

密肋楼盖施工工艺优化研究

欧武丙 牟建桥 赵鑫杰 张春光 王君天
中建科工集团有限公司 广东 深圳 518000

摘要：密肋楼盖作为现代建筑结构体系中的重要组成部分，具有自重轻、跨度大、刚度好等优点，在大跨度建筑中得到广泛应用。本文通过对密肋楼盖施工工艺的深入研究，分析了传统施工方法存在的问题，提出了优化设计方案和改进的施工工艺。通过理论分析、工艺优化和实际案例验证，形成了一套完整的密肋楼盖施工技术体系，为提高施工质量、降低施工成本、缩短工期提供了技术支撑。研究表明，优化后的施工工艺能够显著提升施工效率，保证结构质量，具有良好的经济效益和社会效益。

关键词：密肋楼盖；施工工艺；优化设计；施工方案

1 引言

随着建筑技术的不断发展和人们对建筑空间需求的提高，大跨度建筑结构越来越多地被应用于各类建筑工程中^[1]。密肋楼盖作为一种新型的楼盖结构形式，以其独特的结构特点和优越的性能，在现代建筑工程中占据了重要地位。密肋楼盖通过合理的肋梁布置和薄板设计，实现了结构轻质化与承载能力的完美结合，不仅能够满足大跨度建筑的结构要求，还能有效节约材料，降低建筑成本^[2]。

然而，密肋楼盖的施工工艺相对复杂，涉及模板系统、钢筋配置、混凝土浇筑等多个环节，传统的施工方法在施工效率、质量控制和成本控制方面存在一定的局限性^[3]。因此，对密肋楼盖施工工艺进行优化设计和施工方案研究，具有重要的理论意义和实践价值。

本研究旨在通过对密肋楼盖结构特点的深入分析，结合施工实践经验，提出一套科学合理的施工工艺优化方案，为密肋楼盖工程的高质量、高效率施工提供技术指导。

2 密肋楼盖结构特点及技术优势

2.1 结构组成与特点

密肋楼盖是由密集排列的小截面肋梁和现浇薄板组成的整体式钢筋混凝土楼盖结构。其主要特点包括：

密肋楼盖的结构布置通常采用正交双向布置方式，肋梁间距一般为600-1500mm，肋梁截面尺寸相对较小，通常为120-250mm宽，高度根据跨度和荷载要求确定。楼板厚度通常为60-100mm，比传统现浇板薄30-50%。这种结构布置使得密肋楼盖在保证承载能力的同时，大幅减少了材料用量。

结构的整体性是密肋楼盖的重要特征之一。肋梁与楼板现浇成型，形成整体受力体系，能够有效传递荷

载，提高结构的整体刚度和稳定性。同时，密集的肋梁分布使得楼板的支承条件得到显著改善，减少了楼板的弯矩和挠度。

2.2 技术优势分析

密肋楼盖相比传统楼盖结构具有显著的技术优势。首先是自重轻的特点，由于采用了薄板和小截面肋梁的组合，密肋楼盖的自重比传统现浇板减少20-30%，这对于减少基础荷载、降低建筑成本具有重要意义。

其次是跨度能力强，密肋楼盖通过合理的肋梁布置，能够实现较大的跨度，一般可达到8-15米，特殊设计下甚至可以达到20米以上。这种大跨度能力为建筑设计提供了更大的灵活性，能够满足现代建筑对大空间的需求。

刚度性能优越也是密肋楼盖的重要优势。密集的肋梁布置和楼板的整体作用

使得结构具有良好的抗弯刚度和抗扭刚度，能够有效控制结构变形，提高使用舒适性。

此外，密肋楼盖还具有良好的抗震性能。其整体性强、质量轻的特点，能够有效减少地震作用，提高结构的抗震安全性。

3 传统施工工艺分析及存在问题

3.1 传统施工工艺流程

传统的密肋楼盖施工工艺主要包括以下几个阶段：测量放线、支撑系统搭设、模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑、养护拆模等。在具体实施过程中，通常采用满堂脚手架作为支撑系统，在顶部使用满铺木模板作为模壳的底部支撑。

在模板系统方面，传统工艺多采用定型模壳，需要大量的人工进行拼装和调整。模板的几何尺寸控制主要依靠人工测量和调整，精度控制存在一定困难，且在模壳安装完成后需要在肋梁区域进行人工填缝。

