

露天矿 露采手册

总论·地质·岩力

主编单位

中国矿业学院

主要参加单位

冀东黑色冶金矿山设计研究院
鞍山黑色冶金矿山设计研究院
长沙黑色冶金矿山设计研究院
沈阳煤矿设计研究院
长沙矿冶研究院
长沙矿山研究院

北京有色冶金设计研究总院
东北工学院
阜新矿业学院
武汉安全技术研究所
苏州非金属矿山设计院
武汉建筑材料工业学院

参加编写单位

阜新矿务局海州露天煤矿
抚顺煤炭科学研究所
马鞍山矿山研究院
鞍山钢铁公司矿山研究院
北京钢铁学院
武汉钢铁公司大冶露天铁矿

连云港化工矿山设计研究院
南昌有色冶金设计研究院
西安冶金建筑学院
河北矿冶学院
煤炭部科学技术情报研究所

总 审 校

彭世济

副 总 审 校 (按姓氏笔划)

李长宝 杨荣新 范奇文 骆中洲

责任编辑：时裕谦

露天采矿手册

第一册 总论·地质·岩力

中国矿业学院 主编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₁₆ 印张20¹/₄ 插页2

字数482千字 印数1—6,000

1985年4月第1版 1985年4月第1次印刷

书号15035·2662 定价4.20元

前 言

随着我国社会主义四个现代化建设的日益发展，党中央对能源工业提出了更高要求，对煤炭工业来说，在地质条件适合的地方，多开露天矿可以加快煤炭工业发展速度。国内外的实践证明，露天开采具有以下优点：建设周期短，开采规模大，生产效率高，成本较低，安全及劳动保护好等。在一定周期内，建设露天矿比建设井工矿规模可以大得多，产量可以多得多。近年来，为了加快我国煤炭能源建设，正是为这个原因，国务院决定在煤炭工业建设中扩大露天开采的规模，加快山西、内蒙五大露天煤矿的开发。这一决策是十分正确的。

为了配合我国露天煤矿的发展，煤炭工业出版社组织我国冶金、煤炭、化工和建材四个部门中矿山系统的生产、设计、科研及教学等二十多个单位，一百多名专家编写《露天采矿手册》。这部手册，当然也适用金属、非金属露天矿。

《露天采矿手册》是我国成立三十多年来在露天开采领域中第一部综合性的，跨系统的大型工具书。书中反映了我国露天开采界很多专家和工程技术人员的工作经验和科研成果。书中还介绍了当代国外露天开采的新装备、新工艺、新技术。《露天采矿手册》的出版将有助于我国露天开采事业的发展，将会受到露天开采领域中广大读者的欢迎。

高扬文

1983.11.20

目 录

第一章 总论	2
第一节 概述	2
第二节 名词术语	33
第三节 我国主要生产露天矿典型实例简介	36
第四节 露天开采工程图例	45
第五节 开采过程及生产环节	53
参考文献	55
第二章 地质	58
第一节 黑色金属和冶金辅助原料	58
第二节 有色金属	91
第三节 煤和油页岩	115
第四节 化工原料	136
第五节 建材和其它非金属	147
第六节 露天矿床勘探	172
第七节 露天矿床水文地质和工程地质	192
第八节 露天矿的生产地质和测量	206
参考文献	223
第三章 岩石物理力学性质	226
第一节 概述	226
第二节 岩石基本物理性质的测定	227
第三节 岩石基本力学性质的测定	232
第四节 岩石基本力学性质数据	241
第五节 土的基本物理力学性质及土与岩石的承载能力	253
第六节 岩石的普氏坚固性分级	263
第七节 岩体的完整性、稳定性与工程地质分级	266
第八节 岩石的硬度	280
第九节 岩石的可钻性及其分级	287
第十节 岩石的切削阻力	292
第十一节 岩石的磨蚀性	305
第十二节 岩石的爆破性及其分级	310
参考文献	315

第一章 总论

编纂 彭世济
编写 彭世济 李长宝 张键元 时裕谦
杨贵凤 张文英 罗德权
审校 时裕谦

第一章 总 论

第一节 概 述

一、露天开采概念

露天开采是直接揭露出矿体进行开采。为此，通常要把它的覆盖物和围岩搬移。随着开采过程的推移，将逐渐改变地表的形状。露天开采是指搬移土岩（剥离物）及采出矿石的总称。搬移土岩的生产过程称剥离，开采矿石的生产过程称采矿。

矿石可分为金属矿石、非金属矿石和可燃性矿石三大类。金属矿石分为黑色金属的、有色金属的和稀有金属的三种。非金属矿石分化工原料、冶金辅助原料、建筑材料和部分轻工业原料等。可燃性矿石分为煤和油页岩等。

