

电力通信运维检修实用技术

主编 徐婧劼 副主编 王星



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

电力通信运维检修实用技术

主编 徐婧劼 副主编 王星



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书突出实际应用,力图反映通信运维工作中常见的问题和解决方法,共分七章,第一章为电力通信概述,主要介绍电力通信发展概况、电力通信系统组成、电力通信关键技术以及电力通信业务等内容;第二章至第六章分别介绍通信电源系统运维、通信光缆施工架设及故障处理、SDH光传输系统运维、PCM设备运维,以及程控交换设备原理与应用;第七章介绍常用仪器仪表与使用,包括光源和光功率计、2M误码仪、光时域反射仪、光缆普查仪等。

本书可作为从事电力系统通信技术人员的参考用书,也可作为电力系统通信的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电力通信运维检修实用技术 / 徐婧劼主编. -- 北京:
中国水利水电出版社, 2018.10
ISBN 978-7-5170-7046-7

I. ①电… II. ①徐… III. ①电力系统通信—维修
IV. ①TM73

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第242833号

书 名	电力通信运维检修实用技术 DIANLI TONGXIN YUNWEI JIANXIU SHIYONG JISHU
作 者	主编 徐婧劼 副主编 王星
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	天津嘉恒印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 9.5印张 225千字
版 次	2018年10月第1版 2018年10月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	48.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

本书编委会

主 编 徐婧劼

副主编 王 星

参编人员 李红梅 戴 睿 郭劲松 罗 曼 秦 俊

刘继林 陈 强 李 帅 熊 波

前 言

电力通信系统是电网最重要的支撑系统之一，是确保电网安全、稳定、可靠运行的基础。为实现电力通信系统的健康运行和可持续发展，必须有目标、有计划、有步骤地开展电力通信生产运维工作。随着智能电网的发展，电力通信网逐步向宽带化、分组化、无线化演进，网络规模越来越大，组网形式更加多样，技术体制也越发复杂。这就对电力通信工作人员的运维检修水平提出了更高的要求。

本书以电力系统中广泛应用的技术为主线，介绍了电力通信电源、光缆、光传输、程控交换以及 PCM 等系统的运维检修方法，同时还详细介绍了常见通信仪器仪表的使用方法和注意事项。本书突出实际应用，力图反映通信运维工作中常见的问题和解决方法，可作为从事电力通信系统技术人员的参考用书，也可作为电力通信系统的培训教材。

本书分七章，第一章为电力通信概述，主要介绍电力通信发展概况、电力通信系统组成、电力通信关键技术以及电力通信业务等内容；第二章至第六章分别介绍通信电源系统运维、通信光缆施工架设及故障处理、SDH 光传输系统运维、PCM 设备运维，以及程控交换机设备原理与应用；第七章介绍常用仪器仪表与使用，包括光源和光功率计、2M 误码仪、光时域反射仪、光缆普查仪等。

由于作者水平有限，难免有不妥甚至疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 电力通信概述	1
第一节 电力通信发展概况	1
第二节 电力通信系统组成	3
第三节 电力通信关键技术	5
第四节 电力通信业务	7
第二章 通信电源系统运维	13
第一节 通信专用电源系统组成	13
第二节 通信电源运维	19
第三节 常见故障分析处理	25
第三章 通信光缆施工架设及故障处理	27
第一节 通信光缆的结构及分类	27
第二节 光缆架设	31
第三节 电力光缆典型故障处理	40
第四章 SDH 光传输系统运维	49
第一节 SDH 网络概述	49
第二节 SDH 网络结构及保护原理	51
第三节 SDH 硬件组成	56
第四节 SDH 系统日常维护	62
第五节 SDH 典型故障分析	81
第五章 PCM 设备运维	86
第一节 PCM 技术概述	86
第二节 PCM 硬件组成	90
第三节 PCM 在电力专网中的典型配置	94
第四节 PCM 典型故障分析	101
第六章 程控交换机设备原理与应用	104
第一节 程控交换技术	104
第二节 程控交换机硬件组成	110
第三节 程控交换机典型业务配置	116
第四节 程控交换机常见故障处理	130

