

# 大型游泳馆V形圆管柱 转换节点制作工艺

中国机械化工业施工公司 (湖北武汉 430415) 姜殿忠 何志涛 张发荣 夏 旻 张强勇

**【摘要】**大跨度空间钢结构已在各种体育馆、大剧院、展览中心、飞机库和一些工业厂房中得到应用。加工厂在制作的过程中,由于转换节点类型复杂,尺寸要求精度高,焊缝质量要求严格,而成为加工制作的难点之一。本文主要针对某大型游泳馆结构V形圆管柱顶座和底座的转换节点加工工艺进行阐述,为类似构件的加工制作起引导和借鉴作用。

## 1. 概述

钢结构具有重量轻,建设周期短,适应性强、造型美观,以及维护方便等优点,其应用越来越广泛。而钢材本身具有材质均匀,质量稳定,强度高,塑性韧性好,以及抗冲击和抗振动能力强等特点。经历了汶川和日本大地震的考验后,高层钢结构、空间钢结构、桥梁钢结构、轻钢结构和住宅钢结构等工业与民用建筑,如雨后春笋,遍布全国。其中大跨度空间钢结构已在各种体育馆、展览中心、大剧院、候机楼、飞机库和一些工业厂房中应用。本文主要针对某大型游泳馆结构(见图1)构件V形圆管柱柱顶座和柱底座的转换节点加工工艺进行阐述,为类似构件的加工制作起引导和借鉴作用。

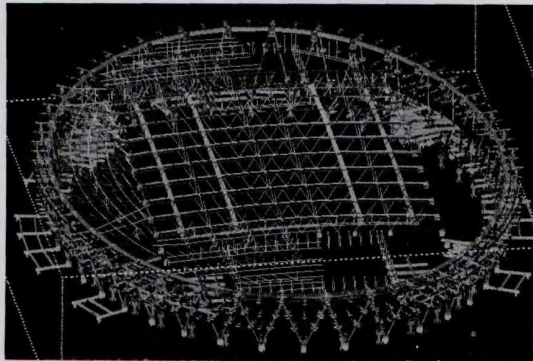


图1 游泳馆Xsteel整体建模俯视

## 2. 转换节点介绍

该工程转换节点由两个圆管柱加一个支座组成,类型均为单一的柱顶节点和柱底节点,制作时要求精度高,焊缝质量要求严格。

(1) 节点分析 V形圆管转换节点主要连接柱顶、柱底环形钢梁以及中间起支撑作用的圆管柱,在整个工程中起到核心的支撑连接作用。

(2) V形圆管柱节点制作重点和难点 ①V形圆管柱支座横向与环形钢梁连接,在制作的过程中支座焊缝比较多,需要采取合理的焊接顺序,焊后采用合理的校正方法,保证焊接变形在理想的范围内。②V形圆管柱纵向在本工程结构中起核心支撑作用,工厂在制作的过程中需要保证V形圆管柱两个圆管的定位尺寸,保证现场与圆管对接的精度。③V形圆管柱节点的横向、纵向均需要与钢梁及圆管相连接。为了保证现场对接口尺寸,就要保证支座两端的方形端口尺寸,以及与下面连接的圆管的圆度的精度。

## 3. V形圆管柱节点制作工艺探究

该工程中所有V形圆管柱柱顶、底转换节点均为单一形式,现针对两种转换节点进行阐述。

(1) 深化室出图要求 为了保证现场圆管对接的精度,要求深化室在出图时统一给出支座上表面

板四个方向端点到圆管柱耳板中心线延长线及到圆管端口的点对点尺寸。

## (2) 焊接工艺 要求如下:

第一, 焊接过程中遵循合理的焊接顺序, 即先焊收缩量较大的焊缝, 后焊收缩量小的焊缝。尽量在合理的工艺操作上减少收缩, 有效地控制支座端口尺寸。

第二, 采用多层多道焊接, 严禁宽幅摆动焊接。要求焊接时需清除前一道焊缝的焊渣以及焊道内的飞溅、杂物后才能实施下道焊接。此外, 在起弧和收弧时, 每道焊接接头应错开25~50mm, 起弧应采用回焊手法, 熄弧应填满弧坑。

