

Research on the Construction Technology of Long-Span Special-shaped Curved Steel Structure and Curtain Wall

Huawen Dong

Guangdong HenSam Construction Engineering Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

Under the background of the current new period of social and economic development, the development level of China's construction industry is constantly improving, and the construction technology and design concept are also constantly improving. Under this background, the large-span special-shaped curved surface has been widely used in architectural design. The large-span irregular curved steel structure presents significant characteristics such as lightweight and high strength, fast construction speed, and versatile shapes in practical applications. During construction, the design team is required to have strong spatial imagination and structural calculation ability to ensure the safety and stability of the structure. Based on this, the paper specifically elaborates on large-span irregular curved steel structures, and combines practical cases to explore their specific construction points in depth. At the same time, the technical points of curtain wall construction are analyzed in depth, providing ideological support for improving the construction effectiveness of related building projects.

Keywords

large span; special shape curved surface; steel structure; curtain wall

大跨度异形曲面钢结构与幕墙施工技术研究

董华文

广东鑫森建设工程有限公司, 中国·广东 深圳 518000

摘要

在当前社会经济发展新时期背景下, 中国建筑行业发展水平不断提升, 施工技术与设计理念也随之不断进步, 在此背景下, 大跨度异形曲面在建筑设计中得到广泛应用。大跨度异形曲面钢结构在实际应用中呈现出显著轻质高强、施工速度快、造型多变等特点, 施工中要求设计团队具备较强的空间想象力与结构计算能力, 以保障结构安全性以及稳定性。基于此, 论文针对大跨度异形曲面钢结构进行具体阐述, 并结合实际案例, 深入探究其具体施工要点, 同时对幕墙施工技术要点进行深入分析, 进而为提升相关建筑工程施工成效提供思路支持。

关键词

大跨度; 异形曲面; 钢结构; 幕墙

1 引言

随着现代建筑技术不断发展进步, 建筑形态以及结构设计复杂性和创新性逐渐提升, 大跨度异形曲面钢结构以及幕墙施工技术逐渐成为建筑领域重要研究方向。此类结构不仅具备独特的视觉冲击力, 同时也在空间利用、环境适应性及功能性方面展现出显著优势, 因而被广泛应用于体育馆、会展中心、交通枢纽等公共建筑以及商业建筑之中。施工团队需掌握先进的施工技术以及设备, 以充分应对复杂的施工环境与多变的施工条件。而幕墙作为建筑外围护结构, 其不仅需承担遮风挡雨、保温隔热等基本功能, 同时还需承担美化建筑外观、提升建筑品质的关键职责。在大跨度异形曲面

钢结构建筑中, 幕墙设计与施工均应与主体结构紧密配合, 以实现形态与功能的完美统一。要求幕墙设计中不仅需对美观性进行充分考量, 还需兼顾结构受力、防水密封、热工性能等多方面的要求。因此, 大跨度异形曲面钢结构与幕墙施工技术的研究具有重要的理论价值与实践意义。

2 大跨度异形曲面结构概述

大跨度异形曲面结构是在现代建筑中得到广泛应用的 结构形式, 其主要特点在于跨度大、形状复杂且具备曲面特征。该结构形式在设计以及实际施工过程中需对多种因素进行综合考量, 以保障其安全性以及功能性。

一方面, 大跨度异形曲面结构的跨度大, 使得其覆盖面积较为广阔。该结构普遍用于大型公共建筑、体育场馆、展览中心等场所, 可有效满足大量人群使用需求。该结构大跨度特征使得其设计时需要考虑荷载分布、结构稳定性以及

【作者简介】董华文(1976-), 男, 中国湖南人, 本科, 工程师, 从事钢结构及幕墙施工技术研究。

材料选择等问题,以保障建筑在各种荷载作用下的安全性和可靠性^[1]。

另一方面,异形曲面结构形状复杂且具有曲面特征,此情况使得其设计和施工过程中需面临较多挑战。异形曲面结构具有独特的外观以及空间效果,可为建筑带来独特的视觉冲击力。然而,该复杂性也给设计和施工带来较大难度,需要采用先进的计算方法以及施工技术实现其设计意图。

3 案例概述

为深入探究大跨度异形曲面钢结构以及幕墙施工技术要点,本文将选取具体案例进行详细分析。案例工程为某地新建体育公园主体建筑,总建筑面积达到 10.5 万 m²,建筑设计总高度达到 24.8m。该建筑设计中巧妙融合功能需求、空间布局以及结构跨度等元素,塑造出层次分明、生动流畅的波浪形态,同时通过多种设计手法,使得波浪形态不仅丰富多样,还充满动感以及生命力。然而需注意的是,由于建筑拥有大跨度、大体量以及复杂多变的造型,导致工程施工难度和复杂度大幅提升。

