

粉煤成型及其应用 基本知识

煤炭科学研究院北京研究所 编
陕西省化肥工业研究所



石油化学工业出版社

粉煤成型及其应用基本知识

煤炭科学研究院北京研究所
陕西省化肥工业研究所 编

石油化学工业出版社

内 容 提 要

我国化肥、煤炭以及其他用煤工业战线的广大职工，在毛主席革命路线的指引下，在各级党委的领导和关怀下，以阶级斗争为纲，高举“鞍钢宪法”旗帜，深入开展“工业学大庆”的群众运动，大力进行了煤球制造及其应用的科学实验和工业生产实践，取得了许多可喜的成就，积累了一定的经验。为了总结、宣传推广这方面的技术知识和经验，促进各用煤工业企业的工人、技术人员和干部在今后抓革命、促生产的战斗中更为有效地利用我国丰富的煤炭资源，我们特组织有关单位编写一套粉煤成型及其应用的书。

本书是这套书中的一本，介绍粉煤成型及其应用的基本知识。全书共分五章，介绍工业上为什么要搞粉煤成型，对工业用煤球的质量要求，粉煤无粘结剂成型、粘结剂成型和热压成型的基本知识及工艺过程等。关于煤球的应用，本书主要介绍在合成氨工业的应用情况；至于在其他工业企业的应用，因资料收集不全，只作简要的介绍。

本书主要供合成氨以及其他用煤工业部门的领导干部和工人同志阅读，也可供有关工业院校师生参考。

粉煤成型及其应用基本知识

煤炭科学研究院北京研究所 编
陕西省化肥工业研究所

石油化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $2 \frac{1}{4}$

字数 46 千字 印数 1—7,400

1976年8月第1版 1976年8月第1次印刷

书号15063·化187 定价 0.18 元

毛主席语录

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国

抓革命，促生产，促工作，促战备。

工业学大庆，农业学大寨

目 录

第一章 概述	1
第一节 工业上为什么要搞粉煤成型	1
第二节 对煤球质量的基本要求	4
第三节 成型方法的分类	9
第二章 粉煤无粘结剂成型	12
第一节 年青褐煤无粘结剂成型	12
第二节 烟煤、无烟粉煤无粘结剂成型	15
第三节 清水湿煤棒	19
第三章 粉煤粘结剂成型	24
第一节 粘结剂	24
第二节 对辊成型机	34
第三节 制球过程	38
第四章 粉煤热压成型	45
第一节 基本原理	45
第二节 热压成型工艺	47
第三节 热压煤球(料球)的机械强度	49
第四节 评价	51
第五章 煤球在合成氨工业和其他工业部门的应用	53
第一节 煤球的一般气化特性	53
第二节 在合成氨工业中的应用	54
第三节 在其他工业方面的应用	63

第一章 概 述

粉煤成型就是用压或挤等方法，将各种粉煤制成具有一定强度、同样大小的“型块”。这种型块有人叫它煤球或团煤，有人叫它煤块，也有人叫它人造块煤。为叙述方便，我们统称为煤球，所以粉煤成型就是制造煤球。

说到煤球，人们很容易联想到家里炊事用煤球，自己可以制作，使用也很简便。然而，我们这里谈的是工业上使用的煤球。工业上，要大批生产质量符合各种不同要求的煤球，就不像家用煤球那样简单。煤球制造出来了，要使用好也是不容易的事。工业用煤球究竟是怎么回事，得先从一些基本知识谈起。

第一节 工业上为什么要搞粉煤成型

在毛主席革命路线指引下，我国社会主义革命和社会主义建设取得了伟大的胜利，尤其是无产阶级文化大革命、批林批孔运动以来，革命和生产建设的发展更加迅速。在这样的大好形势下，国民经济各部门对块煤和焦炭的需要量愈来愈大，但是，随着采煤机械化程度的不断提高，块煤产量相应地降低了，而粉煤产量却大大增高。丰富的粉煤资源，必须有效地予以利用；而且，炼焦煤必须确保钢铁工业的需要。这就要求各用煤工业企业按照因地制宜，立足于本地资源的原则，采取措施，尽量利用粉煤。只有这样，才能使各用煤工业企业得以继续高速发展，确保国民经济的持续跃进。

伟大领袖毛主席经常教导我们，搞工业生产必须十分重视原料的生产。因此，原料问题是个重要问题。实践证明，搞粉煤成型，用煤球代替块煤或焦炭，是一个十分重要的途径。我们可从合成氨工业的原料改造充分说明这个问题。

