

冶金工业废渣处理工艺与利用
科技成果汇编

(二)

1983

冶金工业废渣处理工艺与利用 科技成果汇编

(二)

冶金部建筑研究总院环保所
中国金属学会冶金环保学会 编

1983

目 录

电炉还原渣炉前高架式水淬成粒工艺的试验研究报告

.....上海市市政工程研究所 上海第三钢铁厂 (1)

平炉钢渣水淬工程改造及几个问题的探讨.....湘钢炼钢分厂 (15)

转炉钢渣热泼及利用.....太原钢铁公司 (30)

电炉钢渣返回高炉冶炼.....成都钢铁厂 (44)

高碱度烧结矿的生产.....唐山钢铁公司炼铁厂 (51)

钢渣与钢渣烧结矿.....湘潭钢铁厂 韩光烈 (56)

水淬转炉渣在烧结生产中的应用.....济南钢铁厂技术科 (73)

钢渣烧结矿矿物组成及显微结构的分析.....马钢公司钢铁研究所 唐敬爱 (78)

关于钢渣返回烧结循环利用“P平衡”的探讨

.....重庆钢铁设计研究院 胡继孟 (85)

转炉钢渣回高炉作熔剂的生产.....新疆炼铁厂二炼铁车间 (101)

平炉钢渣回收利用的试验研究.....马钢公司钢铁研究所 司徒福炳 (105)

钢渣在武钢〇七工程中的应用.....武汉钢铁设计研究院 何志超 (126)

宝钢氧气转炉炉渣处理和综合利用的初步分析

.....上海冶金设计研究院 龚尧 谭燮坤 (139)

转炉炼钢污泥用于烧结试验报告

.....武汉钢铁研究所 张案元(执笔) 武汉钢铁公司烧结厂 曾黍生(执笔) (147)

炼钢尘泥制团代替平炉矿试验.....鞍钢环保研究所 汪志家

鞍钢第一炼钢厂 王宇光 (155)

平炉水淬钢渣粉煤灰硅酸盐砌块试验.....成都无缝钢管厂环保办

四川省建筑科学研究所工材室 (165)

水淬钢渣砂用作混凝土细集料的试验研究

.....第一冶金建设公司科技处中心试验室 武汉钢铁公司矿渣厂 (169)

利用钢渣石灰粉煤灰类混合料修筑道路基层试验报告

.....武汉市建设局设计科研所 (176)

利用钢铁渣作筑路材料的试验研究.....天津市市政工程研究所 (187)

宝钢发生物的处理与利用.....重庆钢铁设计研究院 朱耀华 (197)

钢渣处理及利用.....北京钢铁设计研究总院 黄锡槐 张润森 (208)

鞍钢固定翻渣线的应用.....鞍钢矿渣厂 赵佳云 (219)

钢铁炉渣的性质及施用于不同土类中对农作物的作用

.....中国科学院林业土壤研究所 朱淇 陈恩凤 (225)

马钢钢渣磷肥试验与生产.....	马钢公司钢铁研究所	卜庆元 (238)
改革氧气顶吹转炉中磷铁水炼钢工艺使其付产钢渣磷肥的探讨	湖南省钢铁冶金设计院	张宗龄 周镛斌 (250)
国内外钢渣处理工艺的概况与发展.....	武钢职工大学冶金系	陈 森 (270)

电炉还原渣炉前高架式 水淬成粒工艺的试验研究报告

上海市市政工程研究所
上海第三钢铁厂

一、概 述

本报告是电炉还原渣（即后期渣）炉前水淬成粒工艺的成果报告。

钢铁渣是冶金工业的“三废”之一，解决钢铁渣的综合利用，目的在于消除公害，保护环境，变废为宝。上钢三厂电炉车间有5吨碱性电炉四座，装料量随炉令（一般在85炉左右）不同而变化，一般平均为16吨。主要冶炼钢种有1Cr18Ni9Ti、16Mn、40Si₂V、Ad₃、45^{*}等35种常炼钢种，其中不锈钢的产量约占20%。

碱性电炉钢渣分为前期渣和后期渣两种。前期渣即氧化渣，其氧化铁含量较高，质地既不均匀又不稳定；后期渣即还原渣。电炉还原渣我们按实测平均占钢产量为5.5%。电炉车间还原渣以钢年产量12万吨计，每年付产约7千吨，加以铸钢车间的还原渣，上钢三厂年付产还原渣1万吨左右。

电炉（车间）还原渣炉前水淬成粒工艺从1978年底开始，已经过了三个方案试验阶段60余炉的试生产比较，在逐步解决了爆炸问题的前提下，通过工艺的不断改进与提高，确定了“炉前高架式孔式水淬成粒工艺”的生产方案。从1980年6月初起已正式投入三班生产及其每月400~500炉生产表明：可生产炉数在80%以上，中间包水淬率可达80%，实践证明本工艺基本上是成功的。

水淬电炉钢渣有多种应用途径，可以掺配石膏和水淬铁渣磨制无熟料水泥；或湿碾制作混凝土预制件，如作为水泥掺合料，效果更好。目前，上钢三厂水淬电炉还原渣由川沙县杨思水泥厂配制成钢渣白水泥。

电炉还原渣炉前水淬在上海还是一项新工艺，在工艺中有些问题以及渣子的硬化机理等有待进一步研究。

二、水淬法的选择及其炉前水淬工艺的设计要求

（一）选择水淬法的原因

上钢三厂电炉还原渣的碱度大，氧化钙、氧化铝含量高，从而也具有较大的潜在活性。自然冷却的还原渣（含氧化钙高和氧化铁低）随着温度下降多致会自然粉化为白色、灰白色和白绿色的粉末，称为电炉粉，有一定水硬性，在某些工程中可代替低标号水泥使用。由于

电炉渣一般常常发生由 β - C_3S 变化为 r - C_3S 所造成的硅酸盐分解, 体积增加, 活性损失较快, 影响了工程质量。如能采用适当的处理方法改变渣子的冷却条件, 既能解决自然冷却中的分解和加工问题, 又能保存它的潜在活性, 就能发挥更大的作用。

