



■ 应用报告

石膏加工中的压缩空气

行业:	能源电力行业
客户/地点/年份:	Remondis威斯特伐利亚卢宁镇 (2010年)
压缩空气的使用:	测量、控制、处理空气
已安装产品:	EVERDRY有热吸干机

Remondis位于威斯特伐利亚卢宁镇的Lippewerk工厂的流化床窑中，他制造432个织物，过滤软管最大的敌人就是潮湿。它用于煅烧石膏，而石膏本质上是一种非常亲水的材料。使用用于织物过滤器的压缩清洁空气的热吸附式干燥器，可以防止水与石膏布中的石膏粉尘造成灾难性的粘结。但是在此之前，已经设想了一种完全不同的解决方案。

Remondis是全球最大的水和环境服务企业之一，在三大洲的26个国家拥有500多家分支机构。该集团的主要优势是水的供应和处理、从废物中回收原料、开发回收产品和提供替代能源。在另一个业务部门，来自烟气处理和工业流程的石膏被加工成高档石膏粘合剂。

为此，Remondis将大量可以作为二次物质再循环的物质引入经济循环。

仅在卢宁Remondis总部就有1200名员工。占地230公顷，是欧洲最大的工业回收管理中心。重点是回收原料、生产初级产品、特殊产品和工业产品以及生产能源。

热点:燃煤发电厂的石膏加工

主要的任务之一是每年处理大约28万吨的石膏，这些石膏作为副产品堆积在附近的燃煤发电厂。这些副产品是在使用化石燃料的发电厂的烟气脱硫厂(FGD)中形成的。



■ 应用报告

在卢嫩，雷蒙迪斯将这些烟气脱硫石膏转化为高质量的添加剂和粘合剂，然后以商品名“RADDiBIN”的形式提供给石膏行业，作为不同应用的原料。它们例如用于制造无缝地板，多孔混凝土，肥料，水泥或牙科材料。

在无水石膏生产过程中，没有7号窑炉毫无作用。这种“怪兽”的高度超过50米，实际上是“在高温下”。在其中，每天约有1,000吨的FGD石膏在800°C以上的温度下会变质为有价值的原材料。

质量上的大波动

所谓的煅烧窑根据循环流化床的原理起作用。最初是为煅烧氢氧化铝而建造的，后来在1989年Lippewerk工厂的改组中进行了转化，以进行石膏的煅烧。

在流化床中煅烧期间，细粒物料在热气中以高速率运输，并同时通过热气的能量脱水成硬石膏。通过独特的工厂技术，可以控制该过程，以使所有颗粒均处于相同的停留时间和相同的过程温度下。

通过这种方式，可以在工业规模上实现质量，该工业规模在最小规模上对应于实验室质量的属性。

对于窑，质量波动没有问题。毕竟，就工艺技术而言，一切都经过切割和干燥。这可以从字面上看。因为热量的麻烦之一是它的织物过滤器。如果它们变得太潮湿，生产力和质量也会很快下降。

所有原因都是由于潮湿

水分渗入织物的风险首先在于用压缩空气清洁织物过滤器。强烈的压力冲击击中了织物，以除去附着的石膏。如果用于此过程的压缩空气不是绝对干燥，则压力脉冲还会将湿气吹入织物。此外，压缩空气射流会导致突然冷却，温度下降到露点以下。

湿气会与织物中的石膏残留物发生反应，并使石膏粉尘硬化。结果，织物将变硬并最终断裂。这是一个渐进的过程，但是会极大地加速织物的老化。



应用报告

Remondis技术部门管理层的Alfred Schiffer博士解释说：“在这里，我们看到了可观的运营成本节省潜力。” 大幅提高盈利能力的基础应该是通过强大的压缩空气干燥来完成压缩空气处理。

在此之前，用未经干燥的压缩空气清洁的窑7中的织物过滤器的使用寿命约为2年。如果进行干燥，根据计算，织物的使用寿命可以提高到大约三年。安装432种织物的单价约为100欧元，这意味着可以节省大量成本。

经过广泛的计划，Remondis在2009年初开始招标，在窑的压缩空气系统中安装一台无热再生吸附干燥机。

最真诚的建议

“起初，供应商感到非常困惑，与竞争对手相比，他的建议被打破了。” 回忆工程师Remondis负责该工厂技术的研究生工程师Bernd Jaspers回忆说。“尽管所有其他供应商都提供了冷再生干燥机，但根据招标邀请，Beko Technology GmbH强烈建议使用热再生模型。”

阿尔弗雷德·希弗（Alfred Schiffer）博士说：“我们对此表示怀疑，但也对这项建议的原因感到好奇。” 因此，有机会向**德国贝克欧**压缩空气技术系统提供商进行了解释。

Beko Technologies现场人员Udo Müller解释说：“对于大流量，吸附干燥无疑是将压缩空气干燥至露点在-20°C或更低的温度的唯一工业常用方法。” “对于雷蒙迪斯来说，应用案例的具体尺寸意味着每小时可达1500立方米，最终将导致在冷再生设备和热再生设备之间做出决定，这取决于在盈利能力方面似乎更有用的东西”。

