



露天采矿业

上册

[美] E. P. 普列德尔 主编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书系统地论述了美国（包括开采技术具有某些特色的其它国家）有关煤矿、金属矿、非金属矿及化工原料露天矿的勘探、设计、生产主要环节和辅助环节的确定以及设备选择的原则及方法，附有有关技术经济计算示例。书中介绍了有关露天开采矿业经济涉及的范围和企业经营管理、人员培训等方面的经验。书中还介绍了露天开采领域中研究工作的现状和发展前景。

本书是目前美国高等学校采矿专业露天开采方面的教材和主要参考书，可供从事露天采矿的生产、设计、科研和管理等方面有关工程技术人员以及高等学校师生阅读参考。

E. P. PFLEIDER

G. B. Clark H. L. Hartman A. Soderberg

SURFACE MINING

(Sponsored by the Seeley W. Mudd Memorial Fund)

The American Institute of Mining, Metallurgical,

and Petroleum Engineers, Inc.

New York 1972

*

露 天 采 矿 学

上 册

中国矿业学院露天采矿教研室译

*

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850×1168¹/₃₂ 印张 21¹/₂

字数 563 千字 印数1—2,000

1981年2月第1版 1981年2月第1次印刷

书号15035·2331 定价3.30元

译者的话

这是美国的一部露天采矿名著，由美国采矿工程师协会组织编写，旨在满足采矿界的需要。因为在美国各类矿山企业中，差不多矿石总量的90%是用露天开采方法采出的，而且世界各国都在迅速扩大露天开采的范围，特别需要阐明安全、经济而有效进行露天开采原则的书。

本书由明尼苏达大学欧仁·P·普列德尔教授主编，参加编著的人员多达84位。他们分别是高等学校的教授和有关勘探、生产、设计、科研以及经营管理方面的专家。本书总结了美国国内外有关煤矿、金属矿、非金属矿及化工原料矿山等方面的经验，内容比较丰富。其具体内容概括起来有：地质勘探和矿床开发可行性评价，矿山计划和设计，穿爆、采装、运输等工艺环节，机修和辅助作业，研究和发展工作，矿业经济以及企业组织和人员培训等。本书属于西里·W·牧德丛书。1968年由美国采矿、冶金、石油工程师协会出版，1972年重版以来，这本书一直是美国高等学校采矿专业露天开采方面的教材和主要参考书，在各国采矿界享有众望。

应该指出，本书原著出版以来，美国露天采矿工艺在设备和电子计算机的应用上又有较大发展，但书中所阐明的基本原理和工艺方法仍然是有效的，具有现实意义的。所以，中译本必将有助于我国采矿界对国外露天采矿先进技术和生产管理经验的研究，并取得裨益。

当然，在研究这部著作时必须充分考虑到，使国外先进经验和我国国情结合起来，洋为中用，并做到去芜取精，除弊收益的效果。

虽然原书组织编写过程花了很长时间，编辑们也作了很大努力，但由于作者众多，并没有完全避免前后重复，并保留了某些不同的观点。

由于本书篇幅较大，中译本分上、下册出版。本书由中国矿业学院露天开采教研室组织翻译。上册译者为：术语和第一篇骆中洲，第二篇许云秋，第三篇田树华，第四、五篇杨荣新，第六篇张达贤，第七篇张云卿，第八篇彭世济，第九篇周家麒。审校者有骆中洲、杨荣新、范奇文和张幼蒂等。

本书翻译和定稿过程中，得到王定衡、张萌等许多同志的帮助，特致谢意。

由于译校者经验及水平所限，恳望读者批评指正。

1979年12月

目 录

露天采矿名词术语

第一篇 导论	1
1.1 露天采矿的现状和远景	2
第二篇 勘探	17
2.1 勘探方法和要求	18
2.2 地产权和用水权的获得	38
2.3 勘探区的初步评价	49
第三篇 开发	61
3.1 开发钻探和采取大样	62
3.2 冶炼采样与试验	95
3.3 开发数据和初步评价的关系	113
第四篇 露天矿设计	131
4.1 设计和布置	132
4.2 剥离及超前剥离	162
4.3 生产系统工程	181
第五篇 露天煤矿设计	207
5.1 计划和设计	208
5.2 生产工程	221
5.3 复土	247
第六篇 穿孔	267
6.1 穿孔原理	268
6.2 冲击式钻进	282
6.3 旋转式钻进	301
6.4 火力钻进	327
第七篇 爆破	339
7.1 炸药	340
7.2 爆破原理	355
7.3 爆破设计	371

