

供电系统

继电保护典型故障案例分析

GONGDIANXITONG

JIDIANBAOHU DIANXINGGUZHANG ANLIFENXI

本书编委会 编



云南出版集团公司
云南人民出版社

供电系统 继电保护典型故障案例分析

云南出版集团公司
云南人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

供电系统继电保护典型故障案例分析/《供电系统继电保护典型故障案例分析》编委会编. —昆明: 云南人民出版社, 2008

ISBN 978 - 7 - 222 - 05626 - 8

I. 供… II. 供… III. 电力系统—继电保护—故障修复—案例分析—中国 IV. TM77

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 155513 号

责任编辑: 马跃武

责任印制: 洪中丽

书 名	供电系统继电保护典型故障案例分析
作 者	本书编委会
出 版	云南出版集团公司 云南人民出版社
社 址	昆明市环城西路 609 号
邮 编	650034
网 址	www. ynpph. com. cn
E - mail	rmszbs@ public. km. yn. cn
开 本	889 × 1194 1/32
印 张	3
字 数	60 千
版 次	2008 年 10 月第 1 版第 1 次印刷
印 刷	昆明富新春彩色印务有限公司
书 号	ISBN 978 - 7 - 222 - 05626 - 8
定 价	15.00 元

内容简介

随着国民经济和社会的不断发展，用户对电力供应的依赖性在不断增强，电力系统对社会的影响也越来越大，大型电力系统一旦发生事故造成大面积停电，将给社会带来灾难性的后果。因此，保障电力系统的安全稳定运行就显得尤为重要。

本书对电力系统继电保护方面，近年来较有代表性的典型故障案例收集整理后归类进行分析，将其根据不同动作原因划分为：综合类误动、元件质量引起误动及工作质量引起误动三大类，通过采用理论计算、图表、照片、理论与现场实际接合分析等方式方法进行系统详尽的分析。从事故经过、现场调查情况、原因分析及提出相应防范措施，系统的剖析事故根源及如何防止事故再次发生的措施，通过对以上典型案例的分析，供从事继电保护专业和变电运行管理的电力工作者参考和借鉴。由于编者水平有限，虽经多方收集、核实、分析，出现错误和不妥处仍然难免，恳请读者批评指正。

本书编作者简介

主 编：秦继承

主要编写人员（排名不分先后）：

第一篇编者：王 元 彭晓宇 程 颖 周 翔

第二篇编者：杨 超 王燕祥 周 磊 王纪渝

第三篇编者：郭 皓 靳颖岚 赵维彦 殷 俊

序 言

随着国民经济和社会的不断发展，用户对电力供应的依赖性在不断增强，电力系统对社会的影响也越来越大，大型电力系统一旦发生故障造成大面积停电，将给社会带来灾难性的后果。因此，保障电力系统的安全稳定运行就显得尤为重要。

继电保护装置是电力系统密不可分的一部分，是保障电力设备安全和防止、限制电力系统大面积停电的最基本、最重要、最有效的技术手段。特别是随着我国电力系统向高电压、大机组、复杂化大电网发展，继电保护装置的作用将越来越突出。国内外经验表明，继电保护一旦发生不正确动作，往往会扩大电力系统故障，酿成严重的后果。

历史的经验值得借鉴，本书收集了近年来具有代表性的意义电力系统继电保护典型故障案例 16 例，按综合类误动、元件质量引起误动及工作质量引起的误动进行分类。通过采用理论计算、图表、照片、理论与现场实际接合分析等方式方法，从故障经过、现场调查、发生原因进行系统分析，全面剖析了故障根源及防止故障发生的措施，对防止类似故障的发生有重大意义。本书供从事继电保护专业和变电运行管理的人员参考和借鉴。

目 录

第一篇 综合类误动

编作者：王 元 彭晓宇 程 颖 周 翔

1. 500kV 线路高抗匝间保护动作分析 1
2. 接点受潮引起断路器跳闸 5
3. 查找直流接地引起断路器跳闸分析 9
4. 整定错误引起线路低周保护动作 25
5. 光纤通道误码引起安全自动装置误动 30
6. 保护与载波机失配造成保护误动 34

