

老矿区转型发展工程哲学思考

金智新

(山西焦煤集团有限责任公司,太原 030053)

[摘要] 老矿区的转型发展是一项复杂的系统工程,必须站在工程哲学的高度总揽全局,遵循工程—自然—科学—技术—产业—经济—社会的协调统一。工程是科技创新的主体,依靠科技进步推动工程创新,工程促进科学、技术、产业、经济、社会的发展。工程要以生态保护为前提,经济促进生态工程建设。稀缺炼焦煤资源的保护与开采是矛盾的对立与统一体,炼焦煤生产企业要兼顾眼前利益与长远利益,特别是老矿区,要解决好资源稀缺性与需求激增性矛盾,实行限量开采,增加资源的回收率,实行以煤为基,资源高效循环利用的大、纵、深产业群建设。现有的安全管控高投入与安全事故频发的矛盾促进了安全理论与技术的发展,安全理论与技术由系统安全到结构安全的转变是事物发展的必然。

[关键词] 工程哲学;不对称开发;绿色迁移;大纵深产业群;保护性开采;安全结构理论

[中图分类号] TD-05 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2014)10-0064-07

1 前言

工程哲学是研究工程规律的一般性科学,工程活动是人类社会生存和发展基础性的实践活动,老矿区转型发展必须站在工程哲学的高度,才能总揽全局,揭示其规律。工程是实现老矿区转型发展的直接推动力。实现老矿区转型发展需要众多工程建设项目支撑,包括地下工程与地面工程。项目众多,工程活动的要素十分庞杂,因此,在项目的决策、实施过程中必须应用工程哲学的思想,在自然—科学—技术—工程—产业—经济—社会的知识网络中^[1-3],思考和处理转型工程中局部与整体、科学与工程、技术与工程、工程与经济、工程与社会的关系,实现由征服自然观向和谐工程观的理念转变。工程创新依靠科学技术,工程推动科学发现与技术创新。

山西省有1 053座煤矿,有50%是开采百年的老矿区,2013年生产煤炭 9.62×10^8 t,占全国煤炭产

量的26%,销售收入1.42万亿元,实现税费1 150亿元,面临的普遍问题是,资源枯竭、安全欠帐多、环境污染严重等。老矿区要承担起国家能源安全和保障国民经济高速发展的重任,必须通过工程、技术与管理创新实现转型与发展。

2 双系煤田不对称开发工程哲学

对称与不对称是从宏观世界到微观世界普遍存在着的现象。对称与不对称在形象、结构和功能中,在空间和时间上,在概念和数学中,都十分普遍。在科学技术日新月异的今天,各门科学都在从不同的侧面对这种现象进行深入的研究,已取得了极有价值的成果。另一方面,深入研究对称与不对称在自然界和自然科学中的普遍形态和辩证转化,也是自然科学和工程哲学研究的重要任务。

双系煤田不对称开发是指工程结构的不对称导致结果的不对称。

[收稿日期] 2014-08-13

[作者简介] 金智新,1959年出生,辽宁锦州市人,博士,教授级高级工程师,研究方向为矿业工程及管理;E-mail:jzxin88@163.com

2.1 工程决策

大同矿区开采侏罗、石炭双系煤田,均属易自燃煤层且具有“两硬”特点,侏罗系已开采煤层19层,资源接近枯竭,煤层间距1~25 m不等。石炭系开采主采煤层2层总厚达20~28 m,其中3#~5#合并层厚18~23 m,开采条件极其复杂,在由侏罗系向石炭系延伸重大工程战略决策中,力排众议,不用传统的老矿井直接延伸模式,提出了“不对称开发与对称布置”相互协调开发新模式。也就是,通过改变地下工程布置结构,实现不对称开发。创新了矿井开发设计思想,使在老矿区中建设千万吨级矿井成为可能,使循环经济园区建设变为现实。