7.4	爆炸气浪与地震的防治	396
7.5	核爆破	410
第八篇	采装	421
8.1	间断法——机械铲和反铲	422
8.2	间断法——吊斗铲及抓斗铲	441
8.3	前装机、推土机、铲运机	462
8.4	连续式挖掘机(轮斗式及链斗式)	480
8.5	挖泥船和水力开采	507
第九篇	运输	533
9.1	铁路	534
9.2	汽车	559
9.3	胶带输送机	601
9.4	箕斗	629
9.5	水力	642
9.6	溜子、平硐及立井	658

1.1

露天采矿的现状和远景

保罗·T·阿尔曼斯*

1.1-1. 现状 露天采矿的历史基本上是一部煤炭、铜及铁矿石、以及非金属矿产——粘土、石膏、磷酸岩、砂子、砾石和石料的开采史。表1.1-1是1964年全世界金属、非金属原矿和煤炭的估计产量和美国产量的对比，单位是短吨。其中包括用露天开采方法生产的数量的估计。在88亿吨产量中，三分之二是露天开采的，其中煤炭露采量占三分之一，金属矿石占一半，粘土、石料、砂子和石料几乎占全部。

表 1.1-1 1964年金属原矿、非金属矿石和煤的世界和美国露天产量的估计①（百万短吨）

矿产种类	全世界			美国			美国占世界的%
	总计	露天	%	总计	露天	%	
金属矿石	1800	900	50	458	376	82	25
非金属矿石②	1000	850	85	148	114	77	15
粘土、石料、砂子及砾石	3000	3000	100	1657	1621	98	55
煤	3000	1000	33	504	176	35	17
合计及百分数	8800	5750	65	2767	2287	83	31

① 数据是作者根据采矿年鉴的基本生产统计和矿业局其他资料来源整理的。由于某些共产主义国家的金属矿石、非金属矿石和煤炭没有基本数字可利用，所以世界产量中有某些修正量，但表中估计认为是有道理的。许多国家的粘土、石料、砂子和砾石没有统计数字可资利用，那些共产主义阵营的国家也是如此，但该表从整体看是表达了全世界露天开采的重要性的序列。

② 不包括粘土、石料和砾石。

在美国，露天方法的生产比重和全世界是类似的，主要有两

* 美国首都华盛顿内务部矿业局研究工程师。

个例外：在美国，70%的铜矿石和90%的可用铁矿石是用露天方法生产的，而在该国以外，露天开采的铜矿石在40%以下，可用铁矿石仅占50%。

在金属矿石和煤炭露天开采中，要剥离很多废石，但在非金属开采中，废石和矿石之比却很小。假如全世界露天矿生产中剥采比采用为和美国的情况相等，那末按重量计算，全世界由露天方法采出的废石量就有210亿吨，或近270亿吨。尽管上述关于美国以外的剥采比的假设是不可信的，但这一估计却表明了规模之大，实在令人注目。

表1.1-2表示1964年露天开采矿岩量——原矿、煤炭及废石——与露天和地下开采总量之比。82%的金属、非金属原矿是用露天开采的，包括82%的金属矿石，96%的非金属矿石，35%的煤。露天开采的铜和铁矿石构成露采矿岩量的83%，而粘土、石

表 1.1-2 1964年美国主要矿产品的露天和地下开采量①

(单位：万短吨)

