

IEC60870-5 系列协议 应用指南

华北电网有限公司电力调度通信中心 组编

国电南瑞科技股份有限公司

王首顶 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

IEC60870-5 系列协议 应用指南

华北电网有限公司电力调度通信中心

组编

国电南瑞科技股份有限公司

王首顶

主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

信息的规范化传输是电力系统调度自动化系统的基础和根本保障,目前国内电力行业普遍以等同采用 IEC 60870-5 系列协议作为应用通信协议的首选。为了方便使用者更好的理解和应用 IEC 60870-5 系列协议,本书作者总结多年工作经验编写了本书。

本书包括 IEC 60870-5-101、IEC 60870-5-102、IEC 60870-5-103、IEC 60870-5-104 四篇协议应用指南。本书首先从协议的应用范围入手,对应用环境、应用参数给与明确说明;然后对常用的报文格式一一解释,并给出具体应用报文实例;其次对协议的传输机制作了明确阐述,对具体的应用过程给出了工作流程;对应用中的常见问题进行分析并给出解决方案;最后对使用者需要经常查阅的参数配置、应用规定、报文类型、信息地址分配、组号分配给出快速查询手册。

本书能够对电力系统调度自动化技术人员掌握和应用 IEC 60870-5 系列协议提供很好的指导,也可供电力系统自动化等相关专业学生学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

IEC 60870-5 系列协议应用指南/王首顶主编;华北电网有限公司电力调度通信中心,国电南瑞科技股份有限公司组编. —北京:中国电力出版社,2008

ISBN 978-7-5083-6999-0

I. I… II. ①王…②华…③国… III. 电力系统-通信协议-指南 IV. TM73-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 045983 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 5 月第一版 2008 年 5 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.75 印张 409 千字
印数 0001—3000 册 定价 36.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

本书编委会

主任 刘永奇 奚国富

副主任 谢开 李丹 冷俊 鲍捷

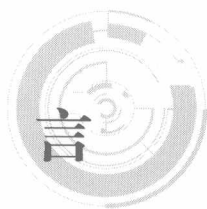
主编 王首顶

参编 韩福坤 徐正山 陈连起 宁文元 袁平

吕少坤 魏小伟 王耀鑫 韩锴 任洛卿

高宇亮 凌强 王玉玮 胡浔惠

序 言



随着我国电力工业的快速发展，现代电力系统不断扩大，电网结构日趋复杂，电力系统的各种运行参数瞬息万变、互相影响。电力调度自动化系统是保障电网安全、稳定、优质、经济运行及电力市场运营的基础设施和重要的技术手段。调度自动化系统和继电保护故障信息管理系统信息传输通信协议标准化、规范化，是一项重要的基础性工作。

目前，国内电力行业普遍采用的信息传输通信协议是等同于 IEC 60870-5 系列协议的 DL/T 634.5 系列协议。该系列协议具有多种报文传输类型和不同的参数配置方式，其不同的通信介质的差异带来特殊的传输控制机制，使应用者难以把握。为了解决技术人员对该系列协议的理解偏差和执行偏差，华北电网有限公司与国电南瑞科技股份有限公司合作，经认真斟酌与多次修订，编写了本书。

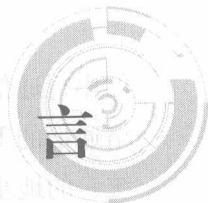
编写人员分析了 IEC 60870-5 系列协议在国内电力系统的应用现状，并做了大量具体研究、解析和试验工作，结合华北电网调度自动化系统工程实践和实际运行经验，找出了系列协议中的共性和特殊性。本书从协议应用范围着手，对于不同协议的应用环境、应用参数给予了明确说明；涉及的每个协议都有独立、完整、针对性的相关内容，解决了查阅资料多、内容繁琐的问题。对于常用的报文格式给予详细解释，并且给出具体应用报文的实例，对于应用人员快速掌握和使用协议具有指导意义。对协议的不同传输机制作了明确阐述，并且针对不同协议应用中的重要过程给出了清晰的工作流程，便于读者从整体上把握传输协议的核心。针对应用人员需要查阅的参数配置、应用规定、报文类型、信息地址分配、组号分配、差错处理等内容，设计了速查手册和互操作规范，具有很高的实用价值。在解决信息传输的实时性、报文长度的使用、遥信变位和 SOE 传输、完善控制机制等方面有所创新。同时编写人员总结多年应用该系列协议的经验，给出了常见问题描述和实际问题解决方案，对于快速排除协议应用故障非常有效，对专业人员实际工作有很强的指导意义。本书编排方式新颖、内容详实具体、通俗易懂，使用方便。

