

循环式远动规约

中华人民共和国能源部 1991-11-04 批准

1992-05-01 实施

1 主题内容与适用范围

本标准规定了电网数据采集与监控系统中循环式远动规约的功能、帧结构、信息字结构和传输规则等。

本标准适用于点对点的远动通道结构及以循环字节同步方式传送远动信息的远动设备与系统。本标准还适用于调度所间以循环式远动规约转发实时远动信息的系统。

2 引用标准

国家标准：《地区电网数据采集与监控系统通用技术条件》和《远动终端通用技术条件》。

3 一般技术要求

3.1 本规约采用可变帧长度、多种帧类别循环传送，变位遥信优先传送，重要遥测量更新循环时间较短，区分循环量、随机量和插入量采用不同形式传送信息，以满足电网调度安全监控系统对远动信息的实时性和可靠性的要求。

3.2 本规约规定主站与子站间进行以下信息的传送：

- a. 遥信；
- b. 遥测；
- c. 事件顺序记录(SOE)；
- d. 电能脉冲计数值；
- e. 遥控命令；
- f. 设定命令；
- g. 升降命令；
- h. 对时；
- i. 广播命令；
- j. 复归命令；
- k. 子站工作状态。

3.3 信息按其重要性有不同的优先级和循环时间，以便实现国家标准《地区电网数据采集与监控系统通用技术条件》和《远动终端通用技术条件》所规定的要求和指标。

3.3.1 上行(子站至主站)信息的优先级排列顺序和传送时间要求如下：

- 3.3.1.1 对时的子站时钟返回信息插入传送；
- 3.3.1.2 变位遥信、子站工作状态变化信息插入传送，要求在 1s 内送到主站；
- 3.3.1.3 遥控、升降命令的返送校核信息插入传送；
- 3.3.1.4 重要遥测安排在 A 帧传送，循环时间不大于 3s；
- 3.3.1.5 次要遥测安排在 B 帧传送，循环时间一般不大于 6s；

- 3.3.1.6 一般遥测安排在 C 帧传送，循环时间一般不大于 20s；
- 3.3.1.7 遥信状态信息，包含子站工作状态信息，安排在 D₁ 帧定时传送；
- 3.3.1.8 电能脉冲计数值安排在 D₂ 帧定时传送；
- 3.3.1.9 事件顺序记录安排在 E 帧以帧插入方式传送。
- 3.3.2 下行(主站至子站)命令的优先级排列如下：
 - 3.3.2.1 召唤子站时钟，设置子站时钟校正，设置子站时钟；
 - 3.3.2.2 遥控选择、执行、撤消命令，升降选择、执行、撤消命令，设定命令；
 - 3.3.2.3 广播命令；
 - 3.3.2.4 复归命令。
- 3.3.3 D 帧传送的遥信状态、电能脉冲计数值是慢变化量，以几分钟至几十分钟循环传送。

3.3.4 E 帧传送的事件顺序记录是随机量，同一个事件顺序记录应分别在三个 E 帧内重复传送，传送规则见 4.8 条。

3.3.5 变位遥信和遥控、升降命令的返校信息以信息字为单位优先插入传送，连送三遍。对时的时钟信息字也优先插入传送，并附传送等待时间，但只送一遍，传送规则见 4.8 条。

4 帧

4.1 帧结构

帧结构如图 1 所示。每帧都以同步字开头，并有控制字，除少数帧外均应有信息字。信息字的数量依实际需要设定，帧长度可变。

4.2 字、字节、位的排列和发码规则

帧的同步字、控制字、信息字的排列规则：字节由低 B₁ 到高 B_n 上下排列、字节的位由高 b₇ 到低 b₀ 左右排列，如图 2 所示。

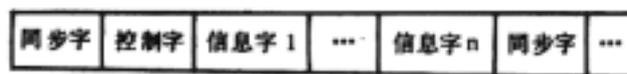


图 1 帧结构

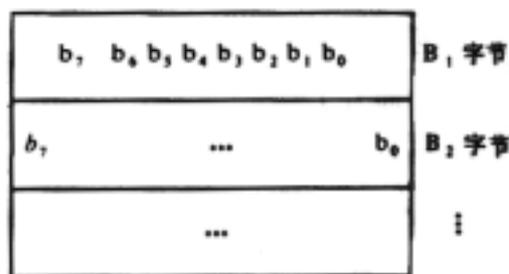


图 2 字节排列

向通道发码规则：低字节先送，高字节后送；字节内低位先送，高位后送。

4.3 同步字

同步字按通道传送顺序分为 3 组 EB90H，即 1110、1011、1001、0000，……。为保证通道中传送顺序，写入串行口的同步字排列格式见图 3。

4.4 控制字

控制字共有 $B_7 \sim B_{12}$ 个字节，如图 4 所示。

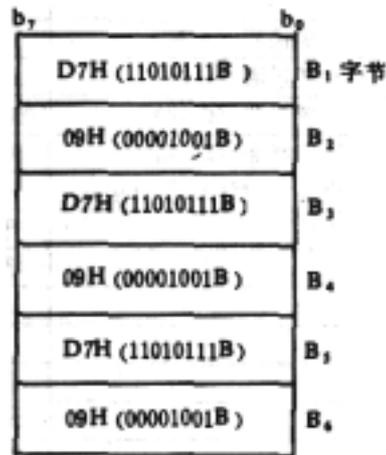
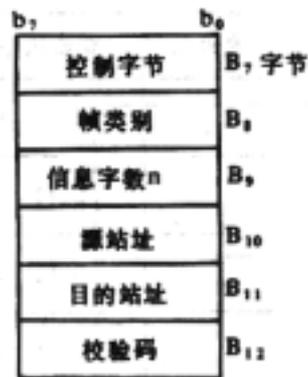
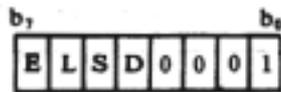


