



# 中华人民共和国电力行业标准化指导性技术文件

DL / Z 634.15 — 2005 / IEC / TR 60870 — 1 — 5:2000

---

## 远动设备及系统 第 1-5 部分: 总则 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

Telecontrol equipment and systems —  
Part 1 — 5: General considerations —  
Influence of modem transmission procedures with scramblers  
on the data integrity of transmission systems  
using the protocol IEC 60870 — 5

( IEC / TR 60870-1-5:2000, 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 FT1.2 帧格式的不可检的比特差错模式.....	1
3 扰码的比特差错的传播.....	3
4 FT1.2 帧中不可检的差错模式的条件.....	4
5 特殊扰码对 FT1.2 数据完整性的影响.....	4
参考文献.....	6

## 前 言

本标准是根据原国家经贸委《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。这工作过去主要通过电话进行,而远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。此系列标准将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。

IEC 60870 系列标准各部分的编号、名称及采用为我国标准的情况如下:

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;

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—2005;

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 870—5 与 IEC 870—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,即本技术文件;

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

IEC 60870—5—102:1996 运动设备及系统 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 运动设备及系统 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 运动设备及系统 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 运动设备及系统 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 运动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的运动协议 第 1 篇: 标准的应用环境和结构, 等同采用为 GB/Z 18700.5—2003;

IEC 60870—6—2:1995 运动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的运动协议 第 2 篇: OSI 1 至 4 层基本标准的应用, 等同采用为 GB/T 18700.6—2005;

IEC 60870—6—503:1997 运动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的运动协议 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 运动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的运动协议第 505 篇: TASE.2 用户指南, 等同采用为 GB/Z 18700.7—2005;

IEC 60870—6—601:1994 运动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的运动协议 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—2005;

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

IEC 60870—6—702:1998 运动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的运动协议 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 运动设备及系统 第 6 部分: 与 ISO/ITU-T 建议兼容的运动协议 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—5:2000。

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。

本标准起草单位: 华东电网有限公司、上海东云信息技术发展有限公司。

本标准主要起草人: 岑宗浩、王峥、潘勇伟。

本指导性技术文件由华东电网有限公司、上海东云信息技术发展有限公司起草。

本指导性技术文件主要起草人: 岑宗浩、王峥、潘勇伟。

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

远动系统的标准数据传输规约 IEC 60870—5 定义了块码。这是按假定传输通道用二进制对称“无记忆”方法传输比特，实现高效率传输和很高的数据完整性而设计的。如果一个独立的信息比特要取决于其他信息比特，“无记忆”方法就不能用了。这意味着如果采用扰码以及将信息包中两位以上比特组合起来在物理层进行多相位和多幅值的调制，就会破坏链路层规约定义的块码的最优化条件。

在文献 [1~2] 中研究了 ITU-T 标准调制解调器数据传输过程对 IEC 60870—5—1 定义的帧格式 FT1.2 的数据完整性的影响。

研究的结论是有一种 ITU-T 调制解调器因为将设计的海明距离从 4 减为 3 而降低了 FT1.2 帧的数据完整性，其他被调查的调制解调器对 FT1.2 帧格式的设计的数据完整性都没有负面影响。

# 远动设备及系统

## 第 1—5 部分：总则

### 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

#### 1 范围

本指导性技术文件给出了调制解调器传输过程对数据完整性的影响。

#### 2 FT1.2 帧格式的不可检的比特差错模式

传输帧格式 FT1.2 使用一种特殊的单奇偶校验码作为对不可检的帧差错的保护方法。每个字符由 1 个起始位（“0”），8 个信息位，1 个偶校验位和 1 个停止位（“1”）组成。每个字符块以各信息字符的算术和的模 256 运算的校验和字符结束。

这表示不可检的帧差错发生在至少有 4 个错误比特的特定的比特差错模式上。

a) 两个相互反转的错误比特在两列中：

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0										1
0			X				Y			1
0										1
0			X'				Y'			1
0										1

b) 同一列中有两个相互反转的错误比特，还有两个错误的奇偶校验比特：

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0										1
0			X						E	1
0										1
0			X'						E	1
0										1

X, X' 和 Y, Y' 表示两对数值反转的错误比特；E 表示一个错误的奇偶校验比特。

c) 第 8 列中有两个错误比特，还有两个错误的奇偶校验比特：

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0										1
0								E	E	1
0										1
0								E	E	1
0										1

d) 同一列中有两个数值相等的错误比特，相邻的一列中有一个数值反转的错误比特，还有一个错误的奇偶校验比特：

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0										1
0			X	X'						1
0										1
0			X						E	1
0										1

e) 连续的两列中有三个数值相等的错误比特中，相邻的高列中有一个反转的错误比特：

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0										1
0		X		X'						1
0										1
0		X	X							1
0										1

f) 第 7 列中有两个数值相等的错误比特，第 8 列中有一个数值相等的错误比特，还有一个错误的奇偶校验比特：

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0										1
0							X		E	1
0										1
0							X	X		1
0										1

文献 [3] 对这些不可检的比特差错模式对残留的帧差错概率的影响进行了分析。

此外, 还有 5 个以上错误比特的不可检的比特差错模式。

两个有 6 个比特差错的不可检的比特差错模式示例如下:

——三个列中有 3 对相互反转的错误比特:

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0					Y		Z			1
0										1
0		X					Z'			1
0										1
0										1
0		X'			Y'					1

——两个列中有 2 对相互反转的错误比特, 还有两个错误的奇偶校验比特:

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0					Y				E	1
0										1
0		X							E	1
0										1
0										1
0		X'			Y'					1

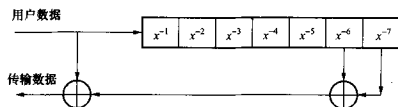
### 3 扰码的比特差错的传播

扰码在帧(用户数据)的比特序列发往通道前用插入反馈移位寄存器的方法进行线性的代码变换。代码变换以系数带有负指数的多项式描述, 这些负指数规定了在传输帧中引起反馈的移位寄存器的位置。

例如生成多项式

$$g(x) = 1 + x^{-6} + x^{-7} \quad (\text{ITU-T V.27 的扰码多项式})$$

在位置  $x^{-6}$  和  $x^{-7}$  处以独立的或组合的移位寄存器的内容传输用户数据序列。



接收端以收到的数据作为输入, 用户数据作为输出, 用相同的电路将原来的用户数据恢复。这说明发端一帧中  $x$  位置处的比特差错  $E$  会在收端用户数据的位置  $x$ ,  $x+6$  和  $x+7$  处产生三个比特反转。

...	$x-2$	$x-1$	$x$	$x+1$	$x+2$	$x+3$	$x+4$	$x+5$	$x+6$	$x+7$	$x+8$	...	...
用户数据			E	用户数据						E	E	用户数据	

如果以  $w$  表示生成多项式的海明权（系数的数量不等于 0），则一个比特差错将乘以  $w$ 。当用户数据未达到移位寄存器的末端时，差错的传播会在帧的末端减少。

ITU-T 系列标准所考虑的所有生成多项式都是海明权为 3 的原始多项式。这意味着一个比特差错要乘以 3 或小些的数。因为 FT1.2 格式可以检测出所有少于 4 个错误比特的差错模式，一个比特差错总是可以检测的。因此，一个比特差错不会影响 FT1.2 格式的数据完整性，不必多考虑。

4 FT1.2 帧中不可检的差错模式的条件

对第 2 章中帧格式 FT1.2 的不可检的差错模式的研究表明，在各种情况下，一个列中至少有一对错误比特。有时，在相邻列或相邻列的下一列中还有错误比特。字符的长度是 11，因此错误比特间的间隔应是 11 比特的倍数。在相邻或相邻的下一列中发生错误比特的条件是间隔为  $11t+1$  或  $11t+2$ ，其中  $t$  是整数。这说明以 1, 2, 11, 12, 13, 22, 23, 24, 33, 34, 35, ... 为负指数的差的系数组成的扰码生成多项式有可能用于生成不可检的差错模式。

5 特殊扰码对 FT1.2 数据完整性的影响

由第 4 章可见，ITU-T V.22 及 V.22 bis 中的扰码生成多项式  $1+x^{-14}+x^{-17}$  不可能用于生成不可检的差错模式。但是，V.26 ter, V.27, V.27 bis, V.27 ter, V.29, V.32 及 V.33 中的多项式都可能用于生成这种差错模式。

文献 [1~2] 说明，只有 V.26 ter 中主叫方向使用的生成多项式  $1+x^{-5}+x^{-23}$  确能减少 FT1.2 帧的海明距离。这时，海明距离从 4 减为 3。

证明：下面的最后 5 个字符中的 3 个比特差错导致一个不可检的帧差错。

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0	1	2				1'	2'			1
0										1
0		1''	2''							1
0										1
校验和	0	3				3'				1
结束字符	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1
Suppressed		3''								

