

图书室

设计参考资料

冶炼专辑

1

2001

北京首钢设计院

设计参考资料

(1)

2001 年 1 月

冶炼专辑

目 录

建造世界上最大的球团设备的前景和效益·····	1
目前世界上运行中的球团生产设备·····	18
降低高炉焦比——第 4 届欧洲炼焦和炼铁会议的 世界关注的焦点·····	34
日本住友公司小仓厂 №.2 高炉炉缸长寿命技术·····	40

建造世界上最大的球团设备的 前景和效益

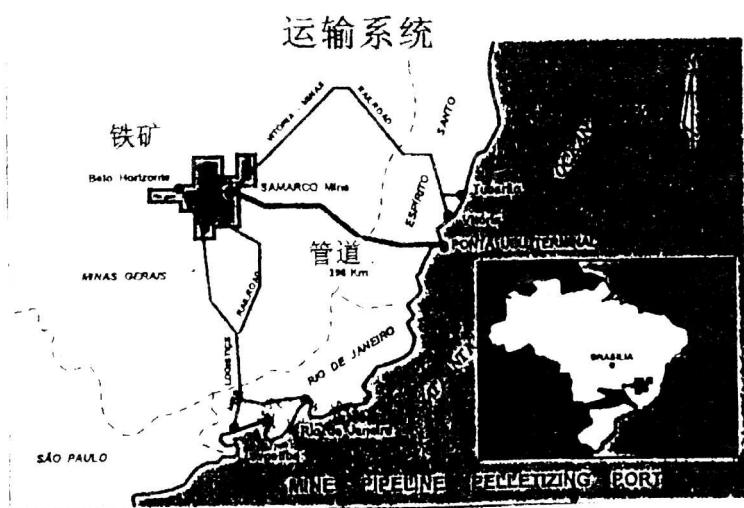
摘要

1997年9月, Samarco Mineracao S.A.公司庆祝其世界上最大的单线带式焙烧机生产运行20周年, 当时年产铁矿球团500万t, 目前年产590万t。该公司在这次庆祝大会上还举行了球团扩建项目的开幕式, 该扩建项目包括在巴西圣埃斯皮里图州的Ponta Ubu安装一台年产600万t的大型设备和辅助设备。同时, 扩建还需要大型采矿设备, 提高陆路运输系统能力, 增加破碎、研磨和浮选的生产能力, 在Germano引入一种新的预初级研磨理念, 在巴西的米纳斯吉拉斯州生产。这些扩建部分使用Samarco公司的从Germano到Ponta Ubu的长396km的矿浆管线能够处理最大为1330万t的精矿。扩建项目竣工后可使Samarco公司向国际市场提供1200万t优质铁矿球团。

1 简介

Samarco Mineracao S.A.公司是一家联合企业, 对赤铁矿进行精选。采矿和选矿厂位于米纳斯吉拉斯州的马利亚纳郡。球团厂和港口位于圣埃斯皮里图州Anchieta郡的Ponta Ubu。两个工业区间连接有396km长的矿浆管线。

在扩建方案实施前，该联合企业的年生产能力为：高炉用球团和直接还原用球团 590 万 t，球团原料 370 万 t。扩建方案实施后，年产量将提高到 1300 万 t（1200 万 t 为球团，100 万 t 为球团原料）。



2 Samarco 公司在 1977-1997 年间的生产情况

2.1 矿藏储量

目前，在 Alegria 开采的铁矿中，已证实铁英岩的储量为 4.9 亿 t。地质信息表明：Samarco 公司所拥有的区域中，可利用的铁矿储量在 50 亿 t 以上。储量情况见表 1 和表 2。

表 1 Samarco 公司的矿藏储量

Samarco 公司区域	储量 (百万 t)			
	测定的	表明的	推测的	总计
Germano	12	0	0	12
Alegria 3/4/5	72	0	396	468
Alegria 1/2/6	208	0	2202	2410
Alegria 7	78	102	1560	1740
Alegria 8/9	120	760	105	985
总计	490	862	4263	5615

表 2 测得的 Alegria 地区矿藏储量

矿的成份	t	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P	LOI
总矿量	4.9 亿	47.10	20.46	0.61	0.036	2.73

