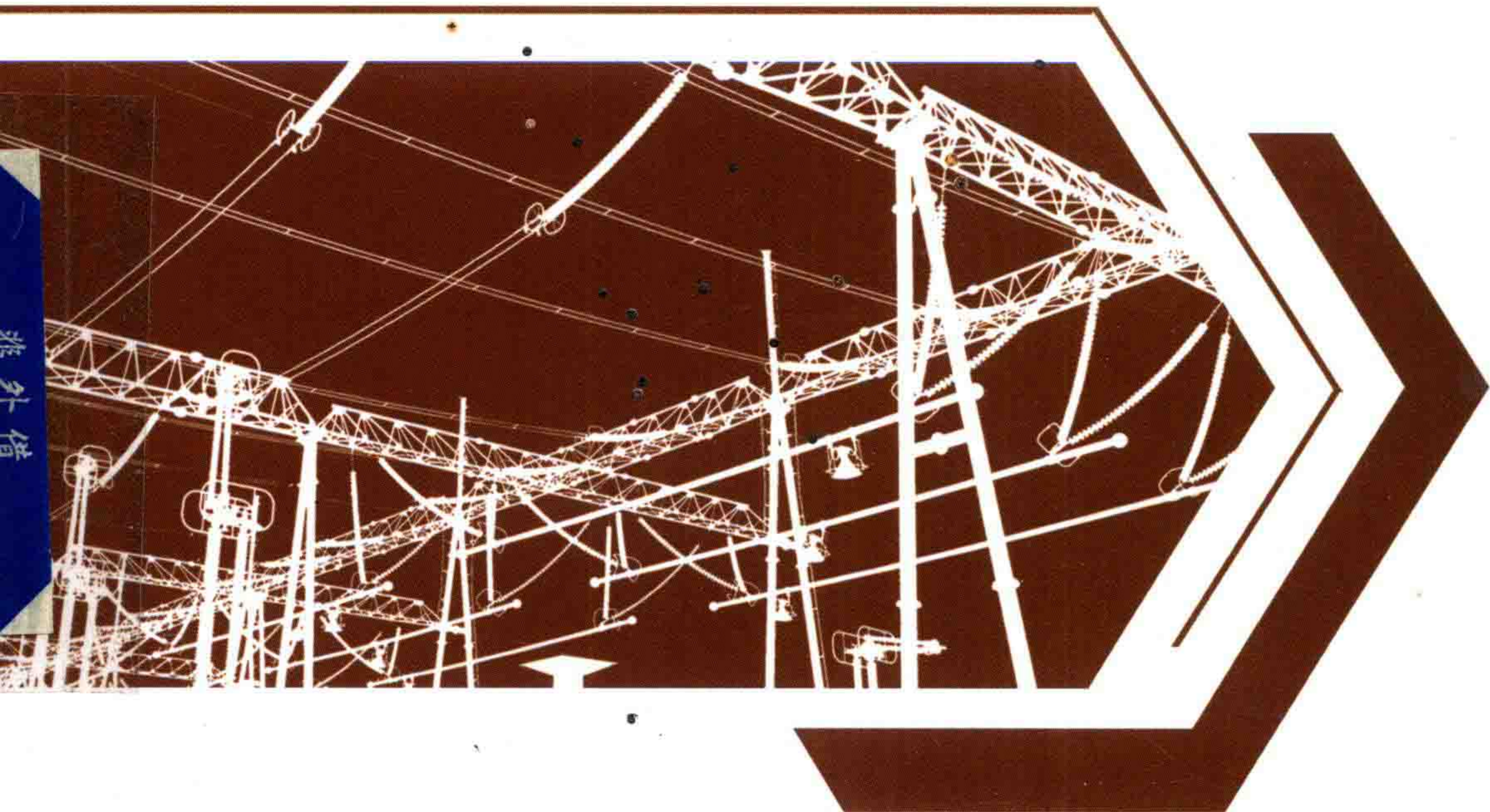


继电保护精益化评价

异常缺陷处理手册

智能变电站

国家电力调度控制中心 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

继电保护精益化评价

异常缺陷处理手册

智能变电站

国家电力调度控制中心 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为充分利用精益化管理评价成果,对评价工作发现的问题进行整理、分析、归纳和总结,针对典型问题、异常缺陷提出相应整改措施及消缺方法,进一步通过评价经验方法总结稳步提升现场精益化评价成效,国家电力调度控制中心组织编写了《继电保护精益化评价》丛书。

