

中华人民共和国国家标准

GB/T 17246—1998
eqv IEC 1085:1992

电力系统通信业务导则

General considerations for telecommunication
services for electric power systems

1998-03-16 发布

1998-12-01 实施

国家技术监督局 发布

目 次

前言	I
IEC 前言	II
引言	1
1 范围	1
2 引用的国际标准及文献	1
3 概述	2
4 业务要求	9
5 传输介质与通信方式	18

前 言

本标准等效采用国际电工委员会技术报告 IEC 1085《电力系统通信业务导则》(1992 年第 1 版)。

电力系统通信对电力系统安全、稳定、经济运行起着重要作用。它与一般公用通信虽有很多共同点,又有不少特殊性,需要专门研究。IEC 1085 全面阐述了电力系统通信业务的具体问题,是电力系统通信规划设计及其他工作的指南,其中一些内容已为我国长期实践所证实,又包含很多国际上新的技术发展。将它采用为我国国家标准,对我国电力系统通信事业的发展及现代化会有很好的促进作用。

本标准与 IEC 1085 在编写方法上完全相同,但在采用过程中作了一些编辑性处理或修改,技术上也有一些小差异。因此,本标准采用国际标准的程度是等效采用。

最主要的编辑性修改是标准名称。IEC 1085 的名称用了 *general considerations* 一词,应译为“基本考虑”。这与我国标准名称用词习惯相差过远,采用时将该词改为“导则”,英文名称仍按原文不变。

按采用国际标准的规定,在本标准文本中,已以采用说明方式将技术上的小差异一一指出。

本标准由电力工业部提出。

本标准由全国电力远动通信标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:电力工业部电力自动化研究院、电力科学研究院、西北电力设计院、南京有线电厂、扬州电讯仪器厂、许昌继电器厂。

本标准主要起草人:陈道元、姜咸宁、李顺、陈自强、顾澄之、张国义。

IEC 前言

- 1) 由所有特别关切的国家委员会都参加的技术委员会所制定的国际电工委员会有关技术问题的正式决议或协议,尽可能地体现了对涉及问题的意见的国际协商一致性。
- 2) 这些决议或协议以建议形式供国际上使用,并在此意义上为各国家委员会接受。
- 3) 为了促进国际上的统一,国际电工委员会希望各国家委员会,在其国内条件许可范围内,尽量采用国际电工委员会建议作为他们的国家规定。国际电工委员会建议与相应国家规定间的任何不一致处,应尽可能地在国家规定中明确指出。

本技术报告由国际电工委员会 57 技术委员会(电力系统运动远方保护及其通信)编制。

本报告的文本以下列文件为基础:

六月法文件	投票报告
57(CO)56	57(CO)59

有关本报告投票通过的情况可见上表中的投票报告。

本报告是型式 2 的技术报告。

本报告自发布之日起,将在三年内复审,并作出以下选择:再延长三年,转为国际标准,或者撤销。

中华人民共和国国家标准

电力系统通信业务导则

GB/T 17246—1998
eqv IEC 1085:1992

General considerations for telecommunication
services for electric power systems

引言

不论在发达国家或发展中国家,电力系统的规模及复杂程度都在迅速增长,要求提供更多的通信业务,以满足运行、维护及行政通信需要。因此,制定一个导则说明通信业务的要求十分有助于通信业务的规划设计工作。

本导则的编制以国际大电网会议文献(2.1)及国际电工委员会 57 技术委员会有关标准为基础。

应用本导则时,应注意到实现电力系统通信业务要求的技术可能性和具体方法与有关国际标准、国家标准有很大关系,还应符合当地邮电部门的要求,并与当地无线电、广播系统相配合。

1 范围

本标准的目的是全面阐述电力部门通信业务的具体问题及要求。

2 引用的国际标准及文献

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

涉及本标准各方面的标准及文献很多,按专业类别分列如下:

2.1 概述

电力系统通信网设计导则(1985) 国际大电网会议 35 学术委员会 04 工作组

ANSI/IEEE STD 367:1987 IEEE 关于确定电站内地电位升高及故障感应电压方法的建议

2.2 远动

国际电工委员会为远动专业编制着一个很有用的出版物系列 IEC 870,包括以下 6 部分:

IEC 870-1 远动设备及系统 第 1 部分 总则

IEC 870-2 远动设备及系统 第 2 部分 工作条件

IEC 870-3:1989 远动设备及系统 第 3 部分 接口(电气特性)

IEC 870-4:1990 远动设备及系统 第 4 部分 性能要求

IEC 870-5 远动设备及系统 第 5 部分 传输规约

IEC 870-6 远动设备及系统 第 6 部分 与 IEC 和 CCITT 标准兼容的远动规约

国际电工委员会及美国电气和电子工程师协会出版了以下标准及文献:

IEC 50(371):1984 国际电工词汇(IEV)——371 章 远动

IEEE P 565/D3 5-27—77 电站自动控制及监控数据结构手册

2.3 远方保护

国际电工委员会 57 技术委员会为远方保护设备性能及试验方法出版了以下标准:

IEC 834-1:1988 电力系统远方保护设备性能及试验方法 第 1 部分 窄带命令系统

国家技术监督局 1998-03-16 批准

1998-12-01 实施

IEC 834-2:1993 电力系统远方保护设备性能及试验方法 第2部分 模拟比较系统

2.4 电力线载波(PLC)

国际电工委员会 57 技术委员会出版了以下标准:

IEC 353:1989 交流电力系统线路阻波器

IEC 481:1974 电力线载波结合设备

IEC 495:1993 单边带电力线载波机

IEC 663:1980 单边带电力线载波系统的设计

2.5 无线电

CCIR 第16次全体会议建议及报告,1986,卷Ⅸ,第1部分 无线电中继系统固定式通信

CCIR 第16次全体会议建议及报告,1986,卷Ⅷ,第1~3部分 移动通信

2.6 电信

频分制:

CCITT 蓝皮书(1988),卷Ⅲ,Ⅲ-2分册 国际模拟载波系统 传输介质特性

时分制:

CCITT 蓝皮书(1988),卷Ⅲ,Ⅲ-3分册 数字网 传输系统及复用设备

CCITT 蓝皮书(1988),卷Ⅲ,Ⅲ-7分册 数据通信网 信息管理系统,X.400~X.420 建议

2.7 电磁兼容性

抗扰性试验(IEC 801 及 IEC 1000 系列标准)

3 概述

电力系统是由分布于一个国家各地区的发电厂(火电厂和水电站)通过输配电网向远离电站、遍布国内各地的负荷供电而形成的。发电厂与变电站通过输电网连接,在变电站进行运行操作,降低电压,并通过配电网向民用及工业负荷供电。

一个电力系统常是一个公用电力企业。为了对这个企业及其发电厂、变电站进行管理和运行,需要建立以下一些单位(图1):

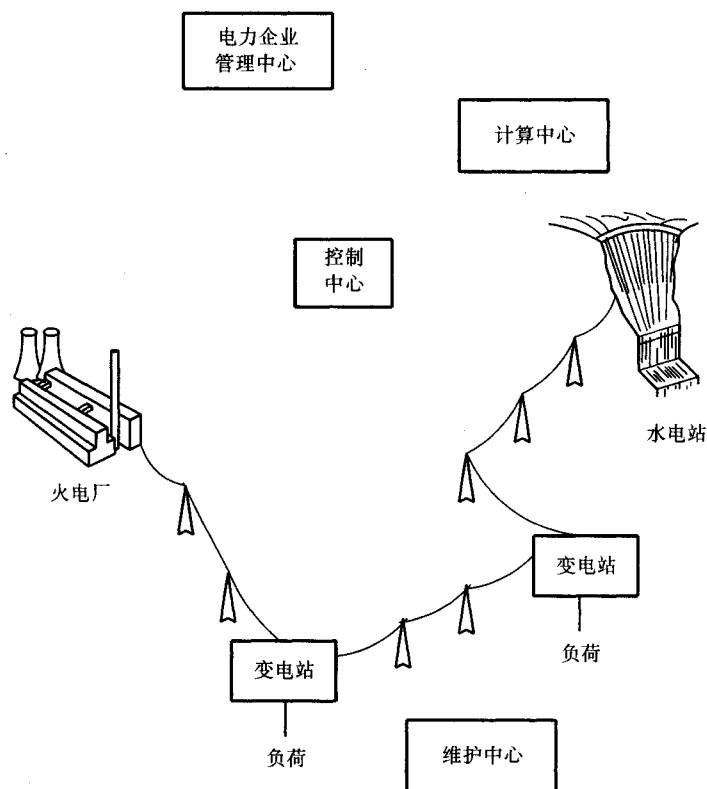


图 1 电力企业组成示意

- 企业管理中心；
- 一个或几个控制中心，确定那些电站需要运行以及输配电网如何运行；
- 一个或几个维护中心；
- 一个或几个计算中心，为管理中心及控制中心提供支持。

