

国外烧结设备

西安重型机械研究所编

机械工业出版社

国外烧结设备

西安重型机械研究所编

机械工业出版社

本书是根据所收集到的近十年来，国外主要产铁国家烧结设备的情况及发展趋势综合汇编而成。书中着重介绍了烧结生产中的主要设备：混合机、点火器、烧结机、破碎筛分设备、冷却机、风机和除尘设备等结构特点和主要工艺参数，以及烧结生产自动化方面的问题。此外还对几个规模不同的烧结厂的设备情况作了简单介绍。

本书可供从事烧结设备工作的科研、设计、制造及使用人员参考，也可供大中专院校有关专业的师生参考。

国外烧结设备

西安重型机械研究所编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32 · 印张 12⁷/₈ · 字数 330 千字
1975 年 5 月北京第一版·1975 年 5 月北京第一次印刷

印数 0.001—8.000 · 定价 1.10 元

统一书号：15033·4260

前 言

建国二十多年来，在伟大领袖毛主席的英明领导下，全国人民贯彻执行党的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线，钢铁工业和重型机械制造业也和全国其他部门一样，取得了很大的成就。在批林批孔运动的推动下，我国的钢铁工业必将以更高的速度向前发展。

随着炼铁工业的发展，对于贫矿和多种金属共生复合矿的利用大大增加，这些矿石经过处理后所得到的精矿粉，以及富矿在破碎过程中产生的富矿粉，都需要经过造块，才能进行冶炼。烧结是一种主要的矿粉造块方法，因此，烧结设备的改进和完善，对钢铁生产的发展具有重要的意义。

近年来，国外在改进和发展烧结设备和工艺方面，作了一些试验研究工作。遵照伟大领袖毛主席“洋为中用”的教导，我们搜集了苏、美、日、英、西德等国近十年来有关烧结设备方面的理论研究、实验成果、计算方法和结构等方面的资料，汇编成本书，供同志们参考。

本书第一章简单地叙述了国外烧结生产的概况和发展趋势。为了便于了解烧结生产的全过程，第二章将烧结厂中的主要设备及烧结过程中几个主要工艺参数的确定作了简单介绍。第三章至第五章，分别介绍完成烧结过程的主要设备，如混合机、布料器、烧结机、破碎机、筛分设备及运输装置等。第六章至第八章，分别介绍了冷却机、风机及除尘装置的结构特点、形式及一些试验成果和计算方法。对于目前存在的较难处理的问题，如风机的磨损、噪音以及烧结厂中二氧化硫的处理等，也作了一些说明。第九章对烧结机和烧结

工艺过程的自动控制、烧结操作自动控制的理论分析作了简单介绍。第十章介绍了西德、巴西、日本等几个规模不同的烧结厂的主要设备及附属设备的概况。

在编写本书的过程中，得到了许多兄弟单位的大力支持和协助，在此谨表谢意。由于我们缺乏经验，水平有限，书中一定会有不少缺点和错误，希广大读者批评指正。

西安重型机械研究所

1974年6月

目 录

第一章 烧结生产概况	1
第二章 烧结厂及烧结工艺参数	15
第一节 烧结厂	15
第二节 烧结机的生产率	23
第三节 真空制度	32
第四节 单台烧结机返矿量的计算	38
第三章 混合机与布料器	42
第一节 混合机	42
第二节 布料器	68
第四章 烧结设备	72
第一节 传动装置	72
第二节 台车	81
第三节 台车篦条	94
第四节 点火器	106
第五节 密封装置	140
第五章 热矿的破碎、筛分及运输	151
第一节 单辊破碎机	151
第二节 热矿振动筛	153
第三节 高温烧结矿的运输	173
第六章 冷却机	183
第一节 盘式冷却机	186
第二节 格式冷却机	188
第三节 塔式冷却机	204
第四节 带式冷却机	212
第五节 环式冷却机	224

第七章 风 机	235
第一节 风机的选型及分类	235
第二节 风机主要部分的构造	252
第三节 风机的结构设计及典型风机举例	266
第四节 风机叶轮的动平衡	28
第五节 风机的磨损、噪音及防止	289
第八章 除 尘	297
第一节 除尘装置的分类	297
第二节 烧结厂的除尘	339
第三节 烧结厂中 SO_2 气体的扩散及处理	352
第九章 烧结生产自动化	359
第一节 烧结机的计算机控制	359
第二节 烧结工艺过程的计算机控制	363
第三节 烧结操作的理论分析	367
第十章 几个国外烧结厂概况	390
第一节 西德伊尔塞德冶金公司大伊尔塞德炼铁厂烧结设备	390
第二节 日本日新吴第二烧结厂	397
第三节 巴西烧结厂	406
第四节 日本小仓制铁所 2 号烧结机	410
第五节 日本钢公司名古屋烧结厂	412
第六节 日本钢管福山 4 号烧结机	415

