

基于专利数据的钛合金废料回收技术态势研究

鲍芳芳^{1,2}, 高威^{1,2}, 冯新^{1,2}, 丁贤飞^{1,2}, 南海^{1,2}

(1. 中国航发北京航空材料研究院, 北京 100095; 2. 北京市先进钛合金精密成型工程技术研究中心, 北京 100095)

摘要: 为了解全球钛合金废料回收领域知识产权状况, 对全球钛合金废料回收领域专利进行文献检索、数据提取和计量分析。从整体概览、技术分析、重点专利分析等维度对全球钛合金废料回收专利予以揭示, 呈现出全球钛合金废料回收技术发展态势。研究发现, 中国专利申请量多, 专利保护核心主要集中在切削、四氯化钛、气流粉碎、硝酸亚铁和脱硝催化剂等技术主题。

关键词: 钛合金; 废料回收; 专利

钛合金是一种重要的结构材料, 在航空、航天、海洋运输、化工、冶金、医疗卫生等领域被广泛应用。由于钛合金独特的加工工艺特点, 其成品率约50%左右^[1], 导致大量残废金属产生、存储空间被占用等问题。但是, 我们不应将钛合金废料遗弃造成资源巨大浪费。为此, 合理处理和回收利用钛合金废料是钛合金行业可持续发展战略中的一个重要组成部分。

针对钛合金废料回收利用率低、技术突破等问题, 国内外学者曾展开的密切研究有: 钛合金重要用途块状返回炉料回收处理技术^[2]、氯化废弃物回收金属钛废料^[3]、钛合金废料制取钛合金^[4]、钛合金残料表面净化处理^[5]、用等离子束装包熔炼钛合金残料^[6]、利用钛屑生产钛合金半成品^[7]、钛合金屑锻造^[8]、钛合金废料制造钛合金粉末^[9]、钛合金废料熔炼^[10]、钛合金废料回收应用^[11]等。然而, 围绕钛合金废料回收专利的全方位揭示尚未出现, 不能全面揭示钛合金废料回收技术演化及技术信息。为此, 本研究基于Incopat专利数据库对钛合金废料回收专利进行文献检索、数据提取和计量分析, 以了解钛合金废料回收知识产权状况, 为钛合金废料回收技术推进提供参考。

1 专利数据与方法

对钛合金废料回收技术主题进行分解, 并将关键词扩展到“钛合金”“废料”“残料”“回收”“废料回收”“残料回收”“titanium alloy”“Ti alloy”“waste”“scrap”“refuse”“garbage”“recycle”“scrap recovery”“waste recovery”等, 在Incopat专利数据库内, 对截止到2019年12月31日在全球申请的专利进行检索, 检索时间为2020年4月8日。对下载的专利数据采用人工逐篇去噪与检索批量去噪相结合的方式, 得到专利787件。其中, 发明专利705件、实用新型专利82件。研究基于787件专利进行数据统计和制图分析。需要指出的是, Incopat专利数据库统计范围是目前已公开专利, 一般发明专利在申请后3-18个月公开, 实用新型专利和外观设计专利在申请后6个月左右公开, 为此, 2018-2019年数据仅供参考。

2 专利结果与讨论

2.1 专利整体概览

2.1.1 分布

作者简介:

鲍芳芳(1984-), 女, 博士, 研究方向为钛及钛铝合金铸造技术及专利战略。
E-mail: cnhk228@139.com

中图分类号: TG 146.2⁺3

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2021)02-0194-06

基金项目:

国家自然科学基金(51671026); 国防基础科研项目(JCKY2017213004)。

收稿日期:

2020-09-16 收到初稿,

2020-11-04 收到修订稿。

基于数据绘制出钛合金废料回收专利分布趋势图, 详见图1, 钛合金废料回收专利持有量较多的国家/地区及其专利数量为: 中国571件、日本29件、俄罗斯27件、美国22件、德国21件、苏联17件、韩国16件、世界知识产权组织15件、欧洲专利局12件、印度12件。中国是钛合金废料回收专利申请大国(72.55%), 日本次之(3.68%), 然后为俄罗斯(3.43%)。中国钛合金废料回收专利数量积极增长, 保持了较为活跃的姿态, 专利从2002年4件逐步增加到2013年57件之后快速上升到2017年70件峰值。其他几个国家和地区专利增长极为缓慢, 既有年申请量最多为5件的记录, 也有多次年申请量为0件的记录。

