

10683

出国技术考察报告

日本烧结技术考察

冶考81—54

(内部资料, 注意保存)

冶金工业部情报研究总所

四川省冶金情报标准研究所

前 言

经国家科委批准，冶金部组织有关人员组成了赴日烧结考察组，于1980年5月7日至5月28日，对日本五大钢铁公司的鹿岛，千叶、扇岛、水岛、福山、加古川、名古屋等制铁所的烧结工场、加古川的球团工场、日立的樱岛工场、矢作工场的环型烧结机以及万德留仕公司等单位进行了考察学习。

此次考察是为了学习日本烧结生产的先进技术和管理经验，为我们现有烧结厂的技术改造与加强管理所用。

日本的烧结技术在世界上比较先进，其原料中和、烧结工艺流程、设备，环境保护、质量管理、节约能源、自动化技术等方面，确有许多值得学习与借鉴的东西。神钢加古川工场的链篦机迴转窑生产的加白云石自熔性球团及有关的球团研究工作，给我们留下了良好的印象。矢作工场的环式烧结机，用来代替40米²以下的带式烧结机，有很多优越性，应大力学习推广。日本的科学管理经验，亦应重视。

由于日本与我国的原料条件，装备水平及社会制度不同，在学习引进时应因地制宜。

限于时间短，只能走马观花，由于水平低，对一些问题学得不深不透，汇报资料仅供参考，错误之处请指正。

冶金部赴日烧结技术考察组

周同藻 孙梦新 祁精中 张志勋 张正义

目 录

一、日本烧结技术的特点	(1)
(一) 选购优质原料, 精心加工中和	(1)
(二) 流程比较完善, 工艺比较先进	(1)
(三) 采用强化措施, 提高烧结矿产质量	(3)
(四) 使用高碱度、高质量的烧结矿	(10)
(五) 不断降低消耗, 积极回收热能	(15)
(六) 高自动化, 高劳动生产率	(16)
(七) 其它	(18)
二、日本钢铁企业的原料处理	(21)
三、日本烧结机点火装置的改进	(28)
四、日本烧结厂余热回收	(34)
五、日本烧结厂的公害防治	(39)
六、日本矢作式环型烧结机	(45)
七、日本的球团矿生产	(50)
八、日本钢铁厂的管理	(60)
(一) 加古川制铁所管理轮廓	(60)
(二) 加古川制铁所的五大管理	(61)
(三) 加古川制铁所全员自主管理活动	(75)
(四) 加古川制铁所职工培训	(77)

出国技术考察报告

冶考81—54

日本烧结技术考察

(内部资料·注意保存)

一九八一年九月出版

编辑、出版

印 刷

发 行

冶金工业部情报研究总所

四川省冶金情报标准研究所

国营锦江电机厂印刷车间

四川省冶金情报标准研究所

(成都市陕西街100号)

字数: 94.8千字 印数: 1500册 每册定价0.75元

一、日本烧结技术的特点

第二次世界大战结束时，日本到处是瓦砾废墟，生产停滞、缺衣少食，一派凄凉。

五十年代，他们忍辱负重，没有节假日地挣扎苦干，并引进资本、设备、技术和原料，特别是利用朝鲜战争和越南战争，恢复发展了生产，重建了家园，为六十及七十年代的高速度发展奠定了基础。

伴随着钢铁生产的迅速发展，日本的烧结生产技术水平，目前，也是世界上发展较快，较先进的国家之一。

通过对日本有代表性的一部分烧结厂的考察，开阔了视野，解放了思想，从感性上认识到什么是现代化的烧结厂。什么是科学管理，以及原有烧结厂应如何改造。

由于考察的时间短暂，走马观花，对许多问题的了解和认识，还缺少深度和广度。仅就烧结技术上给我们印象较深的特点，总结如下：

(一) 选购优质原料，精心加工中和

日本是个资源贫乏的国家，除石灰石自给外，98%的铁矿靠进口。国产铁矿石年产共100多万吨，仅占消耗量的1%左右。

通过多年来的生产实践，他们认识到原料质量和加工中和的重要性。即只有精料，才能获得优质、高产、低耗和自动化，才有竞争能力和最大利润。

为了精料，他们主要抓了以下几点：

1. 有选择地购买高质量的块矿、粉矿和部分球团。为防止公害对进口燃料的含硫量也有严格要求。

2. 各厂均不烧结单一品种的原料，根据事先配矿试验，采购20~40种原料搭配使用。以求得最佳的烧结矿产质量和有关指标。为此，他们不仅从澳大利亚和印度进口矿石，还不惜舍近求远，从非洲和南美洲进口矿石。

3. 二次大战后，日本的所有钢铁厂都是填海造地建起来的，尽管厂地昂贵，但都辟出8~18%的面积作为矿石中和场。料场贮矿能力为45~60天，应付意外的影响，保持正常生产。用电子计算机来控制卸船，取样分析、破碎筛分、中和混匀等一系列繁杂作业。把20~40种原料中和成一种原料，粒度0~10毫米，化学成分也十分稳定。

精心的原料加工中和工作，给烧结和高炉冶炼，创造了精料条件。

(二) 流程比较完善，工艺比较先进

石灰石多在矿山破碎至3~0毫米后，运到烧结厂。多数烧结厂用焦炭作燃料，焦炭破碎至8~0毫米，再用棒磨机破碎至3~0毫米，其平均粒度为1.7毫米左右。有时焦炭湿度较小，正试用闭路破碎。

从原料场到烧结厂，几乎所有的皮带运输机都没有通廊和转运站，皮带机全部罩起

来，散料落在±0，0地坪。

从原料场送来的是单一品种，成份稳定的含铁原料，配料简化且准确。配料室多没有厂房，钢结构的圆柱形矿槽上面设有防雨棚。由电子计算机控制经二段宽幅慢速皮带电子称自动配料。如果原料品种多，成份波动大，或原料过湿过粘，或料中有杂物，就实现不了自动配料。

多数一次、二次混合机设在±0，0地坪，且露天。有的一、二次混合机合二为一，有的设三次混合。总的趋势是加长混合机的长度，延长造球时间，以强化造球。一次混合机加水，二次混合机不加水或加少量的调节水份。

无一例外，各烧结厂均有铺底料以保证烧透、保护篦条。铺底料粒度10~20毫米左右；底料厚度30~40毫米。烧结机布料系统，多数采用梭式布料器、传感器测料位（即称料重）的混合料矿槽、泥辊及反射板。矿槽下的活泥门由多块组成，用油压分别调节。反射板有自动清扫装置。用工业电视监视。发现下料不均调节活泥门，发现布料不平，清扫反射板。反射板自动清扫装置一般约8分钟动作一次。例外地是水岛厂用小皮带机代替反射板；名古屋厂等用两段泥辊布料。即第二段泥辊代替反射板，但效果雷同。

