

钒钛磁铁矿综合利用关键技术专利分析*

朱月仙**¹ 张 娴^{1,2} 许 轶¹ 王 超^{1,2} 方 曙¹

(1. 中国科学院成都文献情报中心,成都 610041; 2. 中国科学院大学,北京 100049)

摘 要: 针对钒钛磁铁矿综合利用的关键技术开展专利分析,重点关注钒钛磁铁矿富集与分离的火法及湿法工艺、同时利用一种以上元素的多金属综合利用技术以及重要钒钛产品的生产技术。考察了钒钛磁铁矿综合利用关键技术全球专利基本态势,包括总体趋势、地域分布、重要竞争者、技术发展动向等;重点分析了在华活跃发明专利的技术构成。分析结果表明,钒钛磁铁矿综合利用关键技术目前处于快速发展期,专利申请涉及的钒钛产品品种及富集分离工艺逐渐多元化;中国的专利受理数量遥遥领先,各国专利受理数量基本与钒钛磁铁矿储量分布相匹配。最后,在分析的基础上对国内机构提出了相应的专利布局建议。

关键词: 钒钛磁铁矿;综合利用;富集与分离;专利分析

中图分类号:G350;TD98 文献标识码:A doi:10.16507/j.issn.1006-6055.2017.06.001

Patent Analysis of Key Technologies in Vanadium Titanium Magnetite Comprehensive Utilization*

ZHU Yuexian**¹ ZHANG Xian^{1,2} XU Yi¹ WANG Chao^{1,2} FANG Shu¹

(1. Chengdu Library and Information Center, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Patents of key technologies in the comprehensive utilization of vanadium titanium magnetite are analyzed in this paper. Focusing on the pyrometallurgical process and hydrometallurgical process for enriching and separating vanadium titanium magnetite, comprehensive utilization technology of multi-metal ore while using more than one element at the same time and production technology of vanadium-titanium products, the basic trends of the global patents are analyzed, including the overall trends, geographical distribution, important competitors, technology trends and so on, and the technical composition of active patents in China were mainly analyzed. The results show that the key technologies in the comprehensive utilization of vanadium titanium magnetite is in rapid development period, the patents involving vanadium-titanium products and enriching and separating process are gradually diversified; China holds a leading position in terms of accepted patents, the number of patent applications accepted is well-matched with vanadium-titanium magnetite dispersal. Finally, the suggestions of patent layout are proposed for domestic institutions based on the analyzing results.

Key words: vanadium titanium magnetite; comprehensive utilization; enrichment and separation; patent analysis

1 引言

钒钛磁铁矿是一种铁、钒、钛等多种有价元素共生的复合矿^[1]。世界上钒钛磁铁矿资源比较丰富的国家主要有:俄罗斯、中国、南非、美国、加拿大等,已探明的世界储量将近480亿吨^[2]。我国钒钛磁铁矿储量丰富,除铁、钛、钒外,常伴生铬、钴、镍、铜、镓、钪,有的矿床还伴生铂族元素或铌、钽、锆、铀、钍、铯和稀土元素^[3],具有很高的综合利用价值。其中攀西地区是我国最大的钒钛磁铁矿矿床,按现有保有储量计算,仅攀枝花钒钛磁铁矿直接经济价

值就约为3.4万亿元^[4]。另外,随着世界航空航天产业的逐步升温,原子能发电、船舶换热器等含钛设备即将得到大量应用,未来钒也将重点应用于钒流储能电池以发展可再生能源,世界对钒钛资源的关注程度越来越高,其重要性越来越突出^[5],同时随着高新技术产业的飞速发展,钒钛磁铁矿所拥有的“三稀”矿产资源也越来越受重视。

综上,钒钛磁铁矿综合利用的战略价值日益凸显。本文针对钒钛磁铁矿综合利用的关键技术开展专利分析,重点关注钒钛磁铁矿富集与分离的火法及湿法工艺、同时利用一种以上元素的多金属综合利用技术以及重要钒钛产品的生产技术,考察了钒钛磁铁矿综合利用关键技术全球专利基本态势,包括总体趋势、地域分布、重要竞争者、技术发展动向

