

化工机械压力容器制造中焊接质量的控制分析

卢清龙 陈 骏

江苏省特种设备安全监督检验研究院(扬州分院) 江苏 扬州 225008

摘 要: 压力容器制造企业在生产过程中需要全面控制好焊接质量,以便对压力容器的性能给出最大程度的保障,使其更加可靠、安全。结合具体情况来说,由于焊接存在的缺陷,会使设备出现停用、返修甚至报废等情况,有时还会因为事故发生安全问题,对工作人员的安全构成威胁。

关键词: 化工机械;压力容器;焊接质量;控制

1 压力容器概念及制造特性

压力容器按照特种设备目录的定义,是指盛装气体或者液体,承载一定压力的密闭设备,其范围规定为最高工作压力大于或者等于0.1MPa(表压)的气体、液化气体和最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体、容积大于或者等于30L且内直径(非圆形截面指截面内边界最大几何尺寸)大于或者等于150mm的固定式容器和移动式容器。盛装公称工作压力大于或者等于0.2MPa(表压),且压力与容积的乘积大于或者等于1.0MPa·L的气体、液化气体和标准沸点等于或者低于60℃液体的气瓶;氧舱。^[1]

压力容器的生产、使用涉及公共安全。我国有一套严格的法规、规范、标准体系。《特种设备安全法》就对特种设备的生产(包括设计、制造、安装、改造、修理)、经营、使用、检验、检测和特种设备安全的监督管理做出严格的要求。

1.1 品种结构存在复杂性

压力容器的应用范围十分广泛,石油化工、医药等领域均有使用的压力容器。常见结构为筒体两侧焊接封头。常见的品种有反应类、换热类、分离类、储存类压力容器。为更好的适应装置大型化、节能环保的实际需要,生产企业还对压力容器设计参数和产品构造等加以优化。这样尽管压力容器的产品种类相同,但在技术参数和结构等方面却不同。

1.2 有着很高的安全要求

压力容器都带有一定的压力,同时盛放介质可能具有高温、易燃、毒性、腐蚀性,若泄漏或爆炸可能造成严重的人身和财产损失。因此,从设计压力容器开始一直到生产完工都必须按照有关技术标准和技术规范要求。着重注意原材料质量与制造质量,并严格检查容器制造中各环节的质量。特别是压力容器的焊缝质量是保证安全使用的重点。

2 压力容器制造过程中常用的焊接技术

2.1 焊条电弧焊

这种技术也是目前比较普遍的焊接方法之一,俗称手工焊,其特征是操作灵活、方法简便,不易受焊接时的位置影响,并且在仰焊和平焊接过程中都可以有效完成。焊机的使用并不复杂,也不需要花费很大时间调试。但缺点就是需要较大的人工操作强度,同时对焊工的焊接技术水平要求高,对焊条的烘干和保温有要求,以及工作的条件也较差。

2.2 埋弧焊

埋弧焊是电极夹持和推送焊丝,通过电弧产生热量使焊丝熔化,被焊剂覆盖避免氧化。采用这一方法完成的工作,不仅具有好的清洁度,而且焊接效率也相当高,埋弧焊在中厚板焊接应用非常广泛。但焊接参数大,不适用薄板焊接;用于对接接头平焊位置。

2.3 非熔化极惰性气体保护电弧焊

又称钨极氩弧焊,使用非熔化极的钨极与母材之间产生电弧,熔化焊丝填充于焊缝中,采用惰性气体(常用氩气)防止高温金属氧化。焊接电压和速度可以人工实时观察和调节,焊缝背面成型良好。常用于小接管、薄板、单面焊打底的焊接。但焊接效率低、焊接操作复杂,对焊工的焊接水平要求很高。

3 化工机械压力容器制造中焊接质量相关问题

3.1 材料设备方面

原材料钢板、焊接材料质量对压力容器焊接有重要影响。常见的问题有钢板标志不清,导致材料混用。钢板化学成分、力学性能不足,导致焊接接头性能达不到使用要求。焊材不符合《NBT 47018-2017 承压设备用焊接材料订货技术条件》,焊材存储条件差、未按照要求烘干使用,导致焊缝出现大量气孔的缺陷。钨极氩弧焊的焊接气体纯度不够导致焊缝表面氧化、气孔等缺陷。焊机疏于维保,电压表不准,导致焊接参数不符合评定

