

技术经济管理

煤炭企业生态文明建设评价指标体系研究

刘金平, 何高文, 杨 贺

(中国矿业大学 管理学院, 江苏 徐州 221116)

[摘要] 为定量评价煤炭企业生态文明建设, 以国家绿色矿山建设为契机, 利用层次分析法, 以依法办矿、综合利用、环境治理等9个方面为准则层, 结合煤炭企业发展实际, 建立煤炭企业生态文明建设评价指标体系, 并以江苏省绿色矿山试点单位4个煤炭企业为评价对象, 展示煤炭企业各个层面的示范效应, 为江苏省乃至全国煤炭产业的生态文明建设提供借鉴。

[关键词] 煤炭企业; 生态文明; 层次分析法(AHP)

[中图分类号] TD984 [文献标识码] A [文章编号] 1006-6225(2014)02-0133-04

Evaluation Index System of Ecological Civilization Construction in Coal Enterprise

LIU Jin-ping, HE Gao-wen, YANG He

(Management School, China University of Mining Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: In order to evaluate quantitatively ecological civilization construction of coal enterprise, seizing the opportunity of state's green mine construction and taking 9 aspects including legal operation, comprehensive utilization and environment management and others as criterion layer, this paper set up evaluation index system of ecological civilization construction of coal enterprise by applying analytical hierarchy process. 4 coal enterprises of green mine test unit of Jiangsu Province as evaluation objects, demonstration effect of every level was exhibited, which provided reference for coal industry's ecological civilization construction of Jiangsu province and the whole nation.

Keywords: coal enterprise; ecological civilization; analytical hierarchy process (AHP)

随着矿山资源的开发, 矿区生态环境等问题日益突出。因此, 保护矿山生态环境, 推进矿山生态文明建设变得尤为重要。2007年, 党的十七大报告正式提出了建设生态文明的口号, 使能源资源开发与生态环境保护相统一。同年, 国际矿业大会在北京召开, 国土资源部部长徐绍史在会上正式提出“发展绿色矿业”的倡议^[1], 发展绿色矿山包括9个方面, 即依法办矿、规范管理、资源综合利用、技术创新、节能减排、环境保护、土地复垦、社区和谐、企业文化。发展绿色矿业是矿山生态建设的重要体现。长期以来, 煤炭企业粗放型发展对生态环境产生了非常严重的负面影响, 因此, 推进煤炭企业生态文明建设变得十分迫切。许多学者对煤炭企业生态文明建设做了相关研究: 丁小泉^[2]、孙启萌^[3]论述了煤炭企业建设生态文明的重要性, 并提出了推进生态文明建设的具体建议; 王成^[4]指出了如何在思想观念、运行管理和开采方式上加强生态文明建设; 张志超^[5]论述了山西中煤平朔

煤业有限公司在生态文明建设的实践经验以及给出的启示; 任哲, 周波^[6]以铁法能源公司为例, 指出煤炭如何由传统粗放型发展模式向生态发展模式转变; 丁双根, 杨磊^[7]给出了永煤公司生态文明建设的实践。以上研究主要涉及煤炭企业生态文明建设的实践经验、启示和生态文明建设的建议, 都是定性研究, 关于煤炭企业生态文明建设评价指标体系的定量研究涉及较少。

笔者在总结前人对煤炭企业生态文明建设研究, 充分理解生态文明内涵的基础上, 构建煤炭企业生态文明建设评价指标体系, 利用层次分析法, 以绿色矿山9个方面为准则层, 构建与煤炭企业相对应的指标, 分析江苏省绿色矿山试点单位4个煤炭企业在各层面的示范效应, 为江苏省乃至全国煤炭企业生态文明建设提供借鉴。

1 煤炭企业生态文明建设评价指标体系构建

在遵循科学性与客观性相结合、动态性与长远

[收稿日期] 2013-12-03

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2014.02.037

[项目基金] 国土资源部软科学项目: 绿色矿山现状调查与评估指标体系(1212011121125); 中央高校基本科研业务费专项基金(2013XK01)

[作者简介] 刘金平(1962-), 男, 陕西凤翔人, 教授, 博士, 中国矿业大学国土资源规划与评价研究所所长, 研究方向为国土资源经济与管理。

[引用格式] 刘金平, 何高文, 杨 贺. 煤炭企业生态文明建设评价指标体系研究[J]. 煤矿开采, 2014, 19(2): 133-136.