显然，这些单位不能孤立地进行工作，需要为它们提供通信业务。本章以下各条说明通信系统应实现的功能及为满足这些功能需要的通信业务。

3.1 功能

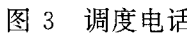
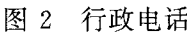
3.1.1 行政电话(图 2)

最基本的通信业务是管理中心与企业内各单位间的话音通信，即电话；还要使用电传、传真及电子信函。各单位之间也需要通信联系。

各单位还需要与企业外部通电话，即与公用电话交换网(PSTN)及其他主要行业用户专用网¹⁾连接，这也包括电传、传真等业务。

采用说明：

1) “及其他主要行业用户专用网”等字是采用时加入的。



控制中心需要迅速方便地与发电厂、变电站及维护中心电话联系,也需要为计划安排及交换电能等事宜与邻近电力公司电话联系。

3.1.3 远动(SCADA 系统)(图 4)

控制中心为实现其功能,需要远方的各发电厂、变电站向它传送电力系统的各种信息,即断路器、隔离开关的位置状态,告警状态,模拟量读数,读数总加等,也需要对火电厂、水电站进行控制。如采用负荷频率控制 LFC(或称自动发电控制 AGC),还需要遥控发电机。与水电站工作有关的雨量、水位等水情数据也需送到控制中心。

在控制中心,用这些信息驱动由模拟屏、显示器组成的人机接口。

这样的系统称为远动系统或 SCADA(数据采集与监控)系统。

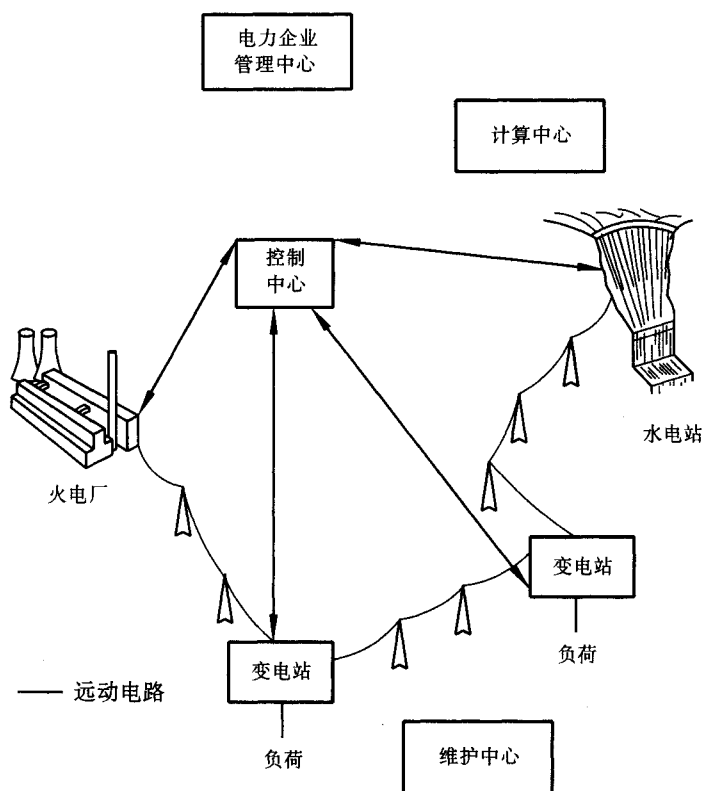


图 4 远动

3.1.4 负荷管理(图 5)

电力部门可能希望用户在一天的某些时间里多用电,以提高系统的负荷率。这可以通过遥控投入及切除负荷实现,称为负荷管理。负荷管理可以由控制中心控制或自动控制,例如路灯的自动控制。

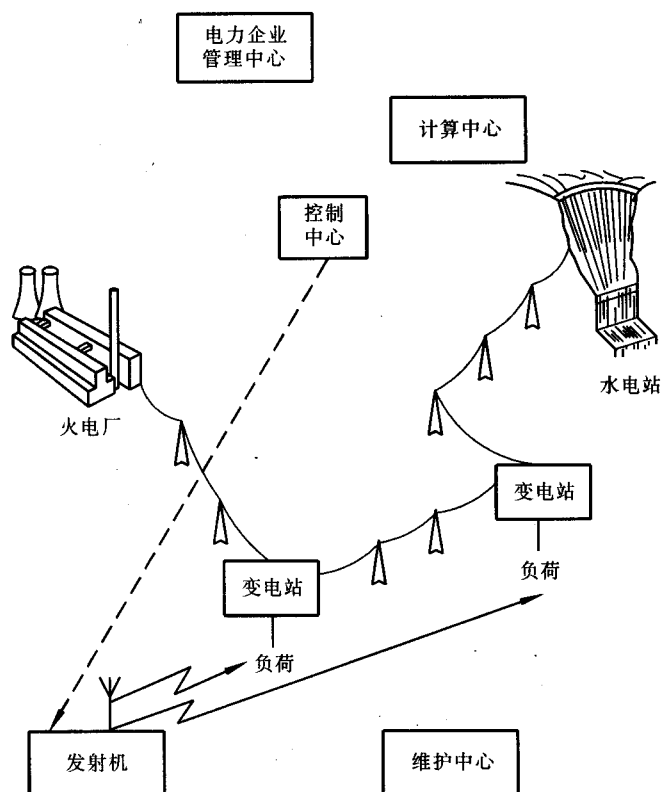


图 5 负荷管理

3.1.5 远方保护(图 6)

在电力系统一处发生故障而需要其他地点的保护装置动作时,使用远方保护。

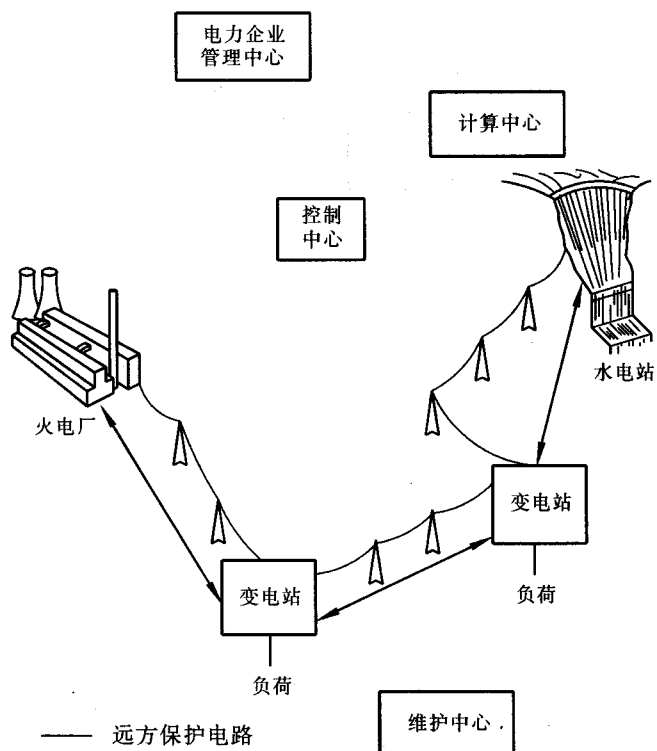


图 6 远方保护

3.1.6 移动无线电通信(图 7)

为使电力系统正常运行,需在电力系统管辖范围内建立由控制中心指挥的一处或几处维护检修组织。维修中心设有可移动的检修队,他们能使用车载通信工具或直接以对讲机联系。这需要使用移动无线电通信,一般工作在甚高频频段 VHF 或特高频频段 UHF。

