

主编 ◎ 蒋康明 张筱云

电力调度数据网 施工实训教程

DIANLI DIAODU SHUJUWANG
SHIGONG SHIXUN JIAOCHENG



暨南大学出版社

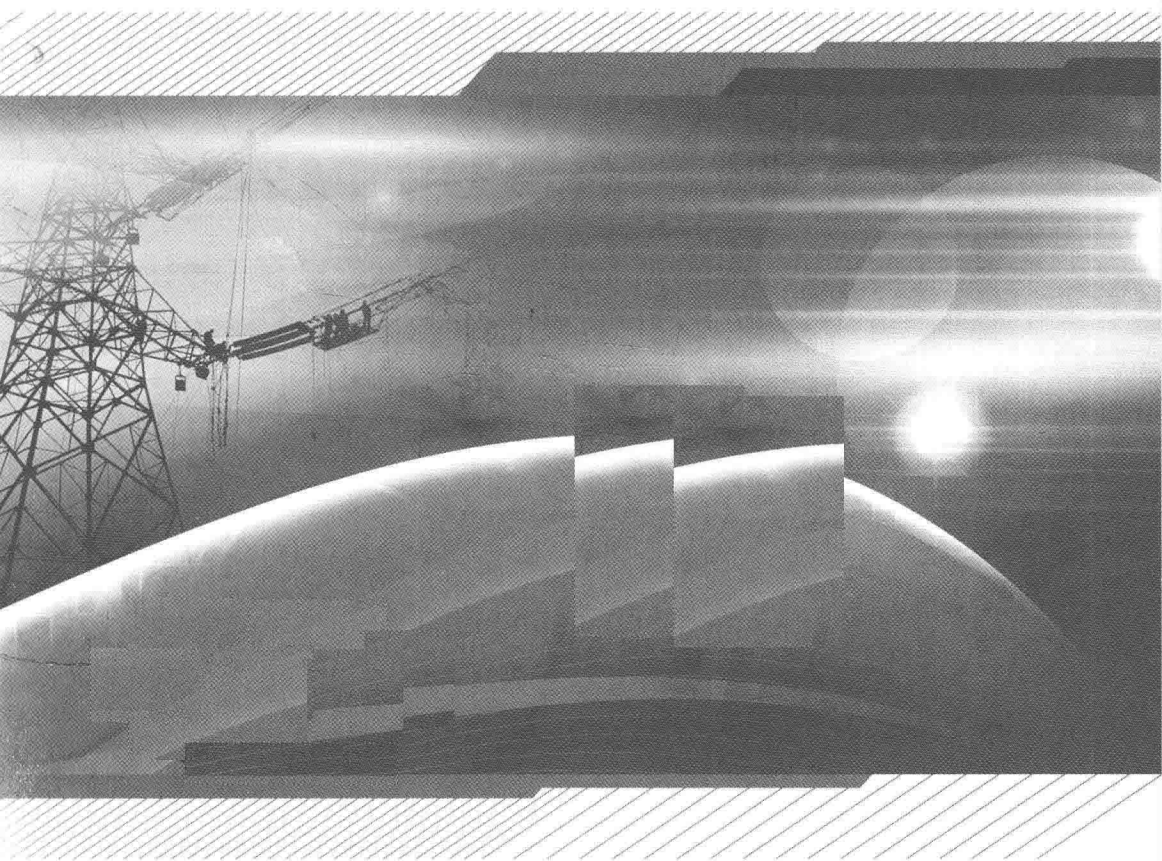
JINAN UNIVERSITY PRESS

主编 ◎ 蒋康明 张筱云



电力调度数据网 施工实训教程

DIANLI DIAODU SHUJUWANG
SHIGONG SHIXUN JIAOCHENG



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

电力调度数据网施工实训教程/蒋康明, 张筱云主编. —广州: 暨南大学出版社, 2015. 12

ISBN 978 - 7 - 5668 - 0801 - 1

I. ①电… II. ①蒋…②张… III. ①电力系统调度—计算机网络—教材 IV. ①TM734

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 237747 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编: 510630

