# INNOVIA300型转向架构架加工工艺

吴月峰，葛怀普，赵明明，王震宇
中车浦镇庞巴迪运输系统有限公司　安徽芜湖　241000

**摘要**：以INNOVIA300型转向架构架为例，分析其结构组成及特点，在传统工艺的基础上进行调整和优化，取消焊后退火工序，改用调平后进行划线和机械加工的方法来控制变形量，满足了加工需求。

**关键词**：跨座式单轨；转向架；构架；定位工装；垂直度；变形

## 1　序言

转向架在很大程度上决定了单轨列车的运行性能，而作为转向架最核心的部件，构架是列车承载和传力的基体，也是转向架众多部件联结的主体骨架，是一个受力复杂的结构部件。它不仅承载车体上部所有的质量，而且承载并传递列车运行中产生的垂向、纵向和横向3个不同方向的作用力，其质量对转向架性能有着至关重要的影响。跨座式单轨车辆构架采用单轴非对称式结构，与常规钢轮钢轨地铁转向架有较大差异。

## 2　INNOVIA300型构架设计特点

传统地铁车辆转向架构架整体结构为H形。以DGY-470系列地铁车辆构架（见图1）为例，其由侧梁、横梁和端梁等部件拼焊而成。

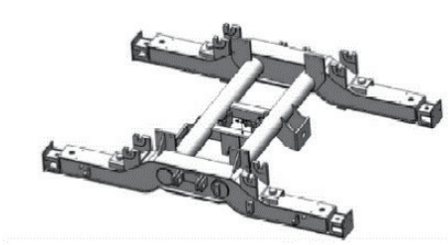

图1　DGY-470系列地铁车辆构架

与传统地铁转向架构架结构不同，INNOVIA300型跨座式单轨转向架构架结构紧凑复杂，由电动机吊座、基础框架、二系悬挂臂、牵引杆安装座及其他焊接件组焊而成，为焊接钢结构，构架总成如图2所示。构架上装有 4 个导向轮、 2 个稳定轮，通过沙漏型橡胶弹簧支撑车体，沙漏簧具有垂向和横向弹性，能够允许转向架相对车体产生转角，使车辆顺利通过小半径曲线。

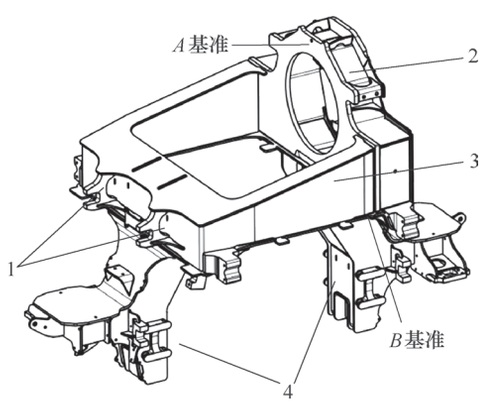


图2　构架总成

1—牵引杆安装座　2—电动机吊座　3—基础框架
4—二系悬挂臂

## 3　加工方式的比选及优化

传统加工方式包括单件加工后再拼焊和毛坯件拼焊后整体加工两种。前者的优点是在满足尺寸公差的基础上，效率相对较高，适合车间工位制节拍化生产；缺点在于整体尺寸精度较差，不适合精度要求＜1mm的构架。后者的优点在于工件稳定性好，整体尺寸精度较高；缺点在于需对构架整体进行热处理，工序瓶颈较大，且对设备要求较高。由于INNOVIA300型构架加工精度高、无需焊后热处理，所以这两种方式均不适用。需基于传统工艺做进一步的调整，以满足加工需求。

## 4　工艺流程设计

在传统的毛坯件拼焊后整体加工的工艺基础上，进行有针对性的调整。在划线工序之前新增调平工序，对构架焊后的加工基准面调至同一水平面。取消传统工艺中的退火工序，调平后进行划线及机械加工，加工结束后使用专用设备进行尺寸检测。