解放前，在国民党的反动统治下，根本谈不上有什么化肥工业，仅有的规模狭小的民族资本主义工业企业——南京永利铔厂，所用原料焦炭必须远涉重洋，不远万里从美国运来。解放后，我国工人阶级在毛主席和中国共产党的英明领导下，坚持独立自主，自力更生的方针，用我国自己生产的焦炭生产出了合成氨。大跃进的一九五八年，全国大炼钢铁，合成氨工业战线的广大职工，为了支援钢铁工业大上，破除迷信，解放思想，大胆试验，反复实践，采用了焦作、晋城块煤作为合成氨的原料。从此，无烟块煤成了合成氨工业的主要原料，加速了氮肥工业的发展。与此同时，有些地区出现了用非粘结性煤制煤球的苗子，但由于遭到刘少奇反革命修正主义路线的干扰和破坏，使这个新生事物夭折了。一九六四年，有些省、市又着手研究如何用煤球来代替块煤和焦炭的问题。当时，就出现了纸浆废液煤球、石灰碳化煤球等，并初步应用于合成氨造气炉上。可是又由于刘少奇一伙搞爬行主义、洋奴哲学的影响，粉煤成型再次受阻而停顿下来。

无产阶级文化大革命的伟大胜利，粉碎了刘少奇、林彪反革命修正主义路线的干扰和破坏，毛主席的革命路线更加深入人心，发展了化肥工业战线的革命和生产的大好形势。随着农业的迅速发展，对化肥的需要提出了更高的要求。为了大幅度地增产化肥，更好地支援农业，必须扩大化肥原料来源，因此，大搞氮肥原料改造的任务就摆在我们面前。在

批林整风和批林批孔运动的推动下，在各级党委的领导下，认真学习毛主席的一系列重要指示，以阶级斗争为纲，轰轰烈烈大搞原料革命，大搞粉煤成型的群众运动在全国范围内蓬蓬勃勃地开展起来了。据不完全统计，目前全部使用或部分使用煤球为原料生产合成氨的工厂，占总数的60%以上，以煤球为原料生产的化肥产量愈来愈大。已经出现的煤球品种不下二十余种，如石灰碳化煤球、粘土-纸浆煤球、水玻璃-粘土煤球、清水湿煤棒等。不仅小合成氨厂在使用煤球，大、中型合成氨厂也在使用煤球。实践证明，煤球具有很多优于块煤的特点，目前有一些使用煤球的中、小合成氨厂已经赶上甚至超过了使用同品种无烟块煤的制气能力。这样就大大地扩大了合成氨生产的原料使用范围，从根本上改变了“等块煤等不上，有粉煤用不上”的被动局面。充分显示了粉煤成型的强大生命力。

在整个国民经济中，不仅合成氨工业在研制和应用各种煤球，其他工业部门如高炉冶炼、高炉法钙镁磷肥、建筑工业、机械制造、交通运输以及电石生产等也在研制和应用各种煤球。一个大搞粉煤成型，使用煤球于各行各业的群众运动正在向纵深发展。它将对我国的工农业生产起着巨大的推动作用。

综上所述，充分说明粉煤成型及其应用在工业上的必要性，它的成功和发展不仅有巨大经济意义，而且还有重大的政治意义和深远的战略意义。它的推广和应用，是工业燃料和原料改造的一项重要措施，是合理利用我国煤炭资源的一个重要途径，也是贯彻落实“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的实际行动。

我们相信，在毛主席无产阶级革命路线指引下，通过广

大干部和群众的努力，粉煤成型必将在我国工业生产上发挥更大的作用。

第二节 对煤球质量的基本要求

工业上，以块煤、焦炭为燃料或原料的炉型，多属固定床炉型。例如，合成氨工业的原料气造气炉；炼铁高炉；机械制造等行业的煤气发生炉；蒸汽机车车头等等。煤球能不能代替块煤和焦炭用于这些固定床炉型，以及应用效果的好坏，关键在于煤球质量是否合乎要求。那么，煤球质量达到哪些要求，才能满足固定床炉型的使用呢？这里，很难提出统一的标准。因为，煤球可以做为原料使用，也可以做为燃料使用，用途不同，对质量的要求也有所差别；其次由于炉子的大小和结构不同，对质量的要求也有差别。不过，无论哪种情况，任何一种煤球均需满足下列基本要求。

