

## 防止木质颗粒储存火灾的最佳实践



2017年8月，位于不列颠哥伦比亚省乔治王子市（Prince George）的太平洋生物能源公司（PacBio）350,000吨/年颗粒厂发生筒仓火灾。此次火灾成功被扑灭，结果与之前的筒仓和圆顶火灾相反，它们一般会导致仓库结构完全丧失，对周围基础设施造成重大损害，甚至是人员的伤亡。

这项成功的结果归功于太平洋生物能源管理和运营团队以及Prince George消防部门的第一批响应者，他们都遵循精心制定的控制和扑灭火灾的计划。由于得到PacBio首席执行官Don Steele和运营副总裁Shawn Bells及其团队，以及本文作者John Swaan的重要指导和支持。我们可以将行业最佳实践应用到他们的战术规划中。他们在行动前深思熟虑，并在多年的实际经验中提取信息。他们谨而又慎地进行着，主要目标是保证每个人的安全。

### 什么不该做

从历史上看，这个行业有一些例子表明筒仓或圆顶火灾的扑灭不是很成功。这是由于缺乏关于木质颗粒的特性的知识，通常由于颗粒厂操作员和第一响应者采取了不正确和自我毁灭的策略。以下不正确的策略是造成建筑物和其他资产损失的主要原因，最糟糕的情况是有人员在几起事故中丧生。

尽管水可能有助于控制失控的筒仓火灾事件中的火焰，但是在筒仓、圆顶或平面存储中的料顶部喷洒水无法熄灭一团阴燃的木屑。堆顶部的木质颗粒会吸收水分并膨胀，形成一层材料，它们会限制水渗透到位于颗粒堆中心内某处：正在阴燃的核心位置。接触到热解颗粒热量的水会产生一氧化碳（CO）和氢气，这会增加火灾的严重性，并且不利于扑灭筒仓火灾。水也可能在筒仓内形成尖顶或立柱，这在试图移除仓内货物时可能会成为问题。

如果在堆芯内的热解活动已经熄灭之前就开始从筒仓、圆顶或平坦的储存堆中取出木屑，这会导致灾难的发生。由热解活动释放的气体是恶劣和危险的，特别是甲烷、CO和其他危及生命的气体。从木屑中释放的甲烷的燃点非常低，遇到阴燃核心时会点燃，并从空气中得到氧气。换句话说，当将颗粒移除，而使颗粒阴燃核心与热解气体暴露在大气中时，导致爆炸或快速蔓延的可能性非常高。



最佳实践

#### 第一课是：根据最佳实践制定计划并培训当地消防部门的重要性。

这类事件有可能造成重大伤亡和生命损失。金钱可以取代物质资产，但不能取代生命。所有现场人员和周边地区的安全是重中之重。在PacBio大会上，PacBio团队为了缓解事件而采取的每个有意识的步骤以及所有支持资源都集中在安全性方面。

PacBio运营团队还保持对所采取行动的控制权，包括第一响应者的行为。消防部门的典型反应是用水淹没火源。通过PacBio团队来控制行动，避免了一些“不能做”的行为。乔治王子的消防部门在现场进行了培训，并了解到筒仓火灾并不是常规的事故。应对措施需要与消防部门直接沟通，但需要由颗粒工厂的运营团队进行控制。

花时间研究信息资源，制定计划，与当地消防队员一起工作是PacBio事件取得圆满成功的主要原因。借鉴其他事件成功与否的经验，有助于决定在事故时采取的应对步骤。

#### 第二课是：惰性气体的注入可以显著降低负面结果的可能性。

火灾现场很可能造成气体或粉尘爆炸，进而导致严重伤害和大量财产损失。氮气对于最大限度地降低这些风险是最有效的，并且在清空物料的同时提供了一个低风险的途径来控制颗粒堆内的阴燃热解。

氮气喷射被认为是更好的解决方案，因为它是一种缓解筒仓火灾事故的惰性气体 - 它更易于大量使用，更容易蒸发，而且比二氧化碳更经济。使用氮气是用于控制和扑灭PacBio火灾策略的关键部分。

在PacBio，报告中推荐的氮气注入流量被参考，并且考虑了筒仓的大小，他们很快地向当地天然气供应商Praxair发出了一个呼叫。从阿尔伯塔省埃德蒙顿动员了一台移动式氮气汽化器和罐式装置，以及随后到来的其他罐车装置。天然气和石油工业会定期使用这种类型的设备。来自Solid Industrial Solutions的一名工程师也来到现场协助，负责氮气分配系统的设置，并控制氮气的流量注入。

根据所需的氮气流量和体积，PacBio团队指定了如何设置喷枪以驱动80英尺（约24米）直径的筒仓。呼吁动员氮气的24小时内：汽化装置现场设置完毕，注入喷枪到位，氮气分配系统连通，氮气注入开始。

为了使筒仓的顶部发泡而进行了几次尝试，但不管泡沫密度如何，最初为水安装的喷淋系统都不足以将泡沫均匀地分散在颗粒顶部，以产生有效的密封。

筒仓顶部空间内的氧气含量降至10%以下之后，在氮气注入后48小时内开始排空筒仓。PacBio团队安全处理并撤离了被移走的物料。急救人员配备了呼吸设备，使所有人员都安全无恙。来自筒仓的木质颗粒和碳化块被安全地传送到远离工厂的平坦区域。即使暴露在大气中，也没有问题。

