

智能变电站实用技术问答丛书

智能变电站 建设与改造

翟健帆 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

智能变电站实用技术问答丛书

智能变电站 建设与改造

翟健帆 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以问答的形式对智能变电站安装、调试及改造扩建工作各环节的技术知识、流程和方法做了简明扼要的阐述。全书共5章，具体内容包括智能变电站基础知识、一次设备安装及试验、智能变电站光缆敷设及熔接、智能变电站现场调试、智能变电站的扩建和改造。

本书适合从事智能变电站安装、调试及改造的工作人员学习和培训使用，同时可供变电站建设技术工作人员参考阅读。

图书在版编目（CIP）数据

智能变电站建设与改造 / 翟健帆主编. —北京：中国电力出版社，2014.10

（智能变电站实用技术问答丛书）

ISBN 978-7-5123-6048-8

I. ①智… II. ①翟… III. ①智能系统—变电所—问题解答 IV. ①TM63-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 136097 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>）

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 10 月第一版 2014 年 10 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 11.75 印张 142 千字

印数 0001—3000 册 定价 36.00 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

编写人员名单

主 编 翟健帆

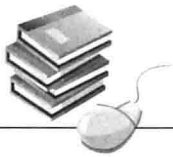
副主编 张 军

参编人员（按姓氏笔画排序）

王 毅 刘金柱 何国华 陈东升

张 斌 赵 勇 郝晋阳 阎 鹏

程宏伟



前 言

智能变电站是智能电网的重要组成部分，随着“十二五”期间电网的大范围推广，智能变电站的建设和变电站智能化改造正在迅速普及。然而对于直接参与变电站建设的基层安装调试人员来说智能变电站还是新兴技术，对智能变电站安装、调试及改造工作各环节的流程和方法还了解的不够深入。为了方便安装、调试人员了解智能变电站相关知识，掌握智能变电站安装调试的技术要点，由翟健帆、张军、张斌等几位专家在长期从事智能变电站建设技术丰富经验的基础上结合现行相关规程规范以及现场技术实践编写此书，供读者参考。

本书共 5 章，从智能变电站基础知识、一次设备安装及试验，现场调试、改造扩建等关键环节入手，对现场调试人员急需了解的 190 多个问题进行了详细阐述。涉及智能变电站建设过程中各环节的方法流程、技术要求、管理要点以及常见问题处理方法等内容。第 1 章主要讲述了智能变电站的概念、特点、体系结构，对各种智能变电站设备进行了简要介绍。第 2 章主要讲述了智能变电站各种一次设备安装的技术要点、现场试验项目及技术要求。第 3 章主要讲述了智能变电站的光缆敷设熔接的步骤流程、各环节的技术要点和工艺要求。第 4 章主要讲述了智能变电站现场调试的流程、各设备单机调试项目和技术要求、各功能的分系统调试项目和技术要求、间隔整组传动的调试项目和技术要求，以及调试中常见问题的处理

方法。第 5 章主要讲述了智能变电站改造扩建中的技术要求、安全技术措施等内容。

由于编写时间仓促，书中难免有疏漏和不足之处，恳请各位读者批评指正。

作 者

2014.7



目 录

前言

1 智能变电站基础知识	1
1.1 智能变电站由来	1
1.1.1 什么是智能电网?	1
1.1.2 智能变电站是怎样提出的?	1
1.1.3 智能变电站有什么特点? 与普通的综合自动化变电站 有什么区别?	2
1.1.4 智能变电站的定义是什么?	4
1.1.5 智能变电站有哪些特点? 它的先进性、可靠性表现在哪里?	5
1.2 智能变电站体系结构	6
1.2.1 什么是智能变电站的分层分布式结构?	6
1.2.2 什么是 IEC 61850 标准? 国内与之相应的标准是什么?	6
1.2.3 GB/T 30155—2013《智能变电站技术导则》主要 规定了哪些内容?	7
1.3 智能变电站网络	7
1.3.1 什么是以太网? 它的工作原理是什么?	7
1.3.2 什么是交换机? 它的工作原理是什么?	8
1.3.3 智能变电站的网络如何分类? 有什么特点?	8
1.3.4 智能变电站的光缆敷设应满足哪些要求?	9
1.4 站控层	9
1.4.1 智能变电站站控层设备有哪些?	9