性相结合、可比性与可操作性相结合和共性与特性相结合的原则的基础之上^[8]，从绿色矿山 9 个方面出发，分析煤矿企业具体特点，构建煤炭企业生态文明建设评价指标体系。利用层次分析法 (AHP)，将煤炭企业生态文明建设作为目标层，将 9 个方面作为准则层，给出相应的指标层，并给出定量指标的国家标准，如表 1，以进行煤炭企业生态文明建设的示范研究。

表 1 煤炭企业生态文明建设评价指标体系

目标层	准则层	权重	指标层	国家标准
煤炭企业生态文明建设	1 依法办矿	1/9	1.1 符合国家相关要求和规定 1.2 矿山开发相关方案的执行情况	
	2 规范管理	1/9	2.1 绿色矿山建设规划 2.2 组织机构 2.3 规章制度 2.4 体系认证及管理	
	3 综合利用	1/9	3.1 采区采出率/% 3.2 原煤入洗(选)率/%	≥80 ≥80
	4 技术创新	1/9	4.1 科技创新资金投入占矿业产值比重/%	≥3
	5 节能减排	1/9	5.1 单位矿业产值能耗/(t/万元) 5.2 单位矿业产值水耗 (m ³ /万元) 5.3 单位矿业产值 SO ₂ (kg/万元) 5.4 单位矿业产值 CO ₂ (kg/万元)	
	6 环境保护	1/9	6.1 矿区绿化覆盖率/% 6.2 矿区及周围环境保护程度	≥80
	7 土地复垦	1/9	7.1 矿山土地复垦率/% 7.2 土地复垦方案可行性 7.3 土地复垦方案实施程度	≥60
	8 社区和谐	1/9	8.1 公众满意度 8.3 处理重大事件的能力	
	9 企业文化	1/9	9.1 员工对企业文化的认同度 9.2 文明建设和技术培训	

2 煤炭企业生态文明建设评价方法

本文利用层次分析法 (AHP) 来确定指标层各评价指标权重。层次分析法 (AHP) 是一种简便、灵活而又实用的方法，把研究对象作为一个系统，把系统当做目标层，为了达到目标层而分解成准则层和目标层，而且在每个层次中的每个因素对结果的影响程度都是量化的，非常清晰、明确^[9]。

2.1 权重确定

本文煤炭企业生态文明建设评价指标选取绿色矿山 9 个方面为准则层，并建立与煤炭企业相对应的指标层。由于准则层的 9 个方面同等重要，因此权重采用均分的方法，各自权重 1/9。采用 1-9 标度方法建立煤炭企业生态文明建设评价指标体系的各判断矩阵，如表 1，计算出各判断矩阵的最大特征根和相应的排序向量 W ，并进行一致性检验，

过程如下。

2.1.1 构造判断矩阵

建立指标层各指标对准则层的判断矩阵。判断矩阵由两两元素的相对重要性确定。指标之间的相对重要性的比例标度如下：如果专家认为指标 i 和指标 j 同等重要，则 $a_{ij} = 1$ ；如果认为指标 i 比指标 j 略微重要、明显重要、强烈重要、极端重要，则 a_{ij} 分别为 3, 5, 7, 9；2, 4, 6, 8 表示相邻判断的中间值，并且 $1/a_{ij}$ 表示指标 j 与 i 重要性之比。

以第 2 个准则层为例，通过专家打分，得到指标层对于准则层的判断矩阵如下：

$$A_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1/2 & 1/4 \\ 1/2 & 2 & 1 & 1/3 \\ 2 & 4 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

2.1.2 层次单排序

由公式 $AW = \lambda_{\max} W$ 可计算判断矩阵 A 的最大特征根 λ_{\max} 和其对应的特征向量。

对特征向量 W_i 进行归一化处理 $\bar{W}_i = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$

