

转炉 LT 法除尘灰资源化利用

李洪涛

（建龙西林钢铁有限公司，黑龙江伊春 153025）

Resource Utilization by LT Dedusting Ash

Li Hongtao

(JianlongXilin Iron and Steel Co. Ltd, 153025, China)

1. LT 法除尘灰的应用技术背景

转炉干法除尘系统是德国鲁奇公司和蒂森钢厂在上世纪 60 年代末联合开发的转炉煤气干法除尘技术，简称 LT 系统。它是一种转炉烟气净化及煤气回收干式系统，该除尘方式不用大量浊环水洗涤烟气，而是采用蒸发冷却器+静电除尘器+煤气冷却器系统。与传统的湿式 OG 法相比，LT 法运行稳定可靠，除尘效果好，故障率较低，省水省电，回收煤气多，节省了大量的运行费用，经济效益和环保效益均十分显著，这对我国转炉炼钢节能减排、实现负能炼钢起到了积极的推动作用。正因为具有上述优点，该技术自推广应用以来，已获得世界各国的普遍重视。现国内已有多家钢厂应用 LT 系统，在国内采用 LT 法取代湿法工艺已是一个趋势。目前建龙西钢 3 座 120t 转炉也均采用了干法静电除尘技术，但在 LT 法大量使用的同时也产生了一个新的课题，即对有别于传统转炉污泥的 LT 干粉尘如何进行处理或合理利用。

在钢铁企业，近些年越来越多人开始注意怎样再次利用烟尘灰。对除尘灰的综合利用在国内研究课题中十分重要。本文从除尘灰的来源、用途、性能等几大方面进行探讨，通过优化工艺及改造，实现除尘灰再利用价值的最大化。

2. 转炉除尘灰的来源及利用现状

2.1. 除尘灰来源

炼钢过程中，由于点火区高温蒸发、一氧化碳气泡上浮，带出的铁、石灰等辅料加入时产生的粉尘构成了炼钢过程的除尘灰。每冶炼 1t 钢将产生 10~25kg 粉尘。干法（LT）除尘收集的粉尘为除尘灰，通过蒸发冷却器收集炼钢粉尘（粗灰）、静电除尘器收集的炼钢粉尘（细灰），利用干法除尘系统的收集保持了粉尘中 CaO 的活性。

2.2. 除尘灰利用现状

2.2.1. 热压块

热压块工艺是利用粉尘的自燃特性将粉尘加热，利用其在高温下的塑性，经高压压球机压制成块，然后在氮气密封状态下冷却后输送到转炉，代替废钢或矿石。该方法不需要另外添加黏结剂，粉尘团块的强度也很高，可直接用于转炉作冷却材料使用，是现在 LT 粉尘处理应用最多的一种方法。但是，热压块生产需在高温和隔绝空气的条件下进行，对设备和工艺控制要求很高，一次性投资大、工艺条件苛刻、设备故障率很高，难以长期顺利生产。

2.2.2. 冷压块/球

在除尘灰及污泥中加入部分添加剂，通过冷固工艺制成转炉造渣剂压块，用于转炉造渣，强化了造渣，改善了脱磷效果，脱磷率提高；化渣效果好，能够起到防喷溅的作用。

2.2.3. 返回烧结

转炉除尘灰的利用途径是加入烧结混合料中，经烧结后进入炼铁高炉进行循环。虽然该方法不需要增加设备，但粒度过细且能够自燃的干法除尘灰不利于烧结矿质量和热量的平衡，其化学成分、粒度、水分均存在较大差异，不利于烧结矿生产和质量的提高；该方法仅能回收部分含铁粉尘，从某种意义上讲，对这些宝贵的二次资源没有起到真正意义上的回收。相比之下，含铁粉尘冷压球团法由于其工艺简便、灵活、成熟、低投资以及低成本、粉尘处理产品消耗量大等特点，现已被国外许多企业所采用，是一种较好的处理粉尘的专用方法。

3. 建龙西钢除尘灰基本情况

LT 灰的含铁量一般在 50%左右，是很好的含铁原料，FeO 含量也高，并含有 10%以上的 CaO,少量的 SiO₂、MgO 及 Al₂O₃，粉尘较细，属高细干粉料。

表 1 西钢 LT 除尘灰及氧化铁皮化学成分

炼钢 LT 法除尘灰成分分析								
Tfe%	SiO ₂ %	CaO%	MgO%	S%	Zn%	Al ₂ O ₃ %	Na ₂ O%	K ₂ O%
48.35	1.07	15.40	1.93	0.14	0.65	0.18	0.34	0.75
炼钢工序氧化铁皮成分分析								
Tfe%	SiO ₂ %	CaO%	MgO%	S%	Zn%	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	FeO%
72.40	1.23	0.47	0.06	0.04	0.01	0.74	0.06	47.86

4. 除尘灰冷压成球工艺

目前西钢采取的冷固球工艺是一种简单可靠、适应性强、配方调整及时有效的球团生产工艺。冷压球的主要原料组成为 LT 法除尘灰、氧化铁皮及粘结剂。造球前先将 LT 灰充分进行消化处理，避免冷压球粉化而影响造球强度。将消化后的 LT 除尘细灰、氧化铁皮及粘结剂经输送设备送入碾混机碾混，再由预压机连续加压喂入高压球机，挤压成球，经烘干室高温烘烤后进入成品库，经上料系统用于炼钢造渣剂和冷却剂，冷压球团的工艺流程见图 1。

