

# 提高白色双曲面薄壳混凝土屋面施工质量

尹茂勇

中国电建市政建设集团有限公司, 天津 300384

**[摘要]**随着建筑结构设计理论、设计手段及施工水平的不断提高,各种各样的建筑型式不断涌现。白色清水混凝土作为新型建筑美学的代表施工工艺,能够实现细部构造上的简明性,省去了装饰饰面的施工工序,构建了墙体一体化的装饰效果,本文基于对雄安新区白沟引河右堤防洪治理工程右岸艺文 A 驿站(桩号 2+000)的实际情况,联合白色清水薄壳混凝土的工艺原理和技术特点,对白色双曲面薄壳混凝土屋面施工质量的提高做出了相应的探析。

**[关键词]**薄壳混凝土;白色清水混凝土;双曲面屋面;施工工艺

DOI: 10.33142/ec.v5i12.7274

中图分类号: TU765

文献标识码: A

## Improving the Construction Quality of White Hyperbolic Thin Shell Concrete Roof

YIN Maoyong

PowerChina Stecol Corporation, Tianjin, 300384, China

**Abstract:** With the continuous improvement of architectural structure design theory, design means and construction level, a variety of architectural styles are emerging. As a representative construction process of new architectural aesthetics, white as cast finish concrete can achieve the simplicity of detail structure, omit the construction process of decorative finish, and build the decorative effect of wall integration. Based on the actual situation of Yiwen A Post Station (stake No. 2+000) on the right bank of the right embankment flood control project of Baigou Yinhe River in Xiong'an New Area, and combined with the process principle and technical characteristics of white as cast finish thin shell concrete. This paper probes into the improvement of the construction quality of the white hyperbolic thin shell concrete roof.

**Keywords:** thin shell concrete; white fair faced concrete; hyperbolic roof; construction technology

### 1 工程概况

雄安新区白沟引河右堤防洪治理工程(二标段)右岸驿 A 驿站(桩号 2+000), 基地面积 2491 m<sup>2</sup>, 建筑面积 1995 m<sup>2</sup>, 计容建筑面积 1908 m<sup>2</sup>, 建筑层数二层, 建筑高度为 14.5m, 建筑功能为多层公共建筑, 建筑内设置纪念品售卖、咖啡、餐饮、医务室、多功能厅、办公等功能, 建筑设计使用年限 50 年, 建筑抗震设防烈度为 8 度, 建筑耐火等级二级, 屋面防水等级二级。建筑结构形式为钢框架结构+混凝土无梁楼盖, 屋面形式分为三种, 分别是曲面玻璃幕墙、双曲面聚碳酸酯板幕墙和白色双曲面薄壳清水混凝土屋面。

如图 1 图 2 所示:



图 1 雄安新区白沟引河右堤防洪治理工程右岸艺文 A 驿站工程俯瞰图



图 2 雄安新区白沟引河右堤防洪治理工程右岸艺文 A 驿站工程实体图

### 2 工艺原理

白色清水混凝土是纯粹的绿色建材,不会产生不必要的建筑废物,为了实现建筑美学,建筑设计大师将清水混凝土打造成为晶莹剔透的薄壳结构,薄壳结构一般为曲面和异形艺术造型,根据清水混凝土的曲面形状,可分为筒形的薄壳、抛物面薄壳,根据顶面的形状可区别为圆顶的薄壳和双曲面的扁壳,这种模仿蛋壳的结构可均匀的把力分散到各个部位,所以壳体结构可以做的很薄、很轻便,超越一般的结构跨度,便于建筑的造型,与传统混凝土结构的方正造型不同,异形的造型所取得的突破和创新使建筑极具个性。

白色清水混凝土的精神在于一次成型,不别凿修补、

不抹灰,能够表现材料自身的色彩。清水混凝土材料比其他的建筑材料更为丰富,蕴含更多的可能性,有着极为微妙、层次丰富的变化,白色清水混凝土洁净、清透的建筑艺术表现力,能够表现出简约、现代、独立、包容的建筑情感的灰色混凝土,层次丰富的灰色调是清水混凝土的魅力所在。如图3图4所示。



图3 罗马天主教堂



图3 冥想之森火葬场

### 3 施工重难点

双曲面薄壳混凝土屋面平面与纵横剖面三向成弧,且每个横向剖面圆弧半径随纵向剖面位置的变化而变化,导致双曲面薄壳屋面难以用特定的数学公式来表达屋面任一点的平面位置对应的高程之间的关系,工程施工数据获取难度较大。

