

配电自动化终端 现场施工及验收作业手册

Manual for Site Construction and Check Before Acceptance of
Distribution Automation

黄欣 主编
陈泽涛 李崇基 洪海生 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

配电自动化终端 现场施工及验收作业手册

Manual for Site Construction and Check Before Acceptance of
Distribution Automation

主 编 黄 欣

副主编 陈泽涛 李崇基 洪海生

编 者 郑 欣 徐应飞 童 锐 葛馨远



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内容提要

本书主要内容包括配电自动化基础知识、配电自动化工程设计要求、DTU 施工标准、DTU 调试标准、DTU 验收规范、FTU 施工标准、FTU 调试标准、FTU 验收规范等内容。

本书以配电自动化典型工程为立足点,结合广州供电局多年建设经验,旨在提出一套适用于一般配电自动化工程建设的技术要求、施工标准、调试标准和验收规范,以指导从业人员开展相关工作,助力配电自动化建设,为打造“可观”“可测”“可控”的一流配电网奠定良好的工程基础。

本书可供从事配电自动化专业施工、验收的技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

配电自动化终端现场施工及验收作业手册/黄欣主编. —北京:中国电力出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-5198-1489-2

I. ①配… II. ①黄… III. ①配电自动化—工程施工—手册②配电自动化—工程验收—手册 IV. ①TM76-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 298464 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: 王杏芸 (010-63412394)

责任校对: 王开云

装帧设计: 赵姗姗

责任印制: 杨晓东

印 刷: 北京九天众诚印刷有限公司

版 次: 2018 年 5 月第一版

印 次: 2018 年 5 月北京第一次印刷

开 本: 880 毫米×1230 毫米 32 开本

印 张: 8.5

字 数: 100 千字

印 数: 0001—2000 册

定 价: 42.00 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

序

随着电力改革稳步推进，我国电网建设投资的重心逐步由主干网向智能化、配网侧、售电侧、用电侧转移，全面建成安全、可靠、绿色、高效的智能电网成为新时代电力建设的主要目标，实现可靠供电、优质服务已成为新时代电力供应的首要责任。《电力发展“十三五”规划（2016—2020年）》明确指出，“推进配电自动化建设，根据供电区域类型差异化配置，整体覆盖率达90%，实现配电网可观可控。”配电自动化是智能配电网建设的重要内容之一，是实现配电网调度、监视、控制的统一集中管理的重要手段，更是全力服务人民追求美好生活电力需要的关键。为此，国家能源局发布《配电网建设改造行动计划（2015—2020年）》（国能电力〔2015〕290号），明确提出，“到2020年，中心城市（区）智能化建设和应用水平大幅提高，供电可靠率达到99.99%，用户年均停电时间不超过1小时，供电质量达到国际先进水平”，“配电自动化覆盖率达到90%以上”。

为进一步落实国家战略，确保配电自动化工程“零缺陷”投产，提高配电自动化建设的质量和效益，《配电自动化终端现场施工及验收作业手册》一书应运而生，以配电自动化终端的施工及验收作业为主线，涵盖常见配电自动化设备的施工、调试与验收要点，图文并茂，通俗易懂，有助于提升施工单位的施工质量和建设单位的验收水平。

自2008年启动配电自动化试点建设以来，广州供电局有限公司不忘初心、协同奋进，在取得令人瞩目成果的同时，也深知配电自动化建设的“痛点”。本书由广州供电局配电自动化专业团队担纲执笔，这也是该团队出品的第三本书籍。该团队由长期从事配电自动化专业的青年骨干人员组成，横跨配网基建、配电网运维、配电检修等专业线，他们对“配网”与“配电自动化”等

关键词有着深刻的认识和丰富的实践经验。《配电自动化技术问答》《配电自动化专业技能题库》《配电自动化终端现场施工及验收作业手册》，从专业技术串联到技能序列梳理，再到现场施工作业指南，该团队循序渐进、稳扎稳打的布局章法与立志腾飞配电自动化事业的拳拳赤心，可见一斑。期待这一套组合拳，可以切实提升配电自动化从业人员的专业素养和技术技能水平，有助于培育一大批基础扎实、技能过硬的配电自动化施工队伍与专业人才，从而促进配电网的安全、可靠、绿色、高效、可持续发展；同时也诚挚希望各方专家学者共同关注我国配电自动化专业的发展和技术走向，探讨建设过程中的新问题，并以此为契机，群策群力，共同提高配电自动化的实用化水平，从而推动配电自动化专业再上新台阶。

功崇惟志，业精惟勤。在本书的编辑出版过程中，编委同志们以“功成不必在我”的宽阔胸怀和全力以赴的责任担当，付出了大量辛勤的汗水和闪光的智慧。在本书行将付梓之际，谨以此序，对本书的出版发行表示祝贺，对所有支持和参与本书编写工作的同志们表示崇高的敬意。

