

烧结配料师工艺问答

演讲人 刘家良

2024-02-17



目录

01

基础理论

02

烧结原料

03

生产过程



The background of the slide is a wide-angle photograph of a calm sea meeting a sky filled with soft, white and grey clouds. The horizon line is clearly visible, separating the dark blue water from the lighter sky. The overall mood is serene and expansive.

01

基础理论

液相和矿相的区别？

答：在烧结过程中液相是指能够形成熔化而不溶滴的半液态的矿物成分；矿相是指烧结矿内部所有的结晶体矿物成分，其中包括能够在烧结焙烧过程中形成液相的矿物。



烧结成矿机理都有哪些？

答：最重要的机理有“足够产生液相的物质和温度”、“良好的热传递”、“矿层适当的收缩”、“适宜的结矿时间”、“料层密闭性与透气性的匹配这五项”。重要程度从前往后依次减弱。因为第一项是烧结成矿的基础。第二项是烧结过程进行的基础。第三项和第四项是烧结顺行的基础。第五项一般来说会较大程度影响烧结产量，不会对烧结的成矿造成决定性的影响。

燃料燃烧带的厚度和垂直烧结速度的关系？

答：燃料燃烧带的厚度是决定烧结矿的产质量的重要因素，燃料燃烧带的下行速度就是垂直烧结速度。但是燃料燃烧带过厚会降低垂直烧结速度；过薄会加快垂直烧结速度。一般来讲高碱度烧结矿的燃料燃烧带厚度100mm左右比较适合；垂直烧结速度23mm/min左右比较适合。燃料燃烧带厚度可以通过机尾高温风箱的个数计算得出。

烧结矿中各种矿相的还原性如何？



答：1) 还原性最好的矿相是赤铁矿和铁酸钙



2) 还原性较好的矿相是铁酸二钙







3) 还原性一般的矿相是磁铁矿和钙铁橄榄石



4) 还原性最差的矿相是铁橄榄石。



烧结矿中各种矿相的强度如何？

-  答：1) 强度最好的矿物是钙铁橄榄石，磁铁矿和铁酸钙。
-  2) 强度较好的矿物是赤铁矿和钙铁橄榄石；
-  3) 强度一般的矿物是铁橄榄石和铁酸二钙；
-  4) 强度最差的矿相是玻璃质。严格意义上玻璃质没有晶格结构，不算真正的矿物。



高碱度烧结矿的矿物组成比例如何？

答：高碱度的主要矿相仍然以磁铁矿居多，这也是高碱度烧结矿能保持较高品位的直接原因。但磁铁矿的熔融温度较高，在一般烧结过程中形成的液相成分非常少。所以说一般的高碱度烧结矿的矿相仍然磁铁矿矿相占比最多，只有二元碱度升高到3.0左右时，铁酸钙矿相才超越磁铁矿矿相，在烧结矿中占比最多。

氧化镁对烧结矿物的影响有哪些？

答：在配料中添加部分含氧化镁矿物，随着氧化镁含量的增加，烧结矿的粉化明显下降，使烧结矿强度和粒度组成大为改善。这是因为烧结料中含氧化镁时形成了新的黏结相矿物。如钙镁橄榄石、镁蔷薇辉石等，这些矿物形成部分的液相，稳定了矿相结构，而且烧结矿中的氧化镁有稳定正硅酸钙的作用。因此适量添加含氧化镁熔剂可以提高烧结矿强度，减少粉化。又因为氧化镁阻碍难还原的铁橄榄石、钙铁橄榄石的形成，使得烧结矿的还原性有所提高。



烧结矿物理性能与高炉冶炼的关系？

答：（1）烧结矿强度的高低直接决定了烧结矿的粒度组成和烧结矿在高炉冶炼过程中的骨架作用。是保证高炉顺行的基本条件之一。

（2）烧结矿的粒度组成和粉化程度直接影响高炉的冶炼强度和焦比高低是决定高炉产质量指标的重要因素。实践证明：入炉矿中小于5mm的粉末每降低10%，可使高炉增产6%~8%；烧结矿6~50mm的粒度每增加1%，焦比可降低1.8%。

