

推进两化深度融合 提升企业核心竞争力

首钢总公司

一、企业信息化应用状况

1. 企业信息化基础条件

首钢始建于1919年，是一家以钢铁业为主，兼营采矿、机械、电子、建筑、房地产、服务业、海外贸易等跨行业、跨地区、跨所有制、跨国经营的大型企业集团。2004年首钢开始实施搬迁调整，建设首秦、迁钢、顺冷、京唐公司，并在全国布局，购并长钢、水钢、贵钢、通钢等企业。连续四年进入世界500强。目前，按照总公司人才队伍建设规划纲要，以首钢发展战略为目标，基本形成了一支适应首钢转型发展、满足钢铁业“一级研发、多地布局”人才需要的专业科技人才队伍。

首钢主要的应用信息系统有：企业资源计划系统（ERP）、制造执行系统（MES）、自动仓储系统（WTM）汽车板在线质量判定系统、一体化质量管控系统、商务智能系统、客户营销服务平台、供应链管理平台、首钢集团采购电子商务平台、人力资源管理系统（HR）、办公自动化系统（OA）、一卡通系统、职工健康管理系统、其他应用系统、京西重工信息系统和财务、成本、销售、物料、生产模块的跨国实施、系统集成等。

2014年，首钢四地钢铁业信息化投入13292万元，占企业销售收入（产值）的比例为0.18%。专职从事IT人员3500人左右，主要从事自动化、信息化系统开发、实施和运行维护。

2. 在主要装备环节应用情况

(1) CAD的使用情况。在“十二五”期间，将三维CAD技术应用作为重点探索实践的工作之一，使得公司CAD技术应用水平始终保持在行业前列。在工厂三维设计方面形成了以“Bently工厂三维设

计软件为核心，以EPC管理和应用为目的，较为完整的设计生产和应用体系”，成功案例涵盖烧结、炼铁、轧钢、燃气等专业的多个国内外项目；在机械三维设计方面，引进了SolidWorks、Inventor等相关设计及分析软件，在全公司机械设计专业开展软件应用基础建设及推广，初步建立了三维机械软件的应用模板、标准及规范体系，有力地提升了相关专业的设计质量和效率，支持了多个相关技术课题的研发；积极探索BIM、GIS技术并应用到首钢园区建设中，建立并实践了“基于运维需求的一源多维技术思想”，完成了四十筒仓二期多专业BIM项目，完成了功碑阁、红楼、陶楼等多项展示方案设计，为今后BIM、GIS技术推广应用打下良好的基础；另外在部分专业设计领域加强了有限元分析、流场分析、动态模拟仿真技术的应用，切实提升了设计的合理性、准确性、经济性。

(2) 主要生产装备信息化（以首钢京唐公司为例）。首钢京唐公司共采用220项国内外先进技术，其中自主创新和集成创新技术占2/3，具有装备智能、技术先进、流程紧凑、产品精良、循环经济等特点。首钢京唐公司在建厂的同时，同步设计建设了覆盖全流程的自动化、信息化系统，各产线基础自动化覆盖率达100%，生产工艺数据自动数采率达95%以上，自控投用率达95%以上。各产线过程自动化控制系统大量采用自主研发或国产化的工艺控制数学模型和人工智能等技术。

在机器人等智能装备应用方面，首钢京唐公司实现了焦化四大机车无人驾驶，实现了炼钢副枪系统对冶炼过程中的温度、含碳量、含氧量进行自动测量及自动取样，实现了焦化硫铵包装区域操作机器人智能

码垛和冶炼分析中心机械手配合自动化装置进行试验分析的自动化过程。

除焦化硫铵包装区域智能码垛机器人外，智能机器人应用主要集中在质监区域。共有12台机械手，其中冶炼分析中心有四类分析仪器和一类制样设备配有9台三菱机械手来实现制样和分析的自动化功能。如自动ON分析仪配套型号为RV-3S带记忆功能的三菱机械手一台，为六轴机械手，配合自动称量单元、样品输送管道、10*10矩阵坩埚存储位、自动炉头清扫装置、自动样品加载装置实现N样分析的自动化过程。

