

中华人民共和国电力行业标准化指导性技术文件

DL/Z 634.11—2005 / IEC / TR 60870-1-1:1988

远动设备及系统 第 1-1 部分: 总则 基本原则

Telecontrol equipment and systems –
Part 1-1: General considerations –
General principles

(IEC / TR 60870-1-1:1988, IDT)

2005-11-28 发布

2006-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	II
引言	IV
1 范围	1
2 对象	1
3 与远动系统有关的基本方面	2
3.1 远动系统在电力系统运行中的作用	2
3.2 数据传输系统的作用	3
3.3 决定远动系统设计的要求	3
3.4 远动系统与当地监控系统的主要区别	3
4 远动系统结构和配置	4
4.1 过程网络体系的相互关系和远动系统的配置	4
4.2 点对点远动系统的基本功能模块	4
4.3 功能性软件模块	5
4.4 远动系统配置	6
5 远动系统功能	8
5.1 远动功能的分层结构	8
5.2 应用层功能	8
5.3 运算处理功能	9
5.4 对操作员的过程信息表示	9
6 远动数据传输	10
6.1 数据传输标准的作用	10
6.2 数据传输层、网络层、电路层和物理传输层功能	10
6.3 远动数据传输的特点	10
6.4 传输通道的通信方式	11
6.5 通信系统	12
6.6 传输通道噪声的防护	13

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会《关于下达 2002 年度电力行业标准制定和修订计划的通知》(国经贸电力[2002]973号文)的安排制定的。

为保证电力系统运行的可靠性、经济性和电能的质量,控制中心必须收集系统的实时信息。这项工作过去主要通过电话进行,而运动技术的出现和应用,是实现系统实时调度和进一步实现调度综合自动化的基础。

自 20 世纪 80 年代以来,国际电工委员会 57 技术委员会为适应电力系统,包括 EMS(能量管理系统)、SCADA(监控与数据采集)、DMS(配电管理系统)、DA(配电自动化)及其他供水、供气等公用事业的需要,制定了 IEC 60870 远动设备及系统系列标准,从总则、工作条件、接口、性能要求和传输规约等方面对电力系统及相关公用事业的远动技术进行规范。我们也随着将这系列标准采用为我国的国家标准或电力行业标准,为我国调度自动化技术的发展和电力系统的稳定运行发挥了很好的作用。

我国对 IEC 60870 系列标准各部分的编号、名称及采用情况如下:

IEC/TR 60870-1-1: 1988 远动设备及系统 第 1 部分:总则 第 1 篇:基本原则,等同采用为 DL/Z 634.11,即本技术文件;

IEC 60870-1-2: 1989 远动设备及系统 第 1 部分:总则 第 2 篇:制定规范的导则,等同采用为 GB/T 16436.1 1996;

IEC/TR 60870-1-3: 1997, Ed.2.0 远动设备及系统 第 1 部分:总则 第 3 篇:术语,等同采用为 GB/T 14429;

IEC/TR 60870-1-4: 1994 远动设备及系统 第 1 部分:总则 第 4 篇:远动数据传输的基本方面及 IEC 60870-5 与 IEC 60870-6 标准的结构,等同采用为 DL/Z 634.14;

IEC/TR 60870-1-5: 2000 远动设备及系统 第 1 部分:总则 第 5 篇:带扰码的调制解调器传输过程对使用 IEC 60870-5 规约的传输系统的数据完整性的影响,等同采用为 DL/Z 634.15;

IEC 870-2-1: 1995 远动设备及系统 第 2 部分:工作条件 第 1 篇:电源和电磁兼容性,等同采用为 GB/T 15153.1 1998;

IEC 60870-2-2: 1996 远动设备及系统 第 2 部分:工作条件 第 2 篇:环境条件(气候、机械和其他非电影响因素),等同采用为 GB/T 15153.2—2000;

IEC 60870-3: 1989 远动设备及系统 第 3 部分:接口(电气特性),等同采用为 GB/T 16435.1—1996;

IEC 60870-4: 1990 远动设备及系统 第 4 部分:性能要求,等同采用为 GB/T 17463—1998;

IEC 60870-5-1: 1990 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 1 篇:传输帧格式,等同采用为 GB/T 18657.1—2002;

IEC 60870-5-2: 1992 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 2 篇:链路传输规则,等同采用为 GB/T 18657.2—2002;

IEC 60870-5-3: 1992 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 3 篇:应用数据的一般结构,等同采用为 GB/T 18657.3—2002;

IEC 60870-5-4: 1993 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 4 篇:应用信息元素的定义和编码,等同采用为 GB/T 18657.4—2002;

IEC 60870-5-5: 1995 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 5 篇:基本应用功能,等同采用为 GB/T 18657.5—2002;

IEC 60870-5-101: 1995 远动设备及系统 第 5 部分: 传输规约 第 101 篇: 基本远动任务配套标准, 非等效采用为 DL/T 634.5101—2002;

IEC 60870-5-102: 1996 远动设备及系统 第 5 部分: 传输规约 第 102 篇: 电力系统电能累计量传输配套标准, 等同采用为 DL/T 719—2000;

IEC 60870-5-103: 1997 远动设备及系统 第 5 部分: 传输规约 第 103 篇: 继电保护设备信息接口配套标准, 等同采用为 DL/T 667—1999;

IEC 60870-5-104: 2000 远动设备及系统 第 5 部分: 传输规约 第 104 篇: 用标准传输协议子集的 IEC 60870-5-101 网络访问, 等同采用为 DL/T 634.5104—2002;

