

现代钢铁
工业技术

烧 · 结

唐先觉 李希超 主编

冶金工业出版社



数据加载失败，请稍后重试！



数据加载失败，请稍后重试！



数据加载失败，请稍后重试！

我的一点希望

(代序)

自从1981年在上海开会讨论移植引进新技术以来，我们已经取得一些成绩，不少单项技术已在各个钢铁厂的老设备上应用。我们钢铁技术比国外落后了十五年到二十年，这是迅速赶上去的一条捷径。谁要是不认识这一点，不能正确理解自力更生的含义，沿着过去的老路，继续靠自己摸索，谁就会失去大好时机，摆脱不掉落后的局面，甚至会拉大我们和技术发达国家的差距。我们今后的任务是要扶植这些新芽，使之健康地成长起来，把单项移植变为系统的移植，使之成龙配套；还有更为主要的是要经过消化应用之后再加以提高，结合我们现有设备的情况，改造现有的钢铁工厂，使之形成中国式的新一代的技术。青出于蓝，而胜于蓝。

在这个重大任务面前，我们需要教育广大职工，使他们系统地、全面地、深入地了解国外技术。很久以来，我们只能读到一些零碎的资料，这些资料只能让你获得知识，不能应用到生产实际中去。一个月前，基建局设计处的同志送来《现代钢铁冶金技术——烧结》一书的概略，我翻阅一下，感到非常高兴，比较接近实际的书应运而生了！他们还告诉我，这是一套丛书，包括焦化、烧结、炼铁、炼钢、轧钢、自动控制等专业技术，在每一个专业里都要比较详细地介绍国外的生产工艺、设备结构以及设计参数。我从《烧结》这本书里看到，他们把烧结的生产工艺和设备设计紧密结合起来，是成功的一大特色，使它更具有实用性。改变了过去一些出版物中，有的单纯讲工艺、有的单纯讲设备的缺陷。可以预期，这套丛书的陆续出版一定会受到广大读者的欢迎，从而起到它在冶金工业现代化中应有的作用。

这套丛书都是由设计工作者编写的。这几年他们在移植引进技术的事业中是先驱者，科研生产人员和设备制造人员虽然也做了不少的工作并有所建树，但是比起他们来，还未免要稍逊一筹。我希望这本书的出版能引起科研、设

计、生产、设备制造人员的反响，大家都来积极地参加到移植引进技术的洪流中去。没有这些部门的同志参加，要想提高、要想把设备制造立足于国内，那是不可能的。我希望科研、生产、设计、设备制造人员紧密结合，互相渗透，尽快地把引进技术移植成功，并能不断提高，与先进工业国家并驾齐驱在世界新技术的潮流中。

周 传 典

一九八四年五月十七日

前 言

为在本世纪内把我国建设成为农业、工业、国防和科学技术现代化的社会主义强国，为使我国钢铁工业的发展适应“四化”的要求，用现代化的技术装备我国的钢铁企业，是加速我国钢铁工业的技术改造的重要途径之一。为适应我国钢铁工业发展的需要，我们编写了以介绍日本和宝钢引进的烧结技术为主要内容的《现代钢铁工业技术——烧结》一书。目的是让我国广大的烧结与炼铁工作者了解和掌握日本和宝钢引进的烧结技术，以加速我国烧结工业的技术改造和发展。

本书比较系统地介绍了宝钢引进的烧结技术，从烧结原料的混匀、烧结工艺的特点至烧结矿的整粒各个主要生产环节的工艺、主要设备结构、设计参数的确定和主要设备的选择与计算以及烧结生产相应设施的一些特点。也用一定的篇幅介绍了其他主要产钢国烧结技术的现状及其展望。

本书由冶金工业部长沙黑色冶金矿山设计研究院负责组织编写，在许坚庆、王志明同志以及技术处的领导、组织和具体帮助下完成的。参加编写的同志有：唐先觉（第一章与第三章第二、三、五、七节）；晏文星（第二章）；孔德萱（第三章第一节与第五章第二、三节）；冯钊（第三章第四、八节）；李希超（第三章第六节）；左文毅（第四章第一、三节）；杨进江（第四章第二、四、五、六、七节）；张兰泉（第五章第一节、第八章）；叶匡吾（第六章）；郭莫球（第七章）；刘树立、钟复全（第九章）；齐风鸣（第十章第一节）；王守中（第十章第二、三节）；周正石（第十一章）；张惠宁（第十二章）；吴承模（第十三章）；郑高德（第十四章）；常玉琛（第十五章）；曾宪芬、须仲新（第十六章）；李希超、杨民德（第十七章）。在编写过程中，袁文彬、孙静宇为第一、三、六、七章提供了部分苏联烧结技术资料。孙升春对第二章、孔德萱对第十三章、李静瑜对第十四、十六章、宋德坤对第十五章作了校对。最后全书由唐先觉、李希超审阅、修改定稿。

