

冲焊型液力变矩器再制造性分析

朱 伟, 陈荣章

(同济大学 汽车学院, 上海 201804)

摘要: 从技术工艺角度系统地分析了再制造在冲焊型液力变矩器产品中的应用. 通过对冲焊型液力变矩器失效模式的确定、短板零部件的归类、回用件的筛选, 分析确定了零部件的可回用率. 通过对再制造件的性能疲劳评价验证了再制造在液力变矩器产品中的应用可靠性.

关键词: 传动系统; 变速箱; 液力变矩器; 再制造; 回用率; 翻新

中图分类号: U463.1

文献标志码: A

Re-manufacture Feasibility Analysis for Stamping and Welding Type Torque Converter

ZHU Wei, CHEN Rongzhang

(College of Automotive Studies, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: The study systematically analyzes the application of re-manufacture on the stamping and welding type torque converter based on the technical process. Through the definition of the torque converter failure mode, separation of the reused parts, the reuse rate is defined. A fatigue test validates the reliability of the re-manufacture parts, which is meaningful to the widespreading and standardization of the re-manufacture engineering for torque converter.

Key words: powertrain; transmission; torque converter; re-manufacture; reuse rate; renovate

2003 年中国工程院发布的腐蚀调查报告表明, 2002 年我国因腐蚀造成的经济损失近 6000 亿元, 占当年 GDP 的 5%^[1]; 2007 年中国工程院发布的摩擦学调查报告表明, 2006 年我国因摩擦磨损造成的经济损失高达 9500 亿元, 占当年 GDP 的 4.5%. 而发达国家相关损失率只有中国的一半, 说明中国与发达国家还存在着较大的差距. 若能采取再制造等措施, 则每年可挽回经济损失约 1550 亿元.

再制造是废旧机电产品高科技维修翻新的产业化^[2]. 它所针对的对象是损坏了的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, 进行再制造工程的设计, 使再制造产品性能及质量达到或超过新品.

汽车零部件再制造工程在欧洲及北美洲已属于较成熟产业^[3], 在南美洲及亚洲的日韩地区正处于发展阶段, 而在中国, 这一产业属于刚刚起步阶段.

冲焊型液力变矩器再制造可以节省原材料及加工的能耗, 降低成本, 极大减少在生产过程中产生的废料, 并且在不影响性能质量的情况下整体延长零部件的寿命^[4]. 由于再制造工程的应用, 产品的全生命周期链延长为产品的制造、使用、报废、再制造、再使用、再报废.

目前冲焊型液力变矩器再制造工艺的难点在于没有统一的可回用标准. 对于失效模式的确定, 短板零部件的归类, 回用件的筛选, 零部件可回用率的确定以及再制造件的性能疲劳评价标准的设计都没有一个明确的评价标准. 本文研究的目的在于通过与企业的实际再制造合作对冲焊型液力变矩器再制造中的难点进行探索, 为液力变矩器的再制造提供一定的理论数据.

1 液力变矩器结构及生产工艺

1.1 液力变矩器的结构

液力变矩器由 4 大分总成组成: 泵轮分总成, 盖分总成, 导轮分总成及涡轮减震器锁止离合分总成, 外加 2 个滚针轴承及密封圈^[5]. 各分总成又可以细分. 图 1 是液力变矩器的零件爆炸图.

1.2 液力变矩器的主要生产工艺

(1) 冲压工艺主要用于盖分总成的端盖、锁止离合器的压盘、减震器夹持盘、驱动盘、涡轮壳体、涡轮叶片、涡轮内环、泵轮壳体、泵轮叶片、泵轮内环.

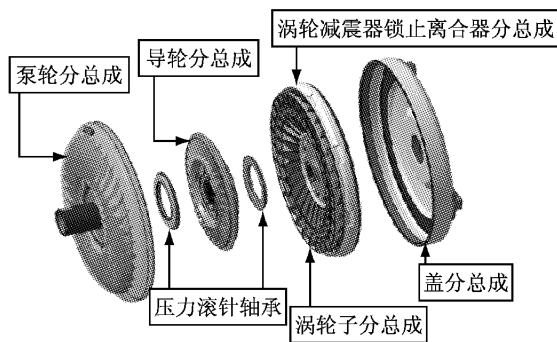


图 1 液力变矩器的零件爆炸图

Fig.1 Parts exploded diagram for torque converter

(2) 碳氮共渗热处理工艺主要用于锁止离合器的压盘、减震器夹持盘、驱动盘. 该工艺可以在提高零件表面硬度, 提高耐磨性的同时保持芯部硬度不过高, 仍然保持较高的延展性.

