



世界技术编年史

SHIJIE JISHU BIANNIAN SHI

采矿冶金

能源动力

主编 潜伟 王洛印

图书在版编目(CIP)数据

世界技术编年史. 采矿冶金 能源动力 / 潜伟, 王洛印主编. — 济南: 山东教育出版社, 2019. 10(2020. 8重印)

ISBN 978-7-5701-0802-2

I. ①世… II. ①潜… ②王… III. ①技术史—世界 IV. ①N091

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第222933号

责任编辑: 韩建华 赵鑫莹 董 晗 张 弘

装帧设计: 丁 明

责任校对: 赵一玮

SHIJIE JISHU BIANNIAN SHI
CAIKUANG YEJIN NENGYUAN DONGLI

世界技术编年史 采矿冶金 能源动力 潜伟 王洛印 主编

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出版发行: 山东教育出版社

地址: 济南市纬一路321号 邮编: 250001

电话: (0531) 82092660 网址: www.sjs.com.cn

印 刷: 山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司

版 次: 2019年10月第1版

印 次: 2020年8月第2次印刷

开 本: 710毫米×1000毫米 1/16

印 张: 37.5

字 数: 618千

定 价: 115.00元

(如印装质量有问题, 请与印刷厂联系调换) 印厂电话: 0539-2925659

《世界技术编年史》编辑委员会

顾 问：（按姓氏笔画为序）

卢嘉锡 任继愈 李 昌 柯 俊 席泽宗 路甬祥

主 任：姜振寰

副 主 任：汪广仁 远德玉 程承斌 李广军

编 委：（按姓氏笔画为序）

王思明 王洛印 巩新龙 刘戟锋 远德玉 李广军

李成智 汪广仁 张明国 陈 朴 邵 龙 赵翰生

姜振寰 崔乃刚 曾国华 程承斌 潜 伟

本卷撰稿：采矿冶金部分

主 编：潜 伟

撰 稿：潜 伟 陈虹利 陈 依 雷丽芳

能源动力部分

主 编：王洛印

撰 稿：王洛印 罗宝成 张 爽

总序

人类的历史，是一部不断发展进步的文明史。在这一历史长河中，技术的进步起着十分重要的推动作用。特别是在近现代，科学技术的发展水平，已经成为衡量一个国家综合国力和文明程度的重要标志。

科学技术历史的研究是文化建设的重要内容，可以启迪我们对科学技术的社会功能及其在人类文明进步过程中作用的认识与理解，还可以为我们研究制定科技政策与规划、经济社会发展战略提供重要借鉴。20世纪以来，国内外学术界十分注重对科学技术史的研究，但总体看来，与科学史研究相比，技术史的研究相对薄弱。在当代，技术与经济、社会、文化的关系十分密切，技术是人类将科学知识付诸应用、保护与改造自然、造福人类的创新实践，是生产力发展最重要的因素。因此，技术史的研究具有十分重要的现实意义和理论意义。

本书是国内从事技术史、技术哲学的研究人员用了多年的时间编写而成的，按技术门类收录了古今中外重大的技术事件，图文并茂，内容十分丰富。本书的问世，将为我国科学技术界、社会科学界、文化教育界以及经济社会发展研究部门的研究提供一部基础性文献。

希望我国的科学技术史研究不断取得新的成果。

经解 2002/11/02

前言

技术是人类改造自然、创造人工自然的方法和手段，是人类得以生存繁衍、经济发展、社会进步的基本前提，是生产力中最为活跃的因素。近代以来，由于工业技术的兴起，科学与技术的历史得到学界及社会各阶层的普遍重视，然而总体看来，科学由于更多地属于形而上层面，留有大量文献资料可供研究，而技术更多地体现在形而下的物质层面，历史上的各类工具、器物不断被淘汰销毁，文字遗留更为稀缺，这都增加了技术史研究的难度。

综合性的历史著作大体有两种文本形式，其一是在进行历史事件考察整理的基础上，抓一个或几个主线编写出一种“类故事”的历史著作；其二是按时间顺序编写的“编年史”。显然，后一种著作受编写者个人偏好和知识结构的影响更少，具有较强的文献价值，是相关专业研究、教学与学习人员必备的工具书，也适合从事技术政策、科技战略研究与管理学习参考。

技术编年史在内容选取和编排上也可以分为两类，其一是综合性的，即将同一年的重大技术事项大体分类加以综合归纳，这样，同一年中包括了所有技术门类；其二是专业性的，即按技术门类编写。显然，两者适合不同专业的人员使用而很难相互取代，而且在材料的选取、写作深度和对撰稿者专业要求方面均有所不同。

