

智能变电站设备运行异常 及事故案例

ZHINENG BIANDIANZHAN SHEBEI YUNXING YICHANG
JI SHIGU ANLI

主编 张丰



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

智能变电站设备运行异常 及事故案例

ZHINENG BIANDIANZHAN SHEBEI YUNXING YICHANG
JI SHIGU ANLI

主 编 张 丰

副主编 黄 敏

参 编 高秋锋 郭碧媛 陈余航 朱菁 陈友立 郭飞云



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以 110、220、500kV 电压等级智能变电站中典型的双母线、内桥及 3/2 接线方式的四座变电站为蓝本,精选了 50 个智能变电站设备运行异常及事故的典型案例。全书共 5 章,内容包括合并单元事故处理案例;智能终端事故处理案例;检修机制事故处理案例;GOOSE、SV 通信中断事故处理案例;复合型事故处理案例。附录是四座变电站的主接线图,供全书参考使用。

本书思路清晰、内容实用、案例典型。可供从事变电站运维、调控、检修技术人员学习使用,也可供高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能变电站设备运行异常及事故案例 / 张丰主编. —北京: 中国电力出版社, 2017.11
ISBN 978-7-5198-1217-1

I. ①智… II. ①张… III. ①智能系统-变电所-电力系统运行-事故分析
IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 241737 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 崔素媛 (cuisuyuan@gmail.com)

责任校对: 马 宁

装帧设计: 张俊霞

责任印制: 杨晓东

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

版 次: 2017 年 11 月第一版

印 次: 2017 年 11 月北京第一次印刷

开 本: 710 毫米×1000 毫米 16 开本

印 张: 13

字 数: 219 千字

印 数: 0001—3500 册

定 价: 46.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换



前言

随着国家电网公司推进智能电网的发展,智能变电站作为坚强智能电网的基石和重要支撑,其发展是必然趋势。2011 年以后所有新建变电站都按照智能变电站技术标准建设,并且重点对枢纽及中心变电站进行智能化改造。由此可见,掌握智能变电站的运维要点、异常与事故分析处理,是变电站运维人员必备的要求。

本书以 110、220、500kV 电压等级变电站中典型的双母线、内桥及 3/2 主接线方式的四座变电站为蓝本(具体接线方式见附录),围绕合并单元、智能终端及通信链路等故障异常情况进行编写。希望变电站运维人员通过本书的学习能够提高智能变电站运维异常及事故处理能力,使智能变电站安全生产工作得到有力保障。

本书由国网福建省电力有限公司福州供电公司高级工程师、高级技师张丰担任主编,由国网福建省电力有限公司福州供电公司高级技师黄敏担任副主编。国网福建省电力有限公司福州供电公司陈余航、陈友立编写了第 1 章,国网福建省电力有限公司福州供电公司高秋锋、国网福建省电力有限公司管理培训中心朱菁编写了第 2 章,国网福建省电力有限公司福州供电公司张丰编写了第 3 章,国网福建省电力有限公司福州供电公司郭碧媛、国网福建省电力有限公司管理培训中心郭飞云编写了第 4 章,国网福建省电力有限公司福州供电公司黄敏编写了第 5 章。

本书在编写过程中广泛听取各方意见,多次修改而成。本书的编写也得到了国网福建省电力有限公司领导和国网福建省电力有限公司福州供电公司领导的大力支持,在此致以诚挚的谢意。

