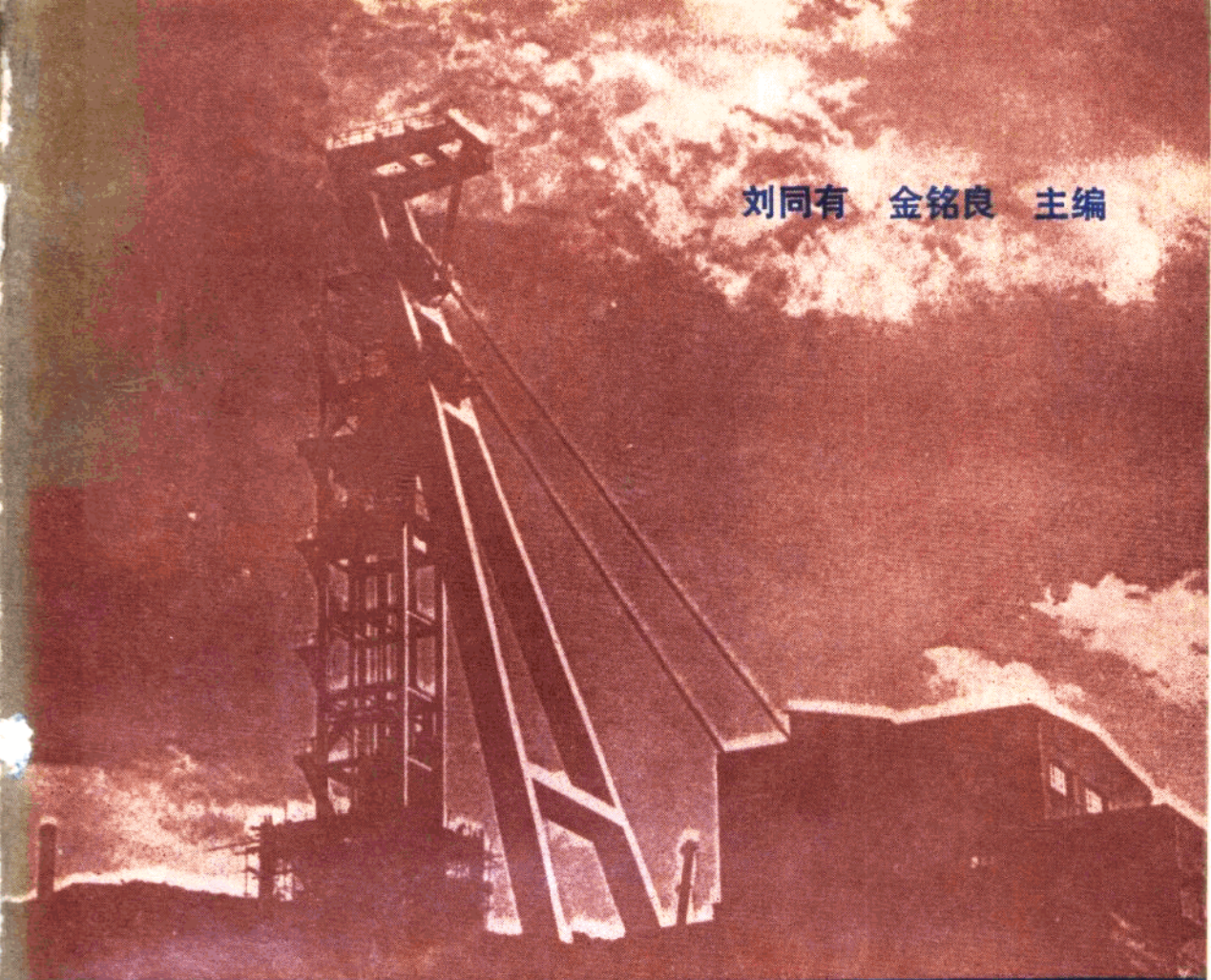




刘同有 金铭良 主编

中国镍钴矿山 现代化开采技术

冶金工业出版社

序

中国镍钴工业的发展,从50年代的空白到90年代已能满足国家工业建设的需要,主要是以金川镍钴矿为代表现代化开采技术迅速发展而达到的。金川镍钴矿山是中国人民的骄傲,也是世界采矿工作者关注的地方。金川国际交往频繁,国外专家学者来金川进行研究,金川也在国外承包工程与研究项目,金川镍钴矿在这方面是走在前面的矿山。金川镍钴矿山采矿的科研及其技术,已成为国内许多矿山,特别是金属矿、黄金矿借鉴与引用的典范。金川的采矿经验,也已推广到了国外。国内学术界把金川视为岩石力学、岩土工程(包括煤炭、铁路、水电、城市地下铁道等)和工程地质的窗口,许多学会都希望看看金川矿山,来金川开学术会议,学习点新东西。金川在国内外的影响很大。我有幸在金川参加科研工作长达15个年头(从1979年开始,最近一次离开金川是1993年春节前的三天),得到了很多新知识。