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开 本: 787mm × 960mm 1/16

印 张: 13.25

字 数: 155 千

版 次: 2015 年 12 月第 1 版

印 次: 2015 年 12 月第 1 次

定 价: 29.80 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

编委会名单

主 编：蒋康明（硕士研究生、教授级高级工程师

广东电网公司电力调度控制中心）

张筱云（高级工程师、技术专家 广东电网公司电力调度控制中心）

副 主 编：黄 斌（高级工程师、广东电网公司汕头供电局）

何 杰（高级工程师 广东电网公司电力调度控制中心）

汪 莹（博士研究生、工程师 广东电网公司电力调度控制中心）

吴赞红（工程师 广东电网公司电力调度控制中心）

编 委：施 展 姜绍艳 陈业钊 胡俊杨 郭苑灵 林少锐 魏 畅
廖兵兵 郑全朝

主编单位：广东电网公司电力调度控制中心

广东益泰达科技发展有限公司

前 言

电力调度数据网络设备为电力系统提供调度生产实时业务和生产管理信息的网络通道，是保证电力系统安全运行的重要基础设施。因此，防范电力调度数据网络设备故障而引起的通道障碍，是保障电力生产业务准时、可靠、正确传输的基础条件。所以，正确、科学、规范地安装、配置、测试、维护电力调度数据网络设备，对电力通信网的安全可靠运行有着举足轻重的意义。

目前，市面上介绍电力调度数据网络设备施工的书籍往往偏重于基础理论知识，且以纯文字描述为主，缺乏系统完整的电力调度数据网络设备施工过程的内容，实用性较差。特别是对于现场运行人员来说，这些书籍中 useful 信息的获取量小且零散，原理较为深奥，学习效果不佳，难以满足电力调度数据网络设备施工和运维人员快速上手的学习要求。

针对以上问题，我们突破传统，编写了《电力调度数据网施工实训教程》。本书在系统地介绍电力调度数据网的基本概念及技术规范的基础上，结合大量工程实践经验和现场施工素材，介绍了数据网络设备的施工前准备、设备安装、设备配置、单机测试、系统测试、故障排除及处理方法等内容，并总结了其中重要的施工要素与注意事项。



本书理论结合实例，除介绍了必要的基础原理外，还辅以大量的现场操作、作业图片，图文并茂，形象生动，可读性强；内容覆盖电力调度数据网络设备从到货、查检、安装、配置、测试到故障排除的全过程，并对其中的关键技术进行了重点介绍，具有较好的系统性。本书是一本具鲜明电网特色的实操培训教程，旨在让电力通信施工、运维人员和有现场操作需求的学员轻松、明晰地理解电力调度数据网络设备施工的相关知识和技术要求，并针对自身需求，迅速获取所需知识，从而掌握电力调度数据网施工作业的相关技能。

编 者

2015 年 9 月

目 录

前 言	1
1 电力调度数据网介绍	1
1.1 电力调度数据网	1
1.2 术语和定义	3
2 电力调度数据网应用要求及相关技术	8
2.1 电力调度数据网拓扑及组网	8
2.2 电力调度数据网路由协议及 IP 地址分配	18
2.3 电力调度数据网网络性能	30
2.4 电力调度数据网网络安全可靠性	30
2.5 电力调度数据网网络管理	51
3 电力调度数据网技术要求	54
3.1 网络技术要求	54
3.2 设备选型技术要求	63



4	电力调度数据网设备施工前准备及设备安装	69
4.1	电力调度数据网设备施工前准备	69
4.2	设备安装	79
4.3	施工质量检查	101
5	电力调度数据网设备配置	104
5.1	接口配置	104
5.2	内部网关协议 IGP 配置	108
5.3	边界网关协议 BGP 配置	110
5.4	MPLS VPN 配置	113
5.5	QOS 配置	116
5.6	可靠性配置	119
5.7	网管配置	119
5.8	BGP/MPLS VPN 配置实例	122
6	电力调度数据网设备单机测试	128
6.1	设备配置检查	128
6.2	设备重启测试	129
6.3	设备主控板热插拔测试	130
6.4	设备接口板卡热插拔测试	131
6.5	设备基本配置能力测试	131
6.6	设备电源冗余测试	132
6.7	设备主控板冗余测试	133

