

重有色金属冶金工厂技术培训教材

中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会组织编写

NICKEL METALLURGY

丛书主编 彭容秋

镍冶金



中南大学出版社

Ni

重有色金属冶金工厂技术培训教材

丛书主编 彭容秋

NICKEL METALLURGY

镍冶金

中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会组织编写



中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

镍冶金/彭容秋主编. —长沙:中南大学出版社,2005.9
ISBN 7-81105-160-5

I. 镍... II. 彭... III. 炼镍 - 基本知识 IV. TF815
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 067961 号

镍冶金

彭容秋 主编

中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会组织编写

☐责任编辑 邓立荣

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐印 装 长沙市华中印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 16.5 ☐字数 405 千字

☐版 次 2005 年 9 月第 1 版 ☐2005 年 9 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81105-160-5/TO·004

☐定 价 22.00 元

图书出现印装问题,请与出版社调换

《重有色金属冶金工厂技术培训教材》参编单位

中国有色工程设计研究总院
南昌有色金属设计研究院
中南大学
东北大学
昆明理工大学
江铜集团贵溪冶炼厂
大冶有色金属公司
云南铜业股份有限公司
金川集团有限公司
安徽铜都铜业股份有限公司金昌冶炼厂
深圳市中金岭南有色金属股份有限公司韶关冶炼厂
河南豫光金铅集团有限责任公司
云南驰宏锌锗股份有限公司
云南锡业集团有限责任公司
白银有色金属公司
祥云县飞龙实业有限责任公司
吉林吉恩镍业股份有限公司
水口山有色金属集团公司
烟台鹏晖铜业有限公司
柳州华锡集团有限责任公司
山西华铜铜业有限公司
葫芦岛有色金属集团有限公司
奥托昆普技术公司
营口青花集团有限公司
锦州长城耐火材料有限公司
中国·宣达实业集团有限公司
扬州市中兴硫酸设备厂
昆明市嘉和泵业有限公司
宜兴市宙斯泵业有限公司

《重有色金属冶金工厂技术培训教材》编委会

主 任 张兆祥

副主任 (按姓氏笔画排序)

王一滔 王洪江 安 本 李沛兴 何云辉 吴吉孟
杨安国 张伟健 罗忠民 林升叨 贺家齐 侯宝泉
葛启录

主 编 彭容秋

副主编 任鸿九 张训鹏

编 委 (按姓氏笔画排序)

马 进 于晓霞 王一滔 文丕忠 王守彬 王洪江
王彦坤 王建铭 王盛琪 孔祥征 龙运炳 叶际宣
刘中华 刘华文 江晓武 安 本 李沛兴 李仲文
李维群 李景峰 朴东鹤 孙中森 任鸿九 许永武
宋兴诚 汪友元 肖 琿 陈 进 陈 莉 陈忠和
何云辉 何蔼平 吴吉孟 沈立俊 余忠珠 周 俊
林升叨 杨安国 杨 龙 杨小琴 张卫国 张伟健
张顺应 张训鹏 张兆祥 罗忠民 宝国锋 苗立强
姚素平 赵文厚 赵 永 贺家齐 洪文灿 胡耀琼
徐 毅 徐 爽 席 斌 高心魁 侯宝泉 贾建华
尉克俭 黄太祥 黄建国 戚永明 蒋龙福 葛启录
舒毓璋 彭容秋 翟保金 谭 宁 谭世雄 潘恒礼

秘书长 尉克俭 陈 莉

参加《镍冶金》分册编审人员

王一滔	谭世雄	胡耀琼	于晓霞
许永武	杨斌强	乐国斌	李建斌
陈胜利	李吉忠	符进武	宋光荣
周艳秋	王景虹	颀 颀	刘安宇
陈真华	兰华龙	安 本	朴东鹤
李景峰	周敖东	高晓燕	彭容秋
张训鹏	任鸿九		

内容提要

这是一本镍冶金工厂职工技术培训教材。全书共分 17 章，涵盖了镍冶金的基本原理、生产工艺与设备及操作。对镍铈的现代生产方法和高镍铈的各种分离精炼方法以及伴生钴的回收作了详细介绍。对含镍红土矿生产镍铁和湿法冶金处理、贵金属的综合回收、再生镍的生产、镍盐的生产、镍生产过程中的“三废”处理等也作了适当的介绍。

