

**DL**

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5062—1996

---

**微波电路传输继电保护信息  
设计技术规定**

**Design technical rules for  
transmission of protection  
information on radiolink system**

1996 - 12 - 18 发布

1997 - 05 - 01 实施

---

中华人民共和国电力工业部 发布

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5062—1996

---

# 微波电路传输继电保护信息 设计技术规定

Design technical rules for  
transmission of protection  
information on radiolink system

主编单位：电力工业部东北电力设计院  
批准部门：中华人民共和国电力工业部

中国电力出版社

1996 北京

中华人民共和国电力行业标准  
微波电路传输继电保护信息  
设计技术规定

DL/T 5062—1996

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京三里河路6号 邮政编码 100044)  
北京市京东印刷厂印刷

\*

1997年5月第一版      1997年5月北京第一次印刷  
850毫米×1168毫米    32开本    1.25印张    29千字  
印数 0001—4150册

书号 1580125·106      定价 4.30元

版权专有      翻印必究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

# 关于发布《微波电路传输继电保护 信息设计技术规定》电力行业标准的通知

电技 [1996] 872 号

各电管局，各省、自治区、直辖市电力局，电规总院，各有关单位：

《微波电路传输继电保护信息设计技术规定》电力行业标准，经审查通过，批准为推荐性标准，现予发布。

其编号为：DL/T5062—1996

该标准自 1997 年 5 月 1 日起实施。

请将执行中的问题和意见告电力规划设计总院，并抄送部标准化领导小组办公室。

中华人民共和国电力工业部（印）

一九九六年十二月十八日

## 前 言

本规定是根据电力工业部电力规划设计总院电规计(1991)12号文《关于下达 1991 年度电力勘测设计标准化、科研、情报计划项目的通知》，由电力工业部东北电力设计院编写。

目前，电力系统微波（光纤）通信专业网已得到很大发展，利用微波、光纤传输继电保护信息在很多工程中已开始采用。因此，编写组进行了大量的调查研究，总结工程中的经验、教训，翻阅大量国外资料，征求了设计、运行、科研等单位的意见，编写了《微波电路传输继电保护信息设计技术规定》并通过了电力工业部电力规划设计总院组织的审查。

本规定共分四章，其主要内容是对继电保护装置与通信设备的接口、接口连接和相关技术及设计原则做了必要的规定。对数字电路传输继电保护信息的可靠性指标进行了深入的研究。

本标准由电力工业部电力规划设计总院提出。

本标准起草单位：电力工业部东北电力设计院。

本标准主要起草人：李国钧、赵玉才。

本标准于 1996 年 12 月 18 日经电力工业部审定推荐为推荐性标准，编号为：DL/T5062—1996；1997 年 5 月 1 日实施。

# 目 次

## 前 言

1	总则 .....	1
2	术语定义 .....	2
2.1	继电保护专业术语 .....	2
2.2	微波通信专业术语 .....	5
3	继电保护与微波通信的接口 .....	9
3.1	音频接口 .....	9
3.2	数字接口 .....	9
4	继电保护设备与通信终端设备的连接 .....	12
	条文说明 .....	15

# 1 总 则

**1.0.1** 本规定在符合中华人民共和国现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》(GB14285—93)和中华人民共和国行业标准《电力系统微波通信工程设计技术规程》(DL 5025—93)的原则下,为电力系统继电保护复用微波通信电路设计制定的,保护与通信专业必须共同遵守。

**1.0.2** 本规定适用于微波通信电路传输继电保护信息的设计。复用光缆通信终端设备传输继电保护信息的设计可参照本规定。

**1.0.3** 微波通信电路传输继电保护信息时,微波通信电路除应满足继电保护对微波通道质量指标的要求(见本规定3.2.6条)外,在其它性能和使用条件上不应对继电保护加以限制;继电保护应按微波通信电路所具备的性能和技术条件进行设计。

**1.0.4** 为给电力系统继电保护复用微波通信电路创造条件,在微波通信工程设计时微波站址应尽量选在现有和规划的发电厂和变电所内。

微波通信电路的终端复用设备中必须备有足够的64kbit/s数字接口。

**1.0.5** 当线路配置的两套主保护均要求微波通道传输保护信息时,宜使用两条不同路由的微波通信电路;在不具备两条路由条件时宜使用两个基群终端设备的数据通道。

## 2 术 语 定 义

### 2.1 继电保护专业术语

#### 2.1.1 主保护

满足系统稳定和设备安全要求，能以最快速度有选择地切除被保护设备和线路故障的保护。

#### 2.1.2 后备保护

主保护或断路器拒动时用以切除故障的保护。

#### 2.1.3 可靠性

可靠性是指保护该动作时动作，不该动作时不动作。

该动作时动作是可靠性中的信赖性。

不该动作时不动作是可靠性中的安全性。

保护该动作时不动作为保护拒动。

保护不该动作时动作为保护误动。

#### 2.1.4 线路纵联保护

利用电力线载波、微波、光纤或专用辅助导线等通信通道互相传输两侧保护信息的快速动作保护。

本规定中复用微波通道的继电保护为微波纵联保护。纵联保护系统的构成示于图 2.1.4。

#### 2.1.5 相位比较式纵联保护

利用通信通道互相传输故障电流的相位信号，两侧保护分别比较本侧与对侧电流相位，并根据相位差判别区内外故障的保护。

#### 2.1.6 电流差动纵联保护

利用通信通道互相传输被保护线路两侧电流瞬时值数据(数字 PCM 电流差动纵联保护)或电流模拟量频率调制的音频模拟信号(模拟式 FM 电流差动纵联保护)，两侧保护根据本侧和对侧电流数据分别计算或求出保护线路上的电流差值，并据此判别区内外故障的保护。



