

XV

CONGRESO MUNDIAL DE MINERIA  
WORLD MINING CONGRESS  
WELT - BERGBAUKONGRESS  
CONGRES MINIER MONDIAL  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОРНЫЙ КОНГРЕСС

# 第十五届世界采矿大会论文选集

张树麟 主编



MADRID • ESPAÑA

25/29 • MAYO • 1992

冶金工业部矿山司

# 第十五届世界采矿大会论文选集

张树麟 主编

冶金工业部矿山司  
一九九二年十一月

# 前 言

第十五届世界采矿大会于1992年5月25日至6月5日在西班牙首都马德里举行。参加大会的共有43个国家的1300名代表。我国冶金工业部、中国有色金属工业总公司、中国建筑材料工业总公司、地质矿产部、能源部和中国核工业总公司分别组团参加了这次大会。

本届大会的主题是评论矿业未来的前景。主要包括：固体燃料和非能源矿物的勘探和开采新趋势；装饰用石材和工业矿物的开发；多金属硫化矿的开采与处理；采矿对环境的影响；海洋采矿；采矿技术在地下工程中的应用；以及矿山工业的发展战略等。这次大会共发表论文161篇，是由41个国家的320篇论文择优选取的，其中我国专家发表的论文有10篇。大会还同时举办了世界采矿设备展览会，有60个国家的84家公司和厂商参展，展出了近年来采矿新技术、新工艺、新设备和新材料。

本届大会分两阶段进行。第一阶段主要是宣读和讨论论文，进行技术交流，同时参观设备展览会；第二阶段主要是组织与会代表参观西班牙和葡萄牙的一些生产矿山。

为了使我国广大矿山工作者更好地了解当前和今后世界采矿技术的进展，冶金工业部矿山司决定出版《第十五届世界采矿大会论文选集》，共选登大会论文62篇，另有西班牙和葡萄牙矿山考察报告2篇。可供我国冶金、有色、黄金、铀矿冶、建材和煤炭系统的广大矿山技术人员、领导干部和有关大专院校师生参考。

本论文选集由《国外金属矿山》杂志编辑部负责组织翻译、校对和编审工作。我们谨向为出版本论文选集付出辛勤劳动的翻译、校对和编辑、出版人员以及有关的赞助单位，表示衷心的感谢和敬意！

第十五届世界采矿大会中国冶金代表团团长

冶 金 工 业 部 矿 山 司 司 长

# 第十五届世界采矿大会论文选集

## 编 委 名 单

**主 编：**张树麟

**编 委：**(按姓氏笔画为序)

**马世宏** (中国建筑材料工业总公司总工程师)

**冯秋明** (凡口铅锌矿矿长)

**朱祥发** (鲁中冶金矿山公司总经理)

**吕颖魁** (中国有色金属工业总公司计划部矿山处处长)

**李宝银** (中国建筑材料工业总公司总经理)

**张树麟** (冶金工业部矿山司司长)

**张健元** (冶金工业部《国外金属矿山》杂志总编辑)

**赵桐林** (冶金工业部外事司译审、教授)

**黄业英** (长沙矿山研究院院长)

**焦玉书** (鞍山黑色冶金矿山设计研究院院长)

**潘泳文** (冶金工业部矿山司总工程师)



# 第十五届世界采矿大会论文选集

---

## 总 类



# 第十五届世界采矿大会论文选集

---

## 金属矿床开采



# 第十五届世界采矿大会论文选集

---

## 多金属硫化矿选矿



# 第十五届世界采矿大会论文选集

---

## 采矿对环境的影响



# 第十五届世界采矿大会论文选集

---

## 海 底 采 矿



# 第十五届世界采矿大会论文选集

---

## 采矿技术在地下工程中的应用



# 第十五届世界采矿大会论文选集

---

## 考察报告



# 第十五届世界采矿大会论文选集

---

建 材 矿 山 开 采

# 第十五届世界采矿大会论文选集

## 目 录

### 前言

第十五届世界采矿大会论文选集编委名单

### 总 类

- 采矿科学的过去·现在与未来 ..... [奥地利] G. B. 费特韦斯 (1)  
21 世纪的采矿技术 ..... [美国] P. G. 张伯伦 等 (9)  
太空采矿的设想和问题 ..... [美国] P. G. 张伯伦 等 (15)  
促进采矿技术发展的国际合作 ..... [美国] 王启星 等 (21)  
公营矿业投资的一种可能模式——共同投资 ..... [土耳其] S. 阿纳西 等 (26)  
西班牙地质采矿技术研究所的任务 ..... [西班牙] R. 阿蒂加 等 (30)  
碎矿石采样理论回顾：确定样品方差和最低采样量的一种有效的  
地质统计学方法 ..... [加拿大] D. 费朗索瓦·邦加尔孔 (35)  
十分珍惜、合理开发利用和有效保护矿产资源 ..... [中国] 芮文桐 (44)

