

# 螺旋缝埋弧焊管外观质量缺欠的产生原因及应对措施

王凤成

(江汉石油管理局沙市钢管厂, 湖北 荆州 434001)

**摘要:** 螺旋缝埋弧焊管的外观质量与其内在质量一样, 是影响焊管整体质量的重要因素。分析了螺旋缝埋弧焊管外观质量缺欠的产生原因, 包括成型缝“噉嘴”, 管体凹槽、压痕、压坑、划伤, 焊缝外观质量欠佳等, 提出了有效的预防、改善措施。

**关键词:** 螺旋缝埋弧焊管; 外观质量; 缺欠; 原因分析; 应对措施

**中图分类号:** TG335.75 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-2311(2011)05-0043-06

## Causes for Appearance Quality Imperfections of SAWH Pipe and Relevant Countermeasures

Wang Fengcheng

(Shashi Steel Pipe Plant, Jiangnan Petroleum Administration, Jingzhou 434001, China)

**Abstract:** Like the internal quality, the appearance quality of the SAWH pipe plays a critical role for the overall quality thereof. Analyzed in the article are the elements responsible the appearance quality imperfections of the SAWH pipe, such as “pouted” (deviated) forming seam, and imperfections of the pipe body like groove, impression, impressed pit and scratch, and poor seam appearance, etc., based on which, preventative and corrective actions are proposed.

**Key words:** SAWH pipe; Appearance quality; Imperfections; Cause analysis; Countermeasures

随着用户对螺旋缝埋弧焊管质量要求的不断提高, 由外观质量问题引起的用户不满意度逐渐上升, 用户投诉甚至终止加工合同的案例时有发生。螺旋缝埋弧焊管的内在质量在几十年的经验积累以及先进的科学技术保障下, 基本上已经不存在大的问题, 而外观质量缺欠问题却日益突出。螺旋缝埋弧焊管生产企业为满足用户的需求, 进一步提高企业产品的竞争力, 在保证钢管内在质量的前提下, 也在不断地努力提高钢管的外观质量。影响螺旋缝埋弧焊管外观质量的缺欠主要有成型缝“噉嘴”, 管体凹槽、压痕、压坑、划伤, 焊缝外观质量欠佳等。本文主要根据现场多年的生产实践经验, 从钢管成型和焊接两个方面对螺旋缝埋弧焊管外观质量缺欠的产生原因进行分析, 并提出相应的预防、改

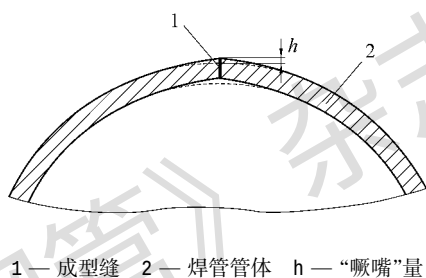
善措施。

### 1 成型缝“噉嘴”

在螺旋缝埋弧焊管的生产过程中, 钢带的两个边经过成型器咬合后, 成型缝往往表现为一边(递送边)或两边向外翘起, 如图1所示, 这种现象称为“噉嘴”<sup>[1]</sup>。螺旋缝埋弧焊管成型缝“噉嘴”又称为“竹节现象”, 通常是由于钢带边缘变形不充分或递送边与自由边的变形不协调, 导致螺旋缝埋弧焊管焊接后在成型缝附近形成的高于钢管表面的拱起现象。成型缝“噉嘴”导致焊缝向外鼓出及焊缝周围一定范围内的母材向管体内凹陷, 影响了钢管的圆度。成型缝“噉嘴”是螺旋缝埋弧焊管外观质量方面一个长期存在的质量问题。

