



[螺柱焊]

螺柱焊接的缺陷分析及改善

螺柱焊是重卡白车身批量生产采用的重要焊接方法，在生产过程中螺柱的焊接质量和强度直接影响着驾驶室总成的质量，改善螺柱焊接过程中的缺陷，对于提高驾驶室产品质量和生产效率尤为重要。

文 / 韩成才 · 西安石油大学

年科技 · 陕西重型汽车有限公司

螺柱焊是快速焊接紧固件的方法之一，螺柱焊接不仅效率高而且可以通过专用设备对接头质量进行有效的控制，能够得到全断面熔合的焊接接头，从而保证接头的导热性、导电性和接头强度。按工件位置的要求，可进行平焊、立焊或仰焊。在许多工业部门中螺柱焊已得到广泛应用。尽管早期拉弧螺柱焊多应用在汽车焊接上，并作为主要焊接方法，但是在实际生产过程中，由于各种原因，经常出现焊接缺

陷，因此造成极大的浪费。拉弧焊工艺是一种经证明长期稳定的螺柱焊接工艺，焊枪将被焊接的螺柱从工件表面提升，同时在螺柱和工件之间产生电弧，使螺柱头部和工件表面熔化，达到预设的焊接时间后，焊枪推压螺柱使螺柱和工件的熔化区连接在一起，完成焊接。焊接所需要的能量由控制装置（电源）中的整流变压器提供。在有或无惰性气体保护的情况下，无级可调的焊接时间可满足短周期焊接要求。本文仅

就螺柱直径小于 16 mm，长度小于 40 mm，无保护气体的拉弧螺柱焊在薄板焊接时常见缺陷产生的主要因素及原因进行分析。

焊接端面

螺柱的焊接端引弧结形状直接影响焊接质量，该部位主要功能有两个，一是容易引燃电弧，二是改善焊缝质量。尖端剖面的角度过大或过小都会影响螺柱焊接质量（见图 1）。焊接尖端的剖面形状约 135° 时，螺柱的焊接熔化部分 h_1 才能达到强度要求，满足螺柱焊接后的尺寸要求；当焊接尖端的剖面形状大于 135° 时，在相同通电时间内焊接引弧后，螺柱端面熔化不充分，螺柱与母材不能充分结合；当焊接尖端的剖面形状小于 135° 时，螺柱尖端部分熔化过度，其余部分熔化不够，螺柱与母材仍不能充分结合，形成焊接缺陷，螺柱易脱落。同时若螺柱端面剖面对称时，螺柱焊接后易出现歪斜和焊缝不完整现象，降低螺柱焊接强度。

母材的选择和清理

螺柱焊接时电弧导致螺柱和母材开始熔化，混合的熔池形成接头，焊接热影响区的性能也发生了变化。一般情况下，焊缝中螺柱金属材料要多于母材金属，母材上的焊接区都大于螺柱截面。螺柱焊母材应尽量与螺柱的材质相近，含碳量应小于 0.2%，这样可保证螺柱焊接性。母材与螺柱材质差异过大时，焊接性较差，螺柱焊强度很难达到要求。