本书内容丰富，编写简明，可供镍冶金工厂职工工作技术培训教材用，也可供其他生产技术人员参考。

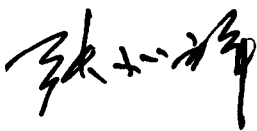
序

进入 21 世纪,我国有色金属工业继续持续稳定地发展,十种有色金属年产量超过 1000 万吨,其中铜、镍、铅、锌、锡、锑等重有色金属的产量占一半以上,稳居世界第一,重有色金属冶炼企业在不断对现有工艺进行技术改造、挖潜增效、节能降耗、强化管理的同时,广泛采用闪速熔炼及顶吹、底吹、侧吹类的熔池熔炼,热酸浸出,深度净化, L-SX-EW 湿法炼铜,永久阴极电解等新工艺、新技术、新设备逐渐取代能耗高、污染大、效益差的落后工艺,有色金属工业面貌焕然一新。

我国有色金属工业的发展,竞争与机遇并存。我们应清醒地看到,我国的人均有色金属量占有率仍然很低,除了资源严重短缺外,在核心技术创新方面,在管理模式、管理水平、经营理念、总体装备水平、劳动生产力、自动化程度、资源有效利用、职工素质等多方面与世界有色金属强国相比,还存在很大的差距。我们必须百尺竿头,继续奋斗,不断增强我国有色金属工业的国际竞争能力。

国家综合实力的竞争归根结底是人才的竞争,发展有色金属工业迫切需要提高企业职工的整体素质。近年来,我国有关方面相继启动了“国家高技能人才培养工程”,目的在于培养千百万具有一定专业理论知识、动手能力强、技术娴熟的技能型人才。为满足工厂职工教育和培训的需要,中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会组织一批教授、专家和资深技术人员编写了《重有色金属冶金工厂技术培训丛书》,经过近一年的努力,现在终于可将这套丛书奉献给广大读者了。为了编好这套丛书,全国各重有色金属冶炼工厂都竭尽全力给予了极大的支持,在此,我代表中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会向为编写这套丛书作出辛勤劳动的教授、专家及广大企业领导及工程技术人员致以衷心的感谢!我们相信,这套丛书的出版发行,必将为我国重有色金属冶炼企业技术工人综合素质的提高,促进我国重有色金属工业的发展起着重要的作用,并为增强我国国民经济综合实力作出重要贡献。

中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会主任委员
中国有色工程设计研究总院院长



2004 年 12 月

编者的话

为了适应有色冶金技术发展形势的需要,培养大批既能动脑又能动手、具有较高的知识层次和较强的创新能力的新型人材,是一项迫切的任务。为此,中国有色金属学会重有色金属冶金学术委员会组织编写了这套重有色金属冶金工厂技术培训教材。

本书共分 17 章,除镍冶金的一般知识、从镍冶金过程综合回收钴、综合回收贵金属、再生镍的生产、镍盐的生产、镍冶金生产过程中的“三废”处理等 6 章单独列章外,其余 10 章的主要内容,涵盖了镍铈和镍铁的主要生产方法和高镍铈的各种分离精炼方法。其中镍的火法冶金处理包括:镍造铈熔炼的基本原理、硫化铜镍矿的闪速熔炼、镍的鼓风炉熔炼和电炉熔炼、硫化铜镍矿的熔池熔炼以及镍铈的吹炼等 5 章。高镍铈的分离精炼方法包括:磨浮分离、硫化镍阳极电解精炼——镍电解阳极液的净化、高镍铈的不同湿法提取方法以及镍的气化冶金等 5 章。对于含镍红土矿的处理,有关火法冶金方法生产镍铁并入电炉熔炼章中介绍,有关湿法冶金处理则单独列章简要介绍。在教学培训过程中,可根据教学要求及工厂具体情况适当选择增删。

我国金川公司是世界著名的特大型镍冶金企业。历年来,该公司领导在狠抓发展的同时,高度重视职工培训工作,在出版镍钴冶金专著、组织编写培训教材等方面进行了大量的卓有成效的工作,也为本书的出版积累了丰富的经验,创造了诸多方面的有利条件,在此,重有色金属冶金工厂技术培训教材编委会谨向金川公司、吉镍公司等企业的有关领导、工程技术人员和培训部门的老师们表示衷心感谢。

