800kV高压电气产品导电杆加工及铆焊工艺

申子文[1]，张震[1]，马远斌[1]，王家文[1]，申明俭[2]
1.新程（营口）精密设备有限公司　辽宁营口　115009
2.沈阳仪表科学研究院　辽宁沈阳　110043

摘要：针对大型铝合金导电杆的结构特点，采用分体加工，配合铆焊工装，通过铆焊工装实现零部件的精确定位、焊接，经实际检验，满足技术要求。

关键词：铝合金导电杆；分体加工；铆焊

1　序言

建设特高压电网是中国优化电力发展的必然要求[1]，随着国家电网远程输电工程的建设，高压电气产品需求量日益增多。导电杆作为国内某大型高压电气厂商生产的800kV高压开关中的重要部件，对铸件的内部质量及几何公差有着较为严格的要求。本文对分体加工及能够提供精准定位的铆焊工装作重点阐述。

2　零件结构及加工工艺方案选定

（1）导电杆结构　该导电杆整体结构呈V形，弯角105°±5′，总长度接近2.6m，如图1所示。

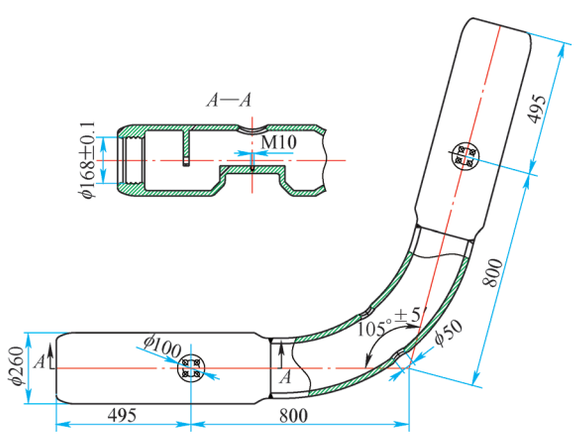


图1　导电杆结构

（2）工艺方案选定及技术难点　方案1：分体铸造完成后在毛坯状态下焊接、固溶、时效，然后加工，工艺难点在于中部弯管与两端触头难以保证在同一平面上；触头与弯管焊接后的弯角105°±5′，焊接与热处理后的变形量难以控制，会远远超过触头两端外圆的加工余量；铸件尺寸大，刚度大，结构特殊，矫形困难；整体加工效率低，且需要大型五轴龙门机床，设备成本高。

方案2：采用分段精加工后，配合定位工装，焊接后即成品。工艺难点在于分段加工，中间弯管部分焊接坡口及定位止口的精确加工；配合铆焊定位工装保证焊接角度公差。

综上所述，对两种工艺方案进行对比后，从工艺难点的可控性及加工效率考虑，初步确定方案2为优选方案。

3　分段加工工艺

（1）弯管部分加工工艺　弯管部分采用沈阳机床股份有限公司生产的TKP6511数控镗床加工，其要点在于如何控制加工基准与铸形基准重合，并在此基础上精准地加工出弯管两端的定位止口。考虑到划线困难，采用辅助线画法，在机床加工前采用坐标系变换的办法来确保加工基准与铸形基准重合，具体操作办法如下。

1）铸件表面除水平线外只划一条辅助线，将铸件夹压后，将辅助线沿X轴方向找正，工作台B轴（机床回转中心）逆时针旋转52.5°，获得图2所示的摆放位置，此状态下按毛坯外圆、端面确定A端坐标(x_1，y_1)，进而获得B端在变换坐标系前的坐标(x，y)。

