

# 浅谈不锈钢复合板过渡层焊接质量控制措施

张小飞\*

天津博迈科海洋工程有限公司, 天津 300461

**摘要:**随着我国经济的快速发展,整体建设程度不断提升,工业技术水平也在不断地提升着,对我国的经济发展,产生了重要的促进作用。在工业建设的过程中,不锈钢复合板过渡层的制作方法为:以碳素钢或合金钢为基础,通过轧制、爆炸、塞焊等工作环节,来完成不锈钢复合板过渡层的制作。不锈钢复合板焊接的应用效果与不锈钢、碳钢或合金钢的性能都有很大的不同,应用的位置等也有明显的差异。保障不锈钢复合板过渡层焊接的整体性能,为实际的建设应用做好基础保障。

**关键词:** 不锈钢复合板; 过渡层焊接; 质量控制

## 一、前言

不锈钢复合板是双金属的复合钢板,碳素钢或合金钢形成的基层能够很大程度提高复合板的性能,而复合层能够提升不锈钢复合板的耐腐蚀性能。这样,在实际的建设应用中,不仅能够很好地提升建设的性能,还能够减少不锈钢建材的使用,缩减建设消耗的资源。不锈钢复合板本身具有较好的综合性能以及价格优势,在石化行业中具有广泛地应用,同时,所制作的压力容器在我国的石油、化工等行业的发展中应用非常广泛,但焊接点是影响不锈钢复合板的质量关键。

## 二、不锈钢复合板

不锈钢复合板是将碳钢基层和不锈钢覆层进行有效的结合而形成的复合板钢板。其结合碳钢和不锈钢的特点,因此,可以形成牢固的冶金性能。在不锈钢复合板的应用中,可以很好地完成热压、冷弯、切割、焊接等各种加工工艺,本身具有非常好的应用性能。

### (一) 不锈钢复合板的生产工艺

不锈钢复合板的生产工艺有两种,分别是爆炸复合和热轧复合。

#### 1. 爆炸复合板

将不锈钢板与碳钢基板形成重叠,在不锈钢板和碳钢基板之间通过垫子制造出一定的间隔距离。在不锈钢板的表面布放炸药,爆炸瞬间产生的能量,可以使不锈钢板与碳钢基板形成高速的相互撞击,利用高温高压使两种材料的界面实现固相焊接。在理想状态下,复合板的剪切强度可以达到每平方米400 MPa<sup>[1]</sup>。图1为爆炸不锈钢复合板。



图1 爆炸不锈钢复合板

#### 2. 热轧复合板

将碳钢基板和不锈钢处理成物理纯净状态,使其在高度真空条件下进行轧制。在进行轧制的过程中,两种金属实

\* 通讯作者: 张小飞, 1980年12月, 男, 汉族, 河北石家庄人现任天津博迈科海洋工程有限公司建造经理, 工程师, 大专, 自考学历本科。研究方向: 海工项目建造。

现有效的冶金结合。在实际的生产工艺中，并不能直接将完成热轧的复合板进行应用，需要对复合界面的润湿效果进行提升，提高复合板的结合强度，对热轧复合板进行一系列的物理和化学方面的完善。图2为热轧不锈钢复合板。



图2 热轧不锈钢复合板

### (二) 不锈钢复合板的市场领域

不锈钢复合板在当前的很多领域有着广泛地应用，例如：煤炭行业、石油行业。随着煤炭行业的快速发展，煤炭行业的发展也更加宽泛，但由于煤炭材料中提出来的相关化合物、衍生物等在实际的生产应用过程中，对于管道等各种设备具有很强的腐蚀、高温伤害，造成设备和相关设施的使用寿命锐减。而应用不锈钢复合板能够很好地提升设备的抗腐蚀能力，延长设备的使用期限，减少企业的建设资源消耗<sup>[2]</sup>。

让不锈钢复合板替换纯不锈钢板，极大地减少设备的成本，还能够对设备的性能做好保障。不锈钢复合板可以用于脱硫塔、蒸氨塔、脱苯塔等建设环节中；而且本身的生产成本更低、耐腐蚀；以脱苯塔为例，采用不锈钢复合板替代纯不锈钢板，能够使成本下降约30%。

复合板磨、抗磁的性能以及外表美观等特点。如使用蒸氨塔，可以提高蒸氨塔的使用寿命，降低运行成本；而且其本身具有很好的抗腐蚀性，能够应用于蒸氨设备。

不锈钢复合板在很多设备的制造、升级、改造中可以进行广泛地应用，能够有效地提升设备的使用寿命，提高设备的生产效率，降低企业的运行成本。图3为市场中常见的不锈钢复合板。



图3 不锈钢复合板

## 三、不锈钢复合板过渡层焊接中常见的问题

### (一) 坡口形状不合理

在不锈钢复合板的焊接过程中，不管是爆炸复合板的生产工艺，还是热轧复合板的生产工艺，在生产的过程中，都要保证在焊接时坡口形状的合理性<sup>[3]</sup>。在进行焊接的过程中，如果焊接的坡口形状不合理，就会导致焊接缝熔合比提高，碳钢基板和不锈钢板的复合稀释率与正常相比有了极大的提升。进而使不锈钢复合板焊接形成马氏体组织（三维组织形态通常有片状或者板条状），导致不锈钢复合板过渡层出现裂纹等缺陷，对不锈钢复合板的质量造成影响。

