

范世民 郝建国 翟路锁 著

LUANKUANGQU

潞安矿区

矿压规律系统研究

KUANGYAGUILÜ

XITONGYANJIU

煤炭工业出版社

潞安矿区矿压规律系统研究

范世民 郝建国 翟路锁 著

煤炭工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

潞安矿区矿压规律系统研究/范世民, 郝建国, 翟路锁著. - 北京: 煤炭工业出版社, 2002

ISBN 7-5020-2229-5

I. 潞… II. ①范… ②郝… ③翟… III. 煤矿开采-矿山压力-研究-长治市 IV. TD32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 075509 号

潞安矿区矿压规律系统研究

范世民 郝建国 翟路锁 著

责任编辑: 黄 勤

*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

北京房山宏伟印刷厂 印刷

*

开本 $850 \times 1168 \text{mm}^{1/32}$ 印张 $6\frac{5}{8}$ 插页 1

字数 171 千字 印数 1—600

2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月第 1 次印刷

社内编号 5000 定价 25.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书在大量实测数据的基础上,采用理论分析、现场实测和实际应用相结合的方法,系统研究了潞安矿区在应用不同开采方法过程中的矿压显现规律,重点对综放开采的顶煤和顶板运移规律,巷道围岩分类,放顶煤开采工作面顶板分类和顶煤冒放性分类进行了分析,并对综放工作面支架选型及合理工作阻力的确定,不同类型支架工作面矿压显现特点和放顶煤支架的适应性做了深入探讨,另外,对综放开采无煤柱护巷技术进行了分析论述。

此书可供煤炭生产企业生产管理及工程技术人员参考,也可作为高等院校采矿工程专业的教学参考书。

前 言

潞安矿区在由小煤窑发展成为我国第一个现代化矿区的历程中，走的是一条坚持依靠科技进步，实现集约化生产之路。在此期间，主要经历了以改革采煤方法为主线的四个阶段的大型技术改造：半机械化采煤阶段、普通机械化采煤阶段、综合机械化采煤阶段和综采放顶煤开采阶段。

在这四个阶段中，前两个阶段是粗放型的，后两个阶段是技术密集型的。在1982年到1989年的综合机械化采煤阶段，矿区进行了大规模的技术改造，建成了以综采综掘装备为中心，以生产及安全监测监控系统、辅助运输单轨吊系统、计算机管理系统、多媒体综合通信系统等先进技术装备为依托的现代化生产矿区。自1989年以来，矿区进行了以发展综采放顶煤一次采全高新技术为中心的第二次采煤技术革命，先后开发了两种类型的放顶煤支架，进行了6次大的技术改造和设备更新，形成了以综放技术为主体的生产技术格局。回顾潞安矿区的发展过程，我们认为，这四个阶段是以顶板控制技术为主线的。采用先进采煤技术和科学的围岩控制技术是依靠科技进步促进矿区发展的关键。

本书集中了潞安矿区采用综放开采技术十多年来矿压控制实践与理论研究的主要成果，在对综放开采巷道围岩和工作面顶煤、顶板地质力学及矿压显现补充测试的基础上，采取理论分析、现场实测和实际应用相结合的方法，系统研究了潞安矿区不同形式综放开采过程中的矿压显现规律，并重点对综放开采的顶煤、顶板运移规律，巷道围岩分类，放顶煤开采工作面顶板分类

和顶煤冒放性分类进行了研究分析，对综放工作面支架选型及合理工作阻力的确定及不同类型支架工作面矿压显现特点和放顶煤支架的适应性进行了分析研究，并对综放开采无煤柱护巷技术进行了分析论述。本书对具有类似条件的矿井在采用综放技术方面具有一定的指导意义，可供煤炭生产企业的决策者和工程技术人员参考，也可作为高等院校采矿工程专业的教学参考书。

本书在编写过程中参考和引用了一些同行及专家的研究成果，并得到了煤科总院等科研院所的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

