

冷压球团技术在冶金中的研究进展

甘胤¹,王吉坤^{1,2},包崇军³,罗文波¹,卢国洪⁴,张忠义⁴

(1. 昆明理工大学冶金与能源工程学院, 云南 昆明 650093; 2. 云南冶金集团总公司, 云南 昆明 650031;
3. 昆明冶金研究院, 云南 昆明 650031; 4. 云南永昌硅业, 云南 保山 678300)

摘要:本文分析了在资源贫乏和环保形势严峻双重压力下冶金粉料处理的必要性。简述了冷压球团造块法的机理和优点及其在冶金中的应用情况。并指出影响冷压球团法生产的团块质量的因素。最后综述了近几年来冷压球团造块法在冶金生产中的研究进展。

关键词:冷压球团造块; 冶金; 粘结剂

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2014.01.003

中图分类号:TD989;TF124 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2014)01-0010-06

随着自然资源的日益减少,人类环保意识的提高,冶金生产中急剧增加的各类烟尘、浮渣、污泥、氧化铁皮和有色金属冶炼中间返料等粉状废弃物的处理受到社会的重视^[1-2]。然而这些粉料由于粒度较细,若直接回收入炉则会恶化炉况。因此,这些粉料在入炉之前需进行造块处理^[4-5],以使其各项冶金性能如机械强度、孔隙率、密度、形状大小、化学活性和热稳定性等符合物料入炉冶炼所需的要求。但这些粉料粒度大小不一,在三种造块方法中^[6],采用压团造块法对其进行压团处理比较方便。压团造块所需设备结构简单、成本低,故广泛用在各种粉料成型领域^[3]。压团造块根据其成型温度的不同,可分为热压成型和冷压成型。本文主要介绍冷压球团法在冶金中的应用及研究进展。

1 冷压球团成型机理

压团就是利用外力破坏模具中由粉料颗粒之间的摩擦力和机械咬合力形成的“拱桥效应”^[3-4],使粉料中各颗粒向着自己有利方向移动,重新排

列^[5],以减少粉料中颗粒之间的孔隙度,增大颗粒间接触面,使颗粒之间的相互作用力不断增加。随着外压力的增大,颗粒之间的相互作用力、团块的密度及强度也随之增大,最后形成具有一定大小、密度和强度的团块。根据被压物料的性质不同颗粒间的作用力也不同。若是脆性物料,则在造块过程中物料将被压碎,所产生的细粉会充填空间,由于这些新产生的细粒物料上存在大量自由化学键^[6],在外力作用下相互接触时能发生强烈的重新组合粘结。若是塑性物料,则在压制过程中发生塑性变形的颗粒会相互围绕着流动,此时颗粒之间会产生强烈的范德华力而粘结和联结^[7]。实际生产中,这两种力在颗粒之间并存。

2 冷压球团造块法的特点及应用

与烧结法和球团法相比,压团法具有以下特点:

(1)成品大小均匀,不需再做整粒处理;(2)经进一步加工后的成品,入炉冶炼时因几何形状特殊具有较大安息角,减少物料偏析;(3)压团法适用于很多

收稿日期:2013-06-13;改回日期:2013-06-19

基金项目:科技创新强省计划(2012AA007)

作者简介:甘胤(1987-),男,硕士研究生,研究方向为湿法冶金及工业硅还原制备及球团生产等。

粉料成型,且对粉料的粒径范围要求较宽;(4)压团所需设备简单、投资省、易于管理和能耗低,是节能环保的一种造块方法^[7-8]。对中、小规模粉料成型具有重要意义。

在冶金中,冷压球团技术不仅广泛用于炼钢污泥和氧化铁皮、高炉烟尘^[9]、磁铁精矿粉和各类铁合金粉矿的造块处理^[10],还广泛应用在有色冶炼中间返料的造块以及工业硅粉状还原剂^[11]造块等方面。总之,凡是处理规模小、粒度较宽的冶金粉料均可采用冷压球团法进行造块处理。

