MMI CSM HI CSIRO
Anshan.P.R.China
1987.5

1st China—Australia Technical Exchange Conference on Raw Material Preparation for Iron Making

第一届
中澳双边技术交流会
论文集

冶金工业部　哈姆斯利铁矿有限公司
中国金属学会　全澳科学及工业研究中心

目　　录

铁矿石块矿在处理和运输过程中的碎损
…… D.F.汤普西特　哈默斯利铁矿有限公司（1）
关于烧结原料混匀工艺设计的探讨
…… 侯广仁　鞍山黑色冶金矿山设计研究院（9）
烧结生产和质量控制…… 戴云江　上海宝山钢铁总厂炼铁厂（16）
哈默斯利铁公司的干式筛分实践
……D.F.汤普西特　哈默斯利铁矿有限公司（28）
武钢烧结厂的技术改造…… 文剑平　武钢烧结厂（37）
新型矿石烧结试验装置…… 李正廉　冶金部钢铁研究总院（44）
CSIRO公司的烧结杯装置的烧结研究
……J.F.甘农 P.W.罗勒等　哈默斯利铁矿有限公司（52）
烧结杯点火器系统的研究…… 任志国　冶金部钢铁研究总院（60）
鞍钢新烧结厂的特点…… 郭天祥　鞍山黑色冶金矿山设计研究院（68）
CSIRO的球团焙烧研究……J.F.甘农等　联邦科学及工业研究中心（74）
CSIRO的铁矿石造块研究
…… J.S.霍尔　A.肯普夫等　联邦科学及工业研究中心（85）
竖炉加硼碱性球团矿性能研究
…… 刘秉铎、刘万山、徐南平、杨迪光　鞍山钢铁学院（101）
用X—射线透视研究烧结矿和球团矿的软炼过程
…… 杨兆祥、于　彬　东北工学院（109）
最优试验设计在磁铁矿球团新工艺研究中的应用
…… 唐贤容、张武城　中南工业大学矿物工程系（116）
运用数学模拟方法改进焙烧过程
…… J.A.瑟尔拜等　联邦科学及工业研究中心（124）
烧结过程床层结构变化的数学模拟
…… 徐瑞图、周取定　北京钢铁学院（134）
铁矿烧结生产参数最佳化
…… 黄天正、蔡汝卓　中南工业大学矿物工程研究所（143）
厚料层低负压烧结工艺的探讨
…… 翟江南　长沙黑色冶金矿山设计研究院（155）
广钢烧结新开发的余热利用系统…… 容敬铭　广州钢铁厂（163）

评价铁矿石物理化学和矿物学性质的方法
……J.D.汉密尔顿　A.肯普夫　联邦科学及工业研究中心（168）
中国铁矿石（烧结矿、球团矿）冶金性能检验方法的研究
……周取定　北京钢铁学院（188）
根据勘探矿样进行铁矿石冶金性能评价
……E.B.布伦南　哈默斯利铁矿有限公司（200）
中国几种典型铁精矿粉烧结矿工艺矿物学研究
……任允芙、杨李香　北京钢铁学院（208）
Voice公式在烧结实践中的应用
……蔡汝卓、邱先彩　中南工业大学　北京钢铁研究总院（219）
本钢竖炉酸性球团性能的研究
……蔡波光　鞍山黑色冶金矿山设计研究院（230）

铁矿石块矿在处理和运输过程中的碎损

D.F.汤普西特
——西澳大利亚芬皮尔哈默斯利铁矿公司技术服务部
矿石处理首席冶金学家

在从矿山到高炉的矿石处理和运输系统中，铁矿石块矿会碎成细粉或粒度缩小（以下称碎损）。哈默斯利铁矿公司进行了一项研究工作，以确定铁矿石块矿在经历一系列处理过程（诸如开采、破碎、筛分、堆贮、铁路运输、装船等）后，碎损到什么程度。

借助研究成果建立了碎损过程数学模型。将这一模型与一种计算机程序结合，模拟了在由一系列处理过程组成的系统中铁矿石块矿的碎损。数学模型的予测与哈默斯利矿至港口矿石处理系统中块矿碎损的实际考察结果极为吻合。

用计算机模拟研究碎损的实例说明诸如堆矿高度、矿石类型、初始矿石粒度分布、初始细粒含量、胶带机转运落矿高度等因素均影响块矿碎损量。这些例子还说明，必须全盘考虑一套矿石处理系统，而不能仅仅孤立地考虑某一环节上块矿的碎损。

前　言

哈默斯利矿位于澳大利亚西北部皮尔巴拉地区。该矿的铁矿石经破碎、筛分、运输、堆矿等多道工序处理，成为两种销售性产品。一种是标称粒度－30 ＋6mm的高炉直接入炉块矿，另一种是标称粒度－6mm的烧结给料粉矿。图1是该矿矿山与港口矿石处理系统示意流程图。

在处理系统中，矿石自始至终要不断经历转运点，诸如从一台胶带机到另一台，从胶带机到缓冲或给矿仓、车皮，到矿堆或入船仓。每经历一个这样的转运点，就意味着块矿有可能碎裂成细粒。部分块矿碎成粉矿（－6mm）意味着块矿损失、收入减少。因为首先哈默斯利公司在装船前需筛除粉矿，接着最终用户在块矿入炉前也需筛除粉矿。

