

浅谈涂装车间空调机组送排风系统设计规范及要求

闫世超, 王 明, 甘正升, 申 标, 黄海山, 完颜成功
(奇瑞汽车股份有限公司, 安徽 芜湖 241000)

摘要: 为了保证员工的身体健康及车间的洁净度, 涂装车间通常设计送排风系统, 用于生产线、人工工位及车间环境的换气, 本文重点介绍了涂装车间空调机组及送排风系统设计说明及技术要求。车间内供、排风系统主要由设备机械供风系统、设备机械排风系统、厂房机械供风系统、厂房机械排风系统、厂房自然排风设施构成, 为了节约能耗, 供风系统又分为新风供风系统、循环风供风系统, 其中新风系统主要用于人工工位, 循环风系统主要用于生产线及自动工位。

关键词: 空调机组; 送排风系统; 供风系统; 排风系统

中图分类号: TQ639 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2026)01-0057-04

Discussion on the Design Specifications and Requirements of Air Conditioning Units Supply and Exhaust Systems in Painting Workshops

YAN Shi-chao, WANG Ming, GAN Zheng-sheng, SHEN Biao, HUANG Hai-shan, WANYAN Cheng-gong
(Chery Automobile Co., Ltd., Wuhu 241000, Anhui, China)

Abstract: To ensure the health of employees and the cleanliness of the workshop, the painting workshop is typically designed with a ventilation system for air exchange in the production line, manual workstations, and the overall workshop environment. This article focuses on the design specifications and technical requirements for the air conditioning units and ventilation system in the painting workshop. The air supply and exhaust systems in the workshop mainly consist of equipment mechanical air supply systems, equipment mechanical exhaust systems, plant mechanical air supply systems, plant mechanical exhaust systems, and plant natural exhaust facilities. To save energy, the air supply system is further divided into fresh air supply systems and recirculated air supply systems. The fresh air system is primarily used in manual workstations, while the recirculated air system is mainly used in the production line and automated workstations.

Key words: air conditioning unit; air supply and exhaust system; air supply system; exhaust system

0 引言

涂装车间的设备供排风系统采用独立系统, 分为车间送排风系统、喷漆室送排风系统、工位送排风系统, 生产线或操作工位的供排风系统要分生产线或分设备进行设计, 厂房供排风系统要保证厂房始终处于微正压状态, 以隔绝外部灰尘进入。设备供排风系统、生产线或工位排风系统、厂房供排风系统所需要的供风机及排风机的风量、台数由工艺要求的风量及设备

型号确定。

1 空调送风系统技术要求

1.1 空调机组送风参数能力及控制精度要求

1) 厂房送排风设计均按照保证厂房微正压进行设计, 在沿海城市、湿度较高的地区, 可以考虑设置除湿功能, 以减少车间内设备、构件等的表面结露。

2) 空调以降低能耗为目标, 按窗口温湿度控制。空调的一次加热量、冷量、二次加热量、加湿量、风机风量、压力、功率, 水泵流量、扬程、功率等能耗和设备选型参数必须在满足工艺控制要求及设计核算参数的基础上, 预留 10% 的余量以应对外界环境及车间内工况的变化。

收稿日期: 2024-05-29

作者简介: 闫世超(1988—), 男, 本科, 工程师, 主要从事汽车涂装规划工作。E-mail: ysc1219@163.com。

3)喷漆室机器人喷涂段采用循环风送风,循环比 $\geq 80\%$;面漆与清漆各自分开设置循环风空调,排风各自分开收集送至各自循环风空调中,并设置单独的废气风机,废气排放至独立的废气处理系统中,处理达标后方可排放,同时安装有废气在线监测系统,实时监测废气排放的温度、湿度及颗粒物含量、VOC含量、三苯含量。

4)喷漆室有人操作的擦净段、人工检查段、洁净间均为全新风送风,补漆段如果送循环风,应设置独立的呼吸系统,无相应的安保设备,人员不能长期在送循环风的工位中工作。

5)负责点修补工位送风的空调机组,功能段的配置及送风温湿度参数与工作区新风空调保持一致,多个点修补工位时,送风空调及排风机组尽量分开设置,以节约能源,同时点补排风也应设置专用的废气处理设备,以去除废气中的VOC,如果排放量达到一定量级或者VOC排放量达到一定量级(具体以当地环保要求为准),也应设置废气在线监测设备,监测排放废气的各项指标。

