

细粒富钛料制粒工艺技术研究现状

侯晓磊, 陈凤, 郑富强, 王帅, 杨凌志, 郭宇峰

(中南大学资源加工与生物工程学院, 湖南 长沙 410000)

摘要: 钛资源经过富集提钛、除杂处理, 获得满足沸腾氯化法对炉料要求的富钛料。但细粒富钛料占比多, 难以满足沸腾氯化法对炉料粒度的要求。细粒富钛料在沸腾氯化过程中易导致沟流、节涌, 细颗粒逸出量大等问题, 造成沸腾氯化率低、炉料反应不充分, 且严重影响沸腾氯化工艺的顺行。因此, 对细粒级富钛料进行制粒处理, 使其满足原料粒度要求, 是制备出优质沸腾氯化炉料的关键问题之一。本文详细总结了细粒级富钛料颗粒制粒的方法及所需粘结剂, 分析了目前细粒富钛料制粒的方法及采用的粘结剂中存在的问题, 并指出采用固结温度低的无机或有机-无机复合粘结剂, 对细粒级富钛料进行流态化制粒是有利于实现工业化的发展方向。

关键词: 细粒富钛料; 沸腾氯化法; 制粒方法; 粘结剂

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2022.04.018

中图分类号: TD952;TF09 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2022) 04-0100-06

钛工业的主要产品有钛白粉和海绵钛。钛白粉是一种优质白色无机颜料, 主要成分为 TiO_2 , 广泛应用在涂料、塑料、造纸等行业。目前, 全球约 95% 的钛资源被用于生产钛白粉^[1]。海绵钛是生产制造用于航空航天、军工、医疗器械等领域的钛合金的生产原料。四氯化钛是制备高端钛白粉及海绵钛的中间产物。沸腾氯化法制备四氯化钛产品, 由于其具有传质、传热速率高、反应效率高、三废产生量小等优点, 已经成为生产四氯化钛的主要工艺^[2]。但是, 该工艺对入炉富钛料的品质要求高, 要求原料中 TiO_2 含量大于 90%, MgO 和 CaO 含量之和小于 1.14%, 并且 CaO 含量小于 0.14%, SiO_2 含量小于 1.5%, 原料颗粒粒径分布在 0.150~0.250 mm 之间的占比超过 90%^[3]。

富钛料分为天然金红石、人工金红石及高钛渣三种。我国天然金红石资源储量少, 以低品位原生矿石为主, 矿石结构致密, 矿物组成复杂, 金红石嵌布粒度分布范围宽、粒度细、可选性差、回收率低^[4]。早期的研究表明^[5-6], 将金红石原矿细磨处理至 -74 μm 85%~95% 之间, 并采用多

种选矿方法对其进行处理, 可得到 TiO_2 含量超过 87.5% 的产品。但得到的产物粒度小于沸腾氯化炉料对粒度的要求。我国钛铁矿资源是制备人工金红石及高钛渣的主要原料, 但其钙、镁杂质含量高, 国内通常采用酸浸、焙烧的方法去除有害杂质, 但会造成细粒产品占比多。国内某研究院^[7]采用盐酸法对选矿得到的钛精矿进行处理, 制备出的人工金红石粒度 -0.150 mm 45%; 采用钛精矿冶炼得到钛渣为原料, 采用盐酸法进一步除杂, 得到的富钛料粒度 -0.15 mm 占比超过 16%。我国钛资源制备的富钛料均存在细粒占比多的问题。

细粒富钛料粒径细小导致颗粒间的作用力相对较大, 易导致颗粒团聚, 使沸腾氯化过程中沟流、节涌现象产生, 导致气固相接触不充分, 影响反应速率; 并且细粒富钛料在氯化过程中细颗粒物逸出量大, 会增大收尘压力, 并导致粗 $TiCl_4$ 产品中泥浆的比例大, 增大炉渣产生量、造成物料的利用率下降等问题^[8]。根据 Wen and Yu 等^[9]构建的经验关联式, 细粒物料会降低终端流化速

收稿日期: 2020-06-30

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金 (51904348); 湖南省自然科学基金青年基金项目 (2019JJ50816)