在基于模型的过程控制方面，持续开展关键工艺模型自主开发、过程控制技术提升工作，在烧结、高炉、炼钢、连铸等关键工艺环节，实现了过程控制技术的自主设计、开发及应用，整体技术达到行业领先水平，部分技术达到国际领先水平。

首钢京唐公司的一级控制系统有578套，包括PLC和DCS系统，多采用西门子、施耐德、AB、日立、TEMIC、GE等主流厂家先进设备。二级服务器主要采用惠普、冗错、日立等品牌，共180台。各生产线的基础自动化系统（一级系统）与生产过程计算机一起构成了完整统一、协调控制的自动化系统，系统中硬件配置合理，机型先进，网络结构可靠，软件丰富，具有良好的人机界面。

二级系统主要功能主要包括生产计划的接收、物料跟踪、模型计算及下达设定值、能源数据收集、报表等。为了保证产品质量，热轧和冷轧各产线配置了特殊仪表，如测厚仪、板型仪、表面检测仪、激光测速仪等，为二级模型的计算提供了准确的数据支撑。传动系统共有4500台套。

3. 在生产流程环节应用情况

(1) 企业生产流程的先进性分析及其与国际、国内同行的比较。首钢京唐公司广泛研究当今国际钢铁工业的先进技术和发展趋势，在技术水平、产品档次、工艺流程、装备配置、指标水平、循环经济、环境质量、管理模式、智能制造等方面优化创新，在关键环节取得突破，使整个工厂充分体现21世纪钢铁工业科技发展水平和发展趋势。

装备智能：集中采用了目前我国最大、世界上为数不多的大型焦炉、烧结机、球团焙烧机、高炉、转炉、板坯连铸机、热连轧机和冷连轧机。构建了高效率、低成本的生产运行系统，代表了现代化钢铁厂的发展方向。结合先进的生产设备，京唐公司自主创新开发了数字化烧结智能闭环控制系统、“全三脱”转炉炼钢自动化炼钢技术、模拟轧钢系统、无人值守计

量系统，实现了多个区域内设备的智能控制及模拟，达到了世界先进水平。并采用自主设计的系统自适应算法，根据实际的生产结果对控制模型进行自动修正，提高了设备系统的适应性。

技术先进：广泛采用新工艺、新技术、新设备、新材料，集成当今国内外关键性先进工艺和技术，做到单体技术装备水平最高，整体工艺流程技术最优。钢铁厂采用了当今国际国内的先进技术，最具特色和亮点的达220项，其中国际一流项目109项，国内一流项目97项，自主创新14项。

流程紧凑：钢铁厂在总图布置上实现最大限度地紧凑合理、流程顺畅。在吸收日本君津、韩国光阳和宝钢等国际国内先进钢铁厂总图布置经验的基础上，通过广泛研究分析和不断优化，最大限度地缩短中间环节物流运距，吨钢占地为0.9平方米。

产品精良：热轧带钢开发生产了石油天然气输送管用钢、工程机械用钢、汽车结构用钢、耐候结构钢、船体用结构钢、冷轧电镀锌用热轧钢等14大类的主要产品。冷轧带钢及热镀锌板开发生产了包括汽车板、家电板、镀锌板等的主要产品。

循环经济：坚持以资源高效利用和循环经济为核心，以“减量化、再利用、资源化”为原则，以低消耗、低排放、高效率为特征，对余热、余压、余气、废水、含铁物质和固体废弃物充分循环利用，基本实现零排放。