3 冷压球团法处理冶金粉料的概述

3.1 冷压球团工艺研究进展

3.1.1 成型压力的研究

冷压球团造块的一个主要特点就是对团块施加一定的压力去破坏物料的拱桥效应,使团块内部颗粒重排,并逐渐密实化。因此压力与团块的机械强度和孔隙率有很大关系,外界所施加给团块的力越大越有利于破坏物料的拱桥效应而促进团块成型,提高团块的机械强度。但外力太大会将物料压溃,增加新断面,新断面因无粘结剂而影响整个团块的强度。

向峰^[12]在锰精矿压团试验中发现随成型压力增大团块落下强度和抗压强度都增大。当成型压力达到40MPa时,抗压强度和落下强度均达最佳。此后增大压力,物料将被压溃,引起反弹,导致各指标下降。杨先觉^[13]在锰硅合金粉造团试验中,分别考察了不同压力下团块强度的变化。结果发现随压力增大团块抗压强度也增加,当压力为2000Pa时团块抗压强度达1180N/个。何鹏等^[14]以转炉污泥和煤粉为原料,分别做了不同成型压力下的压团试验。试验发现当压力为18MPa时团块抗压强度可达2011N/个。说明成型压力在一定范围内可提高团块性能。刘能云^[15]在萤石造块试验中发现,压力大小对落下强度的影响比对抗压强度的影响更大,外压力为15MPa时抗压强度和落下强度均较佳。何环宇等^[16]在试验中发现,当压力为50Pa时,干、湿团块的力学性能较好,落下强度均超过10次/球,抗

压强度达1Pa;当压力为75kN时,落下强度和抗压强度急剧下降;当压力增至100Pa时,团块脱模困难。

不同类型的物料所需成型压力不同,若是脆性物料,则易被压碎,因此成型压力不能太大;若物料塑性较好,则在较大压力下,物料内部的颗粒之间会相互围绕着流动,使颗粒之间产生范德华力将其联结,因此成型压力可大些,以便提高团块冷强度。不论是何种物料,成型压力过小,物料颗粒不能获得紧密排列所需要的压力,其机械强度会受影响;成型压力过大,不仅脱模困难,而且过大压力会破坏团块粘结的连续性结构,使团块失去强度^[11]。

3.1.2 对冷压球团中水分的研究

在冷压球团造块过程中,水分不仅是一种润滑剂,还充当物料和粘结剂之间的反应介质。适宜的水分可以降低物料颗粒之间的摩擦力,便于颗粒滑动,有利于提高团块强度^[17]。

通常原料水分过高,其初始成球较快,但易造成生球相互粘结、变形及不易脱模,导致生球粒度分布不均、强度较差,同时增加干燥成本。而原料水分过低,则容易出现两半球间缝隙增大,粉料结合强度差,成球率低甚至无法成球的现象^[17]。水分与冷压球团物料本身性质、粘结剂种类和成型压力有关。物料干燥、粒度小及成型压力大、所用粘结剂亲水性好时所需水分多。

3.1.3 对冷压球团设备的研究

冷压球团法可分为冲压式压团、对辊式压团、环式压团和螺旋挤压式压团等。其中在冶金中常用的是对辊式压团^[11],该压团系统主要由混碾机、链斗式提升机和对辊式压球机组成^[18]。对辊压团是将物料从两辊轮的上方连续加入至辊轮的球窝之间,在外力作用下粉料产生体积压缩,球窝在辊轮转动下逐渐闭合,使作用在物料上的成型压力逐渐增大。当辊轮上的球窝转动到距离最小时成型压力达最大,物料也随之而成型。然后随着辊轮的转动团块上作用力逐渐减小为零,此时团块便从球窝处脱落。

