

劲性柱吊装安全技术分析研究

杨田田

中铁二十局集团第二工程有限公司

摘要:为满足体育场钢结构大空间和荷载需求,采用劲性柱代替了传统的钢筋混凝土柱,采用塔吊配合汽车起重机吊装为劲性柱的常规起吊安装方式。采用塔吊配合汽车起重机进行劲性柱安装施工,工程工期紧、施工流程复杂,高空作业、交叉作业多,因此,施工过程中的安装精度控制、施工安全技术保障为施工过程中的主要控制点之一。施工前的施工区段划分、安装流程的选择、吊装设备的选型和吊装工况安全技术分析是其主要控制手段。劲性柱的安装工作,首先要进行施工区段的划分、技术参数分析、安装流程的选择、吊装设备的选型和吊装工况安全技术分析,只有在确保吊装技术可靠、安全保障的前提下,才能进行吊装施工。为了确保劲性柱吊装过程中的安全和安装精度,本文依托保定体育中心项目1#体育场工程,在施工区段划分和施工工艺整体论述的基础上,选用合理的吊装参数,运用科学的计算方法,对吊装工况进行安全技术分析,确保了劲性柱在吊装过程中的技术合理性和安全可靠。

关键词:大空间体育场钢结构;劲性柱吊装;技术合理;安全可靠

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.04.117

一、工程概况

保定体育中心项目1#体育场工程外形为椭圆形结构,平面东西向239m,南北向256m。主体结构体系为混凝土框架+BRB^[5],楼面采用主体梁板体系,内含劲性柱,上部屋盖采用索承网格结构,外附幕墙二次结构。内置劲性柱截面形式为H型截面以及圆管截面,规格有H500×500×40×40、H400×400×40×40、H400×400×30×30、Φ800×40,材质为Q355B。劲性柱从基础顶(-2.9m)埋入深度800mm~1650mm起至看台屋面,分布于内外2圈,内圈为H型钢,外圈为圆管截面。内圈劲性柱高度为基础~2层结构,外圈劲性柱高度为基础~看台屋面。屋盖网格主要由48榀立面张弦结构及环向梁、系杆及环向主拉索组成,张弦结构根部与V型柱相连。上部屋盖张弦结构径向钢梁均为箱型构件,最大截面尺寸为£900×800×30,最小截面尺寸为£900×400×20×22,最大板厚40mm;中部撑杆均为圆管截面,最大截面尺寸为Φ400×16,最小截面尺寸为Φ245×14,下部径向索为单根截面直径为140mm~120mm的钢绞线索,环向索为8根直径为130mm的钢绞线索。钢材材质主要采用Q355B、Q420B,钢索抗拉强度等级为1570MPa^[6]。屋面二次结构与屋盖径向梁、环梁采用对接焊缝连接。钢柱主要规格为Φ245×12的钢管柱,钢梁采用£300×200×12的方管,支撑采用Φ152×12的圆钢管,材质均为Q355B。外墙二次结构通过焊接及埋件形式与屋盖及混凝土结构连接,主要截面为£500×400×16,£300×14,Φ245×14

等,材质为Q355B。钢连桥位于体育场场外东侧,连梁顶面最高处11.3m,最低处5.8m,长度约77.3m,通过两根树杈柱立于室外地面,杆件截面为箱型及H型,截面尺寸有£1500×800、£1500×60、£1000×3、H600~400×300×12×20、H400×300×12×18,材质为Q355B。

1#体育场屋盖结构平面见图1,1#体育场屋盖结构俯视图见图2。

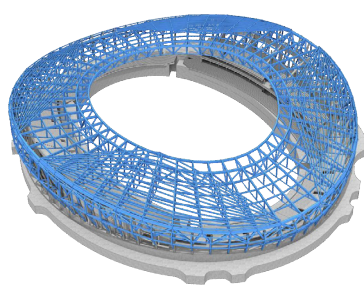


图1 屋盖结构平面图

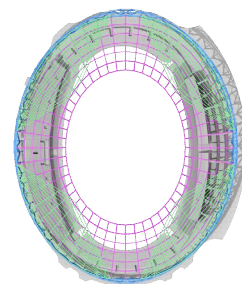


图2 屋盖结构俯视图

二、施工工艺技术

(一) 劲性柱施工区域划分

根据现场施工安排,本工程劲性柱钢结构工程划分为8个施工区域,整体施工顺序为施工区域1(2M~3H轴)→施工区域2(3H~3S轴)、施工区域8(2M~2B轴)→施工区域3(3S~4F轴)、施工区域7(2B~1P轴)→施工区域4(4F~4N轴)、施工区域6(1P~1G轴)→施工区域5(1G~4N轴)。劲性柱施工与土建结构穿插进行^[12]。劲性柱的吊装主要采用现场1~6#塔吊,内圈部分劲性柱采用50t汽车吊站位于场内吊装,