螺旋缝埋弧焊管成型缝“噉嘴”对钢管质量影响较大。随着管线建设工程对钢管质量要求的不断提高, 成型缝“噉嘴”量也逐步成为一个重要的质量指

王凤成(1971-), 男, 在读硕士, 高级工程师, 主要从事螺旋缝埋弧焊管工艺研究及设备管理工作。



1—成型缝 2—焊管管体 h—“噉嘴”量

图1 螺旋缝埋弧焊管成型缝“噉嘴”示意

标。“噉嘴”对钢管的外观质量主要会造成以下影响：①钢管圆度局部超差；②外焊缝高度超差；③内焊缝修磨困难，容易伤及母材；④平头钝边局部不合格；⑤内焊道焊趾过渡不平滑，影响钢管防腐质量；⑥影响现场施工对接；⑦加剧成型缝的“内紧外松”现象；⑧成型缝附近应力集中；⑨更重要的是会降低管线的承压能力和使用寿命。因此，有效控制成型缝“噉嘴”，不但可以满足下道工序的要求，还能提高钢管的几何尺寸精度，降低钢管的防腐成本。

### 1.1 产生的主要原因

(1) 钢带经过成型器在三辊弯板机的作用下产生弹塑性变形，内层母材受挤压，外层母材受拉伸，内层母材在变形过程中会沿钢带横向扩张，造成管坯成型缝两边缘外翻产生“噉嘴”。当焊管成型角和厚径比由大变小时，成型缝的“噉嘴”趋势变明显。合缝处钢带两边变形不一致会导致两边的“噉嘴”量不同。成型缝咬合处的自由边已经过三辊弯曲和外控辊辅助成型变形，变形较充分，而递送边因刚进入三辊弯板机而变形不充分，因此成型缝咬合时递送边的“噉嘴”量比自由边大。

(2) 钢带钝边形状不合理，使成型缝的咬合“内松外紧”，容易造成“噉嘴”。主要有2种情况：①对于使用圆盘剪的机组，由于要剪除多余的钢带毛边，经过剪切后，其钝边截面呈正梯形，这种趋势容易产生“噉嘴”；②在用预弯辊预弯的过程中，由于辊型选择不合理，造成了钢带钝边下部被挤压成“二台”，咬合后成型缝较紧，容易造成“噉嘴”。

(3) 钢带边缘变形不充分，外翻趋势增强，从而形成焊缝“噉嘴”。这种情况也有2种：①换道后螺距与成型角发生变化，在成型器内钢带边缘相对各成型排辊的位置发生改变，1~3号成型排辊轴向间距过大，使钢带的自由边悬空，辊梁末端的辊子排列不能有效保证钢带自由边受到良好的变形，使

钢带边缘区域向外翘曲；②由于成型器2号排辊辊梁要为内焊机构留出调整空间，所以形成了一定变形盲区，造成递送边变形不足，使递送边区域的“噉嘴”趋势较自由边更为严重。

(4) 钢带进入成型器，在垂直于钢带递送方向，钢带与成型排辊之间存在夹角，从而导致钢带的递送边与自由边并不是同时发生弯曲变形，而总是自由边上的点先进入成型器内产生变形，其变形部分由于应力作用，使得钢带的递送边向上翘起。随着钢带成型角的减小，垂直于钢带对缝方向上的变形也就越大，钢带翘起的倾向也就越大，经焊接后，成型缝产生“噉嘴”的现象便越明显。

此外，成型缝“噉嘴”缺欠还与管径、壁厚、材质等有关，管径越小、壁厚越大、钢级越高，形成“噉嘴”的趋势越大。

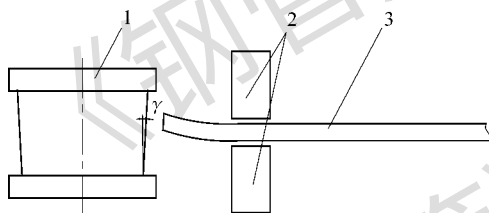
### 1.2 有效控制成型缝“噉嘴”的改进措施

(1) 制定最佳工艺参数。在考虑到钢厂可提供的热轧钢带的宽度范围等因素后，生产大直径钢管时应选择相对偏大的成型角，生产小直径钢管时应选择相对偏小的成型角。因此，从生产经济性、可行性和成型缝“噉嘴”等多方面综合考虑，在 $48^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 范围内选择成型角为最佳。角度太小，会使成型缝“噉嘴”的趋势加剧；角度太大，则会影响焊接量和生产效率，造成成型缝对钢带月牙弯较敏感而导致成型不稳定。所以，要从工艺的角度尽量减少成型缝“噉嘴”产生的趋势。

