

冶金

工程设计理念的 创新与实践

——北京首钢国际工程技术有限公司总体设计
首钢京唐钢铁厂创新技术应用集成

北京首钢国际工程技术有限公司 编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

冶金工程设计理念的创新与实践

——北京首钢国际工程技术有限公司总体设计
首钢京唐钢铁厂创新技术应用集成

北京首钢国际工程技术有限公司 编

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2010

内 容 提 要

该书以首钢京唐钢铁厂设计和建设涉及的自主创新技术为主要内容,介绍首钢京唐钢铁厂总体设计单位——北京首钢国际工程技术有限公司各设计攻关团队,以先进的设计理念为指导,采用现代设计方法,打造的创新技术和方案,以及由此产生的社会效益、环境效益和经济效益,以供有关高等院校教学、科研院所科研工作参考。该书的出版在国内冶金勘察设计行业具有重要的引导和示范意义。

图书在版编目(CIP)数据

冶金工程设计理念的创新与实践:北京首钢国际工程技术有限公司总体设计首钢京唐钢铁厂创新技术应用集成/北京首钢国际工程技术有限公司编. —北京:冶金工业出版社, 2010.7

ISBN 978-7-5024-5328-2

I. ①冶… II. ①北… III. ①冶金工业—工程设计—文集 IV. ①TF-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 115304 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010) 64027926 电子信箱 yjcbs@cnmip.com.cn

责任编辑 姜晓辉 美术编辑 欧美尼 版式设计 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5328-2

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2010 年 7 月第 1 版, 2010 年 7 月第 1 次印刷

170mm×240mm; 19.5 印张; 12 彩页; 406 千字; 296 页

58.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010) 65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

序

钢铁在过去、现在乃至可以预见的未来社会中作为“必选材料”、“可循环材料”的角色不会发生变化，钢铁工业作为文明世界基础产业的地位也不会发生变化。然而，进入 21 世纪后，经济的全球化趋势已初露端倪，伴随着信息技术、环保-生态技术、节能技术和新能源技术向基础制造业渗透、扩散，对新一代钢铁制造流程功能的研究，特别是钢铁厂在循环经济社会和低碳经济中角色的定位等一系列战略性命题的出现，引起了对钢铁厂设计理论、方法的探索和思考。

新世纪充满了竞争和创新，从表面上看，竞争和创新凸显在产品 and 市场上，然而深究其源头，却是来自于设计理念、设计过程和制造过程。设计正在成为市场竞争的始点，设计的竞争和创新关键在于工程复杂系统的多目标优化。

建设 21 世纪新一代的大型钢铁联合企业，如何突破传统的静态设计模式，以创新的设计理念，动态-有序、连续-紧凑的流程运行理论和动态-精准的设计方法来集成-构建新一代钢铁制造流程，使之充分体现先进产品制造功能、能源合理转换功能和废弃物消纳、处理、再资源化功能，以适应循环经济社会和可持续发展。即工程设计要从钢铁制造流程动态运行过程的物理本质来深化认识，应该把钢铁厂的工程设计及其创新理解为要素的动态集成过程；要突破长期以来延续下来的局部静态结构设计和粗略估计产能的设计方法；看来，创新钢铁厂设计理念，更新设计理论和方法，已提到新世纪新一代钢铁厂设计的日程上来了。

首钢京唐钢铁厂是利用沿海深水港的有利条件，建设新一代大型钢铁联合企业并作为循环经济示范区的重大工程，是由北京首钢国际工程技术有限公司及其合作单位共同完成的。他们在设计过程中，重视理念与方法创新，重视顶层概念设计，重视新世纪时代性命题的研究，敢于突破、敢于超越，按照新一代钢铁厂功能拓展为：先进产品制造功能、能源高效转换功能和废弃物消纳、处理、再资源化功能，并以钢铁厂为核心构建循环经济示范区为目标，设计出了动态-有序、

连续-紧凑、高效-协同的生产运行流程，这是具有国际一流水平的现代化钢铁厂。新钢铁厂的设计、建造和生产运行，将对钢铁企业的结构调整和钢铁工业产业升级做出示范，将有助于钢铁工业优化产业布局和发展循环经济，同时，也将有益于推进自主创新、提高钢铁厂的国际竞争力。