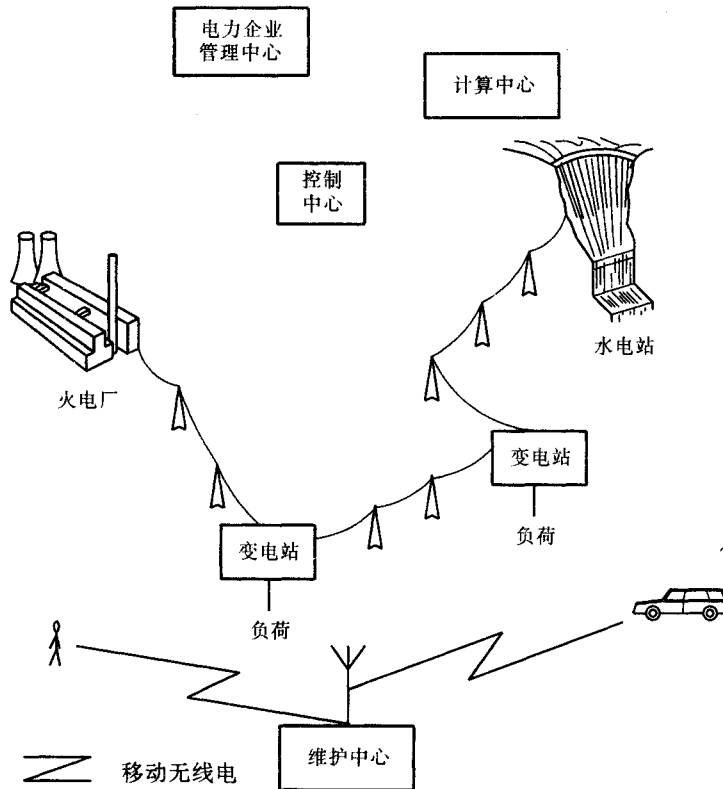


图 7 移动无线电通信

3.1.7 计算机通信(图 8)

在现代化企业中通常在中心配置大型主计算机,与各地的较小的计算机连接。主计算机可以为控制中心作离线的规划设计工作,也可进行工资、财务等行政工作。

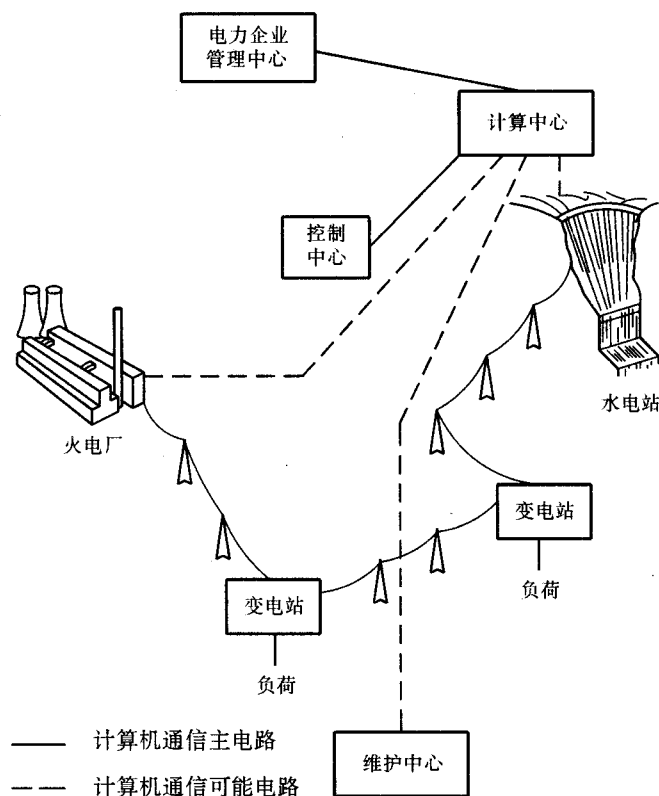


图 8 计算机通信

3.2 通信业务

3.2.1 行政电话

为适应企业行政管理要求(3.1.1),一般可使用由适当的传输介质(5.1)与自动交换机组成的专用通信网。如通信网较大,还可配置汇接交换机。一般要为需要连接公用网的地点提供公用交换线路。

3.2.2 调度电话

为满足调度电话要求(3.1.2),一般可使用专用的电话系统,其中部分分机实行按键呼叫。该系统与行政专用电话网(3.2.1)共用时,调度人员应具有优先权,保证随时与需要的分机通话。

3.2.3 远动

远动系统(3.1.3)由控制中心的设备(或称为主站)及通过适当的通信介质连接的发电厂(火电厂及水电站)、变电站中的被控站组成。这些被控站与有关的电气参数相接口,接收命令并迅速、准确、连续地返回信息。

控制中心由计算机组成,这些计算机与被控站一起工作,驱动人机接口。

3.2.4 负荷管理

负荷管理系统对民用及工业负荷进行远方监视和控制,需要向很多用户发送信号,有时还要求用户向控制中心发送信号,因此需采用单方向或双方向的通信方法。例如对路灯及家用热水器进行控制,可以使用单方向的音频或无线电负荷控制系统;对工业用户进行控制,可以使用双方向的无线电或配电网载波负荷控制系统。^{2]}

3.2.5 远方保护

远方保护系统能将保护信息或命令通过适当的通信介质从一个地点传到另一个地点。对它的基本要求是迅速,可靠,不错误动作。

3.2.6 移动无线电通信

采用说明:

2] 3.2.4 中双方向负荷控制内容是采用时加入的。

在移动无线电通信覆盖区域内一般设一个或几个基地站,通过无线电与检修维护中心联系。车上设无线电发射接收机,使用一个或几个甚高频、特高频频道。如通信距离很近,可使用手持设备,一般为特高频频道。有的车辆可配置传送报文的设备。

3.2.7 计算机通信

计算机通信通常由向主计算机输入输出或双向传输的大量数据组成,也可能还有大量的交互式通信。这种通信应具有防止差错功能,采用适当的传输介质,以高速率传送信息,速率一般为 2.4 kbit/s, 9.6 kbit/s, 64 kbit/s 等,或再高一些。

3.2.8 其他业务

调度、行政中心之间常需要电传、传真及电子信函等通信业务。这些通信业务的信息量不大,传输速率由电传的 50 bit/s 到传真、电子信函的 2.4 kbit/s。电传及传真一般不用防止差错,电子信函用 ITU-T 建议 X.400 方法防止差错。需要采用适当的通信介质。电传及电子信函如采用信息交换方法可以降低费用,更为有利。

注:国际电信联盟于 1994 年改组,成立电信标准化部门 ITU-TSS 及无线电通信部门 ITU-R S,原 CCITT 及 CCIR 建议改称 ITU-T 及 ITU-R 建议。本标准采用这种表述方法。

3.2.9 内部广播系统(PA 系统)

电力部门可以采用内部广播系统播发行政、安全(火警、辐射报警、疏散通知)及运行操作等信息。对于只需要单方向发送的厂站内部操作信息,内部广播系统是通知群体的最方便的方法。

3.2.10 通信网管理

现代化企业常采用网络管理技术管理通信网。通信管理中心采集远方的信息量、传输质量及故障情况等数据,并可通过软件选择最可靠的路由。

3.2.11 电源

需要为以上通信业务配置与其高度可靠性及安全性要求相适应的电源设备,并应有备用电源,例如蓄电池,在电力系统发生故障时仍可继续供电。

3.3 结论

基于以下理由,一个电力企业的通信业务应全部或部分由它本身提供:

——在综合性、可用性方面,电力部门主要通信业务的要求高于邮电通信能达到的水平。

——从经济性方面考虑,邮电部门可能难以提供电力部门需要的全部通信设施。

不论由电力部门自己或由邮电部门提供这些通信业务,必须充分考虑发电厂、变电站的电位隔离及电磁兼容(EMC)问题,保证通信系统可以安全可靠地工作。

4 业务要求

4.1 通信及调度业务

4.1.1 行政电话

与所有工业、商业部门一样,电力部门需要行政电话通信业务。但与其他部门相比,电力部门对行政电话的要求更高,因为它的电话设施的使用效果会影响电力企业对用户的供电服务。电力部门的行政电话常用于接受用户申诉、用电要求及企业内部的组织、燃料供应、燃料运输等工作。

4.1.2 调度电话

电力部门发电、输电、配电等运行值班人员之间的语言联系十分重要,需为此建立调度电话系统。

调度电话是电力部门最重要的一种操作工具,它与远动系统一道管理、监视着电网的运行。即使远动系统发生故障,调度电话也必须保持畅通。

调度电话的话务量不大,但业务要求很高,只有特殊的专用通信网才能提供,除要求高度的可靠性和可用性外,还应具有以下功能:

——迅速接通电话;

- 有优先权的用户可以插入呼叫及强拆；
- 会议电话；
- 迂回呼叫；
- 自动连选呼叫路由；
- 选择空闲中继线；
- 无阻塞交换；
- 封闭式编号系统；
- 对部分分机呼叫区外用户实行限制。

最好还能显示呼入用户的号码。

为实现以上功能，必须装设专用的调度交换机，它的信令系统比普通交换机复杂得多。例如，优先用户呼叫时，优先权信息应能通过信令系统在全网传送，使各交换机执行规定的优先功能。如中继线或用户线已被占用，优先用户应能插入，或强制中断级别较低的用户的话。

组织会议电话或进行迂回呼叫，也同样需要将呼叫形式、呼叫级别及交换机的中继线状态等信息通过信令系统在通信网内传送，不论传输通道是模拟的或数字的，单路的或多路的，都应如此。

调度电话网中的呼叫可能是非常紧急的，要求信令系统十分迅速可靠，尽量缩短呼叫建立时间。

封闭式编号系统的优点是不论从网内哪个区域呼叫，对一个用户均用同一号码。为实现全网封闭式编号及自动迂回路由，需采用具有数据存储、前向发送功能及存储程序控制(SPC)等技术的交换机。

控制中心的调度人员应拥有最高级优先权，可以插入通话，使电话接通率达到100%，接线不需等待或等待时间很短。

为使操作方便，缩短呼叫过程，应为上述调度人员配置只需简单地按一下与目的地对应的按键，就可以完成对该点呼叫的设备。

专用通信网如采用网状结构，以上业务要求很容易实现。对于大中型电力系统，网状结构最合适。在这种情况下，调度电话网也可用于内部行政电话，至少作为它的备用系统。

共线电话很适合使用于话务量低的小型电力系统或用作调度和运行人员的备用通信工具。

从以上情况可以清楚看出，电力企业调度电话网使用的汇接交换机及其他通信设备十分特殊，与一般公用电话网所用设备很不相同。

4.1.3 远动

远动的基本含义是从远方对发电厂或变电站进行控制，如同运行人员在现场实际操作。远动的主要优点之一是显著节约人力：一个运行人员能控制几个厂站，从而降低运行费用。

远动系统需要在控制中心采集被控站的运行数据，还要由控制中心向被控站发送操作命令。

远动系统不仅要发出命令改变断路器、隔离开关的运行状态，或确定设备的运行条件，还需要全面监视电力系统的运行状态以保证电力系统的安全性、可靠性、可用性以及电力供应的经济性。因此，要求远动系统具有状态估计、电力系统异常数据检测等功能。

电力系统需要远动实现的功能见表1，远动系统应具备的功能见表2。这些概念可用术语“能量管理系统(EMS)”概括。

表 1 电力系统需要远动实现的功能

电网状态确定	拓扑结构确定及状态估计 网络等效
电网分析	负荷潮流计算 短路计算 事故紧急性评价 安全监视
火力发电	趋势监测及数值设定 发电运行报告
水力发电	流量计算 水位、流量等常规观测 趋势监测 数值设定 发送控制当地调节设备的信号 发电运行报告
电网及发电控制	减负荷 负荷频率控制及能量经济管理 负荷预报 机组开停计划
远动特殊功能	被测量的非实时标志 被监视信息的非实时标志
事后分析	事后追忆 电力系统即时扰动分析报告 电力系统继发扰动分析报告
统计数据处理	一般处理 统计数据生成 统计数据存档 统计数据检查、改正及补充
统计报告编制	一般统计 电网运行报告 长期负荷预测
培训	模拟培训

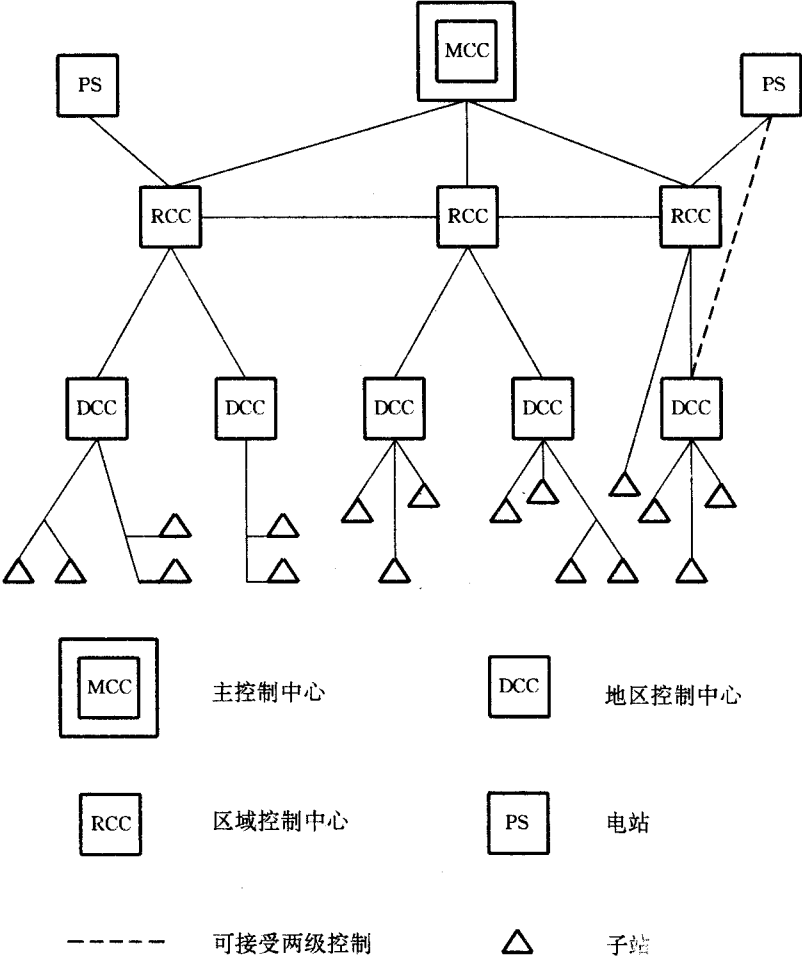
表 2 远动系统功能

遥测	变量采集 工程单位的标度变换 综合值的计算 越限标记 人工输入数值
遥信	状态信息及信号的采集 数据时标 综合值计算 人工设置信号标志 人工输入状态信号

表 2(完)

远程累计	累计可变速态采集 工程单位的标度变换 人工设置标志 人工输入
远程命令 远程切换	发送改变状态命令(离散命令)
远程调整 远程调节	发送调整信息(变量) 闭锁
限值监视	遥测量对限制值比值监视 遥测量与禁止区比值监视 限制值输入
事件处理及告警	电网事件分类 告警确认 告警取消 告警闭锁 告警延时

除很小的电力系统以外,远动系统常以分层结构组成,见图 9。



远动系统的最高层可以是几个相联系的控制中心,其通信网最好采用网状结构。远动系统的范围可以包括几个电力企业的管理区域,主控制中心不须设在某一个电力企业管理中心内。

主控制中心(MCC)一般不通过远动系统发实时执行命令,而是通过较低层的控制中心以电话指示进行工作。然而,主控制中心要对整个电力系统进行监视,并妥善安排各电站的运行计划。

区域控制中心(RCC)进行负荷频率控制,执行主控制中心的命令,也负责再低层的地区控制中心(DCC)的工作。DCC按RCC指示或在协商同意后执行命令。

为满足电力系统运行的安全性、可靠性及可用性的要求,远动系统的功能也应具有极高的安全性、可靠性,还应能迅速更新数据。安全性是不发生虚假命令或错误命令的概率;可靠性是命令不丢失并被正确执行的概率。采集到的信息与电力系统状况一致是正常运行的基本条件,特别是在电力系统发生故障的时候。这时系统的信息量很大,响应时间应该很短。同样,遥测也应该具有很高的可靠性、安全性及准确性。

可将以上要求归结如下:

- 响应时间快,且可以预报;
- 运行数据的传输采用适当的规约及编码方式;
- 通信介质质量好;
- 通信网的可靠性高;
- 通信网具有高度的长期可用性(设备故障的影响)及短期可用性(噪声、衰落及干扰等因素的影响)。

