

欧式多曲面穹顶结构斜屋面挂瓦的施工

张志国 陈刚 陈吉光 包希吉 史锦辉

中建八局第二建设有限公司 山东 济南 250022

【摘要】：以万达东方影都酒店群项目为例，针对欧式多曲面穹顶结构斜屋面挂瓦的施工难题，提出了一种以顺水条+挂瓦条+“Z”字型镀锌钢板、304 不锈钢钉为主体的穹顶结构挂瓦施工技术。经实施，该工艺能满足欧式多曲面穹顶结构斜屋面挂瓦的施工要求，保证了施工质量，对同类工程具有一定的借鉴意义。

【关键词】：多曲面穹顶；挂瓦；挂瓦条；“Z”字型钢镀锌板

引言

近年来，城市建设用地短缺，各地陆续填海造地，填海地质条件下的大型建筑不断涌现，新颖造型、复杂结构层出不穷，多曲率穹顶屋面建筑所占总建筑类型比重日益增大，此类建筑穹顶结构往往存在着“坡度陡、高度大、造型多”等施工难点，如何有效确保穹顶屋面施工质量、提高施工效率已成为一大难题。这对于施工企业来说是机遇也是挑战，能否与时俱进，具备各类建筑风格的施工能力，是施工企业提高核心竞争力的根本所在。多曲率建筑多由钢结构或装饰造型来实现外观的新颖多变，而多曲率混凝土结构在常规设计中并不多见，多曲率混凝土结构多为多曲率、变截面形式，结构复杂、空间造型多变等特点，东方影都酒店群作为此类工程，具研究价值及推广意义。

1 工程概况/研究的目的

青岛市在黄岛区灵山湾通过人工填海形成了星光岛，东方影都酒店群项目作为星光岛上的欧式建筑酒店群，是万达集团在青岛投资 500 亿元建设的全球投资规模最大的影视产业基地，地处短期填海地质区，占地 34.6 公顷，总建筑面积 32.7 万 m^2 ，包括 1 座六星级酒店、1 座五星级酒店、2 座四星级酒店、2 座三星级公寓及游艇会所、配套服房等附属工程。游艇会所、六星酒店及会议中心部分屋面为多曲率穹顶结构，穹顶曲面由多个曲率的弧线段组成，板厚以 120mm、150mm 为主，高度为 7.46m，最大跨度 18m，坡面角度最大坡度 70 度，顶板以柱托梁的钢筋混凝土楼板为主，梁截面绝大多数宽 200-550mm、高 400-1200mm，钢筋混凝土多曲率穹顶屋面挂瓦结构从模板搭设、绑扎钢筋、浇筑混凝土、屋面挂瓦等各工序施工难度均大于普通的钢筋混凝土结构屋面。屋面装饰做法为挂瓦施工，因临海风力较大，采用便捷可拆装式斜屋面挂瓦装置，解决了传统工艺中挂瓦不方便拆装的弊端，有效提高了承载能力。

2 工程重难点/研究的方法

因临海风力较大，加上屋面结构坡度陡、高度大、造型多，对龙骨的承载力要求、龙骨与挂瓦的连接方式等成为了提升屋面挂瓦施工工艺的重难点。

3 施工工艺流程/研究的过程

3.1 施工工艺流程

BIM 模拟对拉螺栓预留→穹顶屋面弹线定位→固定顺水条→打水平→固定挂瓦条→加焊（除锈、防腐）→挂瓦施工

3.2 BIM 模拟对拉螺栓预留

通过 BIM 模型模拟模板支设时对拉螺栓、挂瓦顺水条位置相对关系，最优化调整对拉螺栓与顺水条的相对位置关系，出具对拉螺栓排版图与预留对拉螺栓图，以达到后期挂瓦施工可以直接使用对拉螺栓焊接固定顺水条的目的。

3.3 顺水条及挂瓦条施工

顺水条及挂瓦条均采用 30mm*30mm*2mm 热镀锌钢管，在钢筋混凝土屋面板结构完成后，根据 BIM 出具的预留对拉螺栓图，将与顺水条龙骨部分连接的对拉螺栓预留，其余对拉螺栓割除，预留的螺杆外露部分采用环氧富锌漆进行防腐处理。挂瓦条水平龙骨通过龙骨连接角码与顺水条进行连接，形成稳定的挂瓦龙骨体系。