### 金属矿床开采

- 中国铁矿增产技术与途径 ..... [中国] 焦玉书 (48)  
苏联铁矿露天开采的主要趋势 ..... [原苏联] Л. К. 安东年科 等 (51)  
改进露天开采计划提高生产效率 ..... [加拿大] R. K. 辛格 (56)  
贫铬矿的开采与冶炼 ..... [芬兰] H. 阿托 等 (62)  
截齿滚筒式采矿机在露天开采中的应用 ..... [奥地利] E. M. 莱希纳 (65)  
中国铀矿开采和发展方向 ..... [中国] 冯福贤 (71)  
凡口铅锌矿——多金属硫化矿床高效回采和综合利用的范例 ... [中国] 冯秋明 潘键 (77)  
多金属硫化物的综合利用是增强钨矿山经济竞争能力的重要途径 ..... [中国] 钟自然 (83)  
复合多金属矿的一种规划方法 ..... [葡萄牙] F. H. 马格 等 (87)  
用分层充填法小规模开采的霍尔姆谢恩与霍恩特赖斯克矿 ..... [瑞典] P. O. 安德松 (94)  
整体化计算机系统在里奥·廷托矿的应用 ..... [西班牙] C. 里奇 (98)  
先进的选择性开采方案 ..... [美国] J. J. 奥尔森 (104)  
优质菱镁矿的选择性开采 ..... [中国] 李中祥 (111)  
西伯利亚和远东地区金属矿床地下开采的工艺主要发展方向  
..... [原苏联] M. B. 库尔伦尼亚 等 (114)  
急倾斜薄矿体开采新技术 ..... [瑞典] M. 芬克尔 等 (119)  
矿井通风优化的新观点 ..... [原苏联] A. E. 克拉斯诺施泰因 等 (124)  
工业炸药的进展 ..... [西班牙] V. L. 苏亚苏亚 等 (129)  
岩石应力和位移的监测在控制矿山稳定性中的应用 ..... [挪威] A. M. 米方 等 (135)  
地下贱金属矿山设计和稳定性评价中的岩土工程技术 ..... [印度] A. S. 拉姆 (143)  
洛斯弗赖莱斯——安达卢西亚公司的一项新的大型矿山工程  
..... [西班牙] J. C. 费南德斯 (147)  
欧洲地下开采安全标准的协调 ..... [英国] H. W. 莫雷尔 (153)  
发展中国家采矿设备维修管理的某些典型问题 ..... [印度] J. 巴塔查里亚 (160)  
机械化采矿系统设备故障的经济后果及其预防措施 ..... [瑞典] U. 库马尔 等 (166)  
矿山电气系统的科研成果在改善矿山安全状况和提高生产率中的应用  
..... [美国] J. L. 科勒 (172)

## 多金属硫化矿选矿

- 采用矿石氰化-尾矿浮选工艺处理氧化矿石 ..... [古巴] J. C. 苏亚雷斯 等 (179)  
布利达氧化铜矿的酸浸 ..... [摩洛哥] I. 阿乐卡拉伊 (184)  
莫因霍多金属硫化矿石选别流程的研究和优化 ..... [葡萄牙] C. F. 马托斯 (188)  
摩洛哥哈雅矿选矿方案的进展 ..... [摩洛哥] G. 克鲁瓦塞 (195)

## 建材矿山开采

- 硬质石材开采软技术的工业潜力 ..... [意大利] P. 贝里 等 (199)  
意大利大理石地下开采的技术、经济及环境限制 ..... [意大利] M. 福尔纳罗 等 (206)  
印度用下向充填法回采滑石(皂石)矿床 ..... [印度] B. C. 米什拉 (212)  
某石灰石矿从露天开采转入地下开采的重新设计 ..... [意大利] S. 佩利扎 等 (215)  
印度石灰石开采概况 ..... [印度] G. K. 普拉德罕 等 (221)  
应用于饰面石材的先进的计算机技术 ..... [葡萄牙] A. J. 索萨 等 (227)  
四川省标准尺寸石料资源及加工工业岩石产品和工业矿石 ..... [中国] 李莹 (233)