限于时间及编者水平,本书在编写过程中难免存在疏漏,敬请广大读者提出宝贵意见。



目 录

前言

第 1 章 合并单元事故处理案例	1
案例 1 仿真一变电站 110kV 线路合并单元故障	1
案例 2 仿真三变电站 110kV 母线合并单元 I 套故障	3
案例 3 仿真三变电站 110kV 线路合并单元 I 套故障	7
案例 4 仿真三变电站 110kV 主变压器本体合并单元 I 套故障	10
案例 5 仿真一变电站 220kV 线路 TA 远端模块故障	14
案例 6 仿真二变电站 220kV 内桥断路器合并单元 I 套故障	17
案例 7 仿真二变电站 110kV 母线合并单元 I 套故障	20
案例 8 仿真三变电站 110kV 线路合智一体装置 I 套故障	23
案例 9 仿真四变电站 220kV 线路两套合并单元故障	26
案例 10 仿真四变电站 220kV 线路两套合并单元故障	33
第 2 章 智能终端事故处理案例	39
案例 1 仿真一变电站 110kV 线路智能终端异常	39
案例 2 仿真一变电站 110kV 母联智能终端跳闸出口压板漏投	43
案例 3 仿真三变电站主变压器 10kV 侧合智一体装置异常	46
案例 4 仿真三变电站 110kV 线路第一套智能终端故障	50
案例 5 仿真一变电站 220kV 线路第一套保护停役， 第二套智能终端跳闸出口压板误解	53
案例 6 仿真二变电站主变压器 220kV 侧智能终端结合主变压器 停电消缺	57
案例 7 仿真一变电站 220kV 母联第二套保护工作，第一套智能 终端跳闸出口压板误解	60
案例 8 仿真一变电站主变压器 10kV 侧第一套智能终端故障	64
案例 9 仿真二变电站 220kV 线路双套智能终端跳闸出口压板误解 ..	68

案例 10	仿真三变电站主变压器第一套保护二次工作·····	73
第 3 章	检修机制事故处理案例·····	77
案例 1	仿真一变电站 110kV 线路合并单元检修硬压板误投·····	77
案例 2	仿真一变电站 110kV 母差保护检修硬压板误投·····	81
案例 3	仿真三变电站 110kV 线路合智一体检修硬压板误投·····	85
案例 4	仿真三变电站主变压器本体智能终端检修硬压板误投·····	88
案例 5	仿真四变电站“中断路器”两套合并单元检修硬压板误投·····	92
案例 6	仿真一变电站 220kV 母差两套保护检修硬压板误投·····	98
案例 7	仿真二变电站 220kV 断路器两套保护检修硬压板误投·····	103
案例 8	仿真二变电站 220kV 两套短引线保护检修硬压板误投·····	107
案例 9	仿真二变电站 220kV 母联断路器两套智能终端 检修硬压板误投·····	110
案例 10	仿真二变电站 110kV 母线合并单元检修硬压板误投·····	115
第 4 章	GOOSE、SV 通信中断事故处理案例·····	120
案例 1	仿真二变电站 220kV 断路器保护与智能终端 GOOSE 断链·····	120
案例 2	仿真二变电站 220kV 断路器保护与线路保护 GOOSE 断链·····	124
案例 3	仿真二变电站 110kV 母差保护 SV 通信中断·····	128
案例 4	仿真一变电站 220kV 线路保护与智能终端 GOOSE 断链·····	133
案例 5	仿真一变电站 110kV 母线合并单元与间隔合并单元 通信中断·····	136
案例 6	仿真一变电站 220kV 线路保护组网 GOOSE 中断·····	139
案例 7	仿真三变电站主变压器本体智能终端与 110kV 备自投 GOOSE 通信中断·····	143
案例 8	仿真三变电站 110kV 进线断路器合智一体装置与 110kV 备自投装置 GOOSE 通信中断·····	147
案例 9	仿真三变电站主变压器电量保护 SV 间隔投入压板 误退出·····	150
案例 10	仿真四变电站母差保护 SV 间隔投入压板误退出·····	153
第 5 章	复合型事故处理案例·····	157
案例 1	仿真二变电站 110kV 线路复役送电 110kV 母差误动作·····	157
案例 2	仿真二变电站 110kV 母联智能终端异常, 110kV 线路 复役送电中造成 110kV 系统失电压·····	161

案例 3	仿真二变电站误退 110kV 线路间隔智能终端跳合闸出口	165
案例 4	仿真三变电站主变压器单套保护运行, 10kV 备自投组网 GOOSE 断链	169
案例 5	仿真一变电站 220kV 单套母差保护运行, 母联智能终端故障	173
案例 6	仿真二变电站主变压器 110kV 侧间隔第一套 智能终端故障	177
案例 7	仿真二变电站主变压器单套保护运行, 220kV 线路 第一套断路器保护组网断链	181
案例 8	仿真二变电站主变压器本体合并单元缺陷, 间隙过 电流保护误动作	185
案例 9	仿真二变电站 10kV 备自投退出运行, 10kV 线路断路器 拒动造成母线失电压	189
案例 10	仿真四变电站联络变压器中压侧 MU 缺陷处理, 中压侧断路器失灵误动作	192
附录 A	220kV 仿真一变电站主接线图	197
附录 B	220kV 仿真二变电站主接线图	198
附录 C	110kV 仿真三变电站主接线图	199
附录 D	500kV 仿真四变电站主接线图	200



