

首钢的转炉钢渣处理 方法、加工技术和综合利用

首钢研究与开发公司 张集广 杨圣明 蒋运来 苏连生 温立言

一、概述

我国是发展中国家,在发展经济满足人民现代需要的同时,保护人类赖以生存的自然环境,不损害子孙后代发展需要的能力,这是我国迈向21世纪的可持续发展战略方针。

钢铁冶金行业是消耗自然界中原材燃料资源的大户,并且生产过程中又产生许多固体、液体、气体废弃物。首钢是一座大型钢铁冶金企业,就转炉炼钢生产而言,从1958年起至1998年末,钢厂排出的固体钢渣累计约1200万吨,按现有生产规模每年要排出钢渣百万吨左右。七十年代以前,对这些钢渣倒渣堆存,直到八十年代才开始采用机械破碎、磁辊回选,只回收少量废渣钢,大量尾渣仍然堆存起来,多年来口积月累,钢渣堆积如山,占用了大量的土地,渣中有用的资源也未得到利用。

随着社会的发展和进步,对资源和生态环境愈来愈重视。近十年来,我公司决心加速全面治理渣山,投入了大量的资金,组织了技术力量,对渣山全面开发进行总体规划,提出“以渣治渣、以渣养科研,治理改造与技术开发相结合发展钢渣行业”的思路,分步分期组织实施规划发展目标。

首先,调整、改造、加固两条各0.5km长的固定式高路基铁路倒渣线,使之形成3万m²的钢渣处理场地;接着又新建一条直径300mm,铺设全长6km的输水管线,设有两级加压泵站,把冶金厂区排放的废水引到渣场来,用以闷渣,用污水代替地下新水,以废水作用废渣,使之钢渣自解粉化,更经济合理的完成闷渣作业;第三,为实施全部钢渣的综合利用,1998年建成一条年处理能力为120万吨原渣的加工生产线,具有九十年代装备水平,可生产出精尾两大类五个品种市场需要的产品;第四,在完成上述三个工程项目建设的同时,对尾渣利用的科研开发也取得了成功,含铁的尾渣粉返回冶金烧结厂,作为熔剂配料使用,实践了多年,技术经济效果非常好。1995年开发道路承载层钢渣二灰混合料,主要成份是一定粒级范围的尾渣,这种材料成本低廉,技术性能达到国家规定的标准要求。

目前,首钢的转炉钢渣,从处理方法和加工技术,发展到变废渣为有益国计民生的二次资源再利用,都已经取得了可喜的进步。

二、钢渣的处理方法

钢渣的处理方法,由过去的简单倒堆堆存,到八十年代的盘泼淬冷、水淬、风淬和罐式闷渣等多种方法,已广泛在各钢厂应用。首钢采取余热闷渣处理法,它是利用冶炼过

程中钢渣的余热，经洒水后，在物理力学和游离氧化钙水解膨胀作用下，促使钢渣碎裂自解粉化。

1、作业过程

炼钢厂转炉排出的热态钢渣，装入渣罐经铁路运至渣场，倒入渣坑后自然冷却48小时，再打水闷渣，与水发生作用，钢渣进入了闷渣处理阶段，7天为一个作业周期。

2、技术参数

用水的水压为3-5kg/cm²，水量为1.0t/t·渣，喷水强度为14-20kg/t·渣·h，要求水量分布均匀，水与渣作用良好，全过程共7天完成。

3、工艺特点

该处理方法的优点是渣的碎解粉化率高，经闷渣处理后，粒径0-300mm的占90-95%，游离氧化钙含量在3%以下，这样为下工序的加工回选和综合利用，创造了有利条件。

三、钢渣的加工技术

首钢的钢渣，以往采取外委加工点分散处理，由于设备陈旧，技术落后，不但污染环境，而且回收的渣钢重量产率占2%，品位含Fe40-45%，金属实收率低，经济效益差，综合利用率还不到30%，建设一条具有先进加工技术水平的生产线，以提高经济效益，提高综合利用率，并达到治理污染改善环境的目的。于1998年已建成工艺为破碎—筛分—磁选加工技术的生产线。