IEC 60870-5-6 (FDIS): 2004 远动设备及系统 第 5 部分: 传输规约 第 6 篇: IEC 60870-5 规约系列测试规则, 等同采用为 DL/T 634.56—2004;

IEC/TR 60870-6-1: 1995 远动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的远动协议 第 1 篇: 标准的应用环境和结构, 等同采用为 GB/Z 18700.5, 报批中;

IEC 60870-6-2: 1995 远动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的远动协议 第 2 篇: OSI 1 至 4 层基本标准的应用, 等同采用为 GB/T 18700.6, 报批中;

IEC 60870-6-503: 1997 远动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的远动协议 第 503 篇: TASE.2 服务和协议, 等同采用为 GB/T 18700.1—2002;

IEC/TR 60870-6-505: 2002 远动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的远动协议第 505 篇: TASE.2 用户指南, 等同采用为 GB/Z 18700.7, 报批中;

IEC 60870-6-601: 1994 远动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的远动协议 第 601 篇: 在永久访问连接分组交换数据网的端系统中提供基于连接传输服务的功能标准集, 等同采用为 GB/T 18700.8, 报批中;

IEC/TS 60870-6-602: 2001 远动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的远动协议 第 602 篇: TASE 传输协议子集, 等同采用为 GB/Z 18700.4—2002;

IEC 60870-6-702: 1998 远动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的远动协议 第 702 篇: 在端系统中提供 TASE.2 应用服务的功能协议子集, 等同采用为 GB/T 18700.3—2002;

IEC 60870-6-802: 1997 远动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的远动协议 第 802 篇: TASE.2 对象模型, 等同采用为 GB/T 18700.2—2002。

本指导性技术文件等同采用 IEC/TR 60870-1-1: 1988。

本指导性技术文件由中国电力企业联合会提出。

本指导性技术文件由全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会归口并负责解释。

本指导性技术文件由北京四方继保自动化有限责任公司负责起草, 国电自动化研究院、中国电力科学研究院参加起草。

本指导性技术文件主要起草人: 杨常府、何卫、刘佩娟。

本指导性技术文件仅供参考。有关对本指导性技术文件的建议和意见, 向中国电力企业联合会标准化中心反映。

引 言

远动系统用于监视和控制广域分布的过程，它由各种设备和功能构成。这些设备和功能对必要的过程信息进行采集、处理、传输和显示。远动系统的性能基本上取决于：

- 1) 从源发站到目的站传输信息的数据完整性；
- 2) 信息向目的站传输的速度。

数据完整性是从源发站到目的站信息内容传输的不变性。信息传输速度通过总传输时间度量。

有些信息（例如命令）的传输要求响应速度很高，而环境条件却可能很严酷，因此有必要制定针对数据采集和数据传输的相应标准，以满足对数据完整性和传输效率的严格要求。

应注意，本系列标准文件虽然是专为电力系统的远动系统制定的，但也可以应用到其他领域，如供水、供气等。

本系列标准文件的目的是为远动系统的合理规划设计和可靠运行提供适当的信息，分为几个部分，见第 2 章。

本指导性技术文件试图向使用者描述远动系统及其元素的概貌，介绍必要的基础知识，以便更清楚地理解本系列标准的其他后续部分。

远动设备及系统

第1-1部分：总则

基本原则

1 范围

本系列标准文件适用于远动设备及系统。远动设备及系统以串行比特编码进行数据传输，对广域分布的过程进行监视和控制。

2 对象

本系列标准文件描述了远动系统及其相关元素的配置和功能，定义了基本元素应满足的功能要求、逻辑特性和接口条件，规定了这些元素与其他元素共存时应遵守的规则。

本系列标准文件不规定元素的内部物理特性、布置、结构和使用的材料等。

以下内容不属于本系列标准文件的范围：

- 电力系统的音频负荷控制；
- 过程层输入输出元素之间通信采用的传输通道和局域总线（高速通道）系统的特性；
- 远方保护与当地自动化功能，尽管这些功能有时是通过远动系统实现的。

本系列标准文件分成几部分，每部分又包含几部分，各部分的名称和范围如下（参见本文件的前言）：

- DL/Z 634.11：远动设备及系统 第1-1部分：总则 基本原则（idt IEC 870-1-1：1988）（即本技术文件）。

本文件解释了远动系统的构成元素、配置及基本功能，概述了构成基本远动系统的功能元素及可供选用的远动系统配置方式，讨论了监视和控制任何过程都需要的典型功能，着重于广域分布的系统特有的问题，例如带宽有限且信噪比较低通信电路对它的主要影响。

本文件只是对以下第2部分至第5部分标准或文件的一个介绍。

- GB/T 16436.1—1996 远动设备及系统 第1部分：总则 第2篇：制定规范的导则（idt IEC 60870-1-2：1989）。

本部分描述了规划设计远动系统的指导原则，定义了远动系统和设备的规范，以满足各种应用的需要。

- GB/T 14429 远动设备及系统 第1部分：总则 第3篇：术语（idt IEC 60870-1-3：1993，Ed.2.0）

本部分说明了国际电工词汇 IEC 60050—371 中定义的远动技术的专用术语，以及为理解本系列文件所必需的其他术语。

- GB/T 15153.1—1998 远动设备及系统 第2部分：工作条件 第1篇：电源和电磁兼容性（idt IEC 870-2-1：1995）。

- GB/T 15153.2—2000 远动设备及系统 第2部分：工作条件 第2篇：环境条件（气候、机械和其他非电影响因素）（idt IEC 60870-2-2：1996）。

