

地区电网

智能变电站二次典型异常调控处理方案

毛南平 李丰伟 龚向阳 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

地区电网

智能变电站二次典型异常调控处理方案

毛南平 李丰伟 龚向阳 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内容提要

为了满足电网值班调控员快速、正确处置智能变电站二次系统异常的需求,结合生产实际编制了《地区电网智能变电站二次典型异常调控处理方案》一书。

本书第一章介绍了智能变电站的相关知识,包括变电站的发展过程,智能变电站的发展与演变过程、智能设备、基本结构以及组网形式;第二章从设备、信息传递与交互以及调控处理差异等方面对智能变电站与综合自动化变电站进行分析、比较;第三章和第四章以建模的形式分别对典型220kV智能变电站和110kV智能变电站二次异常进行分析,并提出相应的调控处理方案;第五章介绍了智能变电站相关重要的辅助设备;第六章对远景规划智能变电站提出展望。

本书可作为全国地市供电企业电网调控人员的培训用书,也可作为相关电力工作者及电力工程类大、中专学生的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

地区电网智能变电站二次典型异常调控处理方案 / 毛南平等编著. —北京: 中国电力出版社, 2015.6

ISBN 978-7-5123-7754-7

I. ①地… II. ①毛… III. ①地区电网—智能系统—变电所—电力系统运行—调试方法 IV. ①TM63-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 100976 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 6 月第一版 2015 年 6 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 7.625 印张 191 千字
印数 0001—3000 册 定价 55.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编 委 会

主 编 毛南平

副 主 编 李丰伟 龚向阳 项中明 蒋正威

成 员 王 晓 李 丹 张志雄 严 勇

许育燕 吴利锋 李 英 励文伟

蔡振华 高宇航 丁月强 许 勇

莫建国 虞殷树 郑建梓 林维修

余佳音 林才春 沈一鹏 周海宏

罗 轶 何小坚 胡 勤 王 威

谢宇哲

前 言

社会经济的高速发展，电网规模的不断扩大，以及信息化的不断进步，促使电网的发展模式势必朝着智能化的方向发展。国家电网公司提出了建设以信息化、自动化、互动化为特征的坚强智能电网，实现电网发展方式的转变。智能变电站是坚强智能电网的重要组成部分，是智能电网的重要基础和支撑。

变电站的发展经历了传统变电站、综合自动化变电站、数字变电站直至今天的智能变电站，智能变电站是电力系统技术革新和信息化进步的产物。智能变电站的建设及发展对电网值班调控员的业务知识水平提出了更高的要求，特别是二次典型异常处理。为普及智能变电站相关知识，提高电网值班调控员日常处理异常的能力，特编制了《地区电网智能变电站二次典型异常调控处理方案》，作为调控员日常处理电网异常的重要参考资料，同时也可以作为新进调控员学习设备异常处理的学习资料。

本书介绍了变电站的发展过程以及趋势，重点介绍了智能变电站的相关知识，并以调控的角度重点分析介绍了 220kV 智能变电站和 110kV 智能变电站二次异常处理方案。

全书由国网宁波供电公司电力调度控制中心与浙江省电力调控中心共同编写。第一章、第三章、第五章主要由王晓、李丹、许育燕等编写；第二章、第四章、第六章主要由严勇、张志雄等编写；编委会成员参与全书审核和修改；李丹负责全书制图。第一章介绍了智能变电站的相关知识，包括变电站的发展过程，智能变电站的发展与演变过程、智能设备、基本结构以及组网形式；第二章从设备、信息传递与交互以及调控处理差异等方面对智能变电站与综合自动化变电站进行分析、比较；第三章和第四章以建模的形式分别对典型 220kV 智能变电站和 110kV 智能变电站二

次典型异常进行分析，并提出相应的调控处理方案；第五章介绍了智能变电站重要的相关辅助设备；第六章对远景规划智能变电站提出展望。在本书的编写过程中，得到了诸多同仁及专家的支持和帮助，在此致以诚挚的谢意！引用了相关论著和论文的有关内容，在此谨向这些作者表示衷心的感谢。