第 1 章

合并单元事故处理案例

合并单元是智能变电站过程层的关键设备，是对来自二次转换器的电流或电压数据进行时间相关组合的物理单元。智能变电站通过合并单元完成电气量采集，包括采集器输出的采样值、电源状态信息及变电站同步信号等，在合并单元内对输入信号进行处理，同时合并单元通过光纤向间隔层智能电子设备（IED）输出采样合并数据。合并单元的输入可以是数字量或模拟量，经合并单元数据处理及同步后以 IEC 61850-9-2 或 FT3 的标准格式输出。

合并单元按照功能一般分为间隔合并单元和母线合并单元。

（1）间隔合并单元用于线路、变压器等间隔电气量采集。电气量数据一般为三相电压、三相保护用电流、三相测量用电流、同期电压、零序电压、零序电流等。对于双母线接线的间隔，间隔合并单元根据间隔隔离开关位置自动实现电压的切换输出。

（2）母线合并单元一般采集母线电压或同期电压。母线合并单元可接收至少两组电压互感器数据，并支持向其他合并单元提供母线电压数据，可实现各段母线电压的并列功能。

案例 1 仿真一变电站 110kV 线路合并单元故障

1. 主接线运行方式

仿真一变电站 220kV 双母线并列运行，甲一线 261、1 号主变压器 26A 断路器接 I 段母线运行，甲二线 264、2 号主变压器 26B 断路器接 II 段母线运行。110kV 双母线并列运行，乙一线 161、1 号主变压器 16A 接 I 段母线运行，乙二线 164、2 号主变压器 16B 接 II 段母线运行。10kV 单母线分列运行。26B8、16A8、16B8 中性点接地刀闸在合。

2. 保护配置情况

主变压器配置两套 PST-1200 电量保护、各侧均配置两套合并单元、两套智能终端；110kV 母差保护配置一套 PCS-915 母差保护；110kV 线路配置一套 CSC161A 测控保护一体化装置。

3. 事故概况

- (1) 事故起因：乙一线 161 线路合并单元故障。
- (2) 具体报文信息见表 1-1。

表 1-1 报 文 信 息

序号	时 间	报 文 信 息
1	10:00:00.000	110kV 乙一线 161 合并单元装置闭锁
2	10:00:00.000	110kV PCS915B 母差保护接收 110kV 乙一线 161 合并单元采样中断
3	10:00:00.000	110kV PCS-915 母差保护接收 110kV 乙一线 161 间隔采样数据无效
4	10:00:00.000	110kV 乙一线 161 CSC161AE 接收合并单元采样通信中断
5	10:00:00.000	110kV 乙一线 161 CSC161AE 接收合并单元采样数据无效

4. 报文分析判断

从报文 1 “110kV 乙一线 161 合并单元装置闭锁” 可得知，10:00:00 乙一线 161 合并单元故障，装置闭锁。从报文 2~5 “PCS915B 母差保护接收 110kV 乙一线 161 合并单元采样中断”“110kV PCS-915 母差保护接收 110kV 乙一线 161 间隔采样数据无效”“110kV 乙一线 161 CSC161AE 接收合并单元采样通信中断”“110kV 乙一线 161 CSC161AE 接收合并单元采样数据无效” 可知，161 合并单元故障后闭锁了乙一线 161 线路保护和 110kV 母差保护。

5. 处理参考步骤

- (1) 阅读并分析报文、检查相关保护和设备。
- (2) 发现乙一线 161 合并单元运行灯熄灭，装置电源正常，重启合并单元无效。
- (3) 汇报调度，申请断开乙一线 161 断路器。依调度指令断开 161 断路器。
- (4) 解除 110kV 母差保护上乙一线 161 间隔投入连接片。
- (5) 检查 110kV 母差保护运行正常，并复归信号。