由于参编人员水平有限,书中难免出现某些缺点和错误,敬请批评指正,竭诚感激。

编 者

2005 年 6 月

目 录

1 镍冶金的一般知识	(1)
1.1 概述	(1)
1.1.1 世界镍资源	(1)
1.1.2 中国镍资源	(1)
1.2 镍及其主要化合物的物理化学性质	(2)
1.2.1 镍的主要物理化学性质	(2)
1.2.2 镍的主要化合物及其性质	(3)
1.3 镍的用途及其消费量	(3)
1.3.1 镍的用途	(3)
1.3.2 镍的消费量	(5)
1.4 镍的产量	(5)
1.5 炼镍原料及生产方法	(6)
1.5.1 炼镍原料	(6)
1.5.2 炼镍工艺	(8)
1.5.3 高镍钼的铜镍分离和精炼方法	(8)
2 镍造钼熔炼的基本原理	(11)
2.1 概述	(11)
2.2 镍造钼熔炼的基本原理	(11)
2.2.1 造钼熔炼过程的主要物理化学变化	(11)
2.2.2 造钼熔炼有关反应的 $\Delta G_r^\ominus - T$ 图	(12)
2.3 镍造钼熔炼产物	(12)
2.3.1 镍钼的组成及其特性	(12)
2.3.2 炼镍炉渣及其性质	(14)
2.4 镍在炉渣中的损失	(17)
3 硫化铜镍矿的闪速熔炼	(19)
3.1 概述	(19)
3.2 镍闪速熔炼反应过程的特点	(21)
3.2.1 镍闪速熔炼反应过程的特征	(21)
3.2.2 镍闪速熔炼的炉料组成及其主要反应	(23)
3.3 镍闪速炉的构造及各部位的作用	(24)
3.4 镍闪速熔炼的操作及常见故障的处理	(26)
3.4.1 闪速熔炼的操作	(26)

3.4.2 闪速炉常见故障的处理	(30)
3.5 镍闪速熔炼的技术条件及其控制	(33)
3.6 闪速熔炼直接产出高铁高镍锍	(35)
4 镍的鼓风炉熔炼和电炉熔炼	(38)
4.1 电炉熔炼的配料及配料计算	(38)
4.2 鼓风炉熔炼	(39)
4.2.1 硫化铜镍矿的半自热熔炼	(40)
4.2.2 氧化镍矿的还原硫化造锍熔炼	(41)
4.2.3 镍鼓风炉结构	(42)
4.2.4 镍鼓风炉熔炼的生产实践	(43)
4.3 电炉熔炼	(47)
4.3.1 硫化镍精矿的焙烧	(47)
4.3.2 电炉熔炼的基本原理	(55)
4.3.3 电炉结构	(61)
4.3.4 电炉熔炼操作及常见故障处理	(64)
4.3.5 电炉熔炼主要技术经济指标	(67)
4.3.6 电炉熔炼从氧化镍矿生产镍铁	(70)
5 硫化铜镍矿的熔池熔炼	(74)
5.1 铜镍矿的瓦纽科夫熔池熔炼	(75)
5.2 北镍法熔池熔炼	(77)
6 镍锍的吹炼	(79)
6.1 镍锍吹炼的基本反应	(79)
6.2 各种元素在吹炼过程中的行为	(80)
6.2.1 铁的氧化造渣	(80)
6.2.2 镍的富集	(80)
6.2.3 铜的富集	(81)
6.2.4 其他次要元素的富集和除去	(81)
6.3 卧式转炉的构造	(83)
6.4 卧式转炉吹炼的生产实践	(85)
6.4.1 卧式转炉吹炼实例	(85)
6.4.2 卧式转炉吹炼的正常操作	(85)
6.4.3 卧式转炉吹炼的故障处理	(86)
6.5 转炉渣的电炉贫化	(87)
6.6 镍锍旋转转炉氧气顶吹吹炼	(88)

