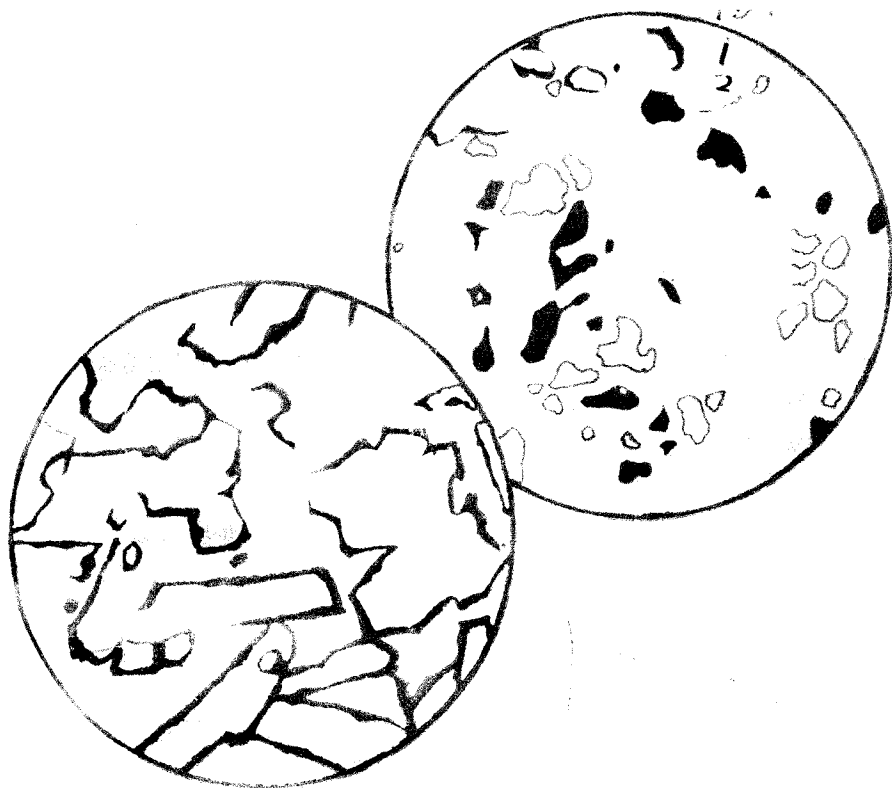


高碱度烧碱文集

湖南省科学技术协会

7.4-53

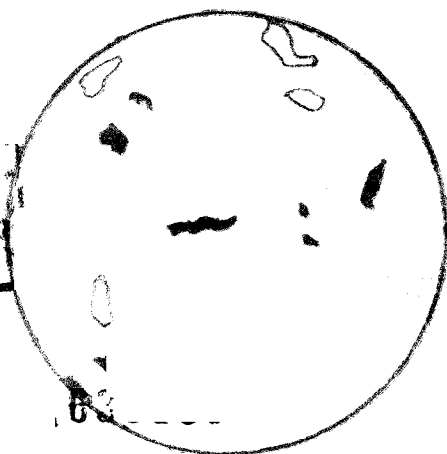
湖南科学技术出版社



高碱度烧结矿文集

湖南省科学技术出版社

湖南科学技术出版社



高碱度烧结矿文集

湖南省科学技术协会

*

湖南科学技术出版社出版

湖南省新华书店发行

湖南省新华印刷二厂印刷

*

1979年7月第1版第1次印刷

字数：216,000 印数：1—2,000 印张：9.125

统一书号：15204·12 定价：0.90 元

内 容 简 介

高碱度烧结矿，具有良好的冶金性能，特别适用于部分使用块矿的高炉，由于可以做到完全不加石灰石，高炉节焦增铁的效果十分显著。它也是目前大比例使用自熔性烧结矿的高炉进一步改善烧结矿质量的方向之一。在我国未来现代化大型高炉的炉料中，高碱度烧结矿将占有重要的地位。

