

Research on Reliability Enhancement Strategies for Power and Electrical Automation Systems

Jie Liu

Guizhou Zhijin Pingyuan Clean Energy Co., Ltd., Bijie, Guizhou, 552100, China

Abstract

This article conducts a more in-depth study on improving the reliability of power automation systems, introducing the composition, working principle, and scope of application of the system, and analyzing the equipment itself, working environment, and human factors. On this basis, this article verifies the effectiveness of strategic implementation through case studies from four aspects: equipment design selection, improvement of operating environment conditions, talent cultivation and management, and fault diagnosis and forecasting system. I hope that the research in this article can ensure the safe and stable operation of power automation systems, improve the production efficiency of the power industry and related industries, and promote the development of power automation technology, which has significant practical significance.

Keywords

power and electrical automation system; Reliability; Influencing factors; Enhancement strategy; fault diagnosis

电力电气自动化系统的可靠性提升策略研究

刘杰

贵州织金平远清洁能源有限责任公司, 中国·贵州 毕节 552100

摘要

本文对提高电力自动化系统可靠性进行较为深入的研究, 介绍该系统的组成、工作原理和适用范围, 并对设备本身、工作环境和人的因素进行分析。在此基础上, 本文从装备设计选型、运行环境条件改善、人才培养和管理、故障诊断和预报体系四个方面, 通过实例研究, 对战略实施效果进行验证。希望本文的研究能够为保证电力自动化系统的安全稳定运行, 提高电力工业和相关产业的生产效率, 并且促进电力自动化技术的发展, 具有十分重要的现实意义。

关键词

电力电气自动化系统; 可靠性; 影响因素; 提升策略; 故障诊断

1 引言

在当今社会, 以电力为主导的能源, 其稳定的供给关系到社会的正常运行和经济的可持续发展。电力电气自动化以其高效、智能和精确的特点, 成为电力生产、输送、配电和用电的重要支撑。从发电厂的自动控制到城市电网的智能化调度, 电力电气自动化系统覆盖整个电力产业的整个产业链, 使整个电网的运营效率与管理能力得到了极大的提高, 但是随着电网规模的增大, 电网结构日趋复杂, 其可靠性问题也越来越突出。当电力自动化系统发生故障时, 轻则停电, 重则影响人们的正常生活, 同时也会对工业生产造成很大的损失, 甚至可能引发安全事故。因此深入研究电力电气自动化系统的可靠性提升策略, 具有迫切的现实需求和重要的战略意义。

2 电力电气自动化系统概述

2.1 系统构成与原理

电力电气自动化系统是一个复杂的综合体系, 它包括两个主要的组成部分: 硬件装置和软件系统。其中变压器、发电机、断路器、接触器、传感器以及执行器等构成一个完整的系统, 采用变压器进行电压电平变换, 保证电力在不同电压等级下的有效输送; 发电机是电力产生的源泉, 它利用电磁感应原理, 把热能、水力和风力等其它能转换成电能; 断路器、接触器等主要是对线路进行开闭、开闭, 以保证电网的安全; 传感器实现对各种工况下的电压、电流、温度以及压力等的测量, 并把这些物理量转换成电信号; 执行机构按照控制系统的指示, 对设备进行调节和控制, 如调节发电机的励磁电流、控制阀门的开度等。

本文基于自动控制与电力电气技术相结合的电力自动化系统, 该系统利用多个传感器对电网运行状态进行实时监测, 并将相关数据传送到相应的软件中, 以便对其进行处理

【作者简介】刘杰(1989-), 男, 中国江苏扬州人, 本科, 工程师, 从事发电厂电气检修研究。

分析。该软件按照预先设定的控制策略及算法，产生控制命令并经由通讯网络传送至执行机构，再由执行机构调整及控制硬件装置，以达到电力系统的稳定及最优控制^[1]。

2.2 应用领域及重要性

电力自动化系统在电力、工业生产和交通运输等各个方面有着广泛的应用，在电力行业中，从大型发电厂的自动控制到城镇配电网的智能化，到处都有电力自动化的身影。在火电厂，通过对锅炉燃烧过程进行准确的控制，实现对汽轮机转速及发电功率的准确控制，从而达到提高发电效率、减少能源消耗和污染的目的；在风电场中，该自动控制系统能够依据风速、风向等因素，自动调整风机的桨叶倾角及转速，从而达到风电机组的最大效率。

在工业生产中，电力电气自动控制是实现高效、高品质的重要手段，如对钢铁企业而言，该系统能对炼钢、轧钢等生产工艺进行精确的控制，保证生产的稳定；在工业生产中，该自动控制系统可以对温度、压力和流量等参数进行实时监控，从而保证生产的安全性和生产率。

