

钢铁工业固体废物的产生及利用处置情况分析

孟宪栋 李 梁 胡小敏 赵 明
河北省固体废物污染防治中心 河北石家庄 050000

摘 要: 本文阐述了钢铁工业的主要生产工艺、固体废物的产生及利用处置情况,分析了钢铁工业固体废物在利用处置过程中存在的主要问题,以期能够为钢铁工业固体废物综合利用的发展提供思路。

关键词: 钢铁工业; 固体废物; 产生; 利用处置; 解决对策。

Analysis of production, utilization and disposal of solid waste in iron and steel industry

Xiandong Meng, Liang Li, Xiaomin Hu, Ming Zhao

Hebei Solid Waste Pollution Prevention and Control Center, Shijiazhuang 050000, China

Abstract: This paper elucidates the main production processes of the steel industry, the generation of solid waste, and the utilization and disposal practices. It analyzes the major issues in the utilization and disposal of solid waste in the steel industry, aiming to provide insights for the comprehensive utilization of solid waste in the steel industry.

Keywords: Steel industry; Solid waste; Produce; Utilization disposal; Countermeasures

钢铁行业是国民经济的基础行业,具有耗能高、排放高、污染高、资源能源密集、生产规模大、工序多、流程长等特点。钢铁生产过程产生的固体废物较大,约占我国固废总产量的 90%。随着国家环保政策、准入制度等要求的提高,钢铁工业要做到适应自然、经济、社会协调统一发展,必然会面临诸多困境,尤其对于固体废物的利用及处置方面,需要坚持“减量化、资源化、无害化”污染防治原则。2018 年,生态环境部提出“无废城市”建设理念以来,各领域固体废物迎来了全面、系统的治理和提升,而钢铁工业作为重点行业,其固体废物综合利用水平的提升将极大助力“无废城市”建设。

一、钢铁工业主要生产工艺

1. 主要原辅材料

主要原料有原煤、铁矿石、铁精粉、焦炭等,辅料有石灰石、白云石、膨润土、合金料等^[1]。

2. 主要生产设施

主要生产设施有烧结机、链篦机、竖炉、竖窑、套筒窑、高炉、热风炉、转炉、精炼炉、加热炉、轧机等。

3. 主要生产工艺

原煤经冲洗、调配等预处理后,再经高温炼焦制成焦炭;铁矿石先通过研磨和磁选工序制成铁粉,铁粉配以烧石灰经烧结工序制成烧结矿或球团矿^[1]。焦炭、烧结矿或球团矿送入高炉进行冶炼,制成铁水。铁水先后经转炉、精炼炉精炼工序,制成钢水。钢水先经铸造工序制成钢坯或钢锭,再经轧制过程制成钢材。

二、固体废物产生情况

产生的一般工业固体废物主要有水渣、钢渣、除尘灰、除尘布袋、瓦斯灰、轧钢废料、氧化铁皮、废耐火材料、脱硫副产物等。具体产生环节概述见表 1。

表 1 一般工业固体废物产生情况

序号	废物名称	产生环节	概述
1	水渣	高炉	高炉炼铁过程中产生
2	钢渣	转炉	转炉炼钢过程中产生
3	除尘灰、除尘布袋	除尘系统	全厂上料、转运、焙烧等除尘系统
4	瓦斯灰	高炉煤气净化系统	高炉煤气净化产生
5	轧钢废料	轧制系统	轧钢过程产生的废钢料
6	氧化铁皮	连铸、线材	连铸、轧钢过程冷却产生
7	废耐火材料	炼铁、炼钢、线材	高炉、转炉及轧钢设备维护过程产生
8	脱硫副产物	烧结、竖炉、链篦机回转窑	烟气脱硫系统产生

产生的危险废物主要有废矿物油、废催化剂、废药品、废包装物及容器、冷轧油泥、废乳化液、废乳化液处理产生的废油、废酸、废酸再生残渣、处理槽废渣、污泥、锌渣、除尘器收尘灰、钝化液包装物、含铬钝化废液处理污泥、钝化废渣、彩涂废液、废液压油等。具体产生环节概述见表 2。