钢铁厂的制造流程就其动态运行的物理本质而言，实际上是铁素物质流在能量流（主要是碳素能量流）的驱动、作用下，按照设定的“程序”、沿着“流程网络”作动态-有序的运行，实现“三种功能”的多目标群优化。因此，应该看到钢铁厂生产过程动态运行的要素是“流”、“流程网络”和“运行程序”。作为“流”包括物质流、能量流和信息流；作为“流程网络”则包括了钢铁厂内部和循环经济区域内的物质流网络、能量流网络和信息网络；作为“运行程序”，则是包括了与上述“流”在“流程网络”中动态-有序运行的自组织程序和他组织程序。因此，首钢京唐钢铁厂设计了相应生产指挥中心，能源管控中心和全厂信息化中心。

工程设计创新必须重视动态的技术创新，必须要有动态集成观，即新技术、新工艺、新装备必须能构成动态-协同运行的工程系统。因此，必须首先研究制造流程的概念设计、顶层设计，这是一个动态优化的流程集成系统，而新技术、新工艺、新装备应该能够有序地、顺利地“嵌入”到流程系统中去，才能充分有效地得到预期的功效。为了钢铁厂生产过程动态-有序、连续-紧凑、高效-协同运行，不仅要重视总平面图的简捷-紧凑和“流量”匹配-协同，还应重视研究和开发“界面技术”。

“界面技术”是在单元工序功能优化、作业程序优化和流程网络优化的基础上，开发出来的工序/装置之间关系的协同-优化。“界面技术”的创新、优化，也是钢铁厂工程设计动态集成创新的重要组成部分。在首钢京唐钢铁厂的设计中实现了这些技术内涵。

钢铁厂的生态化转型，意味着要将钢铁厂输入-输出的物质流、能量流以“生态”-“循环”的理念与周边相关区域内的社会生产、生活过程中的物质流、能量流衔接、匹配起来，通过“闭环”过程，争取近“零”排放，并不断增值。在首钢京唐钢铁厂的设计过程中，通过实现钢铁厂的“三个功能”，构建了曹妃甸循环经济示范区，这是一个很有希望的创新性设计。

现在，工程设计理论和方法创新正在探索、研究之中，首钢京唐钢铁厂已经初步投产并显示了许多先进的运行实绩，北京首钢国际工程技

术有限公司通过工程设计过程的实践和思考,初步总结了首钢京唐钢铁厂设计的经验,出版了《冶金工程设计理念的创新与实践》一书,相信该书对钢铁厂的工程设计、工程咨询,钢铁厂的技术改造和生产运行会有所帮助或启发,也可以为高等院校的教学,科研院所的研发工作提供参考。

中国工程院院士

倪爱瑞 钊

2010年6月

于北京

前言

把创新之魂融入首钢京唐钢铁厂 工程设计建设全过程

北京首钢国际工程技术有限公司董事长兼总经理 何 巍

从2005年2月18日国家发改委正式批复首钢京唐钢铁厂项目立项，到2009年5月21日京唐5500m³1号高炉顺利出铁。4年多来，在首钢总公司的直接指挥下，北京首钢国际工程技术有限公司（简称首钢国际工程公司）干部职工不辱使命，履行京唐工程总体设计单位光荣职责，以敢为天下先的勇气，自力更生、敢打敢拼的志气；对国家负责、对历史负责、对工程负责的豪气；用心设计，把创新之魂融入京唐工程设计建设全过程，倾心打造中国钢铁旗舰，和全体首钢人一起奏响了勇于创新、善于创新的华彩乐章。