用电子计算机通过高度不同的三组，每组四根电极来测定和调整布料厚度。

为提高料层的透气性，有的在反射板下装有松料耙（用φ40毫米左右的钢管，间距约200毫米左右，插入料层中间，通以空气）。有的在反射板后有排角钢，插入料面40毫米左右，划出透气沟，再用钢板刮平。多数厂料面只刮平，不采用压料设备压实，以保护透气性。

点火炉与保温炉，占烧结机有效长度的15%左右为宜。点火炉均采用多排，为数众多的小烧咀，以保证燃烧完全，点火均匀，节约燃料。为保证氧化气氛，烧咀通以二次空气。保温炉可提高质量与成品率，有的厂认为保温炉作用不大。

为保证烧结过程的正常进行，烧结机均不设大密闭罩。

从料层表面及机尾断面看，确实做到了铺平烧透。机尾卸矿端装有工业电视（灰尘大、视线不好，装有特制聚光灯），坐在控制室可不断观察烧结情况，电子计算机主要靠烧结机末端的几个风箱的废气温度参数来判断与调整烧结机速度。由于各种影响垂直烧结速度的因素比较稳定，所以烧结机的速度亦相对稳定，轻易不变。由于用机尾废气温度调节机速有滞后现象，有的厂目前正进行机头1~2号风箱处的模拟试验。与机尾部分结合起来控制机速。

烧结机尾部都有星轮和摆架，多数是油压平行移动。这对于吸收烧结机的热膨胀，减轻跑偏，减少台车撞击磨损以及减少漏风等很有益处。

卸矿后经水冷单辊及篦板破碎。有的用热振筛分出热返矿后装入冷却机。为保证作业率，热振筛一台生产，一台备用，整体更换。有的不经热筛直接装入冷却机，也有用固定筛。目前看，热振筛事故多，影响作业率，特别是与大烧结机配套的大热振筛问题更多。所以新建厂基本不考虑热振筛。老厂也纷纷拆除热振筛。趋势是不用热振筛。他们的经验是，只要冷却风机的风量提高15~20%或风压提高15毫米水柱左右，可冷却下来。就日本条件来说，取消热振筛，烧结机作业率可提高3%以上。取消热振筛，由于没有热返矿，混合料温度降低而减产，但可由作业率提高或采取其它强化措施来弥补。

无一例外的全是冷矿。冷却设备多数采用环式或带式冷却机。也有少数其它型式的

如格式冷却机等。冷却方式有抽风的，也有鼓风的。从冷却效果、占地面积和风机寿命等考虑，无论那种冷却机设备均是发展鼓风冷却的趋势。

成品烧结矿经一次冷破碎（有的设了二次冷破碎已停用）和三~四次冷筛分进行整粒。—5毫米部分为返矿，5~10毫米部分为成品，10~22毫米部分为铺底料（铺底多余部分亦为成品），22~50毫米部分为成品。

一般出厂烧结矿中—5毫米部分为5%左右。有的厂经高炉再次筛分，入炉烧结矿中—5毫米部分只有2%左右。

目前，入炉矿石和烧结矿的粒度上限，有降至30毫米左右的趋向。进厂原燃料及出厂成品烧结矿设有自动取样装置，自动破碎、分级、缩分后做各种化学检验，结果报电子计算机以调整生产或备查。

在日本，一般一台烧结机向一座高炉供料。烧结厂与炼铁厂之间，设有10万吨左右的露天烧结矿堆场。用以解决烧结机大修、高炉大修或其它意外事故造成的供需不平衡。

烧结矿基本不存在粉化。如川崎在菲律宾建有烧结厂，所产烧结矿用船长途运输，抓斗卸船，并造堆贮存。但为保证入炉烧结矿质量，用贮矿场的烧结矿时，一定要筛分。

（三）采取强化措施，提高烧结矿产质量

日本各烧结厂，在强化烧结，提高烧结矿产质量方面，采取了许多有成效的措施，主要的有：

1. 延长混合机，强化造球

十多年来，加长混合机长度问题，引起了普遍重视。日本烧结厂，有的设一、二次混合机，有的将一、二次混合机合并为一，有的设三次混合机。但总的趋势是混合机越来越长。由于混合机布置在±0.0地坪，加长混合机的平面布置及基础问题均易解决。代表性的各烧结厂的混合机长度如表一所示：

据介绍，烧结粉矿时，一次混合时间不少于2分钟，二次混合时间不少于3分钟为宜。名古屋3号烧结机测定，一次混合时间为1分18秒，二次混合时间为1分23秒，三次混合时间为5分13秒，合计7分54秒。

混合料的平均粒度为2.5~3.2毫米，而小于0.125毫米部分仅占9~15%左右，是有益于透气性和烧透烧好。

2. 添加生石灰，提高产质量

烧结料中，添加生石灰是我国在烧结细精矿的特定条件下为强化烧结过程而首先开始的。

日本各烧结厂均烧结粒度为8~0毫米的富矿粉，混合料的粒度组成和透气性已经够好，一些厂家还向烧结料中添加2%左右的生石灰，以强化烧结过程。

扇岛烧结厂总结出添加生石灰对产质量的影响如图1至图4所示。

表 一

厂 名	机 别	烧结机 有效面积	混 合 机 直 径 和 长 度		
			一 次	二 次	三 次
	NO	米 ²	$\phi \times L(\text{米})$	$\phi \times L(\text{米})$	$\phi \times L(\text{米})$
千 叶	2	80	2.5×8.0	3.0×8.0	
	3	203	3.24×11.15	3.8×14.0	
	4	210	4.0×21.0		
福 山	1	150	3×11	3.8×13	
	2	162	3×11	3.8×14	
	3	302	4.2×13.5	4.4×17.5	
	4	400	4.4×15	5.0×18	
	5	550	4.8×16	5.4×21	
水 岛	1	183	3.9×9.0	3.8×13.0	
	2	250	4.2×12.5	4.5×15.0	
	3	300	4.6×12.5	5.2×17.0	
	4	410	5.6×24.0		
鹿 岛	1	223	3.3×10	3.3×10	
	2	500	5.0×10	5.0×10	
	3	600	4.6×15.0	5.2×17.0	
名 古 屋	1	182	3.2×12	3.3×12	4.2×17.5
	2	196	3.3×12	3.3×12	4.4×18
	3	280	3.6×12	5.0×15	4.9×20
扇 岛	1	450	4.2×14.0	5.0×18.5	

