

生物质储存：利用惰性氮气灭火



生物质能是发电厂可再生、碳中和发电的首选燃料。美国是全球最大的致密生物质燃料出口国，主要出口欧盟。这些木颗粒在生产后和出口前都储存在非常大的筒仓中，使它们容易受到独特的操作和消防安全方面的挑战。

木颗粒储存的主要安全问题之一是筒仓火灾的可能性。筒仓火灾通常发生在筒仓中心深处，只有当火灾吞噬了筒仓内的大部分生物质后才容易被发现。一旦筒仓着火，大多数在控制火势的同时保存内部结构和材料的选择都是徒劳的。

检测方法防止筒仓火灾

由于产生可燃气体如甲烷和一氧化碳(CO)的生物和化学活动，**生物质火灾往往始于闷烧**

。这些气体聚集在一起，在空气中燃烧，产生热量。局部温度的升高进一步增加了化学氧化，可燃气体的迅速生成将闷烧的火焰扩散到整个筒仓内部。根据生物质的孔隙度和进入筒仓的空气，可燃气体缓慢上升到顶部，在筒仓顶部形成易爆炸气体。由于有接触高浓度CO和爆炸性混合气体的可能性，消防队员无法从顶部扑火。

储罐火灾早期探测的典型方法是监测顶空可燃气体浓度。在生物质筒仓火灾的情况下，由于可燃气体通过生物质缓慢上升，这种方法可能不是很有效。根据筒仓内生物质的高度，可能需要几天时间才能在顶部空间探测到浓度上升。此时，化学和生物氧化已经扩散到筒仓内更大的体积(Persson, H., 2013, “筒仓火灾：灭火与预防和准备措施”，瑞典民事应急机构)。

预防筒仓火灾的一种方法是从竖井顶部喷射水或泡沫。然而，由于顶部空间中可燃气体的积聚，这种方法具有潜在的危险性。此外，水的使用会导致生物质膨胀和粘接，可能导致筒仓倒塌，而无法有效扑灭筒仓内部的火灾。

氮可以阻止、抑制生物质筒仓火灾

压制筒仓火灾的一种方法是向筒仓内注入惰性气体，如氮气。然而，大量的氮并不总是容易在筒仓附近获得。虽然氮可以通过油轮从附近的生产工厂散装运输，但向筒仓注入氮需要一些基础设施，例如管道、注入点位置和需要建在筒仓本身的方向。

充足的氮气输送可能需要几天时间，根据火灾强度和筒仓大小，现场灭火可能需要数周至数月时间。筒仓火灾可能是毁灭性的和昂贵的，不仅导致里面存储燃料的完全损失，而且还会延长工厂的生产损失。

