

装配式建筑结构中的预制叠合板 施工技术应用分析

● 苑腾飞



[摘要] 随着建筑行业的快速发展,装配式建筑逐渐成为一种广泛应用的建筑结构,尤其在绿色建筑、节能减排等方面,该结构表现出更为显著的优势。预制叠合板作为装配式建筑中的关键构件,具有缩短工期、提高施工质量、减少施工污染、优化施工现场管理等优点,其应用技术也在近年来呈现出逐步成熟态势。本文通过对装配式建筑结构中的预制叠合板施工技术进行全面分析,明确其技术优势与应用要点,以期为装配式建筑的推广应用提供有力参考。

[关键词] 装配式建筑;预制叠合板;施工技术

装 装配式建筑结构是一种通过标准化设计生产预制构件,并在施工现场进行组装的建筑形式,其核心特点是工厂化预制和现场拼装,构件之间通过钢筋锚固、焊接或灌浆等技术连接,形成整体受力体系。不同于传统现浇结构,装配式建筑结构减少了现场湿作业,提高了现场施工效率。因此,在近年来建筑产业现代化进程加快的趋势下得到了有关部门和市场的广泛认可,而预制构件技术及其市场也随之迅速发展壮大。其中,预制叠合板便是装配式建筑结构的常用构件,因具有良好力学性能,已被广泛应用于多层和高层建筑中。

Q 预制叠合板概述

(一) 预制叠合板的基本构成

预制叠合板是一种由钢筋混凝土材料制成的复合构件,分为预制部分和现场叠合层两部分。预制部分通常在工厂中完成,由高强度混凝土和钢筋保证其强度、刚度和耐久性,在建筑中主要负责承担施工阶段的临时荷载和一部分永久荷载。现场叠合层则是在施工现场现浇混凝土,通过与预制层结合形成整体受力的楼板系统,钢筋贯穿预制部分与现浇部分,使叠合板兼具高强度、抗裂性和良好的施工适应性。一般情况下,预制叠合板可以分为单向叠合板和双向叠合板:单向叠合板主要用于承受单向弯矩的构件,而双向叠合板则能够承受双向弯矩的作用,适用于更为复杂的受力条件。

(二) 装配式建筑结构中预制叠合板的技术优势

1. 缩短工期,提升施工效率

应用预制叠合板能够显著缩短施工工期。传统现浇混凝土结构施工需要模板搭设、钢筋绑扎和混凝土浇筑等多道工序,而这些工序又容易受到气候和环境条件的影响,容易导致施工进度延误。相比之下,预制叠合板的底层在工厂预制完成后,现场只需简单吊装、叠合操作,随后再进行顶部混凝土现浇,施工周期明显缩短,尤其对于大规模、长工期建筑项目而言颇为友好。

2. 提高施工质量,减少人为误差

在传统现浇混凝土施工中,由于钢筋绑扎和混凝土浇筑工艺的复杂性,施工质量极易受到现场工人技能水平、环境等方面因素影响。但是,预制叠合板的底板部分是在工厂中按照统一质量标准生产的,预制过程中的工艺控制更加严谨科学,从而能确保叠合板具有质量一致性。此外,工厂预制能够减少现场操作中的误差,提高叠合板的整体精度,以保障装配式建筑结构的整体质量。

3. 减少施工污染,实现绿色施工

使用预制叠合板,一是预制构件生产过程中可以更高效地控制材料使用量、减少浪费。二是有助于减少施工现场的粉尘、噪声及建筑垃圾排放,使施工符合节能减排和绿色建筑要求。三是能够显著减少现场湿作业量,降低环境污染,与近年来建筑行业可持续高质量发展的目标高度契合。

4. 改善施工现场管理,减少人员需求

传统现浇混凝土施工对现场施工人员的需求较大,钢筋绑扎、模板支护和混凝土浇筑等各个环节均需要对应的工

种。然而，应用预制叠合板技术可以简化现场施工流程，减少对施工人员的依赖。因为施工人员主要负责叠合板吊装和简单的叠合作业，其他复杂工作环节已经在工厂预制环节完成，施工现场对施工人员的需求量其实并不大。人员需求减少，现场协调、沟通管理的难度也大大降低，更有条件实现现场的精细化管理。

Q 预制叠合板施工技术的应用要点

（一）精确吊装与定位

预制叠合板通常尺寸、重量较大，因此，吊装过程中需要使用塔式起重机、履带式起重机等专业起重设备。吊装前，施工人员必须根据叠合板重量、形状和重心合理选择吊点，通常采用四点或多点吊装方法，特别是对重心偏移较大的板材，吊点设置需进一步优化，以保证吊装时叠合板的平衡稳定。吊索材质通常选用高强度钢丝绳或合成纤维绳，吊索长度需要经过精确计算，使其在吊装过程中受力均匀，避免出现一侧过度倾斜或板材移位等情况。

