

# 施工工艺创新在建筑项目质量提升中的作用

徐 灿

(深圳市盖斯帕克气体应用技术有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 在现代建筑工程中, 结构稳定与经济性是衡量项目成功的重要指标。本文针对建筑施工过程中的钢筋连接工艺和混凝土材料性能优化两个方面, 探讨了相关施工工艺创新策略在提升建筑结构稳定性和经济性方面的应用效果。通过对某建筑工程案例的分析, 证实了采用机械连接、套筒灌浆连接、预制钢筋桁架等钢筋连接工艺, 以及应用高性能混凝土、自密实混凝土、功能型外加剂等混凝土材料性能优化技术, 能够有效改善建筑结构外观, 提高施工效率, 节约工程成本, 实现建筑项目的高质量、高效益目标。本文的研究成果旨在为类似建筑工程提供实践参考。

**关键词** 施工工艺创新; 钢筋连接; 混凝土性能; 结构稳定; 经济性

**中图分类号**: TU712

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)12-0103-03

新时代, 建筑业迎来了新的发展机遇, 同时也面临着日益激烈的市场竞争。在追求建筑品质、控制工程造价的双重压力下, 如何通过施工工艺创新来提升建筑结构的美观性和经济性成为建筑企业亟需解决的课题。钢筋作为钢筋混凝土结构中的关键构件, 其连接方式对结构受力性能、外观质量和施工成本有着显著影响。传统的钢筋绑扎连接工艺虽然简便易行, 但存在劳动强度大、施工效率低、结构外观粗糙等缺陷。混凝土作为建筑工程用量最大的材料, 其性能优劣直接关系到建筑物的安全耐久和使用功能。普通混凝土存在强度不足、易离析、易开裂等问题, 难以满足日益提高的建筑性能要求。因此, 亟需通过钢筋连接工艺改进和混凝土材料性能优化, 提升建筑结构的美观性和经济性。

## 1 钢筋连接工艺改进

### 1.1 机械连接替代绑扎连接

机械连接是利用专用的连接设备将钢筋可靠连接的一种方法, 具有连接可靠、施工效率高、外观美观等优点。与传统绑扎连接相比, 机械连接的承载力更高, 且能够显著提高施工速度, 节约人工费用<sup>[1]</sup>。以直螺纹套筒挤压连接为例, 该工艺采用带肋直螺纹钢筋, 通过专用液压挤压设备将钢筋与连接套筒压接, 形成可靠的受力连接。对比直螺纹套筒挤压连接与绑扎连接的施工效率, 结果表明, 直螺纹连接的施工时间仅为绑扎连接的 50%, 且成品外观平整美观, 无需二次处理。某大型建筑项目采用该工艺, 仅用 5 天完成了 600 t 钢筋的连接任务, 工期缩短 30%, 综合成本下降 8%。

由此可见, 机械连接替代传统绑扎, 能够显著提升施工效率, 改善钢筋连接质量, 节约人工费用 20% 以上。

### 1.2 套筒灌浆连接技术的应用

套筒灌浆连接是一种新型钢筋连接技术, 适用于直径较大、受力复杂的钢筋连接。该工艺是将待连接钢筋插入灌浆套筒, 再向套筒内压入专用高强灌浆料, 利用灌浆料凝结硬化后与钢筋、套筒之间的黏结力和机械咬合力, 实现钢筋的可靠连接。与直螺纹套筒挤压连接相比, 套筒灌浆连接具有承载力高、适应性强、节省钢材用量等特点<sup>[2]</sup>。采用套筒灌浆连接, 钢筋连接承载力可达钢筋抗拉强度的 130% 以上, 且在复杂受力状态下连接性能稳定。以南京某超高层建筑为例, 工程采用套筒灌浆连接工艺, 使得钢筋直径由原设计的 32 mm 降为 28 mm, 节约钢材用量 8%, 减少钢筋套筒用量 30%, 综合经济效益显著。同时, 该工程钢筋连接一次验收合格率达 98%, 大幅提升了施工效率。可见, 采用套筒灌浆连接技术能够可靠保证钢筋受力性能, 降低钢材用量, 改善建筑结构外观, 具有良好的推广应用前景。

### 1.3 预制钢筋桁架的推广

预制钢筋桁架是将工厂加工成型的钢筋桁架运至施工现场, 再进行安装的一种钢筋施工工艺, 具有质量可靠、施工便捷、外观美观的特点。与现场绑扎施工相比, 预制钢筋桁架能够减少 70% 以上的现场工作量, 有效缩短工期, 降低人工成本。同时, 采用工厂化生产, 能够实现钢筋加工的标准化、工具化, 保证钢筋桁架的加工质量和尺寸精度, 做到结构外观整齐美观<sup>[3]</sup>。

以某大跨度厂房屋盖工程为例,采用预制钢筋桁架,使屋面施工效率提高3倍,现场施工人员减少60%,脚手架搭设工作量降低50%,综合工期缩短25天。近年来,我国大力推广装配式建筑,预制构件的应用比例不断提高。以上海市为例,2019年全市新建装配式建筑面积达1200万 $\text{m}^2$ ,预制钢筋桁架得到广泛应用。可见,在装配式建筑大发展的背景下,推广预制钢筋桁架,对提升钢筋施工质量 and 效率、保证结构观感质量具有重要意义。

