

北京图书馆藏

N 28404 3

中文资料

国外采矿

美国大型非煤地下矿山 采矿方法调查分析

美国德纳沃公司

冶金工业部长沙矿山研究院

一九七八年六月

内 容 提 要

本研究成果提供了美国大型非煤地下矿山采矿工业最近的综合概况。它指出了需要研究的问题和技术革新的方向，并为采矿工业的进一步发展提供了一个基础。报告包括有关地下采矿方法、所用设备和系统以及成本和生产率等方面的资料。它代表将近一半美国大型地下矿山对采矿工业的工艺和研究工作的看法。重点是目前的作法及存在的问题、所需要的技术改革、已有的和可能发生的环境问题、以及有助于满足国民经济计划对矿物需求的可能的改革。本报告介绍了矿块崩落法、房柱法、脉矿开采法、原地浸出法以及所有这些采矿方法变型方案的现行作法。

目 录

第一章 概 论

- 第一节 背景和一般情况····· (1)
- 第二节 存在的问题和建议····· (9)

第二章 采前分析

- 第一节 地质勘探····· (19)
- 第二节 对技术经济可行性的系统分析(略)····· (26)

第三章 岩石工程

- 第一节 地下矿山采掘空洞周围的岩体性态····· (27)
- 第二节 岩石工程的研究技术····· (29)
- 第三节 改善稳定性的技术····· (41)
- 第四节 用于地下矿山设计的岩石工程技术····· (43)
- 第五节 研究和发展工作建议····· (48)
- 第六节 结论····· (48)

第四章 矿山设计

- 第一节 采矿方法的选择····· (53)
- 第二节 掘进计划····· (55)
- 第三节 生产计划····· (59)
- 第四节 选矿····· (61)
- 第五节 采矿作业对环境的影响····· (63)

第五章 矿山开拓

- 第一节 井筒形式····· (67)
- 第二节 开拓方法····· (103)

第六章 采矿方法

- 第一节 房柱采矿法····· (112)
- 第二节 矿块崩落法····· (153)
- 第三节 分段崩落法····· (174)
- 第四节 脉矿开采····· (186)

第五节	分段空场法.....	(198)
第六节	其它采矿方法.....	(214)
第七章	矿山环境	
第一节	矿山环境问题类别.....	(226)
第二节	自然环境问题.....	(228)
第三节	作业环境.....	(233)
第八章	技术交流 (略)	
附录A	(246)
附录B	(251)
附录C	(264)
附录D	附图目录 (略)	
附录E	附表目录 (略)	

第一章 概 论

第一节 背景和一般情况

一、研究地下矿山的目的

美国矿业局提出的要求概述了本研究项目的目的：

“近地表的高品位矿床已基本采完。目前美国矿物多数是产自大规模采矿方法开采的大型低品位矿床。接近地表矿床的采尽和公众对露天采矿的反感将会扭转目前朝露天开采发展的趋势，因而增加对大型地下矿山采矿的依赖性。鉴于改进基本工艺需要有较长的超前时间，所以需要深入研究主要的地下采矿方法。”

“本研究项目打算对以下几方面作一个系统的评论和分析：大型非煤地下矿山（报告中指日产1200吨以上的矿山—译者注）采矿工艺（着重目前通行的方法和问题），需要的工艺改进，已有的或可能发生的环境问题，以及有助于完成国民经济对矿物需求计划可能的技术改进或革新。”

另外，合同中还包括下述规定：

“要研究的方法应包括（但不限于）矿块崩落法、房柱法、脉矿开采法以及这些采矿方法的变形方案，它应从采前矿山现场勘察和矿石品位一直到开采结束后的矿区土地复原问题为止，均应研究。其目的有四：1.对采矿工业提供一个有权威性的和便于利用的参考资料和有用指南；2.指明需要研究的阻碍生产的环节和问题；3.指明可能的技术改进或革新，以改善采矿工艺；4.为预见采矿工业未来的问题提供依据。”

