

基于再制造工程的大型沥青混合料摊铺设备的设计与制造工艺研究

刘泽深, 张琳, 王传胜

(山东交通学院 车辆再制造工程研究中心, 济南 250023)

摘要: 论述了工程机械再制造的意义, 分析了当前国内外工程机械再制造的发展现状, 对基于再制造工程的大型沥青混合料摊铺设备的设计与制造工艺进行了有益的探索, 并针对大型沥青混合料摊铺设备的主要零、部件的材料选择、结构设计、制造与装配工艺设计等进行了研究, 对再制造方法的可行性、使用性及经济性进行了评价。

关键词: 再制造; 机械设计; 工程机械; 摊铺机; 制造工艺

中图分类号: TU64; TH16

文献标识码: A

文章编号: 1007-9289(2006)05+0099-03

Study on Design and Manufacturing Process of Large Asphalt Mixture Paver Based on Reproducing Engineering

LIU Ze-shen, ZHANG Lin, WANG Chuan-sheng

(Research center of vehicle reproducing engineering, Shandong jiaotong university, Jiannan 250023)

Abstract: This paper discusses significance of reproducing on the engineering machinery, analyzes the domestic and international development status in quo of reproducing on engineering machinery, beneficially probes into design and manufacturing process of large asphalt mixture paver based on reproducing engineering, and studies on material choice, structure design, manufacturing process and assembly process of large asphalt mixture paver, evaluates on the feasibility, practicability and economies of reproducing methods.

Key words: reproducing; the machine design; engineering machinery; paver; manufacturing process

0 引言

进入二十世纪以来, 随着我国经济的快速发展, 公路建设也进入了高速发展时期, 各种工程机械的需求日益增大。为了缩短建设周期和保证质量, 高速公路和高等级公路的铺设离不开大型沥青混合料摊铺设备。这些大型摊铺设备结构复杂, 价格昂贵, 大多需要进口, 并且目前大多处于超期服役状态, 一旦报废, 将影响整个建设的进度。为了节约资金, 缩短设计制造周期, 对大型沥青混合料摊铺设备进行再制造的研究具有很现实的意义。

机电产品的可重新利用主要是指在产品的服役寿命结束时, 采用一系列的方法来延长产品的寿命, 以达到循环利用的目的, 这些方法主要包括: 修复、再制造、废品的回收利用等。在这些方法中, 再制造方法是主要的组成部分。再制造与再循环有很大的区别。如果将产品的形成价值划分为材料值与附加值, 材料本身的价值远小于产品的附加值(包括加工费用、劳动力等)。再制造能够充分利用并提取产品的附加值, 而再循环只是提取了材料

本身的价值。

再制造技术充分考虑全寿命周期内产品的性能维护, 在保证资源利用率最高的情况下, 使产品达到最佳服役性能, 是实现资源优化配置与资源再重新利用的最佳途径。

再制造工程是解决资源浪费、环境污染和废旧机电产品翻新的最佳方法和途径, 是符合国家可持续发展战略的一项绿色系统工程。再制造工程是先进制造技术发展的一个重要组成部分和发展方向, 是一个统筹考虑产品部件全寿命周期管理的系统工程, 是利用原有零件并采用再制造成形技术(包括高新表面工程技术及其它加工技术), 使零、部件恢复尺寸、形状和性能, 形成再制造的产品。再制造工程主要包括在新产品上重新使用经过再制造的旧部件, 以及在产品的长期使用过程中对部件的性能、可靠性和寿命等通过再制造加以恢复和提高, 从而使机电产品在对环境污染最小, 资源利用率最高, 投入费用最小的情况下重新达到最佳性能的要求。

一些发达国家的再制造产业已经形成了一定的规模, 拥有一批专门从事再制造技术研究的科技工作者与产业。我国已经进入 WTO, 制造业同其它产业一样, 同样面临着绿色发展的考验与挑战。

同时,我国的很多机电设备经过长年的超期服役,正需要进行相关的改造。再制造必将成为我国现代工业发展的重要学科与新的经济增长点。

1 工程机械的再制造过程

传统工程机械制造技术在产品的性能、结构、材料、成形、加工工艺及造价等方面考虑较多,而从全生命周期的观点看,还应重点考虑产品的可靠性、维修性、保障性、安全性和可测试性,以及考虑产品损坏或报废后如何迅速地再制造,恢复其应有的性能等。因此,对工程机械进行再制造工程的研究及应用具有十分重要的意义。

