

制冷与空调设备电气自动控制技术探讨

廖辉

广东美的制冷设备有限公司, 广东 佛山 528000

DOI:10.61369/ERA.2025070009

摘 要： 制冷与空调设备在社会生产生活中应用广泛，其作用在于调节室内环境温湿度，提高环境舒适度。随着电气控制系统持续更新升级，电气自动控制技术的环境适应性进一步增强，应用于制冷与空调设备控制领域，能够有效提高系统控制精度，降低系统能耗与维护成本，对于保障制冷与空调设备节能稳定运行具有重要作用。文章围绕制冷与空调设备电气自动控制技术应用内容展开分析，以期为企业生产提供参考支持。

关 键 词： 电气自动控制技术；制冷与空调设备；智能化控制

Discussion on the Electrical Automatic Control Technology of Refrigeration and Air-Conditioning Equipment

Liao Hui

Guangdong Midea Refrigeration Equipment Co., Ltd., Foshan, Guangdong 528000

Abstract： Refrigeration and air conditioning equipment is widely used in social production and life. Its role is to regulate the indoor environment temperature and humidity and improve the environmental comfort. With the continuous update and upgrading of the electrical control system, the environmental adaptability of the electrical automatic control technology is further enhanced. Applied in the field of refrigeration and air conditioning equipment control, it can effectively improve the system control accuracy, reduce the system energy consumption and maintenance cost, and plays an important role in ensuring the energy saving and stable operation of refrigeration and air conditioning equipment. This paper focuses on the application content of electrical automatic control technology of refrigeration and air conditioning equipment, in order to provide reference support for the production of related enterprises.

Keywords： electrical automatic control technology; refrigeration and air-conditioning equipment; intelligent control

现代社会生产生活中，制冷与空调设备得到了广泛应用，但此类装置能耗较高，对生态环境同样会产生一定负面影响，如何节能降耗成为企业重点关注的内容。传统制冷与空调设备控制方式局限性较大，难以满足设备能耗控制要求，随着技术逐渐发展，电气自动控制技术随之诞生。依托于电气自动控制技术的有效应用，根据需要进行神经网络控制、PID 控制以及 PLC 控制等方式，能够较好地满足复杂的控制需求，为制冷与空调设备安全、节能运行提供坚实保障。

一、电气自动控制技术在制冷与空调设备中的作用

现代制冷与空调领域，电气自动控制技术俨然成为一门核心技术，在设备运行各个环节深度融合应用展现出巨大的作用。电气自动化控制技术本质在于构建反馈系统，对设备运行和周围环境状态实时采集，围绕预设目标动态调整系统基本参数，从而保障系统保持特定性能运行。传统控制方法以 PID 微分控制、积分控制等方式为主，随着技术更新升级，现代控制技术涵盖了神经网络、PLC 逻辑以及模型预测控制等方法，使得控制技术自动化、智能化水平大幅度提升。电气自动控制技术的作用主要表现在以下几方面。

（一）合理调节基本参数

制冷与空调设备运行中采用电气自动控制技术，一个重要作用是合理调节基本参数，包括压力、温度和适度等参数。依托于高精度温度传感器，能够实施捕捉环境温度各项数据参数变化，空调系统中室内温度超出设定值，传感器即可将采集的信号传输给控制器，控制器第一时间反应，加大冷媒循环量和压缩机运行频率，增强空调的制冷能力，降低室内环境温度。温度在设定值以下，基于变频器适当的降低压缩机频率，能够大幅度降低制冷量，维护室内环境温度趋于稳定状态，对比传统控制技术，能够控制温度波动范围在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 范围内，减少设备启停次数，延长制冷与空调设备使用寿命^[1]。压力参数检测方面，通过高精度传感器

采集压力数据，如果高压侧压力超出标准，其原因可能在于冷凝器散热性能较差导致，自动控制系统自动运行加快冷凝器风机转速，提高系统散热效果，在降低系统高压侧压力方面具有重要作用。如表1，中央空调热负荷、环境温度改变，可以按照表1调整各项参数。