广州供电局有限公司 副总经理



前言

配电自动化是以一次网架和设备为基础，以配电自动化系统为核心，综合利用多种通信方式，实现对配电网的监测与控制，并通过对相关应用系统的信息集成，实现对配电网的科学管理。它可以提高电力系统运行可靠性，减少停电时间，改善电能质量，提高配电网的管理水平和效率，是实现智能配电网的基础。因此，配电自动化是电力系统现代化发展的必然趋势。

配电自动化系统一般由配电自动化主站系统、配电自动化终端及相关通信系统构成。其中，配电自动化终端是安装在配电网的各类一次设备运行现场的自动化装置，主要负责完成数据采集、控制、通信等功能，是配电自动化系统重要的硬件基础，也是配电自动化系统能否正确反应、精准控制配电网运行状态的关键。

配电自动化终端地理位置分布广、运行环境复杂、监控的设备种类多等客观因素，直接影响配电网自动化水平高低。因此，配电自动化终端及相关设备的技术条件、产品性能、工程质量显得尤为重要。本书以配电自动化典型工程为立足点，结合广州供电局多年建设经验，旨在提出一套适用于一般配电自动化工程建设的技术要求、施工标准、调试标准和验收规范，以指导从业人员开展相关工作，助力配电自动化建设，为打造“可观”“可测”“可控”的一流配电网奠定良好的工程基础。



序 前言

01

配电自动化基础知识 1

1.1 技术概念及原理 1

1.1.1 配电自动化系统 1

1.1.2 配电自动化主站 1

1.1.3 配电自动化主站图模 1

1.1.4 配电自动化终端 1

1.1.5 配电通信系统 2

1.1.6 配电自动化功能的实现原理 2

1.2 工程概念 3

1.2.1 设计图、施工图及竣工图 3

1.2.2 施工、调试及验收 3

1.2.3 缺陷、偏差及工程化问题 4

02

配电自动化工程设计要求 5

2.1 站所终端 (DTU) 工程 5

2.1.1 开关柜技术要求 5

2.1.2 DTU 技术要求 5

2.1.3 二次电缆 6

2.1.4 通信要求 6

2.1.5 电源要求 6

2.1.6 安装要求 7

2.1.7 二次安健环 7

2.2 馈线终端 (FTU) 工程	7
2.2.1 开关技术要求	7
2.2.2 FTU 技术要求	8
2.2.3 控制电缆	8
2.2.4 通信要求	8
2.2.5 电源要求	8
2.2.6 安装要求	8
2.2.7 二次安健环	8

DTU 施工标准

3.1 施工前准备	9
3.1.1 现场勘察内容及要求	9
3.1.2 设备及材料准备	10
3.1.3 施工风险识别及防范措施	10
3.2 施工标准	11
3.2.1 DTU 的安装	11
3.2.2 低压电源接入	14
3.2.3 开关柜二次端子箱接线	17
3.2.4 开关柜 TA 安装与接线	18
3.2.5 DTU 内部二次接线	21
3.2.6 二次电缆接线与敷设	23
3.2.7 接地要求	25
3.2.8 标识要求	26

DTU 调试标准

4.1 调试前准备	32
4.1.1 资料准备	32
4.1.2 工器具准备	32
4.1.3 外观检查	32
4.1.4 回路检查	33

4.1.5	调试前必备条件	33
4.1.6	调试风险识别及防范措施	33
4.2	调试标准	34
4.2.1	终端参数配置	34
4.2.2	备用电池检查	37
4.2.3	遥测调试	38
4.2.4	遥信调试	38
4.2.5	遥控调试	43

DTU 验收规范

5.1	验收前准备	45
5.1.1	验收前提	45
5.1.2	资料检查	45
5.1.3	工器具检查	45
5.2	验收内容及要求	45
5.2.1	安装及接线验收	45
5.2.2	联调验收	52
5.3	验收评价	55
5.3.1	验收合格的依据	55
5.3.2	验收不合格的依据	55

FTU 施工标准

6.1	施工前准备	56
6.1.1	现场勘察内容及要求	56
6.1.2	设备及材料准备	56
6.1.3	施工风险识别及防范措施	56
6.2	施工标准	57
6.2.1	FTU 安装	57
6.2.2	FTU 二次电缆接线	61
6.2.3	开关、TV 安装及一次接线	62
6.2.4	TV 二次电缆接线	66

FTU 调试标准	70
7.1 调试前准备	70
7.1.1 资料准备	70
7.1.2 工器具检查	70
7.1.3 外观检查	70
7.1.4 回路检查	70
7.1.5 调试前必备条件	71
7.1.6 调试风险识别及防范措施	71
7.2 调试标准	72
7.2.1 FTU 上线调试	72
7.2.2 三遥联调	73
7.2.3 蓄电池功能测试	74
7.2.4 FTU 保护功能调试	74

