

大角度双重檐混凝土坡屋面施工技术

杨培青, 杨卫兵

(中国水利水电第五局工程有限公司, 四川 成都 610066)

摘要:民权县高级中学新校区建设工程的建筑屋面造型依托中国古代传统建筑屋面的风格特点, 采用了大角度双重檐混凝土坡屋面结构设计。阐述了施工过程中通过模板设计深化、混凝土振捣工艺改进、关键部位质量点把控等手段, 有效解决了大角度混凝土斜梁、斜面板、梯形梁混凝土外观质量成型差的施工难题, 降低了发生返工的概率, 保证了大角度双重檐混凝土坡屋面的外观质量。

关键词:民权县高级中学; 大角度; 双重檐混凝土坡屋面; 模板设计深化; 混凝土振捣工艺

中图分类号: TU7; TU2; TU8; TU3

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2023)04-0071-05

Construction Technology of Large Angle Double Eaves Concrete Slope Roof

YANG Peiqing, YANG Weibing

(Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610066)

Abstract: The roof modeling of Minquan County Senior High School New Campus Construction Project relies on the style characteristics of ancient Chinese traditional buildings, and the structure design of concrete slope roof with large Angle and double eaves is adopted. This paper introduces that in the construction process, by means of deepening the formwork design, improving the concrete vibration process, quality controlling of key parts and other means, the construction problem of poor concrete appearance quality and molding of large angle concrete inclined beams, inclined panels and trapezoidal beams has been effectively solved, reducing the probability of rework, and guarantying the appearance quality of large angle double eave concrete sloping roof.

Key words: Minquan County Senior High School; Large angle; Double eaves concrete sloped roof; Template design deepening; Concrete vibrating process

1 概述

民权县高级中学新校区建设工程位于河南省商丘市民权县, 该项目占地面积约为 278 404.32 m², 总投资 10.3 亿元。工程主要包括教学用房、宿舍楼、体育馆、食堂、图书信息楼。该工程所有建筑屋面均采用了大角度双重檐混凝土坡屋面结构。阐述了针对大角度双重檐混凝土坡屋面采用的施工技术。

2 大角度双重檐混凝土坡屋面的理念及结构特点

2.1 大角度双重檐混凝土坡屋面理念

城市建筑从满足最基本的居住条件到追求更高的品质是其发展的必然结果。该工程设计方案初选时, 县委县政府对建筑外形提出了呈现中国传统文化的要求, 并通过了大角度双重檐混凝土

坡屋面设计方案。大角度双重檐混凝土坡屋面能否顺利实现, 重点是必须解决大角度双重檐混凝土坡屋面结构设计、模板支撑体系设计、混凝土浇筑工艺、坡屋面挂瓦施工工艺。坡屋面施工质量能否达到设计要求, 关系到整个建筑的外形效果。

该工程中的教学楼、食堂、宿舍楼、图书信息楼屋面均采用大角度双重檐混凝土坡屋面结构, 坡屋面角度为 40°~60°^[1], 施工完成后均存在混凝土外观质量成型差、质量缺陷多的质量风险^[2]。对此, 技术人员针对大角度双重檐混凝土坡屋面施工开展了施工工艺探讨。

