

转轮除湿技术

动力工程 胡涛涛

1.概述

2.转轮除湿的工作原理及特点

3.转轮除湿的吸附介质

4.转轮除湿技术的应用

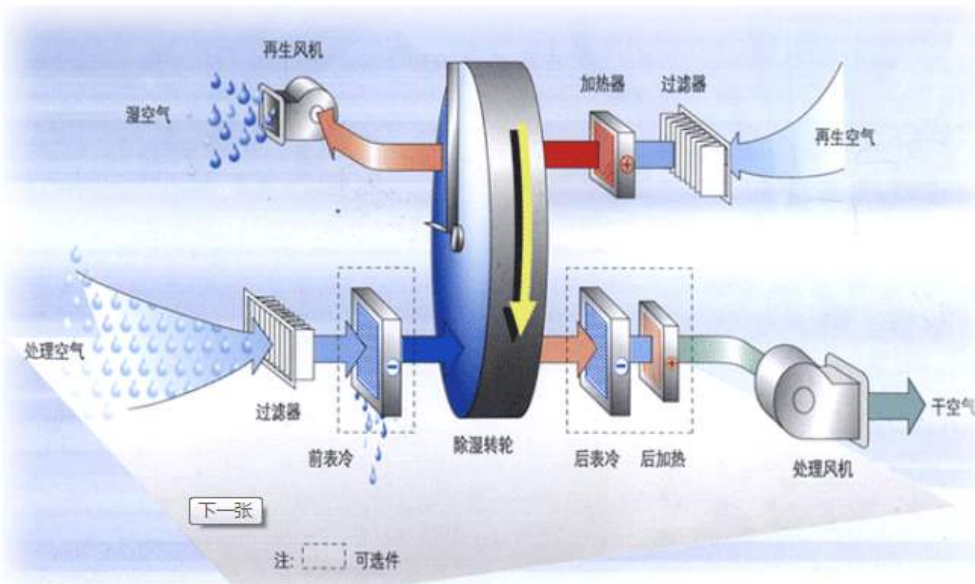
5.总结

1.概述

除湿是工农业生产和人们平常生活中常见的问题，尤其是在我国南方等高湿地区。在工业生产过程中，伴随人们对空气、水源、食品、医药等品质规定的不停提高，生产环境中湿度的控制成为一种重要指标。除工业应用外，在汽车、坦克、飞行器、舰艇、地下室等特殊的环境中也需要除湿，以保证驾乘人员正常的新陈代谢活动。