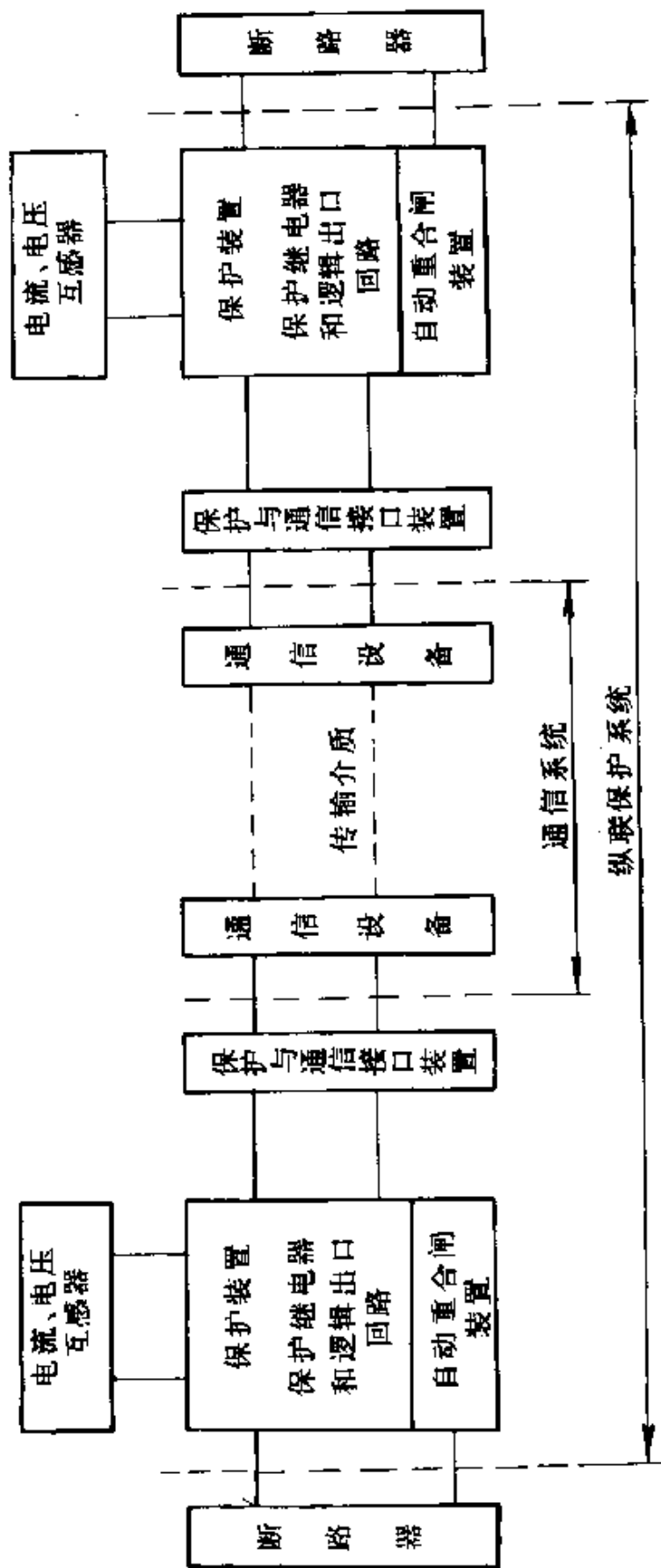


图 2.1.4 使用通信通道的纵联保护系统构成图

### 2.1.7 远方跳闸式保护

利用通信通道把命令信号传输到对侧，对侧保护收到该命令后直接跳闸的保护。

继电保护和系统安全自动装置的远方跳闸均由远方跳闸保护实现。

### 2.1.8 音频接口装置

继电保护与通信设备采用音频接口时，保护的命令信号须经音频接口装置在音频带内键控移频调制(FSK)和解调后方可利用微波话路通道双向传输。

### 2.1.9 数字接口装置

继电保护与数字微波终端设备数字接口时，保护的命令信号和数据须经数字接口装置进行调制和解调后与数字微波终端设备复接和分接。

### 2.1.10 光端机

光纤通信所必须的信号光/电、电/光转换器和码型变换器的组合体。

### 2.1.11 综合重合闸装置

对单相故障仅跳开故障相；对相间故障跳三相后再合闸一次的自动装置；对永久性故障时快速跳三相。

### 2.1.12 多相重合闸装置

同杆双回线考虑跨线故障，并配有分相保护按故障相跳闸时，跨线故障跳闸后按双回线残留健全相情况，双回线分别重合断开相，或断开残留健全相不重合的自动装置；单回线故障时具有综合重合闸的功能。

多相重合闸装置要求经通信通道互相传输两侧断路器各相的位置状态信息，供多相重合闸根据跨线故障的跳闸情况，检测是否满足重合闸条件。

### 2.1.13 命令信号

命令式保护（闭锁式、允许式和远方跳闸式保护）利用通信通道传输的保护信息是命令信号。

### 2.1.14 模拟信号

模拟式保护（电流差动纵联保护、电流相位比较式纵联保护）利用通信通道传输的保护信息是模拟信号（如电流瞬时值或电流相位值）。

## 2.2 微波通信专业术语

### 2.2.1 频率调制（FM）

已调制的音频信号频率按照调制信号的幅值变化。

### 2.2.2 键控移频调制（FSK）

随键控信号的改变使发送频率变化。

### 2.2.3 脉冲编码调制（PCM）

对信号进行采样，每一个采样的幅值相对于其它的采样独立地进行量化并通过编码转换成数字信号的过程。

### 2.2.4 高级假设参考数字通道

CCIR 建议 556—1 提出的假设参考数字通道属于 CCITT 的假设参考电路质量划分中的高级电路，应符合下述要求：

1. 每个射频波通道容量大于二次群的高级假设参考通道长度为 2500km；
2. 该通道每个传输方向包括 9 套标准系列的数字复用设备；
3. 该通道包括 9 段等长的等质数字微波段；
4. 该假设参考数字通道的组成见图 2.2.4。

