

先进制造技术在煤机行业的信息化应用

韩斌慧

(中国煤炭科工集团太原研究院有限公司,山西太原030006;太原科技大学机械工程学院,山西太原030024)

摘要:制造业由手工制作、机械化生产、数控加工,发展到现在的先进制造技术,实现了从单纯的产品加工到兼顾低碳环保、绿色制造、可持续发展等多元制造方式的转变.在此过程中,信息化的渗透对制造技术的发展起到了决定性作用.本文以先进制造技术在产品设计、热处理过程控制、微弧等离子焊接再制造、CAE仿真分析等方面的成功应用为例,结合煤机制造行业的信息化现状,阐述了在煤机制造过程中将先进制造技术与信息化有效融合,对于提升煤机行业工艺技术水平,降低生产制造成本、全面提高企业管理方面的重要意义.

关键词:先进制造技术;信息化;绿色制造;煤机制造;工艺技术

中图分类号:TD406 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2015)02-0070-06

Research on informatization application of advanced manufacturing technology in coal machine manufacturing industry

HAN Binhui

(Taiyuan Institute Co., Ltd., China Coal Technology and Engineering Group, Taiyuan 030006, China;
College of Mechanical Engineering, Taiyuan University of Science and Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: From manual process, machinery production, CNC machining, to current advanced manufacturing technology, manufacturing industry has changed from simple processing to diverse manufacturing methods considering low-carbon environmental protection, green manufacturing, and sustainable development. In this process, the penetration of information technology on the development of manufacturing technology has played a decisive role. This paper, taking product design, heat treatment control, micro-arc plasma welding remanufacturing, CAE simulation and other successful application of advanced manufacturing technology as examples, combined with coal machine manufacturing industry informatization status quo, elaborates the significance for enhancing coal industry technology level, reducing production costs, improving enterprise management that integrates effectively advanced manufacturing technology with information.

Key words: advanced manufacturing technology; informatization; green manufacturing; coal machine manufacturing; technology

制造技术历经了手工制作、机械化生产、电气化时代、数控加工以及先进制造技术等发展阶段,其起源可以追溯到远古时期.古石器时代人类开始制作卵石、兽骨、牛角、象牙等生产和生活工具;后石器时代开始批量生产陶器;青铜器和铁器时代,大量冶炼并铸造各种农耕器具.15世纪,由于制造钟表和武器的需要,出现了钟表匠用的螺纹车床和齿轮加工机床,以及水力驱动的炮筒镗床.1501年,意大利的列奥纳

收稿日期:2014-12-30

基金项目:山西省回国留学人员科研资助项目(2012-073);天地科技股份有限公司创新基金资助项目(KJ-2013-SXMJ-05)

通信作者:韩斌慧(1971-),男,山西晋城人,高级工程师,博士生,研究方向:机械设计与制造. E-mail:hbhzayy@126.com

多·达芬奇曾经绘制出车床、镗床、螺纹加工机床和内圆磨床的构想草图^[1]。上述时期可划分为手工制造阶段。随着瓦特蒸汽机的发明,产生了第一次产业革命,由此,制造业由手工制造转向机械化生产时代。之后随着第二次产业革命的进行,制造业揭开了电气化时代的序幕。20世纪中期以来,随着电子、自动化技术的发展,制造设备数控化成为主流。

20世纪80年代,在不断吸收机械、电子、信息(主要是计算机与通信、控制理论、人工智能等)、能源及现代化管理等方面成果的基础上,制造业的涵义不断扩大,覆盖产品设计、制造、检测、销售、服务、管理的全过程。具备了优质、高产、低消耗、环保的特点,并且对动态多变的市场适应能力和竞争能力不断提高。由此,集人员、技术、管理和信息为一体的先进制造技术得以形成。可见,信息化在先进制造技术发展过程中起着举足轻重的作用^[2]。通过总结信息化在先进制造技术不同角度的应用成果,结合煤机行业信息化现状,推陈出新,开阔思路,建设性地在煤机行业的优化设计、生产制造、企业管理等阶段融入先进制造技术信息化实践,对于煤机企业快速发展具有重大意义^[3]。