后，得到指标层重要性排序向量 $\bar{W} = (\bar{W}_1, \bar{W}_2, \bar{W}_3, \dots, \bar{W}_n)$

经计算，可以得出权重向量为 $W = (0.28, 0.10, 0.16, 0.46)^T$

由以上公式可以算出最大特征根 $\lambda_{\max} = 4.03$

2.1.3 一致性检验

首先，计算一致性指标 $C.I.$ (consistency index)。

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4.03 - 4}{4 - 1} = 0.01$$

其次，查表确定相应的平均随机一致性指标 $R.I.$ (random index)。

判断矩阵阶数不同，平均随机一致性指标 $R.I.$ 也不同，如表 2 所示。

表 2 平均随机一致性指标 $R.I.$

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8
$R.I.$	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41

最后，计算一致性比例 $C.R.$ (consistency ratio) 并进行判断。

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{0.01}{0.89} = 0.01123 < 0.1$$

，判断矩阵通过一致性检验。

其他准则层对应的指标的权重也可以通过同样

的方法算出。

2.2 分值计算

由于各指标的量纲不一致，因此需要标准化。标准化分值为0~100。

2.2.1 定量指标标准化

在江苏省煤矿内部进行相对评价，将达到国家标准的指标分值赋值为60分，将指标的最高水平（正向指标为最大值，负向指标为最小值）赋值为100分，其他指标数据的赋值方法如下列公式所示：

$$\text{正向指标: } S(x_{ij}) = \frac{x_{ij} - x_{GB}}{x_{\max} - x_{GB}}(100 - 60) + 60$$

$$\text{负向指标: } S(x_{ij}) = 100 - \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{GB} - x_{\min}}(100 - 60)$$

式中， x_{ij} 为第*i*准则层第*j*指标的数值， $S(x_{ij})$ 是其得分值， x_{GB} 为国家标准值。

2.2.2 定性指标量化

定性指标的量化通过专家根据各个煤矿的具体表现打分法确定其分值，分值分为0, 40, 60, 80, 100。0代表否定的（如没有复垦方案），40代表没有到达生态文明建设标准，但不是否定的（如复垦方案不太可行）；60是达到煤矿生态文明建设的基本要求，80是更好，100是最好。

2.3 综合评价

第*i*准则层的综合评价分值计算公式如下：

$$S(x_i) = \sum_{j=1}^{n_i} w_{ij} S(x_{ij})$$

式中， w_{ij} 为第*i*准则层第*j*指标的权重， $S(x_{ij})$ 为第*i*准则层第*j*指标的得分值， n_i 为第*i*准则层指标个数。

3 江苏省煤炭企业生态文明建设评价结果

江苏省目前发现各种矿产133种，煤炭主要集中在徐州地区，徐州地区煤矿生态文明建设十分迫切。在建立煤炭企业生态文明建设评价指标体系基础上，核算江苏省绿色矿山试点单位4家煤炭企业生态文明建设及其量化与图形表达方式。创建在依法办矿、规范管理、综合利用、技术创新、节能减排、环境保护、土地复垦、社区和谐、企业文化9个方面的煤炭企业生态文明建设的雷达图。这4家煤炭绿色矿山试点单位为：徐矿集团的张双楼煤矿、中煤集团大屯煤电的龙东煤矿、姚桥煤矿和徐庄煤矿，根据这4家煤炭绿色矿山试点单位申报书，得出各项评价指标值，评价结果和雷达图，如

表3和图1所示。

表3 江苏省煤炭企业生态文明建设评价结果

	徐矿 张双楼矿	中煤大屯 姚桥矿	中煤大屯 龙东矿	中煤大屯 徐庄矿	STA.
依法办矿	80.0	85.0	90.0	80.0	60
规范管理	82.5	85.0	80.0	85.0	60
综合利用	93.0	93.5	98.0	87.9	60
技术创新	90.0	92.0	100.0	84.0	60
节能减排	93.5	97.8	89.2	93.1	60
环境保护	72.5	90.0	81.7	78.3	60
土地复垦	78.6	90.0	85.7	85.2	60
社区和谐	73.3	90.0	76.7	80.0	60
企业文化	75.0	80.0	75.0	70.0	60
生态文明建设	82.0	89.3	86.3	82.6	60

