

冶金工业废渣处理工艺与利用
科技成果汇编

(一)

1983

76.165
248
1:1

冶金工业废渣处理工艺与利用 科技成果汇编

(一)

冶金部建筑研究院环保所 编
中国金属学会冶金环保学会



冶金工业部

建筑研究总院环保所面向工业与民用建筑服务

编 者 的 话

随着冶金工业的发展,冶金工业废渣排出量日益增多。解放前由于我国冶金工业极端落后,冶金产品产量甚少,冶金渣排出量不多,故采用弃渣工艺。解放初期延至六十年代以前,建设冶金企业买地堆渣都视为理所当然。但伴随冶炼技术与生产率的提高,采取弃渣工艺不能满足冶金生产的发展需要。冶金渣大量堆积与保护环境和工农业发展产生很大矛盾,因此六十年代初期我国开始研究炉渣处理工艺和废渣的应用研究。近些年来取得不少科技成果,特别是在钢铁渣的排出工艺和应用方面,有很多有价值的成果。有的已应用于生产,获得显著经济效益。如普通高炉渣的处理工艺和应用基本正常化、资源化,成为我国发展水泥工业不可缺少的原材料,水淬渣已经成为冶金工业短线产品。钢渣的排渣工艺和应用技术,从研究水平来说,与国外相比也并不落后。有色渣的利用虽然刚开始重视,也取得一定成绩。

自冶金环保学会1979年成立以来,召开了三次学术交流会,交流了论文和报告近130多篇。这些论文和报告内容丰富而广泛,较全面地反映了我国冶金渣处理和利用的最新成就。但是由于推广应用这些技术成果不够,使很多有价值的、从技术上比较成熟的研究成果还没有纳入生产实践,因此积渣为患,侵占农田,污染江河湖海现象没有根本好转。

本汇编的目的就是要把冶金渣排出工艺的改革成果、应用方面的科研新成就汇编成册,及时地推广到更广泛的范围去,从技术上起到科研成果过渡到生产实践的桥梁作用。

汇编内容包括冶金渣排出工艺技术成果、冶金渣的应用技术成果,基本上汇集了近年来我国从事冶金渣工作的部门和单位较突出的、有代表性的科技成果。从内容上分,有各种排渣工艺成果。应用方面则更为广泛,有钢铁渣作冶金炉料的应用;钢铁渣作建材的应用,作道路材料的应用;冶金渣作农肥的应用;有色冶金渣的综合利用等。因此它可以提供给冶金、交通、建材、农业部门从事冶金渣工艺和应用工作的管理人员(包括领导干部)、技术人员、技术工人参考。

汇编暂分三册出版,计划今后将不定期地陆续汇编出版,拟将成为我国冶金渣专业技术的成套文献。请全国各地凡获得冶金渣处理利用新成果的单位或个人及时踊跃地提供稿件。

参加组编的人员有冶金环保学会冶金渣综合利用学组部分人员:王立庆、田德政、张润森、蔡继臣、沙成林、郝荣、顾昭文、刘文夫、刘素仁、姜传芳、郭文正等同志。由冶金部建筑研究总院王立庆、成先红同志主编,封面设计张新生同志。

汇编的出版得到了鞍钢、包钢、武钢、太钢、马钢、攀钢、本钢、安阳钢厂、安阳水泥厂、山东铝厂等部门的资助,还得到了中国金属学会、冶金环保学会的大力支持,在此表示感谢。

由于汇编文章多,涉及专业范围广,可能审稿有误,加之时间仓促,水平有限,难免有编辑差错,望批评指正。

1982年12月

目 录

钢渣矿渣水泥研究·····冶金部建筑研究总院冶金渣室 孙树杉等	(1)
附: 钢渣矿渣水泥国家标准·····	(69)
本钢钢渣水泥的串联磨生产工艺的试验研究	
·····冶金部建筑研究总院 本溪钢铁公司建材厂	(72)
关于钢渣中 RO 相的研究·····南京化工学院 唐明述 袁美栖 韩苏芬 沈兴	(87)
转炉钢渣稳定性处理和综合利用的研究·····同济大学建材系建材研究室	(101)
钢渣沸石水泥研究·····北京建材研究所 杨永起	
北京钢渣水泥厂 李瑞 常世峰	
中国科学院地质所 苏明迪 郭竞雄	(146)
钢渣中的二价氧化物相及其与钢渣水泥体积安定性的关系	
·····建材部水泥科学研究院工艺研究所 叶贡欣	(162)
钢渣自水泥的试验研究·····山东省建筑科学研究所	(168)
电炉钢渣及其制成的钢渣水泥·····齐齐哈尔车辆厂 四川水泥研究所	(179)
钢渣——白矿渣——高温型石膏白水泥及其人造大理石研制报告	
·····国家水泥研究院工艺研究所 四川绵阳市涪江水泥厂	(204)
用钢渣作原料配烧水泥熟料的研究·····南京化工学院硅工系 袁美栖 唐明述	(230)
转炉水淬钢渣作水泥混合材料的研究	
·····建材部合肥水泥研究院工艺研究所 万宝驯 徐彩琼	(245)
转炉钢渣中 RO 相的类别及其对水泥安定性的影响	
·····北京建筑材料科学研究所 杨永起 章锦霞 杨志清	
北京钢渣水泥厂 李 瑞	(249)
武钢 LD 转炉渣物相组成初步探讨·····武汉钢铁研究所 杨崇体	(257)
钢渣返回用作钢铁冶金熔剂·····廖重威	(272)
钢渣中游离氧化钙测定方法试验报告·····冶金部建筑研究总院理化室	(277)
转炉钢渣代替石灰烧制高铁水泥试验·····上海吴淞水泥厂 上海宝山水泥厂	
建材部合肥水泥研究院工艺所 上钢一厂	(284)
济钢转炉钢渣水淬总结·····济南钢铁厂 北京钢铁设计研究总院	(297)

钢 渣 矿 渣 水 泥 研 究

冶金部建筑研究总院冶金渣室 孙树杉等

前 言

钢铁渣是钢铁生产的副产品。随着钢铁工业的发展,钢铁渣的数量将日益增多。目前,全国已积存钢铁渣达两亿吨,占地两万余亩,每年还要排出数百万吨钢铁渣,这就造成与农业争地、淤塞河床及污染水质等不良后果。为了处理钢铁渣,国家不仅要花费大量资金修筑排渣场和铁路线,还要投入大量的人力、物力进行排渣堆存。因此,当前解决钢铁渣的综合利用,成为一项非常迫切的任务。