目前比较成熟的除湿技术有冷却式除湿、液体吸取式除湿、固体吸附式除湿、膜法除湿及转轮除湿。

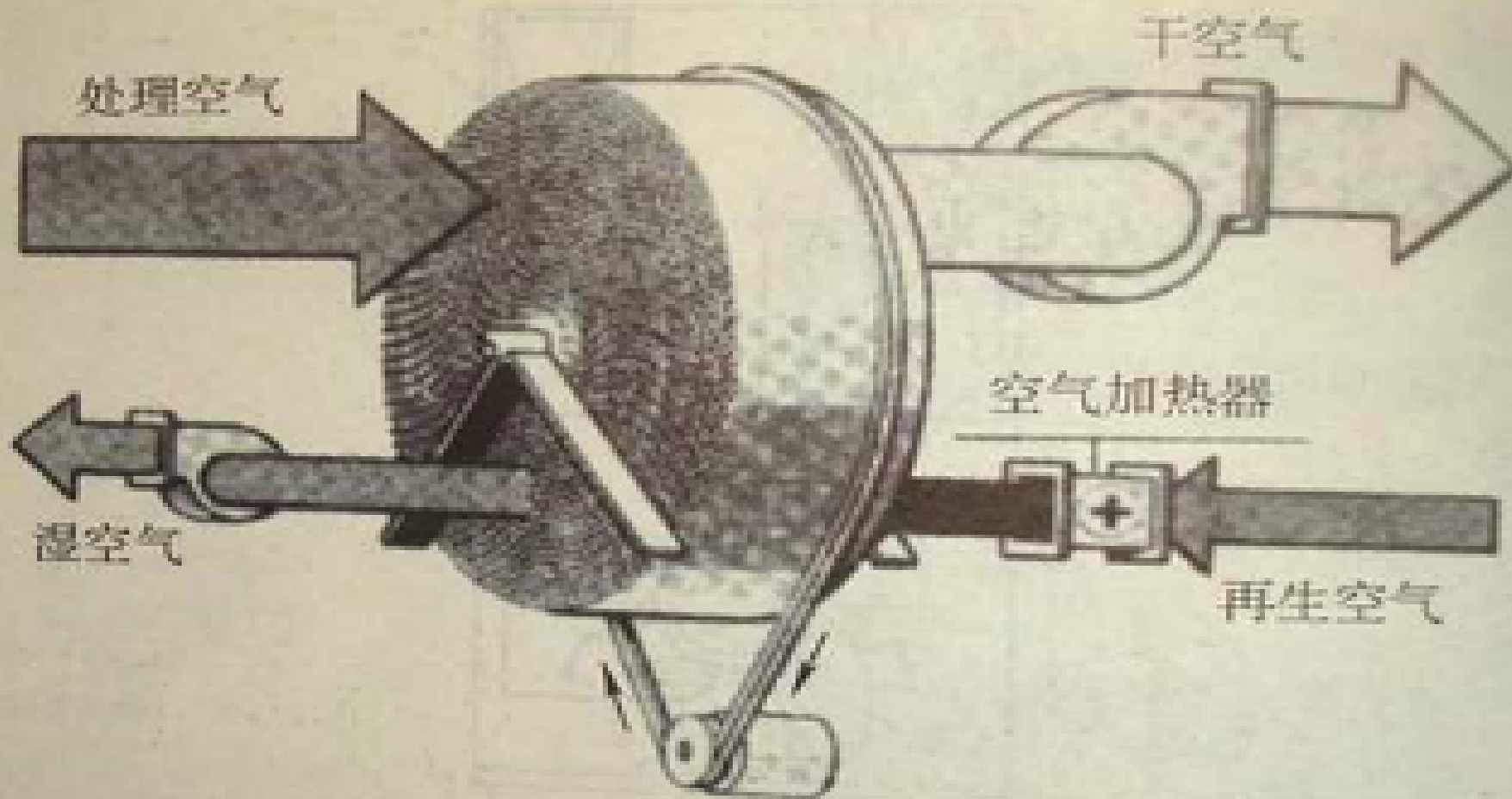
转轮除湿是在实际工程中应用最广泛的固体吸附式除湿技术之一，转轮除湿机运用吸附材料的良好亲水性吸附空气中的水分，减少空气的湿度。转轮除湿机由除湿转轮、传动装置、风机、过滤器、再生用加热器等构成。



转轮除湿装置

2.转轮除湿的工作原理及特点

转轮除湿机的关键部件是一种蜂窝状转轮，转轮由特殊陶瓷纤维载体和活性硅胶复合而成，转轮两侧由特殊的密封装置提成两个区域，处理区域和再生区域。当需要除湿的潮湿空气通过转轮的处理区域时，湿空气的水蒸汽被转轮的活性硅胶所吸附，干燥空气被处理风机送至需要处理的空间；而不停缓慢转动的转轮载着趋于饱和的水蒸汽进入再生区域；再生区内反向吹入的高温空气使得转轮中吸附的水分被脱附，被风机排出室外，从而使转轮恢复了吸湿的功能而完毕再生过程，转轮不停地转动，上述的除湿及再生周而复转地进行，从而保证除湿机持续稳定的除湿状态。



转轮除湿系统的工作原理

转轮除湿的特点：

- (1) 构造简朴。机体自身是由低速旋转的转轮、再生加热器、处理风机和再生风机所构成，构造非常简朴，因此运转和维护都很以便；
- (2) 轮纸芯的重要材料为无机成分，不会老化，性能稳定，使用寿命长体；
- (3) 转轮单位体积内的吸湿面积大。由于转轮的蜂窝状流道的直径仅1.5~3mm，故1m³体积的转轮纸芯的吸湿面积达3000 m³。空气流经蜂窝状流道时，虽处在边界层流状态，仍能充足进行热湿互换，除湿能力强；

(4) 持续地获得低露点、低温度的干燥空气。固体吸湿剂吸湿性很好，虽然吸取了水分，其化学性能也不会发生变化，并且只要通过加热就能简朴地放出已经吸取的水分。由于具有这种特性的转轮是旋转的，除湿和再生持续进行，因此能保持出口空气的露点稳定；

