大型箱型梁焊接工艺及翻转工装设计

安存胜　聂福全

【摘要】大型箱型梁结构件焊接时由于焊缝较长、焊缝位置较多，所以在焊接过程中需要不断翻转工件才能实现不同焊缝的最佳焊接位置。但因大型箱型梁尺寸较大，刚性较差等因素，采用传统起重机翻转的方式容易造成工件的变形及安全事故，因此需要设计专用翻转工装解决上述问题。

关键词：箱型梁；焊接；翻转；工装

大型箱型梁钢结构件在进行焊接时，由于焊缝较长且焊缝的位置不同，因而工件需要多次翻转才能完成不同位置焊缝的焊接作业，既对安全带来隐患，同时又容易造成吊装和翻转过程中箱型梁的变形。而减少翻转次数和工件不翻转，又难以使工件不同焊缝均处于最合适的“船型焊”位置；另外某些焊缝还需要采用立焊或是仰焊的方式作业，对焊工的操作技能要求极高，且难以保证焊接操作技能；同时由于不能采用半自动焊或龙门自动焊作业方式，焊接效率也受影响。因此对于大型箱型梁的焊接，其关键要素是采用特殊的方法来实现工件的快速翻转作业，从而提高箱型梁的焊接质量和焊接效率。

1. 工件结构翻转分析

以图1所示大型箱型梁为例，该工件属于典型的长条箱形梁结构，主要由上盖板、下盖板、两侧腹板组焊而成，材料为Q235A，板厚为8~10mm，长度一般为18.5~31.5m。从该工件的结构特点来看，工件上部有内外四条纵向焊缝需要焊接（图中标出了一处内焊缝技术要求），下部有两条纵向外焊缝，若要完成工件所有焊缝的焊接，则至少需要翻转两次。传统翻转形式采用钢丝绳兜住箱型梁下部，用夹钳夹上盖板1外沿部位，利用主副钩升降协作和起重机的移动，通

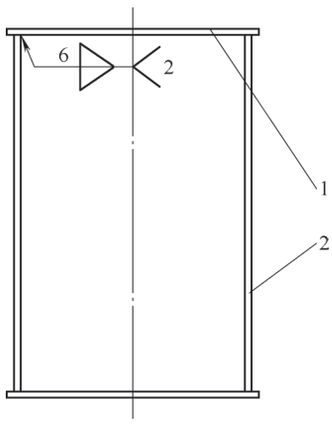


图1　箱型梁截面结构示意

1.上盖板　2.腹板

艺措施后，侧梁旁弯及立弯的变形难题已经得到有效的解决，侧梁直线度得到明显提高，侧梁各处测出的最大数据3mm在工艺要求的范围内。不仅保证了底架的质量，同时也为车体总组成顺利进行提供了保证。

参考文献：

[1] 机械工业技师考评培训教材编审委员会.冷作工技师培训教材[M].北京：机械工业出版社出版，2001：4.

作者简介：竺星星，中车南京浦镇车辆有限公司。

MW 20171115

过工件自身的重力惯性逐渐翻转的方式。由于夹持部位较少，且翻转力和翻转速度的不均匀，因而工件的变形就在所难免，这些变形一是容易造成产品外观质量较差，二是容易造成箱型梁的力学性能发生变化，严重影响箱型梁的强度、刚度和稳定性；同时不仅翻转效率低，安全隐患大，而且在翻转过程中起重机使用频率高还容易造成其他工序停工等待，因此对现有翻转方式进行改进是优化箱型梁焊接工艺的关键技术之一，必须采取措施加以解决。

