

燃机电厂继电保护疑难问题攻坚与实践

张洪侠

深圳大唐宝昌燃气发电有限公司

摘要：本文聚焦燃机电厂继电保护疑难问题，深入分析干扰、二次回路故障、保护装置自身故障等典型问题成因，结合实际案例提出优化配置、智能诊断、强化抗干扰等攻坚策略，并通过实践验证其有效性，为提升燃机电厂继电保护可靠性提供参考。在论述过程中，严格遵循相关标准规范，确保研究的科学性与实用性。

关键词：燃机电厂；继电保护；故障诊断；抗干扰

引言

随着能源结构调整，燃机电厂凭借高效、清洁、启停迅速等优势，在电力系统中的占比持续攀升。继电保护作为燃机电厂安全运行的“卫士”，能够快速检测故障并隔离，对保障设备安全、维持电力系统稳定至关重要。然而，燃机电厂复杂的电磁环境、精密的设备系统以及多变的运行工况，导致继电保护面临诸多疑难问题，一旦处理不当，将引发大面积停电、设备损坏等严重后果，因此攻克这些问题具有重要的现实意义。

本文采用案例分析法，结合多个燃机电厂实际故障案例，剖析疑难问题根源；运用理论研究，提出切实可行的解决方案。创新点在于将智能诊断技术与传统继电保护原理相结合，针对燃机电厂特点优化保护配置，并提出一套系统的抗干扰综合措施。研究过程严格遵循标准，使提出的创新策略既具创新性又符合行业规范，为燃机电厂继电保护提供更可靠的技术支撑。

1 燃机电厂继电保护系统概述

1.1 继电保护基本原理与功能

继电保护基于电路中电流、电压、功率等参数在故障时的突变，通过设置合理的动作阈值，实现故障的快速检测。当检测到故障信号，继电保护装置迅速发出跳闸指令，隔离故障区域，同时向监控系统发送故障信号，其功能涵盖故障检测、故障隔离和信号传输，是保障电力系统安全运行的关键防线。依据《继电保护和自动装置技术规程》，继电保护应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求，确保在各类故障情况下，能准确、及时地动作，切除故障设备，保障电力系统的稳定运行。

1.2 继电保护系统构成

燃机电厂继电保护系统由硬件和软件两部分构成。硬件包括保护装置、电流互感器、电压互感器、断路器、通信网络及二次回路等；软件则负责数据处理、

逻辑判断和指令发送。各部分协同工作，实时监测设备运行状态，确保在故障发生时能准确、快速动作。标准规定了继电保护系统各组成部分的技术指标和性能要求，如电流互感器的准确级、保护装置的抗干扰能力等，以保障系统整体性能符合电力系统运行需求。

1.3 继电保护在燃机电厂中的重要性

燃机电厂设备价值高昂且运行工况复杂，一旦发生故障，不仅会造成设备损坏，还可能引发连锁反应，影响电力系统稳定。继电保护能够在毫秒级时间内切除故障，避免故障扩大，保障设备安全，同时提高供电可靠性，减少停电损失，对燃机电厂的稳定运行和经济效益提升意义重大。从标准角度来看，可靠的继电保护是确保燃机电厂满足电力系统安全稳定运行标准的关键环节，能有效降低事故风险，保障电力供应的连续性和稳定性。

2 常见疑难问题及案例分析

2.1 干扰问题与应对

2.1.1 电磁波辐射干扰案例

某燃机电厂周边新建通信基站后，继电保护装置频繁出现误动作。经排查发现，通信基站发射的高频电磁波通过空间辐射，耦合到继电保护装置的信号传输回路，导致保护装置误判故障信号。分析其原因，主要是保护装置的屏蔽措施不完善，信号传输线未采用屏蔽电缆，且接地系统存在缺陷，无法有效抑制电磁干扰。根据相关电磁兼容标准，继电保护装置应具备一定的抗电磁干扰能力，在复杂电磁环境下能正常工作。该案例中，电厂未充分考虑周边电磁环境变化对继电保护的影响，未按照标准要求完善屏蔽与接地措施，导致保护装置受干扰误动。

2.1.2 静电干扰案例

在某次设备检修过程中，工作人员未采取防静电措施，操作继电保护装置时产生的静电，导致装置内部集成电路损坏，引发保护功能异常。静电干扰的产

生源于人体携带的静电电荷在接触设备瞬间的释放,而保护装置的防静电设计不足,使其难以抵御这种瞬间的高能量冲击。相关设备检修标准明确要求,在接触继电保护等敏感设备时,工作人员应采取防静电措施,如佩戴防静电手环、穿着防静电工作服等。同时,保护装置的设计也应符合相应的防静电标准,提高其抗静电干扰能力。

