、保障施工质量、降低资源浪费, 为城市轨道交通的可持续发展提供有力支持。

关键词 装配式建筑技术; 市政桥梁工程; 承插式连接; 灌浆套筒连接

中图分类号: U445

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.12.019

0 引言

随着城市化进程的加快, 城市轨道交通作为重要的公共交通工具, 其建设规模和速度日益增长。装配式建筑技术以其高效、环保、节能的特点, 在市政桥梁建设中得到了广泛应用。然而, 当前市政桥梁发展仍面临诸多挑战, 如施工中的结构问题、管理问题以及钢结构腐蚀问题等。本文分析了装配式建筑技术的优势, 探讨其在市政桥梁施工中的应用, 以期城市轨道交通的健康发展提供参考。

1 装配式建筑技术优势分析

首先, 装配式建筑技术采用建筑构件预制的施工模式, 能够节省企业人力、物力资源, 提高市政桥梁工程建设施工经济效益。其次, 装配式建筑施工技术为模块化施工, 施工企业与构件加工工厂达成紧密合作, 提前将预制构件规格要求下发给工厂, 工厂以要求为根据开展机械化装配式构件生产, 将构件半成品运输至施工现场, 通过吊装完成预制构件拼搭, 有效地提升项目施工效率。最后, 装配式建筑技术具有较好的节能环保性能, 该技术提前制作预制构件, 最大限度地提升建筑资源利用率, 降低资源浪费风险。同时, 装配式建筑技术机械化施工水平较高, 有效地抑制施工现场噪声污染与粉尘污染^[1]。

2 市政桥梁发展中存在的问题

2.1 施工中的结构问题

当前, 城市建设规模日益拓展, 市政桥梁建设过程中, 受到城市规划设计的极大影响, 而且市政桥梁工程建设时也会受到施工环境复杂程度的影响。加之

管理部门对实际施工重视程度不足, 导致市政材料工程建设整体质量有所降低, 形成了施工中结构问题, 比如市政桥梁工程施工建设中应用的施工工艺及施工材料完善程度不足, 加剧工程结构建设安全隐患问题, 开展市政桥梁建设时, 若是应用环保材料开展市政材料工程建设时并未依据统一的标准购进材料, 施工材料不规范, 将导致建设完成后桥梁的强度低于预期目标, 一旦受到外力的长期作用, 极易出现坍塌问题。除此以外, 市政桥梁建设过程中所应用的施工工艺存在不足, 施工企业并未重点引进先进的施工技术, 直接影响施工结构的合理性, 影响市政桥梁的建设质量^[2]。

2.2 施工管理问题

市政桥梁工程建设过程中, 不仅需要拥有强有力的技术支撑, 还需要强化施工管理, 工程技术管理就是保障市政桥梁建设质量的关键。但是分析当前市政桥梁施工实际情况, 大量市政桥梁工程施工设计中并未意识到技术管理工作开展的关键性, 施工技术应用落后。且当前所应用的施工技术仅适用于市政桥梁阶段性施工作业, 或者仅适用于节点性工程建设, 并不能依据市政桥梁的整体建设情况系统性地进行管理, 严重影响市政桥梁工程的建设效率。除此以外, 市政桥梁工程建设过程中由于管理水平低下, 管理工作全面性和系统性不足, 加之管理人员素养不足, 其无法深入市政桥梁工作的实际情况开展管理, 影响市政桥梁实际建设质量。

2.3 钢结构腐蚀问题

当前市政材料工程施工过程中, 其所用的材料最主要的就是钢筋材料, 其对市政桥梁的应用性能及稳

定程度产生着关键影响。若是钢筋结构应用过程中损坏,将对桥梁建设以后的稳定程度产生不利影响,缩减了市政桥梁的应用周期。由于市政桥梁在建设过程中缺少对钢结构的保护,钢结构的维护和保养也相对不足,导致钢筋结构腐蚀问题严重,而由于钢结构施工过程中应用十分复杂,但是维护与保养不到位,将导致其被腐蚀,影响道路桥梁的正常荷载能力^[3]。

3 桥梁装配式施工技术

3.1 承插式连接

开展装配式桥梁施工作业时,需要依据桥梁结构,利用承插式连接形式连接桥梁。在承插式桥梁连接过程中,需要对插入孔洞的长度进行限制,为优化市政桥梁施工工程建设质量,施工人员必须做底部的铺设工作,对砂浆的铺设厚度进行有效控制,确保其铺设质量与相关要求相符合。承插式连接形式应用中,具有简单的应用流程,且实际施工过程中,所需的施工周期相对较短,这就需要施工人员能够做好力学分析,尤其是承插式的连接位置,需要做好接缝的处理干预,并加强对承插位置抗震力度的分析,以最优化市政桥梁的抗震性。