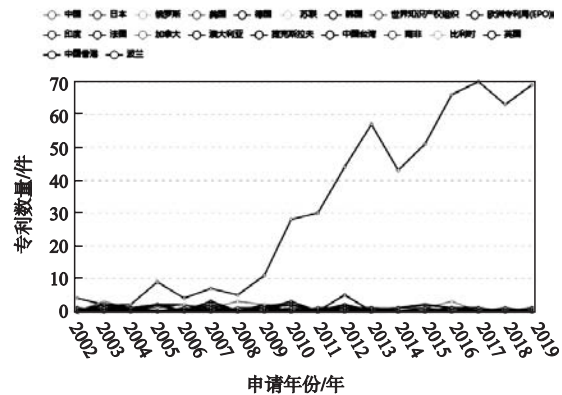


图1 钛合金废料回收专利分布趋势
Fig. 1 Distribution trends of titanium alloy waste recovery patent

2.1.2 申请机构

基于数据绘制出钛合金废料回收专利主要申请机构见图2, 钛合金废料回收专利前10位申请机构及其申请数量为: 四川龙蟒钛业股份有限公司20件、成都先进金属材料产业技术研究院有限公司17件、中国石油化工股份有限公司16件、中国石油化工股份有限公司北京化工研究院12件、东北大学11件、安徽金星钛白(集团)有限公司11件、攀枝花学院10件、四川大学9件、日本旭硝子玻璃公司8件和上海电机学院8件。

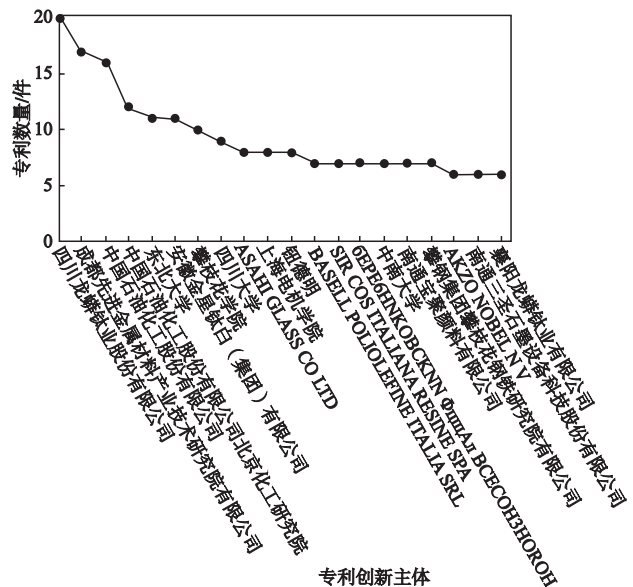


图2 钛合金废料回收专利主要申请机构
Fig. 2 Main application institutions of titanium alloy waste recovery patent

2.1.3 申请人

基于数据绘制出钛合金废料回收专利主要申请人图(图3)。钛合金废料回收专利前10位中国申请人及其申请数量为: 成都先进金属材料产业研究院有限公司的穆天柱17件、穆宏波17件和邓斌17件, 四川龙蟒钛业股份有限公司的朱全芳13件、周晓葵9件、姚恒平8件和孙润发7件, 四川龙蟒磷化工有限公司的文军12件和张玉荣7件, 中国石油化工股份公司的李昕阳10件。

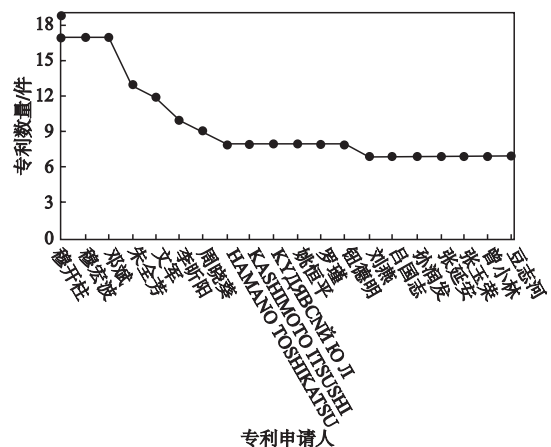


图3 钛合金废料回收专利主要申请人
Fig. 3 Main applicant of titanium alloy waste recovery patent

2.2 专利技术分析

2.2.1 技术领域

基于数据绘制出钛合金废料回收专利技术领域图(图4), 结合《国际专利分类斯特拉斯堡协定》编制的国际通用专利文献分类和检索工具IPC(International Patent Classification)号释义, 钛合金废料回收专利前10位技术领域及其申请数量为: C01G不包含在C01D或C01F小类中之金属的化合物224件; C22B金属的生产或精炼, 原材料的预处理181件; C01B非金属元素, 其化合物164件; C02F水、废水、污水或污泥的处理, 有关处理水、废水或污水生产装置的水运容器的特殊设备163件; B01D分离76件; B01J化学或物理方法, 其有关设备74件; B09B固体废物的处理57件; C01F金属铍、镁、铝、钙、锶、钡、镭、钍的化合物, 或稀土

