

水利工程大管径钢管电弧焊焊接施工技术要点

牟 奎

甘肃省水利水电工程局有限公司 甘肃 兰州 730000

摘要: 水利工程大管径钢管电弧焊焊接施工技术在工程建设中必不可缺, 结合严格的技术控制措施, 可有效增强钢管焊接质量, 延长结构使用寿命。文章重点围绕技术应用要点进行分析, 从施工准备、转动管接头焊接、焊接固定接头、焊后处理进行阐述, 结合实际案例分析焊接操作, 以期提高技术参考性。

关键词: 大管径钢管; 电弧焊焊接施工技术; 焊后处理

引言

水利工程在现代农业以及水源管理中的应用价值较高, 必须结合严格的施工技术控制措施, 以提升结构稳定性, 确保水源供应稳定安全。作为主要的施工技术之一, 大管径钢管电弧焊焊接施工技术容易因人员以及外界因素产生焊接缺陷, 造成焊接质量下降。为此, 应加强技术控制和焊后处理, 避免出现焊接缺陷。

1 焊接技术要点

1.1 施工准备

以Q235钢管材质为例, 选择螺旋焊管开展焊接作业, 设计焊管规格为820mm×10mm。焊接前, 做好人员、技术、设备准备。人员方面, 保证技术人员持证上岗。技术方面, 明确焊接方案, 要求人员按照设计方案焊接作业。设备方面, 可采用ZX7-500交流弧焊机、E4303电焊条等, 基于150℃温度下烘干1h, 采取“随用随取”的方式施工。在施焊之前, 清洗干净钢管表面的锈蚀等, 使其露出金属光泽。

1.2 转动管接头焊接

1.2.1 组对与定位

通过组对与定位, 可进一步增强接头成形美观度。焊接时, 充分考虑坡口形式, 严格控制组对间隙与钝边大小, 确保参数设计合理, 避免出现内部凹陷等缺陷。定位焊接时, 根据钢管接头的实际情况, 合理布设定位板。一般可选择8-10块定位板, 设定规格为200mm×80mm×10mm, 在钢管周边均匀放置, 控制各个板之间的距离为4mm。确定构件位置时, 检查各个接管是否处于同心状态, 控制错边量不大于1.5mm。

1.2.2 打底焊层

选择电弧焊单面焊双面成形焊接方式, 对打底焊层进行焊接处理。利用3.2mm电焊条焊接时, 可设定电流参数为115A-125A。中间地带起弧施焊, 右侧处熄弧处理。坡口间隙中心处出现起弧问题时, 横向摆动焊条, 使其左右

摆动, 向下熄弧即可。摆动时, 控制各个动作之间的间隔时间为1.5s。合理转动管件, 调整焊接位置至管接头的8点半至10点半, 跟随焊缝延伸情况, 按顺序逐个打掉焊缝。

1.2.3 填充层

设置115A-125A的电流, 开展连弧焊接作业。清理焊渣后, 转动管件至9点至11点, 以提高焊接质量。焊接时, 严格控制两侧速度与中间速度, 前者以缓速为宜, 后者以快速为宜。摆动时, 选择“8”字形运条保证填充层焊道的平整性。对于坡口两侧处, 严禁出现深沟或者夹角, 防止层间发生夹渣问题。

1.2.4 盖面层

采用4mm电焊条焊接盖面层时, 一般使用电流参数为150A-160A。基于填充层焊接方式, 控制焊条摆动的均匀性, 确保最终焊接质量达标、成形美观。焊道两侧处, 应不小于坡口边缘。此外, 保证焊缝余高在2mm。

1.2.5 封底层

针对施工需求选择合适的电焊条焊接, 例如, 反面成形效果要求高时, 使用4mm电焊条焊接, 设定设备电流参数为160A-180A。对管内焊道进行重新熔化后, 封底焊接时, 检测其宽窄、高低是否相同。

1.3 固定接头焊接

固定管接头坡口焊接时, 主要从接头右上方进行灭弧处理。交替断弧作业后, 转至12点处, 停止灭弧处理。焊接中, 尽量控制设备速度适中, 避免出现管内成形差的情况, 既影响结构稳定性, 也降低了构件的美观度。焊接后, 检查是否存在夹渣等缺陷, 如有缺陷应及时进行处理与修复。对焊条接头进行更换处理时, 严格按照技术规范施工, 为保证焊接质量, 合理控制焊条角度与电弧长度^[1]。

