



清华大学
Tsinghua University



清华大学互联网产业研究院
Institute of Internet Industry, Tsinghua University



中关村集创数字产城联盟
Zhongguancun Clustering-Innovation Digital Industry City Alliance

智能再制造产业白皮书

—— 2018 ——

清华大学互联网产业研究院

二〇一八年十二月

《智能再制造产业白皮书 2018》

编写委员会

顾问：赵东：中关村集创数字产城联盟理事长、启迪控股股份有限公司常务副总裁

李红：中国中钢集团有限公司信息管理中心总经理

主编：朱岩 教授

副主编：毕得 博士

编委会：张影：中关村集创数字产城联盟秘书长

陈思：中非发展基金投资三部高级经理助理

李娜：中央财经大学信息学院

王晓辉：清华大学互联网产业研究院副院长

杜明芳：清华大学互联网产业研究院研究员

主编单位：清华大学互联网产业研究院

联合编写单位：中关村集创数字产城联盟

支持单位：中国科学院沈阳自动化研究所

中国中钢集团有限公司信息管理中心

中国烟草机械集团公司技术合作部

保定飞凌嵌入式技术有限公司

北京立功致远科技有限公司

江苏高科物流科技股份有限公司

江西恒科东方科技园运营有限公司

陕西天元智能再制造股份有限公司

目 录

一、智能再制造概述.....	1
(一) 再制造简介.....	1
(二) 智能再制造的内涵.....	2
(三) 智能再制造的社会经济意义.....	4
1. 社会效益.....	4
2. 经济价值.....	4
二、智能再制造技术体系.....	5
(一) 再制造技术体系.....	5
1. 性设计与评价技术.....	5
2. 拆解技术.....	5
3. 清洗技术.....	5
4. 零部件损伤检测与寿命评估技术.....	5
5. 成形与加工技术.....	6
6. 产品性能检测与试验技术.....	6
7. 产品涂装技术.....	6
8. 智能升级技术.....	6
(二) 智能再制造技术体系.....	6
(三) 新技术、新领域不断涌现.....	7
1. 工业互联网支撑智能再制造.....	7
2. 智能再制造工业互联网平台架构.....	10
3. 工业大数据为智能再制造提供保障.....	11
4. 智能再制造领域拓宽.....	13
三、产业结构.....	13
(一) 产业链.....	13
(二) 智能物流赋能智能再制造.....	15
(三) 细分领域.....	16

1. 汽车零部件再制造.....	16
2. 流程工业装备再制造.....	17
3. 工程机械、农用机械、矿采机械再制造.....	18
4. 食品机械再制造.....	19
5. 机床再制造.....	19
6. 航空再制造.....	19
7. 煤炭机械再制造.....	19
四、国内外智能再制造产业现状.....	20
(一) 我国再制造产业发展现状.....	20
1. 取得了阶段性积累和成果.....	20
2. 政策稳步推进.....	20
3. 示范基地建设具有引领示范作用.....	20
4. 与发达国家比较，总体上看我国再制造产业处于初级发展阶段.....	21
5. 政策助推智能再制造开启新征程.....	21
6. 发展中存在的挑战.....	21
(二) 美国：再制造产业的领导者.....	22
(三) 欧洲：产业链成熟.....	23
(四) 日本：回收渠道畅通.....	23
(六) 德国智能再制造案例：Callparts.....	23
(七) 汽车零部件智能再制造市场广阔.....	24
五、展望.....	24
(一) 产业进一步向纵深发展.....	24
(二) 有望形成跨细分领域的领军企业.....	24
(三) 企业融资途径进一步拓宽.....	24
(四) 生产方式互联化、定制化.....	24
(五) 客户体验和价值重构.....	25
六、再制造企业案例.....	25
(一) 二手熊猫网.....	25
1. 公司简介.....	25
2. 交易商品类型和服务模式.....	25

(二) 路迈网	25
1. 路迈网项目介绍.....	26
2. 路迈网 O2O 平台构成.....	27
(三) 天元智造	27
1. 公司介绍.....	27
2. 再制造项目.....	27
(四) LKQ-全球汽车拆解之王	29
1. 配件分类.....	30
2. 回收拆解业务.....	30
3. 互联网布局.....	31
参考资料.....	32
附录.....	33
附表 1: 再制造工程关键技术及特点.....	33
附表 2: 工业互联网相关政策和数据.....	34
附表 3: 再制造产业相关政策汇总.....	36
附表 4: 我国部分工业品数据 (来源: 国家统计局、商务部、wind 数据库) ...	39
附表 5: 国家再制造示范基地与产业集聚区.....	41
附表 6: 工业和信息化部:《机电产品再制造试点单位名单 (第二批)》	43
附表 7: 工业和信息化部: 通过验收的机电产品再制造试点单位名单 (第一批) 的 通告	45

引言

数字智能不论是在全球还是在我国，正在快速渗透、融入到各行各业。再制造是一个市场还在兴起的产业，数字智能与再制造相融合，形成“智能再制造”。本白皮书从智能再制造技术体系入手，围绕智能再制造产业结构、产业发展现状、社会经济效益以及未来发展趋势展开研究，探讨将数字智能相关技术、要素融入到再制造的技术体系、工艺体系、生产制造体系、产业链、价值链的方式、方法、发展趋势和方向。以期：为相关企业提供借鉴，为行业发展助力，为我国制造业的高质量发展提供帮助。

一、智能再制造概述

（一）再制造简介

再制造建立在产品全生命周期理论基础之上，通过先进技术和产业化生产方式，以材料节省、减少能源消耗、提高产品使用效能和环境保护为准则，对废旧产品和零部件进行修复、改造的技术、工程或生产的总称。

再制造的特征：再制造产品在产品功能属性、技术性能指标、能源消耗、环保、经济指标等方面不低于原型新品。再制造的经济效益、社会效益和生态效益显著，通常情况，再制造产品能够实现：材料节省 70%，能源消耗减少 60%，可污染物排放量能够降低 80%左右。再制造具有如下特性（1）再制造与以往的废旧回收不同，需要经过各种物理、化学操作。（2）再制造也不是简单的对产品进行一些维修，是通过高科技技术进行产业化修复，所以再制造产业是对传统维修技术的改进。（3）再制造可以延长产品寿命的同时，提高产品的性能。

表 1-1 再制造与维修翻新的比较

区别	对象	方法	途径	目的	结果
再制造	零部件或整机	零部件复修	批量生产	形成产业链	零件 100%拆解，身份变更
维修翻新	整机	更换	单件生产	排除故障、恢复或改善功能	零部件保持了原有的身份

再制造上述优越的属性，使得其在发展绿色经济、建设资源节约型和环境友好型社会的建设中具有现实意义。再制造优先考虑产品的可回收性、可拆解性、可再制造性和可维护性等属性的同时，保证产品的基本目标（优质、节材、节能、高效等），从而使退役产品在对环境的负面影响最小、资源利用率最高的情况下重新达到最佳的性能，并实现企业经济效益和社会效益协调优化。

※再制造起源：再制造技术起源于 20 世纪 40 年代二战中的美国，最早被福特公司用于军用汽车发动机的维修。由于战时的资源紧张，各大汽车厂零部件供应严重短缺，于是，福特公司对一部分次品发动机以维修的方式进行重新制造，然后装配到新的汽车上。出人意料的是，由于质量控制得力，这些发动机的表现并不亚于新发动机。于是在二战结束后，“再制造”就成为福特公司的一项新业务，这就是再制造产业的雏形。

一台再制造的汽车发动机，成本仅相当于新产品的 1/3 左右。由于经济效益明显，几乎每一家知名的汽车制造商，包括大众、通用在内，都将再制造技术纳入其售后服务系统中。而随着理念的普及，再制造技术也开始逐渐渗透到工程机械、飞机和燃气动力系统等领域。

1973 年，卡特彼勒开始涉足再制造领域。最初卡特彼勒的再制造只是为了解决一个内部维修管理中的问题：当卡特彼勒工厂里使用的一组发动机总成面临报废更换时，面临着制造一台新机器和维修之后继续使用的抉择。对于卡特彼勒来说，进行这个权衡并不难：哪一种成本更低，就选哪一种。生产发动机总成，很大的一部分成本源自需要开模铸件，这意味着需要新设备和新厂房的投入。然而，铸件本身是可以翻新的，真正需要更换的是上面的其他零部件。于是，卡特彼勒将机器上的所有零部件拆下来，对主要铸件翻新，将一些不能用的零部件替换掉，然后重新组装成一台发动机。在 20 世纪六七十年代，发动机再制造已成为一项成熟产业。卡特彼勒具有能力，使经过“翻修”的机器无论在质量和性能上与新产品几乎相同。

与新产品的制造相比，无论是在能源和原材料消耗，还是生产线投资，再制造都能够产生大量的节约。卡特彼勒发现平均有超过一半的器件都可以通过再制造进行重新使用，同时，卡特彼勒发现再制造不仅仅适用于发动机内部维修，也适用于自己的主营产品。那些印有卡特彼勒标志的笨重的燃气轮机和挖掘机，尽管以耐用著称，但在恶劣的工业环境中总有用坏的一天。很多时候，仅仅更换一两个零部件不能彻底解决问题，客户不希望这些花大价钱买回来的机器很快成为一堆废铁。卡特彼勒将发动机内部维修管理中再制造的经验推广到自己工厂之外。卡特彼勒再制造出来的机器和零部件，除了在工厂内自己使用之外，也开始被卖给经销商和客户，甚至是其他的生产制造商。再制造产品与同类新产品相比，平均价格只有后者的 30%-40%。

经过几十年的演进，20 世纪 80 年代初，美国正式提出“再制造”概念，并把其相关理论结合到产业实践过程中，在不同的制造业细分领域中得到推广，随后欧洲和日本各国也开始发展这一技术和相关产业。

（二）智能再制造的内涵

智能再制造是与智能制造深度融合的再制造。智能再制造将新一代信息技术与再制造深度融合，融入到回收、生产、管理、服务等各环节，其经济效益、社会效益和生态效益显著。智能再制造优先考虑产品的可回收性、可拆解性、可再制造性和可维护性等属性的同时，保证产品的优质、节能、节材等目标。如图 1 所示。随着信息科技技术的发展，智能再制造会被不断赋予新的内涵。

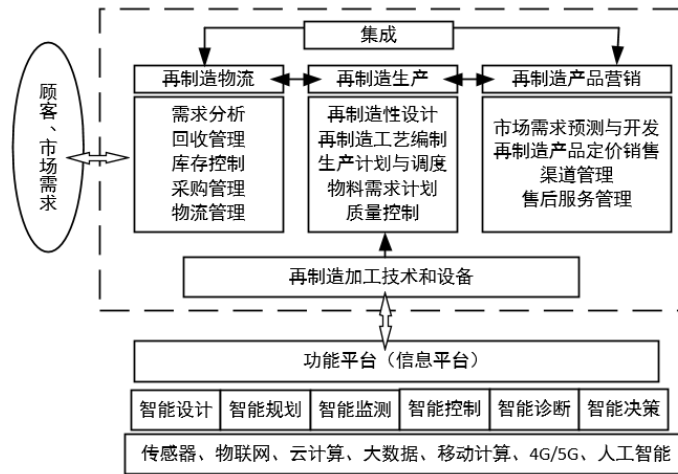


图 1-1 智能再制造体系

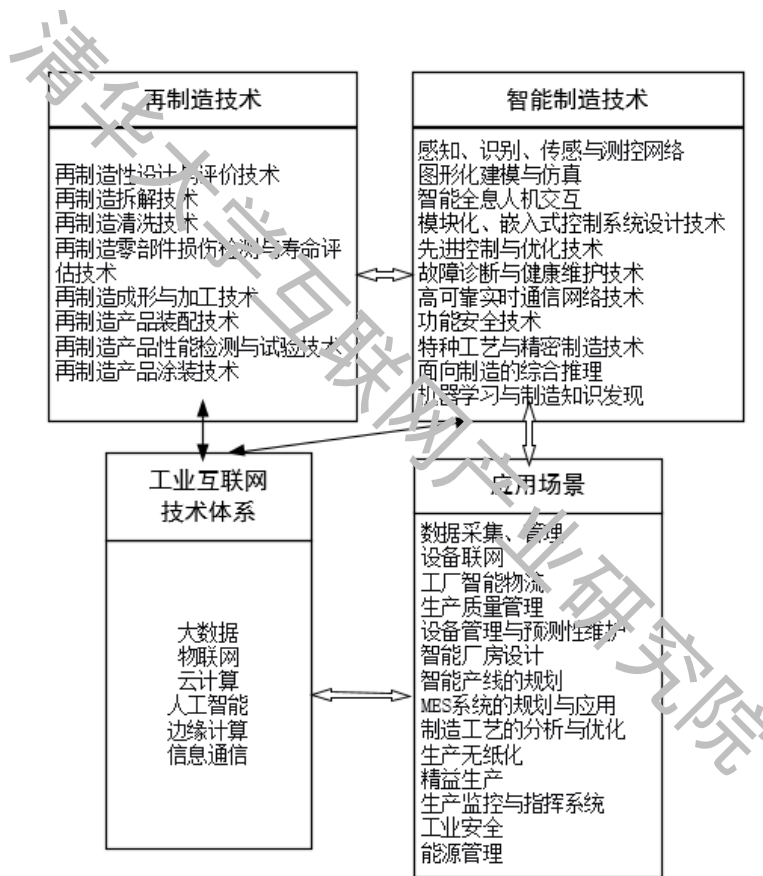


图 1-2 智能再制造技术要素

※**智能制造简介：**智能再制造是智能制造发展的深入延伸，智能制造渗透、贯穿与设计、管理、制造、生产和服务各个环节新型生产方式，是新一代信息技术和先进制造技术的产物。自上世纪 50、60 年代起，智能制造经历了自动化、数字化、信息化、网络化和智能化等多个阶段，近年来发展迅速，逐渐成为一种新的趋势。我国的智能再制造产业获得了显著的成效，以高档数控机床、工业机器人、智能仪器仪表为代表的关键技术也取得了快速的发展。

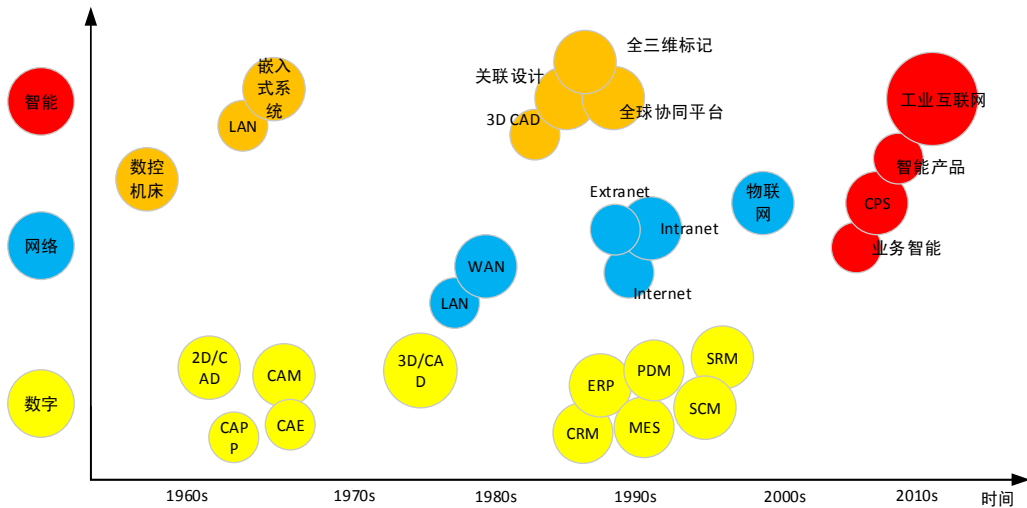


图 1-3 制造业智能化发展进程

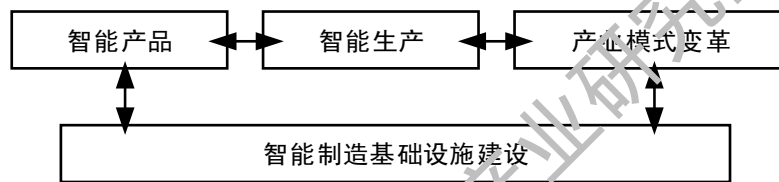


图 1-4 智能制造推进的四个维度

（三）智能再制造的社会经济意义

1. 社会效益

当前中国经济正在从高速增长阶段转向高质量发展阶段，智能再制造通过产品的循环“再制造-利用”过程，提升了产品的使用效能，智能再制造产业丰富了制造业的产业边界。徐滨士等较早就指出再制造、绿色制造在我国需要大力发展。智能再制造产业，一方面可以使报废产品带来的环境压力得到缓解，促进废旧产品进行循环使用，减少重复生产；另一方面，再制造过程几乎不产生固体颗粒和污染气体，环境和经济效益显著，可以实现节能减排，发展循环经济，有利于实现绿色循环经济发展。同时，智能再制造有助于我国制造业走向智能化和高端化。