(2) 改进板边预弯工艺。在进入预弯装置成型之前，先对钢带边缘进行预弯是防止成型缝发生“噉嘴”的一项有效措施。调整预弯对壁厚较薄、强度较低的钢管比较有效。预弯工艺有二辊预弯和三辊预弯。一般螺旋焊管机组采用二辊预弯，但其预弯效果不理想。近年来，弯边机采用三辊预弯机构，每组预弯辊由上下辊和侧向摆动辊组成。其下辊呈圆柱形，可根据所需的钢带预弯宽度进行横向调整；上辊部分呈锥形，可根据钢带厚度和预弯宽度分别进行高度和横向的调整；侧向摆动辊呈鼓形，既可以进行高度及横向调节，又可以在垂直面摆动。这种三辊预弯机构可以根据不同的焊管直径、壁厚和钢带的强度分别调节3个弯边辊的位置，以获得良好的预弯效果。三辊预弯工艺能够有效地防止钢带在成型过程中因变形不足而产生的成型缝“噉嘴”现象。

(3) 采用不剪边(以铣代剪)的新工艺，加工出

所需要的钝边形状,从根本上消除剪切对钝边几何形状的不利影响。同时,对于铣削工艺要合理调整坡口,包括坡口形式、钝边大小、刀盘角度等。合理设计成型前立辊辊型及导板布局(图2)。首先,要注意立辊辊面的锥度,立辊辊面锥度过小会失去其限位作用,锥度过大则会将铣好的钝边形状挤成正梯形,从而加剧“噉嘴”产生的趋势。在生产实践中,根据钢带的不同厚度,立辊辊面锥度应选择 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 为宜。其次,导板应尽可能压在钢带的边缘,以防止月牙弯造成的波浪使钢带起伏,从而导致钝边形状被挤坏。只有这样才能较好地控制钝边的几何形状从而消除“噉嘴”。



1—成型前立辊 2—导板 3—钢带  $\gamma$ —立辊辊面锥角

图2 成型前立辊辊型及导板布局示意

(4) 合理布置成型器1~3号排辊辊梁的位置。在保证焊垫辊强度的情况下,尽可能减小其所占用的空间,从而确保1号和3号排辊能够调整到位,尽量靠近递送边,使递送边变形充分;在内焊枪空间允许的情况下通过调整大底板使2号排辊尽可能靠近递送边。准确计算成型器3个排辊的排列,尽可能减小变形盲区,保证3个排辊在一条螺旋线上,且辊子中心在钢带边缘约20 mm处,使边缘充分变形。有些成型器2号排辊燕尾板是两段,可以利用后一段燕尾板合理调整边沿位置,以保证钢带边缘变形状态良好。另外,在成型器设计上应尽可能保证辊子的排列密度,减少变形盲区。同时,尽量缩小1~3号排辊的轴向辊距,尽可能使1号排辊靠近中心线,在缩短变形过程的同时也就减少了“噉嘴”产生的可能性,减轻焊管管体压痕。

(5) 合理利用焊垫辊。利用焊垫辊的支撑作用,适量顶起钢带在成型缝处的两个边缘,在一定程度上也能够减少“噉嘴”。顶起高度一般控制在1~3 mm。同时,合理选用焊垫辊辊面形状也非常重要,焊垫辊辊面选择合适的曲线形状,可以有效地消除“噉嘴”现象。

## 2 管体凹槽

管体凹槽是指钢管表面局部范围内所出现的连续低于钢管外轮廓表面的带状凹陷现象。最为常见的是对缝区域“噉嘴”。

### 2.1 产生的原因

管体凹槽产生的原因是2号成型排辊的低头量与焊垫辊的升高量不协调,焊垫辊升得过高,同时由于成型器2号排辊梁要为内焊机构留出调整空间,所以形成了一定的变形盲区,造成递送边变形不足,使递送边区域的“噉嘴”趋势较其他部位更为严重,从而在钢带焊接成型之后在钢管对缝区域形成管体凹槽。