金属的化合物50件；C04B石灰、氧化镁、矿渣、水泥及其组合物、人造石、陶瓷、耐火材料48件；F27D一种以上的炉通用的炉、窑、烘烤炉或蒸馏炉的零部件或附件22件。其中，C01G领域中专利数量最多，反映出该技术领域发展潜力大、技术成熟程度高。

2.2.2 主要机构

基于数据绘制出钛合金废料回收专利技术分类与主要机构匹配图（图5）。钛合金废料回收专利分类与主要机构匹配能够揭示出主要机构的技术构成情况，前10位机构及其技术领域为：四川龙蟒钛业股份有限公司，技术集中在C01B和C01G领域；成都先进金属材料产业技术研究院有限公司，技术集中在C01B和C01G领域；中国石油化工股份有限公司，技术集中在C01G领域；中国石油化工股份有限公司北京化工研究院，技术集中在C01G领域；东北大学，技术集中在C01B领域；安徽金星钛白（集团）有限公司，技术集中在C01G和B01D领域；攀枝花学院，技术集中在C01B领域；四川大学，技术集中在C01G和C01B领域；日本旭硝子玻璃公司，技术集中在C01B和B01D领域；上海电机学院，技术集中在B09B和C22C领域。

2.2.3 高频关键词

基于数据绘制出钛合金废料回收专利高频关键词分布机构图（图6），即通过专利标题和摘要语义关键词频次提取并按照文本聚类绘制出的钛合金废料回收专利高频词有：切削、四氯化钛、气流粉碎、硝酸亚铁和脱硝催化剂，这些为钛合金废料回收领域要解决的关键问题以及要实施专利保护的核心。高频词对应机构分别为：切削主题，上海机电学院；四氯化钛，中国石油化工股份有限公司和日本旭硝子玻璃公司；气流粉碎主题，南通宝聚颜料有限公司；硝酸亚铁主题，四川龙蟒钛业股份有限公司和成都先进金属材料产业技术研究院有限公司；脱硝催化剂，SIR意大利树脂协会和日本草津电气公司。

2.3 专利分类分析

2.3.1 重点专利

根据Incopat专利数据库合享价值度功能筛选出表1中10件重点专利。从申请时间看，申请时间为2005年6月29日、公开号为CN1699224A、名称为“一种钛白废酸的综合利用方法”专利申请时间较早；从申请人国家看，10位申请人中含6位中国申请人、2位日本申请人、1位荷兰申请人和1位韩国申请人；从同族数量看，申请时间为2012年12月14日、公开号为US20140316018A1、名称为“Granular body of titanium oxide heaving transition metal and/or transition metal oxide

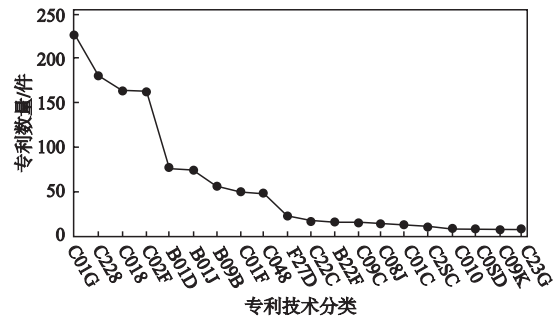


图4 钛合金废料回收专利技术领域及其对应的专利数量
Fig. 4 Technology fields and the number of patent for titanium alloy waste recovery