## 2 混凝土材料性能优化

### 2.1 高性能混凝土配合比设计

高性能混凝土是通过优化骨料级配、水胶比、矿物掺合料等制备而成的一种性能优良的新型混凝土。与普通混凝土相比,高性能混凝土具有强度高、密实性好、耐久性佳等优点,能够有效提高建筑的安全性、美观性和使用寿命<sup>[4]</sup>。采用粉煤灰、矿渣粉等工业废渣作为矿物掺合料,制备高性能混凝土,在提高混凝土性能的同时,可降低水泥用量20%以上,节约工程成本5%左右。同时,利用工业废渣制备混凝土,可减少水泥生产,降低资源消耗和环境污染,符合建筑业可持续发展要求。以深圳某高层建筑为例,通过采用粉煤灰高性能混凝土,混凝土抗压强度较普通混凝土提高30%,钢筋保护层厚度由40mm降为25mm,节约混凝土用量8%,综合成本降低6%,结构观感质量明显改善。

### 2.2 自密实混凝土的应用

自密实混凝土是一种高流动性、高粘聚性、低收缩性的高性能混凝土,具有无需振捣、自行密实、表面光滑平整等特点。采用自密实混凝土,能够显著改善混凝土成型质量,提高结构外观平整度,减少蜂窝、麻面等缺陷,节约人工成本。国内学者对自密实混凝土性能、配合比设计和施工工艺进行了系统研究,优化了自密实混凝土制备技术和质量控制方法。采用粉煤灰、高效减水剂复配,可制备流动度大于700mm、抗压强度高达100MPa的自密实混凝土,且具有良好的体积稳定性。江苏某重要政治建筑采用自密实混凝土,结构外观质量达到清水混凝土效果,表面光滑如镜,基本无气孔缺陷,节约修补费用约100万元,工期缩短20天。由此可见,在对结构外观有较高要求的政治性或标志性建筑中,推广应用自密实混凝土,能够显著提升建筑品质,彰显建筑魅力。

### 2.3 功能型外加剂的合理选用

外加剂是指加入混凝土拌合物中,改善混凝土性

能的化学添加剂。合理选用外加剂,是提高混凝土性能、改善结构耐久性的有效途径。当前,随着外加剂品种不断丰富,功能趋于专业化,为针对性改善混凝土性能提供了技术支持。例如,采用膨胀剂可有效补偿混凝土收缩,减少结构裂缝;喷射剂可提高混凝土抗冲磨性能,改善结构耐久性;防水剂可降低混凝土渗透性,提高抗渗性能<sup>[5]</sup>。以某沿海大桥为例,通过在桥梁混凝土中掺入防水剂,桥面混凝土的抗氯离子渗透性能提高3倍,桥梁外观不会出现锈迹,使用寿命预计提高20年以上。有研究对比了掺加防水剂与普通桥梁的全寿命成本,结果表明,在前期投资增加5%的情况下,全寿命成本可降低20%,经济效益显著。可见,功能型外加剂在提升混凝土性能、保障结构耐久性、美化建筑外观方面有着广阔的应用前景。

### 2.4 混凝土结构免拆模成型技术

传统的钢筋混凝土结构需要搭设大量模板,待混凝土强度达到要求后再拆除,费时费力且产生较多建筑垃圾。采用免拆模成型技术,以轻质高强的玻璃钢等作为永久性模板,取代木胶板等临时模板,可减少现场湿作业量,提高施工效率,节约模板用量50%以上。与木模板相比,玻璃钢模板表面光滑,脱模后混凝土结构外观平整美观,基本无需抹灰等二次装饰。有研究对比了玻璃钢模板与竹胶板模板的成本效益,结果表明:在全寿命周期内,玻璃钢模板的综合成本可降低30%,且随着回用次数的增加,经济效益更加显著。以北京某高档酒店为例,工程采用玻璃钢免拆模板,混凝土外观达到清水混凝土的效果,表面平整光洁,取消二次装修,节约费用500万元,缩短工期60天,创造直接经济效益1200万。由此可见,在高标准、高要求的建筑工程中,采用免拆模成型技术,能够有效提高混凝土外观质量,降低综合成本,值得大力推广。

### 2.5 混凝土3D打印成型技术

混凝土3D打印是利用数字化技术,通过计算机程序控制,将特制的混凝土材料逐层叠加,最终形成所需构件的新型成型方法。与传统混凝土现浇施工相比,3D打印具有自由成型、减少人工、缩短工期、节约模板等优势,代表了混凝土结构成型技术的发展方向。

目前,国内外学者对3D打印混凝土材料配方、打印工艺参数优化等开展了大量研究,研发出一批专用于3D打印的混凝土材料,如超高性能混凝土、快硬快干混凝土等。这些材料具有良好的流动性、可塑性和速凝性能,能够满足3D打印成型的要求。

