

# 石油钻机泥浆循环罐制造工艺分析

杜永彬 侯祥群

(中国石油集团长城钻探工程有限公司工程服务公司 辽宁 盘锦 124010)

**摘要:**石油钻机泥浆循环罐由于尺寸大,在实际加工制造过程中非常容易出现变形、尺寸超差等问题,针对加工过程中出现的这些问题,依据相关标准及规范,本文提出了石油钻机泥浆循环罐的制造工艺,从原材料的下料、罐底座及顶框的组对、罐体组合及焊接等方面给出了具体的工艺措施及要求,以保证循环罐产品质量。

**关键词:**循环罐;制造工艺;焊接;产品质量

## 0 引言

石油钻机泥浆循环罐是石油钻机进行钻井作业过程中,泥浆循环系统的主要组成部分,可以完成泥浆的净化处理,其焊接质量决定了整个泥浆循环系统的产品质量。因此为了达到设计制造标准,泥浆循环罐的制造过程除了要按照设计图纸及要求进行以外,还要按照既定的制造工艺进行加工,完善的制造工艺是保证产品质量的基础,合理的加工工艺还可以提高生产效率、降低劳动强度。本文从泥浆循环罐的下料,底座、顶框及罐体组合与焊接等方面对泥浆循环罐的制造工艺进行了阐述和规范,并加以控制,从而保证泥浆循环罐的整体产品质量。

## 1 加工过程中容易出现的主要问题

泥浆循环罐主要由钢板、型材焊接而成,在以往的实际加工制造过程中,由于泥浆循环罐的罐体尺寸较大,一般长度为12m,宽度为3m,高度为2.4m,在制造焊接过程中受热不均匀非常容易出现焊接变形大,导致尺寸超差、外观不美观等问题。罐体变形主要包括立墙板凹凸、扭曲,底座、顶框的弯曲和扭曲,底板及顶部花纹钢板波浪变形。而且这些变形都会导致泥浆循环罐整体的承载能力降低和影响外观质量。

导致出现变形的原因主要有两个方面:一方面是钢板和型材在存放的时候由于堆积容易出现变形,对于变形较大的钢板在下料后进行焊接之前首先要矫正变形,避免组焊后出现更大的变形和减小矫正工作量;另一方面,是由于焊接受热不均、焊缝收缩而产生的挠曲变形,这也是导致变形的关键因素,必须加以控制和预防。

为了控制罐体的整体变形不超过标准范围,一般主要从四个方面进行控制:①优化设计结构形式,合理布

置焊接位置;②选择合适的、正确的加工工艺;③焊接后对变形进行矫正;④提高焊接人员的焊接水平。

为了保证产品的整体质量,本文主要从加工工艺方面进行控制。

## 2 泥浆循环罐下料工艺

下料是加工制造泥浆循环罐的第一步,也是保证产品质量的基础,所有下料工作必须严格按照设计图纸进行放样、划线及切割下料,主要包括板材(如罐的底板、侧板、端板、中间隔板、泥浆槽板、罐面花纹板)与型材(方管、工字钢、槽钢、角钢、圆管)的下料。

对于板材(厚度 $< 12\text{mm}$ )应首选剪板机下料,剪板机无法满足下料要求时,应采用自动或半自动氧+乙炔火焰切割机切割下料;圆形板材零部件手工氧+乙炔火焰切割下料应采用专门的工装设备;几何形状较为复杂的板材零部件采用手工氧+乙炔火焰切割;对于外形尺寸小于 $130\text{mm}$ 的型材,应选用砂轮切割机切割下料;对于外形尺寸大于 $130\text{mm}$ 和几何形状较为复杂的型材零部件,采用手工氧+乙炔火焰切割下料,下料尺寸误差控制在 $1 \sim 2\text{mm}$ 范围内。

采用剪板机、砂轮切割机切割下料的板材、型材应将切割面的毛刺、飞刃打磨清除,采用氧+乙炔火焰切割下料的板材、型材应将切割面的氧化渣打磨清除。采用氧+乙炔火焰切割下料的板材、型材的切割面的割纹深度不得大于 $0.3\text{mm}$ ,切割面平面度超差不得大于板材(管材)厚度的 $0.05\%$ ,切割面倾斜度不得大于板材厚度的 $10\%$ ,对切割面的缺口应进行打磨补焊。

## 3 泥浆循环罐底座与顶框制造工艺

在进行泥浆罐底座的工字钢主梁、槽钢横撑、钢管拖杠、角钢、筋板等组对焊接时,槽钢横撑与工字钢翼板组焊的对接焊缝(板厚 $> 3\text{mm}$ )应在槽钢一侧加工坡