金川硫化镍矿床储量仅次于加拿大萨德伯里地区,居世界第二位。在金川未被发现之前,我国仅有会理、商南等小镍矿。镍是炼钢的重要元素。金川的资源除镍以外还有铜、钴、铂族等十多种有价值元素。前副总理兼国家科委主任方毅亲自抓金川综合利用的工作,并且一抓就是十年,中国有色金属工业总公司前总经理费子文亲自执行落实中央的指示,都说明了金川矿山在国民经济建设中所占的重要地位,国家对金川矿山的重视在全国是独一无二的。

方毅到金川矿山,首先组织科研院校与金川矿山科技人员进行科技攻关,解决两个关键性问题:一是矿山基建巷道开挖问题。由于地层压力大,岩体破碎,前面掘进,后面返修,矿山长期不能投产,被形容为“有宝拿不出来”。二是长期未决的采矿方案问题。冶金工业部从1977年就开始讨论这个问题。国外有15家公司专家前来提出五花八门的方案,有深露天开采、空场法、充填法和崩落法等采矿方法。国内同行主要有崩落法和充填法两种意见。经过激烈的学术探讨,最终采纳了以龙首矿和北京有色冶金设计研究总院、长沙矿山研究院等科技人员为主,经过实践检验的胶结充填开采方案。这一方案的实施,不仅保住了原矿山开拓系统不被破坏,最重要的是为确保1983年~1985年的三年三大步(从10000t电镍增长到20000t),以后企业又以每年增长1000t电镍的速度增长,为年盈利5亿元打下了牢固的基础,也为矿山长期地持续和稳定开采奠定了牢固的基础。

金川在胶结充填采矿方面,经验是丰富的,技术是熟练的。他们在不同的地质、设备条件下,进行了多种形式的胶结充填采矿与试验,有上向胶结充填法开采(矿石稳固条件下使用),有下向胶结充填法开采(矿岩不稳固)。在下向开采中,又有下向高进路胶结充填法开采和下向倾斜进路回采的胶结充填法开采。在上向胶结充填中,也进行过瑞典方案的开采,试验过VCR法和深孔采矿嗣后一次充填的方法。通过三十年来的长期科研、生产实践,金川工程技术人员的采矿技术是高深的。

金川人的采矿技术,永远不会停留在现状之中睡大觉。为了进一步提高矿山生产力,金川与澳大利亚合作,以岩石力学研究为先导,在现行的随采随充的下向胶结充填法的基础上,把2~3m的浅孔爆破改为深孔爆破,把分层充填试验改为嗣后一次充填的采矿方法试

ABE/69/03

验。目前在二矿区又进行大规模无轨设备机械化开采实践，象澳大利亚蒙特艾萨那样，增大开采强度进行采矿，其前景是可以预测的。此外，龙首矿还根据设备条件，进行了下向六角形倾斜分层胶结充填采矿，这是龙首矿的创造，进一步保证了采场的安全性。

金川在巷道支护技术与理论研究方面，也作出了重要贡献。金川运用岩石力学原理使用喷锚网支护。他们的作法是：根据岩体的流变性质与节理发育情况，选择喷锚网支护的施工方法，喷层厚度，喷与锚的顺序以及支护补强时间等。金川采用喷锚网支护，同时进行位移监测，从位移变化中，预测巷道的稳定性。对于巷道变形持续一段时间后能够停止的凯尔文流变体理论，使用喷锚网支护，用调整支护强度的办法，就可以维持住巷道的稳定性；对于变形永无止境的马克斯维尔流变体，单纯使用喷锚支护是不够的，必须再加一种刚度比较大的支护结构，才可以延缓围岩变形，或者维持巷道的稳定，这些都是值得推广的技术。