根据试验, 电炉还原渣的碱度一般在3以上(少数在3以下), 其化学成分为表2所示。电炉还原渣的矿物组成有: 硅酸三钙(C_3S)、硅酸二钙(C_2S)及其变态(即高低温转变的晶型有 α 型、 α'_{H} 型、 α'_L 型、 β 型和 r 型)、氟铝酸钙($C_{11}A_7CaF_2$)、方镁石, 另外还有 CaO 和 CaF_2 等组成。渣中 $C_{11}A_7CaF_2$ 的存在, 以及数量的多少, 将影响水泥凝结时间, 一般表现为水泥的凝结时间较快。渣中 C_3S 和 C_2S 的存在, 以及数量的多少, 将影响水泥早期和后期强度, 一般表现为水泥早期和后期强度较高。

上钢三厂电炉还原渣如50SiMnP渣样的 $C_{11}A_7$ 、 CaF_2 、 C_3S 和 C_2S 谱线图, 参见图1、2(X射线分析)。

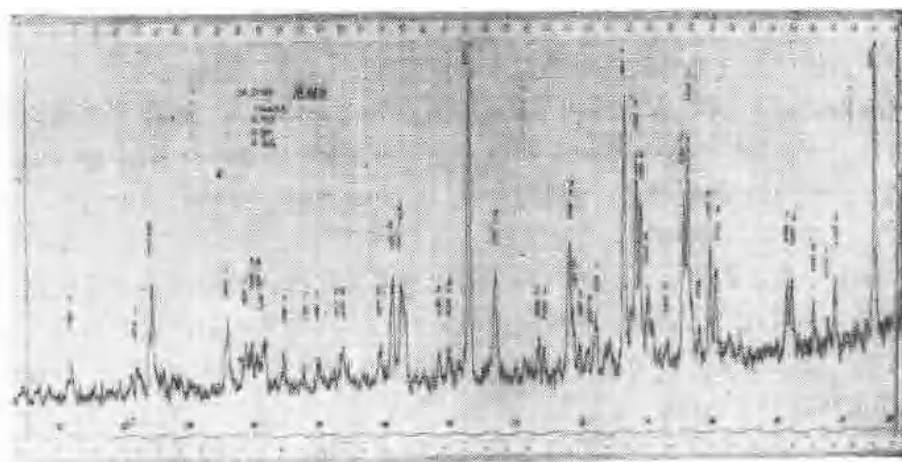


图 1 X射线分析——冷却渣包取样

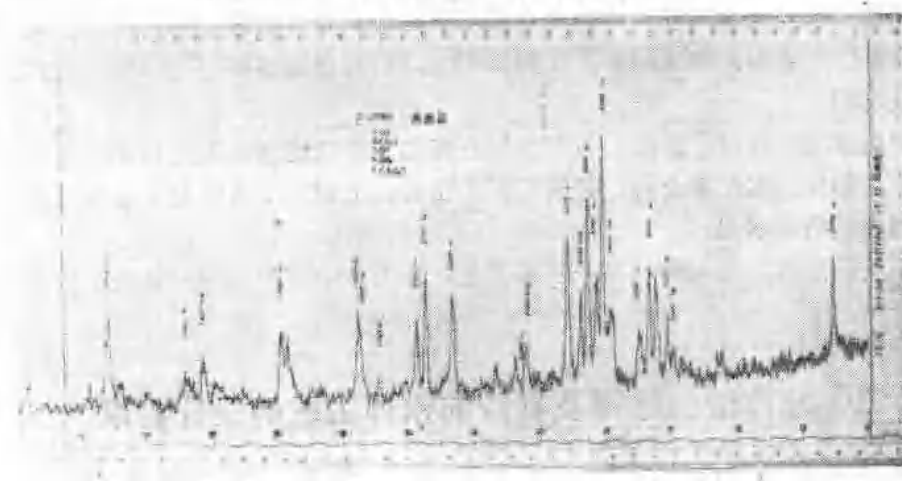


图 2 X射线分析——红渣样勺取样

据有关文献指出, 硅酸三钙在 $1250 \sim 1900^{\circ}C$ 温度范围内才稳定, 在 $700 \sim 1250^{\circ}C$ 温度范围内是不稳定的(C_3S 的分解, 使 C_2S 和 $fCaO$ 大量增多), 但在 $700^{\circ}C$ 以下的任何温度, 其

分解速度是缓慢的,甚至可以无限期地存在下去^{〔*1〕}。硅酸二钙在0~1600℃的温度范围内有五种变体。在冷却时, β - C_2S 在675℃和更低温度下将自发转变为 γ - C_2S 。 α 与 β 型- C_2S 有胶凝性能,而 γ 型- C_2S 属于无(或低)胶凝性能^{〔*2〕}。为此,对电炉还原渣进行调查与实测,红渣倒入渣包时的温度在1400~1450℃范围。为了防止发生晶型转变,可在红渣热熔状态时用水急冷成粒的水淬法,以便尽量多的保存活性高的 C_3S 和 β - C_2S 。

水淬法的优点:

1. 解决了渣子的不稳定性;
2. 水淬后渣子容重为1000公斤/米³左右,粒径在0~5毫米,近似粗砂,是一种表面粗糙多孔质地轻脆、容易破碎的粒状渣,能保存潜在活性,改善了渣的性能;
3. 开辟了多种用途,变一物一用为一物多用。水淬后渣子用作水泥掺加料,就能加速水泥凝结硬化,提高了水泥强度。
4. 对钢厂而言,可减少粉尘飞扬,改善车间内环境;节省渣包,回收余钢,并满足了快速排渣要求。

钢铁渣常用水淬法从大的方面讲有炉外水淬法和炉前水淬法两种。为了在电炉炼钢炉上实现渣子的水淬成粒,我们在以往炉外水淬法的经验基础上,结合上钢三厂电炉车间浇钢生产的实际和现场条件,并根据电炉还原渣的渣量、碱度、温度和红渣流动性的特点,调查分析了现有两种水淬方法的适用性。电炉还原渣在以往的生产中都研究采用炉外水淬方法。这种方法一般只能解决电炉的后期渣的水淬。为了既能解决电炉的后期渣又能考虑电炉的前期渣的水淬,选定了“炉前高架式水淬成粒工艺”。