1.4.2	什么是智能变电站一体化监控系统?	9
1.4.3	智能变电站对时一般有哪几种方式?	10
1.4.4	智能变电站的防误闭锁功能由哪些层次构成? 如何实现?	10
1.5	间隔层	11
1.5.1	智能站与常规综合自动化变电站的继电保护装置有什么异同? ..	11
1.5.2	智能变电站继电保护装置应满足哪些技术要求?	11
1.5.3	智能变电站测控装置与常规变电站有何不同?	13
1.5.4	什么是智能变电站的智能电子设备 IED? 主要包括哪些设备? ..	13
1.6	过程层	14
1.6.1	电子式互感器有几种?	14
1.6.2	光学电子式电流互感器与常规电流互感器有什么不同? 有什么优缺点?	14
1.6.3	电容分压电子式互感器与常规电压互感器有什么不同? 有什么优点?	15
1.6.4	罗氏线圈电子式电流互感器与常规电磁型电流互感器 有什么不同? 有什么优缺点?	17
1.6.5	智能变电站的合并单元应满足哪些技术要求?	18
1.6.6	什么是合并单元? 它起到什么作用?	19
1.6.7	什么是智能终端? 有什么作用?	20
1.6.8	智能变电站的智能终端装置应满足哪些技术要求?	21
1.7	高级功能及辅助系统	22
1.7.1	智能变电站的高级应用功能由哪些模块构成? 有什么特点?	22
1.7.2	什么是顺序控制? 顺序控制是怎样实现的?	24
1.7.3	智能告警是怎样实现的? 哪些因素影响智能告警的准确性?	25
1.7.4	什么是智能变电站的辅助控制系统? 辅助控制系统 由哪些设备组成? 有什么作用?	25

1.7.5	什么是智能变电站的一体化监控系统？智能变电站的五防有哪些防误功能？	26
2	一次设备安装及试验	28
2.1	智能变电站主变压器、高压电抗器安装及试验	28
2.1.1	与常规变电站相比智能变电站主变压器安装应注意哪些问题？ ..	28
2.1.2	常用的主变压器在线监测项目主要有哪些？对这些在线监测项目有哪些技术要求？	28
2.1.3	电力变压器现场试验中需要做哪些试验项目？需要达到哪些技术标准？	29
2.1.4	高压电抗器现场试验项目有哪些？各试验项目需要达到哪些技术标准？	31
2.2	智能变电站断路器和高压组合电器的安装	32
2.2.1	与常规变电站相比智能变电站断路器安装应注意哪些问题？	32
2.2.2	断路器及高压组合电器设备的在线监测项目一般有哪些？	33
2.2.3	GIS 局放在线监测的应达到的技术标准是什么？	33
2.2.4	对断路器操动机构特性在线监测有哪些技术要求？	33
2.2.5	储能电机工作状态在线监测应达到哪些技术标准？	33
2.2.6	对在线监测设备进行安装调试时应注意哪些问题？	34
2.2.7	SF ₆ 断路器的现场试验项目有哪些？需要达到哪些技术要求？	34
2.2.8	GIS 设备的现场试验项目有哪些？需要达到哪些技术要求？	35
2.3	其他智能一次设备	36
2.3.1	智能变电站避雷器安装有哪些注意事项？	36
2.3.2	电子式互感器与隔离开关组合安装中有哪些注意事项？	36
2.3.3	现场试验中避雷器需要做哪些试验项目？	37
2.3.4	现场试验隔离开关需要做哪些试验项目？需要达到哪些技术要求？	37