合格焊接工艺。焊机电特性不稳定,导致焊缝成型差。

3.2 焊接人员方面

压力容器的焊接人员必须按照规范《TSG Z6002-2010 特种设备焊工考试规则》的要求取得相应资格的焊工证。现场制造时也能发现有外包焊工资格不能覆盖相关项目,而在焊缝和焊接记录上填写别的焊工姓名。

3.3 焊接工艺方面

压力容器的焊接工艺必须按照规范和标准《NB/T 47014-2011 承压设备焊接工艺评定》的要求进行焊接工艺评定,形成焊接工艺评定报告PQR,编制焊接工艺规程WPS,指导焊工生产。生产中时常能发现焊工对新的焊接工艺不了解,多是按照自己的经验尝试,采用超出焊接工艺的参数进行焊接。

3.4 焊接过程方面

焊接过程对焊缝质量有至关重要的影响。常见问题有:焊接前的组对质量不符合标准要求,譬如两侧母材错边超标、坡口间隙超标等。坡口两侧铁锈油污清理不干净导致焊缝夹杂和气孔。没有按照工艺要求对有预热要求的焊接接头预热,导致焊接变形严重或裂纹。没有按照工艺控制道间温度,导致焊缝晶粒出大,冲击性能降低。没有按照工艺要求对有后热要求的焊接接头后热,扩散氢不能析出,导致以后使用中出現氢脆裂纹。

3.5 内应力与变形问题

焊缝金属的加热和冷却,产生不均匀的内应力,导致焊接变形。除焊接内应力外,焊接接头还经受来自焊接结构和自身几何条件所决定的应力等附加载荷。超标的焊接内应力和变形可能会导致压力容器在使用中失稳和断裂。

3.6 焊接缺陷

焊接缺陷包括焊缝外形缺陷、气孔、夹渣、未熔合、未焊透及裂纹等。焊接缺陷可以用目视检测和无损探伤的方法检查发现。气孔缺陷可能由焊缝的两侧母材外表污垢、焊条或焊剂未烘干,焊接气体不纯造成。在外界环境的相对湿度很大时也会造成气孔的形成。夹渣常在坡口边缘等不平滑的位置出现,主要是由于运条速度过快、电流过小以及运行轨道不平稳所致。未熔合或未焊透缺陷则是由于焊接电流过小、坡口设计不合理等原因,造成母材两端不能完全融合在一起,从而产生一定的间隙而形成的,这两种缺陷会严重影响压力容器焊接接头的力学性能。裂纹是由于焊接应力和某些致脆因子之间的联合作用,打破了部分金属原子间的相互作用能力,从而形成了裂纹,焊缝内所产生二个新界面^[3]。裂纹的出现,意味着受力范围的减小。当裂纹尖端内部

拉应力大于裂纹扩展的应力时,裂纹就会扩大直至整条焊缝撕裂,造成压力容器泄露或爆炸。压力容器的焊缝应当按照规范、标准和设计图纸的要求,按照《NB/T 47013-2015 承压设备无损检测》进行无损检测和验收。焊接接头的超标缺陷必须返修合格后才能进行下一步生产。

3.7 焊接工程师理论脱离实践

有的焊接工程师没有充分认识到焊接工艺要符合本厂的制造能力,没有及时的发现焊接工艺的科学性和可行性,没有考虑焊接和无损检测的操作难易,没有设计降低焊接变形、降低焊接成本。有的焊接工程师缺少对焊工、检验员的理论培训和考核。

