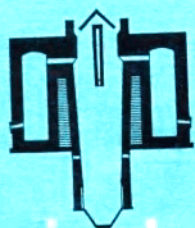


# 竖炉球团



冶金工业出版社

## 前 言

近年来，我国铁矿球团技术随着钢铁工业的发展也得到提高。目前有不少厂采用竖炉生产球团矿。为了总结这方面的经验，以进一步提高我国竖炉球团工艺、生产技术，特编写了此书。

全书除绪论外，共分九章。书中总结了我国在竖炉球团试验研究、设计和生产方面的经验，介绍了一些国外竖炉球团厂的设计与操作情况。同时，对竖炉焙烧原理和热工计算进行了阐述和探讨，并对设计和生产提出了某些改进建议。可供从事炼铁原料的科研、设计与生产的广大工人和技术人员以及大专院校有关专业师生参阅，也可供高炉工作者参考。

本书在编写过程中，曾得到各方面的支持。承赵德工程师和孙君泉工程师负责技术审阅，吴学托、孙庆和、吴立民、卜琴一、秦洪来、张志勋等工程师和李文忠、田济民、李树华老师给予了指导和帮助，各竖炉球团厂的领导、工程技术人员和工人师傅也提供了宝贵的经验和资料，在此一并致以衷心的感谢。

由于本人水平有限，经验不足，错误与不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

# 目 录

前言	
绪论	1
第一章 原、燃料及其准备	9
第一节 含铁原料	9
第二节 添加剂	13
第三节 燃料	20
第二章 配料与混合	23
第一节 配料	23
第二节 混合	28
第三章 造球	33
第一节 造球设备	33
第二节 细磨物料的成球机理	43
第三节 造球操作及提高生球产、质量的途径	54
第四节 生球筛分	57
第四章 竖炉球团焙烧作业	59
第一节 球团焙烧固结的基本原理	59
第二节 球团竖炉工作原理分析	68
第五章 炉体结构及其设计与计算	77
第一节 炉体结构	77
第二节 有关计算	82
第三节 炉体尺寸的确定	112
第六章 竖炉设备	122
第一节 布料与排料设备	122

第二节	齿辊及其液压传动系统·····	129
第三节	成品运输及冷却设备·····	149
<b>第七章</b>	<b>竖炉生产操作·····</b>	<b>156</b>
第一节	竖炉热工参数的测定及控制·····	156
第二节	开炉与停炉·····	160
第三节	正常炉况的特征及其生产操作·····	166
第四节	炉况失常及其处理·····	169
<b>第八章</b>	<b>竖炉除尘·····</b>	<b>173</b>
第一节	概况·····	173
第二节	竖炉除尘设计参数的选择与计算·····	175
第三节	竖炉除尘设计及操作·····	182
<b>第九章</b>	<b>工艺参数的测定与质量检验·····</b>	<b>190</b>
第一节	铁精矿粒度的测定·····	190
第二节	配料精确度的测定·····	193
第三节	混匀效率的测定·····	194
第四节	生球质量检验·····	195
第五节	球团矿质量检验·····	197
<b>参考文献书目</b>	<b>·····</b>	<b>212</b>

## 绪 论

球团法是细磨精矿造块方法之一。球团法是瑞典 A.G 安德逊在1911年提出的（专利号35124）。高炉最早试用球团矿是1948年在美国矿山局明尼阿波利斯小高炉中进行的半工业性试验，1950年以后，球团矿生产才得到发展。

由于球团法既能解决美国铁燧岩细粒精矿的造块问题，又具有改善高炉炉料的理化性质和冶炼效果等优点，因此，试验一成功，球团法就在美国获得较迅速发展。随后，引起各国钢铁部门的兴趣。

