

钢制压力容器制造中的焊接质量控制

林 芸 宋 景

(贵阳金筑大学 贵州贵阳 550005)

摘 要:钢制压力容器是一种较特殊的设备,其制造过程中的焊接质量控制尤为关键。焊接材料、焊接方法等的选择正确与否将直接影响压力容器的质量。压力容器的焊接质量控制不仅对压力容器制造商有十分重要的实际意义,也对其它设备的焊接生产过程具有一定的指导意义。

关键词:压力容器 焊接 质量控制

中图分类号:TH131.2

文献标识码:B

文章编号:1671-3621(2004)03-0113-0115

钢制压力容器在工业企业中用途很广,有的用于反应容器,有的用于加热装置,还有的用于真空设备,在制冷、制糖、造纸、饮料等行业中还有一些专用的压力容器。由于压力容器在工作中均带有压力,或承受一定的外压,具有潜在的危险性,因此,压力容器的设计、制造、检验与验收必须严格按照国家标准 GB150《钢制压力容器》执行。由于钢制压力容器大多采用焊接方法制成,压力容器制造过程中的焊接质量控制变得尤为关键。焊接生产也是现代工业生产中制造各种机器部件、工程构件和装备的主要生产方法之一,了解钢制压力容器制造过程中的焊接质量控制对其它产品的焊接生产有直接的指导意义。

典型的压力容器由封头、筒体、进出料口、接管等组成,各部分均以焊接形式相连。由于压力容器的焊接生产是由备料(包括材料的复验与矫正、放样和划线、切割加工和成形加工、清理等)、容器的装配、焊接、焊后变形矫正、质量检验等多道工序所组成,每一道工序都将在不同的程度上间接或直接地影响焊接的质量,其中焊接方法、焊接材料等的选择正确与否将直接影响压力容器的质量。所以,焊接质量控制问题应从几个方面来讨论。

一、压力容器的备料

压力容器受压元件用钢应符合国家标准 GB150《钢

制压力容器》规定,非受压元件用钢,当与受压元件焊接时,也必须是焊接性良好的钢材。选择压力容器用钢必须考虑容器的使用条件(如设计温度、设计压力、介质特性和操作特点等)、材料的焊接性能、容器的制造工艺以及经济合理性。容器用钢应附有钢厂的钢材质量证明书,容器制造单位应按该证明书对钢材进行验收,必要时还应对钢材进行复验。

二、金属材料的焊接性对焊接质量的影响

1、焊接性概念

焊接性概念包括两个方面:一是金属在经受焊接加工时,对产生缺陷的敏感性;二是焊成的接头在一定的服役条件下可靠运行的能力。因此,焊接性不仅要考虑到金属的结合性能如何,而且还要考虑到结合后的使用性能能否满足服役条件的要求。

从理论上讲,大多数金属或合金,无论是同种材料还是异种材料相互焊接时,只要在高温熔化状态下能相互形成溶液,都可以形成焊接接头,即使个别金属材料之间形成焊接接头有困难,还可通过过渡层办法加以解决。但是,在实际生产中,有时并不能够得到符合质量要求的焊接接头。焊接时,有时会产生质量问题而造成使用性能不合格;有时需要特殊的焊接辅助材料或复杂的焊接工艺措施。因此,分析金属材料焊接性时,必须十分重视具体的工艺条件,即焊接工艺性问题。

收稿日期:2004-02-25

作者简介:林芸(1965—),女,高级工程师,西安交通大学材料与工程学院在读工程硕士,主要研究方向:材料工程,机械设计与制造。

宋景(1979—),女,贵阳金筑大学机电系教师,主要从事汽车机械教学与研究。

2、影响焊接工艺性的因素

(1)母材和焊接材料

母材和焊接材料(如焊条)直接参与熔池或熔合区的物理化学反应,其中焊接材料对焊缝金属的成分、组织和性能的影响甚至可能超过母材材质的影响,如果焊接材料与母材匹配不当,则不仅会引起焊缝化学成分、显微组织不合格,从而导致力学性能和其它使用性能的降低,而且可能会产生气孔、裂纹等各种缺陷。这对于压力容器的安全使用来说,是相当危险的。同时,母材本身的成分和材质又对热影响区的组织和性能有着决定性的影响,因此,压力容器在设计过程中选择容器材料时,应按国家标准 GB150《钢制压力容器》的规定选择容器用钢。由此可见,为保证良好的焊接性,必须充分重视材料因素。