本书收集了国内外高碱度烧结矿的研究报告、生产总结和论文共十七篇（其中有关锰矿高碱度烧结矿两篇），代表性地总结了这个领域里的经验，重点介绍了近三、四年我国在高碱度烧结矿研究和生产上所取得的成果。

本书可供从事炼铁、烧结的研究人员、专业教师、工程技术人员和工人参考。

编 者 的 话

为了推动湖南炼铁生产降低焦耗，增加产量，我会暨湘潭市科协、湘潭市金属学会和湘潭钢铁厂等单位于一九七八年六月举办了一次高碱度烧结矿学术报告会，邀请国内在高碱度烧结方面取得成就的单位来介绍经验，开展学术讨论。会后，在省内和一些兄弟省有关同志的催促之下，我们编辑了这本《高碱度烧结矿文集》，以便在更广的范围内传播这些成果。

在选编时，我们还适当增加了几篇论文，以便更有代表性地总结我国在高碱度方面所做的工作。另外，还选入几篇译文，部分反映了国外的情况，想从中得到借鉴。在技术观点方面，我们主张大家能够根据科研和生产的实践大胆发表自己的见解，希望能体现出“百花齐放、百家争鸣”的方针。但是，我们在这方面还缺乏经验，难免有缺点和错误，请读者批评指正。

在编辑过程中，我们自始至终得到各位作者及冶金工业部周传典同志的支持和良好合作，对此，我们表示衷心的感谢。

参加本书编辑的有孟庆辉和孙迪鹏同志，全书文稿由孙迪鹏同志负责整理。湘潭市金属学会于根荣同志协助做了不少工作，湘潭钢铁厂徐国武、王世政、王季良等同志给予许多帮助和支持，特致谢意。

湖南省科学技术协会

一九七八年十月

目 录

关于高碱度烧结矿的应用和推广(代序).....周传典(1)

高碱度烧结矿的研究、生产和使用

.....湘潭钢铁厂 孙迪鹏(9)

包头含氟铁精矿高碱度烧结矿的研究和生产

.....包头钢铁公司 王廷鹏(41)

包钢高碱度烧结矿冶金性能的研究

.....北京钢铁研究院 包钢烧结厂 包钢钢研所(65)

江苏高三元碱度烧结矿的生产和使用

.....江苏省冶金局 褚会泉(79)

高熟料比工厂高碱度烧结矿的研究和生产

.....马钢钢研所 陈明仁(107)

低品位高硅粉矿高碱度烧结矿生产

.....重庆钢铁公司 黄 英(119)

热风烧结高碱度烧结矿.....重庆大学 刘兴蓉 谭金宇

重庆钢铁公司 黄 英(140)

法国蒙特维尔厂的生产实践及其典型意义

.....武汉钢铁设计院 炼铁科技术组(158)

高碱度烧结矿的若干理论问题

.....北京钢铁学院 孔令坛(168)

碳酸锰高碱度烧结矿试验总结

.....湘潭锰矿 赵聚寰 李佑衡 周孝铭(185)

关于高氧化镁高碱度锰烧结矿生产中的若干问题

.....新余钢铁厂高碱度烧结矿试验组(207)

铁酸二钙 (C_2F) 烧结矿的研究、生产和使用

.....M.P.弗道克 T.G.考尔 R.E.卡斯纳(225)

高碱度烧结矿的应用.....R.A.雷蒙 E.W.弗尔顿(238)

超高碱度烧结矿的生产工艺和自动控制特点

.....F.凯尔 W.赫斯帖克 T.库亨(249)

高碱度烧结矿生产的自动控制

..... R.B.格润瓦特 S.S.赛夫顿(261)

烧结矿碱度的控制.....詹姆斯P.摩根(267)

现代烧结厂的设计特点福勒斯特 W.肯赛(276)

关于高碱度烧结矿的应用和推广

(代 序)

周 传 典

我们历来主张围绕生产关键和重大方向，多开几次专业性的学术讨论会，交流各种见解，集思广益。这两年，在烧结方面我们就举办了两次这样的会议，都已收到了效益，而且可以预见，今后还会继续产生影响。