1 先进制造技术的信息化应用实例

信息化应用缺乏统一规范、统一标准,不同行业、不同企业在先进制造技术的信息化应用方面有深度和广度之分。多数企业在CAX应用上取得了显著成效;有些则融合了基于知识的CAE;还有的应用了PDM系统;少数企业将PDM与ERP系统进行有效集成后,应用到综合管理层面^[4]。无论处于哪个阶段,都属于先进制造技术信息化应用成果。下述实例从不同的角度进行了表达。

1.1 液压支架试验台强度校核

在某液压支架试验台连接销座优化设计中,以MT312-2000《液压支架通用技术条件》中支架内加载方式为依据,采用有限元方法,进行了分析研究,如图1所示。研究发现:销座转角处最大应力值为996.2 MPa,该材料 $\sigma_s = 345$ MPa, $\sigma_b = 570$ MPa,不考虑动载荷的条件下,静态环境应力已远远超过材料的屈服极限和强度极限,工作过程中存在隐患。受结构限制,不能通过加大圆角半径来解决,最终通过更换材料、增加加强筋等方式达到了设计要求^[5]。对于重达50 t的大型试验台,如果采用理论校核、经验估算、样机试验等传统方式去处理,无疑难度很大,无法保证生产周期。因此信息化手段在该大型装备制造过程中起到了重要的防范作用。

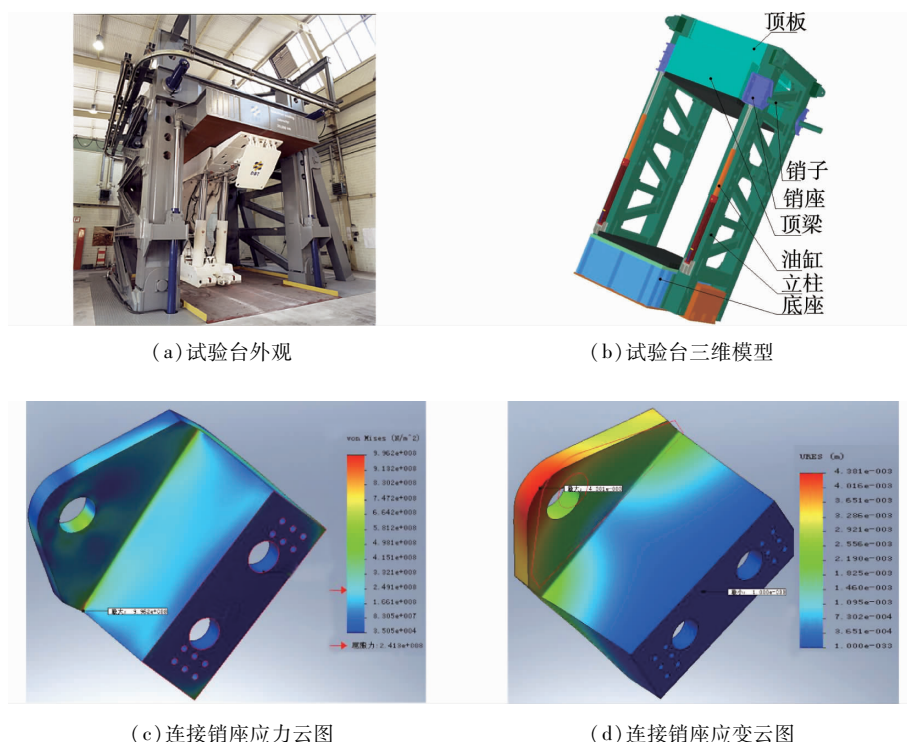


图1 液压支架试验台连接销座强度校核信息化应用

1.2 刀具热处理过程控制

热处理技术是激发材料内在潜能,提高产品使用性能和工作可靠性的重要环节,热处理过程“瞬息万变”.长期以来,获取特定冷却介质下,瞬时温度场、热应力场分布情况,一直是热处理信息化试图研究的重点.随着计算机硬件配置的不断提高,伴随着计算传热学、计算流体力学、相变动力学、热弹塑性理论等数值计算方法的同步跟进.基于知识的热处理技术逐渐取代了依靠经验的热处理手段,突破了热处理信息化中的瓶颈问题^[6].

图2是以标准淬火工艺规程为依据,使用 ANSYS 软件对 M24 丝锥淬火冷却过程进行模拟,得出淬火过程中温度场以及热应力场的等值线分布图,并与试验结果非常接近.该技术对于复杂产品热处理结果的预测、热处理工艺的优化、热处理信息化水平的提升起到了很好的借鉴作用.