2.2 大角度双重檐混凝土坡屋面的结构特点

大角度双重檐混凝土坡屋面见图 1。其结构件是由柱、横梁、斜梁、斜板、上翻梯形梁、局部造型悬挑板组成。斜梁、斜板的倾斜角度为 40°~

60°,梁宽 250 mm,梁高 400 mm,板厚 150 mm;
上翻梯形梁梁宽 300 mm,梁高 730~940 mm。

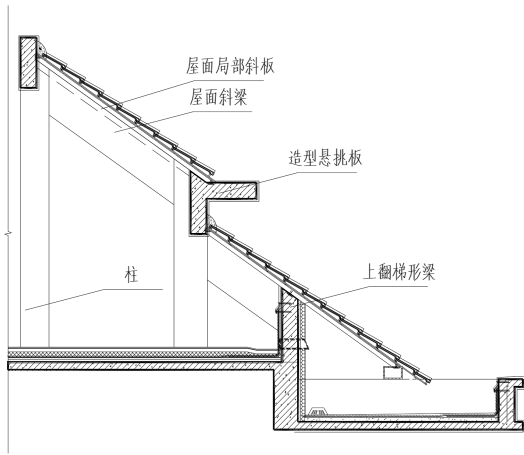


图1 大角度双重檐混凝土坡屋面示意图

如何有效解决大角度斜梁、斜板、上翻梯形梁混凝土的密实度、外观成型质量是该工程能否成败的关键。重点阐述了研究后应用的施工工艺流程及操作要点。

3 施工工艺流程及操作要点

3.1 模板设计深化

针对斜梁、上翻梯形梁模板进行的设计深化:采用了类似“封闭六面体”的模板设计,梁底、梁侧、梁顶部模板采用 15 mm 厚标准胶合板,小梁及背楞采用 35 mm×85 mm 木方,梁侧模采用对拉螺栓加固,对拉螺栓水平间距为 600 mm,支撑架采用扣件式脚手架。梁顶部模板每隔 1.5~2 m 设置梁宽×300 mm 的混凝土灌注口,该灌注口底标高同设计梁顶标高,且其顶标高高于梁顶标高 200 mm。斜梁、上翻梯形梁模板设计情况见图 2。

针对斜面板模板进行的设计深化:采用类似于“剪力墙”的现浇坡屋面双层模板结构施工做法^[3],板底、板顶模板均采用 15 mm 厚标准胶合板。板底、板顶模板采用三段式止水定位对拉螺杆,其横纵间距为 600 mm,以确保面板厚度达到 150 mm;板顶模板纵向每隔 1.5~2 m 间距设置 300 mm 宽横向的混凝土灌注口,该灌注口底标高同设计板面标高,顶标高高于板面标高 200 mm。板底小梁采用 35 mm×85 mm 木方,支撑架采用扣件式脚手架。斜面板模板设计情况见图 3。

3.2 施工工艺流程

采用大角度双重檐混凝土坡屋面施工工法,

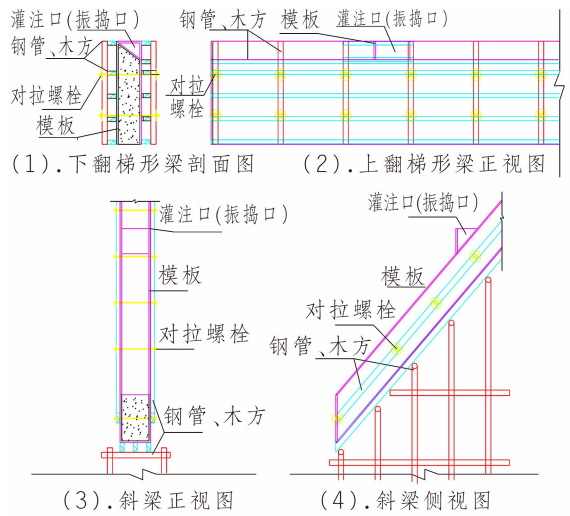


图2 斜梁、上翻梯形梁模板设计图

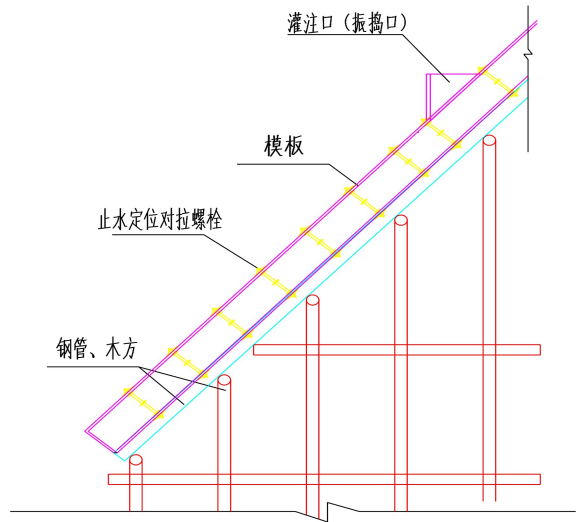


图3 斜面板模板设计图

重点解决了倾角为 40°~60°斜梁、斜面板及上翻梯形梁施工的难点,确保了构件成型尺寸及混凝土密实度。该工艺原理为:斜梁、上翻梯形梁采用类似“封闭六面体”的模板设计,模板顶部沿梁纵向方向每隔 1.5~2 m 设置混凝土灌注口(兼作振捣棒入口)。