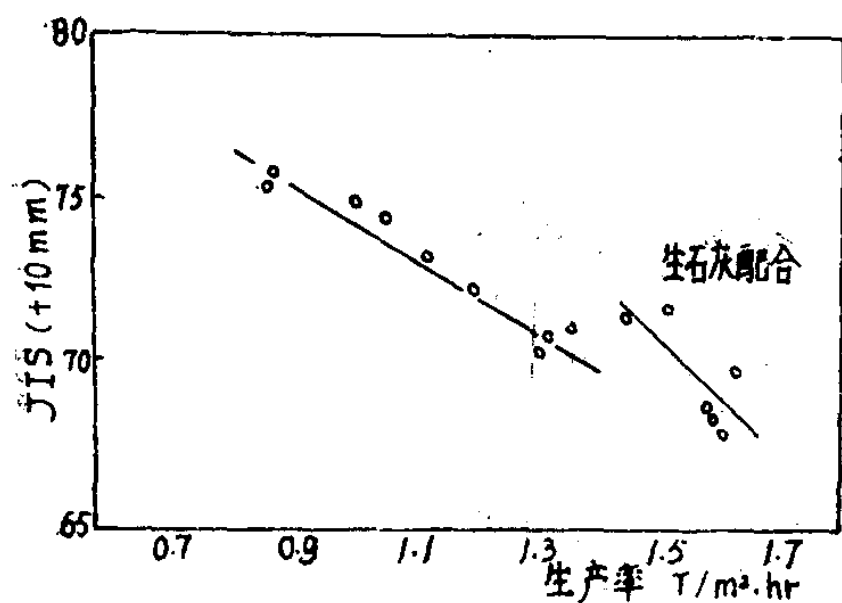


图1 生石灰对生产率与强度的影响

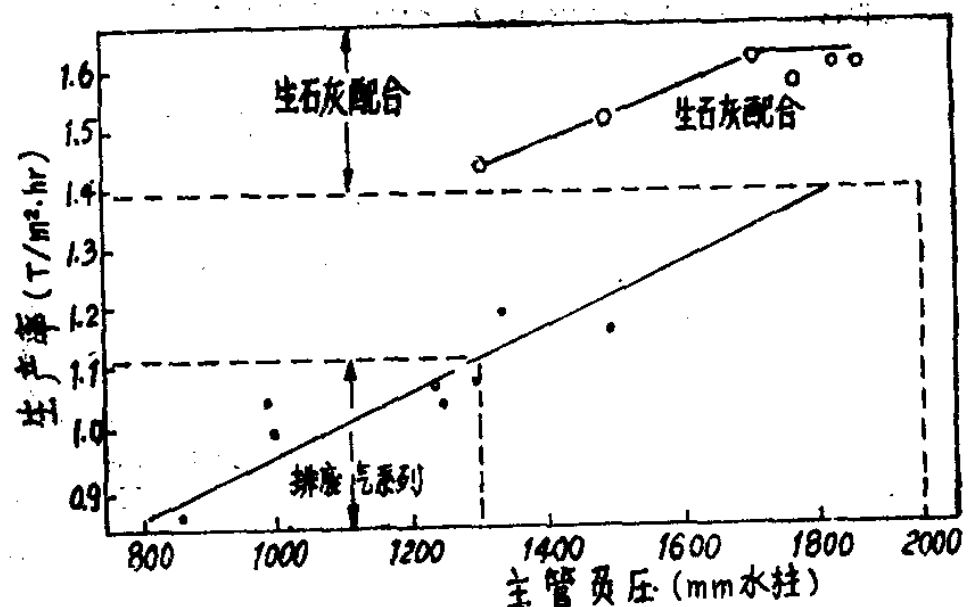


图2 生石灰对主烟道负压的影响

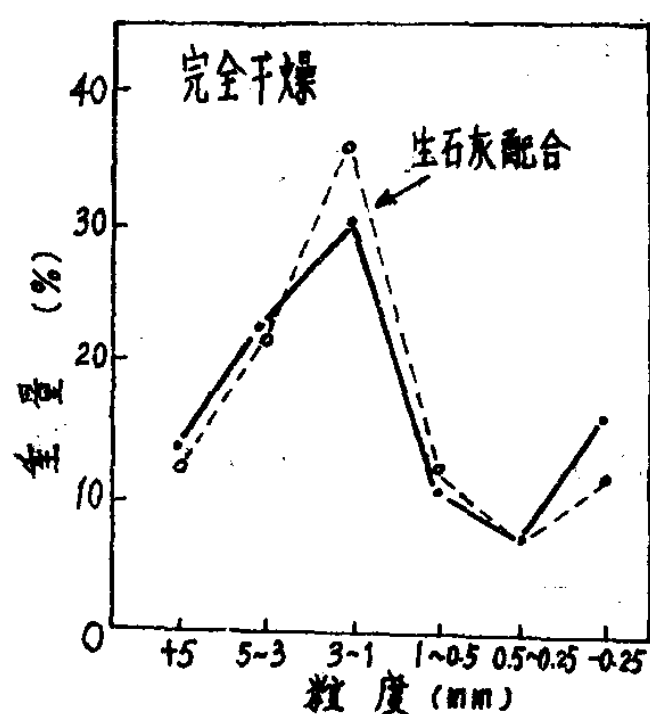


图3 生石灰对混合原料粒度分布的影响

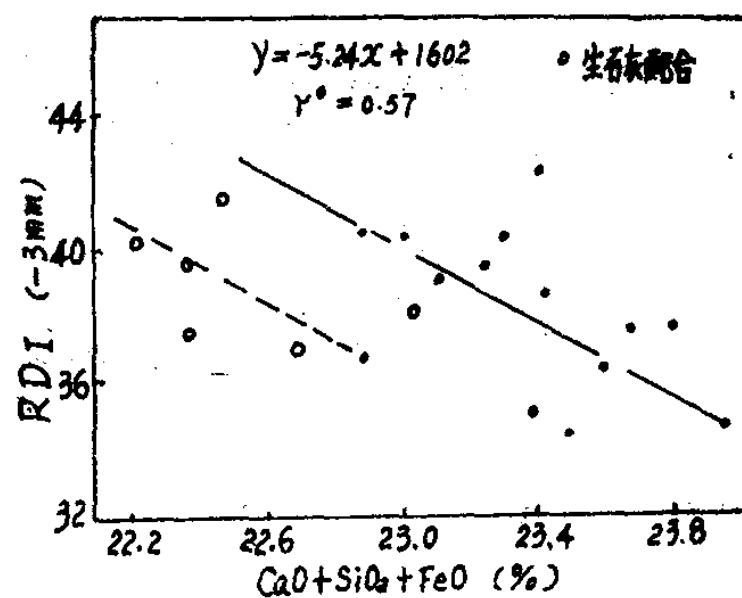


图4 生石灰对还原粉化的影响

添加生石灰与生产率的关系式为:

$$y = 1414 + 0.160X$$

式中y—生产率, X—生石灰配合率%

每加1%生石灰约增产2%或更多。

添加生石灰与燃料消耗的关系式:

$$y = 5.17 - 0.004X_1 - 0.073X_2$$

式中y=燃料消耗

X_1 = 料层厚度

X_2 = 生石灰配合率%

加2%的生石灰燃料消耗 ($\frac{\text{燃料}}{\text{新原料} + \text{返矿}}$)