露天开采又因开采手段不同，可分为机械法开采和水力法开采两种。

在我国，将海洋开采划归露天开采之中。

二、露天开采过程

露天开采过程分主要生产环节和辅助生产环节两种。

主要生产环节有：

1. 穿孔爆破或犁松

为了给采掘设备提供有利的工作条件，对于一些坚硬的岩石和矿石需进行穿孔和爆破作业；对于某些土岩需进行防冻和犁松等准备过程。

2. 采装

在机械开采的条件下，用采掘设备将剥离物或矿石铲挖并装入运输设备的生产过程。在倒堆开采工艺过程中，只有“铲挖”没有“装载”过程，它将剥离物直接卸入内排土场。

3. 运输

将采出的剥离物和矿石，按一定的目的分别运到不同的卸载点，即剥离物运至排土场，矿石运至加工厂或地面转载点。在倒堆开采工艺中，运输环节是由采掘设备完成的。

4. 排土和卸矿

将剥离物有计划地按一定的程序排弃在指定的排土场内，或将采出的矿石运至指定的卸矿点。

辅助环节有：

1. 设备维修；

2. 动力供应；

3. 疏干及防排水；

4. 生产地质勘探；

5. 工作面平整，线路修筑、移设和维护；
6. 滑坡清理及防治等。

三、露天开采工艺分类

露天开采工艺按生产过程中所使用的设备和手段可分为：机械开采工艺和水力开采工艺两大类。在机械开采工艺中，由于运输方式不同，开采工艺可分为：

1. 间断式（或称循环式）开采工艺

这种开采工艺过程中的采装、运输和排土作业是间断地进行。主要采掘设备和运输设备是单斗挖掘机和容器式的运输设备（如铁道机车车辆和汽车等）。也可利用铲运机和前装机等设备，来完成采装、运输和排土三个生产环节。

2. 连续式开采工艺

在采装、运输和排土的生产过程中，物料流的输送是连续不断的。主要设备是多斗挖掘机（如轮斗挖掘机、链斗挖掘机等）、带式输送机和排土机等。

3. 半连续式开采工艺

这是介于间断式和连续式之间的一种开采工艺，整个生产过程中一部分生产环节是间断式的，另一部分生产环节是连续式的。主要设备是单斗挖掘机、破碎机、带式输送机和排土机的组合，或者是多斗挖掘机、铁道机车车辆或汽车的组合等。

4. 倒堆式开采工艺

剥离物的铲挖、运输和排弃的整个生产过程由一台设备来完成。主要设备是大型剥离机械铲或拉铲等。这些设备将采出的剥离物直接倒至采空区，形成内排土场。

水力法开采可分为：

1. 水枪开采

又称水力机械开采，利用水枪冲采松散的矿岩，用水力运输将其运出采场外的选矿厂或排弃于水力排土场中。

2. 采金船（采沙船）开采

各种类型的采金船具有不同的采掘机构，在水下进行作业。

开采工艺的分类和采用的设备列于表 1-1-1 中。

表 1-1-1 露天开采工艺分类和采用的设备类型分类表*

开采手段	工艺名称	生产过程的特点	物料流的特点	主要设备及其组合使用情况			
				采掘	运输	排土	中间设备
机械法	间断式	循环式	间断式	单斗挖掘机 前装载机	→ 机车车辆 → 汽车 ↑ → 窄轨机车车辆	→ 排土犁 → 挖掘机 → 推土机	溜槽溜井
	倒堆式	单一式	间断式	铲运机 推土机	→ 铲运机 → 推土机	→ 铲运机 → 推土机	
				剥离挖掘机	→ 同左 → 再倒堆挖掘机	→ 同左	

开采手段	工艺名称	生产过程的特点	物料流的特点	主要设备及其组合使用情况			
				采掘	运输	排土	中间设备
机械法	连续式	顺序式	连续式	轮斗挖掘机 → 带式输送机 → 排土机 链斗挖掘机 → 排土桥			
	半连续式	联合式	半连续式	单斗挖掘机 → 带式输送机 → 排土机 — 移动式破碎机 汽车 — 带式输送机 前装机 → 带式输送机 → 排土机 — 半固定式破碎机 螺旋采煤机 → 汽车 带式输送机 → 排土犁 轮斗挖掘机 → 机车车辆 → 挖掘机 链斗挖掘机 → 汽车 → 堆料机			
水力法	水枪冲采	连续式	连续式	自流运输 水枪 → 管道加压运输 → 水力排土			
	采金船开采	连续式	连续式	挖掘装置 → 泥浆泵 → 水下管道排放 吸泥装置 → 泥浆泵 → 漂浮管道排放			

* 按剥离过程进行分类。

四、露天开采的优缺点

露天开采与地下开采相比较，有以下优缺点：

1. 优点

(1) 资源回收率高，一般可达90%以上。在金属露天矿中，一般矿石的损失率为3~5%，贫化率为5~8%；露天采煤的回采率一般比地下采煤高15%。

(2) 生产空间不受限制，为采用大型或特大型的矿山设备和实行机械化生产创造了条件，因而开采强度比较大。例如目前世界上最大的露天煤矿年产量可达5000万吨左右，最大的露天铁矿年产量已超过6000万吨。