### 2.2 管体凹槽的有效控制措施

(1) 控制焊垫辊的偏心量。将焊垫辊放置在偏离焊管中心的位置。将焊垫辊后置(使其偏向3号成型排辊方向5~15 mm),这种方法适合小角度成型,但偏心量也不宜过大,若过大,会使成型缝啮合线过长,不易控制钢带错边;将焊垫辊前置(使其偏向1号成型排辊方向5~10 mm),适合大角度成型,同样偏心量不宜过大,若过大,会使成型缝啮合区变小,导致内焊埋弧效果不良等,如果焊点位置调整不好,焊管则容易出现焊接裂纹、气孔夹杂等工艺缺陷。所以必须严格控制好焊垫辊的偏心量。

(2) 调型过程找平各辊。调型时,如果成型排辊(主要是1~3号排辊)各辊没有找平,也很容易产生管体凹槽外观质量问题,尤其是在钢带较软、较薄的情况下更为明显。

(3) 合理布置成型器1~3号排辊辊梁的位置,尽可能减小递送边与自由边变形的不协调。

在上述措施到位的情况下,如果钢管管体凹槽仍然很明显,就适当减小2号排辊的低头量、降低焊垫辊的高度,这也是一个行之有效的改善措施。

## 3 管体压痕

螺旋缝埋弧焊管管体压痕主要是指钢带在成型变形过程中,内(外)表面被成型辊挤压而产生的钢管表面连续凸凹不平的印痕,严重时还可能产生带有一定棱角的印痕。管体压痕严重影响钢管的外观质量<sup>[2]</sup>。由于钢带是在较大外力作用下强制变形形成钢管的,所以理论上讲管体压痕是客观存在的,但是如果控制得当,管体压痕是非常轻微的,基本上不会对钢管外观质量产生影响。

### 3.1 产生的原因

管体压痕产生的最主要原因就是在钢带变形过程中,成型辊表面与钢带表面接触不良,或者钢带递送线与成型辊角度搭配不当。

(1) 1号成型排辊与钢带接触呈棱角。钢带经过成型器1~3号排辊的弯曲变形成型为管坯,若1~3号排辊均与管坯接触并对准焊管中心,则成型辊的辊面与钢管表面接触比较理想,管体压痕较轻。在实际生产中,成型器各排辊与管坯的接触方式要发生变化。正常生产情况下,成型角的变化范围可以在 $40^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ,在这个范围内1号排辊与钢带的接触始终是棱角接触(如图3所示,其中 $\alpha$ 角为钢带表面与1号排辊轴中心线所形成的夹角),在外力作用下,钢带表面形成压痕,成型角越小,则管体压痕越深。

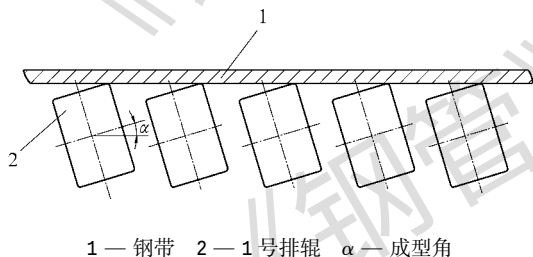


图3 1号排辊与钢带呈棱角状态接触示意

(2) 成型器2号排辊的调整。3个成型排辊在钢管成型过程中,2号排辊受力最大,而2号排辊在结构上又是悬臂梁结构,在钢管变形过程中会发生弹性变形,2号排辊的辊梁必须有一定的低头量才能抵消这种变形。在生产过程中,2号排辊的第一个单辊受力最大,其他依次减小,因此2号排辊第一个单辊所产生的管体压痕最为严重,其余依次减轻。由此可以得出:①2号排辊的压下量越大,则钢管管体压痕越深;②当成型排辊角度调整不当时,成型排辊因单边受力,与钢带边缘接触,易形成较深的钢管管体压痕;③成型排辊的曲率半径越小压痕越深;④2号排辊的低头量选择不当,低头量越大压痕越深;⑤成型排辊没有找平,凸出来的单辊受力大,易形成较深的钢管管体压痕。

