

烟囱钢内筒钛钢复合板焊接工艺

刘亚芬, 高胜华

(安徽电力建设第二工程公司, 安徽 淮南 232007)

摘要: 由于钛与钢焊接互熔时所产生的中间化合物是脆性组织, 所以钛钢复合板在焊接安装中, 基层碳钢与复层钛板不具有良好的异种金属的焊接性, 所以在接头设计及焊接工艺制定中都需要采取一些特殊的措施。本文结合火力发电厂烟囱钢内筒钛钢复合板的焊接试验研究与施工过程控制, 对该焊接工艺进行了较为详细的介绍。

关键词: 钛; 复合钢板; 焊接工艺

中图分类号: TG444.74 **文献标识码:** B

随着我国电力建设的迅猛发展, 电厂烟气湿法脱硫系统成为国家“十一五”规划的重点环保系统。本公司承建某电厂3[#], 4[#], 5[#]机组烟囱工程, 烟囱内设3个钛钢复合板内筒。

烟囱钢内筒高240 m, 内径为6 m, 每节钢内筒高2 m, 分别由3块钛钢复合板卷制拼接而成, 复合板厚度1.2 mm/11 mm, 复层为工业纯钛板TA2, 基材为Q235B。由于基层低碳钢的焊接工艺比较成熟, 故采用CO₂气体保护半自动焊工艺, 而复层钛板的焊接考虑到防止钛过热、现场工作环境及钛材怕污染等特性, 选用手工钨极氩弧焊工艺。另外, 在焊接过程中, 严格控制焊接热输入, 防止由于基层Q235B钢板的焊接而导致复层TA2钛板的过热、氧化以及如何加强TA2钛复合层焊接时的保护是钛钢复合板焊接的关键。

1 焊接性分析

(1) 钛是一种银灰色金属, 熔点1 668 ℃, 密度非常小, 却又十分坚韧和耐腐蚀。在常温下, 钛是比较稳定的, 随着温度的升高, 钛和氧、氮、氢、碳的亲合力也不断加大, 处于高温状态的熔池易为气体等杂质污染, 所以钛焊接时对其熔池的保护是非常重要的。

(2) 由于钛含硫、磷、碳等杂质很少, 低熔点共晶很难在晶界出现, 有效结晶温度区间窄, 加之焊缝凝固时收缩量小, 因此很少出现焊接热裂纹。但当钛焊缝中含氧、氮较高时, 焊缝或热影响区变脆, 在较大应力作用下, 会出现裂纹, 同时, 如果焊丝和母材中存在裂纹和夹层时, 可能会在这些裂纹和夹层中存在大量有害杂质, 也会引起热裂纹。为了防止产生裂纹, 必须减少焊接接头中的扩散氢含量, 同时确保焊丝的质量。

(3) 气孔是钛焊接时最常见的焊接缺陷, 原则上, 钛材

的焊接气孔分为两类, 即焊缝中部和熔合线气孔。在焊接热输入较大时, 气孔一般位于熔合线附近, 气孔的影响主要在于降低焊接接头耐疲劳强度, 甚至无损探伤时检查不出的小气孔对抗疲劳强度都会产生明显的不利影响。而且气孔能使耐疲劳强度降低1/2甚至达3/4。气孔产生的原因主要是由于焊接区, 特别是对接端面被水、油脂等污染所致, 所以焊前清理必须彻底。

2 焊前准备

(1) 钛(TA2)复层的焊前清理是一项非常重要的工作, 一旦采用了由于清理不细致而造成污染的钛材及焊接材料, 其危害是致命的。因此, 应特别注意TA2/Q235B钛钢复合板的焊前准备工作。

(2) 基板的坡口区域应保持清洁, 没有污染。在距坡口中心至少15 mm的范围内用磨光机打磨至露出金属光泽, 并用丙酮擦洗干净。用洁净的白布蘸丙酮擦洗钛板的焊接区域, 清理的范围是坡口两侧各宽至少50 mm。

(3) 钛贴条及钛焊丝需采用 $w(\text{HF})3\%+w(\text{HNO}_3)35\%$ 酸洗液清洗。酸洗后必须用清水冲洗, 然后烘干, 酸洗至焊接的时间一般不应超过2 h。同时, 酸洗后应确保不受二次污染。

(4) 为保证焊接质量, 避免Q235B基板焊接中污染钛板, 钛复合层接头采用搭接接头, 接头形式如图1所示。

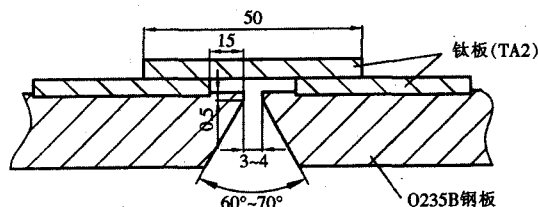


图1 钛复合层接头形式

坡口为机械加工的直边坡口,表面应平整、光滑,不得有裂纹、分层、夹杂、毛刺、飞边等缺陷,坡口表面呈银白色。

3 焊接工艺

3.1 焊接方法

基层采用手工钨极氩弧焊打底,CO₂气体保护半自动焊填充及盖面。手工钨极氩弧焊无飞溅,焊接质量稳定,可以有效地防止出现铁离子污染复层的现象,降低清理工作的难度,以保证焊接质量。在背面第2,3,4层使用CO₂气体保护焊,如图2所示。这样几乎不存在钛复层被基层焊接污染的问题,能很好地控制焊接热输入和焊接变形。