(2) 生产流程信息化状况。企业制造执行系统(MES)，位于ERP和L2的中间层，起着生产计划与生产调度、生产执行与质量控制、能源管理与物流跟踪等重要作用。MES从上层ERP接收物料、供应商、工厂、库存地、工作中心等主数据和生产订单、采购订单，并向ERP返回对生产订单和采购订单的承诺信息和物料信息，对从生产订单下达到产品完成整个的生产过程进行控制与管理，对从采购订单下载到物料发货完成的过程进行质量监控和管理。制造执行系统包括铁前MES系统、炼钢MES系统、轧钢MES系统、计划系统、仓储及运输管理系统、生产指挥中心系统、投料管理系统、实验室管理系统、设备管理平台、港口物流信息系统、交货期管理系统、岗位评价系统等。这些系统有力支撑了精益制造、敏捷制造、智能制造。

4. 在企业管理环节应用情况

企业资源计划管理系统(ERP)，包括以下几大业务模块：PP(生产模块)，QM(质量模块)，SD(销售模块)，MM(物料管理模块)，FICO(财务

/成本模块），PS（项目管理模块），PM（设备管理模块）。主要目标是搭建管理业务的信息化平台。主要实现了统一的编码体系，包括组织机构、物料、设备、供应商、客户以及财务相关的编码（如科目等）体系；设计、分解和细化了供应、销售、生产、质量、财务、设备等主要生产相关专业的业务流程，制定了在信息化平台上的各业务顺畅运行的业务规范；建立起了流程管理体系。在规范的体系架构下，供应、销售、生产、质量、财务、设备等主要生产相关专业的业务，在强大的ERP信息系统平台上顺畅运行。

数据分析和挖掘系统，作为公司商务智能（BI）层，实现对多套业务管理系统的数据整合、挖掘、分析、展现。从数据中发掘价值，先后建设企业数据仓库系统、商务智能展示平台、企业关键绩效指标考核等，为高层领导的经营决策和管理人员的统计分析等日常工作提供有力的信息支撑，有效提高企业运营管控效率。

5. 在市场营销环节应用情况

（1）企业的基本营销手段。首钢按照“制造+服务”要求，优化产品结构，拓展终端战略渠道，建立以客户为中心的营销服务体系，发挥区域分公司和加工配送中心的前沿优势，推进产品差异化和高端化。

（2）电子商务的发展情况。首钢采购电子商务平台是以采购业务为支撑，以实际交易模式为原型，利用电子商务领域相关技术研制开发的一套符合钢铁行业采购特征，能够支持多个采购组织、多种采购模式的电子商务平台。该系统主要包括：综合采购、议价及单一来源采购、竞价采购、采购询价、报价、澄清、打分、接口管理和系统管理等功能。涵盖备品、备件、工程建设、原燃材料等多个采购品种。

（3）企业供应链与物流管理的信息化情况。首钢股份公司采购物流通过进口矿物流平台和供应协同管理系统从用户发货开始对物流跟踪，物流进入公司库存地后，三级系统按照取样批次进行物料跟踪管理，皮带运输时在原料集中控制中心通过皮带系统按上料批次实现物料计量与跟踪。厂内汽车运输时通过无人值守计量、GPS定位系统对原料、半成品的物流进行管理，产品冶炼过程中通过二、三级系统以及鱼雷罐、钢包、辊道、托盘等设备在工艺物流各个阶段分别进行跟踪，产品产出后三级系统按照件次进行跟踪管理，产品通过自动仓储系统，通过天车定位系统进行物流跟踪管理，产品发运通过GPS以及CRM进行跟踪，2013年股份公司实现了与美的公司采购平台无缝衔接，将股份公司供美的钢卷信息实时传送至美的

采购平台，便于客户产品计划编制。

三、融合问题研究

1. 应用效果

（1）首钢股份公司转炉“一键式”炼钢系统是经过多年研究，在充分总结和吸收国内外成熟的自动化炼钢系统的优缺点的基础上，全部自行设计，独立建立模型，独立开发，形成拥有自主知识产权的自动化炼钢系统。以炼钢工艺理论为基础，遵循冶炼生产铁平衡、氧平衡、热平衡，保证了模型计算过程的合理性。在理论模型的基础上，建模过程引入理论模型、统计模型、人工智能模型等方法。算法既依靠传统理论模型和统计模型，又大胆引进人工智能模型，模糊控制和神经网络等先进的算法，使得模型在数据的处理分析的功能和效果大大提高。实现了自动化炼钢，适用于转炉常规冶炼、双渣冶炼、两步法冶炼等工艺，终点钢水成分和温度双命中率 $\geq 90\%$ ，大幅度降低后吹率，冶炼周期平均缩短17%，普通钢种直接出钢率 $\geq 70\%$ ，克服了操作人员根据经验进行生产控制的弊端，消除了因操作人员能力差异对生产的影响，技术水平达到国际先进行列。

