

变电站二次回路及继电保护调试技术探讨

路蕙源 李昕

辽宁省送变电工程有限公司

摘要: 在电力网络中, 变电站作为电能传输与分配的关键枢纽, 具有不可替代的重要地位。其中, 二次回路及继电保护装置作为保障电网安全、稳定运行的核心要素, 其重要性日益凸显。随着科技的飞速发展, 数字化与智能化技术已逐步应用于电力系统的各个环节, 为变电站的革新与进步提供了有力支持。本文旨在系统剖析当前变电站二次回路及继电保护的设计布局现状, 深入探究调试技术的实际应用与优化策略, 以期提升电网运行效率、促进智能电网的可持续发展提供有益参考。

关键词: 变电站; 二次回路; 继电保护调试技术

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.12.094

引言

面对智能化电网的建设需求, 传统的二次回路与继电保护技术已难以完全适应。因此, 提升二次回路设备检查的准确性、增强继电保护的可靠性, 成为当前电力系统亟待解决的问题, 这不仅需要依托先进的技术手段, 更需要在设计与布置上做出创新, 以确保二次回路与继电保护能够与智能化电网的发展步伐相协调。

一、二次回路设计的要点与规范

二次回路作为变电站的重要组成部分, 其设计应遵循严格的技术规程与标准。根据《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》(DLT 5136—2012)的要求, 二次回路设计应确保安全、可靠, 并适应变电站的运行特性。具体来说, 设计中应注重以下几个方面:

1、控制接线方式: 在变电站的控制接线方面, 本文推崇采用强电一对一的控制方式。此种方式可显著提升控制的精确性与可靠性, 为电网的安全稳定运行提供坚实保障。在选择直流电源的额定电压时, 110kV和220 kV 作为常见的电压等级, 应依据变电站的实际运行需求进行合理抉择。针对无人值守的变电站场景, 本文建议采用具备自动复位功能的二次控制回路。此种控制方式在遭遇故障情形时, 能够自动恢复至正常状态, 有效降低对人工干预的依赖, 从而提升变电站的自动化运维水平。在断路器控制回路的设计方面, 应满足电源监视回路的相关要求, 并能准确指示断路器的合闸与跳闸位置状态, 这将有助于运维人员实时掌握断路器的工作状态, 及时发现并处理潜在的安全隐患。此外, 二次回路的设计还需兼顾与其他系统(如信号系统、测量系统等)的协同配合, 以确保整个变电站系统的安全、稳定、高效运行。

二、继电保护二次设备布置实践

首先, 针对二次设备的组屏方案, 应依据变电站的实际规模与运行需求, 进行科学、合理的规划, 这涵盖了屏柜的数量、尺寸及布局等多个方面, 旨在确保设备能够有序、高效地安装在屏柜内, 从而优化空间利用

并提升运行效率。其次, 二次设备的具体布置方案同样至关重要。在遵循行业标准与规范的前提下, 应结合设备的独特性与功能需求, 精确确定其在变电站内的最佳布置位置。例如, 直流系统中的蓄电池应被妥善安置在专用的蓄电池室内, 并配备高频开关充电装置以实现高效充电; 交流系统中的站用变压器、交流电源屏等设备也应根据实际情况进行合理布局。在此过程中, 设备的接地问题不容忽视。必须确保接地线路具有足够的截面积, 并与接地装置形成可靠连接, 从而确保设备的接地效果达到最佳状态。

三、交直流系统的设计与布置要点

交直流系统是变电站中的重要组成部分, 其设计与布置对于保障变电站的安全、稳定运行具有重要意义。具体来说, 设计与布置中应注重以下几个方面:

1、直流系统设计

直流系统为变电站提供稳定的直流电源, 设计中应注重蓄电池的选择和充电装置的配置。蓄电池的容量应满足变电站的实际需求, 充电装置应具备智能化管理功能, 以确保蓄电池的安全、可靠运行。

