

综合评述

全球镍矿资源开发利用现状及供需分析^{*}

张亮^{1,2}, 杨卉芃^{1,2}, 冯安生^{1,2}, 曹飞^{1,2}

(1. 中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 河南 郑州 450006; 2. 国家非金属矿资源综合利用工程技术研究中心, 河南 郑州 450006)

摘 要:全球镍矿资源分布极不均衡,近60%的镍资源集中在澳大利亚、新喀里多尼亚、巴西、俄罗斯四国。全球镍资源主要为红土型镍矿和硫化物镍矿,未来镍资源的勘探开发重点将向红土型镍矿转变。在过去的百年里全球镍的价格与全球经济增速一样,呈一定周期性波动,并且二者显示出正相关关系,现阶段镍价刚刚经历一个高峰期,短期内镍价格将呈弱势局面。通过全面分析全球镍矿的资源现状、勘探开发、供需状况、价格等因素的变化趋势,为我国镍矿业的投资、开发、管理提供参考依据。

关键词:镍资源;资源分布;开发趋势;供需分析

中图分类号:TD864 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0076(2016)01-0064-06

DOI:10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2016.01.011

Study on Current Situation and Analysis of Supply and Demand of Global Nickel Resource

ZHANG Liang^{1,2}, YANG Huipeng^{1,2}, FENG Ansheng^{1,2}, ZHAO Junwei^{1,2}, CAO Fei^{1,2}

(1. Zhengzhou Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Zhengzhou 450006, China; 2. China National Engineering Research Center for Utilization of Industrial Minerals, Zhengzhou 450006, China)

Abstract: The distribution of global nickel resource is uneven, almost 60 percent of which is located in Australia, New Caledonia, Brazil and Russia. The nickel resource is composed of laterite nickel ore and nickel sulfide ore, and the former would be the exploration and development focus in future. In the past century, the global nickel price has a center cyclical fluctuation just like global growth, and there is a positive correlation between them. But now, it just experienced a peak and would maintain low in the short term. Through the comprehensive analysis of variation tendency of current situation, exploration and development, status of supply and demand and nickel price, a reasonable reference basis was proposed for nickel ore investment, exploitation and management in China.

Key words: nickel resource; distribution of resource; exploitation and development trends; analysis of supply and demand

镍在日常生活中是一种非常重要的有色金属原料,由于其具有良好的导磁性、可塑性、耐腐蚀性等

物理化学特征,因而被广泛用于军工制造业、民用机械制造业、耐高温、抗氧化材料的制造及电镀等行

* 收稿日期:2015-11-15

基金项目:中国地质调查局地质矿产调查评价项目(1212011220930)

作者简介:张亮(1987-),男,山东潍坊人,研究生,主要从事矿床地质及矿产经济研究。

业,是国家经济和社会发展的重要物质基础。全球镍矿资源分布极不平衡的,全球近 60% 的镍资源集中在澳大利亚、新喀里多尼亚、巴西、俄罗斯四国,中国镍矿资源储量仅占全球总量的 3.70%,镍矿资源储备严重不足。随着国家经济的发展,镍矿资源供需矛盾日益突出,本文尝试以全球视野、长历史周期、全景描述镍矿的全球资源现状、供需情况、价格变化趋势、勘探开发趋势,并作为矿业投资、矿业开发、矿业管理等相关领域提供参考资料。

1 全球镍矿资源概述

1.1 镍的用途

镍是一种历史悠久、应用广泛的金属,早在公元前 235 年,中国就开始使用镍矿物制造硬币;在公元前 200 年,金属镍的锌镍合金(白铜)就已经开始使用。现在镍主要用于制造不锈钢、高镍合金钢和合金结构钢等;在军工制造业中,广泛用于飞机、雷达、导弹、坦克、舰艇、宇宙飞船、原子反应堆等方面;在民用工业中,镍常制成结构钢、耐锈钢、耐热钢等材料应用于各种机械制造业、石油等行业;镍与铬、铜、铝、钴等元素可组成非铁基合金,镍基合金、镍铬基合金等,用于制造耐高温、抗氧化材料,并广泛用于制造喷气涡轮、电阻、电热元件、高温设备结构件等领域;此外,镍在陶瓷颜料和防腐镀层以及在化学工业中也有广泛的用途。