第三, 直线焊接时应注意保持焊接速度均匀, 避免焊缝凹凸不平发生。

第四, 用碳弧气刨反面清根, 气刨深度要达到露出正面焊道良好的熔敷金属, 清根深度尽可能和宽度相近。气刨清根后应清理熔渣并用砂轮打磨修整坡口符合施焊要求。

第五, 采用衬垫板焊接时, 除焊接坡口根部间隙尺寸需符合设计要求外, 应使衬垫板和焊件紧密贴合, 使铁液流溶入衬垫板。

第六, 焊接完成后, 焊接部分的焊渣用铲刀或凿子清除, 周边的飞溅用铲刀或砂轮打磨清除。

## (3) 转换节点形式 如图2所示。

## (4) 构件的材质以及下料要求 该工程主要采

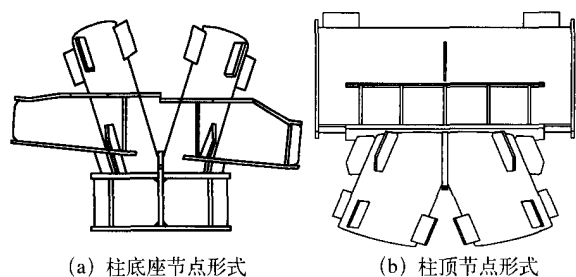


图 2

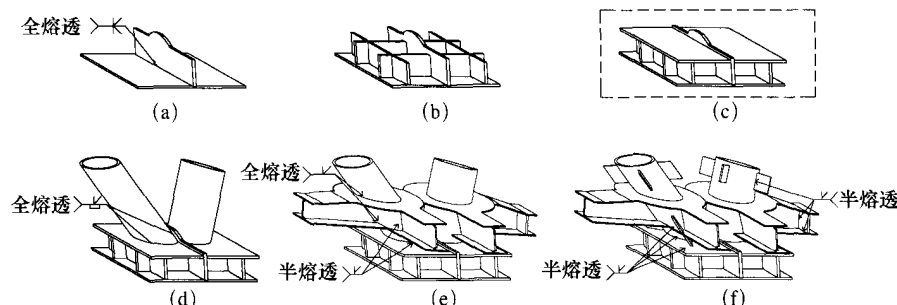


图 3

用Q345B, 其中圆管柱规格为 $\phi 600\text{mm} \times 25\text{mm}$ , 其他主结构板厚为22mm, 次结构耳板板厚为16mm。下料要求: 规则板件采用直条切割机进行下料, 不规则板件及零件采用数控切割机进行下料; 由于此构件圆管长度较短, 在装配时要求圆管不允许对接, 为了保证现场安装管口的对接尺寸, 圆管统一采用相贯线切割机进行下料。

(5) 工艺参数要求 第一, 余量加放。纵向收缩变形:  $\Delta L = K_1 A_w L / A$ 。式中:  $A_w$ 为焊缝截面积 ( $\text{mm}^2$ );  $A$ 为杆件截面积 ( $\text{mm}^2$ );  $L$ 为杆件长度 ( $\text{mm}$ );  $\Delta L$ 为纵向收缩量 ( $\text{mm}$ );  $K_1 = 0.043$  (GMAW),  $K_1 = 0.071 \sim 0.076\text{mm}$  (SAW),  $K_1 = 0.048 \sim 0.057\text{mm}$  (SMAW)。横向收缩变形: V形坡口,  $\Delta L = 0.1t + 0.6$  ( $\text{mm}$ )。

X形坡口,  $\Delta L = 0.1t + 0.4$  ( $\text{mm}$ ),  $t$ 为板厚。

第二, 焊接参数要求如附表所示。

焊接参数

| 焊接方法代号 | 焊丝型号   | 焊丝直径/mm | 焊接电流/A                              | 电流极性 | 电弧电压/V | 焊接速度/ $\text{cm} \cdot \text{min}^{-1}$ |
|--------|--------|---------|-------------------------------------|------|--------|-----------------------------------------|
| GMAW   | ER50-6 | 1.2     | 打底180~260<br>填充220~320<br>盖面220~280 | 直流反接 | 25~38  | 25~45                                   |

第三, 坡口角度: 根据构件板厚及其节点形式, 本节点统一要求坡口角度为 $30^\circ \sim 35^\circ$ 。

## 4. 工艺制作流程

(1) A柱底座节点制作工艺 (见图3)