2017-05-03 收稿,2017-06-05 接受,2017-06-06 网络发表
* 中国科学院科技服务网络计划(STS)(KFJ-EW-ST5-A32)资助
** 通讯作者,E-mail: zhuyx@clas.ac.cn; Tel: 13880779237

等重点分析了在华活跃发明专利的技术构成。

2 数据来源与分析工具

本文所分析数据来源于美国汤森路透科技信息集团(Thomson Reuters Scientific)的Thomson Innovation数据库和ISI Web of Knowledge知识平台中的德温特创新专利索引(DII)数据库(检索日截至2016年3月)、国家知识产权局的专利数据库(检索日截至2016年3月)。

分析工具为科睿唯安的数据分析工具TDA(Thomson Data Analyzer)、TI(Thomson Innovation)分析平台,中国科学院专利在线分析系统3.1。

3 钒钛磁铁矿综合利用关键技术全球专利申请时间趋势

截至检索日(2016年3月10日),钒钛磁铁矿综合利用关键技术全球专利申请共4415项(一组同族专利视为一“项”专利申请,单篇专利文献以“件”计数),自1958年第一项专利申请后,相关研发和专利申请活动逐渐开展起来。图1揭示了专利申请活动的阶段性特点(基于最早优先权年统计):

1958~1969年为萌芽期,相关技术研究起步较快,专利申请数量增长较迅速;

1970~1990年为技术推动期,相关研发活动持续且专利申请数量总体较为平稳;

1991~1999年为波动期,专利申请数量起伏较大,波动中呈上升趋势;

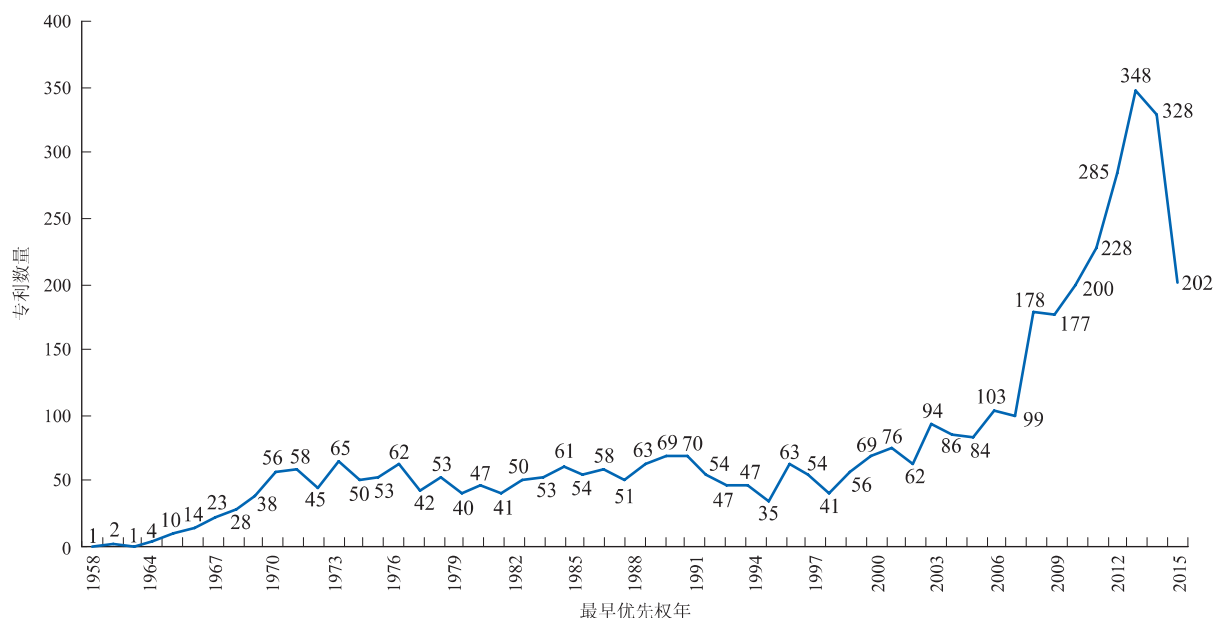


图1 钒钛磁铁矿综合利用关键技术全球专利申请时间趋势(单位:项)