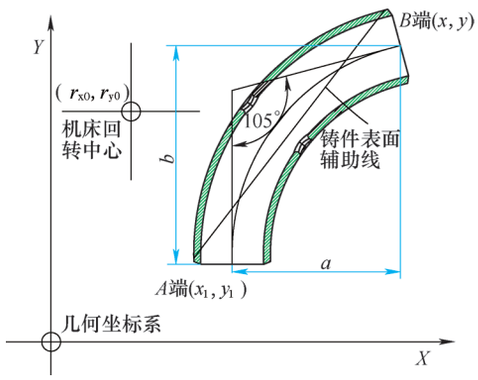


图2　导电杆摆放位置

2）工作台按回转中心逆时针再次旋转255°，获得如图3所示状态，然后利用平面内逆时针绕点旋转坐标变换公式，获得B端变换后的坐标（x_0，y_0）。

$$x_0=(x-rx_0)\cos a-(y-ry_0)\sin a+rx_0$$

$$y_0=(x-rx_0)\sin a+(y-ry_0)\cos a+ry_0$$

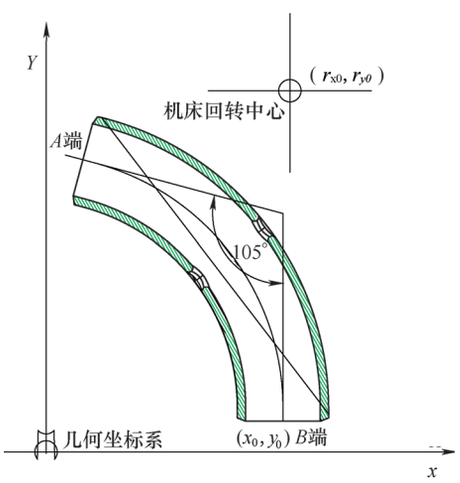


图3　工作台状态

在四轴数控镗类机床中，笛卡尔几何坐标系中的y坐标与机床坐标系中的$-z$坐标对应，因此$z=-y_0$；以此通过笛卡尔几何坐标系的x、y变换关系来确定机床坐标系中的x、z坐标。在铸件不划加工基准线的条件下，通过此方法能够保证弯管两端的加工基准与铸形基准重合，并在此基础上完成两端定位止口的准确加工。

（2）直端触头部分加工工艺　直端触头部分采用沈阳机床股份有限公司生产的TKP6511数控镗床加工，一次装夹加工触头里口、坡口及侧面螺栓孔；车削触头整体外圆轮廓，并保证外圆尺寸ϕ（260±0.1）mm。

4　铆焊工装设计、制作及焊接

铆焊固定如图4所示，为保证铆焊固定工装定位的准确性，将基础板与粗加工后的V形定位块，通过销孔定位及沉头螺栓预紧， V形定位块与基础板的连接方式如图5所示，然后使用大型数控龙门铣加工4处定位V形槽，以确保V形槽与触头外圆定位的准确性。在焊接固定前，使用高度尺将两端触头焊件加工好的上平面找平，中间焊件弯管与两端触头加工时设计定位止口，通过止口配合准确对接，触头端面设置定位挡板，对接好后将三部分焊件通过拉杆、螺栓与固定压板预紧固定。

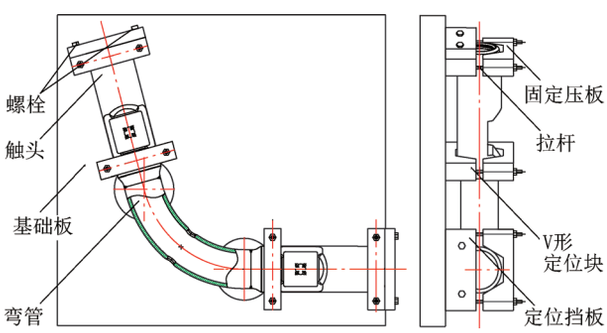


图4　铆焊固定

焊接过程：先在圆周焊缝上分布4点，将焊件定位焊，然后再分层熔焊，保证焊件在凝固过程中收缩均匀，最大限度地减少变形，待工件自然冷却后，松开压板，回炉时效，最后进行打磨抛光处理，成品照片如图6所示。

