



□ 中国汽车工业工程有限公司/韩俊 刘丽萍 韩达

某高档汽车总装车间修补线采用了喷漆烘干一体化室，对外观有缺陷的装配完成的汽车进行维修。喷烘一体室体化既可将送风室体作为喷漆室使用，又可作为烘干室使用，不仅节省成本，而且节约空间。喷烘一体室的空调机组送风系统，在不同的运行模式下，实现不同的工艺要求。

1.系统组成

喷烘一体室空调送风机组（见图1）主要的工艺功能段和普通喷漆室空调送风机组相同，区别在加热段增加了空气循环段，增加了回

风阀及新风进口风阀，作为在烘干状态下室体循环回风用，并且空调送风加热量的设计要达到烘干模式下的用量。空调机组简化系统如图2所示。

（1）空调内部新风进口风阀。空调机组内部使用了新风进口风阀，在喷漆时完全打开，全新风进入喷漆房；在烘干时完全关闭，仅有10%的新风由手动旁通阀经过，使喷漆室作为烘干炉使用。

（2）90%回风进口风阀。90%回风进口风阀在喷漆时完全打开，使全新风进入喷漆房，使排风完全排出喷漆房；在烘干时打开90%，用于

烘干循环风使用。

（3）室外温湿度传感器。为了更好地控制喷漆房温湿度和节约能源，采用了室外温湿度传感器参与控制。室外温湿度传感器安装在空调的进风口，实时测定外部数据。

空调机组喷漆模式：当空调机

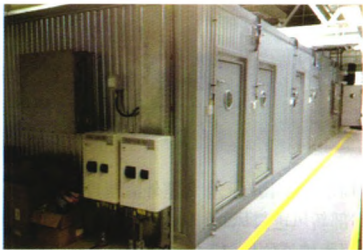


图1 空调机组外观

组在喷漆状态下运行时，外部温湿度传感器可测定出当前空气的温度和湿度，通过程序计算出当前外部空气的含湿量，根据温度和含湿量可判断在当前状态下是否需要开制冷、加温或加湿系统。

空调机组冷却模式：当空调机组在烘干状态下运行时，外部温湿度传感器可测定出当前空气的温度，用来判断在当前温度下是否需要通冷水降温还是直接用外部空气降温即可，在冬季温度低的状态下，可直接用外部新风，节约能源。

2. 喷漆模式

(1) 风阀运行状态工作开始时，空调内部新风进风阀打开，90%回风进口风阀完全关闭，排风阀完全打开。当在规定时间内，各风阀没有达到指定位置，立即关闭整个系统并发出报警。

(2) 各工艺段状态喷漆模式下，需要控制温湿度，所以加热段、加湿段、冷水段控制器都处在释放状态，当条件满足后，可随时启动调节。

(3) 温湿度控制均压室安装温湿度传感器作为控制目标值，通过PI调节使喷烘室温湿度达到设定温湿度。在各工艺段控制中，温度控制加热线、相对湿度控制加湿泵、由温度和湿度计算出的焓值控制冷水阀。室外温湿度传感器作为辅助控制。

室外焓值 $\geq$ 设定焓值且室外含湿量 $\leq$ 设定含湿量时，启动冷水和加湿系统，冷水系统用于降温，加湿系统用于提高湿度；冷水阀开度0~100%；加湿泵由最小值~100%（为了使加湿泵不频繁启动，设定加湿泵的最小值10Hz）

室外焓值 $<$ 设定焓值且室外含湿量 $<$ 设定含湿量时，启动加热和

加湿系统，加热系统用于升温，加湿系统用于提高湿度；燃气阀开度0~100%；加湿泵由最小值~100%

室外含湿量 $\geq$ 设定含湿量时，启动冷水和加热系统，冷水系统用于降温、除湿，加湿系统用于提高温度。冷水阀开度0~100%；燃气阀开度0~100%。

3. 烘干模式

(1) 风阀运行状态工作开始时，新鲜空气进风阀打开，空调内部新风进风阀关闭，90%回风进口风阀打开90%，排风阀关闭90%。当在规定时间内，各风阀没有达到指定位置，立即关闭整个系统并发出报警。