2. 经济价值

智能再制造的产品与全新的产品在性能、质量和服务方面完全相同，但成本却低很多，消费者可以获得高性价比的产品，同时生产者可以得到更高的利润。零部件再制造所需要的成本实际都达不到产品重新生产的 50%，扣除各种花费，再制造业所产生的毛利率要远高于重新制造所产生的。一架废旧客机再制造成货运飞机，其售价为八千万美元，相比废旧客机的二百万成本，不仅利润丰厚，且该售价仍远低于原型新货运飞机的 1.15 亿美元。再制造的机床比相同性能的新机床可节省成本达 80%，且各方面性能并不比新产品差。

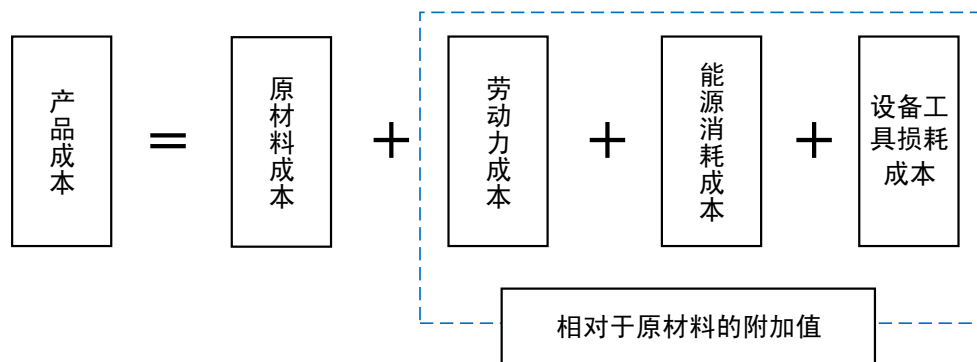


图 1-5 再制造产品附加值分析图

以汽车发动机为例，原材料的价值占15%，其成品附加值能够达85%。而再制造能够对废旧产品的附加值进行充分利用，同时，再制造过程中与生产全新品相比，能源消耗节约了一半。其他一些重要特性如：原材料消耗只是新品制造的11-20%，劳动力成本占新品制造的67%。。

二、智能再制造技术体系

（一）再制造技术体系

再制造的工艺过程包含：拆卸、分类、清洗、寿命评估与无损鉴定、再制造成形与加工、质量检测与性能考核等。其关键技术包括以下几方面。

1. 性设计与评价技术

再制造性设计与评价技术：指在对产品进行设计的过程中或废旧产品再制造前，设计并评价其再制造性，确定其能否进行再制造的技术与方法。通过在研制阶段就考虑产品的再制造性设计，能够显著地提高产品末端时的再制造能力，增强再制造效益；最后在产品末端进行评价，能够形成科学的再制造方法，优化再制造工艺流程。

2. 拆解技术

再制造拆解技术是指对废旧产品进行拆解的方法与工艺，通过研究产品的最佳拆解路径及无损拆解方法，进而有效地获得失效产品零配件的技术工艺，该技术为废旧产品的再制造提供必要的基础和保证。

3. 清洗技术

废旧产品及其零部件表面的清洗十分重要，是检测零部件表面性能等参数等的前提，再制造能够采用多种方法清除零部件或产品表面的各种污物，如：表面化学法、电化学法、激光除锈法、物理机械摩擦等。

4. 零部件损伤检测与寿命评估技术

再制造质量、成本和再制造时间周期，以及产品的使用寿命是衡量再制造技术和工艺的重要指标，再制造零部件损伤检测与寿命评估技术有效的保障了这些指标的实现。再制造零部件的损伤检测是检测拆解后的废旧零部件，依据零部件的技术标准，对废旧

零部件评估、分析、分类，得出：可直接利用件、可再制造恢复件和报废件。

5. 成形与加工技术

产品在使用过程中经常会出现零件因一系列物理、化学因素，导致部分零部件出现：磨损、腐蚀、断裂、变形等多种形态的损伤，从而影响了整机的工作效能。通过再制造成形与加工技术和工艺流程，恢复有再制造价值零部件的几何参数和力学性能，通常采用的方法包括：表面工程技术和机械加工技术与方法，典型技术包括纳米复合电刷镀技术等。

6. 产品性能检测与试验技术

重要机械产品经过再制造后，在正常使用之前，必须通过性能测试，其主要目的是发现再制造加工过程和装配过程中的缺陷，以便加以排除；改善零配件的表面质量，以确保再制造后的零部件能够承受额定的载荷。磨合实验可以提高再制造产品的质量、避免早期故障、增加产品的使用寿命。

7. 产品涂装技术

再制造产品涂装技术是指再制造产品通过综合质量检测之后，需要对产品进行涂漆和包装的工艺技术与方法。

8. 智能升级技术

再制造智能升级技术：指运用信息技术、控制技术，对废旧产品再制造生产或管理的技术和手段。自动化、虚拟仿真、柔性加工生产都是常见的智能升级技术。再制造智能升级技术的应用，是实现废旧产品再制造效益最大化、再制造技术先进化和生产、工艺、产品管理正规化的基础，对提高其保障系统运行效率发挥着重要作用。

(二) 智能再制造技术体系

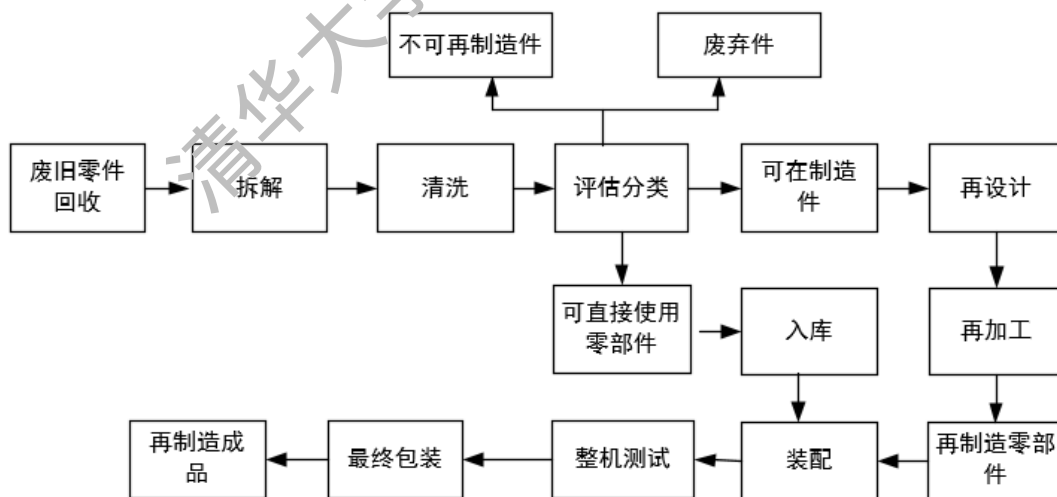


图 2-1 再制造工艺流程

梁秀兵将智能再制造技术划分为再制造智能无损检测技术等，如下图。

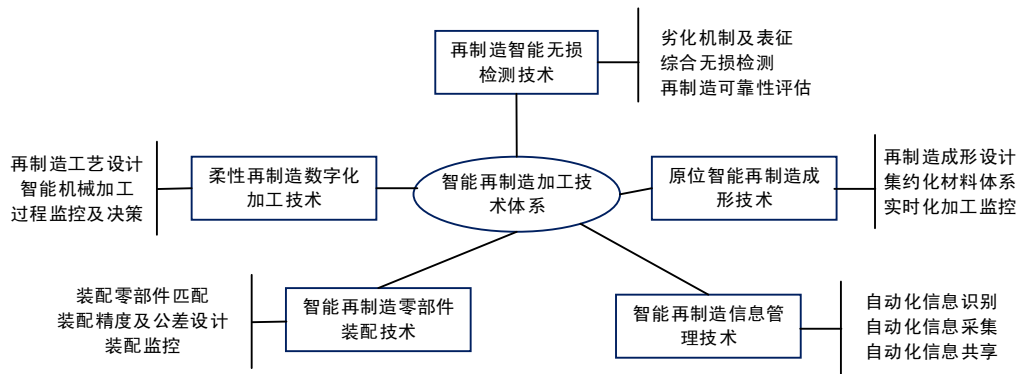


图 2-2 智能再制造加工技术体系

周自强将智能再制造从宏观到微观分为逆向物流层、再制造企业管理层和再制造装备控制层三个层面，将人工智能应用于管理决策、工艺流程控制和设备智能控制。

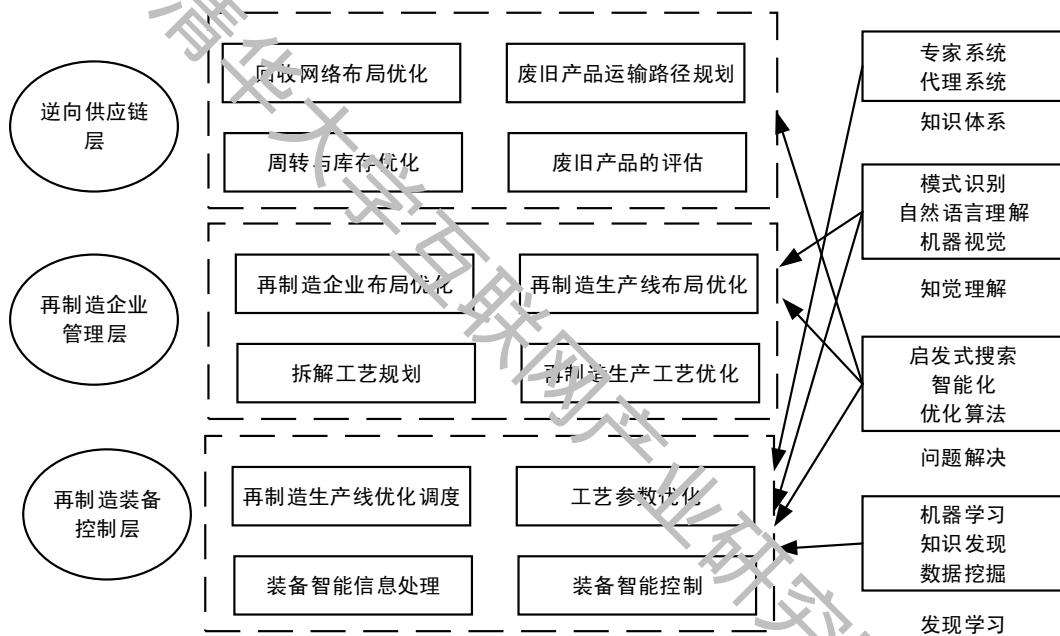


图 2-3 人工智能应用于智能再制造

(三) 新技术、新领域不断涌现

1. 工业互联网支撑智能再制造

工业互联网平台能够帮助智能再制造实现：(1) 精准、实时、高效的数据采集，将服务拓展到产品的全生命周期，智能再制造商能够对设备进行远程监测、预测预警和远程维修等服务。(2) 集中组织生产向分散化组织生产转变，推进制造向个性化定制产品和服务延展。(3) 工业互联网实现制造资源云化，按照生产要求进行统筹调配与提供，将生产制造技术、生产和管理经验的知识模型化、这些要素软件化、最终复用化，形成资源富集的先进制造业生态。(4) 打造新的生态商务模式和创建新的生态，帮助企业提质增效、业务转型增加新的营收增长点。

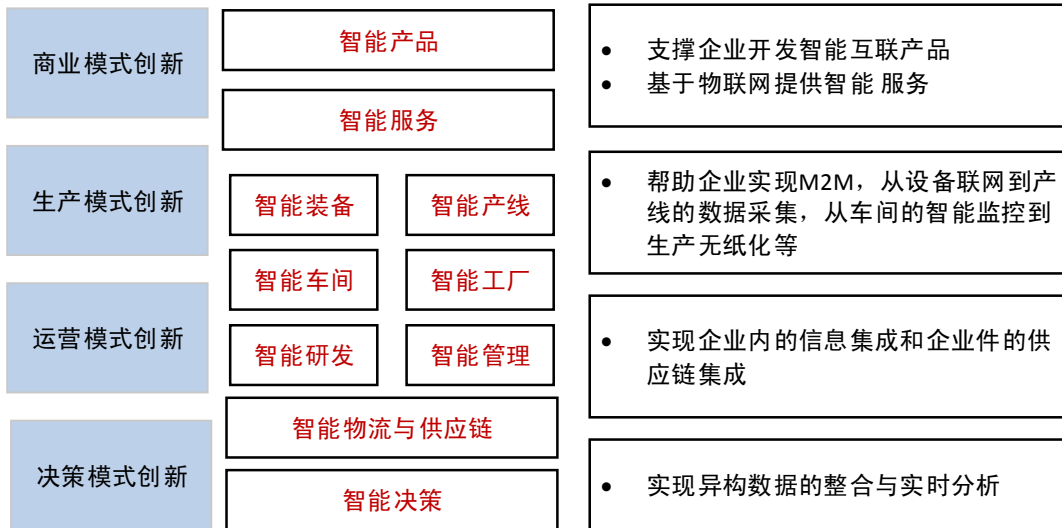


图 2-4 工业互联网对智能再制造的支撑作用



图 2-5 工业互联网对传统工业的融合

我国工业互联网经过近年来的发展，已经取得初步进展，参与工业互联网平台建设的企业类型主要包括：龙头制造业企业、ICT 企业和互联网企业三种类型，这些平台分布于：家电制造业、装备制造、国防军工、航空、能源、医疗、交通、基础设施及城市、环境监测等多个行业。比如海尔的 COSMO Plat 平台，将顾客需求、产品订单平台、合作生产等多个平台和业务整合，以满足规模化定制需求。

表 2-1 部分工业互联网平台

公司	工互平台名	推出时间	特点	工业适用
航天云网	INDICS	2017	开放式应用发	研发、生产、商务、服务
三一重工	RootCloud	2017	Paas 层为主，装备制造及远程运维经验丰富	设备健康管理
海尔	COSMOPlat	2017	Paas 层为主，大规模定制化生产，首个国家级工业互联网示范平台	家电制造业等
中国电信	CPS	2017	数据接入与云服务等	不局限
中国移动	OneNET	2017	设备接入与平台服务	环境监测、工业服务、智能楼宇
华为	OceanConnect IoT	2016	IaaS 层为主，连接管理层、设备管理层、应用使能管理层	公共事业、生产与设备管理、智慧家具
和利时	HiaCloud	2017	PLC、DCS、SCADA	聚焦工业、轨道交通和医疗
东方国信	BIOP	2017	Paas 层为主	目前搭建了面向 7 个工业领域的子平台
宝钢股份	宝信	2017	Paas 层为主，企业内部信息流、资金流和物的集成融资	冶金、石化、电力、医疗、卫生、信息化
石化盈科	ProMACE	2017	侧重能源领域的 IT 服务	石油化工行业
中船工业	船舶工业智能	2017	PaaS 层为主，中国船舶、青浦文冲、中船信息共同发起	船舶行业
徐工机械	Xrea	2016	互联、计算、数据服务	装备制造、国防军工
GE	Predix	2013	PaaS 层为主，工业互联网的最早发起者	航空、能源、医疗、交通
PTC	ThingWork	2017	目前平台上有 21 个企业级应用、142 个插件、77 个认证产品	工业软件
ABB	Ability	2017	依托其超过 7000 万个连接设备和 7 万个控制系统的存量设备	采矿、石化、电力、食品
施耐德	EcoStruxure	2016	电气设备制造商和能效管理	楼宇、工厂、配电、电网、机器
西门子	Mind Sphere	2016	将控制器、传感以及各种信息系统收集的工业现场设备数据，提供数据增值服务	工业、能源、基础设施及城市、医疗

2. 智能再制造工业互联网平台架构

智能再制造工业互联网平台由边缘层、平台层、应用层构成。边缘层通过高速互联通信将生产现场底层的硬件设备和软件连接起来，构建工业互联网平台的数据基础。平台层将数据科学与工业机理结合，构建工业数据分析能力，把技术、知识、经验等资源固化为可移植、可复用的工业微服务组件库，提供通用性的微服务和模块。应用层实现企业内、外部的资源高效协同和利用，实现研发、制造、运营维护、服务等价值链的智能化。