附表:

1. 国外 130 米 ³ 以下的烧结机	418
2. 日本的烧结机	420
3. 苏联烧结厂的热矿筛和冷矿筛工艺指标	424
4. 日本荏原制作所 1960 年以来所制造的烧结风机	426
5. 日本日立制作所烧结抽风机性能	427

参考文献

第一章 烧结生产概况

随着钢铁工业的发展,现有的富铁矿石已不能满足要求,这样必须采用含铁量较低的贫矿。但贫矿不能直接入炉炼铁,必须经过破碎、筛分和选矿,使其成为含铁较多的富矿粉,而这些矿粉仍不能直接入高炉进行冶炼,必须经过造块。粉矿造块的方法有:烧结法、球团法、压块法及铁焦法。但应用最广的是烧结法。球团法在最近几年发展也很快。

烧结的目的,是将碎矿石在高温下固结成适合于冶炼的矿块。在烧结过程中也除去了其中一部分有害杂质。烧结技术开始于二十世纪初期,至1955年以前,发展缓慢。最近十多年来,为了进一步提高钢铁的产量,普遍重视炼铁前原料的预处理,因此烧结生产和烧结技术都有了非常迅速的发展。烧结矿在高炉炉料中的比重在不断地增长着,它在高炉冶炼过程中的积极作用,已为生产实践所证实。下面简单介绍近年来,国外在烧结生产方面的发展趋势和工艺设备方面的改进。

一、烧结生产的发展趋势

烧结技术的发展,不仅解决了粉矿的造块问题,而且能大幅度地增加高炉的出铁量,降低炼铁过程中的焦炭消耗(焦比)和成本。据日本资料报导,采用自熔性烧结矿[●]时,入炉熟料[●]的配合率每增加20%,生铁成本可降低2%,高炉

- 烧结矿中含氧化钙(CaO)与二氧化硅(SiO_2)之比(CaO/SiO_2)大于1的,叫自熔性烧结矿。
- 加入高炉的人造富矿叫熟料,如烧结矿、球团矿等。

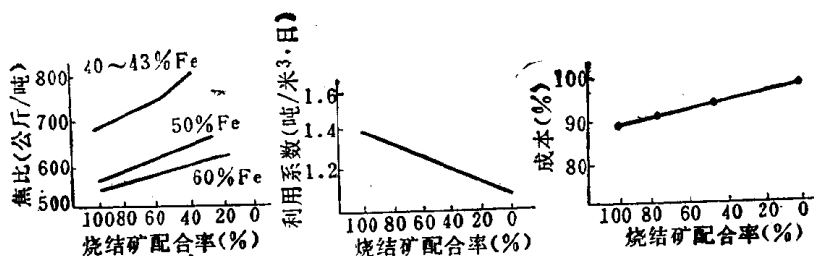


图1-1 使用自熔性烧结矿的优越性

利用系数可提高 $0.16 \text{ 吨/米}^3 \cdot \text{日}$ 左右。对于各种品位的矿石，焦比均有显著下降（如图 1-1 所示）。

近年来，由于不断加大高炉入炉中熟料的比例，大力提高烧结矿的产量，使矿铁比[●]不断下降。钢产量在2000万吨时几个国家的矿铁比为：美国 1.86（1904年），苏联 1.98（1949年），日本 1.83（1960年），西德 1.86（1955年），英国 2.32（1955年），法国 2.56（1968年）。法国矿铁比较高，主要是使用自产的低品位铁矿石（含铁 32%）；日本矿铁比最低，主要是采用进口的高品位矿石及人造富矿。钢产量由 2000 万吨增加到 4000 万吨时，日本和西德由于进口高品位矿石及人造富矿，以及炼铁技术的提高，矿铁比有较大的下降，日本由 1.83 降至 1.73（1965年），西德由 1.86 降至 1.52（1968年）。在此期间，美国和苏联矿石基本自给，矿铁比变化不大。

在 1960年~1969年期间，主要一些产铁国家矿铁比下降情况如下：美国由 1.95 降至 1.47，苏联由 1.95 降至 1.88，日本由 1.83 降至 1.46，西德由 1.82 降至 1.46，英国由 2.33 降至 1.83，法国由 2.95 降至 2.36。1970年日本烧结矿入炉比