屋面任意横剖面圆弧半径均由对应位置主纵剖面断面标高和平面位置轮廓边界线3点成弧确定,且屋面纵剖面方向存在倾斜纵坡,导致屋面上任意两点标高完全不一致,要完成整个屋面的施工,必须从钢柱顶高程,H型龙骨三维放样到屋面模板校正,再到成品造型验收,每道工序都面临大量的测量与放样工作。

为保持双曲面薄壳混凝土屋面的曲线造型,现场采用小块模板拼接使整体形成接近曲面,以不大于4m\*4m的钢模板的四个角点为平面基准,分割成两块三角板以同时满足曲面及4点标高不在同一平面的问题,使偏差控制在规范容许范围内。在三角块区域曲面高差较大的部位,则采取再次切割,拼接成更接近曲面样式的模板形状,全部屋面展开面积约2400 m<sup>2</sup>,梁板顶模板拼接测量定位量多,难度打,弧面感官质量难以保证。

### 4 关键技术流程

#### 4.1 施工工艺流程

具体的施工工艺流程为材料准备,钢模板安装,钢筋定位与绑扎,依据混凝土搅拌比例对材料实现配比,搅拌

浇捣,再进行混凝土的养护。

#### 4.2 操作要点

该驿站屋面最高处高程为26.7m,最低处为15.3m,最大坡比达到1:1.2,总面积1420平方米,属于大坡度支模区域,支模前先对每四根H型钢梁交会后中间中空区域进行高程分析,在满足现场施工条件情况下,对中空区域进行分割,细化中空区域在双曲面屋面上的各个平面位置的高程。然后现场根据模型中分割的情况对每个H型钢梁中空区域进行模板铺设。铺设时以全站仪为主对每块钢模板位置高程进行校正。为方便测量工作,每个单体屋面建立单独施工坐标系,坐标系应符合右手法则,即以主纵断面为X轴,垂直X方向为Y轴,竖直方向为Z轴。由于H型钢梁中空区域较大,为验证混凝土浇筑时钢模板挠度在控制范围内,提前计算浇筑混凝土时的活载和恒载总计为每平方米0.9吨,在钢模板铺设完成后进行预压试验,找到具有代表性的区域,在增加负荷前对该区域钢模板底部进行位置高程测量,再将此区域顶部堆放满足最大活载和恒载总重的吨包,使此区域达到满负荷状态,再次测量此区域钢模板底部平面位置高程,进行数据分析。经试验,钢模板满负荷状态的挠度在允许范围之内。

壳底模板安装、验收完毕后,即进行壳体钢筋绑扎。在壳面板中,钢筋为双层双向Φ12III级钢,均为双向布置。先绑扎底层双向钢筋,再绑扎面层双向钢筋。中间每隔1.2~1.5m安放一个定位马凳,用铁丝拉牢。壳体底面钢筋采取混凝土垫块控制保护层厚度,距离面层钢筋30mm上焊接钢筋条带,作为壳体厚度的控制措施。预应力筋绑扎必须满足顺直和标高的要求,经过现场检测满足施工质量要求。

白色清水混凝土的生产过程包括生产前的准备、混合材料的定义确定和性能控制。生产清水混凝土的原料制备应在单独的专用储罐和容器(地点)中进行,以避免混合后对清水混凝土的性能产生不利影响。砂子和碎石等原材料应单独存放,而且只能单独存放,并应建造防尘、防雨和隔热的棚子。

储存期间应避免混凝土中的活性物质发生物化反应,产生沉淀和结晶;在施工阶段中最好采用相关工具持续搅拌,在温度和湿度上进行监控,来保持混合物的均匀性。对混凝土搅拌设备进行科学地校准,将动态数据及时测量记录,以混凝土搅拌达到相应的混合比例为核心实现对清水混凝土生产质量的前期把控;在生产之前,要一一进行检查原材料、混合料配比、混凝土产量、混凝土搅拌时间、混凝土均匀性,综合考虑混凝土能耗和性能因素,建造一个合适的混凝土搅拌系统。

