组合式空气处理机组及自控系统技术白皮书

在工业涂装、洁净车间、环保设备配套、喷涂烘干生产线、精密制造等场景中，空气的温度、湿度、洁净度、风速与送风均匀性直接决定产品质量、作业环境与生产稳定性。组合式空气处理机组作为集中式送风与空气调节核心设备，能够实现新风过滤、温湿度调控、冷热交换、除湿加湿、风压输送与密闭循环等一体化功能，配合智能化自控系统，可实现全自动运行、精准调控与节能运行，已成为现代工业环境控制不可或缺的关键配套装备。

本解决方案围绕组合式空气处理机组的结构组成、工作原理、核心功能、系统配置、自控逻辑、工程设计、安装调试及运行维护展开全面说明，为企业在涂装线配套、车间净化、恒温恒湿环境建设、环保设备升级等项目中提供清晰、专业、可直接落地的技术参考，助力企业实现稳定生产、环境改善、能耗降低与长期可靠运行的综合目标。

一、组合式空气处理机组的应用价值与适用场景

组合式空气处理机组以模块化结构为核心优势，可根据现场需求灵活组合功能段，实现对空气的集中处理与稳定输送。在工业涂装生产线中，经过处理的洁净恒温恒湿空气送入喷漆室，可有效避免因温湿度异常导致的流挂、桔皮、针孔等涂层缺陷，大幅提升喷涂外观与成膜质量。

在环保设备配套场景中，机组可为废气处理、催化燃烧、烘干固化等系统提供稳定新风与风量支撑，保证主设备运行工况稳定、净化效率可靠。在精密制造、装配车间、洁净间等环境中，机组通过多级过滤与温湿度控制，维持室内环境稳定，减少粉尘、湿度与温度波动对产品精度与生产过程的影响。

该机组具备大风量、高风压、低噪音、运行稳定、维护便捷等特点，可适应连续 24 小时运行工况，广泛应用于机械制造、汽车涂装、五金喷涂、航空航天、轨道交通、电子加工、食品加工、环保工程等多个领域，是实现高品质生产与标准化环境控制的理想装备。

二、机组整体结构与功能段组成

组合式空气处理机组采用模块化框架结构，由标准功能段自由组合而成，整体密封性强、结构强度高、热损失小，安装与扩展灵活便捷。机组壳体采用双层保温面板，中

间填充高效保温材料，可有效防止冷量与热量流失，降低运行能耗，同时避免外壁结露。

新风与回风混合段负责将室外新鲜空气与室内循环空气按比例混合，保证送风含氧量与空气循环效率，同时降低冷热负荷。初效与中效过滤段可有效拦截空气中的灰尘、颗粒物、纤维杂质，保证送入车间或涂装室的空气洁净，避免杂质附着工件表面影响产品质量。

表冷与加热段通过冷媒、热水、蒸汽或电加热实现空气温度调节，可根据需求快速降温或升温，保证送风温度稳定在设定范围。加湿与除湿段用于调节空气湿度，避免因湿度过高产生凝露、涂层干燥不良，或因湿度过低产生静电、粉尘飞扬，尤其在喷涂环境中作用尤为关键。

送风段配备高效低噪风机，采用变频运行设计，可提供稳定风压与风量，满足长距离输送与多区域均匀送风需求。部分机组还配备消音段、均流段、密封检修段等，进一步提升运行稳定性、降噪效果与维护便利性。

三、核心工作原理与运行模式

组合式空气处理机组以集中空气处理为核心逻辑，室外新风与室内回风按设定比例进入机组内部，依次完成混合、过滤、降温或加热、加湿或除湿、均流、增压输送等流程，处理完成后的洁净空气通过风管均匀送入目标区域，使环境维持在设定的温湿度与洁净度范围。

在夏季高温高湿环境下，机组通过表冷段对空气降温除湿，去除空气中多余水分，同时降低温度，保证送风干爽稳定。冬季低温环境下，机组通过加热段提升空气温度，并配合适度加湿，避免空气过于干燥引发静电与粉尘问题。春秋过渡季节可全新风运行，充分利用自然空气条件，大幅降低能耗。

在闭环循环模式下，机组可实现室内空气循环处理，减少新风负荷，提升温湿度稳定性，适合对环境要求严格、密闭性较强的涂装室与洁净空间。机组整体运行平稳，气流组织合理，送风均匀，不会产生涡流与扬尘，为生产提供稳定可靠的空气环境。

四、智能化自控系统核心功能

自控系统是组合式空气处理机组的控制核心，实现全流程自动化运行、精准调节与安全保护，无需人工频繁干预。系统以 PLC 控制器为核心，搭配触摸屏人机界面，可

直观显示温度、湿度、风速、运行状态、故障信息等关键参数，操作简洁易懂。

温湿度自动控制是系统核心功能，通过高精度传感器实时采集送风与环境数据，自动调节冷热量、加湿量与除湿量，使温湿度控制精度保持在稳定范围，满足严苛生产要求。变频风机自动调速功能可根据风管压力或实际风量需求自动调节转速，在保证送风效果的同时显著降低能耗。

