

# 基于防越级跳闸的铁路配电所智能保护装置研究与应用

范增盛<sup>1</sup> 余汶敦<sup>1</sup> 高慧<sup>2</sup> 娄敏暄<sup>3</sup> 樊志华<sup>2</sup>

1. 中国铁路青藏集团有限公司供电部 青海西宁 810000

2. 南京恒星自动化设备有限公司 江苏南京 211135

3. 中国铁路西安局集团有限公司宝鸡供电段电力技术科 陕西宝鸡 721000

**摘要:** 铁路配电所稳定运行对铁路运输至关重要,越级跳闸问题严重影响铁路运输安全和效率。本文深入分析了铁路配电所越级跳闸的原因及其危害,并且为了有效降低越级跳闸风险及危害,本文设计了基于防越级跳闸的铁路配电所智能保护装置,充分阐述了防越级跳闸的工作原理。随着 GOOSE 通信技术的日益发展及其在电力系统中的逐步应用,本研究通过在所内组建 GOOSE 专网,实现保护装置间信息共享,在不改变所内现有接线且不增加过多成本的条件下,达到所内保护装置整所联动,相互闭锁,有效避免越级跳闸的发生。

**关键词:** 防越级跳闸;智能保护装置;GOOSE 通讯

## 1 引言

随着电力系统的快速发展和智能化水平的不断提高,电力设备的可靠性和保护系统的灵活性变得愈发重要。过流保护作为电力系统保护的重要组成部分,对设备故障的快速检测和隔离起着关键作用。近年来,随着智能电网和数字化技术的快速发展,GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) 通信协议因其实现高效、实时的信号传输及数据共享,而逐渐成为智能变电站中的重要通信工具。GOOSE 不仅具备较高的可靠性,还能够应对动态多变的网络环境,为过流保护系统的设计与实现提供了新契机。

根据研究,全球电力系统中,约有 30% 的故障跳闸属于越级跳闸,而这类故障可能导致电力系统的重大损害或停电<sup>[1]</sup>。在铁路配电所的运行过程中,越级跳闸问题一直是困扰铁路电力系统稳定运行的难题。当配电所馈出线路发生短路故障时,本应由本级保护装置动作切除故障,但有时会出现本线路保护装置拒动,而上一级的保护装置动作,导致开关越级跳闸的情况。这种现象不符合继电保护选择性的要求,不仅会影响铁路运输的正常秩序,还可能对铁路设备和人员安全造成严重威胁。因此,基于防越级跳闸的铁路配电所智能保护装置研究与应用具有重要的现实意义。

铁路配电所的越级跳闸问题严重影响了铁路运输的安全和效率。因此,本研究的目的在于开发一种基于防越级跳闸的铁路配电所智能保护装置,以提高铁路配电系统的可靠

性和稳定性。同时,系统的设计将充分利用 GOOSE 的快速通讯特性,通过实时数据交互,提高过流保护的响应速度和准确性。

## 2 防越级跳闸原理与设计

### 2.1 越级跳闸的危害与影响

#### 2.1.1 对铁路运输系统的影响

(1) 铁路运输高度依赖电力供应,配电所越级跳闸会导致供电中断。

(2) 越级跳闸会使铁路调度系统失去部分设备的控制能力。

#### 2.1.2 对铁路设备的损害

(1) 当越级跳闸发生时,电路中的电流会突然中断,这可能会在电气设备中产生瞬态过电压和过电流,导致气设备损坏。

(2) 频繁的越级跳闸会使电气设备经历多次不正常的通断电过程,缩短设备使用寿命。

#### 2.1.3 经济损失方面

(1) 铁路运输中断会导致大量货物滞留。同时,列车的晚点和停运需要对乘客进行退票、改签等补偿,这直接增加了铁路运营的成本。越级跳闸导致的电气设备损坏也需要大量的资金来维修或更换。