本书可以指导自动化及继电保护专业技术人员规范应用 IEC 60870-5 (DL/T 634.5) 系列协议，更好地实现对电网安全运行的监视与控制，保障电网安全、稳定、经济运行。

华北电网有限公司副总经理

刘永奇

2008 年元月于北京



本书针对 IEC 60870-5 系列协议进行应用解析,对协议的应用环境、专用名词、参数配置、报文选择给予详细说明,并且针对实际应用中常见的实时性、遥信二次传送、遥控成功率、传输机制等问题给出明确解决办法。本书可供电力系统自动化专业规划、管理、应用技术人员或相关专业学生使用。IEC 60870-5 系列通信协议包含如下几个部分:

- IEC 60870-5-1: 传输帧格式
- IEC 60870-5-2: 链路传输规则
- IEC 60870-5-3: 应用数据的一般结构
- IEC 60870-5-4: 应用信息元素的定义和编码
- IEC 60870-5-5: 基本应用功能
- IEC 60870-5-101: 基本远动任务配套标准
- IEC 60870-5-102: 电力系统电能累计量传输配套标准
- IEC 60870-5-103: 继电保护信息接口配套标准
- IEC 60870-5-104: 采用标准传输协议子集的 IEC 60870-5-101 网络访问

应用者如果需要去查阅并理解这么多资料是一件不太容易的事情,而且由于这些标准都是从英文版翻译过来的,词义的表达习惯以及叙述方式与我们国内标准不一样,应用者甚至会出现理解偏差导致通信无法进行或达不到预期的效果。编者编写本书的目的就是为了解决这些问题,让使用者只要查看其中一篇内容就可以开展相应的工作,并且本书采用由外到内的渐进方式来叙述,让读者容易抓住协议的核心内容。

101 篇和 104 篇作为基本远动任务传输协议,讲述得比较详细,而且将两者的相同点和不同点作了明确的对照比较,使得读者能够理解并掌握它们的联系和区别。

102 篇按照 IEC 的规定只针对串行通信方式做了讲述,并且详细说明了每个应用服务数据单元的内容。虽然目前有些应用单位使用网络方式传输电能量终端的采集信息,但是应用服务数据单元一般都没有改变。网络方式的传输机制不在本书讨论范围。

103 篇的情况比较特殊,大家知道,由于目前通信技术发展较快,而且 IEC 60870-5-103 协议作为国内第一个使用的标准保护通信协议,已经不再局限于变电站内的应用了,而被越来越多地应用于变电站和主站之间的保护信息通信,因此 IEC 60870-5-103

的串行通信方式已经没有办法满足实际应用的需要，全国各地出现了多个版本的基于网络通信的 IEC 103 协议，或多或少地对应用服务数据单元作了扩充，并且已经到了无法统一的地步，本书的 103 篇是华北电网推荐的基于网络的保护通信传输标准。

我们力求给读者找到一种简单易行的方法来掌握 IEC 60870-5 系列协议，并且在实际应用中更好地推广该协议，以解决电力调度自动化工作中的具体问题，希望通过这些努力能够给读者带来一些帮助。

编者

2007 年 12 月

目 录



序言
前言

IEC 60870-5-101 协议应用指南	1
IEC 60870-5-102 协议应用指南	83
IEC 60870-5-103 协议应用指南	133
IEC 60870-5-104 协议应用指南	187