图 3 同步字排列格式



(a)



(b)

图 4 控制字

(a)控制字组成；(b)控制字节

4.4.1 控制字节说明：

E：扩展位

当 E=0 时，使用表 2 已定义的帧类别；

当 E=1 时，帧类别可另行定义，以便扩展功能。

L：帧长定义位

当 L=0 时，表示本帧信息字数 n 为 0，即本帧没有信息字；

当 L=1 时，表示本帧有信息字。

S：源站址定义位

D：目的站址定义位

4.4.2 S 与 D 在上行及下行信息中的定义说明：

在上行信息中, S=1 表示控制字中源站址有内容, 源站址字节即代表信息始发站的站号, 即子站站号; D=1 表示目的站址字节有内容, 目的站址字节代表主站站号。

在下行信息中, S=1 表示源站址字节有内容, 源站址字节代表主站站号; D=1 表示目的站址字节有内容, 即代表信息到达站的站号; D=0 表示目的站址字节内容为 FFH, 即代表广播命令, 所有站同时接收并执行此命令。

以上所述的上行信息和下行信息中若同时 S=0, D=0, 则表示源站址和目的站址无意义。

4.5 生成多项式和中间余式表

本规约采用 CRC 校验, 控制字和信息字都是(n、k)=(48, 40)码组, 生成多项式为 $G(X)=X^8+X^2+X+1$, 陪集码为 FFH。按 4.2 条所述发码规则的顺序以 G(X)模 2 除前 5 个字节, 生成余式 R(X)。以 $\overline{R(X)}$ 作为校验码。若用查表法, 信息字、控制字基本码元的中间余式见表 1。

4.6 帧类别

本规约定义的帧类别码及其含义见表 2。

表 1 中间余式表

信息字、控制字的码元	查表法中间余式
01H	1110 0000B
02H	0111 0000B
04H	0011 1000B
08H	0001 1100B
10H	0000 1110B
20H	0000 0111B
40H	1110 0011B
80H	1001 0001B

表 2 帧类别代号定义表

帧类别 代号	定 义	
	上行 E=0	下行 E=0
61H	重要遥测(A 帧)	遥控选择
C2H	次要遥测(B 帧)	遥控执行
B3H	一般遥测(C 帧)	遥控撤消
F4H	遥信状态(D ₁ 帧)	升降选择
85H	电能脉冲计数值(D ₂ 帧)	升降执行
26H	事件顺序记录(E 帧)	升降撤消
57H		设定命令
A8H		
D9H		
7AH		设置时钟

0BH		设置时钟校正值
4CH		召唤子站时钟
3DH		复归命令
9EH		广播命令
EFH		

4.7 信息字数

信息字数 n 表示该帧中所含信息字数，即信息字 1 至信息字 n 的总数， $n=0$ 表示无信息字。E 帧长度不得大于 A 帧长度。

4.8 帧系列及信息字传送规则

4.8.1 在规定循环时间的前提下，帧系列可以根据要求任意组织。帧系列如何组织，详见附录 A。

4.8.2 帧系列采用下列三种方式传送：

4.8.2.1 固定循环传送，用于传送 A、B、C、D₁、D₂ 帧，见附录 A2、A3、A4。

4.8.2.2 帧插入传送，用于传送 E 帧，见附录 A 的 A2、A3、A4 例。

SOE 可能连续出现，当轮到送 E 帧时用软件指针定好发送界限，后续出现的归下一次再送。

4.8.2.3 信息字随机插入传送，用于传送下列三种信息：

- a.对时的子站时钟返回信息；
- b.变位遥信；
- c.遥控、升降命令的返校信息。

4.8.3 上述 4.8.2.3 条信息一出现就应插入当前帧的信息字传送，但需遵守以下规则：

4.8.3.1 变位遥信、遥控和升降命令的返校信息连续插送三遍，对时的子站时钟返回信息才插送一遍；

4.8.3.2 变位遥信、遥控和升降命令的返校信息连续插送三遍必须在同一帧内，不许跨帧。若本帧不够连续插送三遍，全部改到下帧进行；

4.8.3.3 被插的帧若是 A、B、C 或 D 帧则原信息字被取代，原帧长度不变，若是 E 帧则应在 SOE 完整字之间插入，帧长度相应加长，见附录 A 的 A5 例。