大约需要7天的时间才能将3500吨的过火物料撤离，每辆货车都安全地移动到一个远离其他纤维残渣的安全区域，并在倾倒时用水浸没，以确保没有剩余的热点。

### 第三课是：随时准备探测和控制筒仓/圆顶火灾。

监测、检测和抑制系统必须安装并保持良好的工作状态。正确安装和运行的热监测系统将有助于发现颗粒筒仓或圆顶内发展中的热点位置。当筒仓内的温度监测器运行正常时，将会检测到事件预警并报警。在观察到烟雾之前的预警，将显著降低产品损失、以及发生更严重事故的可能性。

安装在筒仓顶部的一氧化碳和氧气监测器可以提供持续的测量，也可以帮助早期事件检测。一旦氮气被注入到PacBio筒仓中，如果没有已经安装在筒仓的顶部的采样设备来获得读数，会使得确定安全地从筒仓中移除物料所需的气体水平更具挑战性。测试和维护这些系统必须是每周PM（预防性维护）计划的一部分。

在筒仓或圆顶内安装一个永久的、尺寸适当的氮气喷射系统，并在一个安全的位置安装一个管道，并且将它们连接起来，这一点至关重要。如果附近没有氮气和蒸发器供应商，工厂应该尽量考虑在现场使用该设备。在PacBio工厂中使用的快速装配歧管对于控制流向喷枪的流量并不是最佳的。管理适当分布在筒仓中的均匀流量会更有效，并可能更快地控制热解核心。

管理筒仓火灾事件时，筒仓或圆顶通风系统控制也至关重要。系统应该有能力关闭和封闭底部散热风扇，以及控制筒仓顶部通风的能力。这对于尽量减少废气流量并改善氮气渗透、减少所需的氮气总量非常有利。

安装一个适当的永久性水淋系统，可以同时容纳水和在整个颗粒堆的顶部正确地分配泡沫，这将非常有效。无法密封的筒仓或物料顶部使注入的氮气更容易逸出，从而降低了控制和停止热解的能力。PacBio事件可能是用较少的氮气来控制的，如果使用了泡沫盖，则可能过程会更快。

### 关键原因

在大多数情况下，怀疑引起热解活性的起火点是由于一些外来的热碎屑。这可能来自球磨机辊轴承，传送带系统辊或传送带故障，也有可能来自热维护工作的钢水。以上所有都是导致事故的原因。

由于木质颗粒是一种生物产品，自发热也可能是导致筒仓火灾事故的原因。这可能是由于微生物活动、化学氧化过程、水分迁移、吸湿或是这些的组合。由于微生物在较高温度下会死亡，因此该过程通常发生在高达45至75摄氏度的温度范围内。微生物活动主要产生二氧化碳，并且可以通过测量筒仓顶部空间中的二氧化碳浓度来检测。在较高温度下，自发热源自化学氧化过程。在木质颗粒中，原因通常是化学氧化过程，因为颗粒在生产过程中或多或少会被灭菌。实际经验表明，这种氧化过程特别容易产生于新生产的颗粒，部分原因是包含在木材中的各种树脂的氧化。

### 呼吁采取行动

从生产商到最终用户，全球各地的木质颗粒行业利益相关者必须积极分享此事件的知识，采用协议和技术来缓解并希望可以根除筒仓火灾事故。

此行动号召包括所有木制颗粒行业协会和机构、木制颗粒厂、航运码头和发电厂所有者。对于安全性和可靠性来说，这些最佳实践必须被木质颗粒厂作业管理层和相关人员理解和采用，当地和区域第一响应者和消防队、急救培训学校、政府工作场所安全机构、消防设备提供商、木材颗粒处理供应商（筒仓，圆顶，输送机）、铁路和船运公司、以及木颗粒项目开发商、工程师和EPC承包商都需要参与进来。

必须鼓励供应链中有筒仓或圆顶储存颗粒的任何实体，评估他们目前的木质颗粒储存系统是否具有检测和控制火灾事件的能力。如果存在缺陷，则需要安装保护技术和设备，包括通风控制、起泡设备和氮气注入。木制颗粒工厂、木质颗粒储存和运输终端应确定并建立与其距离最近的氮气供应和气体工程服务的关系。10到12小时的运输半径将提供

足够的响应时间。如果距离较远，应考虑现场制氮系统。

必须鼓励供应链中有筒仓或圆顶储存的任何实体制定火灾事故缓解和培训计划。他们必须确保被召唤到现场的所有作业人员和消防员了解筒仓或圆顶内木屑颗粒的特性，以及如何以最大效力来对抗火灾，以取保只造成最小的危险和损害。所有人员应该熟悉被释放的烟雾中所含气体的危险。

必须时刻记住：“不是如果会有火灾，而是什么时候会发生”，任何时候，不应该让利益相关者进入自满的状态。木质颗粒行业的每个利益相关者都必须努力确保“如果”不会像往常一样被接受，并且让“何时”的几率接近于零。

但是，如果真的有了“何时”，所有利益相关者必须充分了解如何处理事件，并且已经做好充分准备，以安全有效地处理事件。

作者：John Swaan  
FutureMetrics高级运营专家

（原文来自：生物质杂志）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/122263.html>