## 采矿对环境的影响

- 露天开采对环境的影响——事实和社会理解 ..... [波兰] I. 利比基 (237)  
罗马尼亚为减轻采矿对环境的负效应而采取的措施及其成效  
..... [罗马尼亚] D. 福多尔 (243)  
铅锌矿开采对环境的影响 ..... [波兰] W. 格戈特克 (248)  
日本菱刈金矿开采中的环境状况 ..... [日本] 片矢香三 等 (252)  
露天采场疏干影响的预测 ..... [匈牙利] F. 科瓦奇 等 (257)  
地球化学的自然背景和采矿污染(用于环境影响的研究) ... [法国] M. 朗西阿尔特 (259)  
奥地利的炸药和爆破技术及其对采矿工业和环境的影响 ..... [奥地利] K. 赖施尔 等 (264)  
芬兰闭坑矿山的环境保护问题 ..... [芬兰] S. 拉帕莱宁 等 (266)  
采矿和北极环境 ..... [美国] M. 森古普塔 (272)  
苏联采矿区域内的环境保护问题 ..... [原苏联] K. H. 特鲁别茨科夫 (277)

## 海底采矿

- 全球海洋的技术成因沉积与海洋矿产勘查的地质任务 ... [原苏联] A. II. 埃涅梅尔 等 (281)  
环境可接受的深海采矿新技术——海洋软开采 ..... [德国] H. 阿芒 (283)  
深海锰结核开采的回顾与展望 ..... [德国] E. 布利森巴赫 等 (293)  
深海海底多金属结核矿床开采远景 ..... [法国] J. P. 勒诺勃尔 (298)  
未来开采深海多金属结核对环境影响的大规模研究(DISCOL)  
..... [德国] G. 施里弗尔 等 (305)  
深海采矿——对海洋科学家的挑战 ..... [德国] H. 蒂尔 (311)

## 采矿技术在地下工程中的应用

- 赫尔辛基大型岩硐的供水与污水处理 ..... [芬兰] A. 坎皮 等 (317)  
采矿技术在波兰水电站和隧道工程中的应用 ..... [波兰] J. 克雷武尔特 等 (323)  
油气和废料地下储藏的环境安全与环境保护 ..... [法国] I. M. 诺埃 等 (329)

## 考察报告

- 西班牙矿山考察报告 ..... [中国] 第十五届世界采矿大会中国冶金代表团 (334)  
葡萄牙内维什-科尔武铜矿考察报告  
..... [中国] 第十五届世界采矿大会中国冶金代表团 (342)

## 采矿科学的过去·现在与未来

奥地利莱奥本矿业大学采矿工程与矿产经济学系  
莱奥本地壳工程、材料科学与工程大学 G. B. 费特韦斯

**摘要:**本分析应有助于评价不同国家的采矿科学研究机构如今所面临的问题。采矿学科的早期发展是矿物原料初级生产对人类社会具有根本重要性的结果,而且采矿是与自然和自然力的直接对抗,这些决定了采矿科学具有产业特殊性。所以,采矿科学注重实用,结构粗略,而且不象许多别的工程科学那样讲究研究方法。然而,正象那些方法严谨的学科那样,采矿科学关注的是对一定的、独特的自然现象进行技术应用。这一自然现象就是赋存于地壳中的矿物原料矿床。采矿科学的早期发展对于在某些领域里,在更广泛的意义上理解这一发展,构成了层次更深的理由,即作为涉及所有技术过程的一门科学学问,采矿科学为地壳的利用服务,甚至超出了采矿的范围,而且今天其重要性已大于往日。这种说法既适合于隧洞掘进,又适合于废物排弃技术之类。作者在本文中证明这一整个领域应被理解并称之为地壳工程学。在这个以着重于认识的地球科学的“孪生兄弟”著称的更高层领域里,采矿科学显示出最古老的和最完整的两个部分。作者在本文中将为采矿科学的结构提出建议,包括建立地球采矿条件的一个分支学科,即从技术和经济上指导岩体与矿床开发的科学,其中还应该包括岩石力学。所提出的这项分析证明:最后但并非最不足称道的是采矿科学的重要性迄今仍未改变。

