

不锈钢管道施工的焊接变形控制

赵 兵

陕西建工安装集团有限公司 陕西 西安 710068

摘 要: 随着经济、社会等各方面的发展,不锈钢管道的施工作业越来越多,这些作业往往涉及到焊接作业。为了保证焊接施工能取得最好的效果,在进行施工的过程中,应注意选用合适的焊接工艺和方法,使其达到标准化,从而降低因焊接不当引起的变形问题。在不锈钢管道焊接过程中,变形的控制是非常关键的,本文从造成不锈钢管道焊接变形的原因入手,着重探讨了焊接变形控制措施,希望对保证不锈钢管道焊接质量带来一些帮助。

关键词: 不锈钢管道;焊接施工;变形控制

引言:不锈钢管道的焊接变形与焊接质量有着直接的关系,这是一种比较复杂、比较繁琐的工作。在管道焊接时,要考虑管道材料、外形、尺寸等因素对管道的影响,还要综合考虑焊接过程和工艺参数。由此可见,管道本身的变形阻力与其承载的临界负荷、管道等具有一定的相关性。因此,必须不断优化不锈钢管道施工的焊接工艺,从而控制和减少变形问题。

1 不锈钢管道焊接变形原因

由于不锈钢是一种特殊的材料,在高温下,沿焊道的方向会出现大量的焊接金属,根据以往的研究,在焊接过程中,焊接处的熔点温度非常高,有的地方甚至可以达到数千度。所以,在这样的情况下,接近焊接处的金属会有较大的膨胀,而在远离焊接处的冷却金属则没有那么明显的膨胀性能,并且会抑制来自较热的金属的膨胀力,从而导致工件的金属发生变形。当工件在冷却状态下,由于热收缩力的存在,这种热收缩力会使焊缝金属的收缩更加明显,但是,局部的收缩力会分散到工件的金属中,这时,工件的刚性部位没有收缩力,也就不会在工件内部产生内应力。这些特性造成了不锈钢管道的焊接变形,其原因有:

1.1 热膨胀系数较高

不锈钢具有较高的热膨胀系数,据有关研究表明,奥氏体不锈钢的热胀率约为碳钢的40%,其电阻高,导热系数低,因此,在焊接时,容易产生较大的内应力,如果不能有效地控制这种内应力,将会加重焊缝的变形。

1.2 液体粘度较高

由于不锈钢的液体粘度比较高,所以很难进行焊

接,为了保证焊接的顺利进行,在进行焊接时,需要适当的提高焊接电流。在此过程中,由于输入热量的增加,最终导致了焊缝的变形。

1.3 焊接工艺问题

在焊接过程中,焊接工艺也会造成变形问题。如果点焊、固定焊的长度和数量不能满足焊接施工的需要,或不正确的焊接顺序,都会造成焊接的变形。

1.4 热影响区较大

在不锈钢材料中,明元素的比例在13%以上,但其实际熔点可达1855摄氏度。在实际的焊接施工中,要确保不锈钢管道的焊接电流大,并使其保持较高的温度。在厚壁不锈钢管的焊接中,由于熔池和填料的数量很大,实际施工中的焊缝数量基本上都在3个以上,导致了焊缝的变形。

1.5 焊接应力

在高温的作用下,熔融区会迅速熔化,此时,在低温环境中,融合区会受到一定的限制,进而形成更大的应力。熔合体在完成焊接后,由于其冷却和收缩时的温度经常处于非均匀状态,再加上周围环境的作用,使其在实际的收缩变形中表现出非均匀性,从而使焊缝区和周围区域的残余应力进一步增大。在焊接过程中,由于应力的存在,不但会使焊缝发生较大的变形,还会对基材的耐腐蚀性和物理性能造成很大的影响。

2 不锈钢管道焊接变形控制

在不锈钢管道的焊接工艺中,其主要工作过程分为:坡口打磨、组对、焊接、自检、测量、焊口点焊、焊口满焊、表面检查、无破坏性试验。在上述一系列的检测过程中我们发现,在整个焊缝过程的影响中,先、后工序是影响变形的主要环节,但对焊缝后的变形影响是十分有限的,所以,本文的重点在于对不锈钢管道的焊接变形的控制。

通讯作者: 赵兵, 1988年9月, 汉, 男, 陕西省西安市鄠邑区, 陕西建工安装集团有限公司, 工程师, 项目经理, 本科, 710068, 研究方向: 污水处理设备安装及工艺调试。