考虑到一旦发生筒仓火灾，可能要

应对极端的挑战，那么一些预防性的方法，

如预先将惰性气体储存在筒仓中是最好的选择

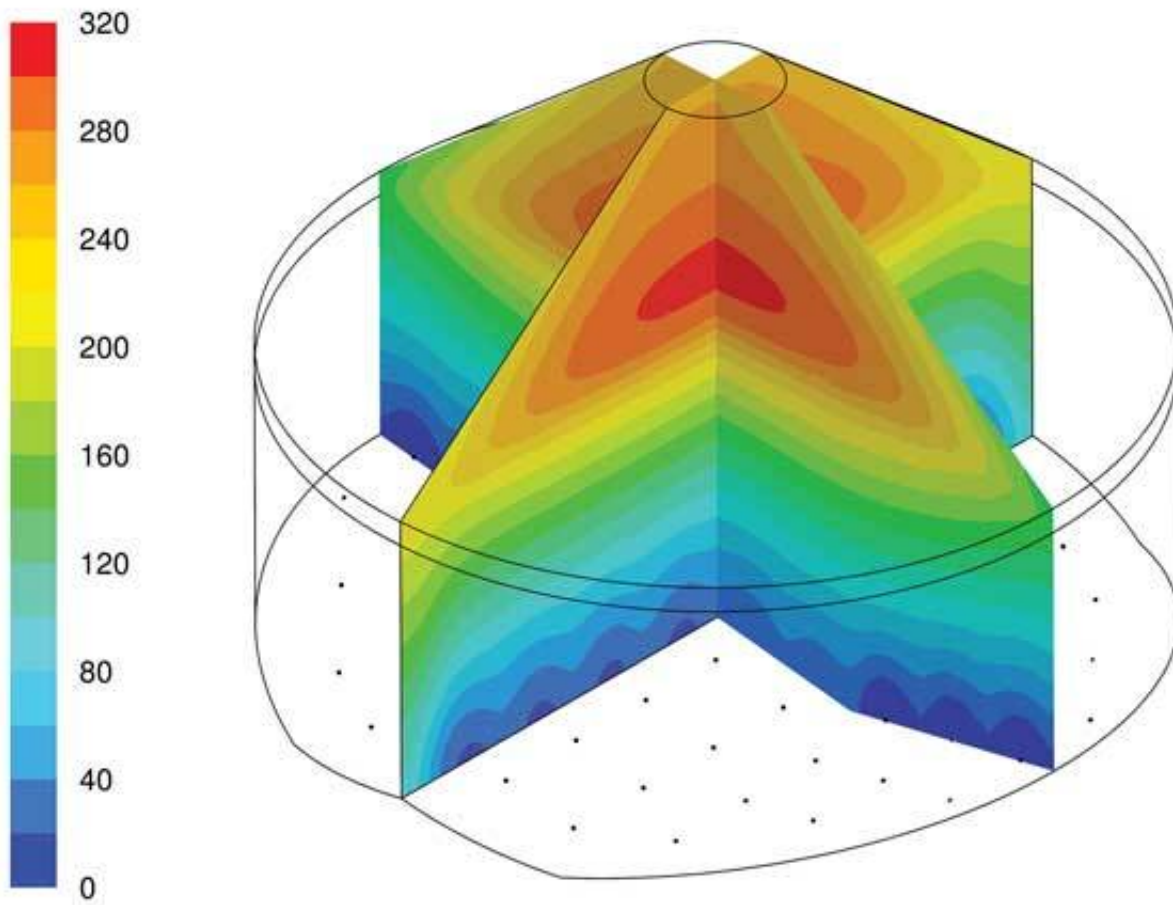
。当储存区域的氧气浓度因氮气置换而降低时，引发火灾所需的能量就会显著增加。此外，在极限氧浓度以下生物质的燃烧不能维持，因此可以保护筒仓及其内容物。在填充和排空过程中使用惰性气体进行吹扫也是一种渗透方法。

干燥的氮气还可以减少生物质表面的水分，帮助减少生物活性，同时冷却生物质，降低化学氧化速率。连续向筒仓内吹扫干氮气会降低顶部空间的氧气浓度，并降低在顶部空间形成爆炸性气体的风险。