近二十年来，特别是七十年代，世界球团矿产量增长很快。1980年世界球团矿总产量达2.8亿吨，比1964年（4900万吨）增加5倍以上（参见表 I）。

世界上焙烧球团矿的方法主要有竖炉、带式焙烧机和链篦机一回转窑三种。在六十年代初，以竖炉球团为主。最大竖炉球团厂是美国伊里厂，年产球团矿750万吨（后来发展到1000万吨）。特别是在国外32个中小型钢铁企业（指年产100万吨以下的）中，有20个采用竖炉生产球团。但随着球团产量的增加，设备材质及设备制造能力、水平的提高，单机能力高的带式焙烧机和链篦机一回转窑球团法获得迅速发展。1960年竖炉、带式焙烧机和链篦机一回转窑三种球团法生产能力的比例分别为62、34.3、3.7%；到1975年已变为13.8、50、35.2%。因此，单机生产能力较低的竖炉球团的比例在国外逐年下降。自1975年在阿根廷希拉格郎球团厂四座15.95

## 国 外 竖 炉 球

国 别	厂 名	投产 时间 (年)	生产能力 (万吨/ 年)	原料情况	使用的 粘 结 剂
美 国	伊 里	1955		磁铁精矿 -325目占91~92%	膨润土 8.15公斤/吨
		1960	930		
	格 雷 斯	1968	1050		
		1961	150	磁铁精矿	膨润土 4.08公斤/吨
		1962	70	同 上	
康 沃 尔 皮 里 奇	1964	200	磁—赤—黄铁精矿	膨润土 3.28公斤/吨	
加 拿 大	马尔莫拿	1953	50	磁铁精矿	膨润土 5.85公斤/吨
		1957	90	同 上	
	希 尔 顿 牟 斯 山 格 里 菲 斯	1963	60	同 上	
		1967	150	磁铁精矿 -325目占95%	膨润土 6.8公斤/吨
日 本	千叶:1号球团厂	1952			
	2号球团厂	~1957			
	3号球团厂	1958	共126	进口矿石和 本国黄铁矿 -325目占70%	
	六个小厂	1961	共100		
法 国	塞 格 雷	1961	5	磁铁精矿	
意 大 利	弗 罗 啞	1955	3	同 上	
芬 兰	奥坦马基	1955	25	含钒磁铁精矿	
瑞 典	马耳姆伯尔厄特 (共3个厂)	1955	140	磁铁精矿	膨润土 或硫酸亚铁
		1963 ~1966	6	同 上	
			8	赤铁精矿	
	50		磁铁精矿		
	6		同 上		
	6		同 上		
	法隆 弗洛曼 弗朗斯	250吨/日	同 上		
		300吨/日	磁铁矿和黄铁矿		
6		赤铁精矿			
80吨/日	赤铁精矿				
175吨/日	磁铁精矿				
澳 大 利 亚	萨维奇河	1967	225	磁铁精矿 -325目占85%	
菲 律 宾	拉腊普	1965	75	磁铁精矿	
南 斯 拉 夫	捷列扎拉斯科普列	1968	15	磁—赤铁精矿	
阿 根 廷	希拉格郎	1975	200	磁铁精矿	
摩 洛 哥	米纳得里弗	1972	85	同 上	