● 铁矿石消耗量与生铁产量之比值叫矿铁比。

占76%，苏联高达90%以上。平均生产一吨生铁所消耗的烧结矿，美国为1.188吨/吨生铁（包括球团矿），英国为1.175吨/吨生铁。钢铁产量的不断提高，高炉逐步大型化，烧结矿入炉比不断增加，促使烧结矿产量急剧增加。1970年烧结矿产量苏联为14881.9万吨，美国8582.6万吨，日本7403.9万吨，英国2084万吨。与1955年相比，这些国家的烧结矿增长分别为4.4、3.5、21.3、2.6倍。

表1-1~3分别列出了几个国家的烧结矿入炉比、烧结矿、铁的产量及高炉用烧结矿的情况。表中的烧结矿包括球团矿。

表1-1 几个国家的烧结矿入炉比 (%)

国家 年度	苏 联	美 国	西 德	日 本	英 国	法 国
1960	73.6	52.8	47.4	46.5	49.5	15.9
1961	79.6	58.4	51.5	55.6	52.5	18.2
1962	79.0	59.5	58.2	62.6	61.2	25.7
1963	83.0	61.8	63.6	65.2	68.0	39.7
1964	86.8	62.6	63.4	62.8	69.5	45.0
1965	—	64.0	67.5	62.9	71.5	48.6
1966	85.6	66.2	70.7	65.6	72.5	53.5
1967	89.4	69.7	69.2	66.9	74.7	60.3
1968	90.8	70.2	66.7	70.1	74.0	61.4
1969	92.7	72.1	64.7	75.5	72.0	68.8
1970	93.0	74.2	66.5	76.6	70.5	70.1

表1-2 几个国家的烧结矿及铁的产量

(万吨)

国家 年度	苏 联		日 本		法 国		西 德		英 国		美 国	
	烧结矿	生 铁	烧结矿	生 铁	烧结矿	生 铁	烧结矿	生 铁	烧结矿	生 铁	烧结矿	生 铁
1950	1202	1920	—	223.3	41	776.1	522	947.3	350	978.7	1390	5936.6
1955	3381	3331	352	521.7	174	1036.1	884	1648.2	789	1267.0	2435	7057
1960	6531.4	4675.7	824.2	1189.6	635	1400.5	2289.9	2573.9	1502.4	1601.6	5520.4	6107.2
1961	7419	5090.0	1332	1582.1	742	1439.5	2439	2543.1	1484.1	1498.4	5648.0	5923.5
1962	8336	5526.5	1736.4	1797.2	1094.7	1395.2	2583.2	2425.1	1594.2	1391.2	6101.0	6013.8
1963	9363	5869.1	2001	1993.6	1453.6	1430.6	2583.2	2290.9	1808.4	1482.5	6755	6565.7
1964	10361	6237.7	2307.3	2377.8	1744.1	—	2870.5	2718.2	2136.3	1755.1	7677.5	7821.3
1965	11160	6620.0	2695	2750.2	1855.3	1576.9	2991.2	2698.9	2169.1	1774.0	7741.4	8058.4
1966	11726.0	7026.4	3117	3201.8	1943.6	1558.7	2908.1	2541.3	1954.4	1596.2	8253.4	8360.5
1967	12605.5	7481.2	3778.2	4009.5	2106.1	1571.4	3066.9	2736.6	1909.1	1539.6	8238.6	7950.5
1968	13542.1	7878.8	4576.1	4639.7	2282.9	1644.9	3228	3030.5	2034.0	1669.5	8483.3	8104.2
1969	14235.9	8163.5	6082.5	5814.7	2716.1	1821.2	3415.9	3376.4	1966	1665.3	8677.0	8661.7
1970	14831.9	8593.3	7403.9	6804.8	2790.4	1922.1	3500.8	3362.7	2084.8	1767.2	8528.6	8332.4
1971	—	8930.4	8717.6	7274.5	3021.3	1834.5	3280.5	2998.0	1881.2	1541.6	—	7411.6

表1-3 几个国家高炉用烧结矿的情况 (吨/吨生铁)