7	电力调度数据网系统测试	135
7.1	网络连通性测试	135
7.2	OSPF 功能测试	136
7.3	MP - BGP 功能测试	140
7.4	链路的冗余性测试	140
7.5	QOS 测试	141
8	故障排除及处理方法	148
8.1	故障处理模型及处理流程	148
8.2	故障分类	152
8.3	故障排除及处理方法	152
	附录 检验检查报告	184
	附录 1 设备配置检查	184
	附录 2 设备重启测试	185
	附录 3 设备主控板热插拔测试	186
	附录 4 设备接口板卡热插拔测试	187
	附录 5 设备基本配置能力测试	188
	附录 6 设备电源冗余测试	189
	附录 7 设备主控板冗余测试	190
	附录 8 网络连通性测试	192
	附录 9 OSPF 域内路由测试	193
	附录 10 OSPF 域间路由测试	194
	附录 11 OSPF 路由收敛测试	195
	附录 12 OSPF 占用资源测试	196



附录 13	MP - BGP 功能测试	197
附录 14	链路的冗余性测试	198
附录 15	流分类测试	199
附录 16	带宽限制测试	200
附录 17	MPLS 优先级测试	201
附录 18	分配带宽测试	203
附录 19	拥塞避免测试	204

1 电力调度数据网介绍

1.1 电力调度数据网

1.1.1 电力调度数据网概念

电力调度数据网是通过 VPN（虚拟专用网络）实现各级调度中心之间以及调度中心与相关发电厂、变电站之间的互联，在专用通道上利用 IP 路由交换设备组网，实现在 SDH 或 PDH 层面上与系统内公用的电力信息包括 SCADA/EMS 调度自动化系统、电能量计费系统（电能量采集装置）、继电保护管理信息系统、动态预警监测系统（功角测量装置）和安全自动装置信息等的数据传输业务。从而满足电力生产、电力调度、继电保护等信息传输需要，协调电力系统发、送、变、配、用电等组成部分的联合运转，保证电网安全、经济、稳定、可靠运行。

1.1.2 电力调度数据网承载业务介绍

目前电力调度系统数据业务可分为两类，一类是以调度自动化系统为代表的实时业务，另一类是以电能量计量系统为代表的



非实时业务。这两类业务的共同特点是数据以周期性传输，所占带宽不大，数据具有分布采集，集中汇聚的特点。数据在变电站端产生后，传输至一级调度部门，经过处理后按需要转发至更高一级的调度部门。

电力调度数据网承载的调度业务具体如下：

1. 实时业务

- (1) EMS 系统与变电站自动化系统之间实时数据的传输；
- (2) 各级 EMS 系统之间交换的实时数据；
- (3) 水调自动化数据；
- (4) 继电保护管理信息；
- (5) 实时电力市场辅助控制信息；
- (6) 电力系统动态测量数据。

调度自动化系统数据汇集中心是供电局调度中心，调度中心所需的实时监控数据一部分直接从厂站端采集获得，一部分通过现调直采获得。该系统对电网的频率、电压、潮流等信息以及变压器、断路器、隔离开关等设备的状态信息进行实时监控。这部分数据包括遥测、遥信、遥控和遥调等信息，关系到调度中心对所调度管辖范围的电网、电厂和变电站实施监视和控制的安全性，所以这类数据要求具有很高的可靠性和很强的实时性。

2. 非实时业务（与调度生产直接相关的业务）

- (1) 电能量计量计费信息；
- (2) 调度生产运行报表（日报、月报、季报）；
- (3) 与故障录波、继电保护和安全自动装置有关的管理数据；
- (4) 电力市场申报数据和交易计划数据；



(5) 雷电定位数据。

电能量计量系统数据汇集中心是供电局调度中心，数据为周期性采集。该系统对实时性要求不高，主要实现电厂上网、下网和联络线关口点电能量的计量，分时段存储、采集和处理，为结算和分析提供基本数据。

