

技术分析：是什么阻止了黑色烘焙颗粒的发展？



十多年来，众多的学术机构、研究机构、政府机构和私营企业都把重点放在了对技术的拷问上，目的是使其达到可行的商业地位。在商业化之后，在我们的社会向循环经济过渡的过程中，烘焙将发挥至关重要的作用。在循环经济中，含碳材料将被循环利用，降低总体碳排放，并应对气候变化。

长期以来，人们一直认为，从生物质中生产工程燃料的下一个合乎逻辑的步骤是通过烘焙将生物质转化成黑颗粒（碳化颗粒），因为这种产品具有先进的特性，最终可能取代白色颗粒。与白色颗粒相比，致密化、碳化的生物质颗粒具有含水率低、能量密度高、容重大、疏水性好、抗生物活性强、可磨性好、粒度分布相对均匀等优点。这些特性可以转化为更低的运输成本、更高的共燃率和更低的用户使用成本。正因为这些原因，黑颗粒受到了如此多的关注。

无数的新闻发布和公告都预示着所谓黑颗粒的成功，但随之而来的却是大范围的沉寂，偶尔也有关于火灾、爆炸和失败的新闻报道。数以百万美元的资金没有投入任何一个大规模、可持续的商业成功案例。投资者已经不再抱有幻想，许多潜在客户几乎已经放弃了将黑颗粒商业化的想法。这不可避免地引出了这样一个问题：“是什么阻碍了它在商业上的成功？”

本文讨论了阻碍黑颗粒商业化的潜在问题，并提出了解决这些问题的系统设计变更。但首先，我们必须了解阻碍其大规模商业化的原因。这不是由于很高的资本成本，它与白色颗粒处在大致相同的资本水平上。它的运营成本也并不高，因为与那些与白色颗粒有关的成本大致相同(再次以能源为基础)。也不是原料成本的问题——干燥过程在经济上与制造白色颗粒几乎相同，加上额外的原料如森林残余物——这些通常不会用于白色颗粒的制造，这些低质量的原料通常可以获得更低的原料成本。

那么，是什么阻止了烘焙黑颗粒的商业化，尽管这么长时间以来付出了这么多努力？这个问题的答案围绕着一个根本的技术问题，如果不能正确地解决这个问题，就会导致过程稳定性、系统可靠性和安全性方面的问题。

真正的问题

烘焙(torrefaction)是一种低温热化学转化技术，通过应用热量对碳基材料进行化学分解，生成有挥发性、疏水性、易磨性、高碳的固体产品。

除了各种可冷凝组分如乙酸、甲酸、甲醇、乳酸、糠醛、羟基丙酮和水之外，脱挥发分产生包括二氧化碳和一氧化碳的烘焙气体。这些烘焙气体含有大量能量。对于经济上可行的烘焙系统，至关重要的是在系统中有效利用该能量。

但是这些气体也具有高反应性，可以迅速聚合成重分子量的生物油。目前的烘焙气体处理系统基于传统的热氧化技术-燃烧浓缩的烘焙气体以产生热烟道气形式的热量。尽管这种传统方法似乎是一个明显的选择，但实际操作已经显示出主要缺点，主要是因为该烟气的氧含量太高而不能用于与生物质直接接触。

为克服这一缺点而进行的工艺设计导致了系统中会产生不可接受的高浓度挥发性气体，并且这是妨碍商业规模烘焙技术应用的根本原因。

一般来说，情况是这样的：由于烘焙气体的高反应性和浓度，很难安全有效地处理它们。更糟的是，气体压力可能会波动，导致流动不稳定和随后的过程控制问题。这是确实存在的，无论是直接加热的烘焙反应器技术或间接加热的烘焙反应器技术。传统的热氧化技术必须通过使用过量的燃烧空气来适应这些条件，而燃烧空气产生的富氧烟气不能直接与生物质接触使用。这严重限制了这种能源在高温反应堆内部的有效利用，以及在冷却等其他系统中的应用。直接加热反应器的设计试图解决这一问题，通过一个热交换器，通过不断循环浓缩的高温气体，正如几年前由高温技术公司ECN概述的那样。间接加热反应器的设计允许气体集中在反应器内部，并在那里停留很长一段时间，然后仅仅通过内部气体压力的累积就被排出反应器。因此，在这两种情况下，这些挥发性气体的浓度都很高。这种情况会导致过程稳定性问题，并可能导致气体冷凝成裂解油和焦油，然后相对较快地在设备、管道和过程监控仪表上积累。这些裂解油和焦油的形成不仅创造了一个危险的环境，而且还导致了需要频繁关闭以进行清洁的操作。即使是轻微的集中烘焙气体泄漏也会造成无法接受的工作环境和安全隐患。此外，在离开反应器后，烘焙气体继续从固体中扩散出来。这种情况会造成环境和安全问题。

最后，烘焙会将生物质加热到远远超过其自燃温度。如果在冷却前将烘焙的生物质暴露在空气中，它就会燃烧起来，有可能造成灾难性的损失。

在所有情况下，流程中断随时可能发生。一个商业上可行的流程必须能够连续几个月不间断地全天候运行。不能有效地处理烘焙气体，实现持续的操作流程是不可能的。



处理气体

如何有效地处理烘焙气体？合理的解决方案是采用一种非常巨大且连续可用的惰性气体的加热系统设计。烘焙反应器必须在烘焙温度下用热的惰性气体流连续冲洗（吹扫），稀释烘焙气体并快速将其从反应器中移出，远离烘焙的固体。

惰性吹扫气体会将烘焙气体的浓度降低到非常低的水平，只占原始浓度的很小一部分；稳定反应器内的气体流动，并显著缩短了热解气体组分的寿命，从而大大减少了热解油和焦油的生成机会。

这种净化和稀释策略的第二个好处是，在固体即将离开反应堆的过程中，挥发性气体冷凝到被加热固体表面的可能

性大大降低。许多技术开发人员已经观察到在被加热的生物质上有冷凝物质，这对反应器下游的产品质量和环境是有害的。

对大量且持续可用的惰性气体的需求回避了这样一个问题：“惰性气体从何而来？”购买或生产(和加热)那么多惰性气体的成本可能高得令人望而却步。因此，有必要采用另一种方法。该解决方案是一种使用氧化催化剂而不是热氧化剂的烘焙气体处理系统。氧化催化剂在工业和环境应用方面有着悠久而成功的历史。它们可以非常有效地氧化各种挥发性有机化合物，例如那些包含在烘焙气体中的挥发性有机化合物，并且在这个过程中可以产生大量热的、基本上是惰性的烟气，作为氧化过程的免费副产品。在整个加热系统中使用这种自由惰性气体将解决目前大规模烘焙过程中的稳定性、可靠性和安全性问题。

作者：Thomas P. Causer

Advanced Torrefaction Systems LLC CEO

tcauser@atscat.com

（原文来自：生物质杂志 新能源网综合）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/142819.html>