本书是继电保护精益化评价丛书之一,主要介绍智能变电站继电保护及安全自动装置缺陷的一般处理方法。全书共十二章,分别介绍了缺陷处理思路与方法、缺陷处理安全措施与处置要点、缺陷预防措施、通用缺陷处理分析、合并单元、智能终端、线路保护、主变压器保护、母线保护、断路器保护、高压电抗器保护、安全自动装置、公用设备异常告警处理,以及智能变电站调试、测试工具。

本书可供从事变电站运行和维护工作的管理人员、专业技术人员使用,也可供相关专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

继电保护精益化评价异常缺陷处理手册. 智能变电站 / 国家电力调度控制中心组编. —北京: 中国电力出版社, 2018.11

ISBN 978-7-5198-2463-1

I. ①继… II. ①国… III. ①继电保护-缺陷-处理-手册②智能系统-变电所-缺陷-处理-手册 IV. ①TM77-62②TM63-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 224098 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: 罗 艳 (yan-luo@sgcc.com.cn, 010-63412315) 赵云红

责任校对: 黄 蓓 李 楠

装帧设计: 张俊霞

责任印制: 石 雷

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

版 次: 2018 年 11 月第一版

印 次: 2018 年 11 月北京第一次印刷

开 本: 710 毫米×1000 毫米 16 开本

印 张: 20

字 数: 323 千字

印 数: 0001—5000 册

定 价: 68.00 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

《继电保护精益化评价异常缺陷处理手册 智能变电站》

编 委 会

主 任 陈国平

委 员 王德林 孙集伟 常风然 樊 勇 李洪兵

徐瑞林 盛海华 胡铁军 吴迪权 朱 玛

编 写 工 作 组

主 编 郭建勇

副主编 裘愉涛 曾治安 陈 力 方愉冬 张友强

耿 焯 王洪彬

参 编 徐 凯 翁张力 王 昕 蒋雪峰 马丽军

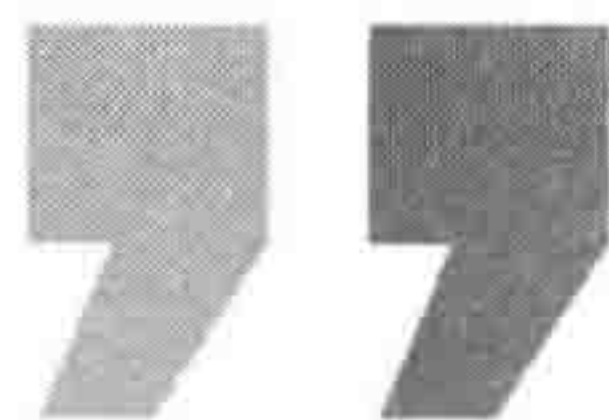
孙晓勇 励文伟 姚树友 肖立飞 燕 俊

李 勇 徐 亨 徐乾伟 刘祖建 李康毅

余红欣 华宇肖 何 燕 吴继顺 张 伟

裴 军 潘 庆 周一挺 姬晓凯 薛明军

陈 琦 徐双凯 张 云



随着国民经济的快速发展和人民生活水平不断提高，电能已成为现代社会不可或缺的能源形式。为了适应我国经济高速、持续发展对电力供应的需要，同时有效减少过量使用化石能源对人类生存环境的破坏，加大对可再生能源的利用，国家电网有限公司把“推动再电气化、构建能源互联网、以清洁和绿色方式满足电力需求”作为基本使命，通过多年来的持续建设与创新发 展，电网的规模不断增大，新能源并网容量持续增长，一大批新科技、新技术以及新装备在电网中得到了推广应用，逐步把国家电网打造成为一个以超特高压网架为特征的特大型交直流混联电网。