(3) 焊接工艺主要用于泵轮分总成和盖分总成的焊接、发动机连接块的焊接、导向块的焊接、泵轮轴套和泵轮壳体的焊接, 以及泵轮叶片、涡轮叶片的铜焊. 焊接效果可通过焊接强度试验检测.

(4) 摩擦材料的热压主要用于贴合摩擦材料.

(5) 机加工主要用于控制表面的尺寸精度.

对于液力变矩器的再制造, 新零件生产中的主要工艺都可以被沿用. 同时由于是子零部件的回用, 使得一些工艺诸如冲压, 热处理等可以被免去.

2 液力变矩器失效模式及影响因素

2.1 液力传扭能力不足

液力变矩器的工况分液力传扭工况、锁止离合器锁止传扭工况以及两者兼有的滑磨工况. 如果液力传扭工况下传扭能力出现异常, 最主要的问题会出在流场中. 最常见的现象是变速箱油的泄漏量过大, 或者叶片由异物碰撞导致严重变形, 使得性能异常. 其次是导轮的单向离合器失效, 产生反向转动, 造成增扭作用失效.

针对再制造件, 密封圈的选用很关键, 它会影响变速箱油的泄漏量. 另外在再制造过程中, 需要通过检测排除导轮单向离合器的缺陷情况. 叶片的变形可以通过目视检测排除.

2.2 锁止离合器锁止工况中传扭异常

锁止离合器在锁止工况传扭异常的情况主要由摩擦材料的缺陷造成. 另外如果液力变矩器在锁止工况时液流的泄露量过大, 也会导致锁止离合器两端油压差不足, 使得锁止离合器传扭能力下降.

因此, 在液力变矩器再制造过程中, 摩擦片的分选和密封圈的选用也很重要.

2.3 存在异响

液力变矩器中异响的潜在的原因大多可以通过目视检测发现. ① 泵轮滚针轴承和涡轮滚针轴承在长时间的高速旋转后使用寿命缩短, 可能带来异响. ② 液力变矩器内子零件的异常断裂或异物的进入也会造成干涉使得异响产生.

在再制造过程中, 可以通过目视检测的方法来判断子零件是否存在缺陷. 对于滚针轴承可以考虑更换.

3 液力变矩器再制造性分析

针对液力变矩器的再制造, 旧件的回收是第一步也是关键一步. 计算各子零部件的回用率可为后期的工艺投资提供必要的前期数据支持. 根据回用率制订工艺. 试制再制造样件用于试验验证. 验证的目的: ① 证明再制造件在性能质量上满足要求. ② 验证再制造件在使用寿命上可以代替新件. 在确定了回用率之后, 在生产新件的工艺基础上作特定的改进用于拆解并重新加工再制造件.

3.1 回收旧件

为了研究液力变矩器的再制造, 总共回收 145 件各种型号液力变矩器总成, 对其进行分类编号.

3.2 零部件拆解分选及回用率计算

零部件回用率是通过统计的方法, 分析液力变矩器中零部件经拆解、清洗后可以继续安装在再制造液力变矩器中使用, 并能满足性能要求的数量占该零部件总数的比值.

零部件包含强制更换件, 选择更换件及不更换件. 强制更换件为客户要求或使用过程中容易发生磨损、失效的零件. 根据易损件的归类, 液力变矩器中导轮两侧的滚针轴承、涡轮轴油封和压盘密封圈被定义为强制更换件. 另外由于液力变矩器的制造过程中需要做动平衡试验, 所以原先的平衡块也需要被拆除重新试验加装. 其他的零部件根据其具体的状态判别其更换与否.

采用 3 种方法计算回用率: 第一, 对比实际测量尺寸和图纸要求的关键尺寸. 测量了 145 件回收液力变矩器的总成关键尺寸. 然后经切开、清空残油、清洗, 再分别测量每个分总成的关键尺寸.

第二, 目视标准. 按照目视标准筛选所有 145 件变矩器分总成. 定义以下评判标准:

(1) 液力变矩器总成. ① 返回待再制造零件不得有破损、开裂及深度超过 0.5 mm 的凹坑碰伤等.