(3) 劳动效率高。以露天煤矿的平均效率(1982年)为例，美国为28吨/工(是地下采煤的2.8倍)；西德为86.8吨/工(是地下采煤的25.6倍)；苏联为22.8吨/工(是地下采煤的10.2倍)。

(4) 生产成本低。以金属露天矿的成本为例，露天开采的成本为地下开采成本的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ ；1978年世界露天采煤的成本为地下采煤的 $\frac{1}{2}$ 。

(5) 有利于伴随采出其他矿物。可以回收地下开采过的浅部残煤，如我国的抚顺西露天煤矿、海州露天煤矿和国外的捷克露天褐煤矿等。

(6) 木材消耗量低。

(7) 生产安全、劳动条件较好, 易于实现机械化、自动化和现代化的管理。

(8) 建设速度快, 产量保证程度强。一般年产1000~1500万吨矿石的露天金属矿, 建设时间约3~4年。规模5000万吨苏联勇士露天煤矿1964年开工, 1970年投产第一期工程能力为1000万吨。

2. 缺点

(1) 占用土地多。在农业发达的地区该缺点更为突出。地表因露天开采而被破坏, 环境受到污染。

(2) 受气候的影响大。在暴雨、飓风和严寒的条件下, 影响生产, 甚至会停产。连续开采工艺受到这方面的制约更甚。

(3) 对矿床的埋藏条件要求严。对矿体埋藏较深的矿床, 其露天开采范围受到限制。目前, 我国的露天开采规模及工艺受本国机械制造工业水平的影响, 但随着引进技术, 我国露天开采大型设备的制造也会逐步解决。

五、国内露天开采状况

1. 我国各工业部门露天开采的规模、产量及比重

与地下开采相比, 露天开采具有较大的优越性, 凡是条件适合的矿床, 应优先发展, 所以我国露天开采的范围和生产规模也有日益增长的趋势。

解放后三十多年, 露天开采得到了很大的发展。目前我国各类矿石的露天矿约有1500个, 其中重点铁矿40个, 重点有色金属矿12个, 露天煤矿12个, 重点化工原料矿7个及为数众多的建筑材料矿等。1981年我国露天开采的矿石量占有关工业部门矿石总产量的百分比如下:

铁矿石	86.4%
黑色冶金辅助原料矿石	90.5%
有色金属矿石	49.6%
化工原料矿石	70.7%
建筑材料	约100%
煤炭	约4%

(1) 铁矿石

黑色金属矿石包括铁、锰、铬等。现以铁矿石为例, 将其产量列入表1-1-2中。

表 1-1-2 我国铁矿石总产量及露天开采比重

年 份	铁矿石总产量 万吨	露天开采 总产量, 万吨	露天开采所 占的比例, %	年 份	铁矿石总产量 万吨	露天开采 总产量, 万吨	露天开采所 占的比例, %
1962	2565	2251	87.7	1973	8871	7838	88.3
1963	2433	2178	89.5	1974	8372	7555	90.2
1964	2646	2376	89.7	1975	9444	8349	88.4
1965	3110	2762	88.8	1976	8745	7572	86.6
1969	4234	3816	90.0	1977	9485	8190	86.3
1970	6409	5803	90.5	1978	11994	10275	85.2
1971	7251	6251	86.2	1979	11904	10092	84.7
1972	8485	7518	88.6	1981	10442	9018	86.4

注: 本表由北京矿冶研究总院梁英龙提供。

(2) 黑色冶金辅助原料的年消耗量为2000~3000万吨, 其总产量、露天开采产量及比重见表1-1-3。

表 1-1-3 我国黑色冶金辅助原料的总产量、露天开采产量及比重

矿 种		1973	1974	1976	1977	1978	1979	1980	1981
粘 土	总产量, 万吨	246.30	209.00	476.13	142.71	150.70	182.69	173.50	54.59
	露天开采产量, 万吨	122.10	103.70	355.77	69.37	66.20	72.65	40.46	31.93
	露天开采比重, %	50	50	75	49	44	40	23	21
铬 矿 石	总产量, 万吨	5.43	4.60	1.81	3.97	6.61	6.84	6.08	7.31
	露天开采产量, 万吨	1.64	0.40	0.22	2.27	4.55	5.60	5.03	6.22
	露天开采比重, %	30	0.9	1.2	57	69	75	83	85
石 灰 石	总产量, 万吨	1483.80	1296.00	1584.10	1212.90	1385.40	1440.70	1260.45	1333.46
	露天开采产量, 万吨	1483.80	1296.00	1584.10	1212.90	1385.40	1440.70	1260.45	1333.46
	露天开采比重, %	100	100	100	100	100	100	100	100
镁 矿 石	总产量, 万吨	281.90	282.50	270.90	275.80	261.78	274.23	239.67	290.46
	露天开采产量, 万吨	281.90	282.50	270.90	275.80	261.78	274.23	239.67	290.46
	露天开采比重, %	100	100	100	100	100	100	100	100
白 云 石	总产量, 万吨	247.00	191.90	293.28	264.90	357.71	344.40	283.43	260.75
	露天开采产量, 万吨	247.00	191.90	293.28	264.90	357.71	344.40	283.43	260.75
	露天开采比重, %	100	100	100	100	100	100	100	100
锰 矿 石	总产量, 万吨	282.50	369.00	433.70	252.20	160.30	113.90	115.69	219.74
	露天开采产量, 万吨	239.80	339.00	392.17	316.00	160.30	44.33	56.87	163.00
	露天开采比重, %	85	92	90	80	47	40	49	74
萤 石	总产量, 万吨	54.44	63.40	102.30	43.11	46.80	23.70	53.78	53.79
	露天开采产量, 万吨	14.15	17.40	57.32	35.10	46.80	4.13	0.12	0.62
	露天开采比重, %	26	28	56	81	100	18	2.2	1.15
矽 石	总产量, 万吨	26.20	26.00	29.54	31.40	38.50	18.50	30.30	23.03
	露天开采产量, 万吨	26.20	26.00	29.54	31.40	38.50	18.50	30.30	23.03
	露天开采比重, %	100	100	100	100	100	100	100	100