口；在进行泥浆罐顶框四周边框的方钢管、工字钢横撑以及角钢等组对焊接时，工字钢横撑与边框方钢管组焊的对接焊缝（板厚 > 3mm）应在工字钢一侧加工坡口；对于需要接长的工字钢主梁及边框方管，应按设计图纸技术要求进行下料切割、加工坡口进行组对焊接。

在组对焊接底座、顶框时应该在钢锭平台上进行，并加以固定，以减少框架变形。同时制作简易工装或工具，对底座和顶框进行翻转焊接，以保证焊接时进行平角焊，从而提高焊接质量，减轻劳动强度，操作简单。

泥浆罐底座、顶框焊接结束后要及时清理焊缝两侧的飞溅、熔渣、杂物，焊缝外观成形差的进行修磨，出现的超标变形部位进行调整、矫正；底座、顶框表面平面度偏差不得大于 8mm；宽度偏差不得大于 ±5mm，长度偏差不得大于 ±7mm；对角线之差不得大于 7mm。

#### 4 泥浆循环罐罐体组合工艺

对罐体底板、侧板进行接料以及组对焊接时，应按技术要求加工坡口，焊接时应选择平焊位置进行施焊，正面焊缝焊接结束后，背面焊缝焊接前采用砂轮打磨或碳弧气刨的方法进行清根，然后清除熔渣再进行施焊。焊接结束后板产生的超标变形进行调整、矫正，对影响与底座进行组对的焊缝余高打磨清除。

泥浆罐底座、顶框制造完成后，依次进行罐体底板与底座进行组对、定位焊；罐体侧板、端板与底座、底板进行组对、定位焊；中间隔板与底板、侧板进行组对、定位焊；顶框与罐体侧板、端板以及中间隔板进行组对、定位焊；罐内泥浆槽板进行组对、定位焊；组对、定位焊结束后再进行泥浆罐整体焊接；最后对焊接过程中产生的超标变形进行调整、矫正。

罐内流程管道、吊装管、清沙门、罐与罐之间连接杆及耳座、罐与罐之间走道（格栅）板支撑角钢、罐面花纹板等的组对技术要求、焊缝外观尺寸按照对接焊缝、角接焊缝的标准执行。

罐内工艺流程管线的切割下料、组对焊接，应按如下要求进行：

(1) 流程管线需穿越中间隔板、端板、侧板时，采用手工氧 + 乙炔火焰切割加工的穿管孔，其圆周边的氧化渣应打磨清除；

(2) 管道对接焊接接头应按技术要求加工坡口、组对焊接，焊接时应尽量选择水平转动焊的位置进行焊接；

(3) 焊接结束后，对焊缝表面进行修磨、对焊缝及两侧的焊渣、飞溅物进行打磨清理。

罐体焊接工作全部完成后，及时进行飞溅、熔渣的清理与焊缝修磨，对焊接过程中产生的超标变形进行调

整、矫正。

泥浆罐的表面（3m×3m）平面度偏差不得大于 5mm；长、宽、高小于等于 3m 时，偏差不得大于 ±5mm，长、宽、高大于 3m 时，偏差不得大于 ±7mm；对角线之差长度小于等于 3m 时，偏差不得大于 5mm；长度大于 3m 时，偏差不得大于 7mm。罐体表面不得有机械划痕和凹坑。

### 5 泥浆循环罐焊接工艺

#### 5.1 加工坡口要求

施焊前应将焊道及两侧的油污、浮锈、水等杂物清理干净，对需要加工坡口的焊接接头应按技术要求加工坡口，具体要求详见表 1 ~ 表 4。

表 1 板材对接接头加工要求

板厚 /mm	坡口形式	坡口角度	组对间隙 /mm	钝边 /mm
≤ 8	I 形	-	2 ~ 4	-
≥ 10	X 形	60° ±5°	2 ~ 4	4

表 2 工字钢对接接头加工要求

位置	坡口形式	坡口角度	组对间隙 / mm	钝边 /mm
腹板	X 形	60° ±5°	2±1	2
翼板	V 形	60° ±5°	2±1	1 ~ 2

表 3 管道（包括方管）对接接头加工要求

坡口形式	坡口角度	组对间隙 / mm	钝边 / mm
单 V 形	60° ±5°	2±1	1 ~ 2

表 4 罐体端板与侧板组合的角接焊接接头加工要求

坡口形式	坡口角度	组对间隙 / mm	钝边 / mm
单 V 形	45°	0	4

管子或管件对接焊缝组对时，内壁应平齐，内壁错边量不宜超过壁厚的 10%，且不大于 2mm；板材与板材对接焊缝组对时，组对应平齐，错边量不宜超过板厚的 10%，且不大于 2mm；T 型焊接接头要求组对间隙为 0，局部不超过 2mm。

