

# 再制造产业发展过程中的管理问题

徐滨士

(装甲兵工程学院装备再制造技术国防科技重点实验室,北京 100072)

**[摘要]** 再制造正处在产业发展的初期阶段,在产业化过程中面临着来自社会、政策、技术、管理等层面的压力。从再制造产业发展的实际出发,针对再制造产业化过程中的若干关键管理问题进行研究。结合企业开展再制造业务的关注点及再制造产业未来的发展趋势,重点研究企业开展再制造业务的风险管理、再制造生产管理、再制造质量管理、再制造认证认可及再制造绩效考核等内容,分析其各自特点,并提出相应的对策。

**[关键词]** 再制造;产业发展;管理问题

**[中图分类号]** C93;TN05 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2012)12-0010-05

## 1 前言

随着国家促进循环经济力度的加大,作为循环经济支撑技术之一的再制造受到了越来越多的关注,并得到了各方面的认可,走向了产业化发展的进程。再制造以制造为基础,但其生产流程不同于制造,增加了废旧产品的回收、拆解、清洗、废旧零部件质量检测及寿命评估、再制造加工、再装配等工序<sup>[1-4]</sup>。再制造的工序更加复杂,新品制造没有面临此类问题,这些问题有技术方面的,也有管理方面的。另外,再制造作为一个新兴的产业,很多的政策措施没有出台作为保障,导致再制造产业的发展缓慢或受阻。因此,有必要对再制造产业发展过程中面临的管理问题做出研究并加以解决,本文主要针对再制造产业发展过程中所面临的受到普遍关注的若干关键管理问题加以研究,并给出相关的建议。

## 2 再制造风险管理

国家已经给予了再制造企业若干优惠政策,但产业发展仍处于初期阶段,还存在较多的已知或未知因素影响再制造企业的发展,包括政策、技术、管理、市场等方面,导致再制造企业运营的风险。根据对国家第一批 14 家汽车零部件再制造试点企业的

调研分析,显示部分企业只看重技术及设备的重要性,而忽略企业风险分析,造成再制造业务发展困难重重。如能结合实际对再制造企业进行风险分析,则可以帮助企业认识当前情况,在合理的情况下开展再制造业务或是决定是否开展再制造业务。同时,开展再制造风险分析还可以有效帮助企业合理规避风险,将企业所面临的风险降到最低程度。

对于再制造生产过程中面临的风险的识别是风险管理的首要任务,再制造生产过程中的风险识别技术可以采用较为客观的流程图法、工作分解结构法(WBS)和风险分解结构法(RBS)等方法,这些方法是基于过程的具体流程及构成情况,对每一个流程或结构所涉及的风险源进行识别,确认其对项目的影响程度,并采取相应的措施进行控制。根据分析,再制造生产过程的风险主要有设备风险、技术风险、管理风险、操作风险以及环境风险 5 类,如表 1 所示。

在再制造风险因素确定下来之后就可以利用一定的方法(如 Delphi 法、模糊综合评分法等)对其权重进行确认,其后,再制造企业则可以对照风险因素表对自身的情况进行分析,明确企业的自身能力,以助其进行风险控制或业务决策。