本报告按原提出的研究课题而写的，第一章之后，按照地下矿山建成之前应完成的勘测、设计、兴建和其它工程项目这样一个自然顺序编排的。报告内容详见目录表。

二、美国地下采矿工业

范围和分类

美国采矿工业的年生产能力是26.13亿短吨原矿。该生产能力包括所有非燃料矿产品，分作三大类：1.金属矿石；2.非金属矿石；3.建筑材料，如粘土、砂岩、石灰岩等等。这三类矿物均为露天和地下生产总和。如表1.1—1所列。

地下采矿工业在美国非煤矿物总开采量中所占的比例较小（5.9%），但它在产品种类方面却具有重要地位。国内钾碱、天然碱、铅、锌、硫和萤石的供应几乎全部来自地下矿山，在金、银、钼和盐的生产中也占重要地位。

矿山规模的划分

本报告把矿山规模分为以下三类：

- | | |
|---------|---------------------|
| 1. 大型矿山 | 日产 5000 吨或 5000 吨以上 |
| 2. 中型矿山 | 日产 1200—5000 吨 |
| 3. 小型矿山 | 日产 1200 吨以下 |

表 1.1—1 1971 年非煤原矿石的生产能力 (注)

矿物分类	露天	地下	总计
金属矿石	480	80	560
非金属矿石	219	41	260
建筑材料	1761	32	1793
总 计	2460	153	2613

注：本表资料来源是美国内政部予印的“1971 年矿物年鉴”。表中的数量单位是百万短吨。

美国地下矿山的生产能力按开采规模的划分见表 1.1—2。第一类和第二类矿山的名称载入附录 A 中。

表 1.1—2 1971 年生产能力 (按矿山规模分)

规模范围 (吨/日)	年产量 (吨)	占总产量的百分比
5000 以上	79981000	52.3
1200—5000	47294000	30.9
1200 以下(注)	25725000	16.8
总 计	153000000	100%

注：包括未了解到的、生产能力大于 1200 吨/日的矿山在内。

美国地下矿山采矿工业的生产能力，日产 5000 吨以上和日产 5000 吨以下的矿山大致各占一半。大型矿山有 23 个，由 19 个公司经营。另外，还有 6 个公司经营着 2 个或 2 个以上、其综合生产能力超过 5000 吨/日的矿山。

大型矿山 (5000 吨/日以上) 对采矿研究和发展的经济条件。但需要说明的是，许多中型矿山是同一个公司经营的，其经济条件常常可以赶上，甚至超过一个单独经营的大型矿山。小矿业主大多经营一个矿山，大都没有能力进行重大的技术发展研究或者推广别人的重大革新成果。

目前还没有统计资料足以证实有将数目众多、日产能力低于 1200 吨的小矿山改组为数目较少而产量较大的矿山的明显趋向。但其趋势似乎是在从只生产原矿石的中小型采矿公司向大型、配套的矿产品公司 (即从原矿生产直至加工成市场出售的矿产品联合企业) 过渡。

矿山的地区分布

矿山在各州的分布列入表 1.1—3。该表系根据 1971 年的资料（其来源是美国矿业局的生产报告和矿山调查咨询的答复），表中还引出每个州的矿山数目及其规模。

有采矿历史的“老西部”矿区提供的原矿石不到大型地下矿山生产总数的一半。新墨西哥州及怀俄明州的地下铀矿和爱达荷州众多的银—铅矿是矿产品的主要来源，但每个矿山的日产量低于 1200 吨，所以未包括在表内。

表 1.1—3 1971 年地下矿的生产能力和矿山数目（按州分）（注 1）

顺序号	州名	开采矿量 (千吨)	矿 山 数 目		总数
			5000吨/日以上	1200—5000吨/日	
1	密苏里	17862	4	10	14
2	新墨西哥	16745	5	3	8
3	亚利桑那	16105	1	2	3
4	科罗拉多	15821	2	1	3
5	密执安	10912	2	2	4
6	宾夕法尼亚	6613	1	7	8
7	田纳西	6477	0	12	12
8	路易斯安那	6021	2	3	5
9	怀俄明	5025	2	2	4
10	约 纽	4877	1	3	4
11	俄亥俄	4789	1	3	4
12	伊利诺斯	2340	0	4	4
13	肯塔基	2170	1	2	3
14	堪萨斯	2134	0	4	4
15	南达科他	1800	1	0	1
16	弗吉尼亚	1676	0	4	4
17	西弗吉尼亚	1620	0	2	2
18	衣阿华	1320	0	2	2
16	加利福尼亚	975	0	1	1
20	俄克拉何马	600	0	1	1
21	爱达荷	483	0	1	1
22	威斯康星	324	0	1	1
23	得克萨斯	300	0	1	1
24	犹 他	259	0	1	1
注 2	(未统计入各州的)	25725			
	总 计	153000	23	72	95

