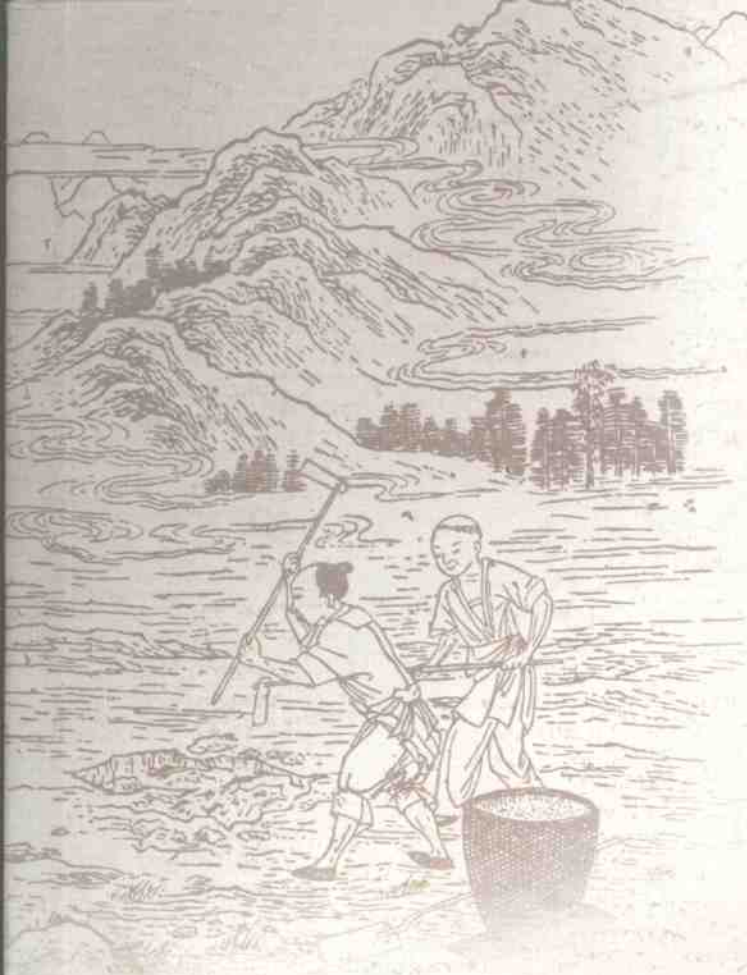




“十五”国家出版规划重点图书
中国科学院高技术研究与发展
“九五”重大项目

《中国古代工程技术史大系》
主编 / 路甬祥

山西出版集团
山西教育出版社

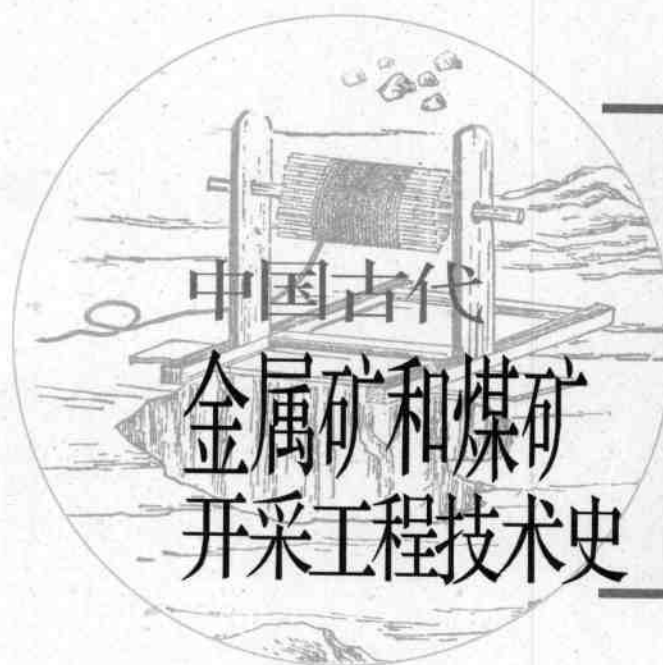
中国古代 金属矿和煤矿 开采工程技术史

煤矿编

李进尧 吴晓煜 / 著

金属矿编

卢本珊 / 著



中国古代
金属矿和煤矿
开采工程技术史

SHANXI EDUCATION PRESS
山西教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国古代金属矿和煤矿开采工程技术史/李进尧,吴晓煜,卢本珊著. —太原:山西教育出版社,2007.7