我认为，金川在使用胶结充填采矿法中，对充填机理的作用，有了更切合实际的认识。传统充填理论把充填体视为一种支护结构来顶住（支撑）顶板，也有的理论认为，充填体与围岩的接触应力起支撑围岩稳固的主要作用。金川把充填体理解为地层的一部份不同性质的地层介质，充填体进行填充空区，也像其它地层一样，共同参与地应力的调整。因此充填体在空区中具有三种作用：（1）吸收与转移地应力（原岩体应力）；（2）与围岩接触支撑，防止围岩破坏；（3）对应力有隔离作用（在下向充填采矿中，充填体形成人工假顶，隔离了地应力的垂直方向应力，保证了顶板的安全性）。这是金川依据生产实践得出的认识。

我对金川没有全面了解。1977年冶金工业部讨论金川采矿方法，我开始对金川有了了解，1977年以前的情况，我是通过调查和阅读金铭良的“金川采矿方法”报告得到的，前后对比，金川的发展是惊人的。这次金川有色金属公司副总经理刘同有、副总工程师金铭良组织主编《中国镍钴矿山现代化开采技术》，集中了金川矿山技术人员的智慧和生产实践经验，同时收集了中国镍钴矿山资料，是本好书，这对我国有关矿山科研、设计部门和现场工作是很有用的。值此《中国镍钴矿山现代化开采技术》付梓之际，我写下以上诸言，谨表祝贺，是为序。

北京科技大学 于学钺

1995年4月17日

主 编

刘同有 金铭良

参 编 者

- | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 第一章 | 刘同有 | 金铭良 | | | |
| 第二章 | 宋恕夏 | 金在森 | | | |
| 第三章 | 包四根 | 田永绥 | | | |
| 第四章 | 杨三才 | 刘利勋 | 金铭良 | 杨长生 | 顾贵先 |
| 第五章 | 李寿喜 | 梅维岑 | | | |
| 第六章 | 金铭良 | 殷永家 | 朱毓新 | 唐长松 | |
| 第七章 | 周成浦 | 王佩勋 | 高 立 | | |
| 第八章 | 拜生学 | 蓝用新 | 苏玉林 | | |
| 第九章 | 刘祖同 | 谭济民 | 李凤祥 | | |
| 第十章 | 赵千里 | 罗宗页 | | | |
| 第十一章 | 张宏光 | 高宪章 | 张宏恩 | | |
| 第十二章 | 蔡士鹏 | 金铭良 | | | |
| 附 录 | 金铭良 | | | | |



金川有色金属公司的二
矿区西主井 ($\phi 4.5\text{m} \times 4$
绳, 3500kW 落地式摩擦
轮卷扬机)

金川二矿区 1250 中段采用 H
—127 凿岩台车在下向胶结充
填法采场中凿岩



金川二矿区 1400 中段采用
LF4.1 铲运机进行出矿





金川二矿区 1679 斜坡
道口的 MK-A25.5(25t)
井下卡车及 6m³ 铲运机



金川二矿区东、西副井及东部搅拌站



金川二矿区西部搅拌站控制室正在
组织充填工作



金川龙首矿的新 2 号主井及正在建设中的新 1 号主井



金川龙首矿的主斜坡道与西部采区（露天转井下开采）投产



金川龙首矿 1400 中段机械化开采的采场



金川龙首矿的科技人员、工人在下向六角形进路胶结法采场中工作的情况



新疆喀拉通克铜镍矿远眺



吉林磐石镍矿的富家矿露天采场上盘边坡和充填系统

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 镍钴工业的发展历史.....	(1)
第二节 镍、钴金属特性及中国镍钴矿的分布.....	(3)
第三节 中国镍钴开采技术未来的展望.....	(4)
第二章 镍钴矿山地质	(7)
第一节 中国镍钴矿床分布及分类.....	(7)
第二节 金川矿区的地质特征.....	(7)
第三节 镍钴矿床简介	(20)
第四节 中国镍矿床的地质特点	(41)
第五节 矿山生产中物化探综合方法找矿新技术和矿山地质综合研究	(41)
第三章 矿山工程地质与岩石力学	(50)
第一节 镍钴矿床开发中工程地质与岩石力学研究的特殊意义	(50)
第二节 金川镍矿岩体工程地质特征	(53)
第三节 金川镍矿露天矿开采的岩体工程地质与稳定性分析评价	(71)
第四节 金川镍矿地下开采岩体工程地质与稳定性分析评价	(75)
第四章 开拓工程与井巷建设	(109)
第一节 开拓系统.....	(109)
第二节 不良岩层中开拓工程施工.....	(116)
第三节 金川镍矿的斜坡道工程.....	(125)
第四节 巷道掘进.....	(132)
第五章 凿岩爆破	(145)
第一节 概述.....	(145)
第二节 液压凿岩台车凿岩.....	(145)
第三节 爆破.....	(148)
第四节 无爆破掘进和采矿新技术.....	(168)
第六章 采矿方法	(173)
第一节 中国镍钴矿山采矿方法的演变.....	(173)
第二节 上向分层胶结充填采矿法.....	(175)
第三节 下向倾斜分层六角形进路胶结充填采矿法.....	(181)
第四节 机械化下向胶结充填采矿法.....	(186)