FTU 验收规范	77
8.1 验收前准备	77
8.1.1 验收前准备工作	77
8.1.2 资料检查	78
8.1.3 工器具检查	78
8.2 验收内容及要求	78
8.2.1 安装及接线验收	78
8.2.2 联调验收	84
8.3 验收评价	85
8.3.1 验收合格的依据	85
8.3.2 验收不合格的依据	86
附录 A 配电自动化站所终端设备安装现场 勘察记录表	87
附录 B 配电自动化站所终端 (DTU) 三遥联调信息表	90

附录 C	配电自动化站所终端 (DTU) 配电主站 三遥联调记录单	97
附录 D	配电自动化站所终端 (DTU) 投产前验收申请表	98
附录 E	配电自动化站所终端 (DTU) 工程安装验收记录表	100
附录 F	配电自动化馈线终端 (FTU) 功能记录表	108
附录 G	配电自动化馈线终端 (FTU) 配电气站 三遥联调记录单	111
附录 H	柱上智能电压型负荷开关逻辑 功能调试记录表	112
附录 I	柱上智能电流型负荷开关逻辑 功能调试记录表	114
附录 J	柱上智能断路器保护功能调试 记录表	117
附录 K	配电自动化馈线终端 (FTU) 安装记录表	123

配电自动化基础知识

● 1.1 技术概念及原理

1.1.1 配电自动化系统

配电自动化系统是配电网运行监视与控制的自动化系统，具备配电数据采集与监控（SCADA）、馈线自动化以及配电网分析应用等功能，主要由配电自动化主站、配电自动化终端、配电自动化开关设备和相关附属设备，经配电通信通道连接组成。

1.1.2 配电自动化主站

配电自动化主站是配电自动化系统的核心，主要实现配电网数据采集与监控等基本功能，对配电网进行分析、计算与决策，并与其他应用信息系统进行信息交互，为配电网生产运行提供技术支撑。

1.1.3 配电自动化主站图模

配电自动化主站图模分为图形和模型两部分。图形是指在配电主站中显示的配电网逻辑接线单线图、环网图等，描述的是配电自动化系统的图元和画面。模型是满足配电网运行监视、控制、分析计算等应用需求，在配电自动化系统中表达配电网设备属性及连接关系的集合。

1.1.4 配电自动化终端

配电自动化终端是安装在配电网的各类远方监测、控制单元的总称，完成数据采集、控制、通信等功能，主要包括站所终端（Distribution Terminal Unit, DTU）、馈线终端（Feeder Terminal Unit, FTU）、配变终端（Transformer Terminal Unit,

TTU)、故障指示器(带远传功能)等。

DTU是指安装在配电网开关站、配电室、环网柜、箱式变电站等处的数据采集与监控终端,按照功能分为“三遥”终端和“二遥”终端。从安装方式上可分为壁挂式和机柜式;从设备结构上可分为集中式和分布式,本书所指的DTU特指集中式DTU。

FTU是装设在配电网架空线路开关旁的开关监控装置。这些馈线开关指的是户外的柱上开关,如10kV线路的断路器、负荷开关等。按照功能分为“三遥”终端和“二遥”终端。通常从结构上可以分为“罩式”终端和“箱式”终端。

配电变压器监测变终端(Transformer Terminal Unit, TTU)是指装设在配电变压器旁监测配电变压器运行状态的终端装置。它实时监测配电变压器的运行工况,并能将采集的信息传送到主站或其他的智能装置,提供配电系统运行控制及管理所需的数据。

故障指示器(带远传功能)是指安装于电力线路上,用于在线监测、指示相间短路故障和接地短路故障的装置。它区别于传统故障指示器的最显著特征是能将故障监测结果上传至主站。

1.1.5 配电通信系统

承载10kV(20kV)及以下中低压配电网业务的通信网络系统,主要由电力通信专网、公网通信共同组成,主要包括电力光纤通信网、无线专网、无线公网、公网宽带等方式。

1.1.6 配电自动化功能的实现原理

配电自动化系统一般由配电自动化主站、配电自动化终端及相关配电通信系统构成。配电自动化终端采集一次设备的状态量和运行数据,通过通信系统将相关信息上送至配电自动化主站;配电自动化主站可通过通信系统将控制命令下达给配电自动化终端,由终端控制一次设备的运行状态,从而实现配电自动化“遥