6. 案例要点分析

合并单元故障后，无法正常接收和发送电压、电流等采样数据。由于乙一

线 161 合并单元故障，涉及接收乙一线 161 电流采样的保护，如乙一线 161 线路保护及 110kV 母线差动保护，由于无法接收到乙一线 161 有效采样数据，将闭锁保护功能。若乙一线 161 线路或 110kV 母线发生故障，乙一线 161 线路保护或 110kV 母差保护无法动作切除故障，将造成主变压器中后备保护越级跳闸。由于此时线路保护及母差保护均已闭锁，可先尝试重启合并单元，为避免合并单元重启过程中线路或母差保护误动，因此可先采取措施将 110kV 母差保护及乙一线 161 线路保护退出，然后重启合并单元，若重启后正常可恢复保护装置正常运行，报缺陷待检修人员安排停电检查此前合并单元故障原因；若重启无效，则应考虑将乙一线 161 线路停役。为避免乙一线 161 间隔电流无效数据闭锁 110kV 母线差动保护，需解除 110kV 母差保护上乙一线 161 间隔投入连接片。

在异常处理中，应先断开乙一线 161 断路器再解除 110kV 母差保护上乙一线 161 间隔投入连接片，先后顺序不得相反。若先解除 110kV 母差保护上乙一线 161 间隔投入连接片，由于此时仍有负荷的乙一线 161 线路电流不参与 110kV 母差保护差流计算，将使 110kV 母差保护产生差流，若差流越限值达到母差保护动作定值，在因外部故障等原因造成母差保护电压闭锁开放时，将造成母差保护误动。因此，应先断开乙一线 161 断路器，再解除 110kV 母差保护上乙一线 161 间隔投入连接片恢复母差保护正常运行。

案例 2 仿真三变电站 110kV 母线合并单元 I 套故障

1. 主接线运行方式

仿真三变电站 110kV 乙一线 191 断路器、乙二线 193 断路器、Ⅱ～Ⅲ内桥 19K 断路器运行，Ⅰ～Ⅱ内桥 19M 断路器热备用。1 号、3 号主变压器运行。10kV 单母线分列运行。19A8、19C8 中性点接地刀闸在分。

2. 保护配置情况

主变压器配置两套金智科技 iPACS-5941D 保护，乙一线 191、乙二线 193、Ⅰ～Ⅱ内桥 19M、Ⅱ～Ⅲ内桥 19K 各配置两套 PRS-7395 深瑞合智一体装置；110kV 配置一套金智科技 iPACS-5731 备自投保护；10kV I、Ⅵ段母线、Ⅱ、Ⅴ段母线分别配置一套金智科技 iPACS-5763D 备自投保护。乙一线 191、乙二线 193 对侧配置一套 PSL621U 线路保护（混缆线路重合闸退出）。

3. 事故概况

（1）事故起因：110kV 母线合并单元 I 套装置故障，乙二线 193 线路发生瞬时性故障。

(2) 具体报文信息见表 1-2。

表 1-2 报 文 信 息

序号	时 间	报 文 信 息
1	10:00:00.000	110kV 公用信号母线合并单元（Ⅰ套）装置异常
2	10:00:00.000	110kVⅡ段母线计量电压消失
3	10:00:00.000	110kVⅢ段母线计量电压消失
4	10:00:00.000	110kV 母线测控Ⅰ段母线电压丢失
5	10:00:00.000	110kV 母线测控Ⅲ段母线电压丢失
6	10:00:01.250	1 号主变压器 iPACS5941D（Ⅰ套）高压侧电压数据异常
7	10:00:01.250	3 号主变压器 iPACS5941D（Ⅰ套）高压侧电压数据异常
8	10:00:01.250	110kV 公用信号 iPACS5731D 备自投Ⅰ母 TV 断线
9	10:00:01.250	3 号主变压器 iPACS5941D（Ⅰ套）高压侧 TV 异常
10	10:00:01.250	1 号主变压器 iPACS5941D（Ⅰ套）高压侧 TV 异常
11	10:00:01.250	110kV 公用信号 iPACS5731D 备自投装置告警
12	10:30:00.000	3 号主变压器 iPACS5941D（Ⅰ套）保护启动
13	10:30:00.000	3 号主变压器 iPACS5941D（Ⅱ套）保护启动
14	10:30:00.000	10kV 公用信号Ⅴ母计量电压消失
15	10:30:00.000	10kV 公用信号Ⅵ母计量电压消失
16	10:30:01.300	10kV2 号电容器 929iPACS5751 低电压动作
17	10:30:01.300	10kV6 号电容器 969iPACS5751 低电压动作
18	10:30:01.330	10kV2 号电容器 929 合位一分
19	10:30:01.330	10kV2 号电容器 929 分位一合
20	10:30:01.330	10kV6 号电容器 969 合位一分
21	10:30:01.330	10kV6 号电容器 969 分位一合
22	10:30:03.000	10kV 公用信号 iPACS5763DⅡ～Ⅴ母备自投，自投跳电源 2（3 号主变压器 10kV 侧 99C）
23	10:30:03.000	10kV 公用信号 iPACS5763DⅠ～Ⅵ母备自投，自投跳电源 2（3 号主变压器 10kV 侧 99F）
24	10:30:03.030	3 号主变压器 10kV 侧 99C 合位一分
25	10:30:03.030	3 号主变压器 10kV 侧 99C 分位一合
26	10:30:03.030	3 号主变压器 10kV 侧 99F 合位一分