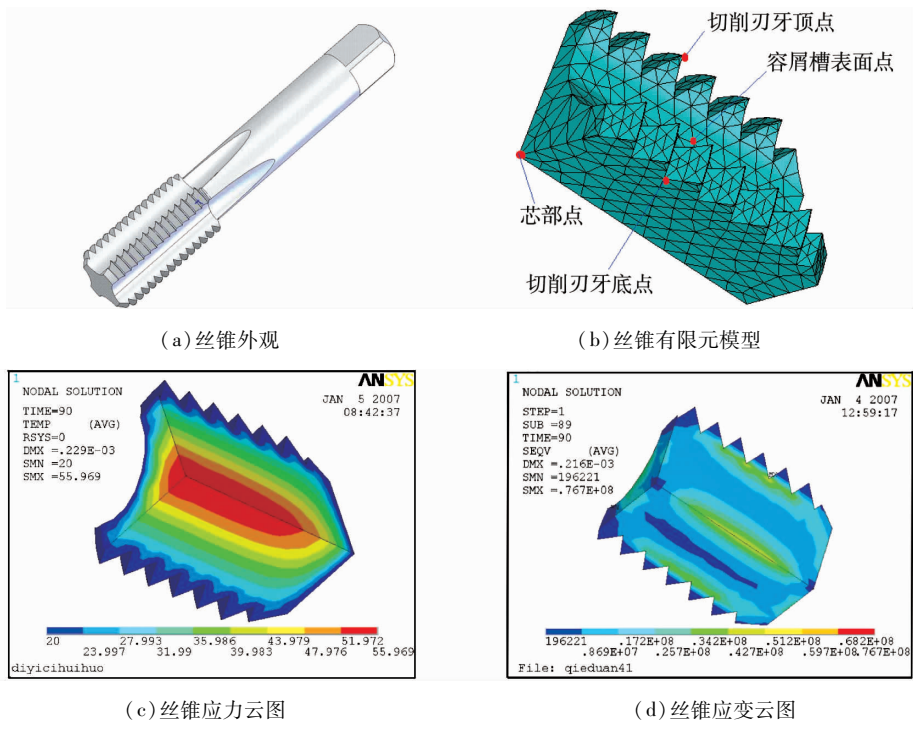


图2 M24 丝锥淬火冷却过程控制信息化应用

1.3 产品设计中的模态分析

在某行星减速器壳体设计过程中,为了调整壳体的各阶固有频率分布,避开齿轮传动过程中由啮合频率及各齿轮转动频率引起的共振,通过建立三维实体模型,采用有限元模态分析的方法求解了设计状态的各阶固有频率及相应的振型^[7].并通过模态实验验证了仿真的正确性,为复杂形体的动态设计及优化提供了参考.

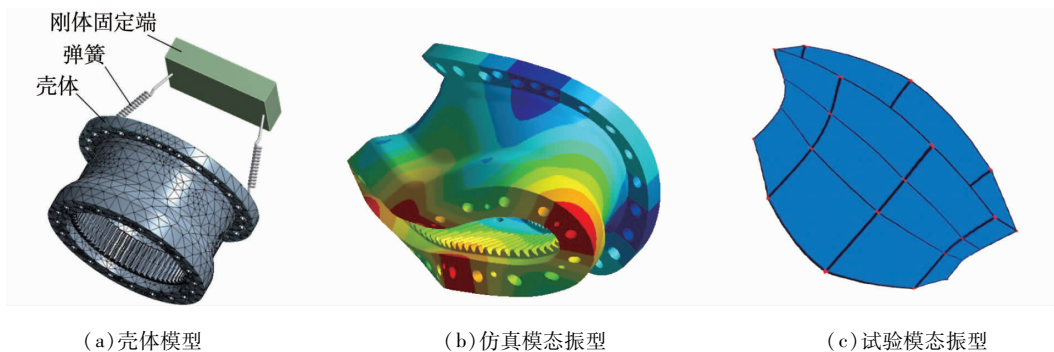


图3 某行星减速器壳体模态分析信息化应用

1.4 再制造修复损坏件

再制造是基于环保、低碳经济理念的一种较为完善的先进制造技术.任天明^[8]等针对 K417 铸造高温等轴晶材料熔焊产生晶界裂纹和晶界液化裂纹机理,开发了微弧等离子低应力焊接技术,成功应用于某型