不希望发生的，非故意造成的块矿碎裂称之谓“碎损”。当然，碎损不仅是铁矿石的特性，其它大批量运输物料如煤、焦炭、烧结矿、石灰石、球团矿等，亦有这种现象发生。

哈默斯利公司进行了一项范围很广的铁矿石块矿碎损研究工作。研究结果用于建立

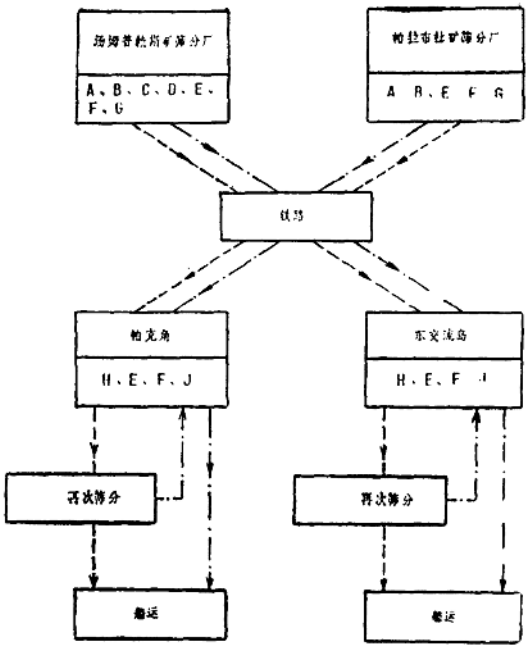

图1　哈默斯利铁矿石处理系统流程（示意）

A—破碎　B—筛分　C—重介质选矿　D—湿式强磁场磁选　E—堆矿
F—取矿　G—铁路装矿　H—铁路卸矿　J—装船　——矿—·—·粉矿

碎损过程数学模型。本文概述了试验工作，简介了数学模型及其有效性，列举了使用数学模型进行计算机模拟研究的实例。探讨了研究成果在实践中的重要作用。

试　验　工　作

用汤姆普赖斯块矿和帕拉布杜块矿全面系统地进行了碎损试验。试验工作涉及到矿石在下列参数条件下的碎裂：

落下高度（0.9、4.7、18、32米）

落下次数（一次试验达29次）

每次落下后，产生的粉矿累积或清除（即有缓冲或无缓冲）单一粒度或多种粒度样品

冲击面（矿石或混凝土）

对于所有试验，将每次落下出现的碎损量定义为落下过程中碎裂为粉矿（－6mm）的块矿量，用开始落下时块矿量的百分率表示。

不同类型矿石的试验样品取自批量试样，批量试样选自矿山筛分车间。这样，根据经验，矿石在碎损试验之前受到的处理最少。样品筛成＋30、－30 ＋20、－20 ＋15、

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

－15 ＋10、－10 ＋6、－6mm粒级，用作单一粒度试验用物料。多种粒度试验样品采用相同粒度分布，以排除其成为变量。

多数试验所用设备由三台高度各异的垂直溜槽组成。每台溜槽下面铺一层块矿，上面盖一张塑料布，塑料布上面有一个200升容积的盛矿圆筒，接受下落的矿石。较高的落下试验通过从厂内高建筑物上落下封闭的装矿口袋完成。

不足1米高的落下试验通过两种方法进行，即样品直接落下或采用转鼓法。两种方法获得的结果基本一致。

试 验 结 果

机理：

试验结果表明，引起铁矿石块矿碎损主要有两种机理：磨损/磨蚀和冲击碎裂。显然，落下高度小于1米时只有磨蚀能造成块矿碎损。因此，从高度不足1米落下试验得出的碎损推断计算法可用于大致估算同样落下高度条件下碎损的实际数量。

粒度的作用：

多种粒度矿样的碎损显著有别于所有相应的单一粒度试验碎损结果的总和。单一粒度试验结果可用于预测多种粒度矿样实际碎损的下限。这种现象可理解为单一粒度与多种粒度矿样的接触点数量（即颗粒紧密性）不同。

落下高度：

一般来说，如果落下高度增加，则碎损量增大，如果在给定高度上连续落下，则碎损量减小，颗粒在落下试验之前受到处理的次数（即颗粒处理史）对于确定这次落下试验中的碎损程度是个重要的因素，这一点在本文介绍的计算机模拟研究实例中有说明。

缓冲：

“细粉”（－6mm颗粒）的存在对块矿碎损可产生缓冲作用，缓冲作用随细粉含量增加按线性规律增强。这一点在模拟实例中也有说明。块矿中水分的存在能稍微减轻碎损，毫无疑问，这是由于缓冲作用增强（即颗粒在矿流中较少分离）。

冲击面：

往混凝土上落下与往块矿上落下的比较说明，冲击面的性质对碎损程度影响甚微。

颗粒粒度：

颗粒的强度随颗粒粒度的增大而降低，这一点符合较大颗粒与较小颗粒相比碎裂或裂缝多这一予测。试验工作的基本目的是研究块矿(－30 ＋6mm)碎损成细粉(－6mm)，因此，在建立数学模型时，所采用的参数要反映这方面的情况，而不是反映大颗粒碎裂。