IEC 60870-5-101

协议应用指南

目 次

1 适用范围	5
2 规范性引用文件	5
3 应用必读	6
3.1 应用环境	6
3.2 常用名词	6
3.3 应用参数	9
4 基本规则	10
4.1 规约结构	10
4.2 物理层	11
4.3 链路层	11
4.4 应用层	15
5 应用服务数据单元	17
5.1 应用服务数据单元(ASDU)的唯一性	17
5.2 数据单元标识符的结构定义	18
6 常用数据格式	27
6.1 遥信信息	27
6.2 遥测信息	29
6.3 初始化原因(COI)	32
6.4 遥控信息	33
6.5 各类限定词	34
7 通信报文内容详细解释	36
7.1 单字节报文	36
7.2 固定帧长报文	36
7.3 可变帧长报文	38
8 基本应用功能过程分解	67
8.1 初始化及数据召唤	67
8.2 用查询(问答)方式收集变化数据	69
8.3 时钟同步	71
8.4 命令传输过程	72
9 常见问题分析	73
9.1 传输机制问题	73
9.2 标度化值与归一化值问题	75

9.3	实时性问题	75
9.4	遥控成功率问题	76
9.5	信息对应关系问题	77
9.6	规约工作流程问题	77
10	快速查询手册	78
10.1	一般规则	78
10.2	应用报文类型	78
10.3	传送原因	79
10.4	用户数据定义	80
10.5	基本应用功能说明	81
10.6	信息对象地址分配	82
10.7	组号分配原则	82
10.8	其他	82

1 适用范围

本应用指南规定的内容和 IEC 60870-5-1~IEC 60870-5-5 定义的标准兼容,且遵循 DL/T 634.5101-2002 电力行业标准。根据国内电力系统数据通信的实际情况以及自动化系统的应用规范的特殊性,本应用指南对 DL/T 634.5101—2002 中的报文类型以及参数的选用作了适当的规定还补充了应用功能的流程。

2 规范性引用文件

本应用指南所引用的规范性文件有:

- GB/T 18657.1—2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 1 篇:传输帧格式 (IDT. IEC 60870-5-1:1990)
- GB/T 18657.1—2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 2 篇:链路传输规则 (IDT. IEC 60870-5-2:1992)
- GB/T 18657.3—2002 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 (IDT. IEC 60870-5-3:1992)
- GB/T 18657.4—2002 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 (IDT. IEC 60870-5-4:1993)
- GB/T 18657.5—2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 5 篇:基本应用功能 (IDT. IEC 60870-5-5:1995)
- IEC 60050 (371):1984 国际电工词汇 (IEV) 第 371 章:远动
- IEC 60870-1-1:1988 远动设备及系统 第 1 部分:总则 第 1 篇:基本原则
- IEC 60870-1-3:1990 远动设备及系统 第 1 部分:总则 第 3 篇:术语
- IEC 60870-1-4:1994 远动设备及系统 第 1 部分:总则 第 4 篇:IEC 60870-5 和 IEC 60870-6 标准的远动数据传输和结构的基本概貌
- DL/T 634.5101—2002/IEC 60870-5-101:2002 远动设备及系统 第 5-101 部分:传输规约基本远动任务配套标准
- ITU-T V.24 建议:1993 数据终端设备 (DTE) 和数据电路终接设备 (DCE) 之间的交换电路定义表
- ITU-T 建议 V.28:1993 非平衡双流交换电路的电特性
- ITU-T 建议 X.24:1988 在公共数据网数据终端设备 (DTE) 和数据电路终接设备 (DCE) 之间的交换电路定义表
- ITU-T 建议 X.27:1988 在数据通信领域集成电路设备一般应用的平衡双流交换电路的电特性
- DL/T667—1999 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 103 篇:继电保护信息接口配套标准 (IDT. IEC 60870-5-103:1997)

3 应用必读

3.1 应用环境

(1) IEC 60870-5-101 协议 (简称 IEC 101 协议) 一般被用于变电站与控制中心之间或不同系统之间的串行数据通信。

(2) 使用全双工或半双工通道。目前常见的通道方式有:

- 1) 使用通信电缆的有线通道;
- 2) 使用载波的模拟通道 (FSK 信号);
- 3) 使用数字微波的数字通道;
- 4) 使用光纤或数据网 (拆分成多个 64k) 的数字通道。

