

本文介绍了一种利用热泵在转轮除湿设备上的节能应用,对于不同类型设备组合及在节能降耗的应用方面,具有良好的参考价值和指导意义。

□ 奇瑞商用车(安徽)有限公司 朱彬 苟军强 吕荣佳 李金山 赵明

汽车锂电池存储环境的节能研究



AI 汽车网—新能源汽车制造

锂离子动力电池因其能量高、体积小及可靠的特点成为纯电动汽车的动力源。汽车锂电池可贮存在环境温度为 $-5 \sim 5^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不大于 75% 的清洁、干燥与通风的室内。存储仓库需要对温湿度进行控制, 一般采用空调或除湿设备, 避免长期处于高湿环境。国内汽车电池生产商, 诸如 LG 及宁德时代, 为控制汽车锂电池的湿度在 45% 左右, 一般均采用转轮除湿设备, 以露点温度来控制锂电池的存储环境。

暖通设备的运作机理

1. 转轮除湿机原理

转轮除湿机属于空调领域的一个重要分支, 是控温除湿的典型代表。

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, 原理如图 1 所示。

转轮除湿机的核心部件是一个蜂窝状转轮, 转轮由特殊陶瓷纤维载体和活性硅胶复合而成, 转轮两侧有特殊的密封装置分成两个区域: 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, 湿空气的水蒸气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; 而不断缓慢转动的转轮, 载着趋于饱和的水蒸气进入再生区域; 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, 从而使得转轮恢复吸湿的功能而完成再生过程, 转轮不断转动, 上述的除湿及再生周而复始地进行, 从而保证除湿机持续稳定的除湿状态。

此类设备广泛应用于汽车电池厂、电子厂的生产 and 储藏等诸多方面。

2. 热泵机组原理

热泵能量转换是利用压缩机的作用, 通过消耗一定的电能, 在压缩机和换热系统内循环的制冷剂的共同作用下, 由环境热源(水或空气)中吸取较低温热能, 然后转换为较高温热能释放至循环介质(水或空气)中成为高温热源输出(图 2)。在此因压缩机的运转做工而消耗了电能, 压缩机的运转使不断循环的制冷剂在不同的系统中产生

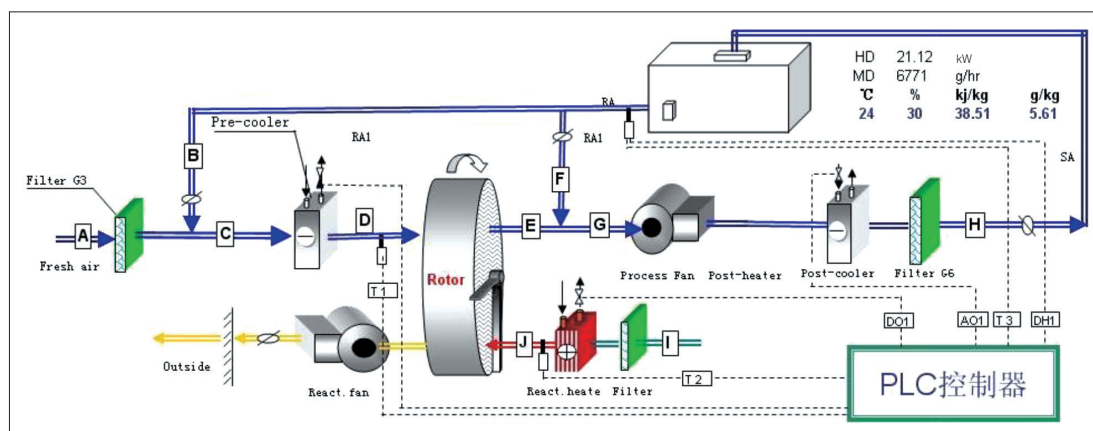


图 1 单转轮除湿机原理

的不同的变化状态和不同的效果（即蒸发吸热和冷凝放热），从而达到了制取冻水和热水的作用和目的。

节能分析

转轮除湿机需要三种能源介质：电、蒸汽和冷冻水。转轮除湿机的能耗占到工厂能耗的50%。转轮除湿机的节能应用，对于企业节能减排将起到巨大的作用。为了减少除湿机的能耗，从除湿机现有的能耗使用角度出发，找出其能源的替代品，从而减少使用量。

为了实现上述目的，采用的节能方案为：利用热泵机组的空气源原理，同时充当除湿机的冷源与热源，满足除湿机的表冷与再生热，减少冷冻水及蒸汽的使用量，从而减少冷冻水及蒸汽的使用量，减少制冷站及锅炉房的建设，达成节能目标。