7 高镍硫的磨浮分离铜镍	(90)
7.1 磨浮分离的理论依据	(90)
7.2 高镍硫的缓冷	(90)
7.3 磨浮法的工艺流程	(92)
7.4 磨浮的产物	(95)
7.5 国际镍公司高镍硫磨浮分离实践	(99)
8 硫化镍阳极电解精炼	(101)
8.1 概述	(101)
8.2 镍电解精炼过程的描述	(101)
8.3 硫化镍阳极电解精炼的电极反应	(102)
8.3.1 阳极溶解反应	(102)
8.3.2 镍还原的阴极反应	(103)
8.4 硫化镍阳极电解精炼的生产实践	(103)
8.4.1 硫化镍阳极和始极片阴极的制备	(104)
8.4.2 隔膜电解槽的结构及直流电路连接	(107)
8.4.3 硫化镍阳极电解精炼生产技术操作条件控制	(109)
8.4.4 硫化镍阳极电解的酸性造液过程	(113)
8.4.5 电解液的体积平衡和钠平衡	(115)
8.4.6 电解过程的正常操作	(116)
8.4.7 电解镍质量缺陷的形成及预防	(117)
8.5 硫化镍电解的产物及主要技术经济指标	(119)
8.5.1 镍电解的主要产物	(119)
8.5.2 硫化镍电解精炼的主要技术经济指标	(119)
9 镍电解阳极液的净化	(126)
9.1 概述	(126)
9.2 镍电解液净化除铁	(126)
9.2.1 湿法冶金常用的水解沉淀除铁方法	(126)
9.2.2 镍电解液净化除铁的生产实践	(129)
9.3 镍电解液净化除铜	(131)
9.3.1 置换沉淀法除铜	(131)
9.3.2 硫化沉淀法除铜	(132)
9.4 镍电解液净化除钴	(134)
9.4.1 中和水解法除钴的基本原理	(134)
9.4.2 氯气氧化中和水解法除钴	(134)
9.4.3 黑镍氧化中和水解法除钴	(136)
9.5 镍电解液净化除微量铅锌	(137)

9.5.1	共沉淀法除铅锌	(137)
9.5.2	离子交换法除铅锌	(138)
9.6	镍电解液净化的常用设备	(139)
9.6.1	空气槽搅拌	(139)
9.6.2	流态化置换槽	(140)
9.6.3	管式过滤器	(140)
10	高镍铈的湿法提取	(142)
10.1	高镍铈精炼方法概述	(142)
10.2	硫酸选择性浸出 - 黑镍除钴 - 电解沉积法	(143)
10.2.1	新疆阜康冶炼厂用硫酸选择性浸出法处理高镍铈	(144)
10.2.2	芬兰奥托昆普公司硫酸选择性浸出法的技术进步	(148)
10.2.3	硫酸选择性浸出液的净化	(149)
10.2.4	从硫酸镍溶液中电解沉积镍的生产工艺	(151)
10.2.5	硫酸选择性浸出法与磨浮 - 硫化镍电解法的比较	(153)
10.3	氯化浸出 - 电解提取法	(153)
10.3.1	概述	(153)
10.3.2	氯化浸出过程	(154)
10.3.3	氯化浸出液的净化	(155)
10.3.4	氯化镍溶液电积	(156)
10.4	加压氨浸法	(157)
10.4.1	高镍铈的加压氨浸原理	(157)
10.4.2	高镍铈加压氨浸生产实践	(160)
11	含镍红土矿的湿法冶金	(165)
11.1	氨浸法处理红土矿	(165)
11.2	加压酸浸法处理红土矿	(171)
12	镍的气化冶金	(174)
12.1	概述	(174)
12.2	羰基镍的生产	(175)
12.2.1	羰基法的基本原理	(175)
12.2.2	原料制备	(176)
12.2.3	高压合成	(177)
12.2.4	粗羰基镍的精馏	(179)
12.2.5	羰基镍的分解及多种产品的生产	(180)
13	镍冶金中钴的综合回收	(186)
13.1	概述	(186)