降低0.38%, 相当于每生产一吨烧结矿少用5公斤燃料。

添加2%生石灰, 在同样的条件下, 料层厚度由420毫米提高到520毫米, 即提高100毫米左右。

添加生石灰, 在同样的条件下, 能提高烧结矿的热强度, 即还原粉化指数(RDI)明显下降。

使用生石灰的流程，如图 5 所示。

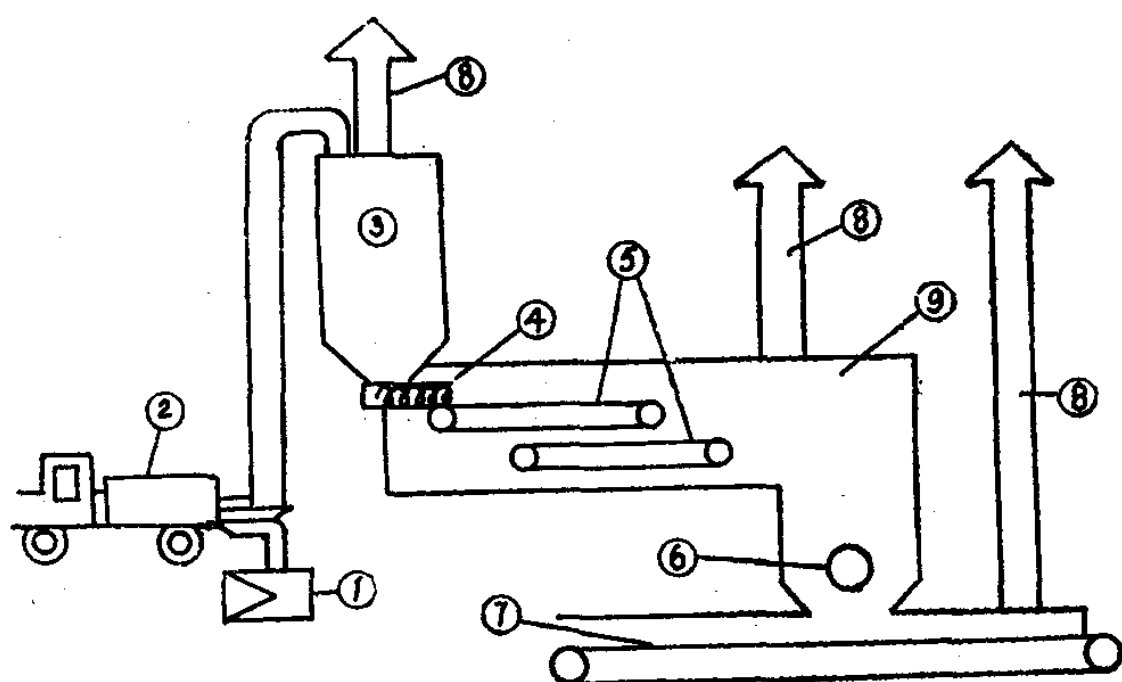


图 5 使用生石灰流程示意图

1. 空压机、 2. 罐式汽车、 3. 配料槽、 4. 双螺旋给料机、 5. 皮带电子称、 6. 下料缓冲装置、
7. 配料皮带机、 8. 接除尘器管道、 9. 密封罩。

3. 高负压、厚料层

高负压，厚料层是日本烧结生产的重要特点之一，是提高产质量，降低能耗的有效措施。

鹿岛和水岛烧结厂的抽风机负压与料层厚度如表二所列：

表二

厂 名	机 名	有效面积	抽 风 机 性 能		
	NO	米 ²	风 量	负 压	料 层 厚 度
			米 ³ /分	毫米水柱	毫米
鹿 岛	2	500	23,000 × 2	-1,800	505.5
	3	600	27,000 × 2	-1,800	527.3
水 岛	1	183	15,000	-1,400	422.25
	2	250	21,000	-1,400	548.8
	3	300	27,000	-1,400	474.8
	4	410	21,000 × 2	-1,800	508.5

• 鹿岛厂资料系1979年平均料层厚度，最高月平均料层厚度为542毫米。

水岛厂资料系1980年1—4月平均料层厚度，最高月平均料层厚度为550毫米。

日本烧结厂主要烧粉矿，采取了强化造球和添加生石灰，料层透气性较好，又采取低水、低碳操作，过湿层和熔融层对料层的透气性破坏较小。特别是提高风机负压（室

兰、君津、大分、若松等厂的烧结主风机负压达到-2000毫米水柱)，烧结料层平均提到500毫米左右，最高达到550毫米以上，水岛厂今后准备提高到600~700毫米，高负压、厚料层操作，得来的是烧结矿的产量和质量明显地提高和改善，同时，燃料消耗大幅度降低。

4. 强化设备，提高作业率

对烧结生产来说，设备是基础，有作业率就有产质量，日本各烧结厂为提高每1%的作业率都做出了很大的努力。

有关烧结厂的作业率情况(%)如表三。

表 三

厂 名	机 号	1979年 平 均	一 九 八 〇 年				
			1	2	3	4	1-4月平均
福 山	3	99.14	99.9	99.5	99.8	99.7	99.73
	4	99.42	99.5	99.7	97.7	99.6	99.13
	5	98.30	99.6	95.9	98.8	98.5	98.13
鹿 岛	2	95.86					
	3	95.56					
千 叶	3		99.86	98.70	78.83		
	4		98.19	99.95	96.08		