钢筋工程方面,由于肋梁数量多、间距小,钢筋绑扎工作量大,且容易出现钢筋位置偏差。

混凝土浇筑环节是传统工艺的关键难点。由于密肋楼盖的结构特点,混凝土需要在狭窄的肋梁空间内浇筑,容易出现振捣不密实、气泡等质量问题。同时,大面积同时浇筑对混凝土供应和施工组织提出了较高要求。

3.2 存在的主要问题

通过对传统施工工艺的分析,发现存在以下主要问题:

施工效率偏低。传统工艺中,模板安装和钢筋绑扎工作量大,人工操作复杂,施工周期长。特别是在模板拼装和调整阶段,需要大量的时间进行几何尺寸的控制和调整。

质量控制难度大。密肋楼盖的几何尺寸要求高,传统工艺难以保证尺寸精度的一致性。钢筋保护层厚度控制、混凝土振捣质量等方面容易出现质量问题,影响结构质量。

材料浪费严重。传统模板系统重复利用率低,模板损耗大。混凝土浇筑过程中容易出现过量现象,增加了材料成本^[4]。

施工安全风险较高。满堂脚手架系统搭设复杂,高空作业时间长,存在一定的安全隐患^[5]。模板系统的稳定性控制需要特别注意。

成本控制困难。人工成本高、材料浪费、工期延长等因素导致整体施工成本偏高,影响了密肋楼盖技术的推广应用。

4 施工工艺优化设计方案

4.1 模板支撑系统优化设计

密肋楼盖目前普遍应用于车库顶板,而车库顶板所需荷载较大,以两江新区市民中心项目情况为例,密肋楼盖板厚250mm、肋高300mm,等效板厚400mm,面荷载达到18.45KN/平米,属于超限板。因此采用盘扣式脚手架支撑体系,主梁采用高强双工字钢,通过提高主梁刚度,加大盘扣立杆间距,使盘口架体各杆件受力均匀合理。若使用传统钢管扣件式支撑脚手架,立杆间距只能做到600×600mm,十分密集,施工空间狭小,严重影响施工效率,而使用盘扣脚手架+高强双工字钢可将立杆间距放大到1200mm×1200mm,大大加快了施工效率,节省人工成本。

4.2 模壳优化设计

传统的密肋楼盖施工过程中需要进行木质材料的填缝,这种方式施工效率低,混凝土梁板成型的质量较差,而采用免填缝密肋楼盖板则不需要对模壳填缝,可提高密肋楼盖的施工效率、缩短施工工期、混凝土梁板

成型质量高,具有成本低、环保等优点。

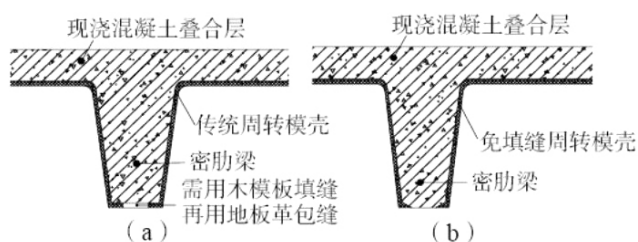


图1 两种模壳施工工艺对比

(a) 传统模壳; (b) 免填缝模壳

针对异形区域的模壳专门设计了一种可调尺寸模壳,通过拼接调整模壳大小,可灵活摆放在异形区域内,减少混凝土用量。

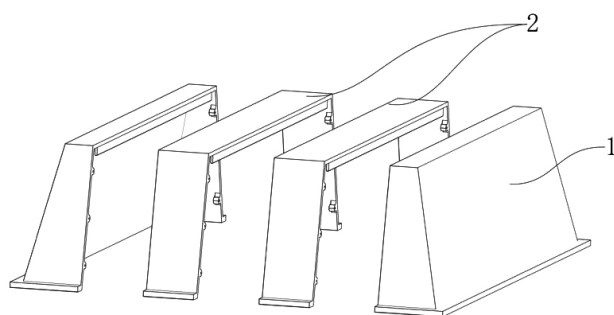


图2 可调尺寸模壳示意图

1 拼接模壳; 2 固定边模

4.3 混凝土浇筑工艺优化

混凝土浇筑是密肋楼盖施工的关键环节,优化方案主要包括配合比优化、浇筑工艺改进和质量控制措施完善三个方面。

在配合比设计方面,针对密肋楼盖的结构特点,优化混凝土的工作性能。采用高流动性混凝土,改善混凝土在狭窄空间内的浇筑性能。通过掺入适量的减水剂和引气剂,提高混凝土的可泵送性和密实性^[6]。

