

变流器箱体焊接工艺的研究与应用

张庆 杨旭红

(机加分公司,山西 永济 044502)

摘要 本文结合 250 公里标动变流器箱体、西安地铁箱体、大功率永磁变流器箱体焊接工艺,分析研究了薄板组焊方法及焊接结构、焊接顺序、焊接母材等对焊接时发生应力变形以及对焊接质量影响的重要原因,并研究如何有效提高箱体焊接质量。

关键词 焊接结构 波浪变形 挠曲变形

0 引言

250 公里标动变流器箱体、西安地铁箱体的特点:耐腐蚀强,密封性好,结构复杂,尺寸要求严格,外观整体要美观。

耐腐蚀强:要求焊接母材为不锈钢板 0Cr18Ni9Ti。

箱体结构复杂:焊缝多而长,焊接时变形大,尺寸难以控制,外观质量要求严格。

因此,在生产时必须采用合理的焊接结构,采用新型的焊接方法,降低焊接线能量,改变焊接工艺,达到对焊接变形的控制,满足产品的要求。

1 250 公里标动变流器箱体、西安地铁箱体组焊时存在的问题

(1)箱体外形尺寸较大,安装孔距尺寸要求严格。

(2)箱体结构复杂,焊缝数量多,焊接时局部受热大,各侧面的波浪变形严重,不平度 10 ~ 12mm。由钢板成形的各侧梁、立梁挠曲变形大,孔距尺寸偏差大于 4 ~ 5mm。如图 1 所示。



图 1 箱体侧板组装图

(3)边梁、立柱焊接时容易产生挠曲变形,影响电器安装孔尺寸。

(4)由于波浪变形大,严重影响产品的外观质量,从而直接影响产品在市场中的竞争能力。

2 影响箱体边梁挠曲变形及各面波浪变形的焊接因素

(1)组焊方法:组焊方法不同,引起焊接变形的大小不同。

(2)焊接方法:不同的焊接方法、焊接电流,产生的焊接变形不同。

(3)焊接顺序:焊接顺序不同,焊接变形不同。

(4)焊接结构:焊接结构不同,焊缝的多少、焊缝的长短不同,焊接变形不同。

3 原因分析及解决办法

3.1 组焊方法的选用

多年来,焊接变形一直是困扰产品质量提高的主要矛盾。研究和实践表明对于薄板来说,在承受压应力达到某一临界值时,薄板因压应力出现波浪变形,而丧失了承载能力称之为失稳,一般情况下,平板中的应力在焊缝附近是拉应力,离开焊缝较远的区域为压应力。压应力大,薄板就不平稳,产生波浪变形,失稳的临界应力 $\sigma_{cr} = K(\delta/B)^2$,其中 δ - 板厚, B - 板宽, K - 与板承受情况有关的系数。从此式可以看出, σ_{cr} 临界应力与板厚和板宽的比值有关系,板宽一定时板厚越薄此比值越小平板越容易出现变形。所以就选用材料厚度来说, 0.5 ~ 4mm 范围内,变形问题尤为严重,在焊接残余应力的作用下,板壳很容易发生失稳变形。对于 60kVA 空调车逆变供电电源电器柜焊接结构不变的情况

下来说,采用焊缝滚压技术,低应力无变形焊接方法,即在焊接过程中所要求的拉应力由温度场 T 保证,同时,为了防止焊件的面外失稳,必须施加外拘束力,但这样必须做相应的工装,一般情况下结构为封闭的壳体,工装复杂,费用高,数冲利用率低,一般机械行业(不是精密设备)不采用。为此,为了控制安装孔,只有采用样板组装,用来固定孔距,减小在焊接长焊缝时引起的边梁的挠曲变形,来保证安装尺寸。由于焊缝太长,效果不明显。并且波浪变形依然存在,再加上柜体内部没有构架,其各种配件直接在各个侧面、底面上组焊,难以达到外形美观的要求。