6)工位循环风采用多级过滤器过滤处理后使用,优先用于非洁净区(文丘里间、干式模段间等)的送风换气。

7)0 m层喷漆区域各功能性辅房需考虑引入厂房送风,换气次数4次/h,排风溢流车间。

8)循环利用到有人区域使用的循环风必须是无VOC、无粉尘、洁净的空气。

9)固态颗粒(含纤维)的粒径 $< 1 \mu\text{m}$,固态颗粒总量 $< 1.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。

10)空调机组送风参数及控制精度要求见表1。

表1 空调机组送风参数及控制精度要求

区域名称	夏季		冬季
	温度/ $^{\circ}\text{C}$	相对湿度/%	温度/ $^{\circ}\text{C}$
色漆喷漆室、清漆喷漆室、擦净室、流平室	送风温度 23°C ,控制精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$; 送风湿度 65% ,控制精度 $\pm 5\%$		
调漆间、储漆间、洁净室	送风温度 $21\sim 25^{\circ}\text{C}$,送风湿度 $60\%\sim 70\%$		
工位室体(操作区)	26	≤ 80	23
厂房	28	≤ 80	20

1.2 一般要求

1)干式喷房采用循环风送排风方式,为使喷漆室供/排风量平衡,并处于微负压状态,要求新鲜风供风空调机组、循环风供风空调机组及所有排风机电机均采用变频控制(需采用金属网状编织层柔性屏蔽电缆)。

2)喷漆新风空调机组功能段配置:进风段-初效过滤段 G4-燃气加热段-表冷段-加湿段(高压雾化)-二次加热段-中效过滤段 F6-亚高效过滤段 F8-风机段。

3)调漆间新风空调机组功能段配置:进风段-初效过滤段 G4-燃气加热段-表冷段-加湿段(高压雾化)-二次加热段-中效过滤段 F6-亚高效过滤段 F8-风机段。

4)工位新风空调机组功能段配置:进风段-初效过滤段 G4-燃气加热段-表冷段-加湿段-中效过滤段 F6-风机段。

5)厂房新风空调机组功能段配置:进风段-初效过滤段 G4-燃气加热段-表冷段-加湿段-中效过滤段 F6-风机段。

6)喷漆循环风空调机组功能段配置:回风段-初效过滤段 F5-中效过滤段 F6-亚高效过滤段 F8-表冷段-加湿段(二流体加湿)-风机段。

7)循环风空调机组前需单独设置引风风机,风机采用变频控制,将喷漆室内需循环使用的排风引至循环风空调机组回风段。

8)空调机组一次加热段热源采用天然气加热,天然气热值 $8\,000 \text{ kcal}/\text{Nm}^3$;二次加热热源为 $0.2\sim 0.4 \text{ MPa}$ 的 95°C 热水。

9)供表冷器的冷源为 $0.2\sim 0.3 \text{ MPa}$ 的 $6\sim 13^{\circ}\text{C}$ 冷冻水,供水干管设有膨胀节,干管和支管外表面防锈处理后涂胶贴敷 B1 级 40 mm 白色橡塑保温棉。

10)空调机组箱体的断面风速应控制在不大于 2.5 m/s 范围内,盘管的迎面风速应不大于 3.0 m/s 。

11)新风空调机组进风和回风口处需安装密封型电动对开多叶调节风阀,如采用多组风阀拼装组合,只能设置一套电动执行器。

12)新风空调从室外进风,百叶窗到每台空调机进风段之间的风管,采用角钢法兰结构 1.5 mm 厚镀锌风管,外表面涂胶贴敷 B1 级 20 mm 白色橡塑保温棉,并设置必要的镀锌支架,确保牢固可靠。对于侧墙取风的风管取风口处需做变径,并在变径最低处设置冷凝水和雨水排水管排至室外,入口连接处要求密封严实。

13)空调机组中可能产生积水的位置(表冷后部、加湿段前后部、加热段后部、风机段前部)底板设计上应考虑设置一定斜坡或类似结构,最低处设置排水口外接 SUS304 不锈钢排水支管及浮球式冷凝水排水器经不锈钢排水汇总管收集排放至地漏处(浮球式冷凝水排水器保证最大负压情况下依旧可行,并能确保在水封内无水的情况下,外部空气不会被抽入空调),将水顺畅地排出箱体集中处理,不会在箱体内产生积水。