第五节	VCR 采矿法	(198)
第六节	削壁充填法	(206)
第七节	崩落采矿法	(207)
第八节	大面积开采的围岩控制	(213)
第七章	胶结充填工艺及新技术	(221)
第一节	金川充填材料的选择及其物理力学性质	(221)
第二节	粗骨料胶结充填料的制备与输送	(239)
第三节	高浓度料浆管道自流输送新工艺	(247)
第四节	胶结充填新工艺新技术的研究	(258)
第八章	矿山通风	(272)
第一节	矿山通风技术的发展	(272)
第二节	金川二矿区通风系统与采场通风	(273)
第三节	金川龙首矿通风系统	(277)
第四节	井下风机站设置与遥控技术	(278)
第五节	露天转井下通风系统	(284)
第六节	新型风机的特性	(285)
第七节	镍钴矿山氨的析出与排氨	(300)
第九章	矿山机械与自动化	(306)
第一节	概述	(306)
第二节	地下采掘机械的性能	(308)
第三节	地下装载机械的性能	(335)
第四节	金川镍矿二矿区无轨地下运输机械性能	(353)
第五节	矿井提升设备	(358)
第六节	矿山电气自动化	(365)
第七节	井下矿山通讯	(369)
第十章	矿山安全新技术	(372)
第一节	顶板控制技术	(372)
第二节	安全保护控制技术	(378)
第三节	溜井堵塞及处理	(381)
第四节	提高爆破降尘效果及控制盲残炮的方法	(383)
第五节	车辆运输及安全	(387)
第六节	压气机械防止噪声方法	(393)
第十一章	矿山现代化管理	(396)
第一节	管理方法的转变	(396)

第二节	现代化管理方法在金川镍矿的应用.....	(397)
第三节	金川镍矿的目标管理.....	(399)
第四节	计算机在金川镍矿现代化管理中的应用.....	(401)
第五节	计算机在金川镍矿生产过程控制中的应用.....	(425)
第十二章	镍钴矿山技术改造及技术经济.....	(433)
第一节	金川一矿区的建设及技术改造.....	(434)
第二节	金川二矿区的建设及技术改造工程.....	(435)
第三节	吉林磐石镍矿的技术改造.....	(437)
第四节	云南金平镍矿的建设及复产.....	(437)
第五节	新疆喀拉通克铜镍矿.....	(437)
第六节	中国镍钴矿的技术经济指标.....	(438)
第七节	世界的镍钴供需情况.....	(439)
附录		(443)
主要参考文献		(458)
编后记		(460)

第一章 总 论

新中国成立以来,经过 40 多年的不懈努力,中国镍钴矿的开采有了很大发展。50 年代初期中国没有专门开采镍钴矿的矿山,到 1995 年已有十几个矿山,形成年出矿量 350 万 t 左右的生产能力。中国的镍钴金属生产从无到有,到现在已是生产镍 35000t,钴 1100t 的世界镍钴生产大国。

第一节 镍钴工业的发展历史

1.1 镍钴的发现

人类很早就知道如何利用自然界里的镍、钴矿物。我国古代云南出产的“白铜”中就含有很高的镍。早在 3500 年前的商代,中国就在铜器中使用了镍和钴。中国明、清两代在四川、云南两省就有关于镍产地的很多记载。十六七世纪中国的白铜产品一度远销西亚,进而转运欧洲,被誉为“中国银”,极负盛名。18 世纪中叶中国白铜销路大减,镍的开采逐渐停止。

