

30237

PEIDIANWANG
ZIDONGHUA
XITONG YINGYONG
JISHUWENDA

配电网自动化系统应用 技术问答

吴国良 张宪法 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

配电网自动化系统应用 技术问答

吴国良 张宪法 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

当前,配电网改造以及配电网自动化技术的应用已经在全国得到了很大的发展,针对配电网自动化工作中的一些问题,本书以问答的形式,将电力系统运行、维护人员和从事配电网自动化系统建设的研发、管理人员所关心的技术、应用等问题较为系统的阐述出来。

本书共分为七章,分别是与建设配电网自动化系统决策有关的问题、配电网自动化与所服务的对象——配电网、配电网自动化系统规划、配电网自动化系统及其构成、配电网自动化的通信系统、配电网自动化系统的功能及性能指标、配电网自动化系统的实用化。

本书适用于从事电力系统运行、维护的相关工作人员,以及专门从事配电网自动化系统建设、研发、运行的技术、管理人员。

图书在版编目(CIP)数据

配电网自动化系统应用技术问答/吴国良,张宪法编
著. —北京:中国电力出版社,2005

ISBN 7-5083-3435-3

I. 配... II. ①吴... ②张... III. 配电系
统:自动化系统-问答 IV. TM727-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 067620 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 10 月第一版 2005 年 10 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 7.125 印张 180 千字

印数 0001—4000 册 定价 14.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言

随着城市规模的日益扩大以及现代化程度的不断提高,对城市电网的供电能力和电能质量要求提出了越来越高的要求。当前,由于我国电力系统发展的不平衡,与发输电系统及应用技术日渐成熟相比,配电网系统及应用技术相对滞后,到 20 世纪 90 年代,因城市配电网投入不足、技术水平落后而引发了电力系统发电能力有余而供电能力不足的矛盾。因此,一些城市在开始进行城市配电网改造的同时,应用了一种更为有效的技术手段——配电网自动化。经过 10 余年的探索、研究与应用,该技术得到了有效地发展,一些系统在配电生产过程中发挥了充分作用,达到了实用,整个配电网的运行维护及用户服务水平不断提高。

本书作者结合 10 余年的研究、开发、规划、使用的经验,从应用角度出发,以问答方式试图对有关配电网自动化涉及的问题进行解答和探讨。

本书共分七章,第一章汇总了目前大家关注的、影响配电网自动化建设决策的方向性问题。第二章是涉及配电网设备及网架结构的有关问题。第三章是有关配电网自动化系统规划的问题。第四章介绍配电网自动化系统的构成、主站系统、终端设备以及相关系统的具体问题。第五章介绍配电网自动化系统的通信规约、系统及设备的问题。第六章介绍配电网自动化系统的主要功能及技术指标问题。第七章为有关实用化的问题。在附录中,分别列出了国内、国外有关配电网自动化系统的文件和主要标准。

在本书的编写过程中得到了四川大学柳永智教授、广西大学

王佩璋教授的指导和支持；本书由西安交通大学盛寿麟教授主审，审稿中对本书的内容提出了许多宝贵意见，在此对柳永智教授、王佩璋教授、盛寿麟教授的帮助表示衷心的感谢。

限于作者能力所限，加之缺乏编写经验，错误疏漏在所难免，恳请读者批评指正。

作者

2005 年 6 月

目 录

前言

第一章 与建设配电网自动化系统决策有关的问题	1
1-1 为什么要建设配电网自动化系统?	1
1-2 配电网自动化系统能给配电系统带来什么好处?	3
1-3 如何分析建设配电网自动化系统的投资/效益?	5
1-4 建设配电网自动化系统是否需要大量的资金投入?	6
1-5 建设配电网自动化系统的投资主要取决于哪些因素?	7
1-6 从减少停电时间增加的电费收益 来看建设配电网自动化系统是否值得?	8
1-7 配电网自动化系统能否提高供电可靠率?	9
1-8 目前影响我国配电网自动化系统发挥作用 的主要问题是什么?	12
1-9 我国配电网自动化的发展情况如何?	13
1-10 为什么发达国家中配电网自动化发展情况不同?	15
第二章 配电网自动化与所服务的对象——配电网	17
第一节 配电设备及配电网	17
2-1-1 配电网涉及哪些电压等级?	17
2-1-2 配电网自动化涉及到哪些电压等级的配电网?	17
2-1-3 城市中低压配电网由哪些设备组成?	17
2-1-4 配电网一般有哪些构成形式?	18