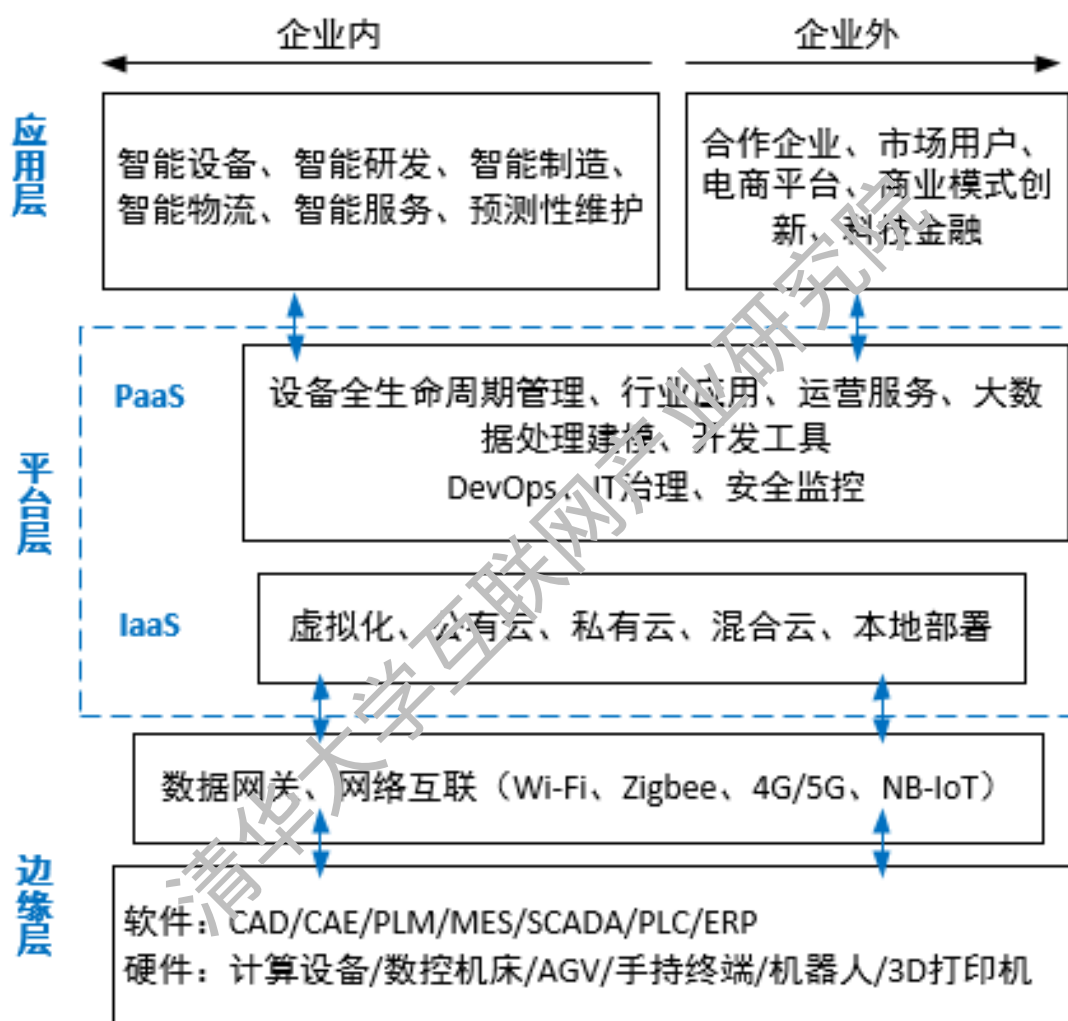


图 2-6 智能再制造工业互联网平台架构

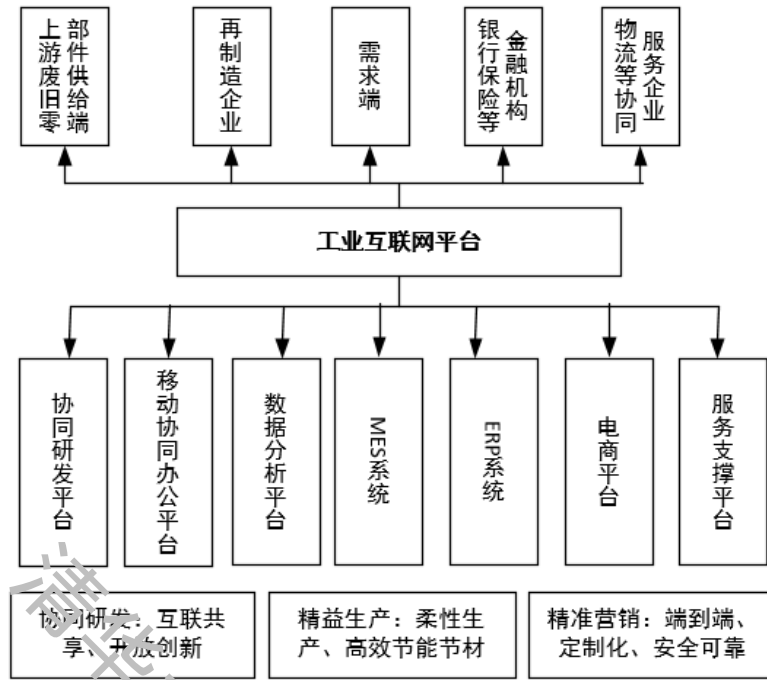


图 2-7 工业互联网平台与其他平台系统的对接

工业互联网平台通过连接产业链上下游，包括原材料供应商，中间制造企业，下游用户，以及资本方等多方协同，推进产业链运行效率提升和优化。通过对设备运行数据、生产加工参数、生产管理和质量检测、市场营销、用户反馈数据等多维度分析、评价和预测，应用于生产规划、工艺流程控制，生产管控，市场营销、用户管理、设备管理等场景中，从而最终实现优化提升企业的运营效率和提升产品制造品质。

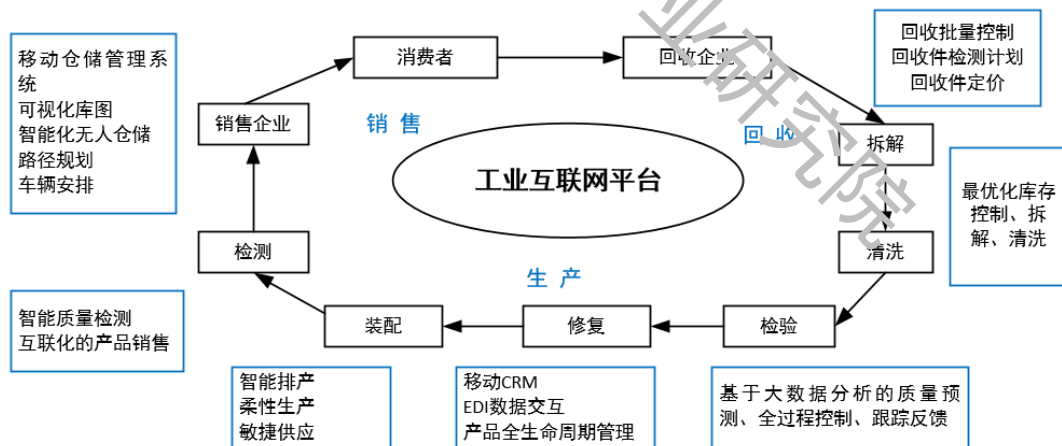


图 2-8 工业互联网平台融入智能再制造产业链

3. 工业大数据为智能再制造提供保障

设备闲置、新产品开发缓慢、产品滞销和迭代周期长等现象，是中国制造业目前面临的多重问题，我国制造业发展水平参差不齐，很多行业和企业主要问题不纯粹是技术水平差，而是企业资源不能充分利用和协同，导致生产效率和运营效率低下。智能再制

造的环境下，将生产经营中的大数据，进行建模、数据抽取、转化、分析、以及开发利用，帮助再制造企业生产制造、运营、响应市场等环节做出正确的决策。

工业大数据的来源有：（1）工厂运行的设备数据；（2）工艺流程数据；（3）生产经营过程数据；（4）消费互联网或公众互联网的产业数据；（5）专家知识库数据。工业大数据的应用场景包括：（1）网络协同设计；（2）自动化和智能化生产；（3）工业云协同制造；（4）大规模个性化定制和精准运维服务。智能再制造通过运用工业大数据，优化企业运营，使资源利用最大化，降低成本；全面了解、深入洞察和控制财务风险；创建新的业务模式。从而实现联共享、开放创新的协同研发，M2M+核心系统+大数据分析的精益生产，端到端、定制化、安全可靠的精准营销。王建民指出工业大数据来自产品、物料、产线、工艺、质量、设计、客户、供应链和市场。经过数采集、处理、建模和分析，用于决策与控制。



图 2-9 工业大数据对工业智能化支撑

大数据平台建设是智能制造价值创造和体现的重要一环，产品的属性数据、产品或设备的运行数据、项目或企业的运营数据、行业价值链相关数据、宏观外部环境数据、消费者行为数据等多维数据构成了大数据体系。大数据能够促进产品创新：通过大数据平台或系统，用户与企业之间会产生大量交互和交易数据，企业可以根据数据进行需求分析，打通企业和用户之间的信息孤岛，利用交互信息和数据，优化提升产品设计，从而达到以客户为中心进行创新的目标。运行的设备通过传感器和物联网技术，使运营设

备和产品在生产过程中实时监测，大数据建模与仿真为提供预测服务成为可能，通过大数据平台，能够提前预测和诊断设备、产品故障。。通过客户大数据、市场大数据、，企业能够更好的优化企业业务、优化供应链、提升物流效率、降低成本，通过用户画像，以更精准的方式提供创新性、更优质的产品和服务，满足用户日益变化和多维度的需求。

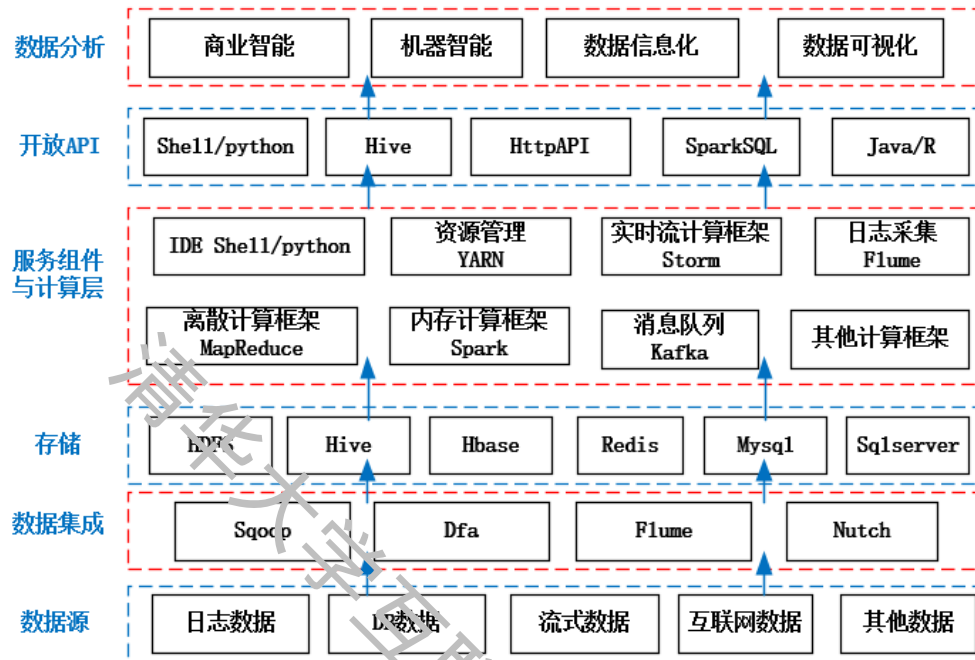


图 2-10 大数据平台架构

4. 智能再制造领域拓宽

随着科技发展，再制造向着高端化、智能化的方向迈进。3D 打印、激光熔覆等增材技术在再制造领域已经取得成效。医疗设备通常价格昂贵，再制造的关键核心零部件能够有效提升我国医疗设备的进步和发展，推进医疗器械的国产化发展。

三、产业结构

智能再制造作为再制造发展的新阶段，为工业绿色化发展拓展了新的边界，丰富和延伸原有再制造的内涵。产品生命周期原有的：产品制造、使用和报废处理三阶段，在再制造产业诞生后，拓展延伸了原有产品生命周期的维度，产品的全生命周期演变为产品的制造-使用-报废-再制造-再使用-再报废的。在产品设计的初始阶段，就要考虑产品的维护和循环再利用，就要构思和考虑未来采用何种技术对废旧产品进行再制造，延续产品的性能和价值。

(一) 产业链

再制造产业链由：废旧产品的回收、产品和零部件拆解、零部件的再制造、再制造产品的销售和用户构成，中国在借鉴美国和日本先进经验的基础上，提出适合我国国情的 4R 体系：减量化、再利用、再循环、再制造。

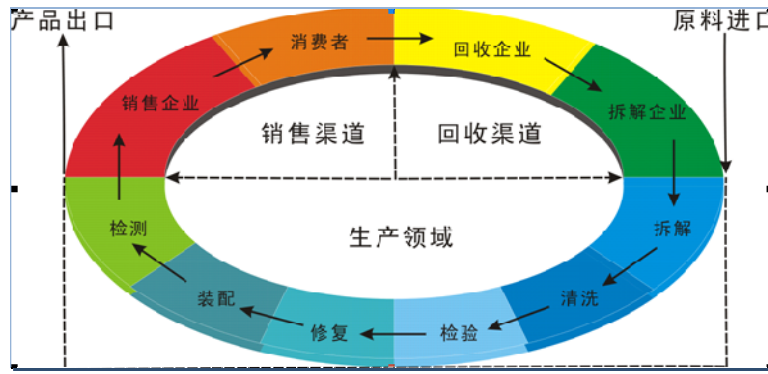


图 3-1 再制造产业链

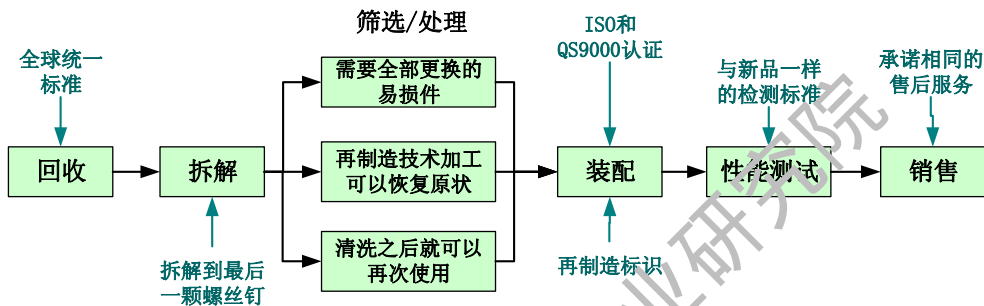


图 3-2 卡特彼勒的再制造加工过程

智能再制造没有改变原有再制造产业链的循环过程，智能再制造通过赋能再制造产业链，优化企业价值链，提升行业价值和企业运营效率，从而提高再制造的劳动生产率、产品质量和客户满意度。智能再制造能够实现快速响应客户需求、提高研发效率、提升再制造的生产柔性。智能再制造还能够促进制造向服务发展、开发新型商业模式。

梁秀兵等构建的在产业集聚区的智能再制造体系如下图。区域里的各类智能再制造企业通过构建再制造设备互联、信息共享的工业物联网平台，实现废品回收、物流配送、加工生产、服务保障各环节的协同和优化。

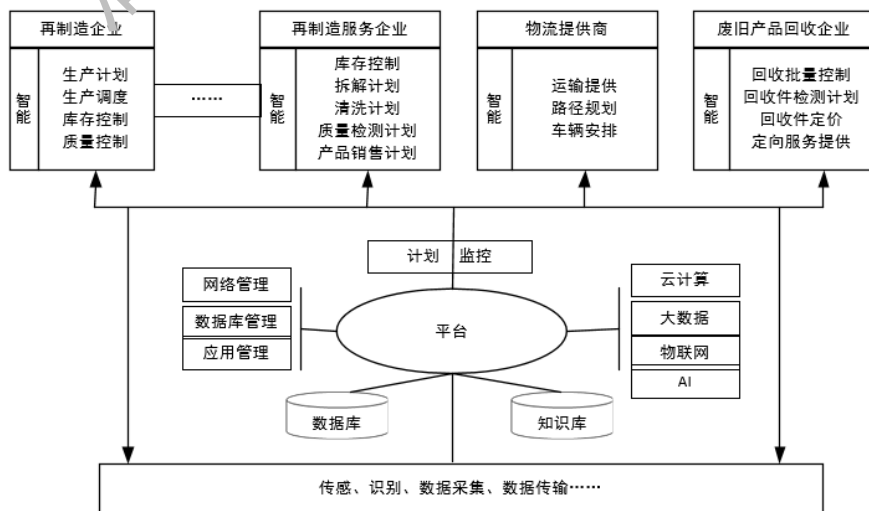


图 3-3 产业聚集区智能再制造体系架构

（二）智能物流赋能智能再制造

物流对再制造的成本和运行效率十分重要。再制造物流区别于普通物流，其涉及正向物流和逆向物流两个维度，正向物流是将再制造产品从制造地方运送到消费方，其过程涉及到：废旧产品的收集、产品检测和分类、再制造、再分销等。。逆向物流是将废旧产品从消费方运到再制造的生产方，为再制造提供原材料。

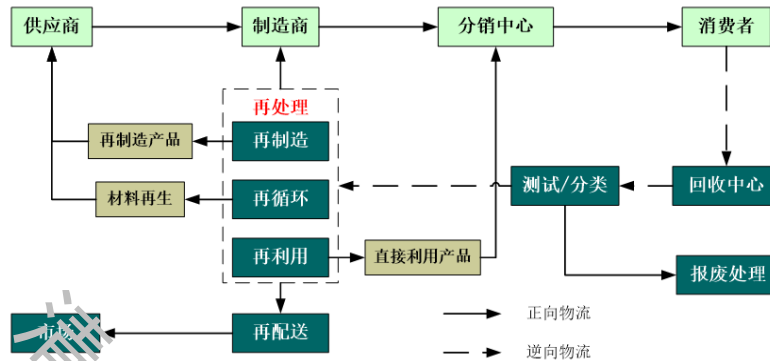


图 3-4 再制造产品的物流体系

智能物流赋能智能再制造。现代物流产业发展的方向是与云计算大数据、物联网相结合的智能物流，骨架是其技术装备。智能物流将传感器、RFID、GPS、大数据等技术深度融合、应用于物流的各个环节，从而实现物流系统的自动化、可视化、信息化、数字化、网络化、智能化。智能物流将企业的资源计划提供（ERP）、生产执行管理系统（MES）、仓储信息、物料、生产等企业内部信息关联起来，有效的提升原有物流系统的运行效率。