1.4 焊后处理

1.4.1 焊缝检测

焊接后, 采取先进可靠的检测技术, 确定钢管焊接

质量。例如，选择激光超声检测技术，利用激光脉冲在钢管中产生的超声波反应，综合检测钢管焊接质量。检测时，这种技术可有效降低精度误差，避免耦合对量程产生影响，同时可保证被检测部位不受污染^[2]。

1.4.2 焊接缺陷处理

(1) 裂纹

压力钢管焊接缺陷中，焊接裂纹较为常见。这种焊接缺陷可分为两种类型，一种为冷裂纹，另外一种为热裂纹。从形式上看，可分为弧坑类、横向类、焊根类等。一般裂纹产生时，其主要原因为焊接应力过于集中，焊接期间熔池区域受热明显不均匀，冷却后金属原子之间无法结合。

采取后热或者热处理方式，缓冷焊缝后严禁立即清除药皮。待其缓冷结束之后，清除药皮并进行修补处理。焊后缓冷时，选择复合型缓冷装置将已经完成的焊口趁热裹上石棉，盖上一层毛毡之后，使用橡皮带捆绑紧实，之后开始进行保温，保温时间应大于30min。

(2) 气孔

产生气孔的主要原因如下：第一，焊条未烘干，或者未达到烘干要求；第二，焊缝坡口处杂质多，如油污、锈迹等；第三，基体金属和焊条含碳量高，同时焊接速度较快，造成其中的气体无法及时逸出；第四，焊接电弧过长，促使惰性气体保护不足，空气容易危害熔池，造成气孔缺陷发生；第五，凝固时间过短；第六，焊条药皮明显开裂并脱落；第七，二氧化碳气体流量过大或者过小；第八，电弧电压过高，波动大时也会产生气孔。

检测到气孔缺陷后，应及时清除气孔，采用气割或者磨削等方法清除即可。当气孔较小时，使用填料填充；当气孔较大时，则需要重新焊接保证钢管结构质量。

2 案例分析

2.1 工程概况

该工程采用明挖方式，全场大约为2.3km。钢管概况见表1。根据现场情况，确定各个钢管的连接方式为电弧焊接。选择4.0mm的焊条进行现场试验，焊条型号为CHE427。设计焊接层数为5层，其中外侧共有2层，内侧共有3层。

表1 钢管概况

序号	项目	类型
1	钢管型号	DN2 600压力钢管
2	管道内径	2 600mm
3	材质	Q235C
4	钢材壁厚	20mm
5	钢管长度	6.0m

2.2 焊接流程

确定电弧焊焊接施工流程如下：施工准备→钢管对接→打磨清理焊缝→定位焊接→打底层焊接→清理打磨处理→填充→清理打磨处理→盖面焊接→焊后处理→另外一侧碳刨→打底层焊接→清理打磨处理→盖面焊接清理打磨处理→焊后处理。

2.3 焊接操作要点

2.3.1 施工准备

将制备好的钢管吊装就位，之后使用起重机或者单轨吊车进行微调处理，完成管道对口作业。在钢管内侧和外侧铺设防火布，避免接头焊接时出现被腐蚀的问题^[3]。主要在两处铺设：其一为内侧底部120°处，该处铺设防火布后，可保证施工人员的施工安全性；其二为内侧焊缝缝1.5m处，按照180°范围铺设1层防火布。铺设时，为保证布与钢管良好粘合，选择合成胶粘剂粘贴，焊接施工结束后再撕下防火布。

2.3.2 打磨清理

焊接之前，对坡口及两侧20mm以内打磨处理，清理表面氧化皮、铁锈等，磨出金属表面即可。打磨清理后，检查施工质量，合格后可开始进行定位焊接。

2.3.3 定位焊接

完成钢管精调对口点固焊接之后，控制其焊缝长度为50mm，两者之间的间隔角度大约为90°。

2.3.4 平焊

(1) 打底层

点焊起弧处引弧后，将焊头运动至待焊缝中心处，以小幅度摆动形式形成第一个熔池。摆动方向为横向，呈“8”字形摆动。熔池形成之后，及时采取断弧处理措施。引至坡口边缘后，避免在中心处断弧。在其他位置开展断弧作业时，应加快速度，防止断弧过慢产生气孔。熔池内部温度逐步下降后，如铁水颜色转暗且无亮点，则可横向摆动作业，形成新熔池后停止。选择断弧焊方式完成打底作业，打完后开始底部焊缝处理^[4]。内侧焊接时，设置电流为195A-200A，电压为67V，前进速度为15-18cm/min。外侧焊接时，设置电流为196A-200A，电压为67V，前进速度为14-16cm/min。