3.2 灌浆套筒连接

灌浆套筒连接技术,作为一种精细化的桥梁构造方法,旨在将预制墩身与内置钢筋套筒实现紧密结合,从而确保桥梁的稳固性及设计强度得到满足。在施工过程中,精确测量显得尤为关键,它保证了套筒的位置与尺寸的准确性,为后续的灌浆作业及整体稳定性打下了坚实基础。进行灌浆时,必须确保套筒与墩身之间无缝衔接,通常采用高强度水泥进行填充,以进一步提升连接部位的强度。此外,考虑到自然环境的潜在影响,施工中还须采取有效的防水防腐措施,以保护连接部位免受侵蚀和损害^[4]。

3.3 预制构件混凝土浇筑

箱梁是承受弯矩与剪力的关键结构,其施工强度与稳定性直接影响市政桥梁工程整体质量。因此,在箱梁预制构件混凝土浇筑时选用强度较高的C50混凝土。浇筑前进行材料性能测试,混凝土材料性能达标后方可进行浇筑施工。另外,市政桥梁工程中墩柱、盖梁浇筑常见裂缝病害问题,对项目的影响较大,还会降低结构的稳定性,增加桥梁结构使用安全风险。最后,振捣质量与箱梁构件混凝土浇筑效果息息相关,施工人员要确保混凝土能够充分地覆盖模板的箱梁结构。同时,工人要按照设计图纸内钢筋和模板各自部

署的方位合理设定振捣设施的移动范畴,规避距离偏差的情况,消除部分施工质量隐患因素。

4 装配式桥梁应用技术

4.1 上部结构拼装技术

装配式桥梁技术在现代桥梁建设中扮演着重要角色,其中装配式钢筋混凝土箱梁技术是一项关键技术。该技术从桥梁整体建设规划出发,将桥梁分割为多个节段,在预制厂中精心制造这些节段,确保其质量达标后,再将其运送到施工现场进行精准的拼接安装。在预应力的作用下,这些节段能够紧密结合,形成一个既坚固又耐用的整体。在预制阶段,干接缝、胶接缝和湿接缝作为主要的连接方式,其选择依赖于相邻预制桥梁段的填充物特性,因此施工人员需根据实际情况和节段特点,灵活合理地选择连接方式,以确保桥梁的整体性能达到最优。此外,装配式钢箱梁以其轻质、稳定、抗震性能强等特点,在桥梁建设中得到了广泛应用,如港珠澳大桥就成功采用了装配式钢箱梁。同时,装配式钢—混凝土结构也展现出了多样性,包括钢板组合梁、钢箱组合梁、波形钢腹板—钢管混凝土组合梁、波形钢腹板组合梁、装配式组合钢箱梁以及钢桁腹组合梁等多种类型,每种类型都有其独特的优势和应用场景。最后,在预制桥面板的施工中,全厚度混凝土材料被广泛应用,桥面板类型多样,如华夫版桥面、波纹钢桥面等,施工人员需根据不同类型的桥面板,合理选择施工方法及工具,并特别关注缝隙问题,及时采用混凝土或沥青混凝土进行灌注处理,以确保桥面板的质量和安全性^[5]。

4.2 下部结构拼装技术

1. 装配式桥梁墩柱。桥墩构成比十分简便,其中涵盖桥墩与帽梁结构,也包括基础和承台部分,在装配式桥墩施工过程中,组成部分较多,其可以在工厂内开展加工干预,以便于将制作完成以后的构件向施工现场运送,并依据施工图纸对其开展组装干预。在连接桥墩过程中,工作人员必须合理进行桥墩部位连接形式的选择,并维系不同连接位置的紧密程度。

2. 装配式墩台。在桥梁工程的广阔天地里,装配式墩台施工技术正掀起一场前所未有的工业化转型与革新浪潮。这项技术将墩台这一复杂的结构体巧妙拆解为多个预制组件,实现了垂直维度上的模块化分解与重组。每一块预制组件,在工厂的精密设计与严格控制下,都达到了无与伦比的质量标准和精确的尺寸规格。随后,这些预制组件搭乘专业的运输工具,安