早在1985年，由赵红州先生倡导，在中国科协原书记处书记田夫的支持下，我们在北京玉渊潭望海楼宾馆开始编写简明的《大科学年表》，该年表历时5年完成，1992年由湖南教育出版社出版。在参与这一工作中，我深感学界缺少一种解释较为详尽的技术编年史。经过一段时间的筹备之后，1995



年与清华大学汪广仁教授和东北大学远德玉教授组成了编写核心组，组织清华大学、东北大学、北京航空航天大学、北京科技大学、北京化工大学、中国电力信息中心、华中农业大学、哈尔滨工业大学、哈尔滨医科大学等单位的同行参与这一工作。这一工作得到了李昌及卢嘉锡、任继愈、路甬祥、柯俊、席泽宗等一批知名科学家的支持，他们欣然担任了学术顾问。全国人大常委会原副委员长、中国科学院原院长路甬祥院士还亲自给我写信，谈了他的看法和建议，并为这套书写了序。2000年，中国科学院学部主席团原执行主席、原中共中央顾问委员会委员李昌到哈工大参加校庆时，还专门了解该书的编写情况，提出了很好的建议。当时这套书定名为《技术发展大事典》，准备以纯技术事项为主。2010年，为了申报教育部哲学社会科学后期资助项目，决定首先将这一工作的古代部分编成一部以社会文化科学为背景的技术编年史（远古—1900），申报栏目为“哲学”，因为我国自然科学和社会科学基金项目申报书中没有“科学技术史”这一学科栏目。这一工作很快被教育部批准为社科后期资助重点项目，又用了近3年的时间完成了这一课题，书名定为《社会文化科学背景下的技术编年史（远古—1900）》，2016年由高等教育出版社出版，2017年获第三届中国出版政府奖提名奖。该书现代部分（1901—2010）已经得到国家社科基金后期资助，正在编写中。

2011年4月12日，在山东教育出版社策划申报的按技术门类编写的《世界技术编年史》一书，被国家新闻出版总署列为“十二五”国家重点出版规划项目。以此为契机，在山东教育出版社领导的支持下，调整了编辑委员会，确定了本书的编写体例，决定按技术门类分多卷出版。期间召开了四次全体编写者参与的编辑工作会，就编写中的一些具体问题进行研讨。在编写者的努力下，历经8年陆续完成。这样，上述两类技术编年史基本告成，二者具有相辅相成，互为补充的效应。

本书的编写，是一项基础性的学术研究工作，它涉及技术概念的内涵和外延、技术分类、技术事项整理与事项价值的判定，与技术事项相关的时间、人物、情节的考证诸多方面。特别是现代的许多技术事件的原理深奥、结构复杂，写到什么深度和广度均不易把握。

这套书从发起到陆续出版历时20多年，期间参与工作的几位老先生及5位



顾问相继谢世，为此我们深感愧对故人而由衷遗憾。虽然我和汪广仁、远德玉、程承斌都已是七八十岁的老人了，但是在这几年的编写、修订过程中，不断有年轻人加入进来，工作后继有人又十分令人欣慰。

本书的完成，应当感谢相关专家的鼎力相助以及参编人员的认真劳作。由于这项工作无法确定完成的时间，因此也就无法申报有时限限制的各类科研项目，参编人员是在没有任何经费资助的情况下，凭借对科技史的兴趣和为学术界服务的愿望，利用自己业余时间完成的。

本书的编写有一定的困难，各卷责任编辑对稿件的编辑加工更为困难，他们不但要按照编写体例进行订正修改，还要查阅相关资料对一些事件进行核实。对他们认真而负责任的工作，对于对本书的编写与出版给予全力支持的山东教育出版社的领导，致以衷心谢意。本书在编写中参阅了大量国内外资料和图书，对这些资料和图书作者的先驱性工作，表示衷心敬意。

本书不当之处，显然是主编的责任，真诚地希望得到读者的批评指正。

姜振寰

2019年6月20日

编写说明

一、本书收录范围

本书包括采矿冶金（采矿、冶炼等）、能源动力（能源动力工业、能源动力工程、能源动力工艺等）两大部分。每部分收录的事件按年代顺序排列。

二、条目选择

与上述两大部分有关的技术思想、原理、发明与革新（专利、实物、实用化）、工艺（新工艺设计、改进、实用化），与技术发展有关的重要事件、著作与论文等。

三、编写要点

1. 每个事项以条目的方式写出。用一句话概括，其后为内容简释。
2. 外国人名、地名、机构名、企业名尽量采用习惯译名，无习惯译名的按商务印书馆出版的辛华编写的各类译名手册处理。
3. 文中专业术语不加解释。
4. 书后附录由人名索引、事项索引及参考文献部分组成，均按汉语拼音字母顺序排列。

