

轨道交通关键零件的再制造技术

■ 中车戚墅堰机车有限公司 (江苏常州 213011) 路亚光 陈 兴

摘要: 轨道机车关键零件由于损坏或功能失效无法使用时,通过采用镶套、焊接、刷镀、等级修、零部件置换以及各种机械加工技术,恢复零件原有精度或功能,实现产品再生制造,满足产品使用要求。



中车戚墅堰机车有限公司工程师 路亚光

发展“绿色制造”这种现代化制造模式已成为全球广泛关注的热点,制造业将改变传统模式,推动与发展绿色制造技术势在必行。在这样的大背景下,通过制造技术创新、流程创新促进产业结构调整,降低物耗,减少环境污染。促进绿色经济发展将成为国家可持续发展的一条道路。产品再制造作为绿色制造的重要内容,正受到国家的大力倡导和重视。

产品再制造技术

科学地说,再制造是一种对废旧产品实施高技术修复和改造的产业,它针对的是损坏或即将报废的零部件,在性能失效分

析、寿命评估等分析的基础上,进行再制造工程设计,采用一系列相关的先进制造技术,使再制造产品质量达到或超过新品。据了解目前欧美国家所采取的再制造技术以“换件修理法和尺寸修理法”为主。对于损伤程度较重的零件直接更换新件;对于损伤程度较轻的零件则利用传统的车、磨、镗等机械加工手段,在改变零件尺寸的同时,恢复零件的几何精度,再与加大尺寸的非标新品零件配副。这种再制造的模式相对来说较简单,也存在较明显不足,如旧件再制造率较低、浪费较大等。对于一些精度要求较高的零件,不改变零件尺寸及几何精度的前提下,应采用

镶套、焊修、刷镀、等级修、置换修及各种机械加工技术。

几种典型零件再制造技术

1. 镶套技术

在实际生产中,由于加工、组装、使用或毛坯铸造缺陷等原因,造成孔、螺孔功能失效,影响正常使用或导致零件报废。为此,常采用镶套修复技术恢复产品原有性能和质量要求,实现零件的再生制造,避免了使用质量风险和产品报废,满足产品使用要求。

根据零件镶套前孔的特征,镶套修复主要采用镶光套和镶螺套两种形式,若原为光孔,一般采用镶光套,比如若原为螺孔,一般采用镶螺套。镶套修复的关键:一是镶套后的精度;二是镶套的强度和可靠性。这里涉及到镶套的类型、材料、过盈量以及加工要求。关键孔的镶套必须确保所镶的套不干涉其他孔或面的尺寸,不能影响零件本体的强度,且套的尺寸、材料应与零件本体相配相适应。

(1) 机体凸轮孔镶光套修复。当机体凸轮孔存在毛坯缺陷、加工或组装缺陷后,可采用镶光套的修复技术,由于凸轮孔孔径及形位精度要求高,当凸轮孔扩镗孔后车配与其过盈配合的半成品套,等冷冻镶套后,重新加工半成套的内径,恢复凸轮孔孔径及形位精度。主要工艺流程:工艺准备→机体校正→凸轮孔扩镗孔→车配修复套→冷冻镶套操作→镶套孔的加工→精度检测→机体清理,如图1所示。

(2) 机体气缸螺孔镶螺套修复。机体气缸螺孔M36×2在加工过程中,由于毛坯缺陷或加工组装失误,导致螺孔无法达到使用要求时,可采取镶螺套的修复方法。该方法是先将原螺孔扩大至一定规格尺寸的螺孔M48×2,车制内螺纹M36×2、外螺纹M48×2的螺套,通过设计制作专用螺套拧紧工装,在螺套外配合螺纹上涂螺纹锁固剂后,利用螺套拧紧工装和扭力扳手,将螺套拧入机体扩孔后的螺孔内并修平整。镶螺套修复主要包括以下步骤:扩孔并测量螺栓孔→车螺套→清洗螺栓孔和螺套并试装→涂螺纹锁固剂→专用工具装螺套拧入螺孔→修磨平面→测量并检验。镶套、扩孔、螺套及工装如图2~图6所示。