母材需清理干净，可通过机械或化学方法将涂层、锈、脏物及油脂等覆盖物从焊接区域去除，这些覆盖物都不可焊接，影响螺

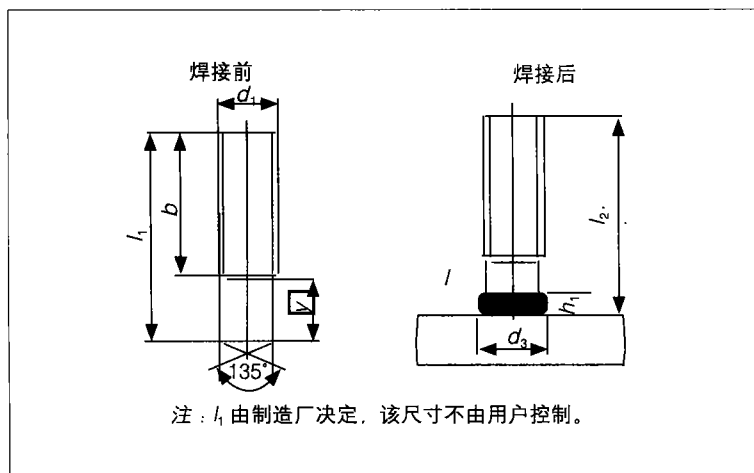


图1 螺柱焊接

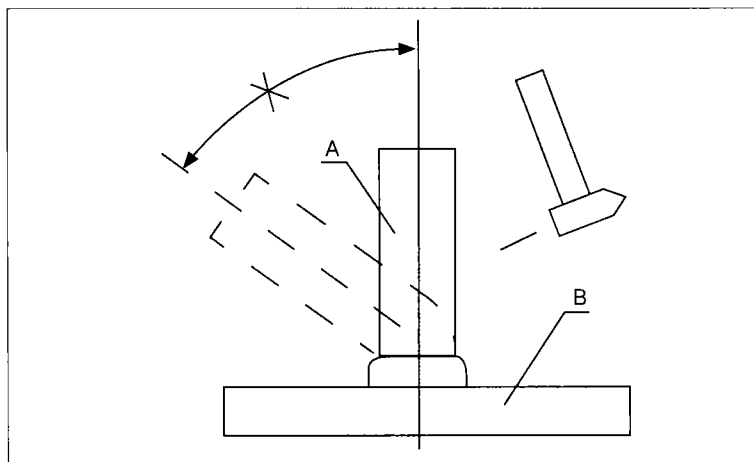


图2 敲击检验

柱与母材熔合。焊接处工件厚度应达到焊钉直径的 1/3 以上, 这样可以保证焊缝抗拉强度高于焊钉自身的抗拉强度。在强度不作为主要指标的部位, 工件厚度可减小到焊钉直径的 1/5。

焊枪的使用

1. 将焊枪装上螺柱并垂直压在钢板上, 保持焊枪不动, 断开焊接回路。按动焊枪开关, 螺柱头部应垂直工件做直线往复运动。运动轨迹同心度要好, 提升螺柱过程中螺柱头部不应抖动或沿弧线运动。

2. 调节焊枪压板伸出长度, 螺柱头部伸出的长度就是预压量, 预压量的大小影响压在钢板上焊

枪内压簧的压紧力, 相应影响焊接熄弧后螺柱压入熔池的下落速度。过快会使螺柱下落冲击能量过大, 使熔池金属飞溅; 过小则焊接接头无凸台甚至出现咬边、未焊上等缺陷。螺柱伸出量为 3 mm 为宜。提升量是指焊枪装上螺柱压在钢板上螺柱头部端面离开钢板的距离, 也就是初始电弧间隙。提升量增大, 虽可增大燃弧功率、缩短焊接时间, 但容易产生偏弧, 焊缝中容易出现气孔。提升量过小时易使螺柱和母材易短路过烧, 电弧不能稳定燃烧。螺柱直径增大时, 提升量也要相应增大, 提升量能调整 1 ~ 3 mm 为宜, 直径越大提升量越大, 使用过程中不应改变。焊接区域有

时压形钢板镀层等有害物质清除不彻底, 此时增加提升量, 借助强电弧的“喷气”作用也可在一定程度上减小有害物质的影响, 获得良好的焊接接头。

操作过程

操作过程是保证产品质量的关键部分, 即使上述三个主要因素都符合要求, 如果不按正确的焊接工艺和步骤进行, 仍然可能产生不合格产品。若想生产出无缺陷优质焊接部件, 必须对每一个操作步骤和细节加以重视。

1. 辅助工装

焊接时通过焊枪将装好螺柱的焊枪垂直压在工件上, 保证焊枪支脚或定位管与工件垂直接触。人工焊接时, 难以保证焊枪与工件垂直, 同时在焊接完后提枪时, 比较难掌握提枪位置, 焊枪会和螺柱碰撞, 使螺柱歪斜。因此在焊接时制作焊枪辅助导向工装, 工装与工件型面贴服, 在需焊接螺柱位置安装导向套, 导向套内径与工件焊接面垂直, 高度稍低于焊枪前端盖, 焊接时将焊枪放入导向套中, 可保证焊枪始终与工件焊接面垂直, 且提枪时不会碰撞螺柱。

2. 工艺参数

工艺参数是实现焊接过程的重要保证, 焊条电弧焊、MAG/MIG 等焊接电流和负载电压的约定关系式对普通电弧螺柱焊不适用。螺柱焊工艺参数主要包括焊接电流、焊接电压和焊接时间。弧压和焊接电流的关系式可按按下式调试: 当弧长 $L=0 \sim 0.6 \text{ cm}$ 时, 弧压 $U=17+22L(\text{V})$ 。负载电压是电弧电压和焊接电缆以及连接部分的接触压降之和, 一般情况 (焊接电缆导线截面合理、电

缆长度 10 m) 这两部分压降之和约 2 ~ 4 V。当电缆过长时这部分压降相应增大。对于焊接电流和螺柱直径的关系, 可按如下关系式: 当螺柱直径 $D \leq 16 \text{ mm}$ 时, 电流 $I=80D(\text{A})$; 当螺柱直径 $D > 16 \text{ mm}$ 时, 电流 $I=90D(\text{A})$ 。每种规格的螺柱在一个合适的焊接电流区间内, 均可通过调整相应的焊接时间获得合格的焊接接头。最合适的焊接电流和焊接时间还应以现场施工工艺试验为准。焊接过程中, 电弧加热能量是电弧电压、焊接电流与焊接时间的乘积。因此焊接时间也是影响焊接质量的重要因素之一。当螺柱直径 $D \leq 16 \text{ mm}$ 时, 焊接时