第七章 常用仪器仪表与使用	134
第一节 光源和光功率计	134
第二节 2M 误码仪	136
第三节 光时域反射仪	138
第四节 光缆普查仪	140

第一章 电力通信概述

电力通信网是确保电力系统安全稳定运行的重要支撑，同安全稳定控制系统、调度自动化系统合称为电力系统安全稳定运行的三大支柱，是电网调度自动化、网络运营市场化和现代管理的基础，也是确保电网安全、稳定、经济运行的重要手段。随着通信行业在社会发展中的作用日益凸显，电力通信业务不再仅仅局限于电话语音、调度实时控制信息等窄带业务，电力通信网更需要承载客户服务中心、营销系统、地理信息系统（GIS）、人力资源管理系统、办公自动化系统（OA）、视频会议、IP 电话等宽带业务。电力通信在协调电力系统发电、送电、变电、配电、用电等各环节的联合运转及保证电网安全、经济、稳定、可靠运行方面发挥了应有作用，并有力地保障了电力调度、基建、行政、防汛、继电保护、安全自动装置、自动化等通信需要，社会及经济效益巨大。

第一节 电力通信发展概况

电力通信伴随着我国电力工业的发展，走过了半个多世纪的历程。回顾我国电力通信网的发展，它从无到有，从简单到当今的复杂网络；从较为单一的通信电缆和电力线载波通信手段到包含光纤、数字微波、卫星等多种通信手段并用，以及今后的智能电网；从局部点线通信方式到覆盖全国的干线通信网和以程控交换为主的全国电话网、移动电话网、数字数据网；从使用普通电源到使用专用的直流开关电源和蓄电池组。所有这些，无不展现电力通信发展的辉煌成就。

随着电网规模的不断扩大及现代化管理的需要，电力通信网在网络规模、传输容量、硬件装备、技术水平等方面得到迅速发展。目前已初步形成了以光纤通信网络为主，微波、卫星、电力线载波网络为辅，可提供各类通信业务的覆盖全公司系统的电力通信网络。

今后一段时期，电力通信中最理想的传输媒介仍然是光纤。光纤高速传输技术正沿着扩大单一波长传输容量、超长距离传输和波分复用等三个方向发展。由光交换机等组成的全光网络也进入了全面实用阶段。光通信已渗入到网络的各个层面，从长途网、本地网、接入网，一直到用户接入网。

尽管电力通信网得到了长足的发展，电力通信网络规划建设时已充分考虑了适当的发展裕度，较好地满足了电网生产和企业管理各方面业务增长的需要，但依然存在着许多亟须解决的问题。这其中包括传输网规模日益扩大带来的网络管理问题、电力系统“智能电网”战略给通信网带来的挑战与机遇、电力企业信息化发展为通信网提出的新要求等。近年来电网业务迅猛发展，生产和管理信息量激增，通信带宽裕量消耗很快，部分区段几乎已无可利用资源。更难以适应今后 5~10 年内持续快速发展的要求，通信网发展面临较大的技术台阶和投资需求。

同时,现代化电网已经进入智能电网发展时代。智能电网是电力、自动化和信息通信三大技术的结合。从智能电网的信息化、互动化、自动化特征中不难看出信息通信在智能电网中所处的重要地位。智能电网的建设要求通信也要向着统一、高效、灵活和高生存性的方向快速发展。随着智能电网的全面建设,电力系统通信技术大发展的时代已经开始。

因电力通信网传输的信息大量涉及电力生产、运行和安全,而电力系统事故具有快速性的特点,如果事故不能及时地发现,或发现事故后控制命令不能及时下达,将会造成巨大的损失。所以电力通信网必须稳定、可靠而且高效。电力通信网作为一种专用网,具有以下特点:

(1) 高可靠性。即信息传输必须高度可靠、准确,绝不能出错。

(2) 实时性。即信息的传输延时必须很小。

(3) 连续性。由于电力生产的不间断性,电力系统的许多信息是需要占用专门信道,长期连续传送的。

此外,随着电力通信业务需求的多样化发展,同公网通信一样,下一代电力通信网将呈现出如下特征。

1. 网络信道朝光纤化、宽带化发展

由于光纤本身具有大带宽、轻重量、低成本以及容易维护等优势,一直以来应用于骨干传输网络。随着电力业务需求的增长,光纤通信已逐渐渗透至中继网和接入网。目前光纤到路边、光纤入楼、光纤入户已开始普及,最终将实现全光网络。

受电网发展影响,电力通信网络业务需求经历了从单纯的文本到图像,再到标清、高清、超高清、视频点播等一系列转变;与此同时,光纤传输、计算机和高速信号数字处理器件等关键技术也取得突破性进展,二者相互作用,促使电力通信网宽带化进程日益加速。

2. 网络 IP 化

电力通信网络应用向 IP 汇聚以及传输的分组化使得调度电话、调度数据网、综合数据网、电视电话会议等实时业务逐渐转移至 IP 网络;而传输网络经过 SDH、OTN、PTN 等发展阶段后,会继承光传输系统的传统优势,实现网络传输分组化、IP 化的有序演进。