在钢结构方面,该工程中采用张弦梁、管桁架、曲线箱形钢梁等多种先进形式,以满足建筑对稳定性以及承载力的严格要求。在钢屋盖柱顶连接方面,设计人员采用埋件+抗震球形钢支座+立柱的组合方式,以此保障连接稳固性以及抗震性能。同时,在箱形弧形梁尾部连接方面,技术人员选用销轴连接方式,以实现更灵活的连接和更高效的施工。此外,在钢拉索以及钢梁连接方面,设计人员采用插板+销轴连接方式,不仅有效确保连接强度以及稳定性,同时也显著提高施工便捷性以及效率。同时,案例工程中所有钢梁与钢梁之间的连接均采用刚接方式,进一步增强建筑的整体性和稳定性。

4 大跨度异形曲面钢结构施工要点

4.1 找形分析环节要点

在索结构工程施工准备阶段中,形态确定与分析发挥重要作用。此过程主要目标在于精准计算出索材在零应力状态下的精确长度,以保障整个施工流程顺利开展。考虑到索结构独有的复杂拓扑特性,设计人员在实际工作中必须通过精密的计算与分析工具达成目标。因此,形态确定与分析不仅是索结构前期准备工作的基石,同时也是施工作业成果的关键环节,若索材下料长度存在偏差,可能会导致索构件无法顺利安装,或者即便安装完成,也无法达到设计要求的张拉值,从而对索结构整体质量构成严重威胁。为此,案例工程设计人员基于实际条件,具体采用 MidasGen 有限元分析软件,对整体模型进行详尽的建模与形态分析,以确保为所有索构件提供精准的下料长度数据。

4.2 钢构件安装偏差分析环节要点

钢构件安装精度对索结构施工成效具有重要影响。由于索结构对钢构件安装位置、角度以及应力状态均有极高要

求,因此在施工前必须对钢结构施工全过程进行深入分析与预测,以保障安装过程顺利进行。

钢构件的位形偏是影响索构件安装与张拉的关键因素之一,此外钢构件在安装过程中的应力状态同样需要施工与设计人员做出重点关注。若某构件安装应力超出设计值过多(如超过 30%),且与实际图纸存在显著差异,则在后续索构件张拉过程中,该构件及其周边区域应力状态极有可能超出设计允许范围,从而对索结构整体稳定性与安全性构成威胁。

因此,在开展钢构件安装偏差分析时,需要从两个方面入手:一是钢构件位形偏差分析,此方面内容主要包括对钢构件截面尺寸、安装偏差以及测量定位等因素的考量;二是钢构件的应力偏差分析,此主要涉及对施工工艺、安装应力控制等因素进行评估。

为最大限度地减少钢构件安装偏差对后续施工的不利影响,案例工程中采取以事前和事中控制为主、事后控制为辅的策略。在施工前,施工设计人员对现场条件及其他相关因素进行综合考量,制定出科学合理的施工方案;在具体施工过程中,施工技术人员对安装过程方案符合性以及安装结果准确性进行严格的检查与监督。需注意的是,由于偏差的不可避免性,具体工作中还需要对出现的偏差进行取样分析与计算,以及时发现并纠正偏差问题,进而保障施工质量稳定性以及可靠性。

4.3 钢结构支撑胎架安装要点

案例工程中,技术人员在钢结构安装中设计采用空中拼装施工法。为切实增强结构稳定性,技术人员设计在跨度约 1/3 的位置布置支撑胎架。考虑到拉索安装特殊需求,即需穿越此支撑胎架,技术人员在实际设计支撑胎架时对此要求充分考量,在每个支撑胎架下方设置两排辅助支撑,其间距精确控制为 2700mm,以确保拉索可有效穿越间隙。

4.4 曲线箱形梁安装作业要点

案例工程中,技术人员根据现场起吊以及运输能力实际情况,设计将张弦梁划分为五个独立的运输段。相关分段在抵达施工现场后进行拼装,并最终形成两段长度分别为 23.80m 和 34.13m 的大梁。具体吊装过程被分为两次进行,以确保大梁可在空中顺利完成拼接。

在具体作业中,技术人员特别设立面积为 70m×20m 的桁架拼装区,并对该区域进行地面硬化处理,以保障拼装工作顺利开展。

在拼装区内,技术人员设置出地样和胎架,其中胎架主要采用坚固耐用的 200mm×200mm 的 H 型钢制成,以此为钢梁拼装提供稳定的支撑平台。施工人员严格遵循施工顺序,首先将第一根钢梁精确放置到位,随后迅速安装拉杆斜撑及第二根钢梁。钢梁间对接主要采用高强螺栓连接技术,以此保障连接牢固性以及稳定性。