在编写过程中，我们得到了院内外有关单位和同志们的大力支持，在此一并致谢。

虽然我们从主观上做了很大努力，但由于水平有限，参加编写的人也较多，顾此失彼、缺点错误在所难免，请同志们批评指正。

1984年3月

目 录

第一章 国外烧结现状及展望	1
第二章 烧结原料的混匀	22
第一节 原料混匀的意义	22
第二节 冶炼对原料的要求及匀矿质量	23
第三节 原料场	25
第四节 原料场技术参数选择与计算	29
第五节 原料场设备	39
第三章 烧结工艺的几个特点	45
第一节 对含铁原料和添加剂的严格要求	45
第二节 普遍采用生石灰作添加剂	50
第三节 强化混合造球作业	54
第四节 点火工艺的改进	55
第五节 推行厚料层烧结	62
第六节 高碱度烧结矿与炉料结构	71
第七节 生产低 SiO_2 低能耗高还原度的烧结矿	74
第八节 各种新烧结方法的发展	76
第四章 国外烧结主要设备	82
第一节 定量式圆盘给料机	82
第二节 圆筒混合机	89
第三节 带式烧结机	94
第四节 鼓风环式冷却机	108
第五节 单辊破碎机	113
第六节 双齿辊破碎机	118
第七节 筛分机械	124
第五章 设计参数的确定和主要设备的选择与计算	128
第一节 设计参数的确定	128
第二节 设备选择与计算的依据	137
第三节 主要设备的选择与计算	138
第六章 烧结矿的冷却	164
第一节 发展概况	164
第二节 烧结矿的机外冷却	166
第三节 烧结矿的机上冷却	170
第七章 烧结矿的整粒	177
第一节 烧结矿整粒技术的发展	177
第二节 各种整粒流程的特点与评价	177
第三节 整粒情况简介及系统平衡图	182

第四节	烧结矿整粒的技术经济效果·····	186
第五节	降低烧结矿在转运过程中的减粒·····	186
第八章	烧结节能与余热利用·····	190
第一节	国外节能概况·····	190
第二节	节能途径·····	193
第三节	余热利用·····	198
第九章	烧结设备的维护与检修·····	222
第一节	概 况·····	222
第二节	设备的技术管理·····	222
第三节	设备维护检修的形式和组织·····	225
第四节	设备检查活动·····	226
第五节	检修工程·····	229
第六节	宝钢烧结设备的维修方案·····	229
第七节	设备整体更换和检修机械化·····	230
第十章	烧结烟气、废气净化及烧结厂环境监测·····	234
第一节	含尘烟气、含尘废气的除尘·····	234
第二节	二氧化硫及氮氧化物的控制·····	244
第三节	烧结厂环境监测·····	256
第十一章	烧结厂给排水设施·····	259
第一节	概 述·····	259
第二节	国外烧结厂给排水设计特点·····	260
第三节	污水处理与泥渣利用·····	265
第四节	烟气脱硫的废水处理·····	268
第十二章	含铁粉尘的利用·····	269
第一节	粉尘数量及特性·····	269
第二节	含铁粉尘处理方法·····	272
第三节	各种处理方法的比较·····	285
第十三章	烧结厂的噪声防治·····	289
第一节	噪声的危害及各国的噪声允许标准·····	289
第二节	烧结厂噪声现状·····	292
第十四章	烧结厂集中控制系统·····	299
第一节	集中监视控制系统近况·····	299
第二节	烧结厂的运转控制及可编程序控制器PC的应用·····	301
第三节	CRT操作及可编程序显示器PD在烧结厂的应用·····	314
第十五章	烧结过程的仪表控制·····	319
第一节	烧结过程自动控制的发展·····	319
第二节	控制系统的工作原理及设备·····	321
第十六章	烧结厂计算机控制·····	340
第一节	概 况·····	340

第二节	烧结计算机主要控制功能·····	345
第三节	烧结控制用计算机的硬件与软件·····	355
第十七章	烧结厂检验设施·····	363
第一节	检验的作用及其机构·····	363
第二节	原料系统的检验·····	364
第三节	烧结成品检验·····	371
第四节	烧结锅试验室·····	375
第五节	检验制度及检验标准·····	376