烧结矿的低温还原粉化性对高炉的影响？

答：含铁物料（铁矿石、烧结矿和球团矿）在低温还原过程中发生碎裂粉化的特性。在高炉炼铁过程中，当含铁料进入高炉后，炉料下降到400 ~ 600°C的区间，在这里受到来自高炉中下部煤气的还原作用，会发生不同程度的碎裂粉化。严重时则影响高炉上部料柱的透气性，破坏炉况顺行，导致高炉减产、焦比增加。铁矿石这种性能的强弱以低温还原粉化指数（RDI）来表示，或称LTB。烧结矿RDI每升高1%，则焦比升高0.4-0.7%；如果RDI较高则会直接导致高炉慢风甚至休风停产。



低温烧结的特点及实现低温烧结的操作手法？

答：（1）低温烧结的特点是燃料燃烧带温度较低，最佳烧结温度为1225-1275℃，1100℃以上的高温保持时间在3-5 min。烧结矿的粘接相针状铁酸钙为主，其数达到30%-40%。低温烧结生产的烧结矿的显微结构为理想的交织熔蚀结构。

（2）实现低温烧结的操作手法包括：

- ①加强整粒和混匀工作。配有一定比例的3-5mm粒积、强度高、还原性好的矿石或返矿作为成球核心，并以固相反应好、易于形成铁酸钙的细矿粉作为外面的黏附物，形成理想的成球结构。
- ②生产高碱度烧结矿。为更多地获得针状铁酸钙，须在配料过程中添加较多的碱性熔剂，二元碱度控制在1.8左右为最佳。
- ③烧结矿中控制合适的铝硅比。三氧化二铝和二氧化硅的比值小于1/2为宜，这种条件下有利于在较低的烧结温度下促使针状铁酸钙的生成。
- ④合理的烧结制度。铁酸钙大约在1200℃产生，1250℃时快速生成，1300℃熔解，所以要控制好烧结的过程温度。因此，低温烧结时应低碳、厚料、压料、高负压操作。



The background of the slide is a photograph of a wide, calm ocean under a sky filled with soft, white and grey clouds. The horizon line is clearly visible, separating the dark blue water from the lighter sky. The overall mood is serene and expansive.

02

烧结原料

磁铁矿配加时的注意事项？

答：（1）磁铁矿作为主要矿物配加时，最好配加一定数量的高品位磁铁矿粗料或赤铁矿粗料，如果是全精粉磁铁矿烧结，这时一定要选用中高硅精粉，适当多添加石灰石增加烧结料粒度组成、增加烧损、多添加生石灰增加造球。烧结过程控制首先要慢，不要追求产量，料层、燃料控制下限，烧透烧好，保证返矿质量。达到良性循环以后再逐渐增产。如果只能选取中低硅精粉，那么必须配加酸性熔剂，以提高烧结矿的含硅量，保证烧结过程的顺利进行。

（2）磁铁矿作为副料配加时，根据烧结矿产质量要求和配料原则进行配料即可。

赤铁矿配加时的注意事项？

答：赤铁矿理论是不含结晶水的纯三氧化二铁。但应用的赤铁矿一般都含有部分结晶水。赤铁矿种类繁多，性能也大不相同。同化性能较好的赤铁矿可多使用生石灰等熟料熔剂；冶炼性能较好的松散型赤铁矿配加的熔剂和燃料数量相对减少；结晶类赤铁矿烧结性能不会太好，配加时应增加燃料用量，最好能同时配加烧结性能较好的其他含铁矿物。

褐铁矿配加时的注意事项？

答：褐铁矿理论是含结晶水的赤铁矿，应用时一般把含结晶水 ≥ 5 的赤铁矿才称为褐铁矿。中水和褐铁矿质地一般比较松软，烧结性能比较好。高水合硬度高的褐铁矿其烧结性能差。由于结晶水含量高，一般不适合作为烧结主要铁料应用。但因为价格便宜，所以在某些厂矿作为低成本烧结的主要铁料应用。这时熔剂对烧结产质量的效果已不明显，按烧结指标要求添加即可；生产操作应遵循：高碳、低水、厚铺、重压的原则。