2.2 采矿和选矿

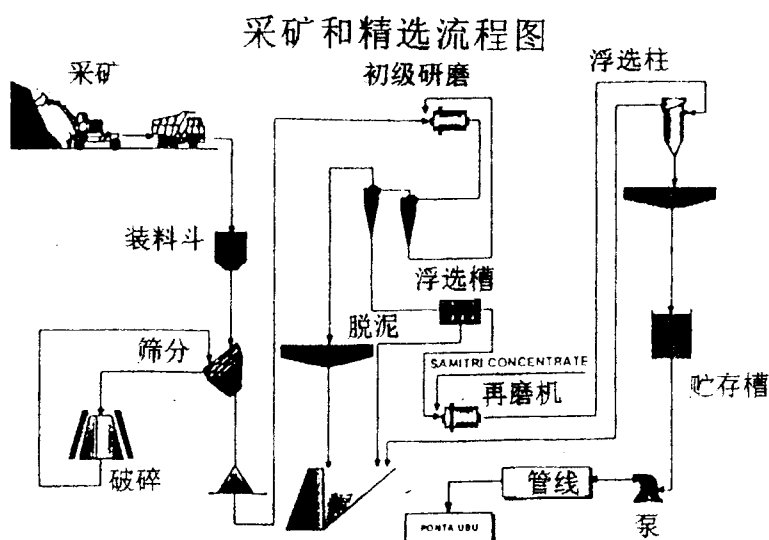
采矿为露天方式。脆铁矿由前端装载机装到卡车里, 然后运送到平均距离 300m 处的装料斗处, 供料给运输系统。一台 6km 陆路运输机将铁矿从 Alegria 的开采区运到 Germano 的铁矿处理厂。整套系统每年所运送的原矿石的设计能力为 1300 万 t, 扩建后为 2000 万 t, 以便与年产 1300 万 t 精矿的管线能力相匹配。

选矿开始于破碎和筛分工序, 将原矿尺寸破碎到 8mm

以下。初级研磨将原矿尺寸进一步减小到 100 目以下。采用旋流器和阳离子浮选法脱去矿泥，以此降低硅的含量，从而满足客户的技术要求。

浮选工序采用传统的浮选槽和浮选柱分两阶段进行。

从浮选工序出来的精选矿浆进入再磨机，从而确保精选的尺寸分布适用于造球工序。矿石的含 Fe 量从 50% 提高到 67%。再磨后，矿浆进入浓缩槽进行浓缩，然后将浓缩的矿浆运到贮存槽，最后以 62%-65% 浓度泵入管线。具体工序详见流程图。



2.3 管线

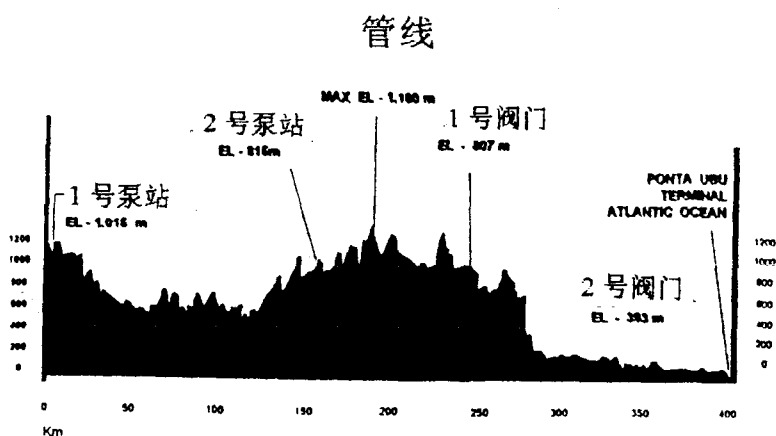
沿圣埃斯皮里图州的海岸，一条长 396km 的管线将

Germano 的选矿厂与 Ponta Ubu 的球团厂连接起来。输送矿浆的能力为每年 1300 万 t。

输送矿浆的管线上有两座泵站。该系统还安装了两个阀门，阀门有两方面作用：如果发生堵塞时，可降低管线静态水头压力，并进一步控制静态水头压力，从而避免管线和出料终端的压力过大。