2000年至今为快速发展期(由于专利申请与公开之间存在18个月的时滞,因此2014、2015年的数据仅供参考),专利申请数量呈迅速上升之势。

4 钒钛磁铁矿综合利用关键技术全球专利申请地域分布

如表1所示,从目前已发现的钒钛磁铁矿储量来看,俄罗斯、中国、南非、美国、加拿大、新西兰、澳大利亚、芬兰、瑞典、挪威位列前十位。钒钛磁铁矿储量越大,说明该国家/地区对相关开发利用技术的需求可能更大,因而在这些技术市场进行专利申请保护的重要性更强。如图2所示,就各国家/地区专利受理数量来看,中国的专利受理量位列第一,远超其他国家/地区,优势明显,中国市场是专利申请人们非常重视的技术市场,其次为日本、俄罗斯、美国。

表1 钒钛磁铁矿储量排名前十国家的储量及专利受理量对比

国家	储量	专利受理量
俄罗斯	1205160	732
中国	338797	2221
南非	187412	237
美国	120000	696
加拿大	115000	338
新西兰	65400	34
澳大利亚	41500	323
芬兰	38800	88
瑞典	15000	23
挪威	1000	114

从钒钛磁铁矿储量及当前专利受理数量二者对比情况来看,不同国家/地区的钒钛磁铁矿综合利用关键技术市场潜力主要差异表现出如下几种类型:

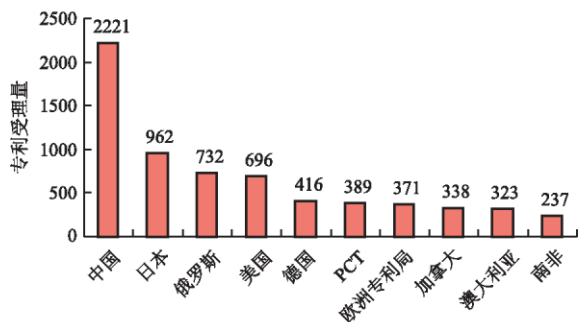


图2 钒钛磁铁矿综合利用关键技术全球专利受理量排名前十的国家/地区(单位:项)

1) 专利受理数量与储量分布基本相匹配,如中国、俄罗斯、美国、加拿大、澳大利亚、南非、挪威,这些国家的专利受理数量和储量都较大;

2) 储量较大,但当前专利受理数量非常少,技术市场尚未引起申请人重视,可抢先进行专利申请,如新西兰、芬兰、瑞典;

3) 储量少,但是专利受理数量排名前列,如日本、德国,分析可知,这些专利多涉及钒钛产品生产技术。

5 钒钛磁铁矿综合利用关键技术重要专利申请人

图3为钒钛磁铁矿综合利用关键技术专利全球申请量前15位的专利申请人。其中攀钢集团申请量具有绝对领先优势,专利申请数量超过第2、3位的住友集团和中国科学院的总和。

中国机构占据专利申请总量优势,日本机构次之:前15位专利申请人中,中国有9位,分别是攀钢集团、中国科学院、河北钢铁集团、东北大学、鞍钢集团、北京科技大学、四川龙蟒集团、昆明理工大学、中南大学;日本有4位,分别是住友集团、日本东邦集团、石原产业株式会社、新日铁有限公司。

中国申请量领先的9位申请人中包括4家企业、4家高校和1家科研机构(中国科学院);日本领先的4家申请主体均为企业。

6 钒钛磁铁矿综合利用关键技术专利发展动向

6.1 全球专利技术发展动向

通过对比各技术发展阶段的专利景观图(图4),可以了解不同时期的专利申请活动的技术主题分布特点,图中的点代表一篇专利文献,点与点之间的距离代表专利文献之间内容的相似程度,最终形

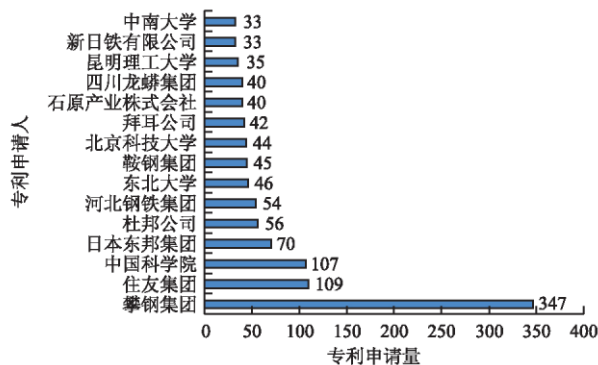


图3 钒钛磁铁矿综合利用关键技术全球专利申请人 Top 15(单位:项)