碎 损 数 学 模 型

数学模型和矿石处理系统中的碎损模拟计算机程序是由联邦科学与工业研究组织（C.S.I.R.O.）矿物工程部完成，由巴特海姆等人报道的（1983年）。诺尔盖特

等人（1986年）介绍了全部模型公式以及决定模型参数的合适步骤。

在碎损中，碎裂概率是一个与颗粒粒度、拉伸强度分布、所施应力有关的统计过程。拉伸强度与晶粒结构、缺陷分布等因素有关。对每个颗粒所施应力的特点取决于落下高度，每一颗粒受冲击时的方位，一个颗粒与其周围颗粒之间接触点的数量。这些因素的每一项都被纳入数学模型。

模型基本上由一个应力公式和一个破碎公式组成，应力公式决定碎裂物料的重量，破碎公式决定每次落下时碎裂物料的粒度分布。

模型的有效性

模型予测很难符合高能力矿石处理系统的实际数据。这是因为无法监控分散的部分矿石通过处理及运输系统。在哈默斯利矿石处理系统中，取样设备安装在矿山成品矿石流上以及港口装船矿石流上，而矿石混匀发生在取样站之间。此外，从大量矿石流上进行手工取样不能获得足够准确的结果以适应模型的有效性。

在指定一段时间内，从两座矿山到港口的块矿的模型予测值可以通过数学方法结合起来并与实际结果相比较。实际结果根据港口筛分产品的数据计算，即装船块矿量及筛除的粉矿总量（参见图1）。

例如，从1985年1月至9月，利用生产数据进行模拟。如果把到达东交流岛(E.I.I)筛分站块矿中－6mm粒级的模型预测百分率定为对块矿相应吨位的比例，那么根据选定的可变落下高度，予测出E.I.I筛分给料中－6mm粒级最少占16.7%，最多占18.7%。根据E.I.I筛分产品（装船块矿加筛除的粉矿总量）的吨位和－6mm粒级含量，计算出这段时间内E.I.I筛分给料中－6mm粒级的实际百分比为17.5%。

预计在生产实践中，实际可变落矿高度（堆矿机和矿仓）在最小高度和平均高度之间。因此，在这个例子中，从矿山到港口矿石处理系统计算机模拟的结果不超出块矿中－6mm粒级含量的1%。

处理系统的模拟

计算机程序：

试验工作取得的重要成就之一就是明确了颗粒处理史对每次特定落下中所发生的碎损程度的影响。这就是说，在连续落下之间，块矿的碎裂相互有关；因此，必须对矿石处理系统作为整体进行模拟，以便评估系统中任何一处发生变化的作用。

为评估矿石处理系统中的碎损，必须进行大量计算。C.S.I.R.O.矿物工程部的工作人员开发了一种计算机程序，进行这些计算工作。这种程序用Fortran语言（公式翻译程序语言)写成，可由C.S.I.R.O.工作人员在墨尔本利用VAX750(D.E.C.)计算机，或由哈默斯利工作人员在丹皮尔利用HP3000 (Hewlett packara) 计算机进行运算。

堆矿高度及后下落的作用

先落下及后落下处理对碎损量的不同影响，取决于随着落下次数增多，脆弱颗粒趋于消失，剩余颗粒被磨圆。因此，相同的某一给定落下高度如安排在处理系统前面比安排在后面会引起更多碎损。

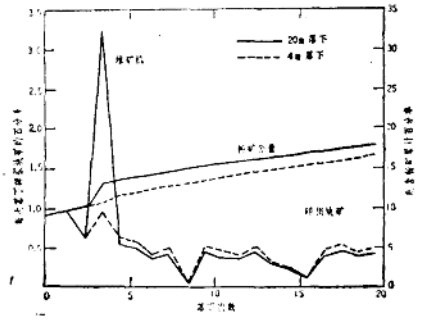

图 2

后下落处理对最终效果的作用示于图2，该图评估了汤姆普赖斯矿一台堆矿机的最大和最小落下高度。在这幅图和后面的图中，纵座标（y轴）表示所含粉矿累计百分率加上每次落下碎损的块矿百分率；横座标（x轴）表示矿石在设想的不同处理系统中遇到的连续下落的次数。

需要指出，在通过余下的矿石处理系统时，堆矿机高度造成的碎损的起始差额逐渐缩小（即所含粉矿中的差额由第三次落矿时的2%降为第十九次落矿时的1%）。其原因是：截矿机4米落矿之后，每次落矿的碎损大于20米落矿后的碎损。如果处理系统由多次落矿组成，碎损的差额会进一步缩小。

控制落下高度的作用：

矿石处理系统中最大碎损点一般在缓冲和混匀设备处(即矿仓和堆矿机)。这些落矿高度可变并可控制在一定程度内。图3说明控制这类落矿高度的作用，并将帕拉布杜矿至E.I.I矿石处理系统中最小落矿高度下的碎损与平均落矿高度下的碎损进行了比较。平均落矿高度表示的是无控制作业，作业中矿石流不稳定，矿仓时满时空，堆矿机悬臂抬起高度不变。