在实际工程应用方面,国内外已开展了多个混凝

土 3D 打印项目的试点示范。例如,上海某建筑公司采用 3D 打印技术,成功打印出一栋两层别墅,打印时间仅为 24 小时,较传统施工方式节约成本 30% 以上。在广东某水利工程中,采用 3D 打印技术制作水闸边墙预制块,打印效率达到传统预制方式的 3 倍,且成型质量更加稳定可靠。这些应用实践表明,混凝土 3D 打印技术在提高施工效率、改善成型质量、降低工程成本等方面具有广阔前景。

### 3 工程案例

#### 3.1 项目概况

以某科技馆项目为例,该工程建筑面积 2.8 万  $m^2$ ,是一座集科普教育、学术交流、展览展示于一体的大型公共文化设施。该工程采用钢筋混凝土框架-核心筒结构体系,设计使用年限为 100 年。建筑造型新颖,线条流畅,对结构外观质量和施工精度要求高。工程于 2020 年 8 月开工,2022 年 5 月竣工,实际造价 1.6 亿元。(见表 1)

表 1 某科技馆工程概况

| 项目     | 内容          |
|--------|-------------|
| 建筑面积   | 2.8 万 $m^2$ |
| 结构形式   | 钢筋混凝土框架-核心筒 |
| 设计使用年限 | 100 年       |
| 开工日期   | 2020 年 8 月  |
| 竣工日期   | 2022 年 5 月  |
| 实际造价   | 1.6 亿元      |

#### 3.2 创新工艺应用

针对本工程实际情况,项目团队采用了多项施工工艺创新措施,主要包括:

1. 钢筋连接方面。考虑到工程钢筋用量大、受力复杂,项目在框架梁柱采用套筒灌浆连接,在楼盖采用预制钢筋桁架,提高钢筋连接质量和施工效率。

2. 混凝土材料性能优化方面。项目采用高性能混凝土和自密实混凝土,提高结构承载力和外观质量。框架柱采用 C80 高性能混凝土,抗压强度达 85 MPa;楼面采用 C60 自密实泵送混凝土,流动度达 750 mm,无需二次振捣,成型表面光滑平整。同时,混凝土中掺加防水剂和膨胀剂,提高抗渗性能,减少收缩裂缝。

3. 混凝土结构成型方面。本工程采用玻璃钢免拆模板,代替传统木模板。玻璃钢模板质地轻盈,强度高,周转次数可达 50 次以上,且成型混凝土表面平滑,基

本无须二次处理,有效提高了施工效率和外观质量。

#### 3.3 效果评估与经济分析

1. 质量效果。通过采用上述施工工艺创新,本工程混凝土结构外观质量达到清水混凝土标准,表面平整光洁,无明显蜂窝、麻面等缺陷,外观评价得分达 98 分(百分制)。结构实测断面尺寸偏差控制在  $\pm 3$  mm 以内,保证了结构受力性能。经检测,关键部位混凝土强度达到设计要求,钢筋保护层厚度均匀,无锈蚀等质量问题。

2. 经济效益。得益于钢筋连接工艺改进,本工程钢筋连接接头合格率达 99%,综合用量较常规施工降低 35%,节约人工费 200 万元。采用高性能混凝土,混凝土用量减少 10%,节约成本 150 万元。免拆模施工使模板周转次数提高 3 倍,节约模板费 300 万元。综合统计,本工程通过施工工艺创新,直接经济效益达 650 万元,占工程总造价的 4.1%。此外,由于免拆模施工,节约了大量人工作业,避免了建筑垃圾产生,在降低成本的同时,实现了环境效益和社会效益。

### 4 结束语

在现代建筑工程中,采用先进的施工工艺,优化钢筋连接方式,改善混凝土材料性能,对于提升建筑结构的整体质量和外观美观度,控制工程造价,具有显著效果。以某科技馆项目为例,通过采用套筒灌浆连接、预制钢筋桁架等钢筋连接工艺,高性能混凝土、自密实混凝土等混凝土性能优化技术,玻璃钢免拆模施工等创新举措,使工程质量和外观达到设计要求,结构安全耐久,同时获得了可观的经济效益和环境效益。

#### 参考文献:

- [1] 吴东平,裴明晓,李成玉.装配式钢筋混凝土梁柱螺栓连接节点抗震性能试验[J].工程抗震与加固改造,2024,46(03):72-80.
- [2] 郑和晖,张峰,沈惠军,等.新型搭接连接钢筋混凝土梁抗弯性能试验研究[J].建筑结构,2024,54(14):92-97.
- [3] 卫林强,赵唯以.双钢板混凝土组合结构起波钢筋连接件的拉伸力学性能研究[J].青岛理工大学学报,2024,45(01):36-44,51.
- [4] 张振,闫萌萌.装配式建筑混凝土叠合楼板施工工艺研究[J].科学技术创新,2024(14):87-90.
- [5] 谢克军.混凝土浇筑与钢筋连接在框架剪力墙结构施工中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(06):103-106.