4.8.4 子站加电或重新复位后，帧系列应从 D₁ 帧开始传送。

4.8.5 遥控、设定和升降命令过程中若出现变位遥信则自动取消该命令，并通过子站工作状态信息通知主站。

4.8.6 下行通道中不发命令时应连续发送同步码。

5 信息字

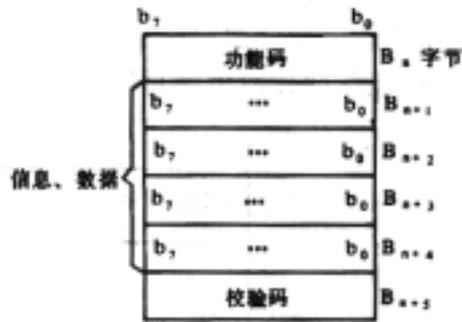


图 5 信息字通用格式

5.1 信息字结构

每个信息字由 $B_n \sim B_{n+5}$ 6 个字节构成：功能码一个字节、信息、数据码 4 个字节和校验码一个字节，其通用格式如图 5 所示。

5.2 功能码定义

功能码有 256 个(00H ~ FFH)，分别代表不同信息用途，具体分配见表 3：

表 3 功能码分配表

功能码代号	字数	用途	信息位数	容量
00H ~ 7FH	128	遥测	16	256
80H ~ 81H	2	事件顺序记录	64	4096
82H ~ 83H		备用		
84H ~ 85H	2	子站时钟返送	64	1
86H ~ 89H	4	总加遥测	16	8
8AH	1	频率	16	2
8BH	1	复归命令(下行)	16	16
8CH	1	广播命令(下行)	16	16
8DH ~ 92H	6	水位	24	6
93H ~ 9FH		备用		
A0H ~ DFH	64	电能脉冲计数值	32	64
E0H	1	遥控选择(下行)	32	256
E1H	1	遥控返校	32	256
E2H	1	遥控执行(下行)	32	256
E3H	1	遥控撤消(下行)	32	256
E4H	1	升降选择(下行)	32	256
E5H	1	升降返校	32	256
E6H	1	升降执行(下行)	32	256
E7H	1	升降撤消(下行)	32	256
E8H	1	设定命令(下行)	32	256
E9H	1	备用		
EAH	1	备用		

EBH	1	备用		
ECH	1	子站状态信息	8	1
EDH	1	设置时钟校正(下行)	32	1
EEH ~ EFH	2	设置时钟(下行)	64	1
FOH ~ FFH	16	遥信	32	512

6 上行信息字格式

6.1 遥测

遥测信息字格式见图 6。

6.2 总加遥测

总加遥测信息字格式见图 7。

6.3 遥信

遥信信息字格式见图 8。

6.4 电能脉冲计数值

电能脉冲计数值信息字格式图 9。

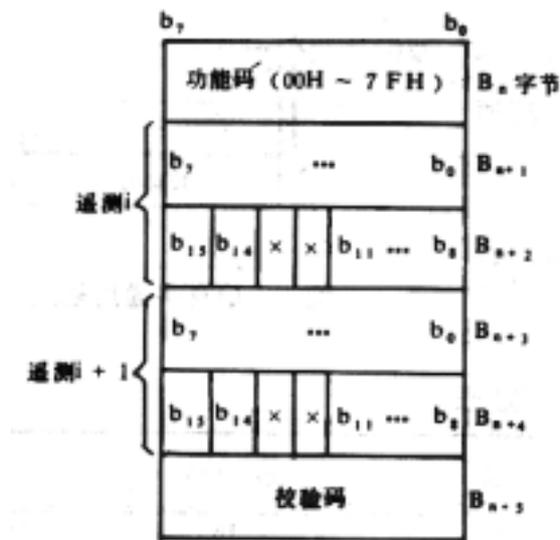


图 6 遥测信息字格式

说明：(1)每个信息字传送两路遥测量。

(2) $b_{11} \sim b_0$ 传送一路模拟量，以二进制码表示。 $b_{11}=0$ 时为正数， $b_{11}=1$ 时为负数，以 2 的补码表示负数。

(3) $b_{14}=1$ 表示溢出， $b_{15}=1$ 表示数无效。

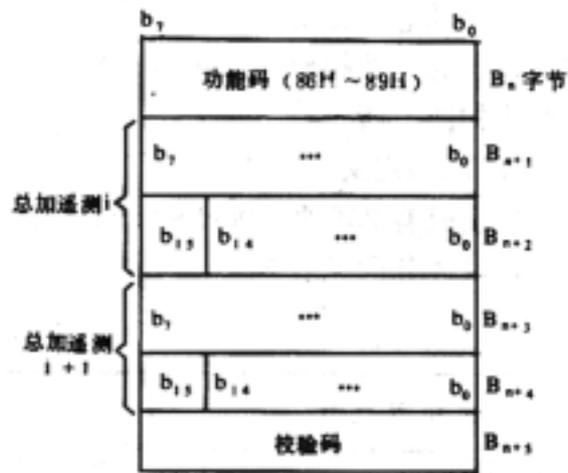


图 7 总加遥测信息字格式

说明：(1)用于传送总加遥测量。

(2)一个信息字传送两路总加遥测量。

(3) $b_{15} \sim b_0$ 传送一路总加量，以二进制码表示。 $b_{15}=0$ 时为正数， $b_{15}=1$ 时为负数，以 2 的补码表示负数。