1、产品方案和质量标准

产品分为渣钢坨、精渣钢和尾渣三大类。精渣钢按不同粒度范围又分成80-300mm、50-80mm和10-50mm三个粒度级别的产品。尾渣按用途和市场需求又分成0-10mm含铁尾渣粉和0-50mm自然级配尾渣料。

渣钢坨经落锤或液压镐破碎分离，氧气切割后外销。三个粒度级别的渣钢作钢铁料供转炉或电炉炼钢直接使用。0-10mm尾渣粉作冶金熔剂，供烧结厂配料。0-50mm尾渣料作为道路承载层骨料用于生产路用钢渣二灰混凝土。

三个粒度级别的渣钢品位MFe>80%，0-10mm尾渣粉品位CaO+MgO合计55-60%，TFe15%。0-50mm尾渣料MFe≤1%，粒度组成为自然级配。

2、原渣物理性质、粒度组成和铁金属分布

经闷渣处理后的原渣，外观呈褐灰色和灰白色，一般质地坚硬密实，少量发生膨胀粉化，铁金属与渣经粉碎容易分离，0-300mm粒级的原渣其容量为1.76t/m³。原渣粒度组成见表1，粒度特性曲线见图1。

原渣粒度组成 表 1

粒 级 (mm)	重量百分数 (%)	
	Y 部分	Y 总计
+300	3.79	3.79
80-300	16.56	20.53
30-80	36.15	56.68
10-30	19.54	76.22
0-10	23.78	100.00
合 计	100.00	

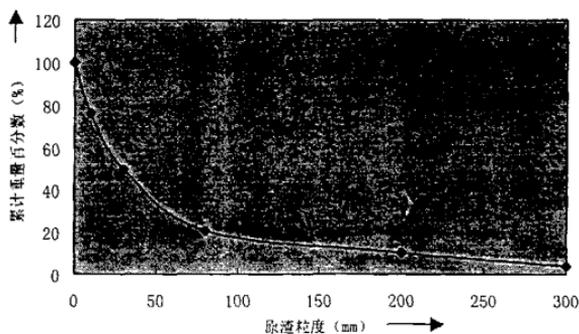


图1 原料粒度特征曲线

属在各粒度级别中的重量分布见表 2。

原渣中铁金属分布 表 2

粒 级 (mm)	重量百分数 (%)	
	Y 部分	Y 合计
渣钢坨	9.09	65.07
+300	2.48	17.75
80-300	0.65	4.65
30-80	1.32	9.45
10-30	0.18	1.29
0-10	0.25	1.79
合 计	13.79	100.00