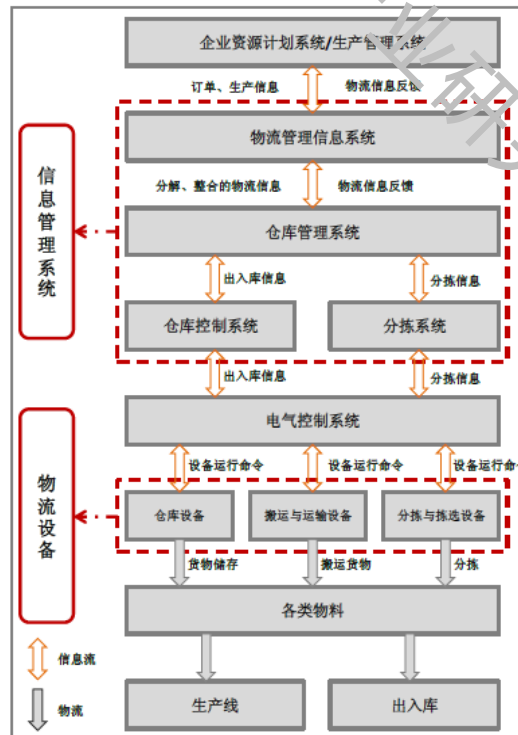


图 3-5 智能物流系统

（三）细分领域

再制造依据行业领域和属性，可划分为某些特定领域的再制造。汽车零部件、工程机械、机床、流程工业装备、矿采机械、农用机械等领域已经是我国再制造的重点应用行业。未来一段时间我国将聚焦盾构机、航空发动机与燃气轮机、流程工业装备、煤炭机械及油气田装备几个细分领域。我国再制造行业集中度不高，目前还缺少具有一定规模的跨行业大型龙头企业。当前我国再制造产业的主要应用领域包括以下几部分。

1. 汽车零部件再制造

2008年，我国开始启动汽车零部件再制造的试点工作，截止目前，汽车零部件再制造在我国取得了巨大的进步。这些再制造的关键、高附加值的汽车零部件有：发动机、发电机、启动电机、变速器、电子控制单元等。汽车零部件再制造过程包括：再制造工程为技术，以废旧汽车零部件作为毛坯，依托采用专业化、批量化的流水线生产方式，在对废旧汽车全面拆解、鉴定和技术改造的基础上，通过严格的产品质量管控和规范的市场营销模式，参照活对标新品检验标准和技术标准和技术标准，恢复汽车零部件或整机性能的工程活动。

美国拆解汽车的企业超过12000家，专业破碎企业超过200家，零部件再制造企业多达5万多家，形成了完整的产业链，拥有超过4.6万吨的可再制造零部件。对于汽车产销大国，再制造零部件再美国的维修市场、二手车市场占据重要地位。在美国车辆维修时，超过一半以上的汽车零部件会使用再制造零配件，其中发电机和起动机使用量能够高达80%以上。零部件再制造和销售的利润能够占汽车拆解企业利润的80%左右。随着互联网的快速发展，汽车拆解-零部件再制造加速进入互联网平台，互联网平台将使得再制造零部件的收集、物流和销售渠道更加顺畅，更加快捷的拓展了汽车零部件再制造产品市场客户群，提升产品的附加价值。

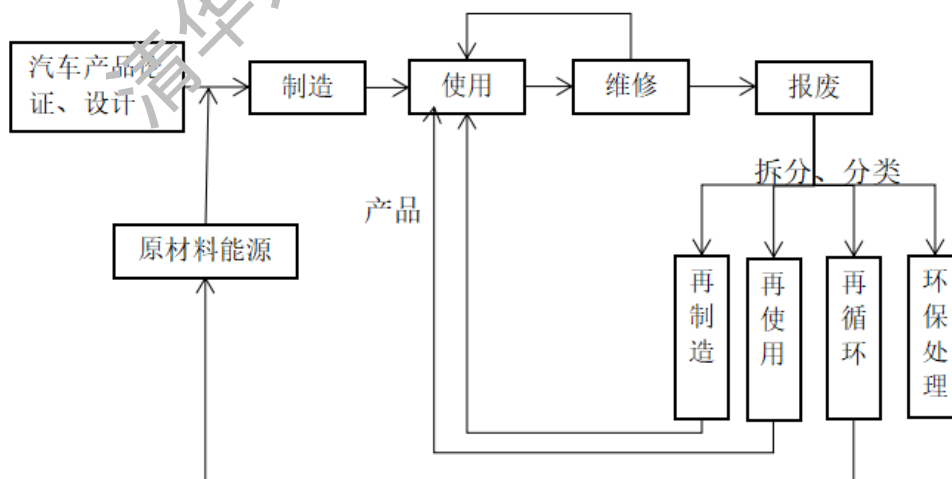


图3-6 汽车产品寿命周期过程简图

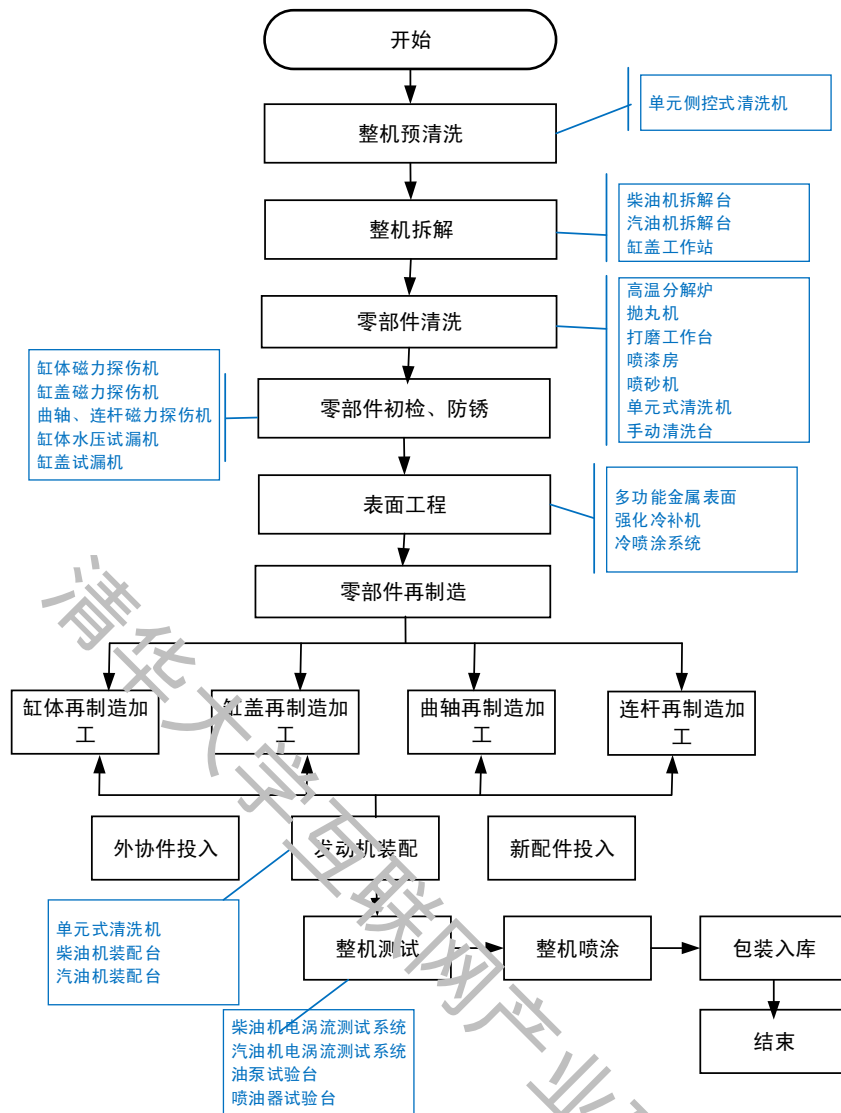


图3-7 再制造整体技术解决方案-工艺流程图

2. 流程工业装备再制造

流程工业对我国国民经济的运行起着举足轻重的作用，通常流程工业装备都是价格昂贵的重型成套设备，维护保养都需要大量的投入，智能再制造的应用，有效提升了流程工业重型设备的使用年限和效能。再制造已经应用与石油化工领域的诸多技术装备中。钢铁行业中如：炉底辊、热轧工具、轧辊、连铸机轧辊、机油压柱塞等均是智能再制造的应用对象。

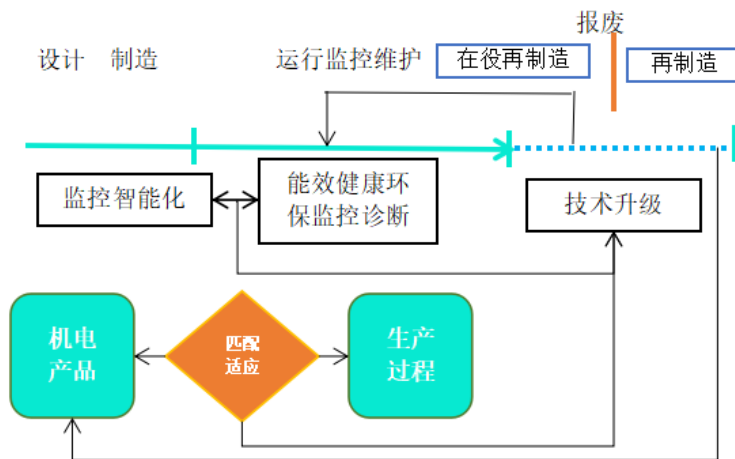


图3-8 流程工业装备全寿命绿色化、智能化工程图

3. 工程机械、农用机械、矿采机械再制造

智能再制造在工程机械领域、矿山机械领域、农业机械领域等诸多工业领域有良好的应用前景。我国工程机械、矿山机械和农用机械上使用量巨大，设备保有量大，种类多，截至 2014 年年底，我国工程机械主要产品保有量约为 700 万台。通过智能再制造能够创造巨大的社会效益。这些机械设备通常会因为重载而出现：零部件表面磨损、腐蚀和断裂等现象，从而失效报废，直接报废处理会造成巨大的资源浪费，实施再制造工程可提高这些重型机械的性能指标。下图给出了典型的机械再制造过程。

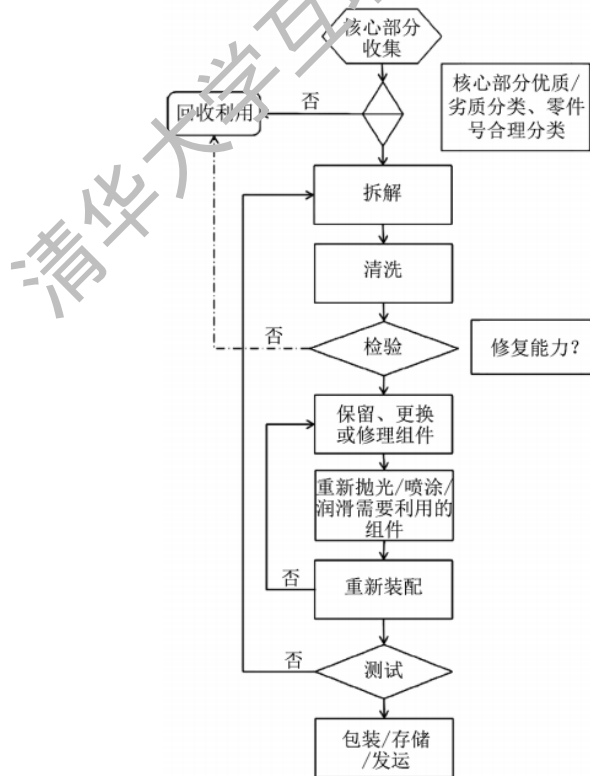


图 3-9 机械再制造过程图

4. 食品机械再制造

中国食品机械行业起步较晚，高起点企业较少，仍存在一些问题，例如，创新点弱，低水平产品较多，没有自主研发品牌，一些技术被国外垄断，需从国外进口大量食品机械，甚至一整套生产线。从事食品机械的研发团队较少，国家在该领域投入的科研经费、人力物力不足，导致食品机械更新换代较慢，生产线较为落后。由于食品机械质量欠缺，无法长时间服役，导致大量设备以及零部件废弃。进口设备消耗了国家大量资金，因此对食品机械进行再制造很有必要。

5. 机床再制造

机床再制造是将服役期结束后的废旧机床进行再制造，主要是采用纳米表面工程技术对其进行精度恢复，通过更换电气控制元件、加装或升级数控系统，从而提升老旧机床的机械性能、改善其控制及加工精度，实现机床整体性能恢复与提升。再制造出的机床比原来的机床各项性能指标更优，这是实现资源循环利用和机床综合能力提升的机床再制造新模式。作为一种基于废旧机床资源循环利用的机床制造新模式，机床智能再制造的发展前景广阔，对于我国这样的机床产销量和保有量大国，实现大范围的废旧机床资源的循环再利用具有重要意义。

6. 航空再制造

飞机和飞机发动机维修其实是典型的再制造产业，定检和大修是服务保障中必需的内容。但是在我国当前的航空制造业中，在修理阶段再制造技术的使用相对局限，维修始终停留在有限的时间（大修期）和内容（机体、个别部件）上，更多的是换件维修和故障维修；而更严重的是，再制造的意识还只停留在飞机和发动机修理企业，产品设计时没有基于再制造的考虑，产品制造过程中也缺乏基于再制造的工艺技术保障。航空产品特性决定了它的技术更新很快，但是使用换代却比较慢，所以要发展航空产品再制造。一些智能再制造技术：数字化仿真、全生命周期的寿命评估、离子喷涂等一系列技术已经在航空工业领域展开应用。

7. 煤炭机械再制造

据相关统计，我国煤矿机械的保有量超过 300 万台，总资产超过数万亿元，加上近年来煤炭市场的持续低位运行，加剧了在用煤炭机械的超负荷工作。目前，我国再制造技术已经获得不断提高，其性能和质量可以达到新品水平，使成本大量减少，有利于推动资源节约型、环境友好型社会的建设，因此发展再制造产业势在必行。

再制造产业作为延长产业链条的重要环节，与金融产业、现代服务业有机结合，形成“制造-租赁-再制造”的产业循环。发展煤炭再制造产业，需要建立完善的再制造技术服务模式，其主要支撑为技术研发管理体系、旧件逆向管理体系、产品质量管理体系。

旧件逆向管理体系。目前，我国根据全国产业分布情况进行产业布局，购销网点与再制造基地相结合，形成完整的逆向物流体系。对于回收的成套装备或零部件，建立以“价值分析”为中心的逆向制造流程，主要手段包括利用再制造毛坯缺陷综合无损检测技术，对零件材料表层及内部缺陷的智能、无损检测；通过强度评价技术，对复杂的再

制造现场对零件表面进行可靠的强度检测。

产品质量管理体系。基于关键零部件的再制造技术，最终服务于整机的使用质量，所以前端制造质量必将影响后期再制造工作的开展，需要不断提升产品质量。对于已售产品，建立全生命周期管理体系，一是对轴承、减速器等部件，实行在线状态检测，实时检测设备可能存在的不平衡、不对中、装配不当、配合松动及轴承损伤等潜在故障，对照产品信息数据库，开展预知维修，代替传统的拆解维修，保障再制造产品的稳定运行。

四、国内外智能再制造产业现状

我国再制造产业处于初级发展阶段，欧美发达国家的制造产业发展较为成熟，有着成熟的产业体系。智能再制造是再制造发展的必然阶段和方向，中国通过大力发展智能再制造产业，可缩小与发达国家之间的差距，甚至齐头并进或实现弯道超车。

（一）我国再制造产业发展现状

1. 取得了阶段性积累和成果

我国的再制造发展经历了产业萌生、科学论证和政府推进三个发展阶段，通过不断的创新发展，已形成了涵盖不同行业和应用领域的具有中国特色的再制造产业。通过寿命评估技术、纳米表面工程、复合表面工程、自动化表面工程和先进智能制造等技术，使旧件尺寸精度恢复到原设计要求，并提升零件的质量和性能。我国的这种以尺寸恢复和性能提升为主的智能再制造模式，在提升再制造产品质量的同时，还可大幅度提高旧件的再制造率。

2. 政策稳步推进

为了使再制造产品生产规范、产品质量有保障，再制造不断产业化，国家发改委、工信部等相关部门对再制造试点示范工作进行了部署，并对再制造关键技术进行目录化，也提出再制造产品质量认定的标准等。截至2015年底，我国已经发布实施了16项再制造标准；截止2018年3月，已经发布到第七批《再制造产品目录》。目前，国内从事再制造的企业涉及汽车、工程机械、机床、矿采设备、化工设备、冶金装备、船舶、铁路、办公设备等各个行业，再制造产业示范基地与技术研发中心建成发展。

