# 直流变压器油箱箱壁、箱沿变形原因及控制措施

张海燕　郭建霞

【摘要】通过分析直流变压器油箱、箱沿变形的原因，探索出一套适用于该结构油箱的防变形和整形措施，实现了对变压器油箱内径尺寸的控制。

## 1. 概述

近年来，随着我国超高压输变电工程的快速发展，直流变压器、换流变压器越来越多，我公司的主营业务是加工变压器油箱及其零部件。油箱的焊接质量直接影响着变压器的外观和密封质量。

直流变压器油箱结构不同于常规的交流变压器油箱，其结构一般都是桶式油箱，桶式油箱分为油箱和箱盖，通过螺栓联接而成。油箱长轴箱壁为折弯加强铁，短轴箱壁为扁钢加强铁，阀侧升高座从短轴箱壁出线。油箱尺寸一般为10m×3.5m×5m，如图1所示。

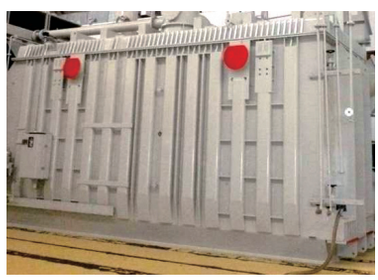


图1　直流变压器油箱结构

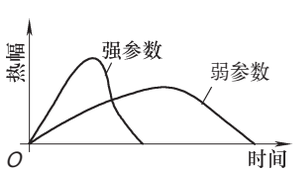



图2　滚焊焊接参数

表2　波纹管组件滚焊参数

| 滚轮直径/mm | 电极端面宽度/mm | 驱动气压/kg | 充电电压/V | 脉冲频率/P·s$^{-1}$ | 变压比级次 |
|---|---|---|---|---|---|
| 125 | 1.0 | 5.5 | 700~800 | 25.0 | 1 |
| 电极端面形式 | 电极材料 | 待焊件厚度/mm | 电极压力/N | 充电电容/μF | 转速/r·min$^{-1}$ |
| H型 | 铬锆铜 | 0.12 | 60~70 | 250 | 4.5~5.5 |

0.6MPa，合格后进行总装，然后进行灵敏度更高的氦气检漏。

统计后发现，波纹管组件滚焊焊缝一次试压合格率为95%，焊缝表面无明显缺陷，无烧穿、溢出、压痕过深及表面飞溅等缺陷，发生泄漏的多是因为某个点或某一小段未焊透所致，分析认为这与波纹管的清洁度及装配间隙有关。调整后，通过补焊全部达到设计要求，未出现一件废品。

## 7. 结语

（1）核用真空阀波纹管组件焊缝质量要求较高。通过制作适当的工装，确定适当的电极材料和端面尺寸，选择合理的焊接顺序和焊接参数，可以保证0.12mm厚的1Cr18Ni9Ti波纹管组件滚焊焊缝质量。

（2）工件的焊前清理以及装配间隙是影响滚焊质量的重要因素，对于装配间隙较大的工件，适当加大电极压力，可取得良好的效果。

（3）因未焊透发生泄漏的焊缝，再次补焊可达到设计要求，不会影响正常使用。

作者简介：王田勇等，西安泵阀总厂有限公司。

MW 20151212

油箱整体焊接完成后，由于邮箱箱壁及箱沿的直线度超差，箱壁向内侧变形，所以出现油箱宽度变小的情况，如图2所示。

### 2. 原因分析

经观察和测量，分析出现上述问题的根本原因就是长轴箱壁发生了内凸焊接变形，从而带动箱沿长轴方向在宽度尺寸上发生了变化。

根据这一状况，查找导致变形的原因有以下几方面：

（1）长轴箱壁尺寸较大，采用的是单片焊接，箱壁厚度为10mm，单片箱壁的加强铁数量均多于10根，厚度为22mm。加强铁较多，焊缝集中，焊接热量大，焊接后产生变形，致使箱壁发生了长轴方向向油箱内侧的变形，从而导致油箱短轴内径尺寸变小，如图3所示。