据国际镍研究小组(INSG)数据统计,2013 年镍各消费领域中不锈钢占全球镍消费的 63%,镍基合金占 13%,电镀占 7%,合金钢占 6%,镍的工业用途分布见图 1。

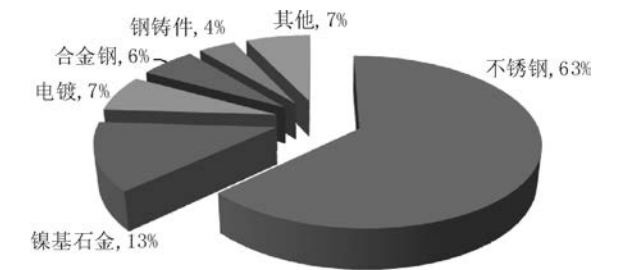


图 1 全球镍工业用途

1.2 镍矿资源概况

1.2.1 镍的矿物类型

镍元素属于亲铁元素,在地球中的含量位居第

5,仅次于硅、氧、铁、镁,在地核中含镍最高,自然界中已知含镍矿物约 50 余种,其中最常见的镍矿物约有 10 多种,见表 1 所示。

表 1 自然界含镍主要矿物

矿物	分子式	Ni 含量/%
镍黄铁矿	(Fe,Ni) ₈ S ₈	22-42
紫硫镍(铁)矿	FeS·Ni ₂ S ₃ 或 (Fe,Ni) ₈ S ₄	38.9
针镍矿	NiS	64.7
辉(铁)镍矿	Ni ₃ S ₄ [(Ni,Fe) ₃ S ₄]	37.9,(42-55)
含镍磁黄铁矿	Fe _{1-x} S(X=0-0.2)	0.25-14.22
方硫镍矿	NiS ₂	47.8
红砷镍矿	NiAs	43.9
砷镍矿	Ni ₅ As(接近于 Ni ₁₁ As ₈)	54.0,(51.9)
辉砷镍矿	NiAsS	35.4
暗镍蛇纹石	(Ni,Mg) ₃ O·SiO ₂ ·nH ₂ O	47
镍绿泥石	(Ni,Mg) ₃ Si ₂ O ₆ (OH) ₄	40.2
绿高岭石	RO·R ₂ O ₃ ·(4+π)SiO ₂ 或 RO·R ₂ O ₃ ·(3-3.5)SiO ₂ ·nH ₂ O	1.1-1.8
绿镍矿	NiO	78.6
镍磁铁矿	NiFe ₂ O ₆ 或 (Fe,Ni) ₃ O ₄	31.9
镍钒	NiSO ₄ ·6H ₂ O	28.4
碧钒	NiSO ₄ ·7H ₂ O	26.6
翠镍矿	NiCO ₃ ·2Ni(OH) ₂ ·4H ₂ O	59.6
镍锡铁矿	(Fe,Ni)O(OH)·nH ₂ O	含 Ni 低,易变,为一般含量

注:氧化镍矿物中为 NiO 含量。

1.2.2 矿床类型及分布

镍矿床按照成因分为岩浆熔离矿床和风化壳矿床两大类。目前已探明陆地上品位大于 1% 的镍矿资源中,硫化镍矿约占 30%、红土型镍矿约占 70%(此外尚有远景储量 1.68 亿 t),但现在全球硫化物镍矿产量约占世界产量的 60%,红土型镍矿占 40%,随着资源的持续开发利用,红土型镍矿产量比重将会增加(据 USGS 资料统计)。近年来,科研工作者又发现了丰富的海底锰结核矿床,据统计平均含镍 1%、铜 1% 和钴 0.35% 左右,据估算海底锰结核矿中仅镍金属储量就有 7 亿多 t。