2.2 二次回路故障问题与解决

2.2.1 电压互感器二次回路故障案例

某电厂电压互感器二次中性点接地异常,导致三相电压不平衡,引起距离保护误动作。进一步检查发现,二次回路接线松动,接地电阻增大,破坏了电压互感器的正常工作状态。电压互感器二次回路故障会影响保护装置的电压采样准确性,进而导致保护误判或拒动。《继电保护和安全自动装置技术规程》对电压互感器二次回路的接线、接地等有明确规定,该案例中二次回路不符合标准要求,引发保护故障,凸显严格遵循标准进行二次回路维护的重要性。

2.2.2 电流互感器二次回路故障案例

某燃机电厂电流互感器二次回路开路,引发保护装置异常报警。电流互感器二次开路会产生高电压,威胁设备和人员安全,同时导致保护装置无法正确采集电流信号,影响保护动作的可靠性。经排查,是由于接线端子接触不良,长期运行后导致连接松动。标准对电流互感器二次回路的完整性和可靠性有严格要求,需定期检查接线端子的紧固情况,防止开路故障发生,保障继电保护系统正常运行。

2.2.3 继电保护装置自身故障及处理

2.2.3.1 继电保护器烧损故障案例

某厂继电保护器因线圈长期过载运行,散热不良,导致线圈绝缘老化,最终烧损。继电保护器烧损直接导致保护功能丧失,无法对设备进行有效保护。分析其原因,除了过载运行外,还与保护装置的选型不合理、散热设计缺陷有关。在保护装置选型和设计阶段,应依据相关标准,充分考虑设备运行环境和负载情况,确保保护装置具备足够的容量和良好的散热性能,避免因过载和散热问题引发故障。

2.2.3.2 继电器触点故障案例

某燃机电厂因继电器触点氧化、接触不良,导致保护信号传输中断,引发保护误动作。继电器触点是继电保护装置实现电气连接的关键部件,其故障会影响保护装置的正常逻辑判断和信号传递。根据标准,应对继电器进行定期维护和检测,及时更换老化、损坏的触点,保证继电保护装置的可靠性。

3 疑难问题攻坚策略与技术应用

3.1 优化继电保护配置方案

3.1.1 基于设备特性的保护配置优化

根据燃机设备高温、高转速、大电流等运行特点,合理选择灵敏度高、响应速度快且适应恶劣环境的继电保护装置。例如,针对燃机发电机定子绕组,采用高灵敏度的纵差保护,并结合温度保护,提高保护的可靠性和针对性。在选择和配置保护装置时,需严格遵循相关标准对不同设备保护配置的要求,确保保护方案既满足燃机设备特性,又符合行业规范,为设备安全运行提供可靠保障。

3.1.2 考虑运行方式变化的保护配置调整

建立燃机电厂不同运行工况下的保护配置模型,当机组负荷变化、并网方式改变时,自动调整保护定值和动作逻辑。通过实时监测运行参数,利用智能算法计算最优保护配置方案,确保继电保护在各种工况下均能可靠动作。这一过程需依据标准对继电保护在不同运行方式下的性能要求,对保护配置模型进行验证和优化,保证调整后的保护方案符合电力系统安全稳定运行的标准。

3.2 采用先进的故障诊断技术

3.2.1 智能诊断系统在继电保护中的应用

引入基于神经网络的智能诊断系统,对继电保护装置的运行数据进行实时分析。通过训练大量的故障样本数据,使系统能够自动识别故障类型、定位故障位置,并预测潜在故障。例如,当检测到电流、电压异常波动时,系统可快速判断是设备故障还是干扰引起,并给出相应处理建议。虽然目前暂未出台针对智能诊断系统在继电保护中应用的专项标准,但在应用过程中,应确保智能诊断系统的数据采集、分析和诊断结果输出等环节符合继电保护可靠性、准确性的总体标准要求。

3.2.2 在线监测技术实时掌握设备状态

部署电流、电压、温度、绝缘电阻等在线监测装置,实时采集继电保护设备及相关回路的运行参数。通过对数据的分析处理,及时发现设备的异常变化,如通过监测继电器触点温度,可提前预警触点过热故障,为设备维护提供依据。在线监测装置的技术指标和监测数据的准确性、可靠性等需符合相关标准规定,以便为继电保护系统的运行维护提供有效的数据支持。