3. 接入网宽带化、IP 化、无线化

分析电网业务变化趋势可以看出,云计算、数据中心、高清视频等技术在电力生产运营中的深化应用将不断推动接入网的发展。接入网宽带化、IP 化进程已不可阻挡。随着移动通信技术带宽性能不断提升,尤其是基于电力通信网的 230MHz LTE 技术在电力系统中的推广应用,无线接入将成为满足电力调度自动化、市场营销、远程办公等业务宽带化接入需求的必要手段。

4. 网络定制化、功能虚拟化

在公网发展的带动下,下一代电力通信网必然采用分组化的、分层的、开放的结构。网络的定制化和功能的虚拟化将是实现灵活、智能、高效、开放网络的主要途径。

软件定义网络(SDN)是今年来实现网络定制化的首要方法,其思想是控制功能和转发功能分离,通过软件方式对网络的控制功能进行抽离和聚合,可以实现网络连接的可编程和不同设备与系统的统一平台管控。

网络功能虚拟化通过组件化的网络功能模块实现控制功能的可重构,从而派生出丰富

的网络功能。网络功能可以按需编排，根据不同场景和业务特征需求灵活组合功能模块，按需定制网络资源和业务逻辑，从而增强网络的弹性和自适应性。

第二节 电力通信系统组成

一、通信系统概念及分类

实现信息传递所需的一切技术设备和传输媒质的总和称为通信系统。以基本的点对点通信为例，通信系统的组成（通常也称为一般模型）如图 1-1 所示。

图 1-1 中，信源（信息源，也称发送端）的作用是把待传输的消息转换成原始电信号，如电话系统中电话机可看成是信源。信源输出的信号称为基带信号。所谓基带信号是指没有经过调制（进行频谱搬移和变换）的原始电信号，其特点是信号频谱从零频附近开始，具有低通形式。根据原始电信号的特征，基带信号可分为数字基带信号和模拟基带信号，相应地，信源也分为数字信源和模拟信源。

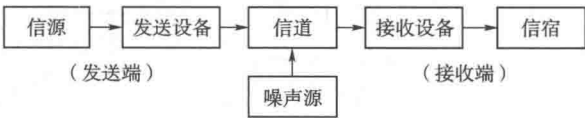


图 1-1 通信系统的一般模型

发送设备的基本功能是将信源和信道匹配起来，即将信源产生的原始电信号（基带信号）变换成适合在信道中传输的信号。变换方式是多种多样的，在需要频谱搬移的场合，调制是最常见的变换方式。对传输数字信号来说，发送设备又常常包含信源编码和信道编码等。

信道是指信号传输的通道，可以有线的，也可以是无线的，甚至还可以包含某些设备。图 1-1 中的噪声源是信道中的所有噪声以及分散在通信系统中其他各处噪声的集合。

在接收端，接收设备的功能与发送设备相反，即进行解调、译码、解码等。它的任务是从带有干扰的接收信号中恢复出相应的原始电信号来。

信宿（受信者，也称收终端）的作用是将复原的原始电信号转换成相应的消息，如电话机将对方传来的电信号还原成了声音。

图 1-2 表示出电力通信系统中常用设备的连接情况。音频配线架可实现音频信号的连接；脉冲编码调制（PCM）设备的主要功能是将音频信号汇接成 2M 信号或将 2M 信号解复用成音频信号；数字配线架可实现 2M 信号的连接；光端机的主要功能是将 2M 信号或以太网信号汇接成光信号或将光信号解复用成 2M 信号或以太网信号；光纤配线架可实现光信号的连接。远动、继电保护等设备可以分别提供 64K、2M、以太网（RJ45）或光接口。

通信的目的是传递消息，按照不同的分法，通信可分成许多类别，常用的分类方法如下：

（1）按通信业务分，通信系统有话务通信和非话务通信。电话业务在电信领域中一直占主导地位，它属于人与人之间的通信。近年来，非话务通信发展迅速，非话务通信主要是分组数据业务、计算机通信、数据库检索、电子信箱、电子数据交换、传真存储转发、可视图文及会议电视、图像通信等。由于话务通信最为发达，因而其他通信常常借助于公共的话务通信系统进行。