第一章 国外烧结现状及展望

自七十年代中期至今,除北美外,烧结矿仍然是高炉的主要原料。在国外,虽然烧结矿产量随着钢铁工业不景气有所下降,有些厂停产或减产,新建厂很少,但由于强调质量和节能,烧结技术仍然得到了迅速发展。主要标志是:工艺和自动化水平不断提高,烧结矿质量越来越好,能耗不断降低,环境保护日益得到改善。与此同时,单机生产能力越来越大,单机代替多机,200米²以下的小型烧结机越来越少。今天,用各种富矿粉、精矿粉以及返回料为主要原料制成的烧结矿,具有成分稳定、粒度均匀、可以控制成分和碱度并具有良好的冶金性能,已成为现代高炉冶炼优质高产低燃料比的基础。

一、近年产量稍有下降,熟料比较稳定

表1-1列出了主要产钢国七十年代以来的生铁产量。表1-2列出了主要产钢国相应时期

主要产钢国生铁产量, 万吨

表 1-1

国 家	年					份			
	1971	1973	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
苏 联	8925	9593	10297	10530	10740	11070	10900	10728	10900
日 本	7275	9001	8688	8658	8589	7859	8383	8704	8005
美 国	7411	9182	7251	7881	7378	7954	7893	6234	6674
西 德	2999	3683	3007	3185	2897	3015	3517	3387	3188
英 国	1563	1707	1214	1410	1240	1160	1303	641	946
法 国	1832	2030	1792	1902	1826	1850	1942	1916	1727

主要产钢国烧结矿和球团矿产量, 万吨

表 1-2

国 家		年					份			
		1971	1973	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
苏 联	烧结矿	14065.8	14612.3	15194.3	15325.1	15819.0	15958.4	15742.7	15381.8	15465.7
	球团矿		2155.0	2721.0	3139.0	3617.0	4500.5	4401.2	5089.4	5402.3
	合 计		16767.3	17915.3	18464.1	19436.0	20458.9	20143.9	20471.2	20868.0
日 本	烧结矿	8293.9	10499.9	10884.9	11190.6	11182.9	9642.1	10076.2	10599.5	9814.9
	球团矿	423.7	639.9	700.2	664.6	613.2	490.9	492.3	417.1	313.0
	合 计	8717.6	11139.8	11585.2	11855.2	11796.1	10133.0	10568.5	11016.6	10127.9
美 国	烧结矿	3581.1	3931.4	3073.1	3296.2	3174.0	3278.6	3263.1	2529.8	2626.9
	球团矿	5390.6	6262.6	6233.1	6253.0	4284.6	6499.5	7257.1	5561.5	6203.4
	合 计	8971.7	10194.0	9306.2	9549.2	7458.6	9778.1	10520.2	8091.3	8830.3
西德	烧结矿	3280.5	3932.0	3676.1	3853.6	3589.3	3396.3	3604.5	3750.3	3573.4
英国	烧结矿	1888.5	1795.3	1417.6	1544.7	1367.2	1580.1	1764.6	775.5	1151.5
法国	烧结矿	3021.3	3536.8	3209.9	3482.4	3338.8	3255.9	3368.7	3289.6	2975.1

注: 1. 日本球团矿包括团矿在内;

2. 美国烧结矿包括压团、粒铁及其他;

3. 西德、法国不生产球团矿, 英国近几年生产的球团矿也很少。

烧结矿和球团矿的产量。就烧结矿产量而言，苏联居首位，1973年后产量一直稳定在14600~16000万吨/年之间，但1979年后稍有下降。在此期间，球团矿却逐年上升，平均每年递增400万吨以上。其次就是日本，1973年后烧结矿产量大致稳定在9640~11180万吨/年之间，以1977年为最高，以后逐年下降，至1981年，其产量仅9815万吨。西德烧结矿产量1973年后大致稳定在3400~3930万吨/年之间，以1973年为最高，以后有高有低，至1981年仅3570万吨。法国烧结矿产量1973年后大致稳定在2980~3540万吨/年之间。英国烧结矿的产量1973年后波动大，不稳定，在780~1780万吨/年之间。美国烧结矿产量1973年为3930万吨，以后大幅度下降，至1981年仅为2627万吨，还包括压团及其他在内。