RH炉一键精炼系统采用基础冶金理论作为支撑，采用先进的数学算法为实现工具，针对精炼过程实际特点搭建和优化系统，基于热平衡理论、质量守恒定律、线性规划等方法建立数学模型，实现了从真空开始到真空结束整个过程的一键式闭环控制，目前国内外尚未有具备一键精炼功能的同类系统，属首钢集团的首创技术。系统投运以来实现了RH炉精炼结束温度（ $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ）命中率 $\geq 98\%$ ，满足现行的精炼窄成分控制要求；RH精炼结束成分命中率碳、硅、锰 $\geq 98\%$ ；氮、氢、氧命中率达到100%；RH炉一键式精炼成功率达到86%；在同样的钢水条件下，抽真空时间平均缩短5min/炉次。此外RH炉一键精炼系统同精炼自动测温取样机器人的有机结合，提高了自动测温取样系统的利用效率。

（2）自主设计开发的550m²烧结机智能闭环控制系统由质量智能闭环控制子系统、烧结过程智能控制子系统、生产信息管理子系统三部分组成，具有配料计算模型、成分预报模型、终点偏差智能控制模型等18个控制子功能。对配料到成品的整个烧结工艺进行闭环控制，实现了全流程的智能化和数字化烧结。通过采用智能化控制技术，烧结过程控制、烧结矿质量、烧结能耗得到改善，混合料制粒效果大幅增加，烧结机布料厚度增加56.77mm，烧结矿转鼓指数提高，平均提高1.32个百分点，焦粉消耗降低4.67kg/t；

煤气消耗减少 $0.41\text{m}^3/\text{t}$ 。

2. 融合战略

(1) “十三五”两化融合发展原则：统筹规划，标准先行。在集团层面集中信息化规划，并建立统一的标准体系，确保迅速建立起IT能力以适应综合业务一体化经营的要求，有效保障集团与业务板块、各个业务板块之间的充分协同。

业务主导，IT推动。信息化建设过程中，坚持业务牵头，IT支撑。业务部门从业务模式、组织结构和业务流程角度提出信息化建设需求，IT部门从技术角度出发，优化需求，通过采用新技术，搭建信息化平台推动业务发展，更好地促进IT与业务的融合。

集中共享，兼顾个性。确保业务需求得到充分整合，将各业务板块的业务需求在集团和板块层面分别进行统筹，使用集中、共享的IT应用系统和基础设施，并根据各业务板块的特点，适当灵活处理个性化需求，保留个性化系统。

技术引领，应用创新。采用先进技术，借鉴行业应用实践，结合首钢的实际需求，有步骤地融入集团信息化建设，通过试点先行、分期推广、应用创新，实现可持续发展。

(2) “十三五”期间，首钢集团信息化战略目标：成为首钢转型发展的助推器，成为行业两化融合的引领者。立足使用新技术和成熟的信息化方案，通过统筹规划与建设，在集团层面确保信息化与新的管控模式融合，助力模式落地；在板块层面确保信息化与核心产业链结合，助力业务价值的实现，整体推动转型升级，成为行业标杆。

(3) 信息化发展举措：搭建集团管控信息化体系，深化产业板块信息化应用，打造首钢云平台，重构IT治理模式，挖掘数据价值。

搭建集团管控信息化体系。围绕集团总部管控体系改革与职能转变，建设集团综合数据应用管理、财务管理与服务、人力资源管理与服务、资产管理、协同办公管理、知识管理、审计与风险内控管理、全面预算管理、战略规划管理、绩效考核管理信息化平台，增强集团管控水平，提升业务处理效率。