一、勇气源于责任，力量来自执著

首钢京唐钢铁厂是首钢搬迁调整、科学发展的重要载体，也是国家进行钢铁产业布局、产品结构调整，实现钢铁强国梦想的重要举措，承载着首钢和国家钢铁工业发展的双重希望，将是中国钢铁工业发展史上一座新的丰碑。听到首钢京唐钢铁厂工程立项的消息，一直是首钢工程建设的排头兵，并致力于提升钢铁企业技术品质的首钢国际人感到无比振奋，一致认为这是千载难逢的历史机遇，必须努力争取，否则会终身遗憾。但是，这毕竟是国家“十一五”重点项目，是中国第一次在海边通过吹沙填海建设千万吨级钢铁联合企业。如何落实党中央、国务院提出的“三高、四个一流”的总体要求？如何把首钢京唐钢铁厂工程建设成为具有21世纪国际先进水平的精品板材生产基地、循环经济和自主创新的示范基地？国内外都没有可以直接借鉴的经验。难度之大，责任之大，可想而知，但是我们一直抱着一个信念，就是用我们的实际行动做出正确的回答。

当我们提出要自主设计首钢京唐钢铁厂5500m³特大型高炉时，立刻引来了国

内外很多人的质疑：你们连 3000m^3 以上高炉设计和施工业绩都没有，凭什么设计 5500m^3 特大型高炉？我们自己也非常清楚，特大型高炉容积的跨越，绝不是简单的设备尺寸的放大。 5500m^3 高炉要求炉顶设备的装料能力、布料精度控制，高炉炉体的耐压、冷却、密封，以及高炉整体的可靠性、稳定性和使用寿命等方面必须有质的飞跃。因此，对设计精度、设备监制、零部件选型等方面都提出了巨大的挑战。

当时，国内还没有 5000m^3 以上级别特大型高炉的设计经验，我们就到世界先进钢铁企业学习考察。但是，国外对冶金核心技术是严格保密的，关键部位根本就不让我们靠近。许多专家建议我们与一家国外知名公司进行技术合作。可是在谈判过程中，对方提出只能提供 4000m^3 高炉的设计参考图，而且价格却是国内高炉设计费用的数倍。同时，对方提出：一旦与他们共同合作并采用其技术，我们今后不能在中国独立开展特大型高炉设计工作。这一切，应该说都深深地刺痛着我们。同时，一种强大的力量在激励和鼓舞着我们迈出这具有历史意义的一步。

可以说强烈的历史责任感和民族自尊心激发了我们创新的斗志。首钢京唐特大型高炉设计攻关团队围绕炼铁工艺 9 大系统反复论证、设计、计算，经常加班到凌晨。经常会为一个小问题争执得面红耳赤，甚至桌子拍得啪啪响，但大家心中都是为了一个共同的目标。有一次，针对大高炉出铁口究竟要探出高炉外多少的问题，一时争执不下。京唐高炉工艺负责人钱世崇同志便带人来到太钢 4350m^3 高炉炉台考察。当时，高炉正在出铁，炙热的空气烤在人脸上火辣辣地疼，钱世崇憋住一口气，奔到连炉前工都不敢上前的位置，量出了出铁口探出尺寸，为最后确定大高炉出铁口尺寸提供了重要参考。钱世崇说：“设计 5500m^3 高炉就像是攀登炼铁工作者眼中的‘珠穆朗玛峰’，能给我参与设计建设中国最大高炉的机会，比给其他什么都强。”

由我们自主设计，涵盖了 10 大类 68 项技术创新成果的世界第五大 5500m^3 特大型高炉建成投产后，一位俄罗斯的炼铁专家主动和高炉合影留念并称赞道：“我见过世界上很多大型高炉，这座是最漂亮的！”日本新日铁公司前来参观的炼铁专家也竖起了大拇指说：“你们是最棒的，质量达到这样的水平简直不可思议。”一前一后的巨大反差，让我们更加强烈地意识到，创新对于一个企业、一个国家的意义。

作为首钢子弟兵，承担起首钢京唐钢铁厂的规划设计工作，是我们当仁不让的重大责任。在首钢京唐钢铁厂工程可研报告编制中，首钢国际工程公司领导亲自挂帅，组织设计团队连续奋战 5 天 5 夜，对各系统的技术文件一个一个地审核、修改和精雕细刻。拼抢出了 50 套摞起来高达 20 余米，共 11 篇章、30 个分册，每套有 169 万字的严密、详实的可行性研究报告，顺利通过了 50 多位院士、专家