他们提高作业率的作法是：

①原料的准备比较好，不存在划破运输胶带和堵矿槽、漏斗等事故。

②润滑等维护制度落实，灰尘很少，设备运转条件好。

③消除事故多的热振筛、热返矿（取消热筛或采用可水平转动，便于更换的热振筛），作业率可提高3%左右。

④单辊破碎机采用水冷。目前已经发展到水冷篦板，如图6—8所示。

⑤有的厂对点火器及热振筛等事故多、检修周期长的设备，采取了备品整体更换的措施。

⑥成品采用双系列，一个系列工作，一个系列备用。

⑦烧结废气除尘效率高，转子采用焊补耐磨合金等，寿命长达6~7年以上。

⑧对设备运行的监测齐全、准确、报警及时。

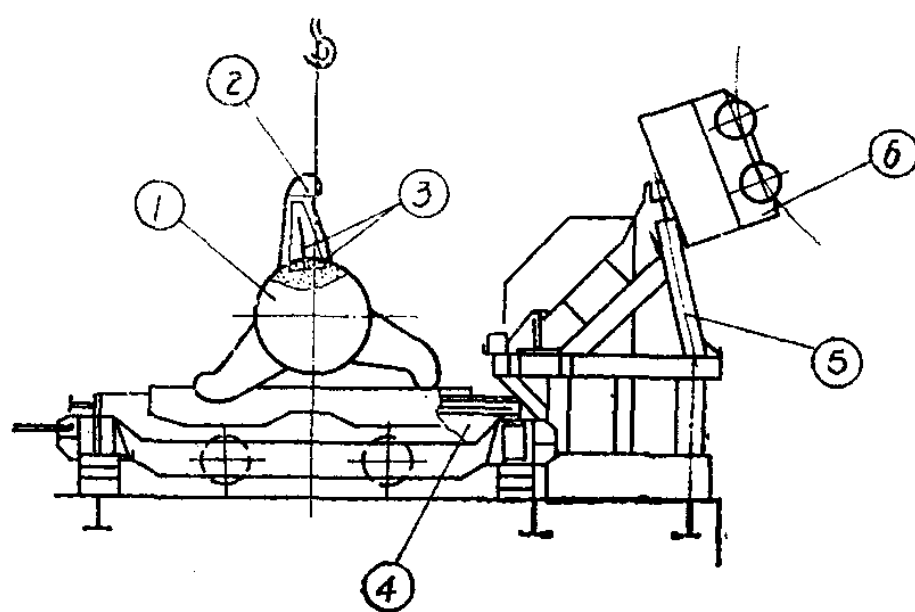


图 6 热碎矿机

1 虎牙轮(轴) 2 虎牙轮(牙尖) 3 冷却水路
4 接牙台 5 碎矿机导筒(石箱) 6 台车

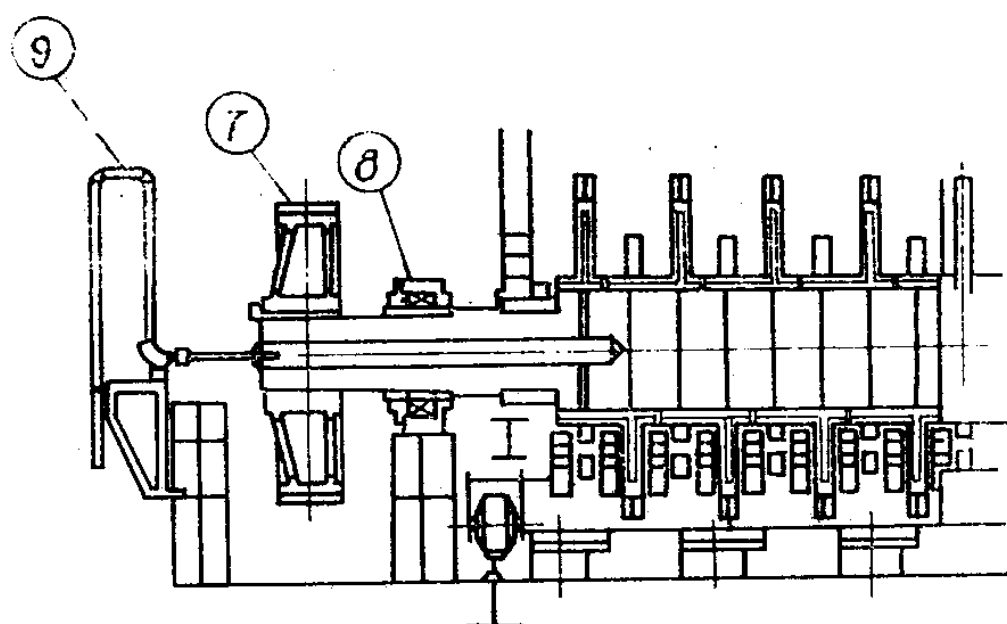


图7 热碎矿机详图
7 齿轮 8 轴承 9 冷却水管路

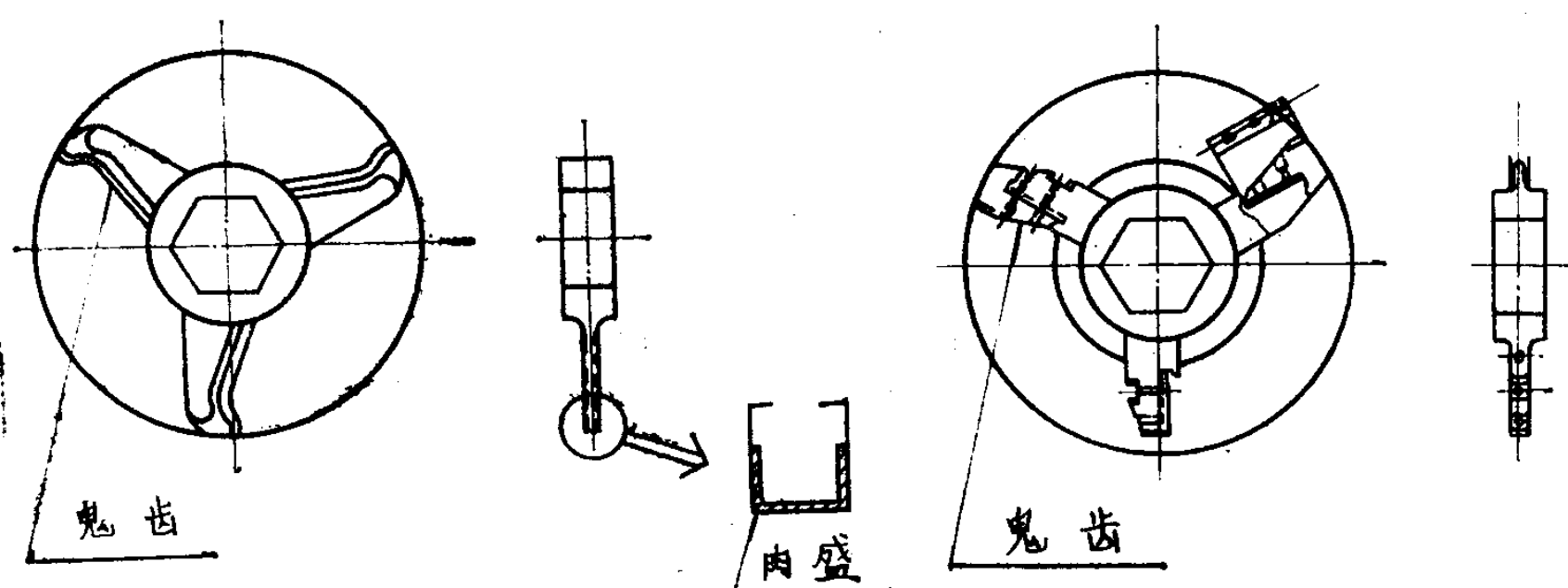


图8 单辊破碎机虎牙轮

⑨炉篦条、台车、单辊牙冠等采用耐热耐磨合金。
扇鸟厂篦条的材质为25Cr—0.8Ni寿命三年以上。
鹿岛厂篦条寿命为4~5年，其材质为：

元素	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
%	1.7~1.2	2~2.8	0.5~1	24~28	2~3	≤1