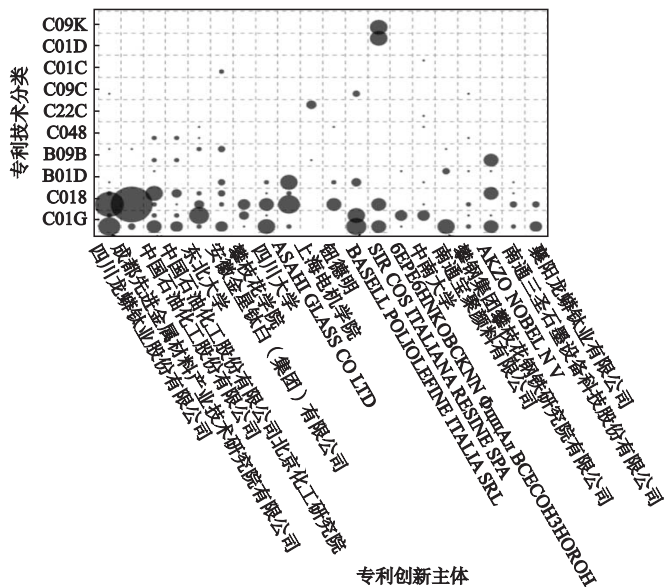


图5 钛合金废料回收专利技术分类与主要机构匹配
Fig. 5 Technical classification corresponding to main institutions of titanium alloy waste recovery patent

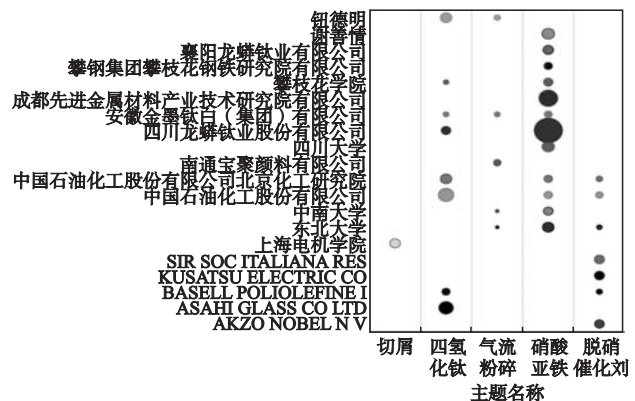


图6 钛合金废料回收专利高频关键词与分布机构
Fig. 6 High-frequency keywords and distribution organizations of titanium alloy waste recovery patent

supported thereon, and method for decomposing waste plastic/organic material using said granular body”专利的同族数量高达15件,说明申请人对该专利的国内外市场占领战略布局较为重视;从被引证次数看,申请时间为2005年6月29日、公开号为CN1699224A、名称为“一种钛白废酸的综合利用方法”专利的被引证次数高达14次,说明该专利被行业内研发人员所关注。

2.3.2 高被引专利

钛合金废料回收高被引专利为该领域被引用次数较多的专利,意味着专利具有较强的技术影响力。筛选出被引次数靠前的10件专利,详见表2,以申请时间为2012年3月26日、公开号为CN102618733A、

名称为“一种纯钛块状废料的熔炼回收方法”专利为例,其被19件专利引证,分别为:CN108220612B、CN109338119A、CN108265182A、CN108220612A、CN107893164A、CN107760877A、CN107164642A、CN106119576A、CN104195354B、CN105177329A、CN103667734B、CN103409642B、CN104195354A、CN104018002A、CN103866130A、CN103667734A、CN103409642A、CN103017559A和CN102825243A。

2.3.3 同族专利

在钛合金废料回收同族专利中,筛选出同族数量靠前的10件专利,详见表3,以申请时间为1982年3月19日、公开号为FR2523466A1、名称

表1 钛合金废料回收重点专利
Table 1 Key patents of titanium alloy waste recovery

公开号	申请时间	专利名称	申请人	申请人国家	同族数量	被引证次数
CN1699224A	20050629	一种钛白废酸的综合利用方法	湖北万润新能源科技发展有限公司	中国	2	14
CN101892402A	20100514	钛合金材和结构构件以及放射性废弃物用容器	神户制钢所	日本	12	7
CN102899495A	20110725	一种钛及钛合金屑状废料的回收处理生产线	陕西凤翔钛粉钛材有限公司	中国	2	12
CN102068894A	20101207	一种四氯化钛精制工序废物的无害处理工艺及设备	唐山天赫钛业有限公司	中国	2	2
CN105217664B	20150915	一种含钛高炉渣废酸处理与利用方法	中国科学院过程工程研究所	中国	2	-
CN105618162A	20160104	一种废弃钒钨钛基脱硝催化剂的回收再利用方法	大唐国际化工技术研究院有限公司	中国	2	8
CN103436704A	20130911	一种从含钨的钒钛基废弃脱硝催化剂中回收钒和钨的方法	北京化工大学	中国	2	9
US20160177418A1	20130612	Refining device and refining method for titanium scraps and sponge titanium using deoxidizing gas	Korea Institute of Industrial Technology	韩国	3	1
US20050084433A1	20160129	Treatment of a titanium tetrachloride-containing waste stream	AKZO NOBEL N V	荷兰	13	4
US20140316018A1	20121214	Granular body of titanium oxide heaving transition metal and/or transition metal oxide supported thereon, and method for decomposing waste plastic/organic material using said granular body	Sakai Chemical Industry Co., Ltd	日本	15	3

