

焊接残余应力的模拟和控制消除的相关问题研究

高立峰;李志国;罗梦佳;陈民昌

(天津职业技术师范大学 天津 300222)

摘要:焊接是一种非常常用的材料连接工艺,由于其具有非常优良的连接性能,被广泛应用于多个领域之中。但是在实际的焊接过程中,其焊接质量会受到多种因素的影响,一旦处理不善,就可能导致残余应力的产生,进而影响到焊接质量和焊接结构的使用寿命。因此,为了确保焊接质量符合国家相关标准规范的要求,就需要通过对残余应力进行系统全面的分析研究,在此基础上,采取有针对性的控制消除措施,进而为焊接质量提供可靠保障。本文通过对焊接残余应力进行深入的模拟分析,在此基础上,提出了具有针对性的焊接残余应力控制消除措施,对于残余应力的控制消除具有一定的积极意义,对于从事相关工作的技术人员具有一定的借鉴意义。

关键词:焊接;残余应力;控制;消除

DOI:10.19475/j.cnki.issn1674-957x.2019.06.053

0 引言

焊接残余应力是在焊接过程中,由于没有将热应力、相变应力以及加工应力等控制在合理的范围内,而导致其超过焊接材料所能承受的极限,进而在焊接材料上残留一定的应力。焊接残余应力会对焊接结构的强度和使用寿命造成非常不利的影响,严重威胁焊接结构的安全使用。因此,为了确保焊接结构的安全使用,就需要对焊接过程中所产生的残余应力进行深入的分析研究,明确其产生的原理,进而对其进行科学合理的预测模拟,在此基础上,结合焊接的实际情况采取有针对性的焊接控制措施,对残余应力进行控制和消除,从而为焊接质量提供可靠的保障。

1 焊接残余应力的模拟分析

在对材料进行焊接的过程中,为了对残余应力能够采取有效的控制消除,就需要对其形成的过程进行系统全面的有效预测,进而能够采取有针对性的控制措施,以此消除残余应力。为了对焊接材料中的残余应力进行一定的预测,采用相同的材料按照相同的焊接方式进行焊接形成焊接试件,通过对焊接试件中的残余应力进行科学合理的测量,用以表征焊接材料中的残余应力。但是由于焊接过程中的残余应力会受到多种因素的影响,这就造成焊接材料和焊接试件中的残余应力之间存在一定的差距,进而影响焊接材料残余应力的有效预测。因此,为了提高焊接材料残余应力的预测质量,通过采用单因素标定的方法对焊接材料中的残余应力进行科学合理的标定,并对焊接过程中的温度梯度进行系统全面的模拟,进而通过温度梯度对残余应力进行科学合理的预测,为残余应力消除控制措施的有效制定提供数据支持。

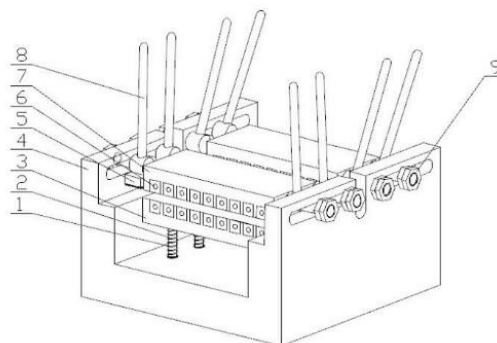
1.1 残余应力模拟的工作原理

在焊接材料残余应力的模拟过程中,通过采用一元化的方法,进而能够大大降低残余应力模拟工作的难度,以焊接过程中的预热温度对焊接后工件内部的应力分布进行科学合理的预测。通过对焊接工件的温度梯度进行有效的控制,进而能够对其焊接过程中的残余应力进行有效的

模拟。

1.2 残余应力模拟控制设备

焊接残余应力的模拟控制是通过图1所示的设备完成的,其主要是由焊接预热模块、应力检测模块、温度控制模块以及偏心夹紧模块等组成的。



1-弹簧 2-导杆 3-下固定板 4-机座 5-压块;
6-硅碳棒 7-上固定板 8-偏心螺杆 9-螺母

图1 焊接残余应力控制设备示意图

1.3 残余应力的测量步骤

残余应力控制设备在实际工作过程中的操作步骤如下所示:

①严格按照规定的尺寸对试件进行精确的加工处理,为了提高其测量精度,需要对测量面进行彻底的打磨处理,直至露出相应的金属光泽;

②在测量面上标注应变花的具体位置,确保其粘贴位置准确无误;

③将测量工件牢固的固定于机座上,转动偏心螺杆,确保工件在测量过程中不会发生移动,在工件两头进行预焊接,确保焊接高度不低于5mm,再松开偏心螺杆,进而释放压块压紧的工件;

④在工件标定的位置处粘贴应变花,确保每块工件上都粘贴有4片,同时,还要确保应变片与工件的坡口距离相同;

⑤对应变仪进行调零,然后进行焊接操作,应变仪就能将焊接过程中的应力变化情况进行准确的记录;

⑥在距离粘贴应变片5mm的位置处进行打孔操作,并对该处的残余应力进行测量记录;

基金项目:2018年天津市“大学生创新创业训练计划”项目,项目名称:基于温度梯度对焊接残余应力预测方法控制设备的制造(项目号:201810066075)。

⑦重复步骤①-④,利用硅碳棒加热模块将焊接试件加热至100℃重复步骤⑤-⑥,上述步骤重复试件的加热温度分别为100℃、200℃、300℃、400℃、500℃;

⑧通过将常温与不同温度下测量的应力-应变曲线进行对比分析,并分析温度梯度于焊接工件残余应力之间的关系;

⑨通过以上的对比分析后,就能够获取温度梯度与残余应力之间的关系,进而通过温度梯度就能对焊接过程中的残余应力进行有效的预测,为保障焊接质量提供可靠的数据支持。

2 焊接残余应力的控制消除措施

2.1 焊前措施

①对焊接结构进行科学合理的设计,这就能从根本上对残余应力进行有效的控制,将其控制在合理的范围内。在实际的设计过程中,需要进行焊接连接的结构应该尺寸合理、构造简单以及厚薄均匀等。同时,还要对其材质进行科学合理的设计,优选性能优良的材料,这就能在一定程度上减少焊接过程中所产生的残余应力,提高焊接结构的合格率。

②对焊接工艺进行科学合理的设计,要充分结合焊接的实际情况,有针对性的选定焊接工艺,尽可能减少焊接接头数量,各个焊缝之间的要保留有足够的距离,避免焊缝之间互相影响,而且在焊接的过程中,焊缝之间不得交叉,尽量避免出现十字焊缝,还要确保焊缝与高应力区之间具有足够的安全距离,进而避免焊接残余应力的产生。

2.2 焊后措施

①热处理消除法。热处理是非常常用的消除残余应力方法,其中的退火措施在消除残余应力上具有非常良好的效果。在退火过程中,工件的加热温度越高、保温时间越长,其退火效果也就越好,即能够消除大部分的残余应力。但是过高的退火温度也会给工件造成不利影响,高温能够加速工件表面的氧化速度,大大提高工件金相发生变化的概率,严重时会影响工件的机械强度和表面特性,大大缩短工件的使用寿命。因此,采用热处理法时,需要对加热温度进行科学合理的控制,避免给工件造成过多的负面影响。

②拉伸消除法。对于不适合采用退火处理的工件,可以采用拉伸的方法,进而消除其中的残余应力。对于压力容器或者压力管道上的焊缝,可以将其两侧局部加热到

200℃,进而在焊缝处形成一个高温区,再对压力容器或者压力管道施以外力,对其进行拉伸处理,进而能够减小并消除焊接残余应力。此外,在进行拉伸的过程中,要对拉力进行严格的控制,确保将其控制在合理的范围内,避免其超过规定的拉力,进而确保拉伸消除残余应力的效果。