整条管线的操作参数包括压力，流量和速度均可在精选机控制中心监视到。

矿浆管线使铁矿的运输成本低，安全又可靠，给 Samarco 公司带来了战略优势。



2.4 球团厂

在 Ponta Ubu 的管线终端，将输送过来的矿浆泵入搅拌槽。当搅拌槽装满或出现问题时，矿浆可旁通到浓缩槽，并直接进入矿浆贮存槽。在需要的时候，由一台铰轮式吸泥机

将矿浆从贮存槽中吸出。

利用立式圆盘真空过滤器在过滤段对留在矿浆中的水份做脱水处理。这道工序生产出的滤饼的湿度为 9.5%-10.0%。过滤后的精矿被送到成球圆盘和/或送到贮料场。

在用于造球的精矿中，掺入精心调制的辅料，如石灰石、膨润土和煤。之后送入 8 个贮料仓，为造球圆盘供料。

在球团入炉之前，生球通过一个双层辊布料器，将尺寸过大的（大于 16.0mm）和尺寸过小的（小于 9.5mm）筛分出去，从而确保球团尺寸均匀分布。Samarco 公司所生产的球团尺寸一般有 85% 都在 9.5mm-16.0mm 之间。带式焙烧机的有效台车床面积为 704m²，有 88 个风箱。工艺时间一般为 35min。在焙烧期间，最终烧结温度为摄氏 1320℃。将焙烧机用的燃料（船用 C 级燃料油和煤粉）添加到球团混合料中。焙烧过的球团冷却后送到成品贮料场。球团和精矿粉可同时生产。

港口料场的总能力为 200 万 t。该区域有两台单臂移动式铺料机，工作效率为 1500t/h，一台斗轮堆取料机，每小时堆料 1500t，取料 7000t。在正常生产情况下，由一台堆矿机和一台堆取料机将精矿粉和球团堆积起来。取出的成品运送到一台安装有轨道的移动式装船机上。

装船机有一条固定长度为 41.6m 的臂，旋转角度为 280°，在码头两侧均可装料。该码头为一个长 313m，宽 22m

2

1

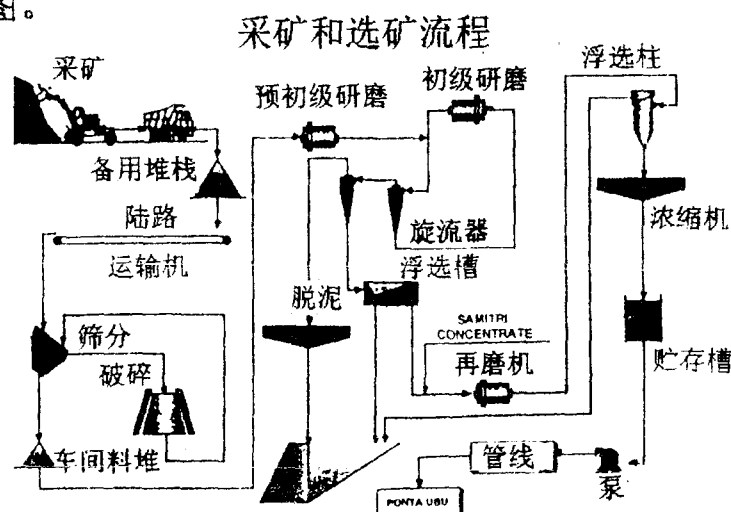
3 前景

过去两年来,对优质铁矿球团的需求量在不断增长。就 Samarco 公司目前的生产能力来看,不能满足日益增长的市场对其产品的需求。该公司目前的球团设备不能完全消化其生产的全部铁矿精品。因此,该公司不得不在利益少得多的球团原料市场上出售优质精矿。

4 扩建项目

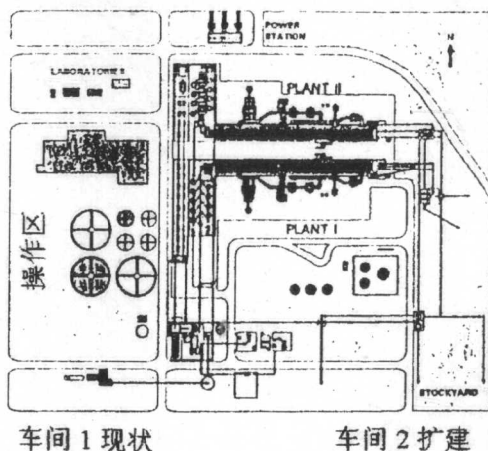
为了增加这块市场,并保持其市场份额, Samarco 公司决定对其 Germano 的精选厂和 Ponta Ubu 的球团厂进行扩建。将 Germano 生产精矿的能力提高到 1330 万 t, 以与管线能力匹配。