另外,如果将考虑范围继续扩大,即不仅只考虑再制造生产过程,而是考虑再制造运营的全过程,则

**[收稿日期]** 2012-09-05

**[基金项目]** 国家重点基础研究发展计划(2011CB013400);军队预研项目(51327040401,9140C850102)

**[作者简介]** 徐滨士(1931—),男,黑龙江哈尔滨市人,中国工程院院士,主要研究方向为装备维修工程、表面工程和再制造工程

再制造的风险还包括政策风险和市场风险等因素,在对其进行分析的时候可以采用的方法同上。

表 1 再制造生产过程中的风险因素举例

Table 1 Risk factors in the producing process of remanufacturing

准则层	指标层
$(R_1)$ 设备风险	手工拆解的破坏性及效率低下 ( $R_{11}$ )
	清洗设备的不具备导致的清洗质量差及效率低 ( $R_{12}$ )
	传统检测手段的落后导致质量检测准确率低 ( $R_{13}$ )
	表面预处理设备不符合产品要求 ( $R_{14}$ )
	没有根据产品特点选择专用加工设备 ( $R_{15}$ )
	不具备具有针对性的表面涂层性能测量设备 ( $R_{16}$ )
	再制造产品缺少与原型新品的匹配验证过程 ( $R_{17}$ )
	再制造加工设备的投资大及通用性不高 ( $R_{18}$ )
$(R_2)$ 技术风险	没有掌握产品结构导致的拆解技术或顺序错误 ( $R_{21}$ )
	清洗技术及材料的错误导致清洗不干净 ( $R_{22}$ )
	检测技术不完善导致产品剩余寿命评估失真 ( $R_{23}$ )
	不具备合格的表面预处理技术导致表面涂层脱落 ( $R_{24}$ )
	再制造加工技术及材料选择的盲目性影响涂层性能 ( $R_{25}$ )
	表面涂层性能检测技术不具备或不完善 ( $R_{26}$ )
	后续加工达不到原产品精度要求 ( $R_{27}$ )
	整机寿命预测难度大 ( $R_{28}$ )
$(R_3)$ 管理风险	再制造核心技术的研发周期长及针对性强 ( $R_{29}$ )
	废旧产品回收渠道不通 ( $R_{31}$ )
	拆解前没有对废旧产品的状态进行确认 ( $R_{32}$ )
	清洗设备及材料的选择错误 ( $R_{33}$ )
	不可利用件流入后续加工过程 ( $R_{34}$ )
	对拆解后零部件的检测频次不够 ( $R_{35}$ )
	内部损伤件没有做出标示 ( $R_{36}$ )
	用于再制造产品的新件没有进行检测而直接装配 ( $R_{37}$ )
$(R_4)$ 操作风险	废旧产品损坏状态不一致再制造生产计划制定困难 ( $R_{38}$ )
	对市场需求的掌握导致再制造产品不足或剩余 ( $R_{39}$ )
	未按规定的顺序和工具进行拆解而导致损坏 ( $R_{41}$ )
	检测过程不规范致使缺陷没有被检出 ( $R_{42}$ )
	预处理过程前确定的修理等级不够 ( $R_{43}$ )
	再制造加工过程的不规范导致返工、返修或报废 ( $R_{44}$ )
	未按要求要求的装配顺序及设备进行装配 ( $R_{45}$ )
	未按原型新品的要求进行试机致产品质量不达标 ( $R_{46}$ )
$(R_5)$ 环境风险	拆解后的报废品随意丢弃 ( $R_{51}$ )
	大量采用化学清洗技术 ( $R_{52}$ )
	没有对再制造生产过程中产生的废物进行处理 ( $R_{53}$ )
	没有对再制造加工过程中的噪声污染进行隔绝处理 ( $R_{54}$ )

### 3 再制造生产管理

再制造生产与新品生产的过程不同,再制造生产管理也具有其特殊性,主要有:a. 毛坯返回在时间和质量上的不确切性;b. 返回与需求之间平衡的必要性;c. 返回产品需要拆卸、分解;d. 回收材料

质量水平的不一致性;e. 需要逆向物流网络;f. 材料匹配限制的复杂性;g. 混乱的加工路线以及高度不同的加工时间。

因为再制造毛坯是从市场上回收的废旧产品,在产业发展初期部分再制造企业还没有形成固定的回收渠道,再制造毛坯的回收量及质量具有一定的随机性。而企业的生产计划要根据回收量的大小及质量的好坏来制定,因此具有很大的不稳定性。

根据对调研情况的分析得知,目前大多数企业的回收渠道还不是很健全,所采用的再制造生产方式属于“推动式”,即生产出的产品通过各种渠道销售给消费者,离“拉动式”的生产还有一定的差距。无论何种生产方式,再制造毛坯回收量的不确定性都会造成两种情况,一是再制造毛坯回收量较大,超出企业的生产能力及市场消费能力,另一种情况是回收量较小,满足不了企业的生产能力及市场消费能力。因此,诸多企业采用了安全库存的形式来平衡生产能力,安全库存包括拆解件库存及更新件库存,这就会给企业带来库存成本压力,而传统的库存控制方法,如 EOQ(经济订货批量)、EPL(经济生产批量)库存控制模型不再完全适用于再制造生产运营,企业的生产计划制定具有更大的复杂性。

