

锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题分析

陈金花（烟台正太压力容器制造有限公司，山东 烟台 265500）

摘要：目前，我国社会不断的发展和进步，在这样的背景下，工业化进程不断加快，锅炉在长期运行过程中难免会出现各种问题，其中最为常见的就是裂纹问题，这不仅会影响设备的正常运转，还可能引发安全事故，严重威胁到人们的生命安全。因此，需通过对常见的裂纹问题进行分析，加强对锅炉压力容器压力管道进行检测，从而有效防止裂纹的发生。基于此，本文分析了锅炉压力容器压力管道检验中常见的裂纹问题以及相应的检测技术，然后对裂纹的预防措施展开探究。

关键词：锅炉；压力容器；压力管道；裂纹问题

0 引言

锅炉是现代社会生产工作中常见的特种安全设备，锅炉压力容器和压力管道在长期的高温且高压、同时腐蚀性强的工作状态下，可能产生各种安全隐患或安全事故，包括了生产工作中最常见的裂纹问题。本文主要针对其裂纹问题的预防和解决措施进行分析讨论。

1 锅炉和压力容器及压力管道的特点

锅炉是利用电力、各类燃料或其他能源加热所装载的液体，使其达到一定参数的密封装置，在加热过程中其会承载一定压力。压力容器可盛装气体或者液体，并承载一定压力，其用途非常广泛，在军工、民用、工业方面及科研领域都有重要的地位和作用，但在石油和化学工业领域使用最多。

通常情况下，压力容器可带加热功能或不带加热功能。压力管道是指利用一定压力输送气体或液体的特种设备，其所承载压力通常大于或等于 0.1MPa。锅炉和压力容器及压力管道在运行和使用过程中均需承载一定的压力，并常在高温高压环境下运行，设备如果出现裂纹就会造成安全事故，严重时甚至会引发人员伤亡与财产损失，因此为了确保这些设备的安全运行，就需要专业人员按照国家的相关标准对裂纹进行检验和处理。

2 压力管道裂纹形成原因

2.1 焊接裂纹

焊接裂纹主要是在管道安装过程中产生的，它是由于焊缝中原子结合遭受到破坏，从而形成新的界面而产生的裂缝。焊接裂纹通常存在焊缝的热影响区，角焊缝表面缺陷区和具有较大残余应力的焊缝处。根据焊接裂纹形成的条件，可以分成冷裂纹，热裂纹，层状撕裂和再热裂纹。

其中，热裂纹通常发生于焊缝金属凝固末期，又称为结晶裂纹。热裂纹通常沿晶界开裂，裂纹表面有氧化色彩，同时失去金属原有的光泽。管道的热裂纹通常发生在杂质较多的碳钢，奥氏体不锈钢以及低合金钢等材料的焊缝中。冷裂纹指在焊缝冷却至马氏体转变温度点以下而产生的裂纹，通常在焊后一段时间后发生，因此又称为延迟裂纹。

钢的淬硬倾向、拘束应力和焊接接头中的扩散氢含量是致使冷裂纹发生的原因。冷裂纹的开裂方式分为穿晶开裂，沿晶开裂以及二者混合出现。冷裂纹主要产生于热影响区，少数发生在焊缝上。再热裂纹主要发生在焊接接头冷却后随后又加热至 500–650℃时而生成的裂纹。再热裂纹主要发生在添加 Mo、Ti、Nb、Cr 等金属元素而具有沉淀强化的材料中的焊接热影响区中，再热裂纹一般由熔合线向热影响区中的粗晶区扩展，具有晶间开裂的特点。层状撕裂是焊接时在焊接构件中沿钢板轧制方向形成的显阶梯状的一种裂纹。层状裂纹也属于冷裂纹的一种，主要产生于钢材的轧制过程中，夹杂在其中的 Al_2O_3 、硅酸盐类和硫化物等杂质形成各向异性，导致层状裂纹的发生。

2.2 腐蚀裂纹

通常而言，腐蚀裂纹产生原因多元，往往不是单一因素造成，当对设备设施腐蚀裂纹进行系统分析时，则需要全面展开分析，例如残余应力、振动、腐蚀裂纹等因素，切实保证设备设施的正常使用。通常而言，当压力容器压力管道处于正常运作状态，无论是日常生产，还是后期维护，都很容易出现腐蚀状态，即使只是局部腐蚀，也有可能慢慢扩大腐蚀面积，进而产生较为严重的腐蚀裂纹。腐蚀裂纹形状较为明显，大多呈现为较大块面积的腐蚀裂纹，腐蚀裂纹自身的开口往往较大，数量也十分多。一旦出现设备腐蚀裂