图1-1列出了日本高炉生铁产量及其熟料比、烧结矿比、高炉燃料比、焦比以及高炉利用系数的关系。图1-1说明，随着高炉生铁产量以及熟料比和烧结矿比的不断提高，高炉利用系数提高，而燃料比不断下降。1979年后焦比上升是由于减少油燃料的原因。表1-3列出了主要产钢国高炉炉料中熟料比以及烧结矿比与球团矿比。表1-3说明，日本高炉熟料比近年来为87%以上，但从1971年至1977年球团矿比逐年下降，说明日本许多高炉配加一定比例的球团矿，并非由于球团矿的冶炼性能优越，而是由于购买铁矿石搭配而来的，不得不用。1979年球团矿比回升到14%，其原因是因为日本投资兴建的一些巴西和智利的球团厂投产之故。但1979年后，球团矿比又大幅度下降，本国生产和进口的球团矿都减少了。所进口的球团矿由1979年的1585万吨下降至1981年的1185万吨。扇岛厂高炉是按高比例的球团矿设计的，目前也在减少球团矿用量。福山厂甚至计划完全不用球团矿。基本原因一是为了控制生铁成本，因为球团矿要用重油，重油价格贵，购买球团矿要比购买粉矿进行烧结约贵50%；二是一般酸性球团矿的冶炼性能不如高碱度烧结矿好。故不愿购买也不愿生产球团矿，迫使一些烧重油的商品球团厂，如澳大利亚的哈默斯利球团厂和罗布河球团厂以及利比亚的拉姆柯球团厂等厂相继停产，巴西一些球团厂的球团矿也无销

主要产钢国高炉炉料中熟料及烧结矿和球团矿入炉比，%

表 1-3

国 家		年 份								
		1971	1973	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
苏联	熟料比	93.5	94.4	93.1						
日本	熟料比	79.2	79.6	82.7	83.3	85.6	87.6	89.8	88.5	87.1
	烧结矿比	67.0	67.5	71.3	72.1	75.0	76.0	75.8	76.5	76.5
	球团矿比	12.2	12.1	11.4	11.2	10.6	11.6	14.0	12.0	10.6
美国	熟料比	72.3	72.8	79.4	84.5	83.3	86.6	89.9	90.8	92.0
	烧结矿比	30.1	27.4	26.7	25.8	26.2	25.2	25.5	25.3	23.3
	球团矿比	42.2	45.4	52.7	58.7	57.1	61.4	64.4	65.5	68.7
西德	熟料比	68.3	70.0	82.6	80.7	83.8	81.5	78.8	82.8	~84.3
	烧结矿比	63.6	62.8	76.1	72.5	74.9	68.2	60.8	65.7	67.3
	球团矿比	4.7	7.2	6.5	8.2	8.9	13.3	18.0	17.1	~17.0
英国	烧结矿比	70.9	63.1	68.0	65.9	65.3	75.4	77.9	69.2	62.4
法国	熟料比	79.2	85.0	88.2	89.1	89.9	89.0	89.4	90.4	~91.5
	烧结矿比	77.3	83.3	86.6	87.6	89.1	88.0	86.9	87.2	87.5
	球团矿比	1.9	1.7	1.6	1.5	0.8	1.0	2.5	3.2	~4.0

