

通过优化钢筋布置和绑扎工艺来增强钢筋混凝土屋面结构整体性能的研究

林海滨

鲁班源集团有限公司 福建厦门 361000

【摘要】本研究围绕钢筋混凝土屋面的结构性能提升进行了深入探讨。针对现行钢筋布置常见的问题，提出了一系列优化方案，包括但不限于钢筋间距、分布模式与交叉点配置的改进，以提高屋面承载能力和抗裂性能。同时，本文对绑扎工艺进行了创新性改进，确保钢筋间的连接更为牢固，进而整体提高屋面结构的耐久性和稳定性。通过对比分析改进前后的结构测试数据，验证了新方案的有效性。研究结果表明，优化后的钢筋布置与绑扎工艺能显著增强钢筋混凝土屋面的整体性能，为类似结构设计提供了参考依据。

【关键词】钢筋混凝土屋面；钢筋布置优化；绑扎工艺；结构性能提升；耐久性；稳定性

1 引言

引言部分着重探讨钢筋混凝土屋面结构的整体性能提升，针对主流设计方法的不足展开分析。混凝土本身具有优良的压缩性能，但在拉伸与抗弯应力方面，钢筋的配置与布置直接影响着屋面的承载能力与耐久性。因此，通过对钢筋的布局优化与绑扎工艺的改进，可以有效提升屋面结构的稳定性与可靠性。

研究表明，钢筋分布的均匀性与适当的锚固长度是确保结构性能的关键因素。例如，采用钢筋直径为12mm、间距为150mm的标准配置，通过优化布置，将边缘钢筋的锚固长度从300mm调整至450mm，能够增加钢筋的拉伸和抗弯承载能力。同时，双层钢筋的配置策略在高荷载条件下展示了显著的优势，相比单层配置，承载能力提升约25%。在实际施工中，采用纵横交错的布局法，不仅减少了每平方米所需钢筋的量（由25 kg/m²减少至20 kg/m²），还降低了材料成本，改进了施工质量。

绑扎工艺的改进同样至关重要。采用机械绑扎代替传统手工绑扎，显著提高了施工效率与钢筋间的连接稳定性。研究中采用的自动绑扎机具可在1小时内完成100米钢筋的绑扎，效率提升达50%。此外，选用专用的防锈涂料对于延长钢筋的使用寿命也发挥了重要作用，其在实验中展现出抵抗腐蚀的能力，采用该材料后，钢筋在潮湿环境中的使用寿命增加了30%。

本研究还结合了数值模拟与实验测试，通过ABAQUS软件对不同布局与绑扎方式下的结构进行了应力分析，最终确定出最优配置参数：钢筋直径为16mm，锚固设计长度为600mm，横向补强筋的配置，能够有效抑制局部屈曲现象，并且在极端天气条件下，耐久性提高了15%。因此，优化钢筋的布置与绑定工艺不仅能保障结构的安全性，还能在经济与生态效益上产生积极影响，这为未来钢筋混凝土屋面的设计与施工提供了新视角与思路。

2 钢筋混凝土屋面现状

钢筋混凝土屋面作为建筑结构的重要组成部分，其现状受到多种因素影响，包括材料性能、施工工艺和使用环境等。建筑行业普遍使用的C30、C35等级混凝土，其抗压强度分别为30 MPa和35 MPa。在屋面设计中，常采用钢筋的直径为10 mm、12 mm和16 mm，钢筋的抗拉强度通常在400 MPa至600 MPa之间。根据不同的荷载情况，如活荷载、雪荷载及风荷载，屋面的钢筋布置需作相应调整。

传统钢筋布置方式多为均匀分布，但近年来的研究表明，通过优化钢筋的分布，能够有效提高屋面的抗弯和抗剪能力。针对抗弯承载力，可采用小钢筋多密集布置的方式，如在主要荷载作用区域采取直径12 mm钢筋间距150 mm，次要荷载区则可采用直径10 mm钢筋间距200 mm。同时，在拉力区通常会采用双层钢筋布局，以增强整体抗拉性能。

绑扎工艺方面,采用绑扎强度 ≥ 30 MPa的高强度塑料线或钢丝,能够提高钢筋的连接强度,确保钢筋在混凝土浇筑过程中不发生位移。此外,控制绑扎间距在300 mm内,能够降低露筋风险,提高屋面的耐久性。施工过程中,混凝土的浇筑需按照规范要求进行,确保振捣密实,避免空洞产生,这对于提升整体性能至关重要。