限于编写人员水平，编写时间仓促，难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见。

编者

2015年5月

目 录

前言

第一章 智能变电站介绍

1

第一节 变电站发展的几个阶段..... 1

一、传统变电站..... 1

二、综自变电站..... 1

三、数字变电站..... 1

四、智能变电站..... 2

第二节 智能变电站发展与演变..... 2

一、智能变电站的技术特征..... 2

二、浙江省智能变电站模式演变..... 4

三、当前智能变电站发展的制约因素..... 5

四、智能变电站未来发展方向..... 6

第三节 智能变电站的智能设备..... 7

一、智能终端..... 7

二、合并单元..... 9

三、电子互感器..... 11

第四节 智能变电站的基本结构..... 16

一、过程层..... 17

二、间隔层..... 19

三、站控层..... 20

第五节 智能变电站的组网形式..... 22

一、智能变电站的结构设计..... 22

二、典型 220kV 智能变电站的组网形式	26
三、典型 110kV 智能变电站的组网形式	27

第二章 智能变电站与综合自动化变电站的差异	29
------------------------------	-----------

▶ 第一节 站内设备差异	29
一、一次设备差异	29
二、二次设备差异	33
▶ 第二节 信息传递与交互差异	36
一、保护功能回路	36
二、智能变电站一体化监控系统	42
▶ 第三节 调控处理原则	43
一、设备状态定义	44
二、功能压板介绍	45
三、调控处理原则	45
四、设备检修及安全措施要求	47

第三章 220kV 智能变电站二次典型异常分析及处理	50
-----------------------------------	-----------

▶ 第一节 变电站概况	50
一、主接线图	50
二、设备配置	50
三、网络结构图	50
▶ 第二节 异常分析及处理	61
一、220kV 线路间隔	61
二、220kV 母联间隔	75
三、220kV 母线间隔	88
四、主变压器间隔	103
五、110kV 线路间隔	133
六、110kV 母分间隔	141

七、110kV 母线间隔	150
--------------------	-----

八、交换机	159
-------------	-----

▶ 第三节 案例分析	160
------------------	-----

一、异常发生	160
--------------	-----

二、现场检查	161
--------------	-----

三、方案确定	163
--------------	-----

四、调控处理	163
--------------	-----

第四章 110kV 智能变电站二次典型异常分析及处理	165
---	------------

▶ 第一节 变电站概况	165
-------------------	-----

一、主接线图	165
--------------	-----

二、设备配置	165
--------------	-----

三、网络结构图	165
---------------	-----

▶ 第二节 异常分析及处理	171
---------------------	-----

一、信息流图	171
--------------	-----

二、常见异常及影响分析	175
-------------------	-----

三、调控处理	196
--------------	-----

▶ 第三节 案例分析	201
------------------	-----

一、异常发生	201
--------------	-----

二、现场检查	203
--------------	-----

三、方案确定	206
--------------	-----

四、调控处理	206
--------------	-----

第五章 辅助设备	207
-----------------------	------------

▶ 第一节 时间同步系统	207
--------------------	-----

一、时间同步系统介绍	207
------------------	-----

二、时间同步系统缺陷的类型	208
---------------------	-----

三、时间同步系统缺陷排查方法	209
----------------------	-----

▶ 第二节 智能一体化电源	210
一、不间断电源概述	210
二、不间断电源缺陷分类	211
三、不间断电源缺陷排查方法	213
▶ 第三节 二次安全防护方案	213
一、总体策略和框架	214
二、二次安防总体方案	214
第六章 远景规划	218
▶ 第一节 新型设备的运用	218
一、电子式互感器的成熟应用	218
二、智能断路器推广应用	220
三、网跳模式的应用	220
▶ 第二节 高级应用的深化	221
一、推广远方程序化操作	221
二、开展源端维护	224
三、设备状态可视化	225
四、站域控制及站域保护	226
五、完善智能检测及控制	228
六、建立无人巡视支撑平台	230
七、推进一体化监控系统	231

第一章

智能变电站介绍

第一节 变电站发展的几个阶段

作为连接电能生产与消费的重要一环，变电站承担着变换电压、汇集电流、分配电能、控制电能流向等作用。随着科技与信息不断发展，电力系统发展突飞猛进，变电站技术日新月异。以自动化程度和信息化水平为标志，大致可将变电站的发展划分为传统变电站、综合自动化变电站（以下简称综自变电站）、数字变电站和智能变电站四个阶段。

一、传统变电站

传统变电站主要指 20 世纪 80 年代及以前出现的变电站，此类变电站基于继电器和表盘的集中控制，保护设备以晶体管、集成电路为主，二次设备通过电缆连接布置，各部分独立运行。其主要缺点为控制系统庞大，可维护性低，数据统计不直观，日常运行高度依赖人工，管理效率低下。