这两部分规定了远动设备设计时所针对的环境条件和电源条件、不同环境的分类及测试过程。

- GB/T 16435.1—1996 远动设备及系统 第3部分：接口（电气特性）（idt IEC 60870-3：1989）。

本部分定义了应遵守的接口条件，以便将不同的远动设备通过互联而形成系统，使用户能对系

统进行管理。

—GB/T 17463—1998 远动设备及系统 第4部分：性能要求 (idt IEC 60870-4: 1990)

本部分提出了远动设备及系统应满足的性能要求，使它连续、安全、精确地实现其设计功能，并能足够灵活地适应未来的需要。

—GB/T 18657 远动设备及系统 第5部分：传输规约 (idt IEC 60870-5)

本部分描述了以电路或网络方式实现远动系统的数据传输应满足的功能特性，定义了信息传输的数据完整性要求、特定数据格式和传输方法等。本部分包含几个部分。

3 与远动系统有关的基本方面

在广域分布过程的运行中，与之有关的基本方面包括产品的生产、最佳传输方式和分配。对于不同的产品（例如燃气、水、石油或电等），这些都大致相同。电力系统运行中采用的远动系统很先进，可以作为其他领域应用的范例。因此，在以下条文中将参照电力系统的运行描述与广域分布过程运行有关的基本方面。

3.1 远动系统在电力系统运行中的作用

电力供应的质量（包括可靠性）在很大程度上取决于保证必须的监视和控制功能的远动系统。远动系统的结构由电力系统的结构及用户采取的运行策略决定，实质上是分布式过程的控制系统，与广域分布的输电网的层次结构一致。远动系统的典型层次结构见图1。

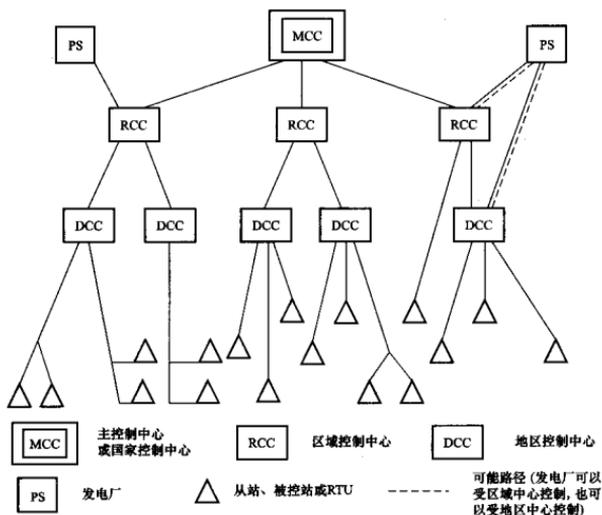


图1 输电网中远动系统的典型层次结构

从运行的观点看，一个远动系统可以为整个电网服务，也可以分为几个职责不同的层级，甚至还可以将它分成完全独立或部分独立的几个子系统。

发电厂的厂内监控系统通常独立于电网的远动系统，但有些监视信息可从发电厂的当地监控系统传送到电网远动系统。反之，有些控制信息（如发电的定值命令）则是从电网远动系统发送到厂内监控系统（如负载频率的自动调节）。

远动系统的控制范围从少量的点对点监视控制功能直到覆盖广大地域的多级系统。计算机技术应用

于运动系统的各层次,这使运动系统可以在各层次上对信息进行预处理,从而避免了不必要的多余的数据传输。运动系统可对重要功能提供冗余,以满足规定的可用性和可靠性要求。

由于运动系统的结构不同,一些扩展功能,如负载频率控制、稳定分析、状态估计、短期负载预计管理等,可以由运动系统自己处理,也可以另由实时计算机系统处理。

还应注意的,设备和子系统常由不同的厂家生产,采用不同时代的技术,在将它们集成为一个系统时常会出现接口问题,而这些问题有时还不容易解决。

3.2 数据传输系统的作用

在远动系统设计阶段应考虑的一个重要因素是确定数据传输系统的规范。

远动系统中广泛使用专用或公用的通信电缆、微波和电力线载波通道。由于远动系统必须以实时方式运行,通道条件对通信的任何限制都会严重影响整个远动系统的效率。例如,在高噪声的环境条件下,通道的带宽要受到限制,信号传输的比特率要受到限制,而这会使传输信号产生畸变。反之,对通道的要求应可以使系统的整体性能最优。就此而言,数据传输应作为远动系统的一个组成部分考虑。

此外,位于高压设备如断路器、开关等附近的信号传输设备很容易受到高电平的脉冲噪声和暂态电压的干扰。电力线载波通道尤其容易受到这种影响。

有些远动应用功能,例如线路保护的远方跳闸、发电及负载的切除等,即时响应的实时要求很高,因此,应在信息源发站和目的站之间建立永久性的直接连接。也就是说,在这样的系统中明确禁止使用存储转发技术或包交换技术。

然而有些远动功能要求的性能没有这样严格,可以采用为办公自动化应用而开发的一般技术和标准。地区、区域以及国家控制中心之间的数据交换就属于这一类。

3.3 决定远动系统设计的要求

详见 GB/T 17463—1998 远动设备及系统 第4部分:性能要求。

3.3.1 功能特性

远动系统的设计应使操作员能正确地获得电网中关键点的实际运行状态信息,并能迅速正确地作出响应。

3.3.2 环境条件

安装的设备在规定的条件下应能正常运行。详细规定及环境条件的分类见 GB/T 15153.1 远动设备及系统 第2部分:工作条件 第1篇:电源和电磁兼容性及 GB/T 15153.2 远动设备及系统 第2部分:工作条件 第2篇:环境条件(气候、机械和其他非电影响因素)。