再制造工程是先进制造技术的延伸和发展。先进制造技术是指在制造业中不断采用机械、冶金、电子、信息、材料和现代管理等领域的最新成就,应用于产品的设计、制造和运行的全过程,以生产出高质量、高效益、低消耗的产品,并获得最佳的技术、经济和社会效益的一系列通用的制造技术。工程机械的再制造是在不损坏零、部件性能的基础上,通过性能测试、失效分析,将退役设备进行拆卸与清洗,对一些零件采用表面处理技术及其他技术进行翻新与再装配,使得零、部件的尺寸、性能得以恢复与重新利用。再制造工程优先考虑了设备的可拆卸性、可回收性、可再制造等属性的同时,保证了设备的基本目标(优质、高效等),实现了企业经济效益与社会效益的协调发展。

一个完整的再制造过程可以划分为三个阶段:第一阶段是清洗与拆卸阶段,将工程机械设备的单元机构拆散为单一的零、部件;第二阶段是将已拆卸的零、部件进行检查(主要检查零件的几何形状精度、表面位置精度、表面质量、零件内部缺陷、机械物理性能、零件重量与平衡等),将不可继续使用的零、部件进行再制造处理(如热喷涂法、激光表面强化法、焊修法、电镀法、粘修法、熔敷法、塑性变形法和机加工修理法等),并进行相关的测试、升级,使得其性能能够满足使用要求;第三阶段是将维修好的零、部件进行重新组装。这三个阶段的每一个阶段与其他两个阶段紧密相连,且互相制约。

采用再制造工程,可大量恢复工程机械设备及其零、部件的性能,延长使用寿命,降低全寿命周期的费用,节约原材料,减少环境污染,而且可形成新的产业,迅速形成新的经济增长点。在工程机械设计的过程中,即考虑其对环境的影响,同时考虑产品的经济效益与生态价值。另外,为了保证工程机械能够再制造,其设计显得更加复杂,包括:可拆卸性设计、可再制造设计等。这就要求在产品

的设计过程中,就要为今后报废时的再制造做好准备,使其具备优异的再制造特性,为今后的再制造打下良好的基础。可拆卸性设计应该作为产品设计过程中的一个准则,提高产品的可拆卸性能包括设计更容易拆卸的产品、设计最佳的拆卸方案等。

2 大型沥青混合料摊铺设备的再制造

大型沥青混合料摊铺设备价格昂贵,是集机、电、液技术为一体,在筑路机械中技术含量最高的一种复杂设备;也是铺筑高等级公路沥青路面必不可少的重要工具。修建高等级公路或高速公路的沥青路面,都必须使用大型沥青混合料摊铺机进行沥青混合料的摊铺作业。这不仅是因为它的摊铺速度快,更重要的是它的平整度高(保证路面的关键技术指标)。对大型沥青混合料摊铺设备进行再制造的研究,必将产生巨大的经济效益和社会效益。

通常使用的大型沥青混合料摊铺机,尽管出自不同厂家,外形和特点各异,但其基本结构和工作原理却基本相同。大型摊铺机主要由发动机、传动系统(主要由变速箱、分动箱、离合器、链条、液压泵、液压电动机、制动器等联合组成)、行走机构(通过机械传动带动履带或轮胎转动)、供料系统(由链式刮板输送器和螺旋分料器两部分组成)、操纵控制系统、车架、调平大臂、熨平板(是直接完成混合料的摊铺、初步振实和抹平的装置,除板体外,还包括拱度调节装置、振捣器、振动器和加热系统等)以及自动调平系统等组成。

基于再制造的大型沥青混合料摊铺机在新设备的设计与制造时可以更多地借鉴再制造过程中采用的新技术、新材料、新工艺,从而使新设备的质量大幅度提高,为以后的再制造做好铺垫。基于再制造工程的大型沥青混合料摊铺设备的设计和制造工艺研究主要针对以下主要零、部件的材料的选择、结构设计、制造与装配工艺设计等。

2.1 基础类零件

(1) 箱体类零件是设备的基础件,常见的失效形式是轴承座孔的磨损及塑性变形等。塑性变形造成轴承座孔中心线的相对偏移和结合面的挠曲变形。无论是铝制、钢制或铸铁箱体,失效后再制造时,可采用表面工程中的电刷镀技术等主要手段;或者在箱体设计时增加衬套,再制造时更换新的衬套即可;若箱体产生裂纹,可采用焊接方法修理。

(2) 轴类零件的主要失效形式是轴承配合面(无论是静配合面或动配合面)发生磨损。若磨损超标,视磨损量,可选用电刷镀、热喷涂、堆焊、粘

涂等多种方法来修复;通过选择相互匹配的材料可达到需要的耐磨性。轴上的花键,可视情况选用电刷镀、微弧等离子堆焊、微脉冲焊等办法恢复性能。若轴发生弯曲变形,可采用冷校直方法加以纠正。