深化产业板块信息化应用。围绕集团产业板块组建与业务发展，钢铁板块重点建设智能制造、产业链协同、电子商务平台等，打造智能工厂，提高整体管理效率和效益；园区重点搭建基础设施平台、规划建设运营平台、公共运营服务平台和智慧决策管控平台等，建设智慧城市，助力产业经济发展、运营能效增强、多部门协同能力提升；其它产业板块重点围绕具

有集聚效应的产业集群，探索互联网环境下的新型商业模式，打造“互联网+产业”协同发展生态体系，促进产业协同发展。

打造首钢云平台。围绕集团业务发展需要，建设北京云平台管理中心、曹妃甸大型云计算中心、网络、移动平台，增强IT支撑保障能力；强化信息安全、运维体系建设，确保系统稳定安全高效运行。

重构IT治理模式。按照北京市国资委要求和集团管控实际，建立IT组织与治理结构，制定信息化标准与规范，以保持IT与业务目标一致，合理利用IT资源，有效控制IT风险，把全集团信息化管理水平提高到一个新的层次。

挖掘数据价值。围绕集团管控要求和各层级数据应用需求，构建集团主数据管理平台，实现主数据统一管理与分享；建设数据仓库管理平台，满足不同业务层级数据应用和商务智能分析需求，为决策分析提供支撑。

3. 推进策略

以智能制造为例。在国家和政府层面，推出一批试点示范项目，以企业自主开发和实施为主，形成经验后，再在行业内推广。

4. 经验体会

当前，我国钢铁业正处于转型升级的攻坚时期，随着产业竞争日趋激烈，核心竞争力不足、资源环境约束强化、要素成本上升等矛盾日益突出。全球新一轮科技革命和产业分工调整对我国钢铁业发展既有挑战，也有实现赶超的机遇。推动信息化和工业化深度融合，用信息技术带来的数字化、集成化、智能化、网络化，提高资源配置效率，打造信息化环境下的新型能力，已经成为企业共识。可以说，大力推进两化深度融合，不仅是破解当前发展瓶颈、实现工业转型升级的新动力，也是提升企业核心竞争力的必然选择。

面对互联网+时代，首钢从贯彻落实科学发展观，走新型工业化道路的战略高度，大力推进信息化和工业化深度融合，加快信息化建设与应用步伐，实现了钢铁主业主要业务信息化全覆盖和综合集成，为首钢“一业多地”管控、高端板材生产提供了战略支撑，促进首钢由传统管理向现代管理转变、由规模效益型发展向品种质量效益型发展转变，信息系统已经成为首钢生产经营管理的重要平台，在首钢搬迁调整和工业转型升级过程中发挥了重要作用。首钢的主要做法如下：

(1) 信息技术与集团管控体系融合，提升管控

能力。按照集团管控体系要求，进行信息架构顶层设计，提供信息系统和平台支撑，建立了办公自动化系统、人力资源管理系统、经营管理平台、资金集中管理平台、采购电子商务平台、职工健康系统等，与总部功能相适应，促进管理高效化，全面提升集团总部的管控能力，进一步提升管理效率和效益。

(2) 信息技术与钢铁生产过程融合，打造智能工厂。以钢铁“制造加服务”提升综合竞争力为目标，建立了企业资源计划系统、制造执行系统、订单评审系统、在线质量判定系统、产品综合查询系统、质量过程控制系统、进口矿管理平台、营销服务平台等，满足规范化、精细化、智能化管控需要，提高产品竞争能力和上下游供应链能力，实现从产品制造商向综合服务商转变。