在压团过程中对辊压球机常出现物料结拱、喂料不足以及脱模困难等问题。向峰等^[19]针对

这一问题,通过对压球机的结构及工作原理的分析,解释了出现以上问题的基本原因,并在此基础上对设备进行了一系列的改造,使之满足工业生产的需要。此外,在冷压球团过程中,成型压力不同,给料方式也不同。若成型压力低,则可以通过压团机料仓中物料自重给料;若成型压力大,则采用立式圆锥螺旋强制给料方式给料^[20]。强制给料实际上就是在压团前将粉料预压,以排除粉料内部的多余空气,使成球率增加的同时团块冷强度也随之增加。张杏花等^[21]在处理浮渣焙砂及氧化锌粉料时,采用一段混合,一段预压,一段成型的工艺流程,以保证团矿的密度,最高成型压力达 120MPa。此工艺下团块的冷热强度均满足生产要求。

3.2 冷压球团粘结剂的研究进展

粘结剂的研究是冷压造团的核心。根据所压物料中是否添加粘结剂,压团又可分为有粘结剂压团和无粘结剂压团^[8,22-23]。无粘结剂压团一般只用于本身具有一定粘性的物料,如型煤生产^[8]。冶金中主要使用有粘结剂压团,该方法关键是研发满足生产要求的粘结剂。粘结剂又分为无机粘结剂、有机粘结剂和复合粘结剂。

3.2.1 冷压球团造块中有机粘结剂的研究

冶金中常用有机粘结剂有腐植酸盐、沥青、淀粉类物质、部分高分子聚合物、纸浆废液和废油等。有机粘结剂在团块成型中能提供较好的冷强度,且在高温下易分解燃烧,带入团块的杂质少,但同时热强度较差^[24]。所以要改善粘结剂的力学性能,应在粘结剂分子中引入高能键和热活性基团,使其分子间在受热情况下发生交联,从而提高热稳定性,并保持甚至增强其粘结性能^[25]。

Veerendra SINGH 等^[26]将硅酸钠、膨润土、丙烯酸树脂和酚醛树脂等作为铁锰粉矿造块粘结剂。试验表明酚醛树脂和铁锰粉矿经混匀、成型后,团块的转鼓和震裂指数可提高为 95% 和 98%,抗压强度也提高至 55MPa。张玉林^[27]对锰矿粉进行压团研究,指出采用比重在 1.2 ~ 1.4 的纸浆废液和糖浆废液作为锰矿粉粘结剂所得团块性能较好。李海普^[29]等在磁铁精矿粉造块过程中研究了 HPAN(水解聚

丙烯腈)、PHP(水解聚丙烯酰胺)、PAA(聚丙烯酸)和 BAK(酚醛树脂)4 种粘结剂与团块强度的关系。实验结果为:湿团块 PHP>PAA>HPAN>BAK,干团块 PAA>HPAN>BAK>PHP,热态团块 BAK>PAA>HPAN>PHP。钟宏等^[28]将原淀粉、变性淀粉、羧甲基纤维素和腐植酸等作为磁铁精矿造团粘结剂进行试验。试验发现,因腐植酸主链为刚性结构,且分子中带有受热可发生交联反应的活性基团,其干团块和热态团块具有良好的机械强度。结合淀粉和纤维素类粘结剂的亲水、亲固羧甲基,可改善粘结剂的粘结力和内聚力,使团块强度有较大提高。