在镍的矿床类型中,岩浆熔离矿床的基本特征是该类矿床均与镁铁质-超镁铁质岩体有关,这类矿床通常含有铜,也是铜的重要矿床类型(张亮,2015),此外,也常伴生有铁、铬、钴、锰、铂族金属、金、银及硒和碲等矿产。硫化物镍矿主要分布在:中国甘肃省金川镍矿带(我国最大的镍钴基地)、加拿大安大略省萨德伯里(Sudbury)镍矿带(目前世界上

最大的硫化铜镍矿资源)、苏联西伯利亚诺里尔斯克(HophHjibck)镍矿带、中国吉林省磐石镍矿带、加拿大曼尼托巴省林莱克-汤普森(Lynn Lake-Thompson)镍矿带、苏联科拉(Kojia)半岛镍矿带、澳大利亚坎巴尔达(KaMbalda)镍矿带、博茨瓦纳塞莱比-皮奎(Selebi Phikwe)镍矿带、芬兰科塔拉蒂(Kotalahti)镍矿带等。

风化壳镍矿主要指红土型镍矿,红土型镍矿是典型的风化-淋积-残余矿床的红土镍矿,主要分布在环太平洋亚热带-热带海洋气候的多雨地区。镍主要呈类质同象或吸附状态分布在矿物中,分布较均匀,红土型镍矿伴生、共生组分较多,常见的有铁、镁、铬、锰、钴、钒等元素,矿石综合利用价值较高。红土型镍矿主要分布在:南太平洋新喀里多尼亚(New Caledonia)镍矿区(目前世界上规模最大的镍红土矿资源区)、印度尼西亚的摩鹿加(Moluccas)和苏拉威西(Sulawesi)地区镍矿带、菲律宾巴拉望(Palawan)地区镍矿带、澳大利亚的昆士兰(Queensland)地区镍矿带、巴西的米纳斯吉拉斯(Minas Gerais)和戈亚斯(Goias)地区镍矿带、古巴的奥连特(Oriente)地区镍矿带、多米尼加的班南(Banan)地区镍矿带、希腊的拉耶马(Lary mma)地区镍矿带以及苏联和阿尔巴尼亚等国的一些镍矿带等,全球镍矿资源的分布见图2。



图2 全球著名镍矿山分布

2 全球各国镍资源储量和产量

世界镍的矿产资源分布极不均衡,主要集中在加拿大、俄罗斯、澳大利亚、新卡里多尼亚、古巴、印度尼西亚、菲律宾、南非、中国、巴布亚新几内亚、马达加斯加、巴西等国,合计约占探明陆基储量的80%以上,其他国家和地区储量很少,如表2所示。

据美国地调局2015年统计,截至2014年全球镍储量为8100万t,储量前三的国家为澳大利亚23.46%、新卡里多尼亚14.81%、巴西11.23%,中国排名第九,储量为3.70%。2014年全球镍产量为240万t,具体分布如图3~图4所示,其中产量前三的国家为印尼、菲律宾和俄罗斯,其产量分别为10%、18.33%和10.83%。

表2 2014年全球各国镍储量产量分布情况

国家	2014 产量/t	产量分布/%	2014 年储量/t	储量分布/%
澳大利亚	220 000	9.17	19 000 000	23.46
新卡里多尼亚	165 000	6.88	12 000 000	14.81
巴西	126 000	5.25	9 100 000	11.23
俄罗斯	260 000	10.83	7 900 000	9.75
古巴	66 000	2.75	5 500 000	6.79
印尼	240 000	10.00	4 500 000	5.56
南非	54 700	2.28	3 700 000	4.57
菲律宾	440 000	18.33	3 100 000	3.83
中国	100 000	4.17	3 000 000	3.70
加拿大	233 000	9.71	2 900 000	3.58
马达加斯加	37 800	1.58	1 600 000	1.98
哥伦比亚	75 000	3.13	1 100 000	1.36
多美尼亚	—	—	930 000	1.15
美国	3 600	0.15	160 000	0.20
其他国家	410 000	17.08	6 500 000	8.02
全球总量	2 400 000	100.00	81 000 000	100.00