(5) 没有液体吸湿剂的飞沫损失。固体除湿转轮与液体吸取式除湿机相比，最大的特点是没有飞沫带液损失，既不需要补充吸湿剂，也不会对金属管道形成腐蚀。

3.转轮除湿的吸附介质

3.1 氯化锂

氯化锂是最早用来作为转轮除湿机的吸附材料的，它属于一种高含湿量的吸湿盐，易再生，具有高度化学稳定性。此外，氯化锂吸附剂具有强烈的杀菌能力，因此，氯化锂作为除湿剂被广泛应用于医药、食品等对空气洁净度和湿度规定较高的领域。不过氯化锂在低湿度范围除湿量小、除湿能力低，并且吸湿时易形成液体从基体逸出，对除湿设备周围的金属产生腐蚀，这些局限性在很大程度上限制了除湿机中氯化锂吸附剂的用量，也即限制了除湿机的除湿量。

3.2 硅胶

硅胶是继氯化锂后研究应用比较多的一种固体吸附剂，其吸湿能力、再生能耗等方面较氯化锂稍差，但由于在吸附、解吸过程中一直保持固态，有良好的物理化学稳定性，克服了氯化锂吸附剂轻易液化逸出的缺陷，虽然在高湿度下（100%）也能保持转轮表面不结露，对周围设备无腐蚀。同步当转轮长期使用过程中因灰尘或油污覆盖表面影响除湿效率时，可采用清水（除灰尘）或清洁剂（除油污）直接清洗掉使之恢复，因此得到了广泛的应用。

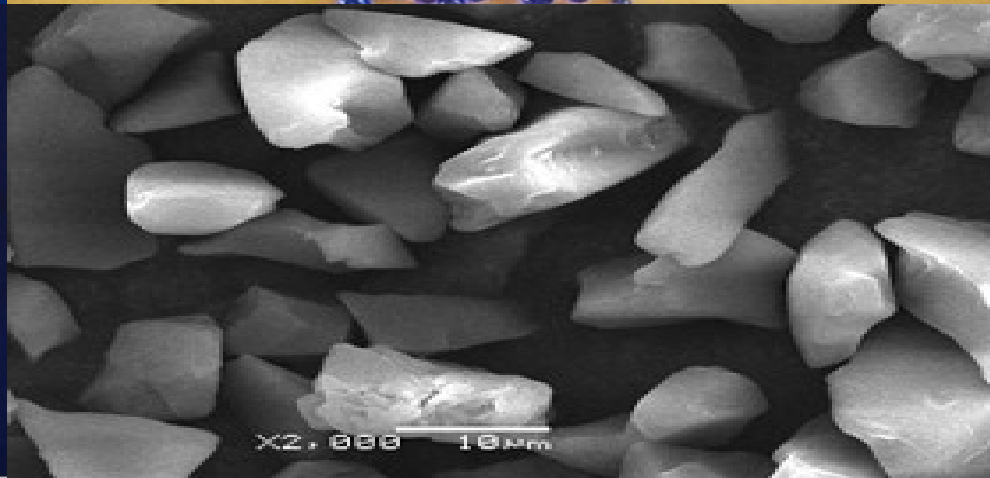
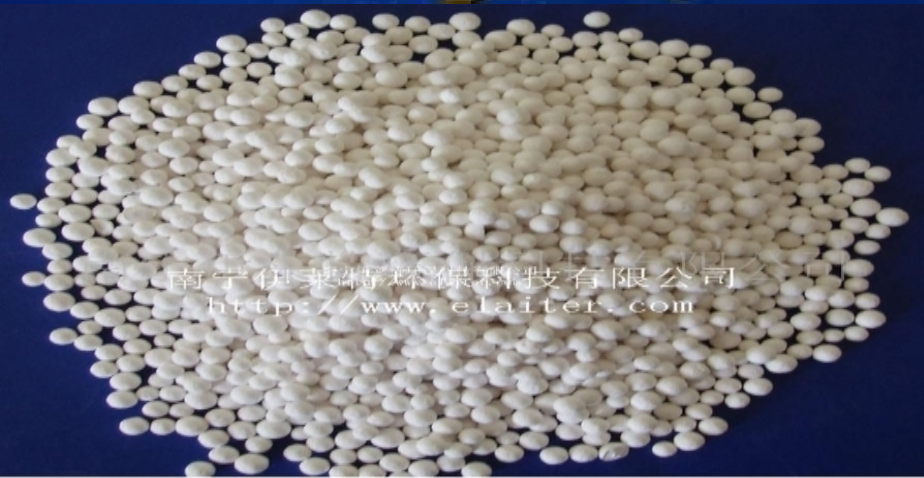
目前制备硅胶转轮最有效措施为浸渍法。其工作原理是：在无机纤维基材上让水玻璃与酸就地反应，使生成的硅胶较为均匀地分散在纤维表面及其空隙中，构成块体吸附剂。它归属于第三代吸附剂材料（活性硅胶），由于不需外加黏合剂，制备过程中对环境无污染，故具有工艺简便、环境保护、产品性能稳定、吸附剂与纤维作用很好等长处，尤其合用于制作除湿转芯。该措施重要存在的问题是：受溶胶稳定性的制约难以形成高浓度溶胶，加之无机纤维不溶于水，溶胶与纤维间接触面小，因而在无机纤维上附着的溶胶量少，生成的硅胶少，除湿效率较低。近期，又提出了高效纳米孔径硅胶吸附材料制备措施，让水玻璃与聚沉剂（絮聚剂）反应生成硅酸盐沉积在无机纤维上，然后与酸作用生成硅胶，该措施提高了硅胶在纤维基材的挂胶量。