节能设计方案

目前，汽车锂电池生产工厂均采取集中式供冷冻水（7℃）和集中式供蒸汽用于生产车间的制冷和转轮再生能源，这是基于目前成熟的制冷和除湿技术条件而设计的，随着空气源热泵制冷技术不断发展，热泵系统中冷热兼用的可能性完全可以向集中式供冷和集中式供热提出挑战。

为此，我们以现有单转轮除

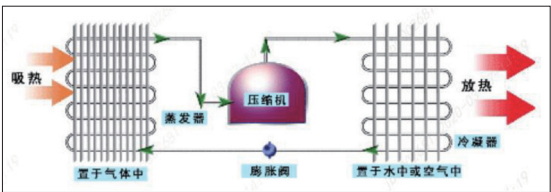


图2 热泵能量转换

湿机做试点节能改造测试。本次节能改造亮点主要是现场工艺设备改造，通过实际改造数据，证明方案可行性。

1. 当前除湿机基本情况

目前选择 12000CMH 全新风除湿机进行改造，该机采用能源为蒸汽 + 冷冻水运行模式，流程及改造前运行情况如图 3 所示。

冷却工况：室外新风由 30℃ 冷却到 13.9℃。

再生工况：室外新风由 30℃ 升温到 127.4℃。

2. 节能设计方案

增加冷热回收系统（图 4），利用热泵对待处理空气由 30℃ 预冷到 20℃，产生的热量对再生空气由 30℃ 加热到 70℃。具体设计步骤：新增空气源压缩机；将热泵机组的蒸发器作为转轮除湿机的新增表冷，将热泵机

组的冷凝器作为转轮除湿机的新增再生；利用热泵机组对除湿机进行预加热，减少再生加热蒸汽供应的热量，吸附带走水汽，达成转轮的再生利用。利用热泵机组对除湿机的新增表冷进行预冷却，减少初表冷冻水供应的冷量达成工厂内的露点（湿度）控制要求。

结果分析

从系统测试的记录表中可知，转轮除湿机的新风表冷温度经过热泵机组预冷后控制在 20 ~ 21℃。转轮除湿机的再生加热温度经过热泵机组预热后控制在 68 ~ 70℃ 区间运行，运行电流约 36 A。

根据热能公式： $Q=cm \Delta t$ ，预热段将风量 3 000 m³/h 室外 30℃ 预热到 70℃。

（下转第 29 页）

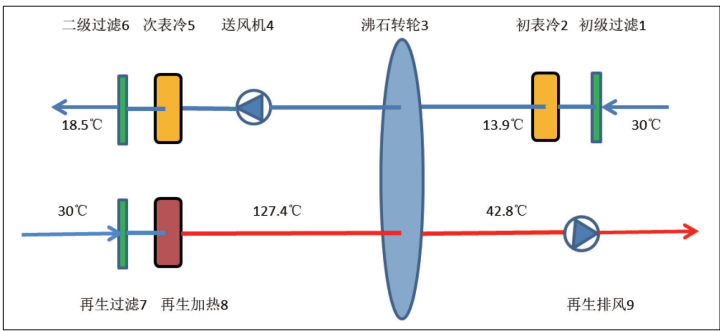


图3 流程及改造前运行情况

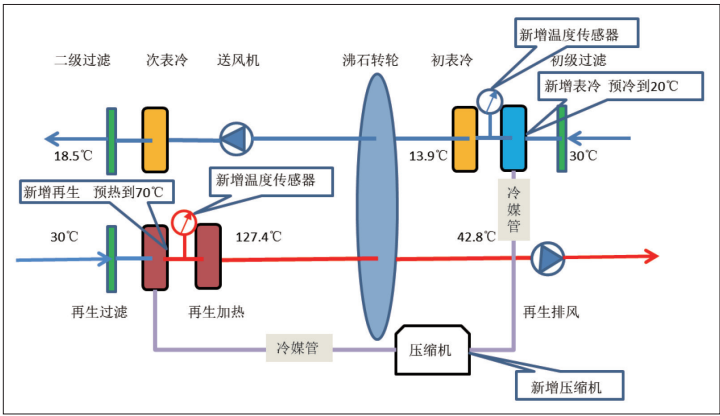


图4 冷热回收系统

是垂直立面。这要求涂敷在电芯或 PACK 壳体（或保护层）上的结构胶不能流淌，涂敷的胶粘剂胶线需要保持涂敷的形状，以保证组装粘接的过程可靠稳定。因此，良好的触变性是结构胶必须的工艺性能，以保证涂敷的胶粘剂形状稳定，立面不流淌。