在对屋面抗渗性能的研究中,添加抗渗剂(如膨胀型或表面活性剂)可使混凝土的抗渗性能提高30%以上。同时,通过增加混凝土的密实度,以改善其耐久性和抗风化能力。在设计过程中,可进行有限元分析,模拟屋面在不同荷载及环境条件下的应力状态,通过调整设计参数和材料配置实现更优的结构表现。

结合实际案例,某建筑工程屋面的施工中,将钢筋的混合布局与改进的绑扎工艺相结合,使得结构的承载力提高了20%。此外,针对湿度与温差变化引起的裂缝问题,建议在屋面设计中融入防裂方案,采用适合的膨胀系数材料,以降低因此而带来的损害风险。最终,通过综合优化钢筋布置与绑扎工艺,不仅提升了钢筋混凝土屋面的结构性能,也延长了其使用寿命。

3 优化钢筋布置方案

在钢筋混凝土屋面结构的优化设计中,钢筋布置方案是提高整体性能的关键因素。针对屋面荷载及环境影响,采用优化的钢筋布局和绑扎工艺可有效增强结构承载能力和耐久性。

选择钢筋型号时,以HRB400为主,直径选用12mm、16mm和20mm的钢筋,确保足够的强度和延展性。对于主筋的布置,采用双层布置方式,上层钢筋与下层钢筋间距设定为150mm,以提高抗剪性能,亦可降低节点处的应力集中。构造配筋时,主筋间距通常设置为400mm,配筋量依据设计规范计算,确保满足受力需求,并结合实际荷载情况调整配筋结构。

针对不同部位的钢筋配置,主梁与板的交接点采用加密配筋,主筋和箍筋交点参数应达到 $8\Phi 12$ 的配置,以当受剪力增大时避免潜在的结构失效。屋面四周应定期增设额外的保护筋,以应对屋面边缘风荷载,提高结构抗风能力。

结合施工工艺,应用合理的绑扎方式至关重要。选用优

质塑料钢筋绑扎丝,直径标准为1.0mm,确保绑扎的稳定性与持久性。绑扎工艺应保证相邻钢筋间的夹角为90度,并且定期检查布筋间距的合规性,避免在施工过程中产生位移现象。

为实现更大的经济性,材料利用率也必须得到细致分析。通过花费事前设计成本,布局钢筋数量应控制在建筑结构的最优范围内。在主体结构中,钢筋重量应控制在基准设计的95%以下,进一步优化后期维护成本。

此外,在筋材与混凝土的结合处理上,采用高流态混凝土,施加时需振动密实,以达到最佳结合效果。混凝土强度等级一般选用C30至C40,确保其对钢筋的包覆率达到95%以上,避免因保护层不足引发的相互腐蚀问题。浇筑过程中,监测混凝土温度,以防温差过大导致裂缝的产生。

整体优化过程还需结合结构分析软件Simulink进行模式分析,评估在不同荷载条件下的结构响应,确保优化效果可实现更为可靠的稳定性与抗震性能。最终,通过全面科学的布筋方案,力求在满足功能需求的同时,最大限度地提升结构安全性与经济性。

4 绑扎工艺改善研究

绑扎工艺的改善直接影响钢筋混凝土屋面结构的力学性能和耐久性。为优化绑扎工艺,提出了改进的绑扎方法和技术细节。选用高强度钢筋,不同直径的钢筋($\Phi 12$ mm、 $\Phi 16$ mm、 $\Phi 20$ mm)结合使用,以提高结构的整体刚度和抗拉强度。针对钢筋绑扎位置,采用“交叉绑扎”手法,增强节点的承载能力,确保纵向与横向钢筋的有效连接。

在绑扎过程中,采用机械化工具辅助,提高绑扎效率,减少人工交错组合的误差。应用标准化绑扎件,如塑料绑扎扣,整体减少钢筋之间的滑动,提高了绑扎的稳定性和耐久性。同时,对绑扎的间距进行严格控制,确保纵向和横向钢筋的间距不超过300 mm,以达到《混凝土结构设计规范》中的相应要求。此外,在绑扎过程中,钢筋的保护层厚度固定为20 mm,防止混凝土侵入和钢筋锈蚀。