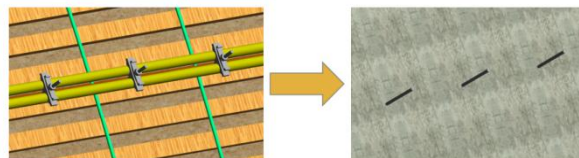


图 1 对拉螺栓作为锚筋

3.4 加焊（除锈、防腐）

顺水条与外露钢筋进行焊接连接，焊接采用二氧化碳保

护焊,选用 ER49-1 焊丝。锚筋与方管的一个侧面进行双侧满焊,焊缝要饱满均匀,焊缝长度不小于 30mm,焊接完毕将焊渣清除干净,对焊接部位须采用环氧富锌漆进行加强防腐处理。

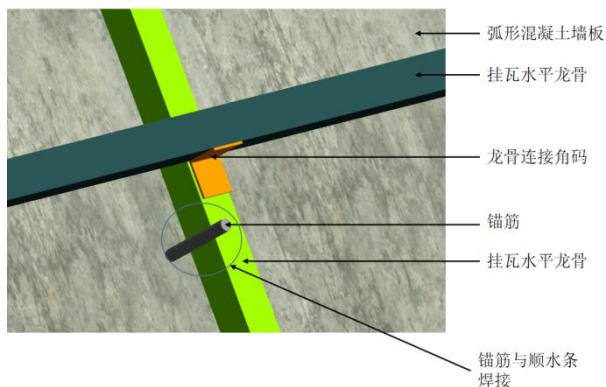


图2 焊顺水条与挂瓦条

3.5 挂瓦施工

瓦片需在工厂组装完毕,瓦片制作时预制开孔 5mm,用 304 不锈钢钉 4.8*6cm 固定 Z 字型镀锌钢板 40mm*32mm*13mm*20mm*2mm 在瓦片上。

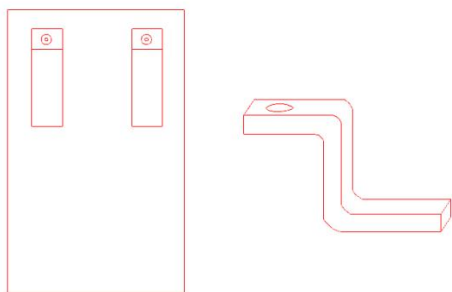


图3 瓦片预开孔及 Z 型镀锌钢板

现场挂瓦施工时,将瓦片通过 Z 型镀锌钢板直接挂至钢龙骨上,挂瓦顺序自檐口依次往上、从左至右的方向进行,不仅便于拆卸,更提高了工人的施工效率。

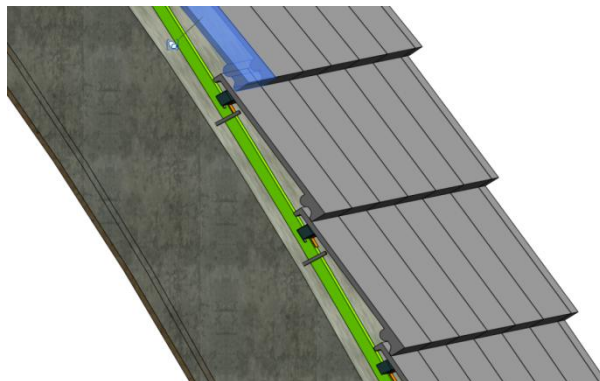


图4 挂瓦 BIM 模拟图

结语

本文结合万达东方影都酒店群项目欧式建筑多曲面穹顶结构施工,通过 BIM 技术建模模拟,有效解决了欧式建筑多曲面穹顶结构挂瓦施工速度慢,观感质量差的难题,有效保证了挂瓦施工龙骨承载力的要求,该施工方法的成功研究与应用既缩短了施工工期,又保证了工程的经济效益,为今后类似工程的施工提供了可借鉴经验。

参考文献:

- [1] 于俊荣,朴应模,秦毅.欧式斜屋面工程施工方法[J].施工技术,2006,{4}(08):92-93.
- [2] 李亚平,刘远福,尤洪涛,陈杨,粟宇杰.BIM 技术在屋面工程一次成优中的应用[J].施工技术,2020,49(S1):495-498.

作者简介: 张志国 (1989-) 男, 本科, 工程师。