2.2 工程结构的不对称

不对称开发的工程结构不对称是自然条件(煤层赋存)、空间布置结构、技术等条件的不对称。

自然条件的不对称是指侏罗、石炭双系煤层的赋存条件(地质条件、煤层的顶底板条件、开采可能发生的灾害条件等)不对称。侏罗纪煤层的特点是煤层群联合开采,具有煤层浅埋深,顶板和煤层“两硬”、自然发火严重等条件;石炭系煤层具有超厚(18~23 m)支撑强度低、煤层破碎、节理裂缝发育,呈现低瓦斯含量-高瓦斯矿井的特点,需要开发新的开采技术与瓦斯治理技术。

空间布置结构不对称是指开采侏罗与石炭系

煤层的地面与地下工程的空间位置不对称,工程形态不对称,工程布置方式不对称。

工程技术不对称是指开采侏罗与石炭系煤层地面与地下工程的施工技术不对称,开采技术不对称。侏罗纪煤层矿井的设计能力是在 4×10^6 t以下,单工作面的生产能力 1×10^6 t以下。石炭系煤层矿井生产能力是 2×10^7 t,单工作面生产能力在 1×10^7 t以上。矿井生产能力改变导致施工技术与开采技术难度发生质的变化,必须通过技术创新加以解决。

2.3 工程效果不对称

取得经济效益与社会效益的不对称。通过改变地下工程布置结构,实现不对称开发。创新了传统矿井开发设计思想,减少地下巷道开掘工程,简化生产系统,安全可靠、节约运营成本,经济效益好,为煤炭资源高产高效集约开采、生产平稳连续、生产及管理现代化、信息化、环境保护和安全生产奠定了基础。为多业并举、多元发展产业结构调整创造了条件,使老矿区建设千万吨级矿井及循环经济园区成为可能。

根据不对称开发模式建成塔山、同忻两个千万吨级矿井。与传统模式相比,工程量、工程造价、产量、全员工效等各项技术经济指标均有显著改善,如表1、表2所示。

表1 主要绩效指标对比表

Table 1 Comparison table of key performance indicators

开发模式	矿井数/个	产量 (10^4 t)	用工人数/人	干部人数/人	全员工效 ($t \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{年}^{-1}$)	综合电耗 ($\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{t}^{-1}$)
不对称开发模式	2	3 500	1 870	24	18 717	11.32
传统布置模式	10	1 300	49 870	120	260	23.45
增加(减少)	80 %	2.69	96 %	20 %	71.99	52 %

注:原煤综合电耗国内水平 $< 25 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}$,国内先进水平 $< 20 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}$,国际先进水平 $< 15 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{t}$

表2 工程建设主要指标对比表

Table 2 Comparison table of key project indicators

指标	方式	井筒	大巷	硐室	合计
长度 (10^4 m)	传统	3.60	8.54	—	12.14
	不对称	0.72	3.22	—	3.94
	减少	80 %	62 %	—	75 %
工程量 (10^4 m ³)	传统	21.6	170.80	6.92	199.32
	不对称	5.04	90.16	1.78	96.98
	减少	77 %	47 %	74 %	51 %
工程造价 (亿元)	传统	10.8	12.81	20.76	44.37
	不对称	2.67	5.47	5.87	14.01
	减少	75 %	57 %	72 %	68 %

3 资源高效循环利用与绿色迁移

发展循环经济是落实科学发展观的重要方面。它要求自然—人—社会、自然—经济—社会的和谐发展,是我国新时期工程实践的主要目标。老矿区的生态化转型、产业生态化,是循环经济模式下工程活动的实践途径。

3.1 老矿区生态化转型

循环经济的微观主体是企业,工业生态化要求从事工程活动的企业实现生态化转型。老矿区生态化是企业为了自身的生存和发展,运用生态学思想来从事决策、组织、管理的工程活动,是以追求工业生态效率、提高资源利用率和清洁生产为意识和谋略的,是将资源的高效循环利用、废弃物的合理利用同效益优化结合的矿区。矿区生态化的内容包括资源的生态化、产品的生态化、生产技术工艺的生态化等^[4,5]。