表面光滑的混凝土的凝结过程 根据结构的不同形式,表面光滑的混凝土有不同的凝结方法,即灌注和浇筑。对于垂直结构,包括墙、柱、板等,根据施工情况来选择不

同的施工方法,根据不同的浇筑间隔来对混凝土量和搅拌方式进行区分,对施工混凝土中的连续浇筑和放置是连续浇筑混凝土;混凝土和浇筑同时进行,直到该部分完成。对于低坡结构,如板块,通常是以块状进行。间隔堆放很容易使用,也很容易检查施工进度,但在分层混凝土施工中,由于分层施工,很容易在形成的分层混凝土表面形成分层带(线)或色差。

连续浇筑需要进行测试,对各方面的检查也更加严格,但成品混凝土颜色均匀,脱层的可能性较小,当混凝土自由下落度出现不良反应时,应使用辅助装置,如棒子、抹子或振动抹子。因此,必须采取措施,避免在落差较大的直线混凝土截面上出现散射。预制混凝土的硬化分为两个过程:模具硬化和薄膜硬化。模具硬化是指在混凝土浇筑后、换模前的一段时间内,用模具对清水混凝土进行硬化。为了保证混凝土的表现质量和体积稳定性,带模混凝土的养护时间必须不少于72小时。

这可以用薄膜养护或防腐剂溶液来完成,但同时必须用一定厚度的绝缘材料覆盖,以保持热量和水分。隐形混凝土的保护对混凝土的机械性能、耐久性和可视质量有重大影响,应给予特别关注。即确保未烧制混凝土的机械性能、耐久性和其他特性,特别是其表现性能和抗压强度不被改变。消除外部混凝土的缺陷是施工过程中的一个重要部分。重要的是要采取适当的措施来消除孔隙等缺陷,以确保外部混凝土的统一外观。缺陷修复得越早越好,主要是因为水泥水化得越早,待修复的材料与原水泥结合得越好,水化时间越短,其整体性能越好。为了确保修复后的砂浆与基材有较强的结合力,并有相似的颜色,建议使用与工程中使用的相同类型的水泥,并增加修复后的网片或砂浆的强度。

混凝土的整理过程如下:基本清洁→基本清洁→基本清洁→准备修补材料→修补→修补→维护→表面整理→准备表面保护材料→表面油漆→保护成品。中国许多早期的清水混凝土纪念碑后来都没有用于维修和护色。混凝土很容易吸收水和灰尘,进而造成建筑外观的缺陷。

#### 4.3 常见质量问题

混凝土建筑仍然面临着一些挑战,如:清水混凝土在人力和财力方面,在保证施工技术的项目实施方面,成本都非常高;不存在相应的措施和质量保证措施,以确保其在混凝土施工中得到全面实施,但目前建设部门、监理单位、设计部门和商品混凝土生产企业对直缝混凝土施工过程的投入相对较少。

监管部门、设计部门和商品混凝土生产商对钢筋混凝土施工过程的投资相对较少。这导致了许多设计者倾向于只根据规范计算结构强度来满足安全要求,而不考虑结构设计、其建筑材料、设计的实用性、结构强度都要考虑到,往往还有人为的错误等方面,因此,预期的目标并没有实

现。在一年四季中,夏季气温较高,在清水混凝土的温湿度控制上较为困难,在入模、脱模上会有时间上的阻碍,模板内外存在温差,已造成清水混凝土外观上的裂痕,干扰形成光洁的装饰效果。要先设置混凝土拌合比例,市场上的原材料,如沙子和碎石的质量不会改变,因为没有生产商的及时反馈,混凝土质量差异很大,容易导致混凝土在坍塌度上的数据不良,混凝土外观难以根据标准行形成良好的表面颜色,极大地影响了混凝土整体质量。清水混凝土的外观随着时间的推移而褪色,主要是由于空气的酸碱度使混凝土变得不透明。表面碳化,目前还没有解决方案。

因为施工部门对过渡缝、拉力螺栓和结构缝等明确的混凝土细节质量没有给予足够的重视。会出现墙角脱落、墙面抹灰不均匀等现象,对于施工中出现的缺陷问题,相关的工作人员根据即时情况选择返工、修缮维护等相关措施又会引起工程建设相关的协调建设工作的二次处理,从建设成本、工程期限、工程目标进度上都会产生消极影响,不必要地增添建筑负担和麻烦,故而要根据施工效果在工程建设期就对混凝土拌合、施工、模板施工问题进行质量缺陷规避处理,依据施工工序对施工质量严格监控。