钢渣配入的注意事项？

答：（1）高品位钢渣配入时应注意成本适量配加，同时根据钢渣性能减少燃料和熔剂的配加量。

（2）低品位钢渣配入一般是为了降低烧结矿成本，在符合烧结矿指标范围内尽可能多添加低品位钢渣。同时也应相应减少燃料和熔剂的配加量。最重要的一点是时刻控制好烧结矿中磷成分不能超标。



高炉灰配入的注意事项？

答：（1）重灰一般直接全部配入一次配料。配入前可稍微淋湿处理。

（2）轻灰有的厂矿外卖或二次精选后应用。如果想要让烧结全部配加应用，这时应注意配入前一定要做润湿处理。最好能配入一定数量的高亲水性物料预先与之混合。



铁料种类多和铁料种类少对配比下达和生产的影响？

答：对于初学烧结配料配比的人来说铁料种类繁多应用起来无从下手。但是在客观上讲烧结应用的铁料种类越多，配比越容易优化，生产烧结矿的性能也越优、越稳定。



为什么各种灰配入量大了烧结烟尘大，尤其是高炉布袋除尘灰配入量大时还容易烧损箅条？

答：各种灰配入造成烧结烟尘大的主要原因是灰和其他矿物很少进行固相反应，而且亲水性低、含水量少、颗粒小，不易和其他物料黏合，烧结时容易被气流带走形成烟尘。高炉布袋灰（轻灰）配入量大烧损箅条的原因是布袋灰被气流带到料层底部，被过湿带料和底料的混合料拦截，大量留存。烧结至底部料层时布袋灰中的碳被迅速点燃，温度急剧升高，烧损箅条。



碱性矿的钙镁成分可以直接当成烧结的有效成分应用么？

答：我国国产的铁精粉碱性矿较多，其中的钙镁成分可当成有效成分直接应用于烧结生产，并且会因为其不会受到活性问题的影响，反而更容易在烧结过程中形成较为稳定的低熔点化合物。

碱性熔剂常见，有酸性溶剂么？什么时候用酸性溶剂？

答：有酸性熔剂，比如蛇纹石、橄榄石和硅砂等。在少数烧结过程二氧化硅含量不够的情况下添加酸性溶剂。

化验误差产生的原因？

答：一般误差是由于分析过程中某些经常发生的原因造成的，对分析结果的影响比较固定，在同一条件下，重复测定时，会重复出现。产生的主要原因是：检验方法、检验仪器、检验试剂、操作手法。在环境温度、气压、湿度、振动和人为等因素下也可能偶然产生误差。

什么样的物料组成烧结利用系数（产量）最高？

答：澳粉+国内铁精粉+巴西粗粉+低价粉的配比是比较适合国内生产的搭配方式。要想在保证烧结矿质量的前提下获得最高的利用系数，关键点在于垂直烧结速度控制在2.5厘米/分钟左右。要想达到这个目标，必须适当提高粗粉的配入量，尽量减少0.1-1mm粒度物料比例，提高3-5mm粒度物料的比例，适当提高燃料和熔剂中3-5mm粒度物料的比例。



什么样的物料组成烧结矿质量最佳？

答：物料组成要以精矿粉为主，减少粒度料，减少烧结矿的杂质成分和三氧化二铝含量。要想在产量比较宽松的条件下提高烧结矿的质量，首先要使垂直烧结速度在2厘米/分钟左右，这是提高烧结矿粒度组成和强度的关键；其次要做好重点岗位各项基础工作，稳定生产过程，从而稳定烧结矿质量；最后要保证原料亚铁的带入量和各种矿相的比例组合符合配料原则，确保烧结矿的高炉冶炼性能。



The background of the slide is a wide-angle photograph of the ocean. The water is a deep blue with gentle, rhythmic waves. The horizon line is straight and divides the image roughly in half. Above the horizon, the sky is filled with soft, white and light grey clouds, suggesting an overcast or slightly hazy day. The overall mood is calm and expansive.

