

胜利煤田一号露天矿矿床资源评价*

张瑞新 韩金炎 刘光
(中国矿业大学, 徐州: 221008) (煤炭部西安设计研究院)

摘要 应用普通克立格法建立了胜利一号露天矿的矿床地质模型, 对其主采煤层的结构、储量、煤质、构造等进行了定量的分析评价, 通过模拟得出其储量及煤质的最佳勘探网度, 并对首采区和后续区的实际勘探可靠程度进行了评价。

关键词 资源评价; 克立格法; 地质模型

中国图书资料分类号 P624.6; P628.2

概述

胜利煤田位于内蒙古自治区锡林郭勒盟锡林浩特市以北, 是我国重要煤炭资源基地之一。其东西走向长45 km, 南北倾向宽平均7.6 km, 面积342 km², 煤炭储量巨大。

胜利煤田一号露天煤矿位于该煤田西部, 其南北长约6 km, 东西宽约3 km, 面积约18 km²。在一号露天矿南部边界已有一座90万吨/年的露天矿。一号露天矿为一宽缓的北东向向斜构造。露天矿南部边界附近, 发育有多条正断层。地层总体向北和西北方向倾斜, 倾角平缓, 均小于5°。

区内可采煤层为5、5_下、6_上、6-1、6、6_下等, 其中5、6煤为主煤层。各煤层以褐煤为主, 只能进行筛选加工, 不宜进行洗选。

为了提高露天矿设计的可靠性, 需要进行矿床地质的可靠性评价, 这是其他评价的基础, 本文采用地质统计学中普通克立格法建立了矿床地质模型, 从主采煤层的结构、储量、煤质、构造的定量分析入手, 评价煤层与煤质的勘探程度, 为采矿、选煤设计提供矿床地质条件的可靠性论证。

1 地质资源评价

1.1 赋存特征

一号露天矿境内共施工各类地质勘探钻孔157个, 甲乙级孔率100% 参与煤层储量计算的煤层点522个, 其优质合格率为99%。其钻孔分布如图1所示, 70%~80%的钻孔落在首采区。5、6煤层的分布特征见表1。

由矿床模型的统计结果及其等值线图分析可知, 主采煤层分布特征如下:

* 煤炭系统回国人员基金和煤炭高等院校青年科学基金资助
1997-07-30收稿

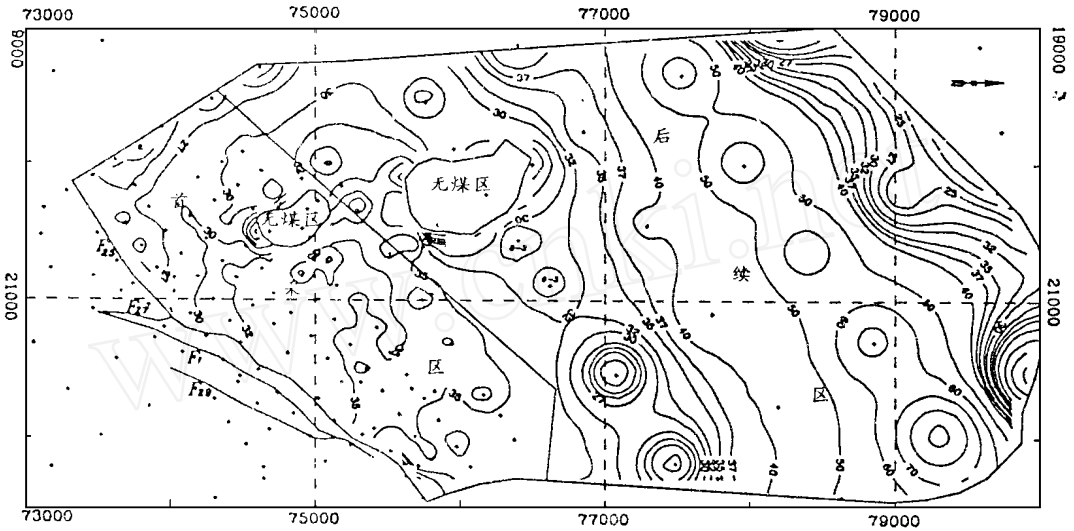


图1 胜利一号露天矿勘探钻孔及6煤厚度等值线图

表1 胜利一号露天矿主采煤层煤质特征统计结果

指 标	孔 数	最大值	最小值	均 值	标准差	变异系数, %
5煤层厚, m	130	39.34	0.1	16.61	7.17	43.13
5煤纯厚, m	130	32.02	0.1	13.59	5.88	43.25
5煤含矸率, %	144	54.55	0	10.41	7.22	69.36
5煤硫分, %	52	2.73	0.82	1.36	0.40	29.19
5煤灰分, %	74	31.65	8.87	18.85	3.54	18.81
5煤水分, %	46	19.89	5.49	13.14	3.26	24.77
6煤层厚, m	127	95.47	0.19	32.57	13.23	39.42
6煤纯厚, m	127	92.99	0.19	32.25	12.33	38.22
6煤含矸率, %	130	61.92	0.00	5.93	9.14	154.16
6煤硫分, %	62	1.44	0.21	0.60	0.28	46.75
6煤灰分, %	82	26.71	8.91	14.86	3.59	24.18
6煤水分, %	56	21.59	3.27	12.12	3.64	29.99

1.1.1 5煤有128个钻孔见到可采煤层, 可采厚度平均为14.02 m, 可采面积14.56 km²。煤层在23~21线间为厚煤带, 纯煤厚平均25~30 m左右; 由此向南向北变薄, 首采区内煤层较稳定, 平均约14 m。由于受冲、洪积相沉积的影响, 区内出现二个近南北向的无煤区。煤层结构较复杂, 层中含矸平均10层, 平均含矸率为10.41%, 由南向北含矸层数、矸石厚度增加。

1.1.2 6煤有127个钻孔可见采煤层, 可采厚度平均为32.80 m, 可采面积17.63 km²。首采区内纯煤厚度25~37 m, 平均31.5 m, 煤层由南向北逐渐增厚, 20线为聚煤中心, 纯煤约70 m左右; 由此向北煤层急剧减薄, 直至不可采。总的来说, 区内煤层较稳定。煤层结构较简单, 一般层中含矸1~2层, 平均含矸率为5.93%。在8-3孔和290孔一线存在着一个厚夹矸带, 且向东北方向逐渐增厚。

1.2 最佳理论差变函数的确定

普通克立格法是一种最优无偏估计, 其核心是正确地计算实验变差函数并通过交叉检验优选最佳的理论变差函数模型。我们在统计分析原始数据的基础上, 合理剔除了异常值, 计算求得各主采煤层在走向、倾向即35 和125 两个方向上的实验变差函数(图上* 值), 经过理论拟合、交叉检验优选, 得出最佳的理论变差函数 $\gamma(h)$ 模型(球模型 $sph(h)$ 、指数模型 $exp(h)$)。图2、图3为5煤、6煤纯煤厚度变差函数图, 图4为6煤灰分变差函数图, 有关参数见图。