斜面板采用类似于“剪力墙”的现浇坡屋面双层模板结构施工方法^[4],斜面板的两侧模板均采用三段式止水定位对拉螺杆以确保面板厚度;面层模板纵向每隔 1.5~2 m 设置横向混凝土灌注口(兼作振捣棒入口);混凝土采用自下而上分层分段浇筑的方式。灌注口混凝土浇筑完成面的标

高应高于板面标高 5~10 cm,振捣棒随混凝土浇筑振捣密实,待混凝土初凝后,拆除灌注口模板,剔除高于设计标高的混凝土,采用高一标号强度的水泥砂浆修面,以确保灌注口混凝土的观感质量。大角度双重檐混凝土坡屋面施工工法流程见图 4。

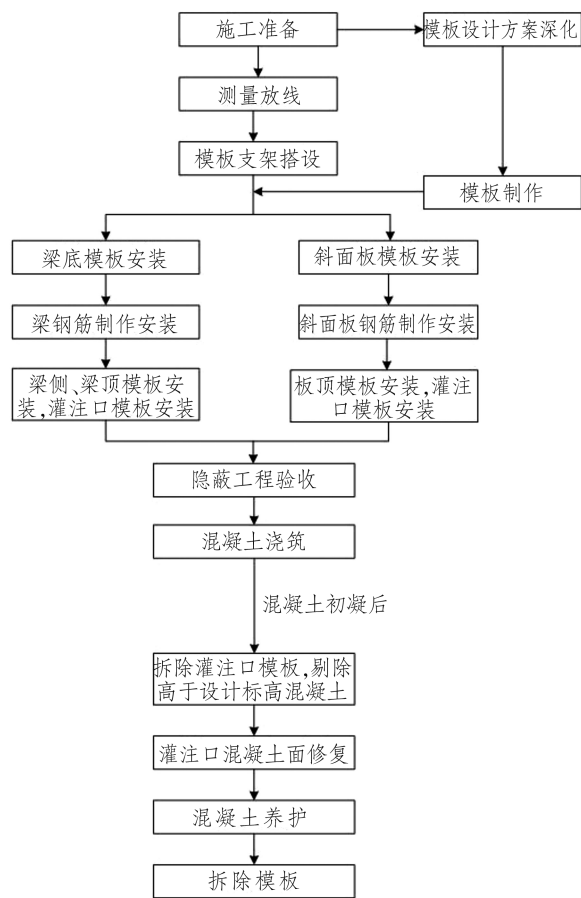


图 4 大角度双重檐混凝土坡屋面施工工法流程图

3.3 关键施工技术要点

3.3.1 模板安装前的准备工作

梁板模板安装前应完成模板安装方案的深化工作,并按照审批完成的模板设计方案进行现场技术交底,做好梁、板、柱测量定位放线,现场准备好标准胶合板、木方、钢管、扣件、对拉螺杆等材料。

3.3.2 模板支架的搭设

脚手架搭设前,先在 CAD 图纸上将梁板图纸与平面图套合并绘制立杆平面布置图,然后在支撑楼板上预先放出屋脊、屋檐及各斜梁投影线,再根据立杆平面布置图对照各投影线进行搭设。

模板支架采用扣件式满堂钢管脚手架支撑体

系(梁板共用)。斜梁支撑体系:平行于梁截面方向的立杆间距应 ≤ 0.9 m(根据梁截面尺寸确定梁底增设的立杆个数),梁纵向方向的立杆间距应 ≤ 0.9 m。斜面板支撑体系立杆的横纵间距应 ≤ 0.9 m。水平杆横纵交错布置,步距不大于 1.5 m;扫地杆距地 200 mm。由于坡屋面会传递模板、混凝土自重及施工等荷载,对支撑系统将产生水平推力作用,为保证满堂支架体系稳定,设置了水平及竖向剪刀撑,在架体顶部、底部以及竖向每隔 3.6 m 均设置了连续水平剪刀撑。立杆顶端必须设置纵横双向水平杆。对梁底小横杆和立杆交接处加设保险扣,将斜梁模板支架与斜面板模板支架相互连接、形成整体。