03

生产过程

新投产烧结机开机的注意事项及操作方法？

答：开机生产是烧结生产的最难点。开机配比和正常生产配比要有所区分。开机配比因为现场状况复杂且没有经验借鉴等原因，所以要坚持：铁料品种少、尽量不配辅料、中低配碳、高碱度、高烧损的配料方法。具体操作要：厚料层、适当压料、低机速、勤观察调整。无铺底料时应提高混合料粒度和混匀矿水分。



换料生产时配料师的注意事项及操作方法？

答：（1）只更换一种料时可根据生产状况和更换物料性能更改原配比，并做好烧成情况的预想。换料后及时跟踪、检测烧成情况，有问题快速调整。

（2）更换两种以上物料时必须重新计算配比。做好新配比的各项预知、预测工作。随时监控生产过程，有较大影响产质量的情况发生时第一时间调整到位，并通知上级及下游生产单位，作出相应的部署。



烧结提高产量时的注意事项？

- 01** 提产必须保证高炉冶炼优质、高产、低耗为前提下进行
- 02** 必须按照烧结矿先优质、再高产、后低耗的顺序进行。
- 03** 提产前要做好所有人机物料、风水电气的摸查和准备工作，找出可提产的因素，制定具体的提产方法。
- 04** 烧结生产影响产量的因素很多，必须根据现场状况找出最适合提产的方法，不能一味地追求提高料层的透气性来达到提产的目的。
- 05** 各重点岗位的操作对于提产来说也至关重要，所以提高岗位工的操作水平和设立增产奖励机制也是提产工作的必要手段。



烧结提高质量时的注意事项？

1

答：（1）想要提高一种烧结矿质量指标时，必须首先分析影响这种质量指标的因素，有针对性地展开工作，不能盲目地乱试。

2

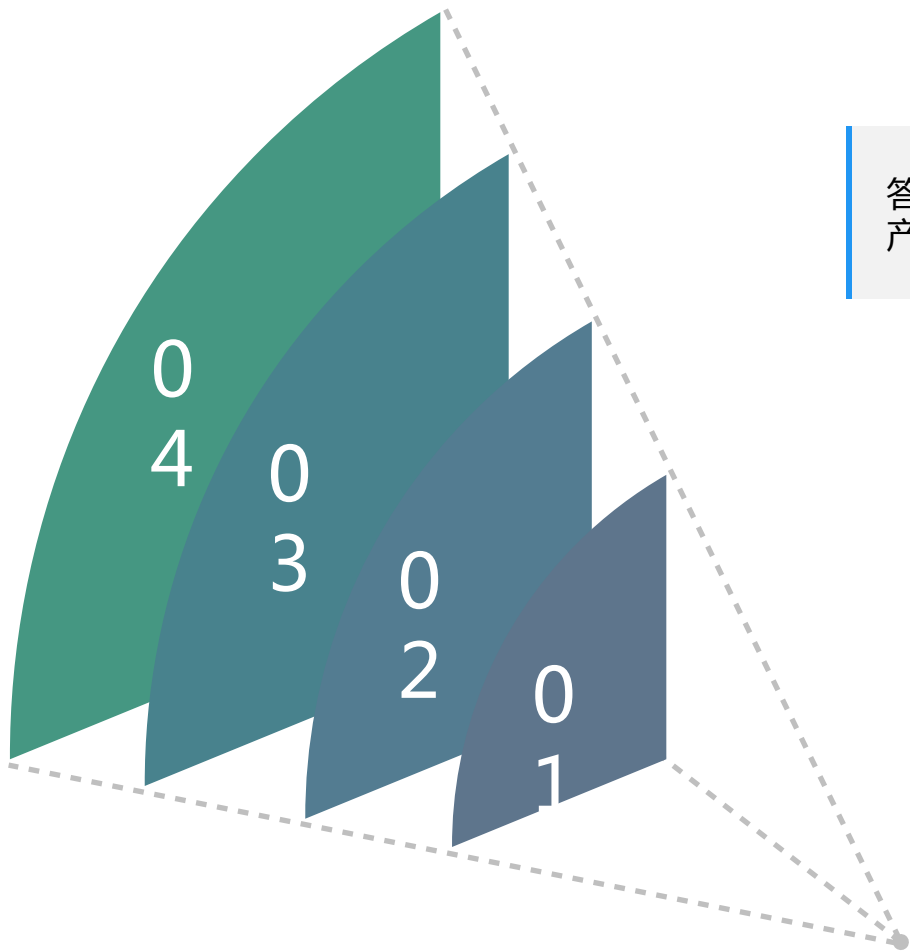
（2）想要全面提升烧结矿质量指标时，必须有大规模的人机物料的改变因素，否则很难达到。

