

智能变电站继电保护运维防误技术研究及应用

李松涛 付世康 孙若琳

国网河北省电力有限公司新乐市供电分公司

摘要：在电力系统不断向高效与智能化迈进的今天，智能变电站显得尤为关键。继电保护，作为其核心部件，直接影响到电网的安全与稳定。面对运维过程中屡见不鲜的误操作问题，我们深感其中蕴藏的危机。这篇文章立足于智能变电站继电保护运维的防误技术，通过挖掘继电保护系统运行的深层次机制和分析误操作的根源，进一步提出了一系列旨在根除这些问题的创新性策略。在方法论上，我们结合了实地调研、案例分析等手段，确保研究成果的全面性与准确性。经过严密的验证，这些策略切实可行，而且在显著降低误操作频率方面成效显著，为智能变电站的稳健运行提供了新的思路。

关键词：智能变电站；继电保护；运维；防误技术；系统安全

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2022.07.122

一、引言

当我们站在电力系统的发展前沿，智能变电站以其独特的优势，承载着提高电网效率与安全的使命。但继电保护系统在运维中的误操作，如同一块绊脚石，不时提醒我们安全无小事。探索这些问题背后的原因，找到解决之道，已经成为我们不可回避的课题。这篇文章从智能变电站继电保护运维的角度出发，旨在通过深入剖析问题本质，提炼出有效的防误措施。我们的研究，既是对过往经验的总结，也是对未来方向的探索。在这一过程中，我们试图以更细腻的目光审视问题，以更开放的心态接纳各种可能的解决方案，以期在保障电力系统安全运行的道路上迈出坚实的一步。

二、继电保护运维中的常见误操作分析

1. 继电保护运维中的误操作分析

智能变电站作为电力系统的重要组成部分，其安全运行对电网稳定性至关重要。继电保护作为智能变电站的核心，其运维过程中的误操作频繁发生，引起了广泛关注。对近年来发生的误操作事件进行深入分析，可以发现，这些问题主要源于三个方面：操作人员的技能不匹配、信息系统的完善、以及现场环境的复杂多变。

2. 操作人员技能不匹配

操作人员的技能是否与其岗位要求相匹配，直接影响到继电保护的运维质量。在实际工作中，由于培训不足或者培训内容与实际工作脱节，操作人员可能缺乏必要的专业知识和技能。这种技能不匹配的情况，使得他们在面对复杂的系统操作时，容易出现判断失误，从而引发误操作。随着智能变电站技术的快速发展，新的设备和技术层出不穷，要求操作人员不断更新其知识体系，这对他们提出了更高的要求。

3. 信息系统的完善

信息系统作为智能变电站运维的神经中枢，其设计的合理性和完善程度直接关系到操作的准确性和效率。但在一些变电站中，信息系统存在设计不合理、系统不稳定、数据更新不及时等问题。这些问题会导致操作人员在获取操作指令或设备状态信息时出现误差，增加了误操作的风险。信息系统的完善也会影响故障诊断和处理的及时性，进一步加大了运维风险。

4. 现场环境的复杂多变

智能变电站的现场环境复杂多变，这对操作人员的适应能力提出了较高要求。环境因素如噪声、光线和温湿度等，都可能影响操作人员的判断和操作。在特殊环境下工作的压力，加之工作量大、工作节奏快等因素，都可能导致操作人员的注意力分散，增加误操作的可能性。现场设备的布局和标识不清晰，也会给操作人员正确执行操作带来困难。

三、防误技术的研究与应用

1. 完善人员培训体系

智能变电站的运维工作中，操作人员的技能直接关系到整个电网的安全与稳定。面对这一挑战，构建一个既系统化又多层次、充满实战气息的培训体系，对于确保操作人员的技能与岗位需求相匹配，具有不言而喻的重要性。这样一个培训体系，包括了基础知识的学习，而且延伸到了最新技术的培训以及模拟实际操作场景的演练，目的是为了操作人员在一个尽可能接近真实的环境中，学会如何面对各种情况，发现问题并解决问题。

通过在模拟环境中犯错、学习、进步，操作人员能够在不影响真实系统运行的前提下，全面提升自己的操

作技能和应对复杂情况的能力。这种培训方式能够有效地降低实际操作中出现误操作的风险，因为操作人员已经在模拟环境中经历过类似情况的处理，对可能发生的问题有了充分的预判和应对策略。