(3) 通信速度 300~9600bps, 当通信速度小于 1200bps 时, 协议的部分应用会受到限制。

(4) 对于点对点通道, 选用平衡方式传输更加能够发挥协议的优势, 但是平衡方式传输对协议控制方式要求较高, 所以为了方便应用, 一般情况仍然选用非平衡通信方式。

(5) 对于多点共线或多点环行通道, 一般选用非平衡方式通信。

(6) 协议能够传送的信息种类:

- 1) 遥测;
- 2) 遥信;
- 3) 变压器分接头位置;
- 4) 远动终端单元设备状态;
- 5) 遥控;
- 6) 遥调;
- 7) 时钟同步;
- 8) 参数下载;
- 9) 文件 (一般不予采用)。

3.2 常用名词

3.2.1 配套标准

(1) 配套标准是对基本标准或功能协议集的定义增加语义, 它表现在对信息对象定义一些特定的用途, 或定义另外的一些信息对象、服务规则和基本标准的参数;

(2) 配套标准不得违反所引用的基本标准的规则, 将这些基本标准的规则共同用于某一特定的活动范围时, 配套标准使得这些基本标准的规则之间的关系变得更加明确。

3.2.2 信息对象组

一个信息对象的组是公共地址或信息地址一个集, 它是为某一特定系统专门地定义。

3.2.3 控制站

一般指调度主站或主要信息的接收方。

3.2.4 被控站

一般指厂站或主要信息的发送方。

3.2.5 控制方向

由控制站到被控站的传输方向（或者称为下行方向）。

3.2.6 监视方向

由被控站到控制站的传输方向（或者称为上行方向）。

3.2.7 系统参数

系统参数或者系统特定参数对采用配套标准的整个运动系统有效。运动系统由通过不同的网络配置连接起来的全部被控站和控制站所组成。

3.2.8 站特定参数

站特定参数是对某一个特定站有效的定义参数。

3.2.9 标准中一些符号的意义

(1) \langle 数字 \rangle ，尖括号中的数字表示取值范围。在表示报文类型标识和传送原因等多数情况下，尖括号中的数字都是十进制数。

(2) $[$ 数字或范围 $]$ ，中括号中的数字表示一个标准格式中的所有单元字节的第几位或某位到某位。例如 $[3]$ 表示第三位， $[4\cdots 7]$ 表示从第 4 位到第 7 位。标准中对单元字节内的信息位定义都是从第 1 位开始，而不像有的资料是从第 0 位开始，需要注意区分。

(3) $\{$ 内容 $\}$ ，表示组成内容描述。

(4) $MM: = NN$ ，表示用 NN 来详细解释 MM 。

3.2.10 非平衡方式

通信双方总是规定一方为启动站，另一方为从动站。只允许启动站发起召唤，从动站被动回答。在实际应用中一般规定主站或接收数据方为启动站，厂站或提供数据方为从动站。

3.2.11 平衡方式

通信双方都可以发起信息传输，一旦链路建立成功，变化信息除了响应召唤应答还可以主动发送而无需等待查询。但是两个方向上都需要按照帧计数器（FCB）有效翻转来确认信息的正确接收。

3.2.12 帧格式 FT1.2

(1) 分别描述了单字节、固定帧长、可变帧长报文格式；

(2) 规定了数据格式；

(3) 字节内采用偶校验，报文中采用和校验；

(4) 规定了线路空闲状态；

(5) 海明距离为 4。

3.2.13 海明距离

(1) 在一个码组集合中，任意两个码字之间对应位码元取值不同的位的数目定义为这两个码字之间的海明距离。

(2) 在一个码组集合中，任意两个编码之间海明距离的最小值称为这个码组的最小海明距离。最小海明距离越大，码组抗干扰能力越强。

3.2.14 链路规约数据单元（LPDU）

包含链路规约控制信息和链路服务数据单元。

3.2.15 应用规约数据单元 (APDU)

包含应用服务数据单元和应用规约控制信息。

3.2.16 应用服务数据单元 (ASDU)