(2) 铁路运输的瘫痪会对相关产业产生连锁反应。物流企业也会因为铁路线路的中断而需要重新规划运输路线,增加



调压器和进线保护装置过流保护也启动，贯通线和调压器保护装置均发出闭锁信息，闭锁上级开关。当贯通线断路器拒动时，由调压器保护装置过流保护动作，发出跳闸命令。

当母线发生短路故障时，进线 I 感受到故障，并向各馈线、母联、调压器装置等发

出询问，是否有故障，在收到各保护均回答没有故障时，进线 I 按速断过流保护的延时（0 秒）进行保护动作，切除故障，满足了保护的速动性。

### 3 基于防越级跳闸的铁路配电所智能保护

#### 装置的应用与实现

目前，本文设计的基于防越级跳闸的铁路配电所智能保护装置已应用于中国铁路青藏集团有限公司所管辖的天棚所，并通过了所内测试，正处于正常运行状态。

现场实际投运的部分定值参数如下：

(1) 进线 I 保护装置投入过流 I 段和过流 II 段保护，过流 I 段动作电流 45.4A，动作时限 0.1S；过流 II 段动作电流 22.7A，动作时限 0.35S。

(2) 贯通调压馈出线保护装置投入过流 I 段和过流 II 段保护，过流 I 段动作电流

28.9A，动作时限 0S；过流 II 段动作电流 14.4A，动作时限 0.35S。

(3) I 段馈出线保护装置投入过流 I 段和过流 II 段保护，过流 I 段动作电流 5A，动作时限 0.1S；过流 II 段动作电流 2.5A，动作时限 0.35S。

(4) 西贯通保护装置投入过流 I 段和过流 II 段保护，过流 I 段动作电流 22.4A，动作时限 0.15S；过流 II 段动作电流 11.2A，动作时限 0.25S。

天棚所现场验收系统测试报告部分功能测试如图 3 所示，现如今整个防越级跳闸智能保护系统已交付使用。

## 二、实验报告

以下试验均为 10kV 供电线路。

### 2.1 进线一带母线一、进线二带母线二

#### (1) 母线一馈出线及母线模拟故障

序号	项目	整组动作结果	结论
1	模拟西贯通故障。进线一、贯通调压器和西贯通二次侧同时施加大于速断定值的电流，西贯通出口接入继保仪反馈点。	1、西贯通动作 2、贯通调压器不动作 3、进线一不动作	正确
2	模拟东贯通故障。进线一、贯通调压器和东贯通二次侧同时施加大于速断定值的电流，东贯通出口接入继保仪反馈点。	1、东贯通动作 2、贯通调压器不动作 3、进线一不动作	正确
3	模拟贯通调压器故障。进线一和贯通调压器二次侧同时施加大于速断定值的电流，贯通调压器出口接入继保仪反馈点。	1、贯通调压器动作 2、进线一不动作	正确
4	模拟 I 段馈出故障。进线一和 I 段馈出二次侧同时施加大于速断定值的电流，I 段馈出出口接入继保仪反馈点。	1、I 段馈出动作 2、进线一不动作	正确
5	模拟尖角逐道通风一故障。进线一和尖角逐道通风一二次侧同时施加大于速断定值的电流，尖角逐道通风一出口接入继保仪反馈点。	1、尖角逐道通风一动作 2、进线一不动作	正确

图 3 系统验收测试报告（部分）

## 4 结论

本文对基于防越级跳闸的铁路配电所智能保护装置进行了深入探讨与分析，明确了越级跳闸问题在铁路配电所中的严重性及其产生的原因，深入研究了防越级跳闸的原理，充分阐述了智能保护装置实现防越级跳闸的策略。通过智能保护装置在铁路配电所的应用案例，充分佐证了本研究的可行性，对提高铁路运输的安全和效率具有重要意义。总之，未来的铁路配电所智能保护装置将朝着更加智能化、协同化、高性能化和安全可靠化的方向发展，为铁路运输的安全和高效提供更加有力的保障。

### 参考文献：

- [1] K. H. Liu et al., "Assessment of Protection System Design Against Misoperation," Journal of Electrical Engineering, vol. 12, no. 3, pp. 145-159, 2020.
- [2] 辛耀中. 王永福. 任雁铭. 中国 IEC 61850 研发及互操作试验情况综述. 电力系统自动化. 2007,31 (12) : 1-6.
- [3] 殷万良. 刘万顺. 杨奇逊. 基于 IEC 61850 的通用变电站事件模型. 电力系统自动化. 2005,29 (19) : 45-50.
- [4] 范建忠. 马千里. GOOSE 通信与应用. 电力系统自动化. 2007,31 (19) : 85-90.
- [5] DL/T 860.4—2018/IEC 61850-4:2011, 发布于 2018-12-25, 实施于 2019-05-01, 由中华人民共和国国家能源局发布。