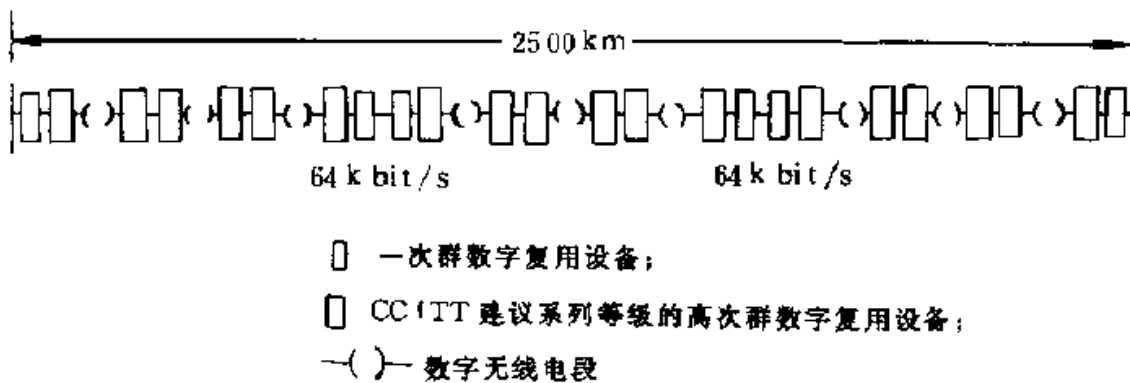


图 2.2.4 高级假设参考数字通道组成图

### 2.2.5 假设参考数字段

假设参考数字段是高级假设参考数字通道的一个组成部分，数字段长度为 280km。数字段的组成见图 2.2.5。

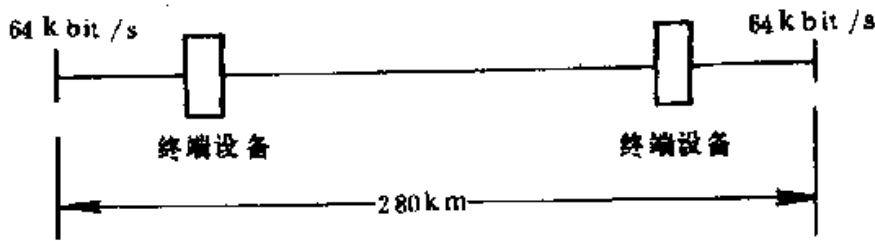


图 2.2.5 假设参考数字段

### 2.2.6 误码率 (BER)

在规定的时间内所接收的误码数与在同一时间内所接收的总码数之比。

### 2.2.7 微波通道的不可用时间

至少在一个传输方向上，只要下述两个条件中有一个连续出现 10s，即认定该通道不可用时间开始（这 10s 计入不可用时间）：

1. 数字信号阻断（定位或定时丧失）；
2. 每秒平均误码率大于  $1 \times 10^{-4}$ （注）。

注：根据继电保护要求，严重误码秒误码门限值为  $1 \times 10^{-4}$ 。

### 2.2.8 微波通道的可用时间

在两个传输方向上，下述两个条件同时连续出现 10s，即认定该通道可用时间开始（这 10s 计入可用时间）：

1. 数字信号恢复（定位或定时恢复）；
2. 每秒平均误码率小于  $1 \times 10^{-4}$ （注）。

注：根据继电保护要求，严重误码秒误码门限值为  $1 \times 10^{-4}$ 。

### 2.2.9 微波通道的可用性

$$\text{可用性} = 1 - \text{不可用性} = \frac{\text{可用时间}}{\text{可用时间} + \text{不可用时间}} \times 100\%$$

### 2.2.10 微波通道的中断

严重误码秒连续时间在 10s 以内时为瞬时中断，中断时间率为严重误码秒的时间率。

严重误码秒连续时间超过 10s 以上为系统中断，属于不可用

时间。

继电保护在瞬时中断时应考虑严重误码率的影响；系统中断时无须计及误码率对保护的影响，因通道已中断。

### 2.2.11 衰落

衰落是由直射波与地面反射波及大气折射波的相位干涉结果引起的接收电平下降和频率选择性引起的传输波形失真。

### 2.2.12 PCM 复用设备

用脉冲编码调制和时分复用方法，把若干音频通道的信号经采样变换成数字形式并调制成一个规定速率的规格化数字信号，在两个传输方向上复接和分接的复用设备。

### 2.2.13 一次群（基群）

占有 30/32 通道时隙的 PCM 信号的集合体，通过 PCM 复用设备在两个传输方向形成 2048kbit/s 速率的复合信号。通常一次群中备有一定数量的 64kbit/s 的数据通道，供保护和其它专业传输数据信息。