定期的考核和技能更新训练是这个培训体系中不可或缺的一环。随着技术的不断发展和更新，智能变电站的运维技术也在持续进步。这就要求操作人员要掌握当前的操作技能，更要不断学习新的技术和方法。通过定期的考核，可以确保每位操作人员的技能都能满足岗位的需求，通过技能更新训练，确保他们能够跟上技术发展的步伐，有效执行其职责。

构建这样一个培训体系，需要从多个维度进行思考和设计。首先，培训内容的设计要全面，既包括基础知识的学习，也要有针对性的技术培训，以及模拟实际操作场景的演练，确保操作人员能够全方位、多角度地提升自己的技能。其次，培训形式要多样，可以包括课堂学习、在线学习、实地操作演练等，以适应不同操作人员的学习习惯和需求。最后，考核和评估机制要科学合理，能够准确反映操作人员的学习效果和技能水平，为他们提供持续学习和进步的动力。

2. 优化信息系统

信息系统在智能变电站中扮演着至关重要的角色，它像是变电站的大脑，指挥着每一步操作的准确执行。随着技术的发展，特别是人工智能技术的日益成熟，对操作指令进行预判和纠错已成为优化信息系统不可或缺的一部分。这种优化体现在提升操作的准确性上，更在于能够有效地预防可能发生的误操作，确保整个电力系统的稳定运行。

通过引入高级的人工智能算法，信息系统能够对海量的历史操作数据进行深入的分析和学习。这种基于机器学习的技术，能够从过去的操作中寻找规律，识别出可能导致误操作的行为模式，从而在操作人员执行相似操作前给出预警，提醒他们注意潜在的风险。这种预判机制相当于给变电站装上了一双能够预见未来的眼睛，大大降低了因人为判断失误而导致的安全事故。

实时监控系统的状态对于确保运维操作的准确性和安全性同样至关重要。当信息系统发现任何异常操作或指令时，它能够立即进行干预和纠正。这种实时的反馈和干预机制，确保了即使在极少数操作人员未能及时注意到预警信息的情况下，系统也能够自动采取措施，避免潜在的错误发展成为严重的安全事故。这样的智能化

措施，无疑为智能变电站的安全运维增添了一层坚实的保护网。

这些智能化的优化措施，能够提高操作的准确性，更重要的是它们能有效预防因信息误解或错误指令导致的误操作。在变电站这样一个对安全性要求极高的环境中，任何一个小小的操作错误都可能引发连锁反应，导致严重的后果。因此，通过这样的智能化改进，极大地提升了整个系统的安全性和可靠性。

3. 改善现场操作环境

在智能变电站的日常运维工作中，确保操作环境的优化是提高工作效率和减少误操作风险的重要因素。优化现场操作环境涉及物理空间的布局调整，还包括对操作界面的明晰化设计，以及工作条件的整体改善。通过这样综合性的环境优化措施，可以有效地减少误操作的发生，保障智能变电站的稳定运行。

对于设备布局的优化，目标是确保所有的操作设备都能在必要时被轻松地接触到，且每件设备的位置都符合操作流程的逻辑性，从而减少操作过程中的时间延迟和物理移动距离。这种布局上的精心设计，可以缩短操作人员响应各种操作指令的时间，还能降低因急于完成任务而产生的误操作风险。

操作界面的明确与标识也极为重要。通过对操作界面进行清晰的标识和提示，可以直接影响到操作人员的决策速度和准确性。一个直观、易理解的操作界面，能够极大地减轻操作人员的心理负担，提高他们对系统指令的响应速度和操作的准确率。足够的工作空间能够提供舒适的工作环境，还能有效预防因空间拥挤导致的误触操作。

在智能化设备的引入方面，如高清摄像头和传感器的使用，则是对传统操作环境的一大革新。这些设备能够实时监控操作过程，对操作过程中可能出现的异常情况进行即时反馈。一旦检测到潜在的误操作风险，系统能够立即提醒操作人员，或者在某些情况下自动进行纠正。这样的智能化监控，大大增强了操作过程的安全性，减少了人为错误的发生。

改善现场操作环境的另一个方面是对工作条件的优化，包括照明、噪声控制以及温湿度的调节。良好的照明条件可以保证操作人员能够清晰地看到每一个操作细节，减少因视线不清导致的误操作。在噪声控制方面，通过减少环境噪音，可以让操作人员更加集中注意力，避免因外界干扰而发生操作失误。而适宜的温湿度则能