第二篇 元件质量引起误动

编作者：杨 超 王燕祥 周 磊 王纪渝

7. 元件质量不良引起的保护误动 39
8. 整流二极管击穿导致中阻抗母差保护误动 44
9. 隔离开关接点接触不良引起母差保护误动 52
10. AD 采样错误引起 500kV 母差保护误动 55
11. 装置内部元件故障引起失灵保护误动 58

第三篇 工作质量引起误动

编作者：郭 皓 靳颖岚 赵维谚 殷 俊

12. 接线错误导致主变差动保护误动 65

13. 继电器接线错误引起主变差动保护动作	69
14. 由于误接线导致母差失灵保护误动	73
15. 电流回路接反引起母线失压	77
16. 安全措施不完善引起的保护误动	80

第一篇 综合类误动

1. 500kV 线路高抗匝间保护动作分析

故障经过：

某电厂与某 500kV 变电站联络的 500kV 线路 A 相故障，变电站侧 5031、5032 开关三跳，电厂侧开关 A 相跳闸 A 相重合，后变电站侧该 500kV 线路高抗匝间保护出口发远跳令跳开对侧断路器。

现场调查情况：

1. 保护定值情况：

匝间保护： $Z_d = 100 \Omega$ $T = 1.5 \text{ S}$

线路重合闸：先重 $T = 1 \text{ S}$ （变电站侧重合闸停用）

2. 现场信号如下：

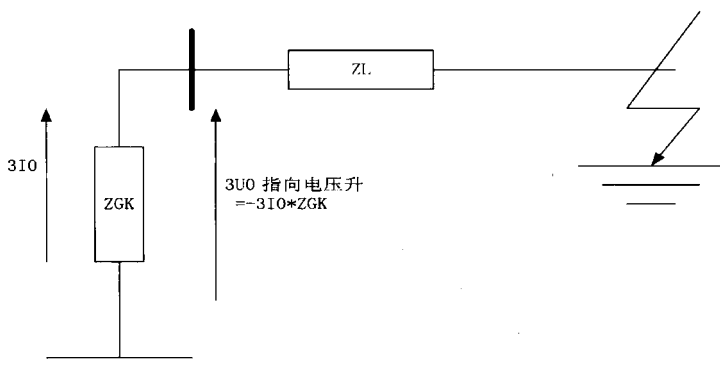
光字牌：高抗中性点过流发信，高抗匝间保护动作。

后台监控机：PFJ—1 保护出口跳闸，PFJ—1 电压回路断线，PGJ—102 电压回路断线，GE 保护屏电压回路异常

故障原因分析：

1. 匝间保护的接线分析：

当线路故障时，零序电压和电流的分析如下图， $3I_0$ 正方向由地流向母线， $3U_0$ 指向电压升方向。



由图可见，当线路发生故障时， $3U_0 = -3I_0 * Z_{GK}$ ，
测量阻抗 $Z_J = 3U_0 / 3I_0 = -Z_{GK} = |Z_{GK}| \angle 270^\circ$

高抗匝间保护 PGJ—1 的动作特性为带偏移的零序功率方向元件，其灵敏角为 90° 。由于匝间保护的电流取自中性点高抗，一次极性端对地，电压取自线路 PT 开口三角绕组，根据以上分析，电压和电流二次绕组的极性端应与保护装置的极性端对接。

2. 对高抗匝间保护 PGJ—1 插件特性进行检查：

高抗匝间保护有两块 PGJ—1 插件，两个插件的接点串联后形成出口回路。

1) 检查高抗保护的動作特性：

从端子 2D46（极性端）与 2D49 间加入 $3U_0 = 100V$ ，在端子 2D41（极性端）-2D44 之间通入电流，改变电流与电压之间的相位，实测插件 1（III-5）和插件 2（IV-9）的动作值如表（角度为电流滞后电压）：