的评估论证，并得到了高度评价。2005年9月16日，在首钢京唐钢铁厂工程设计评标会上，我们投标的7个项目综合评比第一；最后获得了工程总体设计单位资格并承担了10多个子项的设计任务，占全部设计任务的60%以上。首钢董事长朱继民说，设计院作为首钢京唐工程的总体设计单位，不是首钢给的，是努力拼搏争取到的。

当我们成功签订了首钢京唐钢铁厂500m²烧结机和400万t球团这两个国内最大的烧结、球团工程设计任务时，烧结设计室的科技人员喜极而泣。他们说参与首钢京唐钢铁厂工程设计是一生的光荣，但要做好这两个大工程，必须做好掉几斤肉的准备。

2006年春节，时刻关心我们工作的首钢总公司领导来设计院慰问时，朱继民董事长语重心长地说：“首钢的命运就交给你们了。”面对首钢总公司领导的重托，面对首钢数十万职工的希望，面对这沉甸甸的历史责任，我们感到：只能奋力拼搏不能后退，只能成功不能失败。

正是这语重心长的嘱托和沉甸甸的历史责任感，促使着参与设计的每一位同志都尽心尽力、勤勤恳恳，不敢有丝毫懈怠。

首钢国际工程公司主管京唐工程的副总经理张福明，常年奔波在曹妃甸工地和北京之间。超常的付出使他的腰椎发病，在医院动手术期间，他还坚持在病床上审核京唐工程的技术创新方案；负责首钢京唐钢铁厂总图运输和综合管网设计的马伟强同志，2007年8月就到吹沙填海的岛上担任了现场项目经理，他带领京唐技术服务团队一起与风沙为伴，一干就是两年多，积极协调和业主、设备制造单位、施工单位等各方面关系，为整个工程的顺利开展付出了无数的艰辛和努力。

二、理念创新引领方案优化，技术积淀激发创新提升

理念创新是技术创新的先导。为将“三高、四个一流”的总体要求体现在首钢京唐钢铁厂工程技术创新的每个环节，我们提出了“精细设计，精准控制”新理念，保证了工程各项技术指标的先进性，减少了工程投资。

总图设计攻关团队为了做到精准设计和系统思维，通过卫星遥感定位对国内外先进钢铁厂的工艺流程布置、占地、高炉的中心间距、铁路等布置特点进行调研分析，为编制可行性研究报告和确定方案提供了翔实可靠的依据。按照物流、人流、能源流、信息流等合理布置生产流程中各个功能场地，布置场地内建筑物、铁路、道路、管线以及厂区绿化等各个设施的空间位置，形成紧凑、高效、独特的总平面布置形式。经过系统优化后，首钢京唐钢铁厂工程吨钢占地面积仅为0.9m²，比国外著名钢铁公司减少了10%以上，是当前世界上的最优水平。

电气攻关团队对首钢京唐钢铁厂的供电系统及管网进行优化设计，与常规

的设计相比共减少变电站 6 座, 缩短电力管网 12.2km, 减少电缆 99km, 累计减少投资 4.6 亿元。在首钢京唐钢铁厂 2250mm 热轧厂钢卷库施工图设计中, 为了核准用钢量的精度, 土建设计团队与清华大学著名钢结构教授所带团队进行“背靠背”的优化设计, 双方计算的结构厂房每平方米用钢量惊人的一致, 均为 138.7kg/m^2 。

按照节能减排和循环经济的建设理念, 动力攻关团队通过对生产过程中的余热、余压、余气、废水、含铁物质充分利用, 做到了二次能源和废弃物的 100% 回收利用, 实现污水和固体废弃物零排放。同时, 还通过首钢京唐钢铁厂自备电站用海水直流冷却, 利用二次能源进行海水淡化, 污水和雨水收集处理等措施, 让首钢京唐钢铁厂的吨钢耗新水 3.84m^3 , 仅为全国现阶段大中型钢铁企业平均指标的 50%。

首钢京唐钢铁厂工程的许多创新, 都离不开首钢原有技术积累。近几年, 我们紧紧抓住首钢搬迁调整的历史机遇, 通过迁钢、首秦等一批品牌工程的建设, 为首钢京唐钢铁厂工程提供了丰厚的技术储备和成功的试验, 实现了技术创新和人才的全面提升。