2 空调组成及功能段

2.1 空调机组室体

1) 喷漆新风空调、调漆间空调、工位空调、厂房空调室体均采用钣金壁板式结构形式制作安装连接,内部无框架结构,箱体壁板设计上需考虑加筋补强,机组箱体内部不允许有补强立柱支撑。

2) 喷漆室循环风空调采用钣金壁板结构形式,喷漆循环风空调内部与 VOC 空气接触的壁板、底板、顶板、过滤框架、换热器框架、骨架等均采用 SUS304 不锈钢材质,壁板、顶板采用 1.5 mm 厚 SUS304 不锈钢板,室体壁板采用螺栓连接,加湿段、表冷段壁板间板缝采用氩气保护连续焊,顶板间及内表面板缝处需涂不含硅酮的密封胶确保密封性。

2.2 天然气加热段

1) 空调机组的天然气加热段采用线形火焰燃烧器,采用天然气直接加热,佩戴原厂全套管路阀门、仪表、检测元件及温度控制系统,不仅要满足工艺要求,而且要确保使用安全。

2) 燃烧机配备燃烧管路系统及燃烧控制系统,线形火焰燃烧器本体由防锈铝合金制成,配有铸铁端板、430S 不锈钢的混合板,烧嘴采用不锈钢材质,能实现送风温度的自动控制。天然气加热段应设有加热均风装置,保证空气通过加热段后的均匀性。在燃烧段侧检修门需加观察窗。

3) 燃烧控制系统具备以下功能:安全连锁及检测、自动吹扫、自动点小火、全程火焰检测、自动转大火、连续式调节、恒温控制、故障切断报警、燃气泄漏检测报警、本地及远程控制功能。

2.3 进风段

1) 所有空调机组新风/回风风阀与风机开关信号互锁。

2) 百叶窗与新风风阀之间的风管上设有手柄、压紧密封并锁紧的检修和清扫门。

3) 所有空调机组电动风阀既能自动又能手动,要求动作灵敏,操作方便可靠,叶片不变形。

4) 在空调进风口处设有连接用法兰,用于安装电动风阀,电动风阀采用密封型电动对开多叶调节阀,风阀设置刻度盘,并与风机连锁。

5) 新风和回风段及送风段应安装温湿度传感器,测量数据能记录保存,并反馈给电气控制系统,控制系统中能查看到温湿度曲线图。

2.4 过滤段

1) 喷漆新风空调过滤段按三道考虑,G4、F6、F8 过滤,取消了喷漆室动压室的过滤袋,动压室采用孔板调节风平衡,袋式过滤器选用标准 6 袋式结构。

2) 循环风空调过滤段按三道考虑,F5、F6、F8 过滤,取消了喷漆室动压室的过滤袋,动压室采用孔板调节风平衡,袋式过滤器选用标准 6 袋式结构。

3) 在装过滤袋侧设有装高位过滤器用的走台和直梯(走台带安全栏杆),要求过滤器采用快速卡扣式或者弹簧压片锁紧,便于更换。

4) 空调机组所有过滤段均需设置压差计:数字显示,远传信号,超值报警。压差计装在易观测的位置上,新风空调压差管采用镀锌管和丝接头安装,循环风空调采用不锈钢管和不锈钢丝接头安装。控制系统能对各级压差显示和每日记录,其信号能上传车间中控,可预判提醒人员过滤器更换。

2.5 表冷段

1) 排列方式采用横管布置,进水为下进上出,能排净换热管内部水,冬天不冻坏表冷器,表冷器还需设计放气和排水阀。

2) 表冷段按照底部带辊子轨道的制冷盘管安装拆卸方式设计,盘管选用热阻小、流动阻力低的紫铜管串铝片型表冷器。

2.6 热水加热段

加热盘管采用横管布置,进水为下进上出,材质选用铜管 $\phi 16 \times 0.8$ mm 加铝片,进出管设有阀和拆装用的短接(法兰连接)。能排净换热管内部存水,冬天不冻坏加热盘管。加热盘管还需设计放气和排水阀,单台空调箱体内的每组加热盘管进回水管路均需配置关断阀。

2.7 加湿段

喷漆新风空调、工位及厂房空调、调漆间空调采用高压喷雾加湿,喷漆循环风空调采用二流体细雾加湿系统,均采用一级纯水。

2.8 风机段

喷漆新风空调、喷漆循环风空调、调漆间新风空调、工位新风空调送风机和排风机均采用变频控制,点修补空调设双风机,变频控制,修饰送风管与每台小修室送风管安装电动风阀,与相应排风机连锁。在非生产模式下,小修开启时,仅小修送风动能消耗,达到节能的效果。