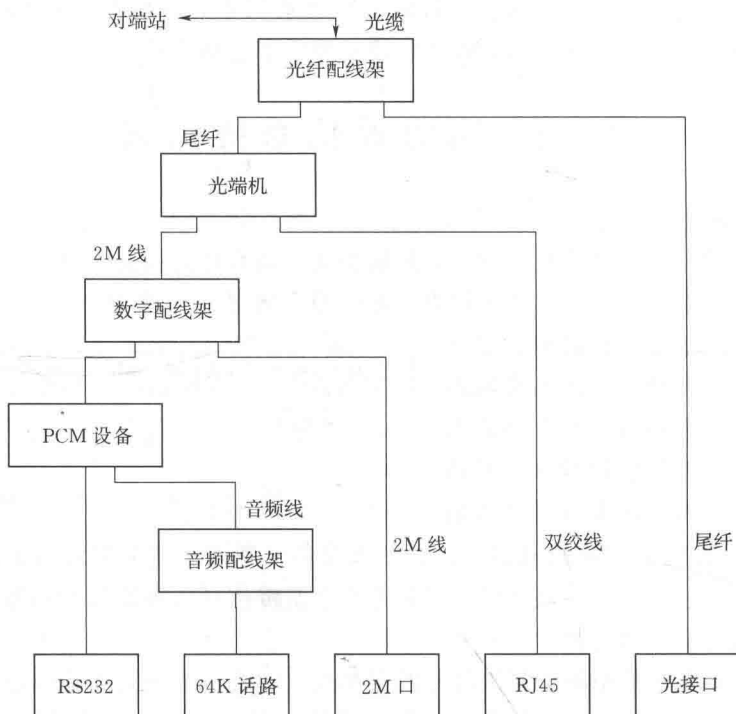


图 1-2 电力通信系统常用设备连接情况

未来的综合业务数字通信网中各种用途的消息都能在一个统一的通信网中传输。此外，还有遥测、遥控、遥信和遥调等控制通信业务。

(2) 按信号特征分，按照信道中所传输的是模拟信号还是数字信号，相应地把通信系统分成模拟通信系统和数字通信系统。

(3) 按工作波段分，可分为长波通信、中波通信、短波通信、远红外线通信等。

(4) 按调制方式分，可将通信系统分为基带传输和频带（调制）传输。基带传输是未经调制的信号直接传送，如音频市内电话。频带传输是对各种信号调制后传输的总称。

(5) 按传输媒质分，可分为有线通信系统和无线通信系统两大类。有线通信是用导线（如架空明线、同轴电缆、光导纤维、波导等）作为传输媒质完成通信的，如市内电话、有线电视、海底电缆通信等。无线通信则依靠电磁波在空间传播达到传递消息的目的，如短波电离层传播、微波视距传播、卫星中继等。

二、电力通信系统组成

电力通信系统是电力系统专用业务通信服务网，是建立在电网之上组成电力系统的另一个实体网络，主要构架是：骨干通信网覆盖所有区域的电网，终端通信接入网管理局域的小部分电网，并接入到骨干通信网中。其中，国家电网有限公司（以下简称国家电网公司）通信骨干网的网络层次结构又分为四级，终端通信接入网分为两级，如图 1-3 所示。