2、交流系统设计

交流系统为变电站提供交流电源, 设计中应注重站用变压器的选择和交流电源屏的配置。站用变压器的容量和型号应根据变电站的实际需求来确定, 交流电源屏应具备过载、短路保护等功能, 以确保交流系统的安全、稳定运行。

在交直流系统的布置过程中, 应注重设备的散热和通风问题。对于发热量较大的设备, 应采取有效的散热措施, 如加装散热器、风扇等; 同时, 应确保设备布置在通风良好的位置, 以避免因温度过高而影响设备的正常运行。此外, 在交直流系统的设计与布置中, 还应注重与其他系统的协调配合。例如, 与保护装置的配合应确保在发生故障时能够及时切断故障电流; 与信号系统的配合应确保在设备异常时能够及时发出告警信号等。

四、变电站继电保护二次回路隐患排查技术

1、状态监测保护技术

状态监测保护技术在变电站二次回路隐患排查过程中扮演着举足轻重的角色。在实际应用场景中，状态监测保护技术充分依托计算机技术，确保信息传输过程的安全性及可靠性。同时，该技术还利用多元化的设备进行信息传输，诸如测控设备、网络分析仪等，这些设备可根据实际需求进行灵活组合，以显著提升信息传输的实际效果。此外，状态监测保护技术还着重强调以数据信息为基础，对变电站的运行状况进行全面细致的检查。通过合理设定信息传输时间，该技术能够实现实时监测与保护的目，从而为变电站的安全稳定运行提供有力保障。

2、录波器排查技术

在特殊场景下，录波器排查技术对于二次回路的隐患排查展现出了不可或缺的重要价值。当二次回路遭遇故障时，录波器能够忠实地保存相关文件及操作参数，为技术人员提供宝贵的故障分析资料。借助磁力仪的数据分析功能，技术人员得以准确判断二次回路故障的性质，即属于预期故障还是非预期故障，进而能够有针对性地解决运行过程中的各类问题。不仅如此，录波器还具备记录波形的重要功能，从而能够实现对二次回路工作状态的实时有效监测。此外，为了确保电流互感器的正常运行并降低潜在安全风险，技术人员还需对其运行状况进行全面综合的分析。

3、过电流限定保护技术

在变电站二次回路隐患排查中，过电流限定保护技术同样扮演着举足轻重的角色。在电力系统运行过程中，电流过载是一个不容忽视的问题，它可能引发外部电路短路等严重故障。然而，过电流限定保护技术的出现，为解决这一问题提供了有效手段。该技术能够在电流超过安全限定时，及时触发报警机制，将警报信息传送到变电站终端系统。同时，它还能迅速采取自我保护措施，确保继电保护装置的安全运行。

4、故障可视化系统排查技术

随着智能电网的迅猛发展，故障可视化系统排查技术作为一种前沿技术应运而生。该技术具备对变电站内部二次系统及回路的实时动态监控能力，当系统出现异常状况时，能够迅速收集、处理并分析故障信息，进而精确定位故障位置。通过图形、文字等多种展示方式，相关技术管理人员在主站端便能准确掌握现场工作情况，高效完成隐患性质判定及故障检修策略分析等工作，这不仅显著提升了检修工作的效率，降低了整体工作强度，还为新型继电保护技术提供了坚实的数据化支持，大幅提升了信息传递的准确性。

五、变电站二次回路及继电保护调试技术的应用

1、二次回路调试技术的应用

二次回路调试是保障变电站稳定运行不可或缺的重

要环节。在此过程中，主要对测量回路、控制回路及信号回路进行全面细致的检查与验证。测量回路承担着保护与监控的双重功能，确保电力系统的安全与稳定；控制回路则负责控制断路器和刀闸的分合操作，是电力系统运行的关键；而信号回路则分为事故信号、开关运行状态信号及中央信号系统三部分，为运行人员提供实时的系统状态信息。