### 2.2.14 $n$ 次群

若干 PCM 低次群复用的集合体，可在两个传输方向生成规定速率的复合信号。

二次群复接四个一次群，复合信号速率为 8448kbit/s；三次群复接四个二次群，复合信号速率为 34368kbit/s。

### 2.2.15 准同步复接

一次群与二次群，二次群与三次群的复接都采用准同步复接方式。准同步复接的两侧时标与信号相应有效瞬间以相同标称速率出现，为解决两者速率差，应采用码速调整。

### 2.2.16 同步复接

复接的时标和信号的相应有效瞬间，必须以相同速率出现，二者必须同步。

继电保护的数字信号与通信终端设备一次群的数字接口就是同步复接，二者的时标与信号必须同步。

### 2.2.17 同向接口

一种接口，须通过该接口传送的信号及其相关的定时信号都按同一方向传输。

#### 2.2.18 反向接口

一种接口，与须通过该接口传送的信号的传输方向相关的定时信号都朝着接口的同一方向。

#### 2.2.19 主主时钟方式

通道两侧基群设备均采用内时钟的方式。

#### 2.2.20 主从时钟方式

通道两侧基群设备中，一侧采用内时钟，另一侧从收信号中提取时钟信号作为发定时信号的方式。

#### 2.2.21 外时钟方式

基群设备的时钟采用基群外部的时钟源方式。

#### 2.2.22 非受控滑码

与传输或交换一个数字信号相关的定时过程的偏差所引起的一个数位或一组连续数位的位置不受控制的损失和增加。

#### 2.2.23 四线制音频接口

每个传输方向各使用二芯音频电缆的接口方式。

#### 2.2.24 中转

信号系统工作在非直联工作方式下，从一条信号链路向另一条信号链路的转接。

#### 2.2.25 CCITT

国际电报电话咨询委员会 (International Telegraph and Telephone Consultative Committee 的缩写)。

#### 2.2.26 CCIR

国际无线电咨询委员会 (International Radio Consultative Committee 的缩写)。

## 3 继电保护与微波通信的接口

### 3.1 音频接口

3.1.1 模拟微波通信电路传输继电保护信息时采用音频接口。

数字微波通信电路传输继电保护键控移频(FSK)的命令信息(包括安全自动装置的远方命令信息)或电气量音频调制(FM)的模拟信息时也应采用音频接口。

3.1.2 继电保护与微波通信音频接口连接时应采用四线制。

继电保护设备与微波终端设备连接界面的四线音频接口的技术要求应分别符合中华人民共和国现行国家标准《模拟载波通信系统网络接口参数》(GB3384—82)和 CCITT 建议 G.712《PCM 信道音频四线接口间的性能特征》。

3.1.3 继电保护设备与微波终端设备的音频接口装置宜置于保护侧,必要时也可置于微波通信设备侧。继电保护设计应包括音频接口装置。

3.1.4 微波通信电路传输模拟式分相电流差动保护信息时除需三个话路传输三相电流的 FM 模拟量外,还需要一个话路监测通道,防止干扰引起保护误动作。四个话路是该保护对通道数量的基本要求。

保护装置的多相重合闸对相互传输线路两侧断路器分相状态信息的要求,可采用一个话路低速传输多个状态信息的方式完成。

3.1.5 继电保护命令信号或远方跳闸命令信号利用微波通道音频口传输时宜使用单独的话路。音频接口装置采用移频键控方式。

### 3.2 数字接口

3.2.1 数字微波通信电路传输数字式电流差动纵联保护、相位比较纵联保护和保护数字接口装置的电气模拟量数据、状态量和命令信息时,上述设备与数字微波电路的终端设备应采用 64kbit/s

数字接口。

3.2.2 64kbit/s 的接口型式（同向接口或反向接口）应根据继电保护装置的特点和要求，由继电保护专业与通信专业协商，在继电保护设计前确定，并作为保护设计的原始条件。

3.2.3 数字微波终端设备的 64kbit/s 同向接口板或反向接口板（尽量采用同向和反向兼容的接口板）属于微波终端机的配套设备。

3.2.4 64kbit/s 数字接口的技术条件应符合中华人民共和国现行国家标准《脉冲编码调制通信系统网络数字接口参数》（GB7611—87）。

3.2.5 与数字微波电路数字接口的继电保护装置和继电保护用数字接口装置应将经微波通道传输的电气模拟量在装置内进行采样、模/数变换后与需经微波通道传输的数据、状态量和命令信息等以一定的帧格式完成 64kbit/s 的编码、解码，用一个 64kbit/s 的高速数据通道传输保护设备的全部信息。