成山峰。不同山峰区域内的专利文献代表某一特定技术主题。地图中的不同颜色表示技术区域内专利的数量,白色即专利文献最密集部分,说明涉及该技术主题的专利申请量最多,是研发中的热点技术^[6]:

1) 技术萌芽期(1959~1969年):该阶段专利主要涉及钒合金及五氧化二钒等钒产品的生产技术;利用电解、火法冶炼等方式的提钒技术;二氧化钛的生产技术;

2) 技术推动期(1970~1990年):这一阶段的专利申请重点包括:钛产品生产技术,相较于技术萌芽期品种逐渐向多元化发展,虽然重点仍为二氧化钛,但在钛合金、碳化钛、钛酸钾等方面也有较多专利产出;利用高炉、流化床等火法冶炼技术以及对炉渣的利用技术;硫酸法、盐酸法、氯化法等各种富集与分离技术;

3) 波动期(1991~1999年):钒钛产品生产技术,除与技术推动期相同的二氧化钛、钛合金外,申请重点还包括人造金红石、钒合金以及钒渣;钛铁矿浸出、沉淀提钒等湿法分离技术;高炉、电炉熔融以及流化床利用等火法冶炼技术;

4) 快速发展期(2000年至今):这一阶段的专利申请重点仍为钒钛产品的生产技术,如二氧化钛、海绵钛、四氯化钛、人造金红石、偏钒酸铵、五氧化二钒等;其次还涉及高炉等各种熔炼方法以及熔盐电解等湿法分离技术。

6.2 在华活跃发明专利技术构成

目前钒钛磁铁矿综合利用关键技术在华活跃发明专利(即截至检索日,法律状态为有效和在审状态的发明专利或发明专利申请)共1396件,从总体技术构成来看:

①富集与分离技术(931件)、钒钛产品生产技



图4 钒钛磁铁矿综合利用关键技术全球专利技术主题时间发展趋势

术(841件)已有较多活跃发明专利分布,而多金属综合利用技术(180件)的分布数量明显较少;

②多金属综合利用技术活跃发明专利中,67%集中在对两种元素的开发;

③目前富集与分离技术的活跃发明专利以湿法工艺为主,传统的火法工艺仅占活跃专利总量的27%。

1) 多金属综合利用类专利技术发展动向

钒钛磁铁矿为多金属共生矿,除含铁、钒、钛外,还包含数量可观的铬、钴、镍、铜、镓、锗以及钽、铋、稀土、硫、碲、铋、铂族等共生资源^[7]。分析多金属综合开发技术的活跃发明专利(图5)可知:

(1)除铁、钒、钛外,多金属综合开发技术涉及较多的元素还有铬、钽,其他元素开发的相关专利尚较少;

(2)多金属综合利用中仅钛铁、钒铬、钒钛铁活跃发明专利分布较多,钒铁、钛钒、钒钛铁铬也有少量专利,其余元素,如钛锰、钛钒钨、钒铁磷镍仅有零星活跃发明专利分布;

(3)有少量活跃发明专利涉及5种以上元素的

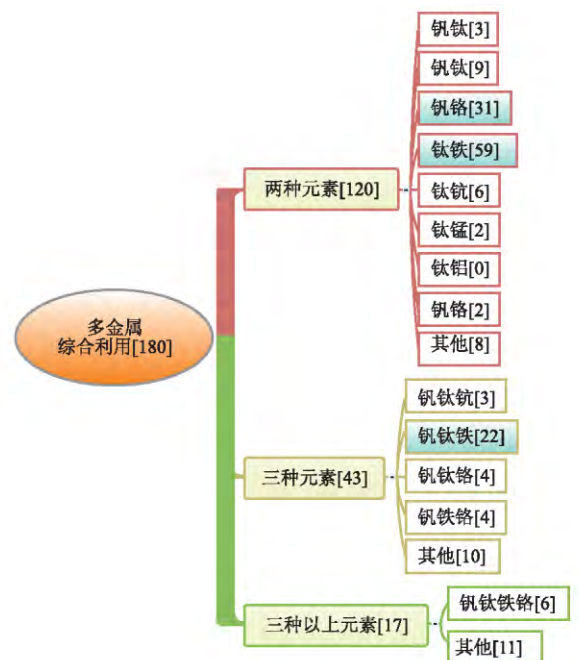


图5 钒钛磁铁矿综合利用关键技术在华活跃发明专利技术分支构成:多金属综合利用类(单位:件)