(1) 骨干通信网由跨区、区域、省、地市（含区县）共 4 级通信网络组成，涵盖 35kV 及以上电网厂站及电网系统内各类生产办公场所。

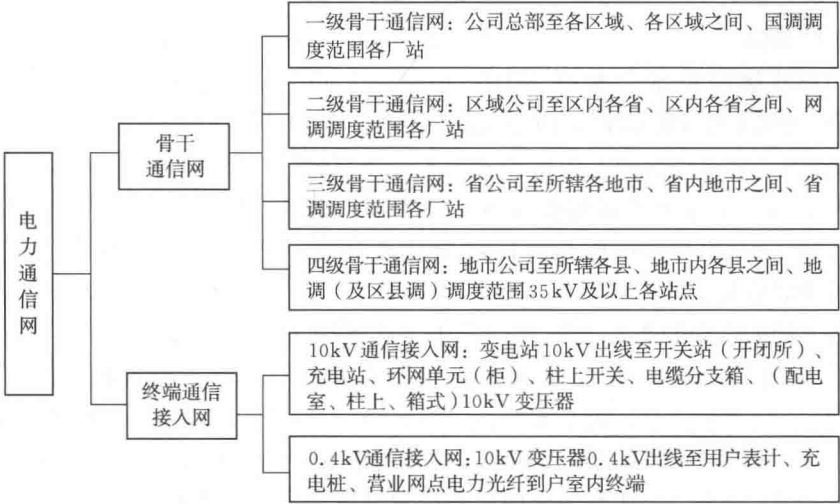


图 1-3 国家电网公司电力通信网络层次架构图

目前，我国电力企业智能电网能够实现电力的远距离以及大容量输送，能够保证输电网络在进行电力输送时减少电力消耗，同时，由于智能电网实际建设和运行中，采用可再生能源，能够对输电网络整个跨区域输电过程实现优化配置。除此之外，智能电网中的输电网络通过电力通信技术，有效反馈整个输电网络实际输送能力以及具体监控状态等，对有效监控整个输电网络基础终端、实际运行状况以及线路状态非常有利，同时能依据自动收集获得的监控信息实现统一分析和统一处理，电力企业可以依据分析以及处理结果准确判断部分区域以后的具体用电需求，因此，电力通信技术对电力企业智能输电网络有着非常重要的意义。

(2) 终端通信接入网由 10kV 通信接入网和 0.4kV 通信接入网两部分组成，分别涵盖 10kV（含 6kV、20kV）和 0.4kV 电网。10kV 通信接入网包括变电站 10kV（6kV、20kV）出线至配电网开关站、配电室、环网单元、柱上开关、配电变压器、分布式电源站点、电动汽车充换电站的通信网络。0.4kV 通信接入网由用电信息采集终端、室内用电交互终端、电动汽车充电桩等通信站点组成。

终端通信接入网处于非常重要的地位，对于传统铜缆时代来说，通信市话网中的使用者接入网所花资金成本占总投资的 30%~45%。传统电力系统最主要的工作就是处理通信中存在的变电、输电、发电等问题，由于用户面比较狭窄，因此接入问题不是很显著。可是在用户电力要求和城市电网改造越来越频繁的今天，用户通信问题需要得到有效的解决。

第三节 电力通信关键技术

目前，我国正处于智能电网全面建设时期，大量涉及电力生产、运行、管理的信息需要安全、稳定、可靠、迅速地进行传输，高速、双向、实时的电力通信网为智能电网建设提供了坚强支撑，其关键技术主要有光纤通信、数据通信网、交换技术、电视电话会议、

通信电源等。

一、光纤通信

目前, 光纤通信技术主要有 SDH、OTN、PTN、PON、ASON 等。其中, SDH、OTN、PTN 适用于骨干通信网, PON 适用于终端通信接入网。

1. SDH

1988 年, 国际电报电话咨询委员会 (CCITT) 接受了 SONET 概念, 并重新命名为同步数字体系 (Synchronous Digital Hierarchy, SDH), 使其不仅适用于光纤, 也适用于微波与卫星传输的通用技术体系。SDH 对电接口采用统一的 CMI 编码, 在光接口方面采用世界性统一标准, 即加扰的 NRZ 码, 从根本上解决了不同厂家的传输设备组网问题。

SDH 采用的信息结构等级称为同步传送模块 STM - N (Synchronous Transport Mode, $N=1、4、16、64$), 最基本的模块为 STM - 1, 四个 STM - 1 模块字节间插复用构成 STM - 4, 16 个 STM - 1 或四个 STM - 4 同步复用构成 STM - 16, 四个 STM - 16 同步复用构成 STM - 64。SDH 的帧传输时按由左到右、由上到下的顺序排成串型码流依次传输, 每帧传输时间为 $125\mu\text{s}$, 每秒传输 8000 帧, 对 STM - 1 而言每帧比特数为 $8 \times (9 \times 270 \times 1) = 19440(\text{bit})$, 则 STM - 1 的传输速率为 $19440 \times 8000 = 155.520(\text{Mbit/s})$; 而 STM - 4 的传输速率为 $4 \times 155.520 = 622.080(\text{Mbit/s})$ 。

在电网中, SDH 网络主要承载继电保护、安全自动装置、调度自动化、调度交换、行政交换、信息内外网、电视电话会议等中低带宽业务。

2. OTN

OTN 主要是以波分复用技术为基础、在光层组织网络的传送网, 是下一代的骨干传送网。OTN 是通过 G. 872、G. 709、G. 798 等一系列 ITU - T 的建议所规范的新一代“数字传送体系”和“光传送体系”, 将解决传统 WDM 网络无波长/子波长业务调度能力差、组网能力弱、保护能力弱等问题。