在本例中，控制落下高度与不控制落下高度之间的差额为所含粉矿的2.3%，或者说相当于E.I.I筛分站粉矿累计含量的10%。

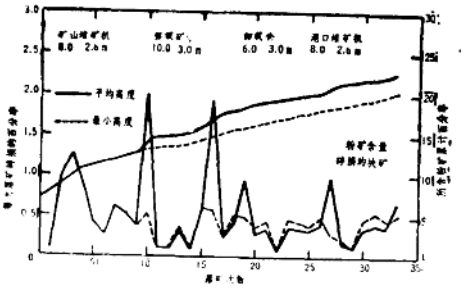

图 3

矿石类型的作用：

哈默斯利块矿是天然分布于各矿山不同采区的多种类型矿石的混合物。在图4的实例中，采用同样落矿高度，对汤姆普赖斯矿区E.I.I处理系统中手选硬矿类型矿样与软矿类型矿样进行了比较。要注意的是，在两种矿石类型之间，大规模落矿（堆矿和卸矿）如何造成损量的较大差额。

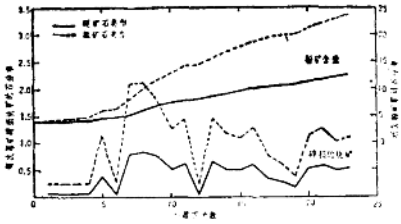

图 4

矿石起始粒度分布的作用：

－6mm块矿的起始粒度分布对碎损也很重要。接近粉矿粒度（－10 ＋6mm）的颗粒与较大颗粒相比更容易碎成粉矿粒度（－6mm）。开始时这种颗粒在矿石中的数量越多，将来能观察到的碎损越大。因此，取自同一混匀矿堆的两部分矿样，如果它们的起始粉矿含量相同而粒度分布不同，那么经同一系统处理后，得到的碎损粉矿量差别相当大。这里，碎损模拟又可以用于确定将来要筛除的矿量。

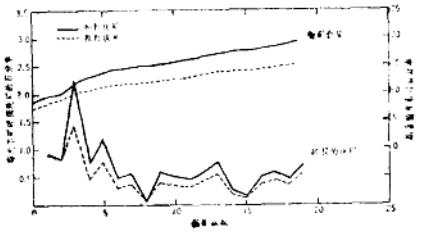

图 5

图5中的例子利用表1给定的起始和最终粒度分布，说明了汤姆普赖斯选矿厂至E.I.I矿石处理系统中类似产品的两种不同粒度分布对碎损的作用。在这个例子中，较粗粒级并未显示出预料的碎裂率。这是因为所选定的模型参数值着重于更准确地反映变为粉矿粒度（－6mm）的碎裂量；如前所述，碎损率是最重要的。

表1　　起始和最终矿石粒度分布

粒度（mm）	起始"粉矿"	最终块矿	起始"粗粒"	最终块矿
＋20	33.4	30.7	35.8	33.2
－20＋15	12.3	11.9	17.6	16.2
－15＋10	24.7	20.7	27.2	23.3
－10＋3	20.3	17.3	12.1	11.9
－3	8.5	19.4	7.3	15.4

起始粉矿含量的作用：

在块矿破裂过程中，存在于矿流中的粉矿能起缓冲作用。缓冲的程度有所不同，这取决于细颗粒在落矿点处是否真正仍留在矿流内。块矿与所含粉矿粒级在大规模落矿过程中的偏析会使缓冲作用大部分消失。所含水分将有助于使粉矿留在矿流内。

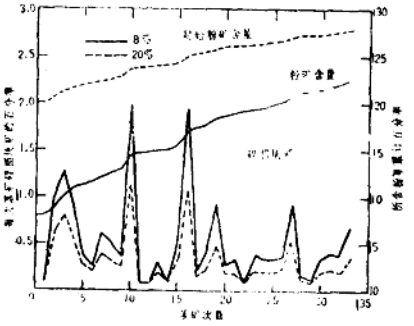

图 6

图6举例说明在帕拉布杜至E.I.I矿石处理系统中粉矿的缓冲作用，矿石碎损为起始粉矿含量的8%和20%。从这幅图的例子可以看出，所含粉矿的差额由原来的12%减少到到达港口筛分站时仅为5%。

从这个例子可以断定，只在港口筛除粉矿而不在矿山筛除将更优越，因为粉矿具有缓冲作用，可以减轻碎损。但如果考虑到港口筛分能力及产品混匀方面的要求

为获得高质量块矿，宁可在矿山及港口均设有效的筛分设备。

用小规模落矿代替大规模落矿的作用：

用一系列约高1米的小规模落矿代替大型落矿可以显著减少矿石处理系统中的碎损量。1米左右高度落矿时的碎损形式仅为磨损/磨蚀。磨损/磨蚀造成的碎损产品明显少于冲击碎裂。为获得这种效果，可以在每台转运溜槽内设置一系列石坎。也许不可能改造现有设备，去加石坎，但在设计新厂时应该考虑这一点。通常，设计粉矿和块矿高效处理系统时，要减少矿石堵塞的可能性；在设计有石坎的新转运溜槽时，也要考虑这个问题。