3.3.3 可靠性、可用性和安全性

对可靠性、可用性和安全性(RAS)的要求取决于具体应用方式。远动系统及其所有组成部分都应满足这些要求。尽管一般不把不间断电源视为远动系统的组成部分,但它也应满足有关RAS规定。远动系统内所有电子设备都应符合电磁兼容性要求。

系统应具备故障安全功能,故障部件应能立即被标示出来。

3.3.4 可维护性、可服务性、可扩展性和向上兼容性

设备应具备自诊断能力及快速故障标示和定位功能。硬件和软件都应具备可维护性和可扩展性,以适应后续的更换和扩展需要。设计改进、技术进步和运行方式的变化等也应加以考虑。软件的组成应使运行控制人员可以根据电网的变化快捷方便地修改软件。

3.4 远动系统与当地监控系统的主要区别

远动系统区别于当地监控系统的特征有:

- 以有限的带宽在噪声环境条件下进行通信,要求在信息的传输速率和传送的可靠性之间实现最佳平衡,以便既能传输大量数据,又使总传输时间满足要求。
- 采用长距离数据传输电路或网络,有时电路或网络由多种不同传输介质组成,可能因偶发的高

电平噪声而出现问题。选择数据传输协议时应考虑到这些情况。在任何高噪声环境下都应保证有较高的数据完整性，同时还要考虑信息传输速率会随噪声升高而逐渐降低。

——广域分布的很多发电厂及远动站都由一个中心控制。

4 远动系统结构和配置

可以将系统结构理解为基本组成元素按层次排列并相互作用，这也决定了系统的特性。

系统配置是指各远动站的具体布置及其相互连接。

4.1 过程网络体系的相互关系和远动系统的配置

在规划设计阶段，系统配置应根据用户的需求规定和调整。过程的配置，例如电网的配置，包括涉及的电压等级、发电厂、控制中心、变电站和配电站的数目及地理位置等，首先决定了数据传输系统的布置，因为数据传输系统需将这些点连在一起。

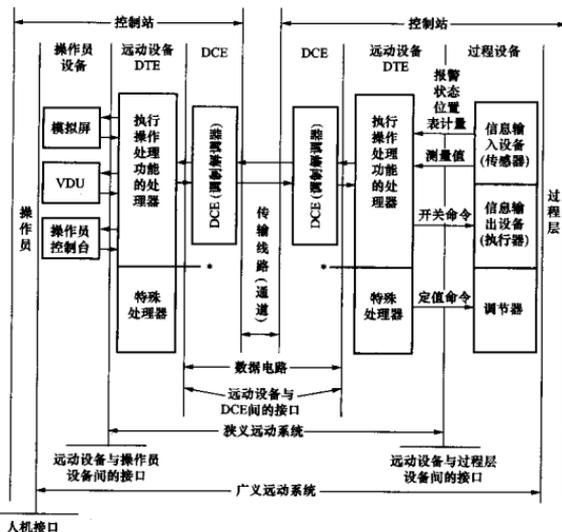
由于国家不同，公司不同，公司公营或私营，它们采取的规划方式可能各不相同。

远动系统可能只着重于监视功能，将部分或全部控制功能交给站内操作人员执行，但保留以后系统升级的可能途径，也可能一开始就实现全部远方监视与控制功能。即使是相对简单的系统，监视和控制功能也可能非常复杂，以满足电网各层次的各种运行要求。远动系统还会受安全性要求、政府法规和经济方面考虑的影响。公司之间及区域之间通过联络线将电网互联的情况越来越多，这一趋势要求更高级的应用控制功能，因此也就要求有更复杂的远动系统结构。

为了可靠性和安全性，远动系统常分成几个职责不同的层级，又保持运行整体的透明性。

4.2 点对点远动系统的基本功能模块

一个简单但也典型的点对点结构的远动系统见图2，图中接口的定义见 GB/T 16435.1。可以用该系统简要描述和说明远动设备或子系统的基本功能模块：



人机接口

VDU—视频显示器；DCE—数据线路终接设备；

DTE—数据终端设备；*—远动处理器与特殊处理器间的接口

图2 远动系统的典型结构（点对点配置）

- 过程的输入输出;
- 被控站的信息处理;
- 数据传输;
- 控制站的信息处理;
- 操作员的输入输出。

表1列出了这些功能模块之间与有关的运动模块和设备的可能类型的典型相互关系。应注意,被控站、控制站的当地处理功能和特殊应用功能既可以由运动设备实现,也可以由其他外部设备(例如外部处理器或过程计算机)实现。这时,外部设备应通过数据总线与运动设备连接。