(3) 齿轮的主要失效形式是磨损、胶合和断齿。胶合和断齿可通过选择合适的材料加以避免;齿轮传动时小齿轮的强度比大齿轮低,易磨损。设备再制造时,若检测齿轮的磨损量比较小,可以采用表面处理的方法加以修复,如渗碳齿轮齿面的修复主要采用堆焊和真空熔结方法修复,需使用专用堆焊焊条、熔解粉末和配套的电解成型加工技术。若小齿轮磨损量大,可以采用变位的原理,将磨损严重的小齿轮报废后重新按正变位设计小齿轮,原来的大齿轮采用负变位重新加工,以保证传动的中心距不变。

2.2 专用零件

(1) 熨平装置的再制造研究主要针对于熨平板。熨平板可设计成基体层和工作层两部分,基体层采用塑性好的材料,工作层采用耐磨材料,两部分采用螺栓紧固。当工作层磨损时,只需更换新的工作层即可。

(2) 行走系中的引导轮、托轮、支重轮、驱动轮和履带的再制造研究。如履带采用无刺型履带,履带板上粘附橡胶板,可增加附着力和改善行走性能,同时保护履带板,再制造时直接更换新的橡胶板即可,方便再制造。

(3) 螺旋分料器、螺旋输料器、刮板输料器的再制造研究。如螺旋叶片采用螺栓紧固在螺杆上,磨损时方便更换。

另外,基于再制造的大型沥青混合料摊铺机设计与制造时要充分发挥计算机在制造业中的重要作用,主要表现在如下两个方面。①产品的失效分析与寿命预测。设备再制造时,被拆卸的产品要经过性能检测才能决定是否还需要进行再制造维修,尤其是长期在疲劳、腐蚀环境下使用的产品。虽然以往的分析技术可以应用到产品的拆卸检测上来,但是有时并不能得到定量的分析结果。现在这种检测判定可借助一些有限元软件,如 ANSYS、ABAQUS 等。特别是随着信息工具的发展,因特网在产品寿命预测中的应用已经成为现实,这些都为产品的再制造维修提供了有利的方法。②计算机支持技术在再制造工程中的另一应用主要表现在产品的设计上。如产品的可拆卸设计就可以完全在计算机模型上进行,这就是所谓的虚拟制造。这种设计思路为设计者确定设计数据提供了很大的帮助,设计者可以借助虚拟模型确定拆卸的简易性与改进的方法等。随着计算机图文学与计算机辅助设计

软件(CAD、Pro-E 等)的成熟应用,实现虚拟可拆卸性设计是完全可行的。

3 结 语

针对大型沥青混合料摊铺设备,在设计时即考虑再制造的可行性,解决箱体类零件、轴类零件、齿轮、熨平装置、行走系中的四轮一带、螺旋分料器、螺旋输料器、刮板输料器的再制造研究等关键零、部件的再制造问题。大型沥青混合料摊铺设备的传统设计只考虑一个寿命周期,在满足功能、质量的前提下尽可能简化结构。而基于再制造的设计包括可拆卸性设计、可回收设计、可再制造设计等,即在产品的设计过程中,赋予再制造特性,保证了设备的基本目标(优质、高效等),实现了企业经济效益与社会经济效益的协调优化,符合国家可持续发展战略。

众所周知,表面工程技术是实现设备再制造的关键技术。从我国目前情况来看,表面工程技术的发展已经取得了一定的成果,但由于诸多因素的限制,很多新型的表面工程技术还没有得到很好的应用,如纳米涂层技术、超音速电弧喷涂技术、复合表面工程技术等。还有一点,在涂层失效问题上,还应该加大研究力度。如在腐蚀环境下,怎样才能有效地防止涂层提前失效、涂层的使用寿命评价等方面的工作,在国外已经开展,而我国还没有很多相关的研究。所以提高表面工程技术是再制造工程在我国今后发展的一个主要内容。基于再制造的大型沥青混合料摊铺设备的设计与再制造研究主要解决了以下问题:

(1) 大型沥青混合料摊铺设备关键零、部件的现有结构及使用存在的问题。

(2) 从设备的再制造工程角度出发,重新进行零件的材料选择、结构设计、制造和结构工艺设计。

(3) 对再制造方法的可行性、使用性及经济性进行评价。

参考文献:

- [1] 装甲兵工程学院,徐滨士院士科研文选 [M]. 北京:机械工业出版社,2001.
- [2] 姚巨坤,朱胜,崔培枝. 面向再制造全过程的再制造设计 [J]. 机械工程师,2004.1.
- [3] 李廉水,杜占元. 2004 中国制造业发展研究报告 [R]. 科学出版社,2004.
- [4] 李自光,展朝勇. 公路施工机械 [M]. 人民交通出版社,2005.
- [5] 机电装备再制造工程学术研讨会论文集 [C]. 中国工程机械学会维修工程分会,2004.

作者地址: 山东省济南市交校路5号

250023

Tel: (0531)86087304, 13188896386

E-mail: liuzsh66@126.com