在交通领域，电力电气自动控制系统是城市轨道交通、电动汽车等行业的重要组成部分，为了保证列车的安全和准点运行，城市轨道交通的牵引供电系统和信号控制系统都离不开电力电气自动化。电力自动化在电力行业中占有举足轻重的地位，它不但可以改善电力系统及工业生产的运作效率、减少人员及操作费用，而且还能加强系统的安全与稳定，为社会经济的可持续发展提供有力支撑。

3 影响可靠性的因素剖析

3.1 设备自身因素

在电力自动化系统中元件众多，元件的好坏对整个系统的可靠性有很大的影响，在长期使用中，某些品质较差的元器件如电阻、电容和集成电路等易发生性能退化和参数漂移，从而引起系统失效。比如某电力监测系统因使用劣质电容器，其在一定时期内出现泄漏，从而引起系统信号的不正常传递，使整个系统瘫痪。另外，电子元件的制造过程、封装工艺对产品的品质也有一定的影响，包装差的元件在外部环境中易受外部环境的作用而加速其老化与损伤。

3.2 运行环境因素

自然条件是影响电力自动化装置工作性能的重要因素，在高温条件下，设备绝缘材料的老化速度加快，绝缘性能下降，导致设备发生漏电、短路等故障。比如在夏季高温环境中，室外变压器因其散热状况不佳、油温上升、绝缘油性能退化等原因，极易发生故障。在潮湿的环境中，金属零件容易被腐蚀，电子元器件受潮，从而降低设备的使用寿命^[2]。在滨海地区，高湿高盐等环境条件下，电气设备的金属壳体及连接部极易发生锈蚀，影响其服役寿命，而沙尘天气下，粉尘极易侵入器件内部，阻塞散热通路，严重时会造成电路短路。

3.3 人为因素

由于人为因素的影响，造成电力自动化系统的失效，在生产过程中，有些工作人员因自身业务水平低、技术水平低、不熟悉生产工艺等原因，经常发生违章行为。比如在操作票操作中，操作人员没有严格按程序进行操作，就有可能发生短路事故；在设定自动控制系统的参数时，若不正确地设定参数，将会引起系统的不正常工作。另外，操作者的工作态度、责任心等都会对测量结果产生影响，部分作业人员存在麻痹大意、疏于职守的现象，没有对设备的运行状况进行有效的监测，无法对设备的安全隐患进行及时的检测与处理，造成事故的发生。

4 可靠性提升策略探讨

4.1 优化设备设计与选型

4.1.1 可靠性设计原则

为了提高装备的内在可靠性，在装备的设计中必须按照可靠度进行设计，冗余设计是一种常见的可靠性设计方法，它是在主要部件或主要部件出现故障时，通过添加后备部件使其可以在主部件或主要部件出现故障时，自动恢复正常工作。比如在电力监测系统中，采用双机热备份的方法，使监测设备中的一个设备出现了故障，另外一个设备就可以马上接手，保证监测系统的正常运转。该系统采用模块化设计，将设备分割成若干功能相对独立的模块，方便设备的安装、调试、维护及升级。在某一模块发生故障后，仅需将其替换掉，不需要对整个装置进行检修，从而极大地减少设备的维护周期，提高系统的可靠性。此外还应注重电磁兼容性设计，通过合理的电路布局、屏蔽措施和滤波技术，减少设备内部和外部电磁干扰的影响，保证设备的正常运行^[3]。

4.1.2 合理选型依据

为了保证电力自动化系统的可靠运行，选择合适的设备至关重要，在选择时，要结合具体的使用要求及工作环境，从性能、质量、可靠性、性价比等方面进行选择。首先，对该系统进行详细的分析，确定其性能要求，并确定相应的技术参数。比如在选用发电机时，应考虑到发电厂的功率需求，电压水平、频率等因素，选用适当的机组容量及机型。其次，根据所处的工作环境，对所处的环境进行适当的选择，在高温、高湿、沙尘等严酷的工作环境中，要选用保护级别高的电气控制柜，耐高温的电缆等，要有较好的防护性能和适应性。此外，还应优先选择具有良好口碑和质量保证的品牌和型号，参考其他用户的使用经验和评价，确保设备的质量和可靠性^[4]。

4.2 改善运行环境条件

4.2.1 环境监测与调控

通过在电网中设置温度、湿度、粉尘、气体浓度等多种环境监测设备，对电力电气自动化设备的工作环境进行实时监测。当外界条件超过某一临界值时，该装置会自动报警，

并进行调节,如在使用过程中,温度传感器探测到设备的工作环境温度太高,会自动开启空气调节装置或通风装置来降低温度;当湿度传感器侦测到空气中的湿度超标,则会开启除湿装置,以减低空气中的湿度。另外,通过构建一个环境监控体系,实现对多种设备的工作环境的统一监控与管理,使其能够实时地了解其工作状态,从而指导其维修与管理。