13.2 有机溶剂萃取	(188)
13.2.1 关于溶剂萃取的一般概念	(188)
13.2.2 钴镍溶剂萃取	(190)
13.3 从镍电解净液钴渣中生产氧化钴	(193)
13.3.1 钴渣的还原浸出	(193)
13.3.2 浸出液的净化	(193)
13.3.3 草酸铵沉淀钴	(194)
13.3.4 氧化钴煅烧	(196)
13.4 从硫酸钴(氯化钴)溶液中电解沉积金属钴	(197)
13.4.1 概述	(197)
13.4.2 钴电积过程的电极反应	(197)
13.4.3 从氯化物溶液中电解沉积金属的主要设备	(199)
13.4.4 钴电积的主要技术条件控制	(199)
13.5 钴的电解精炼	(201)
13.5.1 粗钴阳极板的制备	(202)
13.5.2 钴电解精炼过程的电极反应	(204)
13.5.3 钴电解过程中主要杂质的行为	(205)
13.5.4 钴电解精炼主要技术条件的控制	(205)
13.5.5 钴电解精炼的主要设备	(207)
13.5.6 钴电解精炼的主要技术经济指标	(208)
13.5.7 钴电解精炼的阳极液净化	(209)
13.5.8 钴电解生产的常见故障及预防	(210)
14 镍冶金中贵金属的综合回收	(212)
14.1 概述	(212)
14.1.1 贵金属的富集	(212)
14.1.2 贵金属的分离提纯	(213)
14.2 富集贵金属精矿的方法	(213)
14.2.1 盐酸浸出	(215)
14.2.2 控制电位氯化浸出	(215)
14.2.3 浓硫酸浸煮	(216)
14.2.4 四氯乙烯脱硫	(216)
14.3 贵金属精矿的分离提纯方法	(216)
14.3.1 氧化蒸馏分离提取钨钼	(216)
14.3.2 铜粉置换和铂、钯、铑、铱、金的分离提纯	(218)
15 再生镍的生产	(219)
15.1 镍废料的来源、化学成分及其分类	(219)
15.1.1 含镍废料的来源	(219)

15.1.2 镍废料化学成分及分类	(219)
15.2 含镍钴废料的处理方法	(221)
15.2.1 火法处理方法	(221)
15.2.2 湿法处理方法	(221)
15.2.3 火法-湿法联合处理流程	(222)
15.3 电炉熔炼处理含镍废料生产镍铁	(222)
15.3.1 电炉还原熔炼镍铁的基本原理	(222)
15.3.2 还原熔炼镍铁的生产实践	(223)
15.4 处理镍钴废料的其他方法	(224)
15.4.1 从镍磷铁废料中生产电解镍	(224)
15.4.2 从镍基合金废料中提取镍	(228)
15.4.3 从废镍铬合金钢中回收镍和铬	(231)
15.4.4 从废可伐合金(或磁钢渣)中回收镍钴	(232)
16 镍盐的生产	(238)
16.1 概 述	(238)
16.2 硫酸镍的生产方法	(238)
16.3 从高镍钨生产硫酸镍的生产实践	(238)
16.4 氯化镍的生产	(241)
16.4.1 盐酸溶解法	(241)
16.4.2 氯浸-萃取法	(242)
16.4.3 氯浸-萃取法制取氯化镍的生产实践	(242)
17 镍冶金生产过程中的“三废”处理	(243)
17.1 概述	(243)
17.2 镍冶金过程中的“三废”治理	(244)
17.2.1 固体废料的处理	(244)
17.2.2 镍冶金过程中的废气处理	(245)
17.2.3 镍冶金过程中的废水处理	(247)
参考文献	(248)

1 镍冶金的一般知识

1.1 概述

镍在世界物质文明发展中具有十分重要的作用。人类使用镍的时间可一直追溯到公元前 300 年左右。我国早在春秋战国时期就已经出现了含镍成分的兵器及合金器皿。古代云南产出的—种“白铜”中,就含有很高含量的镍。1751 年,瑞典科学家克朗斯塔特首次制取到了金属镍。1825—1826 年间瑞典开始了镍的工业生产。当时,由于技术条件等因素的限制,镍的生产长期未得到显著的发展。直到发现将镍炼制成合金钢以后,铜镍分离技术得到了开发推广,镍工业才有了较快的发展,产量也迅速上升。1910 年世界镍产量只有 2.3 万吨,到 2002 年已达到 117.59 万吨,镍的消费量也达到 104.7 万吨或更多。

