

# Analysis of the Development Trend of Electric Power System Automation in China

Xiaoting Yan Qiang Zhang

State Grid Shandong Electric Power Company Heze Power Supply Company, Heze, Shandong, 274000, China

## Abstract

At present, the development status of power system automation at home and abroad has also been greatly improved. Key technologies include monitoring and scheduling, protection and automation devices, communication and information, and automated control. The future development trend is mainly intelligent, network and safe and reliable. Intelligence makes the power system more intelligent, efficient and sustainable development, networked information sharing and collaborative work, safe and reliable stable operation and safe power supply, aims to promote the further development of China's power system automation in China.

## Keywords

power system automation; development trend; data

# 中国电力系统自动化发展趋势分析

颜晓婷 张强

国网山东省电力公司菏泽供电公司, 中国·山东 菏泽 274000

## 摘要

目前,国内外电力系统自动化的发展现状也得到了较大的提升。关键技术包括监控与调度、保护与自动化装置、通信与信息以及自动化控制。未来发展趋势主要是智能化、网络化和安全可靠。智能化使电力系统更智能、高效和可持续发展,网络化实现信息共享和协同工作,安全可靠保障稳定运行和安全供电,旨在推动中国电力系统自动化的进一步发展。

## 关键词

电力系统自动化; 发展趋势; 数据

## 1 引言

中国电力系统自动化是指利用先进的信息技术和通信技术,对电力系统进行监控、控制和管理的一种技术手段。随着电力系统规模的不断扩大和电力需求的增长,电力系统自动化的发展变得越来越重要。电力系统自动化可以提高电力系统的运行效率和可靠性,降低电力系统的运行成本,提高电力供应的质量和稳定性,促进电力系统的可持续发展。因此,对中国电力系统自动化的发展趋势进行分析具有重要的理论和实践意义。

## 2 电力系统自动化的发展历程

### 2.1 电力系统自动化的起源和发展

电力系统自动化起源于20世纪初,当时电力系统的运行主要依靠人工操作和控制。随着电力系统规模的扩大和电力需求的增加,人工操作已无法满足要求,因此自动化技

术开始应用于电力系统。20世纪50年代,计算机技术的发展使得电力系统的监控、保护、控制和管理得到了改善。20世纪70年代,微电子技术的应用进一步提高了电力系统的自动化程度,实现了远程监控和控制。

### 2.2 国内外电力系统自动化的发展现状

目前,国内外电力系统自动化取得了显著成就。据中国电力企业联合会数据,截至2020年底,中国电力系统自动化覆盖率达到95%以上,广泛应用于电力生产、输配电和电力市场等方面。在国外,发达国家如美国,根据美国能源信息管理局数据,截至2020年底,美国电力系统自动化覆盖率超过98%,在电力生产、输配电和电力市场等方面发挥重要作用。总的来说,电力系统自动化取得了显著成就,但仍面临挑战和问题。未来,随着新技术的发展和应用,电力系统自动化将进一步提高电力系统的运行效率和安全性<sup>[1]</sup>。

## 3 电力系统自动化的关键技术

### 3.1 电力系统监控与调度技术

通过实时监测电力系统的运行状态,包括电压、电流、

【作者简介】颜晓婷(1989-),女,中国山东菏泽人,本科,工程师,从事电气工程及其自动化研究。

频率等参数,以及设备的运行状态,如开关、变压器、发电机等,实现对电力系统的全面监控。同时,通过对电力系统的负荷、电源、传输线路等进行调度,以保证电力系统的安全稳定运行。监控与调度技术可以实现对电力系统的远程监控和远程操作,提高电力系统的运行效率和可靠性。

### 3.2 电力系统保护与自动化装置技术

电力系统保护与自动化装置技术是保证电力系统安全运行的重要技术。它通过对电力系统中的设备和线路进行保护,及时检测和隔离故障,防止故障扩大和对电力系统造成更大的损害。保护装置可以根据电力系统的运行状态和故障情况,自动进行动作,实现对电力系统的自动保护。同时,自动化装置技术还可以实现对电力系统的自动化操作,如自动开关、自动调节等,提高电力系统的运行效率和可靠性。

### 3.3 电力系统通信与信息技术

通过建立电力系统的通信网络,实现各个设备之间的信息交换和共享,以及与监控中心的远程通信。通信与信息技术可以实现对电力系统的实时监测和远程操作,提高电力系统的运行效率和可靠性。同时,通信与信息技术还可以实现对电力系统的数据采集、存储和分析,为电力系统的运行管理提供决策支持。