老矿区生态化转型是工业生态化的一种基本类型,其重要特点是实现经济效益优化和生态优化,体现为生态效率优化和生态效用优化。生态效率优化是通过拓宽工程系统的功能来实现的。如以煤为基,资源高效循环利用的大、纵、深产业集群建设思想,就是为经济效益优化、为资源、能源的循环或梯级利用设计的,它充分考虑了工程在整个工业生态链或生态工业园区中的功能与定位。生态效用优化是指产业设计或评价过程中考虑经济效益、环境保护和社会效益等的优化。

3.2 以煤为基,资源高效循环利用的大、纵、深产业集群工程

实现产业生态化是实施可持续发展战略,推行循环经济的重要途径和基本手段。人类社会及其经济活动与自然生态共同构成一个“社会—经济—自然”的生态型复合系统。矿区产业生态化可以是依据自然生态的有机循环原理建立发展模式,将在矿区内的多种具有不同生产类别的企业,按照物质循环、生物和产业共生原理对产业生态系统内的各组分类进行优化组合,实现园区内物质和能量的封闭循环利用,建立高效率、低消耗、低污染、经济与环境相协调的产业生态体系的过程,实现产业经济效益、环境效益和社会效益的最大化^[6]。产业生态化的终极目标是实现“社会—人—自然”的协调、可持续发展。

同煤集团建成国内第一个以煤为基,产业链条

完整、资源产出最大化、资源综合利用最优化、节能减排显著、地区经济带动突出的多联产循环经济园区。

产业链条完整。各个项目首尾相接、环环相扣,上一个单位生产的废料正好是下一个单位的原料,逐层减量利用,物料闭路循环。

资源产出最大化。园区资源产出指标在行业内居于领先水平。不仅对煤炭精采细采,而且对伴生物高岭岩进行资源化利用,生产出目前国际上最细的6250目煅烧高岭土。伴生资源利用率由国家标准40%提高到95%。

将有限的资源做到无限利用。园区工业固体废物废弃物综合利用率达到100%。园区生活和工业废水经过污水处理厂处理后进行复用,基本上做到废水“零排放”。

节能减排显著。园区各项目全过程严格减排,已经积累了42万亩(1亩≈666.67 m²)森林碳汇资源,地跨3地市11个县区,是全国面积最大的“自营坑木林”基地,为改善区域生态环境做出了积极的贡献。

地区经济带动突出。塔山园区不仅实现了“循环”,而且做到了“经济”,2010年园区实现利税26亿元,上缴税收占到大同市南郊区的50%以上,同时极大地推动了园区周边新农村建设。

古交循环经济园区是以煤、电、化工、冶金和建材项目为支撑,立足于技术高起点,采用先进技术、先进设备和先进工艺,各产业链节点的先进技术系统集成,其中古交发电厂采用目前国内最先进的500 kV超高压地理信息系统组合电气开关技术,2×30万kW的发电机组电厂,是首个全国最大的煤电联营燃洗中煤坑口电厂;全国首次冷却循环水全部采用城市污水再生水;其化学水处理系统在全国首次使用反渗透+电子数据互换技术;首次使用气力出灰900 M系统;在全国首家使用半干法脱硫技术设施,这些都是历史上最先进的创新技术,循环经济园区建设立足于技术高起点的基本原则,形成了强大的古交循环经济园区集成创新技术体系。

3.3 绿色迁移与绿色矿区建设

以最小的生态扰动获取资源,以最小的末端治理还原和再造矿区生态环境。做到生态环境优先,保护与治理并重^[7],矿区经济服务于生态环境。新矿区建设实行保护,老矿区改造采取治理,最终实

现矿山工程与生态环境融为一体。

同煤集团建成全国煤矿第一个面积最大、功能最为齐全的生活新区(占地10 000亩,10万套人居新区)。解放了 1.1×10^9 t压煤。绿化沉陷区 1.3×10^6 m²,矿区绿化覆盖率达到29%;治理了2亿多吨矸石山自燃,完成了30余座矸石山的覆土、绿化、造田工作。治理了200多处煤炭自燃火区,空气质量明显提高。2010年,空气质量优良率达93.4%。