与此同时，随着电网格局的变化以及电力电子设备在电网中的推广应用，电网的系统特征及其故障特性发生了显著变化，电网稳定运行的压力越来越大，单一故障全局化等特征日趋明显，一旦发生电网事故，波及和影响范围日渐增大，保证电网安全稳定运行所面临的形势日趋严峻。众所周知，在电网诸多设备中，继电保护对于保证电网安全稳定运行责无旁贷，作为电网的安全卫士，必须为安全运行站好岗、放好哨。

为了保证继电保护在电网运行中能够按照预先设定的要求发挥作用，除了提升保护装置自身的技术水平外，加强运行中的专业管理、保证设备及相关二次回路的健康水平同样也非常重要。当前，许多单位中专业人员少、工作多的矛盾相当突出，在此环境下欲要扎扎实实地保证保护设备及相关二次回路的健康水平，一是要建立精益化的管理模式，制定完善、规范的标准并严格执行；二是提高对保护装置缺陷的分析、处理技能，一旦运行中的保护出现异常缺陷时，做到精确分析，精准处理，在异常缺陷处理过程中避免发生次生缺陷或事故。为此，国家电网有限公司组织建立了以公司继电保护专业精益化管理评价规范为指导，国、省、地调分级组织，全面覆盖、全程闭环的继电保护精益化管理评价体系，形成了一套适合继电保护专业特点的精益化管理模式。同时组织有经验的专业人员，针对现场较为典型的继电保护、控制系统缺陷异常分析

处理工作进行了总结提炼，力图在新的电网结构和新的运行管理模式下，及时发现并处理装置缺陷和现场隐患，提高继电保护装置的运行可靠性。

应当指出的是，精益化管理工作不是一时一事的工作，不可能一蹴而就，必须长期坚持才能取得预期效果；同时，精益化评价的标准以及缺陷分析处理方法不是教条，也不是一成不变的“金规玉律”，应随着技术的进步，对技术问题认识的提高，不断修订、完善。为此，一方面应将精益化评价融入日常运行维护、管理工作之中；另一方面则要对精益化评价标准、缺陷分析处理方法的内涵认真学习和领悟，了解标准制定的背景和要解决的问题，做到“知其然，且知其所以然”。当标准内容与现实管理模式、实际电网或设备情况不相符时，及时进行修订，以真正使其具有生命力。

2015~2017年，国家电力调度控制中心组织开展了第一轮继电保护精益化管理评价工作，一方面通过扎实精细的自评价和复评价工作，对公司系统各运行单位的继电保护设备、专业全过程管理各环节进行了较全面的考量，深度挖掘了专业管理的薄弱点和现场设备运行隐患；另一方面检验了精益化评价标准的实用性和存在的不足。在此基础上，国家电力调度控制中心组织专家编写了包括《继电保护精益化评价指导手册》《继电保护精益化评价典型案例汇编 常规变电站》《继电保护精益化评价典型案例汇编 智能变电站和在线监测与分析系统》《继电保护精益化评价异常缺陷处理手册 常规变电站》《继电保护精益化评价异常缺陷处理手册 智能变电站》在内的一套丛书，对评价方法、原则，评价工作发现的问题、整改依据和整改要求，以及现场异常缺陷的分析处理方法等进行整理、分析、归纳和总结，以持续推进继电保护专业的精益化管理工作。