2.1 加强焊工资质考核

由于不锈钢管的焊接是一种专业性很强的工作，所以从事这一工作的人必须有很高的技术水平和专业素养。在具体的管理工作中，要确保焊工人员的自身条件符合相关的条件，要对焊工进行严格的审查，保证所有参加不锈钢管道焊接的焊工，都必须持有相应的资格证书，并做好相应的审查工作。首先是检验合格证书的有效期限。焊工资格审查还必须注重对其有效期的检验，一般来说，从焊工考核通过之日起，其资质有效期不得超过三年，如因各种原因而中断，且中断时间长达六个月以上，则须进行再一次的资质评定和认证。其次是检查考试项目与所焊产品的一致性。焊接工人的考核中，都会有相应的编号，在进行焊接工人的考核时，要对不同的代码进行熟悉，在进行焊接作业时，可以通过自己的经验，加以验证。按照目前的焊缝技术标准，焊缝品质认证中的编号分为焊缝技术分类号、材料分类号、母材号分类号、证书类别分类号等，焊缝人员的资格认定，不仅是对焊缝人员的资格加以审查，还要保证焊接方法、材料、母材号、试件类别等都满足焊接要求。

2.2 机械加工坡口

对于坡口形式，可以在焊接时使用V型槽型，由于焊接电流低，熔化深度低，所以此时槽口的钝边要比碳钢小。根据相关技术要求，当钝角 p 在0.5-1.5mm之间，且坡口角度大于碳钢时， α 值在70-80度之间。不锈钢管道在进行焊接时，通常都会配备手动等离子切割抛光设备进行焊接，在此期间，现场管理工作比较困难，焊接工作也比较繁重。采用机械切削技术，既能保证切削速度，又能极大地方便现场作业和施工，从而达到加工标准化的目的。但是，对于不锈钢管道的加工，必须严格按照工艺要求进行标准化的加工，以保证热影响区的均匀分布。

2.3 组对点焊

在不锈钢管道的焊接过程中，对金属夹具的材质和硬度有着严格的要求，根据焊接经验，不锈钢材质对金属夹具的材质要求比较低，在钢管和管件的组合中，一定要保证内壁的平整^[1]。如果是同直径的内壁，则要保证错边量的均匀，但误差不能大于1.5mm。当出现的误差超过设计规范时，应根据有关的要求及时进行加工和处理。点焊操作应由专门的焊工进行，并实行标准化的焊接操作，通常应保证点焊的长度为15~20mm。点焊的硬性要求是：所用焊料应与正规焊料完全吻合，严禁乱用焊料；要求与正规的焊接工艺相符；根据管道的直径，计算出焊接的数目和长度；在完成焊接工作后，请专人负责焊缝的质量进行全面的检验，如有质量问题，应

立即组织专业人员进行整改。

2.4 对口前处理

在对口之前，测量管道的厚度会更大，如果有偏差，可以将厚度均匀地排列在一起，尽量减少焊缝的厚度。在设计时，应尽量确保管道的周向倾角，使之达到最小，最小，通常为1~2mm，以减少金属的充填。另外，由于不锈钢自身的热膨胀系数大，因此在焊接时会产生很大的应力。为了防止这种情况，必须在焊接时严格采用定位焊^[2]。在 d 小于或等于+89mm的情况下，可以使用双点定位；在 $d+89\sim+219$ mm的管道上，可以使用三个位置；对于直径小于219mm的管道，可以采用四个位置进行焊接。另外，对焊点进行定位时，应将焊缝的长度控制在6~8mm之间。

2.5 施焊处理

在正式焊接时，必须把管道分为4个1/4的圆周，并进行均匀的焊接；对于 d 大于或等于219mm的管道，在焊接时最好采用对称焊，两个操作员在焊接时的速度要一致。另外，反变形是一种比较实际的焊接工艺，所以在使用这种方法时，必须要严格控制焊接电流和焊接速度，以保证焊接的能量。在不锈钢管道的焊接中，应严格控制焊层之间的温度，保证在100℃以内。

2.6 合理控制焊接热影响区

在不锈钢厚壁钢管的实际施工中，应充分运用多点对称式施焊技术，采用二点定位法对直径80mm左右的不锈钢管道进行焊接，采用三点定位法，直径80~200mm的不锈钢管道采用三点定位法，200mm以上的钢管采用四点定位法。在整个施：T工艺中，为了消除热影响区对焊缝变形的影响，应确保采用均匀的焊接工艺。其次，要严格控制层间的温度，根据不同的焊料层，采用适当的间歇焊接工艺，确保在进行下一步的焊接前，一定要将焊缝热影响区的温度控制在200~600t之间。

2.7 利用热处理有效消除焊接施工后的焊接应力

不锈钢的热处理一般采用退火和固溶热处理。对于不锈钢，经过固溶处理后，可以全面提高其抗腐蚀性。在不锈钢管道的焊接现场，为了消除焊接后的残余应力，一般采用退火热处理工艺，对其进行特殊处理时，应将温度控制在600t左右，并维持10分钟左右，然后进行缓慢冷却^[3]。

3 不锈钢管道施工焊接过程控制

在不锈钢管道的焊接变形控制中，为了使变形最小化，可以从工艺控制的观点来保证各工序的标准化。可以从下列几个方面进行工艺控制：

(1) 严格地控制厚度偏差，以保证误差在容许范围

之内,对于DN150mm的管口,通常采用角向抛光机手工抛光,对于DN150mm至DN300mm的管道,则需要进行切削。在严格控制厚度偏差时, DN小于150mm的管口,可以采用斜面研磨机手动法对DN150~300mm的管道进行机械加工,同时还应制造出用于DN150以下管卡的专用管卡、夹具。