团 厂 简 况

表 I

造球设备				竖 炉					焙烧温度 (℃)	
类型	数量 (台)	规格 (米)		类型	数量 (座)	规 格 (米)				
		直径	长度			宽	长	高		面积 (米 <sup>2</sup> )
圆筒	24	2.74	6.71	S.D	24	1.83	4.27	13.7	7.81	1288
同上	2				2	2.13	4.12	18.3	8.77	
同上	1				1	2.44	6.40		15.6	
圆锥	12	3.66	10.98	伯利恒	6	2.90	5.50	7.22	15.95	1288
圆锥				同上	3	1.87	4.27		7.8	
圆筒	5	3.08	6.71	同上	5	1.98	4.57	17.4	9.78	1288
圆筒	4	2.44	5.03	同上	4	1.83	3.66	15	6.7	1249
同上	3	2.74	5.50	同上	3	1.83	4.30	19.8	7.87	
同上	2	2.74	8.23	S.C	2	2.13	4.42	13.7	9.4	1370
同上	3	3.10	9.30	P.M	3	2.44	6.40	18.3	15.6	1288
圆盘	4			S.C	4					
同上	4				4					
同上	4				4					
圆筒	1	1.2	3.5	圆型	1	φ 2.2			3.8	
	1	1.8	5	同上	2	φ 2.0			3.1	
				同上	2	φ 3.3			8.8	
圆筒	7	1.8	6	S.C						
		2.4	9.8		3	1.8	6		10.8	
		3.0	9.8	S.C	1	2.13	6.4		13.6	
同上	2串连	1.2	5		1	1.2	3.6		4.30	
同上	同上	1.8	5		1	1.2	6.1		7.4	
同上	2	1.8	5	S.C		1.75	6.48		11.0	
同上	1	1.2	5	圆型	2	φ 1.6			2	
同上	1	1.2	5	同上		φ 1.7			2.3	
同上	1	1.8	5	同上		φ 2.8			6.1	
同上	1	1.8	5	同上		φ 3.0			7.1	
同上	2	1.8	5	同上		φ 1.7			2.3	
同上	1	2.1	4.0	同上		φ 1.5			1.8	
同上	1	1.8	5	同上		φ 1.8			2.55	
同上	3.05	8.5		S.C	5	2.13	6.4		13.0	
				同上	3					
					1					
					4	15				

米<sup>2</sup>竖炉（每座竖炉日产球团矿 1350 吨，年产 40~45 万吨）投产后，再没有继续兴建。这是由国外的具体条件决定的。

我国蕴藏着大量贫铁矿，为了提高品位，必须细磨精选。这种精矿采用烧结法造块比较困难，采用球团法则较有利。早在 1958 年，鞍钢便建成了隧道窑，用隧道窑生产球团矿作为炼钢和炼铁原料。不久又有竖炉和带式焙烧机投入生产。

由于竖炉具有投资省、设备简单、热效率高、生产费用低等优点，竖炉球团法在我国中小型钢铁企业中，得到发展，具有其独特的生命力。

我国在 1958 年开始试验研究竖炉球团法，1965 年进行半工业试验，1968 年工业竖炉投入生产，现在已在 12 个厂建成 26 座竖炉。全国竖炉球团厂概况见表 I ~ IV。

竖炉球团法在我国还是一项新工艺。几年来，经过不断实践，竖炉工艺和设备获得很大改进，取得了一整套比较完整的经验。尤其是设计出具有我国特点的新炉型（增设“炉口烘床”和“炉内导风墙”）后，竖炉产量更有提高。目前已有两个厂的竖炉生产能力接近和达到了国外同类型竖炉的先进生产水平。此外有的球团厂还以褐铁精矿为原料，焙烧出优质球团矿。我国典型的竖炉球团厂工艺流程见图 I。

为了解决硫酸渣的综合利用，先后在开封炼铁厂、威远钢铁厂、大连炼铁厂和韶关钢铁厂建成 2 米<sup>2</sup>球团竖炉进行氯化焙烧。还有一些小型钢铁厂为解决“平地吹”土法烧结存在的问题，建成了用固体燃料的“圆形土竖炉”（如济南二钢、烟台等）。考虑到这些竖炉与前述的竖炉球团法存在差异，本书没有进行讨论。



表 II

我国一些竖炉球团厂概况

厂名	竖炉规格 及座数 (米 <sup>2</sup> ×座)	投产时间 (年,月)	原料	添加剂	圆筒造球机 规格及台数 (米×台)	传动装置	
						传动形式	传动轴 数量 (根)
济南钢铁厂	8×1	1968.3	磁铁矿	消石灰	φ3×8	单缸液压传动	7 80
杭州钢铁厂	8×1	1970.10	同上	钠基膨润土	φ4.2×4	双缸液压传动	7 80
安阳钢铁厂水冶分厂	8×2	1978.6	同上	消石灰	φ3×15	单缸液压传动	7 100
莱芜钢铁厂	8×2	1973.5	同上	同上	φ4.2×7	双缸液压传动	6 120
凌源钢铁厂	8×2	1975.5	同上	同上	φ4.2×10	同上	8 70
承德钢铁厂	8×2	1969.8	同上	生石灰	φ4.2×6	同上	8 80
萍乡钢铁厂	5.5×2	1972.10	褐铁矿	钠基膨润土	φ4.2×3	单缸液压传动	7 100