3.2.6 传输继电保护信息的数字微波通信电路区段具备的质量指标。

3.2.6.1 高级假设参考数字通道（2500km）64kbit/s 输出端的误码性能指标应满足下列要求：

（1）误码劣化分

任何月份 0.4% 以上时间的 1min 平均误码率不大于  $1 \times 10^{-6}$ ；

（2）严重误码秒

任何月份 0.054% 以上时间的 1s 平均误码率不大于  $1 \times 10^{-4}$ ；

（3）误码秒（BER > 0）

任何月份误码秒的累积时间不大于全月的 0.32%；

（4）残余误码率不大于  $5 \times 10^{-9}$ 。

3.2.6.2 实际通道长度  $L$  小于 2500km 时，误码时间率指标按长度比例分配。



当  $L$  小于 280km 时取 280km 的指标。

误码性能指标的误码率门限值不随通道实际长度改变。

**3.2.6.3 传输继电保护信息的微波通道假设参考数字段 (280km) 的可用性指标应不小于 99.97%。**

**3.2.6.4 传输主保护信息的微波通道传输延时应不大于 5ms。**

**3.2.7 复用微波通信电路的继电保护装置对微波通道的误码应有可靠的防护措施,确保通道传输发生误码时不造成保护误动作。**

**3.2.8 微波通道的基群终端机为适应复用的各种继电保护对通道时钟方式的不同要求,必须具备内时钟、从时钟和外时钟三种时钟源,满足微波通道保护复用段两侧基群实现主主或主从时钟方式和 64kbit/s 中转时外时钟的需要。**

**3.2.9 继电保护复用的微波通道尽量避免 64kbit/s 中转,宜采用基群 (2048kbit/s) 的中转,以减少微波通道的传输延时和改善通信系统的工作条件。**

## 4 继电保护设备与通信终端设备的连接

**4.0.1** 在变电所或发电厂内,当复用数字微波电路的继电保护与微波终端设备采用数字接口,距离大于50m,或通过强电磁干扰区时应采用光缆连接。

当继电保护设备与微波终端设备采用音频接口,距离较远且通过强电磁干扰区时也可采用光缆连接。

**4.0.2** 当继电保护设备与微波终端设备用光缆连接时,应把继电保护侧的光端机设在保护装置内或保护屏上,另一侧的光端机设在微波室,并应紧邻微波终端设备屏。光端机与保护设备和微波终端设备应使用对称屏蔽线对连接,其屏蔽层应在两侧接地。

继电保护设计应包括接口连接用的光缆和两侧光端机。

**4.0.3** 当继电保护设备与微波终端设备采用音频接口,且音频接口设备放在保护侧时,应采用音频电缆绞线对与微波终端音频口连接;当音频接口设备放在微波室时保护的继电器空接点应经控制电缆与音频接口设备连接。

**4.0.4** 当音频接口设备置于保护侧时除应使用屏蔽式音频电缆与微波终端设备连接外,当连接距离较远且通过强电磁干扰区时,为保证人身与设备安全和提高抗干扰能力,应使用较高耐压的音频电缆,两端应经较高耐压的变压器隔离,其屏蔽层接地。

**4.0.5** 当数字接口采用光缆连接时光缆的连接距离以不设光中继为限,并应保证光端机的足够接收余量。

连接光缆应留有足够的备用芯和长度。

光缆与设备连接处应采取抗外力破坏的保护措施。

连接光缆应敷设在变电所或发电厂的电缆沟内,不宜架空敷设。

在光缆选择时要满足环境温度条件。

**4.0.6** 设置在微波室的保护接口设备屏柜尺寸应与通信设备屏柜尺寸相协调。

设置在微波室的保护接口设备应使用通信的直流电源，设备屏柜上应设有明显的装置异常报警信号。

# DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5062—1996

---

## 微波电路传输继电保护信息 设计技术规定

### 条文说明

主编单位：电力工业部东北电力设计院  
批准部门：中华人民共和国电力工业部

中国电力出版社

1996 北京

## 说 明

复用微波通信电路传输继电保护信息是涉及继电保护和微波通信两个专业的新技术。为了顺利推广这一新技术，必须制定一个统管两专业的设计技术规定。为此，电力工业部电力规划设计总院给电力工业部东北电力设计院下达了编写本规定的任务。

本规定结合两专业的各自要求和技术条件，重点地对继电保护装置与通信设备的接口、接口连接和相关技术及设计原则做了必要的规定。由于专业配合上的要求，本规定除对两专业分别做了必要的规定外，还从继电保护专业要求出发，对数字微波通信电路的性能指标也做了相应规定。

由于本规定是国内首次编制，国外也无先例，虽几经讨论、修改，仍难免存在不当、不全之处，在执行中如有发现，请函告主编单位。

# 目 次

## 说 明

1	总 则 .....	18
3	继电保护与微波通信的接口 .....	19
3.1	音频接口 .....	19
3.2	数字接口 .....	20
4	继电保护设备与通信终端设备的连接 .....	30

# 1 总 则

**1.0.2** 本条是本规定的适用范围。光纤通信与数字微波通信有相同的终端复用设备，因此复用光纤通信通道的设计可参照本规定。

**1.0.3** 继电保护对数字微波通信电路的性能指标要求见本规定的第3.2.6条。

继电保护和微波通信专用网都是电力系统的重要组成部分，二者应互相配合协作，为电力系统的安全运行服务。为此，通信专业给继电保护提供可靠的通道，不应给继电保护复用微波通道提出限制条件；继电保护应在通信的规定条件下开展设计。

**1.0.4** 本条是参照《电力系统微波通信工程设计技术规程》(DL 5025—93)的有关条款的主要内容加以引用和强调，为的是给继电保护利用微波通道创造条件。

**1.0.5** 从远方保护的可靠性出发，线路的双重化主保护不宜使用一条路由的微波通道。因此，通道具备条件时应使用两条路由的微波通信电路分别传输两套保护的信息；如不具备两条路由的条件，而双重化主保护又必须使用微波通道传输保护信息时，要使用不同基群的数据通道。

## 3 继电保护与微波通信的接口

### 3.1 音频接口

**3.1.1** 继电保护复用模拟微波通信电路时只能通过微波终端机的话路音频口接入。

数字微波传输继电保护信息时既可用音频接口，也可用数字接口，对于保护 FM 调制的模拟量和 FSK 的命令信息每个量均应占用一个话路，须经音频接口传输。数字接口适用于多个模拟量和命令信息 PCM 的数字数据。

**3.1.2** 本规定建议保护与通信音频接口采用四线制，发信与收信各用两芯音频电缆的绞线对连接。这对于连接电缆的屏蔽、隔离、接地等均比较方便。

模拟微波通信电路四线制音频接口的技术应符合现行国标《模拟载波通信系统网路接口参数》(GB3384—82)的有关规定。对于数字微波的四线制音频接口的技术要求应符合 CCITT 建议 G.712《PCM 信道音频四线接口间的性能特性》。

**3.1.3** 音频接口设备设置在保护侧，还是设置在通信侧，要根据保护的安全性与信赖性而定，从目前技术发展趋势和方便运行维护看，与微波接口的音频接口设备设置在保护侧是合理的。音频接口设备是保护复用微波通信电路的专用设备，不包括在微波通信设备内，该设备属于保护的配套设备。

**3.1.4** 占用四个话路是一套模拟式 (FM) 分相电流差动纵联保护对微波通信电路通道数量的基本要求，是保护自身功能的需要。为避免保护占用话路过多，带多相重合闸功能的电流差动纵联保护可另使用一个话路，例如可用 50Bd 的多路键控移频调制方式传输双回线路两侧断路器 6 相状态信息，以满足多相重合闸对双回线残留健全相的判别要求。

**3.1.5** 利用微波通道音频口传输命令信息时每个命令信息占用



一个话路，以保证可靠性和减少传输时延。

### 3.2 数 字 接 口

3.2.1 数字式电流差动和相位比较纵联保护以及保护数字接口装置对需要传输的数据与各种信息的输出形式只有满足数字微波终端设备 64kbit/s 数据口要求，才可直接上 64kbit/s 数据口。

3.2.2 继电保护与微波终端设备数字接口型式的确定，主要决定于复用微波通道的继电保护的特性要求。

例如有的厂家生产的数字电流差动纵联保护，适用于同向接口，但要求线路两侧终端设备采用主从时钟方式。

同向接口时为满足微波终端机和 64kbit/s 数据通道收发数据同步复接的要求，必须采用主从时钟方式，否则 64kbit/s 收发时钟信号保证不了与基群终端设备同步复接的要求。因此，同向接口采用主从时钟方式时，不能改成主主时钟方式运行。在通道中存在 64kbit/s 中转时，主从时钟方式下同向接口的 64kbit/s 中转在通信系统改成主主时钟方式时，将因时钟不同步造成数字信号的非受控滑码，使中转无法实现。

反向接口时电流差动保护复用的微波通道（无 64kbit/s 中转）可采用主主时钟方式，对于主主时钟方式运行的微波通道，在时钟发生故障时时钟源切换成主从时钟方式不影响保护运行。