高炉煤气干法除尘技术和并罐无料钟炉顶技术都是经过多年不断探索和总结提升, 成功实现了从 1000m^3 到 2000m^3 , 再直接到京唐 5500m^3 特大型高炉应用上的跨越。其中, 在首钢京唐钢铁厂 5500m^3 高炉上应用全干法除尘技术, 比应用湿法除尘技术每年至少可节省成本 5000 万元。高炉煤气干法除尘技术的不断创新, 使我们赢得了该项技术标准制订的话语权, 由我公司作为主编单位, 开展了高炉煤气干法除尘国家标准制订工作。我公司开展的长寿集约型冶金煤气干法除尘工艺技术开发, 还获得了国家科技部“十一五”重点科技支撑计划 544 万元的资金支持。

5500m^3 特大型高炉并罐无料钟炉顶设备的成功开发和应用, 一举打破了卢森堡 PW 公司在国际上对 4000m^3 以上特大型高炉无料钟炉顶设备的垄断。设备开发投资仅为成套引进国外设备所需的 25%, 但在布料精度和使用寿命等关键技术指标上却超过了国外设备的先进水平。

我们全面总结了迁钢 2160mm 热轧地下箱型基础土建结构设计成功经验, 为首钢京唐钢铁厂工程热轧地下箱型基础设计奠定了基础。首钢京唐钢铁厂 2250mm 热轧工程, 是依托 2160mm 热轧项目积累的经验和培养的人员, 顺利实施了工艺技术的转移。

三、手段先进如虎添翼, 科学严谨精益求精

工欲善其事, 必先利其器。面对高标准、高水平、高要求的工程设计和创新

课题,为了提高设计精度和效率,在新一代钢铁厂设计中,我们采用了三维数字化动态精准设计体系,引进了国际最先进的三维工厂设计软件,专门成立了三维工厂设计组,将三维设计应用到了高炉热风炉、炉顶设备、干法除尘、 7.5万 m^3 制氧、2250mm 设备基础、厂区综合管网、2250mm 热轧地下综合管网等设计中。

我们还将运动-动力学计算机仿真技术,应用到了高炉布料、风温控制等设计中,实现了单个项目设计和工厂整体设计过程的可视化。在京唐制氧站工程中,我们采用协同三维设计手段对制氧站全厂的工艺设备管道、土建结构、电缆槽等设计内容的布置走向,进行综合三维布置,避免了施工过程中管道、线路的碰撞,单项节省资金达 115 万元。

在高炉系统设计过程中,我们利用从韩国浦项最新引进的有限元计算分析软件对高炉系统进行三维整体建模和计算,为高炉炉壳的精确设计提供保障。高炉炉壳有限元计算分析是对技术人员业务能力的考验,更是对技术人员敬业精神的考验,每一次荷载施加和弹性分析都耗时 20 多个小时,有时候甚至需要 60h 之久,土建攻关团队的张付可等技术人员经常夜里也不敢合眼,整宿和电脑作伴。

创新是有风险的,但我们通过严谨的创新程序让风险降到了最低。首钢京唐钢铁厂基地属于临海建厂,总体造地面积约 30km^2 ,单体吹填这么大规模的钢铁厂地基,在世界上还是第一次。海边建厂的地基处理和防腐课题攻关,是海边建厂的前提。土建攻关团队与科研机构、建设单位一起在曹妃甸吹沙填海陆地现场,合作进行了将近半年的仿真试验,对试验中的每一个数据都反复斟酌,并多次召开专家论证会,决不允许丝毫的马虎。他们说:土建基础是百年大计,必须经得起历史的检验。

四、整合资源加强协作,借智借力博采众长

首钢董事长朱继民在我公司调研时强调:企业发展的关键在于你整合各方资源的能力。首钢京唐钢铁厂作为技术创新的大集体,都是在首钢总公司的统一指挥协调下,整合了首钢内部科研单位、设计单位、机械制造单位、生产单位的技术和实践经验。在高炉无料钟炉顶设备攻关中,首钢京唐钢铁厂有关部门给我们提供了技术支持;机械厂精心加工制造设备;二炼钢厂提供生产试验场地;在京唐地基防腐处理中,我们和首建集团、地勘院合作,多次反复试验,取得了最佳方案。在首钢京唐钢铁厂 5500m^3 高炉点火投产后,首钢总经理王青海说:没有我们自己的设计院,就没有我们今天的高水平、高速度。这是对我们工作的肯定,更是对我们的鞭策。