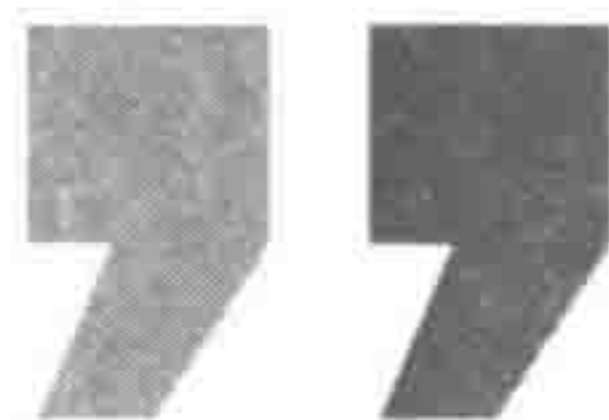
本丛书可作为从事电力系统继电保护运行、维护、检修、管理、设计和研发等方面的相关专业技术人员和管理人员的参考书，期望它能够对继电保护专业精益化管理水平的提高起到促进作用，为保障我国电网的安全稳定运行做出贡献。

衷心感谢所有参加继电保护精益化管理评价工作的同行们，衷心感谢所有参加本书编写工作的同事们，你们为在新的运行管理模式下进一步深入做好继电保护专业工作付出了辛勤劳动与心血，为保证电网安全稳定运行做出了贡献。

陈国平

2018年3月

前 言



2015~2017年，国家电力调度控制中心组织开展了第一轮继电保护精益化管理评价工作，实现了对公司系统各单位、各专业全过程管理及继电保护设备的全面覆盖。为充分利用好精益化管理评价的成果，国家电力调度控制中心组织专家编写了《继电保护精益化评价》丛书，包括《继电保护精益化评价指导手册》《继电保护精益化评价典型案例汇编 常规变电站》《继电保护精益化评价典型案例汇编 智能变电站和在线监测与分析系统》《继电保护精益化评价异常缺陷处理手册 常规变电站》和《继电保护精益化评价异常缺陷处理手册 智能变电站》五个分册。

本书为《继电保护精益化评价异常缺陷处理手册 智能变电站》分册，共十二章：第一章主要介绍了缺陷处理思路与方法、缺陷处理安全措施原则、缺陷异常处置要点、缺陷预防措施；第二章对继电保护装置SV异常、GOOSE异常、插件异常等通用缺陷的分析处理方法进行了介绍；第三章至第十一章则分别针对合并单元、智能终端、线路保护、主变压器保护、母线保护、断路器保护、高压电抗器保护、安全自动装置、公用设备及其二次回路，以继电保护信息规范为索引，从如何分析、查找智能变电站继电保护缺陷入手，总结提炼了各类缺陷现象、缺陷影响和缺陷原因，深入剖析了智能变电站继电保护缺陷处理综合分析思路，并结合典型案例进行分析；第十二章对智能变电站测试工具和报文解析进行了系统介绍。全书力求概念清晰、覆盖全面、贴近实际、注重实用。

本书的出版，将有助于从事智能变电站继电保护运行、维护和技术管理的人员全面了解异常缺陷分析方法。本书作为实用性工具手册指导现场实际缺陷处理，填补了智能变电站继电保护缺陷处理手册空白。

本书由国网浙江省电力有限公司与国网重庆市电力有限公司联合编写，全书由国网重庆市电力有限公司统稿、国家电力调控中心审定。

由于编写时间仓促，书中难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，使之不断完善。

编者

2018年2月



序	
前言	
第一章 概述	1
一、缺陷处理思路与方法	1
二、缺陷处理安全措施原则	3
三、缺陷异常处置要点	6
四、缺陷预防措施	7
第二章 通用部分	9
一、SV 额定延时越限异常处理	9
二、SV 采样离散度异常处理	12
三、保护双 AD 不一致异常处理	14
四、SV 链路异常处理	18
五、GOOSE 链路异常处理	21
六、装置电源异常处理	26
七、保护装置对时异常处理	29
八、检修不一致告警异常处理	32
九、保护/管理 CPU 插件异常处理	38
十、参数自检异常处理	40
十一、存储器异常处理	42
十二、通信中断异常处理	43
十三、长期启动异常处理	45
十四、复杂缺陷处理案例	48