ISBN 978-7-5440-2798-4

I. 中… II. ①李…②吴…③卢… III. ①金属矿开采—技术史—中国—古代
②煤矿开采—技术史—中国—古代 IV. TD85-092 TD82-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 098425 号

山西出版集团·山西教育出版社出版发行
(太原市水西门街馒头巷7号)

山西出版集团·山西新华印业有限公司新华印刷分公司印刷
新华书店经销

2007年7月第1版 2007年7月山西第1次印刷

开本:787×1092毫米 1/16 印张:27

字数:584千字 印数:1—5000册

定价:106.00元

《中国古代工程技术史大系》编委会

顾问 (以姓氏笔画为序)

王玉民	孔祥星	朱光亚	刘广志	严义埏	李学勤
吴良镛	汪闻韶	陈克复	陈志愷	周世德	周光召
张驭寰	赵承泽	胡亚东	柯俊	顾文琪	俞伟超
桂文庄	钱临照	郭可谦	席泽宗	黄务淦	黄展岳
黄铁珊	韩德馨	董光壁	雷天觉	廖克	薛钟灵
潘吉星					

主 编 路甬祥

副主编 何堂坤(常务) 王渝生

常务编委 (以姓氏笔画为序)

王兆春	王渝生	李文杰	李进尧	何堂坤	杨泓
周魁一	张柏春	路甬祥	廖克		

编 委 (以姓氏笔画为序)

王兆春	王菊华	王渝生	冯立升	朱冰	刘德林
许平	李文杰	李进尧	李根群	苏荣誉	何堂坤
沈玉枝	杨泓	周嘉华	周魁一	钟少异	张芳
张柏春	张秉伦	赵继柱	高汉玉	黄赞雄	韩琦
路甬祥	廖克	谭徐明	熊寥		