单辊牙冠用高铬铸钢，寿命为二年以上。

单辊破碎机整体铸造通水冷却，材质为高铬铸铁，水冷时含Cr15%，非水冷时含Cr28%。

台车材质多数采用高耐热特殊球墨铸铁，如台车材质中含Mo0.5~1.0%，可提高抗弯性能，有的在台车与篦条之间装隔热板，如图9。

⑩电气设备质量好，安全系数大。

⑪每班有2~3个，白班有4个机电人员巡回检查和维修。

⑫有一套合理的检修计划，做到计划检修，预防事故，而不是让设备带病作业，经常抢修。

福山烧结厂的设备检修计划如表四：

表 四

	周 期	时 间	主要检修项目
大 修 理	2 年	5 ~ 7 天	破碎机等
定期修理	18周	18~20小时	单 辊
中间定修	9 周	10小时	皮带机托轮等
筛板更换	2 ~ 3 周	单系统 8 小时	筛板更换

日本烧结厂作业率是建立在人的科学技术水平高、责任制强、设备可靠的基础上，而不是设备不可靠的情况下，依靠人拼体力来取得。

日本有关作业率的计算公式：

$$\text{作业率} = \frac{\text{运转时间}}{24 - \text{生产调整时间}} \times 100\% \quad \text{A}$$

$$\text{操作率} = \frac{\text{日历时间} - \text{计划检修时间}}{\text{日历时间}} \times 100\% \quad \text{B}$$

$$\text{稼动率} = \frac{\text{生产时间}}{\text{日历时间}} \times 100\% \quad \text{或} = \text{A} \times \text{B}$$