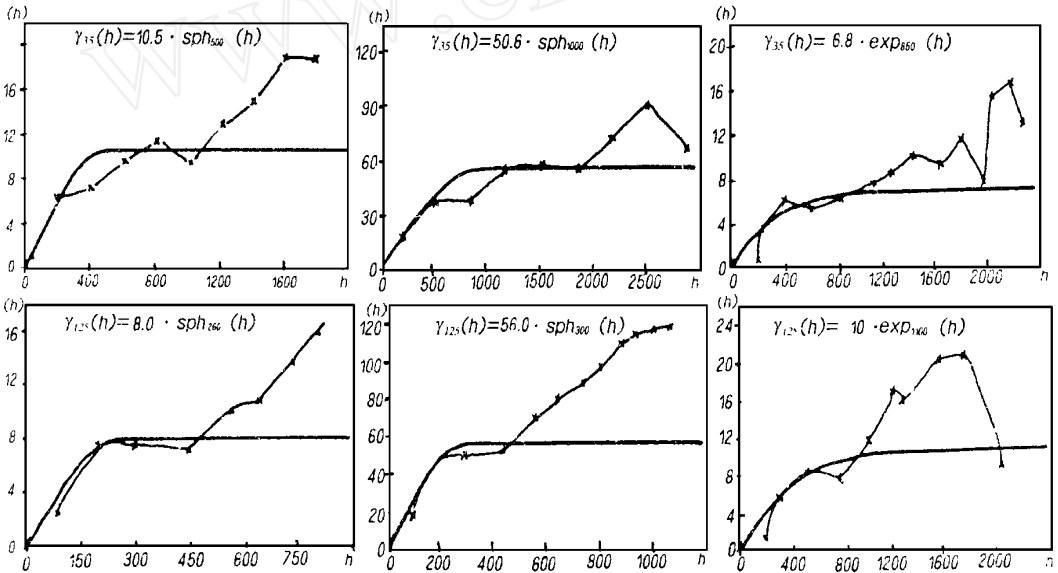


图2 5煤厚度变差函数 图3 6煤厚度变差函数 图4 6煤灰分变差函数

(注: $\gamma(h)$ 变差函数, h 为距离, sph 为球模型, exp 为指数模型)

由图2、图3显示5煤、6煤纯厚变差函数代表局部平稳变差函数, 具有带状各向异性。这是由两个不同尺度水平的结构套合而成: 大尺度变差函数变程在2500~ 3200m 左右, 反映区域构造, 包括煤层形成之后构造变动或建造内冲刷剥蚀对煤层厚度的影响; 小尺度水平的结构表现为块金效应, 反映煤层形成时沉积和同沉积构造对煤层厚度变化的影响。6煤沿煤层倾向方向(即125 方向)存在着趋势或漂移, 这是6煤由东南向西北逐渐变厚的反映。

1.3 煤质评价

对5、6煤的灰分、硫化、水分进行统计分析, 结果见表1。弹筒发热量较稳定, 应用基发热量则由弹筒发热量、硫分、水分等可计算出来; 煤质数据集中在首采区, 5煤为低灰、低硫煤, 灰分主要分布在16%~ 22% 间, 平均18.85%; 硫分集中在1.2%~ 1.5% 间, 平均1.36%。6煤为低灰、特低硫煤, 平均灰分14.86%, 西部高于东部; 硫分平均0.60%, 首采区中部为一低硫区; 平均水分12.12%。

1.4 储量计算

根据本地质模型计算出各个煤层的储量与地质报告应用地质块段法计算的地质主采煤层的储量相比较, 表明二种方法计算的储量结果是基本一致的, 相差仅2.1%, 说明地质报告提

供的储量结果符合规范要求,具有较高的可靠性。此外,依据克立格方差的大小划分并计算出的A级、B级、C级储量与地质报告提供的储量在量与位置分布上均很接近,说明地质报告按勘探范围圈定的高级储量也是合理的。

1.5 矿田构造勘探程度评价

通过计算,本区褶曲指数(0.03913)、褶曲影响系数(0.03913)、断层密度(0.21724)、断层强度指数(0.01288)、断层影响强度(0.000284)等构造特征定量指标数值均比较小,说明区内构造十分简单。应用曲面样条分析可知矿区构造特征为一向斜构造,向斜轴位于露天矿北部,轴向N60E,倾向SN,与勘探报告基本一致。由6煤底板标高的一阶导数等值线图、二阶导数等值线图可看出在8-3孔和6-3孔一带煤层底板发生了不协调性变化,说明可能有断层存在,其垂直断距约20~25m,延伸约1.3km。此外,F₂₉断层走向缺乏控制,可能与F₂₅有联系,F₃₀走向延伸不明,5煤露头及西北部无煤区边界的延伸方向都需作进一步的工作。

2 勘探网度与矿田控制程度的评价

根据普通克立格法,在已知其理论变差函数模型时,可以计算出各个状态变量的估计方差,即:

$$\sigma^2 = 2Y(k, n) - Y(k, k) - Y(n, n) \quad (1)$$

式中: σ^2 —估计方差;

Y —理论变差函数;

k —待估点;

n —信息点;

估计方差小,说明估值精度高。为此,以总的平均估计方差作为勘探精度的定性定量指标。根据这一公式,利用计算机模型,按照由疏到密模拟勘探网度,可获得矿床在各种网度下的钻孔总数 D 与平均估计标准差 σ 之间的定量关系,将计算结果与实际勘探网度下的标准差对比,就可分析已有的勘探控制情况及现有勘探工程对矿床的真实控制程度。为此,分别以1000×1000m~100×100m的方形网度,模拟求得5煤、6煤的煤层厚度、灰分在不同网度下的平均估计标准见表2。由此表可见,网度加密,钻孔孔数增加,克立格估计标准差变小,勘探精度增加。