(3) 成型器1~3号排辊相对位置不当。调型时,由于调整不当,成型器1~3号排辊的辊印线不重合,再加上成型角度存在一定的误差,易造成钢管管体压痕。当2号排辊作用线正好处于1号排辊中相邻两个辊子作用线的中间位置时,钢管管体压

痕最深。

(4) 焊垫辊的角度不当。当焊垫辊角度与钢带递送线存在夹角时,焊垫辊与钢带呈棱角接触状态;当钢带发生窜动时,也可能将焊垫辊拉翻,使得焊垫辊与钢带表面呈棱角接触状态,从而产生钢管管体压痕。

(5) 其他因素。在螺旋缝埋弧焊管生产线上,为了防止钢带出现波浪而安装一些压辊和托辊,这些压辊和托辊如果与钢带递送线存在夹角,也会使钢带产生压痕;铣边机在铣边时,为防止钢带受力窜动,提高铣边质量,采用托辊和压辊将钢带纵向固定,在压力作用下,钢带通过托辊、压辊时有时会产生明显的压痕,最终造成钢管管体压痕。

### 3.2 管体压痕的有效预防措施

(1) 精心调整各成型排辊角度,最大限度地减小成型排辊与钢带递送线之间形成的夹角;精心安装各压辊、托辊,避免托辊、压辊与钢带递送线之间产生夹角;在可能的情况下,尽可能减小铣边机及2号排辊的压下量。

(2) 1号排辊采用斜面辊,2号排辊采用圆弧面辊,最大限度地减小成型排辊辊面与钢带的棱角接触,防止钢管管体压痕产生,如图4所示。

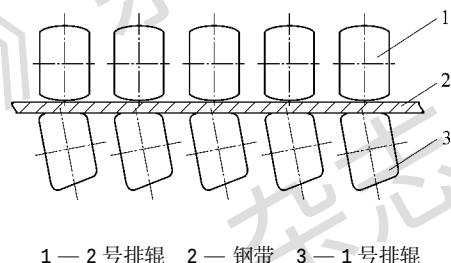


图4 改善后的1、2号排辊与钢带表面接触示意

(3) 合理搭配2号排辊的低头量和压下量。严格控制好2号排辊的压下量,用手触摸钢管管体感到有波浪时,说明2号排辊压下量过大,这时应减小2号排辊的压下量,以便有效地减轻压痕。2号排辊压下量和低头量通常可以通过弹复样的开口情况来判断合适与否,根据生产经验,弹复样开口量控制在 $-30\sim +80$  mm之间较好,错口量在保证成型稳定、管径适中的情况下越小越好。

(4) 各成型排辊在调型之前都要经过严格找平,避免单辊高度突出,通常要求排辊辊面不平度控制在 $\pm 0.5$  mm。

(5) 合理搭配和调整好 1~3 号排辊的轴向位置,使其辊痕线重合。

(6) 调整好焊垫辊的角度,并严格控制钢带窜动,使钢带平稳进入成型器。当发现焊垫辊窜动时,立即调整焊垫辊的角度,及时消除因焊垫辊角度不当或被拉翻所造成的钢管管体压痕。

## 4 压坑、划伤等

### 4.1 产生的主要原因

影响焊管表面质量的缺欠还有划伤、压坑等,主要是因为钢管成型和焊缝焊接过程中辊轮表面有突起物(又称“瘤子”)、成型排辊辊轮破损失效以及钢带在递送过程中递送线不正、铣边铁屑落在钢带表面上等因素造成的。