一次是两年前在北京召开的冷烧结矿学术讨论会，会议讨论和制订了改造冷烧结矿生产的三项重大措施，即用石灰作熔剂、铺底料和加长点火器。会后组织力量在马钢攻关，已经取得了明显的效果。原来计划把这次会议的论文编辑出版，提供各方面参考，然而事与愿违，书未出成，我至今还耿耿于怀！

另一次是今年湖南省科协等四个单位在湘潭举办的高碱度烧结矿学术报告会，会议提出和讨论了采用高碱度烧结矿的若干认识问题和技术实践问题，并且探讨了高碱度烧结矿在我国应用推广的前景。会后，湘潭钢铁厂把烧结矿的碱度稳定在 3，与自熔性烧结矿相比，每吨铁的生熔剂入炉量

下降324公斤,节焦97公斤,生产上见到了明显的效果。湖南省科协又编辑了会议的论文,出版了这本《高碱度烧结矿文集》,这对推动我国高炉精料的发展,是一件很有意义的工作。

科技书籍的出版贵在及时。但往往出一本书动辄经年,送到读者手中已成了明日黄花,价值不大了。这本书从编辑到出版,由于湖南同志的努力,很快便与读者见面,这是很值得推崇的。

(一)

高碱度烧结矿,对于我国的烧结炼铁工作者来说并不陌生。早在五十年代末,在普及自熔性烧结矿之后,几个较大的钢铁企业,如武钢、石钢、马钢、重钢等鉴于自熔性烧结矿美中不足,存在着强度差、粉末多的缺点,纷纷开展了对高碱度烧结矿的研究。他们除了对各种碱度烧结矿的工艺特点和产品特性作了比较系统的试验外,还在工业上成功地生产出一批优质的高碱度和超高碱度烧结矿。比如当时的石钢,就生产过一批碱度为4.65的烧结矿,转鼓指数为8.50%,FeO仅为7.50%,指标很理想。武钢也生产过一批碱度3.53的烧结矿,同碱度0.7的烧结矿配合冶炼,比起全部使用自熔性烧结矿来,高炉料柱的透气性确有改善。在实际应用方面,当时这些厂的高炉都已有较高的熟料率,使用比自熔更高的碱度,在造渣上产生了困难,于是便想采用生产两种碱度烧结矿,一种半自熔,一种超高碱度,在高炉配合使用。

但是在同一生产系统上，经常交替生产两种不同规格的烧结矿，在操作和管理上就产生了一系列问题，所以，按着这种设想搞的试验，都没有能按这种方式付诸生产。

这时，中小企业却取得了成功的经验，如著名的山东“仁丰经验”，就是使用土法生产的高碱度烧结矿，在配用部分低品位块矿的原料条件下，全部取消石灰石入炉，使一个13米³的小高炉，焦比达到675公斤，利用系数2.42。重钢是另一个成功地采用高碱度烧结矿的厂子。这个厂熟料率低，块矿含SiO₂高，在高炉配料中需要加入大量的石灰石，冶炼颇为困难。穷则思变，他们大胆地把烧结矿碱度提高到3以上，高炉冶炼结果很好，和使用自熔性烧结矿相比，焦比降低了300多公斤，产量也相应提高了20%以上。

这几个工厂在高碱度烧结矿方面所作的具有一定规模和深度的研究，在世界上还是比较早的。在这些试验中，高碱度烧结矿表现出来的优良的冶金性能，给我国的高炉工作者留下了十分深刻的印象。当我们刚刚认识到这一点，但还没有来得及对高碱度烧结矿的应用作进一步的探索时，就受到了林彪、“四人帮”的干扰和破坏，使我们在将近十年的时间内中断了对这个问题的继续研究。这个问题本来是应该在六十年代得到解决的，但未能得到解决，功亏一篑。

(二)