炉前高架式水淬工艺的优点:

1. 工艺设备简单,施工、操作和维修都比较方便;
2. 布局比较紧凑,对老厂场地比较拥挤的炼钢车间尤为合适;
3. 电炉还原渣碱度比较高,伴随时间的推移而红渣粘度逐渐增加,采用本工艺可以保证红渣有较好流动性,水淬渣质量也高;
4. 本工艺配用水量比较合理,冲渣时蒸气量较少,机械化程度也较高,一次投资后即可正常水淬生产,因此投资不多,见效较快。

目前,鉴于钢厂在生产中的实际问题,我们首先研究解决电炉还原渣的炉前水淬技术。

(二) 炉前水淬工艺的设计要求

电炉还原渣炉前水淬工艺的设计要求涉及面也较多,这里着重谈防爆要求。防爆措施是水淬新方案能否正式投产的关键问题。事故性爆炸一般都是渣水相遇时瞬间所形成的高压蒸气不能迅速扩散所造成的。如要达到防爆的目的,一是控制红渣流量,二是控制渣道坡度,三是选择好水力喷嘴和水压力。

1. 控制渣量:控制渣量是为了保证合理的渣水比,足够的水量是水淬防爆的基本因素。在水量一定的条件下,渣量的变化必然会引起渣水比的变化,我们在强调水量的同时,必须找出合适大小的流渣孔控制红渣流量,保持一定的渣水比,使能充分起到击碎、成粒和输渣的作用。其技术措施如下:

〔*1〕《水泥和混凝土化学》(英)F.M 李著

〔*2〕《硅酸盐物理化学》浙江大学等著

(1) 采用“中间包”流渣孔控制渣量,以保证“红渣大流量进来,小流量出去”,而流渣孔的大小是控制渣量的关键问题。

(2) 必须控制行车倾翻渣时的高度与速度,减少瞬时渣流的冲击,以保证红渣出渣流的平衡。

2. 控制坡度:控制坡度是为了使水渣在借助水力条件下,不产生积渣、粘渣、保证生产安全。渣道坡度的取值除考虑水淬电炉还原渣的容重以及渣水混合物的总量以外,还应考虑渣道长短、弯道多少、断面形式和宽高比等影响以及根据我们以往钢铁渣水淬试验经验基础上确定的。一般地讲,在符合技术经济上的要求时,以渣水比和渣道坡度的取值适当放大一些较为合理。

3. 选择好水力喷咀和水压力:选择好水力喷咀(包括水力喷咀的形式和水力分布)和水压力,以及合理处理炉前的组合安装(包括水力喷咀的倾斜角度,红渣的流向及其垂直落距的高低和喷射的远近),也是防爆措施中有效的必不可少的条件。

(三) 水质分析

电炉还原渣水淬后,当水淬渣量较大时,在水渣池出口处取样进行的水质分析表明:在冲渣后的水中,除硫化物含量部分稍高外,其氰化物、酚、铬、砷、氟的含量和酸碱度都符合工业废水的排放标准(参见表1),都是属于对环境或动植物、对人体健康长远影响较小的。

电炉还原渣冲渣水质分析 (毫克/升)

表1

炉 号	样 品	悬浮物	硫化物 S ²⁻	氰化物 CN ⁻	酚	铬 * Cr	砷 * As	氟 F	酸碱度 (PH)
	原始黄浦水: 槽A	98	未检出	0.007	未检出	<0.05	0.009	2.40	9.0
	原始黄浦水: 槽D	42	1.76	0.005	未检出	<0.05	0.004	0.84	6.9
3—3193	未冲渣水水池出口 1*	55	0.64	0.006	0.115	<0.05	0.003	2.60	8.2
	冲渣水水池出口 2*	78	1.28	0.005	0.032	<0.05	0.003	4.80	8.5
4—3101	冲渣水水池出口 3*	64	0.80	0.007	未检出	<0.05	0.003	0.00	8.4
3—3194	未冲渣水水池出口 4*	32	1.28	0.008	0.88	<0.05	0.005	0.92	7.9
	冲渣水水池出口 5*	41	0.80	0.007	0.022	<0.05	0.006	5.80	8.6
4—3102	冲渣水水池出口 6*	47	1.12	0.007	未检出	<0.05	0.005	0.20	8.3
4—3124	未冲渣水水池出口 7*	82	0.096	0.008	未检出	<0.05	0.007	1.80	7.7
	冲渣水水池出口 8*	77	1.28	0.005	未检出	<0.05	0.006	4.04	8.1
最高容许排放浓度		500	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	6~9

注: 1. 最高容许排放浓度系1973年“中华人民共和国国家标准工业(三废)排放试行标准GBJ4—73”。

2. 而“*”者,能在环境或动植物体内积蓄,对人体健康产生长远影响的有害物质。

三、炉前水淬法试验过程与方案选定

炉前高架式水淬成粒工艺是还没有成熟经验的一种新工艺，为了达到预期的效果，必须在实践中不断试验，不断改进，使它逐步完善起来，我们在冲渣点上先后提出了“槽式”、“斗式”和“孔式”三个技术方案，并进行了试验比较。

(一) 槽式水淬试验

本方案原考虑电炉还原渣量不大，为提高水淬率，使红渣能通畅流过渣孔进入渣道与冲渣水相遇水淬成粒，将中间渣包的流渣孔形状开为槽式，用薄形耐火砖塞孔。具体的孔形尺寸及炉前布置，如图3所示。