3

（3）提高烧结矿质量时需要多工序、多部门配合进行。单个生产环节的改善对于提高烧结矿质量一般不会起到决定性作用。



降成本时的注意事项及操作方法？



答：（1）降成本工作必须在完成上级下达的烧结矿产质量指标的前提下进行。

（2）从提高产质量入手降低成本是最有效、最合适的工艺手段。

（3）使用工艺技术和操作手法降低成本时，应循序渐进，一般来讲一次性降低成本量不可超过5%。

（4）通过新物料或者新工艺设备降低成本时，应做好全方位的准备工作和预知预测工作，降成本过程中时刻监督，出现影响生产顺行的问题时马上处理。



正常生产过程中配料师应注意哪些工艺技术环节？

- 01 答：（1）配比制定下达时预测好烧结的各项生产工作，预测高炉生产并询问。
- 02 （2）制定各岗位与配比相符的操作手法，并监督执行。
- 03 （3）监控生产过程的垂直烧结速度、燃料燃烧带厚度、负压、废气温度等重要参数。
- 04 （4）经常观察烧结矿烧成情况，与预测烧结矿烧成比对。
- 05 （5）做好烧结矿成分和各项质量指标的跟踪和调整。



烧结矿明显液相不足时的调整手段？

答：（1）检查确定液相不足的原因，按原因进行调整。

（2）由热量不够引起的可增加燃料、降低混合料水分、增加料层厚度，或适当压料增加料层自动蓄热能力。

（3）由液相成分不够引起的，必须分析物料组成和配比结构，找出具体原因。可使用增加亚铁含量高的物料、减小物料粒度、增加生石灰用量、使配比尽量符合烧结配料原则等手法增加液相成分。



在下达配比时，数值超出原则最佳数值的范围是否可行？

答：可行。一般来讲尽量靠近最佳数值，不要超出范围过多。超出范围过多时会引发烧结过程的连锁反应，影响烧结产质量，严重的会影响烧结过程顺利进行，甚至“推生料”。



配料配比表除了计算配比还有何应用？

答：配料配比表几乎可以完成所有烧结生产时物料调整和变化的计算。

烧结自返带入和不带入100%配比的差别？

答：（1）烧结自返矿带入配比时，配料成分比较准确，烧成量比较准确；但因烧结过程的不稳定性易造成自返矿的成分不稳定，所以自返成分需要随时根据现场情况进行调整；另外因自返矿价格不易确定，所以核算烧结矿成本的准确性偏差较大。

（2）烧结自返矿不带入配比时，配料成分有所偏失，预算烧成量比实际情况小；但因自返矿自循环使用，理论上不影响烧结产量，所以计算烧结矿成品率较准确，自返不计算成本，故成本核算较准确。



大水大碳产量高？

答：（1）大水大碳操作确实能暂时提高烧结矿毛矿产量。但大水大碳的操作发展了以磁铁矿和铁橄榄石为主的矿相成分，而抑制了高碱度烧结矿中铁酸钙矿相的生成。铁橄榄石和磁铁矿在高炉冶炼前易在露天环境常温粉化，在炉内造成烧结矿低温还原粉化率升高，逆行炉况；不易被还原，造成高炉焦比增高。

（2）大水大碳操作生产的烧结矿会造成高炉返矿量的增大，降低了混匀矿的使用比例。起不到增产的效果，反而造成减产，得不偿失。




混合料烧损越小产量越高？

答：1、混合料适当降低烧损确实可以提高烧结矿烧成量，从而提高产量。但当混合料的烧损过小就会导致烧结料面收缩不够，减慢烧结速度，致使产量大幅度降低。

2、因为烧损过小会造成结矿强度大大降低，返矿量增加，导致产量降低。





谢谢观看