办公室主任 张宏礼

工作人员 赵翰生 李小娟 王春玲





彩版壹1、江西瑞昌铜岭商周采矿遗址



彩版壹2、江西瑞昌铜岭商代竖井支护结构



彩版贰1、江西瑞昌铜岭商代木滑车



彩版貳 2、江西瑞昌铜岭春秋竖井支护结构



彩版叁 1、江西瑞昌铜岭战国竖井支护结构



彩版叁 2、湖北铜绿山春秋竖井和马头门



彩版肆1、新疆奴拉赛春秋横撑支架法支护



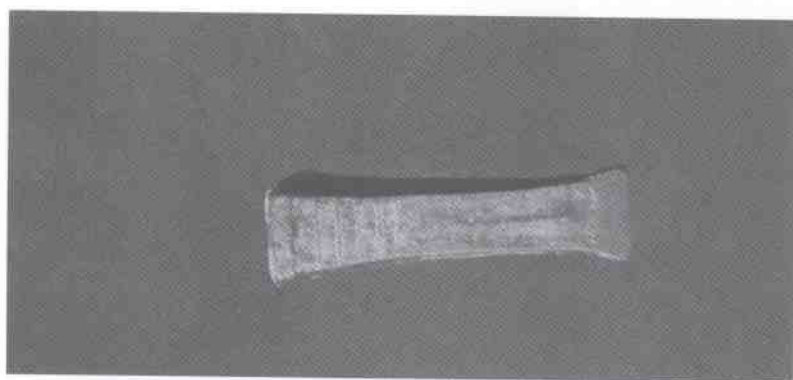
彩版肆2、江西瑞昌铜岭春秋望月木滑车



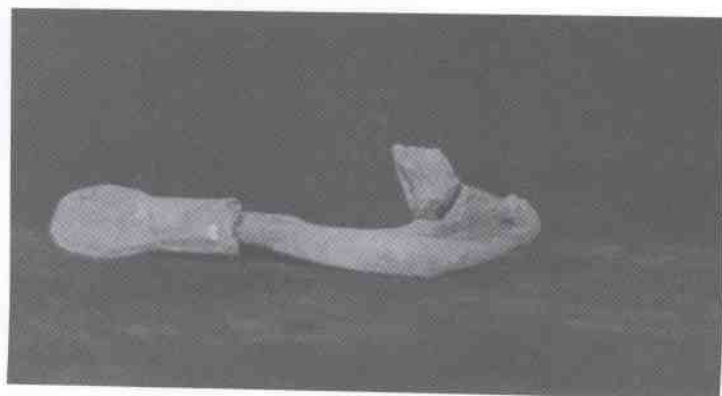
图版壹 1、铜绿山商代竖井



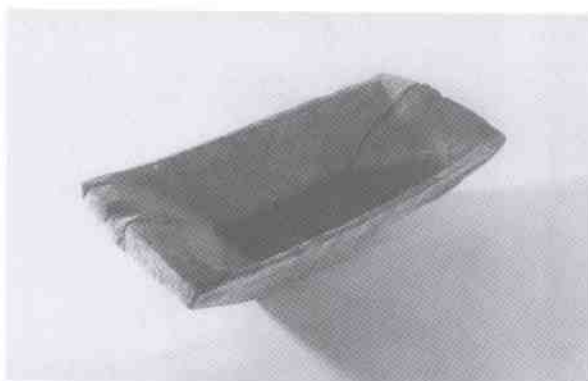
图版壹 2、铜绿山西周竖井井壁支护结构



图版贰 1、铜绿山商代铜铤



图版贰 2、铜绿山商代铜斤



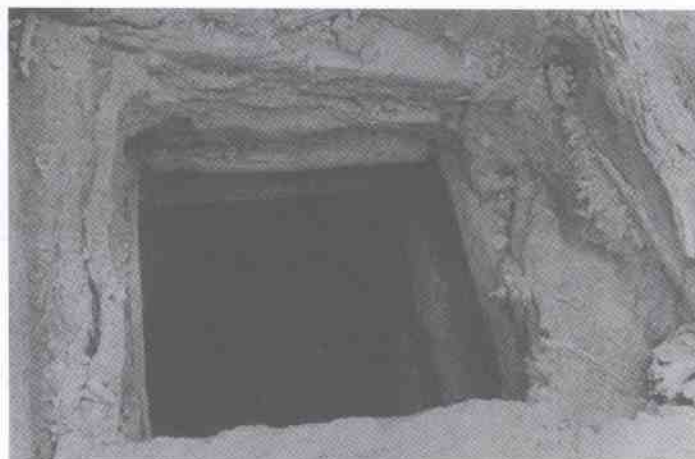
图版貳 3、铜绿山选矿木淘盘



图版貳 4、铜岭选矿溜槽



图版叁 1、铜绿山春秋群井



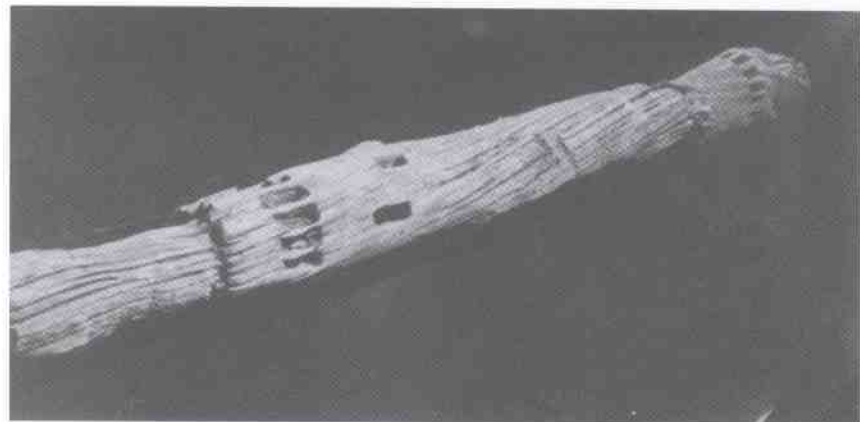
图版叁 2、铜绿山春秋竖井



图版肆1、铜绿山春秋平巷



图版肆2、铜绿山战国井巷通道的马头门



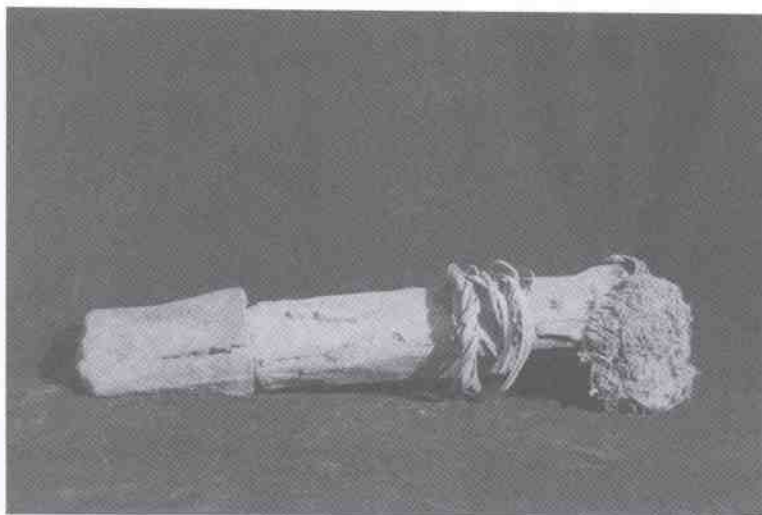
图版伍1、铜绿山战国木绞车轴



图版伍2、铜绿山春秋铁铤