### (二) 基层和复层在坡口边缘张口

在不锈钢复合板过渡层的焊接过程中，要准确把控碳钢基板和不锈钢的覆盖效果，以及两种材料的膨胀效果。由于碳钢基板和不锈钢板两种材料的线膨胀系数明显不同，虽然差距并不是太大，但也存在明显的差异。在焊接热循环的影响下，基层和复层之间的中，存在极大的内应力，而内应力的外放，和可能造成基层和复层在坡口边缘出现张口

情况<sup>[4]</sup>。而在基层和复层在坡口边缘出现张口后,进行焊接工作时,焊锡在热力的作用下就会迸溅,在不锈钢复合板的边缘张口处形成夹渣,对不锈钢复合板的应用性能造成严重的损害。存在这种问题的不锈钢复合板绝对不可以应用于一些设备的生产建设中,否则很可能会造成不锈钢复合板的基层和复层出现分离现象,造成严重的生产安全事故。

### (三) 焊接方法不正确

焊接方法是影响不锈钢复合板过渡层应用质量的重要因素。在不锈钢复合板过渡层的焊接过程中,焊工如果没有按照相关的焊接工艺参数规定,对不锈钢复合板过渡层进行焊接工作,对于焊接过程中焊接电流的控制不足,出现焊接电流过载的情况,和可能会导致基层对过渡层形成稀释,造成不锈钢复合板过渡层存在马氏体组织<sup>[5]</sup>。在焊接的时候,工作人员的具体技术水平也影响焊接质量的重要因素,如果焊接工作人员,在进行焊接的过程中,如果焊速过慢或者焊条不稳定,都可能增大基层的稀释效果,造成不锈钢复合板存在马氏体组织。

### (四) 焊接材料选用不当

在不锈钢复合板过渡层的焊接中,应用材料的选取,也是影响不锈钢复合板过渡层质量的关键。在不锈钢复合板过渡层焊接的过程中,如果使用铬镍含量较低的焊条,会造成过渡层出现基层稀释,导致熔敷金属中产生马氏体组织,导致不锈钢复合板过渡层出现裂纹等其他缺陷,对过渡层的质量造成影响。

## 四、不锈钢复合板过渡层焊接质量控制的相关策略

### (一) 使用正确、合理的坡口

不锈钢复合板过渡层坡口形式不合理,都会对焊接工作造成严重的影响,对过渡层的质量也具有极大的影响。因此,为了提升不锈钢复合板过渡层的焊接质量,在进行焊接工作前,一定要保证坡口形式的正确性,保证材料的合格率,尽可能地减少材料的返修次数。在进行碳钢基板和不锈钢板进行选择时,相关工作人员一定要保障材料的形状、质量等方面能够符合相应的需求标准,保障产品的质量。

具体保障方法为:从坡口设计上充分考虑材料化学成分的稀释问题,以及坡口形式、尺寸等参数的选择,要最大程度的保障过渡层焊缝金属的稀释率,减少熔合比。结合以上的相关参考移速,最终将坡口的详实确定为阶梯V型坡口。在应用时坡口要形成一个明显的台阶形式,在进行焊接工作时,要注意对不锈钢板和碳钢基板进行调整,保障焊接能够很好的契合基层,以及过渡层焊缝高度等影响因素<sup>[6]</sup>。应用阶梯V型坡口能够给有利于进行焊接电流控制,可以有效地调控熔合比,避免碳钢基层与焊缝金属出现。

### (二) 采用阶梯V型坡口

不锈钢复合板过渡层的基层与复层在坡口边缘出现张口,是影响过渡层焊接质量的重要因素。应用阶梯V型坡口,能够有效地控制复层边缘远离焊缝中心。并减少了温度问题对焊接工作造成的影响。能够很好地避免在基层焊接过程中,不锈钢复合板反复受热出现的不锈钢复层张口情况,避免过渡层在焊接的过程中出现夹渣现象。

### (三) 严格按照箱子相应的操作规范进行

在焊接的过程中,相关焊接工作人员,在保障不锈钢复合板质量、熔合良好的前提下,尽可能地选用较小的焊接电流和较快的焊速。较小的焊接电流能够方便焊接工作人员对于焊接电流进行有效地控制。而较快的焊速能够使过渡层焊接的过程中,产生的焊渣,以及其中的镍铬等金属量不会过多,造成不锈钢复合板过渡层焊接的部位坑坑洼洼,对焊接造成影响,并减少基层焊缝(母材)对过渡层焊缝的稀释<sup>[7]</sup>。在不锈钢复合板过渡层的焊接工作中,应用较少的热输入,并选用较低的层间温度,选择弧多层多道快速焊接的方法。与此同时,焊接工作人员在进行焊接的过程中,时刻保持稳定的焊条摆动幅度,最大程度的保障焊接工作的质量,避免对不锈钢复合板过渡层造成损伤或形成效果较差的焊点。