清末至 1949 年,中国几乎没有镍的生产和研究部门。

钴矿物的应用也有悠久的历史。纪元前,埃及人就曾使用钴蓝作为陶瓷制品着色剂,但是直到 18 世纪中叶,瑞典科学家克朗斯塔特(A. F. Cronstedt)和布兰特(G. Brandt)才相继制得了金属镍和金属钴。而大规模工业生产镍、钴却还是近百年来事情。镍生产的发展开始很慢,早在 1840~1845 年间,全世界每年仅产镍 100t。那时,镍作为一种贵金属主要应用于首饰上作装饰品。1865 年,由于在新喀里多尼亚发现了含 Ni7%~8%的氧化镍矿,并发现镍能改善钢的性能之后,才推动了镍冶金工业的发展。19 世纪 80 年代,在加拿大发现了一个含量很大的硫化铜镍矿,从那时起开始了镍工业的迅速发展。1870 年,全世界镍产量达到 500t。长期以来,钴的矿物或钴的化合物一直用作陶瓷、玻璃、珐琅的釉料。直到 20 世纪初期,在深入研究钴和钴合金的物理化学性质之后,才发现了钴及其合金在电机、机械、化工、航空及航天等部门有极其广泛的用途,因而成为一种重要战略金属。在 20 年代初,世界上每年生产钴仅 580~700t(包括金属及其化合物),30 年代初为 1000~1500t,1950 年达到 8825t,1994 年增长到 16700t 增长极为迅速。

1.2 中国镍工业开发

我国镍工业起步于 1953 年。50 年代初,上海冶炼厂成功地用直火蒸发法从铜电解液中制得粗硫酸镍,接着又进行了从精硫酸镍中提取金属镍的试验研究。当时中央重工业部对此非常重视,当年产出 75 kg 四号电镍,从而揭开了我国电解镍生产的序幕,1955 年 4 月开始试验性生产,同年 10 月进一步改进了工艺流程,使回收率有所提高,直接回收率由原来的 50%提高到 60%以上,全年共生产出四号电镍 16t。1956 年正式投产后,年产量达到 50 余吨。

50 年代,重庆冶炼厂主要处理杂铜(包括铜线、铜元、镍铜币、民间铜器皿和少量铜矿)生产电解铜。在杂铜冶炼过程中,镍、锡、铅、铋等有价值金属富集到转炉渣中,转炉渣再经处理炼成黑铜。1958 年产出电镍 18t,占当年全国镍产量的 15%。1958 年,重庆冶

炼厂还以粗镍（含 Ni97%）为原料，用电解沉积法制得含 Ni99.99%的高纯镍。

为满足国家对镍钴产品的需要，我国一方面积极开展镍钴资源的勘察工作，同时进口镍、钴原料生产镍、钴产品。

建国后最早开发的镍矿是 1958 年四川会理镍矿和辽宁清原铜矿，在铜镍矿石中选出的铜镍精矿以及河北省杏山开挖的块状镍矿石，送沈阳冶炼厂冶炼，开创了我国首先用自己的矿产原料生产电镍。这两种铜镍矿物成分见表 1-1。

表 1-1 清原铜镍精矿和河北杏山块状镍矿的成分（%）

成 分	Ni	Cu	S	Fe	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Zn
清原铜镍精矿	1	3	20	22.4	43	0.3	5.9	2.5	2
河北杏山块状镍矿	1.5	3	15	25.4	40	0.5	2.5	3.2	

真正的镍矿山开发是 1958 年四川会理镍矿、陕西商南镍矿和云南墨江风化壳镍矿的开发。商南镍矿为地下开采，品位 Ni0.3%~0.4%，生产能力 300t/d，并建有小鼓风炉生产高冰镍。陕西商南镍矿及墨江镍矿（Ni0.7%~0.8%），因开采品位过低，而于 1962 年相继关闭。60 年代初，金川镍矿、磐石镍矿大规模开采，从此揭开了中国镍钴工业大发展的序幕。

1.3 中国钴工业开发

1954 年沈阳冶炼厂从湿法炼锌系统采用黄药法除钴产出黄原酸钴渣。该厂以黄原酸钴渣为原料，通过还原溶解、氧化沉钴产出含 Co30%~40%的氢氧化钴，然后再经干燥、焙烧、电炉还原熔炼成粗金属钴，最后用电解精炼法得到电钴。

钴土矿的冶炼工艺通常是采用鼓风炉还原熔炼产出钴铁，产出的钴铁经退火或焙烧处理，然后酸浸得到含钴溶液，经净化和亚硝酸钠（钾）沉钴、焙解、粉碎等工序制得工业氧化钴粉。江西省南昌市五金矿业公司于 1952 年就用简易鼓风炉熔炼钴土矿产出钴铁。1956 年成立江西冶炼厂，产出的钴铁送上海三英电冶厂（上海冶炼厂前身）处理。广东梅县也用同样工艺从钴土矿熔炼出钴铁，送潮州冶炼厂处理生产工业氧化钴。