由于建材科学技术的发展,七十年代出现一门新的科学——建材资源学。建材资源学主要研究工业废渣作建筑材料的途径和生产技术。钢铁渣是工业废渣中量大、质优的一种材料,它是建材资源学中重要的研究方向。国内外把采用钢铁渣配制水泥列为重要课题,予以研究。

六十年代初,冶金部建筑研究总院和有关单位开展了钢渣矿渣水泥的研制工作。从一九七一年开始,又分别与冶金部第十七冶金建设公司,鞍山市建筑材料研究所、本溪钢铁公司建筑材料厂等单位共同进行了钢渣水泥的工业性试验和生产。目前,本溪、马鞍山、鞍山等地,先后建成了钢渣水泥厂。全国钢渣矿渣水泥的年产量约30万吨广泛地应用于工业与民用建筑、农田水利等工程中。经长期使用,效果良好。

在研究过程中,关于配比的选择,经历了三个阶段:第一阶段,六十年代搞纯钢渣水泥,虽然有一定强度,但早期强度低,出现安定性不良。为解决这些问题,从七十年代初开始进入研究工作的第二阶段,在钢渣中掺入高炉水渣,解决了安定性和强度低的问题,并开始投入生产。但早期强度低的问题仍未解决,第三阶段,从一九七四年开始,在钢渣中又掺入少量的熟料,解决了钢渣矿渣水泥存在的缺陷。这些结论分别在马鞍山,沈阳全国性学术交流会议上及一九七六年的鞍山钢渣矿渣水泥单项鉴定会上作了介绍。近两年在本钢建材厂采用串联磨生产工艺,提高了磨机产量,保证了水泥细度和良好的颗粒级配,使钢渣矿渣水泥生产技术又前进了一步,为钢渣矿渣水泥正式生产开辟了途径。

钢渣矿渣水泥是以80%以上的钢铁渣为主要原料,掺加少量的激发剂(水泥熟料和石膏),经磨细而成的一种新型胶凝材料。标号为225~425号,能配制成200~400号的混凝土。它具有后期强度高、耐磨、耐腐蚀、抗冻、大气稳定性能好,以及微膨胀和水化热低等特点。此外,钢渣矿渣水泥的生产工艺简单,投资少、成本低,易推广。

根据钢渣品种的不同,可分平炉钢渣矿渣水泥、转炉钢渣矿渣水泥和电炉钢渣水泥。平炉和转炉钢渣矿渣水泥的配制和性能基本相似,统称钢渣矿渣水泥。由于电炉钢渣常用来生产彩色钢渣水泥作饰面材料,本文不作介绍。

水泥中钢渣和高炉水渣的掺量大致相同,两者的矿物组成和性能却相差很大。一般无熟

料水泥的缺点是，混凝土或砂浆表面有时会有一层松散的物质（即所谓的“起砂”现象）和大气稳定性差等。钢渣矿渣水泥不但没有上述缺点，而且还具有良好的耐久性能。为区别于矿渣无熟料水泥，通常将以钢渣为主要原材料的水泥称为钢渣矿渣水泥。

本文简单地介绍了钢渣矿渣水泥原材料的性质，着重总结钢渣矿渣水泥的配制及物理力学性能，叙述了钢渣矿渣水泥砂浆、混凝土及其构件的配制及性能，对钢渣矿渣水泥的生产和应用也做了简要的介绍。

一、钢渣矿渣水泥的原材料

钢渣矿渣水泥的原材料是钢渣、高炉水渣、石膏和水泥熟料。

（一）钢 渣

炼钢过程是在高温下把炉料熔化成两个互不溶解的液相，将钢和其它杂质分离。这里所说的杂质即为钢渣。它浓聚了炉料被氧化后所形成的氧化物。

钢渣的化学成份、矿物组成与结构是随着炼钢的方法（平炉，转炉）、炉料、熔炼的钢种及炼钢过程（前期，后期）等因素的不同而变化。

平炉炼钢的冶炼过程较长，从炉料熔化起，钢渣就开始形成，一直到出钢为止。一般可分为初期渣、精炼渣、出钢渣、浇钢余渣。有的将后三种渣统称为后期渣。

转炉炼钢由于冶炼速度快，生产周期很短，一般前后期渣不易分开。尤其是不分炉次的混合倒入渣罐，更难以区分。

虽然钢渣的性质相差很大，但是它所含有的化学成份及矿物组成却基本相同。

1. 钢渣的化学成份

钢渣的主要化学成份有： CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 MnO 、 P_2O_5 、 fCaO 。有的钢渣还含有 V_2O_5 、 TiO_2 等。

钢渣的主要成份来源于以下几个方面：

- （1）金属炉料中各元素被氧化后生成的氧化物及硫化物；
- （2）侵蚀的炉衬及补炉材料；
- （3）金属炉料带入的杂质，如泥砂；
- （4）为调整钢渣性质所加入的造渣材料，如石灰石、铁矿石等。

我国主要钢厂钢渣的化学成份见表1。

对平炉钢渣来讲，初期渣和后期渣的化学成份差异很大。初期渣中氧化亚铁的含量很高，在25%以上，而后期渣中氧化亚铁的含量较少，在15%以下。另外，初期渣氧化钙的含量在30%以下，而后期渣中氧化钙的含量在45%以上。

一般以碱度（碱度 = $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5}$ ）作为衡量钢渣活性的指标。碱度大活性则大，最

适于做钢渣水泥原料。

虽然钢渣和高炉渣均为钢铁渣，但化学成份和矿物组成均有着显著差别。从制造水泥的角度而言，钢渣、水渣和水泥熟料相比较，它们之间的差异如下：

(1) 钢渣中氧化钙的含量在40%以上，它主要生成硅酸二钙、硅酸三钙及蔷薇辉石等矿物。高炉矿渣中氧化钙在45%以下，它主要生成黄长石等矿物。水泥熟料中氧化钙的含量在60%以下，它主要生成硅酸三钙、硅酸二钙、铝酸三钙和铁铝酸四钙等矿物。