纹且未能及时加以处理,则很有可能继续扩大腐蚀裂纹,使得腐蚀裂纹开始慢慢向外蔓延,直接制约压力管道使用性能。其中,以某次非催化转化氧气管线的漏点情况为例,现场测试发现,当温度为230℃时,饱和蒸汽压强为2.79MPa,管线裂纹情况较为明显,焊缝边缘大约2~3mm处出现腐蚀裂纹,之所以在该部件产生裂纹,则很有可能时受到冷凝液的干扰,使得冷凝中的氧含量超标,从而造成管道氧腐蚀现象,并且受到冷凝水的干扰,管路受到冷凝水冲刷,进而穿孔。

2.3 疲劳性裂纹

锅炉压力容器及管道在应用过程中需要承受较高的温度及压力的变化,长时间连续的运转中会形成机械疲劳,同时在腐蚀因素、物理缩胀影响等因素的共同作用下产生疲劳性裂纹。不同的疲劳机制所形成的裂纹也存在不同的结果和特征,特征和结果取决于各类应力、腐蚀性介质的综合作用。锅炉压力容器和管道可能在各种的外界因素下延伸裂纹出现的更大规模和更快速度,如果一旦产生了疲劳性的裂纹,则将修复困难,甚至只能进行对整个焊接材料更换,耗费大量的人力物力和时间成本。如果裂纹比较集中,从一个中心点逐渐向周边扩展,由少到多、由小到大,最终影响设备的安全运作。

2.4 过热过冷裂纹

锅炉压力容器压力管道的材料是金属板,制作流程较为繁琐、步骤较多,制作工序具有一定的复杂性,其中包括焊接、冷却等多道工艺,在每一道工艺中温度都各不相同,不管是过热还是过冷,都可能使金属材料发生裂纹问题。如果温度比较高的话,晶体就会熔化或氧化,导致过度燃烧的裂纹出现。如果温度过高,超出金属温度的临界值,则会引起热裂纹的出现;在焊接后,冷却时间过长的话则可能会出现冷裂纹。对于形成时间比较长的冷裂纹,一般较为隐蔽,很难检测出来,热裂纹通常会使得晶体发生氧化或者熔化现象,该裂纹的出现对锅炉的承压设备十分不利,情况严重的话甚至带来较大的安全隐患。

3 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹防控措施

3.1 焊接工艺的控制

首先要做好焊接前的准备工作,包括管材材质的检验、接头选型以及施焊处的清理和预热等,都应严格按照国家的相关标准和规范进行。施焊过程中,在焊接工艺规程规定的范围内应选择较大焊接线能量及

其他方法减慢焊缝的冷却速度,这样有助于氢的扩散,防止气孔及氢致裂纹的发生。宜采用连续焊的方法焊接每道焊缝,不应任意中断,如意外中断,应严格根据工艺规范采用预热的措施,防止产生裂纹。拆除工、卡具时应注意不能使管道受损伤,拆除工、卡具后应采取打磨平滑的措施,并应进行磁粉或渗透探伤检查管道。焊接后应立即对焊缝进行后热消氢处理,并确保加热温度与保温时间。焊接后如发现焊缝处如出现气孔、裂纹等缺陷,应打磨去除并且重焊。焊缝同一位置的补焊次数不应该超过两次,如若超过两次,焊补前应当经过技术负责人批准,同时应采取可靠的防范措施。

3.2 优化原材料与生产管理过程控制

压力容器和压力管道是工业领域的常见设备,为了把控管道裂纹问题,则需要不断优化原材料,注重生产管理过程控制。

一方面,原材料是保证设备设施安全性和稳定性的重要元素,如果设备材料出现质量问题,则很容易造成设备故障、产生管道裂纹,这种情况下便需要及时把控材料质量。特别需要关注材料质量,切实保证整个压力容器压力管道材料性能均能够达成国家质量检验标准,在材料进场前,也需要相应进行质量检查,切实避免问题材料流入现场。另一方面,针对压力容器压力管道裂纹问题,还可以通过生产过程控制的方式,切实保证设备设施的正常使用。

具体而言,当工作人员完成前期图纸设计后,则需要相应安排工作人员进行图纸分析,保证设计图纸和设备设施的一致性,保证设备安全系数达标。针对各种部件,则需要加强质量检查,通过抽检的方式,实现加工精度和加工余量的全面把控。在日常设备运行期间,需要注重外部环境检查,在规定时间内展开停机检测检验,切实延长设备使用寿命。

3.3 提高焊接人员的焊接技术和职业素养

要组织工人开展相关的技能学习活动,使他们能够进行全面的学习,只有他们掌握精湛的技术,才能严格地按照操作要求进行焊接,而且所有从事焊接行业的相关人员都必须具有相应的资格证,否则不能开展相应的工作,这可以从一定程度上为焊接的质量提供保障,避免由于人为的原因,而使质量不合格,另外,还要提高焊接工人自身的素质,并促进他们良好职业道德的养成,让他们意识到焊接工作的重要性,尽最大努力高效地完成派给他们的任务,此外,由于