表2 胜利一号露天矿模拟勘探网度下煤层、灰分估计标准差统计表

网形	孔数	5煤厚度 标准差	5煤灰分 标准差	6煤厚度 标准差	6煤灰分 标准差
1000×1000	40	3.444	2.077	7.692	3.354
900×900	45	3.427	2.074	7.679	3.318
800×800	60	3.360	2.054	7.669	3.266
750×750	66	3.359	2.049	7.668	3.236
700×700	84	3.343	2.048	7.668	3.200
600×600	108	3.324	2.042	7.668	3.103
550×550	135	3.322	2.041	7.659	3.040
500×500	144	3.321	2.037	7.631	2.965
450×450	180	3.314	2.022	7.560	2.869

400 × 400	240	3 314	1. 981	7. 399	2 761
350 × 350	299	3 305	1. 890	7. 065	2 633
300 × 300	390	3 268	1. 738	6 508	2 481
250 × 250	558	3 140	1. 536	5 882	2 302
200 × 200	897	2 797	1. 343	5 008	2 008
150 × 150	1500	2 277	1. 163	4 317	1 829
100 × 100	3388	1 849	0 948	3 500	1 507

此外, 尚用控制系统 CTRL 来表述勘探精度, 控制系数定义为:

$$CTRL = (1 - \sigma/m) \times 100 \tag{2}$$

式中: σ —克立格方差的平均值;

m —地质变量的平均值;

据此可作出关系曲线。如图5为本矿5煤厚度、6煤厚度、灰分控制系数与勘探网度网度关系图。据此, 可进一步分析最佳勘探网度和实际勘探网度对矿床的控制程度见表3。

由表3和图5可见, 5煤最佳网度为150 × 150 m, 控制系数85.5% (图上A点)。首采区实际施工有101个钻孔, 平均克立格标准差2 363, 相当于网度180 × 180 m, 控制系数82.7%, 后续区仅18个钻孔, 平均克立格标准差3.385, 相当网度840 × 840 m, 控制系数78.2%; 6煤厚度最佳网度为200 × 200 m, 控制系数84.5% (图上B点), 首采区实际布置