续表

序号	时 间	报 文 信 息
27	10:30:03.030	3 号主变压器 10kV 侧 99F 分位一合
28	10:30:03.130	10kV 公用信号 iPACS5763D II ~ V 母备自投, 自投合分段 (10kV II ~ V 段母分 99M)
29	10:30:03.130	10kV 公用信号 iPACS5763D I ~ VI 母备自投, 自投合分段 (10kV I ~ VI 段母分 99W)
30	10:30:03.170	10kV II ~ V 段母分 99M 分位一分
31	10:30:03.170	10kV II ~ V 段母分 99M 合位一合
32	10:30:03.170	10kV I ~ VI 段母分 99W 分位一分
33	10:30:03.170	10kV I ~ VI 段母分 99W 合位一合
34	10:30:03.170	10kV 公用信号 V 母计量电压消失—复归
35	10:30:03.170	10kV 公用信号 VI 母计量电压消失—复归
36	10:30:18.170	3 号主变压器 iPACS5941D (I 套) 保护起动—复归
37	10:30:18.170	3 号主变压器 iPACS5941D (II 套) 保护起动—复归

4. 报文分析判断

从报文 1“110kV 公用信号母线合并单元(I 套)装置异常”可得知,10:00:00 110kV 母线合并单元(I 套)装置异常。从报文 6~8、“1 号主变压器 iPACS5941D (I 套) 高压侧电压数据异常”“3 号主变压器 iPACS5941D (I 套) 高压侧电压数据异常”“110kV 公用信号 iPACS5731D 备自投 I 母 TV 断线”可知,1 号主变压器 I 套保护高压侧电压数据采样异常,110kV 备自投 I 母 TV 断线。

10:30:00 系统发生故障,各类保护起动。3s 后 10kV I ~ VI 母备自投、II ~ V 母备自投保护动作,约 30ms 后 3 号主变压器 10kV 侧 99C、99F 断路器跳闸,0.1s 后 10kV 母分 99M、99W 断路器合上。故障点消失,各类保护复归。事故造成 110kV II、III 段母线失电压,3 号主变压器失电压。10kV 备自投动作成功。

判断事故的可能原因有:① 110kV 乙二线 193 故障;② 110kV II 段、III 段母线或 3 号主变压器故障,3 号主变压器两套差动保护均拒动。综合考虑,第 1 种可能性较大。

5. 处理参考步骤

(1) 阅读并分析报文、检查相关保护和设备。

(2) 查 1 号主变压器是否过载。

(3) 重启 110kV 母线合并单元 (I 套) 无效。

(4) 断开失电压的乙二线 193 断路器。汇报调度, 告知 1 号主变压器 I 套高压侧复压过电流保护变为纯过电流保护、I 套零序过压保护功能丢失, 申请解除 1 号主变压器 I 套高压侧后备保护。向调度申请充乙二线 193 线路, 成功。

(5) 解除 3 号主变压器 I 套高压侧后备保护, 申请对 110kV II、III 段母线及 3 号主变压器充电。依调度指令投入 19M 断路器过电流保护, 合上 19C8 中性点接地刀闸, 合上 19M 断路器充电正常后解除 19M 断路器过电流保护, 断开 19C8 中性点接地刀闸。