通信链路的传输容量应适应电路具有适度的防止差错能力又使总响应时间短的要求。现代化电力系统的正常运行要求送到主控制中心信息的更新时间不超过几秒。考虑到来自被控站的信息的数量,被控站与地区控制中心间数据的传输速率一般是200 bit/s~2 400 bit/s,地区控制中心与区域控制中心间数据的传输速率一般是2.4 kbit/s~9.6 kbit/s,区域控制中心与主控制中心间数据的传输速率一般是9.6 kbit/s~48 kbit/s。

随着新一代远动系统的使用,数据传输量将增加,要求响应时间更短,传输速率更高,从而能够加强这种以计算机为基础的远动系统的功能,提高电力系统的安全性、可靠性及可用性。

当前,远动系统的一项重大发展是在各级系统中采用专家系统。除其他功能外,专家系统还具有当地告警自动分析功能,在电力系统数据突然增加时,可以使需要实时传输的数据减少很多。

通信电路的总可用性指标,一次网(区域控制中心与主控制中心间)应高于99.99%,二次网(地区控制中心与区域控制中心间)略低,也应高于99.9%。

为达到长期可用性要求,信息传输应具有完全独立的冗余路由。网状结构的通信网可以很容易地实现这一点。

单是冗余路由本身并不足以保证短期可用性,如果发生共同性故障,主用及备用路由都会受到影响。完全独立的冗余路由是指不同的电路分别通过不同途径进入通信地点。即使如此,每条电路还都应具有良好的质量及很高的可用性。这样,一条电路中断时,可用性还能达到要求。

还应进一步考虑在地区控制中心、区域控制中心、甚至主控制中心发生故障时,系统还应具有的灵活性要求。

4.1.4 负荷管理

为改善电力系统负荷特性,大电网的电力部门有时可为在一天里某些时间(例如高峰负荷时间)限制负荷的用户提供电费优惠。这要求对电费表计及不重要的负荷(如热水器负荷)进行远方操作。这种功能的命令数量不多,间隔不密,但需要有大量设备分布在大范围区域里,具有高度的可靠性与安全性。这类命令一般只由控制中心向外发出,不需要反方向返回核对信号或其他信号。

有时发生特殊情况,为保证电力系统安全优质的运行或避免限制照明用电,应切除一些负荷,也需要负荷控制及远方操作。

对于中等电压及高电压的大负荷用户说来,负荷管理是最有效的。负荷管理技术先曾采用在电网工频上叠加音频信号的方法,称为音频负荷控制,至今仍有应用。现在,人们已经认为负荷管理是远动通信整体工作的一个组成部分。如电力系统中有大负荷用户,电力供应又不足,可以采用通信方法进行有效的负荷管理。

对于大电力用户最好采用双方向的传输系统,可以向控制中心返送表计读数及用户的其他数据,如供电故障的时间及次数等。

近年采用无线电通信进行负荷管理的情况日益增多。可以用无线电广播方法进行单方向信号传输,或用专用无线电网络进行双方向信号传输。

4.1.5 远方保护

远方保护信息传送方式与远动不同。远方保护在电网各点间传送信号,而远动是由控制中心向外辐射传送信号。

远方保护能确定电力线两端的保护装置是否需要配合动作,它要求在线路两端间建立通信电路。根据命令信息形式的不同,远方保护系统可分为两类:

- 模拟比较系统;
- 窄带命令系统。

模拟比较系统的原理是比较线路两端电流的幅值和相位:每一端的远方保护设备将接收到的对端发来的模拟信号加以处理,再与本端电参量比较,从而确定故障发生在保护区段以内还是以外。

在窄带命令系统中,被保护线路两端间传送的信息是开关状态的改变:断开-投入或投入-断开。这种保护系统发命令有三种基本形式:即发跳闸命令(跳闸式)、允许跳闸命令(允许式)和禁止跳闸命令(闭锁式)。

在跳闸式中,接收端收到命令信号后不论本端保护装置的状态如何都可以直接跳闸,也称为直接跳闸式或远方跳闸式;在允许式中,收到命令后只在本端保护装置已动作时才跳闸;在闭锁式中,发生区外故障时才发命令,对端收到命令后即使本端保护装置动作也不让断路器跳闸。

各种命令保护系统都应具有高度的快速性、可信赖性和安全性。但是,在一定的频带宽度情况下,这些性能是相关的:提高其中一项指标就要降低其他指标。对这些指标的具体要求由远方保护应用方式确定。

在规定的可信赖性及通路信噪比情况下,远方保护命令系统的最大传输时间,不包括介质中传播时间在内,应为:

- 闭锁式小于 20 ms;
- 允许跳闸式小于 40 ms;
- 直接跳闸式小于 60 ms。

应指出:从电力系统的稳定性及安全性考虑,要求传输时间比上述数值小得多。例如闭锁式小于 10 ms,允许跳闸式及直接跳闸式小于 20 ms^{3]}。

命令保护系统的可信赖性是正确接收命令的概率 $1-P_{mc}$,其中 P_{mc} 为丢失命令的概率。在上述传输时间及规定的信噪比情况下,丢失命令的概率 P_{mc} 应为:

- 闭锁式小于 10^{-3} ;
- 允许跳闸式小于 $10^{-2} \sim 10^{-3}$;
- 直接跳闸式小于 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 。

安全性是不发生虚假命令或错误命令的概率 $1-P_{uc}$,其中 P_{uc} 为虚假命令的概率。在上述传输时间及规定的信噪比情况下,虚假命令的概率 P_{uc} 应为:

- 闭锁式小于 $10^{-1} \sim 10^{-2}$;

采用说明:

3] 此处原文是“例如,直接跳闸式小于 20 ms。”

——允许跳闸式小于 $10^{-3} \sim 10^{-4}$;

——直接跳闸式小于 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 。

保护命令在模拟通路中传输的频带宽度一般为 120 Hz~480 Hz, 不超过 4 kHz。模拟比较系统的安全性、可信赖性要求应与命令系统相同或高一些, 但对模拟信号波形传输的保真度要求很高, 还要求波形变化的传输不失真。因此, 通路传输频带宽度要大于命令系统。在模拟通路中带宽需为 4 kHz, 在数字通路中速率需为 19.2 kbit/s~64 kbit/s 或以上。

模拟比较保护系统的操作时间是自故障发生起到跳闸输出接点动作止的时间, 一般小于 60 ms。但从电力系统的稳定性及安全性考虑, 要求操作时间比上述数值小得多, 例如, 小于 25 ms。这操作时间会因噪声的存在而增加。不包括介质中传播时间在内的模拟保护信号的传输时间一般很小; 例如小于 5 ms。

4.1.6 移动无线电

移动无线电是适于电网运行、清除故障、检修、建设施工、用户服务等现场人员使用的一种通信工具。它的采用对于目前已实现的电力系统可靠性起了重要作用。它已成为保证可靠供电的不可缺少的工具。

除使用移动无线电通信外, 没有其他方法可以迅速通知检修队, 并协调他们的工作。如没有移动无线电通信, 电网停电时间将会延长两三倍。

电力部门移动无线电通信用户的话务量不比商业或工业专用无线电通信网高, 但在紧急情况下, 例如容易发生事故的恶劣天气(暴风雨、大雪、台风等)情况下, 话务量很大。电力系统移动通信网的设计应考虑这种情况。这样, 在最需要这种通信工具时, 通信网就不会饱和或过负荷。

大电力系统使用移动通信有以下几种方式:

- a) 几公里小范围内个人或车辆间的通信, 例如线路施工或巡查时使用的通信;
- b) 当地二三十公里范围内基地站与车辆间或车辆之间的通信, 例如在市区或郊区使用的通信, 可由一个基地站或中继站覆盖;
- c) 几十公里大范围内基地站与车辆间或车辆之间的通信, 需要几个基地站或中继站覆盖, 可以使用蜂窝式移动无线电通信网。