3. 示范基地建设具有引领示范作用

当前我国现有国家工信部确定的5家“国家机电产品再制造产业示范园(集聚区)”，国家发改委批复的4家“国家再制造产业示范基地”。这些基地分布在长沙、马鞍山、合肥、张家港、马鞍山、上海、河间市等地。

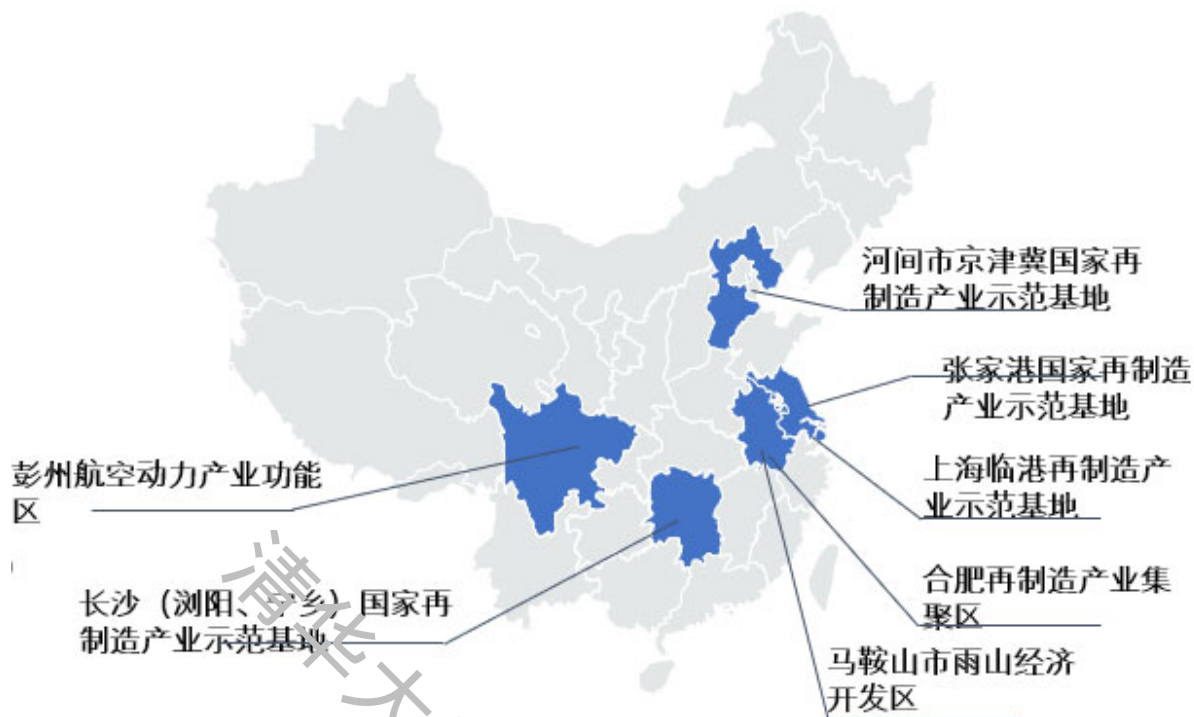


图 4-1 我国再制造产业示范基地

4. 与发达国家比较，总体上看我国再制造产业处于初级发展阶段

当前，我国再制造行业整体还处于初级阶段。2009年，工信部确定了包括广西柳工机械股份有限公司、徐州工程机械集团有限公司等在内的7家工程机械企业，作为第一批机械产品再制造试点单位，拉开了我国再制造产业发展的序幕。随后多个部门和多个行业陆续展开再制造，经过十多年的发展，已经形成了一定的产业发展体系。但同时，我国再制造骨干企业数量少，规模小，总体竞争力不强；再制造企业还没有能够形成规模化生产，核心生产设备需要依赖进口，产业链还需要完善。旧件逆向物流回收体系建设滞后，并未形成行业规模效应；再制造产品以传统的性能修复为主，对智能再制造的关键技术研究产业化应用亟待突破。

5. 政策助推智能再制造开启新征程

不能以牺牲环境、生态为代价发展经济，我国经济发展方式转向质量变革、效率变革、动力变革，高端智能再制造是实现我国制造业提质增效的重要途径。2017年，工信部出台《高端智能再制造行动计划（2018-2020年）》，表明智能再制造将向高端化、智能化、产业集群化发展。

6. 发展中存在的挑战

（一）对发展再制造产业缺乏足够的认识。再制造作为一项新的技术还没有被大众所了解，消费者缺少对再制造产品优点的认识，对使用再制造产品缺乏积极性，所以企业在发展再制造产业上积极性也不高。

(二) 尚未形成发展再制造产业的政策环境。由于再制造技术在我国起步较晚，所以国家对该技术并没有一个具体的定义和发展态度，导致国家在制定规章制度时忽略了对再制造产业的影响，甚至在一定程度上为其发展设置了障碍。

(三) 亟待建立再制造物流体系。当前我国禁止对废旧发动机实行进口，规定汽车五大总成需要回炉冶炼，所以再制造的来源被堵死，缺少了源材料，很难进行发展。

(四) 缺乏完整的供需体系。**供给端**：再制造的零部件或产品，需要复杂的旧件供给与严格的检验，旧件的获取国内还没严格的成体系的行业规范。同时，再制造产品与原始生产产品一样需要有保修等服务作为支撑，对技术水平和配套服务有较高的要求，会对再制造企业形成较重的前期成本负担。**消费端**：如果再制造产品不能够提供让消费者满意的价格或质量，那么消费者会选择“原配件”或“维修与翻新的配件”，这会让再制造产品销售遇到阻碍。

(五) 关键技术不成熟。再制造技术区别于以往的制造技术，需要不断的创新，研发出高新技术，完善关键技术。

(二) 美国：再制造产业的领导者

美国的再制造产业已深入到汽车工业等领域，美国的再制造产业规模达 1000 亿美元，其中汽车和工程机械再制造占 60%以上。再制造企业超过七万多家，从业人数多达五十万人。美国再制造产业有比较健全的法律体系，并且环境保护署也发布了《再制造材料建议公告》，要求政府优先采购再制造产品。同时，再制造技术标准的出台，也为产品的质量提供了保障。再制造企业在美国的形态包括：如汽车行业，独立的再制造公司与原制造厂并没有依附关系；原有产品或零部件制造商授权生产或投资的再制造企业；为客户提供各种灵活的小型再制造服务，他们的发展方向为连锁经营和集约化路线。

表 4-1 2009—2011 年美国汽车零部件再制造情况统计表

项目	2009 年	2010 年	2011 年
产值 (百万美元)	701.8	696.9	621.1
投资额 (百万美元)	7.61	10.56	10.57
进口额 (百万美元)	121.9	146.2	148.2
出口额 (百万美元)	43.1	49.4	58.2
全职雇员 (人)	300669	30404	30653

卡特彼勒是再制造领域中技术实力最强、全球最大的再制造公司。其再制造业务遍布于欧美、亚太等多个国家，拥有 160 多条生产线，2012 年，卡特彼勒全球再制造业务销售达 40 亿美元。

（三）欧洲：产业链成熟

虽然相比较美国，欧洲的再制造发展并不抢眼，但在很多领域有其特色。如在设计方面，结合具体的产品，在产品的拆卸性能、零件的材料种类、设计结构与紧固方式等多个环节具有丰富的研究。欧洲的一些再制造产业也具有一定的历史，形成了相对成熟的产业链，可以进行规模生产。

沃尔沃公司在全球拥有多家再制造公司，每年生产的产品数量多达 120 万件。2013 年，第一家再制造研究中心在中国成立。研究中心依托集团多年的再制造经验，借鉴在全球其他地方经营的再制造成功模式，将所有要进入市场的产品进行和新件一样的标准化测试，生产过程中添加新技术，使得再制造产品可以超过新品的性能。

（四）日本：回收渠道畅通

日本也在不断重视再制造工程，工程机械再制造产品不断投入市场中使用。在生活中经常会遇到含再制造零部件的产品，大到汽车，小到手表等电子产品。日本消费者并不排斥这些再制造产品，并认为这些产品有利于环境的保护。

日本再制造产业具有以下特点：（1）更加注重“3R”原则，重视循环经济的发展。在一些高新技术产品中零部件需要用到金、钯等贵金属，将含有这些贵金属的废旧产品进行再制造，能够减少资源的浪费，创造新的价值。（2）畅通的旧件产品回收渠道系统，高效顺畅的废旧产品回收能够有效的保障产品的品质，并提高流动效率。（3）不断完善法律规章制度。通过对不合法合规丢弃的废旧产品和部件征收罚款、征税等惩罚措施，保障了废旧产品的合理流通。

（六）德国智能再制造案例：Callparts

德国 Callpart 将汽车再制造产业和智能物流结合，借助于互联网平台可以达到快捷搜索零部件的功能。Callparts 为了充分使用本身庞大的零部件拆解库，开发了一套互联网管理系统来追溯管理汽车零部件的全生命周期。这套系统领先于欧洲汽车拆解领域。Callparts 开发的互联网管理系统是自助研发的，并不依赖于汽车厂商。Callparts 有着对再制造零部件源头的把控能力，并且积累了关于零部件的专业数据库，获得了客户的认可。用户可以在该网站上搜索自己需要的零部件，并且可以在全球范围内进行配送。

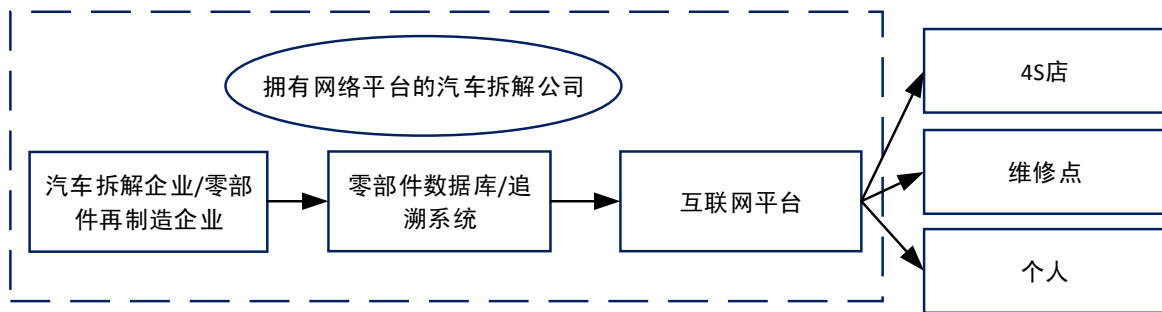


图 4-2 德国 Callparts 的 B2C/B 模式

（七）汽车零部件智能再制造市场广阔

到 2017 年底，我国汽车保有量达 2.17 亿辆，机动车保有量达 3.10 亿辆。我国汽车产量从 2008 年进入高速增长（附图 2-1），并将要达到汽车报废高峰期，在 2017 年理论报废量超过 7 百万辆，预计在 2019 年数量将达到 1300 万。实际我国汽车报废回收量远远低于这个数字，据商务部的统计，2017 年我国报废机动车 174.1 万辆（附图 2-2），报废汽车 147.2 万辆（附图 2-3）。日本近几年拥有稳定的汽车保有量约为 7500 万左右，其中有 500 万的汽车报废量，回收比率达到 7%。按照商务部的统计口径计算，2017 年我国报废汽车占汽车保有量的比率仅为 0.68%，与日本差距很大。我国报废汽车回收率低与我国政策法规不健全、区域市场割据、企业散弱小现状密切相关。

发达国家对于报废汽车的材料回收率普遍都在 80%以上，在德国，1995 年底全国建立了废旧汽车回收网络，每年可以回收二百多万辆废旧汽车。在法国，许多汽车制造商与回收公司联合成立了废旧汽车回收中心，现在接近四分之三的零部件可以重新利用。中国报废汽车的回收利用效益还处于较低水平。未来随着汽车普及率的提高，以及特大大城市限购限行等措施的影响，新车市场增速将放缓，但汽车保有量仍会增加，汽车售后服务市场在较长时间内将呈现快速增长态势，为中国发展汽车零部件的再制造产业奠定了市场基础和发展环境。以预计 2020 年国内废旧汽车报废 1000 万辆进行估算，汽车零部件再制造的市场空间达 600 亿元左右，汽车拆解市场空间达 1000 亿元。

五、展望

（一）产业进一步向纵深发展

推动细分产业向纵深发展，实现引领示范效应，带动更多的智能再制造细分产业做大做强。选择具有一定产业基础和发展前景的细分领域，通过匹配政策、资金、人才等资源，打通产业链，形成良性循环，形成示范效应。通过智能再制造细分领域的成功示范效应，将经验推广到更多细分领域，带动智能再制造产业的整体发展。

（二）有望形成跨细分领域的领军企业

当前我国有规模智能再制造企业不多，能够跨多个细分领域的再制造企业更是寥寥。行业企业呈现分散、规模小的状态，不利于产业整合和发展。随着产业聚集和壁垒突破，未来有望形成跨细分领域的领军企业，领军企业的打造有助于形成示范带动效应，促进行业发展。

（三）企业融资途径进一步拓宽

我国将在专项贷款、融资租赁、融资担保、保险、产业基金、上市融资等多个方面为智能再制造企业提供金融服务。

（四）生产方式互联化、定制化

智能再制造依托物联网、工业互联网将实现互联制造、定制化规模生产。智能再制造企业对市场变化情况敏感，会根据市场变化调整资源配置情况。数字化、智能化技术

和装备将贯穿产品的全生命周期，智能装备、智能产品、企业与客户形成的工业互联和社交互联关系，将极大促进大规模流水线生产转向定制化规模生产。企业借助互联的力量缩短业务流程、降低成本、提升效率，释放出产业创新的巨大潜能。

（五）客户体验和价值重构

智能再制造促进生产型制造向服务型制造的转变，产品或服务的提供成为从“群体”到“个体”。“互联网+”时代，随着互联网移动终端的普及，人们的时间分布和服务实现方式都得到了重构。在互联网和工业互联网支持下，企业能够快速获得客户的需求以及使用反应，在整个供应链的网络中快速传播，及时响应。再制造企业将从提供产品制造向提供产品与服务整体解决方案转变。服务将根据需求进行时间、地点、质量、交付方式等方面的调整，产生更优的用户体验。

六、再制造企业案例

（一）二手熊猫网

1. 公司简介

二手熊猫网是报废车回收件的电子商务平台。能够提供国内外汽车废旧零部件、二手件及再制造件的资源信息。促进资源优化配置、推进行业资源整合、提升行业生产力，帮助企业实现新的商业途径，加快了再制造件循环市场的建设。

2. 交易商品类型和服务模式

二手熊猫网汇聚了全国 30000 余家汽车零配件流通商家，30 余家国家再制造资质企业、全国 500 余家国家认可报废车拆解资质企业，可以提供各种不同的交易商品，主要的交易商品类型包括：拆解直接回用件、可再制造件、再制造新件、市场流通的新件及各种二手件。其提供的服务模式有：批量订单模式 B2B、认证商家店铺 B2B/B2C、个人销售店铺 C2C、线上线下相结合 O2O。

（二）路迈网

路迈网主要运营再制造产品电子商务平台，以及研发、生产及销售再制造相关产品。公司锁定再制造产业，提供高品质有保证的再制造产品，打造再制造行业最权威、最专业的电子商务平台。提供一站式采购、快捷安全的支付功能。公司主要以汽车零部件再制造产品为核心产品，通过将现代电子商务模式与传统零售业进行创新型的融合，让再制造产品为众人所认可并使用。这是对传统销售渠道的补充和互补，通过架起再制造企业与客户之间的桥梁，服务于企业和用户，加强企业与用户之间的沟通。

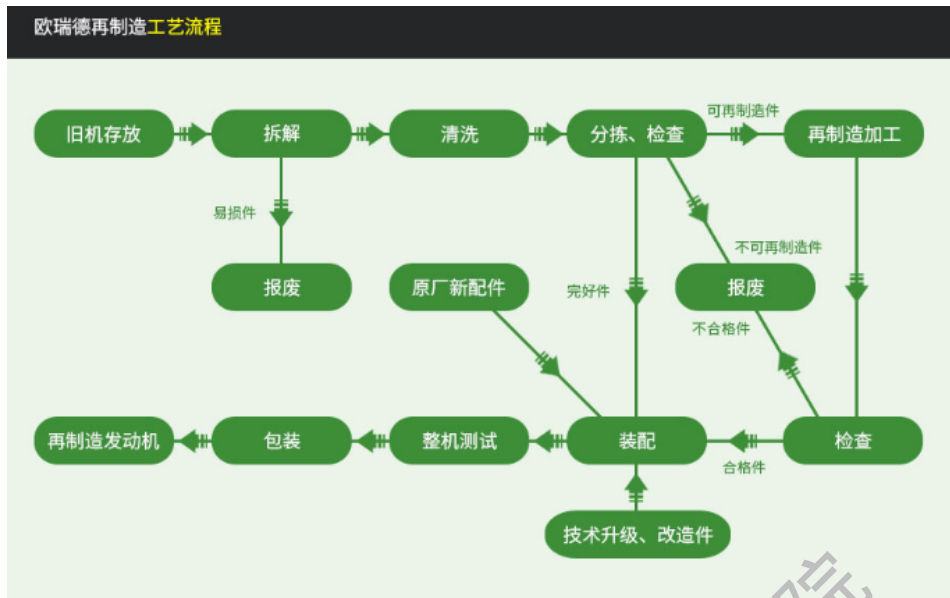


图 6-1 产品生产流程图

1. 路迈网项目介绍

路迈网将通过再制造产品线上销售与线下服务的 O2O 运营模式及 ERP 大数据处理中心和再制造企业的紧密联合，在大数据关键技术与智能云分析技术等支持下，为再制造行业、再制造企业、保险行业、政府机构等提供再制造产品认证、产品销售、用户洞察服务、再制造产品溯源和个性化推荐服务。目标主要集中在再制造产品销售、建立旧件回收体系、与保险业对接、提供行业分析。