另有的厂家生产的数字电流差动保护装置由于两侧分别计算线路上的差动电流值，因此要求各侧的收发数据同步。虽然对于接口型式是同向还是反向型式没有要求，但时钟方式必须是主从方式，否则保证不了通道各侧收发时钟的同步，在通道各侧收发时钟信号不同步情况下，两侧采样时刻存在滑差相对不断滑动，不但无法补偿采样时刻同步，同时也保证不了差动电流计算的误差。因此，对于这种数字电流差动保护来说，接口型式不是决定因素，但对通道两侧基群端机采用主从时钟方式是必要条件。

综上所述，对于保护采用何种型式的数字接口要视保护的特点和要求确定。

3.2.3 因为接口板设置在微波终端机内，同时微波终端的选型、订货等均由通信专业负责，故在本规定中接口板划归通信的配套设备。

3.2.5 为经济地利用数字微波通道，数字式电流差动纵联保护在一个 64kbit/s 的高速数据通道上除传输 A、B、C 三相电流数据，还把保护、重合闸、远方跳闸命令以及通道监测等各种信息数据汇编成一串规格化的数字信号，复用微波通道传输至对侧。这是对数字式保护传输保护信息的一项基本要求。

3.2.6.1 关于保护对微波通道误码性能的要求，目前国际上还没有统一的标准。我国邮电部已把 CCIR 的性能指标纳为行业标准，但纵观作为综合数字业务网标准的 CCIR 提出的性能指标，由于业务网并没有考虑继电保护的特殊要求，因此本规定有必要从保护角度权衡 CCIR 误码指标是否满足要求。

日本电力系统微波通信专用网很发达，复用微波通道的保护使用较早，也比较普遍。随着模拟微波过渡发展到数字微波，微波保护也相应从模拟微波保护发展到数字微波保护。日本根据运行多年的 FM 模拟保护已达到的保护闭锁时间率 ( $10^{-5}$ )，即日闭锁时间为 0.864s，作为复用数字微波通道的数字微波保护的闭锁时间率指标。由该保护闭锁时间率推导出的误码率为  $10^{-7}$ 。推导中采样频率为 600Hz，每帧比特数为 106，考虑误码均匀分布，当 1 帧中有 1 个误码时保护舍弃该帧，这相当于保护闭锁  $\frac{1}{600}$ s。任何月份误码引起的保护闭锁时间符合下式：

$$\text{BER} \times 64000 \times 30 \times 24 \times 60 \times 60 \times \frac{1}{600} \leq 10^{-5} \times 30 \times 24 \times 60 \times 60$$

从上式可得误码率 (BER) 为

$$\text{BER} \leq 0.937 \times 10^{-7} \approx 1 \times 10^{-7}$$

日本对误码率的定义是考虑衰落的严重误码秒指标，误码门限值为  $1 \times 10^{-7}$ ，时间率为 100%，微波通道按 280km 的假设参考数字段考虑。

CCIR 的误码性能指标对于 2500km 的高级假设参考数字通

道严重误码秒的定义是：任何月份 0.054% 以上时间的 1s 平均误码率应不大于  $1 \times 10^{-3}$ 。

如把日本定义的要求，按  $10^{-5}$  保护闭锁率推算 CCIR 定义的严重误码秒门限值时误码率应为  $1 \times 10^{-4}$ 。即按 CCIR 定义条件把严重误码秒的误码率门限提到  $1 \times 10^{-4}$ ，可满足通道长度为 280km 的保护日闭锁时间小于 0.864s 的日本要求指标。

按照 CCIR 误码性能指标的定义，根据误码率推算保护闭锁时间的计算

### 1. 计算原则

(1) 规定的时间（1 个月或 1 天）的 64kbit/s 通道可用时间内的误码总数，根据 CCITT 建议 G821 附录 B 的误码性能解释原则（见图 3.2.6），按严重误码秒时间率内的误码数和误码秒时间率内的误码数计算。

#### (2) 严重误码秒时间率内的误码数

$$n_1 = 10 \times \text{BER} \times 64000 \times \frac{\Delta t}{100} \times \frac{L}{2500} \times t$$

式中：10×BER——严重误码秒的 10 倍误码门限值；

$\Delta t$ ——严重误码秒的时间率；

$L$ ——通道距离，假设参考数字段为 280km；

$t$ ——规定时间，以日计  $t=86400\text{s}$ 。

(3) 严重误码秒时间率外的误码数按误码秒时间率扣除严重误码秒时间率内的误码数计算，即

$$n_2 = \text{BER} \times 64000 \times \frac{(\Delta t'' - \Delta t)}{100} \times \frac{L}{2500} \times t$$