1.2 术语和定义

1. ACL—Access Control List

访问控制列表。是应用在路由器接口的指令列表。

2. AS—Autonomous System

自治域。是一组路由器的集合，它们拥有同样的选路策略，被同一技术管理部门管理运行。

3. BGP—Border Gateway Protocol

边界网关协议。是运行于 TCP 上的一种自治系统的路由协议。

4. FE—Fast Ethernet

快速以太网。是一种局域网传输标准，它提供每秒 100 兆的数据传输率。

5. GE—Giga Bit Ethernet

千兆以太网。是建立在基础以太网之上的技术。

6. MPLS—Multi-Protocol Label Switching

多协议标记交换。是一种用于快速数据包交换和路由的体系，它为网络数据流量提供了目标、路由地址、转发和交换等能力。



7. MP—BGP—Multi-Protocol BGP

多协议 BGP。

8. PE—Provider Edge

MPLS 网中的边缘设备。

9. CE—Customer Edge

客户边缘设备。

10. MCE—Multi-VPN-Instance-CE

多实例 CE。通过多实例在 CE 设备上提供逻辑独立的路由实例和地址空间，使多个用户共享一个 CE。

11. VLAN—Virtual Local Area Network

虚拟局域网。是一组逻辑上的设备和用户，这些设备和用户并不受物理位置的限制，可以根据功能、部门及应用等因素将它们组织起来，相互之间的通信就好像在同一个网段中一样。

12. VRRP—Virtual Router Redundancy Protocol

虚拟路由器冗余协议。是一种选择协议，它可以把一个虚拟路由器的责任动态分配到局域网上的 VRRP 路由器中的一台。

13. 电力调度数据网

它是指各级电力调度专用广域数据网络、电力生产专用拨号网络等，主要负责生产、控制大区的各类电力二次系统数据业务。

14. 网络拓扑

它是指数据通信网络中各个节点相互连接的方式，主要有总线型、星型、网状型以及环型等。

15. 核心路由器

它是指配置在调度数据网络拓扑中的核心层节点，用于数据



交换、转发并汇接网络汇聚设备的路由器。

16. 汇聚路由器

它是指配置在调度数据网络拓扑中的汇聚层节点，用于数据交换、转发并汇接网络接入设备的路由器。

17. 接入路由器

它是指配置在调度数据网络拓扑中的接入层节点的路由器。

18. 接入交换机

它是指用于调度数据网业务接入的交换机设备。

19. 网络管理系统

它是指在数据网络中对网络及设备运行状态进行监视与管理的软件及硬件系统。

20. 全局 BGP

全局边界网关路由协议。

21. EBG—External Border Gateway Protocol

外部边界网关路由协议。用于在不同的自治系统间交换路由信息。

22. IBGP—Internal Border Gateway Protocol

内部边界网关路由协议。仅用于多归属场合。

23. RD—Route Distinguisher

路由标识。是 VPN 路由表的标识，用于不同 VPN 路由表的区分。

24. RT—Route Target

路由标签。是 VPN 路由条目的标签，用于 VPN 路由控制。

25. RR—Route Reflector

路由反射器。提供了在大型 IBGP 中实现 IBGP 全网状连接问

题的一个简单解决方案。

26. RT-VPN

电力调度数据网实时 VPN。

27. NRT-VPN

电力调度数据网非实时 VPN。

28. MED—Multi-Exit Discriminator

BGP 多出口区分属性。它可以在多归路的情况下为一个外部路由定义权重，值小者优先。

29. MPLS VPN

用于承载实时区与非实时区的业务。

30. OSPF 路由协议

主要用于全局互联以及网络管理，并用于 BGP 邻居建立。

31. BGP 路由协议

主要用于承载和传输 MPLS VPN。

32. 静态路由协议

主要用于与调度端互联。

33. POS—Packet over SDH

它是一种利用 SDH 提供的高速传输通道直接传送 IP 数据包的技术。

34. QOS—Quality of Service

服务质量。反映了其数据传输以及对业务提供服务的质量。

35. VPN—Virtual Private Network

虚拟专用网络。是指一种在同一物理网络介质上为不同业务分别提供相互逻辑隔离的多个虚拟专用数据网络的技术。



36. RSTP—Rapid Spanning Tree Protocol

快速生成树协议。可以在网络发生变化时，更快地收敛网络。

37. VLSM—Variable Length Subnet Masking

可变长子网掩码。为了解决在一个网络系统中使用多种层次的子网化 IP 地址的问题而发展起来的掩码。

38. ABR—Area Border Router

区域边界路由器。是位于一个或多个 OSPF 区域的一个路由器。

39. PPTP—Point to Point Tunneling Protocol

点对点隧道协议。是一种支持多协议虚拟专用网络的网络技术。

40. VTT—Virtual Teletype Terminal

虚拟终端。是一种网络设备的连接方式。

41. BFD—Bidirectional Forwarding Detection

双向转发检测协议。是一种用于检测两个转发点之间故障的网络协议。