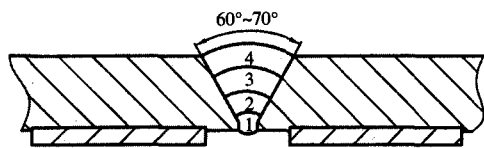


图2 背面焊接坡口形式

3.2 焊接顺序

先进行基层Q235B钢板的点焊和焊接,焊接完毕,经质量检验合格后,再进行钛贴条与钛复层的点焊和焊接。

3.3 焊接工艺参数

3.3.1 定位焊

定位焊与正式焊采用相同的焊接材料及焊接工艺,焊接方法一律采用钨极氩弧焊。定位焊后应检查装配间隙、错边量及定位焊缝质量。基层定位焊缝的间距200~300 mm,每段定位焊缝长度10~15 mm。钛贴条焊件组对时的定位焊缝应有合适的间距和长度,并且应相互错开。复层定位焊缝的间距80~100 mm,每段定位焊缝长度5 mm。

3.3.2 基层Q235B钢板的焊接

定位焊后,首先焊接基层,进行基层的第1道手工钨极氩弧焊时,要注意焊缝余高不得超过1.2 mm,以1 mm以下为好,以方便钛贴条的搭接。在所有层道的焊接过程中应严格控制焊接热输入,防止焊接区域过热而引起钛复板的变形和污染,基层焊缝焊完经检验合格后再进行钛贴条的点固焊及焊接。焊接参数见表1。

表1 焊接参数

层数	焊材牌号及规格 /mm	电弧电压 /V	焊接电流 /A	极性	气体流量 /(L·min ⁻¹)	焊速 /(mm·min ⁻¹)
1	TIG-J50, φ2.5	9~15	100~115	正接	10~14	80~100
2	H08Mn2SiA, φ1.2	16~24	110~140	反接	15~20	130~190
3	H08Mn2SiA, φ1.2	16~25	120~160	反接	15~20	130~190
4	H08Mn2SiA, φ1.2	16~25	120~160	反接	15~20	130~190

注:氩气纯度≥99.99%,CO₂气体纯度≥99.9%

3.3.3 钛复层的焊接

对于钛复层的焊接,尽可能采用小的焊接热输入。焊接时

由于钛材的传热速度相对比较慢,而在连续焊接过程中,较高温度的焊缝及热影响区则必然暴露于空气中,这时钛金属就会被迅速氧化。为了避免氧化,钛材焊接时应加装专用的氩气保护拖罩加以保护,保护拖罩应能确保温度在370℃及以上的区域始终处于氩气保护中。钛板焊接参数见表2。

表2 钛板焊接参数

接头形式	钛板厚度 /mm	焊丝牌号及规格 /mm	焊接电流 /A	电弧电压 /V	氩气流量 /(L·min ⁻¹)	焊速 /(mm·min ⁻¹)
搭接	1.2	TA2, φ1.6	70~100	9~15	9~15	50~120

3.3.4 焊接要点

在焊接过程中需特别防止铁离子污染钛金属。若出现熔深过大,焊缝熔化金属与钢熔合时,应立即停止焊接。

焊接时焊缝应尽可能长。当中途出现停焊重新引弧焊接时,焊缝应重叠10 mm左右。焊接时不得随意在坡口面以外引弧,焊缝成形应光滑、均匀,不得有气孔、夹渣、裂纹、凹坑、焊瘤和氧化等缺陷。

4 焊后检验

(1) 基层Q235B钢板焊缝进行100%的外观检查和不少于20%的超声波探伤,其中T形接头100%作超声波探伤。

(2) 钛焊缝和热影响区表面的颜色以白色、淡黄色、淡蓝色为合格,允许出现不超过单条焊缝总长度20%的深黄、深蓝或紫蓝色。如焊缝表面呈灰色或有白色粉状物,则判定为不合格,必须进行返修。同一部位返修次数不得超过2次。

(3) 在外观检查合格的基础上,钛复层焊缝进行100%的着色渗透检验。

(4) 焊接后对钛复层侧可能被铁离子污染的区域需进行铁离子含量检查。

5 结论

(1) 钛钢复合板的焊接,通过设计合理的接头、做好焊前准备、加强焊接工艺控制即可获得满意的焊接接头。

(2) 本公司承建的某电厂3[#],4[#],5[#]机组烟囱工程3个钛钢复合板钢内筒的焊接工程,均通过一系列的焊前防护和过程中的控制,顺利通过了各项检验,达到了设计要求。实践证明,所用焊接工艺及控制方法是行之有效的。

参考文献:

- [1] 中国机械工程学会焊接学会. 焊接手册(第2卷)材料的焊接[M]. 北京:机械工业出版社,1992.
- [2] 杜则裕. 工程焊接冶金工程学[M]. 北京:机械工业出版社,1993.
- [3] 周振丰,张文钺. 焊接冶金与金属焊接性[M]. 北京:机械工业出版社,1988.