同时,我们还整合了国内外知名钢铁公司、工程设计单位的优势技术;整合了国内著名高校、科研院所的研发实验能力,推动了设计方案的不断优化和完善。

在首钢京唐钢铁厂工程外部专家审查会上, 50 多位来自全国各大钢铁公司的、具有丰富实践经验的一线专家, 对我们规划的工艺流程、技术指标、投资效益、总图布置等各个方面, 提出了百余项建设性意见和建议, 拓宽了我们的思路, 给了我们鼎力的支撑和严格把关。

我们与法国 SIDEM 公司进行了海水淡化工程的设备供货和技术合作, 建设了中国钢铁企业第一条海水淡化生产线; 我们与北京科技大学就进一步提高高炉寿命进行深入研究, 通过设计优化, 可以使高炉寿命达到 25 年以上, 为首钢京唐钢铁厂高炉成为当前世界上最长寿的高炉奠定了坚实的基础。我们还与西马克、达涅利、奥钢联、新日铁、CMI 等国际知名公司进行交流与合作, 在合作中迅速提升技术能力。两年多来, 围绕大型高炉、大型烧结机、2250mm 热轧、地基防腐、海水淡化等多个前沿技术课题, 开展对外交流、联合设计、专题技术研讨 100 余次。

五、几点感悟

(一) 创新是勇气和严谨的和谐统一

毛主席说过, 我们要在战略上藐视敌人, 在战术上重视敌人。面对首钢京唐钢铁厂工程每个创新的难题, 同样如此。我们必须有战胜困难的足够信心和决心, 才能迈出超越自我的第一步; 如果在困难面前, 一味徘徊犹豫, 我们会失去很多机遇。有信心和决心, 还必须有科学严谨的工作作风和实事求是的工作态度, 学会掌控风险和战胜困难的对策。

在决定自主设计制造中国最大的并罐无料钟炉顶设备前, 主要技术人员提出只有 80% 的把握。但面对 80% 的把握, 我们却做着 100% 的努力。为了保证万无一失, 设备成套攻关团队在认真完成三维设计、设备监制、总装试车等阶段后, 用已经制作完成的设备进行了完全仿真运行的 1:1 模拟实验, 精确测量并掌握了无料钟炉顶设备布料的各项数据, 为高炉顺利投产提供了坚实的保障。

(二) 创新要有系统的思维模式

技术创新是一项系统工程, 在京唐钢铁厂工程设计中, 我们在注重单项技术创新的基础上, 更注重系统性创新, 走出了一条点面结合系统思维的创新之路。

世界首创的标准铁路轨距运输高炉铁水的“一包到底”技术, 就是综合考虑了炼铁、炼钢和总图运输的多方面关系, 通过改造铁水包运输车辆结构、降低重心等方式取得的突破, 采用标准铁路轨距运输铁水, 实现了钢铁厂内铁路运输轨道的贯通, 减少了铁水温降, 每年降低生产费用 3422.38 万元, 同时降低了铁耗, 增加了钢产量。

同时, 首钢京唐钢铁厂紧凑、高效、独特的总平面布置形式, 就是我们综合

考虑了钢铁厂布局与曹妃甸工业区总体规划，区域产业布局与自然条件的相互协调，钢铁厂水、电、气、热等能源的平衡等多方面关系，创新出的最佳方案。

（三）创新是学习提升的过程

在首钢京唐钢铁厂工程方案设计和创新课题攻关上，我们把学习贯穿自主创新、集成创新、引进消化再创新全过程。通过采取集思广益、团队学习，向院士、专家请教学习，向国外知名公司学习，到兄弟企业考察学习等形式，赋予了自主创新、集成创新、引进消化再创新以新的内涵。