四、国别缩略语

[英] 英国 [法] 法国 [德] 德国 [意] 意大利 [奥] 奥地利



[西] 西班牙 [葡] 葡萄牙 [美] 美国 [加] 加拿大 [波] 波兰
[匈] 匈牙利 [俄] 俄国 [中] 中国 [芬] 芬兰 [日] 日本
[希] 希腊 [典] 瑞典 [比] 比利时 [埃] 埃及 [印] 印度
[丹] 丹麦 [瑞] 瑞士 [荷] 荷兰 [挪] 挪威 [捷] 捷克
[苏] 苏联 [以] 以色列 [新] 新西兰 [澳] 澳大利亚



采矿冶金

概述	3
旧石器时代	15
约B.C.3000年	26
B.C.4世纪	49
B.C.1世纪	55
8世纪	68
14世纪	81
1510年	84
1701年	95
1803年	114
1850年	139
1870年	164
1890年	187
1900年	200
1910年	210
1920年	218
1930年	226
1940年	234

1950年	247
1960年	264
1970年	277
1980年	290
1990年	299
参考文献	300
事项索引	302
人名索引	310
编后记	316

能源动力

概 述	319
约B.C.4千纪	324
B.C.1世纪	329
1世纪	330
10世纪	337
15世纪	343
17世纪	355
1800年	369
1850年	388
1880年	407
1890年	418
1900年	427
1910年	432
1920年	438
1930年	446



1940年	455
1950年	464
1960年	481
1970年	493
1980年	510
1990年	529
2000年	554
参考文献	558
事项索引	562
人名索引	576
编后记	584

采矿冶金



概述

采矿和冶金技术的进步与人类的文明紧密联系在一起。早在旧石器时代，人类就开始采石，用以制作各种石器。燧石矿在新石器时代由露天开采演变为矿井开采。在新石器时代后期，人类开始使用金属，制陶技术促进了冶金技术的产生和发展。世界各地进入青铜时代、铁器时代的时间各不相同，技术发展的道路也各有特色。采矿技术的进步提供了冶金生产所需的原料，冶金技术的发展提供了用青铜、铁等金属及各种合金材料制造的生活用具、生产工具和武器，提高了社会生产力，推动了社会进步。

到了新石器时代晚期，人类开始利用天然金属，进入一个可称为铜石并用的时代。但天然金属资源有限，要获得更多的金属，只能依靠矿石冶炼制取金属。人类在寻找石器的过程中认识了矿石，并在烧制陶器的生产中创造了冶金技术。矿石炼铜是个里程碑，最先是冶炼氧化矿（如孔雀石），后来是硫化矿（如黄铜矿），接着金属矿得到开发，巴尔干地区的铜矿石得到利用，此后逐渐以矿石为原料来冶铸金属器物，近东和中东地区地下采掘铜、铅等矿产也逐渐开展起来。至青铜时代，已经可以开掘一定深度的小立井来采矿，能沿矿体开掘平巷，用木支架维护巷道，使用水排、辘轳、轮车等工具。爱琴海沿岸的巨型采石场则造就了古希腊罗马时代辉煌精美的雕像和建筑艺术。

人类最早对金属的利用是从西亚开始的。最早的铜制品发现于B.C.8千纪的土耳其恰约尼地区，包括铜针、铜珠、铜锥等。随后，在伊朗高原、美索不达米亚、爱琴海沿岸地区都有铜制品的发现，铜制生产工具也越来越多。

对伊朗的苏萨、泰佩斯萨尔和阿拉伯谷地的提姆纳等早期冶炼遗址的冶炼遗物的分析检测表明，至迟在B.C.5千纪，人类已经掌握了冶铜技术。铜冶金从自然铜开始，经过红铜、砷铜、锡青铜、黄铜等几个阶段。早期冶炼工具也有坩埚、碗式炉等，加工工艺有锻造和铸造。青铜时代的到来，宣告了人类制造和使用金属材料的能力有了很大的提升。

至B.C.3千纪，古埃及和美索不达米亚出现了金银器，灰吹法炼铅提银已经得到应用。迈锡尼时代劳里昂银铅矿的开采与利用，已经显示出非常高超的水准。B.C.14世纪的法老图坦卡蒙金棺代表着古埃及黄金时代的到来。对于财富象征的金银矿和宝玉石等珍稀矿产资源的开发和利用，从来就没有停止过。