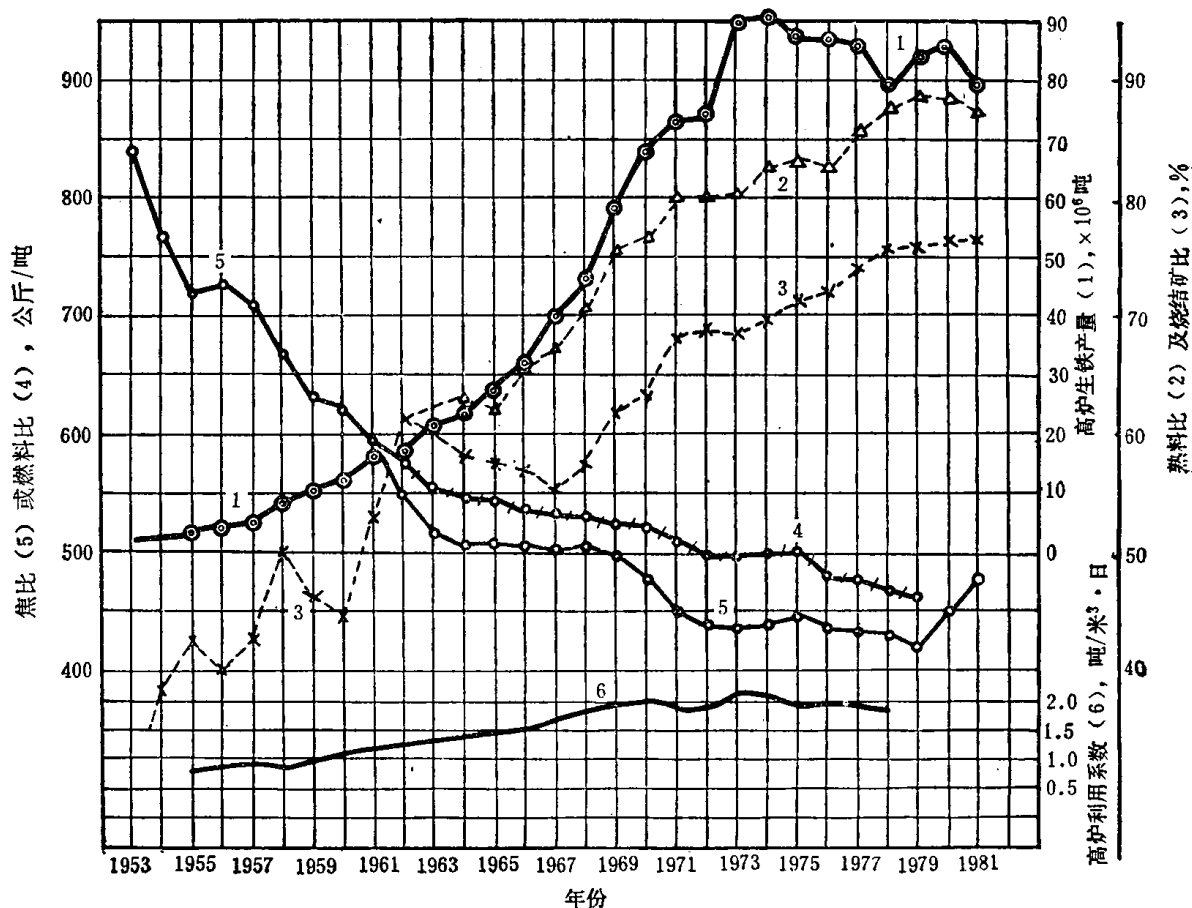


图 1-1 日本高炉生铁产量与熟料比、烧结矿比、燃料比、焦比及高炉利用系数

1—高炉生铁产量；2—熟料比；3—烧结矿比；4—燃料比；5—焦比；
6—高炉利用系数

路,日本的球团厂也在减产。从这个意义上来说,烧结法比球团法最近将有更大的发展。日本已从菲律宾进口烧结矿,据说即使烧结矿运至高炉矿槽时,其粉末量增加至17~18%返回去烧结,也是合算的。美国也计划在墨西哥兴建烧结厂,再把烧结矿运往美国。日本高炉炉料中的烧结矿比逐年增加,由1971年的67%增加至1981年的76.5%,就是这个道理。而1979年以后,日本高炉熟料比反而降低,由1979年的89.8%降至1981年的87.1%,这就意味着甚至增加块矿的入炉比而把球团矿比降下来。日本人认为,他们已经接近于解决块矿使焦比升高的问题。

苏联高炉熟料比七十年代以来就高达93%以上。由于七十年代初至八十年代初兴建了一批球团厂,球团矿生产得到了很大的发展,其产量由1973年的2155万吨增加至1981年的5402.3万吨。而近年来未建烧结厂,一些老烧结厂又要改造,故1978年以后烧结矿产量下降,高炉炉料中烧结矿比由七十年代初期的80%左右下降至八十年代初期的70%左右。此外,使用球团矿,高炉生铁成本也增加了。所以近来又有人主张优先发展烧结矿。也由于苏联长期以来积累了细粒精矿烧结的丰富经验,特别是不少老厂经过改造,增设了添加生石灰设施,强化了烧结过程,烧结矿的质量不断得到改善,烧结厂的环保治理也有新的起色,而烧结能耗又不断降低;也由于计划要在近几年兴建一批象亚西诺瓦塔亚这样的 648

米²的现代化大型烧结机，估计今后有可能降低球团矿的发展速度，高炉炉料中烧结矿比可能有所回升。

美国高炉熟料比1981年为92%，烧结矿比逐年下降，由1971年的30.1%下降至1981年的23.3%，而球团矿比相应地由42.2%上升至68.7%。主要原因是本国具有大量铁燧岩选出的细粒精矿粉，适宜于生产球团矿，而酸性球团矿又宜于长期贮存，也便于湖泊不冰冻时的先期运输；此外，长期以来，球团燃料问题也不大，而又缺少细粒精矿烧结的经验和可供烧结的粉矿资源。

西德的情况与日本近似。高炉熟料比1981年约为84.3%，1979年以前球团矿比不断提高，由1971年的4.7%增至1979年的18%，而烧结矿比不断下降。但1979年后也在提高高炉炉料中的烧结矿比，1979年至1981年，烧结矿比由60.8%增至67.3%。此时期，宁愿进口精矿生产烧结矿（比如施韦尔根厂原料中小于200目约80%的精矿量已占含铁原料量的25%），而减少进口球团矿，使球团矿比由1979年的18%降至1981年的大约17%。