3.3.3 斜梁模板、钢筋的安装工艺

(1)梁底模板的安装:先进行小梁安装,小梁采用 3 根 35 mm \times 85 mm 木方,间距 75 mm;小梁上铺 15 mm 厚标准胶合板作为梁底模板,模板与小梁采用钉子固定。

(2)梁钢筋的绑扎:按照施工图设计文件进行钢筋的制作与安装。钢筋安装完成后并经施工、监理验收合格后方可进行梁顶模板的安装。

(3)梁侧、梁顶模板的安装:梁顶、梁侧模板采用 15 mm 厚标准胶合板封闭,用钉子固定。沿梁纵向方向、距下部梁端 1.5 m 处设置梁宽 \times 300 mm 的混凝土灌注口,以上每隔 1.5~2 m 间距设置混凝土灌注口。梁顶模板安装完成后进行灌注口模板的安装。

(4)梁模板的加固:对于梁两侧模板中部,采用一道“对拉螺栓+木方”加固,对拉螺栓的水平间距为 600 mm。

3.3.4 上翻梯形梁模板与钢筋的安装工艺

(1)梁底基层清理:先进行上翻梯形梁底部混凝土凿毛,清理基层,对预留预埋的钢筋进行调整,准备进行梁钢筋的绑扎。

(2)梁钢筋的绑扎:按照施工图设计文件进行钢筋的制作与安装,待隐蔽工程验收合格后进行模板封闭。

(3)梁侧、梁顶模板的安装:梁侧、梁顶模板采用 15 mm 厚标准胶合板封闭,用钉子固定。沿梁纵向方向每隔 1.5~2 m 间距设置混凝土灌注口。梁顶模板安装完成后进行灌注口模板的安装。

(4)梁模板的加固:对于梁两侧模板采用两道

“对拉螺栓+木方”加固,第一道距梁底的间距为250 mm,第二道距梁底的间距为600 mm,沿梁纵向方向的水平间距为600 mm。

3.3.5 斜面板模板与钢筋的安装工艺

(1)板底模板的安装:先进行小梁安装,小梁采用35 mm×85 mm木方,间距200 mm,与主梁钢管加固牢靠;小梁上铺15 mm厚标准胶合板作为板底模板,模板与小梁用钉子加固。

(2)板钢筋的绑扎:按照施工图设计文件进行钢筋的制作与安装,经隐蔽工程验收合格后进行模板的封闭。

(3)板顶模板的安装:安装三段式止水定位对拉螺杆,其横纵间距为600 mm以确保板厚。板顶采用15 mm厚标准胶合板封闭。斜面板利用木方、三段式止水定位对拉螺杆横向加固。沿纵向方向在距下部板端1.5 m设置300 mm宽横向混凝土灌注口,以上每隔1.5~2 m间距设置混凝土灌注口。板顶模板安装完成后进行灌注口模板的安装。

(4)底模与支撑架体的连接加固措施:坡屋面

混凝土浇筑时受重力作用影响立杆及模板支撑点受到的侧向压力较大。为防止模板下滑,将底模下部的小梁与钢管主梁采用U型卡箍铁片(304骑马卡)加固,U型卡箍铁片环抱钢管主梁并通过钉子固定在小梁上,U型卡箍铁片加固的间距同支撑脚手架立杆间距。钢管主梁通过U型可调顶托与支撑体系连接牢固。可以通过相邻钢管主梁标高差控制小梁及梁板模板的坡度,确保其满足坡屋面角度的设计要求。

3.3.6 混凝土浇筑

对于钢筋、模板工程,应待隐蔽工程验收合格后进行混凝土浇筑。混凝土浇筑应连续进行,如必须间歇,其时间一定要尽量短。结合钢筋分布情况,将混凝土振捣密实;钢筋太密时,必须采取措施避免出现空洞。混凝土振捣采用插入式高频振动棒,振动棒的插点要均匀、采用交错式的次序,其移动距离不得超过作用半径的1.5倍;振动棒要快插慢拔,将振动时间控制在20~30 s。混凝土浇筑顺序见图5。具体的混凝土浇筑顺序为:上翻梯形梁→柱→斜梁→斜面板。