鉴于综放开采技术的发展和矿压控制研究尚处于探索阶段，并由于作者所从事工作的局限性和水平所限，书中难免存在不当之处，恳请读者批评指正。

作 者

2002 年 8 月

目 录

第一章 潞安矿区概况	1
第一节 矿区地层	2
第二节 矿区煤层及煤质	3
第三节 现有生产矿井煤层赋存地质特征概述	7
第二章 潞安矿区综放开采技术发展概况	11
第一节 高产高效矿井采煤技术发展的探索	11
第二节 综采放顶煤技术发展历程	13
第三章 潞安矿区综放开采矿压研究方法	18
第一节 综放工作面顶煤及顶板运移规律 研究方法	18
第二节 综放工作面矿压显现规律研究方法	24
第三节 综放工作面巷道矿压显现规律研究方法	26
第四章 潞安矿区巷道围岩分类研究	29
第一节 巷道围岩地质力学参数测试	29
第二节 巷道围岩分类	60
第三节 巷道围岩地质力学测试及分类结果	67
第五章 潞安矿区3号煤层顶板分类研究	69
第一节 顶底板分类标准	69
第二节 放顶煤工作面顶板分类	71

第六章 潞安矿区 3 号煤层顶煤冒放性分类研究	73
第一节 模糊聚类分析方法的数学模型	73
第二节 顶煤冒放性分类评价指标体系的建立	76
第三节 顶煤冒放性的模糊聚类分析运算	78
第四节 我国煤矿顶煤冒放性分类结果	82
第五节 潞安矿区顶煤冒放性分类结果	84
第七章 潞安矿区综放工作面支架选型及合理工作 阻力确定	88
第一节 综放工作面支架选型	88
第二节 综放工作面支架阻力确定	95
第八章 高位放顶煤开采工作面矿压显现规律	106
第一节 典型工作面矿压显现规律	106
第二节 高位放顶煤开采工作面矿压显现 规律	114
第九章 低位放顶煤开采工作面矿压显现规律	117
第一节 一般综放面矿压显现规律	117
第二节 超长工作面矿压显现规律	125
第十章 轻型支架综放面矿压显现规律	136
第一节 工作面概况	136
第二节 工作面矿压显现特征	138
第十一章 潞安矿区放顶煤支架适应性分析	146
第一节 ZZP4800/17/35 型放顶煤支架适应性 分析	146

第二节	ZFQ2500/16/24 轻型放顶煤支架适应性 分析.....	150
第三节	ZYF4000-17/30 高位放顶煤支架适应性 分析.....	151
第十二章	潞安矿区放顶煤开采顶煤运移规律研究.....	153
第一节	高位放顶煤工作面顶煤运移规律研究.....	153
第二节	低位放顶煤工作面顶煤运移规律.....	157
第三节	轻型支架放顶煤工作面顶煤运移规律.....	163
第十三章	潞安矿区综放开采无煤柱护巷技术.....	167
第一节	综放开采区段煤柱合理尺寸.....	168
第二节	综放开采沿空掘巷技术.....	177
第三节	综放开采沿空留巷技术.....	189
参考文献		199

第一章 潞安矿区概况

潞安矿区地处山西省东南部，沁水煤田东部边缘中段，地跨长治市、襄垣县、屯留县、潞城县、长子县，北邻襄垣矿区，南依高平矿区，东起 15₋₃煤层露头线，西至经线约 38394000；南北长约 67 km，东西宽约 20 km，面积 1182.5 km²。

按照原中国统配煤矿总公司山西公司 1988 年编制的潞安矿区总体发展规划（见图 1-1），潞安矿区分北（原潞安矿区）、南（原长治矿区）二区。

潞安矿区规划矿井 8 处，生产矿井 5 处，即：石圪节矿、五阳矿、漳村矿、常村矿和王庄矿。1999 年纳入矿区规划的新矿井有屯留、鲍镇和古城 3 处，井型均为 400 万 t/a。

潞安矿区位于太行山中段，长治盆地西部；文王山横亘矿区北部，形成丘陵地带；中南部地势平坦，属高原盆地内的河谷平原；最高点海拔 11131 m，最低处漳河河床 899 m，一般地面标高为 900~1100 m 之间。纵观全矿区地势北高南低，西高东低。