1958 年，赣州钴冶炼厂从当地的钴土矿中生产出氧化钴。由于赣南、粤北等地的钴土矿资源分散，无法大规模开采。

中国钴工业起步于 50 年代，利用冶炼副产品生产出一定数量的钴产品。其后由于国家对金川有色金属公司及吉林镍业公司大力开发，建立了两个镍钴基地，为我国镍、钴工业的大发展打下了坚实的基础，钴产量现已超过 400t/a。不久的将来，中国会由镍钴进口大国变为镍和硬质合金、钴盐出口国。

1.4 中国镍钴矿山的发展

中国镍钴矿山的发展大体上经历了三个时期：

第一阶段：勘探开发期。50 年代，为了满足工业发展的需要，中国在大规模开展镍钴矿床地质普查勘探和群众报矿的同时，仅在陕西商南、四川会理进行小规模开采，并从国外进口氧化镍和钴矿进行冶炼提纯。50 年代后期，随着金川、磐石镍矿的发现，中国的镍钴开采进入了真正的建设发展期。

第二阶段：成长期。60 年代中期开始，金川镍矿的开发建设使中国的镍钴开采进入了

成长期。初期的镍矿开采主要开采出露地表的矿石，主要有金川龙首矿小露天、金川露天矿和吉林磐石富家和大岭露天矿。60年代中期至70年代后期，金川镍矿开始进行井下用上向分层胶结充填采矿法开采，地下开采比重不断上升，形成了露天开采、地下开采多种采矿法并存的格局，70年代末，形成年生产矿石约150万吨的生产能力。

第三阶段：发展期。进入80年代，中国在甘肃、四川、吉林、青海、云南、广西、新疆等省、自治区都进行镍矿的开发，并从加拿大、美国、瑞典、法国、西德、芬兰、澳大利亚等国大量引进先进技术和设备，使矿山开采技术及能力得到很大的进步和发展。与此同时，露天开采逐步结束，到1990年底，镍矿几乎全部转由地下用胶结充填法开采。矿石产量也由前期的约150万吨年生产能力增加到350万吨。

第二节 镍、钴金属特性及中国镍钴矿的分布

2.1 镍、钴金属特性

镍和钴都是银白色磁性金属，金属钴表面抛光后有淡蓝色光泽。镍和钴与铁、铂族元素一起组成第八族元素。镍和钴的性质很类似，具有抗腐蚀、耐高温、抗氧化、强度高、延展性好等性能，是生产各种高温高强度合金、磁性合金和结构钢的主要添加剂，广泛地用于冶金、化工、石油、建筑、机器制造、仪表、仪器以及航天、航海等领域。镍与铬、铜、铝、钴等元素组成各种耐酸、耐高温非铁基合金、镍基合金、镍铬基合金，用于制造喷气涡轮、电阻、电热元件、电工器材、高温设备结构件等；镍粉用作化学反应加氢催化剂；镍镀层既光亮美观、又防锈耐蚀。含钴合金在900~1000℃时仍具有很高的强度和抗蠕变性能，多用于制作喷气发动机的耐高温部件。钴能提高铁基、铝镍基和稀土金属合金的磁饱和强度和居里点（磁性消失温度），使其具有高矫顽力，是电气工业中优良的磁性材料。钴钨合金被广泛地用作制造高级工具材料；在石油化工工业中，钴被广泛地用作催化剂；氧化钴是陶瓷制品的脱色剂和颜料；钴的有机化合物在油漆中作催干剂。同位素 ^{60}Co 是 γ 射线源，用于物理、化学、生物研究和医疗方面。

在镍钴的工业提炼过程中，可以把镍钴矿石里的铂、钯、钨、铀、钼、铯、锶、金、银等贵金属也提炼出来，这些贵金属价值极高，不但是珠宝行业重要原料，而且是高科技中催化剂，电阻、温控、太阳能、仪表、电子系统中重要金属原料。

2.2 镍钴矿床的分布

地壳中镍的含量并不稀少，它的克拉克值为0.01%，已探明的世界陆基镍含量约 $1.1 \times 10^6 \text{t}$ ，目前已发现的镍矿物六十余种，但有工业价值的不多。目前，世界上开采的镍矿可分为硫化矿和氧化镍-硅酸镍矿两大类。按已探明的世界镍储量计算，硫化矿仅占总储量的20%，氧化镍-硅酸镍矿占80%，但目前世界上镍主要来源于硫化矿。我国的镍矿资源80%以上为硫化矿，硅酸镍矿约占20%。我国镍矿资源主要分布在甘肃、新疆、吉林、云南、四川等省、自治区。甘肃省的金川铜镍硫化矿床含镍、铜、钴、铂族金属，具有极其重要的开采价值，其镍储量约占全国70%左右。根据目前各国公布的镍储量看，我国镍的保有储量仅次于新喀里多尼亚、古巴、加拿大、俄罗斯、印度尼西亚和菲律宾，占第七位。