4 稀缺炼焦煤资源保护与开采

稀缺炼焦煤资源保护与开采的工程活动中的本质问题是自然(资源)—人(或工程)—社会的本质联系。对资源稀缺性与需求激增性矛盾的本质认识,普遍地将资源的稀缺性视作相对的,即相对于社会需求的激增而出现的。事实上,自然资源的稀缺是绝对的,不仅体现在时间上因自然演化促使资源的变化,人类总会在某个时限内将之消耗殆尽;而且体现在空间上稀缺炼焦煤资源储藏量的绝对性是不以人的意志为转移的客观存在。对自然资源稀缺绝对性的认识,促使我们反思长期以来的发展模式,必须在工程开发方面有“非线性”思维^[8],寻求新的矿藏、提高资源采收与利用率、寻求替代资源等是基本途径。

4.1 炼焦煤的重要战略地位

炼焦煤在国家工业中发挥重要作用。炼焦煤主要用于钢铁、化工、机械、有色金属等行业,焦炭在钢铁工业中作为高炉的热源和还原剂。炼焦煤不仅仅是一种能源,也是一种重要的工业原料。

直接关系着国家钢铁等工业的发展。钢铁工业占炼焦煤消费量的85.5%(见图1),冶炼1t生铁消耗焦炭0.4t,消耗炼焦煤0.936t,钢铁产量与炼焦煤产量演化相似度为0.78。

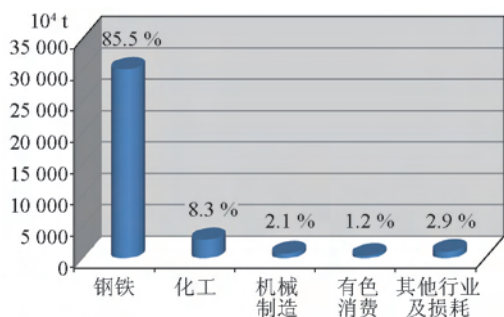


图1 全国炼焦煤消费结构图

Fig. 1 Consumption structure diagram of national coking coal

煤炭是稀缺、不可再生和替代的战略资源。2010年我国一次能源消费结构,煤炭占70%,原油18%,天然气5%,水力发电6%,核能1%,再生能源1%。我国工业生产对炼焦煤的需求量非常大,2010年全国煤炭总产量 3.24×10^9 t,炼焦煤产量 1.1×10^9 t,占煤炭总产量34%。在未来较长的时间内,我国对炼焦精煤需求量仍将维持在 5×10^8 t左右,至今尚没有其他产品可以替代。

4.2 炼焦煤资源风险

煤炭储量有限,分布不均。全国煤炭保有资源量 1.3096×10^{12} t,其中炼焦煤保有资源量 2.961×10^{11} t,炼焦煤可采储量 5.676×10^{10} t。炼焦煤保有量山西省占52.7%,其他省份所占份额小(见图2)。

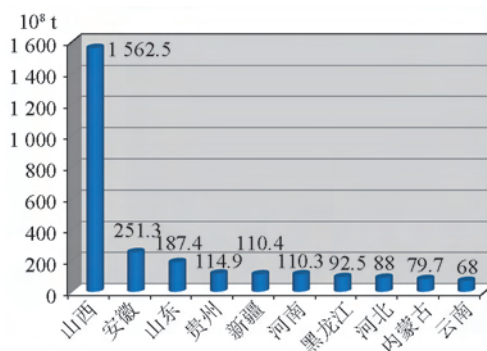


图2 2009年主分布各省炼焦煤资源储量图

Fig. 2 Coking coal reserves diagram of the main distribution provinces in 2009

消耗较快,浪费较多。炼焦煤保有量占全国煤炭保有量的比例逐年降低,从1992年的28.71%下降到2009年的22.6%,下降了约6个百分点。一部分炼焦煤被作为动力煤使用,造成资源浪费。受洗选技术制约,部分难以洗选的炼焦煤没有作为炼焦煤使用。全国炼焦精煤平均产率仅为55%(见图3、图4)。