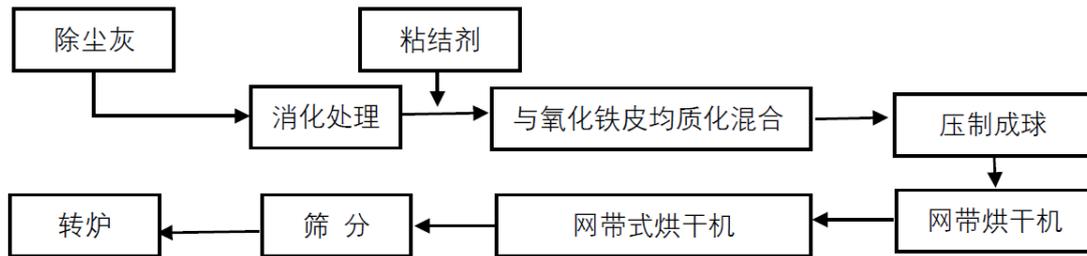


图 1 冷压球团的工艺流程图

5. 除尘灰冷压球工艺特点

- (1) 工艺路线简单清晰，处理成本相对较低，回收铁资源，降低钢铁料消耗，较好的冷却和化渣效果；
- (2) 采用“消化混匀轮碾对辊压球烘干”先进工艺，确保成品球团单球强度 $\geq 500\text{Pa}$ ；
- (3) 烘干室烘烤热媒采用 $150^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 热源，烘烤时间 0.5-1h，提高压球抗压强度，降低压球水分含量，减少影响钢水质量因素；
- (4) 生产工艺配置相应除尘系统，完全达到国家环保标准的要求；
- (5) 生产线原料采用封闭设备运输，防止物料倒运过程中的扬尘外溢。
- (6) 工艺系统内的筛分设备采用棍棒筛，摒弃振动类筛分设备，降低生球与成品球的粉化率；

6. 冷压球结合剂的开发

结合剂的种类分为有机类和无机类，有机类包括：糊精、焦油、树脂和聚乙烯醇；无机类包括：水泥、结合黏土/膨润土、水玻璃、卤水（ $MgCl_2$ ）和磷酸盐。经过了大量的实验，成功地开发出了采用以钠基膨润土为主的结合剂将 LT 除尘灰压成球的技术，该成果在冷压球厂得到了运用。

冷压球理化指标见表 2。

Tfe%	水分%	粉末率%	强度 Pa
61.79	2	8	520

7. 主要生产设备

序号	设备型号及名称	备注
1	三仓配料给料机	装载机送料，根据配比，定量向下线供料
2	皮带输送机	将原料送入搅拌机
3	粘合剂定量给料机	储存粉状粘合剂，并根据配比送入搅拌机
4	卧式双轴搅拌机	对粘合剂、原料进行粗搅和精搅
5	皮带输送机	将搅拌好原料送至压球机
6	强力压球机	完成压球工作，球型用户自定义
7	返料皮带输送机	将压球机筛下少最废料转送至搅拌机
8	成品球上料皮带输送机	将压好的湿球送入烘干机布料车
9	10 米烘干机布料车	均匀地将湿球布入 3 组烘干机箱体
10	方箱组合烘干机-3	将湿球烘干至含水量 $<3\%$ 的干球
11	落球皮带输送机	对接烘干机出料口，成品输送至出料皮带
12	皮带输送机	将干球输出，装车或入库
13	低压操纵柜	集中控制全线设备的启动与停止

8. 冷压球工艺使用效果

冷压球按照上述工艺进行加工并使用，有效解决了 LT 法除尘灰回收再利用问题，基础设备简单、投资少，工艺路线及加工配方明确，月加工量达到 3000t，全部用于转炉冶炼，压球成分及水分含量较稳定，无对钢液质量不良影响因素，冶炼过程中加入，弥补冬季废钢资源不足、热平衡控制难度大等情况，有效促进过程渣化及过程温度的控制，充分回收金属含量，可降低钢铁料消耗 2.5kg/t

9. 结语

(1) 除尘灰压球工艺能够消化厂内产生的除尘灰、氧化铁皮，充分利用现有资源，研究了压球所需的结合剂及压球工艺，取得了良好的效果，投资少、见效快、节省能源、成本低等优点。不仅合理利用了现有废弃的二次资源，还可以消除环境污染、实现钢铁生产的零排放的环保要求，

(2) 转炉冶炼过程使用可以灵活控制过程温度和化渣的作用，为冶金企业含铁废料资源化利用与循环经济、保护环境和节能降耗提供了新途径，促进企业“节能减排、循环发展”，具有较大的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 张凌义、张德国 转炉一次除尘灰综合利用技术研究与应用[J] 工程与技术 2016(1):31-34
- [2] 沈宗斌, 沙永志钢铁粉尘球团冷固结工艺研究[J].钢铁, 2003, 12 (12) : 1-5.
- [3] 郭延杰.日本钢铁厂含铁粉尘的综合利用[J].中国资源综合利用, 2003, 1: 4-5.
- [4] 郑力宁, 沙钢污泥及除尘灰资源应用实践[J].江苏冶金, 2008, 36(2):51-52