航空发动机涡轮叶片再制造,抑制了焊接缺陷。

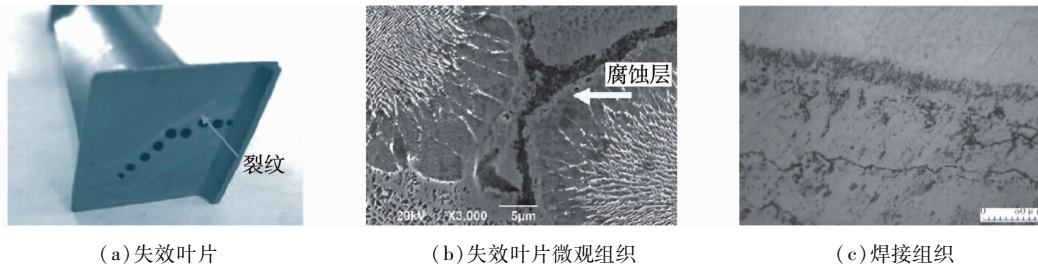


图4 某型航空发动机涡轮叶片再制造信息化应用

2 煤机行业先进制造技术信息化应用现状

先进制造技术涵盖范围广,贯穿于产品设计、原材料采购、生产制造、库存管理、销售、售后服务等全生命周期。是“制造技术”加“信息技术”和“管理科学”的统一体^[9]。上述任何一个实例只能代表单一技术成果应用的一个缩影,无法代替信息化成果全貌,但却可为煤机行业信息化进程提供启示。受煤炭行业发展不平衡影响,煤机行业先进制造技术信息化应用程度在不同环节显得很不平衡。与航空航天、汽车工业、电子产品制造业相比,具有较大差距。现状如下:

1)设计阶段信息化基本普及。CAD技术起步早,学习、使用方便,不仅实现了“甩图板”的目标,而且迈向了从电子图版到优化设计的高级阶段,极大提高了设计效率。对于CAE,设置边界条件、环境变量时,需要设计人员具有丰富的设计、制造经验,该方面的信息化工作涉足不深,仅用于结构件静强度校核,没有达到产品动态设计程度,对整机的仿真分析刚刚起步;针对热处理改性方面的分析、优化基本处于空白。

2)加工制造、装配环节信息化薄弱。尽管引进CAPP软件,但工艺部门仅将该“新工具”当做高档“电子表格”使用,CAD数据无法共享,仍需通过繁杂的手工输入完成^[10]。工艺路线制定、评审、修改、监控、统计以及制造信息的反馈无法彻底解决。柔性生产线、现代物流系统及立体仓库等半成品周转管理系统缺失,降低了生产过程自动化程度和快速响应能力。可视化装配尚未启动,装配工艺仍以纸质文件为主,晦涩难懂,甚至引起歧义,影响产品质量的“五因素”中“人”的影响居高不下。

3)技术和管理层面信息化脱节。单独审视各环节,信息化似乎成效显著。从全局看,“信息孤岛”现象严重,企业的经营状态并没有达到信息化规划预期目标,管理层甚至感觉到采用信息化系统以后反而变得“力不从心,到处都是漏洞”。原因在于忽视了以经营为核心的企业信息化集成应用,没有处理好信息流、物流、资金流之间的关系:即以信息流为切入点,指挥物流,物流带动资金流,再对资金流进行分析和预先控制反作用到信息流和物流。

4)煤机制造业多为单件小批量生产,标准化难度大,编码工作混乱;没有搞清需求就盲目照搬,或被软件开发商蛊惑,不切实际购买软、硬件设备,致使许多功能形同虚设,或弃置不用;人员素质参差不齐,将不具备信息化知识的人员安置在重要的信息化岗位,造成信息化跛脚运行。因此,在提升管理水平的同时,尚需通过人员培训等方式提升员工及整个团队的信息化水平。

3 煤机行业先进制造技术信息化应用重点

从上述先进制造技术信息化应用现状可以发现,煤机行业制造信息化水平还有很大的提升空间。必须找症结、抓重点,充分认识先进制造技术的内涵,关注其广义性及可作用的领域,不仅重视先进制造技术在加工、制造环节的信息化建设,还要将科研、制造、物流、财务、管理统筹规划,大处着眼,小处着手,关注以下重点。