综合利用,如南非安格洛操作有限公司申请的两件专利^[8-9]利用盐酸对钛矿进行浸取,回收Zn、Cu、Ti、

Al、Cr、Ni、Co、Mn、Fe、Pb、Na、K、Ca、铂系金属和金等多种有价值元素。

2) 富集与分离类专利技术发展动向

通过分析富集与分离技术的活跃发明专利(图6)可知:

(1) 湿法工艺活跃发明专利数量最多,相关专利技术基本采用多种手段相结合的工艺,如将钒渣氧化后沉淀提钒。其中采用最多的为酸浸、碱浸、沉淀、萃取等分离手段;其次采用电解、氯化手段的相关专利数量也较多,尤其是熔盐电解和熔盐氯化的工艺;

(2) 火法工艺活跃发明专利中,电炉、高炉、转炉涉及数量最多,如采用电炉熔分还原;转底炉、隧道窑、回转窑数量次之,多采用直接还原的手段;其他多涉及钠化焙烧、钙化焙烧、氧化焙烧、还原焙烧等未提及装置的火法工艺;

(3) 火湿法相结合的活跃发明专利申请大部分涉及将焙烧、煅烧等火法工艺与酸浸、碱浸等浸出分离工艺相结合的技术,尤其鞍钢集团申请了近20件

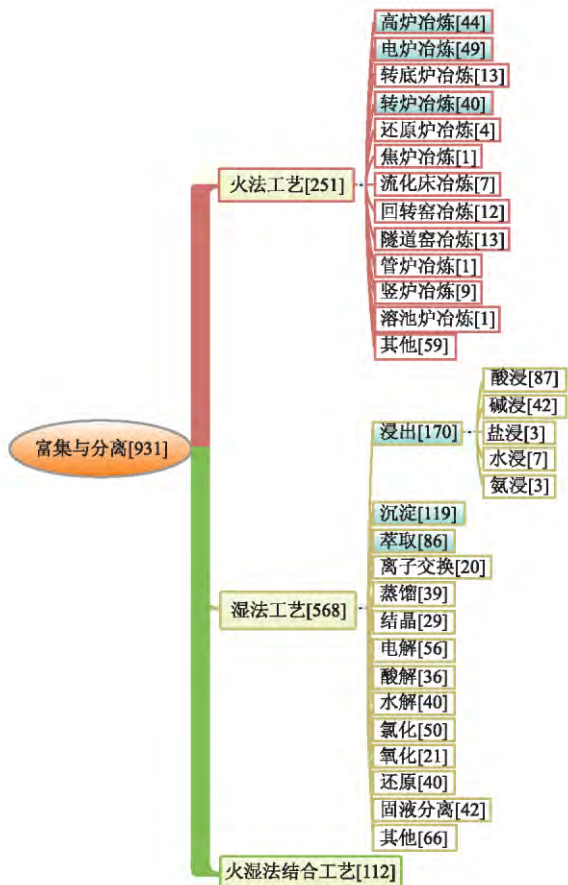


图6 钒钛磁铁矿综合利用关键技术在华活跃发明专利技术分支构成: 富集与分离类(单位: 件)

利用煅烧、碱浸等工艺分离铁精矿和钛精矿的相关专利。

3) 钒钛产品生产类专利技术发展动向

产品生产相关在华活跃发明专利中(图7),钛产品专利数量远多于钒产品,研发界当前对钛相关产品的开发更为活跃。

(1) 钛产品种类繁多,但活跃发明专利分布非常集中,近半数涉及钛白/二氧化钛的生产,其次专利数量较多的还有钛合金、海绵钛、钛酸盐、四氯化钛,而高纯钛、碳化钛、钛石膏、钛粉等产品的专利数量较少;