(2) 填充层

焊接之前，及时去除底层存在的焊缝杂质，如灰尘、碎屑等。全面打磨焊缝凸出区域，保证表面平整光滑。焊接时，适度加快中间处的作业速度。对于邻近坡口处的焊接，可选择较缓速度作业，以确保运条平稳性。基于良好焊接工序下，可快速完成不同填充层的焊接。内侧焊接时，设置电流为202A-210A，电压为67V，

前进速度为14-16cm/min。

(3) 盖面层

对各类参数进行调整之后,开始针对盖面层焊接。采用月牙形运条方式,促使焊条在均匀状态下摆动,缓至坡口边缘处,及时减缓摆动速度。充分结合铁水与坡口边缘,提高焊接质量。焊缝形成鱼鳞纹之后,可提高成形美观度。内侧焊接时,设置电流为198A-205A,电压为67V,前进速度为15-17cm/min。外侧焊接时,设置电流为195A-203A,电压为67V,前进速度为15-17cm/min。

2.3.5 立焊

(1) 打底层

采用引弧处理方法,待焊接处稳定后,对坡口两侧进行全面检测与观察,如发现熔珠状铁水,则应开展电弧处理措施,使其进入母材。实时查看熔池情况,呈呈水滴状之后,短时间内引电弧至坡口处,之后断开电弧便于后续作业。当铁水颜色逐步发暗,亮点随之消失时,横向摆动电弧,至熔孔处形成新熔池^[5]。内侧焊接时,设置电流为180A-190A,电压为67V,前进速度为15-17cm/min。外侧焊接时,设置电流为185A-195A,电压为67V,前进速度为13-15cm/min。

(2) 填充层

焊接时,注意检查焊缝是否残留杂质,及时清理保证焊接质量,以免影响焊接质量,造成钢管结构不稳定。打磨平整之后,平稳运条完成该层面的焊接施工。内侧焊接时,设置电流为192A-205A,电压为67V,前进速度为13-15cm/min。

(3) 盖面层

严格控制立焊盖面层,稳定焊条后控制其摆速与停滞时间,促使焊条熔化之后与坡口完成融合。内侧焊接时,设置电流为182A-195A,电压为67V,前进速度为14-16cm/min。外部焊接时,设置电流为180A-195A,电压为67V,前进速度为14-16cm/min。

2.3.6 仰焊

(1) 打底层

点焊起焊处引弧之后,横向摆动至熔池形成即可断弧。坡口根部处施工时,开展电弧处理措施,促使铁水

向上顶,期间控制其摆动方向,以横向摆动的方式最佳,可防治发生构件下垂的情况。稳定后可加快摆动速度,运条至坡口中间处,借助电弧吹力作用,再次顶起电弧和铁水,形成熔池后即可。内侧焊接时,设置电流为185A-190A,电压为67V,前进速度为13-15cm/min。外侧焊接时,设置电流为180A-190A,电压为67V,前进速度为11-14cm/min。

(2) 填充层与盖面层焊接

该阶段的填充层与盖面层焊接方式基本一致,将第2层作为填充焊接区,第3层作为盖面焊接区。清理表面杂质之后,打磨平整凸起焊缝,平稳运条后施焊,避免熔池铁水持续向下垂。焊接时,设置电流为175A-188A,电压为67V,前进速度为11-14cm/min。运条至坡口中心区域时,上顶电弧与铁水完成焊接作业。

2.3.7 焊后处理

采用激光超声检测方法,发现有较小气孔缺陷,填充材料后质量合格。

结束语

本研究针对水利工程大管径钢管电弧焊焊接施工技术进行分析,主要探讨了施工技术要点,研究发现施工期间,焊接前必须做好焊接准备,后期采用合适的检测方式确定焊接是否存在缺陷。此外,不同层面的焊接电流、电压数值、前进速度应设计合理,降低焊接缺陷发生率。

参考文献

- [1]王天翼.大管径钢管电弧焊焊接施工技术[J].建筑技术,2023,54(22):2701-2703.
- [2]苑露文.常用承压设备焊接工艺评定规范冲击试验免除条件分析[J].机电信息,2023,(08):81-83+88.
- [3]见飞龙,吉效科,白文雄,等.小直径承压管线机器人焊接方法试验研究[J].石油化工设备,2023,52(01):14-22.
- [4]王彦涛.长输小口径管线钢管焊接与检测技术[J].中国金属通报,2022,(05):204-206.
- [5]王留中,罗伟,王琛,等.Q355钢管-管桁架结构焊接温度场及残余应力分析[J].材料科学与工程学报,2023,41(3):385-390.