### 引 言

今天,在许多工业国家中,采矿科学研究机构感到面临如何继续发展的问題。这种情形还特别适合于各大学,这里的关键问題是大学生人数不断减少,借此节省经费。

这些问题与在相应地区采矿工业的销路问題同时存在。这些问题的发生在很大程度上是与采矿工业紧密联结的特殊地位造成的。在采矿工业中,出于历史的和现实的原因,采矿科学属于工程科学范围。所以,对于引出可能有助于解决上述问题的某些见解和结论来说,研究这些关系也能起到奠基作用。下文在这两方面都做了尝试。在本文中作者要引用自己在萨尔茨堡(1963)、马德里

(1970)和新德里(1984)召开的世界采矿大会上发表的论文(Fettweis, 1964、1970、1984)。

采矿科学应理解为采矿特需的学科,是全世界各大学进行采矿教育的内容,且大同小异。这样理解的采矿科学是为固体矿物原料的初级生产服务的,是与从赋存于地壳的矿床中采出这些物料切适相关的。矿床(见图1)须经定位和开采,矿物原料必须经过加工和运输而转化为可销售的产品。对于这一转化过程来说,有着多个(图2中所命名的)采矿工艺过程,其中每一过程都与某一适宜的 science 领域相对应。核心领域是从地壳中开采各该矿床的采矿工艺,人们认为这就是狭义的采矿工程。矿产经济学涉及的是此

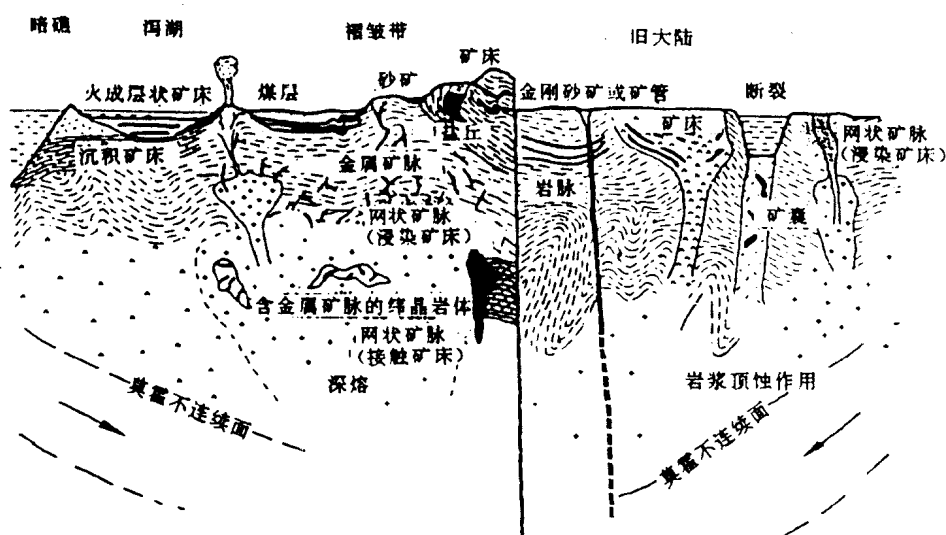


图1 W.Siegl 所描述的矿床型式 (Fettweis, 1983)

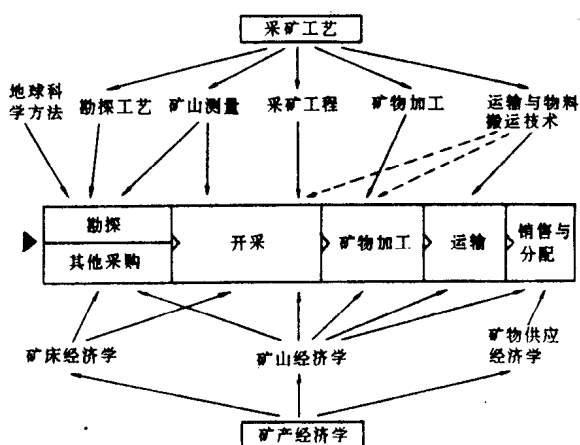


图2 采矿工艺和矿产经济学各分支学科同矿山主要作业的相互关系 (Fettweis, 1988)

转化过程的各种经济关系，它是与矿床有关的独立的经济学科，拥有其分支学科。

世界采矿大会主要关心的就是采矿工程学与矿产经济学。

## 过 去

关于采矿以及与其相关的技术的科学论述问世极早。文艺复兴时期德国学者 G. 阿

格里科拉 (Georg Agricola) 从 1556 年起用拉丁文 (当时的科学语言) 写成的书:《金属学——丛书第 12 册》(De re metallica-libri XI) 向来占据着特殊地位。阿氏根据技术过程提出的采矿与冶金知识分类法至今仍然适用。