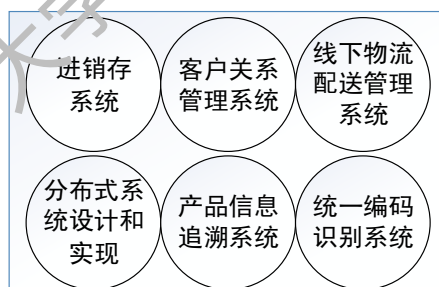


图 6-2 路迈网系统组成图

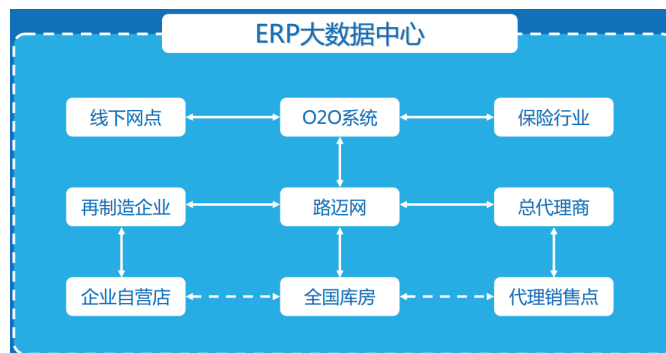


图 6-3 路迈网 ERP 大数据中心

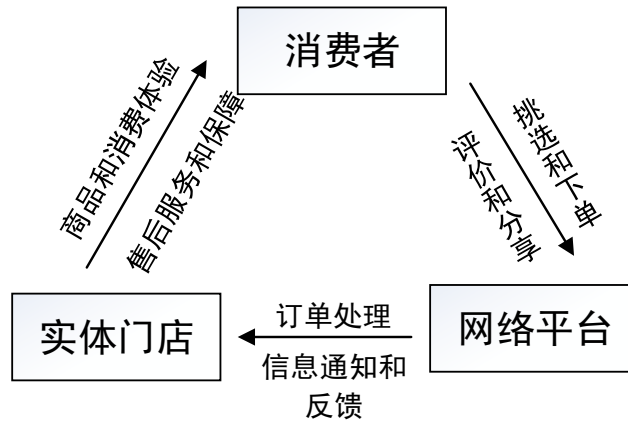


图 6-4 路迈网 O2O 模式图

2. 路迈网 O2O 平台构成

网上商城：为用户展示商品服务、提供注册、订单、购买、支付的网上商城。

支付应用的后台系统：支撑网上商城线下网点的商户管理、商品管理、交易管理、结算系统、支付网关等。

线下实体：路迈网在建设线上交易线下服务的 O2O 模式的同时，大力开展实体销售网点以及合作网点的建设，首先在全国各大汽配城建立销售及售后网点，所有网点及店铺军偶统一的风格设计，体现整体品牌形象。实现统一采购、统一铺货，并且制定统一的定价机制，避免行业内恶性竞争，维护行业健康发展。

(三) 天元智造

1. 公司介绍

陕西天元智能再制造股份有限公司（天元智造）是由陕西省高端装备投资基金和陕西省增材制造投资基金共同发起，联合深圳大米创投投资基金、以陕西省表面工程与再制造重点实验室为技术依托，共同组建的股份制高新技术企业。以智能再制造、先进表面工程及新材料技术的研发及应用为核心，利用远程监测和诊断技术及逆向设计技术，通过领先的互联网服务平台，以快速响应的本地化服务为工业企业提供零部件再制造、整机再制造、高成本进口配件替代方案及智能化生产设备运行保障服务。

2. 再制造项目

天元智造在煤炭、石油、轨道交通、军工领域都已经进行了再制造生产。

(1) 煤炭再制造项目

天元智分别与陕煤集团神南产业发展有限公司、中煤平朔集团、山西平阳重工机械有限责任公司，成立神南再制造中心、中煤平朔再制造中心、平阳重工再制造中心，并与神华集团达成了长期合作战略协议。公司技术与服务成功渗入煤炭产业链。现已有 3 大类产品顺利进入国家工业和信息化部《再制造产品名录》。下阶段，天元智造将打造煤炭智能再制造示范中心，联动煤炭各企业，聚焦技术、设备、服务，建成煤炭再制造业产业生态圈。

(2) 石油再制造项目

天元智造与中石油长庆油田分公司合作，成立中国石油（长庆油田）智能再制造中心，形成抽油机、注水泵、高压阀门、天然气压缩机、井下工具 5 大再制造生产线。现已有 5 大类产品顺利进入国家工业和信息化部《再制造品名录》。长庆再制造中心 2017 年产值为 2000 余万，2018 年长庆油田下发任务，产值达到 1 亿元。下阶段，天元智造将打造石油智能再制造示范中心，联动石油各企业，聚焦技术、设备、服务，建成石油再制造业产业生态圈。

(3) 轨道交通再制造项目

公司与中车青岛四方机车车辆股份有限公司合作，承担了：动车组联轴节端盖再制造、动车组轴箱体再制造、时速 350Km 动车组车轴再制造三项科研课题。公司与中国铁建重工集团有限公司成立合资公司，利用合金原子渗技术解决铁路紧固件防腐问题，代替了传统电镀工艺；解决了高强度弹簧类及高强度螺栓类表面处理后疲劳性能降低的难题。下阶段，天元智造将与中国铁路总公司西安铁路公司动车段合作成立轨道交通智能再制造中心，解决轨道通用部件及建造过程中损耗品的再制造及维保问题。

(4) 军工再制造项目

天元智造与中电科技集团第二十研究所、中国兵器北方光电集团第 205 研究所及中船重工西安东仪科工集团等 20 家军工单位建立合作关系。采用微弧氧化、合金原子渗技术解决海洋环境下服役装备防腐难题，采用 PVD 镀铝解决航空航天用紧固件防腐、耐磨问题。

(5) 增材设备与技术供应项目

项目的主要方向是装备研制（包括打印软件）及材料、工艺设计，主要应用领域包括：高校教学研究；研发机构非标零件及试验性小批量金属零件的生产制造；阀类、叶轮类、模具类等复杂结构零部件生产企业的批量生产制造。

增减材一体化五轴 3D 打印设备制造。设备已在西安文理学院使用，具有以下优势：增材效率更高（不锈钢高达 1Kg/h）；拥有五轴减材加工的高精；可制造复杂或表面精度要求高的产品；成型尺寸大，可达 600mm*400mm*400mm。

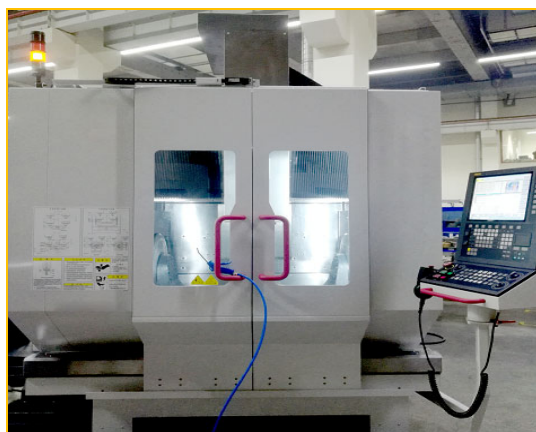


图 6-5 增减材一体化五轴 3D 打印设备图

教学用 3D 打印设备制造，设备已在西安交通大学使用。主要有以下优势：打印效率高，结构紧凑，经济性高；功能多元化，既可 3D 打印又可进行激光熔覆及激光淬火。



图 5-6 教学用 3D 打印设备

(6) 高效环保防腐项目

本项目主要利用合金原子渗技术替代传统的热浸镀、电镀、电刷镀等表面防腐工艺，应用领域广泛。主要应用领域：铁路、高铁、地铁、轻轨等轨道交通行业的道钉、弹条、轨道、预埋件等；舰船、岛礁设施、沿海设施的紧固件、钢铁件的防腐；航空航天领域零件的表面处理。其应用优势：优异的防腐性能；环境友好性；复杂零部件涂层均匀；不影响基材性能；低成本。

(7) 航空紧固件防腐项目

本项目主要利用物理气相沉积（PVD）镀铝技术，对紧固件进行表面强化，增强使用性能，提升使用寿命。具有无氢脆、中温防护、对基体无影响、环保等特点。主要应用于航太航空以及海洋环境中，例如宇宙飞船的各种异性部件，代替氢脆敏感的电镀 Cr 层和在太空中易挥发的涂层；航空紧固件（螺栓、螺柱）表面替代电镀镉的绿色防腐涂层；海洋环境中的紧固件表面防护。

(四) LKQ-全球汽车拆解之王

LKQ 于 1998 年由美国几家汽车零部件回收企业合并成立。公司通过一系列兼并收购和业务调整，由初期纯报废车辆回收拆解企业成长为全球领先的汽车零部件及配件分销商。业务范围涵盖报废汽车回收拆解、零部件再造、替代件分销、废旧金属回收以及自助业务等。2017 年公司营收 97.37 亿美元，净利润 5.34 亿美元，成为当之无愧的全球汽车拆解第一股。

1. 配件分类

按受损后的处理方式区分，汽车配件分为碰撞件和机修件。汽车出事故后受损及碰撞时需要更换的汽车配件统称为碰撞件，包括保险杠、挡泥板、车箱盖等。机修保养类部件统称为机修件，包括发动机、变速器、制动器等。而按零部件的来源区分，汽车配件可分为原厂、售后件、回收、翻新和再制造。美国市场上有五类零部件，可分为原厂（OEM）件与替代件，替代件又能细分为售后件（在汽车后市场流通）、回收、翻新、再制造件四类。其中售后件属于全新的非 OEM 零部件，回收、翻新、再制造件属于旧的 OEM 零部件。

表 6-1 美国市场零部件分类图

类别	细分	定义
OEM 零部件		由汽车制造商或 OEM 原始供应商生产的原厂新零件，由汽车制造商通过其特许经营商网络销售
替代零部件	售后件（汽车后市场）	非汽车制造商或 OEM 原始供应商生产的通用新零件
	回收零部件	从报废汽车中获取的原厂零件
	翻新零部件	从报废汽车中获取的需要较小程度修复的原厂零件
	再制造零部件	从报废汽车中获取的需要较大程度修复的原厂零件

2. 回收拆解业务

回收拆解业务具体运营模式：回收报废汽车，拆解并加工出回收、翻新、再制造替代零部件；在剥离了最有价值的部件后，剩下的车辆运输到“PickYourPart”废旧车场，提供给 DIY 客户；剩下部分被压碎并作为废金属出售。各业务之间环环相扣，不仅实现了报废汽车价值最大化，还使得零部件得到最大程度上的循环利用，解决了一部分固废处置和成本问题，体现了公司可持续发展理念。

同时，公司对于每台汽车都会进行深入仔细的检查，以确保每个零部件均达到公司的质量标准，每个消费者都能够得到合格的产品。

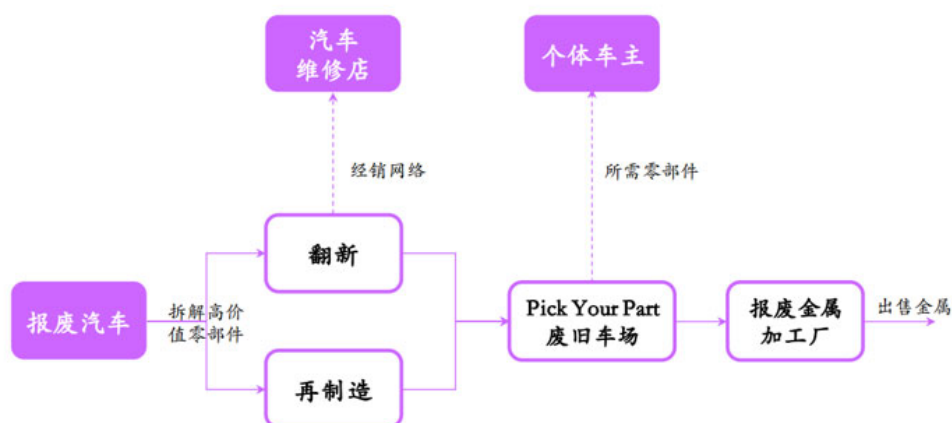


图 6-7 纵向挖掘报废汽车最大经济价值图

汽车主要拆解模式是：收车-拆解-再制造-破碎-金属回收。其中拆解流程，细化到发动机、蓄电池、可用零部件、金属框架及车体以及油料的区分和分别拆解处理。

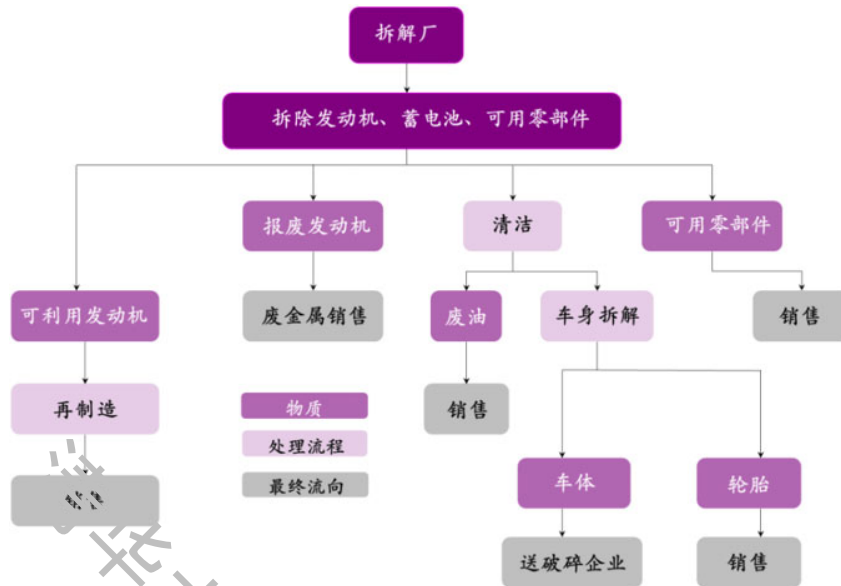


图 6-8 汽车拆解厂拆解流程图

3. 互联网布局

业务的复杂化对企业自身管理、业务间衔接提出了更高的要求，因此公司不仅在传统的实体店上做到专精，还积极扩展自身互联网布局，力求实现线上线下一体化，用互联网最快提供查询、最优调配资源。

公司目前基本实现了线上收车平台、线上产品数据库系统以及线上产品销售平台一体化的互联网模式，从前端回收到核心环节拆解，再到数据库录入，最后到后端零配件分销，每一环节都有互联网参与其中，业态“触电”比较成熟。大大扩展公司自身渠道，上游收车、下游销售效率大增；公司的互联网嵌入便于公司对自身业务，包括拆解产生的大量在循环零部件进行高效管理；为用户提供更好的服务，能通过最快的途径获取想要的信息，大大节约人力成本；方便公司对客户大数据的手机，为今后扩展业务指明方向。

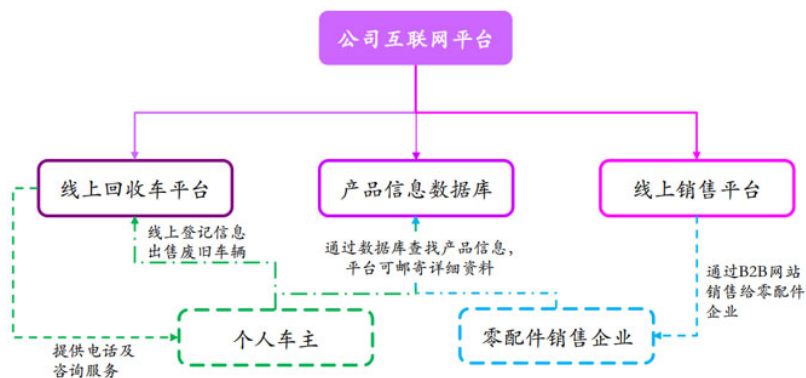


图 6-9 互联网布局图

参考资料

- [1] 电子工业出版社,《中国制造 2025》系列丛书:绿色制造(2016)。
- [2] 发改委等,《关于推进再制造产业发展的意见》(2010)。
- [3] 梁秀兵,智能再制造工程体系(2016)。
- [4] 徐滨士,国内外再制造的新发展及未来趋势(2009)。
- [5] 张伟,刘仲谦,张纾,徐滨士,绿色制造与再制造技术研究与发展[J].中国表面工程,2006,19(5):76-81.
- [6] 工信部,《高端智能再制造行动计划(2018-2020年)》(2017)。
- [7] 国务院,《中国制造 2025》(2015)。
- [8] 电子工业出版社,《中国制造 2025》系列丛书:智能制造(2016)。
- [9] 周自强,智能再制造技术体系研究(2016)。
- [10] 工业互联网产业联盟,工业互联网平台白皮书(2017)。
- [11] 工业互联网产业联盟,垂直行业工业互联网实施架构白皮书(2018)。
- [12] 工信部,工业大数据白皮书(2017)。
- [13] 东兴证券,互联网“再造”汽车拆解产业链,缔造万亿“零部件再制造”市场(2014)。
- [14] 中国产业信息网,2018年中国报废汽车回收行业及再制造产业发展趋势分析(网络)。
- [15] 中国市场情报中心,工业再制造产业发展与供应链优化(网络)。
- [16] 中国市场情报中心,大力发展再制造产业:构建高端循环再生产方式(网络)。
- [17] 华泰证券,智能物流行业深度报告(2016)。
- [18] 梁秀兵,刘渤海,史佩京,李恩重,张志彬,徐滨士.智能再制造工程体系[J].科技导报,2016,34(24):74-79.
- [19] 王建民,工业大数据技术与应用白皮书(2017)。
- [20] 富士康招股说明书。
- [21] 民生证券-民生证券新制造孕育新动能系列 02:再谈工业互联网的投资逻辑,产业链与案例。
- [22] 太平洋证券-太平洋证券计算机行业工业互联网专题之一:站上风口,平台、软件迎来爆发。
- [23] 新时代证券-新时代证券工业互联网与智能制造 IT 系列报告之五:从工业互联网系列政策中我们读到什么
- [24] 太平洋证券-机械:工业互联网助力智能制造,实现产业升级
- [25] 2015 中国循环经济发展论坛,再制造分论坛。
- [26] 光大证券-光大证券国际环保巨头系列报告之三:LKQ,渠道再制造成就全球汽车拆解之王。

[27] 中国盾构产业网. <http://zgdgcy.com/index/show/catid/14/id/607.html>.