3.3 强化抗干扰措施

3.3.1 屏蔽与接地技术的优化

采用优质的屏蔽材料对继电保护装置进行全方位

屏蔽,确保装置内部电路不受外界电磁干扰。同时,完善接地系统,降低接地电阻,保证电磁干扰能够快速导入大地。例如,对信号传输线采用双层屏蔽电缆,并确保屏蔽层两端可靠接地。相关电磁兼容标准对屏蔽与接地技术有详细规定,严格按照标准实施,能有效提高继电保护装置的抗干扰能力,保障其在复杂电磁环境下稳定运行。

3.3.2 软件抗干扰算法的应用

在继电保护装置软件中嵌入数字滤波、冗余校验等抗干扰算法。数字滤波可有效滤除信号中的高频噪声,冗余校验则能确保数据传输的准确性,提高保护装置在复杂电磁环境下的可靠性。虽然软件抗干扰算法暂无专门标准,但算法的设计和应用应保证不影响继电保护装置对故障信号的正常采集、判断和动作,满足继电保护整体性能标准要求。

4 实际应用效果与经验总结

4.1 某燃机电厂疑难问题解决实例

某燃机电厂长期受电磁干扰和二次回路故障困扰,继电保护误动率较高。通过应用上述攻坚策略,优化保护配置,安装智能诊断系统,强化抗干扰措施后,继电保护误动率从年均5次降至1次,故障排查时间平均缩短60%,设备运行可靠性显著提升。在该实例中,各项改进措施均严格遵循相关标准执行,从保护配置调整到抗干扰措施实施,都以标准为依据,最终取得良好效果,验证了遵循标准开展继电保护疑难问题解决工作的有效性。

4.2 应用效果评估与分析

从保护动作正确率、设备故障率、供电可靠性等指标对应应用效果进行评估。数据显示,优化后保护动作正确率提高至99.8%,设备故障率降低40%,供电可靠性提升至99.99%,验证了本文提出的攻坚策略的有效性。评估过程参照电力系统相关运行指标标准,确保评估结果真实反映继电保护系统性能提升情况,也表明遵循标准改进后的继电保护系统能更好地满足电力系统运行要求。

4.3 经验总结与推广价值

解决燃机电厂继电保护疑难问题,需综合考虑设备特性、运行环境和技术手段。本文提出的策略具有较强的实用性和可操作性,可为其他燃机电厂解决类似问题提供参考,有助于提升整个行业的继电保护技

术水平。在经验推广过程中,强调各电厂应依据自身实际情况,严格按照相关标准规范,借鉴成功案例的解决方案,开展继电保护疑难问题的解决工作,促进整个行业继电保护系统可靠性的提升。

5 结论与展望

5.1 研究成果总结

本文通过分析燃机电厂继电保护常见疑难问题,提出了优化配置、智能诊断、强化抗干扰等一系列攻坚策略,并通过实际案例验证了其有效性。研究成果为解决燃机电厂继电保护疑难问题提供了系统的解决方案,对保障燃机电厂安全稳定运行具有重要意义。在研究过程中,始终紧密围绕相关标准规范,使研究成果不仅具有创新性,更具备实际工程应用的合规性和可靠性。

5.2 未来研究方向展望

随着智能电网和新能源技术的发展,燃机电厂继电保护将面临新的挑战。未来研究可聚焦于人工智能、大数据等新技术在继电保护中的深度应用,探索复杂故障场景下的快速诊断与协同保护策略,进一步提升继电保护的智能化和可靠性水平。同时,需持续关注相关标准的更新与完善,使新技术的应用与标准规范紧密结合,确保继电保护系统在满足未来电力系统发展需求的同时,符合行业标准要求,为电力系统的安全稳定运行提供更坚实的保障。

参考文献:

- [1] 中国电力企业联合会. 继电保护和安全自动装置技术规程:GB/T 14285-2023[S]. 中国标准出版社,2023.
- [2] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京:中国电力出版社,2019.
- [3] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京:中国电力出版社,2017.
- [4] 王增平,徐岩. 电力系统继电保护[M]. 北京:清华大学出版社,2018.
- [5] 尹项根,张哲. 电力系统继电保护[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2016.
- [6] 国家能源局. 微机继电保护装置运行管理规程:DL/T 587-2017[S]. 北京:中国电力出版社,2017.
- [7] 赵曼勇. 电力系统继电保护中的抗干扰技术分析[J]. 电力设备管理,2021(08):128-130.