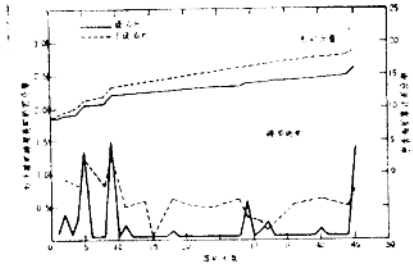

图 7

图7是汤姆普赖斯选矿厂至E.I.I矿石处理系统转运溜槽设置或不设置石坎的实例，两种情况下的堆矿高度假定为最低值。在设有石坎的情况下，各次转运中的每次落矿减为1米，但最后一次落矿如等于或小于0.5米，则与前一次结合。

从图7看出，在转运溜槽内设置石坎使落矿次数从19次增加到45次（前一种情况下每次落矿的曲线也画到与后一种情况下相同的最后落矿次数），但碎损产生的粉矿量从18.7%降到16.0%。

还要指出，在前段处理工序通过努力减少碎损所获成果会因为随后的大规模落矿而报废，本例中的最后一次落矿（块矿落入筛分站矿仓）说明了这个问题，这表明，考虑整个系统的设计比孤立地考虑系统中的某些部分重要得多。

结　语

利用计算机模拟模型能有效地预测铁矿块矿在处理和运输系统中的碎损。在确定处理系统中矿石的碎损程度时，要考虑诸如落矿高度、矿石类型、起始矿石粒度分布、起始粉矿含量、落矿次数、先后落矿处理史等因素。

模拟研究所举实例强调，若想减少碎损，重要的是整体考虑矿石处理系统，而不应孤立地考虑系统中的某些部分。如果在处理系统的前段工序已经减少了碎损，那么当经过其余工序时矿石较之先前更容易碎损。因此，必须注意不要让碎损减少的成果被后来在处理系统中的过度落矿抵消。

碎损模拟在应用方面很有潜力。它可用于下述物料的处理系统：煤、石灰石、铁矿烧结矿、铁矿球团矿、直接还原铁、铁矿块矿等；用于在设计阶段评价处理系统或评价具有改造潜力的现有处理系统。它还可以用于评价新类型矿石的预期碎损量（不管是否需要再次筛分）并估算再次筛分中筛除的粉矿量。

鸣　谢

作者感谢哈默斯利铁矿公司管理部门允许发表这篇文章，感谢E.阿顿(E.Artone)先生（从前在哈默斯利公司工作），T.E.诺盖特（T.E.Norgate）先生和R.J.巴特海姆（R.J.Batterham)博士（这两位在C.S.I.R.O.组织矿物工程部工作）的支持，是他们分别进行了碎损试验、研制了碎损模型、编制了计算机模拟程序。

傅庆瑜　译　　曾国华　校

参考文献（略）

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

关于烧结原料混匀工艺设计的探讨

鞍山黑色冶金矿山设计研究院　侯广仁

目前，国内大部份烧结厂使用的含铁原料的特点是：品种多、含铁品位波动大、成份不稳定。不少厂单种精矿TFe波动达±2～3%，不同品种TFe波动达±3～5%，粉矿波动则更大。

如所周知，烧结含铁原料是保证生产优质烧结矿的基础条件，而烧结矿成份的稳定可以提高高炉的利用系数、降低焦比、节约能耗，优质烧结矿可以稳定高炉操作并提高生铁的质量。

现代化的高炉生产，对烧结矿的质量提出了更为严格的要求，除物理性能外，首先要求化学成份及碱度波动要尽量小。目前国内执行的标准是：TFe波动不超过±0.5%，碱度波动＜±0.05。为适应这种要求，烧结含铁原料必须进行混匀，将不同品种，不同品位的铁料，混匀为一种TFe波动＜±0.5%，SiO_2波动＜±0.1%的混匀铁料。

目前，国内大部份烧结厂的原料特点以及一些厂所采用的原料混匀设施，难以满足上述要求。因此，重视改造烧结原料系统是十分必要而紧迫的。

令人感到鼓午的是，原料混匀的必要性及重要性得到了广泛的重视，原料混匀是冶金生产不可缺少的一道工序，而不是可有可无。事实证明，凡是烧结矿一级品率高，高炉利用系数高，焦比低的厂，首先是原料管理的好。七五期间，我国将有一大批原料混匀场投入使用，为适应新形势的要求，本文仅对原料场的工艺，尤其对北方寒冷地区原料混匀工艺的设计提出一些看法，以期商榷。

一、原料特点及混匀方法

1．原料特点

国内铁矿石烧结原料基本以精矿为主，粉矿为辅。

铁精矿的特点是：

a．粒度细：－200目占80－90%

b．含水比较高：10～13%

c．品种多：磁选精矿、浮选精矿、菱铁矿、褐铁矿及钒钛磁选精矿。

粉矿多来自小矿点及进口矿，成分甚为繁杂。

国内不同规模的烧结厂由于矿山条件各异，使用的铁料情况也不同，大致有如下几种情况：

(1) 品种单纯，化学成份波动相对比较稳定，原料条件比较好。

这种类型烧结厂一般均有与之规模相适应的选矿厂，精矿品种少，一般不超过2～3种；品位高，波动小，一般＜±2%；粉矿来源则不稳定，品种多、成份波动大。有代表性的烧结厂如：本钢二铁烧结车间、首钢烧结厂、攀钢烧结厂等。