4.2.2 电磁屏蔽与防护

为了降低电磁干扰对电力自动化系统的冲击,需要对其进行有效的电磁屏蔽和保护,在设备的设计与安装中,通过使用金属屏蔽罩、屏蔽电缆等方法对设备进行屏蔽,防止外界的EMI侵入设备。同时合理布置仪器内的元器件及线路,以降低仪器内的电磁干扰,另外,还可加装滤波装置,以滤除电网中的谐波及EMI,确保装置的正常工作。比如在变频调速系统的输入、输出侧加装谐波滤波器,可有效地抑制变频调速系统所引起的谐波,降低对其它设备的影响。

4.3 加强人员培训与管理

4.3.1 操作技能培训

通过对电力自动化系统运行人员的系统训练,提高人员的工作能力,培训的内容主要包括基本原理、操作流程以及常见故障的判定和处理,采用理论与实践相结合的方法,不断提高职工的技术能力与专业能力。如对操作人员进行定期的仿真训练,使其在仿真环境下进行设备的运行与故障处理,提高其实践操作与紧急情况下的应变能力。另外,要建立员工评价体系,对员工的培训效果进行评估,经考核合格者方可上岗,保证员工具有相应的技术水平和安全意识。

4.3.2 维护管理培训

为维修人员提供专业的维修管理训练,需要提升维修人员的发现与维修能力,并能制订出科学的维修方案。培训的内容主要包括结构原理、故障诊断、维修技术以及维修管理流程。通过邀请专家授课,组织实地实习开展个案研究,提高维修人员的理论水平和实际操作能力。如定期组织维修人员赴设备制造厂进修、培训,掌握最新的工艺及维修方法,通过定期组织设备故障案例分析,使维修人员相互交流解决问题的心得体会,增强其解决问题的能力。另外,要建立维修工人的激励机制,对维修工人的工作成绩好的维修人员给予肯定和奖励,激发他们的工作积极性和责任心。

4.4 建立故障诊断与预测系统

4.4.1 故障诊断技术应用

利用人工智能、机器学习算法和专家系统等智能诊断技术,实现对电力系统中各种工况的实时监测,并对其进行

快速、准确的故障诊断。利用人工智能、机器学习等方法,可以从海量的工况数据中抽取特征,构建故障诊断模型,从而达到对设备故障进行自动诊断的目的。比如通过对变压器油色谱数据、电气参数等数据的分析,可以精确地判定出变压器有没有故障,故障的种类和程度。在此基础上,利用这种智能化的诊断技术,能够提高故障诊断的准确性和效率,缩短故障处理时间,提高系统的可靠性^[5]。

4.4.2 预测性维护策略

基于设备运行状态监测数据,采用预测性维护策略,对设备的故障发生可能性进行预测,提前采取维护措施,降低故障损失。通过安装传感器实时采集设备的运行参数,如振动、温度、电流、电压等,利用数据分析技术对这些参数进行处理和分析,建立设备健康状态评估模型。比如,在对电机轴承有失效迹象的情况下,进行预先的停车检查,并对其更换,以防止由于轴承故障而引起的电机损伤,从而降低设备的停工时间,降低维护费用。

5 结语

电力自动化系统的可靠运行对于保证电网的稳定供电、保证产业的高效率运行具有重要意义。本文在分析电力电气自动化系统的组成、原理、应用领域的基础上,对设备本身、运行环境、人为因素等因素进行深入的分析,从设备的设计和选型、运行环境的改善、人员的培训和管理、故障的诊断和预报等方面进行研究,并用实例对所提出的方法进行验证。

但是随着电网的快速发展,电网规模的不断增大,给电网自动化带来新的机遇与挑战。今后,新技术和新方法的研究与应用有待于进一步加强,不断完善可靠性提升策略,提高电力电气自动化系统的可靠性和智能化水平,为社会经济的发展提供更加稳定可靠的电力保障。

参考文献

- [1] 尤子静.电力系统继电保护与自动化装置的可靠性提升策略分析[J].科学与信息化,2023,(21):141-143.
- [2] 周金星,陈武增,徐江.电厂电气自动化控制系统的可靠性策略[J].流体测量与控制,2021,2(06):22-25.
- [3] 于成功.电力自动化系统UPS供电方案的可靠性研究[J].电脑编程技巧与维护,2019,(03):46-47+79.
- [4] 高讴洋.电气自动化控制的可靠性提升策略探讨[J].现代营销(下),2015,(10):154-155.
- [5] 汪新园.大规模风电接入电力系统的可靠性评估及储能策略研究[D].浙江省:浙江大学,2013.