



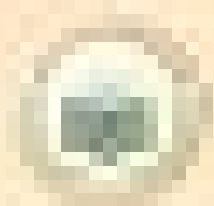
贵州省 矿井高产高效 决策支持系统

刘 勇 吴桂义 张明清 周炳军 著

GUIZHOU SHENG
KUANGJING
GAOCHAN GAOXIAO
JUECE ZHICHI
XITONG



贵州科技出版社



贵州省 矿井生产调度 决策支持系统

编 著 周 毅 周 毅 周 毅 周 毅 周 毅

（贵阳：贵州人民出版社，2000）

THE GUANGDONG STATE
UNIVERSITY PRESS
HONG KONG, CHINA
1999. 2000. 2001. 2002.
2003. 2004. 2005.

贵州省矿井高产高效 决策支持系统

刘 勇 吴桂义 张明清 周炳军 著

贵州科技出版社

图书在版编目(C I P)数据

贵州省矿井高产高效决策支持系统/刘勇等著. —贵阳:
贵州科技出版社, 2009. 4

ISBN 978 - 7 - 80662 - 711 - 2

I. 贵… II. 刘… III. 矿山开采—决策支持系统 IV.
TD8 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 212543 号

贵州省矿井高产高效决策支持系统

出 版 贵州出版集团 贵州科技出版社
发 行
地 址 贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004
经 销 贵州省新华书店
印 刷 贵阳经纬印刷厂
开 本 787 × 1092mm 1/16
字 数 170 千字
印 张 7
版 次 2009 年 4 月第 1 版 第 1 次印刷
定 价 29.00 元

本书由
贵州省科学技术学术著作
出版专项资金资助出版

贵州省科学技术学术著作出版专项资金委员会

成 员 名 单

名誉主任	孙国强	贵州省人民政府副省长
主任	于杰	贵州省科学技术厅厅长
副主任	刘援朝	贵州省新闻出版局局长
副主任	秦水介	贵州省科学技术厅副厅长
委员	刘从强	中国科学院地球化学研究所所长
委员	宋宝安	贵州大学副校长
委员	包怀恩	贵阳医学院院长
委员	石京山	遵义医学院院长
委员	李存雄	贵州师范大学副校长
委员	刘作易	贵州省农业科学院院长
委员	陈训	贵州科学院副院长
委员	俞建	贵州大学教授
委员	何力	国家复合改性聚合物材料工程技术研究中心
委员	孟志钢	贵州科技出版社副总编辑
委员	韦奕松	贵州省财政厅教科文处处长
委员	张芝庭	贵州神奇企业集团董事局主席

序

煤炭是我国的主要能源,在我国的能源结构中,长期以来一直占有 70% 以上的份额,煤炭资源为我国社会主义经济建设做出了很大的贡献。进入 20 世纪末期后,随着我国加入 WTO,煤炭工业正面临着能源市场的激烈竞争和环境保护的双重压力,既是机遇,又是挑战。为继续全面建设小康社会,必须深入贯彻落实科学发展观。科学技术是第一生产力,科技兴煤,科技兴企是煤炭工业经济发展的决定因素。采矿科学技术的不断进步与发展,大大增强了煤炭企业生存和竞争能力,同时也大幅度提高了煤炭的产量。在这种形式下,2006 年我国煤炭产量达到了创纪录的 23.25 亿 t,继续雄踞世界之首。

自 20 世纪 80 年代中期以来,以美国、澳大利亚为代表的世界先进的采煤国家掀起了一场以高产、高效为目标,以超强综采设备为主要技术特征的采煤技术革命,把实现高产、高效采煤技术推向了一个崭新的阶段。我国的高产、高效矿井建设始于 1992 年,经过 10 余年的不懈努力,全国已有 170 多个矿井达到了高产高效矿井的标准,这不但显著提高了煤矿自身的产量和效益,而且有力地促进了煤炭工业生产技术的重大变革。贵州的煤炭工业形势也与全国一样,随着高产高效矿井建设的深入开展,不仅产量有了较大的提高(2006 年全省煤炭产量已突破亿吨大关),而且经济效益也有明显的改善。贵州省盘江煤电(集团)公司的山脚树矿和月亮田矿,早在 90 年代就曾跻身于全国 100 个高产高效矿井的行列,迄今为止,贵州省已有 10 个矿井达到了高产高效矿井的标准。