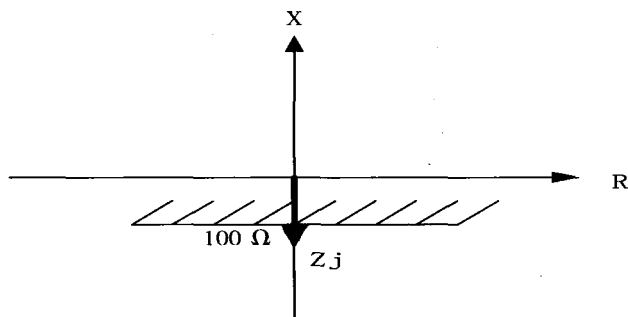
相位 φ (°)		0°	60°	90°	150°	180°	210°	240°	260°	270°	280°	300°	330°
电 流 值 (A)	III-5	0.25	0.06	0.06	0.09	0.25	0.58	0.86	0.94	0.97	0.96	0.88	0.58
	IV-9	0.23	0.05	0.05	0.08	0.23	0.56	0.83	0.91	0.94	0.93	0.83	0.53

2) 动作时间测定:

通入 0.2A 电流, 实测动作时间: $T_{DZ} = 1.68S$

3) 结论:

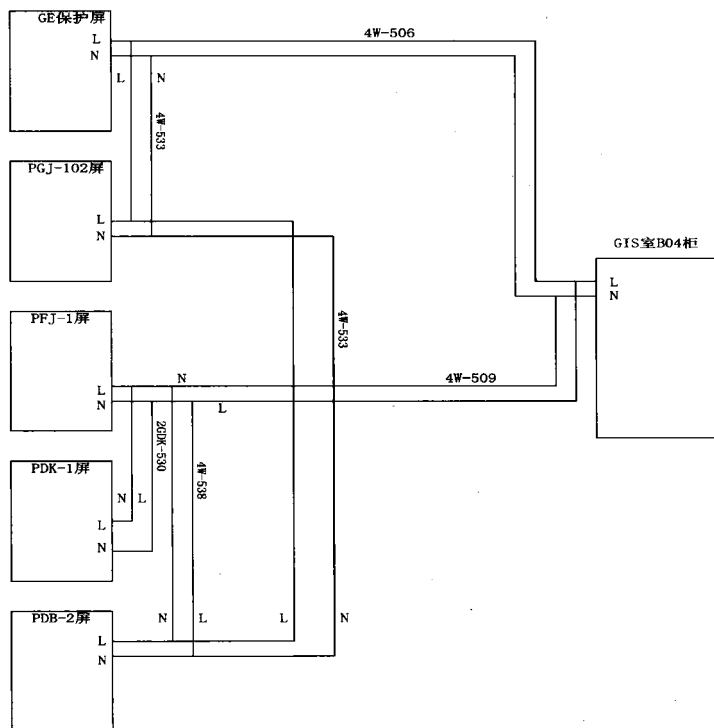
由以上动作特性可得匝间保护 PGJ—1 的动作区 (见图一), 其灵敏角 ψ 为 90° , 当测量阻抗的角度为 270° , 幅值大于 100Ω 时, 保护可靠不动, 由于偏移阻抗 Z 取 0.6 - 0.8 倍的高阻抗抗值, 当区外故障时, 匝间保护不应动作, 除非电压或电流的极性反接。



图一

3. 针对该情况对匝间保护的电流回路进行检查, 该电流取自中性点高抗, 一次极性端对地, 二次从极性端引出, 接线正确。匝间保护的电压取自线路开口三角形电压, 从后来再次动作

过的该 500kV 线路的故障录波报告上看，线路开口三角形电压幅值及方向均不正确，于是对 500kV 线路的电压回路进行了检查，检查情况见下图二：



图二

4W-509 电缆从 GIS 室至 PFJ-1 保护屏共用三根芯，分别为 Sa、UN、UL，该电缆的端子上对应的套有编号头：1（Sa）、2（UN）、3（UL）。现场进行停电对线，PFJ-1 保护屏处的 2 芯和 3 芯与 GIS 室的 2 芯、3 芯相反。断开 PT 内部接线，从 GIS