(2) 钢渣中氧化铝的含量较低，一般在5%以下，它存在于固溶体矿物中。矿渣中氧化铝的含量在10%以上，它生成黄长石矿物。水泥熟料中氧化铝的含量为4~10%，它生成铝酸钙和铁铝酸钙。

钢 渣 的 化 学 成 份 (%)

表 1

种 类	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	FeO	P ₂ O ₅	S	f-CaO	碱度
马钢转炉渣	15.55	5.19	3.84	43.15	3.42	2.31	19.22	4.08	0.35	4.58	2.19
太钢转炉渣	13.22	7.26	2.81	52.35	6.29	1.06	13.29	1.30	0.17	5.53	3.60
本钢转炉渣	16.36	1.49	2.56	50.44	13.22	2.66	11.50	0.56	0.34	1.57	2.98
鞍钢转炉渣	8.84	8.79	3.29	45.37	7.98	2.31	21.38	0.72	0.26	6.95	4.74
柳钢转炉渣	10.15	11.34	2.16	48.10	4.67	0.91	13.36	1.00	0.14	1.95	4.31
武钢转炉渣	16.24	3.18	3.37	58.22	2.28	4.48	7.90	1.17	0.35	2.18	3.34
首钢转炉渣	12.26	6.12	3.04	52.66	9.12	4.59	10.42	0.62	0.23	6.24	4.08
马钢平炉渣	12.10	2.70	2.70	43.97	6.93	0.62	10.49	0.33		0.46	1.82
	~ 16.30	~ 7.42	~ 6.83	~ 52.72	~ 12.42	~ 2.51	~ 18.53	~ 4.67		~ 4.20	~ 3.00
鞍钢平炉渣	16.64	1.79	1.10	16.52	11.15	1.04	7.97	0.13			0.78
	~ 32.77	~ 7.02	~ 9.64	~ 37.79	~ 20.01	~ 3.96	~ 36.92	~ 1.00			~ 1.80

注：1.碱度= $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2+\text{P}_2\text{O}_5}$ 。2.冶金部建筑研究总院分析结果。

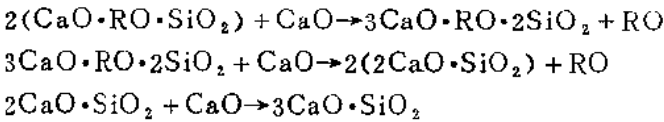
(3) 钢渣中氧化硅的含量较低，一般在20%以下。矿渣中氧化硅的含量往往大于30%。水泥熟料中氧化硅的含量为18~24%。氧化硅是硅酸盐矿物的主要成分。

(4) 钢渣中铁的氧化物是以FeO和Fe₂O₃的形式存在，总含量在25%以下。其中二价铁(FeO)为主。水渣中只含有5%以下的三氧化二铁(Fe₂O₃)。水泥熟料中Fe₂O₃很少，一般在5%以下。

(5) 钢渣中含有五氧化二磷，矿渣和熟料中一般没有五氧化二磷。五氧化二磷过多时，对硅酸三钙的形成起不良影响、降低了钢渣的活性。

2. 钢渣的矿物组成

钢渣的矿物组成，主要取决于化学成分，根据碱度 $\left(\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2+\text{P}_2\text{O}_5}\right)$ 不同，可分为橄榄石渣，镁蔷薇辉石渣，硅酸二钙渣和硅酸三钙渣。在冶炼过程中，碱度逐渐提高，则依次发生下列取代反应：



式中 RO代表二价金属(一般为Mg²⁺、Fe²⁺、Mn²⁺)氧化物的连续固溶体。

国内几个钢厂钢渣的主要矿物：

(1) 橄欖石

鞍钢平炉初期渣中橄榄石 ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$)，在薄片无色透明，有柱状、板状、菱形，平行消光，干涉色为一级红，二轴晶负光性 (图1)。反射光用10% HCl 水溶液浸蚀后，橄榄石显形 (图2)。经X-射线衍射分析，此渣是铁橄榄石 ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$)，图见3。

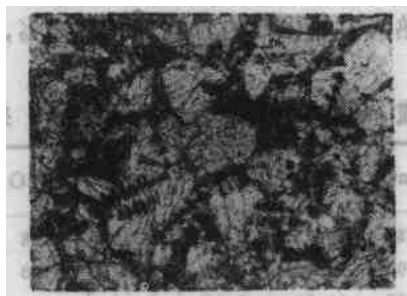


图 1 鞍钢平炉初期渣
(单偏光50X, 无色为橄榄石, 黑色为方铁矿)

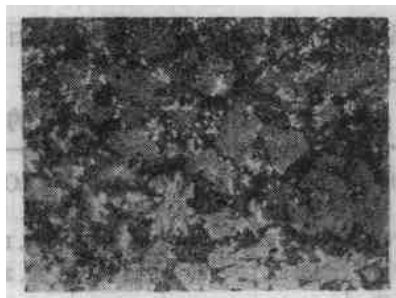


图 2 鞍钢平炉初期渣
(反射光160X, 10% HCl水溶液, 浸蚀后做荧光显形)