矿产品	露 天			地 下			全 部		
	原矿及煤	废 石	合 计	原矿及煤	废石	合计	原矿及煤	废 石	合 计
金属矿：									
铝粘土	194.9	87.7	282.6	26.0	—	26.0	220.9	87.7	308.6
铜	13457.9	27955.3	41413.2	2433.3	33.0	2466.3	15891.2	27988.3	43879.5
金									
矿脉	41.8	709.6	751.4	233.0	127.6	360.6	274.8	837.2	1112.0
砂金	2827.1	399.2	3226.3	2.7	9	36	2829.8	400.1	3229.9
铁矿石	17527.0	11590.1	29117.1	1960.4	169.8	2130.2	19487.4	11759.9	31247.3
铅	3	10.7	11.0	613.6	69.5	683.1	613.9	80.2	694.1
钼	—	464.5	464.5	1371.5	8.6	1380.1	1371.5	473.1	1844.6
钛									
钛铁矿	2124.0	725.5	2849.5	—	—	—	2124.0	725.5	2849.5
金红石	30.1	—	30.1	—	—	—	30.1	—	30.1
铀	258.5	2941.8	3200.3	361.4	103.8	465.2	619.9	3045.6	3665.5
锌	40.8	20.5	61.3	1196.1	159.5	1355.6	1236.9	180.0	1416.9
其他②	1049.6	563.2	1612.8	90.2	32.5	122.7	1139.8	595.7	1735.5

续表

矿产品	露天			地下			全部		
	原矿及煤	废石	合计	原矿及煤	废石	合计	原矿及煤	废石	合计
金属矿合计	37552.0	45468.1	83020.1	8288.2	705.2	8993.4	458.402	46173.3	92013.5
非金属矿石									
重晶石	615.3	224.3	839.6	22.9	.1	23.0	638.2	224.4	862.6
粘土	5473.6	4443.4	9917.0	168.6	2.1	170.7	5642.2	4445.5	10087.7
石膏	816.3	953.2	1769.5	255.5	—	255.5	1071.8	953.2	2025.0
磷盐岩	7336.2	13016.6	20352.7	149.7	7.9	157.6	7485.9	13024.5	20510.4
钾盐	3	—	3	1735.8	80.3	1816.1	1736.1	80.3	1816.4
盐	835	17	852	861.5	46.7	908.2	945.0	48.4	993.4
砂及砾石	87077.9	230.0	87307.9	—	—	—	87077.9	230.0	87307.9
石料(破碎的)	69540.8	6536.7	76077.5	3400.9	37.3	3438.2	72941.7	6574.0	79515.7
其他③	2593.0	2262.8	4855.8	308.8	12.7	321.5	2901.8	2275.5	5177.3
非金属矿石合计	173536.9	27668.7	201205.6	6903.7	187.1	7090.8	180441	27856	208296
金属及非金属矿石-合计	211089	73137	284226	15192	892	1608	226281	74029	300310
煤炭									
烟煤及褐煤	16519	300000 §	316519	32180	—	32181	46900	300000 §	348700
无烟煤	1130	—	1130	589	—	589	1718	—	1718
煤炭合计	176485	300000④	317649	32770	—	32770	50418	300000④	350418
总计	228737	373137	601874	47962	892	48854	276699	37429	650728

① 矿业局采矿年鉴——1964。

② 锑、铍精矿、锰及含锰矿石、汞、镍、铂属金属、稀土金属及钍、银、锡、钨、钒和锆。

③ 磨蚀性的：钢玉、石榴石、硅藻岩；细晶岩、石棉、硼砂、硅藻土、长石、粉末晶石、石墨、绿砂泥灰岩、蓝晶石、钍矿类、菱镁矿、云母、橄欖石、珍珠岩、浮石、黄铁矿、碳酸钠(天然的)、硫酸钠、料石、硫、滑石、皂石、叶蜡石、矽石、硅质石。

④ 估计每吨煤炭要剥离废石20吨。

膏、磷酸岩、砂子、砾石和石料则构成非金属矿石的98%。再加上煤，这些物料构成1964年美国用露天方法开采的矿产和固体燃料总量的95%。由于它们在生产中占有优势，所以对这些产品的经济和工艺状况、发展趋势和远景作一个分析，将会对露天开采几乎所有的分支有很大的益处。含金和重质矿物的砂矿床开采应该看作是例外，因为其挖泥船开采工艺在露天开采中是独特的。