(2) DN150mm至DN300mm的管道焊接时,应配有专门的对合夹具,将埋设于管道内的马凳进行固定或连接,以形成整体结构。若在进行焊接操作时,需要对焊口进行热处理,则应在进行热处理前,应立即拆卸夹具,并在热处理完成后禁止对其进行任何配件的焊接^[4]。对于DN超过150mm和300mm以下的管道,可以使用专用的对角器进行加工,将放置在管道上的坐垫固定或连接起来,使用加强组进行定位时,最好是不能与管道进行焊接。如果要对焊口进行热处理,那么就必须先将其拆卸下来,然后再进行热处理。在处理临时点固件时,应注意防止对基体造成损害,并去除残余物焊痕。

(3) 在进行对口作业之前,焊工应进行坡口管壁检查,当坡口管壁与实际情况有很大差异时,应在进行焊缝时进行厚薄交错,以保证焊缝均匀分布。沿周向的管口倾角必须保证尺寸均匀,并使对口的空隙控制在一个合理的范围之内。通常情况下,对口的空隙应该在2~4mm之间,只有把这个指标控制在这个范围之内,才能降低金属的充填工作。为了保证点焊作业的顺利进行,为了保证点焊的效果,在点焊时,应加强点焊长度和厚度的控制,点焊长度和厚度应分别大于10-20mm。

(4) 为了有效地控制不锈钢管道的焊接变形,必须对其进行质量检查。具体的检查要根据图纸和相关的规范进行,而焊接材料和焊接工艺也要严格执行。管道安装装置的线径和中线偏差不得超过3mm/m,安装接头长度不得超过10mm;角径和中线的误差不得超过每m±2.5mm^[5]。

(5) 焊接不锈钢管道采用的常见充气方法:

① 采用“隔离充气法”预制的短管、法兰、弯头和直管(短节),局部空间小、体积小的管道容易采用局部防护方法。用胶带封住管道的焊口(以防气体泄漏),用海绵、胶皮、纸壳等密封,用氧管从一端插上氩气,在管道的另一端打上一个小孔,这样可以保证最终的焊缝不会因为压力太大而出现凹痕。

② “焊口充气法”从管的一端或从采油树的法兰开

始,用易溶纸和易溶胶带分开,将水溶纸粘在焊口的两边150-200mm处,然后用类似于海绵的填缝剂进行充气焊接。

③ 采用“背面氩气法”对管道直径较小的管道进行整体焊接。为降低管中的氩气损失,降低防护效果,增加生产成本,可在焊口空隙上粘贴胶条,只留一段焊工一次连焊的距离,并在焊接过程中剥离胶带,这种方式适用于较小直径管道,既节省材料,又能提高工作效率。

4 不锈钢管道背部保护注意事项及效果判断

(1) 在焊接不锈钢管道之前,应该先在管道的背面进行充氩保护,然后再将其放空,然后再将其放空。在焊接时,必须对管道进行连续的充氩。焊接完毕后,再将氩气软管拔出,使其具有良好的内外防护作用。

(2) 充氩气进口应尽量放置在密闭管道下方,排气口设置在较高的位置。由于氩气的重量要大于空气,所以在下层注入氩气可以确保气体在管路中的浓度,同时也可以起到更好的保护作用。

(3) 通过内焊的颜色,可以判断不锈钢管道的氩气防护作用,之后可以根据不同的颜色,调节氩气的大小,从而达到最佳的防护效果。不锈钢管道焊接接头的颜色以白色和金黄为主,灰色和黑色的焊缝质量最差^[6]。

结论:综上所述,在不锈钢管道的焊接过程中,焊缝的变形问题会对最终的焊接质量产生很大的影响。为了使焊缝的焊接效果达到最佳,必须重视对焊缝的变形进行有效的控制,并运用具有针对性的工艺和措施,防止焊接变形问题的出现。此外,不断提升焊接人员的专业技能,加强资格审查,以保证工程的顺利进行。

参考文献

- [1]张永庆,王宜峰,孟浩,曹凯.高层钢框架结构施工工艺与焊接变形探讨[J].建筑技术开发,2022,49(03):4-6.
- [2]杨志.大型储罐施工中焊接变形控制探讨[J].全面腐蚀控制,2021,35(12):109-111.
- [3]王瑞卿.焊接工字型吊车梁反变形制作施工工艺研究[J].建材与装饰,2020(19):222-223.
- [4]黄谊琼.探讨高层钢结构施工工艺与焊接变形[J].建材与装饰,2018(32):236-237.
- [5]章亮.5000m~3柴油储罐在焊接施工中变形的控制[J].化工管理,2018(36):78-79.
- [6]陈龙,王笛,刘建军.钢结构焊接变形的火焰矫正施工思考[J].化工管理,2017(09):49.