式中：BER——严重误码秒的误码门限值；

$\Delta t''$ ——误码秒的时间率；

$\Delta t$ ——严重误码秒的时间率；

$L$ ——通道距离，假设参考数字段  $L=280\text{km}$ ；

$t$ ——规定的时间，以日计  $t=86400\text{s}$ 。

(4) 通道的误码按均匀分布在各帧，1 帧内有 1 个及以上误码

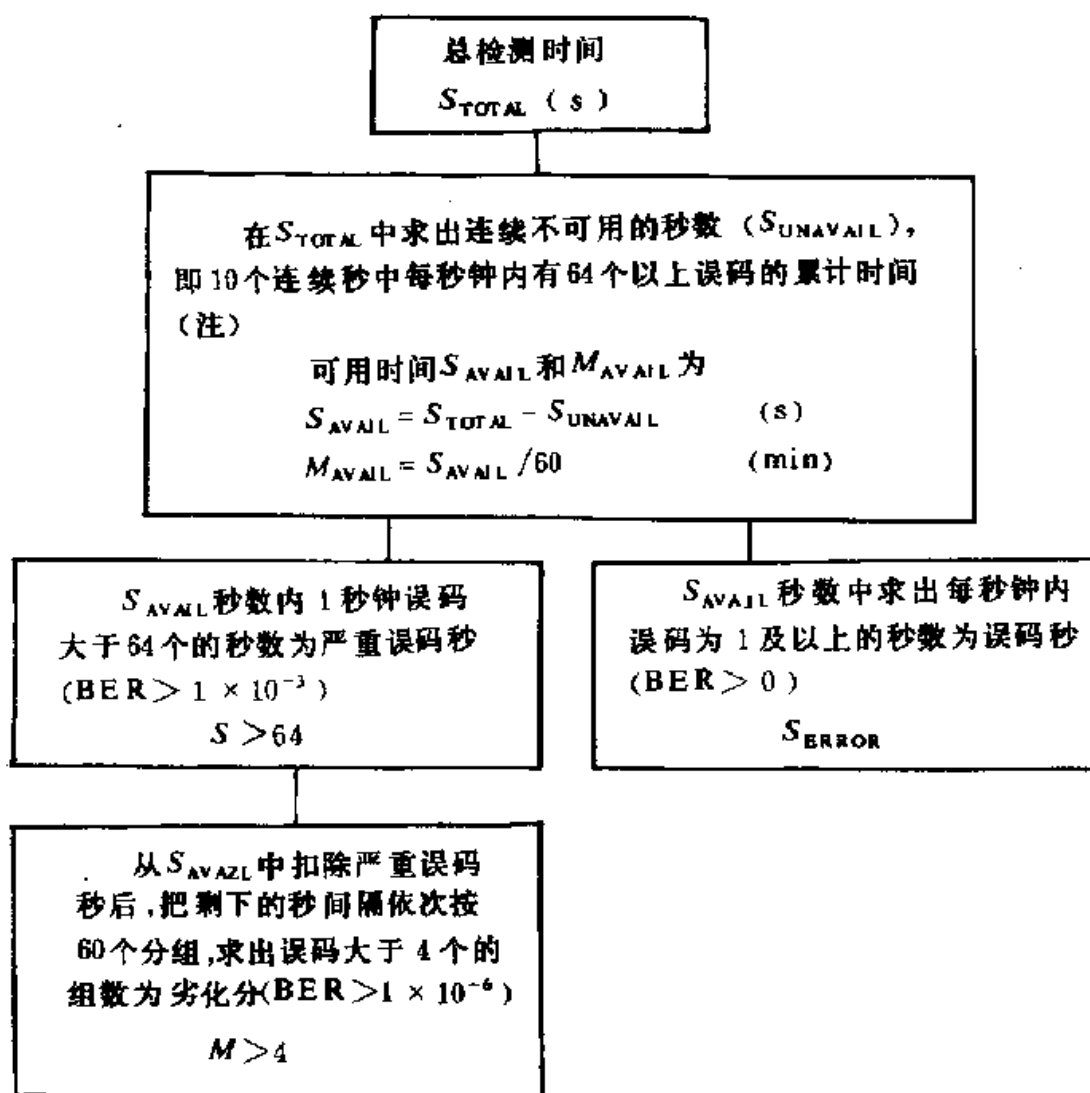


图 3.2.6 CCITT 建议 G.821 误码性能指标解释导则图

注：关于不可用时间的开始和终止见 2.2.7 和 2.2.8。

时，保护舍弃该帧，相当闭锁 1 个采样间隔  $(1/f, s)$ 。

(5) 根据以上原则，求出误码总数后可按下式求出保护闭锁时间

$$t = (n_1 + n_2) \frac{1}{f}$$

式中： $f$ ——保护的采样频率。

(6) 当每秒钟的误码数超过采样频率（按误码均匀分布算，已帧帧有误码）时，闭锁时间应按  $f$  个误码计。

2. 严重误码秒门限值为  $1 \times 10^{-3}$ ，在通道长度为 280km 数字段上复用的保护每日闭锁时间

(1) 严重误码秒的误码数

$$n_1 = 10 \times 10^{-3} \times 64000 \times 0.00054 \times \frac{280}{2500} \times 86400 = 3344.3$$

因为  $10 \times 10^{-3} \times 64000 = 640$ ，即每秒钟 640 个误码，保护采样频率为 600Hz 时，可按 600 个误码计（误码 600 个，按误码均匀分布每帧有 1 个误码），则

$$n_1 = 600 \times 0.00054 \times \frac{280}{2500} \times 86400 = 3135$$

(2) 误码秒的误码数

$$n_2 = 10^{-3} \times 64000 \times (0.0032 - 0.00054) \times \frac{280}{2500} \times 86400 \\ = 1647$$

(3) 保护每日的闭锁时间

$$t = (3135 + 1647) \frac{1}{600} = 7.97s$$

严重误码秒门限值为  $1 \times 10^{-3}$  时，280km 通道的保护日闭锁时间为 7.97s。该数值比日本提出的每日保护闭锁时间（0.864s）的指标大 9.26 倍。

3. 严重误码秒的门限值提到  $1 \times 10^{-4}$  时，保护每日闭锁时间

(1)  $n_1 = 10 \times 10^{-4} \times 64000 \times 0.00054 \times \frac{280}{2500} \times 86400 = 334.4$

(2) 误码秒的误码数

$$n_2 = 10^{-4} \times 64000 \times (0.0032 - 0.00054) \times \frac{280}{2500} \times 86400 = 164.7$$

(3) 保护每日闭锁时间

$$t = (334.4 + 164.7) \frac{1}{600} = 0.8318s$$

严重误码秒误码率门限值提到  $1 \times 10^{-4}$ ，在严重误码秒时间率不变的条件下，CCIR 的误码性能指标即可达到日本提出的，复用数字微波通道的电流差动保护的闭锁时间指标（0.864s/d）。

据此，在本规定中提出严重误码秒的误码门限值为  $1 \times 10^{-4}$  的继电保护的特别要求，对于 CCIR 的其它几项性能指标（恶化分、误码秒、残余误码率）仍可保持原指标。

