

从专利角度分析高炉渣处理利用技术

李志鹏 师 蕙（国家知识产权局专利局专利审查协作北京中心，北京 100160）

摘要：本文对高炉渣处理利用相关专利信息进行了梳理，分析探讨了专利申请趋势以及重点申请人，并结合专利信息介绍了高炉渣处理和回收利用的主要技术，以期为该领域的研究提供参考。

关键词：专利；高炉渣；处理；回收利用

当前，保护环境、可持续发展是世界各国的普遍共识，减少废弃物排放、加强循环利用，已经成为工业领域的基本要求。我国“十四五”规划明确提出了关于环境保护的目标，其中强调了要全面提高资源利用效率，构建资源循环利用体系。

钢铁工业是关系国计民生的重要行业，在基础设施建设、汽车制造、消费产品等领域发挥着关键作用。但钢铁生产同时也是工业废弃物、污染物的主要来源之一。在冶炼工艺中，会产生大量固体废料，例如各种渣类、重金属残余料、尘泥等。其中，高炉渣约占钢铁工业固体废弃物的一半左右^[1]。高炉渣是高炉在炼铁过程中由矿石中的脉石、燃料中的灰分和熔剂中的非挥发组分以及一些其他不能进入生铁中的杂质组成的易熔混合物，是冶金行业中产生数量最多的一种废渣^[2]。我国钢铁工业每年产生的高炉渣已经高达3亿t，如果不能妥善处理，将造成严重的环境污染。对高炉渣的利用主要集中在建筑建材领域，大量未经处理的高炉渣在堆放过程中会造成环境污染。通过技术的改进拓展高炉渣利用方向，提高利用率，是解决当前问题的必然选择。本文从专利信息的角度出发，分析探讨高炉渣处理利用的相关技术发展，为该领域的研究提供参考。

1 专利申请概况

1.1 专利申请量分析

对世界范围内高炉渣处理利用技术相关专利进行统计，得到结果如图1所示。从图中可以看出，专利申请量总体上可以分为四个阶段：

缓慢发展期：1903~1960年。在此阶段，高炉渣处理利用技术专利申请量较小，1903年出现第一件利用高炉渣制造砖的专利申请，随后近60年间，相关专利申请量始终为个位数，技术发展相对缓慢。

第一快速发展期：1961~1976年。随着钢铁工业的发展，英国、瑞典、德国、日本、澳大利亚等国都开展了高炉渣处理利用技术的相关研究，专利申请量出现明显增长趋势，1976年达到最大值。分析1976年的专利申请可以发现，在该年度，日本企业申请量很大，占世界各国申请总量的63.5%。日本通产省公布的数据显示，1976年日本81家公司152个厂的高炉渣产生量为2654万t，回收利用率达到78.4%^[3]。可见，日本在高炉渣处理利用方面已经处于世界前列。

调整期：1977~1988年。这一阶段专利申请量出现

明显下降趋势。日本作为该时期的钢铁工业技术大国，出现了经济衰退，在80年代后期出现经济危机，这也广泛的影响到了日本各行业企业。在该阶段，日本申请大幅度减少，导致全球申请总量下滑。

第二快速发展期：1989年至今。从1989年开始，高炉渣处理利用技术专利申请量开始出现回升，特别是进入21世纪以后，申请量快速攀升。一方面，在经济危机影响下的日本企业开始通过技术改进来提高效能；另一方面，中国专利制度的正式出台，使得中国相关研究者开始申请专利。随着中国经济发展逐步加速，相关政策的不断出台，技术研究也开始加足马力。近年来，我国的基础设施建设节奏很快，对钢铁工业需求旺盛，相应的冶炼废料产出量巨大，再加上保护环境的总体目标，可以预见的是，在未来的较长时间内，高炉渣处理利用技术仍会处于比较活跃的阶段。

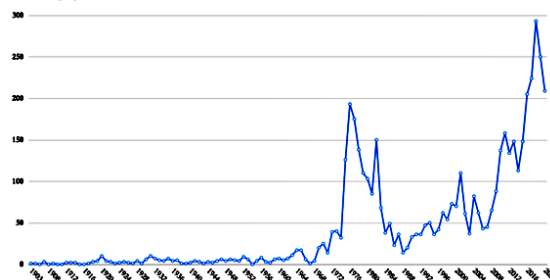


图1 专利申请趋势

1.2 专利申请人分析

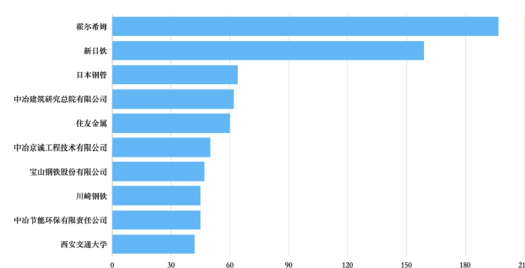


图2 专利申请人排名

高炉渣处理利用技术全球排名前十的专利申请人大多为企业。其中排名第一的为瑞士霍尔希姆公司，申请了近百件相关专利。霍尔希姆作为世界领先的建筑材料供应商，其申请涉及炉渣处理工艺及设备、回收利用等多个方面。排名第二的为新日铁，申请了超过150件相关专利。新日铁是日本最大的钢铁公司，在钢铁工业领域具有绝对的技术优势，其专利申请涉及炉渣收集、

改性、回收利用等。中国有五个申请人上榜,其中中冶建筑研究总院有限公司排名总量第四,其在炉渣的处理装置方面开展了大量研究。西安交通大学是前十名中唯一的高校申请人,其在炉渣的粒化以及余热回收方面开展了一系列研究,申请了数十件相关专利,大部分仍处于保护期内。