(2) 原料品种多，精矿成分波动大，粉矿来源不稳定，成份繁杂；如鞍钢烧结总厂、马钢烧结厂等。

鞍钢烧结总厂使用的铁料达14种之多，同时使用的铁料一般也达7～8个品种，不同品种TFe品位为60.1～65.5%，波动±2.7%；单品种精矿TFe波动最大者＞±3%。马钢烧结不同品种精矿品位为54～65%，波动＞±5%。这种类型厂除粉矿来源不够稳定外，精矿则可以自给自足。

(3) 原料来源不稳定、品种多，成份复杂化学成份波动大。

公司所属的选矿厂规模小与烧结厂规模不相适应，如武钢烧结厂每年使用进口矿达100余万吨，国内矿7—8个品种共计115万吨。其精矿品位波动为±3.5%，粉矿则＞±5%。

(4) 国内中小型烧结厂，大部分厂使用的铁料都较复杂，其主要原因是原料来源不稳定以及采选工艺没有混匀设施。TFe波动一般都在±5%以上，SiO_2波动也甚为可观，湘钢烧结厂使用的大宝山粉矿，其SiO_2波动达±3%。

2. 混匀方法

从原料特点中，不难看出原料混匀的必要性。采用何种形式的混匀设施，应视其所处地区（寒冷、温暖）及原料特点。但是，必须保证满足烧结工序一年四季的正常生产及最佳的混匀效果，以期取得最大的经济效益。

近几年来，国内对含铁原料的混匀越来越重视，不少厂因地制宜，根据不同的原料特点，采用了不同的混匀方法，取得了可喜的成果。但是，由于原料混匀工艺看起来在设计上似乎比较简单，因此设计上五花八门，有的厂工艺流程不够合理，有的厂设备选型落后，甚至有的大型原料场设计，在北方寒冷地区冬季无防冻措施，冬季又如何保证烧结厂的正常生产呢？

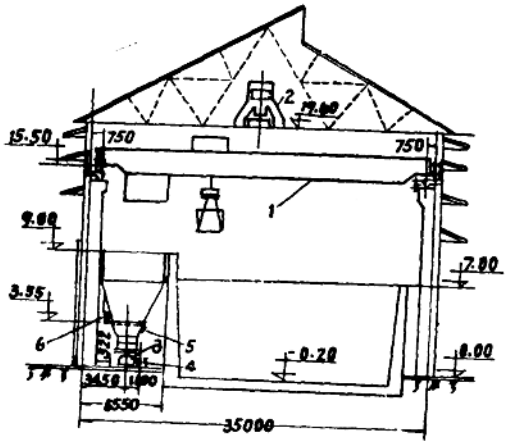

图1　精矿仓库

由于原料品种不同，原料混匀场的设计必须因地制宜，不可能有一个模式，我国大部分烧结厂以精矿为主要原料，对于原料品种比较单纯的厂，投入巨额资金兴建大型原料场的做法是值得商榷的。

为此，本文对原料混匀方法及混匀工艺设计提出一些浅见，以期商榷。

(1) 改造老厂的精矿仓库、提高原料混匀效果

国内五十年代末期及六十年代初期投产的一批大型烧结厂，都有比较大的精矿仓库，仓库形式如图1所示。

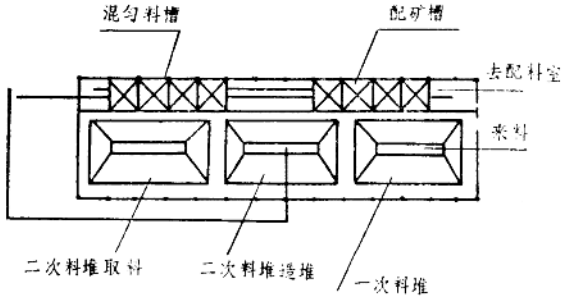

图2　仓库改造示意图

对于原料品种少，在目前缺少投资及场地困难的条件下，对精矿仓库进行适当的改造，可以取得满意的混匀效果。以4×75m²烧结厂为例，其精矿仓库宽×长＝33m×186m，改造办法如图2所示。

将现有186m长的精矿仓库分成三个堆段，即一次料堆，混匀料堆及混匀取料堆。来料品种在一次料堆贮存，并在仓库一侧进行自动配矿，经过转运系统返回仓库进行混匀造堆，一堆混匀作业，一堆混匀后取料。

特点：投资少，改造简便。包钢烧结厂采用这种办法，取得了比较满意的混匀效果，精矿TFe波动由混匀前＜±1%的40～50%提高到90%。

诚然，混匀效果还并非令人满意，如果投资允许，增设一个室内混匀场，将原精矿仓库做为一次室内料场，其混匀效果将会有大幅度提高。鞍钢三烧易地改建工程、一次室内料堆可同时贮存六个品种铁料，双列二次混匀料堆采用了先进的，适宜室内使用的堆、取料机，予计投产后，TFe波动可达到±0.5%以下。

（2）中、小型烧结厂原料混匀

1984年投入使用的马钢一烧原料场为中小型烧结厂原料混匀提供了很好的经验，它的特点是：充分利用现有原料仓库，占地面积小，新增加的露天混匀料堆，因地制宜，在投资不多的条件下解决了原料的贮存及混匀问题，TFe波动由混匀前的±3%降到混匀