调试工作的核心要点包括：核对回路电缆连接的准确性，确保每一根电缆都连接到正确的位置；验证回路功能的正常性，确保每一个回路都能正常工作；检查回路的绝缘性，防止因绝缘不良而引发的故障。特别需要强调的是，计量电压二次回路连接导线的截面积应不小于 2.5mm^2 ，且计量接线盒的接线方式必须符合规范要求。

在进行绝缘检查时，应严格按照规程规范进行操作。保护屏柜端子排内侧的各类回路端子应分别短接，以确保测量的准确性。同时，为保证保护装置内互感器屏蔽层接地的可靠性，在测量某一组回路对地绝缘电阻时，必须确保其他组回路全部接地。

2、继电保护调试技术的应用

继电保护调试是确保电力系统正常运行的至关重要的环节。当电气设备遭遇短路故障时，继电保护装置能够迅速、自动且有针对性地切断故障元件，从而有效保护其他元件免受损害。其调试内容涵盖了对二次屏柜及回路的细致检查、继电保护装置的单体试验、保护整组传动试验、站内遥控、遥测、遥信试验，以及二次注流、加压试验和一次升流试验等。在调试过程中，需要特别关注并避免由于电流互感器单侧布置而可能导致的断路器和电流互感器间的故障死区。对于双通道保护装置，自环检查是必不可少的步骤，这能有效防止装置内部通道接线错误。同时，调试人员还需仔细核对一次回路主接线图与现场接线的一致性，特别是要重点检查特定变压器的低压侧一次接线是否符合变压器组别的要求。

3、调试过程中发现的问题及解决方案

1) 隔直装置刀闸记忆功能隐患

在220kV变电站主变隔直装置的调试过程中，技术人员揭示了一个重要的技术问题：刀闸机构展现出了不应存在的记忆功能。具体而言，当刀闸机构在分合操作中遭遇电机电源中断时，其分合动作会暂时停止；然而，一旦电机电源得以恢复，刀闸机构竟会延续之前的操作状态继续运行。经过深入的技术分析，记忆功能的根源被追溯到厂家电机回路中集成的电动机综合保护器P。此保护器设计有缺相、断电及过热等多重保护功能。在遭遇这些异常情况时，保护器会通过激活其常闭节点来切断电机电源。为了彻底消除这一安全隐患，技术人员提出了针对性的整改策略。整改方案的核心在于将电动机综合保护器P的常闭节点巧妙地串入电机控制

回路中。通过这一改造，一旦发生缺相、断电等异常情况，控制回路将立即被切断，从而确保电机电源被完全隔离。更为关键的是，即使电源在之后得以恢复，改造后的系统也能确保刀闸机构不会错误地继续之前的操作状态。

2) 110kVⅢ母线主保护缺失

在针对某110kV变电站的系统调试中，技术人员揭示了一个显著的问题：110kVⅢ母线缺乏必要的主保护。深入分析此问题的根源，发现原设计中主变保护高压侧的保护策略存在局限。具体而言，原设计仅选择了内桥1和内桥2的电流互感器保护绕组及其电流作为高压侧电流的保护手段，其保护范围被限制在110kV内桥1电流互感器至内桥2电流互感器之间的区域，即主要覆盖了110kVⅡ母线。与此同时，110kV某A线的保护策略则是基于本间隔电流互感器的保护绕组，其保护范围同样受限，仅延伸至110kV某B线电流互感器至对侧线路电流互感器之间的区域。由于这种设计选择，导致了一个关键区域——内桥2电流互感器至110kV某C线电流互感器之间的区域（即110kVⅢ母线）未能得到主保护的有效覆盖，这意味着在发生故障时，该区域的设备可能无法得到及时有效的保护动作，从而增加了故障扩大的风险并影响整个变电站的安全稳定运行。为解决这一问题，技术人员提出了设计变更方案：对原有的保护配置进行优化调整，以确保110kVⅢ母线能够得到全面、有效的主保护，这可能需增加额外的电流互感器、保护装置或修改原有的保护逻辑等方式来实现。通过这些变更措施，可以消除保护死区，提高整个变电站的安全性和可靠性。