为避免频率拥挤现象, 可以使 a) 项通信所用频段与 b) 项不同, 例如, 分别使用特高频段与甚高频段。c) 项通信一般需在基地站、中继站间建立微波电路。

在地区控制中心控制范围内建立这样的网络, 可以节约人力, 也便于实现运行工作的协调配合。

很多国家需要发展移动通信却缺少适当频率。在这种情况下采用蜂窝式网络是很方便的。蜂窝范围的大小由通话密度及其他技术因素确定。每个蜂窝都设置几条中继线路供用户使用。

另一种适用的方法是同时广播, 即使在有中继线的情况下。这方法有两种方式: 载频同步及载频准同步。

大多数移动通信是话音通信, 常需要具有会议电话及与调度电话联网功能。在紧急情况下, 为协调几个检修队同时进行工作, 会议电话很有必要。

除话音通信外, 现代化电力系统的运行也需要通过移动通信网发出或接收数据编码信息。这可以减少语言通信的需要, 从而降低信息量。传送书面信息的要求也在增加。采用这种方式传送调度命令或文件可以节约时间。

移动通信配备数据传输以后, 当然就有可能利用移动通信网实现远动。实际上, 特别是在中等电压电网中, 常有这样需要。这种方法很有吸引力: 不必建立费用高的专用通信网络就可利用移动通信扩大远动网。这也要求移动通信数据传输在质量、可靠性、可用性、可信赖性及安全性等方面达到与固定通信数据传输相似的水平。

移动通信网中的数据传输及远动不应占用过多信息量, 以免影响话音通信。它们应只使用于不需要永久性通道及信息量很少的情况。

4.1.7 计算机通信

计算机通信可以采用专用电路,或者采用分组交换方式。

如电路的利用率很高,建议采用专用电路。但在直达路由发生故障时,这种方式不便立即接通其他路由,也不能高效率地实现多址访问。

分组交换方式特别适用于数据网规模较大,主干数据路由用中继连接,以及对于数据量较少的用户需要多址访问的情况。

4.1.8 其他业务(电传、传真及电子信函)

除电话、远动以外,电力部门也需要电传及传真业务。这不仅适用于一般情况及行政管理,对于电网调度也是一种重要的辅助工具。

电传一般是简单的点对点电路,用户可以连续使用。但在大电网中,很多用户彼此间需要使用电传,也可以像电话网那样使用信息交换设备。即使如此,控制中心与重要节点间仍然使用直达电路。

需要用电传来传送与调度运行有关的重要信息。例如,在紧急情况下发出特殊运行状态的命令及确认,或电网维护检修时联络。

电传一般采用专用通道,传输速率 50 bit/s~4 800 bit/s。其中较高速率是留给新型的智能用户电报使用的。

传真可以通过电话网及分机线路迅速传送文件图纸,因此应用愈来愈广泛。调度用的传真通常以调度电话系统为通信介质。连接于公用网的行政管理用的传真,如邮电部门同意,也可以通过调度电话网传送,否则,只在公用电话网内传送^{4]}。

电子信函以存储及发送电文为基础,可以代替电传或与电传一起在行政通信中使用。收件人通过自己的“信箱”阅读给他的电文。电子信函以显示器为终端设备。

4.2 电磁兼容性(EMC)

第一个问题是在高压线或电站母线发生故障,一根导线短时间接地时,在至少有一端位于电站中的通信线路上出现的地电位升高现象(EPR)。在断路器动作以前的几十毫秒内,站内地电位会比远方地电位高得多。如金属通信线路一端连接着电站里的设备,另一端设备的端子上就会有很高的共模电压,可使设备损坏或危及人身安全。而且,通信电路总有一点不平衡,共模电压也会导致使通信设备严重损坏的差模电压出现。

第二个问题是由雷电或断路器、隔离开关操作引起的过电压。雷电可以通过电源线、通信线及天线塔传导到通信设备,也可能使电站地电位升高,在通信设备的输入输出端产生冲击电压。

电力线及电站母线中通过的负载电流或故障电流的电磁感应也会产生一些问题。

既然安装在发电厂、变电站中的通信设备面临着这些问题,它们就必须具有高度的防护性(不被损坏的能力)及抗扰性(不受干扰影响的能力)。此外,它们还不应向外发出电磁辐射或其他干扰,影响其他设备。

从现场及其电气环境的具体情况出发,通信设备在电磁兼容性方面应全面或部分达到以下要求(详见有关 IEC 标准):

- 对地绝缘电阻,10 M Ω ~100 M Ω ;
- 绝缘耐压,交流 1 kV~2 kV,或直流 1 kV~3 kV,1 min;
- 冲击耐压,1 kV~5 kV,1.2/50 μ s;有时也要求较高值,如 6 kV 或以上,0.1/2 000 μ s;
- 电流脉冲抗扰性,500 A 以下,8/20 μ s;
- 电压脉冲抗扰性,2 kV,10/700 μ s;
- 电源短时中断抗扰性,10 ms~500 ms;
- 交流电源波形失真抗扰性,15%及以下;

采用说明:

4] “连接于公用网的”等字是采用时加入的。

- 直流电源波纹抗扰性, 0.2 V(峰-峰)~10 V(峰-峰), 100 Hz;
- 电源输入端叠加正弦振荡波抗扰性, 20 ms, 0.1 MHz~1 MHz, 10 V~100 V;
- 信号输入端叠加衰减振荡波抗扰性 0.1 MHz~1 MHz, 0.2 kV~2.5 kV;
- 静电放电抗扰性, 5/30 ns, 2 kV~15 kV;
- 50 Hz 磁场抗扰性, 1 s, 0.1 kA/m~1 kA/m;
- 脉冲磁场抗扰性, 8/20 μ s, 0.1 kA~1 kA;
- 衰减磁场抗扰性, 0.1 MHz~1 MHz, 10 A/m~100 A/m;
- 辐射电磁场抗扰性, 连续场及调制场, 频率范围 100 kHz~1 GHz, 10 V/m 或以上, 例如手持对讲机产生的电磁场;
- 操作暂态电磁场抗扰性, 300 V/m 及以下。

除直流电源及天线端子外, 通信设备的其他输入输出端子最好都是平衡式, 对地绝缘。

断路器、隔离开关断开过程中的放电现象会在通信电路里产生很高的突发脉冲噪声, 噪声功率可能超过电力线载波机的输出功率。除非已采取很好的信息处理方法, 数据信息传输可能中断。

放电现象还会产生频谱很宽的辐射电磁波。绝缘子因故障或表面污秽引起的或在其他电气设备内存在的微量放电也会产生电磁辐射干扰。

这些情况说明, 在电站里使用长波、中波、短波或低段甚高频无线电接收机时, 必须注意使接收场强高于一般数值。例如, 电站区域内曾测得 160 MHz 的噪声系数恶化几个分贝。由于噪声功率谱密度随着频率升高而下降, 在特高频和微波频段, 这种影响可忽略不计。

4.3 其他要求

从以上条文可以看出, 电力系统需要工作非常可靠, 随时可以使用的通信网络。可靠性及可用性要求并不能简单地通过第二通路或冗余路由实现, 而应使每一条通路都具有很高的可靠性及可用性。这样, 一条通路发生故障时, 通信的可靠性及可用性仍能达到要求。而且, 如果每一条通路的传输性能都不够好, 接收端通过选择或综合而获得的接收信号就会出现相位抖动, 数据和远动信号的传输会受到很大影响。

对响应时间的要求是短而稳定。在采用数字传输系统时, 还要注意定时及同步问题。

电力系统的通信网应该具有灵活性。即使电力系统的参数和结构变化, 通信系统也应能随着改变而适应新的情况。因此, 电力系统通信网应具有超前容量、备用带宽和备用通路, 并实现标准化。

在数字通信网中提高网络灵活性的一个重要方法, 是使用可将输入输出信号接入不同时间隙的程序控制及远方程序控制的多路复用设备, 以及可通过程序控制将信号从干线引下或插入分支的设备。这些功能可由适当的通信网管理系统实现。

从以上考虑可以看出, 电力部门需要特殊的通信网, 供一般业务使用的公用通信网难以满足电力部门的要求。事实上, 发达的电力企业总是拥有专用通信网, 以满足其发电、输电调度通信的特殊需要。

如考虑在洪水、暴风雨、地震等自然灾害紧急状态下, 电力系统需要检修, 尽快恢复送电, 电力企业就不能依靠与其他业务或部门合用的通信网。因为, 在紧急状态出现时, 这类通信网本身就会过负荷。