水淬试验多炉，红渣量少时水淬还较顺利。量大时，可发生爆炸。如一次的故事性爆炸中，水淬渣道炸坏了3米。这炉渣量为950公斤，半分钟内水淬结束，中间包内的红渣基本冲完，换算当时的渣水比约1:4。爆炸原因主要是流渣孔（槽式）的孔形尺寸太大，基本失去了“大流量进，小流量出”的控制；其次是这炉10CrMoAl钢的还原渣温度高，流动性好，倒渣又快，因而造成了红渣瞬时流量大又集中，在固定水量下，使渣道内难于顺利水淬成粒，引起积渣粘渣，产生高压蒸气，导致爆炸。以后也有类似的情况多次发生。为了控制好渣流量及渣水比保证安全水淬生产，提出了第二个方案，即斗式炉前水淬工艺。

(二) 斗式水淬试验

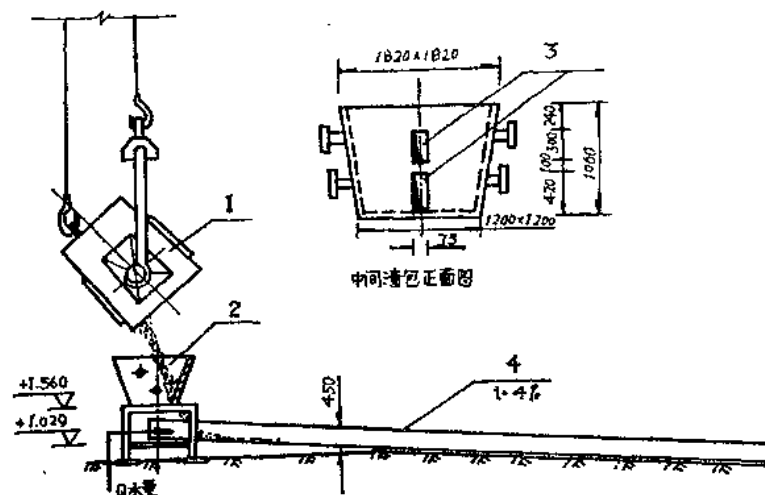


图3 “槽式”炉前水淬成粒工艺

注：1、钢水包 2、中间渣包 3、流渣孔 4、水淬渣道

将浇注钢锭的钢水包放尽余钢后，即移至炉前水淬斗上，使红渣从浇注水口（直径 $\phi 50$ ）直接浇注入中间漏斗（流渣孔 $\phi 100$ ）进而流入渣道即遇冲渣水水淬成粒。具体炉前水淬工艺布置参见图4。

从试验的效果看是十分良好的，没有发生事故性和非事故性爆炸现象。本工艺试验表明：渣温高，流动性好，可以提高水淬率；红渣稳流，可以控制好渣水比，充分发挥水的作用；在水淬生产上可以节约人力和减轻劳动强度；利用塞杆开闭浇注水还可以作为一项防爆措

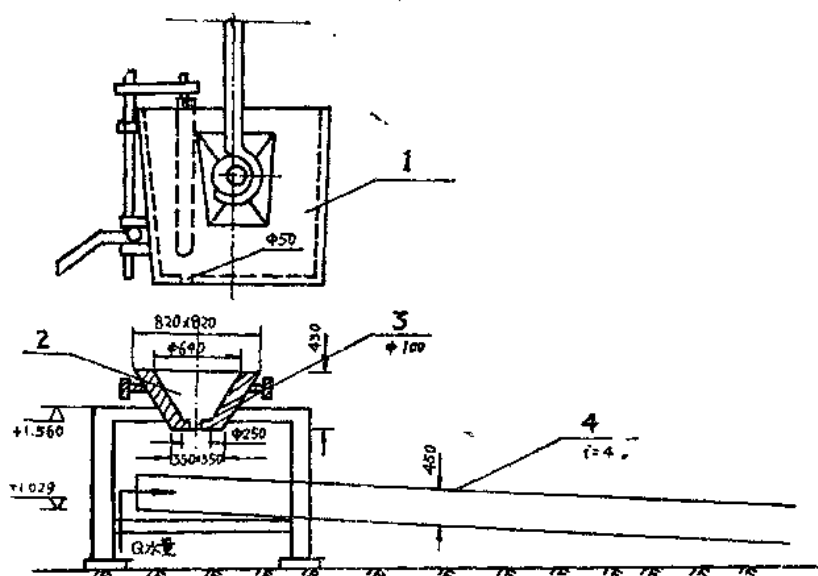


图4 “斗式”炉前水淬成粒工艺

注：1、钢水包 2、漏斗 3、流渣孔 4、水淬渣道

施。缺点是渣壳容易贴在钢水包底，有时增加了清理钢包的工作量。由于这一原因，斗式水淬工艺也没有坚持使用。

(三) 孔式水淬试验

该工艺基本类似于槽式水淬工艺，所不同的是中间包的流渣孔由槽式改为方孔或圆孔。孔径的大小取决于红渣能否顺利流出，又要符合一定的渣水比，以防止爆炸。

在水淬过程中进一步证明，红渣流动性的好坏对孔式水淬工艺是十分重要的。流动性好水淬率高；反之水淬率低。如渣粘稠给孔式水淬工艺就带了困难。流动性好坏除了红渣的温度影响外，主要还与渣子的化学成分有关。为了了解与掌握渣子的化学成分与流动性关系，我们参照了冶金部建筑研究总院等单位试验自制了简易的粘度计，如图5所示。

其方法是，红渣倒入渣包后即用样勺取渣样，倒入粘度计测定流动长度，以毫米表示。并在粘度计内取样测定渣子的化学成分（碱度）对红渣流动性的影响。由表2和图6的试验资料看出：电炉还原渣流动性主要与碱度有一定的关系，碱度越小、流动性就越大；反之，流动性则减小。其次，其他化学成分也有一定的影响。若 MgO 、 CaO 等氧化物的成分多，由于这些氧化物的熔点高，因此在一定温度下，渣子就发粘，流动性较差。若 Al_2O_3 的低熔点物质成分多些，尽管碱度高，但渣子流动性还是较好的。表2中的渣5和渣2以及渣10和渣11相比较，碱度是差不多，但流动性相差较大，渣5和渣10粘，主要是由于渣5和渣10中 MgO 含量较高及 Al_2O_3 含量较低的缘故。我们试验的电炉还原渣碱度都比较高，但红渣的流动性范围还是在230~580毫米，绝大多数在250毫米以上，按习惯的分类方法可以把其划入为流动性好的第“I”类渣。所以，用孔式水淬工艺是可以的。