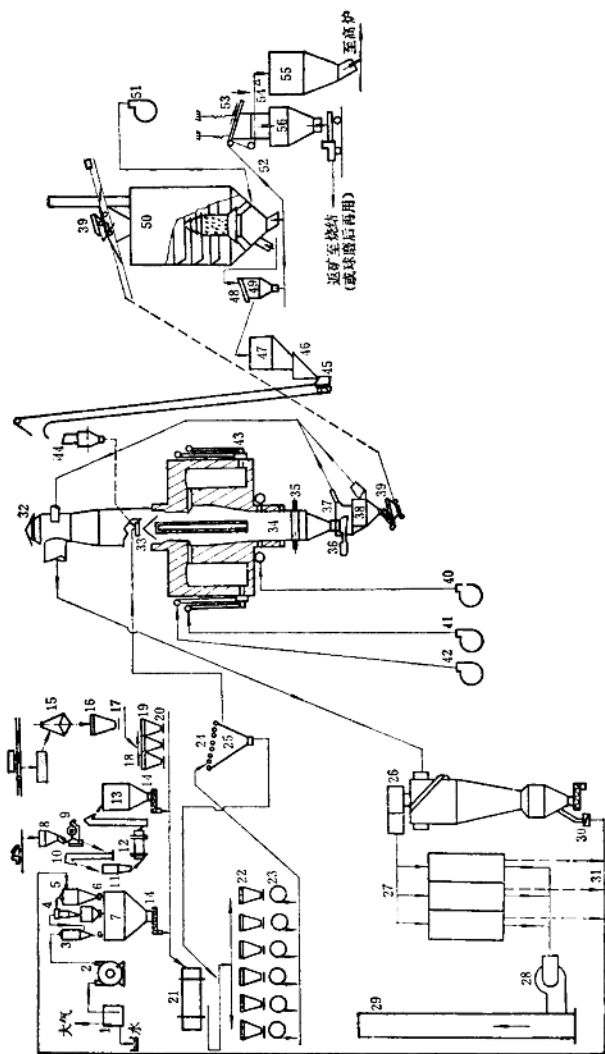


图 1 我国典型竖炉团球厂工艺流程图

1—气分离器, 2—Z8-3水环真空泵, 3— $\phi 220 \times 1800 \times 10$ 布袋除尘器, 4—旋风分离器,  
 5—一次除尘器, 6—球形阀, 7—粉尘仓, 8—生石灰块仓(或石灰石仓); 9—颚式破碎机,  
 10—斗式提升机, 11—粗料仓, 12—球磨机, 13—细料仓, 14—螺旋给料机, 15—抓斗起重  
 机, 16—精矿仓, 17—圆盘给料机, 18—往复式胶带卸矿车, 19—配料仓, 20—胶带输送机,  
 21— $\phi 2.5 \times 5$ 米圆筒混合机, 22—混合料仓, 23— $\phi 4.2$ 米圆盘造球机, 24—圆筛, 25—生  
 球返矿仓, 26—CLP/B $\phi 2250$ 旋风除尘器, 27—玻璃丝扁布袋除尘器, 28—Y4-73 11№14锅  
 炉引风机, 29—烟囱, 30—粉尘吸嘴, 31—灰尘吸送管, 32—炉顶烟罩, 33—布料车, 34—球  
 团竖炉, 35—液压传动齿辊, 36—电振给矿机, 37—密封罩, 38—缓冲矿仓; 39—矿车卷扬  
 机, 40—冷却风机, 41—煤气压机, 42—助燃风机, 43—环缝闷流烧嘴, 44—熟球料仓,  
 45—熟球卷扬机, 46—定容漏斗, 47—熟球料仓, 48—固定筛, 49—返矿仓, 50—中贮冷却  
 仓, 51—冷却风机, 52—成品胶带机, 53—振动筛, 54—电子秤, 55—成品料仓, 56—返矿料仓