3.1 坚信信息化是推进先进制造技术应用之本

先进制造技术是制造业发展到一定阶段的产物,是信息技术与现代管理思想融合,对制造业全面推进而形成的高新技术产业^[11]。信息化与先进制造技术之间相辅相成,凡先进制造技术存在的地方都离不开信息化的影子;凡信息化运用到的场所,便会衍生先进制造技术的雏形。通过对设计领域的信息化建设,产

生了计算机辅助设计、虚拟设计、并行设计等先进设计技术;通过对单件、小批量生产纲领的信息化研究,诞生了柔性制造系统(FMS)、柔性制造单元(FMC)等加工技术;通过对降低制造成本,提高生产效率,挖潜增效的信息化尝试,出现了虚拟制造、智能制造、敏捷制造、网络化制造、并行工程、精益生产等制造理念^[12];通过对环保政策的信息化研究,提出了绿色制造、再制造等先进制造技术的概念;通过对三维模型的信息化实践,建立了计算机集成制造系统(CIMS)、超精密微机械加工(MEMS)、快速原型、精密成型、热成型动态模拟等先进加工工艺.2010年,李伯虎院士等人提出“云制造”的模式^[13],该模式借助网络和云制造服务平台,融合云计算、信息化制造及物联网、虚拟化集中管理等思想,通过制造资源和制造能力的流通,达到资源共享、协同制造及收益扩大的目的,为实现制造业服务模式的转换、快速响应市场、降低能耗等,提供新的思路和解决方案,从而推进制造业信息化向“网络化、智能化、服务化”方向发展.中北大学的高沛等^[14],利用模块化、虚拟化、参数化等搭建了起重机云制造构架及设计平台,实现了起重机行业资源整合及最大化资源共享,为起重机行业发展起到了革命性的推动作用.

3.2 依托信息化推进研发制造实力的快速发展

信息化应用减轻了工程技术人员的劳动强度,可以投入更多的精力从事产品创新.数字建模、数值仿真可充分发挥设计人员的创造性思维,从最初级的产品绘图、造型、工程分析及产品数据的管理,到对产品性能的预测和协作厂商的联合开发等都提供了支持.但需重视以下几点:

1)做好标准化工作.标准化是信息化的基础,标准化的不完善,将导致企业资料编制不规范,严重影响信息化工作的推进.因此必须建立适合和满足煤机行业管理需要的编码体系和标准,对于新产品的研发、试制,尤为重要.

2)做好基础数据的共享.CAD与CAM,CAPP,PDM之间要实现完全数据共享,防止各子模块单独录入数据过程中产生的重复劳动、数据冗余及差错.

3)延伸现有信息化成果的广度和深度.前述的一些研究成果,有些侧重于设计阶段,有些注重于制造环节,有的关注过程控制,均显得单一,必须加强各环节的联系,拓宽信息化应用的深度和广度,通过一次建模实现更多功能.

4)解决好PDM和ERP的集成问题.PDM集成了产品设计、生产制造、工艺规划和质量控制等信息,是技术层面实现产品全局信息集成的平台和桥梁.ERP则从宏观管理的角度调度、使用数据.PDM和ERP在功能、信息存储和技术实现方面有很大差别,煤机制造企业必须在对经营模式、业务流程和发展目标充分研究的基础上,根据实际应用环境和目标需求,确定信息共享、交换的最佳方式,做到“正确的信息、正确的时间,以正确的形式到达正确的人手中”.

5)注意权限的适度开放,防止信息泄密.信息化模块在提供数据接口、协调一致的前提下,通过合理设置权限,保证数据安全.

3.3 利用信息化全方位促进企业管理水平提升

必须通过各环节先进制造技术信息化应用,对企业组织机构和运行体系进行优化,以实现促进管理水平提升,提高企业运行效率的终极目标.

1)推动管理模式创新.以系统化的管理思想,先进的ERP系统,从顶层设计着手,为决策层及员工提供权威、高效、协调的信息化管理平台.立足全局建立起“数据超市”,使得高层管理信息与基层技术信息实现集成与共享,实现数据的无纸传递.设计、工艺进行到哪,ERP系统就跟进、控制到哪.便于各部门灵活组合和运用数据,满足自身需求.尤其要使技术人员立足于统一的ERP计划系统,进行技术准备和新产品生产组织,使数据库录入和维护变成生产技术准备的常规工作.