近几年国内一些学者曾开发了数项应用于高产高效矿井建设的软件,本书的成果就是其中之一,刘勇教授、吴桂义副教授、张明清副教授、周炳军高级工程师等所撰写的专著“贵州省矿井高产高效决策支持系统”,是他们深入矿山第一线,从实际调查,现场观测入手,结合矿山采矿地质条件,运用相关理论,在前人研究的基础上,经过数年的潜心研究所得到的研究成果的系统总结。

本专著运用系统工程、专家系统、人工神经网络、模糊数学以及计算机科学等基础理论,结合贵州省煤矿床的采矿地质条件,对贵州省煤矿高产高效决策支持系统进行了较深入的研究,内容涉及采矿地质条件的工艺性评价、采煤工艺方式选择、采煤工作面“三机”装备的配套选型、工作面单产和功效的预测以及排产接续模型、采区参数优化、大巷矿车运输系统的计算机模拟等,并把上述各子模型集成起来,最终开发了矿井高产高效决策支持系统软件(MHHDSS)。该软件具有既

可抽取其中几个模块独立运行,又能集中运行的特点,软件的通用性强,且具有良好的用户界面。

本专著的最后部分以盘江煤电(集团)公司土城矿的采矿地质条件为例,对该软件可行性和实用性进行了检验应用,获得了满意的结果。

本书的出版,有助于促进贵州省高产高效矿井建设的发展,同时对国内外其他煤炭企业高产高效矿井建设也将有一定的参考价值。

周锡德

2008 年 10 月

前 言

建设高产高效矿井是世界采煤技术发展潮流,也是我国煤矿技术的发展方向。它能使矿井提高单产、单进,实现合理集中,达到减人、减面,提高生产效率和经济效益,也是煤炭行业提高安全保障能力和市场竞争能力的必经之路。

本专著以第一作者的博士论文理论研究成果为基础,融合了《贵州省矿井高产高效决策支持系统》等课题的研究内容,采用实际调查、现场观测,并与系统工程、专家系统、人工神经网络、模糊数学以及计算机科学等有关理论知识相结合的方法,根据贵州省煤层地质条件的特点,对贵州省矿井高产高效决策支持系统进行了研究。建立了相应的煤层地质条件开采工艺性综合评价模型,采煤工艺方式选择模型,开发了液压支架架型选择模糊专家系统,实现了用 ES 对采煤工作面设备的选型配套,建立了回采工作面单产与工效预测模型以及排产接续模型,并把有关矿井高产高效中的各个子问题集成起来,开发了矿井高产高效决策支持系统软件(MHHDSS)。

全书共分为 11 章,其中:“引言”、第 1 章、第 6 章、第 10 章由第一作者撰写;第 2 章、第 8 章由第二作者撰写;第 3 章由第一作者与第二作者联合撰写;第 4 章、第 5 章由第二作者与第三作者联合撰写;第 7 章由第三作者撰写;第 9 章由第一作者、第二作者与第四作者联合撰写。

本专著撰写中得到了况礼澄教授、张先尘教授、周锡德教授等的悉心指导,特别是周锡德教授不仅为本书作序,而且还提出了许多宝贵意见;贵州煤矿安全监察局陈富庆高级工程师也给予了热情鼓励与帮助。课题组的况礼澄教授等为研究成果的取得做出了很大贡献;盘江煤电(集团)有限责任公司的孙朝芦高级工程师、贵州省煤炭管理局的兰海平高级工程师、贵州省煤矿设计研究院黄祖业高级工程师等对作者的现场研究工作给予了大力支持。在此,作者一并表示衷心地感谢和崇高地敬意。