3.2.2 冷压球团造块中无机粘结剂的研究

冶金中常用的无机粘结剂有膨润土^[29]、水玻璃、黏土、石灰、水泥等。使用无机粘结剂压团所得团块热强度较好,但冷强度差,且会带入杂质,在冶金生产中不便单独使用。胡慧萍等^[30]利用聚丙烯酰胺、葡萄糖、高岭土、 $AlCl_3$ 、腐植酸钠、水溶性苯酚、甲醛树脂和自制的水溶性树脂 A 等对水玻璃改性。将改性后的水玻璃作为炼铁焦炭粉压团的粘结剂。实验表明,改性后的水玻璃能提高团块的耐水性和耐热性。许海川等^[31]在铁矿粉成型过程中运用两种不同粘结剂进行试验,一种粘结剂的主要成分是水玻璃,另一种则是腐植酸钠。实验表明,所用粘结剂主要成分是腐植酸钠的团块性能均比粘结剂主要成分是水玻璃的团块好。朱德庆^[9]从理论上导出生球强度界面能综合模型。指出具有适宜分子结构的粘结剂可大幅度提高生球内颗粒间溶液的粘度及在颗粒表面产生强烈的化学吸附。使颗粒表面的亲水性、相应的化学作用能、粘滞作用能及毛细引力能增强,从而提高生球的强度。用膨润土做粘结剂所生产的团块,因其内部颗粒间粘滞作用能和化学作用能低,所以此类团块强度较低。

3.2.3 冷压球团造块中复合粘结剂的研究

复合粘结剂主要是将无机类与有机类粘结剂搭配使用,利用有机粘结剂造块冷强度好、带入杂质少与无机粘结剂热稳定好、价格低相结合,使团块的综合性能得到提高^[26]。丁宝忠^[32]以自制 GR 复合粘结剂作为含铁矿粉及含铁粉尘进行造团实验。实验

表明,该粘结剂加快了团块的固结速度,能在短时间内提高团块强度。且团块的抗爆性、还原性和耐还原粉化性等均良好。朱德庆等^[33]研制出一种适合硫化矿精矿表面特性的新型高效复合粘结剂 SB,大幅度改善了铜镍硫化精矿的成球性,提高了团块的强度和热稳定性。贾艳桦等^[34]采用生石灰+膨润土+水玻璃和消石灰+水玻璃+水溶性树脂等两种复合粘结剂对铬矿粉进行压团。试验表明,两种粘结剂均能不同程度提高团块性能。赵志成等^[21]在用冷压球团处理硅铝合金原料时由造纸废液干粉或糖浆干粉与黏土混合物为压团粘结剂,二者比例为4:6~2:8,粘结剂占原料总重量的8%~15%,活化剂占原料总重量的5%。该团块在生产中各方面性能良好。李守诚等^[35]列举出了黏土与胶化淀粉、消石灰与糊精或废糖浆、羧甲基纤维素钠与三聚磷酸盐、高聚物与膨润土、F 粘结剂等复合粘结剂。并指出用这些复合粘结剂造块,既提高球团的强度,又可调整球团矿碱度,改善球团还原性。

复合粘结剂就是将不同类型的粘结剂相互结合,取长补短,兼具有机粘结剂和无机粘结剂的优点,能大大改善团块的冶金性能,是粘结剂研究的一个重要方向。

3.3 冷压球团粉料粒径的研究进展

在冷压球团法处理粉料过程中,粉料颗粒粒径大小对团块强度的影响较大。粘结剂对物料的浸润效果是影响粉料成型的关键,颗粒越小,比表面积越大,结构疏松,对粘结剂的吸附性越强。此外,粉料中颗粒的粒度分布对团块强度也有重要影响。Trommer 在研究中用下式表示粒度分布:

$$Q_{(d)} = (d/d_{\max})^m \quad (1)$$

式中:

$Q_{(d)}$ —粒度不大于 d 的累积产率;

$d_{\max}$ —最大颗粒直径;

m —粒度尺寸的分布宽度。

Trommer 发现,当 $m \approx 0.6$ 时,所得团块强度最高。在这样的粒度分布下,粉料颗粒间的表面接触良好,不同粒级的颗粒相互啮合,相互充填,使物料的充填密度大,压缩比小。此时,不同粒径的颗粒所

起的作用不同。在团块内部结构中大颗粒起着骨架作用,但其数量不能超过一定范围,否则就导致团块内部孔隙度增加,机械强度下降。小颗粒的作用是充填大颗粒间的孔隙,降低团块孔隙度,提高团块的致密度和机械强度^[36]。