（1）调平　传统的构架加工工艺无调平工序，针对INNOVIA300型单轨构架结构紧凑、尺寸精度高的特点，焊接完成后，两侧二系悬挂臂因收缩变形而不在同一水平面，影响后续机械加工。需要在构架划线工序之前增加调平工序，将两侧二系空簧面调至同一水平面上，既可保证构架整体结构不变形，又可确保各加工面有充足的加工余量。

（2）构架划线　将*B*基准（见图2）与工装定位基准贴紧，将两空簧面调至同一水平面上。检查引擎板是否有加工余量，若没有加工余量，则重新调整两空簧面，保证厚度8mm。调整完毕后，将螺栓紧固，使构架紧固在工装上。确定*A*基准竖直方向尺寸，并对构架竖直方向加工尺寸划线。翻转工装90°，确定*A*基准水平方向尺寸，并对构架水平方向加工尺寸划线。*X*方向加工尺寸由机床程序中已设置完成的相对坐标确认。

（3）构架整体机械加工　跨座式单轨转向架构架加工工艺流程为：开工前准备→构架装夹→加工引擎板和制动夹钳→加工牵引连杆、稳定轮、集电靴（左）和连接座（左）→*Y*轴翻转90°加工导向轮→*Y*轴翻转90°加工集电靴（右）和连接座（右）→加工二系簧面。

（4）使用专用量具检测　机械加工前使用高度尺划线确保加工余量；机械加工后使用三坐标检测设备并检验加工精度。

## 5　工艺创新

传统的构架加工工艺需在划线前对构架整体进行退火热处理以消除焊接残余应力，控制焊接变形。这种方法投入的成本大、耗费的时间长，且对场地、设备操作人员等要求较高。通过制定合理的焊接工艺参数、设计工装定位以及适当的反变形放量，可以有效地降低焊接残余应力，控制构架的焊接变形，保证构架的整体尺寸，故可不采用热处理工序，从而节省大量的人力、物力成本。

## 6　焊接中的工艺放量

由于构架各部件在焊接过程中会产生收缩变形，所以为了保证构架制造完成后的尺寸满足图样设计要求，在构架基础件下料时进行相应的工艺放量，经实物批量加工验证合格。

1）导向轮安装座长度与厚度方向均加3mm的工艺放量，这样既保证了焊接完成后基准到边尺寸，又保证了机械加工钻孔后孔到边的壁厚。

2）下盖板长度方向加1mm的工艺放量，对应的内外立板、上盖板也加长1mm，保证了焊接完成后二系悬挂臂组装的尺寸精度。

构架整体为全焊接结构，设计焊缝部分为全熔透焊缝，包括单面焊双面成形，对接头间隙、坡口角度和钝边尺寸要求较高。通过对试制构架关键位置的全熔透焊缝的间隙及钝边尺寸进行分析，确定了工艺优化的放量更改：①全熔透焊缝位置间隙放量为3mm，保证焊缝熔透。②全熔透纯对接焊缝钝边尺寸更改为（0.8±0.2）mm。

通过不断改进与优化工艺，构架焊接完成后的实际尺寸已达到稳定状态，满足了图样设计要求。

## 7　稳定轮安装座焊后对称度的保证

稳定轮安装座焊后变形较大，加工时存在一侧加工量不足、另一侧加工量过大的情况，影响后续稳定轮的安装。

解决措施：调整焊接顺序。针对二系悬挂臂焊后向一侧偏移的情况，先焊接对称侧焊缝以提供变形约束。此外，在构架总组工装上设计侧梁定位工装（见图3），除对稳定轮安装座组装定位尺寸进行严格控制外，同时也对焊接变形提供一定的约束。