对采矿做科学论述开始得很早有过两个原因:

- 对于人类文明的发展来说，矿物原料的初级生产具有根本的重要性；
- 与穿入地壳有关的课题的特性与范围。

关于这一点，可以恰当地认为：在采矿科学问世的当时，人们实际上只是为两个原因穿入地壳的，它们主要是矿物原料的初级生产以及 (在小得多的程度上) 获得用水。在上个世纪以前确实如此。确切地说，穿入地壳的技术是为矿物原料的初级生产而发展起来的。据我们所知，如今这项技术还被用于其他目的，我们将在下文中再谈这一点。

因此，采矿及其相关技术之间既有的紧密联系展示在德语 “Bergbau (矿山)” 一词中，它是矿物原料初级生产的同义语。“Berg-

bau”一词意为“在山中搞建设”(Reuther, 1989),就是说,在山中设计和修建技术设施。所以提到“山”是因为地质条件决定采矿要从山区开始,而当矿物原料的初级生产扩展到平地时,这个词仍被保留下来。

按照上述事实,采矿知识发展得非常早,已进入工程科学的专门领域。根据本文作者的见解,工程科学乃是自然科学一个大的科学分支。自然科学的宗旨是研究自然现象,包括自然规律。而工程科学旨在利用自然现象,所以是涉及人类的工作。自然科学通常为自然现象的利用提供必要的,但并不是充分的基础。

采矿科学的早期发展表现为建立这类科学作为首批学院式工程科学。因此,在18世纪后半叶已建立起具有大学水平的培训机构。这种说法除了适用于1757年在挪威孔斯贝格(Kongsberg)设立的“采矿讲习会”,以及1762年在布拉格大学“为整个采矿科学”设置的教授职位之外,尤其适合于1765年在德国萨克森州的弗赖贝格(Freiberg)、1763年至1770年在斯洛伐克的谢姆尼兹(Schemnitz)等地,1770年在柏林、1773年在圣彼得堡(St. Petersburg)、1775年在德国的克劳斯塔耳(Clausthal)、1777年在西班牙的阿尔马登(Almaden)、1783年在巴黎及1792年在墨西哥建立的采矿学会或类似机构。此外,早在1786年就已在谢姆尼兹附近的斯克连诺(Sklens)创建了采矿学会,这是世界上第一个完全由国际上组建的科学社团,拥有从俄罗斯到南美洲共15个成员国(Fettweis, 1970、1986、1989)。世界采矿大会的国际组织委员会继续了该“学会”的工作,并于1986年对此事件举行了适当的庆祝。

由此可见,在现代自然科学形成之前,采矿科学就已发展成一门独立的科学领域,并在19~20世纪的工业革命期间,大部分相应的技术分类学科相继建立了。

## 现 在

根据上述的发展史,可以为下列情况追查第一个原因:采矿科学属于这样一组工程学科,可称之为产业特殊性的,因而是注重实用的学科。这一组学科与研究方法严谨的诸学科具有迥然不同的结构。

研究方法严谨或注重方法的工程科学,研究的是以使用特定的一组自然规律为基础的技术过程,因此它们又通称为专门的技术科学。这方面最好的例子是电气工程,它致力于由物理学的一个分支,即电学所探讨和描述的物理现象的技术应用。研究方法严谨的这类科学可用来解决各种各样的和多方面的任务。

相反地,多半较古老的那类注重实用的或侧重于运作的科学,其实质是将以经验为基础的知识、自然科学和其他科学领域中一切适宜可用的知识与方法融汇贯通,用来解决单独的特别重要的任务,即人类社会的任务。这类注重实用的科学不限于解决技术问题。也可以将医学划入这一组科学。注重实用的科学具有多学科性的粗略结构。这类科学符合阿基米德观念,正象它们符合现代的一般系统理论的观念那样,因而尤其符合全部恒大于其局部之和的观念。

矿物原料初级生产的最重要的任务是:通过从赋存于地壳的矿床中开采这些原料,为人类及其工作从自然界获得大部分和主要部分的物资与能源供应。所以,采矿科学以注重实用和粗线条的主导形式,也与一定的、独特的自然现象的技术应用有关,就象研究方法严谨的那些学科与自然规律有关一样。这一自然现象就是赋存于地壳中的矿物原料矿床。属于此类的自然科学是与地球科学各部分有关的矿床学。

如同上述,采矿科学的注重实用性和粗略性不仅有历史原因,今天也有其适当的需要,将来也不会改变。