4.3 功能性软件模块

运动系统的软件可以分为不同类型的模块,见表2。

在典型的运动系统中,基本的应用软件由标准模块组成。新的开发工作一般仅限于工程的特殊软件。

表1 运动系统内基本功能模块及典型系统功能与典型硬件模块的关系

基本功能模块	典型系统功能(应用和运动)	设备类型或有关模块
过程层的输入输出 (1) 将过程层的实际物理状态转换为编码数据(监视方向); (2) 过程层的行为(命令方向)	确保信息传输 (1) 从过程层传感器到CPU,例如,表计脉冲的累加和编码; (2) 从CPU经变送器和执行器到过程层	过程层设备 (1) 过程层传感器; (2) 从过程层接收数据(模拟或数字)的输入通道; (3) 过程层的变送器和执行器,操作阀,断路器,调节器
特定运动信息处理 在被控站 按预定义规则处理数据	处理流入和流出信息,例如 (1) 通过比较前后状态信息检测事件; (2) 必要时减少数据量; (3) 对设定值和测量值的比较结果作出反应,发出执行器的命令	运动设备 (1) CPU; (2) 有关的前置处理器; (3) 硬接线; (4) 主要存储器; (5) 内部总线子系统; (6) 过程层设备的输入输出通道
数据传输 在广域分布的两站间传输串行数据	确保所有重要过程信息可靠传输 (1) 信号转换和/或格式转换; (2) 差错检测,例如通过编码和信号质量监视检测; (3) 数据通道性能监视	数据电路终接设备 (1) 标准的ITU-T调制解调器; (2) 特殊的调制解调器,例如在复杂通信网中兼具通道切换和处理功能
特定运动信息处理 在控制站 按预定义规则处理数据	处理流入和流出信息,例如 (1) 准备用于显示的清晰易懂的信息; (2) 根据运动系统各站送来的信息生成相应的自动化命令	运动设备 (1) CPU; (2) 有关的前置处理器; (3) 硬接线(极少); (4) 主要存储器(内核,IC) (5) 辅助的大容量存储器(磁盘、磁带); (6) 内部总线子系统; (7) 输入输出通道
操作员的输入输出 (1) 信息显示和记录; (2) 向操作员提供与过程层交互作用的方法; (3) 提供对运动系统进行在线测试和故障诊断的方法	将数据转换为能人理解的信息并将人的动作转换为数据 (1) 告警指示和开关量记录功能; (2) 数字量和模拟量; (3) 控制和命令功能; (4) 报警监视功能; (5) 故障诊断	操作员设备 (1) 模拟屏; (2) 视频显示器; (3) 操作员控制台; (4) 信号灯; (5) 记录仪、打印机、数据记录器; (6) 模拟和数字显示器; (7) 过程操作员控制台、键盘; (8) 不对位(控制)开关; (9) 光笔、轨迹球或VDU的操纵杆
注:标记↑表明不要求有关硬件设备与基本功能模块完全一致。		

表 2 远动系统的典型功能软件模块

远动系统软件			
基本软件（与应用无关）	标准应用软件（与系统无关）	工程特殊软件（由工程决定）	数据库（由系统决定）
(1) 操作系统； (2) 硬件驱动程序； (3) 基本的时间功能和计算功能； (4) 维护测试程序	(1) 对外通信及处理器间的通信； (2) 人机对话； (3) 数据输入输出程序； (4) 数据和控制程序； (5) 数据记录、显示和长期存储程序； (6) 数据库管理	系统特殊功能（例如对模拟量进行算术运算）	(1) 系统控制表； (2) 对象描述表（软件模块）； (3) 对象状态表（过程状态）； (4) 数据库维护软件

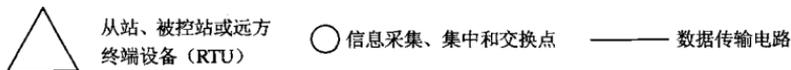
4.4 远动系统配置

数据传输网络有以下一些基本配置方式，这些方式是构成各种系统组合的基础。数据传输和流量控制方法在第 6 章中详述，但有些关于数据传输的特殊规定应在这一阶段制定。控制中心的远动设备通常与多个从站通信，为此需使用多个电路终接设备（见图 2，DCE 调制解调器等）。电路终接设备的数量会影响数据传输的组织。

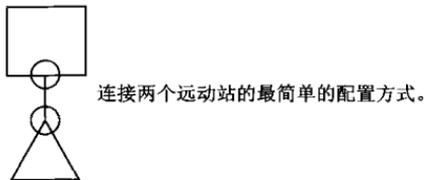
在远动系统的各种数据传输配置方式中采用的符号：



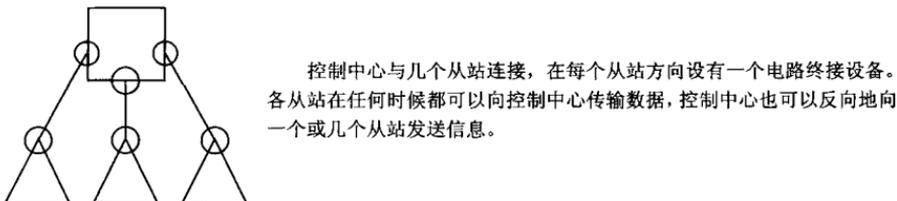
图中在通信站方框符号上加上的小圆表示控制中心的电路终接设备。



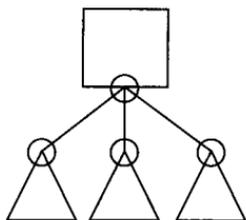
4.4.1 点对点配置



4.4.2 多个点对点配置

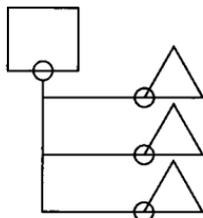


4.4.3 多点星形配置



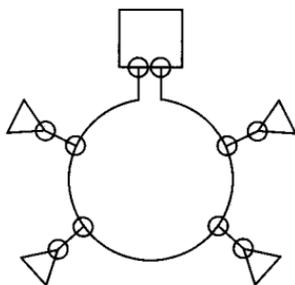
控制中心通过一个共用的电路终接设备与几个从站连接。在任何时候都只有一个从站可以向控制中心传输数据。控制中心的运动设备可以依次向选中的从站发送数据，或向所有从站同时发送广播信息。

