

陶板幕墙在公共建筑中的施工技术研究

周立丰

中国建筑第七工程局有限公司 广东 深圳 518000

摘要：随着公共建筑规模持续扩张、需求日益增长的当下，人们对于公共建筑的功能需求与审美要求也在不断攀升，幕墙材料的科学选择显得愈发关键。陶板幕墙凭借自身独特的性能优势，在公共建筑领域得到了越来越广泛的应用。本文以深圳市龙岗区布吉文体中心为例，通过对陶板板材特点说明，结合该项目探讨了陶板幕墙施工的难点及其对策，围绕陶板幕墙在公共建筑中的应用展开深入分析，详细探讨其节能环保效益、物理性能、经济适用性以及美学特质等方面的突出表现，综合评估陶板幕墙的应用成效，对于推动建筑行业的可持续发展具有重要意义。

关键词：锯齿状陶板幕墙；深化设计；干挂安装工艺；

陶板幕墙诞生于上个世纪八十年代的德国，源自于将屋面陶瓦材质应用于幕墙的灵感和尝试，1985年在德国慕尼黑开启第一次正式的工程应用，国内第一例陶板幕墙是1989年的民航总局工程，2006年国产陶板投产上市，2008年及以后进入了快速发展应用期^[1]。陶板幕墙作为一种高性能实用的新型环保外立面装饰材料，赋予了建筑物庄重且强烈的艺术美感，在现代建筑中得到广泛的应用，给公共建筑带来生命力^[2]。通过深入分析陶板幕墙的特点和施工技术要点，推动陶板幕墙施工技术推广和应用。

1 陶板幕墙的概述

1.1 陶板幕墙的定义和分类

陶板幕墙是一种新型建筑幕墙形式，以陶板作为主要面板材料，通过金属连接件与建筑主体结构相连，形成建筑外立面围护结构。陶板幕墙具有14种标准颜色，能够将建筑的功能性与装饰性有机融合，不仅为建筑提供可靠保护，还赋予建筑独特的外观美感。其陶板通常以天然陶土为主要原料，添加少量石英、浮石、长石及色料等其他成分，经高压挤出成型、低温干燥以及1200℃-1250℃的高温烧制而成。在此过程中，陶土发生物理和化学变化，这个过程能够最大限度地增强陶板对抗恶劣天气的性能，并且使其具备稳定性和丰富色彩。

从结构上划分，陶板幕墙主要有单层陶板幕墙和双层中空式陶板幕墙：

(1) 单层陶板幕墙：结构相对简单，成本较低，安装便捷，适用于对幕墙保温隔热性能要求不高的建筑项目。在普通商业建筑或工业建筑中，能满足基本建筑围护和装饰需求，展现简洁大方的外观效果。

(2) 双层中空式陶板幕墙：通过中空设计，显著提高幕墙的保温、隔热和隔音性能。空气在两层陶板间形成

缓冲层，有效阻挡热量传递和声音传播。在对节能和声学环境要求较高的公共建筑，如医院、学校、图书馆等，能更好满足特殊需求，为使用者提供舒适室内环境。

按照表面效果分类，陶板幕墙的陶板有以下多种类型：

(1) 自然面：保留陶土原始质感和色泽，呈现质朴、自然风格，给人亲近自然之感，常用于追求自然、简约风格的建筑，如生态博物馆、度假酒店等。

(2) 喷砂面：通过喷砂处理，使表面形成细微颗粒质感，增加立体感和质感，同时提高抗污性能，适用于城市公共建筑，能更好适应复杂环境。

(3) 凹槽面：在表面加工出规则凹槽，不仅丰富视觉效果，还能在一定程度上增强结构强度，常用于对建筑外观有独特设计要求的项目。

(4) 印花面：通过特殊印花工艺，在陶板表面印制各种图案和纹理，如仿石材纹理、艺术图案等，为建筑提供更多装饰选择，可满足不同建筑风格需求，如商业建筑、文化建筑等。

(5) 波纹面：表面呈现起伏的波纹状，具有强烈视觉冲击力，能营造独特建筑氛围，常用于标志性建筑或追求个性化设计的项目。

(6) 釉面：在陶板表面施釉，经高温烧制后形成光滑亮丽的表面，色彩鲜艳，光泽度高，具有良好自洁性，适用于对建筑外观美观度要求较高的场所，如高端商业综合体、艺术场馆等。

1.2 陶板幕墙的材料特性

陶板幕墙是一种具有轻质、高强、隔音、保温、防火等优点的外立面装饰材料。它的特点如下：(1) 高强耐用：经特殊工艺高温煅烧，优质陶板幕墙的抗压强度可达到30MPa以上，抗折强度能达到8MPa-12MPa，这使