我国一些竖炉炉体尺寸表

表 III

厂名	燃烧室容积及个数 (米 <sup>3</sup> × 个)	烘床面积 (米 <sup>2</sup> )	焙烧带面积 (扣除导风墙) (米 <sup>2</sup> )	喷火口总面积 (米 <sup>2</sup> )	导风墙 通风面积 (米 <sup>2</sup> )	烘床下缘至 喷火口距离 (米)	喷火口至导风 墙下口距离 (米)	导风墙下口至 冷风进口距离 (米)	冷风进口至 冷风进口距离 (米)
济南钢铁厂	26.5 × 2	12	7.54	0.75 × 2	0.68	1.7	1.2	3.6	5.1
杭州钢铁厂	23.3 × 2	11.6	7.84	0.8 × 2	0.4	2.1	2.5	3.25	5.6
安阳钢铁厂 水冶分厂	26 × 2	14.6	6.8	0.77 × 2	0.4	2.14	2.7	2.66	5.49
凌源钢铁厂	23.3 × 2	9.9	5.86	0.7 × 2	0.38	1.8	1.72	3.01	4.23
承德钢铁厂	26 × 2	10.6	7.54	0.61 × 2	0.36	1.5	1.65	2.24	3.15
萍乡钢铁厂	17.2 × 2	7.7	4	0.48 × 2		2.3	2.34	2.18	2.98

我国一些竖炉球团厂技术经济指标

表 IV

厂名	年产量 (万吨)	作业率 (%)	日产量 (吨)	利用系数 (吨/米 <sup>2</sup> ·时)	热耗量 (万卡/吨球)	成本 (元/吨球)	加工费 (元/吨球)	球团矿质量					
								抗压 (公斤/个球)	转鼓指数 (%)	化学成分			
										FeO	S	碱度 CaO/SiO <sub>2</sub>	
杭州钢铁厂	30.12	88.94	927.4	4.83	14.4	59.75	5.86	229	94.3	55.96	1.31	0.025	0.3
济南钢铁厂	24.16	84.16	673	4.09	15.9	70.92	6.70	200	87.6	63.56	0.63	0.067	1.07
凌源钢铁厂	16.00	81.00	540	3.50	21.6	63.00	15.00	150	84.0	63.00	1.00	0.20	0.60
萍乡钢铁厂	8.81	92.87	260.6	2.02	49.6	53.11	13.04	136	93.3	55.82	0.50	0.026	0.22

# 第一章 原、燃料及其准备

球团矿原、燃料的准备是球团矿生产的重要环节。只有适宜的原料条件，才能在造球过程中获得优质生球。而生球的质量又直接影响球团矿的产量、质量。目前我国各竖炉球团厂的这一环节均不够完善，从而限制了竖炉生产能力的发挥，实有必要予以改进。

## 第一节 含铁原料

### 一、铁矿石的分类及其特征

铁矿石一般可分为磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿和菱铁矿四类。

#### 1. 磁铁矿

磁铁矿主要以 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 的形态存在，是有磁性的氧化铁。纯磁铁矿的理论含铁量为72.4%，实际含铁量为45~70%，比重4.9~5.2吨/米<sup>3</sup>；坚硬、致密、难还原；多数情况下有害杂质硫和磷偏高。

磁铁矿通常以紧密的块状和粒状的结晶集合在一起，有金属光泽，外表颜色由灰色到黑色，但条痕都是黑色。由于氧的作用，自然界的部分磁铁矿被氧化成 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，这部分又叫做假象赤铁矿和半假象赤铁矿。

#### 2. 赤铁矿

赤铁矿( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )含铁70%，比重4.8~5.3吨/米<sup>3</sup>。