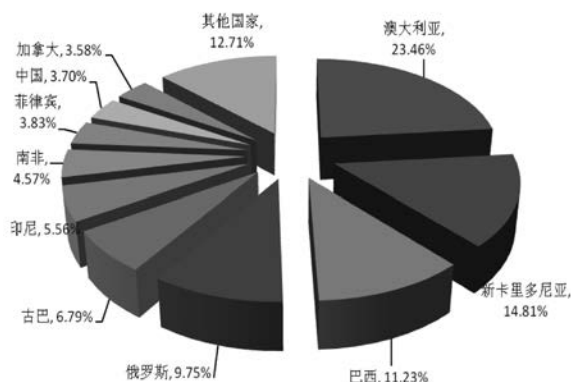


图3 2014年全球镍储量分布图

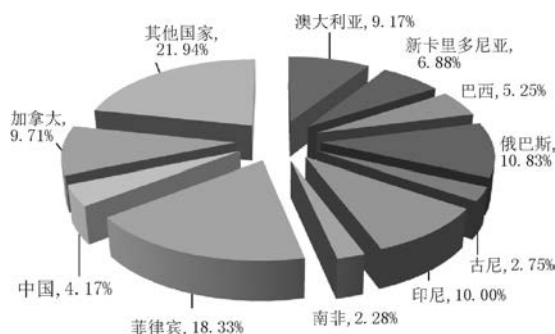


图4 2014年全球镍产量分布图

3 全球镍矿资源供需分析

3.1 镍矿资源开发从硫化镍矿向红土型镍矿转变

全球已探明的镍资源中红土型镍矿约占70%，硫化物镍矿约占30%，但由于硫化矿较红土型镍矿资源品质好，工艺技术成熟，因此，硫化矿产量约占世界镍产量的60%，红土型镍矿约占40%（据USGS）。按全球近年来对镍的需求以及近年来全球镍矿山产量估算，全球镍的储量保证开采年限约40年以上。在勘探开发方面，随着传统的硫化镍矿矿山（加拿大的萨德伯利、俄罗斯的诺里尔斯克、澳大利亚的坎博尔达、中国金川、南非里腾斯堡等）的开采深度日益增加，开采难度逐渐加大，而新发现的硫化镍矿山又非常少，因此世界镍资源的重点开发将转向便于勘探开采的红土型镍矿资源（现阶段开采的红土型镍矿的平均品位大约在1.3%~1.5%之间（褐铁矿型<1.4%，腐殖土型2%左右）），其产量比重将越来越大。除此之外，近年来全球各国也在积极寻求新的镍的供应替代品，如在欧洲及北美，废不锈钢正在取代越来越多的原生镍消费份额，最近

甚至侵蚀了镍铁的市场份额。未来镍的开发还将可能向着镍储量更大的深海锰结核的方向发展。

3.2 供需矛盾有望缓解

全球镍矿产量在过去100年中持续增长，自2000年以后全球镍的产量更是大增，2014年全球镍产量达到了2400 kt（据USGS数据统计），如图5所示。全球镍矿资源在过去几年供应一直充足，但自2014年印尼据施行镍矿出口禁令以来，全球的镍矿石供应市场将逐步缩减，加上全球镍矿资源的保证程度低，因此，长远看来镍的供应将会逐步趋紧，镍矿资源供应过剩的局面将会逐渐改变，据INSG统计数据，2014年全球镍供应过剩9.43万t，较2013年下降了约47%。另外，中国是全球最大的镍矿进口国，2012年中国镍矿进口量约占世界镍矿资源贸易量的84%（镍矿进口贸易指南，商务部，2012），其中进口的镍矿绝大部分是红土型镍矿，主要来源为印度尼西亚和菲律宾。对于中国而言，随着印尼镍矿石供应的锐减，中国也在积极寻找新的镍矿供应源，2014年菲律宾已经取代印尼，成为中国最大的镍矿供应来源地。

