



高速动车变压器油箱出线端子板焊接变形控制

李香情 张秀云 李丹丹

【摘要】 针对高速动车组牵引变压器油箱出线端子板的焊接变形，本文从产品结构、应力分析等方面着手，进行详细的工艺分析，制订出合理的焊接顺序，设计实用的焊接工装，制定一系列的工艺控制措施，控制了出线端子板部件的焊接变形。保证了产品焊接完成后，出线端子板平面度达到图样要求。通过试验证明，该工艺有效地提高了产品质量和生产效率。

1. 概述

随着一条又一条高铁线路的开通，标志着中国铁路从此进入了高速动车时代。牵引变压器油箱作为高速动车组的关键部件，悬挂在高速动车组车体底架下，因此对牵引变压器油箱要求精度高、安全性可靠。

牵引变压器油箱上面的出线端子板，是变压器出线端口。出线端子板上安装的插拔头直接与油箱体内部连接，需要完好的密封性，因此要求出线端子板密封面平面度极高。客户图样要求安装面的平面度 $\leq 0.2\text{mm}$ ，给出线端子板的焊接带来了很大的困难。

2. 工艺分析

(1) 产品结构分析 牵引变压器油箱出线端子板安装在箱壁侧面，板面上存在8个插拔头密封面，密封面平面度要求 $\leq 0.2\text{mm}$ 。由于出线端子板由6mm厚的0Cr18Ni9不锈钢板切割而成，并且四周与箱壁和箱沿进

行全熔透焊接，所以焊后变形比较大，无法保证0.2mm的平面度要求（见图1）。

(2) 现有工艺路线 国外一些厂家为保证密封面的平面度，使用的工艺路线：先焊接出线端子板，然后调节出线端子板的平面度，最后在油箱箱体整体焊接调校完成后再进行密封面位置的机加工，如图2、图3所示。该工艺完成一个油箱，周期长、成本高，不是一种合适的焊接工艺。

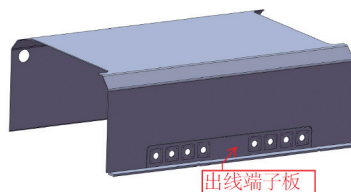


图1 油箱出线端子板位置

(3) 变形情况分析 出线端子板四周都有焊缝，与箱壁连接处为3DHV的对接焊缝，与箱沿连接处焊缝为6HV/a4的T形接头焊缝，如图4所示。

当在自由状态下将出线端子板四周的焊缝焊接完成后，纵向产生的变形很大，板中间由于焊接收缩，向上凸起，致使直线度严重超差，如图5所示。而横向方向，同样由于焊接收缩，出线端子板中部位置往外凸出，致使



图2 油箱焊后在数控机床上加工密封面



图3 机加工后的密封面

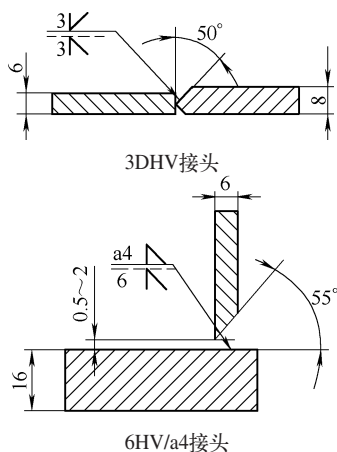


图4 出线端子板焊缝接头形式

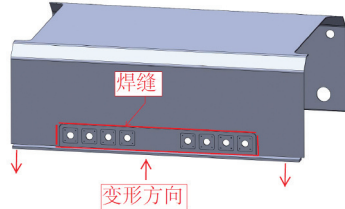


图5 焊后纵向变形示意

出线端子板表面凹凸不平。

另外，由于出线端子板四周的焊缝收缩产生的应力，使出线端子板中间突起。

鉴于以上几种变形，导致出线端子板安装面的平面度根本无法调校到图样要求的 $\leq 0.2\text{mm}$ ，因此只能采取焊后再机加工安装面的方法来保证。

3. 工艺控制措施

(1) 工艺路线优化 改变出线端子板密封面的加工顺序。老工艺是先进行出线端子板的焊接，待油箱整体焊接完成后，再进行安装面的加工。改进工艺为先进行出线端子板安装面的加

工，然后再进行产品的组焊。改进工艺的关键就是要控制焊接过程中出线端子板的变形，保证焊接后出线端子密封面平面度仍然在 0.2mm 范围内，或者经过细微调校可以达到 0.2mm 的要求。

(2) 工艺实施步骤 首先，将出线端子板在激光切割下料完成后，对密封面进行平面度机加工，保证密封面平面度 $\leq 0.2\text{mm}$ ，如图6所示。

其次，制作出线端子板防变形工装，防止出线端子板焊接变形。工装通过内外夹紧的方式使出线端子板强度加强，以控制焊接过程中的横向焊接变形，如图7所示。

第三，用工装把出线端子板夹紧，再与箱沿组装焊接。焊接时，箱沿必须在焊接平台上压紧，并且在纵向方向预制 3mm 的反变形量。先焊接油箱内侧焊缝，再外部清根焊接，最后焊接油箱内侧焊缝盖面层，如图8所示。

第四，焊接完箱体及附件所有焊缝后，调校油箱箱体箱壁平面度，然后松开防变形工装，确认安装面平面度是否达到图样要求。

4. 结语

新的出线端子板焊接变形控制工艺，现场试验效果显著。焊接完成后的出线端子板安装面，在不用调校的情况下，完全满足



图8 工装夹紧焊接

0.2mm 平面度的要求。

采用该工艺措施总体优点如下：

(1) 简化了工艺 新的工艺把出线端子板密封面加工由焊后加工改为焊前加工，降低了加工难度，提高了加工效率，减少了加工成本。

(2) 平面度的调校难度降低 旧工艺是在焊接完成之后，将出线端子板密封面位置平面度调校到 1mm 以内才能进行焊后加工，调校难度比较大，调校时间也比较长。新工艺在焊接完成后，出线端子板密封面位置不用进行调校，省略了调校时间。

(3) 减少工序，缩短了周期 采用新工艺缩短了牵引变压器油箱的生产周期，降低了生产成本。

参考文献：

- [1] 吴勇，龙谷宗，胡贵. 高速动车组牵引变压器油箱的涡流场及温度场计算与分析 [J]. 电子世界, 2013 (6).
- [2] 薛松柏. 焊接材料手册[M]. 北京：机械工业出版社，2006.
- [3] 冯勇，刘梦安. 牵引变压器油箱漏油的故障诊断分析[J]. 机械工程师，2012 (4).



图6 密封面加工完的出线端子板



图7 防变形工装

作者简介：李香情等，株洲联诚集团地铁铝部件事业部技术副经理。

MW 20160516