赤铁矿的矿物组织有的非常致密，而有的松散。它的外

表颜色为铁黑色、钢灰色或红色。由于最先发现的赤铁矿的外表颜色有显著的红色，故称为赤铁矿(或红矿)。

赤铁矿与其他铁矿石相比，所含硫、磷、砷等有害元素较少，而且质软易破碎和还原。根据其外表形状及物理性质不同又可分为镜铁矿、母片状赤铁矿、红色土状赤铁矿、鱼子状赤铁矿、肾状赤铁矿、致密状赤铁矿。

### 3. 褐铁矿

褐铁矿是一种含结晶水的氧化铁，含铁量为52~66.1%。褐铁矿主要是以 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的形态存在。褐铁矿的组织一般都很疏松，很少看到坚实的块矿，易还原。根据其水和氧化铁的含量不同，褐铁矿又可分为针铁矿( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )、水赤铁矿( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )、黄赭铁矿( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )、黄针铁矿( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )和水针铁矿( $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )。

### 4. 菱铁矿

这类矿物主要是以碳酸铁( $\text{FeCO}_3$ )形态存在。含铁48.2%，比重3.7~3.9吨/米<sup>3</sup>。自然界中常见的是坚硬致密的菱铁矿，其外表颜色为黄褐色和灰色，常夹杂有镁、锰及钙等碳酸盐。菱铁矿露出地表部分，很容易风化变成褐铁矿。

菱铁矿属于最贫的矿石，但是经过焙烧，脱出二氧化碳和水分之后，含铁量提高，孔隙度增加。因此，它有良好的还原性能。

## 二、球团工艺对铁精矿的要求

为了获得机械强度高、冶金性能好的球团矿，对铁精矿品位、粒度组成和含水量以及化学成分的稳定<sup>性</sup>必须严格控制。目前我国球团厂所用的精矿质量较差，这给造球和焙烧工序都带来困难，这种状况必须尽快改变。

我国竖炉球团厂的铁精矿特性列于表1-1。

我国竖炉用铁精矿特性

表 1-1

厂名	化 学 成 分 (%)						含 水 (%)	产 地、名 称	粒 度 (<200目) (%)	
	TFe	FeO	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				S
济南钢铁厂	67.0	27.0	0.8	2.0	1.6	0.4	0.25	8.0	金岭镇 磁铁矿精矿	50~80
杭州钢铁厂 闲林	57.0	24.41	2.92	7.9	5.64	2.23	0.031		浙江绍兴 漕清、闲林磁 铁矿精矿	65.4
安阳钢铁厂 水冶炼铁分厂	64.2	20.92	2.4	5.57	2.23	0.031	0.43	>10	厂内自选磁 铁矿精矿	23.0
莱芜钢铁厂	64.2		2.6	3.0			0.39	10	莱芜磁铁矿精矿	60
凌源钢铁厂 保国 华铜	61.59 61.15	15.30 27.89	1.90 1.68	11.56 5.17	0.56 0.50	1.53 1.20	0.015 1.31	4.8 8.0	保国磁铁矿精矿 华铜	14.5 75.5
承德钢铁厂	61.75	29.27	1.30	2.88	2.23	3.28	0.047	9.0	本厂自产钒铁 磁铁矿精矿	65
萍乡钢铁厂	47.10	0.144	0.54	14.30	1.64	3.59	0.02	18.7	铁抗褐铁矿精矿	95
昆明钢铁厂 王家滩	54.72 44.94	0.67 0.49	0.77 0.61	12.16 20.47	0.60 1.09	3.17 5.7	0.13 0.11	17	赤铁矿	(<150目) 50
洛阳钢铁厂	61.0	21.09	0.28	13.55	0.16	0.35	0.056	>10	本厂自选 磁铁矿精矿	50
株洲钢铁厂	63.90	23.67	0.43	2.70	5.43	0.58	0.013	10	文家庄 磁铁矿精矿	60
通化钢铁厂	62.8	26.33	0.22	11.05	0.56	0.65	0.053	10	浑江、板石沟 磁铁矿精矿	45
北京铁矿	60.50	23.70	0.56	9.70	1.33	1.70			干磨干选 磁铁矿精矿	25