二、综自变电站

20 世纪 90 年代，随着计算机、网络、通信技术的发展，以及微机保护技术的广泛应用，变电站自动化取得实质性进展。利用计算机技术、现代电子技术、通信技术和信息处理技术，对变电站二次设备的功能进行重新组合、优化设计，建成了变电站综合自动化系统，实现对变电站设备运行情况进行监视、测量、控制和协调的功能。

三、数字变电站

随着数字化技术的不断进步和 IEC 61850 标准在国内的推广应用，变电站的发展进入了数字变电站发展阶段。数字变电站体现在过程层设备的数字化，整个变电站内信息的网络化，以及断路器设备的智能化，而且设备检修工作逐步由定期检修过渡到以状态检修为主的管理模式，大大提升了管理效率。

四、智能变电站

随着智能电网建设的兴起,变电设备逐渐智能化,智能变电站应运而生。智能变电站以高速网络通信平台为信息传输基础,以全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化为基本要求,除实现了信息采集、测量、控制、保护、计量和监测等基本功能外,同时具备支持电网实时自动控制、智能调节、在线分析决策、协同互动等高级功能。

纵观变电站的发展过程,可以看到,随着科技与信息的不断发展,变电站技术日益进步,智能变电站成为变电站技术发展的新标志,它适应我国坚强智能电网建设需要,体现了先进、可靠、低碳、环保的生产理念,是变电站发展的必然方向。

第二节 智能变电站发展与演变

一、智能变电站的技术特征

与综自变电站相比,当前智能变电站的突出特征是一次设备实现智能化,二次设备实现网络化;采用了 IEC 61850 协议,实现了统一建模,满足功能扩展和互操作性的需求;依托一体化监测平台实现对输变电设备在线分析以及全站设备全景化监视。图 1-1 所示为综自变电站模式与智能变电站模式的比较。

(1) 电子式互感器:实现了电流、电压数据的就地采集,与传统互感器相比,具有绝缘要求低、暂态响应好等优点,但也存在造价较高等问题,工程应用尚不成熟。

(2) 智能终端:通过就地部署,实现一次设备的智能化和网络化,满足保护、测控等二次设备对一次设备的状态监视、控制等功能。

(3) 信息交互网络化:在原有的综自变电站分层基础上,对于过程层应用 SV 网络实现数据共享,GOOSE 网络取代传统电缆;站控层应用 MMS 网络,统一建模、提供平台。

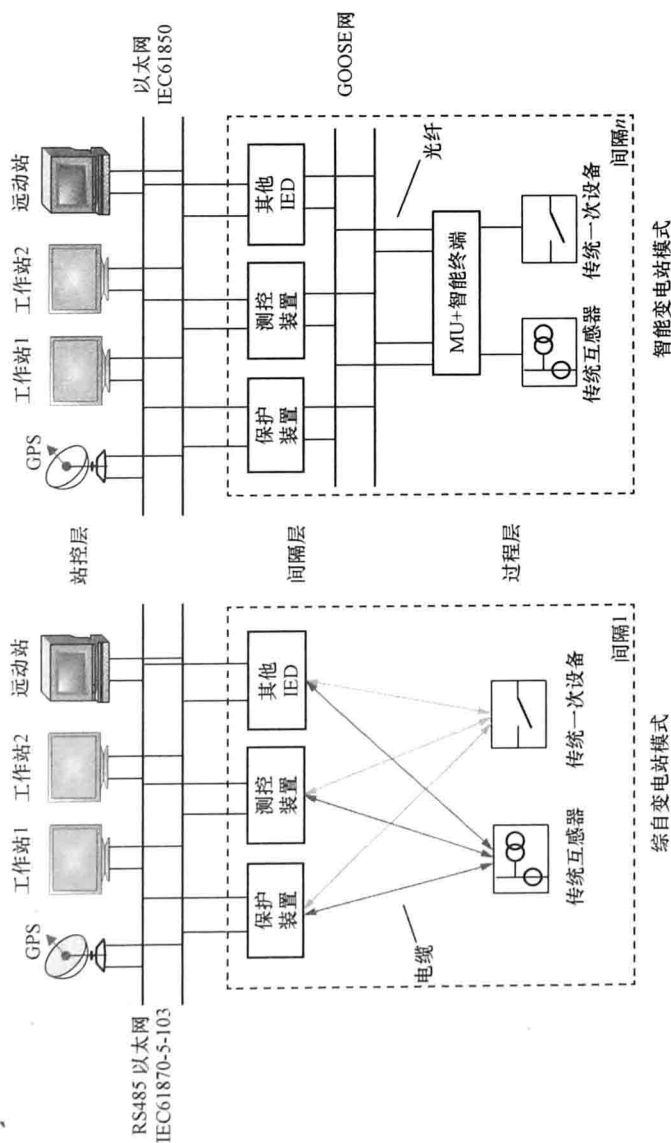


图 1-1 综自变电站模式与智能变电站模式的比较

(4) IEC 61850: 国际电工委员会 (IEC) TC57 工作组制定的《变电站通信网络和系统》系列标准, 是基于网络通信平台的变电站自动化系统唯一的国际标准。该协议通过面向对象建模技术, 面向设备, 面向应用开放的完善自我描述, 实现适应功能扩展, 满足应用开放和互操作要求。