2-1-5	配电网络一般采用什么样的中心点接地方式？	18
第二节 架空配电线路及网络		18
2-2-1	架空线路的特点是什么？	18
2-2-2	架空线路主要由哪些部件组成？	19
2-2-3	架空线路主要有哪几种网络拓扑形式？	19
2-2-4	什么是放射形接线方式？	19
2-2-5	如何利用放射形接线处理馈线故障？	19
2-2-6	什么是双电源环网形（手拉手）接线方式？	21
2-2-7	如何利用双电源环网形（手拉手） 接线处理馈线故障？	21
2-2-8	什么是三电源环网形（手拉手）接线方式？	23
2-2-9	如何利用三电源环网接线处理馈线故障？	23
2-2-10	什么是四电源环网接线方式？	26
2-2-11	什么是3分4连接接线方式？	27
2-2-12	如何利用3分4连接接线处理馈线故障？	28
2-2-13	如何利用配电网自动化系统进行故障时 跨区域负荷转带？	29
第三节 电缆线路及网络		31
2-3-1	什么是电缆线路？对电缆线路的要求是什么？	31
2-3-2	电缆线路有什么优缺点？	31
2-3-3	电缆线路有哪些敷设方式？	31
2-3-4	电缆线路适用于什么样的情况？	32
2-3-5	电缆线路主要有哪些网络构成形式？	32
2-3-6	什么是单放射式接线方式？	32
2-3-7	如何利用单放射式接线处理线路故障？	33
2-3-8	什么是单环网式接线方式？	33
2-3-9	如何利用单环网式接线处理线路故障？	34
2-3-10	什么是双放射式接线方式？	35
2-3-11	什么是双环网接线方式？	35
2-3-12	什么是混合式接线方式？	36

2-3-13 混合式接线方式有什么优缺点?	36
第四节 实现配电网自动化对一次设备及系统的要求	37
2-4-1 配电网自动化系统具体涉及哪些电网 (一次)设备?	37
2-4-2 配电开关设备有哪些类型?	37
2-4-3 配电变压器设备有哪些类型?	37
2-4-4 配电网自动化对所涉及的一次设备有什么要求?	39
2-4-5 实现配电网自动化对配电网有何要求?	40
2-4-6 什么样的配电网能充分发挥配 电网自动化系统效益?	41
第三章 配电网自动化系统规划	42
3-1 配电网自动化系统规划的前提条件是什么?	42
3-2 配电网自动化系统规划应包含哪些内容?	42
3-3 如何制定配电网自动化系统发展规划目标?	42
3-4 配电网自动化系统规划基本要求包含哪些内容?	43
3-5 配电网自动化系统规划应具备哪些条件?	43
3-6 配电网自动化系统规划涉及一次系统的内容有哪些?	44
3-7 规划中的配电网自动化系统应包含哪些内容?	45
3-8 如何制订分阶段实施计划及目标?	47
3-9 配电网自动化系统规划应考虑哪些管理问题?	48
3-10 如何进行配电网自动化系统的经济效益分析?	48
3-11 如何做好配电网自动化系统规划?	49
第四章 配电网自动化系统及其构成	51
第一节 配电网自动化系统的总体构成	51
4-1-1 配电网自动化系统总体由哪些部分组成?	51
4-1-2 配电网自动化系统各部分是如何设置的?	51
4-1-3 控制中心的作用是什么?	54
4-1-4 控制分中心的作用是什么?	54

4-1-5	站控终端的作用是什么？	54
4-1-6	终端设备的作用是什么？	55
4-1-7	通信信道的作用是什么？	55
4-1-8	配电网自动化是否一定需要建设完善的通信系统？	56
4-1-9	配电网自动化系统的发展——广域分布式配电网 自动化系统体系结构。	56
4-1-10	IEC（国际电工委员会）对配电网自动化系统的系统 构成有何要求？	58
第二节	配电网自动化主站系统	62
4-2-1	配电网自动化主站系统包括哪些部分？	62
4-2-2	对主站系统运行环境有何要求？	62
4-2-3	如何选择主站计算机系统？	63
4-2-4	如何配置基本的主站计算机系统？	63
4-2-5	基本配置的主站计算机系统各部分的作用是什么？	64
4-2-6	对于大规模系统主站计算机系统应如何配置？	65
4-2-7	大规模系统配置的主站计算机系统各部分 的作用是什么？	65
4-2-8	主站系统应用实例 1。	68
4-2-9	主站系统应用实例 2。	69
4-2-10	主站系统应用实例 3。	71
4-2-11	主站系统应用实例 4。	72
4-2-12	主站计算机系统的软件应包含哪些内容？	74
4-2-13	主站一般使用什么样的计算机网络及操作系统？	74
4-2-14	Windows NT 操作系统简介。	75
4-2-15	UNIX 操作系统简介。	76
4-2-16	LINUX 操作系统简介。	77
4-2-17	配电网自动化主要应用哪些数据库管理系统软件？	78
4-2-18	Sybase 数据库管理系统简介。	79
4-2-19	DB2 数据库管理系统简介。	81
4-2-20	Oracle 数据库管理系统简介。	82