OTN 承载综合数据网、调度数据网、变电站智能监控等大颗粒业务。

3. PTN

PTN (分组传送网, Packet Transport Network) 是一种光传送网络架构和具体技术: 在 IP 业务和底层光传输媒质之间设置了一个层面, 它针对分组业务流量的突发性和统计复用传送的要求而设计, 以分组业务为核心并支持多业务提供, 具有更低的总体使用成本 (TCO), 同时秉承光传输的传统优势, 包括高可用性和可靠性、高效的带宽管理机制和流量工程、便捷的 OAM 和网管、可扩展性、较高的安全性等。

4. PON

PON (无源光网络, Passive Optical Network) 是一种基于点到多点 (P2MP) 拓扑的技术, 是一种应用于接入网、局端设备 (OLT) 与多个用户端设备 (ONU/ONT) 之间通过无源光缆、光分/合路器和光分配网 (ODN) 连接的网络。目前, 电网运用最为广泛是 EPON, 随着电网业务的发展和规模的扩大, GPON、10GPON 等大容量光接入技术将得到应用。

5. ASON

ASON (自动光交换网络, Automatically Switched Optical Network) 是一种由用户

动态发起业务请求，自动选路，并由信令控制实现连接的建立和拆除，能自动、动态地完成网络连接，融交换、传送为一体的新一代光网络。

二、数据网络

调度数据网主要承载调度自动化、电能计量系统、功角测量系统等调度自动化业务。调度数据网根据组网规模可采用分层结构，大规模分三层，核心、汇聚、接入；中规模分为两层，核心和接入；小规模不分层。

综合数据网通过 2.5G SDH、2.5G 或 10G 波分光路以及专用纤芯组网，用于传送办公自动化、电力营销、财务管理、人力资源等业务。一般来说，根据电力系统建设规模，综合数据网的结构会有所不同，大规模的为多层架构，中规模的为两层网络结构（骨干网和省地市网），小规模的为单层结构。

三、交换技术

电话交换系统主要由调度交换系统与行政交换系统组成，根据网络规模可采用分层结构和不分层结构。网络由交换节点及电力通信专用传输链路构成，并采用数字中继、信令方式进行组网。以省级电网公司为例，由各地市供电公司配备两套独立的程控交换机分别用于办公行政与调度使用，各地市供电公司之间的程控交换机采用 2×2 M 电路互连，组成公司系统的电话交换系统。

四、电视电话会议

电视电话会议系统包括电话会议系统、会议电视系统和一体化会议系统三种。以国家电网公司为例，召开电视电话会议时，电视会议系统和电话会议系统同时运行，电话会议系统作为电视会议系统的音频。会议电视系统包括公司级和部门级两种平台。一体化电视电话会议系统包括基于视频 VPN 的网络硬视频系统和基于信息内网的软视频系统。

五、通信电源

通信电源系统主要由交流供电系统、直流供电系统和接地系统组成，并通过智能设备实现通信电源集中监控。

500kV/330kV 的超特高压变电站采用独立的通信电源为通信设备提供直流电源；220kV 及以下变电站通信电源宜由站内一体化电源系统实现。此外，不少新能源也逐步使用一体化电源替代传统分立电源。

第四节 电力通信业务

电力通信系统业务根据其功能、特点主要分为电网运行业务和企业管理业务。电网运行业务分为运行控制业务和运行信息业务；企业管理业务又分为管理信息业务和管理办公业务。这些业务都依赖通信网络的支撑，但对通信的实时性、准确性和可靠性的要求又不尽一致。

一、运行控制业务

运行控制业务作为电网控制的一个环节，直接关系到电网安全，由于此类业务对通信传输时延、通道可靠性要求极高，目前主要使用电力通信专网。该类业务主要有继电保护业务、安全稳定控制业务、调度语音业务以及调度自动化业务等。

1. 继电保护业务

继电保护业务指高压输电线路继电保护装置间传递的远方信号，是电网安全运行所必需的信号，要求通信时延在 12ms 以内，对通信通路由、使用技术有严格要求，因通信方式安排不当会导致继电保护误动。通信通道中断要求立即响应，必须立即处理。继电保护业务主要采用复用 2M 电路、专用光纤芯、电力载波高频保护。从通信模式来看，继电保护通道属于厂站间通信，典型的点对点分散式模式，不会在某一点产生极大的带宽需求，继电保护业务流向如图 1-4 所示。