第三章 合并单元	55
一、合并单元告警异常处理	55
二、合并单元同步异常处理	57
三、合并单元 GOOSE 通信异常处理	59
四、合并单元 SV 接收异常处理	62
五、合并单元电压并列异常处理	64
六、合并单元电压切换异常处理	67
七、复杂缺陷处理案例	70
第四章 智能终端	74
一、智能终端闭锁重合闸异常处理	74
二、智能终端控制回路断线异常处理	77
三、智能终端控制电源消失异常处理	80
四、智能终端 GOOSE 告警异常处理	82
五、智能终端事故总信号异常处理	84
六、智能终端遥控执行失败异常处理	87
七、复合缺陷处理案例	89
第五章 线路保护	92
一、线路保护 TV 断线异常处理	92
二、线路保护同期电压异常处理	97
三、线路保护 TA 断线异常处理	101
四、线路保护长期有差流异常处理	106
五、线路保护重合闸方式整定出错异常处理	112
六、线路保护重合闸未充电异常处理	114
七、线路保护两侧差动投退不一致异常处理	118
八、线路保护通道异常处理	120
九、线路保护跳闸位置开入异常处理	128
十、线路保护其他保护动作（远传 1）开入异常处理	131

十一、复杂缺陷处理案例	134
-------------	-----

第六章 主变压器保护 139

一、主变压器保护 TV 断线异常处理	139
二、主变压器保护 TA 断线异常处理	145
三、主变压器保护差流异常处理	149
四、主变压器保护零序过压告警异常处理	153
五、主变压器保护过负荷异常处理	155
六、主变压器保护失灵联跳开入异常处理	157
七、主变压器本体智能终端非电量报警信号异常处理	160
八、复杂缺陷处理案例	163

第七章 母线保护 167

一、母线保护 TV 断线异常处理	167
二、母线保护 TA 断线告警、支路 TA 断线异常处理	171
三、母线保护母联/分段 TA 断线异常处理	175
四、母线保护失灵启动开入异常处理	179
五、母线保护支路刀闸位置异常处理	181
六、母线保护母联/分段分列状态异常处理	183
七、母线保护母联/分段手合开入异常处理	185
八、母线保护母线互联异常处理	188
九、复杂缺陷处理案例	190

第八章 断路器保护 194

一、断路器保护 TV 断线异常处理	194
二、断路器保护同期电压异常处理	198
三、断路器保护 TA 断线异常处理	201
四、断路器保护 TV 中性线断线异常处理	205
五、断路器保护零序长期启动异常处理	207
六、断路器保护 TWJ 异常处理	210

七、重合闸方式整定出错异常处理	212
八、重合闸未充电异常处理	214
九、复杂缺陷处理案例	217
第九章 高压电抗器保护	221
一、高压电抗器保护 TV 断线异常处理	221
二、高压电抗器保护 TA 断线异常处理	225
三、高压电抗器保护过负荷异常处理	229
四、高压电抗器保护差流超限异常处理	233
五、高压电抗器本体智能终端非电量信号异常处理	237
六、复杂缺陷处理案例	240
第十章 安全自动装置	243
第一节 备自投装置异常处理	243
一、母线 TV 断线异常处理	243
二、进线电源 TV 断线异常处理	247
三、开关位置异常处理	250
四、备自投动作失败异常处理	253
五、备自投放电异常处理	256
六、复杂缺陷处理案例	258
第二节 低频低压减载装置异常处理	261
一、母线 TV 断线异常处理	261
二、装置闭锁异常处理	265
第十一章 公用设备	268
一、过程层交换机通信异常处理	268
二、故障录波器异常处理	270
三、网络分析仪告警异常处理	272
四、继电保护故障信息系统异常处理	275
五、复杂缺陷处理案例	284