4-2-21	SQL Server 数据库管理系统简介。·····	83
4-2-22	在使用数据库管理系统时如何处理实时性和通用性问题? ·····	85
4-2-23	实现 GIS 功能的方法主要有途径? ·····	85
4-2-24	目前国内应用较多的 GIS 平台有哪些? ·····	85
4-2-25	ArcGIS 简介。·····	85
4-2-26	Map Objects 简介。·····	88
4-2-27	GROW 简介。·····	88
4-2-28	Small World 简介。·····	89
4-2-29	GEO GRAPHICS 简介。·····	90
4-2-30	对应用软件有何要求? ·····	91
4-2-31	如何构建配电网自动化主站系统? ·····	91
第三节 配电网自动化系统的主要终端设备 ·····		92
4-3-1	什么是馈线开关监控终端 (FTU)? ·····	92
4-3-2	FTU 的作用是什么? ·····	93
4-3-3	FTU 的一般原理是什么? ·····	93
4-3-4	FTU 一般由哪几部分构成? ·····	94
4-3-5	FTU 输入部分的作用是什么? ·····	95
4-3-6	FTU 控制输出部分的作用是什么? ·····	96
4-3-7	FTU 计算与处理部分的作用是什么? ·····	96
4-3-8	FTU 电源部分的作用是什么? ·····	97
4-3-9	对 FTU 用的蓄电池有何要求? ·····	98
4-3-10	FTU I/O 部分的作用是什么? ·····	98
4-3-11	一台 FTU 要求能监控多少台柱上开关? ·····	99
4-3-12	对 FTU 有什么功能要求? ·····	99
4-3-13	什么是开闭所监控终端 (DTU)? ·····	100
4-3-14	DTU 的作用是什么? ·····	100
4-3-15	DTU 的一般原理是什么? ·····	102
4-3-16	DTU 与 FTU 相比有什么不同? ·····	102
4-3-17	DTU 与变电所监控终端 (RTU) 相比有什么不同? ···	103

4-3-18	DTU 是如何实现备用电源自动投入功能的?	103
4-3-19	对 DTU 有什么功能要求?	105
4-3-20	什么是配电变压器监测终端 (TTU)?	106
4-3-21	TTU 的作用是什么?	106
4-3-22	TTU 的一般原理是什么?	106
4-3-23	如何利用 TTU 监测配电变压器设备的运行状况?	108
4-3-24	如何利用 TTU 实现无功补偿功能?	109
4-3-25	对 TTU 有什么功能要求?	109
4-3-26	什么是站控终端?	110
4-3-27	站控终端的作用是什么?	110
4-3-28	站控终端的构成原理是什么?	111
4-3-29	为什么要设站控终端?	112
4-3-30	站控终端与 FTU、TTU、DTU 有什么不同?	112
4-3-31	对站控终端有什么功能要求?	113
4-3-32	对终端设备有什么性能指标要求?	114
4-3-33	对终端设备有什么环境温度、湿度要求?	114
4-3-34	什么是输入量允许基本误差极限要求?	115
4-3-35	什么是功率消耗要求?	115
4-3-36	什么是连续过量输入要求?	115
4-3-37	什么是控制输出要求?	115
4-3-38	什么是状态量输入分辨率要求?	115
4-3-39	什么是抗快速瞬变脉冲群干扰能力要求?	116
4-3-40	什么是可靠性要求?	116
4-3-41	如何选用终端设备?	117
4-3-42	在使用终端设备时需注意哪些问题?	117
第四节 与配电网相关的其他自动化系统及设备		118
4-4-1	与配电网相关的其他自动化系统及设备 主要有哪些?	118
4-4-2	什么是电力负荷管理?	119
4-4-3	什么是电力需求侧管理?	119