(6) 110kV 更改为分列运行方式。申请恢复 10kV 正常运行方式。依调度指令恢复 10kV 正常运行方式。

6. 案例要点分析

合并单元装置异常后, 发送的电压、电流等采样数据均为无效数据。110kV 母线合并单元 (I 套) 装置异常后, 1 号、3 号主变压器 I 套保护接收到 110kV I 段母线无效电压数据, 造成 1 号、3 号主变压器 I 套高压侧复压过流保护变为纯过电流保护、I 套零序过压保护功能丢失。乙一线 191 合智一体装置 (I 套) 接收 110kV 母线合并单元 (I 套) 电压无效数据后与乙一线 191 间隔电流、线路电压数据打包发送 110kV 备自投保护, 造成 110kV 备自投保护接收到 110kV I 段母线电压无效数据, 装置判断 110kV I 母 TV 断线。

乙二线 193 线路故障后对侧断路器跳闸未重合, 造成 110kV II、III 段母线失电压, 3 号主变压器失电压, 10kV V、VI 母失电压。由于此时 110kV I 段母线电压数据无效, 备自投动作条件不满足, 无法动作跳开乙二线 193 断路器、合母联 19M 断路器, 造成 10kV I ~ VI 母备自投、II ~ V 母备自投保护动作, 1 号主变压器带全站负荷运行。由于此时 1 号主变压器 I 套高压侧复压过流保护变为纯过流保护, 存在主变压器过载时纯过流保护动作可能性, 若高压侧纯过流保护动作跳闸将造成全站负荷丢失, 为避免 1 号主变压器高压侧复压过流保护误动, 宜解除 1 号主变压器 I 套高压侧后备保护。同理, 在 3 号主变压器恢复送电时, 宜解除 3 号主变压器 I 套高压侧后备保护。

正常运行时 110kV 母线两套合并单元均采集 I 母和 III 母电压, 再根据各装置接收电压的需要将 I 母和 III 母电压分别送至其他智能装置。由于此时 110kV 母线合并单元 I 套故障, 无法正常发送 I 母和 III 母电压采样数据。而 110kV 备自投装置的 I 母电压、1 号主变压器 I 套保护的 I 母电压、3 号主变压器 I 套保

护的Ⅲ母电压均接收 110kV 母线合并单元 I 套的数据,造成电压数据无效。由于 110kV I 母电压为无效数据,110kV 备自投无论在分段备投或是进线互投方式下均无法正常充电,因此,宜保持 110kV 分列的运行方式,在线路发生故障时 10kV 备自投仍能正确动作,但若 10kV 两段母线的负荷之和接近或超过主变压器过负荷定值时,应解除 10kV 备自投。

案例 3 仿真三变电站 110kV 线路合并单元 I 套故障

1. 主接线运行方式

仿真三变电站乙二线 193 断路器、I~II 内桥 19M 断路器、II~III 内桥 19K 断路器运行,110kV 乙一线 191 断路器热备用。1 号、3 号主变压器运行。10kV 单母线分列运行。19A8、19C8 中性点接地刀闸在分。

2. 保护配置情况

主变压器配置两套金智科技 iPACS-5941D 保护,乙一线 191、乙二线 193、I~II 内桥 19M、II~III 内桥 19K 各配置两套 PRS-7395 深瑞合智一体装置;110kV 配置一套金智科技 iPACS-5731 备自投保护;10kV I、VI 段母线、II、V 段母线分别配置一套金智科技 iPACS-5763D 备自投保护。主变压器高压侧复压过电流保护取自主变压器高压侧套管 TA。乙一线 191、乙二线 193 对侧配置一套 PSL621U 线路保护(混缆线路重合闸退出)。

3. 事故概况

(1) 事故起因:乙一线 191 合智一体装置 I 套采样异常,乙二线 193 线路永久性故障。

(2) 具体报文信息见表 1-3。

表 1-3 报 文 信 息

序号	时 间	报 文 信 息
1	10:00:00.000	110kV 乙一线 191 合智一体装置(I 套)采样异常
2	10:00:00.000	110kV 公用信号 iPACS5731D 备自投 110kV 乙一线 191 线路 TV 断线
3	10:00:00.000	110kV 公用信号 iPACS5731D 备自投装置闭锁
4	10:00:00.000	1 号主变压器 iPACS5941D(I 套)电流异常闭锁差动
5	10:00:00.000	1 号主变压器 iPACS5941D(I 套)高压侧电流数据异常(110kV 乙一线 191 断路器)
6	10:30:00.000	1 号主变压器 iPACS5941D(I 套)保护起动