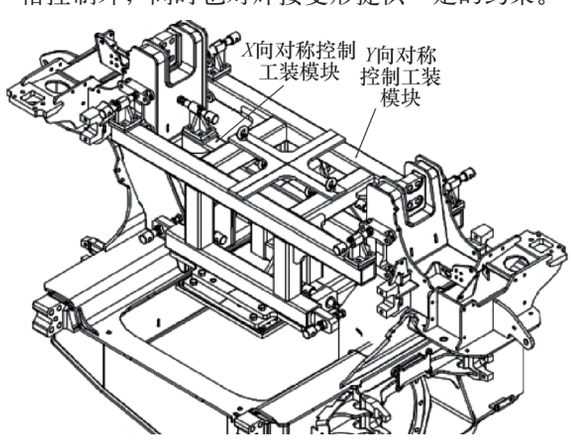


图3　侧梁定位工装

（下转第30页）

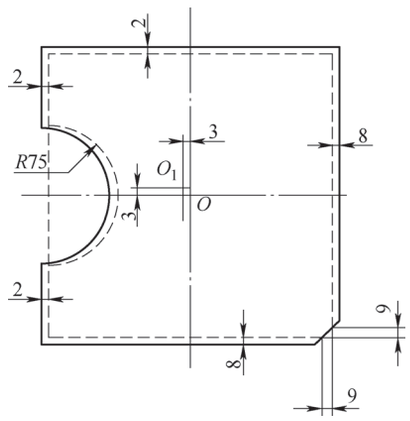


图10　以$O_1$点作为划线基准

## 4　结束语

在机械加工厂里，专门从事划线工作的人员被称为划线工。一般由经验丰富的老员工担任。从以上案例可以看出，划线工的工作对于保证产品质量和节约成本起了很大的作用，应该受到足够的重视。

**参考文献：**

[1] 邓文英. 金属工艺学[M]. 6版. 北京：高等教育出版社，2016.

[2] 郗安民. 金工实习[M]. 北京：清华大学出版社，2009.

[3] 石治源. 划线工手册[M]. 沈阳：辽宁科学技术出版社，1982.

[4] 天津市第一机械工业局. 划线工必读[M]. 天津：天津科学技术出版社，1981.

MW 20210709

## 专家点评

该文所述借料找正的方法易学易懂、简单实用。针对不合格毛坯的缺陷部位进行灵活划线，兼顾毛坯的形状和尺寸重新分配余量，取长补短，避重就轻，优先保证关键尺寸余量，适用于不合格毛坯的早期补救，对于保证产品质量和节约成本起了很大作用。

（上接第27页）

## 8　解决横向减振器厚薄不均问题

横向减振器焊接完成后平面度超差，机械加工后出现厚薄不均的问题，对后工序安装螺栓造成影响。

解决措施：调节加工工序为先机械加工再焊接，通过机械加工保证牵引杆连接座厚薄一致，通过合理的焊接工艺保证几何公差。

## 9　解决制动板外侧垂直度超差问题

制动板外侧设计加工量仅有2mm，焊接完成后垂直度超差会引起该部位加工时无加工余量，是今后列车运行时的一个潜在风险。

解决措施：增加电动机吊座定位工装1mm反变形量，通过反变形调节焊接收缩引起的偏差影响。

此外，在机械加工划线工序时，通过调节两边空簧面高度来调节电动机板的垂直度，在保证两边空簧面最大高低差≤2mm的情况下，尽可能使电动机板垂直，使得空簧面与制动板外侧均留有较大加工余量。

## 10　结束语

跨座式单轨转向架构架整体结构紧凑复杂，加工部位多、精度高且难度大，构架质量对整车性能有至关重要的影响。对于该类重要部件，除掌握焊接知识外，还必须对机床、夹具、刀具和工件加工工艺特点进行分析，改进加工工艺，才能完成工件的加工，生产出合格的产品。除焊接工艺外，技术人员在机械加工工艺准备、工艺实施和工艺改进过程中，必须细致、谨慎和认真地做好每一步工作，才能设计出严谨且合理的工艺流程。

**参考文献：**

[1] 顾一新，齐瑞祥. 机车转向架构架制造工艺探讨[J]. 电力机车与城轨车辆，2006，29（2）：65-66.

[2] 李秀艳，王雪岭，王伟，等. 动车组转向架构架加工技术研究[J]. 组合机床与自动化加工技术，2016（2）：141-143，148.

[3] 孟凡勇. 动车组转向架构架加工工艺分析[J]. 机械研究与应用，2012（3）：96-97.

[4] 汪海华，倪宝成，汤志钧. 25T型客车转向架构架加工工艺优化[J]. 轨道交通装备与技术，2015（2）：33-35.

MW 20210721