近几年来，特别是粉碎“四人帮”以来，我国高碱度烧结矿的研究和生产，在六十年代工作的基础上，有了新的发展。

包头含氟精矿用自熔性碱度烧结时，烧不成块，粉末特多，是一个老问题。为了减少氟在烧结过程中的不利影响，包钢配入部分高硅粉矿（龙烟矿含 SiO_2 20%以上）来增加以硅酸盐为主的液相，并相应稀释了含氟量，烧结情况有所好转，但各项指标仍然很差，高炉却因增加了渣量而升高了焦比。1976年四季度他们决定不加高硅矿石，改用提高碱度的办法，收到成效。生产碱度2.0烧结矿基本克服了含氟矿熔点低的问题，液相量由自熔性的25%上升到40~45%，而且主要增加的是铁酸钙，玻璃质少了，微观和宏观结构以及冶金性能都有了根本的好转，转鼓指数比鞍钢和首钢的烧结矿还好。高炉使用这种烧结矿，炉况转顺，料柱透气性和煤气利用改善，直接由高碱度烧结矿引起的焦比降低为19.4%，增产20%。长期存在的包钢烧结矿质量差的问题，终于通过提高碱度找到了一条既利于烧结又利于高炉的解决途径。

马钢提供另一种经验，在正常情况下，该厂熟料率90%左右，烧结矿碱度1.10~1.30。以前如有烧结机检修，熟料率一下降，焦比就上升，产量也下跌。以后，他们经过讨论在烧结机检修时，就改用高碱度烧结矿，高炉的指标反而比正常生产使用自熔性烧结矿还好。

在中小铁厂里，江苏在全省范围内推广高碱度烧结矿，取得了突出的成绩和丰富的经验。江苏从盛产白云石的资源特点出发，针对省内中小高炉石灰石入炉量还较大的问题，生产以高 MgO 含量为特征的三元系高碱度 $(R = \frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2})$

烧结矿，炼高 MgO 渣，很有独创性。江苏省内几个主要铁厂，不仅撤消了生熔剂入炉，而且提高了烧结矿的机械强度，解决了粉化问题。具体的做法是围绕企业的挖潜、革新和改造，由省冶金局组织技术工作队，一个厂一个厂地去推广，一个一个地去解决实际问题，直到见效。搞得扎实，短时间内就推广开来了。这个经验，对全国中小企业应该有所启发。

总结前后两个时期各厂试验高碱度烧结矿的经验，我们可以得到如下的结论：这种烧结矿具有许多明显的好处，第一，改善了烧结矿的强度，减少入炉粉末量；第二，降低了 FeO 含量，改善了还原性能；第三，在使用部分块矿的高炉，可以完全不加石灰石。高炉使用这种烧结矿后，炉料透气性变好，炉子顺行，焦比降低，产量提高。

这次会议所介绍的上述情况，在我国钢铁生产发展的新形势下，又重新引起了各方面同志的注意。

我们知道，在国外，日本烧结工业起步比我们迟，1958年他们才开始试验自熔性烧结矿，在我们试验高碱度烧结矿时，他们才开始推广自熔性烧结矿。但是，从这以后，日本在高碱度烧结矿的生产方面，成绩卓著。日本烧结厂的矿石原料主要是从澳大利亚、巴西等国进口的高铁分粉矿，脉石少，主要脉石矿物为 SiO_2 、 Al_2O_3 和少量的 CaO ，经过研究，他们得出在碱度为 $1.1 \sim 1.5$ 时，烧结矿的强度较差，高于或低于这个数字，强度变好。因此，他们在全国推广 $1.8 \sim 1.9$ 的高碱度烧结矿，由于这种烧结矿冶金性能非常之好，成了日本推广特大型高炉的重要条件。我国对各种碱度烧结矿的

试验，在普通矿精矿粉烧结方面和日本的结论大致相同；在特殊矿烧结方面，我们的研究工作还比他们深入了一步。

(三)