作者简介: 侯晓磊 (1993-), 男, 硕士研究生, 研究方向为钢铁冶金。

通信作者: 陈凤 (1987-), 女, 副教授, 研究方向为钢铁冶金。

度，导致沸腾氯化过程中流化速度的降低，限制氯化产能的提升。因此，细粒富钛料无法应用在沸腾氯化炉中导致钛资源的浪费。添加粘结剂对细粒富钛料进行制粒处理，使其满足沸腾氯化炉料对颗粒粒度分布的要求，并具备一定的冷强度及热强度，使制粒产物在运输及沸腾氯化过程中不产生粉化现象，可以有效解决细粒富钛料难以应用的难题。

细粒富钛料制粒的关键在于制粒方法及制粒用粘结剂的选择，粘结剂对制粒产物的冷强度及热强度具有较大影响，同时决定了制粒产物的固结方式：干燥固结和高温固结。因此，本文根据制粒设备对制粒方法进行分类分析，以及对细粒富钛料制粒用粘结剂种类进行分析，提出细粒富钛料制粒工艺存在的问题以及发展方向，以促进细粒富钛料资源的合理有效利用。

1 制粒方法

细粒物料制粒的方法对产品颗粒的形状、粒度分布、松散度、强度等具有较大影响。选择适宜的制粒方法能有效提高制粒产物的质量和生产效率，降低生产成本。因此，制粒的方法选择是影响细粒富钛料制粒产物质量的重要因素。本节对目前已开展的细粒富钛料制粒的方法：圆盘制粒法、流化床制粒法和V型混合机制粒法，分别进行分析介绍。

1.1 圆盘制粒法

圆盘制粒是利用加水使粉状物料与粘结剂的混合物润湿，在圆盘的转动作用下，表面附有粘结剂的湿润矿粉在圆盘的摩擦力作用下上升，在重力的作用下下降。在上升、下降的循环运动过程中颗粒之间相互碰撞，并在粘结剂的作用下，细颗粒聚集成团^[10]。细粒富钛料采用圆盘制粒是将物料与粘结剂充分混合后放置在圆盘中喷加水进行制粒，或向圆盘中的原料直接喷入粘结剂溶液进行制粒，然后对制粒产物进行固结处理。

BOTHA, PIETER ADRIAAN 等^[11]采用直径为 1.2 m 的圆盘制粒机，通过添加 1%~5% 的粘结剂对平均粒径在 17~126 μm 之间的细粒级高钛渣进行制粒，干燥固结处理得到颗粒粒度分布在 106~1000 μm 的产物。GUEGUIN MICHEL^[12]等人对 -45 μm 99% 的钛渣，配加一定比例烟煤及粘

结剂，在 14 英寸的圆盘中进行制粒，圆盘速度为 45 r/min，角度为 42°。制粒产物在 500℃ 下干燥数秒后，在 900~1000℃ 之间进行焙烧 10~20 min，得到颗粒粒度分布在 150~600 μm 之间的产物颗粒。

圆盘制粒法中细颗粒成团主要依靠机械力和粘结剂作用。制备的产物颗粒具有强度大，粒度分布均匀等特点。但生产出来的颗粒产物粒度大，部分颗粒大于沸腾氯化炉料的要求，需在固结处理之后，对其进行破碎、筛分处理得到满足粒度要求的产物。在破碎过程中，粉化现象严重，不符合沸腾氯化工艺粒度要求的细粒级颗粒会再次产生，需要对其进行收集后再次进行制粒处理，导致生产时间与成本增加。

1.2 流化床制粒法

流化床制粒工艺又称一步制粒工艺，其将混合、制粒、干燥三个过程相结合。细粒物料颗粒在气流的冲击作用下呈流化状态，配制的粘结剂溶液通过雾化器喷入，粉状颗粒表面与雾状溶液接触后润湿并聚结，形成粒子核，继续喷雾粒子与粒子核以及粒子之间相互结合形成较大颗粒，停止喷雾，使颗粒在流化风的作用下干燥固结，粉末颗粒间的液体粘结桥变为固体桥，得到产物颗粒。通过调节流化速度、流化温度、雾化压力、喷雾时间及物料填充率可以调节产物颗粒的质量。

