

电气工程自动化的智能控制与监测技术

马军军

浙江华业电力工程股份有限公司 浙江 宁波 317600

摘要: 电气工程自动化的智能控制与监测技术,作为现代工业发展的重要驱动力,正深刻改变着电力系统的运行模式和效率。本文探讨了智能控制技术在电气工程自动化中的应用,包括自适应控制、预测控制等策略,以及监测技术如高精度传感器、远程通信和数据分析在实时监测与预警中的作用。通过案例分析,展示这些技术如何提升系统稳定性、优化资源配置,为电气工程自动化的智能化、高效化发展提供有力支撑。

关键词: 电气工程自动化;智能控制;监测技术

引言:随着科技的飞速发展,电气工程自动化领域正经历着前所未有的变革。智能控制与监测技术的引入,为电力系统的稳定运行和资源高效配置带来全新的解决方案。本文旨在深入探讨电气工程自动化的智能控制与监测技术,分析其技术原理、应用场景及实际效果,为电气工程自动化技术的进一步发展提供理论参考和实践指导。

1 智能控制与监测技术基础

1.1 智能控制技术概述

智能控制技术是现代自动化领域的一项重要技术,它融合人工智能、控制理论、计算机科学等多个学科的知识。智能控制技术的核心在于其能够模拟人类的智能行为,对复杂的系统进行高效、精确的控制。与传统控制技术相比,智能控制技术具有更强的自适应能力、鲁棒性和学习能力。它可以根据系统的实时状态和外部环境的变化,自动调整控制策略,以达到最优的控制效果。智能控制技术在工业制造、航空航天、交通运输、智能家居等领域得到广泛应用,极大地提高了系统的自动化水平和运行效率。

1.2 监测技术基础

监测技术是智能控制与监测技术体系中不可或缺的一部分。它主要通过各种传感器和监测设备,实时采集和记录被监测对象的各种参数和信息。监测技术的核心在于数据的准确性和实时性,它能够及时发现系统的异常情况,为智能控制系统提供可靠的决策依据^[1]。监测技术不仅涉及硬件设备的选择和配置,还包括数据处理、分析和可视化等多个环节。通过监测技术,可以对系统的运行状态进行全面、深入的了解,及时发现潜在的安全隐患,为系统的安全稳定运行提供有力保障。监测技术也是实现智能控制的前提和基础,为智能控制系统的优化和改进提供了重要的数据支持。

2 监测技术在电气工程自动化中的重要作用

监测技术在电气工程自动化中扮演着至关重要的角色。它不仅是确保电力系统安全、稳定运行的关键手段,还是提升电气工程自动化水平、实现智能化管理的重要基础。通过高精度的传感器和先进的监测设备,实时监测电力系统的各项参数,如电压、电流、频率等,可以及时发现潜在的故障或异常,有效预防事故的发生,从而避免可能的经济损失和人员伤亡。监测技术还能为电力系统的优化调度、节能降耗提供数据支持,帮助工程师精准掌握系统运行状况,制定合理的控制策略,提高电力供应的可靠性和效率。随着物联网、大数据等技术的不断发展,监测技术也在逐步向智能化、网络化方向迈进,为电气工程自动化的未来发展开辟了更加广阔的空间。

3 智能控制技术在电气工程自动化中的具体应用

3.1 生产线自动化控制

智能控制技术在生产线自动化控制领域的应用,正深刻改变着全球制造业的面貌。在生产线上,智能控制系统如同一位无形的指挥官,它实时监控着从原材料输入到成品输出的每一个环节。通过高精度传感器,系统能够精确捕捉生产设备的运行状态、物料流动的速度与位置、以及产品质量的细微变化。这些信息被即时传输至中央控制单元,经过大数据分析与人工智能算法的快速处理,系统能够自动调整生产参数,如机器的运行速度、物料供给的频率、以及质量检测的标准,以确保生产线的连续高效运行。

例如,在某大型汽车制造企业的生产线上,在引入智能控制技术前,人工抽检产品缺陷率较高。引入智能控制技术后,通过智能视觉检测系统,产品一次合格率从原本的85%提升至95%。在产量方面,日产汽车数量从200辆提升至280辆,增幅达40%。在设备维护方面,因智