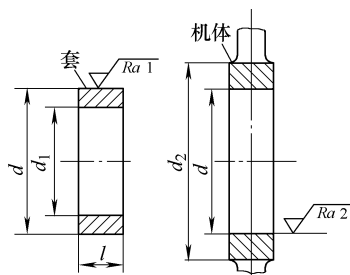


图1 机体凸轮孔镶光套示意图

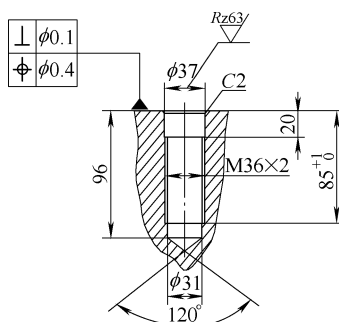


图2 气缸螺孔M36×2

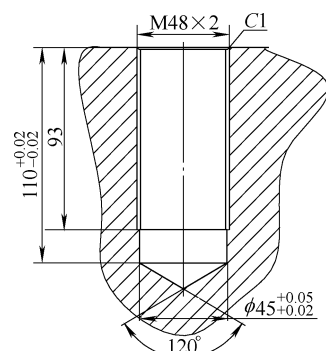


图3 扩孔加工成M48×2

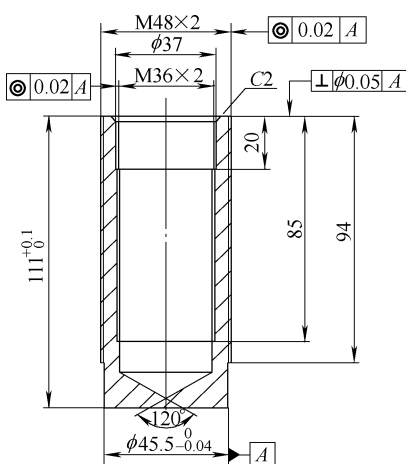


图4 镶入螺套工艺图

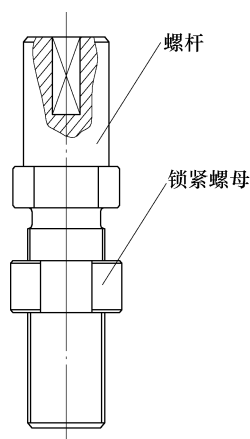


图5 镶套拧紧工装

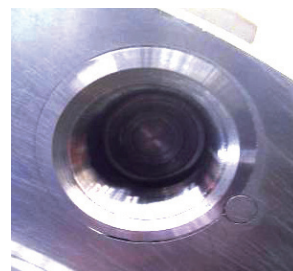


图6 螺孔镶套修复效果图

2. 焊修技术

在待修零件表面,熔覆一层与零件本体材料及性能要求相近的熔覆层,通过机械加工方法来恢复零件原有尺寸及形位精度,达到修复零件的目的。由于被修零件为成品,修复过程中不允许产生变形。

(1) 激光熔覆。激光熔覆利用激光束聚焦能量极高的特点,瞬间将金属粉末熔化的同时使零件基体表面微熔;激光离去后,熔化的零件基体及金属粉末快速凝固,获得与基体为冶金结合的金属熔覆层。激光熔覆输入热能力极高,但基体表面温度不超过80℃,故对零件产生变形很小,且熔覆层的热影响区小,不易产生裂纹,此种方式可恢复零件表面几何尺寸。

(2) 微电弧火花堆焊。微电弧火花是基于脉冲放电的原理,脉冲在放电过程所产生的动能将把熔化的电极金属抛离电极表面而过渡到零件表面,它在振动着的电极(与零件高速间歇性的离合)作用下,与呈熔融态的零件表层微区点被挤压在一起,并有电极材料熔渗、扩散到母材基体与熔融的零件表层金属,实现冶金结合,从而得到含电极材料的合金化表面堆焊涂层。