注: 本表由冀东黑色冶金矿山设计研究院李长宝提供。

(3) 有色金属矿石, 其种类繁多, 现以十种主要矿石(铜、铝、铅锌、镍、钨、锡、钼、铋、汞和金)为例, 其总产量、露天开采产量及比重见表1-1-4。

1981年我国十种有色金属矿石的露天开采比重见表1-1-5。

(4) 化工原料矿石, 主要有硫铁矿($S_{35\%}$)、磷矿($P_2O_5_{30\%}$)、硼矿($B_2O_5_{12\%}$)和石灰岩($CaCO_3_{88\%}$)四种, 露天开采的总产量和比重见表1-1-6。

硫铁矿($S_{35\%}$)和磷矿($P_2O_5_{30\%}$)标准矿石的露天开采产量和比重见表1-1-7。

(5) 建筑材料

(6) 露天采煤, 产量占全国煤炭总产量的2~6%。我国各生产露天煤矿的历年产量见表1-1-9。

表 1-1-4 我国有色金属矿石(十种主要的矿石)的总产量、露天开采产量及比重

年 份	总 产 量 万吨	露天开采 总 产 量 万吨	露天开采 比 重 %	年 份	总 产 量 万吨	露天开采 总 产 量 万吨	露天开采 比 重 %
1962	2826	1540	54.5	1972	3685	2598	70.5
1963	2870	1399	48.7	1973	5906	2757	46.7
1964	3006	1500	50.0	1974	5183	2618	50.5
1965	3474	1677	48.3	1975	5746	2854	49.7
1966	3690	1700	46.0	1976	4878	2400	49.2
1967	3075	1505	48.9	1977	5351	2563	47.8
1968	2134	1027	48.0	1978	6456	3203	49.6
1969	3688	1722	46.7	1979	6819	3474	51.0
1970	4933	2155	43.7	1980	—	—	—
1971	5848	2581	44.0	1981	—	—	49.6

注：本表由北京矿冶研究总院梁英龙提供。

表 1-1-5 1981年我国十种有色金属矿石的露天开采比重

开采方式 \ 矿石名称	铜	铝	铅 锌	镍	钨	锡	钼	铋	汞	金
露天开采,比重,%	37	86	7	84	84	78	43	0.23	—	85

表 1-1-6 硫铁矿、磷矿、硼矿、石灰岩的露天开采总产量和比重

年 份	开采总量, 万吨	露天开采量, 万吨	露天开采比重, %
1960	193.50	12.55	6.5
1970	501.98	327.62	65.3
1980	995.86	704.36	70.7

注：本表由化学工业部矿山局胡天毅，化学矿山规划设计院朱广淑提供。

表 1-1-7 我国硫铁矿、磷矿及硼矿标准矿石的露天开采产量和比重

矿 种	年 份	1960	1965	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
		硫铁矿 (S 35%)	露天开 采产量 万吨	0	1.37	26.96	29.51	31.61	23.19	16.12	11.20	7.80	6.74	5.28	10.77
	露天开 采比 重 %	0	2.9	39.0	32.0	28.5	23.6	19.4	12.9	9.5	8.3	7.2	14.8	28.4	31.7
磷 矿 (P ₂ O ₅ 30%)	露天开 采产量 万吨	12.55	9.60	142.16	214.64	204.36	160.54	181.0	310.94	174.84	280.26	303.39	204.52	299.13	—
	露天开 采比 重 %	19.5	8.5	54.2	59.0	59.2	54.5	82.3	71.0	57.2	63.0	63.0	48.7	57.8	—
硼 矿 (B ₂ O ₃ 12%)	露天开 采比 重 %	0	4.9	13.5	16.9	17.8	21.5	18.3	22.7	27.0	32.0	36.0	40.0	50.0	47.0