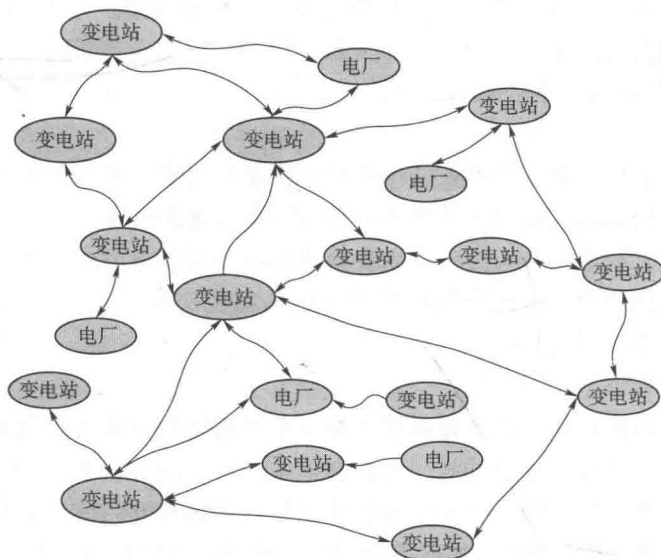


图 1-4 继电保护业务流向

继电保护业务主要采用专用光纤芯、复用 2M 电路、电力载波高频保护。其中专用光纤通道由于具有抗电磁干扰、可靠性高、传输容量大等特点，是继电保护信号传输的首选方式。同时，虽然电力线路故障和通信通道故障同时发生的概率微乎其微，但由于保护信号的重要性，一般在传输通道上会选择两条独立的物理通道，一条为主用通道，另一条为备用通道，分别走不同的物理路由，即双传输通道，以保护通信设备实时监测传输通道的质量，当主用传输通道发生故障或通信质量降低（误码、不可用等）的时候，可以通过备用通道继续保持通信，在主用通道恢复正常时再从备用通道切换回主用通道。这种双传输通道保护方式在更大程度上保证了保护信号的不间断传输。

2. 安全稳定控制业务

安全稳定控制业务通过由 2 个及以上厂站的安全稳定控制装置通过通信设备联络构成的系统切机、切负荷，实现区域或更大范围的电力系统的稳定控制，是确保电力系统安全稳定运行的第二道防线，要求通信传输时延小于 30ms，通信误码率为不大于 10^{-8} ，带宽需求为 64k~2Mb/s，对通信的可靠性要求极高。安全稳定控制业务主要采用光通信 2M 电路。从通信模式来看，安全稳定通道属于厂站间通信，典型的汇聚式模式，目前公司只有少部分高压电网应用了此种业务，不会在某一点产生极大的带宽需求。安全稳定控制系统主从式多层通信业务流向如图 1-5 所示。

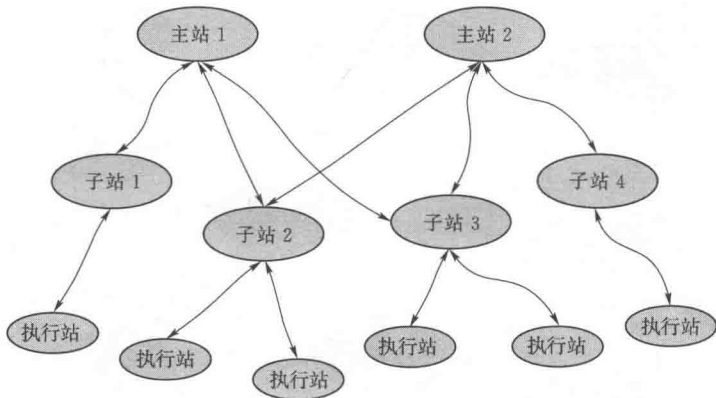


图 1-5 安全稳定控制系统主从式多层通信业务流向

3. 调度语音业务

调度语音业务即调整电话业务。调度电话是根据电力调度建设的专用独立电话通道，它可以实现系统调度并有效地指挥生产，具备实时录音及事后放音分析的功能。调度语音业务通道要优先分配，并具有专用性、可靠性，并配有备份电路。对于电力调度电话，有高度的可靠性要求，不但在正常情况下，而且在恶劣的气候条件下和电力系统发生事故时，均要保证电话畅通。调度电话要求通信时延在 300ms 以内，通信误码率不大于 10^{-8} ，带宽需求为 64k~2Mb/s。从通信模式来看，主要为调度机构和厂站间的通信，为典型的汇聚式模式，会对主站端产生比较大的带宽需求。在功能方面除具备普通电话的通话功能外，一般还具备其他一些特殊功能。目前国网公司变电站基本都部署了调度电话，通道需求数量极大。