注：1. 资料来自美国矿业局。

2. 包括未了解到的日产矿石超过 1200 吨的矿山和日产量小于 1200 吨的所有矿山。

按采矿方法的分配

大规模采矿方法概述 美国常用的大规模采矿方法留待本报告的以后各章详细讨论之，现仅简述如下。

房柱法：它是空场法的一种。此法开采多个采场（或矿房），用矿柱支撑顶板。用这种方法开采的矿床通常是均质低品位的，面积很大，而且系水平或缓倾斜矿体。典型的房柱法矿山如第六章第一节的图 6.1—2 所示。

崩落法：这种方法是先对矿块底部进行拉底，然后再靠其自重或通过爆破使矿块崩落。美国当前使用的崩落法可分为两类：(1)盘区或矿块崩落；(2)分段崩落。

矿块崩落是利用矿石的自重，对待开采矿体的特定部分（通常是块状的）施加应力，造成能使矿石破碎的崩落活动，这样破碎的矿石就能易于处理并运出矿井。整个矿体是通过相继崩落盘区或矿块进行开采的。典型的矿块崩落作业如第六章第二节的图 6.2—1~6.2—4 所示。

采用分段崩落法时，矿体（通常是急倾斜的）是从一系列的平巷和横巷按一定秩序开采的。对横巷之间的矿石和横巷上面的矿石，按一定间距进行凿岩和爆破作业，造成覆盖岩层崩落。第六章第三节的图 6.3—1 和 6.3—2 表示典型的分段崩落作业。

脉矿开采：脉矿开采是指开采脉状矿床使用的方法，这种矿床通常是急倾斜的，而且形状和矿化作用都是不规则的。一般使用的大规模开采方法是：(1)留矿法；(2)分层充填法。见第六章第四节的图 6.4—1 和 6.4—3。

留矿法回采时，采场顶板不支撑，其上下盘则由开采过程中采落的矿石支撑。采落的矿石当作工人站在上面进行凿岩和爆破作业的底板，逐层地回采上部矿石（上向梯段式回采）。

分层充填法回采的工序是，用凿岩和爆破按分层回采矿体，每个分层采出后，在采场铺一层充填料（选厂尾砂或废石），并在充填层底板和矿石顶板之间留下足够的空间，以进行凿岩、爆破和出矿作业。

方框支架法回采是分层充填法回采的一种演变。开采较易塌落的不规则矿体时，如需大量的支护，常用它来替代分层充填法。为临时支护松散的岩石并作为到达工作面的通道，当凿岩爆破完一小段矿体之后，立即架上相互连结的木支架。用充填料充填木支架之后，就成为永久支护。

分段空场法：该法通常适用于大型的相当规则的坚固矿体，而且常常是急倾斜的。用一系列间距规则的分段平巷和天井把矿体划分成矿块，以分段平巷和天井作为梯段开采或深孔凿岩的通路。

采场的回采是先在一端爆破出一个切割槽，再相继地钻凿若干排深炮孔，向空场爆破矿石，并从空场底部出矿。未采矿石用作采矿作业的底板，并支护分段平巷。采场之间留有矿柱，既有垂直布置在同一主水平巷道上的间柱，也有水平布置以支撑主平巷的顶底柱。第六章第五节的图 6.5—1 到 6.5—13 表示分段空场回采的各种形式。

按采矿方法分类的矿山数目和生产能力列入表 1.1—4，并用图 1.1—1 表示。

无论从开采的矿物吨数看，还是从 1200 吨/日以上的矿山数目看，房柱法在美国都是最普遍的方法。它占生产矿山数目的 75% 以上，占中型和大型矿山开采总量的 60%。

