

钛-钢复合板焊接问题浅析

山东电建二公司 (济南 250100) 邓同喜

【摘要】 主要对新兴烟囱钢内筒材料钛-钢复合板焊接过程中,容易出现的问题及诱发因素进行简要分析,同时希望通过对该问题的阐述,能够帮助大家在现场施工中,注意并采取相应对策,防止类似问题的发生。

近年来,我国电力建设迅猛发展,而且朝着建设大装机容量超临界及超超临界机组的方向发展,作为环保重点监控对象的火力发电厂在建项目的审批格外严格,特别是在2005年国家环保总局的“环保风暴”中停建或缓建电站项目中,有很重要的一条就是因为环保措施不达标而被叫停。因此,现在很多在建电站项目,大家普遍提高了对环境保护的认识,加大了对环保措施的投入。而电厂烟气湿法脱硫系统以其独特高效的脱硫方式得到广泛推广。

钛有“第三金属”之称,有高的比强度,良好的塑韧性和耐腐蚀性,已被广泛应用在航空航天、造船及化学工业中。在安装烟气脱硫装置的过程中,钛材以其优良的耐腐蚀性使钛-钢复合板成为烟囱内衬钢筒的首选材料。但是由于材料本身及焊接的特殊性,以及钛-钢复合板焊接属于比较新的施工领域,施工措施还不成熟、不完善,致使现场焊接施工中经常会出现质量问题。

一、焊接方法的选择

由于钛-钢复合板基层钢材为Q235钢,焊接工艺已经相当成熟稳定,因此可用多种焊接方法,焊条电弧焊、CO₂气体保护焊以及焊条电弧焊/埋弧焊。但考虑到现场实际施工问题,焊条电弧焊效率比较低,还要专门清理熔渣;采用焊条电弧焊/埋弧焊方法,需要焊条电弧焊打底,增加工序,且由于埋弧焊焊接参数较大容易击穿打底层,焊接质量难以保证,而且热影响区较大,会对附近复合区钛板造成一定负面影响;CO₂气体保护焊为半自动化操作,而且减少了中间环节,大大提高了焊接施工效率,有利于保证施工进度和焊接质量。

但由于CO₂气体保护焊产生的飞溅较大,因此建议使用Ar+CO₂气体的混合气体。

钛-钢复合板焊接采用钨极氩弧焊,施工的关键点在于钛板的焊接。一般现场为钛填条搭接焊,钛填条厚度为1.5mm,钛板厚度为1.2mm。由于钛元素在元素周期表中属于过渡元素,具有一定的化学活性。光洁的钛板在常温下就能与空气中的氧发生反应,并且随温度的升高活性增加,达到250℃时开始吸氢,400℃时开始吸氧,600℃时开始吸收氮元素,与氢、氧、氮元素发生反应,生成各种钛化合物。或溶解于钛晶粒组织中,形成间隙固溶体,改变金属晶格,降低钛板的力学性能和使用性能。为此,在钛板焊接的过程中,必须做好钛板、钛填条、钛焊丝的清理和焊接过程中的防护工作。

二、焊接参数选择

焊接参数选择也会对钛焊缝及热影响区组织产生很大影响。由于钛金属具有熔点高、热容量大和导热性差等特性,如果选择焊接参数较大,热输入量多,会造成高温热影响区较宽,高温停留时间较长,致使焊缝和热影响区晶粒粗大,甚至出现钛板与基层钢互溶。两者互溶所产生的中间化合物是脆性组织,破坏和改变了原有金属晶格,是焊缝中的应力集中点和薄弱环节,增加焊缝脆性,降低了焊缝的塑韧性以及屈服强度、抗拉强度,使钛钢复合板焊缝的力学性能急剧下降。焊缝及热影响区在冷却过程中转变为针状组织,导致焊接接头塑性下降。热输入量过大,如果防护措施不当,焊缝及热影响区暴露于空气中就会导致氧化变色,降低或无法满足使用要求;反之电流过小,则无法保证焊缝熔合性,使热影响区淬硬,不利于氢的逸出,增大了冷裂倾向,