注：白皮书中参考资料和作者如没有出现在上述列表中，请作者及时联系本单位，我们将及时补充完善，联系邮箱：bide6@sem.tsinghua.edu.cn。

附录

附表 1：再制造工程关键技术及特点

序号	技术名称		技术特点
1	废旧零件的拆解及分类	废旧零件的高效无损拆解	用于报废车辆、数控机床的拆解工作
		拆解零部件的快速分类	对不同用途及采用不同再制造加工技术的废旧零部件进行快速分类
2	废旧零件的清洗	环保高效物理清洗	对拆解前后的废旧零件进行无害化、无污染清洗
		高温、超声清洗	清洗拆解后的零部件表面及内部油污、锈迹、氧化物等
3	再制造毛坯的无损检测	再制造毛坯检测	利用金属磁记忆、涡流和超声等无损检测技术检测再制造毛坯
		再制造毛坯的剩余寿命评估	评估废旧零部件的剩余寿命与再制造零件的使用寿命
4	零部件成形	纳米电刷镀	修复缺陷，提升性能
		高速电弧喷涂	修复缺陷，提升性能
		微弧等离子熔覆	修复缺陷，提升性能
		激光再制造	修复缺陷，提升性能
5	再制造智能化	机电设备的智能升级	通过数控系统、伺服电机的更换和升级，提升机电产品的整机性能和效率
		数控机床运行状态数据获取、监控和提升	通过对数控机床运行状态参数的获取、分析和优化，提高设备机床生产效率和加工质量
		数控机床健康检查和保障	通过对数控机床运行大数据的获取、分析，预测和检查数控机床的健康程度
6	再制造涂层质量检测	再制造涂层的表面检测	考察再制造产品涂层的厚度及表面形貌，确保其致密无气孔和砂眼，无裂纹、起皮和剥落
		再制造涂层的性能检测	考察涂层与基体的结合强度，耐磨损、耐高温、防腐蚀、抗疲劳等性能
7	重新装配	产品的快速无损重新装配	再制造零部件及部分新件重新装配成再制造产品
8	再制造产品质量检验	再制造产品的整体性能测试	再制造产品（整机）的精度检测、功能检测、寿命预测

附表 2：工业互联网相关政策和数据

2015 年 5 月	国务院	《中国制造 2025》	提出强化工业基础能力；鼓励推动核心信息电信设备体系化发展与规模化应用
2016 年 3 月	全国人大通过	《中华人民共和国经济和社会发展第十三个五年规划纲要》	提出促进制造业朝高端、智能、绿色、服务方向发展，培育制造业竞争新优势
2016 年 5 月	国务院	《关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》	提出以建设制造业与互联网融合“双创”为抓手，围绕制造业与互联网融合关键环节，积极培育新模式新业态，充分释放“互联网+”的力量，加快推动“中国制造”提质增效升级，实现从工业大国向工业强国迈进。
2016 年 10 月	工信部	《信息化和工业化融合发展规划（2016-2020 年）》	提出以激发制造业创新活力、发展潜力和转型动力为主线，大力促进信息化和工业化深度融合发展，不断提升中国制造全球竞争优势
2016 年 12 月	工信部、财政部	《智能制造发展规划（2016-2020 年）》	提出统筹整合优势资源，针对制造业薄弱与关键环节，系统部署工业互联网建设，推进智能制造发展。在工业互联网等重点领域，以系统解决方案供应商、装备制造与用户联合模式，集成开发一批重大成套设备，推进工程应用和产业化等。
2017 年 1 月	国家发改委	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》（2016）版	明确将新一代移动通信设备、云计算设备、新一代移动终端设备等列入战略性新兴产业重点产品目录
2017 年 1 月	工信部	《信息产业发展指南》	提出工业互联网是发展智能制造的关键基础设施，主要任务包括充分利用已有创新资源，在工业互联网领域布局建设若干创新中心，开展关键共性技术研发和产业示范。
2017 年 4 月	科技部	《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》	造关键基础技术，在增材制造、激光制造、智能机器人、智能成套装备、新型电子制造装备等领域掌握一批具有自强化制造核心基础件和智能制
2017 年 6 月	国家发改委、商务部	《外商投资产业指导目录（2017 年修订）》	将“第四代及后续移动通信系统手机、基站、核心网设备以及网络检测设备开发与制造等列入鼓励外商投资产业目录”

2017年11月	国务院	《推进互联网协议第六版（IPV6）规模部署行动计划》	把握全球网络信息技术代际跃迁和网络基础设施演进升级的机遇，推进 IPV6 规模部署，加快网络设施和应用设施升级，构建自主技
2017年11月	国务院	《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网指导意见》	提出加快建设和发展工业互联网，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，发展先进制造业，支持传统产业优化升级。确立了三阶段目标。到 2025 年，我国基本形成具备国际竞争力的基础设施和产业体系；到 2035 年，建成国际领先的工业互联网网络基础设施和平台，形成国际先进的技术与产业体系，重点领域实现国际领先；到本世纪中叶，工业互联网网络基础设施全面支撑经济社会发展，工业互联网创新发展能力、技术产业体系以及融合应用等全面达到国际先进水平。
2017年12月	工信部	工业《控制系统信息安全行动计划（2018-2020年）》	提出加强防护技术研究，探索工业云、工业大数据等新兴应用的安全架构设计，开展工业互联网安全防护技术研究和创新加快工业
2017年11月	国家发改委	《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018-2020年）》	提出推动工业企业核心业务向云平台迁移，实现生产制造全过程、全产业链、产品全生命周期的优化管理。开展数字化系统（软件）、智能化关键装备、工业云计算、工业大数据、工业互联网、信息物理系统等协同攻关，推动全流程和全产业链的综合集成应用示范
2018年2月	工信部	《工业互联网三年行动计划》	拓宽工业互联网企业的融资和上市渠道，为企业提供必要的主持。工信部将统筹推进工业互联网发展的“323”行动，即着力打造网络、平台、安全三大体系，加快大型企业集成创新和中小企业的应用普及，不断健全产业、生态、国际化三大支撑
2018年2月	工信部	《关于设立工业互联网专项工作组的通知》	国家制造强国建设领导小组下设立工业互联网专项工作组，工信部部长苗圩任组长。工作组主要统筹协调我国工业互联网发展的全局性工作，审议推动工
2018年3月	国务院	2018年政府工作报告	深入开展“互联网+”行动，实行包容审慎监管，推动大数据、云计算、物联网广泛应用，推进智能制造，发展工业互联网平台、创建“中国制造 2025”示范区

2018年5月	工信部	工业互联网APP培育工程方案（2018-2020）	到2020年，培育30万个面向特定行业或场景的工业APP，突破一批共性关键技术，构建工业APP标准体系，形成一批具有国际竞争力的工业APP企业，创新应用企业关键业务环节工业技术软件化率达到50%，工业APP市场化流通、可持续发展能力初步形成
---------	-----	---------------------------	--

附表3：再制造产业相关政策汇总

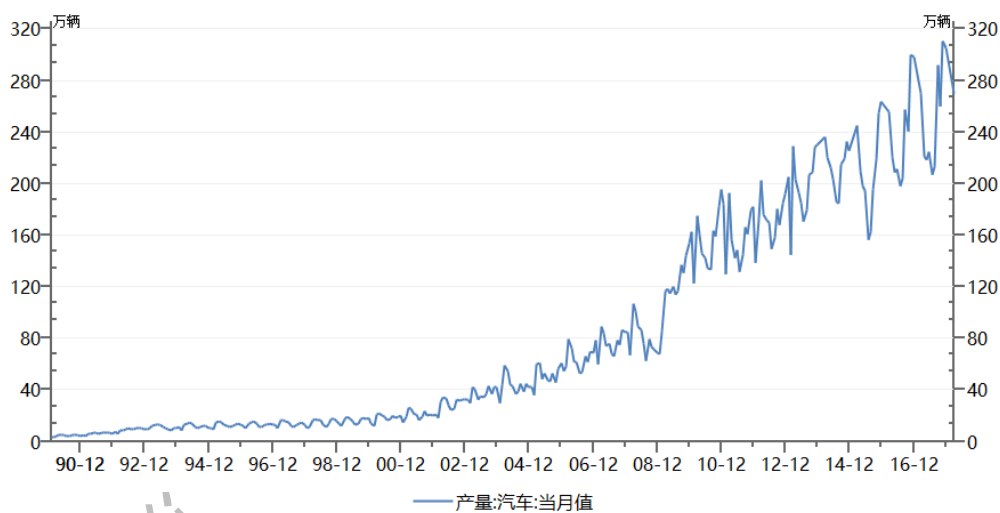
时间	政策名称	颁发部门	相关内容
2005.7	《国务院关于加强发展循环经济的若干意见》	国务院	支持废旧机电产品再制造。
2007.1	《关于组织申报汽车零部件再制造试点企业的通知》	发改委	在全国选择部分有代表性、具备再制造基础的汽车整车生产企业，或其自行设立的汽车零部件再制造企业，对通过售后服务网络回收回来的旧汽车零部件进行再制造。开展再制造试点的汽车零部件产品范围暂定为：发动机、变速器、发电机、启动电机、转向器。
2007.3	《关于组织开展汽车零部件再制造试点工作的通知》	发改委	确定14家汽车整车和零部件再制造试点企业，同时颁布《汽车零部件再制造试点管理办法》。
2007.8	《中华人民共和国循环经济促进法》	/	国家支持企业开展机动车零部件、工程机械、机床等产品的再制造和轮胎翻新；销售的再制造产品和翻新产品的质量必须符合国家规定的标准，并在显著位置标识为再制造产品或者翻新产品。
2010.2	《关于启动并加强汽车零部件再制造产品标志管理与保护的通知》	发改委、国家工商总局	正式启用汽车零部件再制造产品标志。
2010.5	《关于推进再制造产业发展的意见》	发改委等十一大部委	要求以推进汽车发动机、变速箱、发电机等零部件再制造为重点，将试点范围扩大到传动轴、压缩机、机油泵、水泵等部件；组织开展工程机械、工业机电设备、机床、矿采机械、铁路机车装备、船舶及办公信息设备等的再制造，提高再制造水平，加快推广应用。

2010.6	《再制造产品认定治理暂行方法》	工信部	明确再制造定义及一套严格的再制造产品认定制度。
2010.9	《再制造产品认定实施指南》	工信部	明确再制造产品认定管理工作中各相关单位的职责，明晰各认定环节的具体要求。
2011.3	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》	/	加快完善再制造旧件回收体系，推进再制造产业发展；开发应用源头减量、循环利用、再制造、零排放和产业链技术，推广循环经济典型模式。
2011.9	《关于深化再制造试点工作的通知》	国家发展改革委	确保汽车零部件再制造试点取得实效；适当扩大再制造试点范围；加大支持力度；切实加强监督管理。
2012年6月1日	《“十二五”节能环保产业发展规划》	国务院	重点推进汽车零部件、工程机械、机床等机电产品再制造，研发旧件无损检测与寿命评估技术、高效环保清洗设备，推广纳米颗粒复合电刷镀、高速电弧喷涂、等离子熔覆等关键技术和装备。
2012年7月1日	《循环经济发展专项资金管理暂行办法》	国务院	重点支持可再制造技术进步、旧件回收体系建设、再制造产品推广及产业化发展等。
2012年12月1日	《“十二五”循环经济发展规划》	国务院	构建循环型工业体系。在工业领域全面推行循环型生产方式，促进清洁生产、源头减量，实现能源梯级利用、水资源循环利用、废物交换利用、土地节约集约利用。
2013年1月1日	《循环经济发展战略及近期行动计划》	国务院	重点推进汽车零部件、机床、工程机械、矿山机械、农用机械、冶金轧辊、复印机、计算机服务器以及墨盒、硒鼓等的再制造，探索航空发动机、汽轮机再制造，继续推进废旧轮胎翻新。
2013年11月1日	《内燃机再制造推进计划》	工信部	到“十二五”末，内燃机行业形成35万台各类内燃机整机再制造生产能力，3万台以上规模的整机再制造企业6-8家，3万台以下规模的整机再制造企业6家以上。再制造产业规模达到300亿元，配套服务产业规模达到100亿元。
2015年5月8日	《中国制造2025》	国务院	大力发展再制造产业，实施高端再制造，智能再制造，促进再制造产业可持续发展。
2016年7月11日	工业绿色发展规划（2016-2020年）	工信部	加快构建绿色制造体系，大力发展绿色制造产业，推动绿色产品、绿色工厂、绿色园区和绿色供应链全面发展。

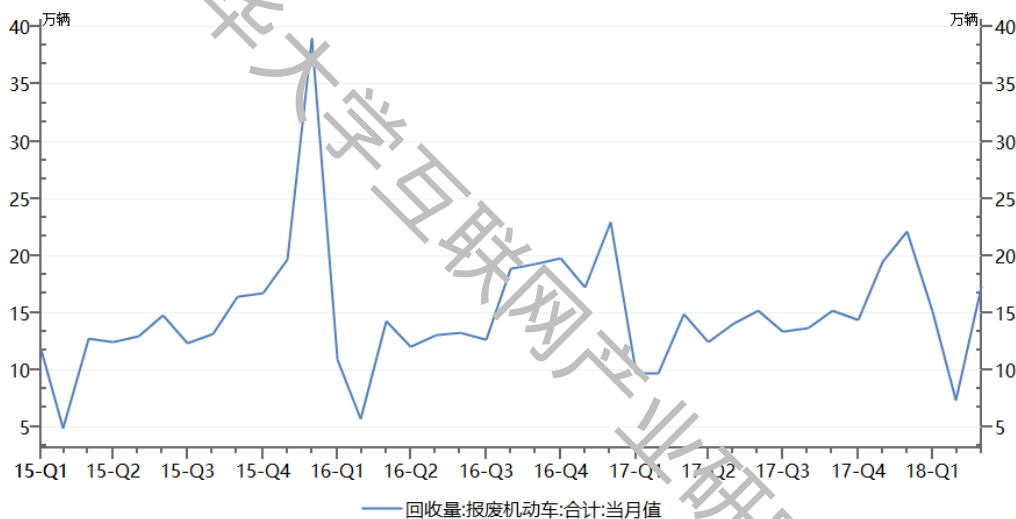
2016年8月19日	《绿色制造工程实施指南（2016-2020年）》	工信部、发改委、科技部、财政部	推动绿色产品、绿色工厂、绿色园区和绿色供应链全面发展，增强国际竞争新优势，实现制造业高效清洁低碳循环和可持续发展。
2017年11月9日	《高端智能再制造行动计划（2018-2020年）》	工信部	加快发展高端智能再制造产业，进一步提升机电产品再制造技术管理水平和产业发展质量，推动形成绿色发展方式，实现绿色增长。