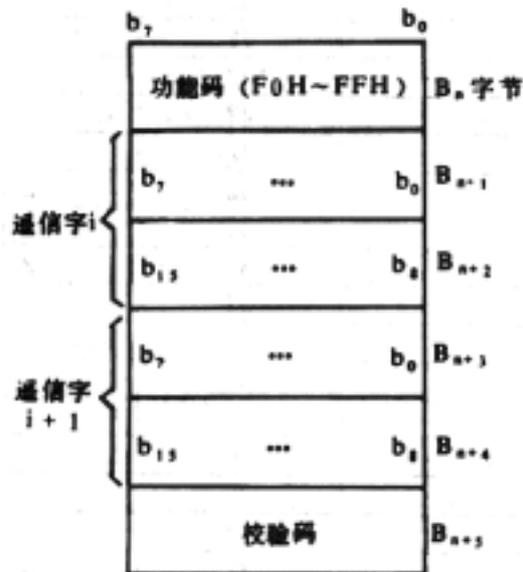


图 8 遥信信息字格式

说明：(1)每个遥信字含 16 个状态位。

(2)状态位定义： $b=0$ 表示断路器或刀闸状态为断开、继电保护未动作；

$b=1$ 表示断路器或刀闸状态为闭合、继电保护动作。

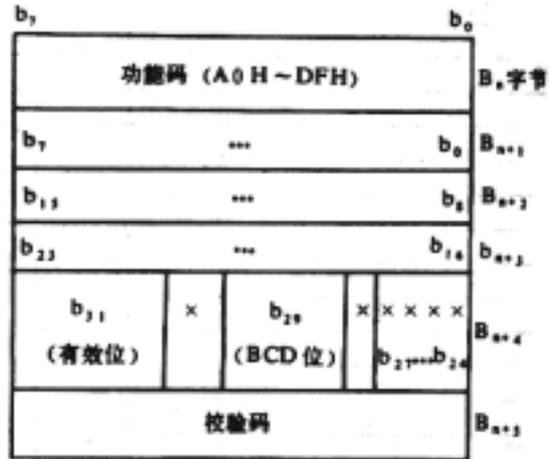


图 9 电能脉冲计数值信息字格式

- (1) 一个信息字传送一路电能脉冲计数值，定时传送。
定时可以是整点，或 30min，也可以由广播命令决定。
- (2) $b_{23} \sim b_0$ 位代表电能脉冲计数值，推荐用二进制码表示。
- (3) $b_{31}=1$ 表示数无效； $b_{29}=0$ 表示数为二进制码； $b_{29}=1$ 表示数为 BCD 码。
BCD 码的格式同 6.5 条水位信息字格式。(4) $b_{27} \sim b_{24}$ 位作为扩展用。

6.5 水位

水位信息字格式见图 10。

6.6 频率(数字式)

频率信息字格式见图 11。

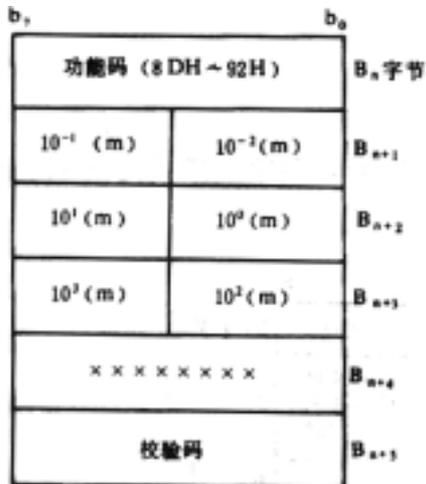


图 10 水位信息字格式

- 说明：(1) 以 6 位 BCD 码表示水位，最大值为 9999.99m；
- (2) 水位为慢变化量，可安排在 D 或 B、C 帧传送。

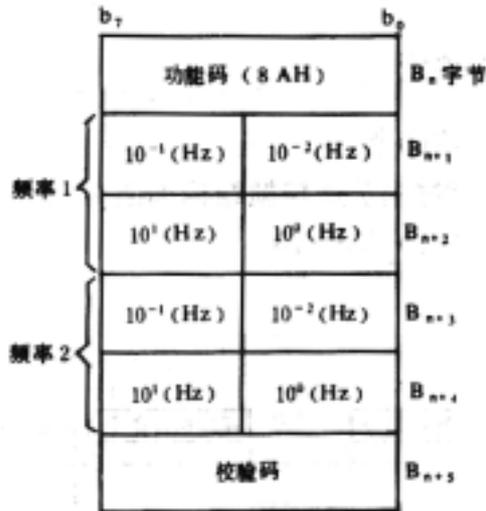


图 11 频率信息字格式

说明：以 4 位 BCD 码表示频率，如 49.99Hz。

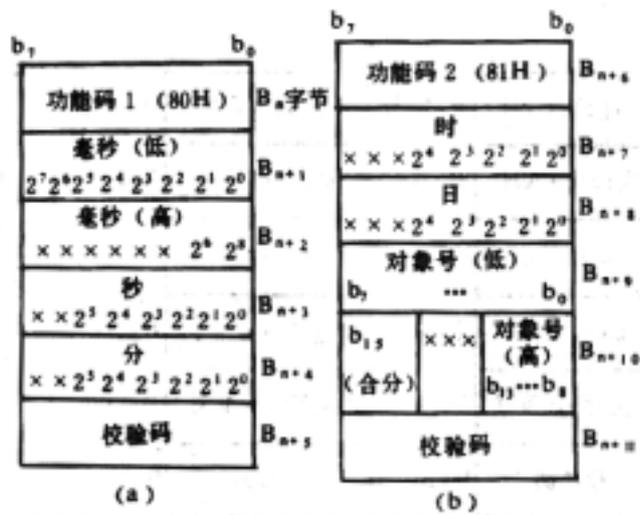


图 12 事件顺序记录信息字格式

(a) 毫秒~分；(b) 时~日

说明：(1) 功能码 1 与功能码 2 应成对，前者用 80H、后者用 81H；

(2) 时间与对象号均用二进制码表示，最后第 (B_{n+10}) 字节中 $b_{15} = 1$ 表示

开关状态为闭合或继电保护动作， $b_{15} = 0$ 表示开关状态为断开或继电保护未动作。



图 13 子站工作状态信息字格式

说明：(1) $b_{15} \sim b_0$ 表示内部检测到的异常状态。 $b_0=1$ 随机存储器(RAM)异常；
 $b_1=1$ 变位遥信使遥控、升降、设定命令取消； $b_2=1$ 遥测子系统异常； $b_3=1$ 遥信子系统异常；
 $b_4=1$ 遥调子系统异常； $b_5=1$ 遥控子系统异常； $b_6=1$ 当地显示子系统异常；
 b_7 电源合上位(电源合上后置“1”，对时完成后清“0”)； $b_8 \sim b_{15}$ 自行定义。
 (2) $b_{31} \sim b_{16}$ 表示外部接入的异常状态或信息。
 $b_{16}=1$ 不间断电源(UPS)异常； $b_{17}=1$ 下行通道异常；
 $b_{18}=1$ 遥控转当地； $b_{19}=1$ 无人值班转有人值班；
 $b_{20}=1$ 自动发电控制 (AGC)开关未合上； $b_{21} \sim b_{31}$ 自行定义。

6.7 事件顺序记录(SOE)