电力企业应按照上述紧急状态下预见的通信业务来设计和装备通信网, 也应按照同样情况来考虑选用传输介质。

例如, 电力线载波可使用于通信网外围部分, 但不宜用于长距离通信, 因为长距离通信电路需由很多线段串联组成。电力线载波的可用性与它所在的电力线状态密切相关, 如通路的可用性必须独立于电力线的可用性, 就不应使用电力线载波。架设在电力线路上的光纤线路的可用性也与所在电力线的可用性及平均检修时间相关。因此, 如在电力线路上使用电力线载波或光纤电路, 建议建立不同路由的冗余电路, 其中, 至少一条是其他传输介质, 例如无线电电路。

电力部门需要的实际通信容量一般不大, 采用无线电比较经济, 经济因素也应注意考虑。通过中继站间的联系, 还可以用无线电组成移动通信网。

通信系统的低压(例如 48 V)直流电源应有备用蓄电池,备用容量一般为 6 h;交流电源应为不间断电源,以柴油发电机作备用,油箱可储备几天油量。

所有以上分析说明,完全有必要由专家参加进行电力部门通信业务的设计工作。

5 传输介质与通信方式

5.1 传输介质

这里不详细叙述电力部门使用的各种传输介质,而只着重于传输介质的一些主要问题。在国际电工委员会、国际电信联盟等国际标准组织的出版物中对各种传输介质有详细介绍。

图 10 说明了几种可供用户使用,将信息由一点传到另一点的传输介质。

具体选用传输介质时,必须考虑以下问题:

- 需要多少通路?
- 每条通路需要多大传输容量?
- 通信系统的使用有什么限制? 如地理情况、规章制度、距离、可用频率、人为破坏、电源条件等。
- 通信系统要求怎样的质量及可靠性?

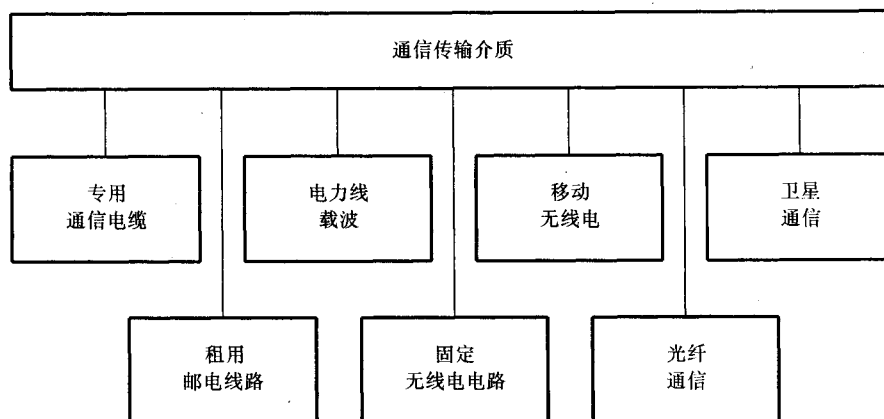
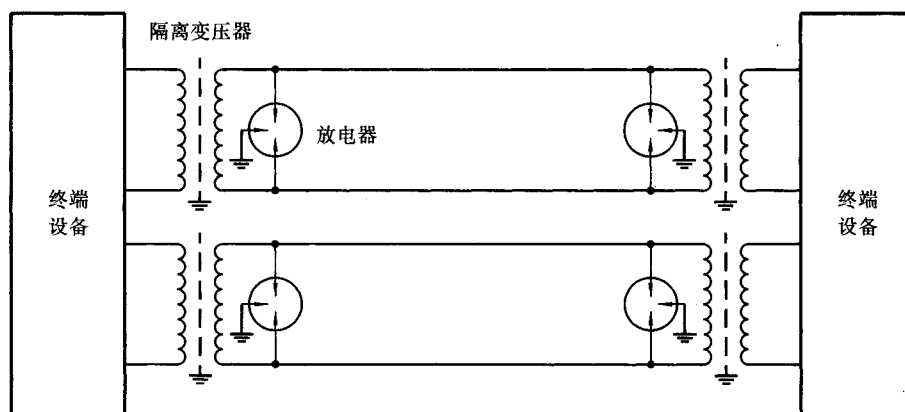


图 10 电力企业使用的通信传输介质

5.1.1 专用通信电缆

电力部门常为通信及远方保护使用专用通信电缆。这种电缆一般敷设在电缆沟道内,常与高压电缆在一起,因此,必须十分注意高压电缆对通信电缆的感应影响,特别是电力系统发生故障时的影响。

通信电缆应是扭绞式平衡电缆,保证有足够的平衡度,使来自高压电缆的感应不至于使通信介质无法使用。可以用隔离变压器或中和变压器保护电缆,用非线性元件(如碳精块或气体放电管)限制危险电压(图 11),但这些措施对远方保护电路不一定适宜。用中间变压器将电缆分段隔离也可以降低感应电压。这种通信电缆的传输衰减可能很大,常只用于音频,例如 4 kHz 以下;如不使用放大器,通信距离一般只有 10 km~15 km。



注

- 1 隔离变压器初次级绕组均完全浮接^{5]}。
- 2 中和变压器有时也可用作保护设备。

图 11 音频电缆应用示例

5.1.2 租用邮电线路

向邮电部门支付初装费及租金,就可以租用通信电路:音频(300 Hz~3 400 Hz)模拟电路或 64 kbit/s 数字电路。如需要多通路,可租用宽频带电路。例如,60 kHz~108 kHz 的频分制 12 路载波电路,2.048 Mbit/s 30 路基群或 1.554 Mbit/s 24 路基群的时分制脉冲编码电路等。

邮电部门可能会对电力部门租用线路,特别是在电路需要接入有高电压的建筑物时,提出一些与上述类似的限制条件:装设隔离变压器或非线性元件限制危险电压,虽然这些措施对远方保护有时不适宜。在导引线保护线路上可装设中和变压器以消除地电位升高或降低电缆导线的感应电压。

5.1.3 电力线载波

a) 原理

唯有电力工业具有一种可以使用十分可靠的实体路径,即连接电站与负荷点的电力线,通信信号可以在电力线上传输。由于电力线上带有高电压,不能直接传送与工业频率接近的音频信号,必须以适当方法将音频信号调制到较高频谱。电力线载波机以高频率单边带调制(SSB)方式传送模拟信息,是为电力系统专门设计制造的。电力线载波主要用于架空送电线,但也能用于海底电缆(或地下电缆)或地线复合电缆(同轴电缆或四线绕组电缆)。

b) 载波频率

电力线载波的工作频率范围的典型值为 40 kHz~500 kHz,这种频率范围的一部分在有些国家可能不允许使用^{6]}。频率范围的下限决定于结合设备的性能与费用,上限决定于线路衰减与电波辐射。确定电力线载波工作频率范围,必须考虑它与各种无线电通信(包括航空、航海导航系统)及无线电广播频率的关系,以及当地或国家的规定限制等因素。

c) 应用

电力线载波音频通路带宽为 4 kHz(有的国家规定为 2.5 kHz),可用于:

- 传送话音模拟信息;或
- 传送话音及数据(S+D)复合模拟信息,这里的数据包括遥测、遥控及远方保护等信息。

d) 噪声及允许信号噪声比

电力线载波电路的噪声主要有两种:

- 连续的白色噪声(随机噪声),由绝缘子或导体不规则放电(电晕或电刷放电)引起;
- 时间短幅值高的突发脉冲噪声,由断路器及隔离开关的操作、雷电或电弧放电等引起。

采用说明:

5] 此处原文有“绕组间无屏蔽”等字,采用时略去。

电力线载波的噪声电平决定了电路的传输质量,GB/T 14430 规定了信号噪声比的允许值。在不良天气条件下,电话不应低于 26 dB,数据不应低于 16 dB^{7]}。

e) 特点

电力线载波具有以下优点:

- 单段通信距离长(与发送功率及频率有关,无中继距离可达几百公里);
- 设备可用性很高;
- 设备可靠性很高;
- 只需在发电厂、变电站安装载波设备,施工容易,费用低。

电力线载波也受到一些限制:

- 音频频带窄,通路数量少;
- 载频频谱范围窄;
- 高压电力线的换位及分支使衰减增加很多^{8]};
- 可用性决定于电力线。

5.1.4 固定无线电电路

a) 主要特点

固定无线电电路(这里指微波及特高频)具有以下特点,广泛应用于电力系统通信:

- 通信站之间在电气上互相隔离;
- 与电力线不相关;
- 通路数量很多;
- 与其他传输介质相比,费用较低;
- 扩展其他业务项目比较容易,费用较低;
- 设备只装在少数现场,容易维护;
- 传输质量好,可靠性高。