1. 要有足够的冷、热机械强度

这是工业煤球必须具有的最基本的要求，也是煤球是否能代替块煤或焦炭使用于固定床炉型必须满足的首要条件，因为：

(1) 煤球在入炉前需经过一系列的运送过程才能入炉。特别是大中型工厂中运送路线往往较长。在运送过程中，从一个设备到另一个设备，煤球经受多次的跌落，而且煤球与煤球之间也会发生相互磨蚀。如果煤球没有较高的强度，势必会跌碎和磨碎。若把跌碎或磨碎的粉屑加入炉内，则会使炉况恶化。因此，要求煤球要具有较好的冷强度。

(2) 一般工业用固定床炉，都具有料层高、风量（或蒸汽量）大、温度高（1000~1400℃左右）以及料层逐渐下移等特点，因而要求煤球必须具有在高温下经受得起料层压

力的作用、高速气流的冲刷、料层下移时产生的摩擦以及排灰时外力（机械或人工）的作用而不致溃散碎成粉末，才能保证炉子正常运转。因此，要求煤球必须具有较好的热强度。也只有这样才能谈得上强化操作，提高生产能力。因此，煤球的热强度是它的关键性质量指标。

一般鉴定煤球冷、热机械强度的方法有三种：①抗压强度；②落下强度；③耐磨强度。

抗压强度：指煤球被压碎裂时，所能承受的最大压力。用此指标可以判别煤球内部粉煤颗粒互相结合的相对强度。一般应该以煤球单位面积上所能承受的最大压强表示，其单位为公斤/厘米²。不过多数煤球表面呈曲面形，受压时很难做到平面接触。因此，在许多情况下，又用每个煤球所能承受的最大压力表示，其单位为公斤/球。这种表示方法并不十分严格，因为它与煤球的大小、形状以及受压接触面或点有密切关系。在常温下测定的强度称为冷抗压强度；将煤球在高温下加热一定时间后，再进行测定，即为热抗压强度。一般认为，对于合成氨固定床造气炉，煤球的冷强度在60公斤/球以上，热强度在40公斤/球以上即可使用。对于高炉用煤球要求需更高一些。

虽然抗压强度可以判断煤球内粉煤颗粒相互结合的相对强度。但还不能鉴别煤球的抗冲击能力。所以，单纯以抗压强度作为煤球强度的指标，还嫌不够。如前所述，在使用煤球过程中，煤球要经受多次跌落，所以，也要求煤球具有一定的抗冲击能力。煤球的落下强度是鉴定抗冲击能力的质量指标之一。煤球从一定高度自由落下至一定厚度的钢板上，煤球会碎成小块。取粒度大于13毫米者，再重新落下，这样反复落下三次，最后以大于13毫米的粒度的重量百分率表示

落下强度的指标。对合成氨用煤球而言，一般认为，这个指标大于80%为好。

煤球的耐磨强度，对于炼铁、钙镁磷肥生产以及制合成氨原料气使用的煤球来说都很重要，它也是检测煤球内部粉煤颗粒互相结合的牢固程度的方法之一。一般是借用鉴定焦炭质量的“转鼓试验”的方法来测定的，不过具体的操作及设备有所不同：煤球经过转鼓试验之后，过筛，以粒度大于13毫米的重量百分数表示它的耐磨强度，煤球可以在冷态下进行耐磨试验，也可以在热态下进行。测定热态下的耐磨强度更能接近使用时的实际情况。显然，煤球的耐磨强度愈高，在炉内燃烧、气化时就不易粉化和增加带出物。对合成氨用煤球，一般认为热耐磨强度达到50%以上为好。

总之，抗压强度，落下强度和耐磨强度是判断煤球冷、热机械强度的三项主要指标。

2. 要有足够的热稳定性

煤球的热稳定性与煤的热稳定性一样是指在高温下燃烧或气化过程中对热的稳定程度，也就是煤球在高温作用下保持原来粒度的性质。热稳定性好的煤球，在燃烧或气化过程中能以其原来的粒度烧掉或气化而不致(或较少)破裂粉碎；热稳定性差的煤球在燃烧或气化过程中则迅速碎裂成小块或粉化。显然，热稳定性差的煤球，在使用过程中会使带出物增多，同时增加炉内阻力，甚至造成结疤，这不但使操作困难，而且还影响燃烧和气化效率。因此，煤球的热稳定性也是重要的质量指标之一。

一般说来，原料煤的热稳定性差所制得的煤球热稳定性不一定差。也就是说，粉煤成型可以改善煤的热稳定性。而煤球的热稳定性很大程度上取决于加入的粘结剂的性质。粘

结剂不耐高温，煤球的热稳定性就差。

煤球的热稳定性测定的方法是：将马弗炉加热到 850°C 后放入煤球，继续加热15分钟，然后冷却到室温，过筛，以大于13毫米的粒子所占的重量百分率表示。对合成氨用煤球，此指标以大于80%为好。