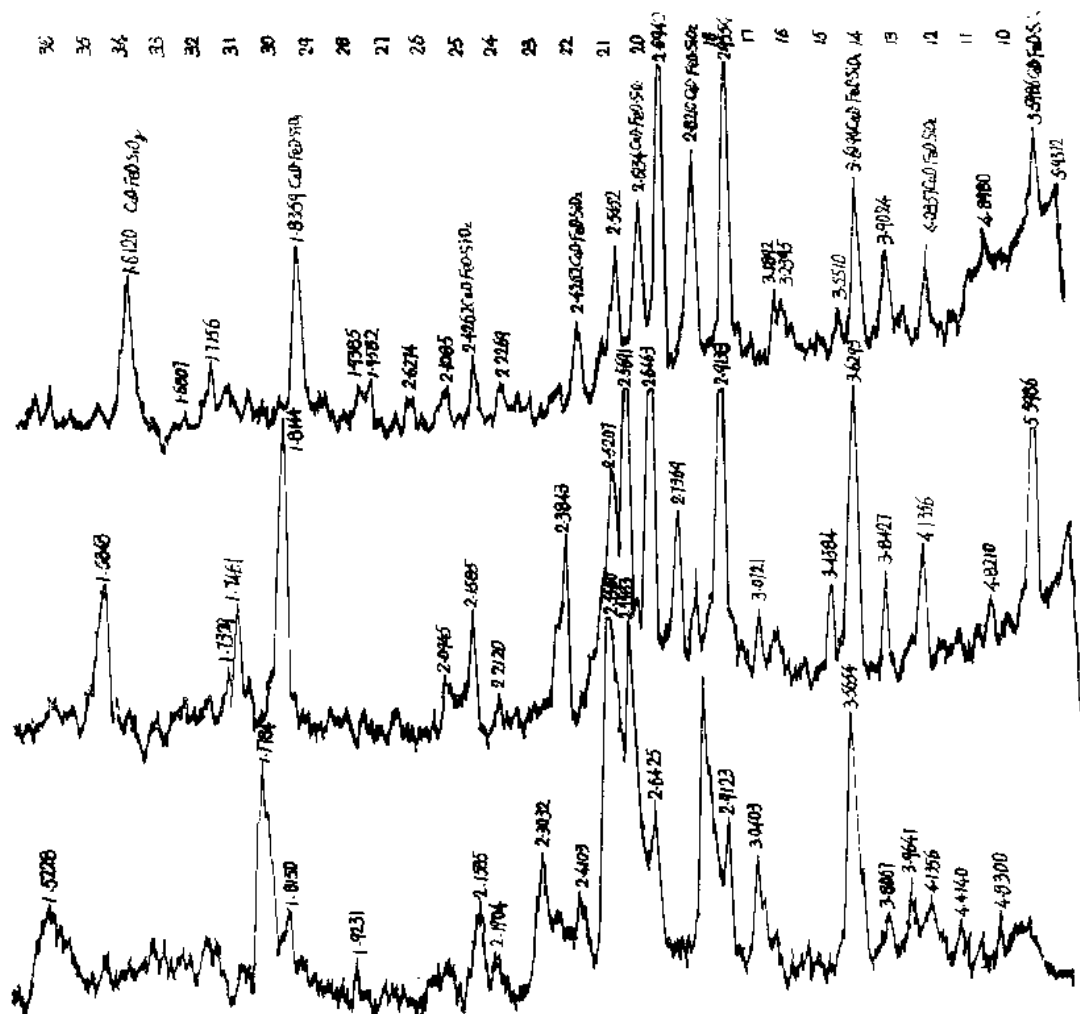


图 3 鞍钢平炉钢渣X-射线衍射图 (以橄榄石、RO相为主)

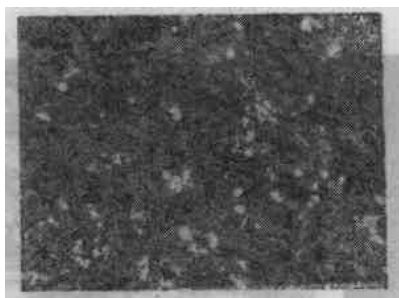


图 4 马钢平炉初期渣
(反射光160X, 1% HNO_3 酒精溶液浸蚀后, 小柱状为
钙铁橄榄石, 白色亮点为方铁矿)

马钢平炉初期渣中的 橄 榄 石 ($\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$), 在薄片无色, 呈小柱状或片状晶体, 干涉色一级灰或红色, 二轴晶, 正光性。反射光下, 用 1% HNO_3 酒精溶液浸蚀后, 有橄榄石柱状显形, 在渣中含量为 40~60% (图4)。经 X-射线衍射分析, 是以钙铁橄榄石为主 ($\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$), 另外还有一部分固溶了 MgO 的铁橄榄石 (图 5)。

武钢平炉初期渣中的 橄 榄 石 ($\text{CaO} \cdot$

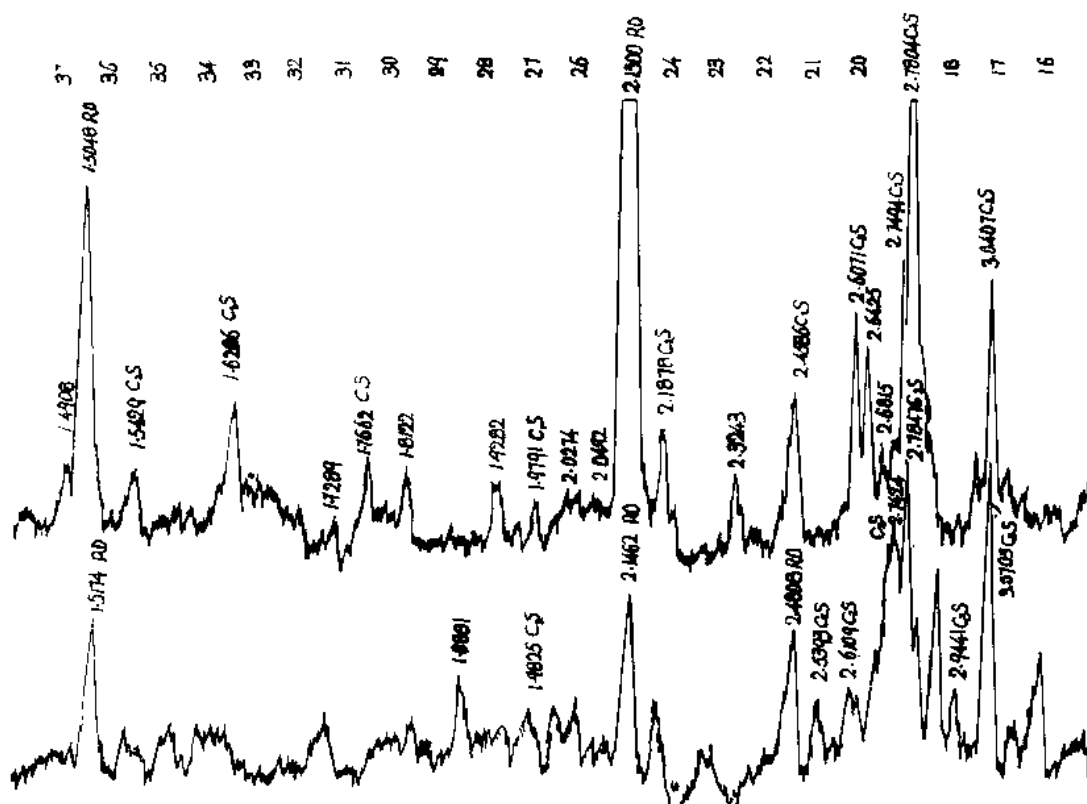


图 5 马钢渣X—射线衍射图

$\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$), 在薄片是无色大片状晶体, 固熔 MnO 的晶体带浅棕色, 干涉色二级红, 反射光下用 10% HCl 水溶液浸蚀后, 橄榄石显形, 含量达 50~60% (图6)。经 X—射线衍射分析, 鉴定为钙镁橄榄石 ($\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$) 固熔了 FeO 。