4.4.4 多点共线配置



控制中心通过一条共用的通信路径与几个从站连接。控制中心和从站之间信息交换所受的限制与多点星形配置方式相同，见 4.4.3。

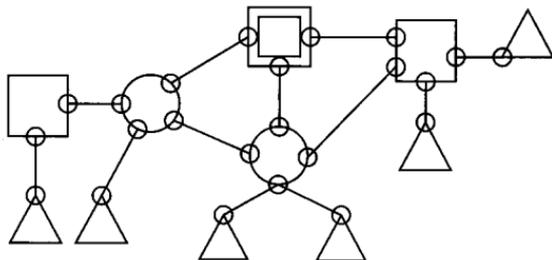
4.4.5 多点环形配置（共线环形）



各站间的通信路径形成环状，是提高通信路径可用性的最佳方式。从环上的一站向两边都可以到达其他任意站，即使通信路径在某处中断，仍然能保持与各站的通信。

4.4.6 组合（混合）配置

4.4.1 至 4.4.5 所列的各种配置方式可以组合成各种形式。最重要的一种形式是网状配置，这种配置使得在任意两站间都可以建立通信联系。可以插入信息采集、集中和交换点。



4.4.5 和 4.4.6 所示的多路由结构可以提高数据传输的可靠性和可用性。

5 远动系统功能

5.1 远动功能的分层结构

数据系统的功能可以像 ISO 的 OSI (开放系统互连) 参考模型中所规定的一样分成 7 层。这种模块分层的方法是一种很有用的定义标准的理论模型。每一层与其下面和上面的层在本质上都是独立的。每一层将它下面的层作为“服务”功能, 将它上面的层视为“主层”, 与它交换数据并向它报告差错。一般而言, 每一层都与传输电路对端相对应的层通信。

层的独立性使系统具有模块化: 可以只更换某一层而不变动其他层, 特别是可以略去某些层。

远动系统功能分为以下几层:

- 应用层功能。应用层功能处理过程层或操作员发出的各种信息, 包括远动系统应用过程的各种特殊需求。这些信息以信号方式发送给远动系统, 并在远动系统中以数据形式处理。
- 操作处理功能, 包括表示层功能。将信息转换为运行设备中的信号和数据。
- 数据传输、网络层、电路层和物理层功能。应用层功能和与之相关的操作处理功能在后面 5.2~5.4 中说明。数据传输层、网络层、电路层功能 (例如数据格式结构) 的标准在第 6 章说明, 详见 GB/T 18657。

5.2 应用层功能

应用层功能分为以下两类:

- 基本功能;
- 扩展处理功能。

5.2.1 基本功能

应用层的基本功能是处理来自和/或发往过程层和操作员的各種形式的信息。

经远动系统基本应用功能处理后, 数据所包含的信息内容应保持不变, 即保持数据的完整性。

应用层基本功能的主要的子功能是:

- a) 监视 (自过程层采集信息)。
 - 1) 远程指示 (遥信)
离散状态信息 (单点、双点或多点)。
 - 2) 远程测量 (遥测)
连续变化量。
 - 3) 远程累计
累计量信息或增量信息。
- b) 命令和控制 (在过程层执行)。
 - 1) 远程命令和远程切换
单点或双点命令, 可以是脉冲型或保持型。
 - 2) 远程调整和远程调节
连续或不连续的可变量。

5.2.2 扩展处理功能

扩展处理功能派生于基本功能, 以运算处理功能的方法在过程层和操作员的输入和/或输出侧工作。

扩展处理功能可以由远动系统的 CPU 执行, 也可以由单独的计算机系统执行。

扩展处理功能的典型例子有 (按总传输时间的优先级别降序排列):

- 越限指示;
- 自动报警;
- 故障状态显示;

- 测量值总加量显示；
- 实时状态估计；
- 故障定位（过程层和运动系统）；
- 实时事故记录（供事后分析）；
- 频率负荷控制和经济能量管理；
- 安全稳定监视和分析；
- 累计量显示；
- 短期能量管理；
- 事故评估；
- 自动减负荷和恢复；
- 水电火电联调和机组组合。

5.3 运算处理功能

运算处理功能可保证数据采集正确并提供适当的数据表示方法。典型的运算处理功能有：

- 使通过人与过程层间接口的输入输出信号匹配；
- 消除接点抖动；
- 检测故障状态信息；
- 越限检查；
- 真实性校核；
- 脉冲增量确认；
- 测量量的工程值计算；
- 求和及其他算术运算。

应用现代技术可以较经济地实现附加的运算处理功能，既可以在信息采集站实现，也可以在信息集中站实现。这一过程称为预处理。预处理信息还可以由控制站的 CPU（或单独的计算机系统）进行再处理。