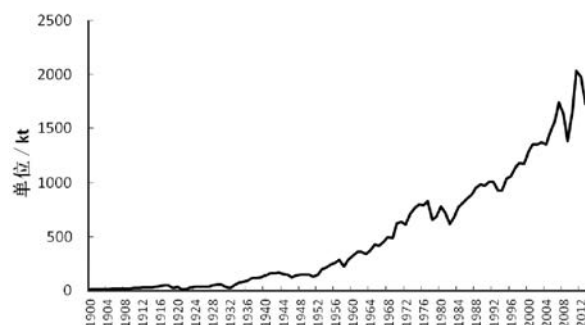


图5 过去100多年全球镍矿产量变化趋势图

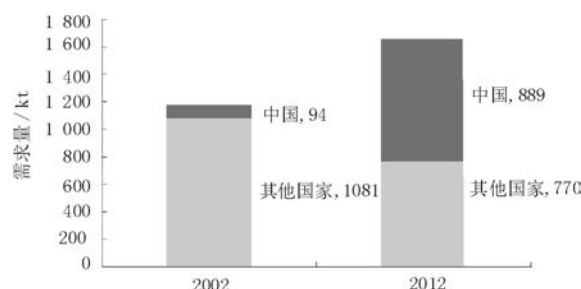


图6 2002~2012年间全球对镍的需求量变化

全球对镍的需求量持续增长，自2002~2012年10年间增长了约484 kt（见图6），全球镍需求量的

增长主要由于中国经济的高速发展,基础设施的大量建设等原因对镍需求量的暴增,从 2002 年的 94 kt 增至 2012 年的 770 kt(大约增长了 8 倍),中国成为全球最主要的镍消费国,2012 年大约消费了世界上 53% 的镍金属(据 INSG 数据,2014),但国外其他国家在过去十年间对镍的需求总量逐渐减少,由 2002 年的1 081 kt降低到 2012 年的 889 kt。2016 ~ 2019 年全球重要的新开镍矿床新开项目见表 3、表

4,从表中可以看出,新建矿山项目主要产品主要为镍铁合金、镍钴氢氧化物、镍精矿等,很少直接出售镍矿石,另外,比较全球新开项目中红土型镍矿与硫化物镍矿的生产能力总和,得出在新开项目中红土型镍矿产量超过 50%,这反映了镍矿资源向红土型镍矿开发的整体趋势。这些项目实施后,将会在一定程度上减缓镍资源的供应趋紧。

表 3 全球红土型镍矿 2015 ~2017 年新开项目

国家	年份	项目名称	品位/%	估计资源量 /kt(矿石量)	设计年生产能力/t	主要产品
古巴(Holguin)	2015	Las camariocas – Yamaguey	1.32	110 000	21 000	镍铁合金
菲律宾(Agusan del Norte)	2016	Agata	约 1.11	45 170	21 500	镍矿石及镍、钴氢氧化物
印尼	2016	Mandiodo	约 1.7	36 100	2 000	镍铁合金
土耳其(Manisa)	2016	Çaldaş	1.13	33 000	21 000	
澳大利亚(Western Australia)	2017	Australia Mt. Thirsty (north – northwest of Norseman)	约 0.55	32 000	9 000	镍、钴氢氧化物
澳大利亚	2017	AustraliaWingellina	约 0.98	184 000	40 000	镍、钴氢氧化物
喀麦隆(east Province)	2017	Cameroon Mada and Nkamouna	约 0.59	267 000	3 200	镍、钴硫化物
印尼(Southeast Sulawesi)	2017	North konawe	1.50	100 000	20 000	镍铁合金
新喀里多尼亚(Nakety – Bogota)	2017	Nakety – Bogota	约 1.49	228 000	52 000	矿石
印尼(Sulawesi)	2019	central Saluweri	1.62	160 000	46 000	镍、钴氢氧化物
坦桑尼亚(Northern)	2019	Dutwa	约 0.92	215 400	9 000	镍、钴氢氧化物或硫化物