由于作者水平所限,书中不当和错误之处在所难免,如蒙读者赐教,将不胜感激。

作 者

2008 年 10 月于贵阳

目 录

引言	(1)
1. 高产高效矿井发展及本书研究工作	(2)
1.1 高产高效矿井标准	(2)
1.2 高产高效矿井建设现状及发展	(2)
1.3 高产高效矿井的特点	(5)
1.4 实现高产高效的途径	(7)
1.5 高产高效矿井建设的研究现状	(9)
1.6 本书研究的内容、方法和步骤	(11)
2. 工作面煤层地质条件的评价	(13)
2.1 煤层地质条件开采工艺性评价的因素与指标量化	(13)
2.2 评价方法	(18)
2.3 小 结	(25)
3. 工作面采煤工艺方式确定	(26)
3.1 采煤工艺方式选择的神经网络模型	(26)
3.2 采煤工艺选择成本分析	(30)
3.3 小 结	(35)
4. 采煤工作面设备配套选型专家系统	(36)
4.1 采煤工作面设备选择与配套的原则和步骤	(36)
4.2 综采工作面设备配套选型专家系统	(37)
4.3 高档普采工作面主要设备选型专家系统	(51)
4.4 小 结	(55)
5. 采煤工作面单产与工效的预测	(56)
5.1 采煤工作面单产与工效的神经网络预测	(56)
5.2 采煤工作面计算机模拟系统分析	(62)
5.3 小 结	(66)
6. 采区巷道合理布置及参数的优化	(67)
6.1 采区巷道的合理布置	(67)
6.2 采区巷道布置及参数的优化	(67)
6.3 实例计算及分析	(69)
6.4 小 结	(71)
7. 大巷矿车运输系统的计算机模拟	(72)
7.1 土城矿大巷运输系统的基本情况	(72)

7.2	土城矿原系统运输能力的分析	(73)
7.3	大巷矿车运输系统计算机模拟程序设计	(73)
7.4	大巷矿车运输系统计算机模拟结果分析	(75)
7.5	小 结	(76)
8.	采煤工作面接替的计算机模拟	(77)
8.1	采煤工作面接替模拟模型编制的原则和方法	(77)
8.2	采煤工作面接替模拟模型	(78)
8.3	小 结	(79)
9.	矿井高产高效决策支持系统 MHHDSS 的建立及应用	(82)
9.1	MHHDSS 系统的建立	(82)
9.2	MHHDSS 系统的应用实例	(85)
10.	结 论	(98)
	参考文献	(100)

引 言

建设高产高效矿井是世界采煤技术发展潮流,也是我国煤矿技术的发展方向。它能使矿井提高单产、单进,实现合理集中,达到减人、减面,提高生产效率和经济效益。也是煤炭行业提高安全保障能力和市场竞争能力的必经之路。20 世纪 80 年代以来,世界各主要产煤国家都在积极开发和应用新型高效、大功率、高可靠性的综采设备,取得了良好的效果。目前、矿井开采系统趋于大型化、高度机械化,生产高度集中。高产高效工作面的出现,对世界煤炭工业技术发展起到了良好的促进作用。我国从 1970 年发展综采以来,在借鉴国外综采发展技术经验的基础上,坚持依靠科技进步,把建设高产高效矿井作为基本政策,已进行了规划、实施,并正大力推行。目前已建成了一大批高产高效矿井,促进了我国煤炭工业的发展,重点煤矿采煤综合机械化程度已达 70% 以上,并向智能化方向发展、工作面单产已接近 120 万 t/a、全员工效已达 4t/工以上,并成为世界产煤大国之一。2007 年我国煤炭产量达 25.5 亿 t,继续在世界居领先地位,但与国外发达国家先进开采技术相比,还存在很大的差距,且发展又不平衡。