4. 调度自动化业务

调度自动化业务包括调度自动化、电能计量系统、功角测量系统、保护故障录波信息及雷电定位系统等。其中，调度自动化系统仍然是电力调度最基础、最关键的业务。

调度自动化业务提供用于电网运行状态实时监视和控制的数据信息，实现电网控制、数据采集（SCADA）和调度员在线潮流、开断仿真和校正控制等电网高级应用软件的一系列功能。要求通信时延在 100ms 以内，通信误码率不大于 10^{-8} ，带宽需求为 64k~2Mb/s，对通信的可靠性要求极高。调度自动化业务主要采用光通信 2M 电路、调度数据网、电力载波等技术；在发生自然灾害等应急情况下，部分重要厂站与调度中心之间还会采用卫星通信或公网通信作为备用手段，但只能保证调度自动化的“两遥”功能（遥信、遥测）。从通信模式来看，主要为调度主站系统和厂站间的通信，为典型的汇聚式模式，会对主站端产生比较大的带宽需求。目前国网公司变电站基本都部署了调度自动化系统，通道需求数量极大。调度自动化通信业务流向如图 1-6 所示。

二、运行信息业务

运行信息业务覆盖范围广、通道可靠性要求高，通信误码率要求小于 10^{-6} ，通道时延要求相对较低，一般允许几百毫秒以内，通信方式以专网通信为主，公网通信为辅助补充。该类业务主要分为保护管理信息业务（包括行波测距、故障录波等业务）、PMU（电力系统同步相量测量系统，Performance Monitor Unit）业务、稳控管理信息业务、配电通信网业务、营销用电信息业务等。

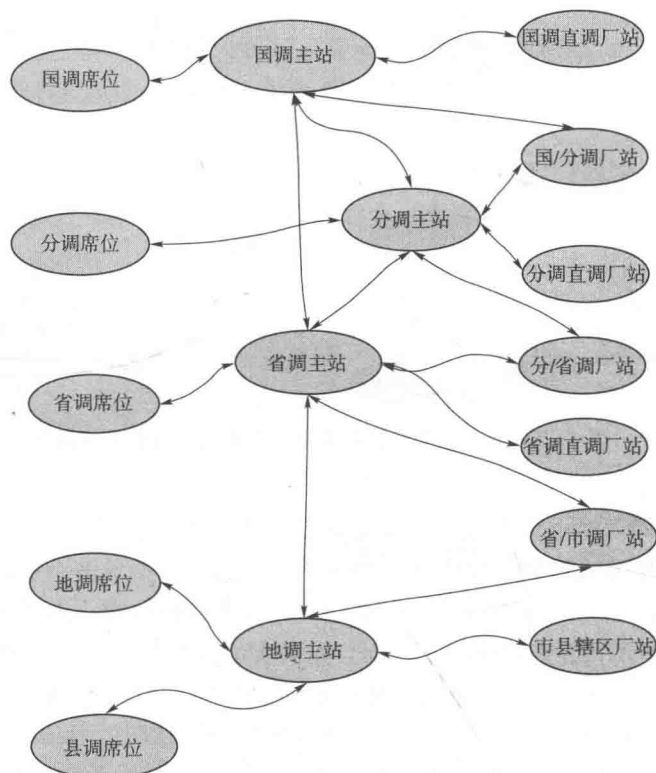


图 1-6 调度自动化通信业务流向

1. 保护管理信息业务

保护管理信息系统的主要功能是通过实时收集变电站的运行和故障信息，为分析事故、故障定位及整定计算工作提供科学依据，以便调度管理部门做出正确的分析和决策，保证电网的安全稳定运行。

保护管理信息系统主要由网、省、地级调度中心或集控站主站系统和各级发电厂、变电站端的子站系统通过电力系统的通信网络组成。目前保护管理信息系统主要部署在 220kV 及以上电网站点，覆盖范围广，业务数量多。保护管理信息业务流向如图 1-7 所示。

2. PMU 业务

PMU 主要功能是利用 GPS 同步时钟技术，进行集中相角的监视和稳定控制。电网内的变电站和发电厂安装 PMU 后，就能够使调度人员实时监视到全网的动态过程。目前 PMU 系统主要部署在 220kV 及以上的电网站点，覆盖范围比较大，业务数量比较多。PMU 业务流向如图 1-8 所示。

3. 稳控管理信息业务

稳控管理信息业务对控制主站、控制子站检测和收集到的信息、子站对有关指令的执行情况和执行结果、子站及其执行站的装置及通信通道的正常、异常和故障情况进行分析。对通信通路由、使用的技术有严格要求，需严格保证通信通道可用，保证通信安全可靠，不被恶意侵入。目前，主要采用光通信 2M 通道或调度数据网承载。