硅胶作为吸附材料存在的局限性：

(1) 吸附性能有待提高；

(2) 耐热性能需要加强, 由于硅胶耐热性能较弱, 除湿转芯长时间处在 $80 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 再生环境中, 易出现熔融、塌陷、堵塞孔道等现象, 从而使系统吸附效率减少；

(3) 机械强度有待增强, 由于硅胶与陶瓷纤维作用力较弱, 使得转芯材料机械强度较差, 在系统运行过程中, 易出现粉化、掉粉现象, 从而影响其使用寿命。因此, 必须对硅胶进行改性。



epe360.com

硅胶

3.3 改性硅胶吸附材料

目前对硅胶的改性重要有两个方面：一是将老式硅胶吸附材料和卤素盐结合制成复合吸附剂；二是在硅胶中掺杂其他金属元素。

(1) 硅胶/卤素盐复合材料

为克服硅胶吸附剂吸湿量小的局限性，人们提出新型的硅胶和卤素盐复合的吸附剂，由于结合了两种吸附剂的长处使得复合吸附剂的吸附性能得到改善，是吸附剂研究的一种新的方向。但卤素盐进入硅胶孔道必然会减少孔容和比表面积，同步也会影响孔道的构造，因而必须控制卤素盐的用量。

将老式的硅胶转轮材料和卤素盐复合起来制得硅胶/卤素盐复合干燥剂材料，实现硅胶物理吸附和卤素盐化学吸附的有机结合，具有高吸湿量、易再生和稳定性高等长处，改善了转轮除湿机的除湿性能。

(2) 若在硅胶中引入少许金属离子M，金属原子部分替代硅原子进入硅胶网络，但不变化硅胶的主体网络构造，由于硅胶表面形成M-O-Si 键（M为B、Al、Ti 等），增长了多孔材料表面的质子酸和路易斯酸的酸性活性中心数目及酸性强度，增强了材料表面与水的亲和力，使硅胶对水的吸附能力得到增强；此外金属原子掺杂入硅胶后，变化其微构造，进而增大了硅胶的比表面积和孔容，使硅胶的吸附能力得到增强。