2002 年我国综采工作面年产最高水平为 1085 万 t,虽然我国已成为世界主要产煤大国之一,但与世界先进采煤国家相比,工作面单产、效率及安全等主要技术经济指标还有较大差距,这主要是由于地质条件不一,地区经济差异等原因,造成发展极不平衡,生产技术整体水平低,先进与后进差距比较显著。因此矿井高产高效的建设势在必行,这样才能使得煤炭企业向经营效益型转变,才能在市场经济中得以生存和发展。

建设高产高效矿井是一个综合性的系统工程,需要相匹配的成套技术,涉及各矿所处的煤层地质条件、生产基础、技术装备水平、生产管理水平以及职工素质等复杂因素。在进行矿井高产高效建设时,要充分考虑技术、装备等因素,要具体问题具体分析,不能片面追求高产而忽视效率,也不能只求高效而不注重产量,更不能忽视生产的安全性。

本书在已有研究的基础上,对煤层地质条件开采工艺性评价、工作面主要设备选型配套、回采工作面产量和工效的预测、采区巷道布置及参数优化、大巷运输系统、采煤工作面接替规划等内容,应用决策支持系统(DSS)、人工神经网络(ANN)以及模糊专家系统等有关理论知识进行了研究,并将这些子系统集成,建立矿井高产高效决策支持系统。该系统可对贵州省任一缓倾斜煤层矿井的高产高效发展途径进行较为全面系统以及合理的决策,也可对任一子问题进行单独决策,对促进煤炭工业的快速发展具有重要的理论意义和实用价值。

1. 高产高效矿井发展及本书研究工作

1.1 高产高效矿井标准

关于高产高效矿井的标准,原煤炭部于1994年曾颁发《关于颁发“建设高产高效矿(井)暂行管理办法”的通知》[煤生字(1994)第295号],在该文的附件中提出了建设高产高效矿井的评定标准。在标准中包含了以下几个内容:

(1)高产高效矿井级别:分为部级和省级两类。

(2)高产高效矿井考核标准:是产量和效益。

(3)实现高产高效矿井的前提条件是:

①实现采煤机械化;

②达到省级及以上矿井质量标准化的矿井标准;

③保证矿井的正常生产并具有一定的经济效益;

④高产高效矿井的模式是,一矿一面或一矿两面;

⑤高产高效矿井的分类标准见表1.1所示。

表 1.1 高产高效矿井分类标准

矿井产量 (万 t/a)	采煤工艺	平均工作面个数 (个)	原煤生产人员效率(t/工)	
			部级	省级
≥300	综采	二或三面	8	部级标准 × 0.8
≥200 ~ 300	综采	一或二面	7 ~ 8	部级标准 × 0.8
≥100 ~ 200	综采(或高档普采)	一或二面	5 ~ 7	部级标准 × 0.8
≥40 ~ 100	高档普采(或机采)	一或二面	4 ~ 5	部级标准 × 0.8
≥20 ~ 40	炮采	一或二面	2 ~ 4	部级标准 × 0.8

该标准是1994年制定的,预计将随着开采技术水平的不断提高与发展而加以修订。

1.2 高产高效矿井建设现状及发展

自1985年原煤炭部采取切实有效的措施加快现代化矿井建设步伐,尤其是1992年开始的大力推进我国高产高效矿井建设的重大战略部署实施以来,国有重点煤矿采煤机械化及生产集中化程度大幅提高,与此同时,工作面单产及工效则明显提高。由图1.1可见:在减面、减人的同时,实现了增产、增效。