1.1.1 世界镍资源

镍的矿物资源主要有硫化镍矿和氧化镍矿,其次是储存于深海底部的含镍锰结核。有关统计资料表明,至 1990 年,全世界已发现的陆地镍储量为 5800 万吨,储量基础为 1.23 亿吨,海洋锰结核矿的镍资源若以准边界品位估计,约有 689 万吨。在全世界镍储量中,硫化镍矿占 30%~40%,氧化镍矿占了 60%~70%。世界主要产镍国家的镍储量如表 1-1 所列。

1.1.2 中国镍资源

我国已探明的镍矿点有 70 余处,储量为 800 万吨,储量基础为 1000 万吨,在世界上占第 8 位。其中硫化镍矿占总储量的 87%,氧化镍矿占 13%。主要分布在甘肃、四川、云南、青海、新疆、陕西等 15 个省、自治区中,其中甘肃最多。金川镍矿已探明的镍储量为 548 万吨,占全国总储量的 68.5%。其次为云南、新疆、吉林和四川,其镍储量分别占全国总储量的 9.1%、7.5%、5.2%和 4.5%(表 1-2)。金川镍矿则由于具有镍金属储量集中、有价稀贵元素多等特点,为世界上同类矿床中所罕见的高品级硫化镍矿床。

表 1-1 世界主要产镍国的镍矿资源

国家	可靠储量/ 10^4 t	估计储量/ 10^4 t
新喀里多尼亚	1400	1500
加拿大	820	850
俄罗斯	800	810
菲律宾	550	570
澳大利亚	520	560
古 巴	320	340
美 国	多为伴生	270
印度尼西亚	230	250
希 腊	210	240
多米尼加	100	120
其 他	450	690
合 计	5400	6200

注:表 1-1 中未计入海底锰结核资源和我国镍资源储量。

表 1-2 中国主要镍矿资源

矿 山	镍金属储量/ 10^4t	矿石平均品位/%
含 Ni 量 $>0.8\%$ 的硫化镍矿		
甘肃金川镍矿	548.60	1.06
新疆喀拉通克铜镍矿	60.00	3.20
吉林磐石矿	24.00	1.30
云南金平镍矿	5.30	1.17
四川会理镍矿	2.75	1.11
青海化隆镍矿	1.54	3.99
含 Ni 量 $<0.8\%$ 的硫化镍矿		
云南元江镍矿	52.60	0.80
陕西煎茶岭镍矿	28.30	0.55
四川胜利沟镍矿	4.93	0.53
其 他	72.08	
总 计	800.00	

1.2 镍及其主要化合物的物理化学性质

镍是元素周期表中第Ⅷ族的元素,其在元素周期表中的位置决定了镍及其化合物的一系列物理化学特性,镍的许多物理化学性质与钴、铁相似;由于在元素周期表中与铜毗邻,因此在亲氧和亲硫性方面又较接近铜。

1.2.1 镍的主要物理化学性质

镍是一种银白色的金属,在 20°C 时的密度为 $8.908\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$,熔点(1453°C)时液体镍的密度为 $7.9\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 1500°C 为 $7.76\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$,其他镍产品的密度($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)分别为:铸镍 8.8,电镍 8.9,镍丸 8.4,化学纯致密镍 9.04 ± 0.03 。

在 20°C 时镍的比电阻为 $6.9\times 10^{-6}\Omega/\text{cm}$ 。镍基合金虽然广泛用于热电元件,但由于易氧化的原因纯镍实际上无此用途。热电性与铁、铜、银、金等金属不同,较铂为负,所以在冷端的电流由铂流向镍,因此,以镍作为热电元件时可产生高的电动势。室温下工业用镍最大饱和极化强度为 0.61T ,最低矫顽力为 $1.5\text{A}/\text{cm}$,是许多磁性物料(由高导磁率的软磁合金至高矫顽力的硬磁合金)的主要组成部分,其镍含量为 $30\%\sim 90\%$ 。镍在居里温度下(357.6°C)下失去磁性,它确定了镍磁性器件工作的上限温度。

单位体积的镍能吸收 4.15 倍体积的氢气。

镍的原子序数 28,原子量 58.71,熔点(1453 ± 1) $^\circ\text{C}$,沸点 2732°C 。镍在大气中不易生锈,能抵抗苛性碱的腐蚀。大气实验结果表明,99% 纯度的镍在 20 年内不生锈痕,无论在水溶液