其能够承受较大的外力作用而不易损坏。同时陶板经过高温烧制后,具有很强的抗风化性能,能够长期抵御雨水、风沙、紫外线、霜冻等自然环境因素的侵蚀,不易发生褪色、粉化或剥落等现象,在不同的气候条件下,陶板幕墙都能保持其原有的外观和性能,使用寿命较长。(2)隔音效果好:内部的孔隙结构和中空设计能有效吸收和反射声波,减少外界噪音对室内环境的干扰。在一些对声学环境要求较高的公共建筑,如音乐厅、剧院、会议室等,陶板幕墙能够有效隔绝外界的噪音等,为室内提供安静、舒适的环境。(3)保温、隔热、防火效果显著:陶板作为多孔材料,能有效减少热量传导,导热系数为 $0.32\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。其防火性能属于A1级不燃材料,是一种优良的保温隔热材料。(4)美观多样,造型丰富:陶板的颜色源于天然陶土,未经人工染色,具有自然、柔和的色泽,其纹理多种多样,能够营造出不同的视觉效果,为建筑师提供广阔设计空间,实现各种创意,使建筑外观更丰富。(5)生产标准化,施工便捷:陶板幕墙在工厂内进行标准化生产,能按设计要求精确加工成各种形状,打造出独特的建筑造型,成为城市的地标性景观。(6)绿色环保:陶板幕墙以陶土为主要原料,在生产和使用过程中均无毒、无放射性,符合国家绿色环保的发展理念^[3]。

2 工程概况

工程为深圳市龙岗区布吉文体中心项目,项目用地为体育文化设施用地,建筑性质为高层公共建筑,建筑功能包括体育功能区、文化功能区两大区域,总建筑面积 117943.6m^2 ,其中地上12层,地下3层,建筑高度为67.2米,地上建筑面积 73622.6m^2 ,地下建筑面积 44321.0m^2 ,人防工程面积 10917.1m^2 (甲类,常5核5),由体育馆、游泳馆、体育馆训练馆及图书馆、文化馆、剧院、艺术展厅、文体配套组成。根据工程设计,幕墙总面积约为 61800m^2 ,八~屋面层采用橙色陶板幕墙施工技术,呈“锯齿状”布置,面积为 7616m^2 ,陶板厚度为30mm,弯曲强度平均值 $\geq 13\text{MPa}$ 且最小值 $\geq 11\text{MPa}$,吸水率小于3%,最大分隔为 $750*1315\text{mm}$,常规分隔为 $453*1400\text{mm}$,重量约60kg,竖向主龙骨采用 $140*80*6\text{mm}$ 热浸镀锌钢通,横梁采用 $120*60*5\text{mm}$ 热浸镀锌钢通,挂件采用铝合金连接件,采用类背栓加设扁铝连接体系。

3 陶板幕墙施工技术难点及对策

根据工程设计要求,陶板幕墙施工技术难点主要包括幕墙预埋件偏位,主龙骨和横梁连接质量控制,陶板幕墙防坠落和陶板幕墙防渗漏问题。

3.1 陶板幕墙预埋件偏位

陶板幕墙主龙骨与建筑主体钢芯预埋件采用不锈钢六角螺栓连接,预制孔位的安装精度是确保最终安装单元的进度和质量的关键点,在主体结构混凝土浇筑和振捣过程中,预埋件位置已发生偏移,影响龙骨的安装。施工单位通过加强合作,混凝土浇筑前对预埋件进行测量定位,振捣过程中做好保护措施,确保预埋件位置和龙骨处于同一直线上,混凝土浇筑完成做好复测工作,针对主体结构施工后预埋件偏位问题,则将原预埋件割除后采用化学锚栓预埋件,并需后锚固件按照《混凝土结构后锚固技术规程》(JGJ 145-2004)的规定进行拉拔试验,试验合格后方可进行龙骨安装。

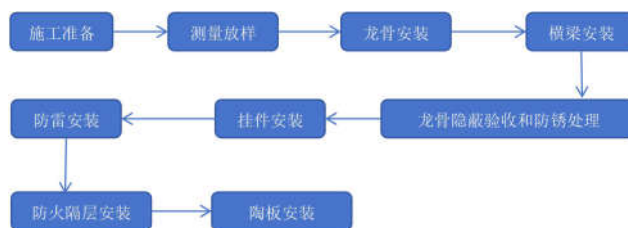
3.2 主龙骨和横梁焊接质量控制

本工程主龙骨与镀锌钢角码进行焊接,横梁采用不锈钢六角螺栓固定于镀锌钢角码上,主龙骨与角码焊接质量控制不当,将影响陶板幕墙安全性和施工寿命,针对此类问题,施工单位安排经验丰富的焊接施工人员,考核合格后进行焊接,并加强焊缝质量检测,当焊接检测不合格,将重新补焊或割除后重新焊接。横梁与角码连接则安排专职质量员对螺栓连接紧固度进行检查,同时抽检垫片的使用情况,减少电化学腐蚀的危害。

3.3 陶板幕墙防渗漏

根据设计要求,陶土板防水板使用定制铬化铝单板工艺表面处理,均在工厂内加工成小单元单位,通过龙骨单元上预制孔位使用A2-50不锈钢螺栓固定在陶板横梁上,预制孔位与防水板孔位匹配是加工下料的难点,使用BIM建模将铬化铝单板尺寸与搭接尺寸进行模拟,确保铝板尺寸满足实际安装。施工单位通过优化防水板安装顺序,为防止雨水渗透,设置2.5mm厚铬化铝单板与横向铝挂件螺栓连接,再安装热镀锌铁皮并施工密封胶;将防水板交接位反向 45° 折边,再折边区域施工注满密封胶,使交接位实现更好的防水性能;在固定螺丝,螺栓等处覆盖密封胶。