开始进行孔式水淬试验时，我们设置的中间包流渣孔的孔形尺寸为 140×75 毫米，换算为圆的流渣孔为 $\phi 116$ 毫米。例如在同一天同一中间包先后进行的三炉水淬情况表明（参见

电炉还原渣化学成分与流动性关系

表2

序号	钢种	炉号	流动度 (mm)	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	FeO	fCaO	fMgO	F	碱度 $\frac{\%CaO}{\%SiO_2}$
1	903	4-769	260	11.40	56.57	11.93	11.25	0.23	0.38	0.63	2.91	1.33	1.28	4.96
2	18 $\frac{1}{2}$ g	3-813	340	15.60	50.92	12.23	14.44	0.24	0.40	1.57	0.21	1.99	0.72	3.26
3	903	4-770	350	14.14	54.77	13.23	10.98	未检出	0.63	0.43	0.90	1.03	1.34	3.87
4	903	4-769	230	10.60	56.23	13.38	10.94	0.24	0.55	0.67	3.21	1.31	1.42	5.30
5	18 $\frac{1}{2}$ g	3-813	260	15.65	49.96	15.63	13.64	0.25	1.44	1.03	0.23	1.90	0.71	3.19
6	20 $\frac{1}{2}$	4-783	310	18.55	51.84	3.16	13.76	0.44	1.87	1.34	0.25	1.23	0.52	2.80
7	Ad ₃	4-790	380	21.20	43.69	22.55	10.87	0.24	2.49	0.45	0.36	0.84	0.46	2.06
8	1Cr18Ni9Ti	5-928	560	25.50	44.86	3.33	19.31	0.16	0.32	0.72	未检出	未检出	0.99	1.76
9	1Cr18Ni9Ti	5-928	430	28.52	43.95	2.72	18.41	0.20	0.35	0.85	未检出	0.26	1.21	1.54
10	18 $\frac{1}{2}$ g	6-919	240	13.36	58.60	12.70	6.77	0.15	0.90	0.49	1.07	1.04	7.04	4.39
11	1Cr18Ni9Ti	5-968	350	11.40	47.51	9.44	23.62	0.40	0.94	2.04	0.17	1.28	0.57	4.17
12	50SiMnP	—	—	15.08	50.20	13.75	14.69	0.32	0.24	1.08	1.19	—	3.88	3.32
13	50 $\frac{1}{2}$	—	—	12.83	58.51	8.63	10.98	0.52	0.50	0.90	4.35	—	7.32	4.56

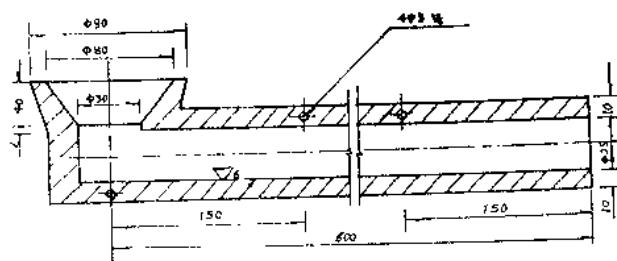


图5 粘度计

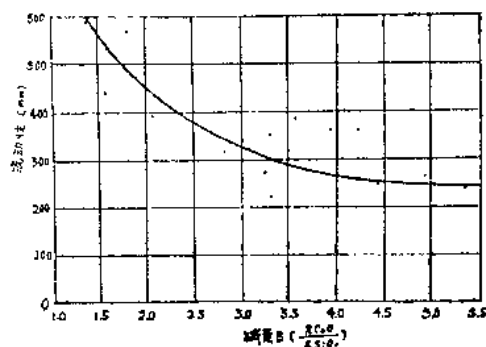


图6 电炉还原渣碱度与流动性关系

表3)：在现有的水量条件下，发生爆炸的主要原因同样是由于中间包流渣孔径较大，瞬时渣量集中，失去了正常的水渣比引起的。因此，把原有的中间包流渣孔缩小到直径 $\phi 80$ 毫米，我们通过三十余炉的水淬试生产观察，约有50%炉数还原渣水淬量占总渣量50~70%，水淬效果不太理想。从试生产表明，缩小流渣孔到 $\phi 80$ mm以下时，虽能解决爆炸现象，但水淬率低了，没有达到预期结果。就水淬工艺而言，要提高水淬率，在防爆条件下扩大流渣孔，我们根据以往生产的各种炉型的实践，并结合电炉还原渣的流动性的实际，选定了流渣孔 $\phi 90$ 毫米圆孔。

从上述三个技术方案试验比较，采用孔式炉前水淬是较合理的。既克服了“槽式”流渣孔孔形尺寸过大渣流量难以控制的困难，又解决了“斗式”试验中渣壳粘底的现象。不足的是水淬率稍低了一些，水淬劳动强度稍大了一些。但是，我们在试验分析比较中认为，“孔式”水淬法还是较为优越的，容易控制渣量，比较安全，有其独特的优点。

具体的孔式炉前水淬工艺布置参见图7。

水 淬 情 况 比 较

表 3

炉数	炉号	钢种	水淬总量 (T)	水淬时间 (分秒)	水 淬 情 况	瞬时* 大渣量 (T)	瞬时渣水比
第一炉	4-636	40SiV	1.0	1'10"	大、中渣量冲70秒,前一半时间的冲渣为0.6吨放一炮。水淬时有蒸气,渣子冲完。	1.03	1:6.8 (1:7)
第二炉	5-672	1Cr18Ni9Ti	0.72	1'30"	冲渣20秒后,孔阻塞,通孔一次,又水淬70秒。渣量前20秒稍大,估计占3/4渣量。后70秒是中小流量,渣子基本冲完。	0.72	1:9.7 (1:10)
第三炉	6-656	Ad ₂	1.2	1'05"	开始冲渣20秒,渣量大,蒸气大,放一响大炮,威力较大,现场烟雾腾腾,渣道炸坏,且下沉6公分,水淬时几乎是大渣量,渣子冲完。	1.11	1:63 (1:6)