预处理可以减少需传输的数据的数量，特别是在紧急情况下可以防止传输电路、CPU 和人机接口可能发生过负荷。

5.4 对操作员的过程信息表示

人机接口是数据处理系统的终端与操作员之间的公共界面，因此，对人机之间所交换的信息的类型、格式以及所需的软件和硬件应加以规定。

最佳人机通信的基本要求是：能向操作维护人员提供有关电网和运动系统自身的、适量的和可靠的实际状态信息；能利中心的软硬件设施对过程层进行干预。

5.2.1 和 5.2.2 中所述的各种信息通常由以下硬件表示：

- 模拟屏。表示电网拓扑和状态。可以用各种有源或无源器件显示状态和发出命令，如多面指示牌、指示灯、不对位开关、按钮等。
- 操作员控制台。向操作员提供详细的信息并提供控制工具，常由一些显示器（特别是视频显示器）和键盘组成。
- 指示设备（模拟式或数字式）。用于显示测量值或合成值（如测量值总加量或其他处理后的数值）。
- 视频显示器。通常以文字及数字方式显示报警、测量值和其他信息，并以图形方式显示过程网络的状态。
- 记录设备。用于文字、数字和图形的记录，如传真机、打印机、硬拷贝设备和绘图仪等。
- 声音告警器。用于在紧急情况下引起操作员注意。
- 维护设备。用于监视和维护运动系统本身。

6 远动数据传输

6.1 数据传输标准的作用

ITU、ISO 等国际组织已经发布了一些数据传输标准。一般标准的特征是用商业数据传输，即在科研或商用计算机系统与远方终端之间传输数据。数据传输路径可以是公用电话系统的租用电路，距离从几千米到几百千米。常按办公自动化的要求对这类数据的处理进行优化。报文格式及协议尽量适合这类服务的时间性和数据完整性要求。

远动数据是在线、实时地传输的，远动系统的特征是使物质或能量移动，它的标准需对数据完整性提出严格要求。

对远动数据传输的典型要求是：

- 可用性很高；
- 数据完整性很高；
- 传输时间很短，可对事件实时响应；
- 信息传输效率高；
- 在有电磁干扰和地电位差很高的情况下能正确运行。

在带宽有限及环境条件恶劣的传输路径中，“高数据完整性”和“短传输时间”这两个要求是互相矛盾的，这是实现上述要求的主要问题。

因此，应将传输方法标准化，使这两个要求可以合理平衡。

为了获得高可用性，常采用企业专有的传输介质作为通道，如地下电缆、架空电缆、电力线载波和微波通道等。

6.2 数据传输层、网络层、电路层和物理传输层功能

数据传输层功能包括为在各站间实现有效、可靠的数据传输进行管理所需要的各种功能。

从各站的“应用”层收到不同优先级别、不同长度、不同对话类型和不同目的站的报文传输请求，由协议的较低层以适当的过程传输，并向上层报告执行成功或检测到差错。动态性差错可由自恢复过程纠正，向上层报告的是检测到的持续性差错。

由较高层管理并与较低层（“电路层”和“物理传输层”）相配合的典型的功能是：

- 突发信息和循环信息传输的优先组织；
- 根据请求进行维护工作或例行试验（如电路、站或部分系统的投入或退出）；
- 差错恢复方法；
- 差错检测码的生成和监视；
- 帧同步码、报文帧确认码的生成和监视，帧长度差错的检测；
- 报文帧的串行编码和解码；
- 信号质量监视；
- 信号电平和数据格式的转换。

6.3 远动数据传输的特点

6.3.1 远动报文结构

远动报文的一般结构见图3（详见 GB/T 18657）。标准帧格式提供信息域长度，该长度只能是八位位组的整数倍。

6.3.2 远动数据传输的启动方式

远动数据传输有3种基本启动方式：

- 事件启动（突发传输）。数据传输由发生的事件启动，如断路器变位、测量值变化等。这种方式最适于实时性要求。为保证事件启动传输能够正常运行，需要周期性地发出测试信息（“看门狗”功能）。

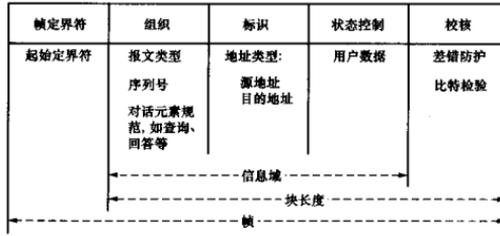


图 3 远动报文的一般结构

——按请求传输。主站要求从站传输信息。在多个从站情况下，这种方式也称为召唤式或查询式。

——循环传输。这种方式常用于从站向控制站传输测量值和开关量。测量值和/或开关量的组合以时分方式传送。应注意，循环传输会使数据的更新延迟，而且，随着一个循环周期内传输数据量的增加延迟还会增加。这种方式在信息传输方向只需要一条路径。

在事件启动传输和按请求传输方式中数据只传一次，因此，对数据完整性的要求很高。而在循环传输方式中，由于随机的信息差错可以在后面的循环中纠正，数据完整性差一些也能满足要求（详见 GB/T 18657）。

6.3.3 传输启动方式和对话过程的组合

电路配置、传输启动方式和通信方式基本上是互相独立的，因此在理论上可以形成很多种组合方式。但考虑到技术和经济方面的因素，实际可行的解决方案还是有限的。

传输启动方式的组合有：

- a) 事件启动传输及按请求传输。在要求的扫描周期内，查询一个或多个从站的状态信息，或查询由测量值、单点及双点状态信息等构成的特定数据集等。
- b) 事件启动传输及循环传输。可以中断循环传输以传输更高优先级别的事件信息。可以周期性地发送测试信号，用于“看门狗”功能。
- c) 3种传输启动方式的组合，优先级别安排如下：
 - 1) 事件启动传输；
 - 2) 按请求传输；
 - 3) 循环传输。