第十二章 工具和 GOOSE/SV 报文	288
一、手持式调试设备	288
二、台式测试仪	292
三、合并单元测试仪	293
四、网络测试工具	295
五、测试过程异常判断及处理	297
六、GOOSE、SV 报文解析	298

第一章 概述

一、缺陷处理思路与方法

智能变电站的实现原理、系统构成、技术特点等方面均与常规变电站有较大差异。因此其缺陷异常的表现形式、检查思路和处理方法均有一定的独特之处，此处简要介绍智能变电站缺陷异常处理的信息收集、缺陷处理思路和缺陷分析方法。

（一）异常信息收集

智能变电站内设备智能化程度高，信息表达全面，因此能够在异常发生时发出更多的故障信息。主要的信息获取渠道包括装置指示灯、装置液晶、后台告警信息、网络分析仪、故障录波器等。其中合并单元、智能终端由于未配置液晶面板，其异常状态主要通过指示灯和 GOOSE 报文反应，而保护装置能够通过液晶面板及自检功能反应更多的状态信息，网络分析仪、故障录波器作为第三方记录设备为现场提供可靠的辅助分析手段，监控系统作为各类信息的汇聚点能够较好地分析异常信号的时序，进而分析其关联性。

现场异常缺陷分析处理过程中，应当尽可能全面地收集异常信息，以利于综合分析判断。

（二）缺陷处理思路

智能变电站继电保护设备发出异常信号时，二次检修人员先将收集到的各装置发出的异常信息进行分析，若能判断为一次系统发生异常，则不存在二次缺陷。如果异常信号是二次系统引起的，在多个异常信息中通过逐一列举每个信息的可能原因，综合分析抓取关键信息，确定故障范围；对于单一信号可从信号发生源端开始按数据报文流向或二次回路连接方式逆向查找，以确定故障点；在消缺中从可能的故障范围内的关键点入手，以缩小故障范围，进一步确定故障点，确定故障设备后可通过逐一替换板件来明确故障点并排除缺陷。复杂的信号需要结合

故障录波器波形、网络分析仪报文、后台机信号认真分析，去伪存真才能找到故障点。

（三）缺陷分析方法

1. 源端分析法

变电站二次系统反映一次系统的状态，因此在分析问题，应判断异常现象是否由一次系统异常而引起的。作为二次系统的根本源端，一次系统异常通常会导致变电站内某一电压等级或多个电压等级设备，乃至多个变电站同时发出异常信号。

2. 双套对比法

智能变电站内 220kV 及以上继电保护设备均为双重化配置，且独立的双套系统同时发生故障的可能性较小，因此，双套对比法对于故障分析有着重要作用。当双套保护或装置同时发出相同告警时，异常原因的判断应倾向于其共同的源头。

3. 逆向追溯法

智能变电站继电保护系统是一个完整的闭环系统，异常信号的告警端通常是信息的采集端，根据信息采集端逆向追溯到信息发送端，在具体问题的分析中可能需要进行多次逆向追溯才能找到最终的问题发生环节。

4. 二分排除法

智能变电站继电保护系统的功能实现有严格的逻辑和物理过程。当异常产生后，将系统的某一环节断开，用测试仪模拟前端环节，若后端不再存在异常，则缺陷异常存在于前端；反之亦然。通过二分排除法的迭代应用可更加准确地定位故障点。

5. 设备置换法

当异常问题初步定位后，为进一步确定异常插件，一般进行部分插件的置换，尝试排除缺陷。此方法适用于多插件异常均会引起相同现象的缺陷，逐步简化异常现象，准确定位异常插件。

6. 原因重叠法

当异常问题较为复杂，现象间看似互不相关时，可采用原因重叠法。即将某部分现象的发生原因进行枚举，再将另一部分现象的原因进行枚举，确认是否存

在重叠部分。若有，则重叠部分就可能是缺陷异常的发生原因。若无重叠部分，则倾向于判断为同时发生了独立异常缺陷。

7. 网络拓扑法

可将智能变电站继电保护系统视作一个网络拓扑。当遇到站内多个设备同时告警时，可采用网络拓扑法，寻找告警信息的网络汇聚点。通过尝试假设汇聚点出现异常，分析验证是否会产生相应的告警。当验证成立时，应着重检查汇聚点（及以上环节）是否存在异常。