表 2 危险废物产生情况

序号	废物名称	产生环节	废物类别	概述
1	废矿物油	设备检修与维护	HW08	机械设备润滑油更换时产生
2	废催化剂	脱硝催化剂更换	HW50	选择催化还原脱硝设备更换催化剂产生
3	废药品	分析监测环节	HW49	研发、开发和教学活动中,化学和生物实验室产生的废物(不包括HW03、900-999-49)
4	废包装物及容器	分析监测环节	HW49	含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质;不用于原用途的按危险废物管理
5	冷轧油泥	冷轧乳化液净化除杂	HW08	冷轧乳化液净化设备分离出的含水油泥
6	废乳化液	冷轧	HW09	冷轧、冷拔工序产生
7	废乳化液处理产生的废油	废乳化液处理	HW08	装备有废乳化液处理的钢铁企业自行处理废乳化液时产生
8	废酸	冷轧酸洗	HW34	钢材酸洗产生的废酸
9	废酸再生残渣	废酸再生装置	HW17	废酸再生装置处置、处理后产生的残渣
10	处理槽废渣	酸洗、助镀	HW17	酸洗、助镀等工序中,由于镀件表面的化学反应,会产生氢氧化物等沉淀,定期从处理槽中清出
11	污泥	酸碱废水处理污泥	HW17	生产废水污水处理站污泥
12	锌渣	热镀锌	HW23	热镀锌时产生的锌渣,含锌量很高
13	除尘器收尘灰	吹灰及锌锅配套布袋除尘器	HW23	吹灰及锌锅配套布袋除尘器收尘灰
14	钝化液包装物	表面钝化处理	HW49	钝化液包装
15	含铬钝化废液处理污泥	钝化废液处理	HW21	钝化废水处理产生的污泥
16	钝化废渣	钝化	HW17	钝化液经过滤棉吸附,产生的过滤棉及钝化废渣
17	彩涂废液	彩涂	HW12	彩涂设备更换漆颜色时产生,设备中残留的旧颜色的漆需用新颜色的漆冲出,用新颜色的漆冲洗设备
18	废液压油	设备检修与维护	HW08	液压设备液压油更换时产生

三、固体废物利用处置情况

钢铁工业产生的固体废物应根据其利用价值,优先采用综合利用的方式,进行资源化利用,可以有效保护生态环境,降低污染排放,还能够“变废为宝”,创造更大的效益,对国家、对社会都具有很重要的意义。

1.高炉水渣

(1) 用作水泥及混凝土掺合料

高炉水渣经烘干、粉磨生产出的矿渣粉可以作为混凝土掺合料,不仅可降低混凝土成本,还能够提高水泥混凝土的抗碱骨料反应性能,提高水泥混凝土的耐久性。同时有效减少水泥生产过程中石灰石等矿物开采量、降低煤炭等能源消耗量,降低了水泥行业的污染物排放,添加高炉水渣的成品水泥属于新型绿色环保产品,已广泛应用于海洋等特殊环境下桩基、桥梁等工程建设。

(2) 用于制造微晶玻璃

高炉水渣具有特殊玻璃相结构,高比例水渣配以硅砂、长石、萤石、纯碱等原料可以制造水渣微晶玻璃。该方法与常规方法相比有很多优点,如不用经过单独延长均化和澄清等工序,热处理时温度相对较低且耗时较短。

(3) 用于制造矿物质肥料

高炉水渣具有不吸水的多孔玻璃相结构,能够作为农药的载体,制造改善土壤的矿物质肥料。对于因有机物和重金属等原因造成污染的土壤,水渣可做一种生态修复的材料,还可用于调节土壤的pH值,用在微生物载体等方面。

2.转炉钢渣

(1) 用于冶金原料

用作烧结配料。因为转炉钢渣中约含50%左右的氧化钙,能代替部分灰岩用作烧结配料,不但能利用钢渣中的残钢、 Fe_2O_3 、 FeO 、 CaO 等成份^[3],还能够提高烧结的速度。钢渣中的铁、氧化亚铁在反应时产生的热量,能够减少烧结矿燃料的使用。

用作高炉助熔剂。转炉钢渣中约含有50%左右的氧化钙、8%左右的氧化镁,可以作为高炉的助熔剂代替灰岩和轻烧白云石,节省矿石资源的使用^[2]。

用作炼铁炼钢的原料。转炉钢渣中Fe含量较高,经过磁选过程,能进行回收利用,其中含Fe品位较高的转炉钢渣可作为炼钢炼铁的原料,不但可减少原料的使用,减少产渣量,由于粒度小还能减少化渣时间,进而缩短冶炼工序的时间。

(2) 用于道路工程

用作水泥及混凝土的配料。转炉钢渣中具有 $3CaO \cdot SiO_2$

和 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 等矿物成份,具有普通水泥的特性,能用来作为生产无熟料水泥及少熟料水泥的原料以及水泥配料。转炉钢渣制成的水泥更耐磨、耐腐蚀、抗折强度更高。