2.9 均流段

均流段设置均风板,确保风机段后面的机组断面具有均匀的断面风速。

2.10 消声段

消声段根据整体噪声限值要求,在喷漆送风口处或风管内部设置消声器;噪声要低于 80 dB,消声器阻力小,效率高,不产生污染的灰尘。

2.11 送风段

1) 送风段出口截面平均风速要求在 8~10 m/s。

2)所有空调出风口处根据防火分区配置手动复位的防火风阀;火灾时当管道内气体温度达到70℃时,脱扣器分离,阀门在扭簧力作用下自动关闭。要求防火风阀与风机连锁,防火阀关闭,空调系统停止运行。

3 机械排风系统技术要求

1)金属漆喷漆室色漆废气、罩光漆喷漆室清漆废气经废气处理后的排风采用混凝土大烟囱集中排风。

2)对一台排风机供多个使用点排风的风道系统,必须在每个使用点风管上设调节风阀。

3)排风管排出厂房带无阻力防雨雨帽,风管固定,利用厂房屋架下弦和上弦用型钢支架及框架固定,克服风阻,使风管牢固。

4)全车间厂房送风满足车间内循环次数不小于2次/h,保证车间正压不低于10 Pa。

5)供蜡间送空调风,并设有防爆离心排风机,风机支架、平台、直梯及栏杆布置在供蜡间外,风机入口风管设有防火风阀,风机和风阀与消防连锁,风机排风管直通厂房屋面外,带防雨帽、拉线、风管承重支架。

6)PVC密封供胶间送空调风,并设有离心排风机,设有风管的支撑、支架、拉线、防雨帽及防水都要做到位,风机要求机壳密封,机壳下做有排水管,直接排到房间内的水池中。

7)调漆间空调为新风空调,供给调漆间,临时漆库,废溶剂收集罐间、喷漆室洁净间用。

4 全车间出屋面风管的技术要求

1)出屋面的排风管,在厂房最高层屋面的高度为2 m(不含防雨帽),在其他主厂房屋面出屋面的风管,

出屋面的高度为5 m,含防雨帽高度。

2)凡出屋面排风管的排风出口尽量要与空调机百叶窗进风口的方向避开,如若不能避开,需高于空调机百叶窗进风口位置。

3)全车间设备和厂房排风风管,凡出厂房屋面的风管支撑均要求在厂房屋架节点辅助梁上做支撑风管全部荷载和风载的支架梁。

5 结语

涂装车间空调系统设计是一个复杂工程,设计过程中需要考虑到各个工艺段的风速,从而计算风量。在设计过程中要保证风平衡,考虑工艺段的温度、湿度,从而选择合适的加热及制冷量。

参考文献:

- [1] 王锡春,吴涛.涂装车间设计手册[M].3版.北京:化学工业出版社,2019.
- [2] 韩志伟,朱香芹,胥飞.轿车涂装线喷漆段送排风系统公用耗量的计算[J].汽车工艺与材料,2012(6):15-19.
- [3] 卞荷洁,赵华,陈文勇,等.防腐方式对翅片管式换热器管外性能的影响[J].制冷与空调,2018(4):85-88.
- [4] 甘正升,完颜成功,黄海山,等.涂装车间加湿、降温、除尘原理及应用[J].现代涂料与涂装,2024(3):41-42
- [5] 杨泽旭,完颜成功.涂装专业绿色涂装前沿技术探讨[J].现代涂料与涂装,2024(8):37-39
- [6] 张立喆.涂装车间喷漆室送风空调方案研究[J].现代涂料与涂装,2024(3):17-19



第25届全国涂料与涂装技术信息交流会 讲座及论文集征稿通知

会议主题:新赛道·新涂层·新生态——贯彻四中全会精神,聚焦“十五五”发展,开启涂料涂装绿色智能新篇章

会议时间:2026年6月3~5日

征稿方向:政策与战略研究、绿色低碳技术、智能化与数字化转型、高性能与特种功能涂料、
产业融合与可持续发展、循环经济与可持续发展、装备制造业涂料与涂装

截稿时间:2026年4月15日

会议论文及讲座联系:刘俊华 18993088906,王小军 15293131037

会议赞助及展位联系:刘彦孜 13139241633(微信同号)

编辑部邮箱:a8496343@foxmail.com

QQ:1056418548



会议通知