目前的再制造生产计划制定及生产调度研究中,大多都是基于一定的假设条件,如假设已知需求量和回收量,根据库存和能力约束建立生产计划规划模型等。研究认为,目前的再制造生产计划和调度的研究还存在着缺乏描述不确定性的有效方法、缺乏有效的建模工具等难题。对于独立再制造商来说,再制造毛坯回收量的多少及可再制造率的大小决定了其生产经营行为,影响较大,因此需要企业不断地开展回收渠道拓展业务。对于原始设备再制造商来说,需要根据再制造毛坯回收量及可再制造率来决定下一周期内的再制造业务量与新品制造业务量,也需要对再制造毛坯回收量及可再制造率做出预测及判断,以合理安排生产计划。

针对再制造毛坯回收量的预测目前还比较少见,根据预测理论及方法的发展状况以及再制造毛坯回收量的分布状况,可以探讨将人工神经网络及支持向量机技术引入该领域的适用性。而针对再制造毛坯的可再制造率的预测,则可以选择针对某一数据区间预测的马尔科夫链方法,以方便企业合理地安排生产计划及资源需求计划。后续工作计划中要研究选择方法及适用性分析。

## 4 再制造质量管理

基于表面工程技术的中国特色再制造质量管理内容包括:再制造毛坯质量管理、再制造成形过程质量管理、再制造成品质量管理。

再制造过程中,废旧件作为“毛坯”,通过多种高新技术在废旧零部件的失效表面生成涂覆层,恢复失效零件的尺寸并提升其性能,获得再制造产品。因此,再制造产品的质量由废旧件(即再制造毛坯)原始质量和再制造恢复涂层质量两部分共同决定。其中,废旧件原始质量则是制造质量和服役工况共同作用的结果,尤其服役工况中含有很多不可控制的随机因素,一些危险缺陷常常在服役条件下生成并扩展,这将导致废旧件的制造质量急剧降低;而再制造恢复涂层质量取决于再制造技术,包含再制造材料、技术工艺和工艺设备等。再制造零件使用过程中,依靠再制造毛坯和修复涂层共同承担服役工况的载荷要求,控制再制造毛坯的原始质量和修复涂层的质量就能够控制再制造产品的质量。

质量管理是一个有序的过程,先进合理的再制造工艺可以从根本上保证产品的质量,但是因为任何一个生产系统都会受到 5M1E 因素的影响,导致产品质量问题发生的必然性,因此也需要从管理的角度对生产系统进行良好的控制。再制造质量管理的要求主要如下所述。

1) 研发再制造专用技术及装备。再制造技术及设备的研发是再制造质量管理的硬件基础,从根本上保证了再制造产品及过程的质量,在再制造过程中,应根据再制造对象的不同,选择不同的加工技术、加工工艺、成形材料等,为了提高再制造产品质量及再制造生产加工效率,也应有针对性地研发专用技术及装备。

2) 建立健全再制造技术标准及管理标准。标准化工作是质量管理的基础工作之一,标准是衡量产品质量好坏的尺度,也是开展生产制造、质量管理工作的依据。再制造标准包括再制造技术标准、工作标准和管理标准。技术标准包括再制造相关技术的物理规格和化学性能规范,用作质量检测活动依据。工作标准和管理标准内容广泛,包括再制造件的设计、回收、拆卸、清洗、检测、再制造加工、组装、检验、包装等操作的规范性步骤、方法及管理依据。2011 年 10 月,全国绿色制造标准化技术委员会再制造分技术委员会成立,挂靠装甲兵工程学院装备

再制造技术国防科技重点实验室,主要负责再制造术语标准、再制造技术工艺标准、性能检测标准、质量控制标准,以及关键技术标准的制定等相关工作,为再制造在中国的发展提供规范化的保证。

3) 建立健全再制造质量管理体系。在标准化工作的基础上,以朱兰质量管理三部曲(质量策划、质量控制、质量改进)为指导思想,以通行的 ISO 9000 族质量管理体系为参考,建立健全再制造质量管理体系。其中要体现质量策划工作是重点,因为质量策划决定质量目标,质量策划也同样影响着产品的可再制造性及其在多个生命周期的质量情况。为了实现再制造质量策划的目的,必不可少的后续工作即是质量控制及质量改进,这里的控制不仅是技术方面的控制,也包括管理方面的控制。质量工具箱为上述各项工作提供了可用的方法和技术。