#### 5 制定检查制度

根据以上提出的一系列相关问题的解决措施,要根据清水混凝土的技术标准为核心,对清水混凝土出现的外观问题进行时间上的管控,要将清水混凝土上的人为失误降到最小,对参建方的各项施工环节进行数据信息的管理,尤其是施工方作为重要角色,将清水混凝土施工过程中出现的时间进度管理作为重点的施工技术进行探讨,将施工中客观存在的工作进行协调交叉配合,将混凝土的质量问题进行相对应的解决措施,明确参建各方在建设清水混凝土施工过程中出现的各项技术难点和质量问题采取相应的补救措施应对。

清水混凝土在工程施工中比普通混凝土技术标准高,具体实施时要求更加严谨、耐心,从而能够呈现出清水混凝土桥梁工程的镜面装饰效果,其施工的重点是抓好混凝土原材料的质量规格和得出最佳配合比的计算试验的过程,从系统性的视角上来应对清水混凝土的设计环节,以综合性和全过程性视角实现对施工质量的控制,将设计环节和施工环节中的施工秩序进行组织管理,将施工程序进行组织设计,将工程管理监督阶段涉及到的技术标准和产品质量切实地落实,例如将清水混凝土技术标准作为设计的基础,对混凝土搅拌过程中的组织设计,温度管控和混凝土质量的流动性严格调节,混凝土的稳定性对建筑外观作用十分重要,能够确保模板支撑结构的关键可靠,尤其在建设过程中确保模板的刚度和稳定性,对混凝土搅拌、混凝土的运输、都要有专人专管实现管理,保证混凝土的质量不会造成建筑外观的缺陷;增强施工人员的质量管控意识,充分强化施工人员的内心职业素养,

作为甲方和项目负责人,要根据项目的实际情况来综合判定项目各方的工作关系、工作内容和信息相关资源的协调,项目负责人要保证每个环节的安全进行,建工程项目中出现的同专业之间的问题以更直观,更容易解决的方式来应对项目质量的提升,只有这样才能及时付诸实践,吸取经验教训,明确清水混凝土施工中的模板工作、钢筋工作、混凝土浇筑和养护等不同环节的单独实施,避免分工。生产裂缝、沙子和水。清水混凝土的技术施工需要认真细致的工作,因为它很容易出现质量缺陷,影响整体外观,所以它比通常的混凝土施工规范更为严格,要根据不同的条件,如不同的天气状况和环境温度,增加混合料的比例,减少水泥的消耗量,选择合适的材料规格。及时调整形式,完成好混凝土的后期养护和保护,做到及早发现问题,有针对性的处理,有效减少破碎问题。

## 6 结语

产业发展和科技的融合推动会造未来时代对资源的“哄抢”,建筑环保主题会愈发受到人们的重视,白色清水混凝土不仅能够实现建筑美学,而且还能够在现有的建筑预算上实现攻克成本空间,打造一体成型的内外墙,本文在结合雄安新区白沟河右岸防洪工程的实际情况的基

础上,从白色清水混凝土薄壁弧形屋面的工艺原理和技术参数方面,在提升白色清水混凝土施工质量的施工工艺上不断进行分析和探讨,给出了相应的建议和解决策略。在未来时代的引领下,清水混凝土将会是实现建筑美学和新型绿色建筑的代表选材,其极简的施工工艺和建筑风格也将会引起人们的喜爱,清水混凝土的广泛应用也将在不久的将来带来生态友好的产业变革。

## 【参考文献】

- [1]薛国强.斜屋面防水施工及质量控制[J].福建建材,2008(2):88-89.
- [2]杜旭东.建筑工程施工质量管理中存在的问题及分析对策[J].大众标准化,2022(16):40-42.
- [3]黄燕飞,王彭丰.提高建筑工程管理及施工质量控制的有效策略[J].居舍,2022(21):148-151.
- [4]黄世杰.关于建筑工程施工质量管理控制策略对确保建筑物安全性的思考[J].江苏建材,2022(3):139-140.
- [5]牛琪.建筑工程混凝土施工质量的管理策略研究[J].居业,2022(6):125-127.

作者简介:尹茂勇(1987.10-),男,基础工程技术,中国电建市政建设集团有限公司,技术负责人,工程师。