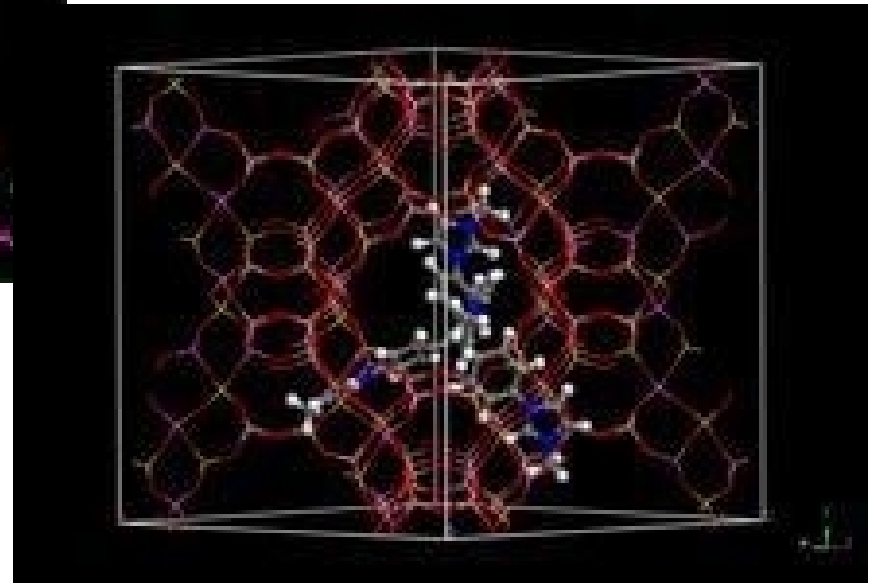
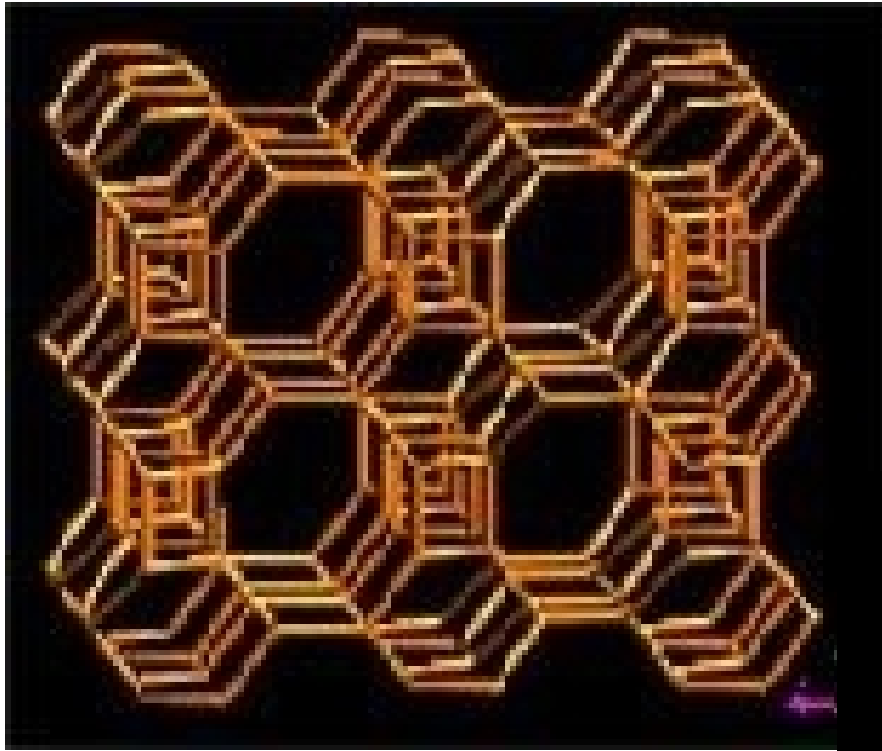
金属掺杂硅胶吸附材料，即将铝、钛等金属离子掺杂入硅胶中得到的一种多孔金属键合硅吸附材料，归属于第四代转轮除湿机吸附剂材料，它克服了硅胶在吸附性能、耐热强度及机械强度方面的缺陷。

3.4 沸石分子筛

沸石分子筛是研究及应用比较多的固体吸附剂材料，它在低湿度环境下仍能吸湿的优秀性能，使它非常合用于低露点深度除湿；另首先 虽然在较高温度下（如100 ~120℃）分子筛仍保持13%以上的吸水率，而硅胶的吸水率几乎为零。因此在电子、精密仪器等某些对湿度规定非常低及环境温度较高的状况下，分子筛除湿得到广泛的应用，应用分子筛的转轮除湿机其出风口空气露点最低可到达-60℃。

但沸石分子筛也有其局限性之处：分子筛吸附是运用其分子网络构造中的非常规则的孔道实现的。其吸湿量较氯化锂、硅胶都要低诸多；此外，分子筛网络构造中的这种孔道对水分子的作用力较强，这是它能合用于深度除湿的原因，但也导致脱附困难，在除湿转轮中就体现为再生温度高达 250°C 以上，能耗大大增长，并且不能应用太阳能、工业余热等低品位热源作为再生热源。因此，目前分子筛作为除湿转轮吸附剂还只应用在某些对空气露点规定非常低的特殊场所。

沸石分子筛



转轮除湿机用多种吸附材料的对比

转轮除湿机吸附材料的发展方向：

- (1) 对沸石分子筛材料进行改性以提高常规条件下吸附性能或减少再生温度以节省能耗，是后来转轮除湿机吸附材料的一种发展研究方向。
- (2) 由于复合吸附材料能结合多种吸附材料的长处，同步也克制克服了单一材料的缺陷和局限性使得其在吸附性能、耐热性能和机械强度均有改善。因此，减少吸附材料脱附再生的能耗，提高转轮材料的使用寿命，提供高效节能的设备都是未来研究的热点。
- (3) 在材料的制备和转芯的成型过程中，怎样尽量使用无机和绿色友好材料以替代有机材料，从而适应现代化工对环境保护和环境的规定也是研究的重点。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/525330103210011224>