英国高炉使用球团矿很少，大量使用的是烧结矿与块矿。1971年至1981年，烧结矿比波动在62.4~77.9%之间。法国高炉使用球团矿也很少，大量使用的是烧结矿，1975年至1981年，烧结矿比稳定在86.6~89.1%之间。而且，高炉熟料比不断提高，1981年达约91.5%，名列世界前列。

二、主要产钢国的烧结生产

1. 日本的烧结生产

日本烧结工艺完善，设备先进，技术也新，自动化水平高，是世界上烧结技术发展最快的国家。目前拥有60台烧结机。总烧结面积为13050米²，仅次于苏联而居世界第二位。由于钢铁生产不景气，一部分中小烧结机已经停产（如福山№1、№2机，水江№1机、鹿岛№1机等），目前仅有40多台烧结机在生产，烧结矿的产量约为其生产能力14500万吨/年的70%左右。主要烧结原料为进口的赤铁矿粉。也由于细粒原料增加，烧结利用系数不断下降（有的厂已下降至0.75吨/米²·时）；而烧结料层不断提高（新日铁1981年7月~1982年4月平均已达540毫米）；固体燃耗不断降低，1981年全国平均仅为48公斤/吨烧结矿（有的厂焦粉消耗量仅为35公斤/吨烧结矿），居世界领先地位；烧结机作业率高达92~98%。表1-4列出了国外部分大型烧结厂主要技术经济和操作指标。表1-5列出了日本炼铁厂对烧结矿质量的要求。表1-6列出了苏联、日本、西德、英国、法国平均每吨烧结矿固体燃料消耗量。表1-4、表1-5说明，日本烧结矿的质量是相当好的，烧结矿含Fe量在55.5%以上，落下强度达88%以上，低温还原粉化率为33.5~39.6%，烧结矿中<5毫米量为2.2~6.3%，成品FeO量仅为4.5~7.3%。不少厂的质量指标已超过表1-5的要求。

2. 苏联的烧结生产

苏联是世界上烧结生产发展最快的国家，但工艺不够完善，设备和技术不够先进，有的厂无烧结矿冷却设施，多数厂无完善的整粒工艺。至1980年末，拥有171台烧结机，总烧结面积为15574米²，均占世界第一位。主要烧结细粒精矿（约60%）和富矿粉（约40%）。利用系数较高，1978年全国平均为1.38吨/米²·时，有的热矿厂如扎波罗热冶金工厂烧结车间高达1.88吨/米²·时，但也有低至0.87吨/米²·时的；烧结料层较低，1978年全国平均为269毫米，有的厂仅200毫米左右，最高不超过520毫米；固体燃耗也在下降，但总的来说是较高的，1980年全国平均约67公斤/吨烧结矿，有的厂高达100公斤/吨烧结矿；烧

表 1-4

国外部分大型烧结厂主要技术经济指标

指 标	日本堺 №1	日本堺 №2	日本名古屋 №1	日本名古屋 №2	日本名古屋 №3	日本户 烟 №3	日本若 松 №1	日本鹿 岛 №3	苏联全 国平均	苏联扎波 罗热厂	西德施韦 尔根 №3	西德施韦 尔根 №4	英国雷 德卡厂	法国索 里梅厂
	1980年7~9月	1980年7~9月	1980年1~8月	1980年1~8月	1980年1~8月	1981年7~82.4月	1981年7~82.4月	1981.4~1982.3	1978年	1978年	1980.10~1981.3	1980.10~1981.3	1980年6月	1980.5~1981.4
烧结机面积, 米 ²	170	183	182	196	280	320	600	600	62.5	62.5	400	250	336	400
利用系数, 吨/米 ² ·时	1.3	1.3	1.26	1.41	1.46	0.98	1.26	0.87 ^②	1.38	1.88	1.12	1.18	1.11 ^②	1.31
作业率, %	92.8	92.8	91.75 ^①	92.5 ^①	93.4 ^①	92.02	96.51	97.5	92.3	97.85	86.4	88.82	97.5	89.9
烧结率或(成品率), %	(80.7)	(80.7)	72.9	72.0	71.8						(61.32)			
混合料平均粒度, 毫米	2.31	2.31						2.41						
料层厚度, 毫米	528	531	426	461	505	~566	~620	~560	269	425	495	493	500	430
台车速度, 米/分	2.12	1.96	2.4	2.5	2.75	1.83	3.48	2.4			~300	2.37		
返矿率%或返矿量, 公斤/吨			271	289	291.5	272	338.1					510		324.5
燃料与电耗	47.5 (小球炭2.3) 重油3.08升	47.5 (小球炭2.3) 重油3.08升	52.1	51.4	41.8	35.89 (高炉灰 炭7.14) 14000	46.8	45.1	69.0	60.0	46.3	47.2	37.7 ^③	46.8(7)
焦粉, 公斤/吨			17500	17500	17500	27.90	15100	油1.9 公斤	50000	50000	72400	71700	31500	22370
焦炉煤气, 千卡/吨			35.02	35.02	35.02		39.60	28.6	31.8	20.4	34.5	37.5	22.6	29.6
电 度/吨														
Fe, %	55.5	55.5	56.2	56.2	56.2	57.34	57.63	56.72	52.3 ^④	52.4	56.66	56.7	~55.1	56.7
FeO, %			6.78	7.34	6.8	4.46	5.08	4.53			6.58	6.0	~5.5	6.4
SiO ₂ , %	5.93	5.93	5.88	5.9	5.89	5.63	5.66	5.62			6.1	6.07	~5.85	6.3
CaO/SiO ₂	1.76	1.76	1.71	1.69	1.73	1.66	1.66	1.76	1.24 ^⑤	1.67	1.67	1.67	~1.95	1.54
落下强度, >10毫米%	88.0	88.0				91.24	94.36	74.7			79.5 ^⑥	78.3 ^⑥	77.2 ^⑥	63.0
转鼓指数, >10毫米%														
低温还原粉化率, <3毫米%	35.1	35.1	35.2	35.2	35.2	34.5	35.31	39.6			38.4 ^⑥	33.1 ^⑥	28.0	
成品中<5毫米, %	2.2	2.2	6.31	5.86	3.27	4.37	5.72	6.0	16.2 ^⑥	11.9	3.6 ^⑥	2.1 ^⑥	~2.2	5.3

