吊耳卡箍质量控制与关键工艺研究

武增荣[1]，岳佳宏[1]，连鑫源[1]，李志伟[1]，杨少华[2]，李绪晨[2]
1.山西航天清华装备有限责任公司　山西长治　046012
2.火箭军装备部驻长治地区军事代表室　山西长治　046012

摘要：吊耳卡箍由吊耳座和卡箍装配焊接而成，在制造过程中，生产效率低下，且装配角度、贴合效果、产品一致性都不理想，经常出现微裂纹等缺陷。通过对影响产品质量和生产效率的关键因素进行分析，从原材料选型、设计装点工装、工艺路线优化三个方面进行了研究，探索总结出一套切实可行的加工工艺。

关键词：吊耳卡箍；裂纹；优质材料；装配工装

1　序言

在航天、航空等领域，卡箍是一种常用的标准件，通常连接在各类腔体内部，起到固定和捆扎腔体内线缆、管路等作用。航天行业标准规定：卡箍按材料不同可分为铝制、钢制和高分子材料卡箍。在钢制卡箍中，又可分为结构钢、工具钢和弹簧钢3类卡箍，因其具有较高的弹性，因此多用于反复使用或可靠性要求更高的场合[1]。卡箍断裂失效时有发生，有些是由于制造工艺问题，出现裂纹、氢脆等断裂时效，还有些由于设计或采用特种工艺，造成局部应力集中，产生疲劳断裂失效[2]。

2　实际制作工艺研究

吊耳卡箍属于气缸装置中的重要部件，主要用于固定气缸的安装位置，使气缸能够吊挂在方箱中。吊耳卡箍由吊耳座和卡箍装配焊接而成，如图1所示。其中，卡箍是由厚1mm的钢板弯制而成，弹性较大。

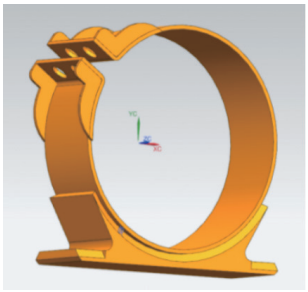
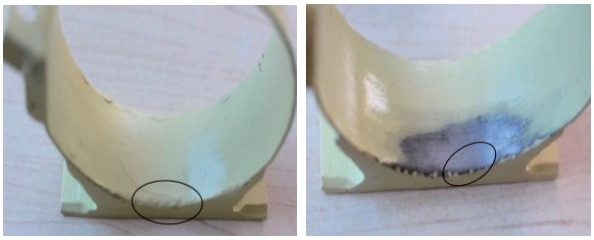


图1　吊耳卡箍

目前，该件的装配是先将卡箍转到设计角度，然后采用手钳将卡箍和吊耳座夹紧贴合，再后由焊工进行装点。装配需要两名操作工配合完成，效率低下，焊后还需进行调质、镀锌、喷漆。由于装配受人为因素影响较大，所以装配角度、贴合效果、产品一致性都不理想。成品经常存在微裂纹（见图2），产品合格率仅为10%。由于该件年产数量1000余件，所以无论是装配效率还是产品合格率，都急需改善解决。



a）打磨漆膜前　　b）打磨漆膜后

图2　成品存在微裂纹

3　影响因素分析

3.1　零件原材料

选择符合设计要求并有质量保证的原材料是提升产品质量的重要前提[3]，针对吊耳座和卡箍的零件原材料进行了分析研究。卡箍选用的原材料是45优质碳素结构钢冷轧钢带，执行GB/T 13237—1991《优质碳素结构钢冷轧薄钢板和钢带》，吊耳座选用的原材料是45优质碳素结构钢热轧钢板，执行

GB/T 711—2008《优质碳素结构钢热轧厚钢板和钢带》。通常来讲，热轧钢板内应力较大，容易存在缩孔、夹杂、裂纹和分层等缺陷，这些缺陷需要进行低倍检查，而在标准中，对低倍检查不是必检项目，需供需双方协议商定。吊耳卡箍焊接后需要进行热处理及表面处理，由于应力的释放，因此极容易造成原材料质量缺陷的放大。

3.2 工件一致性

卡箍是采用厚1mm的钢板手工弯制成形，产品一致性差，在装配时无法保证卡箍和吊耳座完全贴合，其工件的贴合只是单纯的几个点，容易造成应力集中，且卡箍的开口角度只是靠粗略划线来保证，因此工件的一致性也就无法保证。

3.3 工件装配方法

工件在厂内装配时，为了消除装配间隙，操作工只能通过使用手钳夹紧进行装点（见图3），至少需要两名操作工，一名负责夹紧工件，另一名负责点焊。在操作过程中，操作工有可能被焊接飞溅所烫伤。

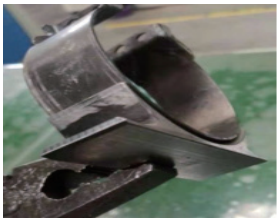


图3 装点操作示意

3.4 检测方法

工件在焊接完成后未进行有效的无损检测[4]，在工件生产完成后才发现缺陷，从而造成人员及物资的浪费。

4 调整工艺及采取措施

4.1 选用优质原材料

卡箍选用的原材料是45优质碳素结构钢冷轧钢带，执行GB/T 13237—1991，经查阅相关标准及调研，确认目前该材料是较为优选的。

吊耳座选用的原材料是45优质碳素结构钢热轧钢板，执行GB/T 711—2008。通过查阅其他标准，发现GB/T 699—2015《优质碳素结构钢》中对低倍检测有规定要求，即钢棒的横截面酸浸低倍试片上不应有目视可见的缩孔、气泡、裂纹、夹杂、翻皮和白点缺陷。鉴于该情况，对吊耳座的原材料进行了更换，选用直径为35mm的45圆钢，从原材料来源上防止缺陷的产生。

4.2 改善工装装配

通过设计自定心旋进工装，能够保证卡箍与吊耳座的贴合，同时使用工装装配，不仅提高产品装配的一致性，同时还可减少操作人员数量（由两名减少为一名），保证工件的质量及装配效率，且减少焊接飞溅对操作人员的伤害。工装装配如图4所示。

图4 工装装配

4.3 增加无损检测手段

针对工件的结构，选用磁粉检测作为工件焊后检测的手段，该检测不仅考核了焊接质量，还对工件原材料本身也进行了再次复验，避免工件带着缺陷流入后续工序，减少了因缺陷件流转而带来的经济损失。

5 结束语

针对吊耳卡箍装配改进，得出如下优化方案。

1）选择优质原材料，降低原材料本身导致的缺陷。

2）设计装配工装，保证工件装配一致性及效率，设计自定心工装，保证工件的贴合以及装配效率，降低操作人员数量和操作风险。

3）增加焊后无损检测，避免工件带着缺陷流转，减少生产过程中人力和物力的浪费。

参考文献：

[1] 燕翔，万里园，刘德林，等.弹性卡箍断裂原因分析[J].失效分析与预防，2013，8（4）：241-245.

[2] 吕凤君，傅国如，柴志刚，等.快卸卡箍螺栓断裂原因分析[J].理化检验：物理分册，2011，47（2）：126-129.

[3] 陈亚莉，李鸿鹏，马康民.某型飞机卡箍断裂失效分析[J].兵器材料科学与工程，2009，32（3）：84-86.

[4] 李波，王志宏，彭萌.可拆卸卡箍断裂原因分析[J].失效分析与预防，2015，6（3）：181-184.

MW 20220117