3 智能变电站光缆敷设及熔接	39
3.1 光缆敷设	39
3.1.1 如何通过光缆的代号识别光缆类型?	39
3.1.2 单模光缆和多模光缆各有什么特点?	40
3.1.3 如何区别单模光缆和多模光缆?	40
3.1.4 单模光缆和多模光缆在智能变电站中各有什么用途?	40
3.1.5 智能变电站中常用的光纤接口适配器有哪些种类? 在智能 变电站中各有什么用途?	41
3.1.6 智能变电站二次施工中高压电缆、动力电缆、控制电缆、 光缆在电缆沟中应如何布置?	41
3.1.7 光缆敷设应符合哪些工艺要求?	41
3.1.8 尾纤的布线应满足哪些工艺要求?	42
3.2 光缆的熔接	43
3.2.1 光缆熔接前需要准备哪些工具?	43
3.2.2 如何选择熔接机、切刀及尾纤?	43
3.2.3 光缆熔接对工作环境有什么要求?	44
3.2.4 光缆熔接的工艺流程由哪些步骤组成?	44
3.2.5 如何正确使用熔接机?	46
3.2.6 如何使盘纤的工艺美观?	47
3.2.7 光缆熔接中测试损耗大可能是什么原因造成的? 应如何处理? ..	47
3.3 光纤通道的检查	47
3.3.1 智能变电站光纤通道检查需要做哪些工作?	47
3.3.2 如何选择光纤通道检查的设备?	48
3.3.3 如何检查光纤通道的损耗点?	49
3.3.4 光纤通道损耗检查时损耗过大的原因和处理方法是什么?	49

4	智能变电站现场调试	50
4.1	现场调试准备	50
4.1.1	智能变电站调试的总体流程由哪些环节组成？包含哪些内容？	50
4.1.2	开始现场调试需要具备哪些条件？	51
4.2	单体调试	51
4.2.1	什么是 SCL 语言？在智能变电站中起到什么作用？	51
4.2.2	智能变电站中常用 SCL 配置文件有哪几类？	52
4.2.3	SCL 文件的结构由哪几部分组成？	53
4.2.4	SCL 文件中 IED 的层次结构由哪些部分组成？	53
4.2.5	虚端子图中虚端子索引的命名规则是什么？	54
4.2.6	现场调试前对配置文件应做哪些检查？	54
4.2.7	用数字式继电保护测试仪为保护装置加量时保护装置没有 采样可能是由什么原因造成的？应怎样处理？	55
4.2.8	用数字式继电保护测试仪调试保护装置时，采样正常但是 保护无法动作可能是由什么原因造成的？如何处理？	56
4.2.9	用数字式继电保护测试仪调试继电保护装置前需要进行哪些 配置？如何从 SCD 文件中读取控制块信息？	57
4.2.10	对于直采直跳共口的保护装置如何传动？	57
4.2.11	交换机的 VLAN 划分有哪些方式？各有什么特点？	57
4.2.12	交换机的 VLAN 划分应遵循哪些原则？	58
4.2.13	交换机中的流量如何计算？	58
4.2.14	电子式互感器的试验项目分为哪几类？	58
4.2.15	电子式互感器的型式试验项目有哪些？	59
4.2.16	电子式互感器的例行试验项目有哪些？	59
4.2.17	如何检查电子式互感器的极性？	59
4.2.18	如何校验电子式电流互感器的精度？	60

4.2.19	如何校验电子式电压互感器的精度？	61
4.2.20	单机调试中对装置的 GOOSE 报文输出需要做哪些检查？	62
4.2.21	单机调试中如何检查智能终端 GOOSE 变量和硬接点的 关联是否正确？	63
4.2.22	合并单元和智能终端的安装应满足哪些要求？	64
4.2.23	智能终端的功能应满足哪些要求？	64
4.2.24	如何检查智能终端的开关量延时？	65
4.2.25	如何检查智能终端的检修机制是否正确？	66
4.2.26	智能终端的手合同期功能如何实现？	66
4.2.27	智能变电站合并单元的功能应满足哪些要求？	66
4.2.28	如何检测合并单元额定延时、绝对延时及时间间隔抖动 的正确性？	68
4.2.29	合并单元延时对保护装置的影响如何？如何保证保护采 样的一致性？	69
4.2.30	如何检查合并单元的异常闭锁功能？	69
4.2.31	如何检查合并单元的 GOOSE 输入和电压切换功能？	70
4.2.32	如何试验 TV 合并单元的电压切换功能？	70
4.2.33	智能变电站线路光纤差动保护的逻辑与传统站有何 不同，应如何校验？	71
4.2.34	校验采用浮动门槛电容电流补偿的线路差动保护时的定 值校验不准是什么原因造成的？应如何处理？	75
4.2.35	校验母线差动保护或主变压器差动保护时，保护不动作 一般是什么原因造成的？应如何处理？	75
4.2.36	双母线接线方式母线差动保护校验时，如何检查母联极 性要求？如何与一次极性配合？	75
4.2.37	现场调试中对继电保护装置的 SV 输入应做哪些检查？	76