### 4.2 压坑、划伤等外观缺陷的有效预防措施

(1) 尽可能减小在钢带递送过程中递送线偏差,避免钢带对接过程中人为月牙弯的产生,从而确保钢带递送平稳,递送过程不出现较大的鼓包、波浪。

(2) 加强岗位员工的责任心,成型辊辊轮出现异常情况及时更换,及时清理辊轮等表面的突起物(“瘤子”)。

(3) 钢带卷在运送和储存过程中妥善保管,避免灰尘、石子等杂物进入钢带卷内。

(4) 确保钢带表面清洁,及时清理钢带表面的铁屑等杂物。

## 5 焊缝外观质量欠佳

焊缝外观质量欠佳是指焊管焊缝余高超标、焊缝过渡不圆滑、焊缝出现“马鞍形”等情况。由于螺旋缝埋弧焊管的焊接过程是在钢管的圆弧面上完成的(内焊爬坡焊、外焊下坡焊),内焊焊点位置选在成型器回转中心相对于钢管中心线偏后的位置,因而焊点下焊缝的斜率增大,在焊缝结晶的位置上钢管旋转焊缝斜率减小,从而形成了内焊缝中央略凹的形状,称之为焊缝“马鞍形”;外焊焊点位于沿钢管旋转方向中心线靠后的位置,焊点下焊缝的斜率变小,而在焊缝金属形成结晶的位置焊缝斜率增大。由于焊缝向前运动,外焊缝的中部被加厚,从而形成中央凸起的形状,基于以上情况焊缝易出现偏流导致焊缝过渡不圆滑。

### 5.1 主要影响因素

影响螺旋缝埋弧焊管焊缝外观质量的因素主要

包括焊接工艺参数、焊丝形位参数、焊剂流量、焊剂工艺性能、焊接速度、坡口形状以及成型合缝状态等。

#### 5.1.1 焊接工艺参数

螺旋缝埋弧焊管进行焊接时,为了保证焊接质量而选定的各项参数(例如焊接电流、焊接电压、焊接速度、线能量等)的总称叫做焊接工艺参数。

(1) 焊接电流。当其他条件不变时,增加焊接电流,则焊缝的厚度和余高都会增加,而焊缝宽度几乎保持不变(有时略有增加),如图 5 所示。这是埋弧自动焊生产过程中得出的实验结果。螺旋缝埋弧焊管在生产过程中,内焊使用的焊接电流较小,外焊使用的焊接电流较大;但在进行外焊时,用较大的焊接电流会使焊管焊缝的余高增加,成型恶化,边缘圆滑过渡情况变差。

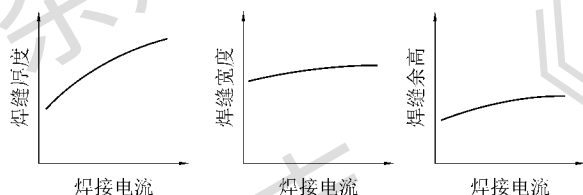


图 5 焊接电流对焊缝形状的影响

(2) 焊接电压。当其他条件不变时,电弧电压增加,焊缝宽度显著增加而焊缝厚度和余高将略有减小,如图 6 所示。螺旋缝埋弧焊管的外焊是在“斜坡”上进行的,焊接电压越大,熔池越宽,则焊缝金属发生侧向流淌的可能性就越大,从而导致焊缝金属偏流,焊缝过渡不圆滑。

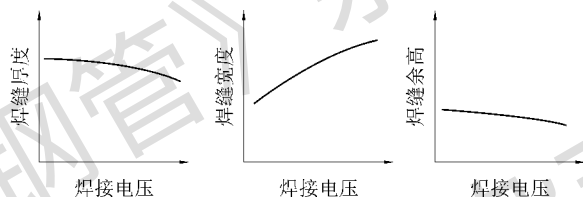


图 6 焊接电压对焊缝形状的影响

(3) 焊接速度。焊接速度对焊缝厚度和宽度都有明显的影响,当焊接速度增加时,焊缝厚度和宽度都大为下降。从生产效率考虑,焊接速度越快越好,但当焊缝厚度有一定的要求时,为了提高焊接速度,就必须进一步提高焊接电流和电弧电压,所以这 3 个工艺参数必须综合考虑,合理选用。