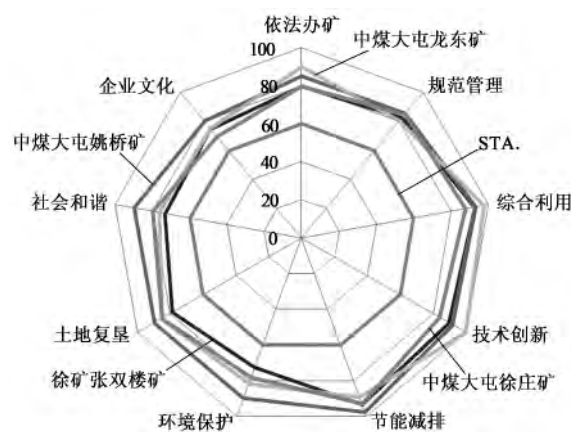


图1 江苏省煤炭企业生态文明建设评价结果的雷达

根据江苏省煤炭企业生态文明建设评价结果可以看出，STA.是根据煤炭企业生态文明建设基本要求得出的结果，中煤大屯姚桥矿的生态文明建设水平最高，为89.3，且中煤大屯矿区的煤矿生态文明建设水平都高于徐州张双楼矿；姚桥煤矿在社区和谐、土地复垦、环境保护以及节能减排等方面发展具有优势地位，龙东煤矿在技术创新和综合利用等方面发展优势明显。以资源型经济为主体的大屯矿区，被行业认可为煤炭资源生态发展模式，区域层面的大循环模式^[10]。以矿区内3座矿山为核心，与周围社区及自然环境构成系统，通过纵向延伸煤炭资源产业链、实现煤炭资源就地转化、提高附加值化；通过构造横向产业链，实现废弃物资源的利用。

4 江苏省煤炭企业生态文明建设示范研究

根据图1，发现中煤集团大屯煤电的姚桥煤矿和龙东煤矿在9个方面的某些方面具有优势地位，对其他煤炭企业在生态文明建设上具有示范效应。

4.1 中煤集团大屯煤电姚桥煤矿

姚桥矿区坚持“建一个煤矿，促进一方经济，帮助一个困难群体”的理念，始终坚持履行社会责任，促进了矿区和谐、矿地和谐、工农和谐，在社区中具有很高的信誉；姚桥矿严格执行土地复垦方案，进行土地复垦技术创新，加大土地复垦资金投入，对可复垦的土地全面复垦，因地制宜，优先复垦为耕地，大大缓解了人地矛盾；姚桥矿认真贯彻和落实矿山环境恢复治理保证金制度，积极缴纳矿山环境恢复治理保证金，环境保护“三同时”执行率达到 100%，有效地保护了矿区及周边自然环境；姚桥矿积极落实国家及公司“节能减排”部署，开展节能降耗、节能减排工作，采用先进的节能减排生产工艺，节能降耗达到国家规定指标。

4.2 中煤集团大屯煤电龙东煤矿

龙东煤矿不断加大技术创新的投入，改进和优化工艺流程，淘汰落后的生产工艺及设备，重视科技进步，使龙东煤矿的生产技术水平达到国内先进水平，为矿井生态文明建设提供强大的技术支持和保障；龙东矿始终坚持以建设资源节约型、环境友好型企业为主线，以提高资源利用效率为核心，以资源节约、资源综合利用、清洁生产为重点，积极推进技术进步，大力开展资源综合利用工作，不断提高煤炭资源采出率，加大矿井废水、煤矸石等煤炭副产品的利用率和利用价值，取得了显著的经济与环境效益。

5 结论

煤炭企业生态文明建设评价指标体系的构建是一个复杂的过程，需要不断地完善。本文以绿色矿山 9 个方面为基础，构建煤炭企业生态文明建设评价指标体系，不仅涵盖了所有矿山企业的共性指标，而且具有煤炭企业特性指标，给出了江苏省绿