室带电缆量二次回路电阻为零，PT 二次有短路现象。把 4W - 509 电缆的 2 芯和 3 芯在 GIS 室进行对调后，二次电阻有 360Ω ，阻抗值正常。从 GIS 室向主控升电压 50V，在各保护屏处测量电压值正确。由上图电压回路的实际接线中可见由于 4W - 538 电缆从 PFJ - 1 屏接至 PDB - 2 屏导致开口三角形电压 L 与 N 短接在一起，由于 4W - 509 电缆接线错误使得 PFJ—1 屏和 PDK—1 屏（高抗保护屏）极性反接，使匝间保护误把区外故障判做区内故障造成误动，现 4W - 509 的接线已更正。

防范措施：

极性测试对于带方向的继电保护设备正确判断故障并动作起到关键的作用，新投设备及改造设备特别是更换 CT 回路二次接线，应充分认识到极性测试的重要性和必要性，因此对新投产设备和改造后的二次电流回路应加强极性测试工作，这样才能有效的避免类似故障再次发生。

接点受潮引起断路器跳闸

一、故障简述

某 110kV 综合自动化变电站，某日上午 9：00 变电站 110kV 厂站线 181 断路器跳闸，无任何保护信号。

二、故障调查

1. 到现场后检查发现 181 开关所有保护投入、出口跳闸及

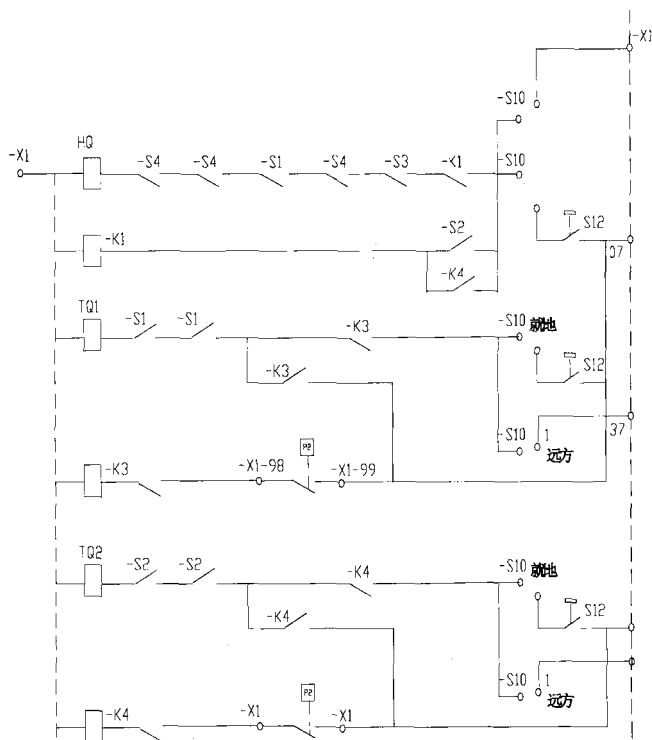
重合闸压板均未投入。LFP-941A 线路保护装置信号灯为跳闸位置“TWJ”及合闸出口“HJ”灯燃亮，无任何保护出口信号，调出保护装置内事件记录，只有重合闸动作记录，无保护动作出口跳闸记录。由于此套保护装置重合闸投入方式为不对应起动重合，可见当时 181 断路器为无保护断路器偷跳，由于断路器位置与 KK 位置不对应而起动重合闸，重合闸为正确动作，因合闸出口压板未投入使断路器不能重合成功。

2. 对 181 断路器偷跳原因进行调查，因开关跳闸时一直阴雨，怀疑跳闸为电缆绝缘降低所致，对保护屏至断路器端子箱及端子箱至机构箱的控制电缆各电缆芯线之间及对地均用 500V 摇表检查电缆绝缘，结果为电缆绝缘良好。