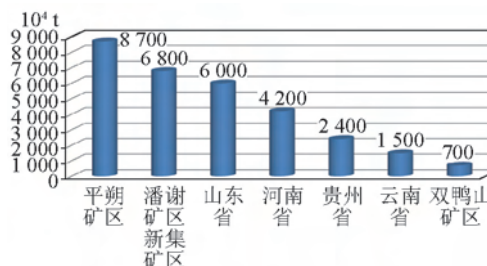


图3 2009年部分矿区炼焦煤作为动力煤使用量

Fig. 3 The amount of coking coal used as steam coal in some mine areas (2009)

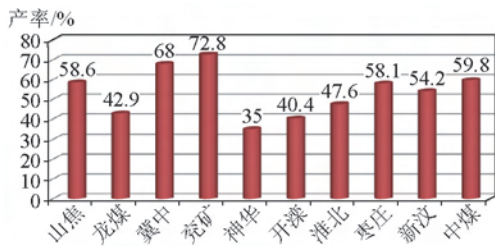


图4 2009年部分矿区炼焦精煤产率
Fig. 4 The output rate of refined coking coal in some mine areas (2009)

核心煤种短缺,生产无序。炼焦煤资源煤种齐全,但是,作为炼焦核心煤种的焦煤和肥煤所占比例仅为17.3%和12.2%,核心煤种十分短缺。按精煤产量计算市场绝对集中度,CR4<20%,CR8<30%,CR20<40%。基于贝恩分类法,炼焦煤市场属无序竞争结构类型,大企业对于炼焦煤市场管控力低,加剧了炼焦煤资源的浪费。

可采年限短,新增产能大。从2003年的 8.42×10^8 t增加到2009年的 1.041×10^9 t,年均增速约4%。按目前炼焦煤可采储量及产量进行计算,全国炼焦煤最高可采年限约33年,其中焦煤可采31年,肥煤可采46年。33年后我国钢铁生产所需炼焦煤将面临着主要依赖进口的困局。2009年末在建(改扩建)炼焦煤煤矿600多处,新增能力 1.87×10^8 t,加速了炼焦煤资源消耗,可采年限降低为28年(见图5)。

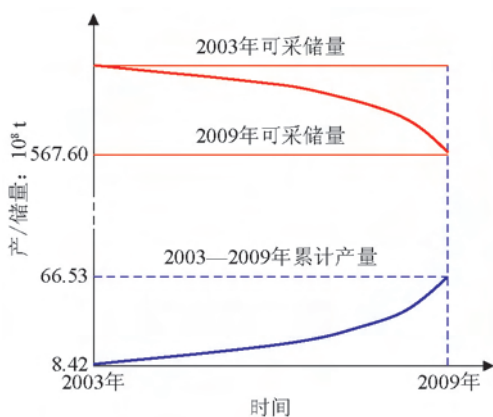


图5 2003—2009年全国炼焦煤产/储量变化关系图
Fig. 5 Change chart of national coking coal production / reserves in 2003—2009

4.3 炼焦煤保护性开采

炼焦煤保护性开采要兼顾眼前利益与长远利益,局部利益与整体利益之间的关系,必须遵循以下原则。

兼顾保护与供应。在目前实际产能的基础上,限产保护不可再生的炼焦煤稀缺资源,并在一个相当长的时期内主导国内炼焦煤市场供应。

平缓有序限制产量。避免由于产量骤减造成企业经营困难和相应的社会问题,给企业调整转型留有一定的时间与空间。

尊重规律科学限产。分析炼焦煤开采对炼焦煤资源扰动的客观规律,借助数学模型制定科学的限产规划。依据限产原则,分析产量扰动下可采出储量的变化率,建立了如下带有系统桎梏参数的几何布朗运动,描述了炼焦煤生产系统产量的衰减的过程限产模型(见图6)。