全、迅速地抵达施工现场,通过现代起重技术和精细的拼装工艺,被逐一组合成桥梁的雄伟轮廓。装配式墩台施工技术的精髓,在于其独特的模块化和工厂化生产模式。这一模式不仅显著提高了施工效率,缩短了建设周期,还有效降低了现场施工的复杂性和不确定性,确保了每一个预制组件的品质和尺寸的一致性。这也对运输和起重设备提出了更为严苛的要求,必须保证预制组件在长途跋涉中的安全稳固,以及在现场拼装时的精准无误。以装配式柱式墩的施工为例,可以更深入地领略这一技术的精妙之处。在施工准备阶段,编号与测量工作扮演着至关重要的角色。施工人员需要对墩台柱组件和基础顶面预留的杆形基座进行细致入微的编号,并严格核对每个墩台的高度,为后续的精准拼接提供坚实的保障。在吊装环节,精确的测量和稳固的固定措施不可或缺。设计人员借助高精度的测量仪器,实时监测墩台柱的竖直度和平面位置,确保其在吊装过程中的稳定性和准确性。同时,针对重量大、形态细长的墩柱,还需采取必要的支撑手段,以防止吊装过程中的不稳定现象发生。施工人员需要对槽眼的位置进行仔细的检查,并在必要时进行修凿调整,以确保连接点的精准对接和整体结构的稳定性与安全性。最后,浇筑稀砂浆与楔子处理作为增强连接强度的关键举措,为装配式墩台结构的坚固与持久提供了有力的保障。在柱身与盖梁(墩帽)安装完毕并经过严格检查后,施工人员会在基杯空隙与盖梁槽眼处浇筑稀砂浆^[6]。

3. 构件吊装。在桥梁构件吊装这一核心施工环节中,实现安全与高效的作业目标,依赖于一套周密而详尽的操作流程的严格执行。首先,制定一份详尽的吊装作业方案是基础,该方案需全面覆盖吊装流程的各个环节,确保符合行业标准和规定,并在实施前获得相关监管部门的批准。在选择吊装设备时,必须根据工程实际需求进行细致筛选,并对所有承重部件进行严格的载荷能力测试,这是保障吊装安全的基础。特别是对于长度超过 25 米的预应力简支梁等大型构件,吊装方案的制定需更加谨慎,应详细列出稳定措施和应急处理预案,以确保吊装过程中的稳固性。

进入实操阶段后,载荷验证与应力监测成为关键环节。通过持续、精确地监测吊装过程中构件所受的应力,确保其始终在设计允许的安全范围内,从而预防结构损坏或形变,保障工程安全与质量。在吊装设备选型方面,面对大型、重型构件的挑战,必须严格依据实际需求进行精准选择。设备的性能、稳定性及

操作便捷性是选择时的重要考虑因素。避免设备选型不当引发的吊装事故,对于保障施工人员安全、维护工程进度至关重要^[7]。

4. 构件调节及固定。市政桥梁施工作业时,需要加强对现场施工安全管理工作的重视程度,合理调节构件,对不同部分构件进行固定,促进构件安装中安全性和稳定程度的提升。由于当前城市人口数量相对较多,桥梁负荷较大,所以质量问题发生率较高,这就需要合理调节构件,尤其是构件的安装角度,必须最优化选择。构建安装完成以后,需要对其安装状况进行检查,优化固定,确保构件安装可维系桥梁整体稳定性和牢固性。不同的构件契合度将对桥梁用的质量和应用周期产生影响,所以,施工人员和建设企业必须加强对构件安装稳定程度的关注度,以做好构建的调节和固定工作,提升市政桥梁的建设质量。

5 结束语

装配式建筑技术在城市轨道交通建设中具有显著优势,能够有效解决传统施工方式中存在的问题。通过承插式连接、灌浆套筒连接、预制构件混凝土浇筑等关键技术,以及上部结构和下部结构拼装技术的应用,装配式桥梁施工实现了高效、优质、安全的建设目标。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,装配式建筑技术将在城市轨道交通建设中发挥更加重要的作用,为城市可持续发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 陈志芳,孔丽华,包启航,等.桥梁装配式建造及 BIM 技术在城市快速路工程中的探索与实践[J].工程技术研究,2020,05(06):2-5.
- [2] 石剑.装配式桥梁波纹管连接锚固可靠性技术研究[J].安徽建筑,2020,27(01):4-5.
- [3] 沈有顺,吕布.预制装配式技术在市政桥梁工程中的应用[J].工程技术发展,2022,03(03):31-33.
- [4] 刘敏剑.全国预制装配式桥梁工业化建造技术交流大会暨绍兴品质工程观摩会报道[J].广东交通规划设计,2021(03):2-3.
- [5] 赵志钢.装配式技术在市政桥梁工程中应用探讨[J].中国设备工程,2022(17):3-5.
- [6] 徐文,杨万里.BIM 技术在装配式桥梁工程中的作用研究与探讨[J].工程建设与设计,2020(03):3-5.
- [7] 李华.装配式市政桥梁设计管理中 BIM 技术的应用探讨[J].建材与装饰,2020(10):252-253.