(2)焊接工艺

焊接工艺因素对焊接性的影响主要反映在焊接方法和具体工艺措施两方面。长期的生产实践表明,同种母材当采用不同的焊接方法和工艺措施时,其焊接工艺性会有很大的差别。

焊接方法对焊接工艺性的影响主要表现在焊接热源特点、加热最高温度和功率大小等,它们可直接改变焊接热循环的各项参数,从而影响接头的组织和性能。其次,表现在对熔池和接头附近区域所采用的保护方式。不同的保护方式对焊接冶金过程会产生不同的影响,从而影响接头的性能和质量。

工艺措施对防止接头产生缺陷和提高使用性能有重要作用。最常采用的工艺措施是焊前预热和焊后热处理,这些措施可显著降低焊接残余应力和减缓冷却速度,从而可较有效地防止热影响区产生淬硬脆化,避免焊缝热裂或氢致冷裂。此外,严格烘干焊条,仔细清洗坡口,合理安排焊接顺序,控制焊前冷变形,保证坡口形状、尺寸和装配间隙等对改善焊接工艺性有很大帮助。

由于焊接工艺对压力容器的焊接质量影响非常大,因此,压力容器在施焊前应进行焊接工艺评定,评定的方法按行业标准《压力容器焊接工艺评定》执行。容器的焊接工艺规程应按图样技术要求和评定合格的焊接工艺制定。

(3)焊接接头的结构

焊接接头的结构设计主要影响其受力状态,从而影响焊接时产生缺陷的可能性和焊后接头力学性能的高低。为防止焊接裂纹的产生,避免引起应力集中,提高承载能力,焊接结构的设计应尽量使接头处于拘束度较小、能自由伸缩的状态,尽量避免存在缺口、截面突变、堆高过大和焊缝交叉等。等厚钢板和不等厚钢板对接

接头的基本型式与尺寸均需符合 GB985《手工电弧焊焊接接头的基本型式与尺寸》及 GB986《埋弧焊焊接接头的基本型式与尺寸》的规定。也可按接头部位的不同,参考 GB150《钢制压力容器》附录 K 选择相应的接头型和尺寸。

(4)服役条件

由于焊接结构必须满足服役条件的要求,因此服役条件苛刻与否必须影响焊接工艺性。通常服役条件越苛刻,对接头的质量要求就越高,焊接工艺性也越不易保证。

3、焊接质量控制

焊接质量主要是指由焊缝和热影响区所组成的焊接接头能否满足一定服役条件所提出的性能要求,这在很大程度上取决于焊缝和热影响区可能产生的各种焊接缺陷,其性质、大小、数量和危害程度将直接影响焊接质量的优劣。

压力容器在焊接生产过程中可能产生的焊接缺陷主要有焊缝表面缺陷、焊缝气孔和夹渣以及焊接裂纹等。

(1)焊缝表面缺陷

焊缝表面缺陷主要是指焊缝形状缺陷、角焊缝尺寸不符合规定值、咬边和未焊透等。前两种缺陷主要与焊工操作时运条、纵横向摆动和焊接速度不均匀有关;造成咬边的原因通常与焊接参数选择不当有关,如焊接电流和电压过大或焊接速度太慢均会引起咬边;未焊透的原因主要是焊接坡口角过小、对接接头间隙太窄,或钝边太大焊接电流小、焊接速度快等。为了防止焊缝表面缺陷的产生,应针对不同表面缺陷产生的原因,根据压力容器的材料、板厚和接头形式等相应地选择合适的焊接规范。同时,参与压力容器焊接生产的焊工也必须持有劳动部门颁发的相应类别的焊工合格证,并应不断提高操作技能。

