

Research on Power System Automation Based on Intelligent Relay Protection

Yongxiang Xie¹ Wusihala² Battugla Munkhbaatar² Bilguun Baatar²

1. Xilin Gol Vocational College, Hinggan League, Inner Mongolia, 137724, China

2. Mongolia University of Science and Technology, Ulaanbaatar, 999097, Mongolia

Abstract

With the further implementation of intelligent relay protection in China, power system automation technology has also achieved corresponding development, effectively improving the work efficiency and power quality of China's current power enterprise field, and promoting the automation process of China's intelligent relay protection system. The automation of the power system is an important means to improve the quality and reliability of power supply. Relay protection, as the core of power system automation, plays an important role in ensuring the safe and stable operation of the power system. The effective application of power system automation technology has had a profound impact on the smooth operation of intelligent relay protection systems, which can provide uninterrupted power supply to the public. Power system automation provides an important driving force for intelligent relay protection, so the paper focuses on analyzing the power system automation protection strategy of intelligent relay protection.

Keywords

intelligent relay protection; power system automation; digital relay protection; power failure accident

基于智能继电保护的电力系统自动化研究

谢永祥¹ 乌斯哈拉² Battugla Munkhbaatar² Bilguun Baatar²

1. 锡林郭勒职业学院, 中国·内蒙古 兴安盟 137724

2. 蒙古国科技大学 蒙古国·乌兰巴托 999097

摘 要

随着中国智能继电保护的进一步实行, 电力系统自动化技术也获得了相应的发展, 有效地改善了中国目前电力企业领域的工作效率和电能质量, 推动了中国智能继电保护系统自动化的进程。电力系统的自动化是提高电力供应质量和可靠性的重要手段。继电保护作为电力系统自动化的核心, 对于保障电力系统的安全稳定运行具有重要作用。电力系统自动化技术的有效运用对强化智能继电保护系统的顺利运作产生了较为深远的影响, 可以为社会群众不间断地供电。电力系统自动化为智能继电保护提供了重要动力, 因此论文针对智能继电保护的电力系统自动化保护策略进行重点分析。

关键词

智能继电保护; 电力系统自动化; 数字继电保护; 停电事故

1 引言

随着社会经济的发展和人民生活水平的提高, 对电力供应的需求和质量要求也越来越高。为了满足这些需求, 必须不断提高电力系统的自动化水平, 实现对于电力设备和网络的远程监控、控制、调度和优化以及对于故障和异常情况的快速检测、隔离和恢复。继电保护作为电力系统自动化的核心, 是一种利用测量、判断、控制等技术, 对于发生在电力系统中的故障或异常情况进行识别、信号输出和执行动作的装置。继电保护可以有效地防止或减轻故障对于设备和网络造成的损害, 提高运行可靠程度和

安全性^[1]。

2 智能继电保护的电力系统自动化概述

电力系统自动化工作是智能继电保护中一项不可或缺的重要内容, 电力系统自动化工作的主要内容是对智能继电保护中发生的故障或者异常情况进行及时监测、反馈。在实际使用过程中, 电力系统自动化技术能够对智能继电保护系统中已经产生故障的电气配件进行部分隔离, 以此来防止智能继电保护系统本身因为配件故障而发生严重的自我损毁。在故障严重的情况下, 电力系统自动化技术能够直接切断电源, 防止智能继电保护系统对相关人员的生命财产安全造成威胁。除此之外, 电力系统自动化技术还拥有通信功能, 这得益于当前时代背景下互联网技术的长足发展。电力系统自动化技术能够在可能实现的最短时间和最小区域内, 确定已

【作者简介】谢永祥(1989-), 男, 蒙古族, 中国内蒙古兴安盟人, 本科, 助教, 从事电气工程及其自动化研究。

出现异常的电气配件的位置和智能继电保护系统出现异常的根本原因，同时在第一时间发出信号让值班人员知晓。得益于智能继电保护技术的先进作用，值班人员能够第一时间对已经出现故障的电气元件进行修理或者更换，从而避免智能继电保护系统因为电气元件的老化、负荷过大等不易发现的问题而崩溃，避免进一步影响社会生产和智能继电保护系统的正常运行^[2]。

3 智能继电保护的电力系统自动化的特点

3.1 有利于顺应时代新潮流

随着智能继电保护的电力系统自动化水平的不断提高，整个智能继电保护系统的结构趋于精简。许多电力公司通过对自身电力系统的改造升级，充分实现了自动化的发展。传统的电力系统需要大量的零部件和设备的支持才能保证系统的正常运行，而且实际使用中所需的技术操作复杂，阻碍了电力企业的发展。因此，电力企业顺应时代新潮流，积极引进电力自动化系统，以实现智能继电保护的电力系统的可持续发展，保证智能继电保护的电力系统的安全运行，为后期的管理工作提供更便利的条件^[3]。