② 返回待再制造零件外表整体不能有严重的不可去除的锈蚀、油污等。③ 返回待再制造零件内腔不能有目视可见的损坏、铁质等坚硬杂物。④ 返回待再制造零件内部零件可以手动转动及上下晃动、不能卡死。⑤ 返回待再制造零件泵轮壳(尤其是凸包处)不能有厚度超过 0.1 mm 的磨损、擦伤等。⑥ 返回待再制造零件盖总成导套不能有断裂、裂纹、碰伤等。⑦ 返回待再制造零件盖总成连接块不能有缺少、脱焊、开裂等。⑧ 返回待再制造零件盖总成连接块表面不能有碰伤、磨损等。

(2) 盖分总成。盖分总成包含端盖,发动机连接块及导套,以焊接方式连接。当发生以下情况时,视此盖分总成不能回用,必须更换:端盖严重划伤、存在凹坑、摩擦面严重磨损、发动机连接块严重变形、发动机连接块螺纹损坏、导套严重变形。

(3) 泵轮分总成。影响液力性能以及作为客户接口连接变速箱内油泵。当泵轮轴套有严重变形或有异常磨损,需切开更换;当泵轮体(包括叶片和内环)出现叶片严重变形或缺失,发现异常磨损、表面有凹坑或严重变形,则与泵轮轴套切开后更换。

(4) 涡轮分总成。影响液力性能,当目视检查发现叶片或壳体严重变形或缺失、异常磨损,则不能使用,进行更换。

(5) 导轮分总成。影响液力性能,当目视检查发现导轮存在损坏、异常磨损,则不能使用,进行更换。

第三,功能性检查。检查导轮分总成内的单向离合器,通过加扭转动,检查是否满足单向离合功能。通过统计得到液力变矩器各子部件的回用率清单。表 1 是一款市场上常见的液力变矩器的产品物料清单及其零件更换率。

统计发现除强制更换件之外,更换率较高的零件为泵轮轴套、发动机连接块和摩擦材料。

泵轮轴套处于客户端接口,直接用于连接驱动变速箱中的油泵,容易有泄漏的风险,所以对于泵轮轴套,基本达到了必须更换的程度。

发动机连接块由于长期处于发动机高扭矩高转速的环境中,会存在变形磨损。由于此为客户端接口,决定了液力变矩器的安装,需要按实际情况,根据是否满足接口尺寸来决定是否需要更换或修复。

摩擦材料影响了液力变矩器锁止离合器的功能。在定义摩擦材料回用性的时候,首先会目视检测,对于所有表面有缺陷的摩擦片一律强制更换,保证摩擦片功能面状态良好。由于摩擦材料本身的设计寿命会达到 25 万 km 以上,所以通过耐久试验确

表 1 液力变矩器零件更换率

Tab.1 Parts reuse rate for torque converter				更换率/%	
分总成				目视检测 尺寸检测	
I	II	III	IV		
I			盖分总成		
	II		盖机加工件		
	II		导向块		
	II		发动机连接块	6	46
I			泵轮分总成		
	II		泵轮体子分总成		
		III	涡轮壳体		
		III	涡轮叶片		
		III	涡轮内环		
	II		泵轮轴套	83	87
I			涡轮锁止离合器总成		
	II		涡轮子分总成		
		III	涡轮体子分总成		
		IV	涡轮壳体		
		IV	涡轮叶片		
		IV	涡轮内环		
		III	涡轮轴套		
		III	减震器驱动盘		
		III	涡轮柳钉		
	II		减震器及锁止离合器压盘分总成		
	III		弹簧		
	III		压盘子分总成		
		IV	压盘机加工件		
		IV	摩擦材料	23	47
		III	夹持盘		
		III	夹持盘柳钉		
		III	弹簧座		
	II		油封	100	100
	II		平衡块	100	100
I			导轮分总成		
	II		导轮单向离合器外圈分总成		
		III	导轮体		
		III	外圈		
	II		单向离合器		
	II		内圈		
	II		导轮保持盖	3	25
I			压力滚针轴承(泵轮侧)	100	100
I			压力滚针轴承(涡轮侧)	100	100
I			平衡块	100	100

定需更换摩擦片的磨损量的边界值以确定摩擦材料的回用标准。

其他零件按实际状态决定最终是否更换。

3.3 试验验证

试制再制造液力变矩器样件做验证试验。试验分为耐久试验和性能试验。根据制造行业的再制造经验,耐久试验的寿命标准定为新件的 70%~80%,性能试验的标准为与新件性能一致。