本区主要河流为浊漳河南源和西源，属海河水系漳河流域。浊漳河南源由南而北纵贯矿区南部，其支流有绝河、岚水、淘清河等。浊漳河西源由西向东流经矿区北缘，其支流有淤泥河。浊漳河南源流入漳泽水库与其支流汇分再向北与西源汇合。南、西二源汇合穿越五阳井田，至襄垣城东与浊漳北源汇合后流出矿区。区内中、小型水库颇多。其中漳泽水库最大，总库容 199Mm³。其次为襄垣鹿亭后湾水库，总库容量 146Mm³。

潞安矿区属温暖带大陆性气候，年平均气温 8.9℃，月平均最低气温 -6.9℃（一月），最高气温 22.8℃（七月）；历史最低气温为 -29.1℃（1972 年 1 月 27 日），历史最高气温为 37.4℃

(1972年7月5日); 年降雨量为414~917 mm, 年平均为583.9 mm; 年蒸发量为1493.8~19996.3 mm, 年平均为1731.84 mm; 降雨量多集中在7、8、9三个月, 日最大降雨量为109.7 mm (1972年7月7日)。

第一节 矿区地层

矿区内广为第四纪沉积覆盖, 仅北东部边缘有零星岩层出露。根据钻孔、露头和生矿井揭露的资料, 将地层由老至新分述如下:

(1) 中奥陶统峰峰组 (O_{2f}): 深灰色厚层状石灰岩, 白云质灰岩, 局部夹浅黄色、浅灰色泥质灰岩和石膏层, 厚约110 m, 构成煤系的基底; 矿区东部及文王山地全有该地层出露。

(2) 中石炭统本溪组 (C_{2b}): 厚2~35 m, 一般厚15 m左右; 由铝质泥岩、灰色泥岩和少量砂岩组成, 夹1~2层薄层灰岩及煤线; 底部有山西式铁矿赋存, 与下伏地层呈平行不整合接触。

(3) 上石炭统太原组 (C_{3t}): 厚68~150 m, 一般厚110 m; 由灰黑色、灰色泥质岩、砂岩、石灰岩和煤层组成的海陆交互相沉积; 底部 K_1 砂岩与本溪组呈整合接触; 发育4~6层石灰岩, 层位稳定, 标志明显, 由下而上分别称 K_2 、 K_3 、 K_4 、 K_5 、 K_6 ; 每层灰岩之下均有煤层赋存, 是良好的对比标志; 共含煤十余层, 编号自上而下为5~15号煤, 其中局部可采和可采的有8₋₂、9、14、15₁₋₃号煤。该组为主要含煤层之一。

(4) 下二叠统山西组 (P_{1s}): 厚68~135 m, 一般厚70 m, 由灰黑色、灰色泥质岩, 灰白色砂岩及煤层组成的滨海平原沉积; 底部以 K_7 砂岩与太原组呈整合接触; 含煤3层, 编号自上而下为1~3号, 其中以3号煤(焦煤)为该区主要可采煤层, 赋存于本组的中下部。

(5) 下二叠统下石盒子组 (P_{1x}): 厚41~78 m, 一般厚61 m;

下部为杏黄色砂岩，灰色泥岩夹煤线，底部 K 层砂岩连续沉积在下伏岩层之上；中部为浅灰色中粒、细粒砂岩和 2 至 3 层锰铁质结核；顶部为杂色细状铝土质泥岩（桃花泥岩）。

(6) 上二叠统上石盒子组 (P_{2s})：全厚 500~550 m，一般厚 520 m；底部以灰绿色砂岩 (K_{10}) 与下伏呈整合接触；下部为紫色、杂色、灰绿色泥质岩组成，夹 2~3 层锰铁质结核；中部为杂色砂质泥岩夹多层黄绿色含砾中粒砂岩；上部为杂色砂岩及紫红色泥岩。