Germano 的扩建项目包括: 提高长距离运输设备的能力, 提高破碎和筛分厂的能力, 安装两台预初级球磨机, 安装一台辅助二次球磨机, 并提高浮选柱的能力。见下面新的流程图。



Ponta Ubu 的扩建项目包括：建立一个二级球团厂，年产 600 万 t。

球团车间平面 - PONTA UBU



4.1 项目投资

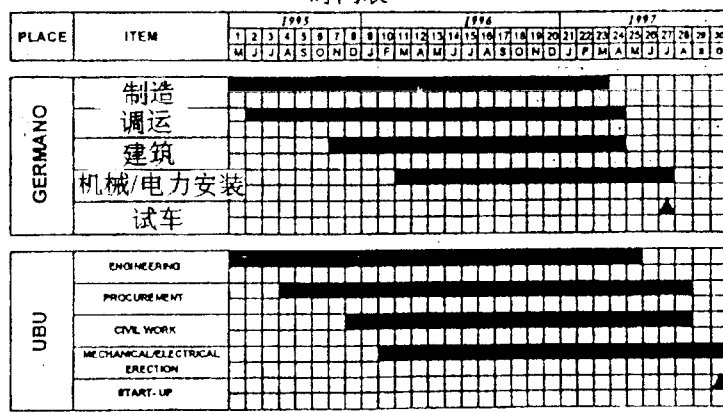
Germano 的精矿设备的扩建所需费用估计为 0.7 亿美元。Ponta Ubu 添加的球团机以及连带的新增部分约需要 2.55 亿美元。整个扩建项目投资约为 3.25 亿美元。

4.2 项目计划进度

原计划该项目需 26 个月完成；由于一些原因，该项目实际完成时间为 30 个月，详见下面的计划进度表。

扩建方案

时间表



5 效益

5.1 产品

1997 年，在扩建项目投产期间，Samarco 公司生产了 700 万 t 球团和 400 万 t 球团原料，在满负荷生产后，该公司能够生产 1330 万 t 的产品，其中球团产量为 1200 万 t。生产计划见表 3。

表 3 Samarco 的生产计划

产 品	1997	1998	1999	2000	2001
球团	7.0	12.0	12.0	12.0	12.0
球团原料	4.0	1.3	1.3	1.3	1.3
总计	11.0	13.3	13.3	13.3	13.3

单位：百万 t

5.2 球团质量

在 20 年的生产实践中，Samarco 公司获得了大量的生产优质铁矿球团的经验。这些产品被世界范围内的高炉用户和直接还原用户认可。

为了满足客户在质量方面的要求，该公司提出了许多研究方案，方案落实的结果是其生产的球团在物理、化学和冶金方面的质量均达到了最佳。

Samarco 公司生产的用于高炉的球团，在还原性、低温粉化、膨胀率及抗压方面均具有优良的指数。

直接还原用球团具有良好的还原性和金属化。

Samarco 公司的扩建项目包括对焙烧机设计，其机械部分和工艺设计均与原厂一样。它将包括许多操作和对环境的改善，但其基本工艺将与原厂相同。这一设计能够确保 Samarco 公司连续生产出优质球团。表 4、表 5、表 6 和表 7 概括了各种质量特性。

表 4 球团化学分析 (%WT)

元素	高炉用球团	直接还原用球团
Fe	66.25	67.63
FeO	0.20	0.20
SiO ₂	2.40	1.63
Al ₂ O ₃	0.56	0.45
CaO	2.05	0.64
MgO	0.08	0.44
P	0.055	0.045
S	0.004	0.004
Na ₂ O+K ₂ O	0.004	0.004
碱度=CaO/SiO ₂	0.85	0.40

表 5 物理特性

特性	高炉用球团	直接还原用球团
冷态抗压强度(kg/个球)	250-300	250-270
转鼓指数(%)		
+6.3mm	93.0-94.0	93.0-94.0
-0.5mm	5.0-6.0	5.0-6.0
粒度组成(%)		
-16.0mm+8mm	85-90	85-90
-6.3mm	1.0-1.5	1.0-1.5
气孔率(%)	30-32	30-32