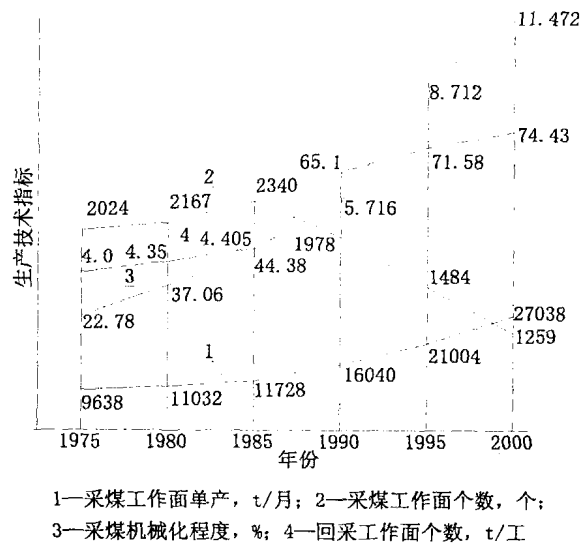


图 1.1 国有重点煤矿主要生产技术指标

大力发展综合机械化采煤是我国推进采煤技术发展的重大战略部署。自 1975 年至 2000 年,无论综采面个数、综采机械化程度、综采总产量及综采面平均产量等都大体上呈直线上升的趋势,如图 1.2 所示。

由图可见:2000 年全国重点煤矿综采工作面平均年产煤 87.24 万 t,综合机械化程度达到 56.73%。

2002 年综合机械化程度提高至 62.98%。

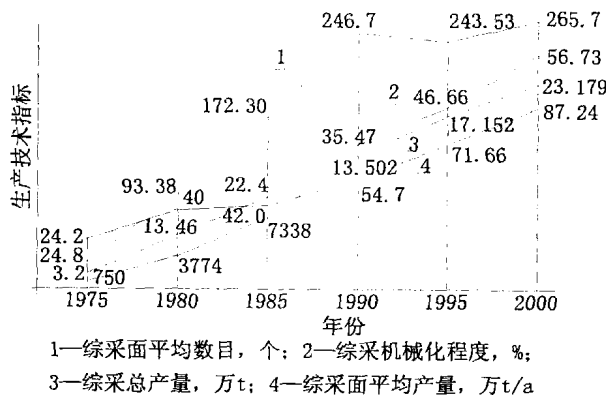


图 1.2 国有重点煤矿综采工艺的发展

近年来,我国综采技术飞速发展,无论是综采队的数量还是经济指标都有了迅速的发展与提高。由图 1.3 可见:全国年产煤量在 100 万 t 以上的综采队 2000 年达到了 78 个,每个综采队的平均产量达到了 167.8 万 t。其中放顶煤的最高年产量达 512.6 万 t,大采高综采的最高年产高达 803.4 万 t,中厚煤层综采队的最高年产量也达到 316.8 万 t。

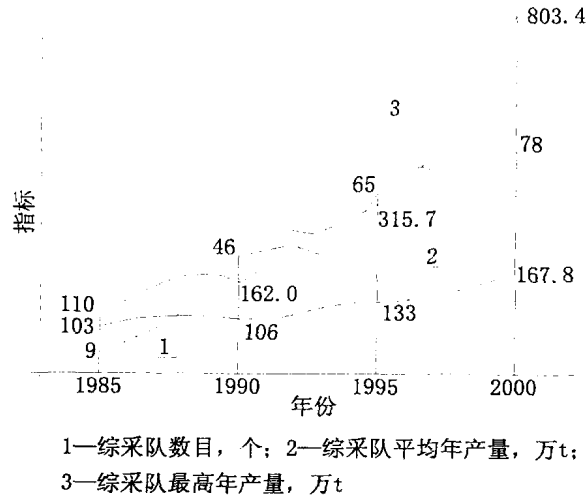


图 1.3 历年超 100 万 t 综采队数目及指标

随着综采技术的推广,也有力地促进了高产高效矿井建设的发展,截至 2000 年止,全国已累计建成 123 处高产高效矿井,其中综采矿井 95 处(该数目包括了部分综、普矿井及综、炮矿井)。这些矿井具有良好的技术经济指标,见表 1.2。