## 1. 铁精矿的品位

提高铁精矿品位能改善球团焙烧性能。国外为提高精矿品位，有的把磨矿粒度降至500目以下。美国球团用精矿品位已提高到66~68%。我国许多选矿厂也已进行提高精矿品位的工作，大部分磁选精矿品位已接近65%，但有的仍在60%以下。这样做，即使增加一些磨矿费用，但综合经济效果还是好的。此外，对精矿还要求品位稳定。

## 2. 铁精矿的粒度

铁精矿的粒度及其组成，对生球的强度和造球机产量，以及球团的焙烧固结过程都有很大的影响。球团生产要求铁精矿的粒度细，而且具有合适的粒度组成（最好以比表面积指数来衡量）。国外球团厂要求铁精矿比表面积为1300~2100厘米<sup>2</sup>/克，或<325目的占80%以上。

我国竖炉球团厂铁精矿粒度均比较粗，只有少数厂小于200目的占60%，甚至有的仅占20%左右，造球极为困难，焙烧性能也不好。比如某竖炉球团厂铁精矿粒度在小于200目为20~30%时，生球团强度很差，进入竖炉后大量碎裂，造成炉况不顺，经常出现欠烧和过熔现象。该厂配加40%的细精矿粉后，粒度组成得到改善，成品球团矿抗压强度提高到300公斤/个球，竖炉生产正常，日产量达到700吨以上。

铁精矿粒度和品位都是选矿厂急待解决的问题，只要矿粉细磨之后，一般精矿品位就会提高。不应考虑在球团厂增设磨矿和精选设备的方案，因为这样做在经济上是不合理的。可是，目前有的球团厂却考虑采用润湿球磨设备。精矿润磨后能增加原料的可塑性和堆比重，改善生球和干球的强度，被认为是提高球团矿产、质量的有效方法。但它仍然不能提高精矿的品位，并且要增加大量投资。



### 3. 铁精矿的水分

水分对细磨精矿的混合和造球影响很大。这一点虽未被人们忽视，但对精矿水分过高的问题至今未采取积极措施。水分过大，例如水分大于10%的精矿就无法获得优质生球。生球水分过大会恶化炉内料柱透气性，使竖炉难以正常生产。因此，一般给入造球工序的精矿水分应低于造球的适宜水分，以便在造球过程中能补加一部分水，以调整球团的粒度和均匀程度。各种精矿的适宜含水量视其性质的不同而异，磁铁精矿的水分不应大于8~10%。

控制精矿水分的关键，在于铁精矿的过滤工序，因此必须提高过滤设备的效率。如果水分确实难以降至所要求值时，那就只好加装干燥设备，但这样一来，基建投资和经营费都要提高。磁铁精矿水分过高时可以通过改进过滤操作来解决，而对于细磨浮选精矿，水分则很难降到要求值，所以必须进行干燥。美国的蒂尔登厂就是这样。我国南方一些厂常因雨季运输，精矿水分过高，也要进行干燥。萍乡钢铁厂采用 $\phi 2.2 \times 14$ 米圆筒烘干机烘干精矿，杭州钢铁厂采用 $\phi 2.2 \times 12$ 米圆筒烘干机代替圆筒混合机，烘干混合料。对于精矿水分稍有偏高的情况，可以采用在精矿仓中轮流抓取表面精矿的方法（俗称抓尖）和配加细磨返矿的办法来解决。在生产自熔性球团矿时，配加细磨生石灰粉和石灰石粉也是降低水分的一种办法。但是这些都不是根本的解决办法，最合理的办法是在选矿车间解决。至于那种企图以多加添加剂来降低水分的做法是不妥的。

## 第二节 添 加 剂

球团矿除了以铁精矿为主要原料之外，尚需配入一定数