1.1-2. 产量、质量及生产率的趋向 若干因素是露天开采中经济和工艺趋向的重要指针。这些因素是：增加产量，强调从地下开采转向露天开采，降低某些原料的品位和质量，以及除少数例外，提高劳动生产率。增加产量是矿产品需求量增大的结果，需求增加则是因为人口和单位资金耗费的增多而引起的。似非而可能的是，甚至在品位和质量下降的同时，生产效率亦提高了，这表明了露天开采工艺的迅速改进。这种变化格局已经允许在较高品位的矿石不足以满足增长着的需要时，开采许多原先并不经济的接近地表埋藏的矿体。

下述趋势分析是以1936到1964年间的情况为基础的。这些年份跨越了露天采矿发生显著变化的年代。

1963年，世界矿产和燃料的产量价值约700亿美元，其中美国生产了四分之一多。美国生产了133亿美元的矿物燃料，43亿美元的非金属矿石和20亿美元的金属矿石。消耗量大于生产量，因为进口超过出口约10%。过去20年间，国内矿石生产量增加近一倍，如果人口能按预期平均速度继续增加的话，以后20年矿石生产也可能期望翻一番。

各种矿石的生产增长是不均衡的。分别考察主要产品就可以更清楚地了解这种倾向，考察中，特别注意露天开采。

曾进行相关分析计算，以得出每个变量的“年变化率”（表1.1-3, 1.1-4, 1.1-5及脚注）。由于市场因素引起的极端年偏差，相关分析技巧对于产量趋向分析不是非常有用的。但是，这一技巧看来是分析其他变量的一种有效的方法，因为这些变量遵循着较为一致的趋向。

表 1.1-3/ 1936至1964年, 美国铜产量、品位、露天开采及
劳动生产率的发展趋势①

年 度	原矿总量 10000 短吨	总 铜 量 10000 短吨	露采比重%		铜的品位%		露采劳动生产率	
			原矿	铜	全部矿山	露天矿	原矿② 吨/人时	铜② 磅/人时
1936	3851.4	61.45	63	—	1.60	—	4.98	—
1937	6151.3	84.20	60	—	1.37	—	4.68	—
1938	3779.5	55.78	54	—	1.48	—	3.36	—
1939	5523.9	72.83	59	41	1.32	.92	4.15	76
1940	6927.9	87.81	61	44	1.27	.91	5.00	91
1941	7845.3	95.81	63	47	1.22	.91	3.44	62
1942	9228.6	108.00	66	51	1.17	.90	3.76	68
1943	9812.0	109.08	69	54	1.11	.87	4.80	83
1944	9106.4	97.25	68	57	1.07	.90	5.24	94
1945	7747.3	77.29	68	61	1.00	.89	4.90	87
1946	6223.2	60.87	66	58	0.98	.86	5.08	87
1947	8786.5	84.76	73	68	0.96	.90	5.00	90
1948	8427.9	83.48	76	68	0.99	.88	4.84	85
1949	7603.3	75.27	78	70	0.99	.89	4.70	84
1950	9458.9	90.93	81	74	0.96	.88	5.21	91
1951	9549.4	92.83	84	74	0.97	.86	5.07	87
1952	9994.7	92.54	85	77	0.93	.82	5.07	85
1953	10106.5	92.64	83	75	0.92	.87	4.60	76
1954	9365.4	83.55	83	79	0.89	.83	4.96	84
1955	11255.0	99.86	83	77	0.89	.78	5.16	85
1956	13177.6	110.42	78	73	0.84	.76	5.17	81
1957	12971.6	108.69	77	72	0.84	.81	5.56	87
1958	11482.4	97.93	76	71	0.85	.84	6.17	98
1959	10371.6	82.48	79	74	0.80	.74	6.50	97
1960	13499.4	108.02	80	75	0.80	.75	5.97	90
1961	14272.2	116.52	80	74	0.82	.76	6.95	104
1962	15021.7	122.84	81	75	0.82	.76	7.28	110
1963	14645.0	121.32	81	74	0.83	.76	7.08	108
1964	15890.0	124.68	82	75	0.78	.72	7.25	104
年度 变化 率③	345.901	1.4748	0.897	1.2376	-0.02335	-0.0076	0.09985	1.01265