图版伍3、铜绿山战国竖井支护结构



图版伍 4、铜绿山战国铁斧



图版陆 1、铜绿山春秋选矿木淘盘



图版陆 2、铜绿山战国选矿木淘盘

序言

2007年

“工程技术”活动是人类最为基本的社会实践之一。现代工程技术主要表现为以科学发现来引导技术创新，并应用于生产；又围绕生产过程对技术实行集成，并以理论的形态，形成诸多独立的学科，起到联结科学与生产的桥梁作用。工程技术是在人类利用和改造自然的实践过程中逐渐产生，并发展起来的，在古代，人们只有有限，且不太系统的科学知识；科学与生产的联系也不像今天这样直接和紧密。古代工程技术，主要表现为累积了世代经验的生产手段和方法，这些手段和方法，有的经过了一定的总结和概括，有的就蕴含于生产过程之中。当然，由于目的及所采用的手段和方法的不同，古代工程技术也形成了许多门类。就中国古代工程技术而言，最为主要的有以下内容：采矿技术、冶铸技术、机械技术、建筑技术、水利技术、纺织和印染技术、造纸和印刷技术、陶瓷技术、军事技术、日用化工技术等。这些门类，也就是《中国古代工程技术史大系》所要包括的内容。

在科学技术突飞猛进的现代，来研究中国古代工程技术史，我觉得不能不思考三个问题，一是中国古代工程技术发展的特点或规律，二是中国古代工程技术实践的历史意义，三是中国古代工程技术实践的现实价值。我是学现代工程技术的，近些年因工作关系，与科学史界有较多接触，这次《中国古代工程技术史大系》编委会要我担任主编，也促使我有意识地对这些问题进行了思考，借此机会，谨将一些初步的认识梳理罗列于下，以与海内外科学史界的朋友交流、讨论。