3. 再对 SF6 断路器机构进行检查，发现机构内部有一强跳回路，如图 1 所示，当断路器 SF6 压力降低到 P2 接点闭合时即起动 -K3 继电器，-K3 动作后接点闭合接通强跳回路，使断路器跳闸。检查 SF6 压力为正常，在 P2 接点引至机构箱内的端子 X1-98 对 X1-99 之间摇绝缘，发现接点之间电阻为零，即接点已被接通。经检查为 SF6 压力表电缆引出接线盒进水，且有锈蚀现象，经擦拭及风干处理后，接点之间电阻变为无穷。

三、故障原因分析

由此可见 181 断路器偷跳是由于 SF6 压力表电缆接线盒进水所致。得出结论后，对 SF6 压力表及电缆接线盒进行了防雨处理，加装了临时防雨罩，防止接线盒再次进水使断路器偷跳。

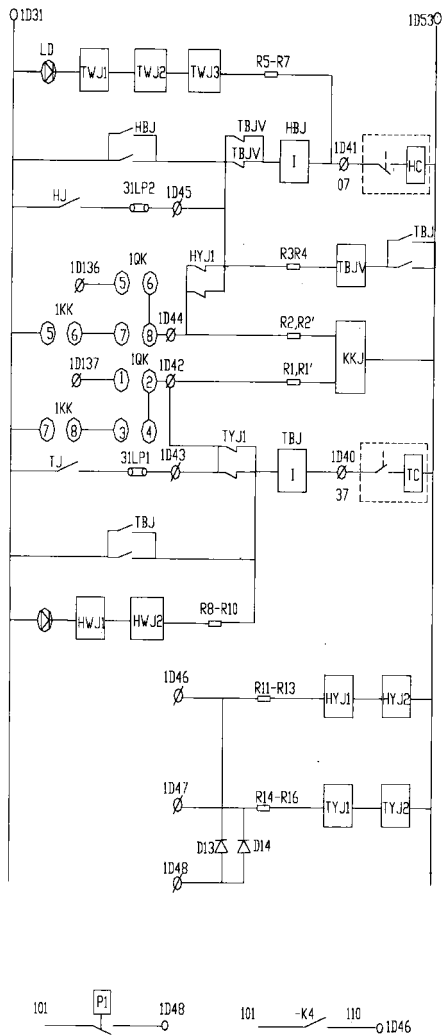


图一

四、其它缺陷

在检查断路器机构合闸回路式，发现在此断路器机构合闸回路中还存在问题，当断路器 SF6 压力降低使断路器跳闸时，压力闭锁合闸功能只能实现手合闭锁，不能实现重合闸闭锁，如图 2 所示。

继电保护典型故障案例分析



图二 操作回路示意图

实际接线中 1D46 和 1D47 被短接，引入正极“101”经压力低闭锁接点 -K4 的闭锁量“110”，在机构本体控制回路中，由于此断路器机构只用了一组跳闸线圈，-K4 接于二组跳圈回路中（见图 1），未引入工作电源，-K4 继电器不能动作，也不能起动 -K1 继电器，因此不能实现闭锁功能。压力低的另一付接点 P1 被引入 1D48，当压力降低 P1 闭合时，正极引入 1D48 使 HYJ1、HYJ2、TYJ1、TYJ2 继电器均动作，由图中可知，分闸回路被断开，但合闸回路中，接点只断开手合回路，未断开重合闸回路。常闭接点打开，断开手跳、保护跳闸回路及手合回路，但不能断开重合闸回路。

由图中可见，只要将 1D74 至 1D45 的短接线改接至 1D44 即可实现压力低闭锁重合闸。

五、防范措施

1. 对新建及扩建工程，投产前加强继电保护装置的验收工作，严格按照二次设备验收规程把好继电保护验收关。
2. 提高检修质量，加强对室外保护强跳回路的绝缘检查及防潮工作，发现异常情况及时处理。

查找直流接地引起断路器跳闸分析

某 220kV 终端变电站，220kV 侧采用内桥接线方式，继电保护人员在查找该站直流系统接地故障的过程中，经过调度同意，