杨永斌^[39]等对钨精矿做了5个粒级的压团实验。实验发现原料粒度越大,团块强度越差。对生球强度来说,原料以-2.0mm 粒级最佳;而对干球强度来说,-1.0mm 粒级最佳。建议在生产上将两种粒级物料按比例搭配使用。张玉林^[30]对锰粉矿进行压团实验。实验发现,当-5mm 以下的粉精矿占70%,烟尘占30%时成球性较好,所得团块抗压强度可达100kg/个。

粉料的粒度分布对成型效果、抗压强度有影响,在造块中应根据实际粉料和设备的具体条件进行粒度优化。

3.4 冷压球团干燥方式的研究进展

干燥是影响团块强度的因素之一。干燥是将生球与干燥介质接触,生球表面因受热而产生水蒸气,水蒸气被干燥介质连续不断地带走,生球内部水分不断减少,达到干燥目的^[15]。在生产中生球通过干燥脱去水分可使其强度得到大大提高^[3,16]。干燥方式按温度的不同可分为常温干燥和高温干燥两种。一般常温干燥所需时间长,能耗低;高温干燥所需时间短,能耗高。在实际生产中要根据生产实际情况来选择干燥方式。

邱伟坚^[37]将转筒干燥机、隧道窑、竖炉、链蓖机及固结罐等干燥设备进行比较。指出在铁合金粉冷压成型中采用链蓖机加固结罐两次固化的方式较好。刘能云^[18]对萤石精矿团块进行干燥试验。试验表明,在一定的温度范围内,原料中的粘结剂能迅速硬化,有利于提高团块的强度。当干燥温度为100℃时,团块的抗压强度达到5.92MPa,落下破裂次数为9.0次;当干燥温度由100℃升高到250℃,团块抗压强度和落下强度都大幅降低。温度从50℃升高到100℃,团块的强度指标变化幅度不大。因此对该类团块干燥温度控制在100℃为宜。李清湧^[38]等考察了轧钢皮冷压球团中干燥方式对团块

强度的影响。研究表明,常温干燥三类不同的团块时,抗压强度分别为 1360N/球、1070N/球和 1712N/球;当将以上三种团块放在 300℃ 下烘干 40min,其强度分别可达 1508N/球、1213 N/球和 4500N/球。可见高温干燥可以改善团块冶金性能。刘松利^[39]等对钕铁硼精矿生球的干燥方式进行研究。研究表明,在 105℃ 下干燥 2h,抗压强度和落下强度均约增大了 2 倍;但在 150℃ 下干燥 2h,抗压强度增大不明显,可能与粘接剂在此温度的粘接稳定性有关。室温干燥虽随时间延长,抗压强度逐步增大,但是时间大于 4 h 后强度增加缓慢。因此对该类团块只需在 105℃ 下干燥 2h 即可。郭海涛等^[40]研究了氟碳铈稀土精矿生球烘干温度及烘干时间对其强度的影响。试验表明,低温慢速升温的烘干方式可使团块的抗压强度大幅提高。

4 结 语

(1)冷压球团造块法因具有能耗低、管理方便、污染少等重要优点,因而在冶金中应用较为广泛。

(2)对于粒度较细的物料,通过冷压球团技术处理之后入炉,不仅可以改善炉况,增加炉料的透气性,还可以起到节能降耗、减少生产成本的作用。

(3)冷压球团过程中控制好物料水分和造块的压力,并对物料进行分级,采用不同粒径大小的物料搭配,可以大大提高团块的质量,减少干燥时间。

(4)不同性质的物料具有不同的造团技术参数。但不论是哪种物料其中粘结剂的研发都是冷压球团法造块过程中所必须面临的核心问题。根据物料的性质,结合生产中各项指标的要求,找到满足要求的粘结剂仍是今后冷压球团法造块研究领域的工作重点。

(5)冷压球团造块技术也有一定的局限性,与球团法和烧结法相比其产量较低,难以大规模生产使用。此外,在造块过程中由于需要添加粘结剂,所以会引入部分杂质。

参考文献:

[1]李清汤,鲁逢霖. 粉状物料冷固结球团试验研究[J]. 甘肃冶金,1999,75(1):12.