除橄榄石外, 在平炉初期渣中有 RO 相, 例如, 鞍钢平炉初期渣中的 RO 相, 在薄片是黑色不透明矿物。反射光下反射率较强, 一般呈圆粒状、树枝状或无定形 (图7)。

经电子探针分析, Fe 含量达 78.21%, Mn 为 3.23%。

马钢平炉初期渣中的 RO 相, 在薄片呈黑色圆粒状或树枝状。反射光下反射率较强

(图8)。



图 6 武钢平炉初期渣
(反射光50X, 10% HCl水溶液浸蚀后,
钙镁橄榄石显形)

图 7 鞍钢平炉初期渣
(单偏光160X, 白色亮点粒状、
树枝状为RO相)

图 8 马钢平炉初期渣
(单偏光160X, 黑色圆粒、树
枝状为RO相)

(2) 镁蔷薇辉石

当MgO含量较高时, 常发现发育良好的镁蔷薇辉石。例如, 鞍钢精炼渣和后期渣中的镁蔷薇辉石($3\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$), 在薄片无色或略带浅粉色, 晶体呈柱状, 倾向于菱形之轮廓, 斜消光, 消光角度很小, 聚片双晶两组交角 42° , 一组为主, 正交光下干涉色一级灰白, 最高达一级红, 二轴晶(图9)。经X—射线衍射分析, 鉴定为镁蔷薇辉石($3\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$)。

反射光下, 用5% NH_4Cl 水溶液浸蚀后, 镁蔷薇辉石呈浅棕色, 棒锤状显形(图10)。一般镁蔷薇辉石与硅酸二钙形成固溶体。

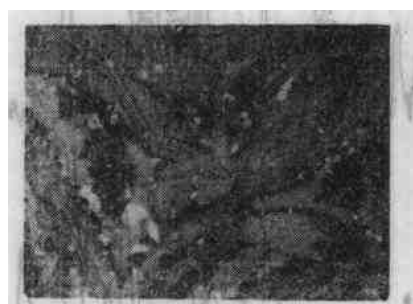


图 9 鞍钢平炉精炼渣、后期渣
(正交光160X, 镁蔷薇辉石聚片双晶显形)

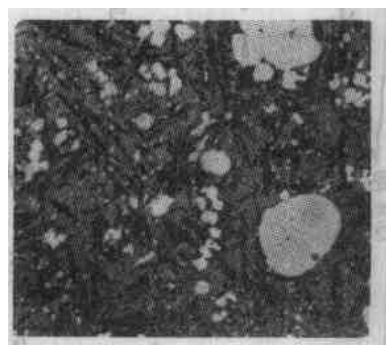


图10 鞍钢平炉精炼渣、后期渣
(反射光320X, 用5% NH_4Cl 溶液浸蚀后, 镁蔷薇辉石呈棒锤状显形)

(3) RO相

随着钢渣碱度的提高, 出现了蔷薇辉石、硅酸二钙、硅酸三钙和RO相。

应当指出, 钢渣中前后期渣中RO相的成份是不同的。在碱度低时形成的RO相, 在反光下为树枝状, 雪花树枝状, 雪花状者亦属常见, 在偏光下这种树枝状构造的RO相为黑色(图8), 主要是含少量 Fe_2O_3 而并以FeO为主的固溶体(或称为方铁石)。在碱度低的渣中, 所含MgO主要存在于钙镁橄榄石和镁蔷薇辉石中。碱度高时, RO相主要是 $\text{MgO} \cdot \text{FeO} \cdot \text{MnO}$ 的固溶体。结晶形状多为圆粒状, 也有树枝状者。例如, 鞍钢平炉精炼渣和后期渣RO相是 $\text{MgO} \cdot \text{FeO} \cdot \text{MnO}$ 组成的完全固溶体, 随着各成分含量的不同, 偏光镜下颜色不同。

FeO和MnO含量增高，颜色逐渐变深，经常呈黄、黄棕、红棕褐色。当FeO和MnO含量为25%左右时为黄棕色，FeO和MnO含量达50%以上时为红棕色或褐色。

经电子探针分析，RO相为黄棕色时，Mg的含量为50.39%，Fe为17.46%，Mn为2.42%，Ca为2.33%。RO相为红棕色时，Mg的含量为31.35%，Fe为33.73%，Mn为18.60%，Ca为1.7%。

马钢平炉精炼渣和后期渣中的RO相，在薄片呈黄棕、红棕色。大多数颗粒的中间部分颜色浅，边缘部分颜色深，有的表面解理清楚，反射光下呈白色反射，有些颗粒固溶的铁高，呈红褐色。电子探针分析，红棕色的RO相中Mg的含量为40.74%，Fe为13.68%，Ca为15.05%，Mn为2.46%（图11）。

武钢精炼渣和后期渣中的RO相，在薄片呈黄色、黄棕色，表面解理清楚，反射光下突起高，方镁石受侵蚀很厉害（图12）。

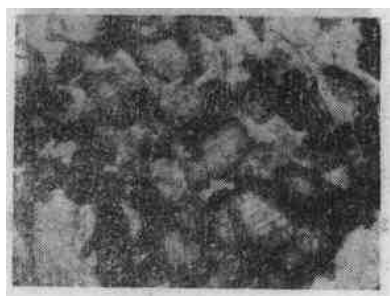


图11 马钢平炉精炼渣、后期渣
(单偏光160X, RO相显形)

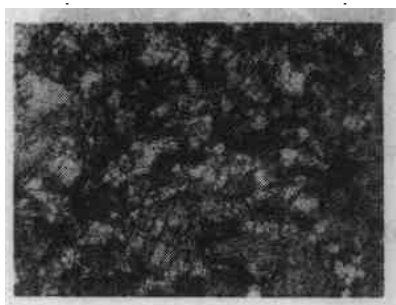


图12 武钢平炉精炼渣、后期渣
(单偏光50X, RO相显形)