建立无线电电路也有一些问题:

- 需正确分配频率;
- 频率及衰落现象影响电波传播,天气恶劣会降低可用性;
- 中继站建设需要一定费用,也需解决供电问题;
- 地势低的地方难以建站。

b) 设计考虑

首先需确定电路各站确切位置、传输容量。然后确定合适的工作频率范围。电波传播路径损耗可按以下几点初步计算:

- 自由空间损耗;
- 以衰落形式表现的附加损耗,由于障碍物、大气折射变化、吸收、多径反射等因素影响,附加损耗有时很高;
- 干扰计算。

其次应确定使用设备:

- 终端设备;
- 中继设备;

采用说明:

6] 此处原文是“约为 30 kHz~500 kHz(有的国家到 490 kHz)”。

采用时按我国相关标准规定及 IEC 495 提法修改。

7] 此处原文是“IEC 663 规定了信号噪声比允许值”。采用时按 GB/T 14430(neq IEC 663)规定列入了具体数值。

8] “及分支”三字是采用时加入的。

——波导馈线型式；

——天线型式；

——天线塔高度。

固定无线电通信电路示例见图 12。

c) 工作频率

无线电工作频率由国家无线电管理委员会指定。国际电信联盟无线电通信出版物提供了确定频率的有关资料。

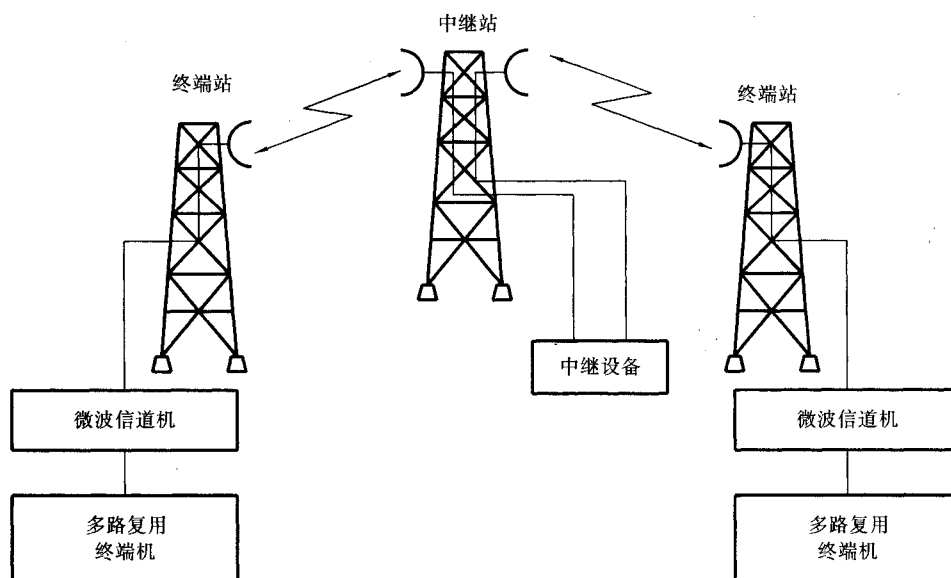


图 12 无线电电路示例

5.1.5 移动无线电

移动无线电采用甚高频 VHF(70 MHz~165 MHz)及特高频 UHF(400 MHz~470 MHz)频段,采用幅度调制、频率调制或脉冲调制方式。

简单的甚高频移动无线电系统可以由配置无线电收发信机的一个基地站和几个移动站组成。基地站地势应尽量高一些。

5.1.6 光纤通信

光纤通信系统具有以下特点：

- 频带很宽；
- 衰减很小；
- 不受电磁干扰影响；
- 光缆重量轻、外径小；
- 可靠性较高^{9]}；
- 传输质量好。

这种传输介质适用于时分制多路通信。进行电路设计时需计算光纤损耗及频带宽度,从而确定：

- 光纤型式(多模光纤或单模光纤)；
- 发光管型式(激光二极管 LD 或发光二极管 LED)；
- 接收管型式；
- 辅助设备(中继器等)；
- 工作带宽。

采用说明：

9] 此处原文是“可靠性尚难确定,一般认为还好;与其他传输介质相比,费用较高”。采用时修改。

光纤通信电路示例见图 13。

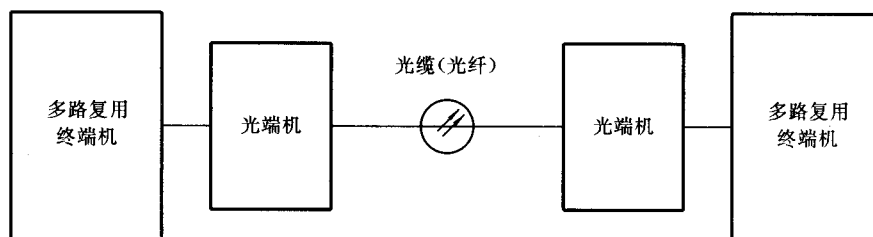


图 13 光纤通信电路示例

5.1.7 卫星通信

如要求通信覆盖面大,或通信距离远,信息量又较少^{10]},可考虑使用卫星通信。为此需在控制中心及各被控站建立地球站,装设适当天线。用户不能自己拥有通信卫星,只能向有关部门租用电路。卫星通信采用时分复用方式,具有光纤通信及微波通信的特点,如通路多,质量好,噪声低等。

5.2 多路复用设备

为有效利用传输介质,必须同时传送多路音频信号。这可以通过模拟复用(频分复用 FDM)或数字复用(时分复用 TDM)实现。国际电信联盟为多路复用通信系统提出了一系列建议。

a) 频分复用 FDM

在这种系统里,多条音频通路经过频率变换,安排在一段频带较宽的频域中,各占一定位置。每条通路,包括信令频率(3 825 Hz)在内,占用 4 kHz 带宽。通过几次调制实现频率变换:先以 12 路组合为一基群(频率范围 60 kHz~108 kHz),再以 60 路组合为一超群(频率范围 312 kHz~552 kHz)^{11]}还可以这样组合下去。

b) 时分复用 TDM

在这种系统里,多条音频通路信号被数字化,在时域中各占一定位置。每条音频通路的信号依次以每秒 8 000 次的速率取样。一条音频通路信号的波形在取样时刻的幅值就是该通路信号此刻的取样脉冲值。每个脉冲值按 8 位编码,分配在多路信号的一个时隙里,一条音频通路形成 64 kbit/s 的数字信号。

在 30 路脉冲编码设备里,30 条音频通路和 2 个信令及同步通路的脉冲组成 2.048 Mbit/s 的基本帧($32 \times 64 \text{ kbit/s} = 2.048 \text{ Mbit/s}$)。几个基本帧再复接,以提高传输速率(8.488 Mbit/s; 34.368 Mbit/s 等)^{11]}。

在 24 路脉冲编码设备里,24 条音频通路的脉冲和 1 个同步位脉冲组成 1.544 Mbit/s 的基本帧($[8 \times 24 + 1] \times 8 \text{ kbit/s} = 1.544 \text{ Mbit/s}$)。几个基本帧再复接,以提高传输速率(6.312 Mbit/s; 32.064 Mbit/s 等)^{12]}。

c) 应用

以上多路复用通信设备适用于微波、同轴电缆、光纤(时分复用 TDM)及卫星通信等电路。

采用说明:

10] “或通信距离远,信息量又较少”等字是采用时加入的。

11] 此两处原文数值是“60 kHz~300 kHz”及“8; 34 Mbit/s”。采用时按我国相关标准规定修改。

12] 此处原文数值是“6; 32 Mbit/s”,采用时按我国相关标准规定数值修改。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电力系统通信业务导则
GB/T 17246—1998

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
电 话:68522112
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经营
版权专有 不得翻印

*

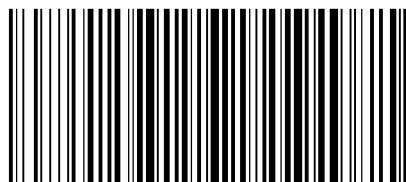
开本 880×1230 1/16 印张 1 $\frac{3}{4}$ 字数 45 千字
1999年1月第一版 2000年7月第二次印刷
印数 1 501—2 100

*

书号: 155066·1-15366 定价 15.00 元

*

标 目 360—27



GB/T 17246—1998