目前，流化床制粒是制粒工艺的主要研究方向，但采用该方法对细粒富钛料进行制粒的相关研究较少。陈许玲等^[13]采用 FL-30 型流化床制粒机对平均粒度为 17 μm 的金红石进行制粒，采用 20 g/L 的 CMC 溶液作为粘结剂，设定流化速度为 0.24 m/s，物料填充率为 0.8%，喷雾时间为 60 min。制备得到的产物颗粒球形度为 0.69，平均粒度为 103 μm 。物料颗粒的平均粒度以及球形度得到了有效的提升。

流化床制粒过程中物料处于悬浮状态与液相接触，相接触面积大，粘结剂的用量小，对富钛料品质影响小。流化制粒产物具有粒径分布均匀、球形度好、流动性与压缩性好等特点。调节制粒参数可以得到满足沸腾氯化炉料的要求的物料，不需要再次整粒处理。并且其自动化程度高、密闭性好、传质和传热速率快，可以减少操作环节、提高生产效率、改善生产环境。但是流

化床制粒方法中,细颗粒成团主要依靠粘结剂的粘合力作用,机械力作用小,因此其对粘结剂的要求较高。并且在制粒的过程中可能出现物料黏附在流化床内壁的现象,影响制粒工艺的顺行。

1.3 V型混合机制粒法

V型混合机制粒是将混合与制粒步骤相结合的制粒方法。其是通过将粉状原料与粉状粘结剂放置在混合机内进行混料处理,物料在设备内先成无规则的混乱状态,然后在两个圆筒间的交错处冲撞,使原来集结在一起的物料分离开,反复多次,使物料充分混合^[14],然后通过内置搅拌器注入水,重复上述过程进行制粒,并对制粒得到的颗粒物料进行固结处理。通过调节设备的转速及内置搅拌棒的转速可以对颗粒的质量进行调控。

HALL等^[15]采用Patterson-Kelley V型混合机对粒度分布在50~100 μm 75%, -50 μm 25%的白钛石进行制粒,配加1%的干燥膨润土粉末作为粘结剂,设备转速为40 r/min,水通过转速为1500~3000 r/min的搅拌棒注入,制备出粒度分布在125~500 μm之间的颗粒产物,然后再80℃下干燥48 h得到产物颗粒。

V型混合机对细粒富钛料进行制粒,主要依靠机械力与粘结剂的作用,产物颗粒的强度高,对外部环境无污染、操作方便等特点。但采用V型混合机进行制粒,制备得到的颗粒中存在颗粒粒度分布不均匀,部分颗粒大于沸腾氯化炉料的要求,需要对这部分颗粒收集后,进行破碎、筛分处理。但该过程中会出现粉化现象,产生低于要求的颗粒,需收集后再次处理,增加生产成本。并且设备加工及安装要求高,运转占地面积大,须在周围加装安全防护设备,生产成本较高。

根据上述分析可知,制粒产物的固结方式主要分为:干燥固结和高温固结两种。干燥固结相比于高温固结,具有操作环节少、能耗低、无污染等特点,应作为主要研究方向。流化床制粒法属于一步制粒机,与其他方法相比,其具有操作环节少、生产效率高、粘结剂用量少、产物质量好等特点,且其自动化程度高、密封性好、能耗低。因此采用流化床对细粒富钛料进行制粒是利于实现工业化的发展方向,应是主要研究方向。但流化床制粒过程中机械力作用小,产物颗粒的质量主要依靠粘结剂的作用,应重点解决粘

结剂的选用问题。目前存在的制粒方法较多,但针对细粒富钛料制粒的研究较少,应该借鉴其他领域,发展针对细粒富钛料的制粒方法。

2 制粒粘结剂

制粒产物的质量不仅与采用的制粒方法有关,并且与采用的粘结剂种类有关。细粒富钛料制粒用粘结剂应选用能够使产物颗粒具有较大的冷强度及热强度,不含钙、镁等对沸腾氯化过程产生严重影响元素,粘结剂用量应控制在合适范围内,降低对富钛料品质的影响。粘结剂的选用同时也决定了制粒产物的固结方式:干燥固结与高温固结。目前,细粒富钛料制粒用的粘结剂可以分为有机粘结剂、无机粘结剂、复合粘结剂。