(5) 一体化监测平台: 站控层网络直接采集保护信息、电能、故障录波、设备状态监测等各类数据, 作为变电站的统一数据基础平台, 实现变电站各类设备状态的综合展示与全站数据的一体化传输。

二、浙江省智能变电站模式演变 (见图 1-2)

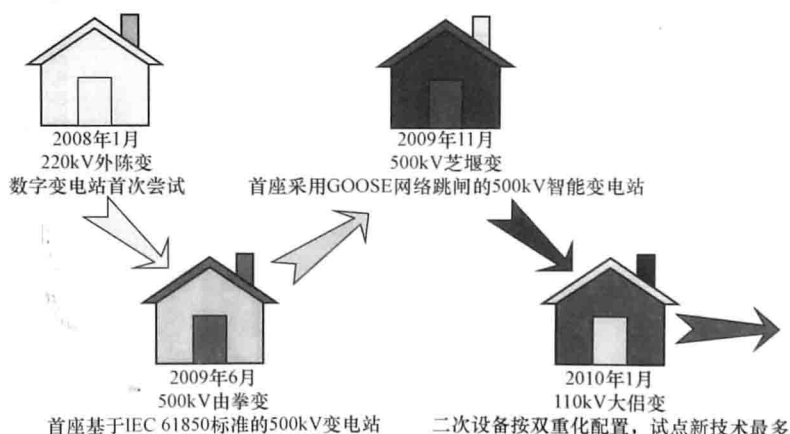


图 1-2 浙江省智能变电站模式演变示意图

2008年1月220kV外陈变投运, 是浙江省数字变电站的第一次尝试。外陈变按 IEC 61850 标准实现网络跳闸, 建设过程中完成多厂家设备互操作性试验, 发现并解决了大量工程实际问题。2009年6月500kV由拳变投运, 采用 IEC 61850 标准建模及 MMS 网络应用, 是国网首座基于 IEC 61850 标准的 500kV 变电站。2009年11月500kV芝堰变作为国网公司第一批智能电网试点工程完成智能化改造, 成为第一个采用 GOOSE 网络跳闸的 500kV 智能

变电站。2010 年 1 月 110kV 大吕变投运,二次设备按双重化配置,试点新技术最多。

根据交流采样,开关量采集、控制,模型及信息传输等特点,目前浙江省智能变电站可大致分为以下模式,如表 1-1 所示。

表 1-1 浙江省智能变电站模式特点

模式 分类	由拳模式	芝堰模式	大吕模式	武胜、云林模式
交流采样	常规互感器	常规互感器	电子式互感器	常规互感器
开关量采集、控制	常规二次电缆	GOOSE 网络 传输+智能终端	GOOSE 网络 传输+智能终端	GOOSE 点对点 传输+智能终端
跳闸方式	常规方式	GOOSE 网络跳闸	GOOSE 网络跳闸	GOOSE 直跳
MMS 网络	MMS 光网络	MMS 光网络	MMS 光网络	MMS 光网络

目前,智能变电站典型应用:采样运用常规互感器,自动化系统采用典型三层两网结构,过程层采用 SV、GOOSE 网络共用,MMS 网络独立配置;支持 IEEE 1588 对时;站内保护直采直跳。

三、当前智能变电站发展的制约因素

目前智能变电站还处于发展阶段,在标准应用、产品设备、工程建设、运行管理、检修维护、人员培训等多个方面均不成熟。

1. 不同厂家设备的兼容性故障增多

IEC 61850 还处于工程建设的初级阶段,各方还处摸索实践中,对各个扩展功能的理解存在分歧,对标准的定义存在歧义,各种模型国网公司还未完全统一,例如 SCD 文件用各个厂家自己的编制工具完成后有可能出现不相兼容的现象。