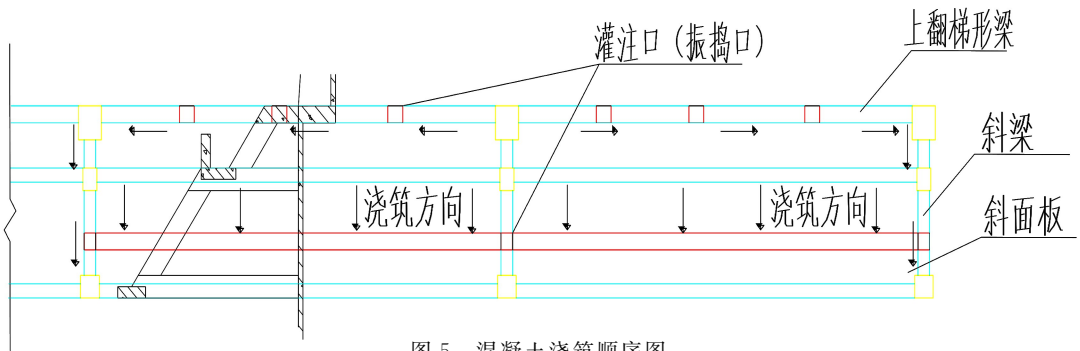


图5 混凝土浇筑顺序图

上翻梯形梁混凝土浇筑:先在梁底部铺设厚度为2~3 cm、与混凝土同等强度的水泥砂浆,然后采用“赶浆法”由一端向另一端推进。梁分层浇筑,第一层浇筑至梯形斜面位置(700 mm高度位置),第二层浇筑至灌注口顶标高或高于梁顶标高5~10 cm处。

斜梁混凝土浇筑:混凝土柱浇筑完成后进行斜梁混凝土浇筑。斜梁混凝土根据梁长度一次性浇筑或分段浇筑。斜梁混凝土浇筑从低的一端向高的一端采用“赶浆法”推进。对于斜梁部位设置有斜面板时,应先将混凝土浇筑至板底标高,然后将梁板混凝土一起浇筑至设计标高。

斜面板混凝土浇筑:斜梁混凝土浇筑完成后

进行斜面板混凝土浇筑。斜面板混凝土根据板的纵向长度一次性浇筑或分段浇筑。斜面板混凝土浇筑从低的一端向高的一端采用“赶浆法”推进。

斜梁、斜面板混凝土的浇筑分段同灌注口分段,将浇筑分段控制在1.5~2 m。灌注口位置的混凝土浇筑至灌注口顶部或高于梁、板顶标高5~10 cm。混凝土应充分振捣以确保斜梁、斜面板、上翻梯形梁顶部混凝土充盈^[5]。

为避免混凝土表面出现气孔等缺陷,分别在上翻梯形梁侧模、斜梁及斜面板底模设置了排气孔,排气孔的设置分段随斜面板混凝土浇筑分段。

3.3.7 灌注口模板的拆除及混凝土处理

待混凝土初凝后,拆除灌注口模板,剔除高于

梁、板设计顶标高的混凝土并使用比原混凝土高一标号的水泥砂浆进行修补。

3.3.8 混凝土养护及模板拆除

混凝土浇筑完毕,常温下12 h之内对其进行覆盖并浇水养护。高温下6 h之内需浇水养护。对于梁板等水平构件应不间断浇水,以保证这些关键构件始终处于湿润状态,养护时间为浇筑后不少于7 d。待混凝土强度达到100%后进行模板及支架的拆除。

4 质量控制要点

(1)采用该工法施工前,必须严格控制好模板的稳定性和刚度。按照设计要求控制好斜梁、斜面板、梯形梁斜面的坡度。

(2)上翻梯形梁施工前,必须对新旧混凝土结合面进行凿毛并用高压水枪冲洗干净,铺筑2~3 cm厚度的同标号水泥砂浆,避免出现烂根等质量通病。

(3)梁板混凝土应分层分段浇筑。混凝土采用“赶浆法”从标高较低的一端向标高较高的一端推进。上层混凝土浇筑必须浇筑至灌注口顶标高或高于设计标高5~10 cm。鉴于灌注口兼作振捣口,因此,需要将浇筑分段控制在1.5~2 m范围内。混凝土应充分振捣,以确保梁板顶部混凝土充盈。