3、工艺流程

按照产品方案要求，根据钢渣的物理机械性能和化学成份，余热闷渣后原渣的粒度组成和铁金属的分布状况，确定了如下的加工工艺流程，见图2。

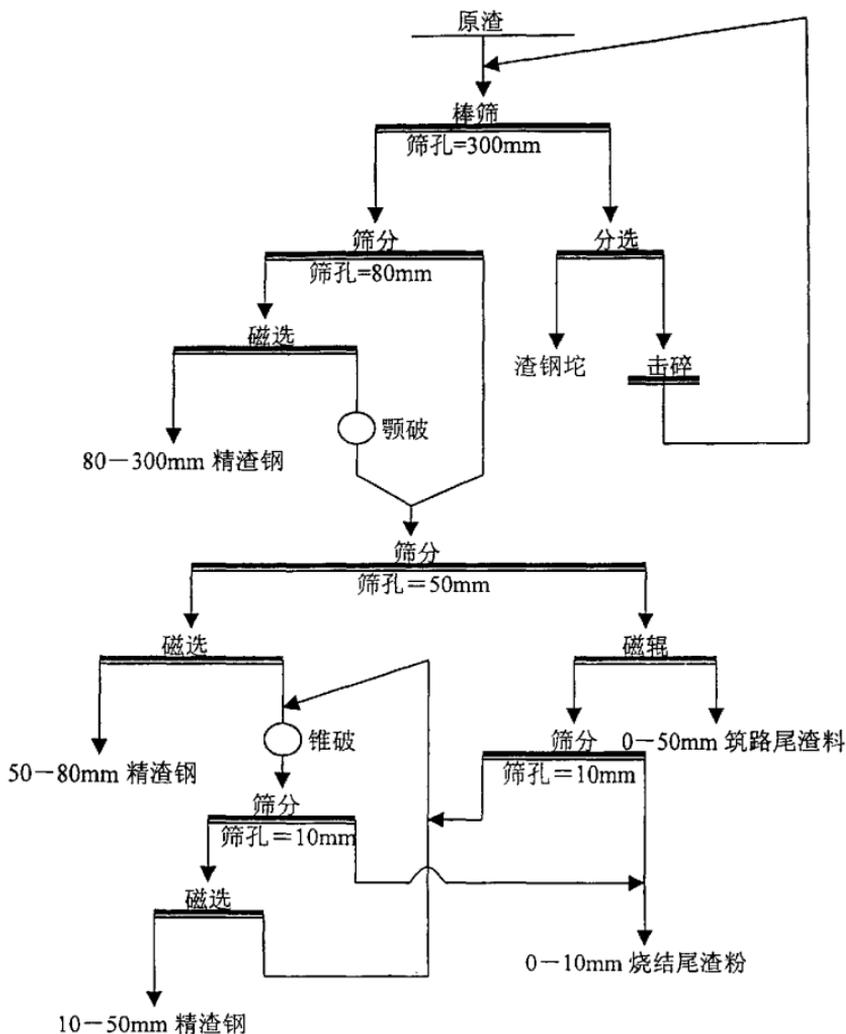


图2 加工回选工艺流程

该工艺流程概括为：两段一闭路破碎、三段筛分、三段磁选加工工艺过程。原渣进入生产线前由棒筛（摩棒筛）控制颚式破碎机入口给料粒度，尾渣粉产品粒度的控制，采取预先筛分与检查筛分分开设置，根据产量计算，各选筛分机一台。

4、主要设备选择

颚式破碎机和圆锥破碎机，选用了带液压过铁保护装置的钢渣专用设备。筛分机为直线振动式，筛孔50mm和80mm筛板为耐磨橡胶板，10mm筛网为合金钢丝的，孔型为方孔，按物料流方向波浪式排列。磁选机为可调磁场强度和磁力线距离跨带式。

5、加工技术工艺特点

精渣钢的回收采取分级回选，磁选机与胶带输送机平行布置，并设在物料抛落点处，致使能获得较高品位和回收率，并且根据产品的需要可调整场强、间距、隔板位置得到所需的品位。为了最大限度的回收铁金属资源，作为道路承载层材料用的尾渣料，用高场强磁辊控制铁金属的流失。磁辊下面设有电动执行机构控制的可调档板，用以改变道路用尾渣料和烧结用尾渣粉的产量分配比率。为提高烧结熔剂用尾渣粉铁金属含量，通过磁辊的富集原渣中0—10mm的铁金属，使之进入该部分尾渣粉中。

生产线投产半年来，各项技术经济指标均已达到设计水平，实践证明，加工技术是合理的，工艺流程的确定是正确的，设备的选择是可靠的，产品的技术指标是先进的。

四、钢渣的综合利用和开发前景

可靠的闷渣处理和先进的加工技术，为资源的综合利用奠定了基础。根据物料的特性和化学成份，科学合理的、全方位的开发利用钢渣资源，为国民经济服务。

1、钢渣特性和化学成份

它是经高温熔融过的物质，加水闷渣和加工后的物料，块状钢渣密度大，具有一定的抗压强度、不同粒级组成后，自然板结性能很好。原渣的化学成份见表3。

原渣化学成份										表 3
化学成分	Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	S	烧失量
含量 (%)	8.42	7.20	13.32	5.03	47.44	10.30	1.40	0.46	0.14	

从原渣的化学成份上看，按其有用的元素，不同的用途，经破碎筛分、分选加工，进行富集与分离，达到工业指标或使用规范的标准，予以综合利用。

2、综合利用现状

现将首钢转炉钢渣综合利用的现状分述如下：

高品位精渣钢

过去渣钢的品位，粒级80—300mm、50—80mm和10—50mm的MFe40-45%，重量产率2%。生产线投产后的精渣钢的品位，粒级80—300mm的MFe80.53%，50—80mm的MFe80%，10—50mm的MFe82.57%，重量产率2.97%。相比较，渣钢产品品位提高35—42个百分点，重量产率提高近0.97%，而铁金属回收率则提高40%以上。