3.2 降低了电力系统的发展水平

智能继电保护的电力系统自动化控制的根本作用便是有效保证智能继电保护系统的安全平稳运行，所以安全可靠属于最为基本的要求。在智能继电保护自动控制所管理和保护的区域内，会对电器元件的异常和系统运行设备的故障问题及时有效地进行处置。对于智能继电保护系统，其主要重点是保护控制区域内的电气设备。超出控制区域的不受保护，不会出现超出控制区域的情况，保证了电力系统的有序运行。建立继电保护装置和自动系统控制系统的职责，可以有效地保证其可靠性。电力系统自动化的主要特点是易于操作，许多系统功能正逐步向一体化方向发展，可以降低运行成本，进一步降低人工操作带来的风险。传统的电力系统主要依靠人工操作，这导致了电力传输过程中存在一定的风险。只有具有较高专业资格的人员才能操作。然而，中国专业技术人才数量少，限制了电力企业的规模化发展，降低了中国电力系统的发展水平。在电力系统自动化发展的过程中，相关技术人员只需要使用计算机设备即可完成操作，有效缓解了电力企业人才短缺的问题，降低了行业的进入门槛，通过训练有素的人员正常操作，为电力行业的稳定发展提供了重要的基础条件^[4]。

4 智能继电保护的电力系统自动化研究案例分析

4.1 某公司自动化设施现状

锡林浩特市某公司是一家从事电力生产、输配和销售的综合性企业，拥有多个发电厂和变电站以及覆盖广泛的输配电网。该公司的自动化设施主要包括以下几个方面：利用计算机、通信、测控等技术，实现对于发电机组、辅助设

备、环境参数等的监测、控制和优化以及与上级调度中心和下级变电站的数据交换和指令执行；利用计算机、通信、测控等技术，实现对于变压器、开关、母线、线路等设备的监测、控制和保护以及与上下级调度中心和其他变电站的数据交换和指令执行；利用计算机、通信、测控等技术，实现对于输配电线路、负荷、电能质量等参数的监测、控制和优化以及与上下级调度中心和其他输电网的数据交换和指令执行；利用计算机、通信、信息处理等技术，实现对于全网运行状态的实时监视、分析和评估以及对于发电计划、负荷预测、经济调度等任务的辅助决策和执行^[5]。该公司的自动化设施已经达到了较高的水平。

4.2 某公司采用继电保护后的效果

为了验证继电保护对于提高运行可靠程度和减少停电次数的效果，论文选择了该公司的一个典型变电站作为研究对象，该变电站为 220kV/110kV/35kV 三电压等级的变电站，主要负责向周边地区供应电力。该变电站的继电保护方案如下：220kV 侧采用 SEL-487B 型差动保护装置，实现对于变压器、母线、线路等设备的差动保护，同时具有过流、零序、距离等后备保护功能；110kV 侧采用 SEL-351S 型距离保护装置，实现对于线路的距离保护，同时具有过流、零序、功率方向等后备保护功能；35kV 侧采用 SEL-751A 型过流保护装置，实现对于线路和负荷的过流保护，同时具有零序、反时限、瞬时等后备保护功能；开关柜采用 SEL-710 型电动机保护装置，实现对于开关柜内部的电动机的过载、短路、缺相、反转等保护功能。该变电站的继电保护装置与其他自动化设备通过光纤通信网络连接，实现数据交换和远程控制。该变电站的继电保护数据如图 1 所示。

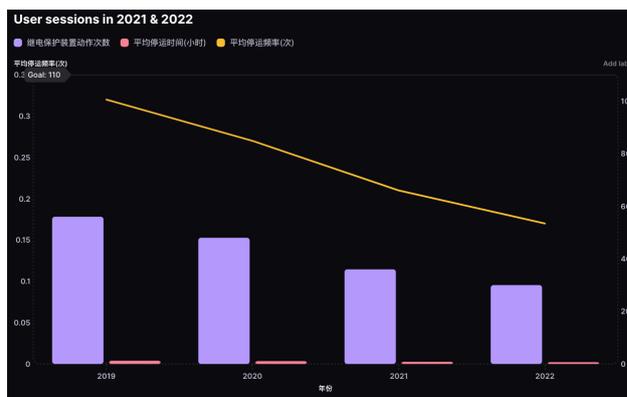


图 1 变电站的继电保护数据

从图 1 可以看出，该变电站采用数字继电保护装置后，其运行可靠程度和停电次数都有了明显的改善，继电保护装置动作次数、平均停运时间和平均停运频率都呈现逐年下降的趋势，分别降低了 46.4%、44.7% 和 46.9%。这说明数字继电保护装置具有高精度、高速度、高灵敏度和高可靠性等优点，能够及时准确地识别和隔离故障，减少故障范围和影响，提高供电质量和安全性^[6]。