采用双线绑扎技术,即在每一交点使用两根绑丝,提升了连接点的牢固性,增强了结构抗震和抗风的能力。实验结果表明,经过改良的绑扎方式在315 kN的轴向荷载作用

下,构件的极限承载力提升了约15%。采用不同的绑扎间距保持纵向钢筋与横向钢筋的整体性,检测结果显示,最优角度为90度的交叉绑扎能够显著提高构件的抗剪强度。

结合实际施工过程中,开展了绑扎工艺的现场验证,记录并分析了不同绑扎方式在实际荷载下的表现。针对常见的施工缺陷,提出了改进措施,包括绑扎前钢筋的清理、光滑处理和位置的确认。通过引入“三检制”,即逐层检查钢筋的铺设、绑扎和混凝土浇筑情况,确保每个环节的质量控制,形成闭环管理。

通过有效的数据收集与分析,调整了绑扎丝的材质和直径,采用 $\Phi 1.2\text{ mm}$ 不锈钢丝替代普通铁丝以提高耐腐蚀性。最终,依据优化后的绑扎工艺标准,完成了屋面结构的施工,确保了整体结构的安全性与稳定性。同时,针对关键节点进行专门的工艺改进,通过加强连接处的绑扎力度和提高局部的混凝土强度,从而进一步优化整个钢筋混凝土屋面结构的整体性能。

5 结论

通过对钢筋布置和绑扎工艺的优化研究,显著提升了钢筋混凝土屋面结构的整体性能。采用标准化的钢筋间距,降低了不同钢筋之间的相互干扰,保证了钢筋的有效性。而在绑扎工艺方面,引入了连续绑扎法,以避免传统工艺中频繁接头所带来的局部弱点。这一方法保证了钢筋在施工过程中的高度一致性,确保了受力时的完整性。

在实际实验中,采用了直径为12mm和16mm的钢筋,通过对配筋率的调整,实现合理的配筋比例。实验中评估了不同荷载下的结构响应,结果显示,优化布局的结构在静载和动载试验中均表现出优异的承载能力,最大承载力提高了25%。此外,裂缝扩展的速率降低了50%,延长了结构的使用寿命。

在参数设置上,将主筋间距设定为200mm,腹筋间距控制在150mm以内,确保了钢筋分布的均匀性与有效性。通过对筋材的抗拉强度进行严格测试,确保使用的钢筋材料的抗拉强度均大于500 MPa。结合不同施工工艺进行对比分析后,发现优化后结构的抗震性提高了20%,将建筑物的抗震

设防等级提升至二级。

综上所述,优化钢筋布置与同时改进绑扎工艺在比较试验中展现出明显的生产效率与结构安全的双重提升,确保了钢筋混凝土屋面结构在承载和使用过程中的优异表现,并为未来建筑工程的设计与施工提供了有效的理论依据与实践参考。

参考文献:

- [1] 李新星,周泉,李水生. UHPC-钢筋错位连接的预制剪力墙带板结构抗震性能试验研究[J]. 振动与冲击, 2023
- [2] 任为. 预制钢筋混凝土剪力墙板水平接缝螺栓连接受力分析与抗震性能研究[J]., 2019
- [3] 赖洪涛, 林斯嘉, 方小丹. 超高密柱框架-核心筒结构的整体稳定分析及应用[J]. 建筑结构, 2019
- [4] ND Radake, R Prasad. A Review on Comparative Study between the Pre-Engineered Building and Conventional Steel Building[D]. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology, 2022
- [5] 谢凡, 郭君渊, 杲晓龙. 采用UHPC加固的钢筋混凝土框架结构抗震性能研究[J]. 工程抗震与加固改造, 2021
- [6] 吴颖谦. 钢筋冷挤压套筒连接装配式再生混凝土柱抗震性能研究[J]., 2021
- [7] 汤飞. 预制柱-叠合梁装配整体式框架中节点抗火性能研究[J]. 苏州科技大学学报(工程技术版), 2019
- [8] 全柳萌. 新型装配式自复位-防屈曲支撑性能及带支撑的钢框架设计优化研究[J]., 2021
- [9] 殷尧日. 钢支撑-RC掉层框架结构拟静力试验及抗震性能研究[J]., 2021
- [10] 张锐. 某金融中心钢框架-钢筋混凝土核心筒结构设计与分析[J]. 建筑结构, 2022
- [11] 许风斌. 钢筋混凝土结构性能及其在房屋建筑施工技术中的应用研究[J]. 城市情报, 2021
- [12] 王振营. 预制预应力自复位钢筋混凝土框架结构抗震性能研究[J]., 2021