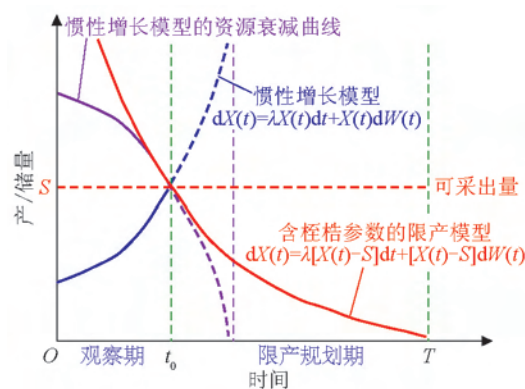


图6 限产模型
Fig. 6 Limited production model

$$dX(t) = \lambda[X(t) - S]dt + [X(t) - S]dW(t) \quad (1)$$

$$X(t) = \int_0^t x(u)du$$

式(1)中, S 为炼焦煤可采出量; $X(t)$ 为在时间区间 $[0, t]$ 上的累积产量, $X(t) = \int_0^t x(u)du$; $x(u)$ 为时刻 u 的炼焦煤产量, $u \in [0, t]$; λ 为储量余量函数 $Y(t) = S - X(t)$ 的平均变化率, $\lambda < 0$, $t \in (t_0, T]$, T 为最大可采年限; $W(t)$ 为布朗运动,描述可采出余量变化率的随机波动。

据2003—2010年的全国炼焦煤产量数据,对模型(1)的参数进行最小二乘估计,求得产量环比递减率 ρ 的值为0.9725,应用中可取0.97或0.98。

国家财政补贴模型。限产会带来企业利润减少,给企业经营和再生产带来相应的困难,执行严

格的限产规划,应有相应的国家财政补贴政策。依据企业利润计算的基本原理,设计如下补贴计算公式:

$$Q=K \cdot M \cdot P \quad (2)$$

式(2)中, Q 为国家政补贴额; K 为国家政策性补贴系数,应根据煤层赋存条件、企业规模、地区经济发展水平、运输条件等因素进行科学测算; M 为企业本年度吨煤纯利润; P 为限产规划下的本年度减产量。

按照以上的限产方案,我国炼焦煤可采储量能够持续利用由现在的28年增加至120年。

5 系统安全与结构安全

煤矿在安全管控投入(人、财、物以及巨大精神压力)与事故频发的矛盾促进了安全科学与技术的发展。系统安全是以海因里希提出的事故致因理论为代表并加以发展的安全科学体系。结构安全是笔者等长期从事理论研究、工程实践与工程管理的基础上提出来的,并加以应用。

5.1 系统安全

系统安全是以事故致因理论为基础,以人-机-环系统为研究对象,在系统寿命期间内应用系统安全工程和管理方法,辨识系统中的危险源,并采取控制措施使其危险性最小,从而使系统在规定的性能、时间和成本范围内达到最佳的安全程度。事故致因理论是安全科学的基本理论,是一个时期人们安全理念的集中反映^[9]。它涉及如何采取措施防止事故发生,以及事故责任主体等重大问题。从早期的事故频发倾向论到新近的系统理论事故模型,伴随着人们安全理念的不断变化,防止事故从着重对人的选择、教育和管理转向强调机械设备、生产条件的本质安全。系统安全理论为安全管控提供了理论依据,极大减少了生产事故的发生。

5.2 结构安全

结构安全是以安全结构理论为基础加以发展的安全管控理论。安全结构理论以全新的安全本质表述为基础,以揭示物质活动与环境的耦合作用机理为重点,以因素状态空间为表述框架,以集合论、测度论、数理逻辑及随机分析等数学方法为工具而构建的,对于广义安全范畴具有普遍适用性的理论体系。安全结构理论认为,安全问题的产生是人类或物质的活动对其活动环境空间的作用结果^[10]。活