上述金属熔覆层或堆焊涂

敷层对本体产生热变形影响小，且不易造成裂纹，通过对熔覆层或堆焊涂敷层的机械加工来恢复零件精度。机体主轴承孔修复过程：三坐标测量主轴承孔→测量结果分析→方案制订→焊修→预加工→探伤→装盖→精加工→探伤→三坐标检测→压瓦检查→清理。机体焊修及加工如图7~图10所示。

3. 电刷镀技术

应用电化学沉积原理，在能



图7 机体主轴承孔微弧火花焊修

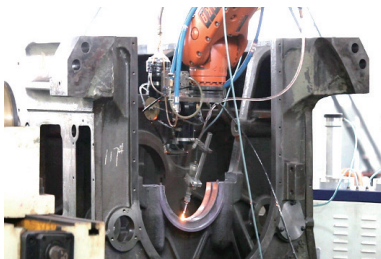


图8 机体主轴承孔激光熔覆



图9 焊修后机体加工中



图10 焊修与加工后的机体主轴承孔

导电的工件表面的选定部位快速沉积指定厚度镀层的表面技术。电刷镀具有良好的物理化学和力学性能，镀层与基体结合强度高，镍镀层强度 $>70\text{MPa}$ ，硬度为 $40\sim 50\text{HRC}$ ，有良好的耐磨性、耐腐蚀性、防高温氧化性，被镀工件温升较低 $\leq 70^\circ\text{C}$ ，不会引起工件变形。电刷镀有设备轻便、工艺灵活、使用范围广等优点，是表面磨损失效机械零件修复和强化的有效手段，但电刷镀层不能机械加工，且镀层一般应小于 0.2mm 。

4. 等级修及置换修技术

(1) 等级修技术。通过对零件缺陷部位的重新加工，使零件缺陷部位扩大或缩小一定的尺寸等级，选择与其相配合的尺寸零件，通过配合组装恢复功能重新得到使用。如曲轴颈轴与轴瓦的等级磨修、从动齿轮轴承孔与轴承外径的等级装配、空心轴套轴承挡外圆与轴承内孔的等级装配等，等级修必须在相关规定要求和范围内进行。

(2) 置换修技术。对部件中因功能失效无法修复的零件拆卸报废，对其中可用零件保留，通过制作置换零件与保留零件组装或重新加工形成新的部件，恢复产品精度和功能。如更换碾瓦机体变形主轴承盖，换配半成品主轴承盖，经组装、校准和机加工恢复机体主轴承孔尺寸和形位精度，完成机体的再制造。从动齿轮由齿芯和齿圈配对组装并加工而成，检修中由于从动齿轮中齿芯或齿圈应裂纹或磨损超限报废。为此，保留无缺陷齿芯或齿圈，制作与其配对的新的齿芯或

齿圈零件，经组装加工形成的从动齿轮，满足使用要求等，如图11、图12所示。



图11 置换修复后的从动齿轮

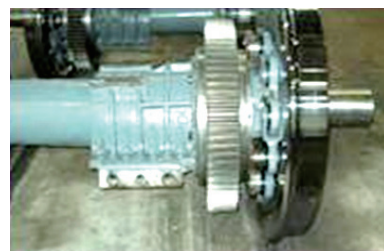


图12 从动齿轮组装使用

结语

近年来，针对不同产品结构特点和精度要求，采取不同的再制造技术，使大量的失效报废产品能“起死回生”，并得到重复使用，减少产品报废，有效降低生产成本和缩短产品制造周期，创造了较好的技术经济效益，也为轨道交通产品再制造找到一条成熟途径。

参考文献：

- [1] 徐滨士，马世宁. 绿色再制造工程设计基础及其关键技术[J]. 中国表面工程，2001（2）：12-15.
- [2] 徐滨士. 中国再制造产业及再制造技术新进展[J]. 热喷涂技术，2010，2（3）：1-6.
- [3] 陆宇衡，黄德. 发动机再制造技术及产业发展[J]. 装备制造技术，2010（12）：99-102.

MW（收稿日期：20161012）