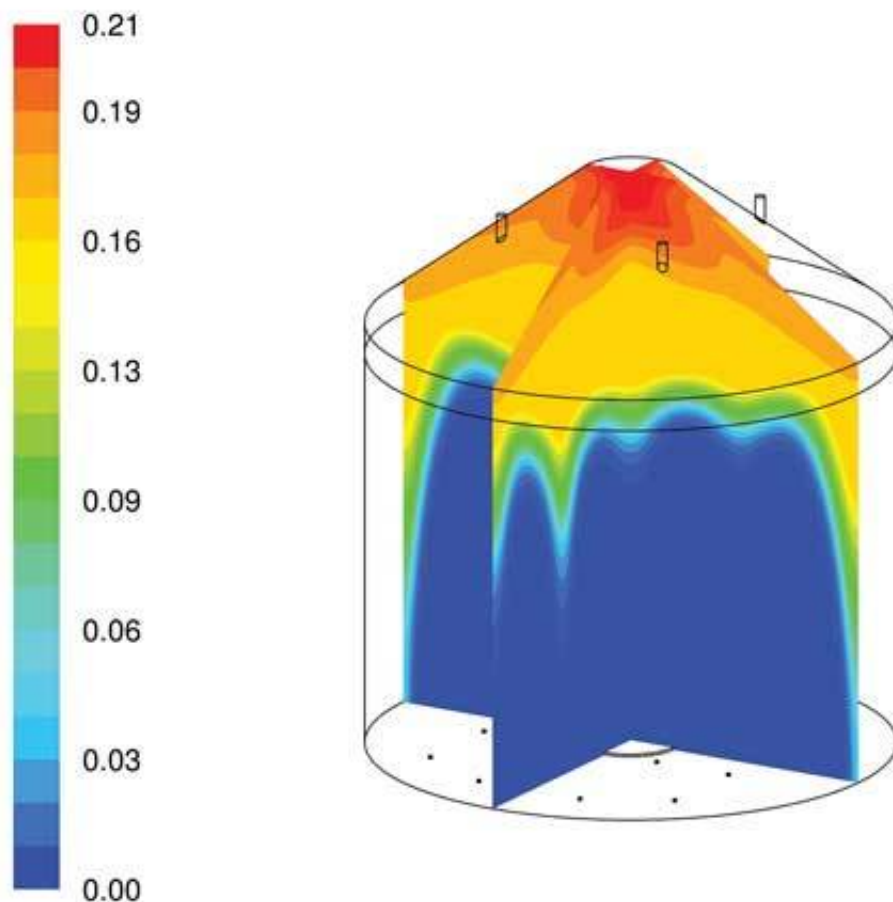
设计惰性 氮生物质储存系统

建议在接收设施(即发电厂)和生物质生产设施中进行主动惰化，其中材料在装运前储存在大型筒仓中。利用筒仓内气体流动的计算建模，可以设计出一种经济有效的筒仓惰性化过程，并且需要安装无塞子氮气喷射喷嘴。为了保证氮气的均匀分散和最佳的氮气使用，注气口的数量和位置是设计的关键。

计算流体力学可以用来模拟一个筒仓内可燃气体的空间分布和生成，使用标准或材料特定的反应模型。低效率的喷嘴设计和放置会导致筒仓内氧和可燃气体浓度高，从而造成不安全的条件。CFD还可以用于在启动或注入氮气冲击等瞬态条件下创建氧气和可燃气体浓度分布图，以及在特定筒仓中的稳态运行。惰性系统可以被设计成在筒仓中控制最大可燃气体浓度，或在筒仓中控制最大氧气浓度，或两者兼有。除了这种预防方法，在火灾中注入大量氮气的能力也可以被纳入设计。可以指定现场氮气储存或发电设备，以满足稳定的惰性要求，以及在紧急事件中实现涌流。



图一



图二

图1和图2是用于设计生物质电站和生物质生产和储存设施的生物质筒仓防火和灭火系统的CFD建模结果示例。在一个案例中，一家燃煤电厂决定将其主要燃料来源转换为木材。为了安全储存生物质，设计了氮气注入和输送系统，以防止甲烷和其他可燃气体的积聚，从而降低筒仓着火的风险。基于特定几何形状的筒仓，该项目进行了广泛的CFD模拟，在筒仓内优化喷嘴布置以减少甲烷浓度，以确保最具成本效益的气体分布(见图1)。此外，氮气输送系统包括氮流控制与气体和热传感器，以及专有注射喷嘴设计以防止尘粒堵塞。

在另一个案例中，一个储存设施发生了一场筒仓火灾，导致几个月的木屑闷烧，最终导致筒仓坍塌。在重建该设施时，为了预防和减轻火灾，设计的筒仓在填满时，氮含量低于木颗粒的极限氧浓度。CFD研究被用来评估氮喷射系统设计和验证注射喷嘴的数量和位置(见图2)。瞬态模拟执行不仅显示惰性气体的传播，而且会显示在给定的流量下从筒仓中消除氧气所需的时间。这使得操作团队能够优化他们的操作策略，验证他们的设计，并确保在任何给定的时间，现场都有足够的氮气来降低筒仓中的氧气浓度。

图1和图2中的例子表明，存在一系列的解决方案，用于灭火和惰化生物质筒仓。这些解决方案可以根据存储项目的规格进行设计和工程建设，可以包括对防火方法的咨询、基于模拟结果验证设计的CFD研究、添加特定的流量控制系统或无塞喷嘴以及氮气供应。鉴于生物质筒仓火灾所带来的巨大风险，实施针对特定作业优化的灭火系统对于确保安全、盈利的生产至关重要。

本文来自：Air Products

info@airproducts.com

(本文来自：生物质杂志 新能源网综合)

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/132642.html>