事件顺序记录信息字格式见图 12。

6.8 子站工作状态

子站工作状态信息字格式见图 13。

7 命令格式

7.1 遥控命令

遥控过程及遥控帧结构如图 14 所示。遥控命令控制字和控制字节格式见图 15。遥控过程的信息字格式见图 16。

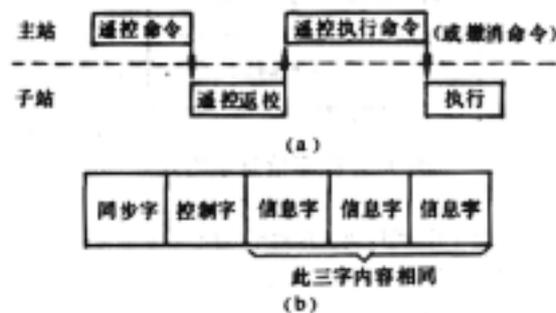


图 14 遥控过程及帧结构

(a)遥控过程；(b)帧结构

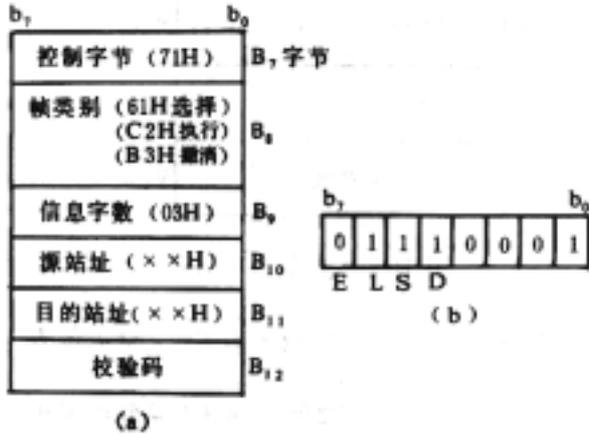


图 15 遥控命令和控制字格式

(a)控制字格式；(b)控制字节格式

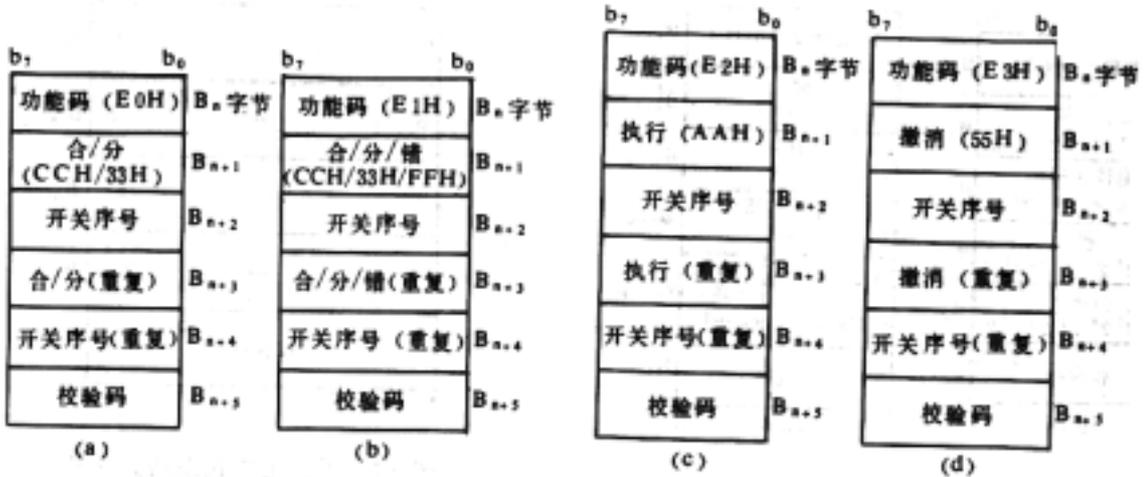


图 16 遥控过程的信息字格式

(a)遥控选择(下行)；(b)遥控返校(上行)；(c)遥控执行(下行)；(d)遥控撤消(下行)

说明：(1)开关序号为二进制码。若用 BCD 码表示开关序号，则 $B_{n+2} \sim B_{n+4}$ 字节作相应改变，如图 17 所示，其中 B_{n+2} 固定为 FFH， B_{n+3} 和 B_{n+4} 字节表示开关序号；