六、变电站二次回路及继电保护调试的要点

1、二次回路调试

二次回路作为变电站中的核心部分，其调试工作尤为关键。调试过程中，首要任务是对二次回路中的各种元器件如电流互感器、电压互感器等进行详尽的检测与调整，这涉及使用万用表、示波器等测试工具，精确测量元器件的参数，如额定变比、偏移误差等，并根据实际测量值进行必要的调整，确保它们工作在预定的正常范围内。此外，二次回路的接线和连接也是调试的重点。由于二次回路接线复杂，任何接线错误或连接松动都可能导致整个回路的功能失效。因此，调试人员需要对接线和连接进行逐一检查，确保其准确无误。最后，对于二次回路中的信号传输和保护装置，也需进行细致的工作参数优化，以保障信号传输的稳定性和保护装置动作的准确性。

2、继电保护调试

继电保护是保障电力系统安全运行的“守门人”，其调试工作同样不容忽视。在调试继电保护设备时，重点是对其进行参数设置和优化，这包括使用电流表、电

压表等工具测量设备的动作时间、动作电流等关键参数，并根据这些参数的实际值进行调整，确保继电保护设备在发生故障时能够迅速、准确地动作。此外，调试人员还需要对继电保护设备的逻辑关系进行深入分析和优化。逻辑关系的正确与否直接关系到保护装置能否正确识别故障并采取相应的保护措施。因此，对逻辑关系的调试是确保继电保护系统正常工作的关键步骤。最后，对继电保护设备的动作性能进行全面的测试和评估也是调试工作的重要组成部分，这包括对设备的动作时间、动作精度等性能指标进行实际测试和仿真分析，以发现并解决可能存在的问题。

3、综合调试策略

综合调试策略强调对二次回路和继电保护系统进行全面、一体化的调试。在这一过程中，不仅要分别对二次回路和继电保护设备进行详细的调试和优化，还需要考虑它们之间的相互作用和影响。因此，在综合调试中，需要借助各种先进的测试仪器和仿真分析工具，对整个系统的性能和功能进行全面的测试和评估。同时，调试人员还需要具备丰富的专业知识和实践经验，以便能够准确识别并解决系统中可能存在的各种问题。通过综合调试策略的实施，可以大大提高变电站二次回路及继电保护系统的可靠性和稳定性，为电力系统的安全运行提供有力保障。

结束语

变电站二次回路及继电保护的设计与调试是确保电力系统安全、稳定运行的关键环节。通过遵循严格的技术规程与标准，二次回路设计能够确保控制接线的准确性和可靠性，同时适应变电站的运行特性。在继电保护二次设备的布置中，安全性、可靠性、经济性、还原性以及可扩展性是需要遵循的原则，以确保设备的整齐、有序安装和良好接地。交直流系统的设计与布置同样重要，它们为变电站提供稳定的电源，并确保在故障时能够及时切断电流。在隐患排查方面，状态监测保护技术、录波器排查技术、过电流限定保护技术和故障可视化系统排查技术为二次回路和继电保护的稳定运行提供了有力支持。

参考文献

- [1]陈首全. 变电站二次回路及继电保护调试技术研究[J]. 电力设备管理, 2022(23): 118-120.
- [2]朱广飞. 变电站二次回路及继电保护调试技术措施[J]. 2019.
- [3]王满喜. 变电站二次回路及继电保护调试技术措施研究[J]. 科学与信息化, 2021.
- [4]吴飞. 变电站二次回路及继电保护调试技术措施分析[J]. 中国设备工程, 2019(4): 3.
- [5]宋天骥. 变电站二次回路及继电保护调试研究[J]. 中国科技投资, 2020, 000(023): 170-171.