试验覆盖了液力变矩器总成及各分总成的液力性能、减震性能、摩擦传扭性能及耐久疲劳。通过验

证,本文回用率条件下的再制造液力变矩器完全满足性能质量要求,并且达到疲劳耐久的要求。

3.4 液力变矩器再制造工艺流程

经过验证,结合新建的生产工艺及翻新生产工艺,可以在不影响生产效率的情况下完成再制造件的生产.工艺流程见表 2。

表 2 液力变矩器再制造工艺流程

Tab.2 Torque converter remanufacture process flow					
运输	检测	操作	储存	工序	描述
×				00-01	回收件到达
	×			00-02	目视检察
		×		00-03	清空残油
		×		00-04	分选贴标
×				00-05	运送到切割工位
		×		00-06	安装到夹具上切开总成
		×		00-07	卸下装入料盒
×				00-08	运送到清洗工位
		×		00-09	清洗部件
	×			00-10	每个分总成/子部件尺寸状态检察
		×		00-11	根据零件好坏分类
×			×	00-12	运送到仓库
		×		00-13	补充需替换新零件
		×		00-14	翻新子零部件
		×		00-14-1	盖分总成翻新
		×		00-14-1-1	去除焊渣
		×		00-14-1-2	喷砂去锈
		×		00-14-2	泵轮分总成翻新
		×		00-14-2-1	泵轮轴套去除焊接轴套
		×		00-14-2-2	去除液力变矩器总成平衡块
		×		00-14-2-3	喷砂去锈
		×		00-14-3	涡轮分总成翻新
		×		00-14-3-1	去除涡轮分总成平衡块
		×		00-14-3-2	去除油封
		×		00-14-4	锁止离合器压盘分总成翻新
		×		00-14-4-1	更换摩擦片
		×		00-14-5	涡轮减震器锁止离合器分总成翻新
		×		00-14-5-1	组装减震器及涡轮分总成
		×		00-14-5-2	动平衡
		×		00-15	组装焊接液力变矩器
		×		00-16	称重打标
	×			00-17	泄露检测
		×		00-18	冷却
	×			00-19	客户端接口尺寸检测
	×			00-20	线末动平衡检测
	×			00-21	性能测试台检测
		×		00-22	抛光
		×		00-23	打标“再制造”
		×		00-24	包装
×		×	×	00-25	运送到仓库

注:×表示所对应分类。

4 结 论

从技术工艺角度系统地分析了冲焊型液力变矩器产品再制造对于在传动系统中普及再制造产业及标准的重要性.通过回用率分析得到液力变矩器内子零件中必须更换的及高可能性需要更换的零件清单,计算要翻新投入成本与新零件补充成本的差异,制订合理、经济的再制造工艺流程。

企业数据以及实际验证工作表明,可以通过工艺的优化改进以低成本的方式完成液力变矩器的再制造,并且再制造件能够满足性能质量及疲劳寿命的可靠性要求.可为相关行业零件再制造的可行性及标准制定提供依据。

参考文献:

- [1] 徐滨士. 中国再制造工程及其进展[J]. 中国表面工程, 2010, 23(2):1.
XU Binshi. Remanufacture engineering and its development in China[J]. China Surface Engineering, 2010, 23(2):1.
- [2] 张甲英,徐滨士,董世运,等. 装备零件再制造快速复合机加设备的研制[J]. 装甲兵工程学院学报, 2013, 27(6):56.
ZHANG Jiaying, XU Binshi, DONG Shiyun, et al. Study of the rapid compound machining system for remanufacturing parts[J]. Journal of Academy of Armored Force Engineering, 2013, 27(6):56.
- [3] 邢忠,姜爱良,谢建军. 汽车发动机再制造效益分析及表面工程技术的应用[J]. 中国表面工程, 2004, 17(4):1.
XING Zhong, JIANG Ailiang, XIE Jianjun. Benefit analysis and surface engineering application of automobile engine remanufacturing[J]. China Surface Engineering, 2004, 17(4):1.
- [4] 徐滨士,史佩京,刘渤海,等. 再制造产业化的工程管理问题研究[J]. 中国表面工程, 2012, 25(6):56.
XU Binshi, SHI Peijing, LIU Bohai, et al. Engineering Management problems of remanufacturing industry[J]. China Surface Engineering, 2012, 25(6):56.
- [5] 朱经昌. 液力变矩器的设计与计算[M]. 北京:国防工业出版社, 1991.
ZHU Jingchang. Design and calculation of hydraulic torque converter[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 1991.