信”“遥测”“遥控”等。

● 1.2 工程概念

1.2.1 设计图、施工图及竣工图

设计图是表示工程项目总体布局，是电气设备及相关构筑物的外部形状、内部布置、结构构造、连接方式、设备参数、安装施工等要求的图样。

施工图是建设单位和监理单位审核通过的设计图，是项目施工单位的施工指引和依据。

竣工图是指项目竣工后，设计单位按照实际工程量所绘制的图纸。

1.2.2 施工、调试及验收

本书中施工、调试及验收对象特指配电自动化终端及相关设备，不涉及配电自动化主站和通信系统。

施工是指根据国家、行业、企业制定的规范标准，对新建、扩建、改造工程的配电自动化终端及相关设备进行安装、接线，以实现配电自动化功能的土建及电气建设。

调试是指在新建、扩建、改造工程的配电自动化终端及相关设备投产验收之前，或者在已投运设备停电检修时，对一次设备、配电自动化终端、通信系统和配电自动化主站开展的系统性联调。调试应完成配电自动化终端内部参数、主站通信参数、信息点表的配置，核实主站系统图模是否正确，并完成“遥信”“遥测”“遥控”三遥联调和保护功能测试。

验收是指在配电自动化终端及相关设备完成安装调试后及投入试运行前，或者对缺陷处理后开展的检验测试工作，包括安装验收、接线验收和联调验收，其目的是检验设备功能、工程质量是否满足实际运行的需要。

1.2.3 缺陷、偏差及工程化问题

缺陷是指在验收测试中不满足合同技术文件、联络会纪要及技术标准规定的基本功能和主要性能指标，且影响配电自动化终端及相关设备正常运行和功能使用的问题。

偏差是指在验收测试中不满足合同技术文件、联络会纪要及技术标准规定的具体功能和性能指标，但不影响配电自动化终端及相关设备稳定运行且可通过简易修改补充得以纠正的问题。

工程化问题是指在测试过程中发现的由于未对相关装置进行正确的工程化配置或系统工程化工作未完成所导致的某一功能不能正确运行的差异。

配电自动化工程设计要求

◎ 2.1 站所终端（DTU）工程

2.1.1 开关柜技术要求

(1) 具备遥控功能的开关柜应明确电操机构工作电压，须与 DTU 输出的遥控操作电压相匹配，一般为 DC 24V 或 DC 48V，电操机构启动功率应小于 DTU 最大输出功率，建议启动功率不大于 500W。

(2) 具备遥信功能的开关柜应明确遥信硬接点配置要求，包括开关位置、接地开关位置、气压表信号、远方/就地转换开关柜等辅助触点的动合或动断触点数量。

(3) 具备遥测功能的开关柜应明确所配置的 TA 数量，一般为 A、C 相和零序 TA，并同时明确 TA 的型号、变比、保护级和容量。其中，相 TA 变比根据线路或变压器的额定电流确定，一般推荐普通负荷开关柜（k 柜）相 TA 变比为 600/5，高压组合电器柜（R 柜）相 TA 变比为 100/5，零序 TA 变比为 100/5，推荐 TA 保护等级在 10P10 级别及以上，容量不小于 5VA。

(4) 采用集中式 DTU 的工程，开关柜应配置独立的二次小箱，所有开关柜内部的二次线汇总至二次小箱再通过二次电缆连接至 DTU。

(5) 如果电房环境湿度大，建议开关柜二次小箱中配置除湿装置。

2.1.2 DTU 技术要求

(1) 具备遥控功能的 DTU 应明确遥控操作电压，须与开关

柜电操机构电压相匹配。DTU 所能提供的输出功率应能满足开关柜电操机构功率要求，建议不小于 500W。

(2) DTU 的可接入回路须大于等于需接入的开关柜回路数，应根据区域电网规划留有一定的备用回路数，需要特别指出的是，当单台 DTU 回路数不够时，可新增 DTU 或采用级联方式进行扩展。

2.1.3 二次电缆

(1) 应明确二次电缆型号、长度等参数，建议采用阻燃铠装屏蔽电缆，遥测二次电缆横截面不小于 2.5mm^2 ，遥信、遥控二次电缆截面不小于 1.5mm^2 。

(2) 二次电缆芯数建议比实际所需接入的信号数多，留有一定的备用。

2.1.4 通信要求

在 DTU 建设之初，应统筹考虑终端的通信方式，在保证通信可靠、安全的前提下，原则上优先考虑采用光纤通信或载波通信方式，在施工难度大、投资大且关键节点，可考虑无线公网方式，具体要求如下：

(1) 采用无线公网通信的 DTU，应在设计阶段到电房实际位置测量无线信号强度并注明在设计图纸上，建议同时测量多家通信运营商的信号强度，以便选择信号较好的运营商。

(2) 对于无线信号强度不满足通信要求的电房，应同步考虑信号增强措施。

(3) 对于采用光纤通信的 DTU，则需做好光缆路径勘察，明确敷设方案和所需采用的通信材料。

2.1.5 电源要求

(1) DTU 电源接取原则建议为，对于附近有公用变压器的建议优先采用公用变压器供电，附近没有公用变压器的建议配置站用变压器，如不具备条件则配置 TV 柜。站用变压器容量需满