(7) 上二叠统石千峰组 (P_{2sh})：一般厚 150 m；岩性以黄绿色厚层状中粗粒砂岩与紫红色泥岩互层为主，顶部有淡水灰岩及薄层石膏。

(8) 下三叠统刘家沟组 (T_{11})：区内出露不全，岩性为紫红色薄~中层细砂岩为主，夹紫红色泥质岩的薄层。

(9) 上第三系 (N)：厚 5~268 m，以棕红色粘土、砂质粘土为主，夹灰白色钙质结核层；底部为砾岩；武乡县张村为厚层灰绿、灰黑色粘土，粉砂与薄层泥质灰岩互层，并夹油页岩；与下伏地层不整合接触。

(10) 第四系 (Q)：厚 0~150 m，棕黄色、淡黄色亚粘土，含砂质粘土、亚砂土夹钙质结核；近代冲积层由砂、砾石及泥土组成；与下伏地层呈不整合接触。

第二节 矿区煤层及煤质

一、煤 层

矿区煤层分属山西组及太原组（见图 1-2，矿区综合柱状图），兹按组分层叙述如下：

(1) 山西组煤层一般有 3 层，自上而下编号为 1、2、3 号。其中 1、2 号煤多不可采，山西组实际上仅 3 号煤为主要可采煤

层。

3号煤(香煤)位于山西组的中下部。厚4.00~7.84 m,一般厚6.30 m左右。含夹矸1~6层,厚0.01~0.27 m,多为炭质泥岩或泥岩。煤层顶底板一般为泥岩、砂质泥岩或粉砂岩。官庄和长治等区,局部煤层顶板变为砂岩,个别地段如五阳矿北翼出现宽度为2~20 m的砂岩带,位于这一地段下的3号煤层厚不及1 m。尽管如此,3号煤仍属全矿区最稳定的煤层,为目前潞安矿区各生产矿井主要开采对象。

(2) 太原组可采及局部可采煤层自上而下分述如下:

8₋₂号煤(黄煤)——位于太原组中上部K₅灰岩之下15 m左右,上距3号煤约60 m。煤厚变化较大,为0.07~2.23 m,一般厚1.12 m左右,属不稳定的局部可采煤层。

9号煤——位于K₄灰岩之上约5 m,上距8₋₂号煤10 m左右。煤厚变化在0.08~1.43 m之间,一般为1.10 m左右。在常村南、北及潞安南区中、南部分岔为2~3层不可采的薄煤层。煤层顶板为泥岩、泥灰岩或砂岩,底板为泥岩、砂质泥岩及粉砂岩,煤层下部仍夹1~3层泥岩或炭质泥岩。9号煤属较稳定的可采煤层。

14号煤(三节煤)——位于太原组下部K₂灰岩之下,煤厚0.05~2.10 m,一般在0.8 m左右。14号煤结构简单,偶有一层夹石。煤层顶板为K₂灰岩或泥灰岩,底板为泥岩。14号煤在长治、屯留和官庄等区发育较好,属局部可采煤层。

15号煤——位于太原组下部,上距14号煤4.3 m左右,实际上是一个煤组,俗称“臭煤”。15号煤一般分为3层(15₋₁、15₋₂、15₋₃)。在长治区西南部三层15号煤合并成一层;有时15₋₂与15₋₃合并。现将15号煤组各分层自上而下叙述如下:

15₋₁煤(二节煤):厚0.10~2.85 m,一般为0.99 m左右;结构简单,无夹石,煤层顶板为泥灰岩(钙质泥岩)、炭质泥岩。

15₋₂煤（底节煤）：上距15₋₁煤层3.4 m左右。煤厚0.04~1.50 m，一般在0.81 m左右。结构简单，偶见0.02~0.4 m的一层夹石，顶、底板均为泥岩或砂质泥岩，局部为粉砂岩或炭质泥岩；此煤层在官庄区中部出现一北西~南东向的冲刷带；矿区南部和西部的15₋₂号煤则广为发育，应属局部可采煤层。