2)强化敏捷制造方法.采取敏捷制造方法,提高企业对市场变化的快速反应能力.许多科技型煤机企业采用的虚拟生产模式即是成功经验.通过以煤机企业为龙头,把信息化建设向产业链的上、下游扩展,扩大物料管理的广度.通过信息集成和资源优化配置,将先进灵活的管理技术,快速高效的研发流程与柔性生产指挥系统融合在一起,提高企业的应变能力和竞争能力.实现智能化流程控制、网络化信息传输、自动化业务成果,实现价值流与物流、信息流的和谐统一.

3) 重视计划管理方案. 管理信息化要以生产计划为重点, 特别关注煤机行业单件、小批量生产的典型特征. 制定计划管理方案时, 要建立物料清单(BOM)、消耗定额, 及各类基础生产数据, 并根据市场反馈及时处理执行过程中的各种变化, 提高生产环节的应变能力及快速反应速度.

4 结论

先进制造技术的信息化应用已经在非煤行业的冷加工、热处理、减振降噪设计、再制造等领域取得了长足的发展; 而在煤机制造行业, 尤其近 10 年间, 行业利润率远远超过整个机械制造行业的平均利润水平, 加之设备笨重、工作环境隐蔽等客观现实, 人们对信息化应用重视不够. 随着煤炭行业十年黄金期的终结, 煤机制造产业内、外竞争的加剧, 煤机制造企业不得不将目光投向节能降耗、挖潜增效等以管理为中心的轨道上来, 信息化在实现这一目标过程中起着举足轻重的作用. 煤机行业只有借鉴先进行业、先进企业的成功经验, 提高先进制造技术的信息化应用水平, 实现工艺计算机化、加工数控化、装配可视化, 提高装备制造和检测水平, 提高人员素质, 将精益生产落到实处, 才能早日走出困境.

参考文献:

- [1] 宋健. 制造业与现代化[J]. 机械工程学报, 2002(12): 1-9.
- [2] Fulton M, Hon B. Managing advanced manufacturing technology (AMT) implementation in manufacturing SMEs [J]. International Journal of Productivity & Performance Management, 2010, 59(4): 351-71.
- [3] 魏庆涛, 冀勇钢. 自动化技术在先进制造技术发展中的影响分析研究[J]. 电子测试, 2014(3): 95-96.
- [4] Saberi S; Yusuff R M, Zulkifli N, et al. Effective factors on advanced manufacturing technology implementation performance: a review[J]. Journal of Applied Sciences, 2010, 10(13): 29-42.
- [5] 韩斌慧. 有限元法在液压支架试验台设计中的应用[J]. 煤矿机械, 2008(6): 12-13.
- [6] 韩斌慧, 阎献国. 基于 ANSYS 的丝锥淬火冷却过程计算机模拟[J]. 制造技术与机床, 2008(6): 121-124.
- [7] 韩斌慧, 孙大刚, 冯家鹏等. 悬臂式掘进机截割减速器壳体固有动特性研究[J]. 煤炭科学技术, 2014(1): 76-79.
- [8] 任天明, 何黎明. 某型航空发动机涡轮叶片再制造[J]. 航空维修与工程, 2011(2): 71-73.
- [9] 韩斌慧. 先进制造技术在科技型煤机企业的应用[J]. 矿山机械, 2008, 22: 50-52.
- [10] 陈强. 振兴装备制造业企业信息化要先行[J]. 中国机电工业, 2007(2): 74-75.
- [11] 郑学伟. 东北老工业基地装备制造业信息化建设研究[J]. 电子测试, 2014(2): 113-116.
- [12] Saberi S, Yusuff R M. Neural network application in predicting advanced manufacturing technology implementation performance[J]. Neural Computing & Applications, 2012, 21(6): 191-204.
- [13] 李伯虎, 张霖, 王时龙, 等. 云制造一面向服务的网络化制造新模式[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(1): 1-7.
- [14] 高沛, 王宗彦, 郑江, 等. 面向中小企业的起重机云制造设计平台[J]. 测试技术学报, 2015(1): 87-92.