应当指出，目前生产的 1200 吨/日以上的非金属矿物和建筑材料的矿山几乎全用房柱法开采。

表 1.1—4 按采矿方法分类的矿山数目和生产能力 (注)

采矿方法	日产1200—5000吨		日产5000吨以上		日产1200吨以上的总数	
	矿山数	吨/年	矿山数	吨/年	矿山数	吨/年
房柱法	57	38437700	15	38445500	72	76883200
崩落法	2	1773700	5	34590400	7	36364100
脉矿开采	5	2749300	1	1799700	6	4549000
分段空场法	8	4333800	2	5145100	10	9478900
总计	72	47294500	23	79980700	95	127275200

注：此表系根据 1971 年的美国矿业局矿山报告资料。产量统计到百位数，而且仅包括 1200 吨/日以上的矿山。

图 1.1—1 (改成下表——译者注) 各种采矿方法所占的比例
(95 个日产 1200 吨以上的矿山)

采矿方法	按生产能力分 (%)	按矿山数目分 (%)
房柱法	60.4	75.8
崩落法	28.6	7.4
分段空场法	7.4	10.5
脉矿开采	3.6	6.3

如果限于金属矿山，那么房柱法仅仅 20 个。这 20 个矿山的年产总量在 20638000 吨以上 (见附录 A “矿山表”)，它占 1200 吨/日以上的房柱法矿山数的 27.8%，和生产能力的 26.8%。

然而，就单个矿山的产量来讲，最大的生产矿山是矿块崩落法矿山 (日产 40000 吨左右)。七个矿块崩落法矿山的年产量几乎等于 70 多个房柱法矿山年产量的一半。

三、资料来源

原始资料

按照合同的规定，本研究要分析大型非煤地下矿山采矿方法。这首先就需要确定“大型”矿山的概念。由于连一张美国地下矿山的综合表也没有，所以需要制定一张既能表示出采矿方法、又能标出各矿产量的合适的表格 (美国非煤地下矿山综合表列入附录 A)。

为编制本表，利用了各种各样的渠道，其中包括对采矿出版物的大量文献分析，以及卫生与安全研究中心编纂的美国矿业局年度统计报告。由于分类方法不同，卫生与安全研究中心的报告在其非金属矿山表中有些遗漏。为弥补起见，对各州的采矿或地质部门发出了咨询，请他们提供本州的非煤矿山表。在发给各州有关部门的 44 封信件中，收到了 38 封复信。

应用来自各州的矿山表，向矿山征求一些普通的统计数据。在发出的 101 封函件中，收到了 28 个矿山的复信。

矿山分析表明，地下矿山总产量的 83 % 以上是由 95 个矿山生产的，所有这些矿山的生产能力都超过 1200 吨/日。进一步的研究表明，按采矿方法分类的矿山数目和生产能力如表 1.1-4 和图 1.1-1 所示。

所有采矿方法的数据都已得到，表 1.1-5 是这次矿山调查时考察过的矿山分类情况。

表 1.1-5 调查时考察的矿山类型

采矿方法	生产能力(吨/日)	美国的生产矿山数目	考察过的矿山	
			美国	外国
房柱法	1200—5000	57	5	0
	5000以上	15	9	1
矿块崩落法	1200—5000	1	0	0
	5000以上	5	5(注 1)	0
分段崩落法	1200—5000	0	0(注 2)	0
	5000以上	1	1	1
脉矿开采	1200—5000	5	3	0
	5000以上	1	1	1
分段空场法	1200—5000	8	1(注 3)	0
	5000以上	2	1	1

注：1. 考察的一个正在开拓的矿山未计入；

2. 考察的一个生产能力低于 1000 吨/日的试验矿山未计入；

3. 考察的有两个生产能力低于 1000 吨/日的矿山未计入。

研究方法 为设计综合调查表投入了极大的力量，因为它是从各个矿山搜集资料的主要手段。从根本上讲，这张表要编制得能提供采矿工业中目前所有方法的情报。该调查表还包括一专门的部分，用以确定问题的所在并提出需要研究和发展的各种课题。基础调查表设计得要适合正在研究的所有采矿方法，要调查的情报类型详细列入各小标题之下，其中包括：1) 一般矿山资料；2) 地质资料；3) 采矿方法资料，包括单项作业的详细数据；4) 辅助设备的资料；5) 劳动力分配和生产率统计；6) 成本数据。此外，调查表还有专栏以满足每种特定采矿方法的需要。