(2)焊缝气孔

在焊接过程中,由于熔池液体金属在高温溶解了过量气体以及焊接冶金反应过程中所产生的不溶于液体金属的气体在溶池随后的冷却凝固过程中未能及时逸出,便在焊缝中形成气孔,它可分布在焊缝的表面或内部。气孔的存在,在一定程度上减少了焊缝的承载面积,穿透性气孔将破坏压力容器的密闭性,造成压力试验或致密性试验的失效;而连续状气孔则可能成为导致焊接构件破坏的直接原因。因此,在焊接时应控制电弧不能拉得过长,焊前必须根据焊条类型按规定进行烘干,并仔细清理坡口两侧的铁锈和油污。

(3)焊缝夹渣

在焊接过程中熔渣残留在焊缝中便成为夹渣,其形成原因与焊接电流过小、焊接速度过快、运条不当、坡口太窄以及多层多道焊时每道每层焊完后未彻底清除熔渣等因素有关。夹渣的危害性比气孔严重,为防止焊缝夹渣的形成,在焊接时应根据容器的板厚和接头形式等选择合适的焊件规范和坡口形式,并利用恰当的运条操作尽可能使熔渣浮出熔池。

(4)焊接裂纹

焊接裂纹是所有焊接缺陷中危害最大的一种缺陷,绝大多数焊接结构所发生的灾难性脆性破坏事故大多是由于焊接接头中存在裂纹而引起的。英国 1965 年对 132 台压力容器所发生的灾难性事故的统计表明,因裂纹而引起的突然爆裂有 118 台,占其总数的 89.3%。焊接裂纹已成为各国焊接工作者共同关注的重要课题之一。为防止焊接裂纹的产生,通常应同时从焊接工艺和冶金两方面采取适当措施加以控制。

焊接工艺方面的措施主要是正确选择焊接能量、焊前预热、焊后缓冷和热处理等。为降低焊接应力,应合理设计焊接结构;尽量避免应力集中;在满足焊缝金属强度的前提下尽可能减少填充金属量;坡口形状应尽量对称等。

冶金方面的措施可从两方面入手。其一是选材时选择含碳量低的金属;另一方面,在焊接时应严格控制氢的来源,如尽可能选用优质低氢焊条,按规定烘干,并存放在炉中随用随取;焊前认真清理焊口上的铁锈、油污等。在生产中,我们曾用奥氏体焊条对某些淬硬倾向大的低合金钢进行焊接,有效地防止了焊接裂纹的产生。

生。

综上所述,焊接质量控制 in 压力容器的生产制造中是最关键的一个环节,这一环节控制不好,将会影响到后续的检验、试验工序,甚至会造成焊接零部件的不断返工从而使压力容器报废,这对降低生产成本,提高经济效益是十分不利的。因此,压力容器的制造单位应提高重视产品的焊接质量控制。由于焊接质量控制是一个理论性很强的工作,同时又需要积累大量的生产实际经验,因此,从事压力容器设计、制造的技术人员和生产工人均应从实际出发,不断掌握理论知识和积累实际经验,以提高产品质量、避免生产事故的发生。

近年来,计算机越来越多地应用于工业生产中,计算机辅助焊接工程的主要内容有:焊接结构设计与分析;结构强度与寿命预测;焊接缺陷与故障诊断;传感器控制系统;焊接冶金与可焊性;质量控制与检验;教育与培训;标准查询与解释;文献检索;焊接过程计算与模拟;焊接生产文档管理;焊接信息数据库;焊接生产计划与管理。将计算机辅助焊接工程应用于钢制压力容器制造中,对制造过程中的焊接质量控制有很大的帮助,同时,会更有利于生产的管理和产品质量的提高,也是未来制造业的发展趋势。

参考文献:

[1]全国压力容器标准化技术委员会 .GB150 钢制压力容器(一).学苑出版社 .1992 年 .

[2]邵潭华,方其先,周根树,浩宏奇 .材料工程基础 .西安交通大学出版社 .2000 年 .

(责任编辑 肖良武)

The welding Quality control in the Production of Steel Pressure Containers

Ling Yun Song Jing

(Guiyang Jinzhu University, Guiyang, Guizhou, 550005)

Abstract: Steel pressure containers are a kind of special equipment, in the production of which the control of the welding quality is extremely important. The choices of the material, the welding way affect the quality directly. Not only is the quality control significant to the pressure containers' producers, it is also instructive to the welding process of other equipment.

Key words: pressure container, welding, quality control.

(李英 译)