注:有“*”者的数据是计算而得的。

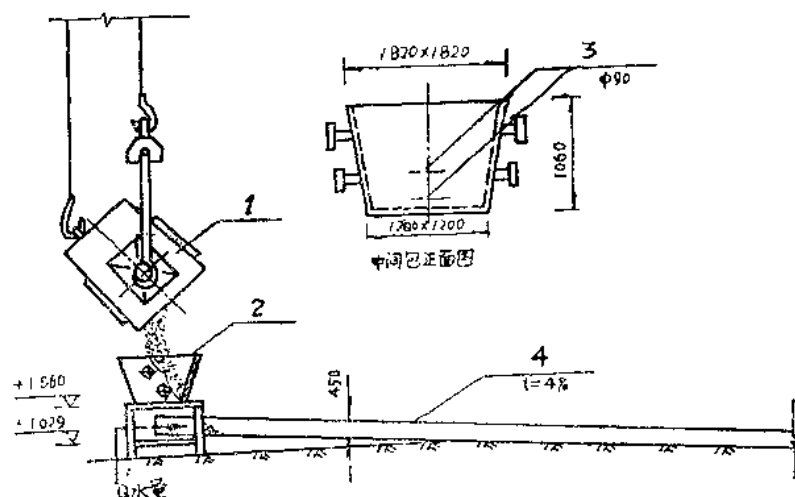


图 7 “孔式”水淬成粒工艺

注: 1、钢水包 2、中间包 3、流渣孔 4、水淬渣道

四、炉前水淬法的工艺参数和安全操作要点

(一) 试生产

这次试生产的目的是,在生产实践中发现问题和解决问题。并在试生产基础上,继续进行红渣水淬工艺参数试验。以期通过试验取得直接经验,在防止爆炸的条件下,正式投入工业性生产。

水淬前,对冲渣水的用水量进行了实测,其数据参见表4。同时,为了更好提高水淬效果,保证生产的安全,在原有水淬工艺基础上,在距离“中间包”流渣孔 $\phi 90$ 毫米(下孔)下450毫米(由于条件限制,一般以 25 ± 5 厘米为好)处增加了一只 $\phi 3$ 的水力喷嘴,并进行了冲渣效果及其倾斜角的试验。喷嘴的尺寸、形状参见图8,水压力为 $1.5 \sim 2.0$ 公斤/厘米²,水量30吨/时。

实 测 用 水 量

表4

测量次数	水位高 (m)	放水 时间 (分)	水渣池 面积 (m ²)	水体积 (m ³)	单用 水量 (吨/分)	用水量 (吨/时)	平均 水量 (吨/时)
1	0.70	1.5	14.58	10.21	6.800	408.0	418.8
2	0.95	2.0	14.58	13.85	6.925	415.0	
3	0.99	2.0	14.58	14.43	7.215	432.9	

注: 实测平均暂取420吨/时 (7吨/分)

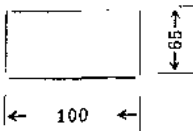
通过工业性试生产, 根据我们在场的代表性资料进行了分析、情况见表5。

从表3和表5比较, 炉号6—656与3—2820, 炉号4—636与4—2996在换算成相同的渣水比下, 表3发生爆炸或放炮现象, 而在表5中水淬情况正常。由此可知, 在一定用水量下, 缩小流渣孔孔径固然是解决防爆的有效措施; 但是, 在此基础上继续增设水力喷嘴, 就会更好起

水 淬 情 况 比 较

表5

试 验 日 期	炉 号	钢 种	水淬 渣量 (吨)	水淬 时间 (分秒)	水 淬 情 况	瞬 时 渣量 (吨/分)	瞬 时 渣水比
1980年4月1日	6—2665	1Cr18Ni9Ti	0.585	50"	渣量大, 打一微炮*, 水渣道后面水渣溢出, 其他水淬情况良好, 红渣基本冲完。	0.842	1:9
4月22日	5—2893	16Mn	0.686	50"	渣量较大, 水渣道后面渣溢出, 其他水淬情况良好。	0.984	1:8
5月6日	3—2820	15MnV专	0.770	45"	渣量大, 水淬时有大量蒸气, 其他情况良好。	1.247	1:6
5月6日	4—2732	Ad ₈	0.695	55"	渣量大, 水淬时有蒸气。	0.927	1:8
6月19日	4—2996	Ad ₈	0.800	50"	水淬渣量大, 冲渣点前工字钢结渣多。蒸气很大, 充满整个渣道, 其他正常, 渣子冲完。;	1.152	1:7

说明: 1. 流渣孔孔径形式是  换算圆直径相当于φ9.0厘米

2. 水淬渣量按炉产量 (钢产量), 再按钢渣比5.5%和水淬率80%计算而得; 炉号4—2996的水淬渣量是实测的。

3. 瞬时渣量是根据前半时间与总渣量的%计算。

4. *由于冲渣点前沿横梁结渣引起 (后割去)。

到击碎分流红渣, 充分发挥了水的作用, 不使水淬渣道积渣粘渣。所以, 增设水力喷嘴是积极有利的。

但在现有水淬生产中, 诸如现有水量下, 有时由于疏忽了流渣孔的控制, 或在钢包倒渣时太快, 瞬时渣量突然增加, 或渣中含钢量太多时, 比重增大, 还有约占总水淬炉数4%左

右的放炮爆炸现象。

为了进一步杜绝事故性爆炸,我们参照了现有的最大瞬时渣量为1.25吨/分的资料分析,继续增加一定的用水量和水力组合等,参见图9。

压力水水力喷嘴接6吋水管,水压力为2公斤/厘米²,计算水量为188吨/时;8吋水管为输渣水管,由于考虑炉子上用水的要求,目前没开足,只开五分之三,计算水量为448吨/时。