2.1 有机粘结剂

有机粘结剂中含有大量的羧基、羟基等活性含氧官能团,通过化学吸附力吸附在颗粒表面,提高物料表面的亲水性,使颗粒之间的粘结性增强。并且制粒产物经过干燥固结处理后颗粒间官能团形成的碳骨架及毛细力的增加均可提高颗粒间的粘结强度。细粒富钛料制粒常用的有机粘结剂有CMC、淀粉、羟丙基纤维素、木质素磺酸盐、天然树胶等。

BOTHA, PIETER ADRIAAN等^[11]采用玉米淀粉对平均粒径在17~126 μm之间的高钛渣进行制粒,制粒产物的粒度分布在106~1000 μm之间。筛选粒度分布在1~3 mm的颗粒采用定轨摇床处理4分钟后, -0.5 mm颗粒占比在0.6%~7.2%之间。采用马弗炉对1~3 mm的颗粒在1100℃下进行高温测试,处理时间为2 min, -0.5 mm颗粒占比在0.9%~4.6%之间。沸腾氯化炉内的物料受到高温热气流的冲击,并且颗粒间会相互碰撞,因此其采用的高温强度测定方法不符合实际情况。

采用有机粘结剂对细粒富钛料进行制粒,得到的产物颗粒冷强度大,并且粘结剂用量少,在高温下能够完全分解,不会引入杂质降低原料的品位。但是富钛料沸腾氯化过程一般在900~1100℃温度之间进行,有机粘结剂的耐高温性能差,在高温热气流的冲击下,有机粘结剂的分解,会导致炉内细粒级物料增多,影响沸腾氯化过程的顺行,并且有机粘结剂的价格高,会导致成本上升。

2.2 无机粘结剂

无机粘结剂是由有无机盐、无机酸、无机碱金属、金属氧化物及氢氧化物等无机化合物为基料配制成的多为水溶性的粘结剂。按照固化方式可以分为熔融固化型、挥发固化型、遇水固化型、反应固化型等^[16]。细粒富钛料制粒常用的无机粘结剂有苛性碱、膨润土、硅酸钠等。

蒋训熊^[17]等人采用0.2%~2.5%的NaOH或KOH作为粘结剂对-0.1 mm、TiO₂含量大于94.2%的人造金红石进行制粒，制粒产物经过50~100℃下干燥、500~1200℃下焙烧、筛分处理，得到+0.1 mm占比为80%~95%的产物。HALL等^[15]采用粒度分布在50~100 μm 75%，-50 μm 25%的白钛石配加1%的膨润土粉末作为粘结剂，制备出粒度分布在125~500 μm之间的颗粒产物。

无机粘结剂原料易得、价格便宜、耐高温性能较好，可以承受1000℃或者更高的温度，提高制粒产物在沸腾氯化炉内的稳定性。且其在室温下便可固化、耐久性好，制粒产物可以长时间储存。但是无机粘结剂的用量相较于有机粘结剂用量大，高温下不分解，降低富钛料的品位，并且其不耐酸碱的腐蚀、耐水性能较差、脆性较大，不耐冲击等。

2.3 复合粘结剂

复合粘结剂是由两种或两种以上的粘结剂复合而成，可以有效结合多种粘结剂的优点，使产品的质量得到提升，并且可以有效降低粘结剂的用量。主要包括：有机-无机复合粘结剂、有机-有机复合粘结剂和无机-无机复合粘结剂，是目前粘结剂研究的主要方向。结构变化范围较广的有机化合物组成高分子碳氢化合物如：石油重油、石油沥青、煤焦油、煤焦油沥青等，也作为复合粘结剂应用在细粒富钛料的研究中。