(2) 钒产品活跃发明专利70%以上涉及钒合金和五氧化二钒,其次为硫酸氧钒和钒酸钠、钒酸钾等各种钒酸盐,仅零星专利涉及高纯钒等产品的生产;

(3) 钛合金和钒合金的活跃发明专利分布也非常集中,其中钛合金75%以上为钛铝合金、钛铁合金和钒钛合金;钒合金85%以上为钒氮合金和钒铁合金。

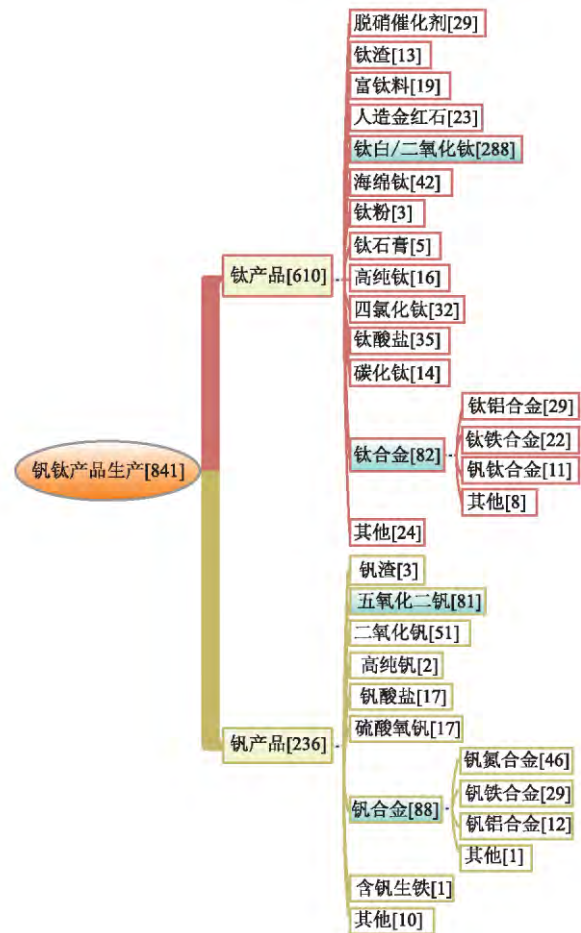


图7 钒钛磁铁矿综合利用关键技术在华活跃发明专利技术分支构成: 钒钛产品生产类(单位: 件)

7 主要结论和建议

1) 主要结论

(1) 钒钛磁铁矿综合利用关键技术从2000年起进入快速发展期,专利数量增长迅速;专利申请涉及的钒钛产品品种及富集分离工艺逐渐多元化,而二氧化钛在各个阶段都是专利申请的重点。①1959~1969年为技术萌芽期,呈现专利申请数量增长快但总体数量少的特点。这一时期专利重点涉及的钒钛品种少,主要集中在二氧化钛、五氧化二钒及钒合金等;②1970~1990年为技术推动期,专利申请数量平稳。这一阶段专利重点涉及的钛产品品种更加多样化,钛合金、碳化钛、钛酸钾等也成为申请重点;硫酸法、盐酸法、氯化法等工艺开始盛行;③1991~1999年为波动期,年专利申请数量波动较大。这一阶段人造金红石的生产技术,以及浸出、沉淀等湿法分离技术成为专利申请重点;④2000年起进入快速发展期,各种钒钛产品的生产技术仍为专利申请的重点。

(2) 中国的专利受理数量遥遥领先,其次为日本、俄罗斯、美国、德国。各国专利受理数量基本与钒钛磁铁矿储量分布相匹配,但新西兰、芬兰、瑞典钒钛磁铁矿储量较大,现有专利受理数量却非常少,这些技术市场尚未引起申请人足够重视。

(3) 攀钢集团、住友集团、中国科学院、日本东邦集团、杜邦公司、河北钢铁集团、东北大学、鞍钢集团、北京科技大学、拜耳公司、石原产业株式会社、四川龙蟒集团、昆明理工大学、新日铁有限公司、中南大学为钒钛磁铁矿综合利用关键技术专利全球申请量前15位的专利申请人,其中攀钢集团的申请量具有绝对领先优势。