(2)遥控返校字为上行信息，随机插在上行信息中不跨帧地连送三遍；

(3)图 16(a)中开关序号在子站有硬件电路进行检查，若检查结果无效将 B_{n+1} 字节内容改为 FFH；

(4)遥控返校信息若超时未收到，本次命令便自动撤消；

(5)遥控过程中遇变位遥信，本次命令自动撤消，通过子站工作状态返回信息。

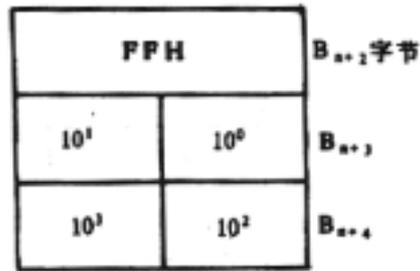


图 17 BCD 码表示遥控开关号

7.2 升降命令

升降命令控制字格式同 7.1 条遥控命令，但帧类别应改为 F4H，85H，26H，其信息字格式如图 18 所示。

7.3 设定命令

设定命令控制字格式同 7.1 条遥控命令，但设定命令只有一个下行帧，无返校、执行、撤消命令帧。控制字的帧类别改为 57H，其信息字格式如图 19 所示。

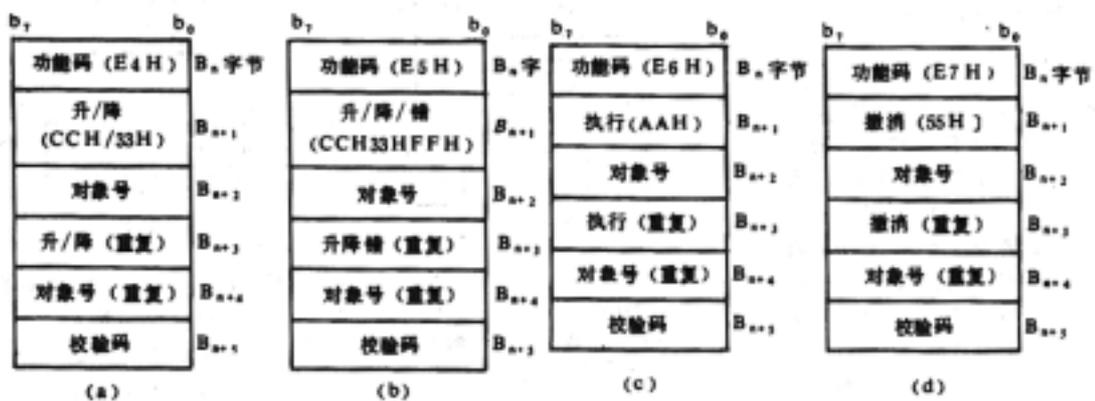


图 18 升降命令

(a)升降选择(下行);(b)升降返校(上行);(c)升降执行(下行);(d)升降撤消(下行)

说明：同 7.1 条遥控命令。

7.4 复归命令

从主站向子站发送复归命令只有一个帧，该帧只有同步字和控制字，无信息字，也无返校。如果需要增加复归命令可通过增加信息字来达到，信息字可自行定义。复归命令格式见图 20。

7.5 广播命令(冻结命令)

用于发送冻结电能脉冲计数值的命令。被冻结的脉冲计数值发送三遍之后自动解冻。

广播命令的帧结构同 7.4 条复归命令，其控制字格式和控制字节格式见图 21。

7.6 设置时钟命令

从主站向子站设置时钟，应在发送该命令控制字开始的时刻读取主站时钟读数。设置时钟的帧结构、控制字格式及信息字格式，如图 22 所示。

7.7 设置时钟校正正值命令

主站比较了子站与主站间时钟差别并计算子站时钟校正正值之后，向子站发出此命令以校

正子站时钟，使两站时钟相一致。设置时钟校正帧结构，控制字格式及信息字格式，如图 23 所示。

7.8 召唤子站时钟命令

主站发此命令让子站将其时钟读数返送到主站，以便比较两端时钟数差别并算出子站时钟校正值。召唤子站的时钟帧结构及时钟命令控制字格式，如图 24 所示。

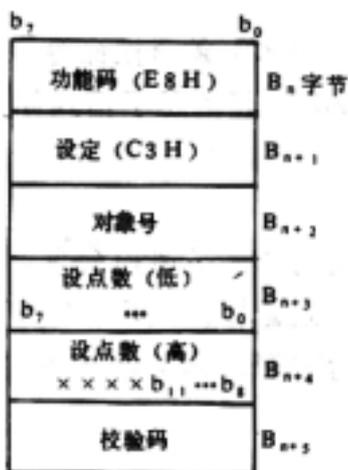


图 19 设定命令(下)

说明：

- (1)对象号为二进制码；
- (2)设点数为 12 位二进制码，不乘以系数，负数以 2 的补码表示；
- (3)在设定命令过程中若遇变位遥信或相应 AGC 控制开关未合上，命令自动取消，并通过子站工作状态返回信息。