浇筑工艺采用分层浇筑的方法,先浇筑肋梁混凝土,再浇筑楼板混凝土。这种方法能够保证混凝土的密实性,避免气泡和空洞的产生。在振捣方面,采用高频振动器,配合人工插捣,确保混凝土的密实度。

质量控制方面,建立完善的质量检测体系。通过坍落度测试、强度试验等手段,实时监控混凝土质量。在浇筑过程中,设置专人负责质量检查,及时发现和处理质量问题^[7]。

5 施工方案设计与实施

5.1 施工准备

施工组织设计是保证密肋楼盖施工顺利进行的重要保障。优化的施工组织设计主要包括施工准备、施工顺序安排、资源配置和进度控制等方面。

施工准备阶段需要做好技术准备、材料准备和人员准备。技术准备包括施工图纸会审、技术交底、施工方案编制等。材料准备需要根据施工进度计划,合理安排材料采购和进场时间。人员准备包括施工队伍组织、技术培训等。

5.1.1 施工工艺

①脚手架搭设。按照项目实际情况选择脚手架搭设方案,采用盘扣式脚手架+高强双托梁体系,可大大减少脚手架搭设时间。

②满铺木模板。脚手架搭设完毕后先安装框架梁模板,最后铺设模壳底模,并按1%~2%进行双向起拱。

③定位放线。按照设计排列图要求,在楼板模板上放线,保证框架梁、后续肋梁钢筋绑扎和模壳安装的位置准确。

④框架梁钢筋安装。按照放出的定位线绑扎主梁钢筋。

⑤模壳安装。先清理工作面,然后按照放线依次将模壳摆放到位,摆放完毕后安排专人对模壳进行调整,以确保肋梁的顺直和断面尺寸。调整完后用钉子将模壳固定在模板上,每个模壳不应少于16根钢钉。固定完毕后涂刷脱模剂。

⑥铺设预埋管线。水电的线管、暗盒等都尽量安装在肋梁内,并与肋梁钢筋绑扎固定。在肋梁、板面钢筋安装后,应及时在肋梁内穿引水电线管与预埋好的暗盒连接,并用铁丝将线管固定在肋梁钢筋上。

⑦肋梁、楼板钢筋安装。在绑扎过程中要注意肋梁钢筋和板面钢筋的同层同向,减少钢筋重叠以降低高度,保证板面钢筋的保护层厚度。

⑧混凝土浇筑。输送混凝土的泵管应尽可能从框架梁上架设,如确需从模壳顶面架设泵管,应在纵横向肋梁相交处的混凝土泵管下垫放弹性缓冲垫。浇筑混凝土

时,先浇筑柱头与框架梁,再浇筑肋梁和楼板混凝土,肋梁和楼板的混凝土浇筑同时一个方向进行。混凝土浇筑完毕,在初凝后应安排工人将面层压实一遍,终凝后及时浇水养护。

6 结束语

通过对密肋楼盖施工工艺的深入研究,本文得出以下主要结论:

传统密肋楼盖施工工艺存在施工效率低、质量控制难、成本高等问题,需要进行优化改进。通过模壳系统标准化、支撑系统标准化、混凝土浇筑工艺优化等措施,能够显著提高施工效率和质量水平。

密肋楼盖作为一种优秀的结构形式,在未来的建筑工程中将发挥更加重要的作用。通过持续的技术创新和优化改进,密肋楼盖施工技术将更加成熟完善,为建筑行业的发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]张建华,李明.密肋楼盖结构设计与施工技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2022.
- [2]王志强,陈红.现代密肋楼盖施工工艺研究[J].建筑技术,2023,54(8):45-52.
- [3]刘德华,周建军.大跨度密肋楼盖施工质量控制技术[J].施工技术,2023,52(12):78-85.
- [4]赵敏,孙立.密肋楼盖模板系统优化设计研究[J].建筑结构,2022,52(15):112-118.
- [5]徐明,田野.密肋楼盖施工安全管理体系研究[J].安全与环境学报,2023,23(4):223-230.
- [6]混凝土结构工程施工质量验收规范:GB 50204-2015[S].北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [7]建筑工程施工质量验收统一标准:GB 50300-2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.