#### 5.2 焊材选用

泥浆罐的板材、型材的材质均为 Q235、无缝钢管材质为 20# 钢，上述两种材质的板材、型材、无缝钢管的焊接，采用焊条电弧焊或手工半自动二氧化碳气体保护焊进行焊接。焊条电弧焊选用 J422 焊条，直径 3.2 ~ 4mm 焊条并保持干燥，手工半自动二氧化碳气体保护焊选用 ER50-6 焊丝，直径 1.2mm，保持焊丝清洁。焊条

和焊丝在室内的货架上存放,距离地面高约300mm以上,距离墙壁200mm,存放焊条的室内应保持通风、干燥、清洁;焊条、焊丝的保管、发放/领取、使用、回收应符合相关标准规定。

### 5.3 焊接工艺及要求

泥浆循环罐主要由钢板、型材焊接而成,在焊接过程中如果受热不均,非常容易引起变形,需要加以预防,从而减少后期因发生变形而需要增加的矫正工作量。

正确的焊接工艺可预防和减小罐体的焊接变形,常用的方法有跳焊法、分中退焊法、断焊法、反变形法、刚性固定法。拼接底板焊接时宜采用分中、断续和跳焊法。底板与横梁固定焊接时宜采用分中、断续和跳焊法。墙板连接的由壬、法兰、管接头的焊接时应提前在每个焊口都与墙板打斜撑,每个焊口要1次焊完,中途不要停顿。特别是对于锥形罐,罐体四周立墙钢板无法通过折压竖向瓦楞的方式来减小变形,焊接过程中更要注意焊接顺序及焊接方式。

焊接应采取合理的施焊方法和焊接顺序。焊接时应选择平焊、平角焊位置进行施焊;端板与侧板铰接焊缝接头正面根部焊缝焊接时,不允许采用向下立焊的方法进行焊接;焊接过程中应保证起弧和收弧处的质量,收弧时应将弧坑填满,多层焊的层间接头应错开。施焊时先进行焊接收缩量大的焊缝,后焊接收缩量小的焊缝;先焊接对接焊缝,后焊接角接焊缝;先焊接立焊缝,后焊接横焊缝。

角焊缝焊脚高度不小于较薄一侧板材厚度,对接焊缝余高为0~1.5mm,焊缝外观成形应符合技术要求,焊缝表面不得有气孔、夹渣、裂纹、焊瘤、凹坑以及咬边等缺陷。进行定位焊缝焊接时,应采用与正式焊缝焊接时相同的焊接材料,定位焊缝要保证在焊缝正式焊接过程不致开裂,定位焊缝的长度、厚度和间距应均匀美

观,对定位焊缝存在的缺陷应打磨清除。

在施焊过程中要注意电流、电压、焊接速度的控制,选择适用的焊材,若采用二氧化碳气体保护焊,还应注意气体流量的控制,尽量避免焊接缺陷的出现及减少焊接飞溅。

合适的焊接环境也能改善焊接质量,在罐体焊接时,对材料的存放环境、产品制作的环境都有一定的要求,有些材料不仅要防止风吹日晒,对于湿度也有明确的要求,焊条的烘干和焊接环境,需要保持一定温度时,必须有预热措施等。

## 6 结语

石油钻机泥浆循环罐的加工制造过程非常容易引起较大的变形及尺寸超差,因此在施工过程中必须严格按照规范的制造工艺进行,从而保证整体的产品质量和外观达标。从下料、底座及顶框组对、整体组对焊接、坡口加工、焊接工艺及要求等方面进行严格控制。并且整个生产过程由质量检验人员依据制造工艺严格监督施工,才能减小泥浆循环罐的罐体变形,尺寸达标,外观美观,达到用户的满意。

### 参考文献:

- [1]JB/T 10045-2017,热切割质量和几何技术规范[S].
- [2]GB/T 19804-2005,焊接结构的一般尺寸公差和形位公差[S].
- [3]GB/T 985.1-2008,气焊、焊条电弧焊、气体保护保护焊和高能束焊的推荐坡[S].
- [4]寇联星,白文雄,李海东,等.泥浆罐变形预防和校正方法[J].石油矿场机械,2011,40(10):95-97.

**作者简介:**杜永彬(1985-),男,汉族,山东日照人,工程师,硕士研究生,研究方向:石油机械设计工作。