表2 钛合金废料回收高被引专利
Table 2 High cited patents of titanium alloy waste recovery

公开号	名称	申请时间	被引证次数
CN102936039A	含钨、钒、钛的蜂窝式SCR废催化剂的回收工艺	20121115	38
CN102011010A	用钛白水解废酸浸取含钒钢渣全萃取钒、镓和铈的方法	20090907	27
CN101759166A	一种利用钛白粉生产过程中的酸性废水预处理磷矿的方法	20091231	26
US3016286A	Method for the treatment of waste acid resulting from titanium dioxide production	19600229	25
US5282977A	Separation of heavy metals from waste water of the titanium dioxide industry	19920924	24
CN103130265A	一种从废旧SCR脱硝催化剂中回收钛白粉的方法	20130318	23
CN103131854A	利用钛白废酸浸出赤泥综合回收钒和钛的方法	20130318	23
CN104263946A	一种从SCR脱硝废催化剂中回收钨、钒、钛的方法	20141010	20
CN102618733A	一种纯钛块状废料的熔炼回收方法	20120326	19
CN102936049A	一种从废弃SCR催化剂中提取钨、钒、钛的方法	20121126	19

为“Process of recovery and purification of a waste sulphuric acid containing titanium salts”专利为例，其同族数量为25件。该专利基于同一优先权文件，在欧洲专利局（公开号EP90692B1、EP90692A1）、法国（公开号FR2523466A1、FR2523466B1）、日本（公开号JP58204808A、JP62061524B）、澳大利亚（公开号AU1257683A、AU565010B2）、巴西（公开号BRPI8301358A）、加拿大（公开号CA1198577A1）、德国（公开号DE3361522D1）、西班牙（公开号ES520745D0、公开号ES520745A0和公开号ES8401324A1）、芬兰（公开号FI72301C、FI830873D0、FI830873L、FI72301B、FI830873A0）、美国（公开号US4499058A）、挪威（公开号NO159011B、NO159011C、NO830924A和

NO830924L）和南非（公开号ZA8301898A）曾组织多次申请、多次公布或批准内容相同或基本相同的一组专利文献。

2.3.4 权利要求数

钛合金废料回收专利权利要求数量越多意味着专利价值越高。筛选出权利要求数靠前的10件专利，详见表4，以申请时间为2005年11月3日、公开号为CN101098827A、名称为“由含有钛化合物的废液制备TiO₂粉末的方法”专利为例，该专利权利要求数有26个，意味着该专利涉及26个技术领域，被侵权的概率相对高。

表3 钛合金废料回收同族专利
Table 3 Patent families of titanium alloy waste recovery

公开号	名称	申请时间	同族数量
FR2523466A1	Process of recovery and purification of a waste sulphuric acid containing titanium salts	19820319	25
CA1329005C	Method for precipitation of chromium and/or vanadium from waste sulphuric acid from the titanium dioxide production	19880428	18
ZA8803040A	Method for precipitation of chromium and/or vanadium from waste sulphuric acid from the titanium dioxide production	19880428	18
AU2012353344A1	Granular body of titanium oxide having transition metal and/or transition metal oxide supported thereon, and method for decomposing waste plastic/organic material using said granular body	20121214	15
GB1480661A	Process for reducing the titanium and aluminium content of aqueous waste liquid	19750717	14
IN143925A1	Process for the isolation of titanium and aluminium compounds from extraction waste water	19750702	14
CN1639067A	Treatment of a titanium tetrachloride-containing waste stream	20030228	13
CN101892402A	Titanium alloy material, structural member, and container for radioactive waste	20100514	12
FR2945822A1	Titanium alloy material, structural element, and container for radioactive waste	20100511	12
DE602005019100D1	Procedure for the recuperation of titanium tetrachloride from waste liquid	20051121	11