当第三根钢梁就位后,技术人员需立即开展整体尺寸

测量工作,以保障所有钢梁均处于规范要求范围内。随后施工人员即可开展精细的焊接作业,以进一步增强结构整体性以及稳定性。

4.5 拉索安装要点

具体施工中应注意,在拉索完全展开于地面后方可正式开展安装作业。在实际安装过程中需特别关注如下要点:

①在完成吊点选择工作后,应切实保障其位置不会导致拉索产生过大折角,进而对索体结构造成不必要的损伤。

②在实际吊装作业过程中,施工人员应对拉索采取有效保护措施,以应对可能产生的意外。

③具体施工要求拉索可顺利穿越支撑胎架,此即要求支撑胎架设计合理,并与拉索安装方案相匹配。

④若具体施工中采用吊车进行安装,则应在吊点处为拉索安装类似钢管的装置,以有效减缓其在吊装中出现曲线下垂,从而避免产生过大折角。

⑤在准备提升安装前,施工人员应确保拉索已完全展开,且内部无残余应力。同时还需科学选择提升方向,避免局部残余应力过大而对索体造成损害。

4.6 张拉施工流程

索结构预应力张拉在案例工程施工中具有重要意义,其直接对结构整体性能造成影响^[2]。在案例工程中,技术人员设计采用两级张拉法开展预应力张拉作业,具体原则包括同时同步张拉、从中间向两边张拉以及分级张拉。张拉施工具体流程如下:

①张拉设备安装。考虑到张拉设备组件相对较多,具体安装时应小心确保张拉设备形心与钢索进行充分重合,以最大限度地避免在张拉过程中产生偏心,影响张拉效果。

②张拉过程控制。在油泵启动并正常供油后,即可开始逐步对钢索进行加压。当压力达到设计要求拉力时,需进行超张拉约5%,随后停止加压。在张拉整体过程中,应严格控制给油速度和时间(不应低于0.5min),以保障张拉效果满足设计要求。同时还需密切监测张拉过程中的各项参数变化,如拉力值、索体变形等,以保障施工安全性以及质量。

5 大跨度异形曲面幕墙施工技术要点

在现代建筑工程中,大跨度异形曲面幕墙施工技术属于复杂且具备较强挑战性任务。为切实保障施工质量以及安全性,具体作业中需注意如下几个方面内容:

第一,在设计阶段开展精确计算以及模拟具有至关重

要的影响。设计人员在实际工作中需利用先进的计算机辅助设计(CAD)软件,对幕墙结构进行深入模拟和分析,切实保障其在各种荷载条件下的稳定性以及安全性。同时,在具体设计过程中还需充分考虑幕墙美观性以及建筑整体风格的协调性。

第二,材料选择与加工同样是施工过程关键环节。异形曲面幕墙通常需采用高强度、轻质、耐腐蚀的材料,如铝合金、不锈钢或高性能玻璃等。材料加工精度直接对幕墙安装质量以及整体效果造成影响,因此必须采用高精度加工设备以及工艺,确保所有材料尺寸和形状符合设计要求^[1]。

第三,具体施工过程中应重视测量和放线工作。施工单位需利用先进的测量仪器,如全站仪和激光扫描仪等,对幕墙安装位置进行精确测量和标记。放线工作则必须严格依照设计图纸进行,以保障幕墙安装位置和角度精准无误。

第四,幕墙安装工艺同样是决定施工质量的关键因素。在具体安装过程中,施工人员需要严格遵照操作规程开展作业,切实保障幕墙组件连接牢固可靠,同时还需重点关注幕墙的曲面形状以及曲率控制,最大限度地避免出现局部变形或应力集中现象。

第五,施工过程中质量控制以及安全管理同样具有重要现实意义。施工单位在实际发展中应建立严格的质量管理体系,对所有施工环节进行检查和验收,切实保障幕墙施工质量满足相关标准和规范。同时,施工过程中还需采取有效的安全措施,切实保障施工人员生命安全。

6 结语

综上所述,大跨度异形曲面钢结构在现代建筑形式中应用广泛性不断提升,因此施工设计人员在具体工作中应积极加强对相关技术的重视与研究程度,切实保障结构施工安全性以及稳定性。此外,技术人员还需加强对大跨度异形曲面幕墙施工技术的研究力度,切实保障幕墙与钢结构之间保持契合,以此为提升建筑施工成效提供有力保障。

参考文献

- [1] 王中旗,包桂波,王海玉,等.大跨度多曲面异形张弦梁钢结构施工技术的应用[J].建筑施工,2023,45(2):301-303.
- [2] 姜旭.高层厂房曲面异形钢结构施工技术分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):4.
- [3] 田永灿,周雨晴,莫林昊,等.基于大跨度空间异形钢结构的双层采光顶幕墙设计施工关键技术[C]//2023年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(中册),2023.