焊接工作不是一个人的独立操作,所以在焊接的过程中,还要有效培养他们的合作精神,促使他们共同合力完成工作,不要因为一个人的错误而使得整项工作不能在约定时间内完工。

3.4 定期开展检验、加强检修维护

锅炉和压力容器以及压力管道在工业生产当中应用的频率较高,强度比较大,因而需要定期开展检修、维护,对设备、管道制定针对性的检修及维护方法,对可能产生的裂纹进行重点检查,确保安全。利用成熟的检测方法进行检测。在检验中或维修时,对可能会存在的危险因素进行分析,并及时处理。对表面裂纹可通过打磨来消除,对较深的裂纹需要先打止裂孔再进行打磨消除。若难以消除多层压力容器产生的裂纹缺陷时,可利用有限计算方法进行核检。总之,针对裂纹设备及压力管道,应做好检修维护管理,明确维护细节,及时发现和处理问题,降低安全隐患。

3.5 加强人员的生产培训、正确的操作方式

生产企业必须定期对所有的员工进行生产能力、设备操作能力的培训与学习,使得员工能够在工作中,增强质量意识,使得所有的产出产品,均符合锅炉生产的相关标准的要求。培训结束后要对员工进行所学知识的考核,考核通过的才可以上岗操作。制定激励制度。对于每季度锅炉生产无任何质量问题的员工,给予奖励,激发所员工积极性。锅炉在使用过程中具有严格的使用流程和方法,锅炉压力容器压力管道检验裂纹问题出现的重要原因之一就是人为操作失当现象的产生,所以锅炉的使用过程中要求对操作人员进行专业的职能培训,对其进行专业技能教育与训练,充分熟悉并掌握锅炉的使用方法与操作规范,尽可能避免在操作过程中出现操作失误的可能,避免给锅炉的正常安全运行带来隐患。并在组织内建立严格的考核体系,有效预防在锅炉使用过程中因操作人员操作不规范而出现裂纹。

3.6 落实更加先进的检验技术

想要有效处理压力容器压力管道检验中出现的裂纹问题、保证压力容器压力管道应用质量,则需要合理应用各种各样的检测技术,从各种裂纹问题出发,切实保障设备稳定使用。通常而言,无论是腐蚀裂纹,还是疲劳裂纹,往往在金属表面就可以直接发现,这种表面便能检测得到的裂纹问题,则可以通过磁粉进行检测。无论是焊接裂纹,还是蠕变裂纹,发生位置不再局限于管道外部,在金属内部也很容易发现裂纹

问题,如果单单使用磁粉则很难有效检测,这种情况下,则可以使用超声检测技术。想要实现上述多种裂纹问题的全面检测,则需要不断加强检测技术的研究,以更加先进的检测技术,切实保证设备裂纹检测的稳定性和有效性。

3.7 提高相关人员对锅炉压力管道的操作能力

选聘好人员后,必须确保所有锅炉运行管理人员持证上岗,且在选派人员正式上岗之前,必须对其展开岗前培训,使其能够较为全面地了解锅炉的基本操作规范与操作要求。在日常的锅炉维护运行中,相关人员需要在提升热量转化效率的基础上,采取积极的安全措施来确保锅炉使用操作的安全与稳定。在锅炉日常运行管理当中,企业要特别注重利用先进技术手段来提高锅炉运行的稳定性,并通过先进技术设备和检测手段确保锅炉的压力管道处于一种良好的运行状态。

4 结语

锅炉压力容器和压力管道是生产过程中的重要设备,裂纹问题不及时预防、发现和解决,将危及人民的生命安全以及国家的财产安全。相关工作人员一定要积极进行压力容器压力管道的检验,及时发现压力容器压力管道中存在的问题,排除安全隐患。对裂纹的形成原因和其有可能引发的各类问题也要进行认真的分析,进而采取正确的预防和解决措施,避免压力容器压力管道裂纹可能带来的各种安全隐患,保证安全生产。

参考文献:

- [1] 金亚祥. 锅炉和压力容器及压力管道检验中裂纹问题分析 [J]. 设备管理与维修, 2021(20):30-31.
- [2] 张海楠. 在锅炉压力容器压力管道检验中关于裂纹问题的探讨 [J]. 中国设备工程, 2021(03):188-189.
- [3] 李佐. 浅谈锅炉压力容器及管道检验 [J]. 黑龙江科技信息, 2016(06):13.
- [4] 郝国华. 锅炉压力容器检验常见问题研究 [J]. 企业技术开发, 2016(06):86-87.
- [5] 艾海提·吐尔洪. 锅炉压力容器检验中的常见问题分析 [J]. 化工管理, 2016, 29:33.
- [6] 谢柳浩. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题 [J]. 科技创新与应用, 2014(23):1.
- [7] 彭建华. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹问题探究 [J]. 中国新技术新产品, 2016(19):2.