表 1.2 历年超 100 万 t/a 综采队生产指标

工艺指标		1995	1996	1997	1998	1999	2000
放顶煤综采	综采队数目/个	22	26	27	22	23	29
	总产量/万 t	3 563	4 245	4 430	4 155	4 630	5 552.5
	平均产量/万 t	162.0	163.3	164.1	188.8	201.3	191.4
	最高产量/万 t	315.7	350.2	410.2	501.1	505.8	512.6
	平均效率(t/工)	56.8	68.4	71.2		92.4	114.74
	最高效率(t/工)	113.1	181.1	203.9		230.24	247
	数量比重/%	34.0	36.0	35.5	34.4	32.4	37.2
	产量比重/%	41.2	42.4	41.6	43.7	41.3	42.4
大采高综采	综采队数目/个	6	6	16	8	9	13
	总产量/万 t	642	814	2157	1103	1627	2 832.6
	平均产量/万 t	128.4	135.7	134.8	137.9	180.8	217.9
	最高产量/万 t	173.9	220.0	225.0	201.0	405.8	803.4
	平均效率(t/工)	48.4	60.0	72.7		132.7	259.24
	最高效率(t/工)	92.9	124.1	129.1		385.8	543.7
	数量比重/%	9.0	8.0	21.0	12.5	12.7	16.7
	产量比重/%	7.4	8.1	20.3	11.6	14.5	21.6

续表 1.2

工艺指标		1995	1996	1997	1998	1999	2000
采 高 小 于 3.5 m 综 采	综采队数目/个	37	40	33	34	39	36
	总产量/万 t	4 445	4 956	4 063	4 260	4 962	4 700
	平均产量/万 t	120.1	123.9	123.1	125.3	127.2	130.6
	最高产量/万 t	221.7	202.0	220.6	210.7	205.6	316.8
	平均效率(t/工)	53.2	55.4	53.3		55.7	57.57
	最高效率(t/工)	137.6	147.4	132.4		113.89	127.6
	数量比重/%	57.0	56.0	43.5	53.1	54.9	46.1
其中 不同 年 产 个 数	产量比重/%	51.4	49.5	39.1	44.7	44.2	36.2
	综采队个数	65	72	76	64	71	78
	150~200 万 t	6	10	8	9	8	16
	200~300 万 t	7	10	8	8	11	9
	300~400 万 t	2	1	3	3	2	6
	400~500 万 t			1		2	1
	>500 万 t				1	1	2
综采队总产量/万 t		8 650	10 015	10 650	9518	11 219	13 085
队最高年产量/万 t		315.7	350.2	410.2	501.1	505.8	803.4
队平均年产量/万 t		133.1	139.1	140.1	148.7	158.0	167.8
队平均效率(t/工)		54.0	60.5	63.7		77.3	85.5

1.3 高产高效矿井的特点

从 2000 年已建成的 100 多个高产高效矿井来看,虽然所处的地域不同,采矿地质条件也有很大差别,采煤方法、技术装备与回采工艺也不尽相同,但基本具有以下特点:

1) 矿井井型趋于大型化

我国自 1992 年实施高产高效矿井建设部署以来,由于工作面单产的不断提高,高产高效矿井的生产能力也得到了大幅度提高,在 2000 年建成的 129 处高产高效矿井中,其平均年产量达到了 188 万 t,比国有重点煤矿平均年产 90 万 t 高出一倍以上。近年来还出现了几个千万吨级的高产高效矿井,如上湾煤矿、寺河煤矿、大柳塔煤矿、活鸡兔煤矿、榆家梁煤矿等。