(4) 对在华活跃发明专利进行分析可知:①多金属综合利用类技术集中在铁、钒、钛、铬、钨等少数几种元素,钛铁、钒铬、钒钛铁综合开发已形成一定规模的专利布局;②富集与分离类技术中,采用多种手段相结合的湿法工艺属于热门研发领域,其中酸浸、碱浸、沉淀、萃取、电解、氯化为热门技术手段;火法工艺中,电炉、高炉、转炉使用频率最高;火湿法结合工艺近年研发活跃;③钒钛产品生产类技术中,钛产品主要涉及钛白/二氧化钛、钛合金、海绵钛、钛酸盐、四氯化钛生产技术,钒产品主要涉及钒合金和五氧化二钒生产技术。

2) 启示及建议

基于以上对钒钛磁铁矿综合利用关键技术的相关专利分析,就国内机构在该领域的发展提出如下建议:

(1) 多金属综合利用目前在华活跃发明专利申请较少,除钛铁、钒铬、钒钛铁外,其他类型的综合利用技术有待后续研发,如钛锰、钛钨钼、钒铁磷镍仅有零星专利分布,钴、镍、铜、镓、锗、钇、稀土、硫、碲、铋、铂族等伴生资源的综合利用技术几乎未见有专利申请,可加强对这些利用技术的研发,抓紧进行专利布局;

(2) 传统的火法冶炼工艺中,电炉、高炉、转炉专利涉及数量较多,而焦炉、管炉、熔池炉的专利申请非常少,可能是研发机会所在;

(3) 火湿法相结合的工艺现有专利申请较少,是研发机会所在,近年也越来越受到申请人重视,可以充分发挥火法、湿法工艺的优势,从中寻找技术突破点;

(4) 自2000年D J Fray等人提出熔盐电解二氧化钛制备金属钛以来,掀起了熔盐电解制备金属的热潮^[10]。目前熔盐电解法国内外专利申请数量均较多,需高度关注现有的研发产出,避免重复研发;

(5) 现有钒钛产品生产技术专利申请技术主题分布非常集中,但在高纯钛、碳化钛、钛石膏、钛粉、高纯钒等技术主题方向尚未见有形成专利密集分布,可争取布局机会;

(6) 抓紧进行高附加值钒钛产品的专利布局。当前国内钒钛产业的发展趋势是产品的结构升级,产业向高端领域转移。国内石化、航空航天、电力、海洋工程以及体育休闲等行业对高端钛产品的需求旺盛,同时计算机等高科技产业对钛的需求增长点也在不断涌现,促使钛产品向高端领域发展^[11-12]。目前国内高纯钛专利申请数量较少,配合产业升级,应抓紧在高纯钛、钛合金等高端钛材进行研发和专利布局;另外,国际市场对钒产品的需求逐渐多样化,需加强钒铝合金、钒电池、钒功能材料、高纯剂氧化钒等高附加值钒产品的专利布局;

(7) 结合钒钛磁铁矿储量分布进行海外市场精准专利布局。国内申请人当前相关技术海外专利申请严重缺乏,建议加强海外专利布局。可结合钒钛磁铁矿储量分布综合考量,针对资源储量大国对开发利用技术的潜在需求,进行海外技术市场的精准布局。可优先考虑俄罗斯、美国、加拿大、澳大利亚、南非、挪威、新西兰、芬兰、瑞典等国,尤其注意新西