地壳中钴的克拉克值为0.0018%，已探明陆基钴储量约1000万吨，独立形成的钴矿床不多，但有痕迹的钴却分布很广，它通常以伴生元素的形态赋存在镍、铜、铁和银的矿床中，作为副产品而被回收。我国钴的地质资源丰富，但贫矿多，富矿少，主要是以伴生元

素的形式赋存于其它矿床中,独立成矿的钴矿床仅占 5%左右。伴生于硫化铜镍矿中的钴主要分布在甘肃、新疆、吉林、陕西、云南、四川等地,与铁、铜矿伴生的钴资源分布在四川、青海、山西、河南、广东、安徽、湖北等地。云南、江西、海南、湖南、广东等地有少量的钴土矿。伴生于硫化铜镍矿中的钴,在提取铜、镍的过程中得到富集,并被提取,如金川镍矿中的钴。伴生于铜矿中的钴多以类质同象赋存于黄铁矿中,在选矿过程中与铜矿物分离,如中条山有色金属公司、大冶铁矿等在选矿中得到的钴硫精矿,也是我国提取钴的重要原料之一,与铁矿共生的钴资源相当丰富。总之,我国钴的地质储量大,但品位低,提取技术的难度也大。

目前中国大约有十多个大中小型镍钴矿山正在开采,矿石大多为硫化铜镍钴矿,极少有单独的大钴矿,矿床成因主要为岩浆熔离型。中国主要镍钴厂矿分布情况见图 1-1。

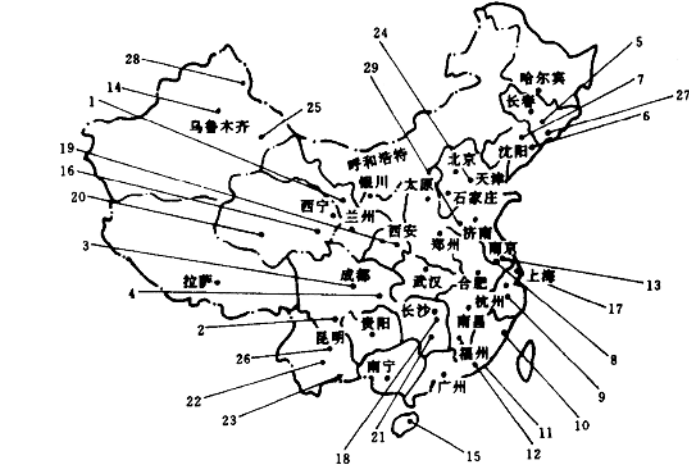


图 1-1 中国主要镍钴厂矿分布情况

- 1—金川有色金属公司(龙首矿、二矿区); 2—会理镍矿; 3—成都电冶厂; 4—重庆冶炼厂;
5—吉林镍业公司(磐石镍矿); 6—葫芦岛锌厂钴车间; 7—沈阳冶炼厂; 8—南京钢铁厂钴车间;
9—义乌冶炼厂; 10—福州冶炼厂; 11—赣州钴冶炼厂; 12—潮州钴冶炼厂; 13—镇江冶炼厂;
14—早康镍冶炼厂; 15—安定钴矿(钴厂); 16—化隆镍矿; 17—上海冶炼厂; 18—株洲冶炼厂;
19—煎茶岭镍矿; 20—德尔尼铜钴矿; 21—衡阳冶炼厂; 22—墨江镍矿; 23—金平镍矿;
24—天津电解铜厂; 25—哈密镍矿; 26—羊街钴厂; 27—赤柏松镍矿; 28—喀拉通克镍矿

第三节 中国镍钴开采技术未来的展望

经过 40 年的艰苦努力,中国的镍钴工业已经具备了坚实的基础,随着中国经济的发展,中国的镍钴工业将进一步发展,相应的要求中国的镍钴矿山开采业也要进一步发展。中国大中型镍钴矿山,设备向大型化、高效发展;采矿工艺向高强度、低损失发展;矿山管理向现代化、科学化发展。小型镍钴矿山则要根据我国机械、电气、工业水平和当地特点进行发展。