注：本表由化学工业部矿山局胡天毅提供。

表 1-1-8 建筑材料及非金属材料露天开采产量和比重

矿种	产 量	年 度							
		1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
石	总产量, 万吨	87.7	106.6	110.4	114.6	126.2	140.8	125.1	115.8
	露天开采产量, 万吨	41.79	44.62	50.48	48.7	52.14	55.97	46.59	36.73
	露天开采比重, %	47.65	41.86	45.72	42.49	41.32	39.75	37.24	31.72
滑 石	总产量, 万吨	13.9	12.6	11.6	10.6	13.2	11.8	12.8	14.2
	露天开采产量, 万吨	13.9	12.6	11.6	10.6	13.2	11.8	12.8	14.2
	露天开采比重, %	100	100	100	100	100	100	100	100
石 棉	总产量, 吨	71168	80929	82601	94879	96032	99412	94891	77014
	露天开采产量, 吨	36607	40591	43657	48985	49852	49066	46832	33143
	露天开采比重, %	51.44	50.16	52.85	51.63	51.91	49.36	49.35	43.04
工业用 云母	总产量, 吨	1401.2	1751.8	1486.4	1728.0	1773.0	1217.0	875.4	1047.9
	露天开采产量, 吨	1152.5	1532.6	1245.4	1490.8	1596.0	1124.0	861.6	1047.9
	露天开采比重, %	82.25	87.49	83.79	86.25	90.02	88.43	98.42	100
大理 石板 材	总产量, 万米 ²	24.15	27.03	26.69	24.83	29.26	30.79	27.76	27.01
	露天开采产量, 万米 ²	24.15	27.03	26.69	24.83	29.26	30.79	27.76	27.01
	露天开采比重, %	100	100	100	100	100	100	100	100
石 墨	总产量, 万吨	10.30	12.40	11.90	12.20	12.75	11.75	11.00	11.39
	露天开采产量, 万吨	4.69	5.39	5.42	5.97	6.17	5.39	5.13	4.99
	露天开采比重, %	45.53	43.47	45.55	48.93	48.39	45.89	46.64	43.81

注: 1. 水泥原料石灰岩及玻璃原料石英砂岩均为露天开采。

2. 表中所列数据系全国重点企业产量概况。

3. 本表由国家建筑材料工业局苏州非金属矿山设计院金亦源提供。

2. 我国露天开采技术现状及发展方向

从表1-1-2至表1-1-9看出我国冶金、化工、建材和煤炭四个工业部门中, 露天开采的发展规模及比重不尽一样。冶金工业系统露天开采的铁矿石, 有色金属矿石和冶金辅助原料矿石的发展较快, 化工及建材系统多数属中小型露天矿, 但矿数较多的是建材露天矿。煤炭工业中的露天开采发展速度不快。

我国铁矿石开采以露天法为主, 目前年产矿石200万吨以上的露天铁矿有17个, 其中规模最大的南芬露天铁矿年产矿石700万吨, 年剥采总量2700万吨, 现正扩建为年产矿石1000万吨的露天矿。1981年全国露天铁矿的剥采比为2.38吨/吨, 其中重点露天铁矿为2.11吨/吨。

露天煤矿的年产量只有抚顺西露天煤矿和海州露天煤矿比较大, 约300~500万吨, 剥采比约7~8米³/吨。

我国各工业部门现有的露天矿规模与国外一些矿山相比都较小。目前, 我国还没有年产量超过1000万吨的大型露天矿。从国家对建设的需要和我国的矿产资源条件, 在今后十年内, 我国将陆续新建和扩建一些年产量约1000~2000万吨的大型露天金属矿和露天煤矿。

现有生产露天矿采用的开采程序都较单一, 主要为缓工作帮全境界开采的发展方式, 铁矿和煤矿绝大多数采用工作线呈平行走向布置, 垂直走向推进的纵向开采方式, 少数露天铁矿采用工作线沿走向推进的横向开采方式; 有色矿山部分采用纵向开采, 部分采用横