叶恩东等^[18]采用重油（60%~70%）、纤维素钠（5%~15%）和糊精（20%~30%）作为复合粘结剂对细粒级人造金红石制粒，用量为金红石质量的4.25%~16.42%，产物颗粒直径分布在0.45~1.00 mm之间，落下强度大于10次/1.5 m，迅速升温至950℃能够保持完整。陈祝春等^[19]采用食用面粉与聚丙烯酰胺水溶液作为复合粘结剂对细粒富钛料进行制粒，得到颗粒直径分布在0.104~0.84 mm之间，在950℃下静态焙烧，团粒的破损率为36.33%。陈树忠等^[20]对粒度-200 μm的含钛

物料与一种或者多种高分子碳氢化合物进行钛焦颗粒的制备研究，两者分别加热后混合，混合比例为1:0.2~1.2，然后经过保温分馏、焦化处理为生钛焦。生钛焦经过冷却、破碎、筛分、煅烧处理得到产物钛焦颗粒，煅烧温度为1000~1400℃，煅烧时间15~120 min，得到产物颗粒粒度分布在150~2000 μm之间。

采用复合粘结剂对细粒富钛料制粒，应该以有机-无机复合粘结剂为主要研究方向。有机粘结剂可以提高颗粒的冷强度，无机粘结剂可以提高颗粒的热强度，从而提高产物颗粒的强度，使其在运送及沸腾氯化炉内保持完整状态。高分子碳氢化合物作为复合粘结剂，制备得到的钛焦颗粒的冷强度及热强度大，并且可以替代沸腾氯化过程中配加的石油焦，降低生产成本。但该种方法操作环节繁琐，在破碎过程中会出现粉化现象，需对粉化颗粒进行收集后再次进行制粒处理，导致其制粒效率低，生产成本高等问题。并且高分子碳氢化合物烧结过程中会产生有毒、有害气体，对环境的影响较大。

细粒富钛料制粒粘结剂的选择决定了产物颗粒的冷强度及热强度，有机粘结剂对产物颗粒的冷强度作用较好，但热强度较差。无机及有机-无机复合粘结剂对产物颗粒的冷强度及热强度均具有较好的作用。并且由于干燥固结与高温固结相比具有操作环节少、制粒效率高、能耗低等特点。因此细粒富钛料制粒用粘结剂，应该以固结温度低的无机粘结剂及有机-无机复合粘结剂为主要方向。

3 结 论

(1) 沸腾氯化法是制备四氯化钛的主流工艺。我国制备的天然金红石、人工金红石及高钛渣型三种沸腾氯化炉料，均存在小于沸腾氯化炉料对粒度要求（0.150~0.250 mm）的颗粒占比多的问题。针对这部分细粒富钛料开展制粒研究，使其满足沸腾氯化炉料对粒度要求，可以使其得到充分的利用，推动我国钛工业的发展。

(2) 目前，针对细粒富钛料制粒的研究方法中，流化床制粒法属于一步制粒法，具有制粒效率高、粘结剂用量少、产物颗粒粒度分布均匀、球形度高及生产成本低等优点。可以作为细粒富钛料制粒及实现工业化的研究方向。目前，针对

粉状物料制粒的方法较多, 但针对细粒富钛料制粒的方法研究较少, 应进一步探索主要依靠机械力作用, 从而降低粘结剂对富钛料品位影响的制粒方法。

(3) 粘结剂的选择决定了产物颗粒的固结方式, 干燥固结与高温固结相比, 具有操作环节少、能耗低、无污染等优势。有机粘结剂对产物颗粒的冷强度作用较好, 但高温性能差。无机粘结剂、有机-无机符合粘结剂可以使产物颗粒具备较好的冷强度及热强度。因此, 细粒富钛料制粒用粘结剂, 应该以冷强度高、耐高温性能好、固化温度低的无机粘结剂和有机-无机复合粘结剂作为研究方向。

参考文献:

- [1] M H El-Sadek, O A Fouad, M B Morsi, et al. Controlling conditions of fluidized bed chlorination of upgraded titania slag[J]. Transactions of the Indian Institute of Metals, 2019, 72(2).
- [2] NIU L P, NI P Y, ZHANG T G, et al. Mechanism of fluidized chlorination reaction of Kenya natural rutile ore[J]. *Rare Metals*, 2014, 33(4):485-492.
- [3] 刘娟. 攀枝花钛资源制备沸腾氯化用富钛原料研究进展[J]. *中国有色冶金*, 2018, 47(6):49-53.
- LIU J. Development of study on preparation of Ti-rich raw material for boiling chlorination from Panzhihua titanium resources[J]. *China Nonferrous Metallurgy*, 2018, 47(6):49-53.
- [4] 李文光, 张瑛. 我国金红石矿产资源特点及开发利用[J]. *中国化工*, 1997(4):19-20.
- LI W G, ZHANG Y. Characteristics and development of rutile mineral resources in China[J]. *China Chemical Industry*, 1997(4):19-20.
- [5] 王雅静, 张宗华, 高利坤. 某难选金红石矿选矿试验研究[J]. *矿产综合利用*, 2008(1):7-10.
- WANG Y J, ZHANG Z H, GAO L K. Experiment research on the mineral processing technology for a refractory rutile ore[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2008(1):7-10.
- [6] 岳铁兵, 曹进成, 魏德州, 等. 磨矿分级流程对细粒金红石矿选别的影响[J]. *化工矿物与加工*, 2004(8): 15-17.
- YUE T B, CAO J C, WEI D Z, et al. A influence of grinding and classification flowsheet on mineral processing of fine rutile ore[J]. *Industrial Minerals and Processing*. 2004(8): 15-17.
- [7] 叶恩东. 攀枝花钛精矿制备高品质富钛料工艺分析[J]. *化工生产与技术*, 2013, 20(4): 38-40.
- YE E D. Process analysis of the high quality titanium rich material prepared by Panzhihua titanium concentrate[J]. *Chemical Production and Technology*. 2013, 20(4): 38-40.
- [8] 陈辉. 沸腾氯化法生产四氯化钛的设备及工艺改进[J]. *湖南有色金属*, 2016, 32(2): 36-39.
- CHEN H. Improvement of equipment and process for producing titanium chloride four boiling chlorination[J]. *Hunan Nonferrous Metals*. 2016, 32(2): 36-39.
- [9] WEN C Y, YU Y H. Mechanics of fluidization[J]. *Chem. engng Prog. symp. ser*, 1966, 62:100-111.
- [10] 贺友多. 圆盘造球机的造球运动分析[J]. *烧结球团*, 1981(5): 1-7.
- HE Y D. Analysis of the pelleting movement of the disk granulator[J]. *Sintering and Pelletizing*. 1981(5): 1-7.
- [11] Botha Pieter Adriaan (ZA); Bessinger Deon (ZA); Dippenaar Benjamin Alexander (ZA). Agglomeration of titania[P]. US: 7, 931, 886 B2. 2011-04-26.
- [12] Gueguin Michel. Titanium slag-coke granules suitable for fluid bed chlorination[P]. US: 4, 187, 11 7. 1980-04-05.
- [13] CHEN X L, ZHOU X W, GAN M, et al. Study on the fluidized bed granulation of fine-grained rutile concentrate[J]. *Powder Technology*, 2017(315):53-59.
- [14] 傅备德, 潘志明, 张万琦. V型混合机的工作原理与应用[J]. *化学世界*, 1965(3):134-137.
- FU B D, PAN Z M, ZHANG W Q. Working principle and application of V-mixer[J]. *Chemical World*, 1965(3):134-137.
- [15] Hall John Sydney (Au), Carey Ken George (Au), Hollitt Michael John (Au). Sintered high titanium agglomerates[P]. US: 6149712. 2000-11-21.
- [16] 李进卫. 无机胶剂性能、组成、制备和应用分析[J]. *玻璃钢*, 2018(2):6-13.
- LI J W. Inorganic adhesive properties, composition, preparation and application analysis[J]. *Fiber Reinforced Plastics*, 2018(2):6-13.
- [17] 蒋训雄, 蒋伟, 汪胜东等. 细粒级富钛料造粒方法 [P]. 中国: 201610712820.2. 2017-01-11.
- JIANG X X, JIANG W, WANG S D, et al. Granulation method for fine-fraction titanium-rich material[P]. CN: 106319246. 2017-01-11.
- [18] 叶恩东, 缪辉俊, 程晓哲等. 细粒级人造金红石造粒结合剂及其使用方法 [P]. 中国: 201510736993.3. 2016-01-27.
- YE E D, MIAO H J, CHEN X Z, et al. Fine-fraction artificial rutile granulation binding agent and use method thereof[P]. CN: 105271390. 2016-01-27.
- [19] 陈祝春, 陆平, 王建鑫等. 一种细粒级钛原料的团粒方法 [P]. 中国: 201210191764.4. 2012-11-14.
- CHEN Z C, LU P, WANG J X, et al. Method for aggregating