能系统提前预测设备故障并安排维护，设备平均无故障运行时间从200小时延长至350小时，设备综合利用率从60%提升至80%。相关数据对比如下：

指标	引入前	引入后	变化幅度
产品一次合格率	85%	95%	+10%
日产汽车数量（辆）	200	280	+40%
设备平均无故障运行时间（小时）	200	350	+75%
设备综合利用率	60%	80%	+20%

更为重要的是，智能控制技术赋予生产线自我学习与优化的能力。通过对历史数据的深度挖掘，系统能够识别出生产过程中的瓶颈环节，预测潜在的故障风险，并提前采取预防措施。这种预见性的维护策略极大地降低了因设备故障导致的停机时间，提升整体生产效率。智能控制系统还能根据市场需求的波动，灵活调整生产计划，实现柔性化生产。这意味着企业能够快速响应市场变化，生产出符合消费者个性化需求的产品，从而在激烈的市场竞争中占据先机。

3.2 电力系统智能调度与控制

在电力系统领域，智能控制技术的引入标志着能源管理进入了全新的智能化时代。面对日益复杂的电网结构和不断增长的电力需求，传统的调度与控制方式已难以满足高效、安全、可靠的供电要求。智能控制技术通过集成大数据、云计算、物联网以及人工智能等前沿技术，为电力系统的智能调度与控制提供了强有力的支持。智能调度系统能够实时监测电网的运行状态，包括负荷变化、电压稳定性、频率波动以及故障预警等关键指标。基于这些数据，系统能够自动调整发电机的输出功率、优化电网结构，实现电能智能调度与平衡^[2]。在极端天气或突发事件发生时，智能控制系统能够迅速响应，通过切除故障区域、调整负荷分配、启动备用电源等措施，确保电网的安全稳定运行。智能控制技术还能促进可再生能源的接入与高效利用，通过预测风电、光伏等清洁能源的发电潜力，优化调度策略，减少对传统化石能源的依赖，推动能源结构的绿色转型。

3.3 交通运输系统的智能信号控制

智能控制在交通运输系统的应用，正引领着一场出行方式的革命。通过集成物联网、人工智能、通信技术以及大数据分析，智能信号控制系统能够实时监测交通流量、车辆速度、行人过街情况等多维度交通信息。基于这些信息，系统能够自动调整红绿灯的配时方案，优化交通信号控制策略，从而有效缓解交通拥堵，提高道路通行能力。智能信号控制系统不仅关注交通流畅性，更重视交通安全。通过预测潜在的交通冲突，系统能够提前采取预警措施，如延长绿灯时间、调整信号

灯闪烁模式等，以减少交通事故的发生。智能信号控制系统还能实现交通信息的实时发布与诱导，为驾驶员提供最优的行驶路线，避免不必要的绕行与等待。对于公共交通系统而言，智能控制技术能够优化公交、地铁等交通工具的运行计划，提高乘客的出行效率与舒适度。在智慧城市的构建中，智能信号控制系统是连接交通网络、提升出行体验的关键纽带，为打造绿色、高效、安全的智慧出行环境提供了坚实的技术支撑。

4 监测技术在电气工程自动化中的具体应用

4.1 电网运行状态实时监测

伴随智能电网建设推进，电网系统日趋复杂，精准掌握其实时状态成为关键。监测技术整合高精度传感器、远程通信技术与大数据分析平台，对电网电压、电流、频率、功率因数等核心参数展开实时监测。传感器如同电网“神经末梢”，分布于变电站、输电与配电网各处，实时采集并向中央监控中心传输数据。在监控中心，大数据平台快速处理分析海量数据，生成电网实时运行图像，运维人员借此可即时了解电网负荷分布、潮流流向及损耗等状况。

以华东某省电网为例，智能监测系统部署一年间，成功监测并处理500余次电压波动事件，超95%的异常在1分钟内被捕捉并预警。对全省2000余条输电线路实时监测，及时排除300余次电流过载隐患，保障电力传输稳定。依据监测数据优化功率因数，全省电网平均功率因数从0.85提升至0.92，显著降低电网损耗。监测系统还能自动识别电压波动、电流过载、频率偏差等异常，及时预警，预防电网事故，提升可靠性与稳定性。同时，监测技术支持电网远程操控与智能调度，实时反馈运行状态，为调度决策提供依据。在电力高峰，调度系统依监测数据调整发电厂输出，优化电网结构，确保电力平衡。紧急情况时，能迅速定位故障，指导抢修恢复供电^[3]。