国家 年度	日 本	苏 联	法 国	西 德	英 国	美 国
1957	0.66	1.20	0.17	0.64	0.65	0.56
1958	0.78	1.28	0.23	0.74	0.73	0.64
1959	0.72	1.30	0.31	0.76	0.92	0.71
1960	0.70	1.37	0.437	0.89	0.94	0.831
1961	0.87	1.38	0.51	0.955	0.99	0.921
1962	0.972	1.47	0.722	1.058	1.143	0.929
1963	1.013	1.537	1.003	1.09	1.208	0.947
1964	0.949	1.591	1.095	1.054	1.217	0.961
1965	0.991	1.67	1.166	1.108	1.22	0.969
1966	1.032	1.586	1.245	1.145	1.222	1.016
1967	1.039	1.624	1.342	1.118	1.238	1.114
1968	1.094	1.541	1.371	1.067	1.246	1.154
1969	1.179	1.673	1.45	1.088	1.176	1.157
1970	1.199	1.670	1.436	1.128	1.175	1.192

二、工艺和设备的改进

国外一些烧结厂在工艺和设备等方面有所改进,提高了设备的生产率,降低了燃料消耗,增加了产品的合格率,减少了设备停工时间。表 1-4 列举了几个烧结厂的技术经济指标,表 1-5 列举了几个烧结厂的情况。

表1-4 国外几个烧结厂的技术经济指标①

国家	厂名	生产能力 (吨/日)	烧结机		技术经济指标	产品质量									
			面积(米 ²)	台数											
苏联	西西伯利亚烧 结厂	7800	4×78=312	2	1.15	90.0	51.8	—	78	19.5 米 ³ /吨 ^②	—	57.0	15.0	0.96	78
	切利亚宾斯克 烧结厂	1770	2×25=50	—	1.571	93.0	—	30	59	—	—	48.5	19.0	1.09	转鼓 25~30
日本	久保田烧结厂	700	1.5× 12.5=18.75	1	1.51	94.5	—	8.1	59.5	—	—	—	—	—	—
	福山2号烧结 机	5202	3×54=162	1	1.62	88.9	—	—	55.5	5.1米 ³ /吨 ^②	—	57.5	10.7	1.3	82.1
美国	名古屋2号烧 结机	7225	3.5×56=196	1	1.66	94.5	—	—	—	61.0	9.3米 ³ /吨 ^②	59.5	10.3	1.61	89.5
	阿利查帕	7800	4×56.1=225	1	1.44	85	—	—	—	—	41200	—	—	—	—
英国	约翰·苏玛文 子3号烧结机	2280	2.44× 36.4=89	1	1.07	—	—	—	95	35100	—	53.3	7.4	0.8	—
法国	提翁维耶烧结 厂	168万吨/ 年	180	1	1.04	—	57	28	—	—	—	—	—	—	—
	隆巴2号烧结 机	12000	5×80=400	1	—	—	83~89	—	91	—	—	—	—	—	—
	纳夫钢铁厂	6000	288	1	1.0	84	—	—	92~98	—	—	—	—	—	—

① 本表来源为长沙黑色金属矿山设计院1972年统计资料。

② 表示焦炉煤气。

表1-5 国外几个烧结厂情况

厂名	投产年代	原料	混料造球设备(米)		烧 结 机			烧 结 风 机		冷 却 机		除 尘 器	
			一	二	宽×长(米 ²)	能力	台数	风量(米 ³ /分)	风压(毫米水柱/功率)	形式	规格(米 ²)	烧结	机尾
小仓(日)	1971	精矿	圆筒3.3×10	多段锥 φ4×12	3.7×33=122	1.3吨/米 ² ·小时	1	11500	1500/3500瓩	带式	160	干式电集尘	袋滤器
君津(日)	1971	精矿	圆筒5.2×23	—	5×100=500	2万吨/日	1	22000	2000	环式	400	干式电集尘	干式电集尘
名古屋(日)	1968	精矿	圆筒	圆筒	4×70=280	1万吨/日	1	28000	1250	带式	300	旋风集尘	干式电集尘
户畑(日)	1960	精矿	圆筒3×10	φ3.2×12	2.5×52=130	3500吨/日	1	11700	1200/3800瓩	环式	200	—	电集尘
川崎(日)	1960	精矿	圆筒1.8×3.4	多段锥 φ3.05×9.12	2.4×39.58=95	2500吨/日	1	8100	1100/2350瓩	带式	88	—	—
CSN(巴西)	1968	精矿	圆筒	—	3.65×3.65=167	3250吨/日	1	19000	1140	环式	φ18米	—	—
新利别茨克(苏)	1964	粉矿	圆筒	φ3.2×12.5	4×78=312	375吨/时	2	12000	1150	带式	315	多管	—
阿利泰帕(美)	1961	精矿	圆筒	φ3.66×9.15	4×56=225	7710吨/日	1	9900	890	环式	307	多管	—
大湖(美)	1958	精矿	圆筒3.66×9.15	φ3.66×15.2	3.66×60.25=223	6530吨/日	1	9735	1060	带式	166	旋风	—
瑞德包尔恩(英)	1962	精矿	圆筒	3.4×8.2	2.44×63.4=154	203吨/时	2	12735	762	带式	119	静电	静电
堪培拉(澳)	1960	精矿	圆筒	φ2.9×5.5	4×44=176	155~255吨/时	1	8500	890	带式	257	静电	静电

