

“五品联动”工程管理模式的创新与实践

邵安林

(鞍山钢铁集团公司,辽宁鞍山 114001)

[摘要] 我国铁矿资源储量总体上都是贫矿,资源利用水平低。鞍钢集团矿业公司(鞍钢矿业)在工程哲学指导下,在现有技术集成和创新的基础上,创建了“五品联动”工程管理模式。将包含地质工程、采矿工程、配矿工程、选矿工程、冶炼工程在内的矿冶工程看作一个整体,统筹考虑地质品位、采矿品位、入选品位、精矿品位和入炉品位5种品位,以矿冶工程的总成本为目标,集成优化。“五品联动”模式的提出和应用,解决了贫铁矿利用难题,为实施“自给为主”的资源战略提供了支撑。

[关键词] 工程哲学;五品联动;工程管理模式;目标优化;贫矿开发

[中图分类号] C93 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2013)11-0044-05

1 前言

当前,在世界铁矿资源的开发与利用中,存在两大矛盾,导致我国钢铁全行业亏损,严重威胁国家经济安全。一是产业规模与资源供应的矛盾。我国是世界第一产钢大国,粗钢产量占全球近一半。但受铁矿资源条件限制,需要大量进口国外富矿。二是价值贡献与利益分配的矛盾。国际铁矿石贸易高度垄断,形成了非市场化定价机制,巨额利润流向国外矿业巨头。2012年,淡水河谷、力拓、必和必拓三家矿业公司的利润总和为173亿美元,而中国77家钢企利润总和仅为2.5亿美元,如果扣除非钢产业利润,实际上钢铁全行业亏损。在整个钢铁产业链上没有按附加值高低分享市场利润,附加值低且产业链短的采矿环节获取了整个产业链的利润。

实际上我国是铁矿资源大国,并不缺资源。造成目前局面的根源,主要有两个层面的原因。在技术层面,没有进行很好的技术集成,没有选准技术创新的突破口。我国铁矿资源的特点是“贫、细、杂”,在传统技术条件下,难磨难选。多年来,精矿品位(矿石经选矿加工后的品位)仅62%左右,生

产成本高于进口矿价50%以上。虽经几十年持续攻关,“十五”以前始终没有突破性进展。在工程管理层面上,没有形成有效的工程管理模式或方法,导致组织效率低、成本高、规模能力提升缓慢。国内贫矿资源赋存条件复杂,加工流程长、环节多,工程复杂性高,需要进行全过程科学化、系统化的管理^[1,2]。

进入21世纪,鞍钢集团矿业公司(鞍钢矿业)致力于解决贫铁矿资源高效开发利用的世界性难题。在工程哲学理念指导下,将包含地质工程、采矿工程、配矿工程、选矿工程、冶炼工程在内的矿冶工程看作一个整体,统筹考虑地质品位、采矿品位、入选品位、精矿品位和入炉品位5种品位,以矿冶工程的总成本为目标,集成优化,形成了“五品联动”工程管理模式,突破了贫铁矿开发利用的工程技术瓶颈,使数百亿吨资源实现经济利用。这对我国增加自产矿比例,抑制进口矿价格,构建“自给为主”的国家资源战略保障体系具有重要意义。也为工程哲学的丰富和发展,提供了一个成功的实践范例。

2 “五品联动”工程管理模式创新

2.1 “五品联动”工程管理模式的提出

按照工程哲学理念,各类工程活动都是在某种

[收稿日期] 2013-08-29

[基金项目] 国家科技支撑计划课题(2013BAB02B08)

[作者简介] 邵安林(1963—),男,黑龙江肇东县人,教授级高级工程师,主要研究方向为贫铁矿资源高效开发利用;E-mail:alshao@163.com

工程理念支配下进行的,不同的工程理念必然影响到工程各个阶段和环节^[3]。矿冶工程是地质工程、采矿工程、配矿工程、选矿工程、冶炼工程及其各子项工程的集成性活动。从工程哲学视野看,是一个去伪存真、提炼升华,还原金属本质的过程。矿冶工程各环节之间相互作用,任何一个环节不协调,都会影响整体效率。矿冶工程整个过程金属量守恒,即采矿采出多少金属量,理论上与富集成铁的金属量是相等的,如何最大程度地减少金属流失是矿冶工程研究的重点。