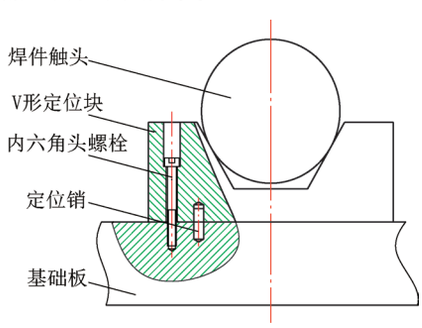


图5　V形定位块与基础板的连接方式

图6　成品

焊接变形对铁路货车端梁与冲击座铆接间隙的影响

李永军，汤文飞，张出蕾
中车西安车辆有限公司　陕西西安　710000

摘要：焊接变形是影响结构设计完整性、制造工艺合理性和结构使用可靠性的关键因素。70t级铁路货车底架主要由中梁、牵引梁、端梁、枕梁及侧梁等部件组焊而成。而底架端梁在组焊中产生焊接变形，造成冲击座与端梁腹板铆接间隙超限，直接影响货车的制造质量。通过对70t级铁路货车冲击座处端梁腹板焊接变形的跟踪测量，分析得出结论，为解决冲击座与端梁腹板铆接间隙超限问题起到指导作用。

关键词：焊接变形；组对尺寸；焊接参数；焊前预防

1　序言

中车西安车辆有限公司在70t级铁路货车制造过程中，在底架（见图1）组装工序，牵引梁与端梁组对焊接后（见图2），因端梁腹板受热变形，进而导致端梁在组装铆接冲击座（见图3）时，出现个别冲击座与端梁组装铆接后二者间隙在1~2mm，且深度

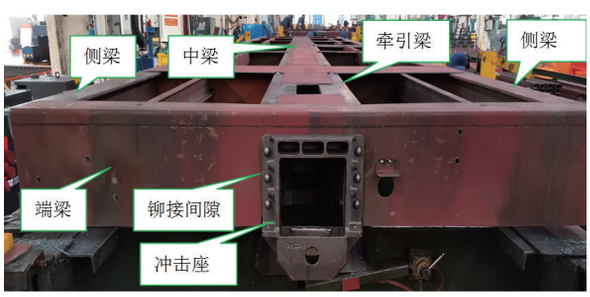
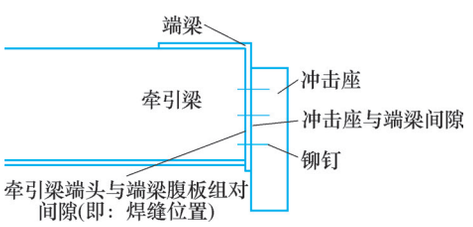
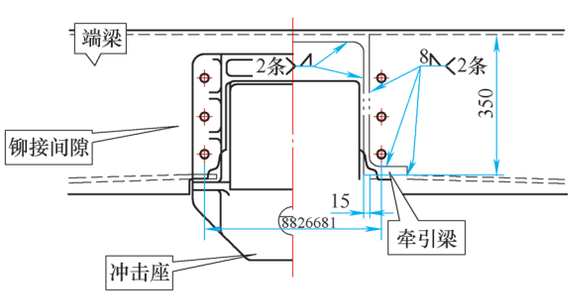


图1　铁路货车NX70底架实物

图2　铁路货车NX70牵引梁与端梁组成实物



a）侧视图



b）主视图

图3　牵引梁与端梁及冲击座组合

5　结束语

采用分体加工，配合铆焊工装进行整体拼装焊接，既兼顾了加工精度及加工效率，同时也保证了整体焊接后的角度公差。

参考文献：

[1] 余良清，王洪涛，魏俊梅，等.1100kV盆式绝缘子研制开发[J].高压电器，2016（6）：29-33.

[2] 王家文，李胜君，程俊明，等.超高压产品大型铝合金导体铸焊结合工艺研究[J].中国铸造装备与技术，2020（5）：67-69.

MW 20210315