表 4 全球硫化物镍矿 2015 ~2017 新开项目

国家	年份	项目名称	品位 /%	估计资源量 /kt(矿石量)	设计年生产能力/t	主要产品
加拿大(Ontario)	2015	Onaping Depth	2.74	16 200	10 000	
加拿大(Manitoba)	2016	Minago	0.52	69 000	11 000	
加拿大(Ontario)	2016	Eagle’s Nest – McFaulds Lake	约 1.2	21 600	15 000	
加拿大(Quebec)	2016	Dumont	0.26	2 170 000	49 000	铁镍合金
俄罗斯(Amur)	2016	Russiakun – Manie	0.51	68 700	16 000	镍精矿
加拿大(British columbia)	2017	Turnagain	0.21	1 850 000	24 000	镍精矿
加拿大(Sudbury)	2017	copper cliff Mine	1.15	130 000		矿石
加拿大(Yukon Territory)	2017	Wellgreen	0.31	450 000	14 000	镍精矿
俄罗斯(kola Peninsula)	2017	Vuruchuaivench	0.23	17 500		金属
俄罗斯(Taimyr Peninsula)	2017	Maslovsky	0.33	728 000	18 000	镍精矿
坦桑尼亚(kagera region)	2017	kabanga	约 2.45	56 000	40 000	镍精矿
坦桑尼亚	2017	Nachingwea Regional exploration Project	0.61	56 000	25 000	
美国(Minnesota)	2017	Nokomis/Maturi extension	0.21	1 280 000	19 000	镍钴矿

3.3 价格变化仍处于弱势震荡中

过去的一百年内(1900 ~2013 年),全球镍价格在震荡中上涨,2007 年达到了顶峰,为 37 200 美元/t,如图 7 所示。中国经济飞速发展,国内不锈钢的

产量大幅增长(2007 年较 2006 年增产约 227 万 t),使镍的需求量不断增加,2007 年达到了创记录的 140 万 t,巨大的需求动力导致了全球镍价格的飞涨。