要收集详细的数据，仅仅寄出调查表，其效果是靠不住的。于是决定，与各矿山的人员亲自接触将提供更多的资料和更好地理解搜集到的资料，并保证尽可能全面地填写调查表。在这个阶段还得到美国矿业协会的大量帮助，它把本研究事项通知了美国经营非煤矿山的会员公司的总负责人。这样通知的 43 家公司中有 16 % 作了回答，表示对本计划有兴趣并予以赞助。

资料搜集过程 在德纳沃公司的采矿工程师中精心选择对地下采矿有经验者，以两人一组去考察各个矿山。资料搜集过程按下述步骤顺序进行：

1) 图书馆调查，对要考察的矿山得出一个总的印象，

2) 提前发出介绍信，详细解释研究的目的，要求给予的合作，并提出要下井参观，以便把调查表填好，

3) 接着通电话商定参观的具体时间，

4) 发出落实函件，确定来矿的日期和时间以及来人的姓名。（调查表中有关需要予先准备好的基本统计数据部分是与这些信件一起发出的）。

我们与之联系的采矿公司表现了极大的兴趣，几乎没什么例外，矿山人员给予了全面合作。资料搜集组都是采矿工程师，这个事实本身就大大有助于资料收集的成功。通过亲眼参观得到了大量情报资料，而且与采矿公司的人员交换意见更容易、更充分。

对搜集的资料初步分析表明，在已经搜集的数据中有某些矛盾之处。因而决定要考察尽可能多的矿山，以获得全面的情况。因此，在从事本项研究的过程中，考察了32个矿山，还参观了4个开拓矿山和5个矿山设备制造厂。

四、地下采矿工业的发展和未来趋势

历史上的增长趋势

1961—1971年中间，非燃料矿产品的地下开采量从14770万吨增长到了15300万吨，如表1.1—6所示：

表 1.1—6 1961—1971年地下产量的增长（注）

年产量（单位：万吨）

矿产品名称	1961年	1971年	净增（净减）	平均年增长率（%）
金属矿石	8310	8000	（310）	-0.37
非金属矿石	3650	4110	460	1.26
建筑材料	2810	3190	380	1.35
总 计	14770	15300	530	0.36

注：资料来源系美国矿业局《矿业年鉴》。

美国非燃料矿物的产量（包括露天和地下矿山）已从1961年的207990万吨增长到了1971年的261300万吨原矿，净增长53310万吨原矿，平均年增长率是2.6%。原矿产量的增长还反映着开采较低品位矿床这一趋势。

整个矿岩量的增长更为可观，从1961年的226880万吨增长到1971年的408300万吨，净增长181420万吨，年平均增长率8%。整个矿岩开采量的增长受到露天铜矿剥采比增加和铁燧石开采量增加的影响极大。

未来的增长趋势

如果把地下采矿工业分为以下四类，那么对其未来的增长情况就最容易分析：1.金属矿石；2.非金属矿石；3.建筑材料；4.新矿产品。这四类中的每一类都有其决定未来发展的独特的问题。

金属矿石 金属矿石是具有较高单价的传统性矿产品，如铜、铁、铅、锌、银、金等矿石。这些矿石和非金属矿物比较时，按单价计算的运输费用较低。对美国金属矿床开发的重大影响因素有：

1) 可用矿床的性质；2) 运输成本；3) 资金筹措；4) 国际政治情况。

长期来，美国开发其矿物资源以满足国内的需要。由于美国工业发展快，并有发达的交通系统，导致早期开发高品位的近地表矿床。机械化，特别是在大规模的露天采矿中应用大型设备，使美国采矿工业开发了大多数已知的大矿体。

将来，美国大型金属矿床的发现可能会造成地下采矿工业的扩大发展。在密苏里州新铅矿带的发现就是一个实例。如果能发展必要的工艺技术，使采矿成本与金属价格协调，则将来很多大型露天铜矿会转入地下开采。