① 取自采矿年鉴及矿业局其他资料来源。② 仅包括露天矿雇员。③ 按线性公式 $y = a + bx$ 算出, 其中 x 是逐年自变量, y 是因变量, b 是对于因变量 y 的变化率。

表 1.1-4 1936至1964年, 美国铁矿石产量、品位、露天开采及
劳动生产率的发展趋势①

年 度	全 部 矿 山					露 天 矿	
	原矿10000 长 吨	含 铁 量 10000吨	原矿含铁 量 %	每人时原 矿吨数	每人时所 含铁吨 数②	占总原矿 %	每人时长 吨数③
1936	5485.6	2468.4	45.0	1.47	.66	67.3	7.6
1937	8090.6	3641.1	45.0	1.57	.71	71.0	7.3
1938	3171.8	1409.4	44.4	1.04	.46	56.8	2.9
1939	5735.3	2601.2	45.4	1.47	.67	66.8	4.9
1940	8340.4	3731.6	44.7	1.71	.77	71.0	7.0
1941	10772.0	4706.0	43.7	1.78	.78	74.7	5.6
1942	12652.7	5348.9	42.3	1.68	.71	73.3	5.7
1943	11967.5	5129.9	42.9	1.56	.67	72.6	6.2
1944	11225.5	4798.2	42.7	1.71	.73	74.2	7.0
1945	10750.9	4566.2	42.5	1.77	.75	74.0	7.4
1946	8515.2	3594.1	42.2	1.70	.72	75.9	8.0
1947	11489.9	4700.0	40.9	1.77	.73	75.1	6.7
1948	12737.5	5006.5	39.3	1.83	.72	78.4	7.5
1949	10571.3	4265.3	40.3	1.71	.69	74.5	6.2
1950	12667.8	4851.0	38.3	1.92	.74	77.0	6.6
1951	15318.1	5919.0	38.6	2.03	.78	79.0	7.7
1952	12926.1	4915.4	38.0	2.04	.78	78.1	6.0
1953	15787.0	5949.0	37.7	2.36	.89	79.3	6.9
1954	10986.1	3940.9	35.9	2.23	.80	77.7	5.4
1955	14225.1	5226.9	36.7	3.09	1.14	81.0	6.3
1956	14708.8	4985.1	33.9	2.92	.99	81.9	6.0
1957	16219.8	5429.2	33.5	3.12	1.05	81.0	7.3
1958	11064.2	3567.5	32.2	3.13	1.01	83.5	6.9
1959	10343.0	3177.4	30.7	2.47	.76	85.0	7.0
1960	15612.0	4734.5	30.3	2.87	.87	87.4	7.5
1961	13743.3	3849.0	28.0	3.21	.90	88.5	7.4
1962	14392.1	3910.2	27.2	3.46	.94	85.5	7.4
1963	15330.4	4101.9	26.8	4.01	1.07	90.1	8.2
1964	17361.5	4840.0	27.9	4.05	1.13	90.0	8.7
年变化 率④	312.9035	38.460557	-0.6908	0.08613	0.01475	0.8134	0.05946

① 取自采矿年鉴及矿业局其他资料来源。② 包括露天及地下矿山、车间和选矿厂的雇员。③ 仅包括露天矿雇员。④ 按线性方程 $y=ax+b$ 算出, 其中 x 是逐年自变量, y 是因变量, b 是对于因变量 y 的年变化率。