续表

序号	时 间	报 文 信 息
7	10:30:00.000	1 号主变压器 iPACSS5941D (Ⅱ套) 保护起动
8	10:30:00.000	3 号主变压器 iPACSS5941D (Ⅰ套) 保护起动
9	10:30:00.000	3 号主变压器 iPACSS5941D (Ⅱ套) 保护起动
10	10:30:00.030	110kV 母线测控 I 段母线电压丢失
11	10:30:00.030	110kV 母线测控Ⅲ段母线电压丢失
12	10:30:00.030	10kV 公用信号 I 母计量电压消失
13	10:30:00.030	10kV 公用信号Ⅱ母计量电压消失
14	10:30:00.030	10kV 公用信号 V 母计量电压消失
15	10:30:00.030	10kV 公用信号Ⅵ母计量电压消失
16	10:30:00.030	400V 公用信号 1 号交流进线屏 I 段母线电压异常
17	10:30:00.030	400V 公用信号 2 号交流进线屏Ⅱ段母线电压异常
18	10:30:01.330	10kV2 号电容器 929iPACSS5751 低电压动作
19	10:30:01.330	10kV6 号电容器 969iPACSS5751 低电压动作
20	10:30:01.330	10kV1 号电容器 919 iPACSS5751 低电压动作
21	10:30:01.330	10kV5 号电容器 959 iPACSS5751 低电压动作
22	10:30:01.370	10kV2 号电容器 929 合位一分
23	10:30:01.370	10kV2 号电容器 929 分位一合
24	10:30:01.370	10kV6 号电容器 969 合位一分
25	10:30:01.370	10kV6 号电容器 969 分位一合
26	10:30:01.370	10kV1 号电容器 919 合位一分
27	10:30:01.370	10kV1 号电容器 919 分位一合
28	10:30:01.370	10kV5 号电容器 959 合位一分
29	10:30:01.370	10kV5 号电容器 959 分位一合

4. 报文分析判断

从报文 1 “110kV 乙一线 191 合智一体装置 (Ⅰ套) 采样异常” 可得知, 10:00:00 110kV 乙一线 191 合智一体装置 (Ⅰ套) 采样异常, 装置故障。从报文 2~5 “1 号主变压器 iPACSS5941D (Ⅰ套) 高压侧电流数据异常 (110kV 乙一线 191 断路器)” “110kV 公用信号 iPACSS5731D 备自投 110kV 乙一线 191 线

路 TV 断线”“110kV 公用信号 iPACSS5731D 备自投装置闭锁”“1 号主变压器 iPACSS5941D (I 套) 电流异常闭锁差动”可知, 由于 191 间隔采样数据异常, 造成 1 号主变压器 I 套保护差动保护功能闭锁, 110kV 备自投装置 110kV 乙一线 191 线路 TV 断线, 装置闭锁。

10:30:00 系统发生故障, 各类保护起动。110kV I、II、III 段母线、10kV I、II、V、VI 段母线、400V 母线失电压。1.3s 后 10kV 1 号、2 号、5 号、6 号电容器保护低电压动作, 约 40ms 后 1 号电容器 919、2 号电容器 929、5 号电容器 959、6 号电容器 969 跳闸。事故造成仿真三变电站全站失电压。

判断事故的可能原因有: ① 110kV 乙二线 193 线路故障; ② 110kV II 段、III 段母线或 3 号主变压器故障, 3 号主变压器两套差动保护均拒动; ③ 110kV I 段母线或 1 号主变压器故障, 1 号主变压器两套差动保护均拒动。综合考虑, 第 1 种可能性较大。

5. 处理参考步骤

(1) 阅读并分析报文、检查相关保护和设备。

(2) 重启 110kV 乙一线 191 合智一体装置 (I 套) 无效。

(3) 断开失电压的 193、99C、99F、99A、99D 断路器。汇报调度, 告知乙一线 191 合智一体装置 I 套采样异常, 1 号主变压器 I 套保护差动保护功能闭锁, 110kV 备自投闭锁。申请解除 1 号主变压器 I 套差动保护, 用乙一线 191 断路器对 110kV 母线及 1 号、3 号主变压器充电。依调度指令合上 19A8、19C8 中性点接地刀闸, 合上乙一线 191 断路器充电正常后断开 19A8、19C8 中性点接地刀闸。