3.1 中国的镍钴矿山设备将逐步向大型化无轨化和成套高效发展

采掘工作中将逐步普遍采用液压凿岩台车、装药服务车、4~6m³ 的柴油或电动、遥控

铲运机、12~25t至40t井下矿用汽车,再配以井下服务车、撬顶台车、锚杆台车和液压支架及混凝土喷射机组等设备,这些设备配套使用,将极大地提高采矿效率,减轻工人的劳动强度。将在竖井、天井掘进中使用各种型号的天井钻机,使掘井工艺更加安全高速。在井下使用井下低矮式破碎机破碎矿石,使用井下宽钢丝绳皮带机运矿、箕斗提矿、多绳自动控制摩擦轮卷扬机等设备。

为了减少井下的作业人员,对井下运输、通风、排水、提升、通讯均采用电子计算机集中遥控,闭路电视监控,电子计算机综合平衡、协调、计量和统计。

3.2 采矿工艺向高强度、低损失方向发展

在目前使用的机械化下向高进路盘区开采的基础上,探索更新、更高效率的采矿方法,在有条件的矿山,进行深孔崩矿嗣后一次充填的试验研究工作。

扩大露天矿开采的比重,在有条件的矿山尽量采用露天开采。

在目前使用电子计算机集散控制系统合理利用河沙、棒磨砂、尾矿、粉煤灰作为充填料,采用高浓度管道自流输送的基础上,完善PM泵输送、全尾砂充填方案,并进一步完善粗骨料充填的充填电子计算机自动化,进一步完善泵送、管道自流输送粗骨料机械运送工艺。总之,在充填方面要探索使用更加廉价的充填材料,探索更加高效的充填工艺和系统,更好地适应采场的充填强度的要求。

所有的采矿方法都要在高效、低损失、低贫化上作文章,这就要求要作好矿体的勘探工作,要进一步从矿床学、构造地质学和地球化学的不同角度,探索镍钴矿山的成矿规律,用现代化手段综合分析,在已知矿体周围寻找盲富矿体和特富矿体。要采用高效的井下和地表钻机,充分发挥钻探的作用。

3.3 加强岩石力学的研究与应用

由于镍钴矿在成矿前后的地质构造十分复杂,要采用世界上最新的理论、方法和仪器对岩石移动、变形破坏做长期的、系统的观测和研究,从而找出掘进和采矿及充填对周围岩体的影响及变形的机理,使掘进支护和采矿充填更加科学化。

3.4 加强对辅助材料的研究工作

研究井下采矿所需要的辅助材料,如不同爆力的系列炸药、防水炸药、多段的毫秒差和秒差的非电导爆管以及相配套的起爆、联线材料,各种规格的锚杆和井下专用钢材,各种高强度、耐磨、轻便的充填管道、阀门及检测仪器仪表,还有充填中需要的絮凝剂,减水剂等。

3.5 矿山管理向现代化、科学化发展

要实现矿山管理的现代化、科学化,首先要有高素质的工人和工程技术人员及管理干部。因此,要全面地、系统地对工人、工程技术人员和管理干部实行培训,考核上岗,并根据每个人的实际工作能力和技术水平核发报酬。

要全面加强矿山的安全管理。建立健全各项安全制度,推广使用各种行之有效的安全管理办法,摸索完善各种井下安全监护设备,使井下安全工作从人为的管理转向高科学高技术的科学管理。

要强化井下的通讯设备。建立井下调度电话、感应电话、井筒电话等多套通讯设施,以便准确了解井下生产情况,及时调度和调整设备、人员。

要彻底改变目前矿山的劳动组织形式,用国外先进矿山的管理模式和组织形式来组织

生产，精减人员，简化管理机构，强化劳动组织，做到人尽其才，悉用其力。

同时，充分发挥电子计算机的作用，从动态计划的编制、施工组织安排、地质数据库到采掘设计、生产过程的监测、统计、设备运行情况，故障点和故障原因的分析等等都要向现代化发展。要全面使用电子计算机，使矿山的各项管理工作更加科学化。

随着中国经济的发展，中国的镍钴工业也将有相应的发展，尤其是大中型镍钴骨干矿山。因此，镍钴开采要有长足的发展，才能确保选冶不是无米之炊。我们相信，中国的镍钴矿山如果坚持把矿山设备、采矿工艺和矿山管理三个方面作为发展方向，并坚持不懈地努力，中国的镍钴工业必将迅速地向前发展，不久的将来将步入世界先进行列。