4-4-4	什么是电力负荷控制及管理系统？	119
4-4-5	无线电力负荷控制与管理系统的构成形式是什么？	120
4-4-6	无线电力负荷控制与管理系统的构成形式是什么？	121
4-4-7	对负荷管理系统有什么功能要求？	122
4-4-8	什么是无线电负荷管理双向终端？	123
4-4-9	对负荷管理终端有什么功能要求？	123
4-4-10	什么是单向负控终端？	124
4-4-11	对负荷管理系统有什么性能指标要求？	125
4-4-12	什么是抄表终端？	125
4-4-13	什么是远程集中抄表系统？	126
4-4-14	什么是远程集中抄表系统的主站？	126
4-4-15	对远程集中抄表系统的主站有什么功能要求？	126
4-4-16	什么是采集模块？	127
4-4-17	对采集模块有什么功能要求？	127
4-4-18	什么是采集终端？	127
4-4-19	对采集终端有什么功能要求？	128
4-4-20	什么是集中器？	128
4-4-21	对集中器有什么功能要求？	128
4-4-22	远程集中抄表系统的构成形式是什么？	128
4-4-23	对抄表数据的可靠性有什么要求？	130
4-4-24	什么是用电监测与管理（服务）系统？	131
4-4-25	用电监测与管理（服务）系统的构成形式是什么？	131
4-4-26	用电监测终端设备有什么功能要求？	131
4-4-27	如何利用用电监测与管理（服务）系统实现防窃电？	132

第五章 配电网自动化的通信系统..... 135

第一节 通信系统及通信规约..... 135

5-1-1 配网自动化的通信系统由哪些环节组成？..... 135

5-1-2	什么是通信规约?	135
5-1-3	配电网自动化主站和终端通信的规约主要有哪些? ...	135
5-1-4	什么是《配电网自动化终端通信协议》(试行)?	135
5-1-5	什么是 DNP3.0 通信规约?	137
5-1-6	什么是 IEC60870-5-101 和 DL/T634-1997 通信规约?	138
5-1-7	什么是 IEC61334-4 通信规约?	139
5-1-8	什么是 MODBUS 通信规约?	140
第二节 配电网自动化系统常用的通信方式		141
5-2-1	配电网自动化系统通常采用哪些通信方式?	141
5-2-2	什么是配电载波通信方式?	141
5-2-3	如何组成传输配网信息的配电载波通信系统?	142
5-2-4	线路开关处于分位置时如何解决配电载波 通路问题?	143
5-2-5	载波通信方式有何特点?	144
5-2-6	什么是数传电台通信方式?	144
5-2-7	如何利用数传电台组成传输配网信息 的无线通信系统?	144
5-2-8	无线通信系统因阻挡物影响正常通信怎么办?	145
5-2-9	无线通信方式有何特点?	146
5-2-10	什么是光纤通信方式?	147
5-2-11	如何组成传输配网信息的光纤通信系统?	148
5-2-12	什么是单光纤环网?	148
5-2-13	什么是双光纤环网?	148
5-2-14	什么是相切双光纤环网?	149
5-2-15	光纤通信方式有何特点?	150
5-2-16	什么是线缆通信方式?	150
5-2-17	线缆通信方式有何特点?	151
5-2-18	什么是利用公用通信网的通信方式?	151
5-2-19	什么是 GSM?	151

5-2-20	什么是 GSM 技术规范?	152
5-2-21	什么是 GPRS?	152
5-2-22	如何利用 GSM/GPRS 传输配电网信息?	153
5-2-23	公用通信网有什么特点?	153
5-2-24	各种通信方式的适用范围如何?	154
5-2-25	如何进行各种通信方式的成本比较分析?	155
第三节 配电网自动化常用的通信设备		156
5-3-1	配电网应用的光通信系统由哪些设备构成?	156
5-3-2	光端机的一般组成原理是什么?	156
5-3-3	光端机主要性能指标有哪些?	158
5-3-4	什么是数传电台?	158
5-3-5	数传电台通信终端及主站由哪些设备构成?	159
5-3-6	数传电台设备的组成原理是什么?	159
5-3-7	对数传电台有什么功能要求?	161
5-3-8	对数传电台有何性能及指标要求?	161
5-3-9	载波机的组成原理是什么?	164
第六章 配电网自动化系统的功能及性能指标		166
第一节 配电网自动化系统的主要功能		166
6-1-1	配电网自动化系统的主要功能有哪些?	166
6-1-2	什么是配电 SCADA 功能?	166
6-1-3	配电 SCADA 与调度自动化系统的 SCADA 功能有何不同?	169
6-1-4	什么是馈线自动化功能?	170
6-1-5	如何实现馈线自动化功能?	170
6-1-6	什么是集中式故障处理方法?	171
6-1-7	集中式故障处理方法——DART 装置简介。	171
6-1-8	集中式故障处理的实现过程示例。	172
6-1-9	什么是电压型故障处理方法?	174
6-1-10	电压型故障处理方法——DM 型装置简介。	174