2. 设备技术问题

电子式互感器技术、SV 网络传输技术还不成熟;合并单元技术上也不够成熟、可靠。一次设备智能化水平不高,采用智能终端间接实现,仍需要较多电缆。电子元器件的引入,带来设备的寿命短、运行环境要求高的问题。

3. 对网络、网络设备依赖度高

网络跳闸方式还不够成熟。光缆安装维护技术要求高、运行环境要求高。

4. 环境温度等影响传感器、光纤寿命

由于智能组件就地化布置,导致二次智能设备会较长时间暴露在户外等恶劣环境下,尤其是高低温天气及潮湿灰尘环境因素的制约,严重影响智能设备正常运行和寿命,在长时间暴晒或严寒低温环境下可能引发异常运行如死机、误发信或上传缓慢等现象。

5. 新技术与传统理念的碰撞,人员、设备、规范准备不足,培训要求迫切

智能变电站设备的维护、运行、调度与传统设备有很大区别,目前相关人员培训、规范制定均落后于智能变电站建设,将成为智能变电站发展的一个瓶颈问题。

四、智能变电站未来发展方向

基于当前的技术趋势,智能变电站将来的发展方向是变压器、断路器、隔离开关、互感器等智能设备形成一体化平台,硬件、软件、组网策略等更趋于成熟的网络化;调试方法上集成测试,工厂化联调;新的远动协议(IEC 61970)及各种高级应用功能的发展,使得电网更加智能化,其中一体化保护、广域保护、自适应保护的逐步应用,将使电网具备自愈功能。主要特点如下:

- (1) 新型保护原理(一体化保护、广域保护、自适应保护)。
- (2) 坚强的通信网络(广域、宽带、快速、可靠、自愈)。
- (3) 新的调度端标准(IEC 61970,充分利用站端数据)。
- (4) 一体化平台,实现统一建模、源端维护。
- (5) IEC 61850 标准的进一步发展完善。
- (6) 标准化、模块化。
- (7) 成熟的新型建设模式(集成调试等)。
- (8) 各种高级应用功能的充分发展。

图 1-3 所示为智能变电站远景模式。

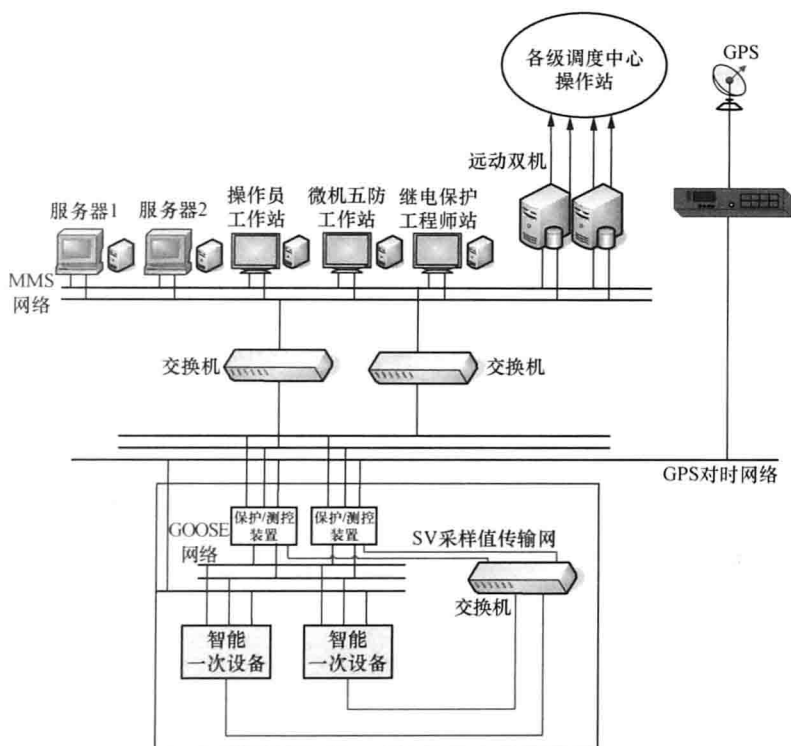


图 1-3 智能变电站远景模式

第三节 智能变电站的智能设备

一、智能终端

1. 智能终端的定义

《智能变电站继电保护技术规范》(Q/GDW441—2010)对智能终端作了如下定义：一种智能组件，与一次设备采用电缆连接，与保护、测控等二次设备采用光纤连接，实现对一次设备（如断路器、隔离开关、主变压器等）的测量、控制等功能。

智能终端是一种执行元件，与间隔层保护控制器、负责数据采样的合并单元（MU）共同组成智能变电站集成保护平台。它