外圈部分劲性柱采用100t汽车吊及130t汽车吊站位于场外施工道路吊装。

1#体育场劲性柱施工区域划分见图3。

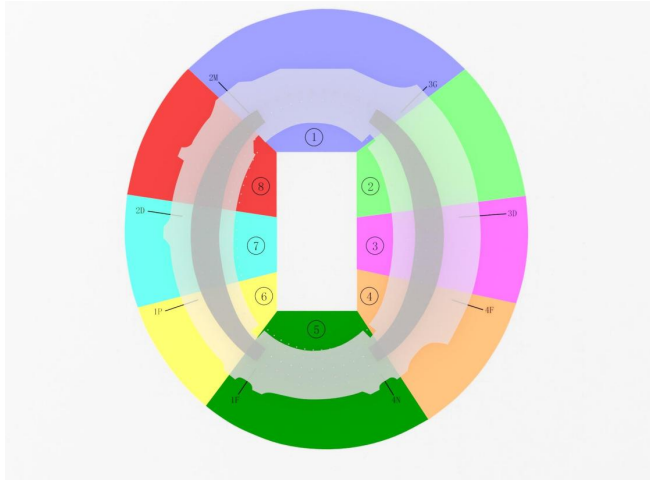


图3 劲性柱施工区域划分图

(二) 劲性柱钢结构工程明细

序号	构件名称	效果图	构件类型	材质
1	H型劲性柱		H500×500×40×40、 H400×400×40×40、 H400×400×30×30	Q355B
2	圆管劲性柱		Φ800×40	Q355B
3	钢柱		900×800×30等	Q420B
4	张弦梁		□900×400×20×40、 □900×400×20×28、 □900×400×20×25、 □900×400×20×22、 □900×800×30×30、 □900×500×40×40、 □900×500×30×30等	Q420B
5	撑杆		Φ245×14、 Φ300×16、Φ400×16	Q355B

(四) 施工工艺简述

1. 吊车选型及主要施工流水

本工程1#体育场外形为椭圆形结构，平面东西向239m，南北向256m。主体结构体系为混凝土框架+BRB，楼面采用主次梁板体系，内含劲性柱，上部屋盖采用索承网格结构，外附幕墙二次结构。内置劲性柱截面形式为H型截面以及圆管截面，规格有H500×500×40×40、

编号	截面	数量	材质	层高
KZ1	H500×500×40×40	3	Q355B	承台-2层
KZ2	H400×400×40×40	15	Q355B	承台-2层
KZ3	H400×400×30×30	24	Q355B	承台-2层
KZ4	H400×400×30×30	30	Q355B	承台-2层
KZ5	Φ800×40	72	Q355B	承台-看台屋面

(三) 劲性柱主要构件信息

1#体育场劲性柱结构效果图见图4。

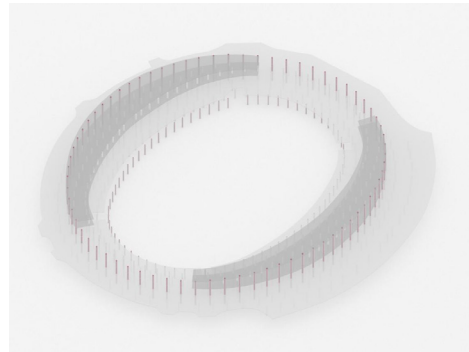


图4 劲性柱结构效果图

H400×400×40×40、H400×400×30×30、Φ800×40，材质为 Q355B。劲性柱从基础顶(-2.9m)埋入深度 800mm~1650mm 起至看台屋面，分布于内外2圈，内圈为H型钢，外圈为圆管截面。内圈劲性柱高度为基础~2层结构，外圈劲性柱高度为基础~看台屋面。内圈H型钢劲性柱共72根，分一段处理，最重钢柱为5.68t，外圈圆管劲性柱共计72根，拟分1层1节，最重