动方式与活动环境空间性质的相互作用,是导致各种安全问题的最根本原因。

管理根据安全结构理论建立了安全结构管控方法,即:以活动远离失稳域为目标,建立安全结构管理模式,即控制节点、加固链条、减少外部扰动。控制节点、加固链条、减少外部扰动都是以控制活动与活动环境相互作用的因素为远离失稳域为目标,使安全结构整体稳定。

6 结语

1)老矿区转型发展要应用工程哲学的思想把握全局,实现转型发展依靠工程驱动,工程是推动老矿区发展的第一生产力。

2)工程建设项目必须遵循工程-自然-科学-技术-产业-经济-社会的协调统一。依靠科技进步推动工程创新,工程是科技创新的主体,工程促进产业、经济、社会的发展,工程要以生态保护为前提,经济促进生态工程建设。

3)稀缺炼焦煤资源要实行保护与开采,特别是老矿区,要解决好资源稀缺性与需求激增性矛盾,实行限量开采,增加资源的回收率,实行以煤为基,资源高效循环利用的大、纵、深产业集群建设。

4)现有的安全管控艰难与安全事故频发的矛盾促进了安全理论与技术的发展,安全理论与技术由系统安全到结构安全的转变是事物发展的必然。

参考文献

- [1] 殷瑞钰. 科学发展观中的工程哲学[J]. 中国科技奖励, 2011(5): 6-7.
- [2] 邵安林. 铁矿资源战略与矿冶工程管理—“五品联动”模式的工程哲学思考[J]. 科研管理, 2013, 34(8): 158-164.
- [3] 谢咏梅. 工程研究的跨学科视野[J]. 自然辩证法研究, 2014, 30(1): 125-128.
- [4] 王玉普. 新时期大庆油田勘探工程的哲学思考[J]. 中国工程科学, 2008, 10(3): 21-24, 92.
- [5] 王 安. 工程哲学与神东亿吨矿区创新实践[J]. 中国工程科学, 2008, 10(12): 53-57.
- [6] 刘则渊, 代 锦. 产业生态化与我国经济的可持续发展道路[J]. 自然辩证法研究, 1994, 10(12): 38-42, 57.
- [7] 王基铭. 生态文明建设与石油石化产业升级[J]. 化工学报, 2014, 65(2): 369-373.
- [8] 蔡乾和. 哲学视野下的工程演化研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2010.
- [9] 陈宝智, 吴 敏. 事故致因理论与安全理念[J]. 中国安全生产科学技术, 2008, 4(1): 42-46.
- [10] 金智新. 安全结构理论[M]. 北京: 科学出版社, 2012.

Engineering philosophical thinking of the old mining area transformation development

Jin Zhixin

(Shanxi Coking Coal Group Co. Ltd., Taiyuan 030053, China)

[Abstract] The transformation development of the old mining area is a complex system engineering, it needs to command the overall situation by standing on the height of system engineering and needs to follow the harmonization in engineering, nature, science, technology, industry, economy and society. Engineering innovation is the main part of the technology innovations, it pushes the development of scientific, technical, industrial, economic and social, also the engineering innovation is relied on scientific and technological progress. Ecological protection is the premise of engineering development, and the ecological engineering construction is promoted by economic development. The protecting and mining of rare coking coal resources is a unity of opposites. The companies of producing coking coal must pursue both immediate and long-term interests, especially the old mining, so the company should resolve the conflict between the scarcity of resources and the growth of demands by implementing limited exploitation, increasing resource recovery and efficiently recycling of coking coal resources to build the big-vertical-deep industry group. The conflict between frequent accidents and high input of existing security control promotes the development of security theory and technology, the transformation of security theory and technology from system security to structural security is a inevitable process of development.

[Key words] engineering philosophical; asymmetric development; green migration; big-vertical-deep industry group; protective mining; security structure theory