(1) 中国古代工程技术发展的主要特点

根植于中华农业文明，发展进程具有连续性、渐进性和相对独立性。

国家因素起着重大作用，具有强大组织功能的中央集权制国家机器推动产生了一系列规模宏大的工程技术实践。

独特的环境、独特的资源和独特的历史，孕育了诸多独特的发明创造。

辽阔与各具特点的地域，既孕育了丰富多样的技术成果，也导致了技术发展的地区差异

(2) 中国古代工程技术实践的历史意义

与中国古代农业技术相结合，共同构成了中华农业文明体系的技术基础。

以富有特色的大量发明创造，形成了世界古代工程技术的独特体系。

以一系列独具匠心的发明,对人类文明进步和近代世界发展作出了贡献。凝聚了中国古人对于自然以及人与自然关系的丰富而独到的认识。

(3) 中国古代工程技术实践的现实价值

当前我们正面临一个全球化的时代,现代化和全球化不能以失落传统为代价,未来世界应当是一个高度发达,同时又保有多样文化传统的多彩世界,中国古代工程技术实践的成果结晶既是中华民族文化传统的有机组成部分,也是人类科学技术传统的重要组成部分。

基于“敬天悯人”的意识,中国先贤一直以“顺天而动”、“因时制宜”、“乘势利导”、“节约民力”为工程技术活动的重要原则,由于多种因素的交互作用,既有成功,也有失败,这部“悲欣交集”的历史长卷,对于今天的工程技术实践乃至整个人类的活动,仍有丰富的启迪意义。历史的经验和教训从来都是一笔宝贵的财富,后来者要善于以史为鉴、服务当今、创造未来。

以上诸点,只是粗线条的概括性认识。我相信,本书各卷的撰著者,必然都从各自的领域和角度对这些问题进行了深入的思考,并以大量的资料进行论证,从而得出自己独立的见解,为读者展现出丰富而生动的学术成果。

中国科技史研究以往存在重数理而轻技术的现象,我希望这次通过编纂《中国古代工程技术史大系》,能够集中全国各方面专家学者的力量,对中国古代工程技术实践进行系统的整理和研究,力求科学地理解中国古代工程技术发展的历史,并对以往有关中国古代工程技术史的研究进行一次总结。

前言

中国古代金属矿和煤矿开采工程技术史分为金属矿编和煤矿编，彼此相对独立、自成体系。上编由卢本珊编撰，下编由李进尧、吴晓煜编撰。

煤炭是能源的重要组成部分，直至 20 世纪末，中国能源构成中煤炭仍占 70% 左右。能源是人类生产和生活的基本要素之一。能源的开发利用对人类生产和生活有着重大影响。火的利用使人类摆脱了茹毛饮血的原始状态，柴薪的利用使人类生活得到巨大改善，煤炭的利用以及与燃煤相联系的蒸汽机的发明，使人类生产方式发生了革命性变化，石油的利用以及和燃油相联系的内燃机的发明，使人类生产方式再次发生深刻的变化，核能的利用以及伴随原子能发电技术的发明，使人类生产方式又一次发生革命性的变化。每一次新能源的开发利用，都使人类生产力水平提高到一个新高度，使人类生活水平上升到一个新起点。从某种意义上说，人类的文明进步史，又是人类不断发现和利用新能源的历史。

每一次能源开发利用的过程，既是人类生产和生活得到改善的过程，又是人类遭到自然界报复，吞食环境破坏苦果的过程，每一个享受到了能源所带来的幸福的人，都不应该忘记能源发展的历史。

