

结构件焊接失效与预防措施

西北奔牛集团公司 (宁夏回族自治区石嘴山 753001) 栗学治

由于国内工业的蓬勃发展,在船舶、锅炉、起重运输及矿山采掘运输工程等工业领域,已广泛应用钢结构制造工艺进行大规模工业化生产。

在矿山机械中,随着采煤机械化程度的提高,越来越倾向于高产、高效综采工作面的发展。重型、超重型井下煤炭输送设备,大多采用铸-焊结构制造,而铸-焊结构给煤炭工业发展带来了无比的优越性,同时研究这种钢结构的焊接失效,也成为非常重要的问题。

一、铸-焊结构焊接失效的原因

通常意义上讲,焊接失效就是焊接接头由于各种因素,在一定条件下断裂(如:应力、温度、材质、焊接质量和实际使用工况条件等)。接头一旦失效,就会使相互紧密联系成一体的构件局部分离、撕裂并扩展,造成焊接结构损坏,致使设备停机,影响正常生产。

焊接失效的基本条件:一是焊接结构设计不合理,如在局部或整体焊缝的布置与设计上存在问题;二是材料本身的缺陷,如板材化学成分偏析,铸钢件的组织存在缩松、气孔、裂纹等;三是焊接工艺的应用不合理,如焊接材料的选择、焊接方法的制定;四是构件所处的工作环境、工况条件差(如受到交变及冲击载荷),引起结构材料疲劳破坏。

针对接头失效进行分析,应从两个方面入手:一是产生的根源;二是其危害性。

1. 结构件焊接失效产生的根源

通常情况下,材料本身的缺陷(如化学成分的不均匀性、局部微观裂纹),焊缝由于各种原因产生的冷热裂纹、未焊透、夹渣、气孔及咬边等,焊接过程中近缝区较高的残余应力(包括焊缝及热影响区相变的组织应力),以及焊接过程高温下的组织软化和冷却后产生的脆化等,都是造成接头失效的根源,也为接头的脆断或扩展提供了条件。

2. 结构件焊接失效的危害性

井下工作面刮板输送机、转载机和破碎机,是采煤

工作面的关键设备,工作面使用条件复杂。由于刮板输送机除要完成运煤、清理浮煤外,还要作为采煤机运行的轨道和牵引支承、液压支架前沿的基点,担负着采煤工艺过程中的落、装、运、支、控等全部工序,井下设备的可靠性决定了高效采煤的经济性,所以设备质量的好坏、寿命长短、性能的优劣,直接影响着煤炭生产。

由于刮板输送机和转载机的使用特点,中部槽之间的联结强度和可靠性显得尤为重要,而其结构大多由铸钢件与普通低合金板 Q345 (16Mn) 以及近几年发展起来的高强板和耐磨板 (NM360) 焊接而成,铸钢件以碳锰硅 (C-Mn-Si) 系列为主。多年实践证明,此类铸钢的焊接性能比较好,但焊接结构件的接头失效也容易发生在这类结构件的焊接部位,一旦在井下工作面使用中发生断裂失效,将影响整台设备的正常运转甚至停产,造成很大的经济损失。

3. 焊接失效形式

由于其结构本身的特殊性,焊接失效形式也不一样。

(1) 因设计不合理,存在局部刚性过大,应力集中的现象。

(2) 材料缺陷。铸钢件相对于轧制板材存在着冲击韧度差,屈服强度低的特点,还有焊接工艺制定不合理、焊接规范的运用不当、焊接方法的选择不正确等。

(3) 焊工技术水平高低与焊接位置的好坏;还有焊接检验水平,包括对材质的检验和焊缝检验等。另外,环境温度对焊接质量也是一个重要的影响因素。

以上都可能是造成焊接接头失效的原因,一旦存在上述缺陷的结构件进入使用阶段,就很难避免失效、损坏情况的发生。

综上所述,要避免此类结构件焊接失效的产生,单纯的从某一个方面分析解决问题,是不符合实际的,它是多种因素的综合,但在一定条件下,则是某种因素起到主要作用的情况下而产生的结果。这就要从设计、工

艺、材料及焊接等多方面去考虑,尽量使以上几方面的因素达到合理化,找出最主要原因,采取必要的工艺措施,才能有效地加以防止。

二、防止措施

在工艺的制定上如何才能防止焊接失效的发生,是分析解决问题的关键,这就需要从以下几个方面综合考虑:

(1) 根据结构的设计和使用要求(如承受静、动载荷,交变载荷、冲击载荷等),正确选取材料。

材料的选择不仅是工艺技术问题,同样也是一个经济效益问题。选用过高的材质经济上不合理,而选用材质过低,则会降低使用寿命,增加了焊接失效的隐患。

在煤矿机械制造业,常用钢材一般为 Q235 (A3)、Q345 (16Mn) 和近几年才发展应用起来的高强板 (WH、QJ) 等系列和 (NM) 系列的耐磨板。为保证焊接性能,上述钢材中 C_{eq} 均应 $< 0.45\%$, S、P 含量(质量分数)不能高于 0.04% 。

(2) 钢材从进货到投入生产使用,都要进行严格的进厂检验,以保证化学成分和力学性能指标符合国家标准规定。另外,新品种钢材的采购,要先进行小批量试验和焊接工艺性能试验,以确定其工艺性能和焊接性好坏,做出试验结论,才能决定是否大批量投入使用。

材质检验分宏观和微观两种:宏观检查是用肉眼或放大镜进行外观检查;微观检查主要采用无损探伤、金相切片低倍组织检验等手段,目的是提前发现材料有无裂纹、夹层、撕裂等缺陷。对于铸钢件,要严格检验其随炉试棒的各项化学成分及力学性能,以确定是否符合材料性能要求。

(3) 在结构设计时,要尽量减少过大的刚度及应力集中现象出现,如在设计时防止焊缝分布过分密集,尽量消除有可能产生应力集中的部位;对部件连接部位,要尽量避开结构上应力最大处,有利于控制焊后变形,提高构件强度。另外,根据其结构的使用和受力状况,分清其焊道是工作焊缝还是联系焊缝,合理地设计焊缝的分布、焊道几何尺寸及焊脚高度,同时还要考虑焊接的经济性。

在一般情况下,人们认为受力大的构件,为了牢固,焊脚尺寸越大则强度越高,其实这是一种误解,正确的原则是在满足焊缝金属强度的基本要求下,应尽量

减少填充金属的用量,这与结构件设计和焊接工艺设计人员对结构的受力计算,选用焊接方法和形式有着密切的关系,这是保证获得优良焊接接头的先决条件。

实践证明,接头设计的合理,既能保证其强度,又体现了经济价值。

(4) 正确选择焊接规范,是保证焊接质量和生产率的关键。在焊接生产中,配备相应的焊接辅助装置,如定位夹紧装置、翻转胎、焊接变位器等,利用胎具可保证组装点对精度的要求,方便地得到恰当的焊接位置,有利于大批量组织生产。加强对焊工的培训,焊工技术水平高低将直接影响到焊缝的质量。制定焊接工艺要充分考虑原材料(母材)、设备、焊接材料(填充材料),以及工人的技术水平、生产量大小、环境温度等各种因素,选择合理焊接工艺。

对一些淬硬倾向大,高强度低合金钢的结构,除了正确选择焊接参数和焊接材料外,为避免产生热裂纹和冷裂纹,应采取焊前预热、焊后缓冷措施。另外,对环境温度的影响也要考虑,冬季气候严寒,材料在切割、焊接过程,裂纹倾向增大,需采取一定的预热和缓冷措施,利用工艺手段,改善焊接热循环的不良作用,以保证得到优良的焊接接头,只有这样才能减小或消除焊接结构件在使用中失效的隐患。

最后,对焊接接头一定要进行严格的检验,主要利用射线探伤、超声波探伤、磁力探伤等无损检验方法,以便及早发现焊缝缺陷,及时加以处理。

三、结语

钢结构件的焊接失效,往往是在设备使用过程中出现,一台设备中任意一个结构部件发生焊接失效开裂,都会影响整台设备的正常运转,给企业造成不可估量的损失。

目前,国内外都在积极探索、研究预防和解决焊接失效问题的方法,努力使焊接技术向自动化、智能化方向拓展,但对常用的普通碳素钢和低合金结构钢构件来说,掌握规律,对现有的工艺技术不断改进提高,减少此类问题的发生,也是经济效益增长的一种必要手段。

总之,最重要的是立足于实践,严格控制钢材的质量,细化焊接结构设计,通过焊接工艺的不断改进创新,并吸收国内外先进焊接工艺技术,防止和消除焊接接头失效产生的各种后果。

(20061018)