(4) 申请恢复 10kV 正常运行方式。依调度指令恢复 10kV 正常运行方式。

(5) 乙二线 193 线路经抢修完成充电正常后, 110kV 采用分列运行方式, 此时 110kV 备投失去, 10kV 备投仍正常运行。

6. 案例要点分析

合并单元采样异常后, 发送的电压、电流等采样数据均为无效数据 (采样板故障, 影响本间隔电压电流采样, 不影响转发的其他间隔采样数据)。110kV 乙一线 191 合智一体装置 (I 套) 采样异常, 1 号主变压器 I 套保护由于接收到乙一线 191 合智一体装置 (I 套) 发送的 191 间隔电流无效数据造成差动保护功能闭锁, 110kV 备自投保护由于接收到乙一线 191 合智一体装置 (I 套) 发送的乙一线 191 线路电压无效数据造成备自投保护判断 110kV 乙一线 191 线路 TV 断线, 110kV 备自投满足放电条件而放电。

乙二线 193 线路（混缆线路）故障后对侧断路器跳闸未重合，而 110kV 备自投由于放电无法动作，造成仿真三变电站全站失电压。应先对 110kV 乙一线 191 合智一体装置（Ⅰ套）重启一次，无论是否恢复正常均应从乙一线 191 线路对仿真三变电站设备充电正常后恢复正常运行方式。由于此时 110kV 乙一线 191 合智一体装置（Ⅱ套）仍正常，因此 1 号主变压器Ⅱ套保护功能正常，可以恢复 1 号主变压器运行，但 1 号主变压器恢复运行前应解除被闭锁的Ⅰ套差动保护。

正常运行中出现进线合并单元Ⅰ套采样异常时，由于此时 110kV 备自投已失效，若无法恢复合并单元正常运行，应倒换运行方式将 110kV 分列运行，分列运行时若其中一条进线发生故障，10kV 备自投仍会动作避免负荷损失。若处于热备用的乙一线 191 线路合并单元Ⅰ套采样异常时，应立即采取措施避免采样异常的乙一线 191 合并单元Ⅰ套无效电流数据影响 1 号主变压器Ⅰ套保护。建议采用退出Ⅰ套差动保护的方式，尽量避免使用解除 1 号主变压器Ⅰ套保护接收乙一线 191SV 连接片的方式。因为采用解除 1 号主变压器Ⅰ套保护接收乙一线 191SV 连接片的方式虽可使 1 号主变压器保护在现有运行方式下避免闭锁，但在调控中心或运维人员调整运行方式手动将乙一线 191 断路器合上时，1 号主变压器Ⅰ套差动保护将会误动跳闸。

案例 4 仿真三变电站 110kV 主变压器本体合并单元Ⅰ套故障

1. 主接线运行方式

仿真三变电站 110kV 乙一线 191 断路器、乙二线 193 断路器、Ⅱ～Ⅲ内桥 19K 断路器运行，Ⅰ～Ⅱ内桥 19M 断路器热备用。1 号、3 号主变压器运行。10kV 单母线分列运行。19A8、19C8 中性点接地刀闸在分。1 号主变压器负荷 41MW（额定 63MVA），3 号主变压器负荷 42MW（额定 63MVA）。

2. 保护配置情况

主变压器配置两套金智科技 iPACS-5941D 保护，乙一线 191、乙二线 193、Ⅰ～Ⅱ内桥 19M、Ⅱ～Ⅲ内桥 19K 各配置两套 PRS-7395 深瑞合智一体装置；110kV 配置一套金智科技 iPACS-5731 备自投保护；10kV Ⅰ、Ⅵ段母线、Ⅱ、Ⅴ段母线分别配置一套金智科技 iPACS-5763D 备自投保护。10kV 备自投过负荷联切的电流取自 1 号主变压器本体Ⅰ套合并单元发送的 1 号主变压器高压侧 B 相套管电流。

3. 事故概况

（1）事故起因：1 号主变压器本体Ⅰ套合并单元故障，110kV Ⅲ段母线 TV