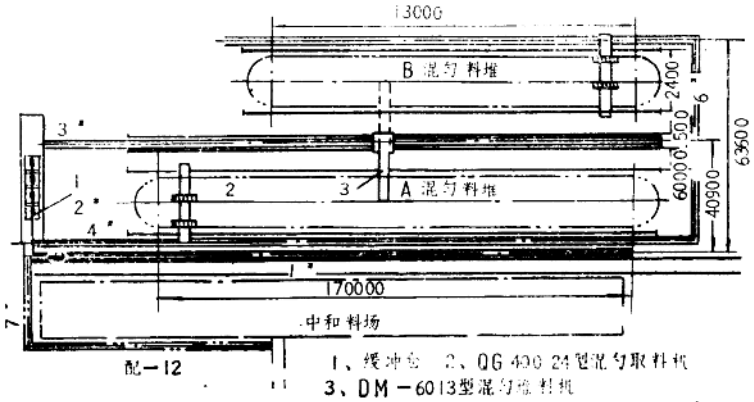

图3　原料混匀场平面布置图

1—缓冲仓；　2—QG400、24型混匀取料机；　3—DM—6013型混匀堆料机

后的±0.7%。每年带来的经济效益为185万元。

我国中小型烧结厂使用的原料一般都比较繁杂，原料的贮存及混匀是烧结生产急需解决的一大问题，马钢一烧料场投资少，见效快，其经验是值得借鉴的。平面布置图3如下。

二、寒冷地区原料混匀方法

北方地区冬季结冻时间比较长，含水10～13%的铁精矿进行露天堆置，其冻层达500mm以上。新抚钢厂3×18m²烧结机，精矿露天堆置，冬季用料采用六台1m³履带式抓斗吊车掏洞取料，生产甚为被动，如果一个现代化的大型烧结厂，投资几千万元修建一个原料场，冬季无防冻措施，采用掏洞生产，将会出现一种什么样的生产状况呢？

冶金厂的生产，是一个大的流水作业线，上道工序须为下道生产工序创造一个良好的生产条件。北方寒冷地区的原料场，精矿一次料堆及混匀料堆进行露天堆置 冬季结冻是无庸置疑的，即使采取覆盖稻草，配加生石灰等办法，也无法避免不出现冻层。即使冻层不厚，选用的取料设备可以取出冻块，那么这些精矿冻块（即使是小冻块）送往烧结厂，烧结工序又如何处理呢？在具有现代化料场设施时，混匀原料直接送往烧结厂的配料室，冻块将堵塞配料槽，更无法进行自动重量配料，这不但失去了原料混匀的意义，而且也不能保证烧结厂的正常生产。因此，原料混匀场的设计，首先必须保证不论在什么样的气候条件下，都能为烧结工序提供优质的混匀铁料。

在新抚钢厂及鞍钢三烧的原料系统设计中，我院很好的解决了这个问题，提出了北方寒冷地区的原料混匀工艺、新型室内料堆的配置方法及与之相适应的室内堆、取料设备。简述如下：

1. 工艺流程

原料混匀工艺流程图，见图4

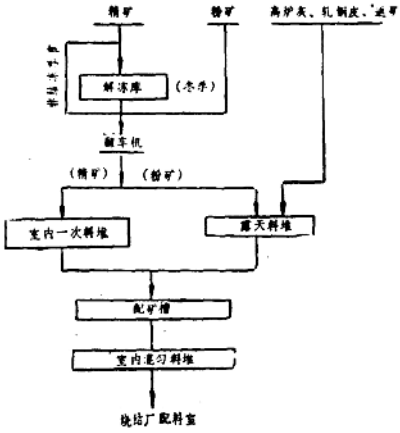

图 4　工艺流程图

冬季来料车辆，精矿冻层（车辆四周、表层及底层）达150mm左右，经解冻室解冻后，进翻车机室卸车。解冻室工作时间为采暖季节，即11月15日至来年3月15日。解冻库一次解冻的车数，按进厂车辆数，一般每次同时可解冻10～14个车皮，解冻热源为煤气，焦炉煤气或混合煤气采用红外线加热器的办法，高炉煤气则采用经燃烧室燃烧产生热废气的办法。解冻时间视冻层，一般为一小时左右。耗热量：解冻一吨精矿为29308J/t精矿（平均值）。

精矿经翻车机卸车后进室内一次料场，按精矿不同品种分堆贮存。粉矿及厂

内综合利用物料以及熔剂、燃料进露天一次料堆分堆贮存，以达到既能保证正常生产，又尽量节省基建投资的目的。

按设定的一次使用的铁料品种，将一次室内料堆及露天料堆的铁料送至配矿槽进行自动重量配矿后进室内混匀料堆，混匀后的铁料送往烧结厂。其熔剂，燃料则送往原料场或烧结厂内的破碎筛分系统。