5. 加强密封，减少漏风

有风就有产量，但有个界限，一般认为每米²、每分钟的有效风量 90—100米³为宜，风量再多不一定经济。

日本各厂烧结机的密封情况较好，漏风较少，现场很少能听到漏风的噪音，相应的电能消耗少，一般设计按10%以下考虑，实际生产中，漏风率占20%左右，

减少漏风的措施：

①篦条系精密铸造或铸造后加工，台车上的篦条排列整齐，布料后不产生洞穴。

②挡板完整无缺，布料平正，无波浪起伏，台车两侧不拉沟。

③放灰系统，设备精密，自动操作，无漏风现象。

④法兰、膨胀圈等处，严密无漏风。

⑤机尾有星轮，不存在台车“肩头”碰击磨损现象。

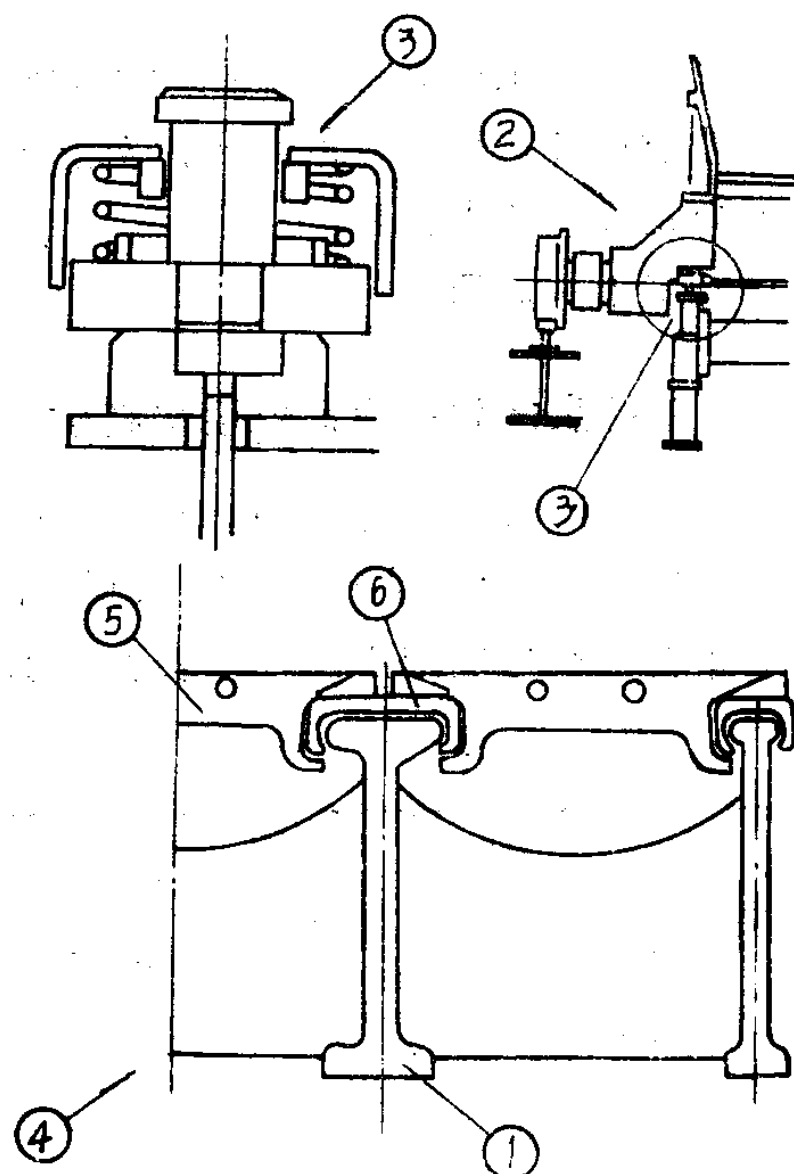


图 9 台车装配

1 台板 2 台车密封部 3 台车密封部详细图
4 台车断面 5 炉条 6 隔热块

- ⑥台车与滑道间多采用弹簧甘油密封，见图9。油板经过加工长度适中，不漏风。
- ⑦机头机尾采用动作灵活，密封效果好的密封板见图10，并定期维修更换。

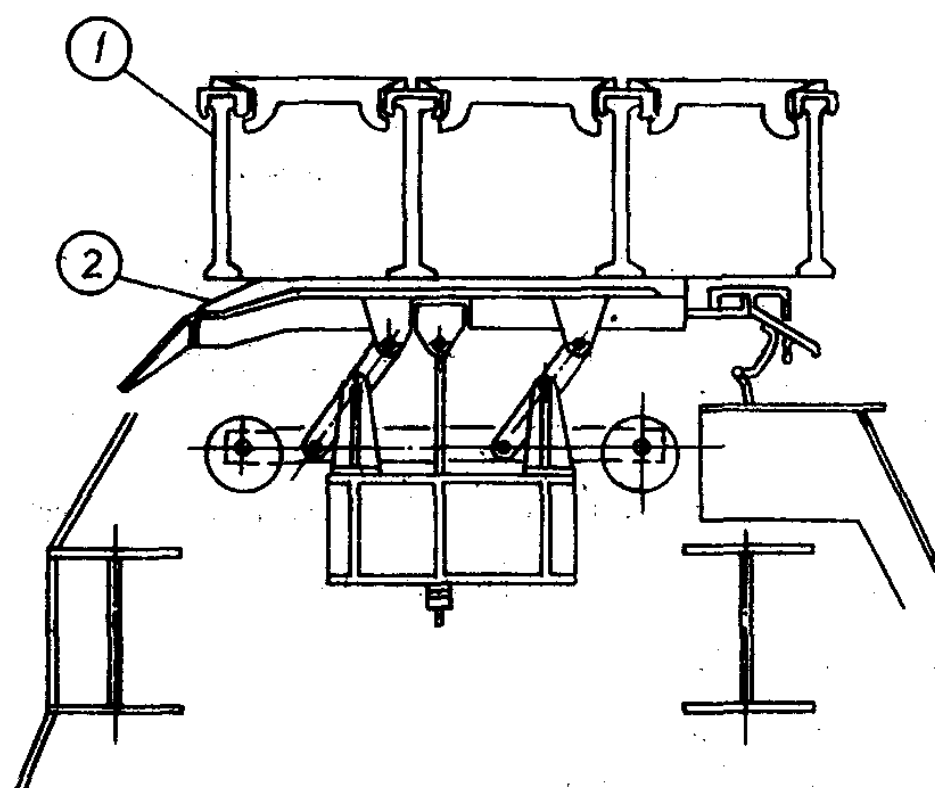


图10 给、排矿部气密装置
1、台车 2、气封

(四) 使用高碱度、高质量的烧结矿

日本高炉工作者说：“高炉指标80%取决于原料条件，目前所产烧结矿，除了物理化学性质已经达到较高的水平，对烧结矿的热强度与还原性能亦十分重视，多数厂把后者列为正式检验考核指标。

为了生产高质量的烧结矿，采取了：

1. 坚持生产和使用高碱度烧结矿

各烧结厂毫无例外地均避开碱度1.0左右的强度最差的烧结矿，而生产碱度为1.6~1.8左右的高碱度烧结矿。避害求利，以获得优质烧结矿。

有关厂家的烧结矿碱度如表五所示：

表 五

厂 别	CaO	SiO ₂	CaO/SiO ₂
福 山	9.27	5.85	1.58
名古屋	9.87	5.87	1.68
水 岛	10.16	5.18	1.70
扇 岛	10.83	5.95	1.82
千 叶	9.52	5.91	1.61
鹿 岛	10.36	6.13	1.69

日本在高炉生产实践中总结出，以使用80~85%左右的高碱度烧结矿为宜。

目前，由于经济不景气，约有1/4~1/3的高炉停产，烧结矿的生产能力大大超过高炉实际生产水平。但是，他们宁愿相应地停烧结机或“慢风烧结”，也不提高烧结率，就是为了坚持使用80~85%的高碱度烧结矿。另外的20~15%或使用天然富矿，或用球团。

2. 严格控制SiO₂含量

烧结矿中SiO₂含量过高，由于高炉渣过多而不经济。相反，SiO₂含量也不是越低越好，过低由于渣相少也影响烧结矿质量，特别是对还原粉化指数不利。通过科研和生产实践，总结出烧结矿中，SiO₂含量以5.8—6.0%左右为宜，如上表所示。此时还原粉化指数为35%左右。若SiO₂含量再降低时，还原粉化指数将高出目标，达到40%以上。

生产中，当SiO₂低于适宜值时，通过添加少量的硅砂和蛇纹石，进行调整。蛇纹石及硅砂的化学成份(%)如表六。

表 六

原 料	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	P	堆比重
蛇纹石	39.10	0.83	0.56	38.60	0.26	0.003	1.4
硅 砂	91.0	4.25	0.71	0.12	0.006	0.011	2.3

3. 降低FeO，提高强度

烧结矿FeO含量低，是日本烧结矿质量的共同特点。

FeC的含量与烧结矿的还原性能，还原粉化率有密切的关系。因此，一般FeO的控制5.0~8.0%的水平。

烧结矿中FeC的含量低的原因及降低FeO的措施是：

- (1) 原料以赤铁矿为主。经验证明原料带入烧结矿的FeO为4~5%。
- (2) 低碳操作，混合料中焦粉配比掌握在4%左右，一般由焦粉带入烧结矿的FeO约1~3%。
- (3) 生产高碱度烧结矿。
- (4) 厚料层操作，可降低FeO含量。
- (5) 料层透气性好，维持氧化气氛。

烧结矿的强度高，粉末少，特别是热强度高是日本烧结矿的另一共同特点，分析其原因主要有：

①主要以焦粉为燃料，粒度为3~0毫米，其平均粒度为1.7毫米左右，注意不过粉碎，燃料过粉碎，烧结矿强度较差，燃料消耗又高。

②粉矿粒度选择8~0毫米，并加强造球，混合料平均粒度为3毫米左右，有利于提高强度。

③选择最佳的技术操作条件，并严格控制，力争稳定，及适宜的垂直烧结速度，16~22毫米/分。

④提高装料密度。目前，各厂的装料密度一般为1.85，正采取措施以提高到1.95~2.0，

⑤完善成品破碎，即整粒工艺流程，以“除粗取精”。

有关厂家烧结矿的质量指标如表七

表 七

厂 名	TFe %	FeO %	转鼓指数 +10mm%	还原粉化指 数-3mm%	粒度组成 (mm)				%
					-5	5-10	10-25	+25	
鹿 岛	55.5	4.91	75.38	34.59	5.95	20.21	40.83	33.01	
千 叶	55.62	5.7	87.43△	—	9.83	30.9			3.5
扇 岛	55.2	5.92	70.31	38.58	4.22				0.8
水 岛	55.4	4.42	91.42△△	39.27	2.56	21.5			
名古屋	56.4	7.17	—	—	6.1	36.4			1.6
福 山	55.8	5.27	93.18△△	42.2	3.8				2.8