- fine fraction titanium raw materials[P]. CN: 102776365A. 201410254963.4. 2014-09-24.
2012-11-14. CHEN S Z, YING M. Preparation method for making titanium
[20] 陈树忠, 英明. 一种钛焦颗粒的造粒制备方法 [P]. 中国: coke granules[P]. CN: CN104058450A. 2014-09-24.

Research Status of Granulation Technology Process of Fine-Grade Rich Titanium Material

Hou Xiaolei, Chen Feng, Zheng Fuqiang, Wang Shuai, Yang Lingzhi, Guo Yufeng

(School of Minerals Processing and Bioengineering, Central South University, Changsha, Hunan, China)

Abstract: Titanium resources are enriched to extract titanium and remove impurities to obtain titanium-rich materials that meet the requirements of boiling chlorination furnace charge. However, the fine-grade rich titanium materials make up a large part, and it cannot meet the particle size requirements of boiling chlorination furnace charge. The fine-grade rich titanium materials tend to cause problems such as channel flow, slugging and escapes from the furnace during boiling chlorination process, resulting in low boiling chlorination rate, inadequate reaction of the charge, and severely affects the stable running of boiling chlorination process. Therefore, granulating the fine-grade rich titanium materials to meet the requirements of the raw material particle size is one of the key issues in preparing high-quality boiling chlorinated furnace charge. This paper summarizes the granulation method of fine-grade rich titanium materials particles and the required binders in detail, analyzes the problems in the current granulation method of fine-grade rich titanium materials and the binders used, and points out that the use of inorganic or organic-inorganic composite binders with low consolidation temperature to fluidize granulation of fine-grained titanium-rich materials is beneficial to the development direction of industrialization.

Keywords: Fine-grade rich titanium material; Boiling chlorination; Granulation method; Binder

////////////////////////////////////
(上接第 86 页)

Study on the Effect of Alkaline Leaching Pretreatment of Tellurium-bearing Gold Ore Based on Process Mineralogy

Xu Chao, Cai Mingming, Zhang Wenping, Gao Tengyue, Li Guangsheng, Zhu Xingfu

(Metallurgical laboratory branch of Shandong gold mining technology Co., Ltd., Yantai, Shandong, China)

Abstract: This article was aimed at a certain tellurium-bearing gold ore and its samples after alkaline leaching. Through the process mineralogical analysis of two samples, the elemental composition, mineral composition and minerals of the ore in the samples were respectively determined. The characteristics of the embedding, the occurrence state of the target element, the particle size distribution of the target mineral, etc. were reported. The research results showed that the presence of tellurium-bearing gold ore in the raw ore affected the leaching rate of gold during the leaching process. The alkaline leaching pretreatment process can oxidize the tellurium-bearing gold ore; the fine-grained minerals in the raw ore were oxidized and decomposed into fine particles during the alkaline leaching process. Granular minerals, during the alkaline leaching process, pyrite and tellurium-bearing gold ore were oxidized to release gold minerals. It is shown that the alkaline leaching pretreatment process has obvious effects on the treatment of tellurium-bearing gold ore, and has guiding significance for the formulation of the process flow of tellurium-bearing gold ore.

Keywords: Technological mineralogy; Tellurium-bearing gold ore; Intercalation relation; Intergrowth