6-1-11	电压型故障处理的实现过程示例。·····	177
6-1-12	什么是电流型故障处理方法?·····	178
6-1-13	电流型故障处理方法——重合器、分段器简介。·····	178
6-1-14	馈线自动化功能中考虑的线路故障类型有哪些?·····	180
6-1-15	对单相接地故障如何处理?·····	180
6-1-16	实现馈线自动化功能应注意哪些因素?·····	181
6-1-17	什么是与其他系统的联网功能?·····	182
6-1-18	什么是配电地理信息系统(GIS)?·····	182
6-1-19	为什么要建设配电GIS?·····	183
6-1-20	什么是AM/FM/GIS?·····	183
6-1-21	什么是WEBGIS?·····	183
6-1-22	对配电GIS有什么功能要求?·····	184
6-1-23	什么是配电网自动化系统高级应用功能?·····	185
6-1-24	应用配电网高级应用软件功能需要具备 什么条件?·····	186
6-1-25	什么是主站系统的管理功能?·····	187
6-1-26	对一个新建的配电网自动化系统如何确定功能?·····	187
第二节	配电网自动化系统的主要技术指标·····	187
6-2-1	配电网自动化系统有哪些主要技术指标要求?·····	187
6-2-2	什么是实时性指标?·····	188
6-2-3	配电网自动化系统的实时性指标有哪些?·····	188
6-2-4	什么是配电网自动化系统的可靠性指标?·····	189
6-2-5	配电网自动化系统的可靠性指标有哪些?·····	190
6-2-6	什么是配电网自动化系统的准确性指标?·····	190
6-2-7	配电网自动化系统的准确性指标有哪些?·····	191
6-2-8	什么是配电网自动化系统的故障处理能力指标?·····	191
6-2-9	配电网自动化系统的故障处理能力指标有哪些?·····	192

第七章 配电网自动化系统的实用化····· 193

7-1	为什么要实用化?·····	193
-----	---------------	-----

7-2	实用化评价应具备什么条件?	193
7-3	实用化评价要准备哪些文档资料?	193
7-4	实用化评价主要有哪些内容?	194
7-5	对组织机构有何要求?	194
7-6	对运行维护管理有何要求?	194
7-7	实用化评价时要进行哪些项目的检查测试?	195
7-8	如何进行检查测试?	195
7-9	在实用化评价前应做好哪些准备工作?	196
附录 A	相关的国际、国内标准和规定	197
A.1	国际 (IEC 标准)	197
A.2	国内标准、技术指导文件	198
附录 B	有关国际组织及会议	201
B.1	国际标准化组织 (ISO)	201
B.2	国际电工委员会 (IEC)	202
B.3	国际电信联盟 (ITU)	203
B.4	美国国家标准学会 (ANSI)	204
B.5	美国电子工业协会 (EIA)	205
B.6	电气与电子工程师学会 (IEEE)	206
B.7	国际大电网会议 (CIGRE)	207
B.8	国际供电会议 (CIRED)	208
附录 C	英文缩写词、术语及其中文解释	209
参考文献		212

第一章

与建设配电网自动化系统决策 有关的问题

1-1 为什么要建设配电网自动化系统?

配电网是电力产品生产(发电)、输送(输电)、销售(配电)环节中面向广大用户的最后一环,位于电力系统与电力消费者的交互位置,电力产品——电能在此成为商品进入流通领域,电力系统的效益由此环节直接体现。可见,在电力系统发电——输电——配电环节中,配电系统处于相当重要的位置。

近年来,随着国民经济的飞速增长,我国电力工业也随之高速发展。目前,我国的装机容量和发电量仅次于美国,居世界第二位,基本上进入大电网、大电厂、大机组、高电压输电、高度自动控制的新时代。电网发展的主要标志是:

(1) 电网中 500kV (包括 330kV) 主网架逐步形成和壮大。220kV 电网不断完善和扩充,到 2002 年底 220kV 以上输电线路总长达 495123km,变电容量达 512800MVA。其中 500kV 线路(含直流线路)达 34939km,变电容量达 132800MVA。

(2) 1990 年我国第一条从葛洲坝水电站至上海南桥换流站的 ± 500 kV 直流输电线路实现双极运行,使华中和华东两大区电网实现非同期联网。

(3) 随着 500kV 网架的形成和加强,网络结构的改善,电力系统运行的稳定性得到改善。近 10 年间系统稳定破坏事故比前 10 年下降了 60% 以上。

(4) 省及以上电网现代化的调度自动化系统基本实现了实用化。大部分地区电网调度自动化系统也基本实现了实用化。

(5) 以数据通信为特征的覆盖全国各主要电网的电力专用通