清华大学互联网产业研究院

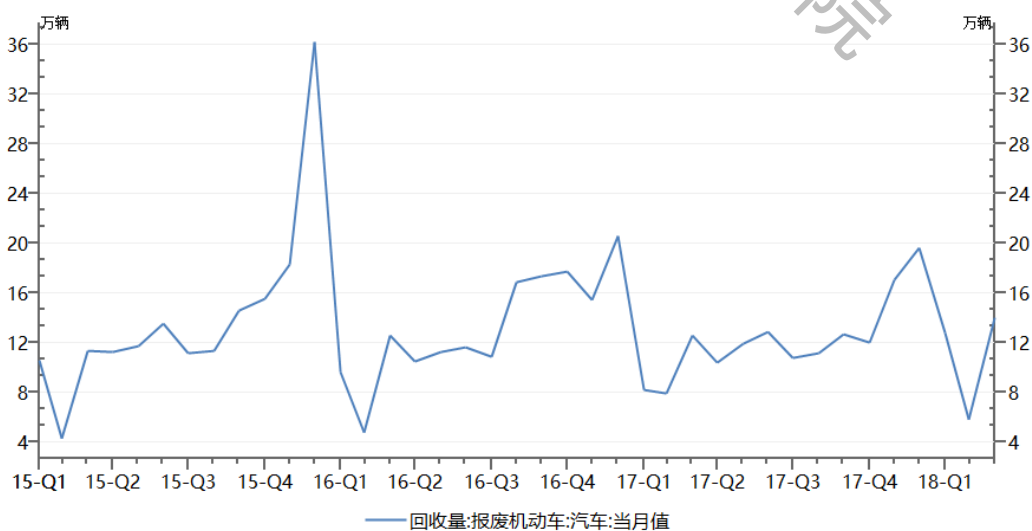
附表 4：我国部分工业品数据（来源：国家统计局、商务部、wind 数据库）



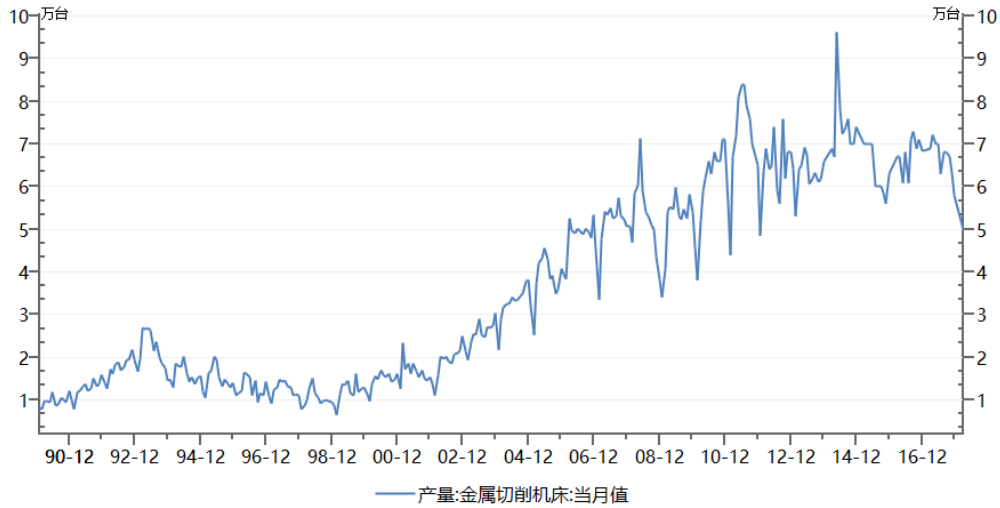
附图 2-1 汽车年产量



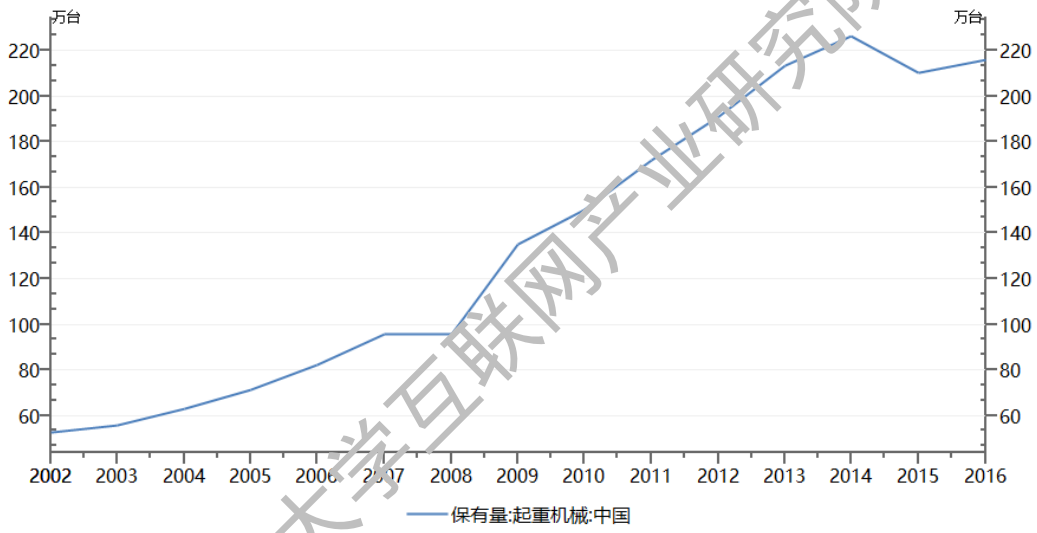
附图 2-2 报废机动车量



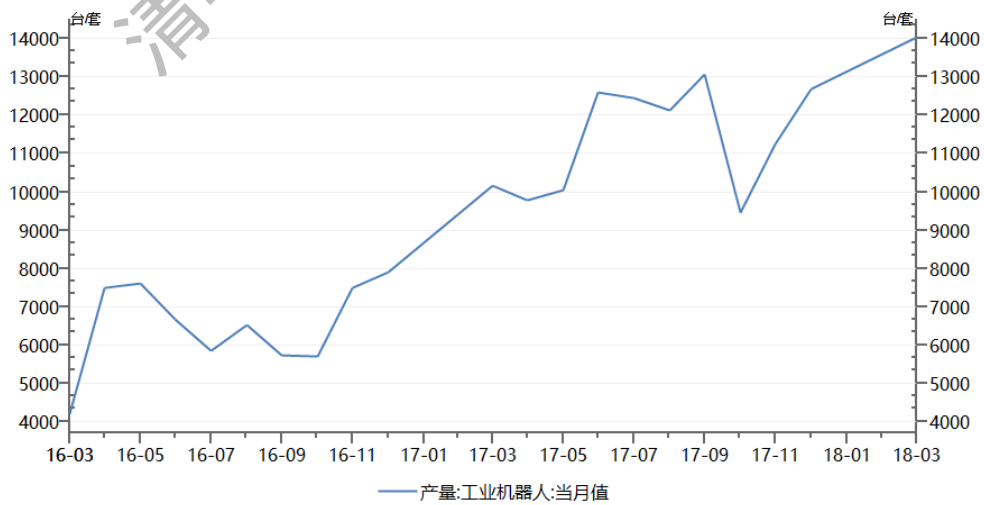
附图 2-3 报废汽车量



附图 2-4 金属切削机床年产量



附图 2-5 起重机保有量



附图 2-6 工业机器人产量

附表 5：国家再制造示范基地与产业集聚区

2005 年，国务院颁发的 21 号、22 号文件均明确指出国家“支持废旧机电产品再制造”，并“组织相关绿色再制造技术及其创新能力的研发”。同年 11 月，国家发改委等 6 部委联合颁布了“关于组织开展循环经济试点（第一批）工作的通知”，其中再制造被列为四个重点领域之一。作为“循环经济”的重要内容，再制造产业是中国鼓励发展的战略性新兴产业。

2009 年，国家工信部印发《机电产品再制造试点单位名单（第一批）》，确定了湖南浏阳制造产业基地、重庆市九龙工业园区（重庆方已主动放弃）2 个再制造产业集聚区。2012 年底，国家工信部以工信部节函（2012）616 号文批复上海临港产业区建设国家机电产品再制造产业示范园。2016 年，国家工信部印发《机电产品再制造试点单位名单（第二批）》，确定了彭州航空动力产业功能区、马鞍山市雨山经济开发区、合肥再制造产业集聚区 3 个再制造产业集聚区。

2011 年，国家发改委同意张家港开展建设国家再制造产业示范基地前期工作，拉开了再制造产业示范基地建设工作的序幕。2013 年，张家港国家再制造产业示范基地和长沙（浏阳、宁乡）国家再制造产业示范基地获国家发改委批复成为国内首批国家再制造产业示范基地。2015 年，上海临港再制造产业示范基地评审通过。2017 年，河间国家再制造产业示范基地项目建设正式启动。

近年来，在国家政策支撑及有效规范下，我国再制造产业获得了持续稳定的发展。目前，现有国家工信部确定的 5 家“国家机电产品再制造产业示范园（或集聚区）”，国家发改委批复的 4 家“国家再制造产业示范基地”，其中上海临港再制造示范基地与湖南浏阳制造产业基地为 2 个部门共同批复。

名称	定位方向	发展情况
长沙（浏阳、宁乡）国家再制造产业示范基地	2009 年，国家工信部将湖南浏阳制造产业基地确定为机电产品再制造产业集聚区。2013 年，成功获国家发改委批复。	东翼为浏阳再制造产业专区，规划控制面积 4.5 平方公里，着力发展工程机械零部件和汽车零部件再制造产业；西翼为宁乡再制造产业专区，规划控制面积 6.2 平方公里，着力发展机床零部件和医药设备零部件再制造。同时，东西两翼还将共享拆解清洗中心、监测与鉴定中心、表面处理中心、产业发展中心、产业孵化中心等公共服务平台以浏阳、宁乡为代表的长沙再制造产业基地培育了 29 家主要再制造企业，2015 年再制造产值达 40 亿元
上海临港再制造产业示范基地	2012 年，工信部批复上海临港产业区建设国家机电产品再制造产业示范园。2015 年，通过国家发改委的评审。	临港产业区规划面积 241 平方公里，形成了新能源装备、汽车整车及零部件、船舶关键件、海洋工程、工程机械、航空发动机等重大装备研制基地，2012 年总产值超过 500 亿元。园区正在建设再制造产品与旧件检测认证平台、技术研发中心、人才实训基地、集中清洗与固危废处理中心、信息数据中心、展示中心、营销服务中心、创业创新孵化中心等公共服务平台。

张家港国家再制造产业示范基地	2013年，张家港国家再制造产业示范基地受国家发改委批准建。	基地以汽车零部件再制造为核心，已培育了富瑞特装、西马克、那智不二越等一批全球再制造领军型标杆企业，初步形成以汽车发动机再制造为主，冶金设备、精密切削工具再制造为辅的产品体系。2016年，国家再制造汽车零部件产品质量监督检验中心正式揭牌。
彭州航空动力产业功能区	2016年，工信部确定彭州航空动力产业功能区为机电产品再制造产业集聚区。	现有汽车配件再制造企业150余家，产品有10余个种类、上千种规格，其中起电机、发电机年产量突破400万台，占全国市场份额80%以上，30%的产品出口到欧美、日本、中东等国家，已成为世界较大的汽车发电机、启动机再制造基地。广州欧瑞德汽车发动机再制造项目、河北物流集团、上海利曼汽车零部件有限公司、手拉手汽配城再制造旧件交易平台等6个再制造项目正式入驻。
马鞍山市雨山经济开发区	2016年2月，工信部确定马鞍山市雨山经济开发区为机电产品再制造产业集聚区。	园区内已有国家级高新技术企业18家，国家级重点实验室、院士工作站、博士后工作站等各类研发机构26家，规模以上工业企业80家，国家高新技术企业22家。已逐渐发展成电子信息、智能装备制造、节能环保3大主导产业集群，已形成国家级再生资源集散市场。
合肥再制造产业集聚区	2016年，工信部确定合肥再制造产业集聚区为机电产品再制造产业集聚区。	集聚区涵盖合肥及周边马鞍山、蚌埠、滁州等市周边从事再制造行业的企业，涉及工程机械、发动机、机床、冶金行业再制造等多个门类，2016年，全国首台使用国产主轴承的再制造盾构机在合肥顺利下线，结束了我国在盾构再制造领域主轴承制造空白的历史。
河间市京津冀国家再制造产业示范基地	2017年，河间国家再制造产业示范基地项目建设正式启动，主要打造集逆向物流、拆解清洗、分类处理、再制造、检测、产品销售、创新研发、电子商务、售后服务。	再制造产业主要集中在汽车配件和石油钻采行业。现有汽车配件再制造企业150余家，产品有10余个种类、上千种规格，其中起电机、发电机年产量突破400万台，占全国市场份额80%以上，30%的产品出口到欧美、日本、中东等国家，已成为世界较大的汽车发电机、启动机再制造基地。PDC钻头、金刚石钻头等再制造产品，占国内市场份额近10%，年产值达6亿元，并远销中东、非洲、东欧等多个地区。

附表 6：工业和信息化部：《机电产品再制造试点单位名单（第二批）》

工信部节（2016）53 号

机电产品再制造试点单位名单（第二批）

领域	试点单位	地区/央企
工程机械 (14 家)	山东临工工程机械有限公司	山东
	安徽博一流体传动股份有限公司	安徽
	芜湖鼎恒材料技术有限公司	安徽
	山河智能装备股份有限公司	湖南
	北京南车时代机车车辆机械有限公司	央企
	宁波广天塞克思液压有限公司	宁波
	中铁工程装备集团有限公司	央企
	中铁隧道集团有限公司	央企
	蚌埠市行星工程机械有限公司	安徽
	安徽省泰源工程机械有限责任公司	安徽
	中国铁建重工集团有限公司	湖南
	利星行机械（扬州）有限公司	江苏
	南京钢加工程机械科技发展有限公司	江苏
	青岛迈劲工程机械制造有限公司	青岛
专用设备 (8 家)	宝钢轧辊科技有限责任公司	江苏
	上海君山表面技术工程股份有限公司	上海
	上海万度力机械工程有限公司	上海
	中冶宝钢技术服务有限公司	央企
	中冶京诚（湘潭）矿山装备有限公司	央企
	安徽威龙再制造科技股份有限公司	安徽
	内蒙古中天宏远再制造股份公司	内蒙古
四川皇龙智能破碎技术股份有限公司	四川	
机 床 (1 家)	沈阳机床股份有限公司	辽宁
电气机械和器材 (7 家)	江苏环球特种电机有限公司	江苏
	文登奥文电机有限公司	山东
	南车株洲电力机车研究所有限公司	央企
	平煤神马机械装备集团有限公司	河南
	山东开元电机有限公司	山东
	河北新四达电机制造有限公司	河北
	广西绿地球电机有限公司	广西

运输设备 (8家)	南京蒲镇海泰制动设备有限公司 南车南京浦镇车辆有限公司 南车戚墅堰机车有限公司 南车洛阳机车有限公司 湖北吉隆表面工程有限公司 温州市东启汽车零部件制造有限公司 成都航利(集团)实业有限公司 沈阳金研激光再制造技术开发有限公司	央企 央企 央企 央企 湖北 浙江 四川 辽宁
内燃机及配件 (11家)	厦门厦工机械股份有限公司 河北长立汽车配件有限公司 江苏毅合捷汽车科技股份有限公司 广州市欧瑞德汽车发动机科技有限公司 成都正恒动力配件有限公司 盘锦市重汽实业有限公司 辽宁五星曲轴再制造有限公司 胜利油田胜利动力机械集团有限公司 北京柴发动力技术有限公司 湖南法泽尔动力再制造有限公司 武汉材料保护研究所	厦门 河北 江苏 广东 四川 辽宁 辽宁 山东 北京 湖南 湖北
电子信息产品 (4家)	南京田中机电再制造有限公司 上海力克数码科技有限公司 珠海联合天润打印耗材有限公司 中国电子科技集团公司第十二研究所	江苏 上海 广东 央企
再制造产业 集聚区 (3家)	彭州航空动力产业功能区 马鞍山市雨山经济开发区 合肥再制造产业集聚区	四川 安徽 安徽

附表 7：工业和信息化部：通过验收的机电产品再制造试点单位名单（第一批）的通告

工信部节〔2016〕30 号

通过验收的机电产品再制造试点单位名单（第一批）

行业分类	单位名称	备注
一、工程机械	徐工集团工程机械有限公司	
	武汉千里马工程机械再制造有限公司	
	广西柳工机械股份有限公司 (原广西柳工机械有限公司)	
	天津工程机械研究院	
	中联重科股份有限公司 (原长沙中联重工科技发展股份有限公司)	示范单位
	三一集团有限公司	
二、工业机电设备	哈尔滨汽轮机厂有限责任公司	
	湘电集团有限公司	示范单位
	安徽皖南电机股份有限公司	示范单位
	沈阳大陆激光技术有限公司	示范单位
三、机床	武汉武重装备再制造工程有限公司 (原武汉重型机床集团有限公司)	
	华中自控技术发展有限公司	示范单位
四、矿采机械	山东能源重型装备制造集团有限责任公司 (原山东泰山建能机械集团公司)	示范单位
	宁夏天地奔牛实业集团有限公司	
	胜利油田胜机石油装备有限公司	示范单位
	松原大多油田配套产业有限公司	
五、铁路机车装备	中国北车集团大连机车车辆有限公司	
六、办公信息设备	珠海天威飞马打印耗材有限公司	示范单位
	富美科技集团有限公司 (原山东富美科技有限公司)	
	富士施乐爱科制造(苏州)有限公司	示范单位