表 6 高炉用球团的冶金性能

膨胀率(%)	15
还原粉化率	
+6.3mm(%)	84.5
-0.5mm(%)	10.6
荷重软化温度试验	
还原性(DR/Dt-%/min)	123
压差(mm Wg)	5
收缩(%)	6

表 7 直接还原用球团的冶金性能

林德试验 (760 ℃)	
金属化 (%)	94.0
碳	1.4
-6 目 (%)	2.0
压力(kg/球团)	90.0
静态层 (816 ℃)	
金属化 (%)	95.0
+6 目 (%)	99.5
-6 目 (%)	0.5
压力(kg/球团)	90.0
还原性	
R90(% 1min)	0.8
T90(min)	45.0
T95(min)	65.0

5.3 市场预测

1996 年，世界高炉用球团出口市场的需求量为 5480 万 t。生产厂家生产的产品能够满足这一需求。直接还原用球团市场的生产和需求基本持平，每年约为 1900 万 t。

预计 2002 年的高炉用球团将增长至 6350 万 t。同期生产能力将达到 6110 万 t。预测的直接还原用球团需求为 2760 万 t，而供货能力为 2820 万 t。

1996 年，Samarco 公司生产的高炉用球团销售地区分布为：

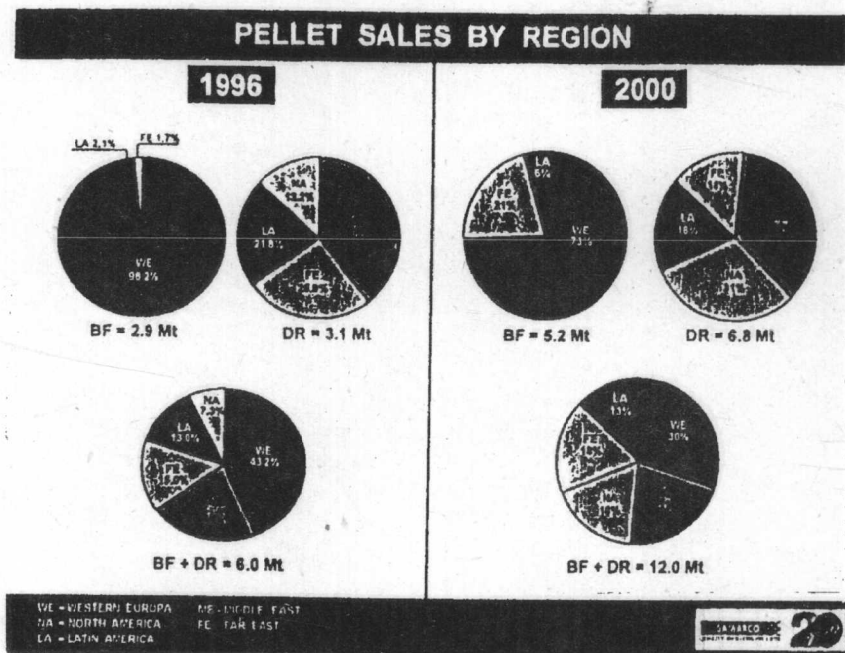
- 东 欧： 96.2%
- 拉丁美洲： 2.1%
- 远 东： 1.7%

1999 年以后，该公司的高炉用球团销售地区分布将为：

- 东 欧： 63.7%
- 拉丁美洲： 5.4%
- 远 东： 27.3%
- 北 美： 3.6%

在直接还原用球团市场中，中东已经并将分享较大部分。

如果我们考虑到整个销售情况，就会看到东欧的份额减少了，同时远东和北美的份额增加了。



5.4 市场多样化

增加的球团生产将使 Samarco 公司扩大其客户基础。这将使其在地理位置上的销售更趋于平衡。

预测的直接还原用球团的供/求关系本来就处于平衡状态。虽然高炉用球团在总的铁矿消耗中粗略地保持着百分比份额，但在 2002 年对总吨数的需求仍会有所上升。

在世界范围内对现有球团厂的扩建，以及大多数球团生产设备正在进行的提高生产率的操作，确定了在 2002 年球团总的供/求量处于平衡位置。

下列图表中列出了 2002 年的供/求方案。