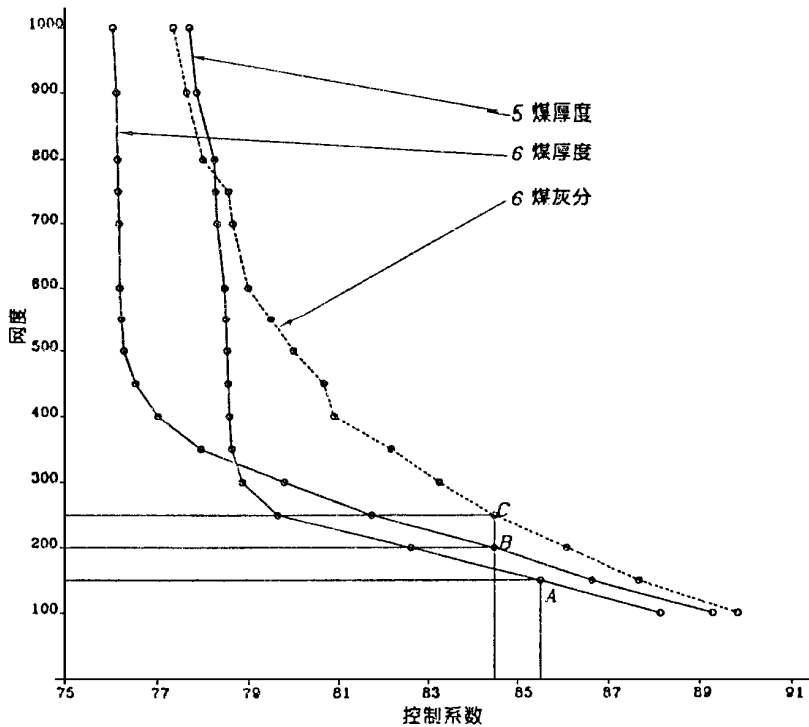


图5 勘探网度与控制程度关系图

表3 胜利一号露天矿最佳网度与勘探精度对比表

指标	最佳模拟值				首采区实际控制值				后续区实际控制值			
	孔数	网度	标准差	控制系数	孔数	标准差	相当网度	控制系数	孔数	标准差	相当网度	控制系数
5煤厚度	1500	150×150	2.28	85.5	101	2.363	180×180	82.7	18	3.385	840×840	78.2
5煤灰分	550	250×250	1.54	91.5	46	1.958	400×400	89.0	18	3.385	840×840	78.2
6煤厚度	900	200×200	5.01	84.5	107	4.963	200×200	84.2	17	7.254	1000×1000	74.0
6煤灰分	550	250×250	2.30	84.5	52	2.564	350×350	82.0	17	7.254	1000×1000	74.0

107个钻孔,平均克立格标准差4.9643,相当于网度200×200 m,控制系数84.2%(图上B点),后续区仅17个钻孔,平均克立格标准差7.754,相当网度1000×1000 m,控制系数74.0%。5煤和6煤的灰分含量的最佳控制网度为250×250 m,最佳控制系数为91.5%和85%(图上C点)。首采区实际煤质控制精度仅与400×400 m和350×350 m相当,控制系数为89%和82%,均低于最佳控制系数。后备区则几乎没有有关煤质的钻孔,更谈不上勘探对煤质的控制程度。

综上所述,胜利煤田一号露天矿实际钻孔网度对煤层厚度、灰分的控制程度均低于最佳勘探网度值。其中首采区对煤层厚度的实际控制程度已达到或接近最佳网度,但其灰分含量的实际控制程度与最佳网度差距较大。故需加密煤质勘探取样网度,以保证煤质的控制精度。后备区勘探程度较低,需要加密勘探网度。

3 主要结论

- 1 胜利煤田一号露天矿首采区储量实际控制程度为82.5%~84%,已达到或接近最佳控制网度。后续区则勘探控制程度较低,实际网度为840~1000 m方格网,与最佳控制网度即150~200 m方格网相差甚远。
- 2 煤质指标的勘探数据太少,控制程度较低。模拟灰分含量最佳网度为250×250 m,而首采区实际勘探网度仅相当于350~400 m方格网,后续区几乎没有资料。这对不设洗煤厂的褐煤露天矿影响较大,因此需增加煤质勘探数据。
- 3 采用普通克立格法计算的储量与地质块段法相差0.08%,高级储量的分布区域也较为一致,说明储量结果基本可靠。
- 4 区内构造简单,根据曲面样条法再现区内构造,其特征与地质报告基本相符,只是在8-3孔和6-3孔一带异常,可能有断层存在。此外, F₃₀断层走向延伸不明,北无煤区延伸方向不明等,有待于作进一步的地质工作。

第一作者简介:张瑞新,1964年出生,博士,中国矿业大学采矿工程系副教授、政府特殊津贴获得者,中国矿业大学采矿工程学科后备学术带头人,先后在国内外发学术论文30余篇。主要从事采矿工程和矿业系统工程的研究和教学工作。

参 考 文 献

- 1 内蒙古煤田地质局135队 胜利煤田一号露天勘探地质报告 1994 10
- 2 王俊甫 宋国强 煤田地质勘探资料设计评价之一例 中国矿业学院学报, 1988 No 4
- 3 韩金炎等 矿床条件模拟在矿山生产中的应用, 见: 中国数学地质 (6). 北京: 地质出版社 1995 12
- 4 王仁铎, 胡光道编 线性地质统计学 北京: 中国地质出版社, 1989 11
- 5 侯景儒, 黄景先编 地质统计学及其在矿山储量计算中的应用 北京: 地质出版社, 1982 2

EVALUATION OF COAL RESOURCE FOR NO. 1 SURFACE MINE OF SHENGLI COAL FIELD

Zhang Ruixin Han Jinyan

(China University of Mining and Technology, Xuzhou, 221008)

Liu Guang

(Xian Design and Research Institute of China Ministry of Coal Industry)

Abstract The model of mineral deposits of the No. 1 Surface Mine of Shengli Coalfield is built up by using the Ordinary Kriging Method. The thickness, structure, reserve and quality of the main coal seams are quantitatively analysed and evaluated. The optimum exploratory grid is determined, and the degree of exploration of the first mining area and succeeding area are evaluated.

Key words evaluation of resources, Ordinary kriging method, model of mineral deposits