3. 形状和大小与用途相适应

炼铁或钙镁磷肥高炉的容积较大，料层也高，矿石的比重较大，煤球应做得大些，以提高单个煤球的抗压强度。一般认为，每个煤球的重量在100~150克范围内为宜。合成氨造气炉等其他固定床炉型，容积较小，料层较低，煤球应小些。一般认为每个煤球的重量在40~60克为宜。煤球的形状，应综合下列因素加以考虑：（1）边角不宜过多，否则容易造成相互磨蚀。（2）不因形状而影响料层的透气性。（3）制球时，有利于成型，提高煤球强度。目前实际使用中，采用扁椭球型、卵型、枕型、液滴型等较为普遍。

4. 要有一定的耐潮、抗水性能

煤球在空气中经久放置，不因受潮、雨淋而显著降低强度。

5. 煤球水分应低（清水湿煤棒例外）

煤球的水分过高，因蒸发消耗热量，降低使用效率。同时，在一般情况下，水分过高，往往降低煤球的强度。从使用的角度出发，相适应的水分含量应小于3%。

除上述基本要求外，随着用途不同，还有些特殊要求，例如，对合成氨使用的煤球，在保证煤球具有足够的冷、热强度的前提下，还需要有较高的灰熔点、不易结渣以及化学活性等。

合成氨造气炉是固态排渣炉。为了提高炉温，强化操作，

以提高制气能力，因此要求煤球必须具有较高的灰熔点，否则易生成熔渣，使排渣困难，影响正常操作。

煤球的灰熔点，既取决于原料煤中的灰分组成及其含量，也取决于加入粘结剂的成分及其含量，特别是以石灰、水泥、水玻璃、粘土等无机物为粘结剂的煤球影响尤为显著。因此，在制造煤球过程中，选择粘结剂时必须注意对其灰熔点的影响，应该先通过试验再行决定。

由于煤灰不是单一的晶体，严格地说，煤灰并没有一定熔点，只有熔融温度范围，在工业上，一般用软化温度 T_2 ，做为煤灰熔融性的主要指标。这也是适用于煤球的。一般要求煤球的灰熔点（ T_2 ）在 1250°C 以上为好。

煤球的结渣性，使用煤球造气时，由于气化强度的提高和炉内温度的提高，常常发生结渣（结疤）的现象。严重结渣，不仅影响造气炉内的均匀通风，使气体质量变坏，而且由于灰渣逐渐集聚成为大块，使炉况失常，操作困难，甚至被迫停炉。因此，必须对煤球的结渣性能有所要求。

煤球的结渣性，不仅与原料煤灰的性质有关，而且也与加入的粘结剂的性质及数量有关。因此结渣性也是选择粘结剂时必须考虑的因素。

煤的结渣性测定方法同样也适用于煤球。按其方法标准结渣性可分三个区域：（Ⅰ）灰分强结渣区；（Ⅱ）灰分中等强度结渣区；（Ⅲ）难熔灰分区。煤球的结渣性应在（Ⅰ）、（Ⅱ）区域之内为好。

煤球的化学活性将在第五章第一节介绍。

对高炉冶炼使用的燃料煤球，除满足上述基本要求外，还要求煤球不含有对金属产品有害的元素，如炼铁时，硫含量必须加以限制。

第三节 成型方法的分类

适宜于粉煤成型的原料是多种多样的，可以说凡是工业上固定床炉难于直接利用的粉煤都可以做成煤球加以利用。这些粉煤原料，大致包括下列几种：

1. 结构疏松，机械强度本来就差，或在空气中容易粉化的劣质煤。如泥煤、年青褐煤等。

2. 热稳定性差的煤，即受热后就爆裂成粉末。如京西无烟煤等。

3. 开采出来就是粉煤。如粉状烟煤、无烟煤等。

4. 在现代焦炉中很难成焦的非粘结性和弱粘结性煤，也可以通过成型，制成型焦来代替焦炭，如长焰煤、气煤等。

此外，原煤经过低温干馏或高温炼焦得到的半焦粉、焦粉也可以做为成型原料。

上述种种原料，由于性质上各有差异，在成型过程中，应采取不同的成型方法。目前的成型方法，大致可以归纳为下列三类：

(1) 无粘结剂成型 即粉煤不加粘结剂，只靠外力的作用成型。许多国家已广泛采用这种方法来制取泥煤、褐煤煤球，作为家庭燃料或工业燃料。对于烟煤、无烟煤，由于它们的煤化程度高，其粉煤的无粘结剂成型较为困难。目前，工业上尚未普遍采用无粘结剂成型方法。然而，这方面的研究工作，世界各国都从未中断过。我国合成氨工业使用的清水湿煤棒（湿煤条）即属此例。