用作道路碎石和细骨料。转炉钢渣相较普通的碎石,表面粗糙、强度较高、耐磨、耐低温开裂,能够与沥青牢固的结合,能普遍用于道路的回填工程,并且不干扰铁路系统的电讯工作,导电性较好^[3]。

(3) 用于治理环境

用于废水的治理。转炉钢渣具有沉淀、吸附的作用,在处理含 Cr、Zn、Hg 等金属的废水研究中, Cr、Zn、Hg 的去除率均能达到 90%以上^[3]。为解决金属污染性水体提供了一种有效治理方法。

用于土壤质量的改善。转炉钢渣作为一种碱性渣,其氧化钙、氧化镁成份能够改善土壤质量,用于治理酸性土壤。含磷量高的转炉钢渣还能用于治理缺磷的碱性土壤,增强农作物抗病虫害的能力。

3. 炼钢除尘灰

炼钢工艺产生大量除尘灰,含有不同含量的重金属。对于含铁量较高、含锌量较低的除尘灰,可直接返烧结配料;对于含锌量较高、含铁量较低的除尘灰,可以采取火法提锌工艺,常见的有转底炉、回转窑、磁化熔融炉焙烧工艺。原理是在高温条件下,使用还原剂将除尘灰中的锌化合物还原成金属锌,这一过程因为锌的沸点较低,以蒸汽的形式存在烟气中,到低温的位置就被氧化成氧化锌,通过烟尘的形式进行收集,这种提锌工艺的脱锌率能达到 80%以上,可实现资源能源的节约利用。

四、固体废物利用处置过程中存在的问题及解决对策

1. 存在的问题

数据统计有待完善。固体废物的利用项目和利用途径统计情况相对较少,无法掌握固体废物的最终流向和不同利用项目之间区别,不利于全面分析和了解钢铁工业固体废物利用情况。此外,固体废物的统计数据主要来源于企业填报,真实性有待验证。

技术水平有待提高。当前,钢铁行业对固体废物源头减量化的技术与探索不深入、不系统^[4],存在固废资源化利用技术单一、产品低值化、缺少低成本高效化固废利用技

术等问题。

协同发展有待加强。钢铁工业固体废物利用存在涉及面较广、行业交叉较明显等特点。广泛存在产业链上下游之间在技术、产品和装备标准上重复、交叉甚至矛盾的现象,承接不畅、技术壁垒现象时有发生。

2. 解决对策

鼓励技术创新,发展新型利用技术。加大研发高值化、规模化、差异化和绿色化固体废物利用新技术,对新技术、新工艺和新产品等加强推广和宣传,建立一批示范性的工程项目,对技术研发和成果推广的应用加快转化,强化固体废物利用技术的创新化和产业化发展。

加强市场监管,规范固废资源化利用。完善相关法律法规,加强钢铁企业固体废物的规范安全处置和资源化利用全过程管理,完善固体废物的统计标准,加大固体废物处理全程跟踪、监控和固体废物利用途径统计,促进强化钢铁企业固体废物精细化管理。

完善标准体系,推动固废利用产业高质量发展。完善和制定钢铁工业固废利用标准体系,充分发挥标准引领和提质增效作用,加强培训、宣贯和引导等工作,规范引导钢铁工业固体废物利用管理,推动钢铁工业固体废物高效利用和利用产业高质量发展提供保障。

五、结语

钢铁行业生产中产生的大量固体废物,如果得不到安全处置,将会严重威胁生态环境。面对当下的严峻形势,应充分认识到钢铁行业固体废物综合利用的重要性,节约资源的方法与高效循环处置利用的途径,降低污染排放,有效保护生态环境,推动整个行业朝着绿色、健康、可持续发展的方向,助力“无废城市”建设。

参考文献:

- [1] 张真.基于高频数据的黑色系期货配对交易研究[D].北京交通大学,2020.
- [2] 郭家林,赵俊学,黄敏.钢渣综合利用技术综述及建议[J].中国冶金,2009,19(02):35-38.
- [3] 张朝晖,廖杰龙,巨建涛,党要均.钢渣处理工艺与国内外钢渣利用技术[J].钢铁研究学报,2013,25(07):1-4.
- [4] 孙泽辉,员晓,彭锋,郝阳.钢铁工业大宗固废综合利用现状及展望[J].冶金管理,2022(16):39-43.