(3) 信息技术与园区建设管理融合，构建智慧园区。编制完成新首钢高端产业综合服务区智慧城市顶层规划设计。2015年4月7日，国家住房城乡建设部和科学技术部联合发文，将新首钢高端产业综合服务区纳入国家智慧城市试点。推进基于BIM（建筑信息模型）和GIS（地理信息系统）应用的园区规划建设管理平台建设，实现园区规划、设计、招商、建设施工和运营维护的一体化管理与多专业协同。推进首钢剧本孵化产业网络虚拟平台建设，助力文化创意产业发展。

首钢两化融合取得了明显的成效：一是在首钢集团内围绕着钢铁主业，构建了先进的企业管理平台，达到了主要业务的覆盖、集成和优化。二是以信息化平台为支撑，引进了先进的管理思想、管理理念和管

理手段，促进了企业管理进步。三是通过管理信息化建设促进了企业管理效率的提高，以及效益的提升，特别是通过信息化建设促进了企业基础工作的精细化。四是培养了队伍，转变了观念，促进了企业文化的成长。五是上述信息化建设成果成为了企业综合竞争力的重要组成部分，为企业的进一步发展提供了平台和基础。

2012年6月，首钢被工信部邀请作为“为国家信息化与工业化融合发展做出突出贡献的企业”，代表钢铁行业参加信息化与工业化融合成果展览会，首钢通过六个专题，全面展示近几年首钢两化融合所取得的成果，总结和推广首钢在自动化、信息化领域的成功经验和典型案例。根据2011年中国钢铁工业协会发布的《中国钢铁行业大型钢铁企业信息化与工业化融合发展水平评估报告》，把钢铁企业两化融合发展阶段划分为基础建设阶段、单项应用阶段、综合集成阶段、协同与创新阶段等四个阶段。首钢总公司处于协同与创新阶段。评估结果显示，首钢在“信息化标准规范”、“生产管理”、“经营管理”、“产供销一体”等信息化建设方面处于行业领先水平。2013年，首钢总公司被国家工信部确定为国家级两化深度融合示范企业。

目前，首钢正在编制“十三五”信息化规划，未来几年，首钢将通过采用云计算、大数据、移动互联、物联网、智能制造等新技术，大力推进信息化和工业化深度融合，支撑首钢深化改革和转型发展，实现钢铁业和城市综合服务业协同发展，助力首钢建设成为有世界影响力的综合性大型企业集团。

(上接第20页)

7.56%。1-12月累计平均采购成本为1298.18元/吨，同比下降653.79元/吨，降幅为33.49%。见图12。

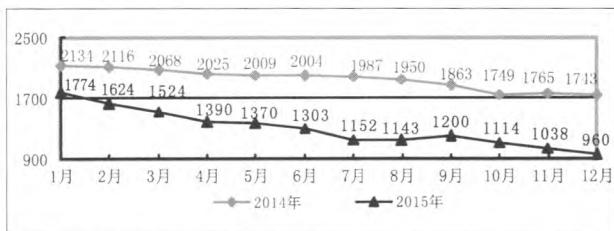


图12 2014-2015年废钢加权平均采购成本比较 元/吨

1-12月，对标企业废钢累计平均采购成本最低的前5家企业的加权平均采购成本比对标企业平均采购成本低166.20元/吨，低于平均12.80%；而采购成本最高

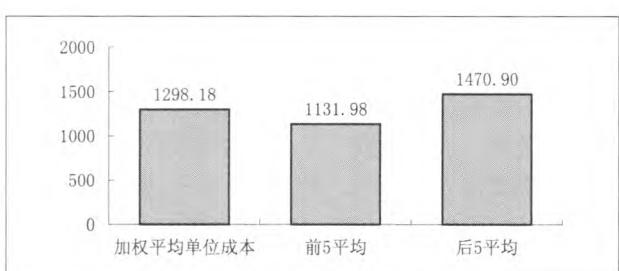


图13 2015年1-12月废钢平均采购成本比较 元/吨
的5家企业加权平均采购成本比对标企业平均采购成本高172.72元/吨，高于平均采购成本的13.30%。最高的与最低的5家企业平均采购成本相差338.93元/吨。相差幅度达到29.94%。见图13。