图 20 复归命令格式

(a)帧结构；(b)控制字格式；(c)控制字节格式



图 21 广播命令控制字及控制字节格式

(a)控制字格式；(b)控制字节格式

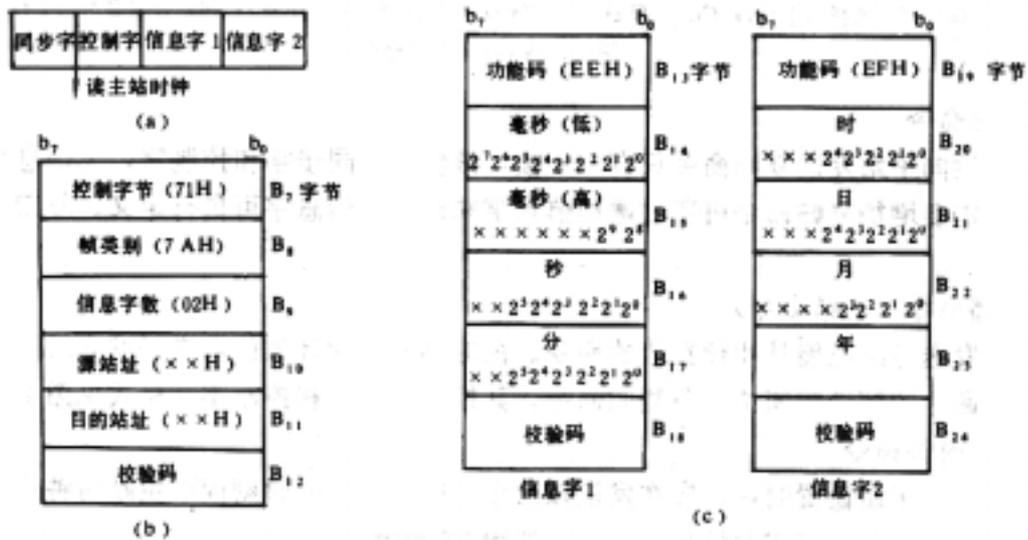


图 22 设置时钟的帧结构、控制字及信息字格式

(a)帧结构；(b)控制字格式；(c)信息字格式

子站收到上述召唤命令后，应在上行信息中插入返送两个信息字，即子站时钟和等待时间，子站时钟返送信息字格式如图 25 所示。

7.9 对时过程与校正值计算

对时过程如图 26 所示。

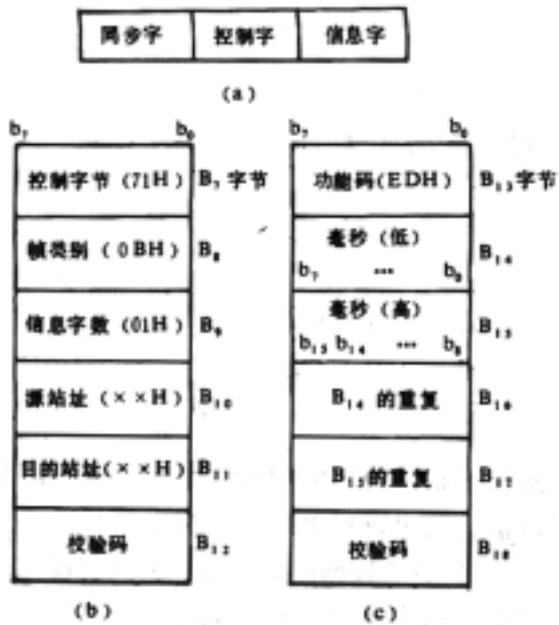


图 23 设置时钟校正帧结构、控制字及信息字格式

(a)帧结构；(b)控制字格式；(c)信息字格式

说明：毫秒的最高位 b_{15} 表示正负号数， $b_{15}=0$ 表示正数， $b_{15}=1$ 表示负数，负数以 2 的补码表示。

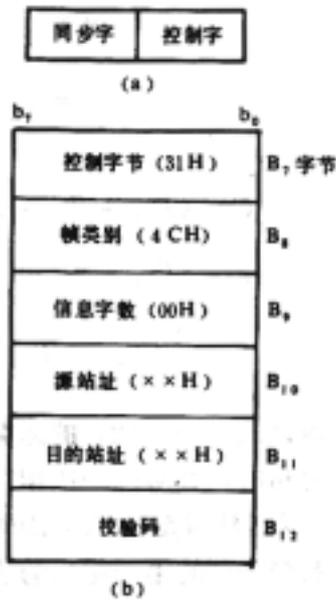


图 24 召唤子站的时钟帧结构及时钟命令控制字格式

(a)时钟帧结构；(b)时钟命令控制字格式

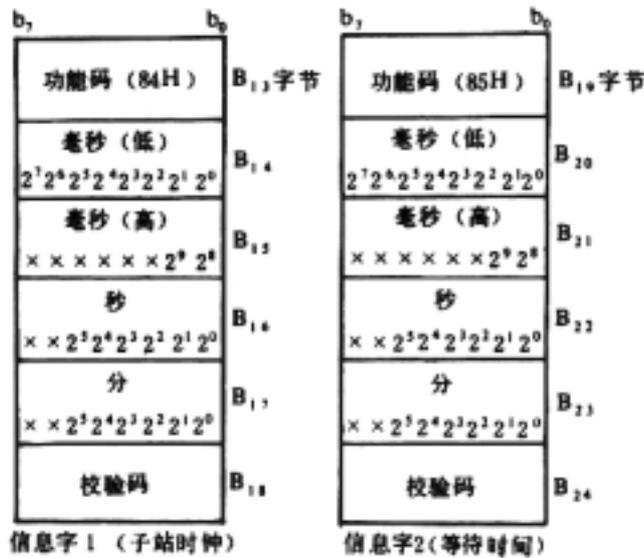


图 25 子站时钟返送信息字格式

说明：(1)子站时钟数应在召唤子站时钟命令的控制字收到后，并判明帧类别的时刻读取；
 (2)等待时间是从说明(1)的时间起至返送子站时钟的信息字，插入上行信息开始传送的时刻止的时间间隔。

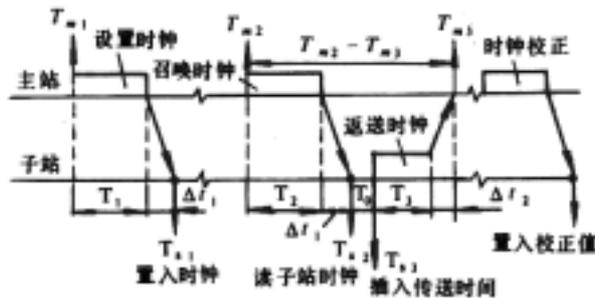


图 26 对时过程图

T_{m1} —主站发送设置时钟命令时，主站时钟读数； T_1 —设置时钟命令的码长时间； T_{d1} —收到设置时钟命令后子站置入时钟的时间； Δt_1 —下行通道时延； Δt_2 —上行通道时延； T_{m2} —主站发送召唤子站时钟帧时，当中央处理器 (CPU) 向串行通信接口写入同步字第一个字节时的主站时钟读数； T_2 —召唤子站时钟命令的码长时间，其计算公式 $T_2 = \frac{2 \times 48 \times 1000}{\text{波特率}}$ (ms)； T_{d2} —收到召唤子站时钟命令后的子站时钟读数； T_{s2} —返送时钟插入传送的时间，即发送返送时钟时，CPU 向串行通信接口写入第一个信息字节时子站读取的时钟数； T_3 —收到召唤子站时钟命令后，子站向主站返送子站时钟而等待的时间，其计算式 $T_3 = T_{d3} - T_{m2}$ ； T_4 —返送子站时钟信息字的码长时间，其计算式 $T_4 = \frac{2 \times 48 \times 1000}{\text{波特率}}$ (ms)； T_{m3} —主站收到子站返送时钟信息字后的主站时钟读数