2) 开拓部署单一化

为了适应高产高效矿井建设的需要,要求简化矿井开拓部署和巷道布置,为此近年来斜井开拓或斜井-立井联合开拓的应用范围有所扩大,在特大型矿井中推行分区开拓,分期投产;在条件适合时采用煤层大巷与倾斜大巷,对多煤层实行单层开拓、单层准备,在倾角较缓的煤层中运用倾斜长壁采煤法及适当实行下山开采。如济宁三号井采用分区开拓,倾斜煤层大巷,并用大功率皮带输送机,生产系统简化,采用倾斜长壁顶煤冒落采煤法,辅助运输则应用无轨设备,大大简化了生产环节。

3) 矿井生产高度集中化

积极推行“一矿一面”或“一矿二面”模式;大力发展综合机械化采煤和掘进;厚煤层推行

大采高工艺、特厚煤层发展顶煤冒落采煤法,中厚煤层配备高效综采设备,薄煤层推广刨煤机采煤工艺;主要运输实现连续化,辅助运输实现机械化、无轨化。如小湾煤矿,设计生产能力600万t/a,实际生产能力已达1000万t/a,全矿只有一个采煤工作面,万吨掘进率仅66.2m,全员效率达83.9t/工,实现了矿井生产高度集中化。

4) 设备选型配套化

为了充分发挥工作面“三机”的能力,提高采煤机开机率,各高产高效矿井对工作面设备(包括顺槽设备)进行配套选型,既可避免大马拉小车的情况,也可避免卡脖子的环节。这里包括性能结构上的配套、空间尺寸上的配套、生产能力上及寿命上的配套,从而较好地发挥了机组的综合能力。

5) 工作面搬家的快速化

由于搬家不能生产,搬家时间越短,可生产时间就越长。国外由于用于搬家的装备先进、组织合理,一个综采面搬家通常在一周内就能完成。我国的搬家技术水平虽与国外有一定的差距,但相当一部分高产高效矿井均采用了机械化的搬家手段,有的还采用了无轨设备,使搬家时间大为缩短,如神府的大柳塔矿、榆家梁煤矿仅用了一周的时间就完成了综采面的搬家,达到了国外先进水平。

6) 巷道掘进的机械化、支护的锚杆化

高效机械化掘进与支护技术是矿井实现高产高效的必要条件。我国高产高效矿井煤巷及部分半煤岩巷大多采用综掘机掘进、锚杆支护,从而大大加快了巷道掘进速度。进口掘进机已突破年进尺万米大关,国产综掘设备也可达6000~8000m/a,如金峰集团寸草塔煤矿使用EBJ-120TP型掘进机,在2005年最高日进尺72m,月进尺达905m。神东矿区则使用连续采煤机进行煤巷掘进,取得较好成绩,平均月进尺在2000m以上,其中上湾煤矿综采一队使用单机三巷掘进完成月进尺4656m,创全国煤巷新纪录,为高产高效矿井生产准备提供了良好的条件。

7) 运输系统连续化

近年来带式输送机由于其生产能力大,可靠性高,在高产高效矿井中得到了广泛的应用,有的矿井采用了斜井或斜-立、斜-平联合开拓,为高强度胶带输送机创造了条件,甚至有些矿井在大巷也选用胶带输送机,从而实现了煤炭从工作面—顺槽—上山(下山)—大巷—斜井—地面皮带走廊全线高效的连续运输,为矿井实现高产高效创造了十分有利的条件。如上湾煤矿采用斜井盘区开拓、煤层大巷、倾斜长壁采煤法,从而实现了采面到地面的全线连续运输化。

对于辅助运输来讲,由于环节多、设备多、重量大、用人多,实现机械化也是必由之路,尤其是无轨化的辅助运输应是高产高效矿井发展的一个趋势。

8) 生产管理科学化

对一个高产高效的矿井来说,生产中必须做到高度的协调性、可靠性和安全性,这就必须依赖于生产的科学化。从我国建成的高产高效矿井来看,普遍地加强了对机电设备的科学管理,以最大限度地降低设备的事故率;强化职工培训,不断提高职工队伍的素质,从而全面提