矿冶工程存在的矛盾,根本原因是管理思维的局限性。这主要表现在三方面。a. 局部优化思维。未正确处理部分与整体的关系,重视单个环节的指标最优和效益最大,忽视整个系统效果。勘察、采选与冶炼各系统独立分割优化,导致单系统指标最优,而全系统效益不是最大。b. 线性思维。未正确处理质量与效益、技术与工程的关系。单纯地注重技术和追求“精品”,忽视工程管理的集成作用,导致质量标准过高,金属回收率降低、成本升高;技术虽然突破了,但不能形成生产力。c. 功利性思维。未正确处理经济与社会的关系,单纯追求经济效益,忽视资源回收效益和环境影响。导致地质边界品位和精矿品位过高,资源回收率低,废石和尾矿排放量大。

按照工程哲学理念,解决矿冶工程矛盾,必须首先突破思维的局限,运用整体思维、系统思维、生态伦理思维,树立和谐工程观,在“自然—科学—技术—工程—产业—经济—社会”的知识链和知识网络中,认识和把握工程发展规律,实现工程与技术、时间与空间、局部与整体、经济与社会的和谐统一,由此产生构建“五品联动”模式构想。

2.2 “五品联动”工程管理模式内涵

“五品联动”就是以系统效益最大化为目标,打破原有矿山、冶炼分割优化模式,将地质、采矿、配矿、选矿、冶炼统筹考虑,集成为大工程系统,综合考虑地质品位、采出品位、入选品位、精矿品位、入炉品位,在单系统优化分析的基础上,进行全系统集成优化,实现“五品联动”。

从图1可以看出,矿冶工程5个子工程通过动态优化系统建立联系。在顺时针实线方向,品位不断富集,产品质量不断提高,是资源富集过程,前续工程直接影响后续工程的工艺、规模、成本、质量、环境;逆时针虚线方向是反馈信息,追溯原因,动态

优化前续工程组织方式和技术攻关方向。

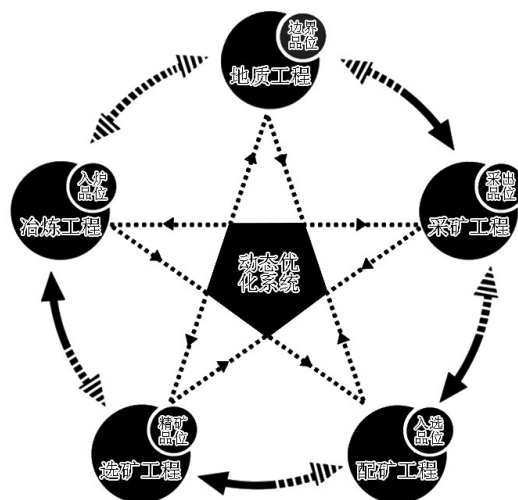


图1 “五品联动”示意图

Fig.1 Illustration of the “five grades ganged” mode

将五品中的任何一品进行单独分析都是不完整的,因为其中任何一个小的变动都会引起整个生产系统的变化。在生产经营的过程中,每一个阶段都会有短板产生,因此在不同阶段要关注不同的短板,继而通过工艺技术创新,解决短板问题,在不断地解决问题的过程中,系统不断地集成优化,使五品联动螺旋上升。

通过定量描述子系统间品位、效益、成本、环境的链接关系,以品位为决策变量,考虑产量、成本、利润等多个目标,建立数学模型。利用非线性最优化技术,对模型进行优化求解^[4-7],并以此为基础,针对矿冶系统地质、技术和经济条件的动态性,开发了“五品联动”动态优化系统(见图2),进行优化决策。在此基础上,开发了3种评价指数工具,作为定量指标分析系统中的瓶颈环节,以着眼于系统整体功能的改善,在技术和工程管理上集中资源重点突破。