武钢平炉初期渣中的RO相，在薄片呈黑色，无定形或树枝状，反射光下反射率强。电子探针分析，Fe含量为64.15%，Mn为3.19%，Ca为1.72%。

首钢转炉钢渣中的RO相，在薄片为黄色、黄棕色或红棕色。呈圆粒、滴状，正交光下全消光，表面有解理。

上钢转炉钢渣中的RO相，在薄片为黄棕色，呈粒状、树枝状及不规则形状，反射光下反射率强。

本钢转炉钢渣中的RO相，在偏光下为无色至桔黄色粒状晶体，颜色淡，很多颗粒中间为无色。晶体分布均匀，晶体较小。反光镜下，乳白色，突起高，晶体细小分布均匀（图13）。

柳钢转炉钢渣中的RO相，在单偏光下为桔黄色和红棕色。四方形粒状或多角形等，均

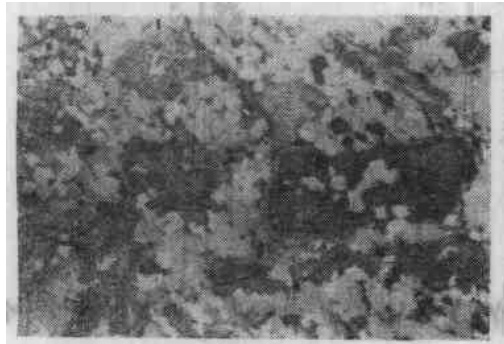


图13 本钢转炉钢渣
(反射光200X, CaS , RO相显形)

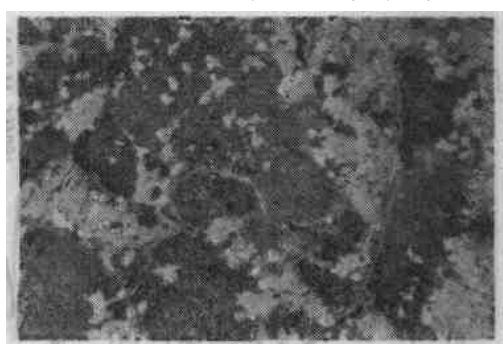


图14 柳钢转炉钢渣
(反射光200X, CaS , RO相显形)

质性，反光镜下为乳白色，突起高，分布较均匀（图14）。

（4）硅酸二钙

平炉钢渣的后期渣和转炉钢渣中均有硅酸二钙。

例如：鞍钢精炼渣和后期渣中的硅酸二钙（ $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ），在薄片中为无色或浅黄色，粒状、小柱状，突起很高，正交光下干涉色为明亮黄色，反射光下用1% NH_4Cl 水溶液浸蚀后， C_2S 呈棕色显形，有的 C_2S 有明显解理。在粉化渣中主要是 γ -硅酸二钙（ $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ ）在X射线分析中， $\beta\text{-C}_2\text{S}$ 和 $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ 可明显区分开来（图15、16、17）



图15 鞍钢平炉后期渣

（反射光320X，1% NH_4Cl 溶液浸蚀后， C_2S 显形）

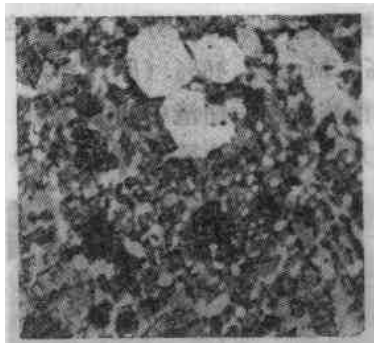


图16 鞍钢平炉粉化渣

（反射光320X，1% NH_4Cl 溶液浸蚀后， C_2S 显形）

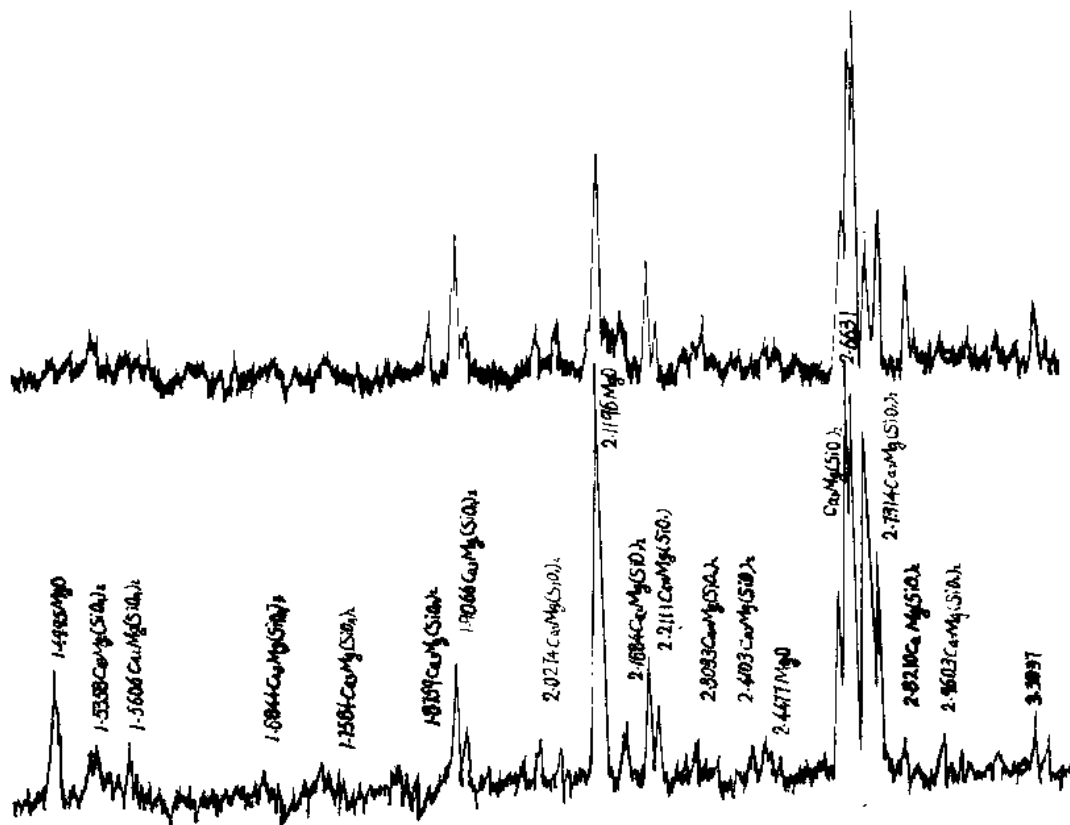
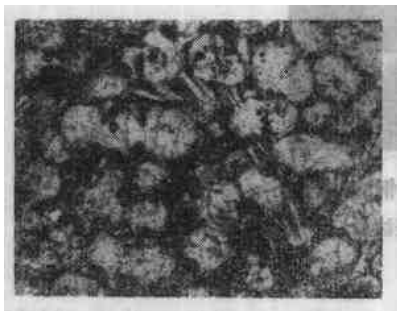