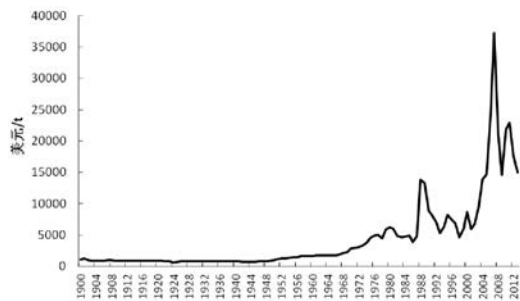


图7 过去100年全球镍价格趋势

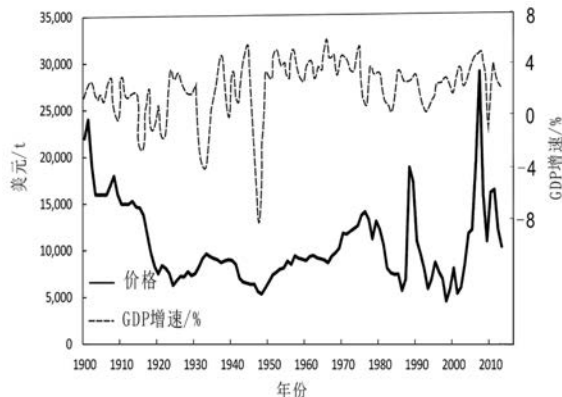


图8 以98年美元购买力为基准过去100年全球镍价格变化趋势与全球GDP增速变化趋势的关系

将镍价换算成以98年美元购买能力为基准,全球镍价格在过去的百年里价格成一定周期性波动,如图8所示,现阶段刚刚经历一个高峰期,现逐步回落至正常价格区间。本文统计了过去100年间全球GDP增速变化趋势与以98年美元购买力为基准镍价变化趋势的关系,二者均成周期性波动。自第二次世界大战结束之后,全球镍的价格变化与全球经济增长呈明显的正相关关系,每一次世界经济的快速增长都伴随着镍价格的不断上涨,尤其是二战之后世界经济增速提升,伴随着钢铁、不锈钢等主要镍消耗品的大量使用,导致镍需求增大,这在2002-2008年镍价飞涨时更是得到了验证,在这段时间内,中国经济飞涨,基础建设消耗了大量的镍,巨大的需求基数导致镍价飞涨到历史最高点;之后,全球以及中国经济增速的放缓导致了镍价格的大幅回落,降至目前的状态。

基于镍价格的周期性以及与全球GDP增速的关系,考虑到国际不锈钢行业以及中国不锈钢行业的不景气导致相关企业对镍矿提货量的减少,再加上原油等商品价格下滑和美元走高等拖累,虽然在未来一段时间内国际镍矿资源供应趋紧,但由于经济发展周期规律及镍价格波动规律的原因,在未来短

时间内镍价格仍将处于弱势中震荡的状态。

4 结语

(1)全球镍矿产资源分布极不均衡,主要集中在澳大利亚、新卡里多尼亚、印度尼西亚、巴西、菲律宾、南非、加拿大、古巴、中国、俄罗斯等国,这些国家合计约占探明陆基镍矿储量的80%以上,其他国家和地区储量很少,其中,中国为3.70%,排名第九。产量前三的国家为印尼10%,菲律宾18.33%,俄罗斯10.83%。

(2)全球已探明的镍资源中红土型镍矿约占70%,硫化物镍矿约占30%,但全球硫化矿产量约占世界镍产量的60%,红土型镍矿仅占到40%。全球镍资源的重点勘探开发将转向红土型镍矿资源。

(3)在过去的百年里全球镍的价格与全球经济增长一样,呈一定周期性波动,并且二者显示出正相关关系,镍价现阶段刚刚经历一个高峰期,现逐步回落至正常价格区间,受国际经济形势影响,在未来短时间内镍价格仍将在弱势状态徘徊。

(4)伴随印尼2014年镍矿出口禁令实施,全球镍矿资源的供应程度将逐渐趋紧,作为全球最大的镍矿资源进口国,中国在面对这种情况下应该积极寻找镍的替代材料,扩大镍的进口来源,以保证国家的经济建设的发展。

参考文献:

- [1] Carlos Risopatron. Developments and new challenges for base metals: the case of copper, zinc, lead and nickel [C]// Unctad 2014 Multi-year Expert Meeting on Commodities and Development. Geneva: ICSG, 2014.
- [2] INSG. World nickel statistics [R]. Lisboa: INSG, 2015.
- [3] Paul White. An overview and outlook for the global lead, zinc, nickel and copper markets [R]// Indian Metals Industry - Shaping the Next Decade. New Delhi: ILZSG, 2011.
- [4] Infomine. Investmentmine [EB/OL]. [2015-10-30]. <http://www.infomine.com>.
- [5] USGS. 2012 Minerals Yearbook [R]. Virginia: USGS, 2013.
- [6] USGS. Historical statistics for mineral and material commodities in the United States [EB/OL]. [2015-07-30]. <http://minerals.usgs.gov/>.
- [7] USGS. Mineral commodity summaries 2014 [R]. Virginia: USGS, 2015.
- [8] 中华人民共和国商务部. 镍矿进口贸易指南 [R]. 北京: 中华人民共和国商务部, 2012.