注: 1. 西德施韦尔根厂烧结矿质量项为1980年10月~1981年4月平均数;

2. 未注明者为JIS标准;

3. 焦炉煤气以4500千卡/标米³折算。

① 为扣除计划检修作业率; ② 为单风机运转时; ③ 加有轧钢皮、灰尘, 约有9.5公斤焦粉; ④ 为1980年平均数; ⑤ ISO标准; ⑥ <6.3毫米数。

日本炼铁厂烧结矿质量标准

表 1-5

项 目	标 准 水 平	重 视 程 度
JIS 落下强度	>10毫米, 83~90%以上	A
JIS 转鼓指数	>10毫米, 60~70%以上	A
JIS 低温还原粉化率	<3毫米, 35~45%以下	B
碱度波动范围	CaO/SiO ₂ 的波动≤0.05~0.1	B
烧结矿粒度	<5毫米, 5%以下	B
成品FeO	5~9%	B
还原度(学振法)	60~65%以上	A

苏、日、西德、英、法烧结矿平均固体燃料(焦粉和煤)消耗量, 公斤/吨烧结矿 表 1-6

国 家	年 份								
	1971	1973	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
苏 联						69		~67	
日 本	55	52	53	50	48	49	49	49	48
西 德	80	80	85	76	62	66	65	65	
英 国	94	86	88	88	88	82	80	68	54
法 国	82	80	76	71	67	66	69	65	61

注: 日本包括球团矿在内。

结机作业率高达88~97%。但烧结矿质量较差, 烧结矿FeO有的厂达16~18%, 出厂粉末率有的高达23%以上(见表1-4, 表1-6)。今后, 有些老式烧结机将要停产, 其中包括叶那基也夫、捷尔任斯基第一烧结厂等。另外一些厂将会继续进行技术改造, 有些厂将会仿效新克里沃罗格采选公司第二烧结厂, 增设烧结矿冷却和整粒设施。

3. 西德的烧结生产

西德也是世界上烧结技术发达的国家之一。目前拥有52台烧结机, 总烧结面积5131米², 其中二次世界大战前投产的台数约占50%。主要烧结进口富矿粉和精矿。由于减产, 目前烧结矿的产量约为生产能力的70%左右。表1-4、表1-6可以看出, 以施韦尔根厂为代表的烧结厂, 近几年利用系数不高, 仅为1.15吨/米²·时左右, 但也有高达1.6吨/米²·时以上的; 烧结料层较厚, 有厚达500毫米的; 固体能耗中等水平, 但不断下降, 1980年全国平均为65公斤/吨烧结矿, 而施韦尔根厂№3、№4机仅为47公斤/吨烧结矿左右; 烧结矿质量也较好, 如施韦尔根厂含铁高、强度高, FeO及粉末率低。

4. 法国的烧结生产

法国也是世界上烧结技术发达的国家之一。烧结工艺完善, 设备和技术也较先进。目前拥有32台烧结机, 总烧结面积4937米²。主要烧结自产褐铁矿粉。由于减产, 目前烧结矿产量仅为生产能力的70%左右。利用系数为1~1.6吨/米²·时; 料层厚400~500毫米; 固体能耗中等水平, 但不断下降, 1981年全国平均为61公斤/吨烧结矿, 也有低至46公斤/吨烧结矿的(表1-4, 表1-6); 烧结矿质量较好, 但含铁量较低。