4 陶板幕墙施工工艺流程



4.1 施工准备

编制详细的施工方案,落实进场安全技术交底,在施工人员进场前全面了解该工程情况。实地测量建筑物

外形尺寸及预埋件位置,检查预埋件数量,未排版提供准确数据,跟局幕墙招标图,结合陶板规格绘制排版图,并据此编制立柱主龙骨加工图。

4.2 测量放样

由室内引出原结构施工时定位轴线及水平标高至外墙,根据定位轴线及标高线,陶板幕墙应放出钢立柱中线和每层水平标高线,所有线位在自检、专检通过后,对整体主体结构洞口的偏差程度位置进行测量,确定陶板幕墙基准线,据此基准线按陶板尺寸在幕墙上弹出分格线,以便主龙骨和横梁安装,并保证陶板加工尺寸的准确性,避免陶板现场切割,保证陶板幕墙观赏性。

4.3 龙骨安装

本工程幕墙从八层开始往上安装,安装第一排龙骨时,先将龙骨制作与预埋件进行螺栓连接,为防止龙骨倾斜、偏位,每根龙骨均用吊线锤测量并调整垂直度,对穿高强螺栓进行固定,防止其自由移动,经验收合格后,将龙骨固定螺栓将垫片、螺帽与螺栓点焊处理,以免螺栓松动。根据水平与垂直基准线及墙面端线,对竖龙骨位置进行调整固定,确保立柱距墙面距离及连接点处于最佳受力状态。龙骨连接采用套管连接方式,接长端焊接固定,另一端自由套接。

4.4 横梁安装

主龙骨之间预留15mm~25mm的伸缩间隙,在主龙骨角码焊接完成后,委托专业检测单位对焊缝质量进行检测,确保合格后再进行横龙骨安装。

4.5 龙骨隐蔽验收和防锈处理

主龙骨、横龙骨、预埋件以及镀锌角钢焊接后均满涂两道无机富锌漆,防锈处理并控制第一道涂刷与第二道涂刷时间间隔不小于12小时。

4.6 挂件安装

将横向铝合金挂接底座固定在横龙骨上,根据面板与龙骨之间的距离调整其位置,然后将铝合金挂接件滑入陶板自带的安装槽内。

4.7 防雷安装

幕墙均压环按每2层设置一圈直径为12mm圆钢作为均压环,建筑平面间距10米内设置竖向引下线,每根引下线的冲击接地电阻不应大于10欧姆。

4.8 陶板安装

将运进场的陶板进行按编号分类,检查尺寸是否准确和有无破损。缺棱、掉角,按施工要求分层将陶土面板运至施工面并套入2条直径1.5mm不锈钢钢丝绳,并注意摆放平稳。首先按幕墙基准线安装好底层第一排陶土板。用铝合金组合件滑入陶板安装槽,并用铝合金组合件固定面板上口,以避免陶土板移位,陶板的位置、垂直度经验收合格后,在铝合金组合件与安装槽之间装入密封胶进行固定。完成第一排陶土板面板的安装后,将第二排陶土板面板底边插入第一排石材上边凸起的铝合金组合件上,并用密封胶进行固定,上边再用铝合金组合件进行固定,依此类推,循环施工。装饰面板的水平分格缝宽度按设计要求为6mm,垂直缝宽度按设计要求为5mm。板缝之间的宽度按技术要求严格控制,以保证水平及垂直分格缝的一致。

5 结束语

项目经验收,陶板幕墙施工质量均符合工程设计要求,陶板幕墙平整洁净、色泽均匀一致,板缝顺直,无渗问题,防水性能良好,取得了较好的经济效益,保证项目外立面装饰工程的观赏性、整体性和安全性。在陶板幕墙施工过程中,施工单位重点加强龙骨安装、横梁安装、陶板安装等关键工序的施工质量控制,并落实“三检”制度,确保陶板幕墙工程施工质量满足设计和规范要求。

随着建筑行业的不断发展和人们对建筑品质要求的提高,陶板幕墙凭借其独特的优势,在公共建筑领域的应用前景将更加广阔。通过不断的技术创新和发展,陶板幕墙有望材料创新、设计多元化、节能环保和智能化等方面取得更大的突破,为建筑行业的可持续发展做出重要贡献。建筑行业的相关企业和从业人员能够抓住机遇,积极推动陶板幕墙技术的发展和运用,共同打造更加美观、舒适、绿色、智能的建筑环境。

参考文献

- [1]张文法.国内外干挂陶板的生产现状和发展[A].砖瓦,2012(11):93-97.
- [2]段小虎.陶板幕墙施工技术研究[J].福建建材,2021(02):78-80.
- [3]吴均雪.关于陶土板施工技术的研究[A].建材与装饰,2020(19):26-28.