### (四) 选用含镍铬含量较高的焊材

焊材的选择是不锈钢复合板过渡层焊接质量的重要影响因素,常规的、镍铬含量较少的焊条,很可能导致基层出现稀释情况,对过渡层的质量造成影响。焊接过渡层的目的是为了能够补偿基层金属的稀释,而导致的不锈钢焊缝镍、铬元素含量的降低情况,是不锈钢复合板焊缝的合金成分能够保持在应有的水平上。与此同时,对焊接过程中镍、铬等合金元素的灼烧损失情况做出一定的补偿,以此来保障焊接接头的塑形、韧性和耐腐蚀性能。因此,过渡层焊材的选择应从提高焊缝抗裂性、控制焊缝稀释率的基本原则出发,选用含镍、铬元素含量较高,而且含碳量较低的焊接材料。在不锈钢复合板过渡层的焊接中,最为常用的是E309型焊条,E309焊条焊缝易得到奥氏体+铁素体双相组织,具有很高的抗裂性能,非常适合用于不锈钢复合板过渡层的焊接。

## 五、不锈钢复合板过渡层焊接的技术要点

### (一) 合理的选择焊接方式

选择合适的焊接方式是不锈钢复合板过渡层焊接的关键影响因素。在进行不锈钢复合板过渡层焊接时,一般情况下基层碳钢应用焊条电弧焊进行焊接。一些直径大、厚度大的不锈钢复合板,基层可以选用埋弧焊。基层采用埋弧焊的有很多方面的优势,例如:提高生产效率、提高焊接质量、不会出现马氏体组织、节减少材料和能源的耗费<sup>[8]</sup>。使用频率最高的不锈钢复合板过渡层的焊接方式为焊条电弧焊。

### (二) 控制错边量

错边量是影响不锈钢复合板过渡层焊接质量的重要影响因素。在焊接工作中,对于不锈钢复合板过渡层错边量控制的要求非常高。控制不锈钢复合板过渡层的错边量,使其能够控制在规定的容错范围内,是保障不锈钢复合板过渡层强度和耐腐蚀性能的一项关键。因此,在进行错边量控制时要注意以下几点:

1. 严格按照“筒体下料展开尺寸的精确解”计算展开长度,提高下料尺寸的精度。
2. 做好圆度的控制,提高筒节滚圆质量。
3. 坡口形式尺寸标注以复层为基准,确保错边量在容错范围内。
4. 环缝组对采用“圆环形径向找圆工装”,保证筒体圆度质量。
5. 封头与筒体组对,确保双方的圆度,对封头周长和筒体周长进行匹配,对封头与筒体进行准确的组对。
6. 组对时以复层为基准,避免复层错边量超标。

### (三) 焊接要求

为保障不锈钢复合板过渡层的综合性能,在进行焊接的过程中,要严格注意相关要点:

1. 严格按照相对应的图纸选择焊接方式,提高不锈钢复合板的质量。
2. 严格按照先焊接基层,再焊接过渡层,最后焊接复层的焊接顺序。
3. 为避免沾附焊接飞溅,在施焊前需要在不锈钢复合板坡口的两侧100毫米处涂刷防飞溅涂料。
4. 定位焊缝只能够在基层金属面上使用焊接基层金属的电焊条施焊。

## 六、结论

综上所述,随着我国工业建设的快速发展,对于不锈钢复合板的应用范围也越来越广泛,在实际应用中,产生的不锈钢复合板过渡层焊接质量控制问题也越来越多。为了保障不锈钢复合板过渡层的焊接质量,降低焊接返修率,应严格遵循相关工作要点和规范等,不断提高不锈钢复合板过渡层的焊接质量。

### 参考文献:

- [1]陈现民.不锈钢复合板焊接工艺研究[J].海峡科技与产业,2017(6):114-115.
- [2]侯仰博.奥氏体不锈钢复合板不同冷却条件的焊接工艺研究[J].金属材料与冶金工程,2017(1):39-43.
- [3]周俊鹏,何明刚,崔淑芬.半自动熔化极气体保护焊在不锈钢复合板覆层堆焊中的应用[J].石油化工设备,2018,47(06):69-72.
- [4]冯玉兰,蔡积虎.Q245R/0Cr18Ni9不锈钢复合板焊接工艺及接头力学性能[J].电焊机,2016,46(9).
- [5]施颖杰,竺柏康,朱根民.热轧不锈钢复合板储罐焊接技术研究[J].铸造技术,2018.
- [6]侯仰博.奥氏体不锈钢复合板采用SAW焊接基层的焊接工艺研究[J].山东科学,2017(4).
- [7]刘宝玺,殷福星,丁宗凯.不锈钢复合板界面和焊接接头显微组织分析[J].机械制造文摘-焊接分册,2016(3).
- [8]任爱梅,杨通胜,厉金雁.Q345R+S31603不锈钢复合板真空闪蒸罐的焊接工艺[J].热加工工艺,2018(11).