一是利用原创技术进行攻关，提高原始创新能力。我们系统总结提炼了原有高炉煤气全干法除尘、并罐无料钟炉顶、高炉高效综合长寿技术等成功经验，对核心内容进行改进创新，并成功应用到特大型高炉等设计实践中；二是博采众长，提高集成创新水平。对关键技术和设备进行“点菜”式引进，大力提高自主集成创新水平；三是坚持开放式创新，通过引进、消化、吸收、再创新进行攻关。对目前国内尚未掌握的国外专利技术和设备进行合理引进，在消化吸收的基础上，下一步再进行改进创新。

（四）创新有起点没有终点

创新无处不在，创新任重道远。由我们自主设计的首钢京唐钢铁厂 5500m³ 特大型高炉，虽然是首钢京唐钢铁厂工程技术创新的典型代表，但是，仍然有进一步创新的空间，这也是我们首钢国际人为之努力奋斗的方向。

曾记得，当高炉攻关团队在决定采用顶燃式热风炉技术时，有多位冶金专家就建议说：“你们设计的高炉已经可以说是够创新的了，不要再冒风险开发顶燃式热风炉了。”但是，我们没有止步，通过与俄罗斯卡鲁金公司合作设计开发，结合首钢拥有的成熟技术进行再创新，最终在世界上首次将 BSK 即首钢卡鲁金新型顶燃式热风炉，应用在了 5500m³ 特大型高炉上，获得了 1300℃ 风温。与国外大高炉普遍应用的外燃式热风炉相比，提高风温 50℃，节省投资 30%。

冶金工程设计理念的创新与实践，是我们致力于振兴中国钢铁工业的钢铁人，不断创新和实践的大课题。首钢国际工程公司愿与同仁一道不断地总结提升，不断地创新实践，努力为更多的国内外钢铁企业提供全流程、专业化的服务。

目 录

以建设 21 世纪示范钢铁厂理念规划设计首钢京唐钢铁厂	1
首钢京唐钢铁厂创新“紧凑型”总图布置技术的研究与应用	9
首钢京唐钢铁厂 500 m ² 烧结机设备大型化技术的研究与应用	15
首钢京唐钢铁厂大型烧结工艺技术的研究与应用	19
首钢京唐钢铁厂带式焙烧机球团技术的研究与应用	25
首钢京唐钢铁厂 500m ² 烧结成品整粒工艺特点及应用	30
首钢京唐钢铁厂特大型干熄焦 (CDQ) 技术的研究与应用	36
首钢京唐钢铁厂 5500m ³ 高炉采用的新技术	42
特大型高炉工艺及装备技术探讨	51
高效长寿顶燃式热风炉燃烧技术研究	59
首钢京唐钢铁厂特大型高炉料仓和无中继站上料系统技术的研究与应用	66
首钢京唐钢铁厂 5500m ³ 特大型高炉并罐无料钟炉顶系统技术的研究与应用	71
首钢大型无料钟炉顶布料试验分析与研究	76
首钢京唐钢铁厂特大型高炉高效长寿综合技术的研究与应用	83
首钢京唐钢铁厂特大型高炉 BSK 新型顶燃式热风炉技术的研究与应用	93
首钢京唐钢铁厂特大型高炉煤气全干法袋式除尘技术的研究与应用	98
首钢京唐钢铁厂特大型高炉出铁场系统机械化、 自动化、清洁生产技术的研究与应用	103
特大型高炉风口及送风装置设计、研究与应用	108
首钢京唐钢铁厂“一包到底”铁水运输技术的研究与应用	115
首钢京唐钢铁厂铁路物流系统的研究与应用	119
首钢京唐钢铁厂炼钢厂套筒窑技术的研究与应用	124
首钢京唐钢铁厂大型转炉干法除尘技术的研究与应用	131
首钢京唐钢铁厂 2250mm 热轧钢卷物流运输系统——双排式 托盘运输技术的研究与应用	138