- (1) 每个 LPDU 只能包含一个 ASDU;
- (2) ASDU 由数据单元标识和信息体组成。

3.2.17 数据单元

具有共同传送原因的信息实体。

3.2.18 信息元素

- (1) 定义的不可分割的变量
- (2) 测量值、单点遥信、限定词等。

3.2.19 归一化值

- (1) 是一种最常见的测量值数据类型, 每一个归一化值占用两个字节, 最高位是符号位, 15 位数据位。归一化值表示数据的范围是 $-1 \sim +1 - 2^{-15}$;
- (2) 在实际应用中需要发送端和接收端有一个互逆的系数转换过程;
- (3) 实际表示数值范围较大。

3.2.20 标度化值

- (1) 是另一种常见的测量值数据类型, 每一个标度化值占用两个字节, 最高位是符号位, 15 位数据位, 标度化值表示数据的范围是 $-32768 \sim +32767$;
- (2) 不需要处理系数, 对于每个确定的量的小数点位置是固定的;
- (3) 实际表示数值范围有限;
- (4) 当数值较大时的精度不高。

3.2.21 短浮点数

- (1) 是另一种常见的测量值数据类型, 也是计算机技术中最常用的数据类型, 每个短浮点数占用 4 个字节, 由符号位、指数、定点小数几个部分组成, 取值范围从 $-2^{31} \sim 2^{31} - 1$;
- (2) 不需要处理系数;
- (3) 精度高;
- (4) 占用字节空间较大。

3.2.22 一级数据

- (1) 需要优先传送的数据;
- (2) 一般将状态变化、控制信息等列为一级数据;
- (3) 模拟量 (有的应用者将模拟量列为二级数据)。

3.2.23 二级数据

- (1) 优先级别较低的数据;
- (2) 循环数据;
- (3) 背景扫描;
- (4) 文件信息。

3.2.24 启动方向位 (PRM)

控制域中的 b7 位, 在非平衡通信中, 主站下发报文时 $PRM=1$, 厂站回答报文时 $PRM=0$ 。

3.2.25 帧计数器 (FCB)

下行报文控制域中的 b6 位, 主站和厂站通信双方必须保持 FCB 的同步, 用于对厂站传送信息报文的确认或否认。

3.2.26 帧计数器有效位 (FCV)

下行报文控制域中的 b5 位, 控制 FCB 是否有效。FCV=0 表示 FCB 无效; FCV=1 表示 FCB 有效。

3.2.27 请求访问位 (ACD)

上行报文控制域中的 b6 位, ACD=1 表示厂站端有一级数据需要报告。

3.2.28 数据流控制位 (DFC)

上行报文控制域中的 b5 位, DFC=1 表示被控站不能接收后续报文。

3.2.29 链路功能码

控制域中的低 4 位, 表明链路层功能类型。

3.2.30 应用功能码

报文类型标识, 表明应用层功能类型。

3.2.31 传送原因

传送原因的存在是 IEC 60870 协议的特殊性。表示本次报文传输的理由, 传送原因只在可变帧报文中出现。

3.2.32 突发传输

被采集信息发生状态变化或越死区变化而需要响应查询传输的信息, 突发传输一般被定义为一级数据。

3.2.33 循环传输

该类信息不需要报告变化, 只需定时将厂站端的数据库值响应主站低级别召唤而传输。循环传输被定义为二级数据。

3.2.34 背景扫描

无条件将数据 A/D 转换或状态取样一次以获得最新值, 以响应主站低级别召唤而传输。背景扫描有别于循环传输, 但同样被定义为二级数据。

3.3 应用参数

(1) 通信口通信参数:

1) 串行;

2) 异步;

3) 1 位起始位;

4) 1 位停止位;

5) 1 位偶校验位;

6) 8 位数据位。

(2) 窗口尺寸为 1: 指规约在同一时间和同一方向上仅接收和处理一次链路传输服务, 每一次传输服务必须在下一次传输服务开始前终止。

(3) 报文校验方式为纵向和校验。

(4) 单字节用 E5H。

(5) 固定帧长报文选用 5 个字节。