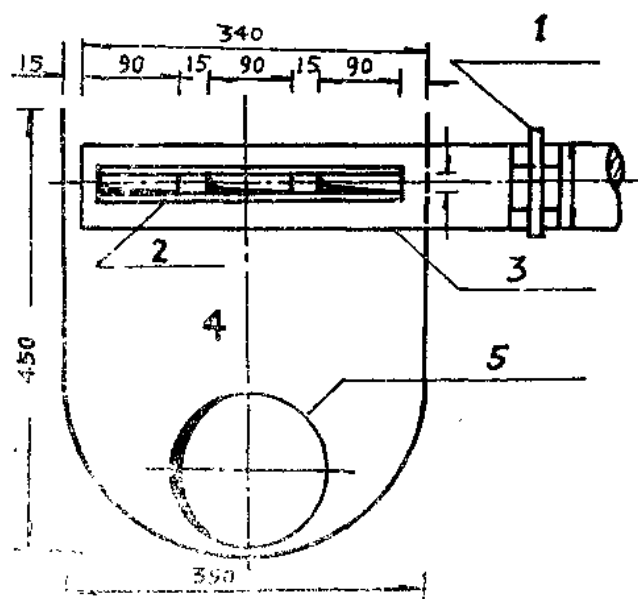


图8 喷嘴及安装图

注: 1、油杆3" (调动角度) 2、(突出40) 3、水力喷嘴 4、水淬渣道 5、输渣供水管

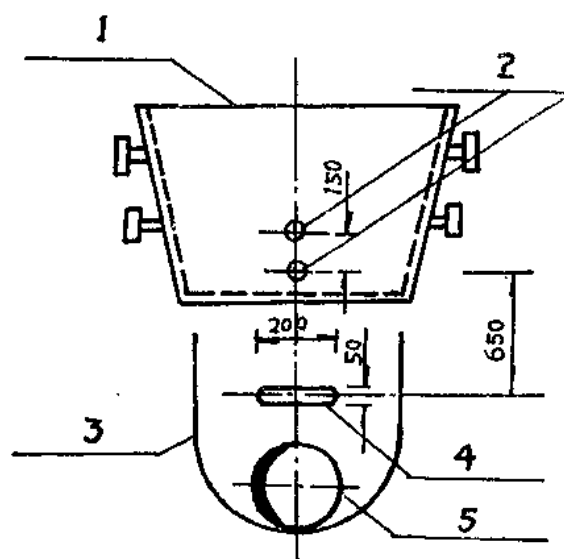


图9 喷嘴及水力组合图

注: 1、中间渣包 2、渣渣孔 $\phi 90$ 3、水淬渣道 4、水力喷嘴 5、 $\phi 8$ 供水管

所以水淬渣道内二股水的总水量为636吨/时即10.6吨/分。上钢三厂电炉车间水淬电炉还原渣生产条件所采用的平均瞬时渣量的渣水比为1:10.5, 最大瞬时渣量的渣水比为1:8.5。

在水淬工艺中, 合适的渣水比除考虑渣子的粒化、输渣作用外, 还需要考虑热的交换作用。水淬中应不产生过多的水蒸气, 一般资料认为水淬过程中水的温度应低于70℃为好, 当红渣温度从1450℃冷至70℃, 每公斤渣放出热量为 $Q = 0.298 (1450 - 70) = 411$ (大卡),

(0.298千卡/千克·℃为钢渣的平均比热)。水淬用水温度一般为25℃, 所以, 水温升为45℃。吸收411大卡热量的水量可按式求出:

$$B = \frac{Q}{C \cdot \Delta t} = \frac{411}{1 \times 45} = 9 \text{ 公斤 (C—水比热, 1千卡/千克·℃)}$$

从冷却作用考虑的渣水比为1:9即可。目前, 上钢三厂电炉车间水淬电炉渣用的渣水比在一般正常情况下, 不产生明显的水蒸气。

(二) 工艺参数

根据以上情况, 并在基本搞清了电炉还原渣水淬生产时发生爆炸的原因及其应采取的技术措施, 在安装水力喷嘴的条件下, 提出并推荐电炉还原渣水淬工艺的设计参数, 参见表6。

工 艺 设 计 参 数 表6

渣 水 比	流 渣 量 (毫 米)	渣 道 坡 度
1:10	φ90	4%

表中渣水比的确定, 是根据在水淬生产时的瞬时最大渣量的渣水比基础上加上20%左右生产安全系数取值的。实践证明, 这套工艺参数只要在水淬生产中认真控制, 严格掌握操作规程, 在冲渣过程中, 不形成积渣和结渣, 不形成高压蒸气, 就能消除爆炸因素, 达到炉前高架式水淬生产的予期要求。