[2]习乃文. 球团法处理冶金废料[J]. 武钢技术,2004,42(4):32.

[3]胡瑞霞. 冶金污泥与废料资源化利用研究进展[J]. 化学工程与装备,2008(1):60.

[4] Mahdokht Emadi Shaibani, Nicolas Eshraghi, Mohammad Chambari. Sintering of grey cast iron powder recycled via jet milling[J]. Materials and Design,2013,47:174-178.

[5]张惠宁,李希超. 我国锰矿石造块的发展及工艺的合理选择[J]. 中国锰业,1991(1):20-22.

[6] Qin Jie, Liu Gong guo. Study on Cold-Pressing Technology for Mixture of Iron Ore and Coal[J]. Zhang, HX; Han, Y; Chen, F. MATERIALS AND COMPUTATIONAL MECHANICS. Shen zhen, PEOPLES R CHINA:2012,117:882.

[7]肖琪. 团矿理论与实践[M]. 长沙:中南工业大学出版社,1991. 255-264.

[8]赵玉兰,常鸿雁. 粉煤成型机理研究进展. 煤炭转化[J], 2001,24(3):13-14.

[9]朱德庆,邱冠周. 含粘结剂的磁铁矿生球强度机理研究[J]. 有色金属,1996,48(3):33-38.

[10]龙飞虎,矿煤冷压球团工艺应用研究[J]. 四川冶金, 2011,33(4):19.

[11]傅菊英,姜涛. 烧结球团学[M]. 长沙:中南工业大学出版社,1996. 379-384.

[12] N. A. El-Hussiny, M. E. H. Shalabi. A self-reduced intermediate product from iron and steel plants waste materials using a briquetting process[J]. Powder Technology,2011, (205):217-223.

[13]陈津,潘小娟. 锰矿粉利用技术研究[J]. 铁合金,2007, 196(5):8.

[14]张安福,李宗有. 工业硅冶炼还原剂粉料冷压制团的实验研究[J]. 云南冶金,2012,41(3):35.

[15]向峰,雷霆. 锰精矿粉冷压强度的研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2008. 35-53.

[16]杨先觉. 锰硅合金粉冷压成型强度的研究[J]. 铁合金, 2000(5):22.

[17]何鹏,齐渊洪,许海川. 转底炉球团冷压块技术的研究和应用[J]. 烧结球团,2011,36(2):41.

[18]刘能云,邓海波. 萤石精矿冷压球团试验研究. 矿产保护与利用[J],2012(2):48-50.

[19]何环宇,杨秀枝. 利用钢渣制备造渣剂的成型实验研究[J]. 炼钢,2009,25(5):56-59.