人类开发利用能源，大体经历了柴薪阶段、煤炭阶段、石油天然气阶段、核能和可再生能源阶段，这几种能源的开发利用，既有历史上的开发顺序先后关系，又有当代的并列开发关系。它们各自的地位和作用是随着历史的发展变化而变化的。人类早期的漫长年代，仰仗柴薪炊爨取暖，然而森林的过度砍伐，造成部分地区沙漠化，人类不得不咽下自己由于破坏生态平衡所种下的苦果。在新石器时代晚期，中国人开始发现和利用一种新的能源——煤炭，它的开发利用过程，同样有两面性，一方面凝聚了许多代人的聪明才智，带给人们光明、温暖和幸福，另一方面采煤事故的发生夺去了许多煤炭工人的生命，给许多家庭带来灾难和痛苦，煤炭燃烧给环境造成的污染，又给人们的生活带来威胁。本卷煤炭编的任务，就是要揭示中国古人在开发利用煤炭过程中显示的聪明才智，揭示煤炭作为重要能源对社会发展、人民生活的巨大作用，总结中国古人在开发利用煤炭过程中用血汗乃至生命换来的宝贵经验，把中国古代从事采煤业的先人们留下来的好的技术传统和创造精神，继承和发扬下去，以史为镜，促进能源产业可持续发展，更科学合理地开展利用能源。

本卷煤矿编，着重从工程技术的角度，反映中国古代煤矿开采工程技术发展的

客观过程，力图阐明中国古代煤矿开采工程技术发展的社会条件和内在根据。

中国古代煤矿开采工程技术，起源于新石器时代晚期（距今约六七千年），到西汉时期已见雏形，宋元时期形成完整的体系，明清时期臻于完善，形成了以手工操作为基本特征的采煤技术传统，一直延续至今。

中国古代煤矿开采工程技术，起源之早，发展之快，应用之广，在世界上都是罕见的，其领先的优势一直保持到16世纪。17世纪末，英国工程师塞维利（**Thomas Savery**，1650?—1715）为解决英国社会对煤炭的急需，解决英国煤矿的严重积水问题，在巴本（**Denis Papia**，1647—1712）蒸汽机基础上发明了蒸汽泵（抽水机），初步解决了煤矿浅井排水问题，宣告了西方采矿技术开始超越中国。在蒸汽机革命的基础上，19世纪中叶，以蒸汽为动力的提升机、抽水机、通风机在西方采矿业中广泛应用，标志着西方采矿技术已远远走在中国前面。

历史的发展是充满辩证法的，先进可以转变为落后，优势可以转变为劣势，良好的资源条件反而可能成为阻碍技术进步的消极因素。中国古代煤矿开采工程技术长期领先却在近代开始落后了，原因之一是中国煤炭资源十分丰富，煤炭储量分布很广，用传统手工采煤方法，开采浅部煤层就可满足社会对煤炭的需求。所以，在市场经济不发达的封建经济条件下，资源优势反而成了技术进步的障碍，因为，即使不改进技术，也可以得到足够用的煤炭。历史发展告诉我们，社会需求、资源条件、技术进步三者之间存在着矛盾统一的关系，认识和把握三者的辩证统一关系，有利于技术创新，推动经济发展。

本卷煤矿编的编写原则是：以史料为基础，以技术发展为线索，综合分析，断代分章；传统技术，专章叙述；中外对比，简明扼要，供读者参考。

本卷金属矿编主要论述了我国古代金属矿开采工程技术（包括找矿、采矿、选矿）的起源、发展及主要成就，并探讨了其对我国古代文化和社会发展的影响。时间跨度为史前到19世纪中叶。

金属矿编笔者有机会在相关部门的合作支持下到中国多处矿山遗址进行考察，并采用多种研究手段，对古代地质探矿、矿山测量、矿井开拓、地下采矿方法、矿井通风、排水、照明、矿石提升运输、矿石分选等技术环节，及彼此相互联系、相互制约的关系，做了深入研究，理清了中国古代金属矿开采的历史发展过程，这一过程大体上可分为萌芽期、初步形成期、初步发展期、创新期、充实提高期、全面发展期六个阶段。