③机械振动法。机械振动法是采用偏心轮和变速电机带动工件进行振动,通过共振产生的循环应力来以此消除焊接残余应力。当工件所受到的交变载荷达到一定的数值后,在该载荷的多次振动作用下,焊接结构中的残余应力会逐渐变小。实施机械振动法的设备简单、成本较低、工作时间短以及不存在表面氧化的问题,在实际的工作过程中得到了非常广泛的应用。

④爆炸消除法。爆炸消除法是通过在焊接构件存在残余应力的区域施加一定量的炸药,并将炸药按照一定的方向进行引爆,通过爆炸产生的冲击波在残余应力区形成一定的塑性变形,进而能够有效的消除残余应力。但是爆炸消除法的效果受到爆炸当量和方向的影响,在实际操作的过程中,需要对其进行科学合理的论证,进而确保爆炸效果。

3 结语

总而言之,焊接是一种非常常用的连接方式,通过焊接能够将工件进行牢固的连接,但是焊接过程中的残余应力会对焊接质量造成不利影响,因此,为了确保焊接质量,尽可能避免残余应力的产生,就要对焊接残余应力的形成过程进行科学合理的模拟研究,在此基础上,就能够采取有针对性的控制消除措施,进而将焊接工件的残余应力控制在合理的范围内,将其所造成的不利影响降到最低,为焊接质量提供可靠的保障。

参考文献:

- [1]陈晓霞,李充,鲁二敬,等.焊接工艺对6082-T6铝合金对接接头疲劳性能的影响[J].焊接技术,2018(12):22-24.
- [2]张涛,王志宇,李晓磊.T形接头钢板焊接残余应力试验研究[J].建筑结构学报,2018(S2):7.
- [3]刘立彪,张计谋,谭小斌,等.焊后热处理温度对Q420R性能与组织的影响[J].世界有色金属,2017(23):234-235.
- [4]王胜伟,李曼德,刘显勇,等.焊接热输入对堆焊残余应力和变形的影响分析[J].焊管,2017(12):19-23.
- [5]秦晓亮,董明强,姚鹏乐.不同后热工艺对焊接质量的影响[J].热处理技术与装备,2016(06):39-41.
- [6]于升杰,杨家盛.2205双相不锈钢焊接工艺及焊接残余应力控制[J].中国水运(下半月),2016(12):249-251.

《内燃机与配件》杂志约稿

栏目开设:设计研究、工艺技术、产品分析、装备技术、制造工艺、质量与检测、企业管理、技术创新与应用、综合、行业信息。

1 投稿约定

1)本刊录稿贯彻“文责自负与编辑加工相结合”的原则,作者要严格遵守国家有关保密规定,不得泄露国家机密。

2)切勿一稿多投。文稿自收到之日起4个月内未收到本刊“稿件拟用通知单”的,作者可另投他刊。时间以编辑部收到文稿日期为准,可向编辑部查询。

3)编辑部对来稿有权作技术性和文字性修改,实质性修改需征得作者同意,不同意修改的可在来稿中注明。

4)文稿一经发表,赠送当期刊物两册。

5)本刊已入编中国期刊全文数据库、万方数据—数字化期刊群和中国科技期刊数据库等媒体,文稿一经本刊录用,即同时被其录用。若作者不同意编入,请来稿时声明。

6)凡向本刊投稿者,均视作接受上述各项约定。

2 稿件撰写要求

标题:一般不超过20个字(最好有英文翻译)。要求简单明了,概括文章内容。

作者署名:署名以不超过4位为宜。

第一作者简介:姓名、出生年、性别、籍贯(具体到城市)、学历(学位)、职称、研究方向。

作者工作单位:单位名称应准确无误。

中文摘要:字数以不超过200字为宜,要求简明扼要,用语规范。

关键词:要求准确规范,一般不少于3个(关键词最好有英文翻译)。

正文:稿件观点明确、数据准确可靠,推理合乎逻辑,内容充实、结构严谨、文字精练、通顺易懂。稿件一般不少于4000字。要求条理清晰,用语规范,文字简练。

基金资助项目:获得基金资助的论文应注明基金项目名称及项目编号。

计量单位:文中须采用国家法定计量单位。

公式图表:公式图表应清晰准确。

参考文献:应按国家规范撰写。