(4)严格控制混凝土塌落度^[6],避免其过大。上层混凝土浇筑时,应重点关注下层灌注口情况,避免发生混凝土露浆的情况。

(5)待混凝土初凝后或混凝土强度达到50%时,应及时安排混凝土工剔除高于设计标高的混凝土,并使用高一标号的水泥砂浆进行修补,以确保灌注口混凝土的成型质量。

(6)梁板模板的拆除必须待混凝土达到设计与规范要求的脱模强度。板与梁底模板应在梁板

混凝土强度达到设计强度的100%并应具有同条件养护试件拆模试压报告、经监理工程师审批签发拆模通知书后方可拆除。

(7)质量检测。主要检测项目包括混凝土配合比、混凝土坍落度、模板坡度、支架稳定性、梁板设计高程及坡度等。

5 结语

通过采取施工设计方案深化等有效措施,圆满地完成了该工程施工。在主体工程验收过程中,大角度双重檐混凝土坡屋面构件尺寸偏差均满足相关规范允许偏差的要求,混凝土外观成型质量好;梁顶、斜面板顶部混凝土面未见气孔缺陷;灌注口混凝土色差较小;上翻梯形梁顶部斜面坡度、斜梁、斜面板坡度均满足设计坡度要求;五方责任主体、质监站对混凝土外观成型质量给予了高度评价,该工程顺利通过了主体工程验收,并经质监站推荐荣获“市优质结构工程”奖。

参考文献:

- [1] 肖维,罗兴,黄镜维,等.超50°坡屋面主体结构施工技术研究[J].工程技术研究,2021,6(14):84-85.
- [2] 陈朝源.坡屋面施工应该注意的几个问题[J].安防科技,2006,6(1):65-66.
- [3] 陈锦.大角度钢筋混凝土坡屋面双面夹模施工技术[J].福建建材,2021,40(9):94-96.
- [4] 卢小洁.大角度坡屋面施工技术[J].科技情报开发与经济,2008,18(15):203-204.
- [5] 崔凤洪.现浇钢筋混凝土坡屋面施工难点及质量控制措施[J].黑龙江科学,2022,13(8):134-135.
- [6] 付强.提高多坡屋面混凝土结构施工质量研究[J].山西建筑,2018,44(23):71-72.

作者简介:

杨培青(1987-),男,河南兰考人,项目常务副经理,高级工程师,从事建筑工程施工技术与管理工作;
杨卫兵(1990-),男,山西晋中人,项目总工程师,工程师,从事建筑工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

安徽天长市新型城镇化项目建设西路桥全线贯通

6月14日,由中国水电十局三分局承建的安徽天长市新型城镇化一期建设项目,西路桥工程路面沥青铺设完成,标志着西路桥全线贯通并具备通车条件,工程整体面貌焕然一新,获得监理方和业主方的一致好评。西路桥工程是该项目全线贯通的关键工程,全长626.6米,宽40米。沥青路面施工的下面层统一采用6厘米厚的AC-20C中粒式沥青混凝土,上面层采用4厘米厚的AC-13C(SBS改性)细粒式沥青混凝土。本次沥青路面施工配备了两台沥青摊铺机,四台钢轮压路机和四台胶轮压路机。为确保高效高质完成沥青摊铺作业,项目部超前谋划、科学安排、多措并举做好了各项配套工作。施工前,项目部反复推演、不断优化施工方案,把握施工方向,预控施工质量。科学调度沥青摊铺作业队伍,开启“白加黑、两班倒”工作模式,保证了沥青摊铺、碾压连续作业。项目部责任到人,材料管理员蹲点沥青拌合站以保障沥青混合料的连续、充足供给,在施工现场,技术人员和管理人员严把工序“过程关”,严格控制沥青混合料的拌合、运输、摊铺、碾压、检测等工序,对施工各环节进行全程把控,最终保证了目标的实现。

(供稿:水电十局)