4.2.38	现场调试中对继电保护装置的 GOOSE 输入应做哪些检查？	76
4.2.39	智能变电站测控装置应满足哪些功能要求？	77
4.2.40	智能变电站单机调试中测控装置应做哪些调试项目？	78
4.2.41	智能变电站网络分析与故障录波装置应做哪些调试项目？	79
4.2.42	在线监测设备需满足哪些功能要求？	80
4.2.43	单机调试中综合在线监测单元应做哪些调试项目？	82
4.2.44	单机调试中交换机应检查哪些项目？	82
4.2.45	一体化监控系统中有哪 些单装置设备需要做单 装置通信处理能力检验？ 进行通信能力检验有什 么意义？	85
4.2.46	如何检验站控层设备和 测控装置的通信处理能 力？	85
4.2.47	如何评判通信处理能力 测试的检验结果？	86
4.2.48	综合应用服务器的作用 有哪些？	87
4.2.49	综合应用服务器的检验 应具备哪些条件？	87
4.2.50	哪些 IED 需接入综合 应用服务器？需要做哪 些接入检测？	88
4.2.51	智能变电站站控层设备 的配置应满足哪些要求？	89
4.2.52	报文分析在智能变电站 调试中起到什么作用？ 如何进行报文分析？	90
4.2.53	智能变电站过程层网络 中涉及哪几种报文？它 们在智能变电站功能实 现中起到什么作用？	90
4.2.54	如何分析 GOOSE 报文？	91
4.2.55	什么是 GOOSE 报文的 收发机制？	93
4.2.56	GOOSE 报文的收发机 制是什么？	94
4.2.57	如何分析 SV 报文？	95
4.2.58	SV 报文的收发机制是 什么？	98
4.2.59	SV 报文中每位状态字 的含义分别是什么？	98
4.2.60	智能变电站检修处理机 制包含哪些内容？	99

4.2.61	IEEE 1588 对时系统的对时机制是什么？涉及哪几种报文？ ……	100
4.2.62	如何分析 IEEE 1588 对时报文？ ……	101
4.2.63	IEEE 1588 对时系统如何实现精确对时？ ……	102
4.2.64	单机调试中对于同步对时设备应做哪些检查？ ……	102
4.2.65	电容分压的电子式电压互感器的基本原理是什么？ ……	103
4.2.66	光学电子式电流互感器的基本原理是什么？ ……	103
4.2.67	罗氏线圈电子式电流互感器的基本原理是什么？有什么 技术特点？ ……	104
4.3	分系统调试 ……	105
4.3.1	常规互感器与合并单元组合的采样值系统在现场调试中 如何保证采样值系统的同步性？ ……	105
4.3.2	对于采用电子式互感器的采样值系统现场调试中应如何 保证采样值的同步性？ ……	106
4.3.3	现场调试中应对采样值系统的稳定性做哪些检查？ ……	106
4.3.4	投运后发现同期电压角差较大可能是由哪些原因造成的？ 应如何处理？ ……	107
4.3.5	在智能变电站现场调试中 IEEE 1588 对时系统需要做哪些 试验项目？ ……	107
4.3.6	分析系统调试中综合应用服务器需要做哪些集成应用 功能测试？ ……	108
4.3.7	监控主机与 PMU 集中器接口需要做哪些测试？ ……	109
4.3.8	对于监控主机的顺序控制功能应做哪些试验？ ……	110
4.3.9	对于保护信息子站应做哪些试验？ ……	112
4.3.10	智能变电站中网关机有哪些作用？如何检测？ ……	113
4.3.11	智能变电站调试中对网关机需要做哪些测试？ ……	114
4.3.12	智能变电站二次安全防护系统的配置需要满足哪些要求？ ……	117