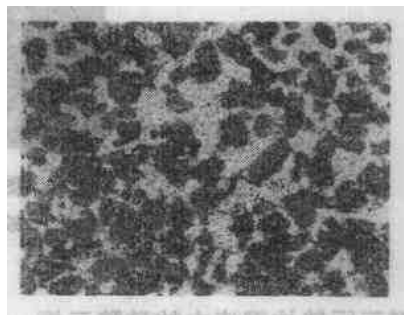
图17 鞍钢平炉粉化渣X-射线衍射图（ $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ 和RO相为主）



NH_4Cl 水溶液浸蚀后，有明显棕色显形（图19、20）。



(单偏光160X, 圆粒状为C₂S)



(反射光50X, 1% NH_4Cl 水溶液浸蚀后, 深色带刺状颗粒为 C_2S , 白色亮点为RO相)

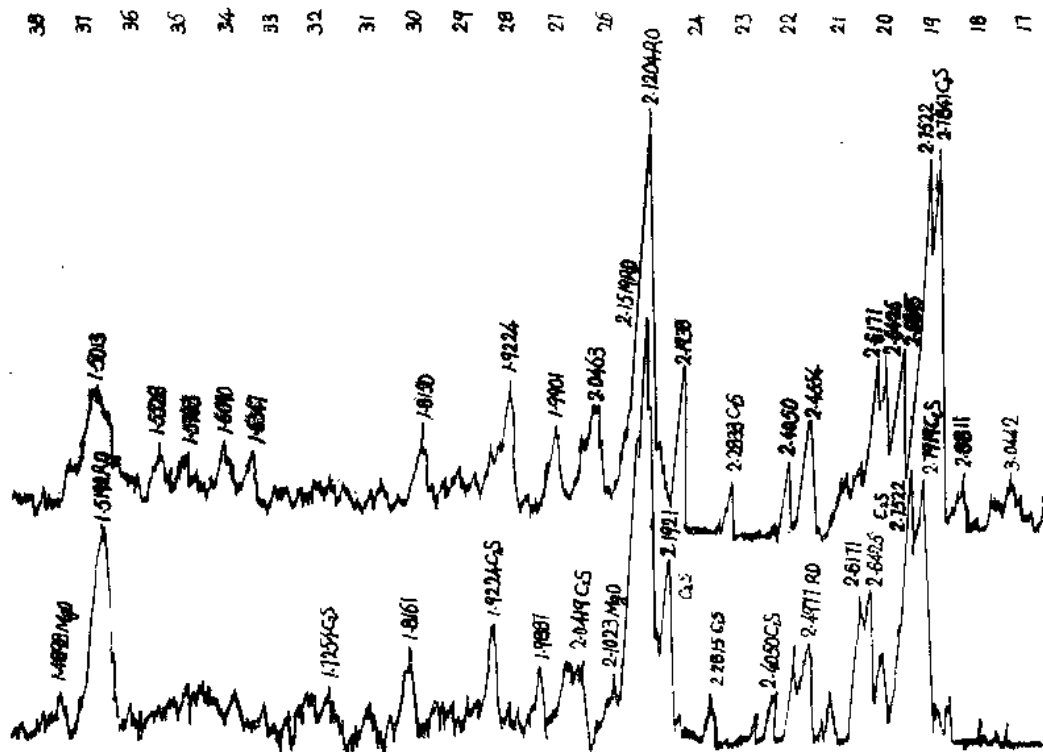


图20 武钢平炉精炼渣X—射线衍射图 (C_2S , R)相为主)

首钢转炉钢渣中的硅酸二钙，在薄片呈无色粒状或长锥状，干涉色黄色，反射光下

用1% NH_4Cl 水溶液浸蚀后, C_2S 呈棕色显形 (图21)。



图21 首钢转炉钢渣
(反射光160X, 1% NH_4Cl 水溶液浸蚀后, $\text{r}-\text{C}_2\text{S}$ 显形)

上钢三厂转炉钢渣中的硅酸二钙, 在薄片为不规则粒状, 反射光下用1% NH_4Cl 水溶液浸蚀后呈黄棕色显形。

柳钢转炉钢渣中的硅酸二钙生长在硅酸三钙大晶粒周围形成环状, 水浸后比 C_3S 颜色淡, 偏光下干涉色比 C_3S 高 (图22)。

本钢转炉钢渣中的硅酸二钙, 在薄片为粒状、纺锤状等。在铁酸盐多的地方, C_2S 为细长纺锤状。光片中水浸后显形 (图23)。



图22 柳钢转炉钢渣
(反射光200X, C_3S , C_2S 显形)

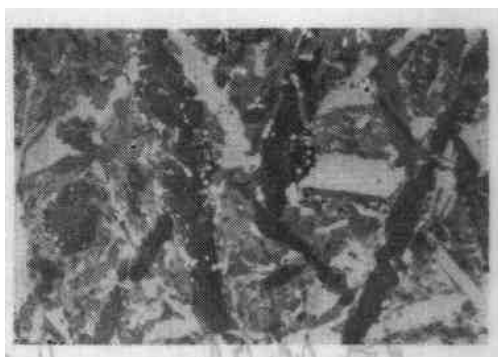


图23 本钢转炉钢渣
(反射光200X, C_2S 显形)

(5) 硅酸三钙

平炉精炼渣和后期渣中, 均有硅酸三钙。如鞍钢钢渣中的硅酸三钙, 在薄片呈无色长柱状或板状, 平行消光, 干涉色一级灰白、正延性, 一轴晶。反射光下用1% NH_4Cl 水溶液浸蚀后, C_2S 为兰色长柱状显形。小柱状的 C_2S 往往是垂直长柱状 C_3S 方向生长 (图24、25)。