2. 箱型梁翻转的解决措施

通过对箱型梁制作过程及翻转过程的深入研究分析，借鉴齿轮回转支承的内啮合齿系传动结构原理，若辅以设计有效快捷的定位夹持机构，通过齿轮传动方式，即可使箱型梁获得均匀的翻转和变位，有效解决上述问题。按照前述思路设计的箱型梁翻转工装结构如图2所示。该工装采用内齿轮齿圈啮合传动作为翻转的传动装置，按照功能划分，工装主要结构可分为工件定位夹紧和内啮合齿轮翻转两大结构部分，考虑到箱型梁的结构尺寸和重量均较大，为提高工装的定位和使用效果，增加了翻转力矩和翻转稳定性，采用两对齿轮回转系和四组滚轮的设计结构形式，增加定位面积，以避免由于箱型梁长度较长而造成的重心偏斜，出现工件“倾翻”情况；更重要的是由于设计了两套内啮合齿轮驱动装置，所以当一套装置发生故障时，可利用另一台装置将工件回转的合适位置，实现工装使用安全的冗余性设计。

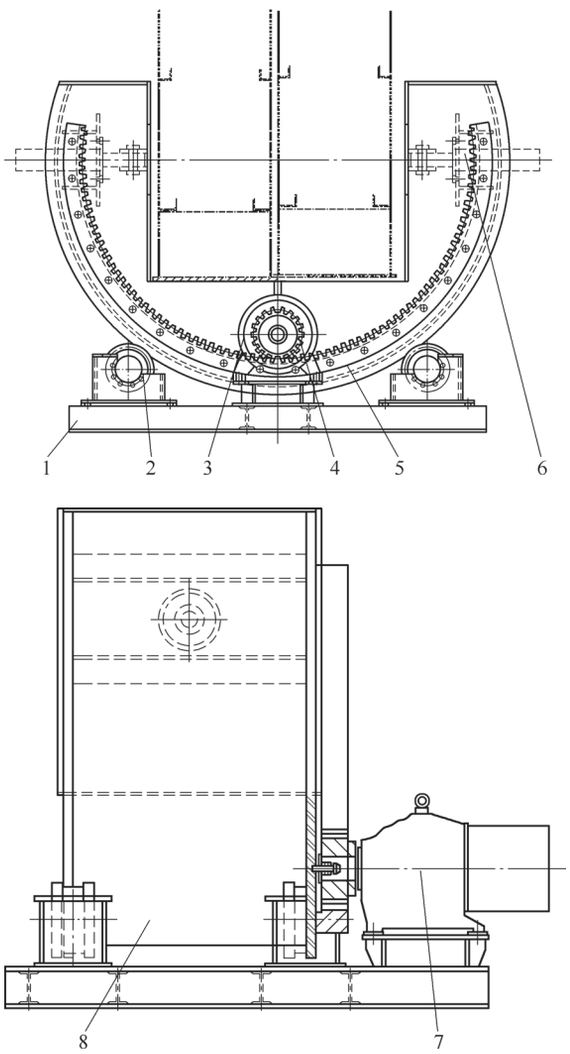


图2　翻转工装结构示意

1.底座 2.滚轮 3.定位座 4.驱动齿轮 5.大齿圈 6.液压缸 7.电动机 8.翻转架

工装的工作原理是三合一电动机8经过减速后带动驱动齿轮4低速旋转，驱动齿轮带动与之啮合的大齿圈5使之产生同步旋转实现工件的变位，从而有效解决焊缝的焊接角度难题。由于翻转架7的支撑采用了滚轮结构，故采用滚动的形式代替滑动支承，因而翻转过程中阻力较小，达到了翻转轻便的效果。

3. 翻转工装的使用

翻转工装在实际使用过程中，使翻转工装处于箱型梁的中间位置（较长的箱型梁应设置两台翻转工装，布置在箱型梁两端），以工件上部底平面与翻转工装定位座3配合，将箱型梁各组成零件在工装上按照图1所示的方式定位连接。为确保箱型梁各板材零件定位的尺寸精度，可以在箱型梁内部安装一些可调辅助支撑，用以各零件之间的定位并提高连接刚性。为实现内焊缝的自动化焊接，此时箱型梁下部仅有外焊缝的盖板可先不装配，使箱型梁以U型槽结构形式定位

（下转第29页）

喷涂层没有被吹损；另外在对吹损处补焊时，未能将表面喷涂层打磨干净，因此补焊时会将微量的喷涂元素溶进焊缝，致使淬硬性增加，焊缝内杂质增多，加上管子表面补焊时冷却速度较快，导致产生热裂纹。