而且施工进度比较慢。因此，焊接电流的选择必须合理、实用。现场施工推荐使用电流为 110~150A，氩气流量为 10~14L/min。

在钛填条的焊接过程中，焊缝及热影响区的氧化变色及裂纹的产生（特别是冬季施工）是经常出现的问题。氧化变色主要是钛表面温度过高，钛元素活性增加，与空气中的氧在接触过程中发生反应。由于氧化程度不同，表现出的表面颜色不同。不同的颜色也意味着焊件是否能达到使用要求，是否需要处理。焊缝及热影响区颜色主要判别如下表所示。

焊缝及热影响区颜色判别表

焊缝及热影响区表面颜色	氩气保护情况	合格与否判断	处理方法
银白色	良好	合格	不需处理
金黄色(致密)	尚好	合格	可不处理
蓝色	稍差	只可用于非重要部位	去除蓝色
紫色	较差	只可用于常用容器	去除紫色，如去不掉应返修
灰色	差	不合格	返修
暗灰色	差	不合格	返修
灰白色	很差	不合格	返修
黄色粉状物	极差	不合格	返修

在钛金属的焊接过程中，必须注意焊缝及热影响区的保护，可采用拖罩形成的气室进行保护，或采用大喷嘴氩弧焊枪，扩大周围保护区域。

三、裂纹的产生及应对措施

裂纹是钛板焊接中经常出现的缺陷。钛焊缝裂纹属于冷裂纹，主要是由焊缝中氢引起的。氢的来源主要有板材及焊丝中的水分和油污，环境湿度是焊缝增氢的主要原因。

焊接时在高温作用下，大量的氢溶解在熔池中，在焊缝的冷却和凝固过程中，由于溶解度的迅速降低，氢极易逸出。如果焊缝冷却速度过快，氢来不及逸出保留在焊缝中，将使焊缝中的氢处于过饱和状态，因而氢要极力进行扩散，并促使这一区域进一步脆化。

如果这个部位存在缺口效应，且氢的浓度足够高

时，就可能产生裂纹。特别是在冬季施工中，环境温度低，水蒸气附着在钛板上，为焊缝增氢创造了条件。由于钛板太薄（1.2mm），钢板比较“吃温”，温度升高较慢，相应的钛复合层焊缝冷却速度过快，在冷却过程中，焊缝中的残余氢来不及逸出，在焊缝中以过饱和的形式存在，最终导致裂纹的出现。

因此，在钛钢复合板的焊接过程中，要认真清理母材、焊丝的表面，保持环境温度不得低于 5℃。冬季施工时，应用火焰预热基层钢面，一是为去除焊缝周围的水分；二是提高焊件温度，降低焊缝冷却速度。

四、钛钢复合板焊接中应注意的问题

(1) 钨极氩弧焊中出现钨极碰到焊缝金属即触钨的情况，应立即停止焊接作业，去除污染源，更换钨极后再进行作业。

(2) 焊接作业时焊缝应尽可能的长，中间出现停焊，重新进行焊接时，焊缝应重叠 10mm 左右。

(3) 焊接时不得随意起弧，焊接完进行自检，发现问题及时处理。焊后应仔细清理焊件表面的焊瘤、焊渣、飞溅物以及其他污物，必要时应对焊缝进行局部修整。

(4) 处理焊缝缺陷时，应先用砂轮修磨清理，再用白布蘸丙酮进行擦洗清理，清理完毕后再进行返修处理。同一部位返修次数不宜超过两次。如超过两次，返修前应经单位技术负责人批准。

(5) 焊缝检验。焊缝成形应均匀、致密、光滑过渡，不得有裂纹、气孔、夹钨、未熔合、氧化（主要看焊缝颜色变化）超标咬边及弧坑等缺陷的出现，钛焊缝表面不允许存在明显的划伤。

(6) 如需在钢基层焊接吊耳或进行加固时，焊接电流要小，并且每焊完一道要间隔一段时间再进行下一道的焊接，防止出现由于热输入量过大，导致钛复合层受热氧化变色。

(7) 冬季施工应注意保持环境温度，由于钛金属比较脆，如果温度过低，冷却速度快，很容易出现裂纹。应及时提高环境温度，对焊缝区周围 80mm 范围内适当预热，温度不低于 15℃，从钢基层预热。

(8) 焊缝严禁只熔化母材，而不添加焊丝，导致焊缝强度较低，冷却时开裂。MW

(20071228)