钢柱为12.7t。劲性柱吊装主要采用现场1~6#塔吊,内圈部分劲性柱采用50t汽车吊站位于场内吊装,外圈部分劲性柱采用100t汽车吊及130t汽车吊站位于场外施工道路吊装^[12]。

(1) 圆管劲性柱拟采用1层1节处理,柱子对接口的位置在结构面上1.2m标高左右的位置。

(2) 整体施工顺序为施工区域1→施工区域2、施工区域8→施工区域3、施工区域7→施工区域4、施工区域6→施工区域5^[1]。

(3) 劲性柱吊装采用汽车吊时,汽车吊吊装时需要的地耐力不小于80kPa^{[2][3][4]}。

施工区域划分及施工流水见图5。

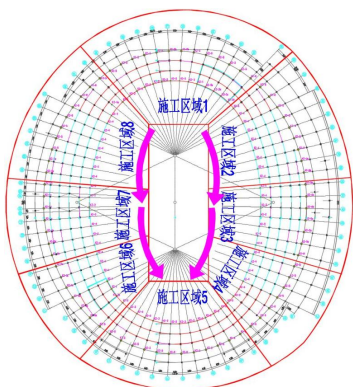


图5 施工区域划分及施工流水

2. 劲性柱吊装施工

劲性柱分段加工完成后运输至现场,卸货到相应的构件堆放场地后进行吊装。施工现场钢柱的吊装主要采用4台W7527型塔吊(70m大臂,2倍率)、2台R75型塔吊(70m大臂,2倍率)。劲性柱所在位置均在塔吊的覆盖范围内。部分劲性柱采用50t/100t/130t汽车吊吊装。混凝土结构的施工将同钢柱的安装施工逐层交叉^[12]。

劲性柱安装位置吊重限重平面见图6。

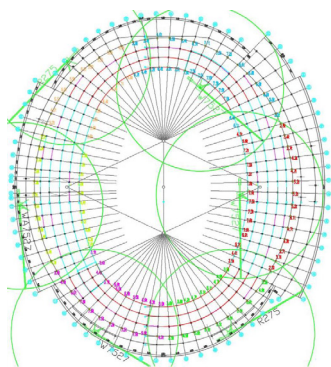


图6 劲性柱安装位置吊重限重平面图

三、结束语

本文利用理论计算的方法,系统地分析了体育场劲性柱钢结构吊装的安全技术工况,形成了塔吊配合50t/100t/130t汽车起重机的工艺参数,有效控制了现场吊装施工安全,在保定体育中心项目1#体育场工程施工中得以成功应用,有效预防了现场安全事故的发生,减少了经济损失,缩短了工期,节约了安全成本,取得了较好的经济效益和社会效益。随着房建工程体育场钢结构建设的快速发展,“努力提高机械化施工程度,尽可能减少高空作业,采用流水施工组织方法提高劳动生产率,降低工程成本^[11]”将成为劲性柱钢结构安装的主要研究方向。塔吊配合汽车起重机进行劲性柱的安装将成为钢结构安装的主流施工工艺,本研究具有一定推广意义。

参考文献

- [1] 《钢结构制作安装手册第二版》.北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [2] 国家标准.《起重机设计规范》GB3811-83.北京:机械工业出版社,1983.
- [3] 《建筑机械使用手册》.北京:中国建筑工业出版社,1979.
- [4] 国家标准.《塔式起重机安全规程》GB5144-2006.北京:机械工业出版社,2006.
- [5] 国家标准.《钢结构工程施工规范》GB50755-2012.北京:机械工业出版社,2012.
- [6] 国家标准.《钢结构施工质量验收标准》GB50205-2020.北京:机械工业出版社,2020.
- [7] 《钢结构设计手册第四版》.北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [8] 《超高层钢结构施工技术第二版》.北京:中国建筑工业出版社,2020.
- [9] 胡展孝,王进.劲性柱施工关键技术[J].建筑技术开发,2022,49(12).
- [10] 李洪毅,赵光明,高文光.国家大剧院H型钢劲性柱施工[J].施工技术,2003(05).
- [11] 郭文军,王丹,付强.劲性混凝土钢结构吊装施工技术[J].科技信息,2013(22).
- [12] 汪青山.高层建筑劲性柱施工之钢柱吊装[J].建筑施工,2009,31(06).