上下行通道延迟平均值 t 为

$$\Delta t = \frac{1}{2}(\Delta t_1 + \Delta t_2)$$

$$= \frac{1}{2}[(T_{m3} - T_{m2}) - (T_2 + T_3 + T_0)] \quad (1)$$

校正值 C 为

$$C = (T_{m2} + T_2 + \Delta t) - T_{s2}$$

$$= \left\{ T_{m2} + T_2 + \frac{1}{2}[(T_{m3} - T_{m2}) - (T_2 + T_3 + T_0)] \right\} - T_{s2}$$

$$= \frac{1}{2}(T_{m2} + T_{m3} + T_2 - T_3 - T_0) - T_{s2} \quad (2)$$

严格地说式(1)、(2)的运算都是在假定主站和子站所使用的串行通信接口的发送延时和接收延时相同,且对每一次串行通信接口中断申请均及时进行处理的前提下,计算结果才是正确的。发送延时是指 CPU 向串行通信接口写入一个字节数据的时刻起,至调制器输出出现所写入数据字节的第一位止的这一段期间。接收延时是指解调器输出端出现一个字节的第 一位数据,至串行通信接口接收到这个字节,并向 CPU 发出中断申请这一段期间。

若上述假设不成立或部分不符,为了保证定时精度应考虑附加必要的修正。

附录 A
帧系列举例
(参考件)

A1 简单例



图 A1

说明:根据 D₁ 帧要求的周期决定 A 帧重复次数。

A2 各帧都有, E 帧插入附图 A2 方框传送之例

A3 定时送 D₂ 帧, E 帧取代 C 帧之例

A4 无 C 帧, D₁、D₂ 在图 A4 方框处传送, D₁ 帧循环次数为 D₂ 帧两倍, E 帧取代 A 帧

A5 帧内插送变位遥信、遥控返校信息之例

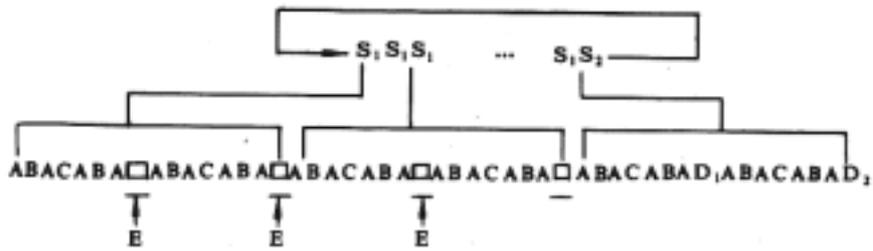


图 A2

说明：(1)E 帧出现时插入箭头所指的方框处传送，如图 A2 所示送三遍；
 (2)根据 D_1 、 D_2 帧的要求周期决定 S_1 重复次数。

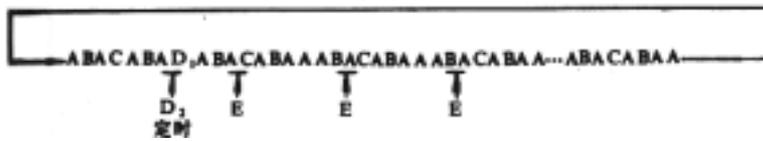


图 A3

说明：每次循环只送一次 D_1 ，若定时到 D_2 则取代 D_1 传送。

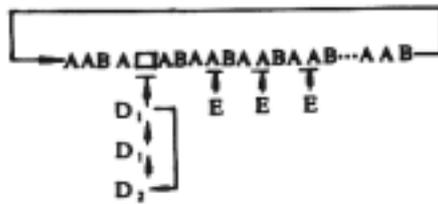


图 A4

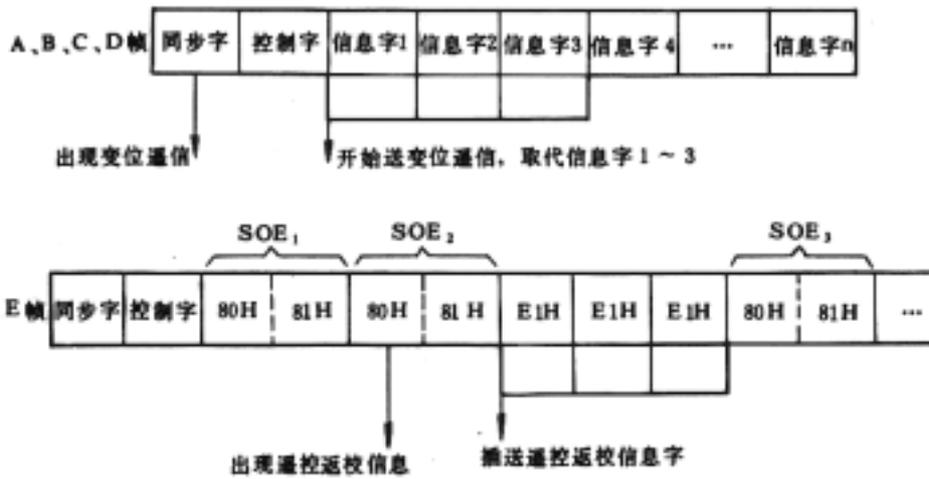


图 A5

附加说明：

本标准由中华人民共和国能源部提出。

本标准由全国电力远动通信标准化技术委员会归口。

本标准由能源部中电联、南京自动化研究所、电力科学研究院负责起草，能源部调通局、南京电力自动化设备厂、东北电管局、西北电力设计院、郑州供电局参加。

本标准主要起草人：叶世勋、谭文恕、张秀莲、朱大新、陈鼎坤、陈礼东、明祖宇、邢若海、乔富桢。