色矿山试点单位 4 个煤炭企业生态文明建设评价结果，并且展示每个煤炭企业在各个层面的示范效应，为配合江苏省进行生态省建设提供指导，并为全国进行煤炭行业生态文明建设提供具体的借鉴。由于数据和资料的可获得性，江苏省煤炭企业生态文明建设评价体系研究只是局部研究，未能对全国煤炭企业生态文明建设评价体系研究做出全面的阐述，今后可以在这方面做出努力。

[参考文献]

- [1] 乔繁盛, 栗欣. 绿色矿山建设工作的进展与成效 [J]. 中国矿业, 2012, 21 (6): 54-56, 60.
- [2] 申宝宏, 陈佩佩. “美丽矿山”建设初探 [J]. 煤矿开采, 2013, 18 (4): 1-4.
- [3] 丁小泉. 关于煤矿生态文明建设的思考 [J]. 煤炭经济研究, 2008 (4): 19-20.
- [4] 孙启萌. 生态文明在煤炭企业发展中作用的认识与实践 [J]. 山东煤炭科技, 2009 (5): 188-189.
- [5] 王成. 煤炭企业建设, 生态文明矿区的思考 [J]. 中国煤炭工业, 2009 (5): 46-47.
- [6] 张志超. 中煤平朔煤业有限责任公司的生态文明建设及启示 [J]. 企业活力, 2011 (7): 58-62.
- [7] 任哲, 周波. 浅谈煤炭企业如何推进生态文明建设、促进矿区绿色发展 [J]. 管理观察, 2013 (13): 20-21.
- [8] 丁双根, 杨磊. 永煤公司生态文明建设实践 [J]. 中州煤炭, 2013 (8): 134-136.
- [9] 武稳健. 绿色矿山评价指标体系构建——以湖南有色新田岭钨矿为例 [D]. 北京: 中国地质大学, 2012.
- [10] 侯晓慧, 王如山. 层次分析中的关联分析法 [J]. 运筹与管理, 1999, 8 (4): 25-30.
- [11] 舒方才. 大屯矿区实现煤炭资源综合利用的分析 [J]. 选煤技术, 2008 (4): 126-129.
- [12] 韩艳杰, 张志军, 李亚俊. 基于新型综合集成法的矿井通风系统安全评价 [J]. 中国安全生产科学技术, 2014, 10 (2): 75-80.

[责任编辑: 邹正立]

(上接 47 页)

回采为相似条件下的不规则煤柱回收提供了借鉴。

[参考文献]

- [1] 方玉安. 大倾角楔形综采工作面的回采工艺及连续对接技术 [J]. 煤炭工程, 2009, 41 (4): 65-67.
- [2] 夏会辉, 陈建忠, 刘兴全, 等. 缓倾斜煤层综采工作面设备回撤技术实践 [J]. 煤矿开采, 2013, 18 (3): 37-39.
- [3] 许政, 刘士卫, 丁向. 大采高液压支架回撤工艺与措施 [J]. 煤矿开采, 2012, 17 (6): 40-42.
- [4] 马晓生, 冯探平, 高德亮. 综放工作面对接技术 [J]. 中国煤炭, 2009, 35 (8): 62-63.

- [5] 王绪俊, 刘锋, 韩云帅. 刀把式综放工作面对接技术应用 [J]. 煤炭工程, 2012, 44 (5): 54-55.
- [6] 赵庆彪. 邢台矿区煤矿开采新技术应用与发展 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000.
- [7] 寇立双. 轻放工作面里外对接技术研究 [J]. 中国煤炭, 2006, 32 (7): 37-38.
- [8] 张昊. 综采工作面台阶式多切眼快速对接技术 [J]. 煤矿开采, 2006, 11 (6): 51-52.
- [9] 徐洪涛, 叶飞, 黄超慧, 等. 不等长综采工作面多切眼支架零对接技术 [J]. 煤矿开采, 2008, 13 (1): 27-28.
- [10] 李洪彪, 孙延军, 杨高峰. “三软”倾斜煤层综采工作面回收实践研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2014 (1): 183-188.

[责任编辑: 邹正立]