通过选择使用下面指定位置处的用户数据比特，3 个比特差错仍不可检测。

传输数据：

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0							1		1	1
0										1
0			1			1				1
0										1
校验和	0		1			1	1		1	1

有三个差错的传输数据:

起始位	1	2	3	4	5	6	7	8	奇偶位	停止位
0	1	1				1			1	1
0										1
0		1				1				1
0										1
校验和	0	1		1				1	1	1

因此, FT1.2 帧的海明距离减为 3。

ITU-T V.32 规定了生成多项式  $1+x^{-5}+x^{-23}$  与正交幅度调制 (QAM) 及格形编码结合使用, 文献 [2] 说明这方法不降低 FT1.2 帧的数据完整性。

表 1 列出了调查的采用扰码的 ITU-T 建议对 FT1.2 帧数据完整性的影响。

表 1 采用扰码的 ITU-T 建议

ITU-T 建议	传输速度 Bd	扰码生成多项式	调制方法	FT1.2 帧中海明距离 $d$ 减少
V.22	600/1200	$1+x^{-14}+x^{-17}$	差分相位调制	否
V.22 bis	1200/2400	$1+x^{-14}+x^{-17}$	正交幅度调制 QAM	否
V.26 ter	2400	$1+x^{-5}+x^{-23}$ $1+x^{-18}+x^{-23}$	差分相位调制	是 ( $d=3$ ) 否
V.27, V.27 bis	4800	$1+x^{-6}+x^{-7}$	差分相位调制	否
V.27 ter	2400/4800	$1+x^{-6}+x^{-7}$	差分相位调制	否
V.29	4800/7200/9600	$1+x^{-18}+x^{-23}$	正交幅度调制 QAM	否
V.32 V.33	9600 14400	$1+x^{-5}+x^{-23}$ $1+x^{-18}+x^{-23}$	QAM+格形编码	否

表中未列入的及在配套标准 IEC 60870—5—101, IEC 60870—5—102 及 IEC 60870—5—103 第 5 章中推荐的物理接口的影响, 应由厂家和用户协商确定。

## 参 考 文 献

- 1 P. Mittag “Einfluss von MODEM-Verfahren mit Quadraturamplitudenmodulation und Scramblern auf die Übertragungssicherheit des Protocols nach IEC 870—5”, Diplomarbeit(thesis), Georg Simon Ohm, Fachhochschule Nürnberg, 1992
- 2 F. Spagl “Einfluss von MODEM-Verfahren mit Trellis-Codierung auf die Übertragungssicherheit des Protocols nach IEC 870—5”, Diplomarbeit(thesis), Georg Simon Ohm, Fachhochschule Nürnberg, 1992
- 3 G. Funk “Data integrity and efficiency of single parity check product codes”, ntz Archiv 7H, 4, 1985
- 4 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 (IEC 60870—5—1:1990, IDT)
- 5 DL/T 634.5101—2002 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 (IEC 60870—5—101:1995, NEQ)
- 6 DL/T 667—1999 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 (IEC 60870—5—103:1997, IDT)
- 7 DL/T 719—2000 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 (IEC 60870—5—102:1996, IDT)
- 8 ITU-T V.22 (11/88) 公用电话交换网和点对点二线租用电话型电路上使用的标准化 1200bit/s 双工调制解调器
- 9 ITU-T V.22bis (11/88) 公用电话交换网和点对点二线租用电话型电路上使用的采用频率分割技术的标准化 2400bit/s 双工调制解调器
- 10 ITU-T V.26 (11/88) 四线租用电话型电路上使用的标准化 2400bit/s 调制解调器
- 11 ITU-T V.26ter (11/88) 公用电话交换网和点对点二线租用电话型电路上使用的使用回波消除技术的标准化 2400bit/s 双工调制解调器
- 12 ITU-T V.27 (11/88) 租用电话型电路上使用的标准化 4800bit/s 带人工均衡器的调制解调器
- 13 ITU-T V.27 bis (11/88) 租用电话型电路上使用的标准化 4800/2400bit/s 带人工均衡器的调制解调器
- 14 ITU-T V.27 ter (11/88) 公用电话交换网中使用的标准化 4800/2400bit/s 调制解调器
- 15 ITU-T V.29 (11/88) 点对点四线租用电话型电路上使用的标准化 9600bit/s 调制解调器
- 16 ITU-T V.32 (03/93) 公用电话交换网和租用话路上使用的、以高达 9600bit/s 的数据传信速率操作的二线双工调制解调器系列
- 17 ITU-T V.33 (11/88) 点对点四线租用电话型电路上使用的标准化 14400bit/s 调制解调器