美国中型金属矿山的新建受到了国内冶炼能力的限制。这样一些工程项目，即使环保条件允许，在经济上也不宜建设火冶厂。发展小型和经济上有竞争力的化学冶炼厂将大大提高开发这类矿床的吸引力。

本世纪初以来，美国的交通运输系统已有很大变化。40年代以前用铁路运输的很多边远矿区已把铁路系统拆除。公路建设集中在各州之间和在城市地区。当新矿投产时，有一个为边远矿区服务的现代化交通运输系统，或为建设必要交通运输设施而由政府提供资金将促进这些矿山的发展。

非金属矿石 非金属矿产工业的发展主要是受国内消费的制约。进口这些矿产品的运输费用过高，因而它决定着矿产品必须在靠近消费工业的地方生产。加拿大钾碱矿床的开发和美国新墨西哥州卡尔斯巴德地区工业储量的采尽，已经导致美国地下化肥矿产量的缓慢下降。

有关水和空气污染管理规程已使采用苏尔未法生产纯碱停顿下来。这使得数个地下石灰岩矿山停止生产。从苏尔未法生产纯碱到改用天然碱生产纯碱的结果使地下天然碱生产有了迅速增长，而且只要能得到经济的燃料资源，它就会以更快的速度继续增长。

其它工业矿物的增长是稳定的，预料不会有任何突然急剧的增长。

建筑材料 象石灰岩和集料这些通用建筑材料新的地下资源的开发，这几年也是很快的。因为社会压力约束着在市郊（特别是在美国东部）开发露天矿床，所以这种趋势可望更快发展。

这些矿产品的进口仅限于能采用成本低廉的海洋运输的沿海地区。地下开采量的增长平均每年为0.4%，当露天矿床采尽并被地下开采代替的时候，它的增长速度会更快。

新的矿产品 大规模开采油页岩有许多问题和复杂之处。在最近的将来，大多数矿床将用房柱法开采，到1985以前会有数个大型生产矿山，某些矿山的日生产能力可能会超过100000吨。这种大规模开采所必须的高生产率的设备和工艺的迅速发展，会有益于整个地下采矿工业。

第二节 存在的问题和建议

一、一般情况

通过对地下矿山分析所指出的工艺技术问题的改进可以达到的目的包括：1.增加矿物储量；2.改善卫生和安全因素；3.降低生产成本；4.提高采矿和选矿作业的效率。许多必要的工艺革新都需要学科间相互的研究成果和政府、工业界及学术界的研究人员的紧密合作。

这种协调研究的益处，无论是在提高劳动生产率方面还是在降低成本方面，并不总是立刻就表现出来的。但对将来的矿产资源的发现、矿山及设备的设计和矿山生产系统及技术都会有极大的长远的推动作用。

本节讨论的需要研究的项目是按采矿工业独特的工作领域划为几大类的。显然，不同类别之间存在着许多相互联系。一项具体的发展对其它需要研究的内容可能有有利的或不利的影 响。表 1.2—1 概述了工艺类别和对每类需要研究的内容。表 1.2—2 到 1.2—6 指明了需要研究的具体内容、工艺现状、所要发展的主要技术问题以及研究成果的经济价值。

二、探勘

由于近地表的高品位矿床日益减少，所以就要探明新的矿床。为此，需要寻求新的矿物显示特性的鉴别方法和研制探测深部矿体的仪器。

比如，在钻探阶段，使用钻孔地球物理仪器能精确分析钻孔中的金属含量，因而就可采用费用低的非岩心钻探方法。目前已使用了钻孔 x 光分析仪，但尚无显著的成功。

相关的工艺包括钻机岩心准确定位的仪器和技术、确定原岩应力场的仪器和完善的地质构造分析方法。这些成就都有助于改进矿山的规划和设计。

三、开拓

对地下矿山开拓过程中几个关键的成本因素的分析表明，开拓所需的时间是个主要问题。虽然，实践证明，在深 2000 英尺以下用竖井开拓是最经济的方式，但近年来月成井超过 200 英尺速度的不多。凿井速度受到了井底禁止平行作业的安全规章限制。因此，研究能允许支护和挖掘作业同时进行的设备是非常有利的。