系统具备完整的安全保护逻辑，包括风机过载保护、电机过热保护、防冻保护、故障报警、自动停机等功能，避免设备在异常工况下运行造成损坏。自控系统支持多段模式切换，可根据生产工艺设置不同时段的运行参数，实现上班自动启动、下班自动停机，提升管理效率。

高级配置还可支持远程监控、数据记录、历史查询、联动控制等功能，可与涂装生产线、烘干设备、环保净化系统实现联动运行，真正实现智能化、一体化、无人化管理。

五、系统设计与选型要点

组合式空气处理机组及自控系统的设计需结合使用场景、风量需求、温湿度控制范围、过滤等级、安装空间与能耗要求综合确定，保证系统匹配度高、运行稳定、经济性强。

风量与风压是选型关键，需根据送风距离、出风口数量、管道阻力、空间体积与换气次数综合计算，确保送风充足、气流均匀、无死角。温湿度设定范围需严格匹配生产工艺，尤其是涂装车间，必须将温度与湿度控制在最佳区间，以保证喷涂质量稳定。

过滤等级根据环境洁净要求确定，普通车间可采用初效 + 中效组合，对洁净度要求较高的场景可升级为高效过滤配置。机组功能段组合遵循实际需求原则，避免冗余配置，同时预留检修、维护与更换耗材的空间。

自控系统配置根据管理需求选择，基础型满足本地自动控制，高级型支持远程监控、数据上传、多设备联动，适配智能化工厂升级需求。整体设计兼顾安装、运行、维护、扩容等全生命周期使用场景，确保长期可靠、便捷易用。

六、安装、调试与运行管理

机组安装需在平整坚固的基础上进行，保证水平度与结构稳定，风管连接密封严密，

避免漏风导致能耗增加与送风不足。机组与风管之间设置软连接，减少振动与噪音传递，提升车间环境舒适度。

自控系统接线规范，传感器安装位置合理，确保采集数据真实准确，避免因安装不当导致控制偏差。调试阶段依次进行空载运行、风量测试、温湿度调节、变频调节、连锁保护测试，逐步优化参数，使系统达到最佳运行状态。

日常运行管理重点关注滤网清洁、风机状态、皮带松紧、温湿度稳定性等，定期检查与维护可保证机组长期高效运行，延长使用寿命。自控系统参数一般设置完成后无需频繁调整，只需定期校准传感器、检查报警记录，即可保持稳定运行。

机组运行噪音低、故障率低、维护简单，适合长期连续运行，可大幅降低人工管理成本，提升整体生产保障能力。

七、典型行业配套解决方案

在工业涂装生产线中，组合式空气处理机组为喷漆室提供恒温、恒湿、洁净的均匀送风，有效提升涂层外观质量，降低不良率，是高品质涂装线的标准配套设备。

在环保设备配套项目中，机组可为催化燃烧、废气净化、活性炭吸附脱附系统提供稳定新风与风量支撑，保证废气处理系统工况稳定、净化效率持续达标。

在精密装配车间、电子制造、食品加工等洁净环境中，机组通过多级过滤与精准温湿度控制，维持室内洁净度与环境稳定，满足高标准生产要求。

在大型车间、仓储空间、厂房通风换气场景中，机组可实现集中式新风供应、降温加热与空气循环，改善整体作业环境，提升员工舒适度与工作效率。

八、节能与环保设计优势

组合式空气处理机组采用模块化保温结构，冷热损失小，能源利用率高。配合变频自控系统，可根据实际负荷自动调节风机转速与冷热输出，相比传统定频设备能耗显著降低。

全新风、混合风、循环风多种模式可灵活切换，在适宜天气充分利用自然空气，进一步减少能源消耗。机组采用高效低噪风机与优化风道设计，运行阻力小、能耗低、噪音低，符合绿色生产与环保要求。

过滤段可有效拦截空气中颗粒物，改善室内外空气质量，配合车间整体环保系统，实现环境友好型生产。机组整体结构耐用、寿命长、维护成本低，具备优异的长期使用经济性。

九、技术发展趋势

未来组合式空气处理机组将向更高能效、更智能控制、更模块化、更轻量化方向发展。变频技术、热泵技术、热回收技术将进一步普及，能耗持续降低。

自控系统将深度融合物联网与云平台，实现远程监控、故障预警、智能调节、数据可视化管理，更好地适配智能工厂与数字化生产需求。机组模块化程度不断提升，安装更快捷、运输更方便、适配性更强。

空气处理与净化、VOCs 治理、恒温恒湿控制一体化集成将成为主流，为企业提供更简洁、更高效、更集成的一站式环境控制解决方案。

十、结语

组合式空气处理机组及自控系统是现代工业生产中实现稳定送风、温湿度控制、洁净环境与高效节能的核心装备，尤其在涂装生产线、环保设备配套、精密制造等场景中发挥不可替代的作用。科学选型、合理设计、规范安装、智能运维，可显著提升产品质量、改善作业环境、降低能耗成本、保障连续稳定生产。

本技术白皮书为企业提供全流程、系统化、可落地的技术指导，企业可结合自身工艺需求、现场条件与控制标准，定制最适配的组合式空气处理机组及自控系统，实现稳定、高效、节能、环保的生产环境建设目标。