表 1-1-9 露天煤矿的逐年产量

(局) 矿名	逐年产量, 万吨																
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
抚顺西露天煤矿	87.6	244.0	154.7	174.8	348.9	457.6	412.9	406.8	332.8	440.9	450.0	575.0	509.0	514.0	430.2	305.3	217.6
阜新海州露天煤矿	178.7	284.0	259.0	291.0	331.0	365.8	358.5	359.0	360.0	400.0	444.0	508.0	403.0	494.0	474.8	443.5	441.9
阜新新邱露天煤矿	137.9	137.8	125.7	106.4	149.5	185.1	191.0	173.0	173.0	167.7	151.5	150.0	114.5	150.0	152.3	137.6	127.6
哈密三道岭露天煤矿	—	2.0	2.0	1.0	0.4	20.0	5.6	8.2	7.1	10.8	24.3	42.3	79.2	100.6	115.4	115.5	118.2
平庄西露天煤矿	17.9	56.1	61.1	49.6	38.3	89.0	77.8	93.0	104.1	113.0	113.2	80.6	53.8	79.1	88.7	90.0	90.3
海渤湾公乌素露天煤矿	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22.3
灵泉露天煤矿	—	13.4	22.0	44.4	27.7	39.4	32.2	47.7	60.5	48.9	79.5	80.0	84.0	75.0	80.0	55.2	50.7
大峰露天煤矿	—	—	—	—	—	1.4	17.1	15.8	22.6	35.5	48.9	20.3	27.7	38.8	46.2	49.0	44.7
铜川前河露天煤矿	13.0	36.7	31.3	40.5	69.3	64.4	61.4	46.5	54.0	51.7	71.0	35.0	49.0	56.6	49.0	—	—
义马北露天煤矿	—	—	17.8	28.4	36.9	52.2	65.1	87.5	90.3	95.7	106.2	45.6	77.3	101.4	94.2	68.5	67.8
火神庙露天煤矿	—	—	—	—	—	—	—	13.9	11.9	12.4	15.8	17.9	20.0	20.6	20.6	19.0	32.0
岭北露天煤矿	—	7.9	37.0	24.7	47.7	47.5	40.0	32.9	47.8	51.0	60.0	61.2	56.3	80.0	90.7	61.0	95.1
小计	422.0	760.3	668.6	760.8	1049.7	1322.4	1311.9	1284.3	1264.1	1423.6	1562.4	1555.4	1499.0	1697.7	1655.7	1493.0	1307.7
露天煤矿产量比重, %	2.3	4.2	4.5	5.2	5.9	6.2	5.7	5.5	5.4	6.3	5.9	6.1	5.7	5.1	4.7	4.3	3.9

注: 本表由煤炭工业部生产司曹美瑞提供。

向开采的方式。目前只有少数金属露天矿采用分期开采和分区开采，至今尚无采用组合台阶进行开采的露天矿。

穿孔。穿孔是坚硬矿岩露天矿的主要生产环节之一。五十年代至六十年代，主要采用冲击钻穿孔，由于设备的效率低，穿孔一直成为露天矿生产的薄弱环节，在金属露天矿中更为突出。七十年代后期，主要采用牙轮钻和潜孔钻穿孔，穿孔设备落后的被动局面已根本好转。目前我国金属露天矿主要采用孔径为250毫米的牙轮钻和孔径为200毫米的潜孔钻。1980年我国铁矿使用的穿孔钻机共有306台，其中牙轮钻62台，潜孔钻204台，冲击钻40台。在62台牙轮钻中，孔径为310毫米的5台，在204台潜孔钻中，孔径为200毫米的64台，孔径为250毫米的17台。因此，今后我国金属露天矿穿孔设备需要更新的数量仍然很大，主要应用牙轮钻更新现有潜孔钻，特别是矿岩硬度比较大的露天矿，应用孔径大于310毫米的大型牙轮钻机。

与此同时，露天煤矿仍用冲击式钻机穿孔，孔径在150~200毫米。一些新建或改建的矿山已部分采用回转钻机。

爆破。爆破也是露天矿的主要生产环节之一。近年来，我国金属露天矿在爆破技术和研制新型炸药方面都取得了较大进展。在爆破技术方面掌握了大区微差爆破，压碴爆破，减震爆破和光面爆破；在露天矿基建剥离时，成功地进行了两次万吨级的大爆破以及数十次百吨级和千吨级的大爆破；掌握了在各种复杂条件下进行松动爆破，抛掷爆破以及定向抛掷爆破的技术。在炸药加工方面，研制成功了铵油炸药，多孔粒状铵油炸药，防水浆状炸药和乳化油炸药等。今后发展露天矿爆破技术的主要任务是进一步改善爆破质量，提高装药和填塞的机械化程度。

采装。我国大、中、小型的露天矿一般采用1~4.6米³挖掘机进行采装。这种挖掘机对大、中型露天矿来说，显得规格小，效率低，全国台年平均效率只有100~120万吨左右。少数露天矿采用6米³和7.6米³挖掘机装载，台年效率可达到400万吨左右。但使用的大型挖掘机的数量还很少。而8~12米³的挖掘机目前在矿山刚进行工业试验。

今后新建和扩建的大型露天矿应采用10~17米³或更大型的挖掘机。对现有规模较大的露天矿，也应逐渐以较大型的挖掘机进行更新。

运输。我国的露天矿以铁路运输为主，少数的几个矿山全部或部分采用汽车运输。近年来，为了加速新水平的延深工程以及强化某些地段的采掘，在铁路运输为主的露天矿中，不同程度地增加了汽车运输。

抚顺西露天煤矿在非工作帮上曾设有东、西两个提升道，用箕斗提升原煤。后因非工作帮不稳定（滑坡）和箕斗坡道压煤而将提升坡道拆除，进行了改建。

在高差较大的山坡露天矿，成功地采用了平峒溜井放矿的开拓运输方式，最大年放矿量达到700万吨。如峨口露天铁矿，利用地形条件，建成了世界上最大的斜坡箕斗下放的运输系统，箕斗载重50吨，但由于存在一些技术问题，目前没有达到设计能力。

在一些深凹露天矿和外部运距比较长的露天矿，采用了汽车-铁路联合的运输方式。由于加大开采能力，改变了工艺方式，如东鞍山露天铁矿已建成铁路运输-破碎-带式输送机运输的排土系统，现已正式运转；又如大孤山露天铁矿，正在建设汽车-破碎-带式输送机运矿石和汽车-破碎-带式输送机-排土机的排土系统。