（2）长轴箱壁尺寸约为10m×5m，并且采用了折弯结构，由于折弯角度的大小存在误差，因此误差的大小对箱壁的折弯幅度有较大的影响，从而影响了油箱的内径，如图4所示。

（3）箱沿厚度20mm，宽度100mm，薄且窄，无法利用箱沿的强度固定住箱壁的焊接变形，反而是箱沿随箱壁变形而发生改变。

### 3. 控制措施

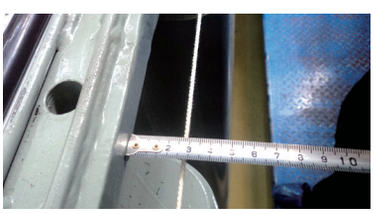
如何控制油箱变形，要从油箱的焊接工艺着手，该类油箱常规制造工艺是采用单片焊接然后再组箱的工艺，因此先从单片焊接开始控制。

（1）对箱壁折弯加强铁在焊前做反变形处理，做一预弯，即将加强铁向背面上拱压弯（拱度）5mm左右，如图5所示。折弯加强铁与箱壁焊接时，两侧焊道实行同方向焊接；待整面加强铁及其他零部件焊完后，将箱壁翻过，对折弯加强铁背面焊缝使用割炬进行火焰矫形，目的在于充分释放焊缝区域的焊接应力。

（2）在箱壁折弯时对折弯角度进行控制，以角度的长边为基准线，短边用于测量角度偏差，角度偏差应满足附表的要求。折弯合格后在折弯位置点焊“角度控制板”，角度及控制板间距应符合附表和图6的要求。

（3）将箱沿加宽、加厚，箱沿拼接后长宽尺寸保正公差。箱沿宽度由100mm增加到120mm，厚度由20mm增加到36mm；箱沿拼接时长度、宽度各增加5mm。油箱四个箱壁在组箱时使内径尺寸在长、宽方向各增加3mm，确保组箱前油箱内径呈正差状态。

（4）油箱拼箱后，在焊接前对箱沿做反变形：用槽钢撑好箱沿，使油箱宽度方向尺寸比实际尺寸大25~30mm。



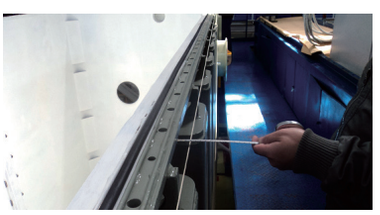


图2　油箱箱壁及箱沿的直线度超差

图3　箱壁焊后变形

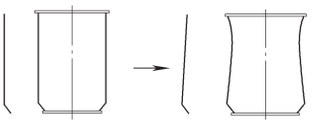


图4　折弯箱壁和油箱理想状态与实际状态的对比

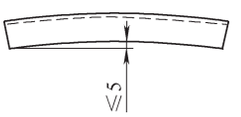



图5　加强铁预弯

角度及控制板间距

| 短边尺寸 $L$/mm | 角度偏差 $\Delta\alpha$（°） | 角度控制板间距/m |
|---|---|---|
| $L\leqslant 400$ | -0.3～0 | 1.5 |
| $400<L\leqslant 1\,000$ | -0.25～0 | 1 |
| $1\,000<L$ | -0.2～0 | 1 |

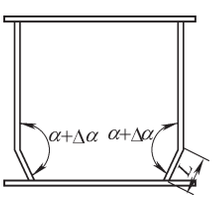



图 6

### 4. 结语

通过采取上述控制措施，使直流变压器油箱在后续的制作过程中内径尺寸公差得到了良好的控制，不仅减少了油箱的返修几率，提高了劳动效率，而且改善了产品的加工质量。

作者简介：张海燕等，保定天威电气设备结构有限公司 。

MW 20151212