进行叠合板定位时，需要使用激光测量仪等高精度定位设备，精确测量标高、水平和垂直偏差，确保叠合板与设计图纸中的位置相一致。为减少叠合板在吊装和定位过程中的误差，常采用临时支撑或导向装置来辅助叠合板的对位。在叠合板落位后，通过调整吊装设备的微操作功能以及使用支撑杆，进一步调整叠合板的微小偏差，确保其与设计标高及水平度吻合。叠合板的边缘位置需要尤其关注，防止板边缘与相邻构件产生间隙过大、过小的问题，通常要求吊装后的叠合板与设计轴线偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内，板缝宽度控制在 $20\sim 25\text{mm}$ ，避免影响后期灌浆作业。为提高操作精度，可在叠合板四角预留安装孔或导向销，通过这些固定孔位将叠合板与预埋件进行暂时固定，随后根据测量结果进行精细调整。

（二）钢筋连接

钢筋连接主要包括叠合板预埋钢筋与现场结构钢筋的连接。常用钢筋连接方法包括搭接焊、套筒连接和锚固连接等，具体方法根据结构设计和受力要求进行选择。

1. 搭接焊接技术

搭接焊接技术是指将两根钢筋在搭接长度范围内进行焊接，使其形成一体。通常，搭接长度根据钢筋直径确定，一般为钢筋直径的 $30\sim 50$ 倍。焊接时的操作温度、焊接顺序以及焊缝质量对钢筋的连接效果有直接影响。焊接温度通常控制在 $1200\sim 1600^{\circ}\text{C}$ 之间，过高的温度容易导致钢筋脆化，过低则会造成焊缝不牢固。焊接时，应先将钢筋表面的氧化层和油污清除干净，以保证焊接过程中钢材的良好接触；完成焊接后，必须对焊缝进行外观检查 and 无损检测，确保焊缝整体均匀，无裂纹、无气孔。

2. 套筒连接技术

套筒连接技术是一种相对高效的钢筋连接方式，具有安装简单、受力均匀、抗震性能好等特点，特别适用于大直径钢筋连接，其原理是通过螺纹套筒将两根钢筋的端部连接起来，使其能够传递拉力和压应力。施工时，需要在预制叠合板的钢筋端部预留螺纹接口，然后在施工现场通过套筒将钢筋进行连接。套筒连接的关键在于钢筋端部螺纹加工的精度，以及套筒与钢筋的紧密配合：螺纹加工时，必须使用专用设备，确保钢筋端部的螺纹长度和螺距符合设计要求；连接套筒时，需确保螺纹完全啮合，避免松动滑脱。

3. 锚固连接技术

锚固连接技术主要通过预制叠合板中的预埋钢筋与现场钢筋进行锚固，常用于墙板与楼板之间的连接。锚固钢筋通常采用L型、U型或直锚型式，以确保钢筋在混凝土中的嵌入深度足够，能够有效传递拉力和剪力。锚固长度设计根据钢筋直径和混凝土强度等级确定，通常要求嵌入混凝土中的钢筋长度不小于钢筋直径的40倍。在混凝土浇筑前，施工人员应检查钢筋绑扎和锚固情况，确保其符合设计要求。此外，为提高锚固区的混凝土密实度，可在锚固点附近设置振捣器，确保混凝土与钢筋紧密结合。

（三）板缝灌浆

板缝灌浆的主要目的是通过高强度水泥浆填充板缝，实现预制构件之间的紧密连接，增强结构的整体性与抗裂性。

在灌浆材料选择与配制上，通常选用具有良好流动性、早强性和膨胀性的高强度水泥基灌浆料，其强度等级一般不低于C40。为确保灌浆料能够填充板缝的每个角落，通常加入适量的膨胀剂和减水剂，以提高材料的流动性与密实度。水灰比需严格控制在 $0.3\sim 0.4$ 之间，搅拌时间应控制在 $5\sim 10$ 分钟，确保材料充分混合、无结块现象。

板缝灌浆施工前应先清理板缝中的杂物灰尘，使用高压水枪对板缝进行湿润处理，避免接缝表面吸收水分过快。对于较宽的板缝，可在接缝两侧设置挡板，防止灌浆料流出。灌浆施工一般采用重力灌浆法和压浆法：重力灌浆法适用于板缝较窄、长度较短的接缝，施工时将灌浆料从一端缓慢注入，通过自重作用填充整个缝隙。压浆法适用于板缝较长或较宽的接缝，采用专业压浆设备通过加压方式将灌浆料注入缝隙中，中途需保持稳定压力，避免灌浆料溢出或填充不完全。施工时应密切监控灌浆料的流动情况，避免出现灌浆不密实、气泡或空洞等问题。为确保板缝的密实性，需在灌浆过程中适时振捣，或采用人工敲击板缝附近的构件表面，促使灌浆料均匀分布。完成灌浆后应立即对灌浆表面进行收平处理，并在灌浆料初凝前对板缝进行覆盖，保持湿润，防止表面干缩开裂。