第一, 首先按照图样尺寸在柱底板画出插板定位尺寸, 对插板进行装配焊接 (焊接采用单面焊背面清根), 焊接后经过UT检测合格后, 进入下一步工序。

第二, 按照图样尺寸画出隔板两侧劲板的定位尺寸, 然后对“井字形”构件定位、焊接 (内侧焊缝要求加衬垫焊接, 裸露在外侧的焊缝要求单面焊

背面清根)，焊接后经过UT检测合格后进入下一步装配。

第三，装配隔板两侧盖板（劲板坡口方向均为外坡口），装配尺寸检查符合要求后进行焊接，焊接后经过UT检测合格后进入下一步工序。

第四，根据图样尺寸定位隔板两侧圆管，根据底座上表面板四个角到圆管耳板延长线到圆管端口的点对点尺寸进行定位，然后进行焊接，焊接后经UT检测合格后进入下一步工序。

第五，画出H形牛腿的定位尺寸，然后将事先装配好的H形牛腿装配到圆管上进行定位、焊接，

焊接合格后进入下一步工序。

第六，根据事先设定的耳板尺寸，对耳板进行装配、焊接。

注：柱底支座所有焊缝均为全熔透二级焊缝，坡口均为外坡口，坡口角度 $35^\circ$ ，坡口间隙 $2\sim 3\text{mm}$ ；圆管与柱底座焊缝以及牛腿与圆管柱对接的环焊缝要求为全熔透二级焊缝，其余焊缝均为半熔透焊缝，要求熔深为 $0.7t$ （ $t$ 为板厚）。

（2）B节点制作工艺（见图4） 第一，根据图样尺寸，在底板上画出劲板的定位线，然后对劲板以及两侧翼板进行定位、焊接劲板装配由中

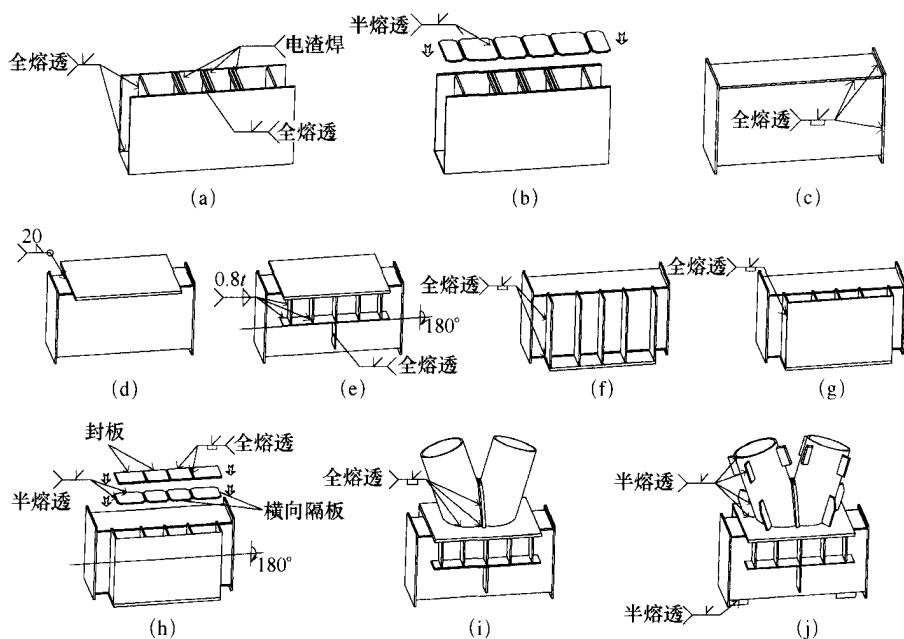


图 4

间向两边装配，内侧焊缝采用衬垫板焊接，焊接后经UT检测合格后进行下一步装配。

第二，装配箱型横向隔板，隔板与箱体焊缝要求为半熔透，焊缝熔深为 $0.7t$ （ $t$ 为板厚）。

第三，装配两侧端板（端板焊缝采用加衬垫焊接方法），端板装配后进行焊接，经过UT检测合格后进行下一步装配。

第四，如图4d定位箱体顶板位置，定位后进行焊接。要求焊缝为双面角焊缝进行四面围焊，焊脚高度 $0.7t$ （ $t$ 为顶板板厚）。

第五，如图4e所示，装配箱体外侧劲板，焊缝要求除了带孔连接板与箱体焊缝要求为全熔透二级焊缝外，其余焊缝均为角焊缝，焊脚高度为 $0.7t$ 。

第六，如图4f~图4h所示，根据图样尺寸装配

图4e所示对面的箱体（内部劲板采取由中间向两端装配、焊接，焊缝采取背面加衬垫板焊接），焊缝要求除图4h中横向隔板与箱体焊缝要求为半熔透焊缝外，其余焊缝均为全熔透焊缝。

第七，如图4i所示，根据图样尺寸画出隔板及其圆管的定位尺寸（圆管的定位：依据起割点定位耳板位置（见图5），将耳板中位线延长线到圆管端口，然后根据图样给出的端板4个端点到耳板的距离定位圆管的位置），所有尺寸定位后进行焊接（见图6），焊接后经过UT检测合格后装配耳板。焊缝要求：除了耳板焊缝要求为半熔透焊缝（熔深达到 $0.7t$ ）外，其余焊缝均为全熔透二级焊缝。

注：①本工程焊缝要求中，除钢板对接焊缝要求为全熔透一级外，其余全熔透焊缝要求均为二