4.2 工业设备故障预警与诊断

在工业领域，监测技术对工业设备故障预警与诊断意义重大。工业设备关乎生产线连续与产品质量，传统定期检修与事后维修效率低，易致故障扩大。监测技术集成振动、温度、声学等传感器，实时监测设备运行状

态。通过先进信号处理与模式识别技术,分析设备健康状况。

如一家汽车制造企业发动机生产线,安装监测系统半年内,经振动数据分析,提前预警15次可能致设备停机的重大故障,按每次故障生产线停工2小时、每小时产值50万元算,避免约1500万元损失。对温度传感器数据监测,解决20余次设备过热引发的零部件损坏问题,延长关键零部件使用寿命约20%。设备异常时,监测系统提前预警,减少故障停机,提升生产线可靠性。故障发生时,能定位故障点,提供关键信息,助运维人员快速制定维修方案,缩短修复时间。其记录的设备运行历史数据,为预防性维护提供支撑,延长设备寿命,降低运维成本。

4.3 交通运输系统安全监测

在交通运输领域,监测技术对系统安全实时监测极为关键。城市化加速与交通流量剧增,交通系统安全与顺畅备受关注。监测技术融合视频监控、雷达探测、红外线感应等,实时监测交通流、车速、行人行为等信息。

某一线城市交通监测项目,部署智能监测系统后,早晚高峰依据车流量调整信号灯配时,主干道平均通行速度从每小时20公里提至28公里,效率提升40%。事故发生30秒内,系统定位现场,向救援部门传输事故与伤亡信息,救援响应时间平均缩短5分钟。每天自动识别记录500余起交通违法行为,遏制违法。红外线感应技术预防30余起行人过街事故。实时监测公交、地铁运行,公交准点率从70%升至85%,提升公众出行便捷与满意度。

5 电气工程自动化的智能控制与监测技术的融合发展

电气工程自动化中,智能控制与监测技术的融合是工业4.0及智能制造的关键趋势。智能控制技术凭借先进算法与大数据平台,精准调控电气系统;监测技术借助传感器、物联网等实时采集、分析数据,为智能控制提供依据。

例如:某钢铁企业融合技术后,单位产品能耗降15%,设备平均无故障运行时间从1000小时延至1500

小时,故障率降30%,产品次品率从5%降至3%,优质率提升40%。智能电网项目里,供电可靠性从99%升至99.99%,停电时间从每年10小时减至2小时,线损率从3.5%降至2.8%,故障定位时间缩至5分钟内。化工企业产品生产周期从10小时缩至8小时,生产效率提高20%,事故发生率降60%,人力成本降40%。电子制造企业产品生产良率从80%提至90%,月产量从10万件增至13万件,设备维护成本降35%。

二者融合相互促进,智能控制提升自动化与智能化,监测技术保障系统安全稳定。随着人工智能等技术发展,这一融合将推动电气工程自动化创新,助力构建更智能、高效、安全的系统^[4]。

结束语

电气工程自动化的智能控制与监测技术,作为推动工业4.0进程的关键力量,正引领着电力系统向更高效、更智能的方向发展。通过本文的探讨,见证了这些技术如何优化资源配置、提升系统稳定性,并为企业带来显著的效益提升。展望未来,随着技术的不断创新与应用深化,电气工程自动化的智能控制与监测技术将展现出更加广阔的前景,为构建智慧能源体系、推动可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]吕文渊.电气自动化技术在电力工程中的应用与发展[J].光源与照明,2023(3):236-238.
- [2]潘世丽,张晓萍.电气自动化控制系统路径优化方法设计[J].制造业自动化,2022,44(10).DOI:10.3969/j.issn.1009-0134.2022.10.040.
- [3]邹军军,吕永明,纪杰,等.智能化技术在电力系统电气工程自动化中的运用[J].工程技术研究,2022,7(2).DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2022.02.037.
- [4]朱传谱,李聪,宋丽珠,等.考虑电网扩容的配电自动化系统规划[J].电力科学与技术学报,2021,36(6).DOI:10.19781/j.issn.1673-9140.2021.06.002.