国内外情况充分说明，高碱度烧结矿对现代炼铁生产具有重要的意义。我国铁矿多为贫铁矿，必须经过选矿造块，然后才能进高炉。因此，加强对造块工艺特别是高碱度烧结矿的研究，至关重要。根据我国矿石的特殊条件，我认为推广高碱度烧结矿有两个步骤：

第一步，加强试验室研究非常重要，首先是对矿石的特殊性进行系统的研究。各种不同的矿石，随着碱度升高，各项指标的变化规律是不同的，例如日本用高品位矿粉烧结，碱度在1.1~1.5时，强度差。我国首钢用迁安矿石在碱度为1.2左右时强度差。攀枝花钛磁铁矿的情况更为复杂，自然碱度(0.3)时强度差，提高碱度后强度变好，当达到1.5~1.6时，强度最差，继续提高碱度强度又变好，达到3.0~4.0时，强度最好。在贮存性能方面，有的在这个范围内粉化，有的在那个范围内粉化，有的则完全不粉化。所以有必要对各自用的精矿粉，从自然碱度、自熔性碱度、高碱度一直到超高碱度，彻底掌握其冶金性能的变化规律，以便在各种条件下，能够运用自如。首钢有一段时期，全部使用自熔性烧结矿，出现粉化现象，高炉顺行情况较差，为了改变这种状况，他们把烧结矿碱度降低到0.8~1.0。因为原料系统只有一个，不能同时生产高碱度烧结矿，于是只好往高炉内装进一部分

石灰石，结果是焦比升高。但是由于烧结矿度强提高所获得的效果超过了装进石灰石所带来的不利影响，在焦比变化不大的情况下，生铁产量却提高了。要强调实验室试验对于工业试验和生产的指导作用，只有这样才能使我们逐步地克服推广中的盲目性，加速取得效果。本文集中，关于包钢高碱度烧结试验的有关报告，给我们提供了这方面的经验。

第二步，从各厂的具体条件出发，妥善研究和安排炼铁炉料结构，避免生搬硬套。做起来可以分以下几种情况：

对于那些限于目前的条件，还大量使用块矿，只用少量烧结矿的高炉，如湘钢等，应当提倡使用超高碱度烧结矿。这类高炉，由于熔剂分解热在总热平衡中占了很大的比重，其潜力大有挖头。据说有的中小厂，每吨铁还要加到300公斤左右石灰石，如果推广超高碱度烧结矿，把这300公斤石灰石搬掉了，应该可以降低100公斤左右的焦比。

对于那些使用少量块矿和大量自熔性烧结矿的高炉，应当推广高碱度烧结矿，它既可改善烧结矿的冶金性能，又可将附加的石灰石去掉，一举两得，日本全国高炉都是这样做的。在这里，应注意一点，就是我们应该选择最佳的碱度值来生产烧结矿。如果所选择碱度对造渣来说偏高了，那末适当增加生矿来调剂也是可行的。

对于那些全部使用自熔性烧结矿的高炉，这种高炉在重点企业内是多数，如果有两个以上的烧结生产系统时，建议进行两种碱度烧结矿的试验，一种高碱度烧结矿，一种自熔性烧结矿，在生产调度方面可能要增加麻烦。但是麻烦是很

小的，很容易就能克服，我们相信这样做一定会有好处。

还有另外一个设想，因为现实中还没有，还需要实践来证实。我国将来要建设一些大厂，这些大厂要用我国自产细粒精矿，这种精矿适宜于制造球团矿，但是由于球团有着热膨胀的特性，在高炉内的使用量有一定的限制，必然更配用一部分烧结矿。这样一来，酸性或半自熔性球团矿同高碱度烧结矿相配合，很可能就是我国现代化大型高炉炉料结构的新格局。因此，预计在未来大型高炉生产中，高碱度烧结矿将会占有重要的地位。