3.2 焊接方法的选择

根据焊接变形大小不同,焊接母材的不同,选用最佳的焊接方法。

(1) 焊接变形有纵向变形和横向变形,而横向变形的大小与焊接线能量 $Q = q/v$ 和板厚有关,随着 q/v 的提高,横向收缩 ΔB 增加,随着板厚增加,横向收缩 ΔB 减小,即为横向变形与单位厚度线能有一个正比关系,在柜体板厚一定的条件下,只有减小焊接线能量。降低焊接线能量,就会减小焊缝塑性变形区,从而降低了焊缝近处的拉应力,降低了焊缝远处的压应力,降低了波浪变形。由于手弧焊线能量大,一是焊接电流大,一是焊接速度慢,因而所产生的变形加大。在箱体焊接时采用线能量小的 CO_2 保护焊或氩弧焊降低线能量,来降低塑性变形区的焊接方法减小波浪变形。

(2) 由于奥氏体不锈钢板 06Cr19Ni10 导热系数小,而线膨胀系数大,更容易发生焊接变形,应选用焊接能量集中的焊接方法,并以快速焊接为好。

由于导热系数小,在同样电流下可比结构钢时得到较大的熔深,为了获得一定尺寸的焊缝。同时为了防止过热,焊接电流应比普通低合金钢时小 10% ~ 20% 左右,并且倾向采用细直径焊丝。

采用 CO_2 保护焊, CO_2 可使焊缝增碳又可使 Ti 强烈烧损对耐蚀性不利。为了避免对奥氏体不锈钢板的耐蚀性有不利影响采用细丝氩弧焊,从而得到良好的焊缝量,减小了焊接变形,提高了产品质量,满足了用户要求。

3.3 采用合理的焊接顺序

为了保证箱体的外形尺寸,只有将箱体各个部件、配件先点焊好后,再对焊缝施焊。由于断续焊比连续焊变形小,因而采用断续焊。在焊接结构改变前,由于焊缝多,又采用了连续焊,焊接顺序不合理,

造成各个侧面变形,凹凸不平,平面度相差 10 ~ 12mm,这是因为当一条焊缝施焊后,此焊缝近处为拉应力,远处为压应力,当第二条焊缝施焊时,同样将压应力集中在箱体每个面的中间,造成中间压应力的叠加,而使焊接变形加剧。在改变焊接结构后,焊缝少,并且焊缝在棱上,焊缝下有骨架,采用断续焊先将每条焊缝的两端与骨架连接,然后采用对称断续焊法,使用中间焊缝自由延伸,减小拉应力,直至最后施焊完毕,当焊缝连接后,又有两端受阻,降低拉应力,从而降低各面中间的压应力,降低了焊接变形。

3.4 改变焊接结构,焊接变形减小。

对于薄平板来说,在承受压力时,其中的压应力达到某一临界数值 $\sigma_{cr} = K(\delta/B)^2$ 其中 δ - 板厚, B - 板宽, K - 与板承受情况有关的系数时,薄板将因产生波浪变形而丧失承载能力。从此式可以定性看出,板厚与板宽的比值越小,临界应力越小,平板就越易出现失稳现象。焊缝近处就有较大的拉应力,较远处即顶板的中心就有四条焊缝产生的压应力,使顶板产生失稳,出现波浪变形,造成箱体外观不美观。由于薄板变形,不能用锤击的办法加校正,若用火焰校正,就会破坏奥氏体 06Cr19Ni10 材料内部的晶间结构,降低材料的耐腐蚀性能。因此要减小焊接变形,就要减小薄板中的压应力,也就是要减小焊缝的数量,从而达到降低波浪变形的目的。

经过对箱体焊接结构的研究后,在保证箱体的强度的情况下,改变箱体的焊接结构,由一个内骨架和外包装组成。内骨架保证箱体的强度,一方面支承内部电器,一方面与外部吊挂连接。如图 2 所示。



图 2 箱体内骨架焊接图

箱体内骨架四周有较短的焊缝,从而极大地降低了焊接变形,没有长焊缝,各梁不受沿焊缝的方向即纵向方向收缩而发生挠曲变形。(下转第 41 页)