## 5 再制造认证认可

从不同产业的发展历史来看,认证认可是推动及规范产业发展的重要手段,处于起步阶段的再制造产业发展同样离不开认证认可的保障。开展再制造产品体系认证、认可技术研究和再制造企业的认证示范,对于保证再制造产品质量、规范再制造行业、保障消费者权益、为政府部门提供技术支撑和认证采信,从而进一步促进再制造行业的健康发展都具有重要意义。中国质量认证中心与装备再制造技术国防科技重点实验室对再制造汽车发动机和轮胎产品认证技术进行了研究,提出了适合我国国情的再制造认证认可模式,并建立了再制造汽车零部件认证示范基地,是我国再制造认证认可的先行者。

根据实际情况调研及分析,再制造产品认证采用“型式试验+工厂质量体系评定+认证后监督”的基本模式,初始工厂检查应含质保体系和环保体系的审核,监督检查应采用飞行检查及现场抽样检测,同时根据产品的不同选取不同的认证操作模式。

1) 三方认证结合技术可行性评审或二方评审相结合的方式。对于非通用类的再制造零部件,因产品的结构设计、材料要求等技术性能的基本要求均来自于整机企业或者 OEM 零部件工厂,而且这些再制造零部件也全部用于原配整机售后维修,二方在参数管理、制造规范上有明确的要求,并进行二方评审,而且再制造企业为不同的委托方服务时,委托方的技术、质量要求有所差别,而三方认证基本的操作模式基本一致,质量控制和质量保证要求一致,评

价标准统一,认证结果公平、公正。因此,采取二方评审和三方认证的认证操作模式,能够使再制造产品认证的可操作性更强,认证有效性更能保证。认证中二方与三方的工作内容和要求,在产品认证实施规则中予以明确,适合这种方式的如发动机、变速箱等汽车零部件产品。

对于再制造产品认证,因其产品结构复杂,使用寿命周期较长,对于整机的质量性能、安全环保性能等影响大,认证除有证书外还需有符合性声明——一致性证书,以便于整机售后维修企业、整机用户的选择使用和相关管理部门的管理。

未得到整机厂授权的独立再制造企业,因缺少二方评审环节和整机厂的技术支持,应在认证流程上进行严格的质量控制,在认证申请阶段进行技术可行性评审,确保其质量保证能力及生产能力达到

再制造产品的要求;在工厂审核时进行全条款审查,确保质量保证体系和能力达到或超过原机的要求,型式试验要进行全项试验,包括可靠型式试验,保证再制造产品的性能和质量不低于原型新品的水平。

2) 认证过程采用产品认证和体系认证相结合的模式。针对再制造产品的特殊性,因其是用报废的零部件进行再制造的,对于报废件的拆解、清洗、废物处理及再制造的加工过程中都有二次污染的防治及监管问题,而且再制造零部件产品的质量保证体系建设不容忽视。根据产品不同、企业需求不同,可以采用产品认证结合体系认证联合进行的操作模式,即产品认证 + 质量体系认证。产品认证与体系认证一体化进行的方式有效、高效、方便,而且可以节省认证费用。再制造产品认证模式如图 1 所示。