铁路运输采用粘重80吨、100吨和150吨电机车和载重60吨的翻斗车，个别露天矿采用

了载重100吨的翻斗车。

汽车运输一般采用载重20~30吨的自卸汽车,个别矿山采用了100吨级的电动轮汽车,如南芬露天铁矿这种型号的电动轮汽车台年效率接近100万吨。个别金属矿山还引进了170吨的载重汽车,但目前尚未使用。

根据我国露天金属矿的具体条件以及大量设计方案的分析比较表明,今后新建和扩建的特大型露天矿以及现有主要露天矿的深部开采,应以发展半连续的生产工艺为主;对现有采用铁路运输为主的露天矿,应研究改善现有铁路的布线方式以提高运输效率和通过能力,研制适于在40~60%坡道上运行的电气联动车和载重量大的车辆;应当增加露天铁矿汽车运输的比重,并加大汽车的吨位,对于年产剥采总量超过2000~3000万吨的露天矿,应用100吨级以上的电动轮汽车或更大型的载重汽车。

对于煤炭工业,为了保证煤炭产量的大幅度增长,积极发展露天采煤事业已成为重要措施之一。内蒙霍林河、伊敏河、元宝山和准格尔旗四大露天煤田和山西的平朔露天煤田,计划开发的年生产能力达到4000~5000万吨。在这些煤田中,将陆续建设一批年产1000~3000万吨的特大型露天煤矿,并相应的引进国外的露天采煤的工艺和设备,同时进一步加速发展我国自行制造的大型采运排设备系列和其他的技术装备,使我国的露天采煤量大幅度地提高,保证煤炭工业总产量的增长。

我国适合露天开采的大型露天煤田的覆盖层厚,围岩较硬,煤层数量多、间距又较大的近水平与缓倾斜的煤层。因此不能完全套用国外某一种工艺方案。对于我国,要针对不同的地质和气候条件,采用综合开采工艺,以实现复杂条件煤层的合理开采。

综上所述,我国今后露天开采的技术发展方向是:

(1) 开采规模大型化——开采一批年产1000~3000万吨矿石或更大型露天铁矿,有色金属露天矿和露天煤矿。

(2) 工艺设备大型化——为适应开采规模的大型化,必须采用大型露天设备,如孔径300毫米以上的牙轮钻机,斗容10~23米³的挖掘机,载重100~170短吨甚至230吨的电动轮汽车。以及大型轮斗挖掘机和与之相配合的带宽1.2~3.0米,速度3~5米/秒的带式输送机和排土机等。

(3) 工艺连续化及半连续化——为了达到年产1000万吨矿石以上的生产能力,在露天煤矿中尽量发展连续开采工艺或半连续开采工艺,对于坚硬矿岩的金属露天矿,现在各国正扩大应用汽车—破碎机—带式输送机的半连续开采工艺,它对我国一些深凹露天矿的改建也是一种行之有效的工艺方式。在条件适宜的近水平煤层,应该发展倒堆内排土工艺。

(4) 开拓方式多样化和强化开采——由于对运输设备已不再采用单一的铁道运输,则开拓方式随运输方案而将因地制宜地多样化。开采顺序也不局限于单一的纵向布置方式,也可采用加大工作线推进强度的横向布置、组合台阶分区开采和分期开采等方式,以达到见矿快,生产剥采比均衡和提高企业经济效益等目的。

(5) 扩大电子计算机、系统工程等学科在露天矿设计、规划和生产中的应用范围,便于选择最优方案,并使生产管理现代化,以提高经济效益。

六、国外露天开采概况^[1]