5. 英国的烧结生产

英国烧结生产受钢铁生产不景气的打击最大。1970年有45台烧结机生产(总烧结面积4200米²), 至1977年仍有31台生产(总烧结面积3733.4米²), 而至1980年末, 包括七十年代后期新建的3台大型烧结机在内, 仅有15台烧结机在生产, 其烧结面积为2468.5米²,

当时所生产的烧结矿不足800万吨。大量的中小烧结机停止生产，即使是新建厂也在减产。1978年新建的雷德卡厂、塔耳博特港（Port Talbot）厂（均为336米²烧结机）以及雷文斯克雷格№3机（406米²机上冷却烧结机）工艺完善，设备也先进，技术也新。主要烧结进口粉矿和精矿。由于减产，利用系数较低，如雷德卡厂仅为1.11吨/米²·时；料层较厚，一般为400~500毫米；固体燃耗较低且下降迅速，1981年全国平均仅为54公斤/吨烧结矿，已居于世界先进行列；烧结矿质量也较好，如雷德卡厂含铁高、强度高，FeO及粉末率低（表1-4，表1-6）。

6. 美国的烧结生产

美国一直重视球团矿生产，烧结曾被认为处于淘汰状态。实践表明，美国高炉由于使用大量酸性球团矿，技术经济指标一直比日本落后，而且钢铁厂内大量的回收料，包括高炉筛出的球团矿粉以及轧钢皮也迫切需要处理，而处理这些回收料最适宜的方法是烧结。故最近也强调改进烧结工艺和烧结设备，在60多台烧结机当中，已经拆除了一部分旧设备，对一些老厂进行了设备更新，还建设了两座高度自动化的大厂（伯恩斯港厂和雀点厂），采用了电子计算机控制，利用系数也高，环保也好，使得烧结有了新的起色。从美国高炉炉料结构主要为酸性球团矿配以高碱度烧结矿来看，今后仍将保持一定的烧结能力，并制约球团矿的进一步发展。烧结原料主要为富矿粉和钢铁厂的回收料。

三、单机代替多机，平均面积不断增大

目前，烧结生产发展的一个特点就是新建厂建设大型烧结机（如日本的大分№1、№2机及意大利的塔兰托№4、№5机）。而老厂改造不少是单机代替多机，平均单机面积不断增大。如日本建设450米²的菲律宾烧结厂和600米²的若松厂，使千叶两台80米²的烧结机和户畑两台130米²的烧结机长期停产；美国建设352米²的雀点厂代替原来的6台小型烧结机；英国建设336米²的雷德卡厂代替克利夫兰钢铁厂4台老式烧结机；西德建设400米²的施韦尔根厂№3机代替该厂战前建设的4台75米²的烧结机；苏联马格尼托哥尔斯克钢铁公司也打算新建一座大型烧结厂以取代现有的第一、三烧结厂。就单机面积来说，日本是烧结设备大型化发展最快的国家。1971年日本烧结机54台，平均烧结面积为145米²，而后，拆除了一批小烧结机，又投产了一批大型烧结机，使目前单机平均烧结面积达218米²。目前400米²以上的烧结机就有11台。苏联大部分烧结机的规格较小，不少厂是把50米²和75米²的烧结机加大至62.5米²和84米²，一部分机上冷却烧结机取消冷却段或者延长烧结机，此外也建设了12台大于200米²的烧结机，使单机平均烧结面积由1971年的80米²（163台）增至1980年的91米²。法国七十年代投产了一批大型烧结机，使单机平均烧结面积由1968年的132米²（20台）增至目前的154米²，目前有400米²的烧结机3台。1970年英国烧结机平均烧结面积为93米²，由于七十年代后期投产了3台252~336米²烧结面积的烧结机，使目前生产的烧结机平均烧结面积达到165米²。目前，西德和意大利各有3台和2台400米²的烧结机，菲律宾和澳大利亚分别有1台450米²和420米²的烧结机，卢森堡和南朝鲜各有1台400米²的烧结机。据报道，南朝鲜正在建设1台400米²的烧结机，巴西和苏联正在分别建设1台440米²和2台648米²的烧结机。如果包括机上冷却面积在内，比利时还有1台493米²和1台516米²的机上冷却烧结机，英国也有1台406米²的机上冷却烧结机并已设计（在斯肯索普）550米²的机上冷却烧结机。

表1-7列出了国外部分大型烧结机及其主要配套设备表。由表1-7可见，烧结机的配套