同时，由于动力电池 PACK 尺寸都比较大，组装过程中的涂胶机器手操作半径范围也大，有的可达 2 m 以上，再加上涂胶工序场地、电芯上装工位以及结构胶胶桶定位工位的实际距离考虑，结构胶的输胶管路长度都比较大，可能达到 5 ~ 10 m，因此结构胶的粘度不宜太高，以便于顺畅打胶，A/B 组分混合后的粘度不宜超过 60 000 cps。

否则就需要非常高的输送压力，也可能造成出胶速率低，影响涂胶效率、整体装配效率。另外，A/B 组分的结构胶，两组分的粘度也不宜相差太大，以保证稳定的混合效果。

4. 混合比例要求

一般动力电池的结构胶是双组分的，混合均匀后的胶粘剂才能够发挥其性能，对于 A/B 组分的混合比例，虽然不是强制性要求，但是考虑到混合的稳定性，实际工程应用中还是 A/B 组分的比例差别不大的情况下，更能够保证混合均匀及稳定。A/B 组分 1:1 或 2:1 或 4:1 的混合比例，有利于涂胶机比较稳定、精确地混合，也有利于粘接质量的稳定保证。

结语

综上所述，动力电池 CTP 结构的粘接用结构胶，从应用角度来看，基本性能要求具有良好的材质适应性、高强度低模量、良好的耐候性以及阻燃绝缘环保等基础性能。配合动力电池的组装工艺过程，在操作时间、初固定位时间、触变性和混合比例方面有一些工程性的工艺性能要求。富乐公司深入动力电池粘接应用研究，近期推出的动力电池结构胶产品 AT1241/AT1242，具有更高的强度更低的模量，完全贴合了新能源汽车的应用环境以及组装工艺要求，可以根据装配工艺常温固化或高温加热固化，让 CTP 结构的动力电池 PACK 组装更多选择。 AI

（上接第 25 页）

表 系统测试的记录数据

日期	室外温度 /℃	新风表冷温度 /℃	再生进风预处理温度 /℃	运行电流 /A
第一天记录	30.5	20	70.2	36
第二天记录	29.8	19.5	68.6	35
第三天记录	29.3	19.7	67.2	34
第四天记录	30.1	19.8	70.5	37
第五天记录	29.5	19.2	68.5	35
第六天记录	30.1	19.8	70.5	36
第七天记录	30.1	19.8	70.5	35
第八天记录	29.5	19.7	69.2	36
第九天记录	30.3	20.3	70.1	37

$Q_{热} = (T_2 - T_1) \times c \times Q_{风}$
 $\times p / 3\ 600 = 1.29 \times (70 - 30)$
 $\times 3\ 000 / 3\ 600 = 43\ kW$ ($Q_{蒸}$
 $= Q_{热} / r \times 3\ 600 = 43 / 2\ 100 \times$
 $3\ 600 = 73.71$ ，即相当于减少
73.71 kg/h 蒸汽用量)；预冷段
将风量 12 000 m³/h 室外 30℃

预冷成 20℃。 $Q_{冷} = (T_2 - T_1)$
 $\times c \times Q_{风} \times p / 3\ 600 = 1.29 \times$
 $(30 - 20) \times 12\ 000 / 3\ 600 =$
43 kW 压缩机耗电功率：
 $p = UI \cos \phi = 1.732 \times 0.38 \times 36 \times$
0.8 = 18.9 kW（增加耗电量）。

结论

当前我国一方面对汽车电池研发扶持力度较强，汽车电池发展迅猛，大有赶超国外之势，同时国家也在推动企业向节能环保、绿色智造方向发展。本文的节能设计为绿色智造方面提供了一种设备组合的思路。

1. 设备初始状态为蒸汽加热空气从 30 ~ 127℃，冷冻水把空气由 30℃降温到 13.9℃。加装该

系统后，以消耗 18.9 kW 的电能，代替蒸汽加热空气从 30 ~ 70℃，70 ~ 127℃区间由原蒸汽系统负责；同时将待处理空气 30℃降温到 20℃，20℃降温到 13.9℃由原冷冻水负责。

2. 改造综合能效比 18.9 : (43+43) = 1 : 4.55

3. 节约费用计算。年耗电量：
18.9 kW × 0.7 元 / kW · h × 24 h
× 30 d × 12 m × 0.8 = 91 445 元；
冷量：43 kW / 3.8 × 0.7 元 / kW · h
× 24 h × 30 d × 12 m × 0.8 = 54 750
元；蒸汽量：73.71 / 1 000 T × 270
元 t / h × 24 h × 30 d × 12 m ×
0.8 = 137 560 元；单 台 年 节
约 费 用：137 560 + 54 750 -
91 445 = 100 865 元。 AI