△系落下指数

△△转鼓指数+5mm%

另外，烧结矿中的 Al_2O_3 含量关系到烧结矿还原粉化率、烧结矿的强度、高炉渣的流动性及其脱硫能力。为此 Al_2O_3 含量应低，日本要求控制在2%以下。

烧结矿中MgO的含量对高炉渣的流动性和烧结矿的高温性能有直接影响，特别是能提高烧结矿的软化温度，日本要求当 Al_2O_3 含量为2%以下时，MgO含量在1.5%左右。

碱金属高时，易损失耐火砖，且易降低原料的软化温度。加古川厂控制在每吨铁3公斤以下，千叶厂锌控制在0.2~0.3公斤/吨生铁， K_2O 控制在1.2公斤/吨生铁， Na_2O 控制在0.6公斤/吨生铁的范围以下。

日本烧结矿的技术标准

日本目前没有国家烧结矿标准。只是以由学振会制定的JIS标准作为依据，各厂不统一，在执行中，有所更动，检测的项目与标准如表八所示。

A. 转鼓强度测定方法

1) 取样

型式 底开门桶型

频率 每10分钟一次。

2) 粒度分析

试样重 150~200 公斤

筛 孔 25、 10、 5 毫米

读 数 +25 10-25、 5-10、 -5 毫米

3) 转鼓试验

表 八

项 目	基 数	控制范围 (±%)	注
TFe	56.0~58.0	0.2	
FeO	5.0~8.0	0.3	
SiO ₂	5.5~6.0	0.05	
CaO/SiO ₂	1.6~2.2	0.03	
落下强度 (+10mm)	86~88		JIS标准
转鼓指数 (+10mm)	65~68	≥65	JIS标准
还原粉化率 (-3mm)	30~40	≤42	JIS标准
JIS还原率	65~70		
粒度 (mm)	5~10	<5mm不大于3%	

试样重 23公斤
 粒 度 10~25毫米
 转 鼓 $\phi 914 \times L457$ 毫米
 转 速 24转/分
 转 数 200转
 读 数 +10mm%

B. RD_I 计算方法

1) 试样

尺 寸 15~20毫米
 重 量 500 克

2) 还原条件

煤气成份 CO 30% N₂ 70%
 煤气流量 15升/分
 温 度 550℃
 时 间 30分

3) 还原后转鼓试验

转 鼓 $\phi 130 \times L100$ 毫米
 转 速 30转/分
 保持时间 30分钟

G. 还原试验方法

JIS—M—87 (3)

1) 试样

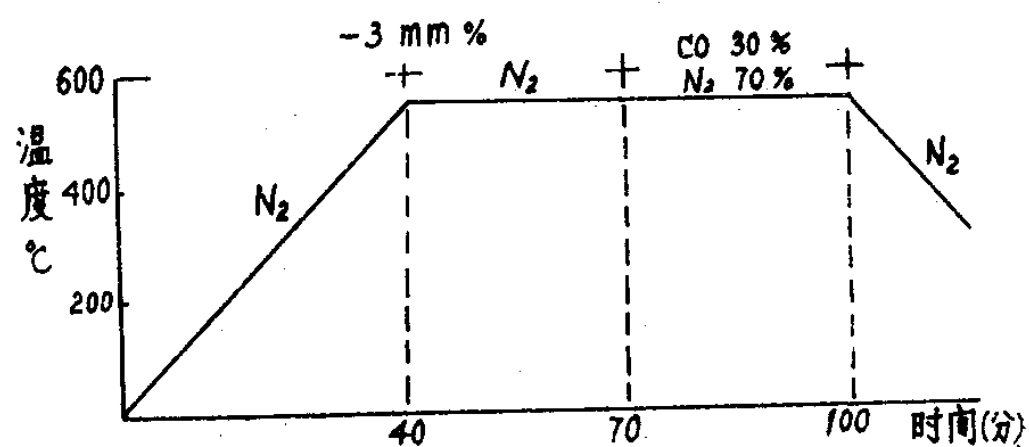


图11 测定RD₁的还原曲线

尺寸 19~21毫米

重量 500克

2) 还原条件

煤气成份 CO 30% N₂ 70%

煤气流量 15升/分

温度 900°C

时间 180分

3) 还原率的计算

$$R_1 = \left\{ \frac{W_0 - W_F}{W_1 (0.430A - 0.112B)} \right\} \times 10^4$$

式中: W_1 = 原始试样重 (克)

W_0 = 还原前的试样重 (克)

W_F = 还原后的试样重 (克)

A = 还原前TFe含量 (%)

B = 还原前FeO含量 (%)

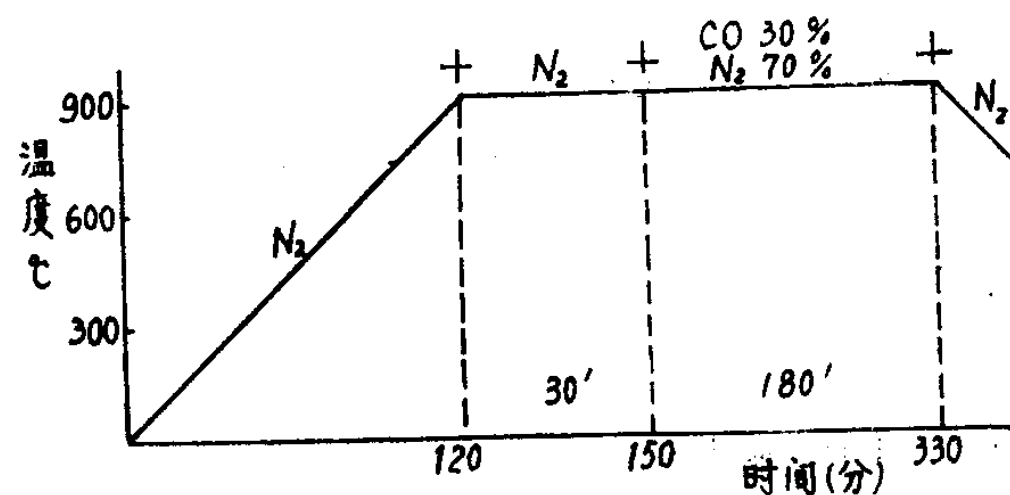


图12 测定R₁还原试验曲线

取样和分析频率如表九。