综合分析结果如下：

第一，补焊层内发现较多热裂纹，这是管子泄漏的直接原因。

第二，补焊层的热裂纹（表面龟裂及内部结晶裂纹）在正常焊接规范时均不易产生，分析其原因，是因为残留的微量喷涂元素被溶入焊缝，导致杂质增多（产生结晶裂纹）、淬硬性增加（产生贝氏体组织）。

第三，对于表面喷涂管如果需要焊接或补焊，在焊接前必须将管子表面的防磨喷涂层彻底打磨并去除干净，然后再进行焊接，这样能有效防止热裂纹的产生。

4. 结语

2011年11号炉水冷壁表面防磨喷涂管子焊接和补焊后，在运行中焊缝接连发生两次泄漏。经过研究分析，发现这两次泄漏是由于经过表面防磨喷涂的管子在焊接前未将涂层去除干净，焊接冷却过程中在焊缝中会产生微小热裂纹，并经过一段时间运行后，这些微小热裂纹在工作应力和温度的共同作用下，裂纹不断扩展、相连，最后贯穿整个管壁，导致泄漏停炉事故。在随后的检修焊接过程中，重视了喷涂层残留元素对水冷壁管子焊接质量的不良影响，在焊接前彻底将管子表面的喷涂层打磨清除干净，再进行焊接，至今运行6年多来，虽然焊接过100多个焊口，但无一因产生热裂纹而发生泄漏事故，经济效益巨大。

作者简介：陈培生，中国华电集团公司望亭发电厂。

MW 20171115

（上接第25页）

在翻转工装上，顶紧两侧液压缸6，从而将箱型梁牢固的安装在翻转工装上，采用龙门自动焊机，先进行箱型梁下部内外焊缝的焊接作业，由于翻转工装装夹固定而导致部分长度无法完成的外焊缝，可以通过吊装工件在翻转架上纵向移动或是焊接完成后将工件吊下补焊的方式解决。

箱型梁上部内外焊缝全部焊接完成后，吊装另一块盖板，按照图样规定的尺寸在已焊接完成后U型槽上定位并采用负重压紧、手工点焊的方式进行点固后，启动电动机，通过内啮合齿轮系带动固定在翻转架上的工件呈顺时针和逆时针不同方向回转，达到合适的焊缝角度后进行剩余外焊缝的焊接作业。由于采用内啮合大齿圈齿轮传动机构，翻转过程中不会出现齿轮与齿轮之间、工件与滚轮之间滑动，因而齿轮扭矩传递均匀，翻转过程平稳可靠。另外，配合两侧液压缸夹紧机构，使得整个翻转过程快速安全，两侧各翻转90°，大约需要1min。该翻转工装的使用，极大地减少翻转时间，提高了箱型梁焊接效率，消除翻转过程带来的不安全因素。

4. 效果

该翻转工装有效解决了大型长条形状箱型梁的焊接变位难题，且结构简单、使用方便、可靠性高、操作容易。由于采用了齿轮内啮合齿的传动方式，使维护保养非常容易，故障率低，取得了令人满意的使用效果。

作者简介：安存胜，河南林业职业学院；聂福全，河南卫华重型机械股份有限公司。

MW 20171115

《金属加工（热加工）》2017年第23-24期广告目次

库卡机器人（上海）有限公司	8168	封面A
金属加工杂志社	8000	封二A
法国液化空气焊接公司上海代表处	1404	封面B
伊达新技术电源（昆山）有限公司	1925	封二B
泰佰亿（山东）工业有限公司	5032	封三
昆山京群焊材科技有限公司	5123	封底
江苏丰东热技术股份有限公司	5098	前彩1
天津天高感应加热有限公司	1943	前彩2
神基科技股份有限公司	2062	前彩3
十堰天舒机电科技有限公司	1947	前彩4
盐城高周波热炼有限公司	5326	前彩5
因德特伦精密机械（太仓）有限公司	1904	前彩6
金属加工杂志社	8000	I
北京金威焊材有限公司	1161	III
2018慕尼黑上海光博会	8039	P7