15₋₃煤（四节煤）：位于太原组底部，上距15₋₂煤1.3 m左右。厚度变化自0.20~4.70 m，一般在1.56 m左右。煤层结构较复杂，有1~2层泥岩或炭质泥岩夹石。夹石最大厚度可达0.60 m；顶、底板为泥岩、炭质泥岩；本层在常村区南部出现较大面积的同生冲刷现象，屯留区中部也有一东西向的冲刷带；官庄区中部有一北西~南东向的冲刷带。但是，15₋₃号煤在全矿区普遍发育，仍不失为太原组主要可采煤层。

可采及局部可采煤层厚度变化如表1-1。

二、矿区开发与发展规划

潞安矿区煤炭资源开发，在解放前不仅规模小，生产方式也极为落后。1954年成立潞安煤矿筹备处后，开始着手对矿区石圪节煤矿等原有矿井进行改扩建、技术改造和新井建设。1959年春潞安矿务局成立。在石圪节煤矿的基础上，潞安矿区经过40多年建设，由小到大逐步发展到现在的规模。1988年原煤产量达到1000万t。矿井的生产规模及技术装备、生产管理、安全、质量、全员效率、上缴利润等水平全面提高，矿务局开始进入特大型煤炭企业行列。2000年潞安矿区原煤产量达1200万t。

潞安矿区现有石圪节、五阳、漳村、王庄及常村煤矿5对生产矿井，全部集中分布在矿区的北部。除常村矿外，其余4对生产矿井经过多次技术改造、老矿挖潜、大规模开采，均已接近或已经进入后期，其中王庄、五阳矿尚有扩区作为后备区；石圪节矿的上组煤几乎已采完，现主要进行煤柱回收，所以矿井生产规模尚能达到现有的矿井总设计能力。

表 1-1 煤层厚度变化情况

m

煤号 矿名		3	9	15 ₁	15 ₂	15 ₃
王庄矿	煤层厚	3.25 ~ 7.87	0 ~ 2.84	0 ~ 2.20	0 ~ 1.93	0 ~ 5.15
	平均厚	6.65	0.60	0.77	0.53	1.70
五阳矿	煤层厚	1.35 ~ 7.90	0 ~ 1.88	0.10 ~ 1.88	0 ~ 1.71	0.46 ~ 2.60
	平均厚	5.84	0.56	0.93	0.57	1.57
石圪节矿	煤层厚	0.86 ~ 7.84	0 ~ 2.61	0 ~ 2.07		0 ~ 3.55
	平均厚	6.52	1.15	1.13		1.46
漳村矿	煤层厚	1.97 ~ 7.50	0 ~ 1.60	0.25 ~ 1.92	0 ~ 1.10	0.56 ~ 2.94
	平均厚	6.48	0.85	0.78	0.50	1.68
常村矿	煤层厚	4.84 ~ 7.32	0 ~ 2.21	0 ~ 1.35	0 ~ 0.87	0 ~ 2.73
	平均厚	6.05	0.99	0.62	0.57	1.66
潞安南区	煤层厚	4.50 ~ 8.44	0 ~ 2.75	0 ~ 1.35	0.85 ~ 1.85	2.80 ~ 3.71
	平均厚	6.46	1.17	0.64	1.09	3.07

1989年由潞安矿务局、北京煤炭设计研究院、太原煤矿设计院共同编制了矿区总体发展规划。潞安矿区规划总面积 964.4 km², 占地质储量 10997.4 Mt。规划矿区以二岗山北断层为界, 分南、北两区。

北区为已开发的老矿区, 包括现有 5 对生产矿井, 以及其西、南部 3 对规划新井, 面积约 600 km², 占地质储量 6100 Mt。现有生产矿井总设计能力 1120 万 t/a。3 对规划矿井分别为屯留、古城、鲍镇, 合计面积约 300 km², 除屯留矿井规划能力为 600 万 t/a 外, 其余 2 对矿井规划能力均为 400 万 t/a。