2.3 “五品联动”模式揭示的客观规律

通过“五品联动”模式中数学模型的推导和分析,发现以下主要规律。

1) 采出品位与预选成本呈双曲线关系。在活跃区内,提高采出品位对预选成本影响明显,在平静区影响不明显。

2) 入选品位与选矿成本呈双曲线关系。在活跃区内,提高入选品位对选矿成本影响明显,在平静区影响不明显。

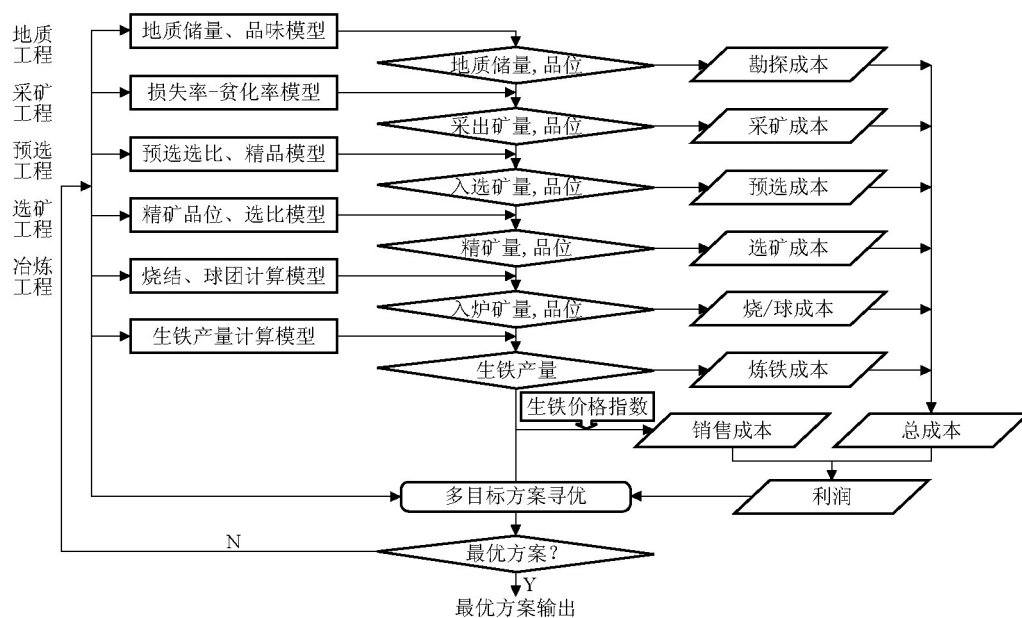


图2 “五品联动”动态优化系统

Fig.2 Dynamic optimization system of “five grades ganged”

3)精矿品位与选矿成本呈线性关系。选矿成本随精矿品位增加(降低)而增加(减少)。

上述规律是实施矿冶工程联动优化的重要理论依据。

3 “五品联动”的实践应用与效果

“五品联动”模式为大规模开发资源提供了支撑。鞍钢按照该模式实施了鞍山东部矿区建设。东部矿区是目前世界查明储量最大的贫铁矿区,资源量 1.72×10^{10} t,面积达58 km²。由于缺乏这类特大型复杂矿区的建设经验,矿区发现80年未能规模化开发。主要原因:a. 矿区面积大,采空区多、钻孔爆破性差,采矿难度大;b. 矿石含铁品位低、矿物组成复杂,选矿难度大;c. 矿石类型多(4种类型)、采区部位散(6个采区、11个采矿部位),工程组织难度大。

“十五”以来,鞍钢矿业按照“五品联动”模式思路,以实施基于信息化平台的集成管理、建立协同创新机制、着眼于整体优化的联动控制和追求低碳运行等方法,实现了东部矿区大规模、低成本、高效率开发。