1. 设备的改进

二十世纪初期,最早采用的烧结设备是瑞典的AIB、美国的G.W等间歇式烧结设备。随着生产的发展,这种间歇式烧结设备逐步由DL连续式烧结机代替。

第一台DL带式烧结机建于1911年。这台设备的台车宽度1.067米、长度7.76米、烧结面积 8.3米^2 、产量为116吨/日。这种尺寸的烧结机,1923年后停止生产。1934年出现了台车宽度1.524米、长度20.17米、23.5米、33.6米的烧结机。1936年制造了台车宽度2.5米,有效烧结面积为 75米^2 的烧结机。在以后的20年中,台车宽度没有大的变化,最大的烧结面积不超过 120米^2 。1960年澳大利亚制成了一台宽度4米的大型烧结机。表1-6列出苏、日、英、法等各种规格的烧结机。

据统计,国外从1910到1960年的50年间,共建造了166台烧结机,总烧结面积为 7435米^2 。其中1955年~1960年投产的32台,其烧结面积为 3410米^2 。可以看出有大型化的趋势。表1-7列出了1960年以前,各种宽度烧结机的数量和总烧结面积。

1957年以后,烧结机大型化的趋势更为明显,相继出现台车宽为3.0、3.5、4.0、5.0米的大型烧结机。日本目前投产的有 500米^2 的大型烧结机。表1-8、9列出了大型烧结机的情况。

国外烧结机应用最多的是苏联、日本和英国。据统计,1970年苏联拥有烧结机163台,总面积为 13000米^2 ;日本有54台,总面积为 7842米^2 ;英国有45台,总面积为 4200米^2 。烧结机大型化最突出的是日本,1924年~1940年间用的烧结机,平均每台烧结面积为 9.5米^2 ,目前拥有的烧结机,平均为 $145\text{米}^2/\text{台}$ 。1967年最大的单机烧结面积为 284米^2 ,而

表1-6 苏、日、英、法等国各种规格烧结机

国家	<50米 ²				50~100米 ²				100~200米 ²			
	数		面		数	量		积	数	量		积
	台	%	米 ²	%		台	%			台	%	
苏联	2	1.2	45.0	0.3	148	90.8	9795	75.3	—	—	—	—
日本	6	11.1	164.1	2.1	14	26.0	933.6	11.7	23	42.5	3276.67	42.0
法国	1	5	24	0.7	5	25	371.5	11.5	11	55	1744	54.1
英国	1	2.2	28	0.6	33	73.4	2577	61.4	11	24.4	1995	38.0

国家	200~300米 ²				>300米 ²				总 计			
	数		面		数	量		积	数	量		平均面积
	台	%	米 ²	%		台	%			台	米 ²	
苏联	10		2244		3	—	—	936	—	163	13020	~80
日本	6	11.1	1548	19.7	5	9.3	—	1920	24.5	54	7842.37	145.23
法国	1	5.0	288	8.9	2	10.0	—	800	24.8	20	3227.5	161.3
英国	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	4200.0	93.5

表1-7 1960年以前各种宽度的烧结机

台车宽(米)	烧结机数量(台)	总的烧结面积 (米 ²)
1.07	78	907
1.524	5	188.5
1.83	73	3830
2.0	2	148.5
2.45	3	342.5
2.50	11	1250
3.0	1	140
3.5	2	385
4.0	1	225

表1-8 几个国家目前最大的烧结机

国	家	烧结机面积 (米 ²)	生产能力 (吨/日)
日	本	500	20000
苏	联	312	375吨/小时
美	国	225	7710
法	国	400	13200
西	德	402	13000
英	国	180	4000~5000
卢	森堡	320	8200

1971年则为500米²，正在设计的为750米²。苏联原来大多数采用的是50米²、75米²的烧结机，从1964年以后，也投产了312米²的大型烧结机。