兰、芬兰、瑞典市场当前还未引起申请人足够重视,可抢先进行专利布局。

致谢:感谢中国科学院过程工程研究所张绘、王丽娜、陈德胜副研究员及其同仁在本文撰写过程中提供的宝贵意见和诚挚帮助。

参考文献

- [1] 锡淦, 胡克俊. 攀钢钒钛回收新进展[J]. 钢铁钒钛, 1998(12): 58-64.
- [2] 刘洋. 高炉冶炼高铬型钒钛磁铁矿渣系统优化的研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2012.
- [3] 岩石矿物分析编委会. 岩石矿物分析(第二分册)[M]. 4版. 北京: 地质出版社, 2011: 753-755.
- [4] 李兴华. 攀枝花钒钛磁铁矿综合利用技术路线图研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2011.
- [5] 刘文. 关于钒钛资源合理利用的建议[N]. 中国冶金报, 2011-3-19(A02).
- [6] 汪满容, 刘桂峰, 孙华平. 基于专利地图的全球大数据技术竞争态势研究[J]. 现代情报, 2017(1): 148-155.
- [7] 袁波. 节约挖潜, 提高钒钛磁铁矿资源综合利用水平[DB/OL]. 2015-04-27. <http://xianhuo.hexun.com/2015-04-27/175347191.html>
- [8] 安格洛操作有限公司. 盐酸存在下用于从矿石回收有价值金属的浸取工艺: 中国, ZL200580042251.5[P]. 2007-11-14.
- [9] 安格洛操作有限公司. 盐酸存在下用于从矿石回收有价值金属的浸取工艺: 中国, ZL200580042222.9[P]. 2007-12-19.
- [10] 唐玖琰, 白晨光, 杜继红, 等. 熔盐电解制备钒及钛合金研究进展[J]. 钛工业进展, 2009, 26(3): 7-12.
- [11] 王发明, 王军, 那丹妮, 等. 钛产业未来5年内市场走势分析及预测[J]. 吉林地质, 2012, 31(4): 62-66.
- [12] 钟新周. 攀枝花产业结构升级的唯一出路——钒钛产业链的延伸与发展[J]. 科技信息, 2013(25): 165-168.

中国成为科技强国对西方国家的影响

2017年7月4日, 欧洲顶尖智库布鲁盖尔研究所(Brugel)发布题为《中国成为科技强国的挑战》的研究报告, 剖析了中国科技创新实力增强对以美欧为主的西方科技强国的影响, 建议欧盟加强与中国的科学联系, 以便在未来多极科学世界中占有一席之地。

1) 中国科技创新实力提升

近年来, 中国的研发投入增长显著, 增速大大超过了美国和欧盟, 年全球排名第二(2014)。在论文产出数量方面, 中国的论文公开发表数量排名第二, 仅次于美国(2013); 在论文产出质量方面, 中国高被引论文的全球占比低于1%, 与日本基本持平(2012)。

2) 中国成为科技强国对西方的影响

对西方国家科学的影响: 在人才培养方面, 中国将学生输送到世界最好的教育机构培养然后吸引人才归国的模式, 有助于提升中国在自然科学和工程学领域的科技实力。其中, 前往美国求学的中国留学生(包括本科生和研究生)人数最多。不过, 在美获得博士学位的中国籍留学生的回国倾向并不高。由此可知, 如果中国籍研究人员将其归国时间推迟到职业生涯后期, 那么美国仍然可以从引进中国人才中获益。在国际合作方面, 美国和中国的科研合作增长快速; 欧洲国家不太注重与中国的合作, 虽然在数量也有所增长, 但与中国科技实力的增速不相匹配。

对西方国家科学之外的影响: 在研发投入方面, 欧盟产业研发投入记分牌中的中国企业数量较少但增速较快(2014~2016)。华为已在较短的时间内跃居世界第八大研发投入机构, 硬件技术领域位居第二(2016)。在全球人才储备方面, 中国培养的理工科专业人才对西方国家的技术创新合作伙伴关系产生了重要的影响。2013年, 美国理工科博士学位获得者主要集中于中国(22%)和印度(14%); 1995~2005年外来移民在美国创建的公司中, 创始人包含中国(包括中国台湾)移民的公司数量排第二(13%)。专利申请方面, 中国分别与美国、欧盟合作申请了大量专利, 有利于形成双边国际合作伙伴关系。中国正在成为美国的重要国际专利技术合作伙伴, 中国(包括中国台湾)发明人向WIPO提交的美国专利申请最多。华为已成为近年来世界知识产权组织(WIPO)专利申请最多的企业。在研发活动方面, 中国科技的崛起提升了跨国公司将中国作为研发活动场所的吸引力。市场增长潜力、研发资源质量、对大学和研究机构的知识获取都被是吸引西方研发活动的重要考量因素。中国被视为美国之后的第二大重要研发活动地。

朱敏(中国科学院大学)编译, 许轶(中国科学院成都文献情报中心)校译自
<http://bruegel.org/wp-content/uploads/2017/07/PC-19-2017.pdf>
 原文标题: The challenge of China's rise as a science and technology powerhouse