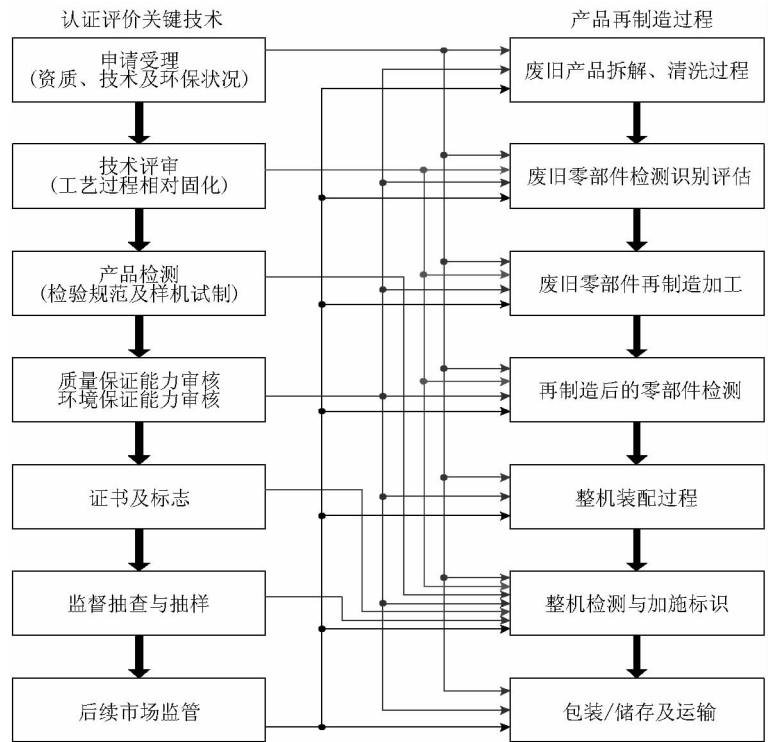


图 1 再制造产品认证模式

Fig. 1 Authentication mode of remanufacturing products

## 6 再制造绩效考核

再制造在中国的发展历程较短,面临着来自社会、产业、企业及技术等各级层面的压力。2008 年国家发展改革委员会批准了国内 14 家汽车零部件产品制造企业作为再制造试点,2009 年国家工业和信息化部批准了国内 35 家企业和产业园区作为机

械产品再制造试点,以寻求中国再制造的产业发展途径。同时,在产业政策的不断调整及完善下,越来越多的企业开始在市场的引导下开展再制造工作。企业的再制造产品不尽相同,所采取的再制造发展途径也是各具特色,为了确定某种发展途径是否符合中国再制造产业的发展趋势,绩效考核也成为了一项必不可少的工作。绩效考核制度的建立可以不

断地激励再制造企业在摸索中发现自身的不足,改正不足,最终实现再制造资源的合理配置。

绩效考核的目的是评估并掌握组织或是组织内成员的现状,作为下一步工作的依据。再制造绩效考核可以是再制造企业内部的自我考核,也可以是由上级管理部门所开展的针对性考核。再制造企业的考核方法可以采取与一般制造企业相同的方法工具或是其组合,而当管理部门或是企业自身在针对再制造企业进行考核的时候,则关注点会因为企业的性质而产生一定的转变,并且要客观反映再制造本身所具有的特点和优势。与一般制造型企业相似,再制造绩效考核也分为个人绩效考核和组织绩效考核,其目标主体可以是组织整体或是组织的各个组成单位,也可以是组织内的人员。而绩效考核的实施主体可以是组织的管理方或是与之合作的第三方。

绩效考核的方式有很多,考核方法应针对被考核对象的特点来选择,这对于绩效考核的成败有一定的关系。与传统制造不同,处在产业发展初期阶段的再制造还面临着种种问题,再制造企业的发展也依然是边探索边发展,因此在这种时候发展方法的绩效及发展经验的积累对再制造产业发展非常重要。再制造企业进行绩效考核的方式及关注点必然

有着自身的特点,而目前针对再制造绩效考核的研究还不多见。现有的绩效考核方法的通用性较好,在再制造中应用时,要注意与中国再制造的发展状况及环境相结合。

## 7 结语

1) 中国再制造产业处于初级发展阶段,在技术上取得了巨大的成就,但是在管理体系的建立和完善上还存在着一定的不足,需要加以研究解决。

2) 对目前再制造产业发展过程中受到普遍关注的关键的再制造管理问题进行了研究,包括再制造风险管理、再制造生产管理、再制造质量管理、再制造认证认可及再制造绩效考核等内容,并给出了相应的对策建议。

## 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):1-6.
- [2] 徐滨士. 再制造与循环经济[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [3] 徐滨士,刘世参,王海斗. 大力发展再制造产业[J]. 求是, 2005(12):46-47.
- [4] 徐滨士. 装备再制造工程的理论与技术[M]. 北京:国防工业出版社,2007.

# Management problems in development process of remanufacturing industry

Xu Binshi

(National Key Laboratory for Remanufacturing,  
Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

[Abstract] Remanufacturing in China is still in its early stage and faces pressures from society, policy, technology and management. Considering the actual states of remanufacturing in China, this paper researched several key management issues which were cared by various aspects from angle of view of remanufacturing players. Based on need analysis on trend of development of remanufacturing in China, six key management problems were mainly researched, and they were: risk management of remanufacturing players, remanufacturing production management, remanufacturing quality management, authentication mode of remanufacturing in China, subsidy policy of remanufacturing industry, and performance assessment of remanufacturing. The characteristics of six issues were analyzed and the corresponding countermeasures were put forward.

[Key words] remanufacturing; industry development; management problems