- [20] 周国江, 吕玉庭. 影响工业型煤强度的因素分析[J]. 选煤技术, 2001(3): 16.
- [21] 赵志成, 张玉林. 利用冷压球团制备高品质铁合金原料的工艺简介[J]. 铁合金, 2007(5): 17.
- [22] 向峰, 雷霆. 锰粉矿压制冷压球团时对辊压球机设备改造的研究[J]. 云南冶金, 2007, 36(6): 22-23.
- [23] 李天恩. 制粒冷压球团设备的现状及发展动向[J]. 工程设计与研究, 1999, 67: 16.
- [24] 张杏花. 韶关冶炼厂浮渣冷压球团设计总结[J]. 工程设计与研究, 1991, 74: 22.
- [25] 徐振刚, 刘随芹. 型煤技术[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001. 47-137.
- [26] ülker Gürbüz Beker. Briquetting of Afsin-Elbistan lignite of Turkey using different waste materials[J]. Fuel Processing Technology, 1997, 51(2): 137-144.
- [27] 张振勇, 李文华, 徐振刚. 煤的配合加工与利用[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2000.
- [28] 李海普, 钟宏. 磁铁精矿粉造块中合成有机高分子粘结剂的研究[J]. 金属矿山, 2001(11): 28-30.
- [29] Veerendra SINGH. Development of Agglomeration Process to Utilize the Ferromanganese Fines in Steel Making Process[J]. ISIJ International, 2011(51): 59-62.
- [30] 张玉林, 王运正, 高德云. 应用冷压球团法处理锰粉矿[J]. 中国锰业, 2006, 25(1): 43.
- [31] 钟宏, 李海普. 天然有机高分子粘结剂在铁矿造块中的粘结性能[J]. 矿冶工程, 2002, 22(1): 49.
- [32] 白雪, 贾堤. 粘结剂对玻璃配合料压实性的影响[J]. 硅酸盐通报, 2009, 28(3): 589.
- [33] 胡慧萍, 黄可龙, 潘春跃. 焦炭粉冷固成型用粘结剂的研制[J]. 湖南轻工业高等专科学校学报 2000, 2(1): 10-14.
- [34] 许海川, 齐渊洪, 严定璧. 新型有机粘结剂冷压球团矿的性能[J]. 钢铁研究学报, 1999, 11(4): 5-8.
- [35] 丁宝忠. GR型复合粘结剂在常温造块中的应用试验[J]. 江苏冶金, 1991(1): 18-2326.
- [36] 朱德庆, 付守澄, 陈苾. 粘结剂在铜镍硫化精矿冷压球团中的作用机理及使用效果研究[J]. 江西冶, 1995, 15(5): 27.
- [37] 贾艳桦, 刘培骁. 冷压球团技术在高碳铬铁生产中的应用[J]. 铁合金, 2011(2): 4.
- [38] 李守诚, 高岗强. 高铝粉煤灰球团工艺研究进展[J]. 内蒙古石油化工, 2012(1): 8.
- [39] 杨永斌, 李宏煦. 钼精矿焙砂压力成型的工艺过程研究[J]. 中国钼业, 1997, 21(4): 20.
- [40] 邱伟坚. 铁合金矿粉冷压球团成球机理及固结[J]. 铁合金, 2003(3): 7-9.
- [41] 李清湧, 鲁逢霖. 粉状物料冷固结球团试验研究[J]. 甘肃冶金, 1999, 75(1): 12.
- [42] 刘松利, 白晨光, 胡途. 钒钛铁精矿内配碳球团冷压球团工艺研究[J]. 稀有金属, 2011, 35(10): 87.
- [43] 郭海涛, 高俊梅. 氟碳铈稀土精矿冷压球团工艺研究[J]. 烧结球团, 1996, 21(4): 27-28.

Research Progress of Cold-pressing Pelletizing Technology in Metallurgy

Gan Yin¹, Wang Jikun², Bao Chongjun³, Luo Wenbo¹, Lu Guohong⁴, Zhang Zhongyi⁴

(1. Faculty of Metallurgical and Energy Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China;

2. Yunnan Metallurgy Group Parent Company, Kunming, Yunnan, China;

3. Kunming Metallurgical Research Institute, Kunming, Yunnan, China;

4. Yunnan Yongchang Silicon Industry Co., Ltd., Baoshan, Yunnan, China)

Abstract: The necessity of handling the powder of metallurgy industry was analyzed under the dual pressure of the shortage of resources and environmental protection. The mechanism and advantages of cold-pressing pelletizing agglomeration was briefly described in the paper, as well as the application situation in the metallurgy. Meanwhile, it presented the factors that can affect the performance of cold-pressing pelletizing clumps. Finally, it summarized the research progress of cold-pressing pelletizing agglomeration in the metallurgical production in recent years.

Keywords: Cold-pressing pelletizing agglomeration; Metallurgical; Binder