灌浆完成后需进行 $7\sim 14$ 天的湿养护，尤其是高温干燥

环境中更应覆盖湿麻袋或薄膜,通过定期洒水来保持灌浆料的湿润状态,避免灌浆料受阳光直射或风吹,防止表面水分蒸发过快导致开裂。在灌浆料硬化后,需对板缝进行检测,常用检测方法包括目测检查和无损检测:目测检查主要观察灌浆表面的平整度、密实度,确保无明显裂纹或孔洞。无损检测则采用超声波或雷达检测技术,检测灌浆层内部是否存在空隙或不均匀区域。

(四)防水与保温处理

防水处理主要集中在板缝、板面和接缝处。常用的防水材料包括聚氨酯防水涂料、改性沥青卷材、聚乙烯丙纶防水卷材等,这些材料具有较强的抗拉伸、抗撕裂性能,能够在高低温环境下保持良好的防水效果。在施工前,对于预制叠合板的接缝处,通常采用嵌缝胶进行密封处理,嵌缝胶的材质可选择聚氨酯、硅酮等具有弹性和防水性能的材料,能够随建筑物的热胀冷缩微小变形而保持接缝的密封性。防水涂料的涂刷厚度一般要求达到1.5mm以上,分层涂刷,并在每一层涂料未完全干燥之前禁止进行下一步施工,确保其具有足够的防渗透能力。

保温处理和建筑节能设计息息相关,尤其是冬冷夏热的地区,预制叠合板保温处理能够有效降低建筑能耗、提升居住舒适度。常见保温材料包括挤塑聚苯板(XPS)和发泡聚氨酯(PU)。其中,挤塑聚苯板作为一种高效保温材料,具有较高抗压强度,其导热系数一般在 $0.030\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 左右,能够有效阻隔室内外温差传导。发泡聚氨酯则以其轻质高效的保温性能广泛应用于外墙保温系统中,施工时通常采用喷涂工艺,形成无缝保温层。施工过程中应注意保温材料的粘贴质量,确保其紧密附着在叠合板表面,避免因空鼓或脱落影响保温效果。

(五)现场混凝土叠合层浇筑

现场混凝土叠合层浇筑,是预制叠合板施工中的最后一道关键工序,叠合层通过现场浇筑形成,使预制部分与现浇部分有效结合,构成整体结构。

现场浇筑的混凝土必须根据设计要求进行配合比设计,通常要求叠合层混凝土的强度等级不低于C30、水灰比控制在 $0.45\sim 0.55$ 之间。为了提高混凝土的抗裂性能,可在配合比中适量添加减水剂或膨胀剂,以减少混凝土的收缩裂

缝。混凝土搅拌时,需确保材料均匀混合,搅拌时间一般控制在 $3\sim 5$ 分钟,搅拌过程中需避免出现骨料分离、结块等现象。

浇筑前,需在预制叠合板表面涂刷一层水泥浆或专用界面剂,确保预制层与现浇混凝土粘结良好。浇筑时,混凝土应均匀倒入叠合板上,并使用振捣棒进行充分振捣,排出混凝土中的空气。采取分层浇筑,每层浇筑厚度不宜超过30cm,确保混凝土能够充分振捣并与预制层紧密结合。为避免产生混凝土裂缝,施工时应控制浇筑速度,确保混凝土各层的初凝时间一致。浇筑完成后,应立即进行表面找平和修整,以确保叠合层表面平整无气孔,并采取回弹法、超声波检测和取芯检测等方法,对叠合层的厚度、强度、密实度等进行检测。

Q 结束语

随着建筑行业相关技术的不断创新,预制叠合板施工技术也在不断发展完善。材料方面,轻质高强度材料的应用将进一步减轻叠合板的自重;施工工艺方面,自动化吊装设备和智能化施工管理系统应用,势必会显著提高施工安全性与精确性。综上所述,预制叠合板技术作为现代装配式建筑结构建设的重要组成部分,其发展前景广阔,将为建筑业可持续高质量发展作出不可估量的贡献,从而推动建筑行业迈向更加绿色、智能、高效的未来。

参考文献

- [1]王雷.装配式建筑施工技术研究[J].中国建筑装饰装修,2022(24):59-61.
- [2]张方平,谢青生,朱建斌,等.装配式建筑结构连接点防渗漏施工技术[J].建筑技术开发,2022,49(24):1-3.
- [3]丁国治,于海滨,赵青羽,等.装配式建筑结构中的叠合板施工技术分析[J].工程建设与设计,2021(19):204-206.
- [4]张毓韬.装配式建筑结构中的叠合板施工技术研究[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2021(06):163-164.

作者简介:

苑腾飞(1991-),男,汉族,河北沧州人,硕士,工程师,北京建工新型建材科技股份有限公司,研究方向:预制构件生产加工管理。