以上分析方法各有特点，实际应用中应根据具体缺陷异常情况灵活使用，以达到快速分析定位故障点的目的。

二、缺陷处理安全措施原则

（一）智能变电站安全措施实施原则

对智能变电站进行装置校验、消缺等现场检修作业时，应隔离采样、跳闸（包括远跳）、合闸、启动失灵等与运行设备相关的联系，保证安全措施不影响运行设备的正常运行。安全隔离应至少采取双重安全措施，如退出相关运行装置中对应的接收软压板，退出检修装置对应的发送软压板，投入检修装置检修硬压板。退出智能终端出口硬压板，取下装置间的光纤可实现具备明显断点的二次回路安全措施。

进行单套配置的装置校验、消缺等现场检修作业时，需停役相关一次设备以避免一次设备无保护运行。双重化配置的二次设备仅单套设备校验、消缺时，可不停役一次设备，但应做好安全隔离措施，防止影响其他正确运行设备和误跳运行断路器。

（二）智能变电站安全措施隔离技术

智能变电站继电保护和安全自动装置的安全隔离措施一般采用投入检修压板，退出装置软压板、出口硬压板以及断开装置间的连接光纤等方式，实现检修装置（新投运装置）与运行装置的安全隔离，具体说明如下：

1. 检修硬压板

继电保护、安全自动装置、合并单元及智能终端均设有一块检修硬压板。装置将接收到的 GOOSE 报文 TEST 位、SV 报文数据品质 TEST 位与装置自身检修

压板状态进行比较，做“异或”逻辑判断，当两者一致时，信号进行处理或动作，当两者不一致时则报文视为无效，不参与逻辑运算。

2. 软压板

软压板分为发送软压板和接收软压板，用于从逻辑上隔离信号输出、输入。保护装置输出信号由保护输出信号和发送压板数据对象共同决定，保护装置输入信号由保护接收信号和接收压板数据对象共同决定，通过改变软压板数据对象的状态便可以实现信号的逻辑通断。其中：

(1) GOOSE 发送软压板：负责控制本装置向其他智能装置发送 GOOSE 信号。软压板退出时，不再向其他智能装置发送相应的 GOOSE 指令。

(2) GOOSE 接收软压板：负责控制本装置接收来自其他智能装置的 GOOSE 信号。软压板退出时，本装置不再对接收到的相应 GOOSE 信号做逻辑处理。

(3) SV 软压板：负责控制本装置接收来自合并单元的采样值信息。软压板退出时，相应采样值不显示，且不参与保护逻辑运算。

3. 智能终端出口硬压板

安装于智能终端与断路器之间的电气回路中，可作为明显断开点，实现相应二次回路的通断。出口硬压板退出时，保护装置将无法通过智能终端实现对断路器的跳、合闸。

4. 光纤

继电保护、安全自动装置和合并单元、智能终端之间的虚拟二次回路连接均通过光纤实现。断开装置间的光纤能够保证检修装置（新投运装置）与运行装置的可靠隔离。

注：断开装置间光纤的安全措施存在装置光纤接口使用寿命缩减、试验功能不完整等问题，检修作业不宜采用断开光纤的安全措施。对于确实无法通过退检修装置发送软压板且相关运行装置未设置接收软压板来实现安全隔离的光纤回路，可采取断开光纤的安全措施方案。

（三）安全措施现场操作注意事项

智能变电站保护装置、安全自动装置、合并单元、智能终端、交换机等智能设备故障或异常时，运维人员应及时检查现场情况，判断影响范围，根据现场需要采取变更运行方式、停役相关一次设备、投退相关继电保护等措施，并在现场