关于网络配置，应考虑以下几点：

- a) 一点对多点配置可以分解为相同数量的点对点电路，每条电路的两端都有独立的电路终接设备。这样每条电路都可以独立采用所有3种传输启动方式及其组合。数据流来自 n 个从站，其流量只受中央处理器吞吐量限制，不受各电路终接设备容量限制。数据流还受系统设定的传输优先级别限制，这点对循环传输电路的数据流的影响更大。
- b) 所有多点配置方式（多点星形和多点共线配置）都会降低数据传输率。在 n 个从站的数据传输中，每个从站的数据传输率可能降低低于 $1/n$ 。

3种传输启动方式的组合及传输优先级别的设定还会带来其他限制。应注意，在多点配置系统中采用的信息处理策略，与串行比特数据总线系统中采用的策略相同。总线系统可以在不同的启动方式下运行，因此也需要有复杂的数据传输处理功能。

采用事件启动传输方式时，在紧急情况下一个或多个从站内可能会出现大量突发数据，需要在短时间内（数量级1或2s）传输。在紧急情况下多个点对点配置比多点配置灵活。

6.4 传输通道的通信方式

传输电路通信方式的功能包括对数据进行转换、确定传输方向以及确定电路可能需要的数据的时间

序等。

6.4.1 单工传输

单工传输（单向传输）可用于采用循环刷新方式的点对点 and 多点远程监视系统，也可用于采用通道选择方式的系统。

6.4.2 半双工传输

半双工传输的特点是两个方向共用一条传输电路，因此不可能双方向同时通信。通过采用适宜的对话过程，半双工传输防止事件信息丢失的能力比单工传输强。

6.4.3 全双工传输

全双工传输在流入和流出方向都有独立的传输通道。这种 4 线制的传输电路可以在双方向同时传输数据。

6.5 通信系统

在本技术文件中，通信系统的性质是远动系统的数据传输子系统。

在绝大多数国家里，远动数据大都通过电力公司专有或部分专有的信息传输系统传输，也用从电信公司租用的电路传输。

通道一般由以下内部设施构成：

- 专用自动交换电话机（PABX）；
- 电传打字机，传真机；
- 远动信息传输设备；
- 远方保护；
- 闭路电视。

通信系统所采用的标准一般从现有的 ITU-T、EIA 等标准中选择，选用的标准应满足远动系统的特殊要求。

6.5.1 传输介质

目前采用以下传输介质：

- 无线电（VHF，UHF）；
 - 点对点微波；
 - 电力线载波（PLC）；
 - 地线复合通信电缆
 - 架空通信电缆
 - 地下通信电缆
- } 多芯电缆、同轴电缆、光纤等。

通信网络由这些传输设施构成，但完备程度不同。远动系统中采用的数据传输速率一般是 50bit/s ~ 2400bit/s，较高的可到 4800bit/s 和 9600bit/s。9600bit/s 以上的传输速率需要采用特殊的宽带通道。在各种通信介质上采用常规技术都可实现宽带通道。

6.5.2 传输方法

远动系统只使用串行比特数据格式。信息单位（比特）在传输路径上如何表示取决于所用的传输介质、带宽及其他环境条件。

最常用的传输方法有：

- 脉码调制（PCM）。在短距离电缆传输（基带传输）情况，用两个高低不同、宽度相同的电平表示二进制信息；距离较长或采用其他介质时，用两个宽度不同的不同频率表示二进制信息。传输速率较低时（1200bit/s 及以下），采用普通的“移频”通道，它将两个不同的电平转换为两个不同的频率。传输速率较高时，需采用各种多电平调制技术，这时，除收发二进制数据流外，还需要收发“信元定时”信息及其他控制信息。
- 数字脉宽调制（DPDM）。用两个宽度明显不同的信号脉冲表示二进制信息。以脉冲的数目和

脉冲的间隔不同表示的比特数。在移频通道和调制解调器中可以采用 DPDM 和 PCM。

6.6 传输通道噪声的防护

传输通道的以下特性可影响运动数据的传输性能及数据完整性：

- 通道的可用带宽；
- 正常条件下的预期信噪比值，但出现突发噪声时，信噪比会大大降低；
- 信号的单位衰减（dB/km）及环境条件（天气变化、结冰等）对衰减的影响；
- 传输时延（ms/100km）。

这些特性在上述各种传输介质中差别很大，与具体的通道类型有关。

断路器和开关操作会产生突发噪声。这种噪声对微波通道没有影响，但大气散射会使微波信号衰减，应采用分集技术予以补偿。发生突发噪声时，电力线载波通道的信噪比在短时间内会降低很多，但载波信号的单位衰减很小。因此，电力线载波通道的中继站间的距离可以很远。

6.6.1 信息失真的防护

在远动系统的各层级都可以采取措施防止信息失真。典型的措施有：

- 提高信噪比。无源的方法有采用屏蔽同轴电缆、选用合适的载波和副载波的频率；有源的办法有提高发射功率等。
- 通过冗余编码和信号质量监视（监视脉冲幅度、信号畸变等）等方法最大程度地减少传输电路上的残留差错（未检出的差错）。经差错检测后，必须除去虚假信号输出。
- 采用真实性检测、状态估计和扩展信息传输过程（如用于命令传输的“检查后执行”）等。

6.6.2 信息丢失的防护

在采用自发方式的远动系统中，如检测到传输差错就丢弃信息，那就很可能使信息丢失。可以采取以下措施防止信息丢失：

- 结果反馈。可用各种方法反馈接收侧的结果，例如返回肯定确认。如未收到肯定确认就自动重发。
- 信息反馈。将发出的信息返送回始发站，检查发出的信息与返送的信息是否一致。这种方法兼具差错检测和防止信息丢失的能力。
- 在后面的报文帧中加序列号。