表4 钛合金废料回收专利权利要求数量
Table 4 Claim number of titanium alloy waste recovery patent

公开号	名称	申请时间	权利要求数
CN101098827A	由含有钛化合物的废液制备TiO ₂ 粉末的方法	20051103	26
JP2008519750A	The titanium compound containing TiO ₂ powder from waste	20051103	26
US20080003152A1	Preparation For TiO ₂ Powders From A Waste Liquid Containing Titanium Compounds	20051103	26
WO2006051061A1	Preparation of TiO ₂ powders from a waste liquid containing titanium compounds	20051103	25
GB1480661A	Process for reducing the titanium and aluminium content of aqueous waste liquid	19750717	23
AU2012353344A1	Granular body of titanium oxide having transition metal and/or transition metal oxide supported thereon, and method for decomposing waste plastic/organic material using said granular body	20121214	18
CN104080531A	承载有过渡金属和/或过渡金属氧化物的氧化钛颗粒体、以及使用了该颗粒体的废塑料和有机物的分解方法	20121214	18
SU798188A1	Method of processing waste of titanium-magnesium production	19790426	22
CN103318975A	硫酸法生产钛白粉的废渣与废硫酸的回收利用方法	20130710	10
CA2079627A1	Separation of heavy metals from waste water of the titanium dioxide industry	19921001	9

3 结论

(1) 通过对专利申请国家、申请机构的数据提取, 中国是钛合金废料回收专利申请大国, 专利数量积极增长, 申请机构以北京、四川等地的公司和研究院所为主。

(2) 通过对专利标题、摘要和语义关键词频次的数据提取, 钛合金废料回收专利主要围绕切削、四氯化钛、气流粉碎、硝酸亚铁和脱硝催化剂等关键问题实施专利保护。

参考文献:

- [1] 黄永光. 我国钛废料回收利用现状 [J]. 钛工业进展, 2007, 24 (1): 1-3.
- [2] 都海刚, 张宝秋, 冯军宁, 等. 我国钛及钛合金重要用途块状返回炉料回收处理技术探析 [J]. 中国钛业, 2012 (3): 25-28.
- [3] 郑海燕, 卢金文, 田青, 等. 氯化废弃物回收金属钛废料的基础研究 [J]. 过程工程学报, 2010, 10 (S1): 53-57.
- [4] AH鲁勃仇夫, 金志一. 从钛合金废料制取钛合金及其难熔化合物粉末 [J]. 稀有金属合金加工, 1975 (11): 93-95.
- [5] 董燕妮, 吴飞龙, 张宝秋, 等. 钛合金废料表面净化处理工艺研究 [J]. 中国钛业, 2012 (1): 29-31.
- [6] 阎勉, 前义治, 赵克德. 用等离子束装包熔炼钛合金废料 [J]. 稀有金属材料与工程, 1987 (6): 54, 60-66.
- [7] 刘希政. 利用钛屑生产钛合金半成品 [J]. 世界有色金属, 2011 (6): 68-69.
- [8] WESTON N S, JACKSON M. Fast-forge of titanium alloy swarf: a solid-state closed-loop recycling approach for aerospace machining waste [J]. Metals-Open Access Metallurgy Journal, 2020, 10 (2): 296.
- [9] RUBTSOV A N, OLESOV Y G, USTINOV V S, et al. Manufacture of powders of titanium alloys and titanium-base refractory compounds from titanium alloy scrap [J]. Soviet Powder Metallurgy and Metal Ceramics, 1971, 9 (12): 969-973.
- [10] TSUTOMU O K A, YOSHIHARU M A E. Package melting method of titanium alloy scraps [J]. Tetsu-to-Hagane, 2009, 73: 520-527.
- [11] OH J M, KWON H, LIM J W. Recycling and applications of titanium alloy scraps [J]. Clean Technology, 2013, 19 (2): 75-83.

Development Trend of Titanium Alloy Waste Recovery Technology Based on Patent Data

BAO Fang-fang^{1,2}, GAO Wei^{1,2}, FENG Xin^{1,2}, DING Xian-fei^{1,2}, NAN Hai^{1,2}

(1. AECC Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100095, China; 2. Beijing Engineering Research Center of Advanced Titanium Alloy Precision Forming Technology, Beijing 100095, China)

Abstract:

In order to understand the status of intellectual property rights in the field of global titanium alloy waste recovery, the document retrieval, data extraction as well as quantitative analysis are carried out for patent literatures in the field of global titanium alloy waste recovery. From the several aspects of general overview, technical analysis and intensive patent analysis and so on, this paper reveals the patents of global titanium alloy waste recovery technology, which shows the development trend of the global titanium alloy waste recovery technology. It is found that China has a large number of patent applications, and the core of patent protection focuses on technical themes such as cutting, titanium tetrachloride, fluid energy milling, ferrous nitrate, and denitrification catalyst.

Key words:

titanium alloy; waste recovery; patent