过去十年里，在稳固岩石中钻进中等直径竖井的技术有了迅速改进，而在多变岩石条件下高速度钻进大直径深竖井方面则进展甚微。把土建工程的钻进设备用于矿山开拓工程而又能获得合理的成本其成就也不大。另外，由于采用目前的钻进机械结构而钻成的元形巷道并不是在所有情况下都是最佳的，所以应当努力研制能钻进矩形断面巷道或椭圆形断面巷道的设备。

表1.2-1 采矿工业各技术领域需要解决的问题

勘探	掘进	回采	矿山环境保护	工程计划	其他
采矿技术 钻孔地球物理学 岩心定位 地质构造 原岩应力 实验室方法	斜井和平峒钻进 竖井钻进 普通法竖井掘进 非圆形断面钻进	连续采矿设备 人员运输 岩内仪表与装设 通风 系统模拟 移动式破碎机 岩石力学手册 岩石工程分析技术 实例分析 松岩探测器 不稳定岩层支护 长壁式采矿设备 水力运输	噪音 照明 粉尘 有毒气体 放射性的尘粒和气体	生态系统 环境污染 工艺技术交流 规程条例 安全	劳工 管理 政府

表1.2-2 勘探工程上的需要和建 议

研究题目	技术现状	技术上不足之处	解决办法	存在的问题	预期效果
地质构造的研究	发展已很完善，但还很少用到设计中。	构造研究方法不统一，构造数据很少取自勘探钻孔	发展简单易懂的记录方法来研究和说明构造。钻孔记录中必须包括有构造数据	因为钻探期中，岩石构造数据未必得上，常被忽略费用	充分的岩石构造知识有助于认识岩石性态，这是用于工程的基础
岩心定位工具	已经制成，但无完善	难于得到，在许多钻探作业中不适用，费用高。要求高度熟练的操作人员。就该项钻孔钻进。经常不准确	要改进现有工具或发展和完善新工具	费用	灵活的岩心定位工具，因为工程的设计，工程师需要之。
确定原岩应力、强度和变形的现场设备	已经制成，但无完善	不同测试方法得出不同的结果，经常不了解强度和变形的影响	进一步发展测试方法，特别是简单的测试方法	费用	准确的岩心定位、工程、强度和变形的数据有助于设计、工程师提供准确的数据输入，将增加高级数值分析法的利用
轻便式试验设备的技术标准化	整个行业都缺少标准化	设备昂贵并且试样制备困难。实验室可用的轻便式装置不多。代表性试验结果未必代表岩体	对简单和基本的测试方法标准化，制造轻便又经济的设备，作量在现现场和岩体对比关系	费用	准确的和说明性的试验数据将有助于安全的设计。增加高级数值分析法的输入，将利用
钻孔内的地球物理学技术	有一些有用的	不可能进行准确的矿物质量和数量的测量	研制用于小钻孔的新工具	费用	可以不取岩芯，减少勘探费用
地表下的找矿技术	有一些有用的	应用数种自然特性作为指示物，无一可据以独立地做出结论的	识别新指示物的特性和技术。综合已知特性，研制设备	工艺技术	寻找无地面迹象的盲矿体

表1.2-3

掘进工程上的需要和建议

研究题目	技术现状	技术不足之处	解决办法	贯彻中存在的问题	预期效果
斜井和平 峒钻进机	有数种可用 于较软 岩石中	不能有效地排 碴，岩石支护问 题。机械问题。 刀具费用高	由政府或 工业界支 持进行研 究	费用	减少矿山开拓 的时间和费用
竖井钻进 机	有多种用 于较小竖 井钻进的 型号	通过井口排除岩 屑。岩石支护和 竖井安装的平行 作业	同上	费用	同上
普通法竖 井掘进	已有	岩石支护和竖井 安装的平行作业		政府的法 令	竖井掘进中缩 短时间和降低 成本达35%
非园形断 面钻进机	没有能够 钻出真正 矩形巷道	不能钻出非园形 断面平峒	改进或研 制新的设 备	技术问题	可在不宜于采 用园形断面平 峒的场合下使 用