表 1.1-5 1936年至1964年, 美国烟煤和褐煤产量及
露天开采的发展趋势①

年 度	所 有 煤 矿 10000短吨	露 天 开 采 %	每 人 班 平 均 吨 数	
			露 天 煤 矿	全 部 煤 矿
1936	43908.8	6.4	13.91	4.62
1937	44553.1	7.1	—	4.69
1938	34854.5	8.7	15.00	4.89
1939	39485.5	9.6	14.68	5.25
1940	46077.1	9.4	15.63	5.19
1941	51414.9	10.7	15.59	5.20
1942	58269.3	11.5	15.52	5.12
1943	59017.7	13.5	15.15	5.38
1944	61957.6	16.3	15.89	5.67
1945	57761.7	19.0	15.48	5.78
1946	53392.2	21.1	15.73	6.30
1947	63062.4	22.2	15.93	6.42
1948	59951.8	23.3	15.28	6.26
1949	43786.8	24.2	15.33	6.43
1950	51631.1	23.9	15.66	6.77
1951	53366.4	22.0	16.02	7.04
1952	46684.1	23.3	16.77	7.47
1953	45729.0	23.1	17.62	8.17
1954	39170.6	25.1	19.64	9.47
1955	46463.3	24.8	21.12	9.84
1956	50087.4	25.4	21.18	10.28
1957	49270.4	25.2	21.64	10.59
1958	41044.6	28.3	21.54	11.33
1959	41202.8	29.4	22.65	12.22
1960	41551.2	29.5	22.93	12.83
1961	40297.7	30.3	25.00	13.87
1962	42214.9	30.9	26.76	14.72
1963	45892.8	31.4	28.69	15.83
1964	48699.8	31.2	29.29	16.84
年变化率②	-2044.35	0.9078	0.4924	0.4056

① 取自采矿年鉴及矿业局其他资料来源。

② 按线性方程式 $y=a+bx$ 算出, 其中 x 是逐年自变量, y 为因变量, b 为对于因变量 y 的年变化率。

铜 表1.1-3表示自1936到1964年美国铜产量、品位、露天开采和劳动生产率的发展趋势。在这时期内，原矿产量增加近两倍，而金属铜则增加近一倍，这表明所有矿山的品位（回收的金属含量）下降了，从每吨30磅减少到每吨16磅。用露天方法开采的原矿比重，从总产量的60%增加到80%，而由露天开采回收的铜的比重，从总产量的近45%增到75%。在此期间最后六年，有两个大型地下铜矿开始生产，这就形成了露天开采显著的变化比率。露采原矿的品位（按回收的铜计算），从约每吨18磅降低到每吨15磅。在这些数据中没有列入金、银、钼的回收价值的定额。1964年，这些副产品的价值相等于每吨原矿约回收铜2.5磅。

从战前至今，露天开采的生产效率按每人-时铜的原矿计算增长了60%以上，而按每人-时金属磅数计算则仅增长40%，这确信是降低了品位。

铁矿石 表1.1-4表示自1936到1964年美国铁矿石产量、品位，露天开采和劳动生产率的发展趋势。从战前至今，铁矿石原矿增加了1.5倍。至于所含的铁的产量在战争期间和战后是增加的，而以后却一直下降，这表明品位的持续恶化，从约47%降至27%。在这期间，露天开采的原矿占总量的比重从约65%增加到90%，全部矿山（包括露天和地下）的原矿开采劳动生产率每人-时增加了2.5吨，即从1.5吨增长至4.0吨。而以含铁计算的劳动生产率则每人-时增加了0.35吨，即从约0.65吨增长到1.0吨。这些数据是以露天和地下采矿、车间和选矿厂雇用的全部劳动力为基础的。由露天开采雇用的劳动力的劳动生产率在此期间每人-时仅增长了1.5吨，约从7增加至8.5吨。这表明改善的速度相对较慢，其部分原因是剥采比加大了，以及需要进行穿孔，爆破和装载的更坚硬的铁燧石型矿石更多了。

这些数字的分析反映出从主要开采直接外运矿石转为供应高炉矿料的情况，后者几乎是全部要经过选矿的，也表明选矿工艺的改进要比采矿工艺的改进更为显著。

烟煤及褐煤 表1.1-5表示自1936到1964年美国烟煤和褐煤生产和剥离以及劳动生产率的发展趋势。在此期间，烟煤和褐煤产量从4亿吨增至五十年代中期的6亿吨，但近年内却降至约为战前的水平。剥离开采或露天开采已经从约占总开采量的6%增长至约占31%。最近12年发生了大的变化（表1.1-5）。全部矿山的劳动生产率已从每人-日不到5吨增加到16吨以上。对于露天开采，则从每人-日15吨增加至近30吨。近12年发生了巨大的变化，劳动生产率从每人-日约16吨增加到29吨。