### 3.4 电力系统自动化控制技术

通过对电力系统的各个设备和线路进行自动化控制,实现对电力系统的自动调节和优化。自动化控制技术可以根据电力系统的运行状态和负荷需求,自动调节发电机的输出功率、变压器的调压、开关的操作等,以实现电力系统的稳定运行和优化调度。同时,自动化控制技术还可以实现对电力系统的故障检测和故障恢复,提高电力系统的可靠性和安全性。

## 4 电力系统自动化的发展趋势

### 4.1 智能化发展趋势

#### 4.1.1 智能感知与数据分析技术

随着科技的不断进步,智能感知与数据分析技术在电力系统中的应用越来越广泛。通过传感器和监测设备的智能感知,可以实时获取电力系统的状态信息,包括电压、电流、频率等参数,从而实现对电力系统的全面监测和分析。同时,利用大数据分析技术,可以对海量的电力系统数据进行处理和分析,从中挖掘出有价值的信息,为电力系统的运行和管理提供决策支持。

#### 4.1.2 智能决策与优化技术

通过建立电力系统的数学模型和优化算法,可以对电力系统的运行进行智能化的决策和优化。例如,通过预测电力负荷和可再生能源的波动性,可以制定合理的发电计划和调度策略,以提高电力系统的效率和可靠性。此外,智能决策与优化技术还可以用于电力市场的交易和调度,以实现电力资源的合理配置和利用。

### 4.1.3 智能控制与运行技术

通过引入智能控制算法和技术,可以实现对电力系统的自动化控制和运行。例如,利用智能控制技术可以实现对电力设备的远程监控和控制,提高电力系统的运行效率和安全性。此外,智能控制与运行技术还可以实现对电力系统的自适应调节和故障诊断,提高电力系统的鲁棒性和可靠性。

## 4.2 网络化发展趋势

### 4.2.1 电力系统互联互通技术

随着电力系统规模的不断扩大和电力市场的开放,电力系统之间的互联互通成为必然趋势。互联互通技术可以实现不同地区、不同电力系统之间的数据交换和信息共享,提高电力系统的运行效率和安全性。这些技术包括高压直流输电技术、智能变电站技术、电力系统通信技术等。高压直流输电技术可以实现远距离大容量的电力传输,解决了传统交流输电的限制;智能变电站技术可以实现变电站设备的自动化控制和远程监测,提高了变电站的运行效率和可靠性;电力系统通信技术可以实现电力系统各个设备之间的数据交换和信息共享,实现电力系统的互联互通<sup>[2]</sup>。

### 4.2.2 电力系统大数据与云计算技术

随着电力系统的自动化程度不断提高,电力系统产生的数据量也越来越大。利用大数据和云计算技术可以对这些数据进行处理和分析,提取有价值的信息,为电力系统的运行和管理提供支持。大数据技术可以对电力系统的历史数据和实时数据进行分析,发现潜在的问题和隐患,提前采取措施进行预防和修复;云计算技术可以实现电力系统的数据存储和计算资源的共享,提高数据的处理效率和可靠性。通过大数据和云计算技术,可以实现电力系统的智能化运行和管理。

### 4.2.3 电力系统物联网技术

物联网技术可以实现电力系统各个设备之间的互联互通,实现设备之间的信息交换和协同工作。通过物联网技术,可以实现电力系统设备的智能化监测和控制,提高设备的运行效率和可靠性。例如,通过传感器和无线通讯技术,可以实时监测电力设备的运行状态和环境参数,及时发现故障和异常情况,并采取相应的措施进行处理;通过物联网技术,可以实现电力系统设备之间的协同工作,提高电力系统的整体效率和可靠性。物联网技术的应用将进一步推动电力系统的自动化和智能化发展。

## 4.3 安全可靠发展趋势

### 4.3.1 电力系统安全监测与预警技术

①实时监测技术:传统的电力系统监测主要依靠人工巡视和定期检测,无法满足对电力系统实时状态的监测需求。因此,发展实时监测技术成为电力系统自动化的重要方向。实时监测技术包括传感器技术、数据采集技术和通信技术,可以实时获取电力系统的各种参数和状态信息,为系统安全运行提供及时的监测和预警。②智能化监测与预警系

统：传统的电力系统监测与预警主要依靠人工经验和规则，存在主观性和局限性。因此，发展智能化监测与预警系统成为电力系统自动化的重要方向。智能化监测与预警系统可以通过引入人工智能、机器学习和模型预测等技术，对电力系统进行自动化监测和预警，提高监测的准确性和效率。