粉煤无粘结剂成型目前虽然还没有大量工业化，但是由于它不需要添加任何粘结剂，不但能节约大量原材料，而且又能相应地提高煤球（煤棒）的碳含量，同时还能简化成型

工艺等。因此，它是粉煤成型的发展方向，应注意研究。

(2) 粘结剂成型 即在粉煤中，加入粘结剂，再经压制成型。在烟煤、无烟煤等的无粘结剂成型技术尚不成熟的情况下，工业上普遍采用粘结剂成型方法。目前我国合成氨工业用煤球，大部分也都采用这种成型方法。因为，在这些煤种的粉煤中加入重量比为 5~20% 的适当粘结剂。借粘结剂的作用，成型压力就可减至 150~500 公斤/厘米²。因此，在工业上，容易实现。但必须指出，由于使用了粘结剂，将会出现下列问题：①降低煤球的固定碳含量，尤其是使用象石灰、水泥、粘土之类无机物更为明显；②一般说来，粘结剂的价格比粉煤贵，虽然使用的数量较少，但仍要增加煤球成本；③粘结剂本身需要处理，同时，还要与粉煤均匀混合，以及固结等，使制球工序增加，工艺复杂；④工业用煤球数量大，粘结剂用量相应也需很多。因此，粘结剂必须要有充足的来源。基于这些情况，从长远的观点来看，我们必须积极研究无粘结剂成型方法。当然，从当前情况来看，粘结剂成型也是不可忽视的，应该认真抓好。

(3) 热压成型 非炼焦烟煤（如气煤、弱粘结性煤等）在快速加热条件下，粘结性可大为提高，当加热到塑性温度范围内，趁热压制，可以在中压下成型，这种成型方法称热压成型。采用热压成型的方法，可以制得以单一煤种（烟煤）为原料的型焦；可以生产以冶炼矿粉为主体的热压料球；也可以生产以无烟粉煤为主体的热压煤球。

热压成型的方法并不需要外加其他粘结剂。只靠煤本身粘结性而成型。这样就可省去由于加粘结剂的许多麻烦。实践证明，这种成型方法，制得的型焦或煤(料)球，机械强度高，不仅可以满足合成氨工业的使用要求，而且也适合于

中、小型高炉，以至大型高炉使用，以代替冶金焦炭燃料。目前，我国许多中小型钢铁厂、钙镁磷肥厂，正在大力研制这种成型方法。从发展方向看，它具有广阔的发展前途。因此，热压成型方法也是粉煤成型中的一个重要方面。

上述三种成型方法是目前粉煤成型的主要方法。它们各有特点，其基本原理、生产工艺等也不相同。下面，我们分别介绍。

第二章 粉煤无粘结剂成型

第一节 年青褐煤无粘结剂成型

目前,我国尚未广泛推广使用年青褐煤无粘结剂成型方法。但它在粉煤成型工业中,占有相当地位。它是提高年青褐煤使用价值的重要方法之一。

根据煤化程度的高低,褐煤可分为土状褐煤、暗褐煤和光辉褐煤三种。其中土状褐煤最为年青。它的结构疏松,容易粉化,开采出来的水分含量高达45%以上,热值很低。因此,它的工业价值也低。一些缺煤国家为充分利用褐煤资源,制成煤球,以改善煤质,提高使用价值。例如,德意志联邦共和国每年大概有7千万吨褐煤制成煤球,做为家庭燃料和工业燃料。

要想使年青的褐煤无粘结剂成型取得满意的效果,必须很好地制备原料和有较好的成型机械。所谓很好地制备原料,就是要对褐煤进行破碎、筛分、干燥等处理,并严格控制它的粒度、水分、温度等指标,以保证煤球具有一定的强度。

据资料报道,现在占世界产量90%左右的褐煤煤球都是使用冲杆式成型机压制而成的,它具有1000~1400公斤/厘米²的成型压力。也有少部分褐煤煤球是用环式成型机压制的,它具有1600~2000公斤/厘米²的成型压力。

年青褐煤制取燃料煤球的简要工艺流程如下: