

# 智能变电站中的继电保护设备运行维护分析

方志云

国网西安供电公司

**摘要：**在现代电力系统中，智能变电站作为关键的能源分配和转换枢纽，其继电保护设备的运行维护显得尤为重要。随着科技的不断进步，电力系统的复杂性不断提高，智能继电保护设备作为系统安全的守护者，承担着系统故障捕捉和预警响应的责任。基于此，本文深入探讨智能变电站中继电保护设备的运行维护，旨在为电力工程领域的从业者提供可靠的指导与参考，推动智能变电站的持续优化和发展。

**关键词：**智能变电站；继电保护设备；运行维护

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.11.225

## 一、智能变电站概述

智能变电站是指通过先进的传感器、通信技术和数据处理技术，实现对电力系统运行状态的实时监测、分析和控制的现代化电力设施，其基本结构组成如图1所示。相对于传统的变电站，智能变电站具备更高的自动化程度和智能化水平，能够更灵活、高效地应对电力系统的变化。智能变电站具有诸多特点。首先是信息化特征，即通过先进的信息技术实现设备之间的数据共享和远程监控。其次是自动化特征，即通过自动化控制系统实现对电力设备的智能调度和管理。此外，智能变电站还具备柔性互联特征，可以根据系统需求灵活配置，实现设备的协同运行。智能变电站未来发展过程中将更加注重能源互联网的建设和智能电网的构建。随着可再生能源的逐渐增加，智能变电站将扮演更为重要的角色，实现对分布式能源的有效管理和利用<sup>[1]</sup>。

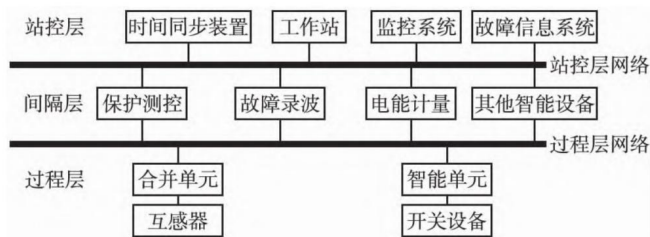


图1 智能变电站基本结构组成

## 二、智能变电站继电保护设备的运行配置

### 1. 线路保护

智能变电站中的线路继电保护配置中，宜采用保护、测控功能一体化配置方式，依照间隔配置单套保护装置。在线路间隔内，保护测控装置通过点对点方式，关联合并单元、智能终端，实现直接采样和跳闸。电子式互感器在安装点先接入合并单元，然后利用光纤，将

打包后数据传送到保护测控装置，以及SV网络。GOOSE网络则用于传输保护测控装置中接入的跨间隔信息。具体如图2所示。

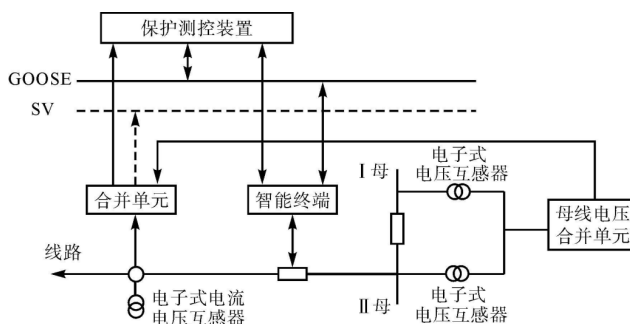


图2 线路保护配置方案图

### 2. 变压器保护

变电器电量继电保护可采用双套配置，主保护及后备保护宜一体化。双套保护配置中，每侧智能终端、合并电源均双套。变压器继电保护装置直接采样、跳断路器。GOOSE网络传输可实现失灵保护跳闸命令，确保变压器各侧断路器的协同操作。详见图3。

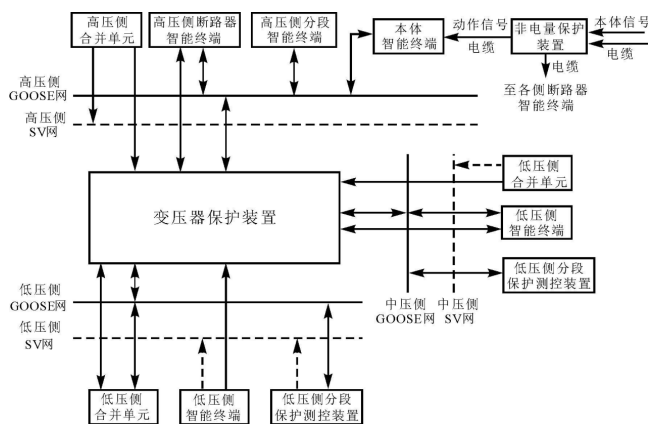


图3 变压器保护配置方案图

### 3. 母联（分段）保护

此种保护配置方式与线路保护配置相似，但在结构方面相对来说更为简洁，分段继电保护设备直接关联系统智能终端、合并单元，进而分别实现直接采样和跳闸。且跨间隔传输可借助相互独立的SV、GOOSE网络实现<sup>[2]</sup>。

### 三、智能变电站继电保护运行常见问题

#### 1. 光纤问题

智能变电站中，光纤运行不稳定及中断问题直接影响继电保护装置的正常运行。首先，硬物挤压可能引起智能终端之间的光纤连接受损，导致连接中断。这一物理损伤直接危及系统的可靠性和持续性运行。其次，插件故障也是导致光纤连接中断的主要原因之一。特别是，GOOSE插件和SV插件的故障将直接影响系统的工作状态，这两个重要插件在保护装置运行期间要持续工作，其一旦出现故障将影响继电保护功能和整个系统的智能自动化水平。

#### 2. 智能终端故障

若合并单元终端、智能终端之中出现异常问题，系统中保护装置将受到不同程度的损害。故障发生后，线路合并单元易受损，此时将导致其对应保护装置停止保护，其关联的母线保护同时也将失去作用，这将导致故障加剧，加大系统修复处理难度。

#### 3. 装置老化

智能变电站中，继电保护装置作为关键组件，若置于室外运行，必须直面设备老化的严峻挑战。这一装置需配置智能终端、一次设备、合并单元等，容易受到环境因素影响，积累灰尘遭受锈蚀。而保护装置相关插件及设备的更换需要操作经验的积累和与厂商的密切合作。特别是在插件生产商存在差异的情况下，重新下载CID配置变得异常复杂，进一步加大了老化设备更新的难度<sup>[3]</sup>。

### 四、智能变电站中的继电保护设备运行维护策略

#### （一）设备异常运行状态下的维护策略

##### （1）信号转发网络设备故障维护

网络图数据在此类故障分析中扮演着关键角色。通过仔细研究数据资料，能够准确地定位故障并查明引发原因，为随后的维修处理提供有力支持。例如，继电保

护设备中，一旦出现GOOSE连接故障时，首要任务是分析信号转发网络中的异常状态。通过对连接故障的深入分析，能够清晰地识别故障现象，并迅速采取相应解决措施。

##### （2）公用信号转发网络设备故障维护

该设备运行期间，一旦出现故障，站内多个继电保护设备的保护作用都将遭受影响，尤其是过负荷连切保护装置，以及变压器保护装置会受到更为严重的影响。解决这一问题的关键在于明确定义故障的影响范围，深入分析公用信号转发网络的运行结构，并采取有针对性的措施以确保变电站继电保护设备的正常工作。

##### （3）智能终端故障维护

智能变电站中，智能终端装置承担着关键的跳合闸控制任务。然而，一旦发生故障，跳合闸功能会受到影响，引发系统保护的控制失效。在这种情况下，确保系统的安全性显得尤为重要。为有效处理故障，首要任务是迅速进行功能判断，准确定位故障发生的位置。通过对智能终端设备的实际功能进行评估，可以快速而准确地确认问题所在。若判断显示所有设备处于失控状态，应立即采取措施，退出智能终端的出口板，消除故障，以使设备可以在系统中发挥有效保护作用。

##### （4）交换机故障维护

在智能变电站通信网络中，交换机作为核心设备扮演着关键角色，直接影响着继电保护设备的运行状态。在日常维护工作中，特别需要聚焦于交换机部分，着重关注各类网络图资料，例如对GOOSE网络图和监控网络图等仔细分析。这一过程旨在精准匹配可能出现的故障症状，以确保在故障发生时能够迅速定位问题。

##### （5）间隔合并单元故障维护

隔离合并单元故障维护需要充分考虑硬件和软件层面的因素。在硬件维护方面，定期检查隔离合并单元的电气连接、元器件状态以及接地情况是必不可少的。通过精密的测量和检测设备，可以对隔离合并单元的性能进行全面评估，发现潜在问题并及时处理。此外，还需要对硬件进行定期的清洁和防腐处理，确保其在各种环境条件下都能够正常运行。在软件维护方面，隔离合并单元的保护逻辑和控制程序则需要定期更新和优化。

## （二）科学制定维护检修方案

科学的维护检修方案应基于对继电保护设备运行状态的准确评估。这包括定期进行设备的性能测试、监测关键参数、分析历史运行数据等手段，以全面了解设备的健康状况。通过这些数据的分析，可以及时发现潜在问题并制定相应的维护计划，最大限度地降低设备故障的概率。维护检修方案的制定需要考虑继电保护设备的特殊性和复杂性。不同类型的继电保护设备在结构和工作原理上存在差异，因此需要制定针对性的维护策略。例如，针对微机型继电保护设备，应注重软件系统的更新与维护；而对于电磁型继电保护设备，则需关注触发机构和灵敏元件的定期检测与更换。科学的维护检修方案应根据具体设备类型的特征，有针对性地制定差异化的维护计划。此外，考虑到继电保护设备在电力系统中的紧急性，科学的维护检修方案还需包含预防性维护和紧急维护两方面内容。预防性维护通过定期检查、清洁、润滑等手段，降低设备的老化速度，延长设备寿命；而紧急维护则要求建立紧急故障响应机制，确保在设备发生故障时能够迅速响应、迅速修复，最大限度地减少停电时间。

## （三）应用智能运维系统

在智能变电站中，继电保护设备是保障电力系统正常运行的关键组件之一。为了更好地实现对继电保护设备的运行维护，应用智能运维系统成为一种创新性的解决方案。智能运维系统采用了三层架构，包括数据源、存储分析和应用层。在该结构中，数据源层负责收集各种运行数据，包括继电保护设备的实时状态、电力负荷情况等。存储分析层通过云计算和大数据技术对这些数据进行存储和全面分析，实现对设备运行状态的深度监测。应用层则通过智能算法，从海量数据中提炼关键信息，为运维决策提供有力支持。这三层架构有效地将数据采集、存储分析和应用处理科学分离，使得每个环节能够独立优化，提高整个系统的灵活性和可维护性<sup>[4]</sup>。

移动终端在整个智能运维系统中扮演着关键的角色。移动终端不仅负责传递基础数据和智能运维指令，

还通过外网与系统进行通信，确保数据的安全传输。同时，移动终端通过唯一性二维标识码实现了对监测信息和运维指令的实时接收，从而实现了系统内数据的闭环，提高了信息传递的准确性和实时性。标准化运维流程是确保运维工作高效进行的关键因素。在智能变电站中，通过制定标准化运维流程，可以有效降低误操作的风险，提升运维效率。这一流程涵盖了设备检修、故障处理、数据采集等各个方面，为运维人员提供了清晰的操作指南，使其能够更加有序地进行设备管理和维护工作。智能运维系统在数据监测方面引入了云计算和大数据技术，替代传统的监测手段。通过全面分析大量数据，并结合先进的算法，系统能够更准确地检测设备运行的异常情况，并及时发出报警。这种智能化的监测手段不仅提高了对继电保护设备运行状态的实时感知能力，还使得对问题的快速响应成为可能，有效预防了潜在的故障风险。

## 结语

在智能变电站中，继电保护设备的运行与维护至关重要，直接关系到系统的安全稳定运行。在维护方面，系统异常状态下及时的故障排除，定期的设备检测以及科学的日常运维计划是确保继电保护装置长期稳定运行的关键，通过对继电保护设备状态的监测与分析，及时发现并解决潜在问题，可最大限度地减少故障发生的可能性。同时，应不断推进智能化维护手段，如远程监控与自动化诊断，有望进一步提高维护效率。

## 参考文献

- [1] 王沁洋, 倪冬智. 110kV智能变电站继电保护的运行维护探讨[J]. 科技创新导报, 2020, 17(09): 28-29.
- [2] 李斌. 智能变电站继电保护设备的运行和维护研究[J]. 通信电源技术, 2019, 36(05): 53-54.
- [3] 戴栩生. 智能变电站继电保护失效机理与薄弱环节研究[J]. 南方农机, 2019, 50(20): 154.
- [4] 牛振华. 智能变电站继电保护设备运行及维护[J]. 数字通信世界, 2020(12): 249-250.