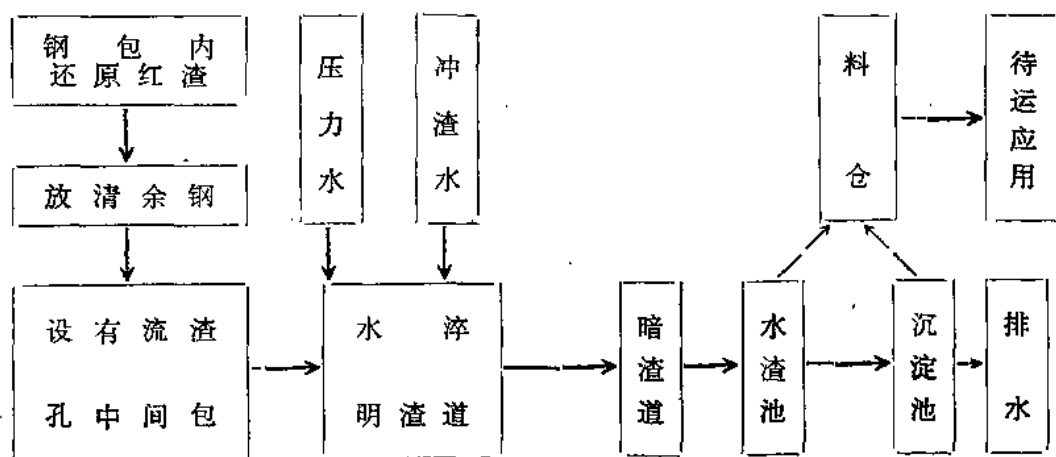
(三) 水淬生产的操作要点

1. 中间包流渣孔暂定φ90毫米圆孔, 安放中间包时, 流渣孔径须对准渣道中心线。
2. 浇注完钢水, 放尽余钢, 红渣倒入中间包内。钢包倒渣时要掌握住快慢。
3. 中间包内不得有积水。
4. 冲渣前, 先开水, 后倒渣; 冲渣完毕再停水。水阀必须全开, 禁止半开半关。
5. 每炉冲渣后, 必须及时清理流渣孔, 确保渣流畅通。
6. 中间包设置两只流渣孔。冲渣前, 用火泥先封住上流渣孔。当下流渣孔难以打开时, 可以在封口后打开上流渣孔。如上流渣孔打不开或中间包积渣较多时, 可以翻包后继续使用。中间包里不应倒入垃圾、耐火砖块等杂物。
7. 沉渣池每隔两天抓料一次, 沉淀池须经常清理, 防止渣满溢出流入下水道。

五、炉前水淬法的工艺流程与主要设施

我们经过试验比较, 正式投入生产的炉前高架式水淬工艺流程是: 1. 电炉还原渣在出钢时伴随钢水一同流入钢水包, 经镇静、浇钢和放清余钢后由行车将红渣倾倒入设有流渣孔

“中间包”，红渣流出后即与压力水和冲渣水相遇水淬成粒；2. 粒状渣水混合物经明、暗渣道借水力输送至沉渣池；3. 渣子在渣池中沉淀后用抓斗抓起，放入料仓，在此进一步滤水后待运应用；4. 多余水则由下水道系统排走（或循环回用），流程图如下：



这种方法的水淬生产的概貌和工艺布置与主要设施，以上钢三厂电炉车间为例，分别示于图10、图11和图12。

工艺的主要设施包括：

1. 炉前水淬装置有：带流渣孔中间包，渣包支架，冲渣水和压力水，水力喷嘴等组成。
2. 明暗渣道。明渣道长24.4米，暗渣道长2米，考虑水量、水力和施工条件，采用U字形断面。宽350毫米，高450~750毫米，渣道用8毫米厚钢板弯制而成，鉴于装拆和施工方便，渣道的适当位置以法兰联接。
3. 钢筋混凝土渣池和沉淀池（设有三道隔墙）。
4. 钢筋混凝土框架结构，装有5吨小车及其一米³抓斗和存渣3~4天的钢料仓。料门用汽泵开闭，钢屋架。
5. 考虑沉渣效果，冲渣水经水渣池隔墙的三次溢流后，排入下水道系统。

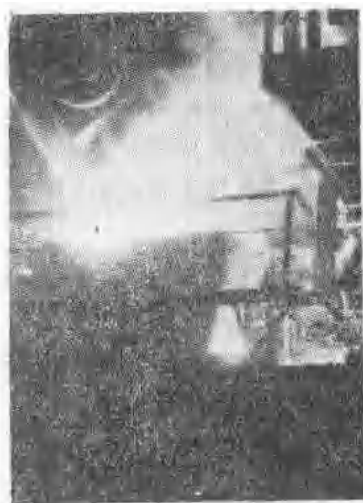


图10 电炉还原渣水淬生产概貌

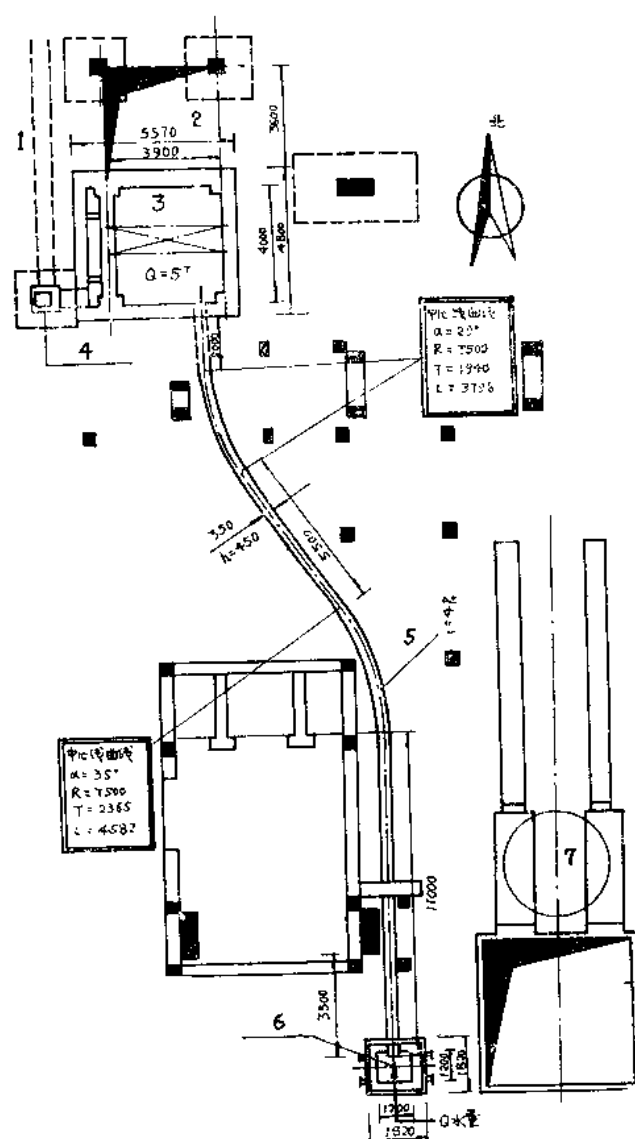


图11 工艺平面布置图

注: 1、下水道 $\phi 700$ 2、料仓 3、沉淀池 4、落底窰井
5、水淬渣道 $i=4\%$ 6、中间渣包 7、电炉(6 $^{\circ}$)