3.1 实施基于信息化平台的集成管理

将工程活动过程中人、财、物、能、技术、信息资源进行整合,实现要素、结构、功能、效率的优化。a. 智力集成。通过“项目决策组”、“技术创新室”、“职工攻关队”等形式,集成管理人员、技术人员和一线

职工中的知识和技能。b. 组织集成。建立矩阵式组织架构,管理职能纵向以项目管理连接,横向以专业管理覆盖。c. 过程集成。建立科研、设计、管理、施工、运行五位一体工程管理体系,实现了矿冶工程全生命期一体化管理。d. 技术集成。建立勘察、采矿、选矿、烧结及团矿等核心技术体系,为工程提供技术保证。e. 信息集成。建成了包括数据自动采集、过程自动控制、厂级制造执行(MES)、企业资源计划(ERP)和智能决策分析的五级架构的信息管理系统。

3.2 建立协同创新机制

由鞍钢包干独立分散的封闭式组织模式转变为以鞍钢为主216家单位参与的整合协同开放式组织模式,通过竞争淘汰、利益分配、信息反馈、研发创新、评估改进5种机制实现战略伙伴管理。

工程管理总体来说可以分为科研、设计、管控、施工和运行5个阶段,我们综合考虑5个阶段的25个要素,有效的汇聚和调配创新资源,形成产学研联合攻关、科技力量整合、优势技术集成的协同创新合力。

3.3 着眼于整体优化的联动控制

打破原有“单矿山多矿种混合选”工程组织方式,建立了“大区域开采、网络化配矿、差异化分选”特大型矿区规模采选工程组织方式。采用铁路、公路和大曲率胶带机构成的矿岩立体运输网络,将6

个采区、10个采矿部位的4种类型难选矿石,分别配送到4个不同工艺流程的选矿厂,实现了“区区相连、采选互通、同类归集、差异选矿”,提升了采、配矿能力和选矿效率,降低了生产成本。

3.4 追求低碳运行

在东部矿区资源开发过程中,同步规划矿区节能、环保和生态治理。每年回收利用低品位矿 1.2×10^7 t以上,相当于一座特大型铁矿山产量;普遍采用大型化、现代化的工艺装备,淘汰高耗能设备,在消化能源涨价因素的情况下,单位综合能耗比“十五”期间降低20%;粉尘合格率和污染因子合格率分别达到97.2%和96%,实现污水零排放。矿区复垦绿化覆盖率达到43.5%,为行业领先水平。

针对特大型复杂矿区安全管理难度大的问题,践行“以人为本、对事故零容忍”的理念,推行安全“标准化建设”和“全员评价”等措施,建立安全管理信息系统,保证了工程全过程的安全稳定运行。

3.5 “五品联动”模式实施效果

一是建成了世界特大型贫铁矿区。东部矿区采矿能力由“十五”初期的 1.0×10^7 t提至 3.3×10^7 t,精矿品位由62%提至67.5%,居世界领先水平,成本520元/t,低于进口价46%,年效益36亿元。

二是提升了企业竞争实力。鞍钢矿业成为国内全面领先的行业龙头企业。采选技术达到世界前沿水平。铁精矿生产成本国内行业排名由第六位跃升到第一位,形成与进口矿的竞争优势。近5年累计实现利润304亿元,上缴税费116亿元。获国家科技进步奖和管理创新奖7项,获省部级科技奖35项。

三是引领了冶金矿山行业发展。鞍钢贫铁矿资源高效开发利用的成果已在国内外10余个铁矿山推广应用,取得了显著的经济效益和社会效益,推动了中国冶金矿山行业的快速发展。

四是支撑了国家资源战略。鞍钢“五品联动”成功实践,全面盘活我国储量丰富的贫铁矿资源,并实施了国内规模最大的铁矿山建设规划,有力支撑了自给为主的资源战略,将为维护国家经济安全发挥更大作用。