设备连接系统图如下，（见图5）。

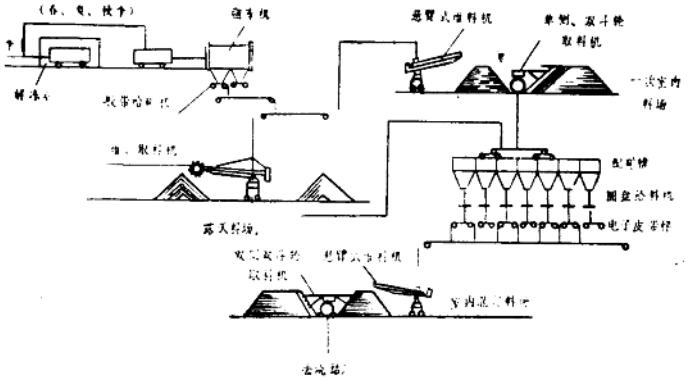

图 5　混匀料场设备连接系统图

2．室内料场的配置

（1）一次室内料场

一次室内料场考虑有两种配置方法

a．胶带——抓斗吊车方案：

采用胶带机布堆，抓斗吊车取料，厂房跨度视规模大小及堆料高度而定，一般为27～33m。这种方案适用于使用精矿品种比较多的大型烧结厂。

b．堆、取料机方案

采用具有室内特殊要求的悬臂堆料机堆料，双侧双斗轮取料机取料。这种方案适用于大型厂精矿品种比较单纯及中小型厂。

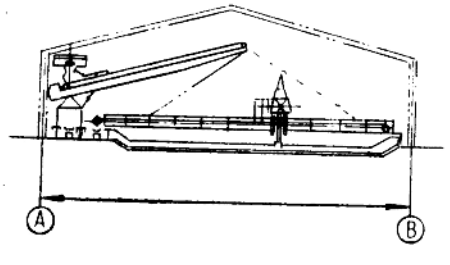

图 6　堆取料机一次料堆配图

厂房的长度视堆料品种及每种精矿的贮存时间而定，贮存时间视原料的运输条件，一般按10天考虑。

两种方案优缺点如下

胶带——抓斗方案：适应性强，设备投资省但土建投资比例比较大。

堆、取料机方案：设备投资大，但土建工程投资比例小，在规模相同的条件下，其总造价比胶带——抓斗方案便宜；

灵活性受到原料种类的限制；具有混匀作用。

两种方案都是切实可行的，选择哪种方案，主要视其原料种类。堆、取料机方案尤其适用中型厂。两种方案配置如图6所示。

（2）室内混匀料场

室内混匀料为两列两堆布置，即一列造堆混匀，一列混匀后取料，每堆贮存时间7天，采用室内用悬臂式堆料机造堆，单侧双斗轮取料机取料，配置见图。

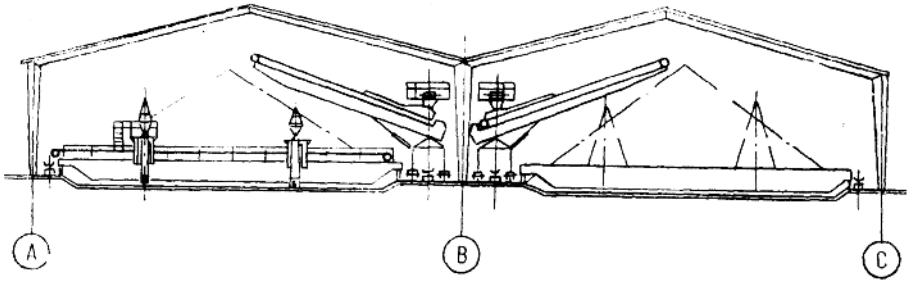

图7　双列室内混均料堆配置图

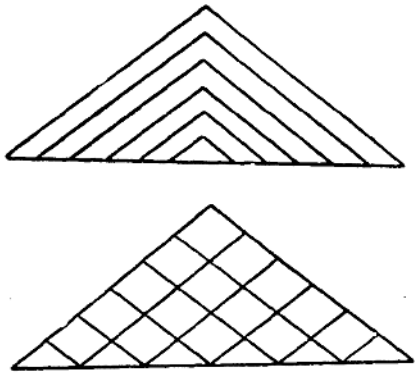

图8　人字形料堆示意图

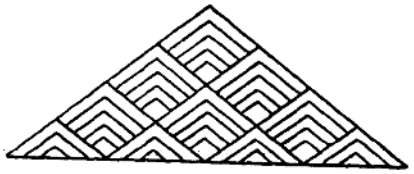

图9　波形料堆示意图

室内混匀料场要求厂房保温、采暖、室内温度>5℃，保证精矿料堆冬季无冻层。

（3）布料方式

a．一次料堆：按人字形料堆布料，一次料堆不要求混匀，这种布料方法，堆料设备简单，设备造价低，外形尺寸也比较容易控制，料堆形式如图8。

b．混匀料堆：混匀料堆按波形料堆布料，对混匀料而言，由于有粉矿成分存在粒度偏析，波形料堆可以保证成分、水分更加均匀，并能充分利用室内堆料面积，波形料堆示意图如图9。

堆料设备的悬臂由于受到建筑物的限制，底层按t堆布置难度比较大，设计上进行的技术经济比较结果，底层按3～5堆布置是合理的，料堆参数如下：堆高12m，堆宽30m，料层600－700层，设计上的混匀效果为：TFe波动<±0.5%，SiO_2波动<±0.1%。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com