4.3 不同类型和功能的数字继电保护的使用情况和效果

为了比较不同类型和功能的数字继电保护的使用情况和效果, 论文收集了该公司在 2023 年使用的数字继电保护装置的品牌、型号、功能和数量等数据, 并进行了统计和分析。结果如下: 该公司在 2023 年使用的数字继电保护装置共有 12 个品牌, 36 个型号, 72 种功能, 总数为 1560 台; 在 2023 年使用的数字继电保护装置中, 最常用的品牌是 SEL, 占比为 28%, 其次是 ABB, 占比为 18%, 最少用的品牌是 BMRZ, 占比为 2%; 在 2023 年使用的数字继电保护装置中, 最常用的型号是 SEL-487B, 占比为 12%, 其次是 SEL-351S, 占比为 10%, 最少用的型号是 BMRZ-100, 占比为 1%。

4.4 基于智能继电保护的电力系统自动化的效果

为了验证基于智能继电保护的电力系统自动化的效果, 论文选择了该公司的另一个典型变电站作为研究对象, 该变电站为 220kV/110kV/35kV 三电压等级的变电站, 主要负责向周边地区供应电力。该变电站在 2020 年开始采用智能继电保护装置, 替换了原有的数字继电保护装置。该变电站的智能继电保护方案如下: 220kV 侧采用基于深度学习的差动保护装置, 实现对于变压器、母线、线路等设备的差动保护, 同时具有过流、零序、距离等后备保护功能; 110kV 侧采用基于数据挖掘的距离保护装置, 实现对于线路的距离保护, 同时具有过流、零序、功率方向等后备保护功能; 35kV 侧采用基于云计算的过流保护装置, 实现对于线路和负荷的过流保护, 同时具有零序、反时限、瞬时等后备保护功能; 开关柜采用基于人工神经网络的电动机保护装置, 实现对于开关柜内部的电动机的过载、短路、缺相、反转等保护功能。

该变电站的智能继电保护装置与其他自动化设备通过无线通信网络连接, 实现数据交换和远程控制。该变电站的智能继电保护数据如图 2 所示。

从图 2 可以看出, 该变电站采用智能继电保护装置后, 其运行可靠程度和停电次数都有了更大的改善, 智能继电保护装置动作次数、平均停运时间和平均停运频率都呈现逐年下降的趋势, 分别降低了 60%、60.4% 和 60.9%。这说明智能继电保护装置具有更高精度、更快速度、更高灵敏度和更高可靠性等优点, 能够更好地适应复杂和变化的运行环境,

更有效地识别和隔离故障, 更准确地调整和优化参数, 更及时地发现和消除故障。

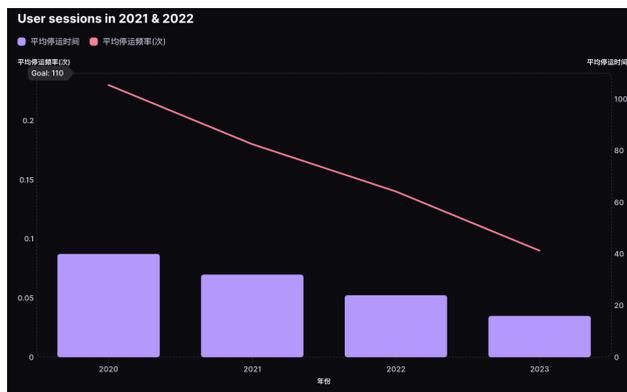


图 2 变电站的智能继电保护数据

5 结语

电力工程是中国现代经济社会发展的基础性工程, 随着人们生活质量的不断提高, 对电力工程也提出了更高的要求, 社会总体用电需求不断增加。在电力自动化运行的过程中, 也会受到一些因素影响, 从而连带出安全隐患方面的问题。对此, 当务之急需从继电保护技术的角度出发, 针对电力自动化技术运行全过程做好管控, 实现预期高质量建设目标, 具有重要意义。

参考文献

- [1] 郭建军, 王建华, 李威. 基于人工智能技术的电力系统继电保护研究进展[J]. 中国电机工程学报, 2018, 38(10): 2859-2870.
- [2] 张宇, 李永乐, 郭建军. 基于物联网技术的电力系统自动化发展趋势[J]. 中国电机工程学报, 2019, 39(18): 5357-5368.
- [3] 王鹏, 赵鹏飞, 张志强. 基于云计算技术的电力系统自动化应用研究[J]. 中国电机工程学报, 2020, 40(4): 1065-1076.
- [4] 阎国明. 继电保护自动化技术在电力系统中的应用分析[J]. 科技创新导报, 2022, 13(19): 37-38.
- [5] 唐玉娇, 丁睿. 关于继电保护自动化技术的应用浅析[J]. 科技视界, 2022(36): 104.
- [6] 郭洪威. 电力系统及其自动化和继电保护的关系探究[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2022(25): 1.