4 化工机械压力容器制造中焊接质量的控制措施

4.1 根据实际情况,培养焊接相关人员

对于从事压力容器的焊接工人,要通过市场监督管理局认可的焊工考试机构安排的考试,取得特种设备作业人员证。在对焊接工人进行工厂安全、设备使用、焊接复杂性培训后,才可以让其上岗工作。可以先焊接容易焊接的焊缝,并加强外观检查 and 无损检测抽查。对于焊接检验员,要加强图纸的识别,加强焊缝检验尺的熟练使用,熟悉标准中焊接相关要求,认真填写焊缝检验记录。对于焊接责任人或焊接工程师,每年参加相关法规标准的宣贯培训,并传达给相关人员,每天到车间巡查了解焊接相关的问题,了解焊工和检验员的水平,了解工艺与实践执行情况。定期对焊工和焊接检验员进行相关质保手册、程序文件、焊接工艺、焊接知识的培训和考核。另外,工厂领导还需要对工作人员的基本职业技能进行培养,以提高业务素质水平,使之更具有社会责任心,并进行各方面的考核等^[4]。同时,为了对作业内容质量予以保证,还需要将奖惩责任制,切实落实到工作任务之中,以便于对焊接相关工作者的主动热情予以调动。

4.2 有效管理焊接设备

焊接设备的使用,直接影响着压力容器的焊接质量。在对设备进行运行的过程中,如果焊接设备有损坏情况,便会对压力容器的焊接产生严重影响,如电压指数、电流指数等,都对焊接工作造成关键性影响。所以必须对焊接装置的卡片建立和台帐建立予以全面维护,使焊接设备的所有附属设备得以正常运转,合理控制并安排专门技术人员对设备进行定期维护和保养,使得焊接管理更加完备。另外,针对电压表、电流表、气体流量计的一些仪器的测试和检查都要经常进行。

4.3 针对焊接材料开展科学管理

焊接材料包括焊条、焊丝、焊剂、钨极、保护气体

等。其对于压力容器焊接质量来说,非常关键。科学有效的使用,能够充分降低焊接的成本费用,提升生产效率。所以在管理焊接材料的过程中,需要根据编制的管理流程以及相关规定,合理采购、管理和发放材料,做好使用以及回收工作。采购和入库检验从根本上保证材料质量,符合标准规定和技术要求。当材料入库以后,必须要进行适当温度和湿度的储存、焊条焊剂正确的烘干。领用正确的焊材,使用并记录。焊接责任人要时不时的进行抽查。

4.4 着重管理焊接工艺执行

在对压力容器实施焊接以前,工程技术人员就必须先对容器的设计图纸深入细致的研究,并按照设计图纸所提供的技术要求、结构特征,以及本厂的生产能力和制造流程等,从而对制定适合生产焊接作业指导书。对新材料、新的焊接方法,首先需要对焊接工艺评定以及各项试验工作,在所有试验结果全部符合标准和技术要求后,编制相应的焊接工艺规程WPS,从而指导焊工进行焊接。焊接责任人要对焊工、焊接检验员进行焊接工艺培训,包括焊接方法、母材坡口型式、焊接材料、焊接参数、预热、焊后热处理等。此外焊接责任人要对焊接工艺执行情况进行抽查,并帮助相关人员提高能力。

4.5 管理压力容器的焊接过程

在压力容器焊接期间需要对整个焊接流程进行管理,焊接责任人需要结合工艺实际情况做好监督管理工作,这样才能有效保证焊接质量^[5]。具体说来:要求制造企业打造质量控制系统,通过材料部门、技术部门、设备管理部门、检验部门相互配合支持焊接相关过程,最终达到质量控制目标。

结束语

综上所述,在当今化工产业的生产活动中,压力容器是不可或缺的重要设备。在压力容器的制造中,焊接是非常关键的组成部分,决定了压力容器的品质与安全性。焊接质量的提高,是制造厂管理者、质保工程师、焊接责任人、焊工、检验员等多方共同努力的结果。

参考文献

- [1]特种设备目录,质检总局关于修订《特种设备目录》的公告(2014年第114号)
- [2]魏延鹏. 锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题及预防措施[J]. 科学技术创新, 2020(11):195-196.
- [3]陈林. 导致化工设备压力容器出现损坏的因素及预防策略[J]. 化工管理, 2020(10):176-177.
- [4]雷毅,袁晓波,孙晓娜. 面向压力容器焊接自动化技术的应用现状与展望[J]. 压力容器, 2004(10): 35-40.
- [5]刘开分. 浅析压力容器制造中的焊接技术与质量控制[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(01):88.