#### 4.3.2 电力系统故障诊断与恢复技术

①故障诊断技术：传统的故障诊断主要依靠人工经验和规则，存在诊断准确性低和效率低的问题。因此，发展故障诊断技术成为电力系统自动化的重要方向。故障诊断技术可以通过引入模型预测、数据挖掘和机器学习等技术，对电力系统的故障进行自动化诊断，提高诊断的准确性和效率。

②故障恢复技术：电力系统故障发生后，如何快速恢复系统的正常运行成为关键问题。传统的故障恢复主要依靠人工操作和规则，存在恢复时间长和效率低的问题。因此，发展故障恢复技术成为电力系统自动化的重要方向。故障恢复技术可以通过引入自动化控制、智能优化和决策支持等技术，实现对电力系统的快速恢复，提高恢复的效率和可靠性<sup>[3]</sup>。

#### 4.3.3 电力系统安全评估与风险管理技术

①安全评估技术：传统的电力系统安全评估主要依靠静态和动态模型，存在评估结果不准确和评估周期长的问题。因此，发展安全评估技术成为电力系统自动化的重要方向。安全评估技术可以通过引入模型预测、数据挖掘和优化算法等技术，对电力系统的安全性进行自动化评估，提高评估的准确性和效率。②风险管理技术：电力系统存在各种风险，如电力供应中断、设备故障和自然灾害等。传统的风险管理主要依靠人工经验和规则，存在风险评估不准确和风险应对不及时的问题。因此，发展风险管理技术成为电力系统自动化的重要方向。风险管理技术可以通过引入风险评估、风险控制和风险应对等技术，对电力系统的风险进行自动化管理，提高风险管理的准确性和效率。

### 5 中国电力系统自动化的问题

首先，技术水平相对滞后，表现在设备智能化程度低、自动化控制系统功能不完善等方面。其次，标准化与规范化不足，缺乏统一的标准和规范，导致不同厂家的设备和系统之间的兼容性差，难以实现互联互通。此外，人才短缺，缺乏高素质的专业人才，特别是缺乏具备自动化系统设计、运维和管理能力的人才。最后，国际合作与交流不足，与国际先进水平存在一定的差距，缺乏与国际先进技术进行交流和机会。这些问题需要我们重视和解决，以推动中国电力系统的自动化发展。

### 6 中国电力系统自动化的发展对策

①加强技术研发与创新：加大资金投入，建立科研项目，支持相关技术的研发和应用。同时，鼓励企业与高校、科研院所等合作，共同开展研究，加强技术交流与合作，提高技术水平和创新能力。

②推进标准化与规范化建设：建立统一的技术标准和规范，提高系统的互操作性和兼容性。同时，加强对标准的宣传和培训，增强从业人员的标准意识和规范执行能力。通过标准化与规范化建设，提高电力系统自动化的运行效率和安全性<sup>[4]</sup>。

③加强人才培养与队伍建设：加强高校的专业设置和课程体系建设，提高电力系统自动化相关专业的教育质量。同时，加强企业与高校、科研院所等的合作，建立实践基地和实习机会，提供更多的实践机会和培训资源，培养学生的实践能力和创新能力。

④加强国际合作与交流：参与国际标准的制定和国际会议的交流，了解国际最新的技术发展动态，推动中国电力系统自动化的发展。同时，积极参与国际合作项目，加强与其他国家和地区的合作，共同推动电力系统自动化的发展。

### 7 结语

中国电力系统自动化正朝着智能化、网络化和安全可靠化的方向发展。智能化发展趋势包括智能感知与数据分析技术、智能决策与优化技术以及智能控制与运行技术；网络化发展趋势包括电力系统互联互通技术、电力系统大数据与云计算技术以及电力系统物联网技术；安全可靠发展趋势包括电力系统安全监测与预警技术、电力系统故障诊断与恢复技术以及电力系统安全评估与风险管理技术。然而，中国电力系统自动化仍面临一些问题，如技术研发与创新不足、标准化与规范化建设不完善、人才培养与队伍建设不足等。因此，中国电力系统自动化的发展对策应包括加强技术研发与创新、推进标准化与规范化建设、加强人才培养与队伍建设以及加强国际合作与交流。

#### 参考文献

- [1] 尹川,顾卫东.电力系统自动化的发展现状及趋势分析[J].高铁速递,2020(8):73-74.
- [2] 刘莹.电力系统及其自动化技术和发展趋势分析[J].汽车博览,2020(6):76.
- [3] 耿宸曦.分析电力系统及其自动化发展趋势[J].东西南北:教育,2020(6):36.
- [4] 张志平.电力系统自动化发展趋势及新技术的应用分析[J].中外交流,2020(5):109.