人类对铁的使用是从陨铁开始的，铁的优越性能使其受到重视。大约在B.C.14世纪，赫梯人发明了人工冶铁术，并与周边地区进行铁的贸易。随后，西亚和中亚各地区也先后出现了早期铁制品，冶铁技术迅速流传开来。B.C.10世纪后，各地陆续开始进入铁器时代。B.C.8世纪亚述军队已经在使用铁武器，铁农具如犁、锄、锹等也已经广泛使用。B.C.8—B.C.7世纪，北非、西欧相继进入铁器时代。这个时候主要是块炼铁法，经冶铁竖炉或地炉冶炼后取出全部炉料，通过捶打使渣铁分离，分选烧结锻造成锭。至迟在B.C.5世纪，中国发明了液态冶铁得到生铁制品的方法，并且通过热处理使脆性的生铁性能得到改善，并在此基础上发展了炒钢等各项技术，制作的各种农具和工具极大地提升了生产力，也促进了中国古代繁荣的农业文明形成。块炼铁技术和铸铁技术共同形成了中国古代钢铁技术体系。与此同时，中亚、印度等地已经开始出现追求高品质钢的坩埚炼钢技术，并逐渐发展出乌兹钢、大马士革钢系列产品。

人类对复杂造型和装饰艺术的追求，促进了对金属成型技术的熟练掌握。早在B.C.3千纪，古埃及人就能用失蜡法铸造出精美生动的青铜像，铸造用范由石范演变成陶范，甚至发展到铁范。与此同时，以铸造和锻造为基础发展出来了更加精细的金属工艺。B.C.7—B.C.6世纪，中国人巧妙地将多层范片叠合起来进行浇铸，形成叠铸工艺。至B.C.5世纪，各种表面装饰工艺也更加复杂，鎏金、镶嵌、错金银等开始出现在中国的青铜器中。B.C.3世纪的罗

德岛巨像是用青铜和铁制作而成的，表面裹以青铜，内部用铁块加固，成为那个时代的永恒记忆。对锻造和铸造技术的不同理解，造就了东西方技术传统的差异，也形成了各自发展的道路。

鼓风技术是冶金生产的核心技术之一。B.C.1500年左右，古埃及勒克米尔壁画中显示的缶状足踏鼓风机是最早的形象之一，后来演变成纵向皮囊鼓风。中国山东滕州市东汉画像石的橐形象，代表着1世纪横向鼓风器的盛行。至后期，水排驱动の木扇鼓风成为中国冶铁技术的主要动力来源。中国发明的活塞式木风箱主要用于锻铁。鼓风方式不同，影响了东西方冶铁炉型演变的不同。

人们早期在总结各种采矿冶金经验的基础上，写成了许多重要的著作，包含着丰富的技术思想和知识。B.C.5世纪的《山海经》就记述了10多种矿物的170多处产地，还根据矿物的特征有了最早识别矿物的方法；《管子》则记述了找矿的方法，也有磁石的记载；《神农本草经》对混汞法提金银的方法进行了描述；而《考工记》关于“六齐”的记载则表明，古人已懂得合金配比与性能的关系；《淮南万毕术》有最早的湿法炼铜的记载；成书于B.C.3世纪的古希腊著作《论石头》有70多种矿物的记载；亚里士多德的著作中有许多矿物的描述；老普林尼所著《博物志》对烤钵法等多种冶金工艺都有提及。

公元纪年以后，东方的采矿冶金技术得到了很大的发展。4世纪初，印度制成了德里铁柱，全部由熟铁锻造而成，体现了很高的工艺水准。印度有了最早的炼锌技术的文献记载，后来在贾斯坦邦的扎瓦尔铅锌矿的调查也证实了其较早的技术。而中国炼丹术士们热衷于炼出各种金丹的试验，陶弘景、魏伯阳、狐刚子、葛洪、孙思邈、轩辕述、崔昉等人对矿物的认识和冶金术有所贡献。6世纪开始，大型金属铸件的铸造工艺得到显著提高，此时期制作的铜像中的日本飞鸟大佛、奈良大佛、镰仓大佛和中国正定大佛至今仍熠熠生辉；中国唐代的蒲津渡铁器群和五代的沧州铁狮也都是其中的杰出代表。银膏硬化补牙技术也出现在了7世纪的中国唐朝。

罗马时期欧洲的矿山普遍采用水力采矿和选矿，水车的使用大大提高了矿山的生产效率，阿基米德螺旋也得到广泛应用。大型矿山的开采给中世