4 结语

1)“五品联动”模式是工程哲学思想在生产实践中的具体体现。“五品联动”模式源于工程哲学、

育于工程实践,是基于工程哲学的工程观和方法论。用哲学的视野谋划矿冶工程,突破管理思维局限,树立科学的工程观,才开创了资源开发的新局面。开展工程实践需要我们自觉运用工程哲学思维解决工程难题,实践证明,只有从工程哲学的高度审视工程,才能创造更加美好的世界,成就更加宏大和长远的事业。

2)“五品联动”模式为矿冶工程管理提供了理论依据和实践方法。“五品联动”模式揭示了矿冶工程活动的内在规律,解决了矿冶工程中的各类矛盾关系,为矿冶工程管理提供了理论依据和实践方法。工程管理应综合借鉴工程哲学、系统论、环境学、管理经济学、信息科学等相关理论,建立适合不同工程特点的管理理论、模式和方法,实现工程效益的最大化。

3)“五品联动”模式的普及将为提升国家资源保障能力奠定基础。工程和技术矛盾的解决为改变我国铁矿资源受制于人的被动局面奠定了物质基础。国家层面应对铁矿资源开发规律进行超前研判,尽快建立完善的资源战略保障体系,加快自有资源开发,提高资源自给率,平抑进口矿价格,保障国民经济安全。

4)“五品联动”模式的发展将对构建和谐社会起到一定的积极作用。恩格斯说:“我们不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利,自然界都对我们进行报复。”“五品联动”模式倡导生态伦理和低碳运行,体现了从“征服自然观”向“和谐工程观”的理念转变。工程活动应遵循自然规律和社会规律,坚持以人为本、环境友好,促进人与自然、社会和谐发展。

参考文献

- [1] 邵安林. 鞍钢矿业铁矿资源发展战略的实践与思考[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2012.
- [2] 张久铭. 我国铁矿资源的禀赋特征与可持续开发利用研究[J]. 中国矿业, 2007(16): 36-39.
- [3] 殷瑞钰. 工程哲学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [4] 汪应洛. 系统工程理论、方法与应用(第2版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [5] 哈肯 H. 协同学引论[M]. 徐锡申, 等译. 北京: 原子能出版社, 1984.
- [6] 李晓平. 关于边际效用理论的思考[J]. 财贸研究, 1997(4): 13-16.
- [7] Hermann Haken, Paul Levi. Synergetic Agents[M]. New York: John Wiley & Sons Inc., 2012.

Innovation and practice of the “five grades ganged” engineering management mode

Shao Anlin

(Ansteel Mining Company, Anshan, Liaoning 114001, China)

[Abstract] All of Chinese iron ore reserves are lean ores and the resource utilization is very low. Led by the idea of engineering philosophy and based on technological integration and creation, Ansteel Group established the “five grades ganged” engineering management mode. It views mining and metallurgical engineering, including the geologic, mining, ore blending, concentration and smelting engineering, as a whole and considers the geological, mining, feed, concentrate and charging grades together with objective of the integrated optimization of the overall costs. With the establishment and application of the “five grades ganged” mode, Ansteel Group has solved the lean iron ores exploitation problem and supported the “self-sufficiency-based” resource strategy.

[Key words] engineering philosophy; five grades ganged; engineering management mode; objective optimization; lean ores exploitation

(上接35页)

Enhancing the management of oil production engineering with philosophical thinking

Liu He

(PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing 100083, China)

[Abstract] In the history of Chinese petroleum industry, the philosophical thinking is always used to guide practice. The Daqing Oilfield was developed based on the philosophical thoughts of Mao Zedong, i.e., *On Practice* and *On Contradictions*. Relying on the philosophical thoughts, the management and technology innovation system was continuously improved, and the technology management system with Daqing Oilfield characteristics was developed. This paper applies the thoughts of the “Two Theory” in oil production engineering, and analyzes the major challenges and countermeasures for the stable production of 4.0×10^7 to Daqing Oilfield. The scientific methodology of practice is used to guide the technical schemes and solutions. The “Two Theory” is proved to be effective to guarantee the stable production of 4.0×10^7 t.

[Key words] philosophy; contradiction; practice; oil production engineering