间 $t=0.02 D(\text{s})$, 当 $D > 16 \text{ mm}$ 时, $t=0.04 D(\text{s})$ 。在焊接时通常要根据现场情况调整相关参数, 使达到最佳焊接要求。螺柱插入熔池是采用挤压的方式, 在焊缝成型前的瞬间将熔化的有害物质挤出焊缝, 以便形成良好的焊接接头。但插入速度又不可太快, 以防止形成大量的飞溅。螺柱的插入速度, 当螺柱的直径 $d \leq 14 \text{ mm}$ 时, 大约为 200 mm/s ; 当 $d > 14 \text{ mm}$ 时, 为 100 mm/s 。

检验

螺柱焊接作为特殊过程, 难以在加工过程中监控, 只能在完工后通过破坏试验检测, 破坏试

验简单, 易操作, 适合现场检测。螺柱弯曲检验是目前国内外通行的质检方法 (见图 2), 用铁锤直接锤击螺柱且使弯曲角低碳钢、不锈钢弯曲角 $X=60^\circ$, 黄铜、铝及其合金 $X=15^\circ$, 目测焊缝无裂纹, 即可认为焊接质量合格。为进一步确定接头强度, 以铁锤直接锤击螺柱且使弯曲角 $X=90^\circ$ 时焊缝无开裂、脱落现象为合格。

结语

要保证螺柱焊接的质量, 不仅需要尺寸合适的螺柱, 规格适合的母材, 调整合适的设备, 而且还要操作者正确的操作才能保证螺柱焊接的质量。[MM]

(接 P50)

仅适用于无腐蚀的场合; 微束等离子焊缝质量优良, 完全能满足工艺要求, 但成本高, 操作调整也比较复杂; 氩弧焊焊接质量良好, 而且成本相对较低, 是目前焊接板式换热器常用方法。氩弧焊热输入量大, 易氧化, 使焊缝焊后的耐蚀性能降低, 因为是薄板不锈钢, 焊接过程中极易变形。

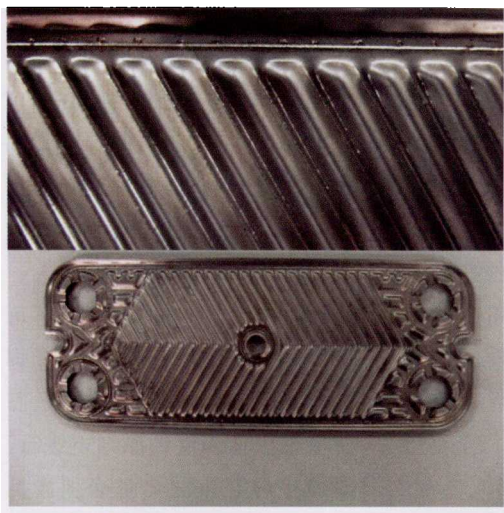


图 4 激光焊焊缝及局部放大

激光焊接工艺特点

激光焊接采用 B3015F2000 光纤激光焊接系统 (见图 3), 该系统可以满足 2.0 mm 以下板片的焊接需求。其中, 影响到激光焊缝的因素主要有激光功率、速度、焦点位置、焦斑大小、气体保护类型及吹气方式, 此外还有工件的装配间隙。

调节参数时首先选择合适的

光斑大小, 通过焊后

金相实验, 确认焊缝在结合面的宽度大于板片厚度; 在保证焊缝质量的情况下, 尽量选用大的激光功率, 可以提高焊接速度; 为了提高焊缝的耐蚀性, 焊接过程中需要有气体保护, 采用正面直吹保护, 喷嘴口径在 12 mm , 气体流量 15 l/min ,

背面开惰性气体导流槽进行保护, 焊后焊缝如图 4 所示。

为了保证焊接过程中板片不变形, 板片在焊前需要固定。目前采用的方法是先用激光点焊固定, 在点焊过程中, 需要有夹具定位, 保证焊缝间隙不大于板厚 10%, 且最大不要超过 0.1 mm , 如果间隙过大, 由于是不填丝激光焊, 焊缝会产生凹陷, 影响到焊后力学性能。

焊接不同厚度板片参数如表所示, 其中焊缝宽度 0.6 mm 以上, 经测试可以满足使用要求。

结语

板式换热器由于其自身优点, 应用越来越广泛, 而在全焊式板式换热器中激光焊相对于其他, 如氩弧焊、钎焊等具有效率高、焊缝质量可靠的优点。由于激光焊接一次性投入较大, 在大规模生产中成本可显著降低。[MM]