以上意见，不一定对，只能算抛砖引玉，就算我抛出去的一块小砖头吧！如果因为这本书的出版，能引起更多同志注意，并参加到高碱度烧结矿的研究中来，我就如愿以偿了。

一九七八年十月 于北京

高碱度烧结矿的研究、生产和使用

湘潭钢铁厂 孙迪鹏

五十年代，自熔性烧结矿的生产和使用，建立了大规模矿石精选和大幅度降低焦比之间的技术纽带，在高炉技术发展史上是一个较大的突破，引起了高炉炼铁革命性变革，给近代钢铁生产技术的发展以深刻的影响。在自熔性烧结矿带给高炉的好处中，特别显著的是实现了熔剂的预焙烧，使高炉摆脱兼作石灰窑的沉重负担。到六十年代初，世界各主要钢铁生产国已普遍地采用自熔性烧结矿，高炉技术经济指标发生巨大变化。但是，也突出了一个新问题，即某些部分，乃至小比例使用自熔性烧结矿的高炉，炉料中还包括部分块矿或者酸性球团矿，仍旧要加入相当数量的生熔剂矿。因此，由自熔性烧结矿引起的这场高炉革命并没有完结，它应当把使用高比例烧结矿高炉的成功经验，再深入地引向部分乃至小比例使用烧结矿的高炉上去，直到各种类型炉料结构的高炉，都能取消生熔剂入炉，这场革命才能算取得圆满结束。

于是，作为自熔性烧结矿发展的继续，就出现了高碱度和超高碱度烧结矿的研究、生产和使用。

为了便于叙述，本文对于碱度的划分，采用如下的方式： $R = 1.0 \sim 1.5$ （或 2.0 ）为自熔性烧结矿； $R = 1.5$ （或 2.0 ） ~ 3.5 （或 4.0 ）为高碱度烧结矿； $R = 3.5$ （或 4.0 ）以上为超高碱度烧结矿。

烧结矿碱度，应当根据实际需要来定，正如全熟料高炉定碱度为 1.2 左右一样。烧结矿的碱度应当根据高炉取消熔剂入炉的原则和

烧结矿使用的比例来确定，而完全不要受自熔性碱度这个概念的制约和束缚，因为它那个碱度往往是强度最糟糕的碱度。只要在烧结工艺上采取适当的措施，加强试验，原则上低品位矿碱度4.0，高品位矿碱度10的烧结矿都是可以生产出来的。

一、六十年代的历史

自熔性烧结矿碱度要求在1.2~1.4之间，是为了达到高炉全部使用精矿或粉矿冶炼时，不再加入熔剂这个目的。然而，这个碱度范围，对于烧结矿的机械强度来说，却不是优惠的，恰恰使它落入了低谷，引起了自熔性烧结矿强度差、粉末多的缺陷。改变这种状况，就成为五十年代后期，烧结技术继续向前发展的动力之一。

1961年，当时正致力于研究自熔性烧结矿强度改进及其理论的苏联B.Я. 米列尔教授发表了关于高碱度烧结矿的研究报告。他发现：把烧结矿的碱度提高到5.0，甚至更高，它的强度、粒度和还原性，都大大超过碱度为1.2左右的自熔性烧结矿；碱度为5.0的超高碱度烧结矿的强度，对于垂直烧结速度十分敏感，太大的返矿粒度和垂直烧结速度，都不利于它强度的提高；料层提高，则有利于质量的改善，脱硫率锐降到只有30%，燃料用量则明显上升。他认为烧结矿质量得到改善的主要原因，是烧结矿的粘结相已由脆弱的玻璃质，改变为比较坚韧的铁酸钙晶体，而容易使烧结矿风化的正硅酸钙则又分散在铁酸钙液相之中。当时，在实验室试验的基础上，米列尔还在两台50米²的烧结机上首次成功地生产出碱度为5.69、CaO为36.6%、粒度很均匀的超高碱度烧结矿。根据这些试验，米列尔建议：超高碱度烧结矿的生产，应当采用固体燃料和气体燃料综合供热的方式，并推荐生产碱度为5.0和0.7两种强度较好的烧结矿来代替碱度为1.25的自熔性烧结矿，以便改善高炉炉料的粒度组