托盘式钢卷运输的冶金流程工程学分析及其应用	144
首钢京唐钢铁厂 2250mm 热轧带钢生产线工艺布置特点	149
首钢京唐钢铁厂 2250 mm 热轧精轧机换辊装置移动轨道行程加长改造的设计、 研究与应用	154
首钢京唐钢铁厂 2250mm 热轧工程特大型步进梁式加热炉技术的研究与应用	159
首钢京唐钢铁厂大型出铁场除尘系统及上料除尘系统技术的研究与应用	163
首钢京唐钢铁厂低温多效海水淡化技术的研究与应用	168
首钢京唐钢铁厂综合污水处理核心工艺技术研究、设计与应用	173
首钢京唐钢铁厂高炉全干式除尘煤气管道内壁防腐工艺技术的研究与应用	181
首钢京唐钢铁厂特大型高炉全干式 TRT 工艺技术的研究与应用	194
首钢京唐钢铁厂电气综合管网设计优化的研究与应用	199
首钢京唐钢铁厂 2250mm 热轧工程供配电系统电网的研究与应用	204
首钢京唐钢铁厂 2250mm 热连轧电气技术的研究与应用	213
首钢京唐钢铁厂 2250mm 热连轧自动化控制系统的特点	218
首钢京唐钢铁厂 5500m ³ 高炉煤气干法除尘自动化控制系统的设计与实现	225
首钢京唐钢铁厂吹砂造地软土地基处理技术的研究与应用	232
首钢京唐钢铁厂混凝土结构耐久性技术的研究与应用	237
首钢京唐钢铁厂工程建筑统一性的研究与应用	243
首钢京唐钢铁厂 5500m ³ 高炉整体结构设计有限元空间分析的研究与应用	251
首钢京唐钢铁厂特大型制氧机组的研究与应用	257
首钢京唐钢铁厂 2×75000m ³ /h 制氧机组三维工厂设计	262
首钢京唐钢铁厂压缩空气供气系统设计优化的研究与应用	266
首钢京唐钢铁厂燃气设施煤气储配站自主集成技术特点	271
首钢京唐钢铁厂协同三维设计的研究与应用	277
先进三维设计推进冶金工程设计的尝试及探讨	282
附录 1 首钢京唐钢铁厂工程项目设计建设大事记	291
附录 2 北京首钢国际工程技术有限公司简介	294
后记	296

以建设 21 世纪示范钢铁厂理念 规划设计首钢京唐钢铁厂

何 巍 张福明 周颂明

北京首钢国际工程技术有限公司

1 建设 21 世纪示范钢铁厂的背景

在 21 世纪全球信息技术高速发展的大背景下,中国钢铁工业面临的不是单一的质量、性能的挑战,而是成本、质量、性能、环境等多目标群的挑战。

21 世纪先进的钢铁厂,其发展目标是满足高品质洁净钢的市场需求,进一步提高企业的核心竞争力,实现与环境和谐发展。其基本理念主要是建立高效率、低成本、稳定生产的洁净钢生产体系,建立新一代可循环的钢铁制造流程;其功能不仅是具有先进的钢铁产品制造功能,同时还要具有高效的能源转换和消纳社会废弃物及资源化的功能,具有为社会提供有效能源、资源的功能;其技术特点是体现新世纪科技发展方向的精品制造、高效连续化、节能环保和生产洁净钢的先进技术;其流程特点是可循环的钢铁制造流程,即高效化的生产制造流程、高效能源转换的流程和循环经济的制造流程。

21 世纪的钢铁厂应该坚持走“科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染小、人力资源得到充分发挥”的新型工业化道路,其主要特征是工艺现代化、装备大型化、生产集约化、流程高效化、产品精品化、资源循环化、环境清洁化、效益最佳化和企业与社会和谐发展,构筑高质量、高效率、低成本、清洁化的生产运行体系,建设资源节约型、环境友好型社会,大力发展循环经济,走中国特色的自主创新道路。

首钢京唐钢铁厂项目是我国进入 21 世纪第一个经国务院批准,作为我国钢铁工业生产力布局调整和产品结构优化、促进华北钢铁工业优化整合、推动环渤海区域协调发展的重大项目,对于提高我国钢铁产业集中度,提高产业技术水平和技术创新能力,促进我国由钢铁大国向钢铁强国发展具有重要的意义,同时也为我国钢铁工业布局由中心城市向沿海转移探索经验,为 21 世纪新一代钢铁厂的建设起到重要的引领示范作用。首钢京唐钢铁厂地理位置见图 1。