2 高炉渣的处理利用

2.1 高炉渣的粒化

高炉渣主要通过粒化的方式进行处理,粒化方法包括风淬法、滚筒法、转杯粒化法、水淬法和化学粒化法等。

1981年日本福山制铁所建成了世界上第一套钢渣风淬粒化回收装置,随后,我国的马钢也研究开发了风淬粒化装置。清华大学的杨海瑞等(CN101550460A)在2009年提出了一种高炉渣急冷和余热回收的方法和装置,将高炉渣送入循环流化床,风机提供流化风,流化风经布风板将高炉渣吹入分离器内实现气固分离后进入储料罐,分离器外布置的水冷壁,与流化风的共同作用,使高炉渣迅速冷却粒化,能够迅速充分冷却粒化。

日本钢管公司开发了双内冷滚筒粒化及余热回收技术,具有传热快、热效率高等优点,但需要使用设备将粘在滚筒上的渣片刮下,工作效率相对较低。上海宝钢集团从俄罗斯引进了滚筒法处理技术,并进行了一系列的改进,例如肖永力等(CN1318648A)提出了一种双腔式滚筒钢渣处理装置,将已有技术中的固定分流块改为随滚筒同步转动的分流盘,每次倒完渣后,分流盘上不会残留钢渣,克服了粘渣的问题,较完善地解决了不同粘性渣的进料问题。

旋转杯粒化法属于离心粒化法的一种,通过将高温熔渣流入旋转的转杯中,在离心力的作用下将熔渣甩出转杯,与装置内壁碰撞后下落,也可以与空气射流配合进行粒化。西安交通大学的王树众等(CN105603135A)提出了一种高温液态熔渣干式离心粒化余热回收系统与方法,主要操作过程包括将液态熔渣通过落渣管送入粒化仓落在离心粒化器上,旋转的离心粒化器将流入的液态熔渣粒化成小液滴,小液滴飞溅至粒化仓内,小液滴飞行过程中在粒化仓受热面和离心粒化器旁侧的环形风口吹出的环形风的双重冷却作用下,变成具有硬质外表面的渣粒,从而实现高炉渣的粒化。

区别于风淬、滚筒和旋转杯等炉渣与水不接触的干式粒化法,水淬法需要将高炉渣在水中进行快速冷却,主要包括沉淀池法、底滤法、INBA法、轮法。在此基础上,很多申请人对传统的方法进行了改进,以提高效率,例如李明等(CN1769498A)提出了一种高炉熔渣水淬处理装置,通过对水淬处理装置粒化部件和循环水系统进行改进,实现了设备的简化,并能够减轻设备磨损,避免管道堵塞,寿命延长使用寿命。而李菊艳等(CN109161618A)对炉渣处理设备进行了紧凑化,并在熔渣沟与粒化塔之间增加导流管连接,同时将粒化塔

底部置于沉渣池内,沉渣池内通过补水来维持一定的液位对粒化塔底部进行水封,从而可以降低操作维护成本,并且能够防止蒸汽散逸,控制排放。

2.2 高炉渣的回收利用

将处理后的高炉渣回收利用,重新发挥其作用,是避免废弃物排放的直接手段。

将高炉渣回收用作建材是目前最主要的回收利用方式。中冶集团的吴龙等(CN110076881A)提出了一种熔融高炉渣直接制备轻质砌块的装置及方法,通过专用的装置将熔融高炉渣进行均化、发泡,随后控温冷却、固化成型并进行切割,直接制备得到轻质砌块,实现高炉渣的低成本利用。王清涛等(CN102242231A)则提出了一种利用熔融炉渣生产平板型无机非金属材料的方法,使熔融炉渣进入保温调质池并调整温度,使调质过的熔融炉渣进入锡或锡合金为载体的浮法生产池,通过浮法制得的平板型无机非金属材料在非还原的气氛下保温冷却,得到平板型无机非金属材料,可用于建筑墙体装饰。

回收高炉渣制造玻璃也是重要的利用方式。何峰等(CN106316118A)提出了以液态高炉熔渣为主要原料制备棕色装饰玻璃的方法,充分利用高炉渣自身成分与显热,生产中只需提供将辅料加热至熔化的热能即可,所制得的棕色装饰玻璃具有颜色均匀、化学稳定性好、光泽度高的优点。

张玉柱等(CN103803793A)则利用高炉熔渣直接喷吹制备无机纤维,采用超音速气流直接喷吹成纤的方法制备无机纤维,通过设置一个摆动流嘴、两套调质系统、一套直接喷吹成纤装置,在高炉出渣过程中,通过摆动流嘴实现两套调质系统交替操作,保证后续成纤装置连续工作,最大限度发挥设备的生产能力,克服了离心甩丝法、多辊离心喷吹法等常见生产工艺的缺点,工艺流程简单易行,实施方便。

另外,高炉渣还可以用于生产硅肥、污水处理剂等,而研究人员对高炉渣处理过程中的余热利用方面也开展了广泛的研究。

3 总结

高炉渣的处理利用是当前保护环境的必然要求,也是钢铁工业发展的必然选择,国内外主要企业、科研院所均进行了深入的研究,我国相关科研机构目前已经在部分技术上处于世界领先地位。对于国内研究主体来说,应当充分研究相关专利技术信息,为今后的研究开发扫除障碍。

参考文献:

- [1] 王海风,张春霞,齐渊洪,等.高炉渣处理技术的现状和新的发展趋势[J].钢铁,2007,42(6):83-87.
- [2] 张朝晖,李林波,韦武强,等.冶金资源综合利用[M].北京:冶金工业出版社,2011.
- [3] 王珂.日钢铁工业三废利用情况[J].武钢技术,1978(02):36.