马钢平炉钢渣中的硅酸三钙, 在薄片为无色长柱状、片状晶体, 干涉色灰白, 正延性, 一轴晶, 负光性, 反射光下用1% NH_4Cl 水溶液浸蚀后, 出现兰色显形 (图26)。



图24 鞍钢平炉精炼渣、后期渣
(反射光160X, 1% NH_4Cl 水溶液浸蚀后,
小柱状的 C_2S 垂直长柱状的 C_3S 生长)



图25 鞍钢平炉后期渣
(反射光320X用1% NH_4Cl 浸蚀后, C_2S 、
 C_2S 显形, 灰白色柱状为铁酸钙)

首钢转炉钢渣中的硅酸三钙, 在薄片中的无色透明, 大片状、柱状、长条状、干涉色一级灰, 正延性, 在长条状的硅酸三钙中 C_2S 垂直 C_3S 生长。反射光下, 用1% HN_4Cl 水溶液浸蚀后, C_2S 呈兰色显形。



图26 马钢平炉精炼渣
(单偏光50X, 长柱状为 C_3S)

上钢三厂转炉钢渣中的硅酸三钙, 在薄片中的长条状、板状、有的呈粒状, 反射光下用1% NH_4Cl 水溶液浸蚀后, 呈兰色长条状、板状显形(图27、28、29)。



图27 上钢三厂转炉钢渣
(单偏光160X, 长条状为 C_2S , 粒状为 f-CaO)



图28 上钢三厂转炉钢渣
(反射光100X, 1% NH_4Cl 水溶液浸蚀后,
 C_2S 为长条状)

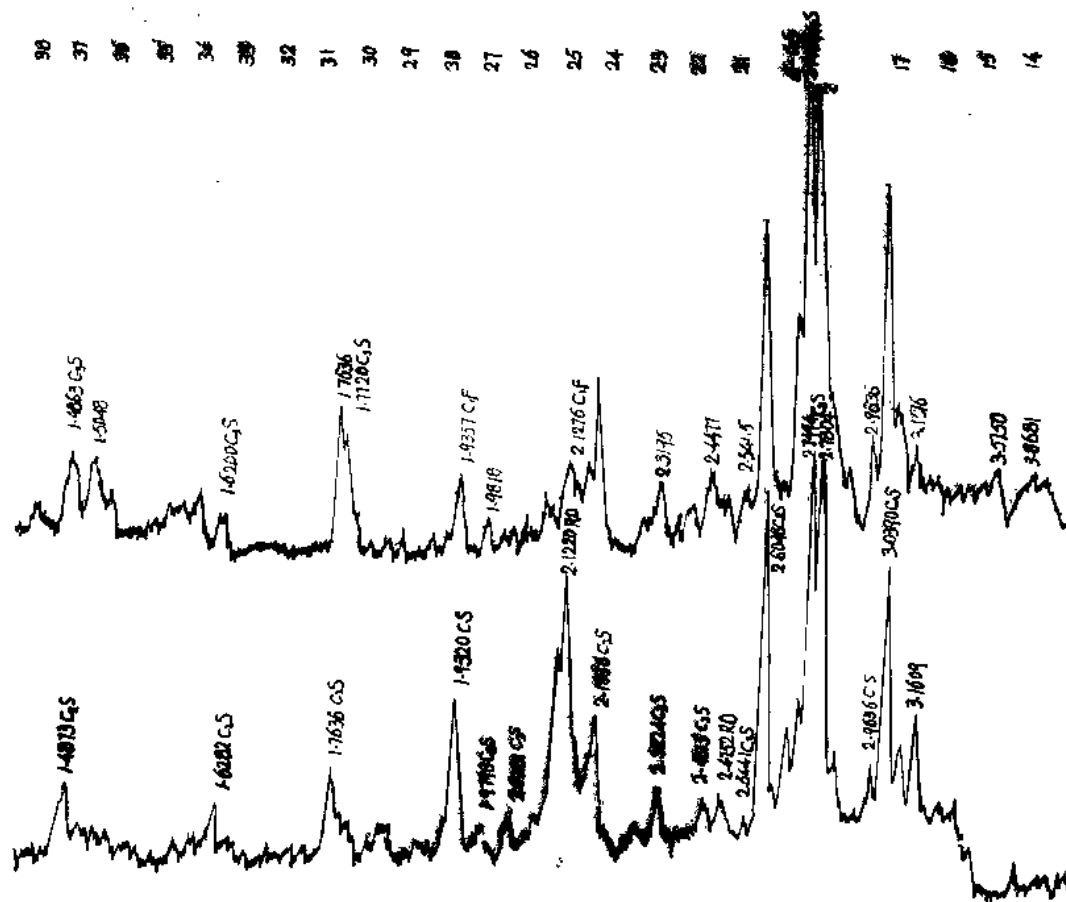


图29 上钢三厂钢渣X—射线衍射图 (Ca_3S_2 、 $\beta\text{-C}_2\text{S}$ 、 RO 相为主)

本钢转炉钢渣中的硅酸三钙，在薄片中的无色板状或为不完整片状。晶形不完整，反射光下水浸6分钟显形为棕色，晶体边部破碎，为熔蚀现象（图30）。

首钢转炉钢渣中的硅酸三钙，在光片经水浸蚀后，显形为长柱状，板状，表面有交叉条纹。偏光下为无色板状晶体，干涉色为暗灰色（图31）。

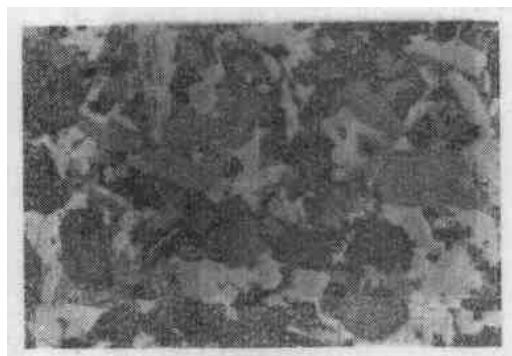


图30 本钢转炉钢渣
(反射光200X, C_3S 显形)



图31 首钢转炉钢渣
(反射光200X, C_3S 显形)