无热再生吸附式干燥机

冷再生吸附式干燥机的装载周期短。由于干燥剂的负荷低，因此无需额外输入热能即可进行再生。



■ 应用报告

湿气通过干燥的空气分流排出，该分流膨胀到大气压。

在无热再生吸附干燥机中，仅在控制和切换阀时需要电能。因此，电力需求可以忽略不计。但是：以7bar的满负荷条件为基础，投资成本低至平均，与已处理压缩空气约15%的消耗成本形成鲜明对比。

吹扫空气损失造成的成本很快就增加到无法接受的程度。对于雷蒙迪斯来说，这是令人信服的论点，以决定采用有热再生设备。

有热再生吸附式干燥机

对于具有高能解吸空气的设备，有不同的设计。

所有方法的共同点是，不使用处理过的系统空气来去除吸附的湿气，而是使用加热的环境空气来代替。然而，用于冷却干燥剂的方法存在差异。

在经典模型中，仅将经过处理的压缩空气的扩展分流用于干燥剂的冷却。当然，这导致一些珍贵的压缩空气被用于非预期的目的。即使这仅平均达到百分之二到百分之三，盈利能力也会受到影响。

另一种更为经济的选择是“零吹扫”吸附干燥机，其功能不消耗任何处理过的压缩空气。在这些干燥器中，像在传统方法中一样，通过加热的环境空气来实现解吸，该环境空气借助于鼓风机被引导通过吸附剂。随后使用环境空气对加热的干燥剂进行冷却。

从木制品中获利

在对7号窑的环境和运行条件进行了广泛的分析之后，Beko的处理和系统专家集中于公司多种产品中的Everdry FRA-V型热再生吸附式干燥机。FRA-V系列的设备在解吸过程或加热的干燥剂（零吹扫）的后续冷却过程中不需要压缩空气。

在解吸阶段，再生鼓风机在压力条件下工作。当压缩空气的干燥在其中一个吸附容器中进行时，第二



■ 应用报告

一个吸附容器被再生，该第二个吸附容器已经预先被水分饱和。 在开始再生之前，先将压力缓和到大气压。 再生鼓风机将环境空气输送到下游加热器。 在那里加热到所需的解吸温度。

再生鼓风机的压力操作导致温度升高，这对加热器的功耗产生积极影响。 来自鼓风机的加热器气流使干燥剂吸收的水分蒸发。 随后，该水分与空气流一起排放到大气中。 解吸使用逆流过程以能量优化的方式进行。

冷却阶段在真空条件下进行。 通过去除在解吸阶段之后干燥剂中积聚的热量以及来自鼓风机的冷空气流，可以防止切换后的温度和露点峰值。 在冷却阶段，鼓风机切换到吸气操作，由此环境空气直接流入要冷却的吸附容器。 在抽吸过程中产生的负压会导致干燥剂的“物理平衡”发生变化。 由于负压，解吸温度降低，从而在冷却阶段进行后解吸。 由于后解吸，再生阶段（加热和冷却）后，干燥剂中的残留负荷较低。 干燥剂中的残余负荷决定性地影响干燥阶段的质量。

贝克欧科技客户顾问UdoMüller坚信：“仅通过有热再生吸附式干燥机（与无热再生干燥器相比）的节能运行，不到一年的时间就可以承担Remondis的投资成本”。

但是，不仅仅是这种观点使Remondis决定支持**贝克欧科技德国**解决方案。 Remondis工程师Bernd Jaspert补充说：“在规划和实施阶段，灵活性和全面的思维方式对我们也很重要。在这方面，我们当然可以通过Beko之类的系统提供商获得最佳服务。”

自2009年秋季以来，在吕嫩（Lünen）利珀韦克（Lippewerk）工厂的7号窑中高效使用干燥机，这证明了这一理论是成功的实际运用的基础。

顺便说一句，Everdry吸附式干燥机不仅在其中切开并干燥了过滤器。 在另一个在窑7使用压缩空气的应用领域中，过程安全性也得到了显着提高：燃烧器系统上测量系统的运行。 自从安装了干燥机以来，窑炉燃烧器喷嘴处的湿度和油污问题已经成为过去。



■ 应用报告

吸附干燥的概念

Beko的EVERDRY FRA产品线提供了多种变化的可能性。标准化系列适用于最高20,000m³/h的流量。

该产品组合还包括超过20,000m³/h的特殊解决方案。

作为零吹扫吸附干燥机，FRA-V系列设备为高技术水平的多功能应用提供了经济基础。

Everdry系列产品还通过智能的成本效益结构，为在温暖和潮湿的气候区域中高入口温度下使用提供了合适的解决方案。Everdry FRL作为“闭环”吸附式干燥机，即使在热带气候条件下也可以使用，因为它的冷却传导处于闭路状态。