4.3.13	对一体化监控系统的数据采集功能应检验哪些内容？	118
4.3.14	对于站控层遥信处理功能需做哪些检验？	119
4.3.15	对于站控层设备的遥测处理功能应做哪些检验？	120
4.3.16	对于站控层设备的统计计算功能应做哪些检测？	121
4.3.17	对一体化监控系统的历史数据存储功能应做哪些检测？	122
4.3.18	对一体化监控系统的实时显示功能应做哪些检测？	123
4.3.19	对一体化监控系统操作与控制功能应做哪些检测？	125
4.3.20	一体化监控系统防误闭锁功能如何实现？	127
4.3.21	如何检验一体化监控系统的防误闭锁功能？	128
4.3.22	如何检验一体化监控系统的顺序控制功能？	128
4.3.23	一体化监控系统的智能操作票功能如何检验？	129
4.3.24	一体化监控系统无功优化功能需要做哪些调试？	130
4.3.25	对于一体化监控系统的运行管理功能应做哪些试验？	132
4.3.26	对一体化监控系统的信息综合分析功能应做哪些检验？	132
4.3.27	对一体化监控系统的智能告警功能应做哪些检验？	134
4.3.28	现场调试中需要测试一体化监控系统的哪些响应时间指标？ 如何测试？	136
4.3.29	一体化监控系统需要检验哪些负荷率指标？如何检验？	137
4.3.30	如何检验时钟同步系统的精度？	138
4.3.31	如何进行站控层网络的双网切换检验？	138
4.3.32	如何进行站控层设备的双机切换检验？	138
4.3.33	什么是雪崩试验？如何进行雪崩试验？	139
4.3.34	对保护信息子站功能应做哪些检验？	140
4.3.35	现场调试中对一体化电源系统应做哪些调试项目？	141
4.3.36	在线监测系统的配置需要满足哪些要求？	141
4.3.37	在线监测系统应满足哪些技术要求？	143

4.3.38	在线监测系统的结构需要满足什么要求？	145
4.3.39	现场调试中对电能计量系统应做哪些检验？	146
4.3.40	现场调试中对辅助控制系统应做哪些调试项目？	147
4.4	间隔整组传动	148
4.4.1	保护整组传动之前需要做哪些检查？	148
4.4.2	3/2 接线方式的线路保护如何进行整组传动？	148
4.4.3	智能变电站光纤差动保护两侧对调时应做哪些试验？	149
4.4.4	智能变电站主变压器保护如何进行整组传动？	151
4.4.5	断路器保护如何进行整组传动？	153
4.4.6	智能变电站母线保护传动时应做哪些试验？	153
4.4.7	智能变电站光纤距离保护如何进行通道联调？	154
5	智能变电站的扩建和改造	156
5.1.1	常规变电站智能化改造主要包括哪些内容？	156
5.1.2	数字化变电站的智能化改造包括哪些内容？	156
5.1.3	变电站智能化改造应遵循哪些基本原则？	156
5.1.4	变电站的智能化改造应满足哪些技术要求？	157
5.1.5	变电站一次设备智能化改造应满足哪些技术要求？	158
5.1.6	已运行变压器的智能化改造中可采用哪些在线监测项目？	159
5.1.7	已运行断路器或高压组合电器的智能化改造中可采用哪些 在线监测项目？	159
5.1.8	变电站经智能化改造后二次设备的功能应满足哪些要求？	159
5.1.9	变电站智能化改造后站控层设备的功能应满足哪些要求？	160
5.1.10	变电站经智能化改造过程层、站控层网络结构应满足 哪些要求？	162
5.1.11	变电站经智能化改造后辅助控制系统的功能应满足哪些 功能要求？	163

5.1.12	智能变电站扩建时有哪些配置文件需要修改？哪些回路需要重新传动？	163
5.1.13	在智能变电站改造或扩建中宜采取哪些措施保证运行设备的安全？	164
5.1.14	双母线接线方式下扩建线路、母联或主变压器间隔时有哪些装置需要重新配置？	165
5.1.15	母线接线方式下扩建边断路器和线路时有哪些原有装置与新增装置之间有虚回路需要传动？有哪些虚回路？传动时如何做隔离措施？	165
5.1.16	3/2 接线方式下扩建边断路器和线路时有哪些原有装置需要重新配置？	165
5.1.17	3/2 接线方式下扩建边断路器和线路时有哪些原有装置与新增装置之间有虚回路需要传动？有哪些虚回路？传动时如何做隔离措施？	166
5.1.18	智能变电站的改造工程需要移交哪些资料？	166