含铁金属的渣钢，由于品位低，冶炼时焦比大，生产能力下降，致使成本高，高炉和化铁炉都不愿使用，造成滞销。如今精渣钢含金属铁达到80%以上，它已成为冶金厂特别是短流程中，转炉和电炉炼钢较好的废钢类型钢铁原料。

粒级0—10mm尾渣粉

尾渣粉中CaO+MgO含量一般在55—60%之间，加入烧结矿中代替部分石灰石或白灰作为熔剂，首钢已成功的应用了多年。但有一点要提及的，尾渣粉与石灰石或白灰相比，SiO₂和Al₂O₃成份高出一些，还含有害元素P和S。应该说明，新建的生产线工艺流程中把0—10mm金属铁渣钢富集其内，增加了有用成份铁，TFe含量达到15%以上，作为烧结配料，如此高的铁金属含量，为烧结矿的成本降低创造了非常有利的条件。

这种尾渣粉，在烧结矿的配比中已达到5%，每年有35—40万吨返回到烧结厂作熔剂使用，是一种很好的二次资源再利用的冶金辅助原料。

粒级0—50mm自然级配尾渣料

在多年试验研究的基础上，用0—50mm自然级配尾渣料作为道路承载层的骨料，并合成路用首钢二灰钢渣混合物料，于1995年在道路荷载等级为汽—20级的公路上试验，该道路通行40—60吨重型车辆，运输量大，行车密度高，经两年路用性能观测和设计参数测试，不同龄期的抗压强度及抗弯拉强度均明显优于二灰砂砾混合料的指标，符合国家道路材料的质量要求。

由于闷渣处理过程中，加水充分，作用均匀，闷渣后 $f_{c_0} < 3\%$ ，经取样化验 f_{c_0} 实际为1.58%，较好地解决了钢渣稳定性和消解周期长的问题。

该项科研成果已通过北京市科委的技术鉴定，并取得了生产许可证。已在北京市的城市道路建设中开始推广应用，白颐路辅路、石景山南路、大兴路段、八大处路段、平安大道路段以及京石高速公路杜家坎收费站的进出口广场等都已用过，它作为道路用建筑材料，在混合物料中取代碎石或砂砾石，有条件的地区要优先应用。

其它方面的利用

用作砌块和地面砖的原料，渣粉用量较少，过去曾用作钢渣水泥的原料，生产砌筑水泥，这些利用也是成功的。

上述产品的利用，还是属于钢渣粗加工的产品，综合利用率可以提高到95%。做好钢渣综合利用，带动了环境效益和社会效益，同时获得了可观的经济效益，进而，促进了向更深层次的开发研究。

3、开发前景

为进一步提高经济效益，要开发研制高附加值产品，扩大资源的利用范围。

一方面，精渣钢再深加工或者叫精加工。通过研磨再分选，使MFe95%以上，再分出不同粒级产品，用于机械工业及其它行业。高品位精渣钢真空粒化，获得更细级别，达到325目以上产品，它具有较好形状特征和物理性能，或再加入附合添加剂，作磨擦材料和发热材料，用在高新科技领域中。

另一方面，尾渣的更广泛应用研究，如代替转炉炼钢用萤石试验研究正在进行，粉碎成4000—6000比表面积的超细粉作砼的添加剂也已开展，作为道路面层代替玄武岩和熔炼成微晶玻璃的开发研究也大有前途。

钢渣做为炼钢过程中产生的固体废弃物已成为历史，变为有用的二次资源再利用已成为现实。首钢的渣山过去占用土地和污染环境，经过几年的治理，如今成为钢铁原料，冶金辅料、建筑用材料的综合生产基地。展望21世纪，努力发展和依靠高科技，渣山将会成为绿色的环保产业。

五、参考文献

- 1、张集广，1995年5期，首钢科技，关于首钢转炉钢渣加工回选工艺流程的探讨。
- 2、首钢研究与开发公司、北京市市政工程研究院，1997年8月，道路用首钢二灰钢渣混合料研究报告。
- 3、首钢研究与开发公司，1999年1月，钢渣生产线项目竣工验收报告书。