四、回采

改进采矿方法、设备机组、通风系统、系统分析和岩石工程技术会使直接成本大幅度降低并提高劳动生产率。应用铵油炸药、凿岩设备、天井钻进等的最新成就和采用装运卸设备，使矿山在面对劳动力费用增加和通货膨胀压力的情况下能保持竞争地位。

然而，开采技术仍多限于单独的和循环性的单项作业。能采掘坚硬岩石的新型连续采矿设备的研制成功，是最终发展综合的连续性作业系统的关键。应用目前的旋转头式和冲击式连续采矿设备（最初是为软岩研制的）遇到的困难有：钻头费用过高、机械可靠性差、由于对岩层条件要求更严格而在机械方面存在的困难、岩层支护问题以及缺乏配套的岩屑运出设备。

进一步发展水力运输和提升设备，可增加现有的运输能力，并消除目前提升作业的循环性。通过水力运输—提升方法与水力或溶解采矿法配套而实现真正的连续采矿法，这种可能性也是存在的。

人们所期望的其它设备改进包括：1. 发展小型的可移动的地下破碎机；2. 改进撬碴设备；3. 检测松石的装置；4. 适于在崩落法和分段回采作业中不稳定岩层的支护方法；5. 适于厚层较硬矿石的长壁采矿；6. 发展快速运送人员和材料的运输系统。

此外，还需改进岩石工程学原理和岩石力学仪器，以利于更安全、更经济的矿山设计，同时要建立预示性模型，以预测在一个时期内的岩体性态。使用仪器就可能在不稳定的矿山地段发展监视和警报系统。需要把岩石力学原理与实际设计工作联系起来的实用手册（而不是教科书）。已公布的按实际情况设计的实例分析可作为实例应用。

计算机系统模拟把现有的单功能程序连接到协调组件中，可表明工程设计、成本和进度安排之间的相互关系。

表1.2-4 回采工作上的需要和建筑

研究题目	技术现状	技术上不足之处	解决办法	贯彻中存在的问题	予期效果
连续采矿机械 人员输送	可用于较软矿岩 许多监测装置对报警系统发展	岩屑排除。刀具成本在大矿中使用时损失可达30% 这些系统除了昂贵外，它和报警系统解决。	政府和工业界资助 研制新的人员输送系统 设计较便宜并能操作和记录报警系统，对报警系统不稳定处，进行宣传 计算机模拟	费用 费用 费用 费用 费用 费用	免除现有方法的循环性，减少工资成本，提高生产率 增加有效工作时间，从而减少劳动成本 设计和装置很完善的仪表可以提供极重要的、并且有助于验证任何理论分析得出的岩石的、有依据的而造成伤亡事故，可以避免很多不稳定的、而使采矿设计更为经济，例如，它指明在一定的地区可用较小的矿柱，不需矿柱。
通风系统分析 综合性装置 模拟装置	有现成可用的 目前已有部分程序 现在有大中型移动式破碎机，但在薄层中已有可用	尚未深入了解 整体程序尚未实现 还没有可用的设备 文献多，主要涉及在分布之本的很少人搜地资料及发理论已用何集	发展执行程序，以联系现有的系统 修改、或型设备、备 一个具有经验的全国消编成 委托实际在已成集不是 当位上，有手册（形式）	费用 费用和同行共同努力 费用技术问题 费用	柴油动力设备的增加造成了很多通风问题，特别是在大而分散的矿山更是这样 整体程序能最完善地把矿床特性，经济因素和工程系统联系起来 使能更有效地转载运输和破碎矿石
岩石工程手册 (以矿业应用总结人的形式有技术)	已有可用	文献多，主要涉及在分布之本的很少人搜地资料及发理论已用何集	一个具有经验的全国消编成 委托实际在已成集不是 当位上，有手册（形式）	费用	为了改进工作，在现场工程师将拥有必要的数据，以确定取得必要的工程数据，如岩石工程的高度，除了将实际工作步骤非理论性的方法之外，因为它将按实际工作步骤非理论性的方法，因为编成