表1 制冷与空调设备参数

1	空调设备进风温度在18℃~27℃，露点温度范围5.5℃~15℃，相对湿度在60以下，避免机房结露。
2	进风环境温度15℃~32℃，相对湿度处于20%~80%范围内。
3	数据中心建设在海拔1000m以上的区域，环境温度最大值根据海拔高度每增加300m降低1℃建立。
4	磁带驱动下，温度变化率不超过5℃/h，温度变化率不超过20℃/h。
5	设备停机状态下，主机房温度保持在5℃~45℃，相对湿度则处于8%~80%。
6	主机房每立方米空气不小于0.5um有悬浮粒子数在176000000粒以下。
7	保持主机房内部正压状态，避免有灰尘渗透其中；主机房与邻近房间静压差在5Pa以上，同室外静压差在10Pa以上。

(二) 维护设备安全稳定运行

制冷与空调设备运行过程中，受多种因素影响，设备容易出现泄漏、负荷过载以及参数波动大等安全隐患，引入电气自动控制技术，能够实时监测设备运行状态，并通过逻辑判断与响应等方式，有效降低设备故障风险，为设备安全稳定运行提供坚实保障^[2]。电气自动控制技术通过配套的多重安全保护机制，能够实时监测压缩机以及风机等设备的电流值大小，一旦电流值超出标准120%时，控制器即可自动化切断电源，避免烧毁电机。同时，根据压力和温度传感器采集数据信息，与安全阀联动运作，一旦温度过高/过低或是冷凝压力过高，即可自动停止压缩机运行，并及时泄压。电气系统层面，发现线路老化、损坏导致的漏电现象，保护装置自动切断电源，避免起火事故。而且在制冷系统运行方面，运用自动控制技术能够检测到冷媒泄漏，应急程序自动启动后关闭阀门，避免冷媒持续泄漏，并发出报警信息^[3]。

(三) 降低设备运行成本

基于电气自动控制技术，能够有效降低制冷与空调设备运行能耗与成本，与可持续发展要求相契合。制冷与空调设备节能降耗方面，采用智能控制系统根据实时采集的环境数据动态调整。例如，白天气温高，自动化增加制冷量降低；夜间气温偏低、负荷较小状态下，自动降低设备运行功率和能耗^[4]。采用此种精细化能耗控制方式，能够提升制冷与空调系统节能效果20%~40%左右。

二、制冷与空调设备电气自动控制技术的类型和要点

(一) 类型

1. 闭环控制

闭环控制是电气自动控制技术中主要控制方式，提供反馈机制，依托于传感器装置实时采集系统压力、温度、湿度等参数信息，并及时反馈给控制器。控制器依据设定目标精准对比调整，并使用特定控制算法精准调控压缩机和风机等关键装置，维护系统稳定运行。例如，预警系统反馈信号同时，输出信号给系统，

用于发送新的控制指令，即误差信号，传输到控制器上，发送指令同时减少系统运行偏差。

2. 开环控制

开环控制相较于闭环控制，不需要测量输出量或反馈输出量到输入端。部分小型的制冷设备中，根据提前设定的运行时间，控制器不需要考虑设备温度变化和制冷效果的前提下定时启闭压缩机。与闭环方式，开环控制方式成本低、系统结构简单，适合一些工作环境温度、控制精度要求不高的应用场景^[5]。

(二) 技术要点

1. 温度自动化控制

电气自动控制技术应用在制冷与空调设备中，一项重要内容是温度自动化控制技术。温度控制是制冷与空调设备的核心技术功能，制冷设备中多采用热敏电阻传感器采集温度数值，制冷空间温度波动较大，电阻值以及电路随之变化。控制器采集信号后，对比预设温度值，实际温度超出预设值，即可自动化启动压缩机，增加装置的制冷量^[6]。实际温度小于预设标准值，控制器减少制冷量，或是直接停止运行，保持温度恒定。冰箱中运用温度控制技术，冷藏区和冷冻区温度能够始终维持在2℃~8℃、-18℃左右，满足制冷需要。空调设备中的温度控制技术，除了室内温度传感器外，有些高端空调设备在冷凝器、蒸发器等装置上安装传感器，多个传感器协同运作下收集设备运行状态、室内环境温度数据，以此为依据自动化调整风机或压缩机运行参数。以变频空调为例，室内温度与目标温度差距较大时，自动控制压缩机高速运转，实现快速制热、制冷，随着温度逐渐趋近于目标值，压缩机运行频率随之下降，从而保持温度恒定，满足节能降耗需要。