保证操作人员处于一个舒适的工作状态，避免因环境不适导致的注意力分散。

四、案例分析与讨论

我们选取了一家位于山区的智能变电站作为研究对象，这个变电站因地理位置特殊，曾频繁遭受人为误操作导致的安全事故。在深入分析事故原因后，该站决定全面实施防误技术策略，旨在从根本上提升继电保护系统的运维安全性。接下来，我们将通过具体的数据和生动的案例，展示这一技术策略的实施效果和显著成就。

1. 细节背景

该智能变电站位于一个多山的地区，受地形和气候影响，运维工作面临诸多挑战。在防误技术实施前，该站每年因误操作导致的安全事故不下于十次，严重时甚至影响到周边区域的电力供应。分析发现，这些误操作大多因操作人员的技能不匹配、信息系统的滞后、以及复杂多变的现场环境造成。

2. 实施措施

针对存在的问题，变电站采取了一系列措施：

人员培训方面：开展了一系列针对性的培训，包括模拟真实操作环境的实战演练和最新技术知识的学习。特别是对于位于特殊地理环境下的操作难点，制定了详细的培训计划，确保每位操作人员都能熟练掌握。

信息系统优化：引入了先进的人工智能算法，对操作指令进行预判与纠错。升级了信息传输系统，保证操作指令的实时传输和准确执行。

现场环境改善：针对山区特有的环境因素，对现场工作环境进行了专门设计，如增设照明、调整设备布局、优化操作路径等，以降低复杂环境对操作的干扰。

3. 显著成效

实施防误技术一年后，该变电站的运维安全性得到了显著提升：

误操作事件数量从前一年的12次减少到2次，降低了83%以上。

所有运维人员对新系统和改善后的工作环境反馈积极，特别是在紧急情况下的操作准确率显著提高。

由于减少了安全事故的发生，该变电站的整体运维成本也得到了有效控制，经济效益显著。

4. 生动案例

在一次强降雨天气中，变电站面临着极大的操作挑战。由于采取了上述防误技术措施，即使在恶劣的天气

条件下，操作人员也能准确无误地完成所有操作。信息系统及时准确地提供了雨水对设备可能产生影响的预警信息，操作人员根据系统指示和自身受训经验，迅速采取了正确的预防措施，有效避免了可能的安全事故。

5. 小结

通过这一典型案例的分析，我们可以看到，综合防误措施能够显著提升智能变电站继电保护系统的运维安全性，特别是在特殊地理环境下的应用效果更为明显。实施防误技术能够减少误操作事件的发生，还能提高运维工作的效率和质量，为电力系统的稳定运行提供了强有力的保障。这一案例的成功实践为其他变电站提供了宝贵的经验和借鉴。

五、结论

经过一系列深入的研究与实践，我们对智能变电站继电保护运维防误技术有了更全面的理解和掌握。通过本文的探讨，揭示了运维中误操作的深层次原因，更是提出了一系列切实可行的防误策略。这些成果的取得，标志着我们在智能变电站运维安全领域迈出了坚实的步伐。但技术的发展永无止境，电力系统的安全运行也面临着不断变化的挑战。未来，我们仍需不懈探索，持续优化现有策略，创新防误技术，以确保智能变电站能在电力系统中稳定、安全地发挥其应有的作用。我们坚信，随着技术的不断进步与创新，智能变电站的继电保护运维防误技术将不断演进，为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1] 李鹏, 卫星, 郭利军, 张巧霞, 陈哲, 李永照. 智能变电站继电保护运维防误技术研究及应用[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(19): 123-129.
- [2] 刘红军, 管萸, 朱玉锦, 白英伟, 于洋, 田君茹. 智能变电站间隔集群测控模式下的运维体系研究[J]. 电力系统保护与控制, 2020, 48(7): 159-165.
- [3] 钱晓峰. 智能变电站继电保护运维防误技术研究及应用[J]. 自动化应用, 2021(1): 93-94.
- [4] 乔果. 智能变电站继电保护运维防误技术研究及应用初探[J]. 安防科技, 2020(8): 96-96.
- [5] 梁嘉晖, 王永辉, 陆超, 李婷婷. 变电站继电保护运检防误技术[J]. 科技资讯, 2021, 19(28): 40-42.