### 5.1.2 焊丝形位参数

螺旋缝埋弧焊管在进行外焊时, 熔融状态的焊缝金属在重力作用下会发生侧向流淌, 易导致焊缝偏流。如果焊丝的倾斜角度不合理, 那么焊缝偏流现象会更严重。

(1) 电极直径和伸丝长度。当其他条件不变时, 减小电极(焊丝)直径不仅使电弧界面减小, 而且也减小了电弧的摆动范围, 所以焊缝的厚度和宽度都将减小。伸丝长度是指焊丝与导电嘴的接触点到焊丝末端的长度, 即焊丝上通电部分的长度。伸丝长度增加时, 焊缝余高增加, 焊丝直径越小这种影响越明显。

(2) 电极(焊丝)的倾角。电极(焊丝)相对于焊接方向可以倾斜一个角度, 当电极(焊丝)的倾角顺着焊接方向时称为后倾; 逆着焊接方向时称为前倾。电极(焊丝)前倾时焊缝宽度增加, 余高减小, 前倾角度越小, 影响越明显。

### 5.1.3 焊剂流量与工艺性能

埋弧焊时, 焊剂的成分、密度、颗粒以及堆积高度对焊缝形状有一定的影响。当其他条件相同时, 稳弧性较差的焊剂将使焊缝厚度增大而宽度变小。焊剂密度小, 颗粒度大或堆积高度较小时, 焊缝厚度减小、焊缝宽度增加、余高略微减小。此外, 熔渣黏度对焊缝表面的成型影响较大, 若黏度过大, 焊缝表面会形成许多凹坑, 使成型恶化。若焊剂的工艺性能较差, 熔渣的高温黏度与表面张力均较大, 则熔渣的流动性差, 脱渣困难, 易导致焊缝成型恶化, 特别是焊缝边缘过渡变差。

### 5.1.4 保护气体成分

气体保护焊时, 保护气体的成分以及与此密切相关的熔滴过渡形式对焊缝形状影响较大。

### 5.1.5 坡口形状

当其他条件不变时, 增加坡口的深度和宽度, 会使焊缝的厚度、宽度略有增加, 焊缝余高明显减小。

### 5.2 焊缝外观质量的有效改进措施

(1) 相应减小外焊焊接电流。根据焊接理论, 较小的焊接电流对熔池的搅拌作用减弱。焊丝的熔化量减小, 焊缝余高将会减小, 焊缝表面波纹细小, 边缘过渡趋于圆滑。因此, 外焊前丝采用较小的焊接电流。但随着焊接电流的减小, 熔深相应减小, 又会影响焊缝的内在质量。为解决这一矛盾, 采取以下 2 项措施: ①内焊采用较大的焊接电流, 或适当降低焊接速度; ②适当减小外焊前丝的后倾角。

(2) 适当减小外焊焊接电压。

(3) 采用优质外焊剂。外焊时, 采用工艺性能优良的烧结焊剂, 可以降低熔渣的黏度和表面张力, 改善焊管的焊缝成型, 使焊缝边缘过渡趋于圆滑。

(4) 外焊焊丝采用侧倾焊接。外焊时, 适当调整导电嘴(焊丝)的侧倾角, 使焊丝指向成型缝递送边。

## 6 结 语

在生产实践中, 准确找到影响螺旋缝埋弧焊管外观质量的主要因素, 分析其产生的主要原因, 并有针对性地采取相应的预防改进措施, 可以有效地改善钢管的外观质量, 从而使企业在激烈的市场竞争中获得优势。通过有效地采取上述预防改进措施, 江汉石油管理局沙市钢管厂螺旋缝埋弧焊管的外观质量得到了大幅度提升, 尤其是 2010 年生产的两批伊拉克管线外贸合同的螺旋缝埋弧焊管, 得到了国内外专家的一致好评。

## 7 参考文献

- [1] 赵新伟, 路民旭, 白真权, 等. 焊缝噤嘴对螺旋焊管应力分布的影响[J]. 石油机械, 1998, 26(8): 17-19.
- [2] 黄滨安, 董遂庆. 螺旋焊管管体压痕的产生与缓解[J]. 焊管, 2001, 24(6): 46-49.

(收稿日期: 2011-05-13)

钢管 欢迎刊登广告 · 广而告之 —

为您把握先机 占领市场 创造未来 提供支持平台