2. 湿度自动化控制

部分特定场景对于湿度控制要求较高，需要在保证湿度控制精度同时，降低系统总体能耗。湿度自动化控制中，需要配备专门的湿度传感器，如，露点传感器和电容式传感器^[7]。露点传感器能够直接作用于露点温度测量，适合低温冷库湿度控制，控湿精度±3%RH；电容式传感器检测范围10%~95%RH左右，响应时间5s以内，控制精度±2%RH。湿度传感器检测到环境湿度超出上限标准，制冷与空调系统自动启动除湿功能，以冷凝除湿方式将空气中的水分凝结成水滴排出，风机同步运作，加快除湿速度，避免温度大幅度下降。湿度小于设定下限，空调系统的电极式加湿器或超声波加湿器等加湿装置自动启动，补充空气中水分含量，将环境湿度控制在合理范围内。对于部分精密电子仪器生产场景，严格控制环境湿度在40%~60%范围内，降低静电产生几率，避免静电损坏电子元件^[8]。

3. 压力自动化控制

压力同样是电气自动控制技术关键点所在，需要保证制冷剂循环系统压力稳定，避免设备出现安全问题，增加系统能耗。采用压阻式传感器动态监测，量程覆盖-0.1MPa~5MPa范围，精度±0.5%FS，能够实时反馈蒸发器和冷凝器压力大小；监测过滤器是否堵塞，一旦堵塞及时报警，避免风机运行过载。根据传感器采集的蒸发压力、过热度动态调节开度，调节快速响应，

响应时间不超过 1s，保障制冷剂流量稳定；采用压力－频率闭环控制，规避高压超限影响系统安全运行；冷凝压力异常升高状况下，快速开启旁通阀泄压^[9]。

4. 电气安全控制技术

制冷与空调设备运行中，保障电气安全是基础前提。设备应配备漏电保护装置，一旦漏电保护开关检测到异常电流，快速切断电源，避免发生触电事故。过载保护也是制冷与空调设备自动控制的核心功能，风机、压缩机等设备运行负载过高，运行中由于电压波动或是机械故障等问题过载运行。热继电器过载保护装置实时监测电机电流变化，一旦超出额定值，电路自动被切断，避免长期过载运行导致电机装置损坏^[10]。另外，制冷与空调设备

应做好防雷击保护，配备防雷器，避免雷击电流引入大地，避免设备雷击损坏。

三、结论

综上所述，制冷与空调设备在社会生产生活中应用范围不断扩大，通过电气自动控制技术的融合应用，能够实时监测设备运行状况，一旦发现异常情况下及时发出预警信息，自动调节环境温度湿度。基于此种方式，能够显著提高设备运行性能和使用寿命，对于推动制冷与空调设备领域高水平发展具有重要意义。

参考文献

[1] 吴田. 暖通空调设备内部电路工作电压及绝缘设计 [J]. 中国设备工程, 2025, (02): 140–142.
[2] 黄雅萍. 论暖通空调设备安装的施工问题及对策 [J]. 中国设备工程, 2024, (22): 235–237.
[3] 李辉辉. 制冷与空调设备电气自动控制技术研究 [J]. 中国设备工程, 2024, (21): 227–229.
[4] 刘金瑶, 赵贞丽. 空调系统电气控制单元设计与仿真 [J]. 科技创新与应用, 2024, 14(06): 100–103.
[5] 陈亚丽, 杨伟兵. 制冷与空调设备电气自动控制技术 [J]. 中国高新科技, 2023, (10): 80–81+96.
[6] 李建明. 智能建筑电气设备的安装及其质量控制要点 [J]. 工程与建设, 2023, 37(01): 347–349+381.
[7] 杨珊珊. 制冷空调设备电气控制的应用现状与未来发展趋势 [J]. 中国战略新兴产业, 2022, (05): 113–115.
[8] 宋玉明. 自动控制在制冷空调技术中的应用 [J]. 电气传动自动化, 2022, 44(01): 27–30.
[9] 杨珊珊. 制冷与空调装置电气自动控制技术运行分析 [J]. 电子世界, 2021, (14): 47–48.
[10] 曾东颖. 制冷与空调装置电气自动控制技术运行分析 [J]. 电力设备管理, 2019, (02): 77–80.