萌芽期：或叫史前期，即旧石器和新石器时代，人们选择、采集和制作石质工具的工作虽然十分原始，但其中便孕育了最初的找矿和采矿方法；在新石器时代，采石活动已分出了露天开采和地下开采两种，并开始了最为原始的金属矿开采实践。

初步形成期：夏商时期，已形成多种探矿方法，多种井巷联合开拓技术。地下井巷支护技术已有一定发展，并达到了可以控制采空区地压的要求。井巷支护已有一定规格的“预制”构件，可在井下“装配”。采掘工具已使用铜质专用器。矿山提升采用了滑车等简单的机械。

初步发展期：西周时期，露天开采规模扩大，破岩能力增强。开采坚硬矿脉采

用“锤与楔”的方法。有了斧、铤、铲、镢等合范铸造的多种青铜专用采掘器。对地压的认识进一步深化,不断改进井巷支护形式,以提高对地压的控制能力。创造了多种地下采矿方法,特别是水平棚子支柱充填法。创建比较完善的矿井防水和排水系统。水介质溜槽选矿技术趋于成熟。

创新期:春秋至战国中期,矿业管理水平明显提高,技术熟练的名工名匠不断涌现,金属找矿方法有了突破性进展。铁矿得到了开采,铁器开始使用。凿岩技术有创新,新的井巷支护技术代替了旧的技术,表现出多方面的优越性。多种采矿方法进一步完善,矿山提运机械有了新的发展。

充实提高期:秦汉至元代,金属矿开采工程技术在三个方面得到了充实提高:一是各项技术使用越来越成熟。二是一些先进技术的使用面越来越广泛。三是矿山规模不断扩大。这个时期金属矿开采大体上是持续发展的,除了魏晋南北朝和五代之外,秦汉、隋唐、宋元三个历史阶段,采矿技术都相当发达。

全面发展期:明清时期,中国古代金属采矿技术得到了全面发展,矿业生产以十几倍的数量级增加。明代中叶之后,采矿业中出现了资本主义萌芽,有关典籍记录了许多矿业方面的技术成就。

需要指出的是:从我国整个古代历史时期来看,有关采矿技术的记载还是十分缺乏,故本编撰写中对考古资料及其研究成果采用较多,文献记载则相对较少;迄今为止,发现和经科学考古发掘的矿山遗址,以种类而言,铜矿山最多,铁矿山次之,其他金属和非金属矿山极少;以时代而言,先秦为最多,汉魏以后较少。因此,本书对铜矿的采矿技术谈得较为详细,其他金属矿山未能细谈。

本卷煤矿编的编写顾问是中国工程院院士韩德馨教授,煤矿编的审稿为中国矿业大学崔云龙教授和中国古代工程技术史大系副主编何堂坤研究员,他们为书稿编撰、修改提出过许多宝贵意见,编撰者谨致深深的谢意。

作者

2001年8月

目录

金属矿编

第一章 史前期采矿技术

第一节 关于采矿的技术背景

第二节 金属矿开采技术的起源

参考文献

第二章 夏商采矿技术

第一节 手工业分工促进矿业发展

第二节 商代探矿技术

第三节 商代采矿技术

第四节 商代铜料来源及方国矿山技术

参考文献

第三章 西周采矿技术

第一节 关于西周的主要产铜地区

第二节 西周采矿技术的发展

第三节 西周选矿技术

参考文献

第四章 东周采矿技术

第一节 东周矿业发展概况

第二节 找矿方法

第三节 采矿技术的发展

第四节 选矿工具

参考文献

第五章 秦汉魏晋南北朝采矿技术

第一节 社会经济的发展 and 矿业管理的加强

第二节 采矿技术的提高

参考文献

第六章 隋唐五代采矿技术

第一节 矿业政策的变化和矿业辅助技术的发展

第二节 金属矿山的分布概况