全美烟煤总产量的3%是由螺旋钻生产的。1952年首次作了详细的统计，该年这种采煤方法的劳动生产率为每人-日20.06吨，而1964年则增至每人-日42.62吨。

非金属矿产 在本期(1936~1964年)前一阶段，从采石场开采的石料产量约为3亿吨，而近来则增加到7亿吨。在同一时期，砂子和砂石的产量从1.8亿吨增加到8.0亿吨。有限的数字表明，从40年代后期到60年代后期，采石场的劳动生产率每人-时从1.25吨增到3.5吨，而砂子和砾石的劳动生产率则在五年内(1958到1963年)约在每人-班6.5至8.5吨之间。

1.1-3. 工艺发展趋势 在第二次世界大战以后的这些年代里，露天开采劳动生产率的改善可归为若干重大的技术改进。其中较显著的是：铵油炸药和回转钻机的引用，改用汽车运输并同时加大汽车和采掘设备的规格，以及许多节省劳动力的辅助设备的引用。在许多矿产中，特别是铁矿石，要是没有选矿方面的许多发明，露天开采是不能如此成功的。

穿孔和爆破 紧接二次世界大战之前，在露天开采初次生产中，钻进钻孔占优势的是钢绳冲击钻机。活塞式钻机为有限的使用，而通常安装在三脚架上或作为台钻的冲击钻机，则多用于较浅的穿孔作业中。钢绳冲击钻孔直径为6英寸到9英寸，钻进深度从60英尺到90英尺，每班钻孔效率为15到18英尺，这取决于岩石硬度。孔径达12英寸的钻孔在一些露天煤矿中用于爆破覆盖层。

目前（1967年），露天矿内凡要求爆破岩石的地方，钻孔都用移动式回转钻机、冲击式钻机、潜孔钻机和火钻钻进。在煤矿剥离和铜矿开采中，占优势的是回转钻机。其钻孔直径达15英寸，钻进速度为钢绳冲击钻机的5倍，而操作劳动力却只及1/3到1/4。

在露天铜矿中，通常优先使用直径为6~9英寸的回转钻机来钻进钻孔。钻进速度取决于岩石硬度，约为每班200~400英尺。在煤矿剥离覆盖层钻进中，使用可钻孔径为15英寸的钻孔和钻进速度为900~1000英尺/班的移动式回转钻机。

1955年，印地安那州特雷霍特的莫米煤矿公司取得了硝酸铵炸药爆破方法的专利。从那以后，铵油混合炸药（AN·FO）在露天开采过程中实际上已取代了其他炸药。其基本的节约是硝酸铵肥料和代纳迈特炸药的价格差额。在较坚硬岩石中以及在潮湿条件下，威力更大的含金属硝酸铵浆状炸药更为有效，其价格约为代纳迈特炸药的2/3。

1964年，美国消耗了16.66亿磅工业炸药，其中73.8%是消耗在煤炭、金属和非金属开采中。所用硝酸铵炸药为8.70亿磅，为采矿所用炸药的71%。可以设想，几乎全部硝酸铵炸药是应用于露天开采的。采煤和采石仍然消耗了约100万磅的黑色炸药，同时，在煤矿剥离中使用了约200百万磅的液氧。

挖掘 在第二次世界大战之前，露天开采最广泛使用的采掘设备是全回转、履带走行的电动机械铲，它至今也仍然是使用的主要挖掘机。战前，挖掘铁和铜矿石的动力挖掘机斗容已达4~5码³，用于煤矿剥离的则已达33码³。较小的机械铲由2~3人操纵，装载效率为500~1000吨/时。

此外，在特殊条件下也使用吊斗铲、耙斗装载机及轮斗挖掘机。在表土相对松软而要求有更大卸土半径的剥离作业中，可找到使用吊斗铲的情景。在欧洲广泛使用的轮斗挖掘机已经引进美国，其使用条件和吊斗铲相似。

挖掘机最显著的变化是规格、斗容和卸载半径的加大。在金