(一) 国外主要露天产煤国家情况

1. 国外露天采煤量及比重

国外露天产煤国家主要有苏联、民主德国、波兰、美国、联邦德国、澳大利亚、英国和印度等。表1-1-10列出部分各国露天产煤的情况。

表 1-1-10 国外主要产煤国家的露天采煤量及比重表

国 家	项 别	年 份										
		1950	1960	1970	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
苏 联	产量, 万吨	2710	10,550	16,660	20,190	22,575	22,950	24,210	25,160	25,170	26,800	27,460
	比重, %	10.9	20.5	26.2	30.9	32.2	32.6	33.8	35.1	35.0	37.5	38.7
	矿数, 个			70	68	70	61	62	62	62	70	70
民主德国	产量, 万吨				24,340	24,660	24,630	25,370	25,330	25,360	25,800	26,700
	比重, %				100.0	99.8	99.8	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0
	矿数, 个				32	32	32	32	35	37	35	35
波 兰	产量, 万吨				3,980	3,990	3,950	4,070	4,100	3,810	3,690	3,550
	比重, %				19.7	18.8	18.8	18.0	17.6	19.9	16.0	17.9
	矿数, 个				7	7	7	5	5	7	6	7
美 国	产量, 万吨				28,290	31,760	33,500	37,850	37,220	42,200	43,540	44,190
	比重, %				52.3	54.7	55.3	60.0	62.1	60.9	59.7	60.3
	矿数, 个				2600	2600	—	3900	3700	3565	—	约3500
联邦德国	产量, 万吨				12,600	12,340	13,450	12,270	12,360	13,060	12,990	13,060
	比重, %				57.0	57.2	60.1	59.2	59.5	60.0	57.9	59.6
	矿数, 个				17	17	17	17	17	17	17	17
澳大利亚	产量, 万吨				4,870	6,200					9480	8200
	比重, %				57.2	56.0					74.4	61.3
	矿数, 个				20	20					45	45
英 国	产量, 万吨										1630	1480
	比重, %										12.1	11.6
	矿数, 个										57	62
印 度	产量, 万吨										2350	5250
	比重, %										20.0	40.9
	矿数, 个										45	45
捷 克 斯 洛 伐 克	产量, 万吨											8400
	比重, %											68
	矿数, 个											21

注: 本表由煤炭工业部煤炭科学技术情报研究所时裕谦提供。

上表主要反映了七十年代露天采煤量的情况。第一次世界大战前, 露天采煤量占世界总产量6%, 五十年代为25%, 六十年代为30%, 1980年约为40%。这种倾向可从1960~1980年的二十年间的露天采煤量的增长情况中得到证明, 见表1-1-11。

目前全世界适合于露天开采的煤炭储量约占煤炭总实测储量19639亿吨的25~30%, 其中95%以上分布在北半球, 主要有苏联、美国、联邦德国、民主德国、波兰、中国等。苏联适于露天开采的探明储量约为1700亿吨, 98%分布在乌拉尔以东的地区; 美国适于露天开采的实测储量为1418亿吨, 75%分布在密西西比河以西地区; 联邦德国为600亿吨, 92%

表 1-1-11

1960~1980年	世界范围		世界主要露天采煤国家				
	露天采煤	井工采煤	美国	苏联	联邦德国	民主德国	澳大利亚
净增采煤量, 万吨	86000	32000	30200	16300	3375	1700 (1970~1981年)	6465 (1970~1981年)
占总增量的比重, %	73	27	85	79			99
每年净增量, 万吨	4300	1597					
每年递增率, %	4.3	0.77	6.2	4.7	1.5		15

分布在莱茵矿区。适于露天开采的褐煤储量多于其他的煤种。

未来十年的计划数字, 再次表明在世界范围内大力发展露天采煤事业的趋势。美国预计1985年的煤炭总产量为9.37亿吨, 1990年为13.29亿吨。为实现这一目标, 计划1980~1989年煤炭产量增加7.81亿吨, 其中露天采煤量为5.76亿吨, 占74%。苏联预计1985年的产煤量为7.7~8.0亿吨, 其中露天采煤量为3.15亿吨。1990年露天采煤量为3.9~4.0亿吨, 比重由1981年的39%提高到44~46%。波兰、捷克、南斯拉夫等国也将提高露天采煤量。

2. 露天开采规模

国外露天开采的规模向大型化、集中化的方向发展。从表1-1-10可以看出, 美国露天煤矿的生产能力都比较小, 1979年平均为12万吨/年, 近几年来也注意向大型化方向发展。如怀俄明州开发和计划开发的大露天煤矿规模在1000万吨/年有18个, 其中鹰丘和罗希德露天煤矿规模在2000万吨/年左右。

苏联1980年露天煤矿的平均生产能力为370万吨/年, 未来的十年, 要提高到1000万吨/年。苏联的坎斯克-阿钦斯克露天矿区和埃基巴斯图斯露天矿区的建设和设计的露天开采规模具有一定的代表性, 见表1-1-12。

表 1-1-12 苏联坎斯克-阿钦斯克露天矿区和埃基巴斯图斯露天矿区的煤炭总产量

年 份	项别产量, 万吨	坎斯克-阿钦斯克露天矿区	埃基巴斯图斯露天矿区
1980年	总产量, 万吨	3966	6655
	占全国的比重%	14.9	24.9
1985年	总产量, 万吨	5500	8700
1990年	总产量, 万吨	10000	10000
2000年	总产量, 万吨	35000	—

其他如波兰、澳大利亚、联邦德国、民主德国、南斯拉夫等国, 已经建成或正在建设1000~5000万吨/年产量的大型露天煤矿。西德的弗尔图纳露天褐煤矿, 其开采规模比较大, 工艺设备也比较先进, 现作以下简介:

弗尔图纳露天褐煤矿位于西德莱茵矿区, 占地面积3320公顷, 其中煤田面积2060公顷, 储量10.2亿吨, 覆盖层厚度25~280米, 煤层总厚70米, 倾角3~22°, 开采境界内的平均剥采比为2.1米³/吨。

该矿的设计能力(产量)为5000万吨/年, 一期的开采深度为345米。1979的生产指标是: 开采深度345米; 采煤量4800万吨, 剥离量8760万米³, 生产剥采比1.83米³/吨; 开采