(2) 各工艺段状态烘干模式下，仅需要控制温度，所以加热段处在释放状态，当条件满足后，可随时启动、调节。而加湿段、冷却段都不在释放状态，不允许启动。

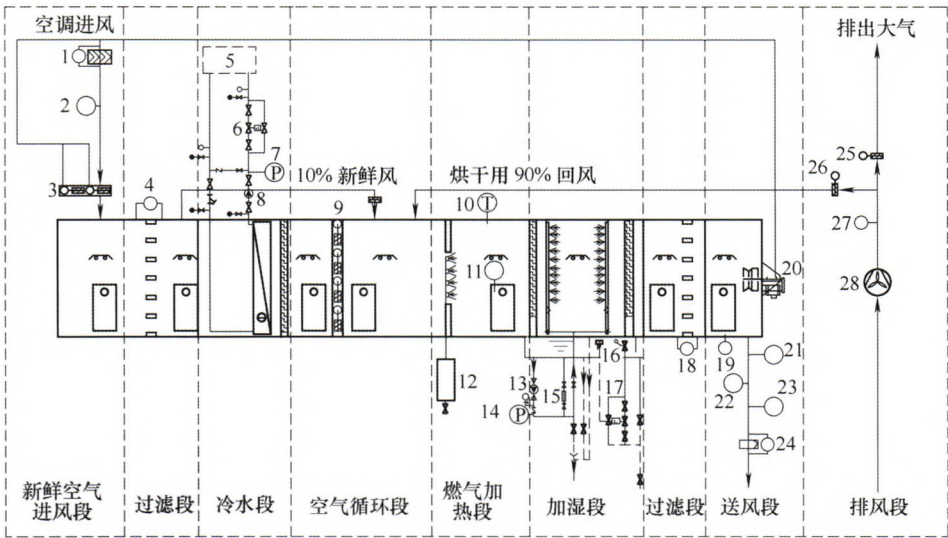


图2 空调机组系统组成

1.防雨百叶及压差 2.室外温湿度传感器 3.进风阀 4.进风过滤及压差 5.制冷机组 6.冷水调节阀 7.水泵压力(欠压保护) 8.冷水泵 9.空调内部新风进口风阀 10.温度传感器(超温保护) 11.安全门保护开关 12.燃气调节阀 13.加湿泵 14.水泵压力(欠压保护) 15.UV杀菌器 16.加湿水槽液位计 17.加湿水槽补水阀 18.进风过滤及压差 19.压力开关(欠压保护) 20.送风机 21.CO检测器 22.喷漆室温湿度传感器 23.烟感 24.进风过滤及压差 25.排风阀 26.90%回风进口风阀 27.压力开关(过压保护) 28.排风机

(3) 温度控制均压室安装湿度传感器, 温度作为控制目标值, 通过PI调节使喷烘室温度达到设定温度。燃气阀开度0~100%。

4. 冷却模式

在烘干模式到达指定时间后, 系统将关闭烘干模式自动转到冷却模式。

(1) 风阀运行状态工作开始时, 新鲜空气进风阀打开, 空调内部新风进风阀打开, 90%回风进口风阀完全关闭, 排风阀完全打开。当在规定时间内, 各风阀没有达到指定位置, 立即关闭整个系统并发出报警。

(2) 各工艺段状态冷却模式下, 需要降低温度, 所以冷水段处于释放状态, 当条件满足后, 可随时启动调节。而加湿段、加热段都不在释放状态, 不允许启动。

(3) 温度控制均压室安装湿度传感器作为温度控制目标值。室外温湿度传感器作为辅助控制:

室外温度 $<15^{\circ}\text{C}$ 时, 外界温度较低, 可直接使用外部新风降温, 可节约能源。

室外温度 $>15^{\circ}\text{C}$ 时, 外界温度较高, 启动冷水系统, 使用表冷器降温。

当冷却模式完成后, 系统将自动进入喷漆模式。

5. 冷水系统控制

(1) 冷水泵、冷水循环泵控制冷水系统包含冷水泵、冷水阀、冷水循环泵和制冷机组。

为了更精确地控制冷水系统且保证在不用冷水时关闭冷却系统达到节能状态, 采用冷水阀的开度来启停冷水泵和冷水循环泵。

(2) 制冷机组控制每台冷水机组, 本身有单独的控制器。控制器和系统PLC控制柜之间采用Modbus通信。收到来自系统PLC控制柜的启动信号后, 当内部的水流开关检测到冷水流动达到一定流量并且温度高于设定值时, 启动冷水机组, 并自动控制出水温度。

6. 保护控制

(1) 安全门连锁保护。在燃烧器加热段及喷烘室进口安装门连锁保护装置。当燃烧器加热段门打开时, 不能启动, 应立即停止燃烧器工作并报警; 当在烘干状态下, 打开喷烘室进口门时, 不能启动, 应立即停止燃烧器工作并报警。

(2) 风机欠压保护。当手动误操作(如手动关闭风阀)或风阀执行器故障时, 送风机运行可能由于送风管压力过低导致送风管损坏。在送风机的进风口安装压力传感器, 当压力过低时, 立即关闭系统并发出报警。

(3) 风机过压保护。当手动误操作(如手动关闭风阀)或风阀执行器故障时, 排风机运行可能由于排风管压力过高导致排风管损坏。在排风机的出风口安装压力传感器, 当压力过高时, 立即关闭系统并发出报警。

(4) 过滤段压差检测空调机组有3个过滤段: 进风过滤段、送风过滤段和排风过滤段。空调机组长时间运行, 过滤段可能破裂或被灰尘堵塞, 需要及时更换或清洗。每个过滤段安装一个压差传感器, 用于检测过滤段的状态: 当过滤段破裂时, 压差减小; 当过滤段堵塞时, 压差增大。过滤段压差值大于最大允许值或小于最小允许值时,

发出报警。

(5) 水泵欠压保护。当手动误操作(如: 手动关闭水泵进口水阀)或液位计故障没有检测到最低水位, 补水槽已被抽空时, 水泵空转运行可能导致其损坏。在水泵出水口安装压力传感器, 当压力低于设定压力时, 立即关闭水泵并发出报警。

(6) 液位计极高/极低液位保护。在空调加湿水槽安装液位计, 当液位低时打开补水阀补水, 当液位处于高液位时停止补水。当液位到达极高液位时报警, 当液位到达极低液位时停泵并报警。

(7) CO检测。由于加热段采用燃烧器加热, 所以在送风口安装CO传感器, 以防在喷烘室的操作人员CO中毒。当检测值高于设定值时, 报警并关闭燃烧器切断燃气阀, 停止加湿、制冷段, 加大送风量。

(8) 烟感检测。在送风口安装烟雾传感器, 当检测到烟雾报警时, 切断空调机组相关设备的电源, 从而关闭送风机、排风机、送风阀、排风阀并发出报警。

(9) 超高温保护。在空调加热段顶部安装温度传感器并不通过PLC, 连接至超温保护仪表, 当检测温度高于设定温度时, 停止燃烧器并报警。

结语

合理的喷烘一体空调机组控制方案要具备完善的设备保护功能, 能提高目标温湿度的稳定性, 满足工艺要求并达到节能高效的目的。控制方案要与工程实际需求相适应, 并在实践中加以完善和改进。AME