南区东浅部为地方矿规划区, 包括经坊、西南呈 2 对生产矿井及南寨、司马规划矿井。国有重点煤矿新井规划区在其西侧深部, 面积 367 km², 规划有高河、辛庄、下霍 3 对矿井, 矿井规划能力均为 400 万 t/a。

第三节 现有生产矿井煤层赋存 地质特征概述

潞安矿区目前主采的煤层为二叠系山西组 3 号煤层, 该煤层赋存稳定, 储量丰富, 矿区内主要生产矿井煤层赋存条件及地质特征分述如下:

王庄煤矿 井田范围内 3 号煤层平均厚度为 6.65 m, 含夹矸 0~5 层, 夹矸成分为炭质泥岩、泥岩和砂质泥岩。伪顶为黑色砂质泥岩、泥岩, 厚度不稳定, 最厚为 0.5 m, 一般为 0.2~0.3 m, 节理较发育, 稳定性差。直接顶位于 3 号煤层或伪顶之上, 由灰黑色泥岩、砂质泥岩、细砂岩组成, 有时呈砂泥岩互层状; 厚度不稳定, 为 0~12 m, 一般为 5~8 m; 层理、节理发育, 其抗压强度为 88.3~119 MPa, 平均为 100.8 MPa, 为Ⅲ类稳定顶板。老顶为位于直接顶之上或直接位于 3 号煤层之上的灰白色石英长石中粒砂岩, 有时为变条带状砂岩, 致密坚硬, 节理

不发育；厚度为 1.38~25.10 m，平均为 8~12 m。井田内地质构造简单，基本为一单斜构造，煤层倾角一般为 $3^{\circ}\sim 7^{\circ}$ ，最大为 11° 。3 号煤层煤质中硬，普氏系数 f 为 1.5~2.5，低瓦斯矿井，煤尘具有爆炸危险。

漳村煤矿 井田范围内 3 号煤层平均厚度为 6.57 m，含夹矸 1~2 层，结构较简单。煤层伪顶为黑色炭质泥岩、泥岩，厚度为 0~0.5 m，硬度小，节理发育，稳定性差，易冒落。直接顶位于煤层或伪顶之上，由黑色泥岩、砂质泥岩组成，有时为砂、泥岩互层；厚度为 1.65~3.88 m，平均 2.5 m，最厚可达 10.15 m；其硬度小，裂隙发育，易破碎，抗压强度平均为 61.8 MPa。老顶为灰白色石英长石砂岩，厚度为 3.32~14 m，平均厚 7.7 m，普氏系数 f 为 4~6。井田内地质构造简单，为一向西倾伏的单斜构造。煤层倾角一般小于 5° 。煤层的普氏系数 f 为 1.5~2。煤层瓦斯含量低，煤不自燃，煤尘具有爆炸危险。

五阳煤矿 主要开采对象 3 号煤层平均厚度为 5.84 m，含夹矸两层，结构较为简单。伪顶多为黑灰色泥岩，0.08~0.20 m 厚。直接顶由灰黑色泥岩、细砂岩、粉砂岩组成，厚度为 1.3~3.6 m，其抗压强度在 75~90.5 MPa，为 II 类中等稳定顶板。老顶为砂岩，硬度大，厚度不稳定，一般厚 6.5~9.0 m，最大达 28 m，其单向抗压强度为 38~131 MPa。矿井地质构造特征是宽缓褶曲伴生大角度、中型高角度正断层和次级小型断裂。煤层倾角一般为 10° 左右，局部达 20° 。煤层内瓦斯含量低，煤不自燃，其普氏系数 f 为 0.8~1，煤尘具有爆炸危险。

常村煤矿 井田内构造以褶曲为主，地层走向近南北，向西倾斜，倾角 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ ；东部以单斜为主，伴有近东西波状起伏，西部为近南北向褶曲；断层不发育，除北部文王山南断层和东南边界安昌断层、中华断层和藕泽断层为井田自然边界外，区内尚有 4 条 20~30 m 的小断层。

3 号煤层位于山西组中部，一般厚度为 4.84~7.32 m，平均