**3.2.6.3** 对传输继电保护信息的微波通道假设参考数字段(280km)的可用性指标从CCIR的99.967%,提高到99.97%,其中误码门限值取 $1 \times 10^{-4}$ 。

**3.2.6.4** 微波通道的传输延时对于传输保护信息时,实际上累加到复用通道的继电保护动作时间上。由于超高压线路保护对于主保护的快速性有严格要求,希望尽量减小通道的传输延时。

**3.2.7** 微波通道的衰落是由于直射波与地面反射波及大气折射波的相位干涉结果引起的。微波通信工程设计时有多种抗衰落措施可供选择,诸如调整站距、提高余隙、加大发射容量、提高接收灵敏度,采用频率、空间分集技术,加装均衡器等,但由于经济上的原因还不能完全消除深衰落的发生,同时深衰落的发生机率和持续时间都不可预测。因此,保护除提出相应的误码率要求外,复用微波通道的保护自身也应具备可靠的防护措施,确保通道深衰落时传输的误码不造成保护误动作。

保护的防护措施主要是通道传输的误码检测、同期检测、通道检测、固定比特检测等不纠错的误码检出措施。保护中采用检测出误码便舍弃一帧,多帧误码后闭锁保护等防止保护误动作的办法是必要的。至于保护采用的具体措施由保护装置设计时自行选择,但本规定的此项要求是各种复用数字微波通道的保护装置必须满足的。

由于保护采用了上述误码防护措施带来的保护信赖性问题应从两方面考虑:一方面电力系统无故障条件下,必须保证保护装置不因通道传输的误码造成运行误动作,即把安全性置于首位,并且此项任务交由保护完成;另一方面,当被保护线路发生故障,因通道发生误码,造成保护动作延时(舍弃误码帧)或保护不动作(多帧误码闭锁保护)的机率极少,因为电力系统故障与通道深衰落是不相关的,而且保护动作过程在几十毫秒内完成,在此时间内发生误码的机率完全可以忽略不计。作为保护的信赖性要有可靠的保证,这要从超高压线路的保护配置上解决。超高压线路根据规程规定配置双重化的主保护和一套后备保护,发生误码时即

便复用微波通道的保护延时动作，还有另一套主保护和后备保护完成切除故障线路的任务。

3.2.8 从继电保护复用基群终端设备的角度，基群终端机应具备内时钟、从时钟和外时钟三种时钟源，以满足继电保护要求复用通道的主主时钟方式和主从时钟方式的不同需要。通道时钟方式与数字接口的型式有关，参见本规定第3.2.2条与第3.2.9条的条文说明。

3.2.9 避免64kbit/s中转主要是考虑接口型式和中转延时的限制。64kbit/s中转除增加通道的传输延时外，还对接口型式有限制。

#### 1. 64kbit/s 中转的接口型式和时钟方式

国标《脉冲编码调制通信系统网络数字接口参数》(GB7611—87)规定64kbit/s有二种接口型式即同向接口和反向接口。同时还规定，在同步网和准同步网中使用同向型接口；在点对点通信中除使用同向型接口外，也可使用反向型接口。同向型接口和反向型接口不能简单实现输入与输出的相互连接。为了通过接口传递比特序列独立的64kbit/s数据信号，除规定64kbit/s标称比特率的容差为 $\pm 100\text{ppm}$ 外，还必须通过接口在发送和接收两个方向有三种信号通过，即64kbit/s数据信号、64kHz定时信号和8kHz 8比特组相位定时信号。

为了接口上不产生非受控滑码，同向接口时应创造同步的工作条件，即采用主从时钟方式，如同向接口的通道两侧基群终端设备采用主主时钟方式时，由于时钟频率差必然导致接口处产生非受控滑码。反向接口用在通道终端时主主时钟和主从时钟方式均可满足通信的接口要求；但在主主时钟方式时自基群给出的收、发时钟是不同步的，如要求收发时钟同步时，也必须使用主从时钟方式。

当通道有64kbit/s中转时，在64kbit/s中转处，两侧的接口型式必须均采用同向接口。为了避免发生非受控滑码，必须使64kbit/s数据通道工作在同步网，因此在时钟方式上必须满足同

步网的要求。这对继电保护复用微波数据通道是很重要的一个条件，因为滑码不但影响通道误码性能，严重时会导致通道周期性中断，其周期决定于滑码的间隔，滑码间隔决定于不同时钟的频率差。

对于有 64kbit/s 中转的通信系统，64kbit/s 的接口型式与时钟方式应如图 3.2.9 所示。

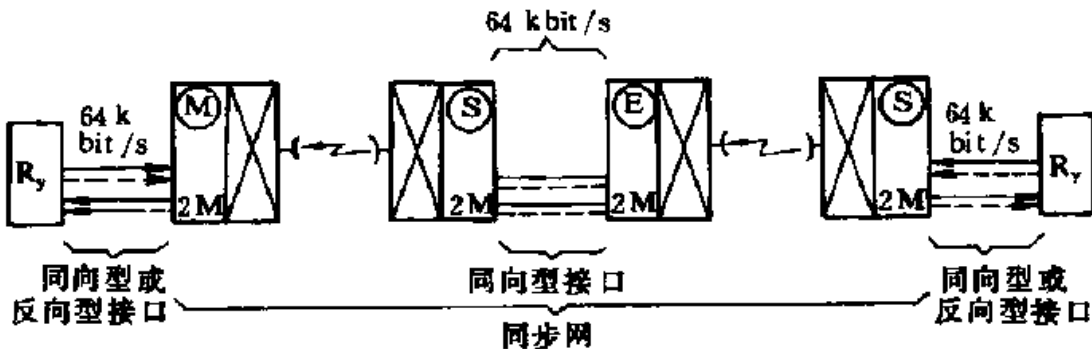


图 3.2.9 64kbit/s 中转的通信系统图

图中 (M)、(S) 和 (E) 分别表示 64kbit/s 数据通道的 2M 基群终端设备使用内时钟、从时钟和外时钟源。

64kbit/s 中转处两侧必须使用同向型接口。

图示时钟方式和 64kbit/s 同向接口中转的通信系统是同步网。通道两侧终端业务侧（继电保护装置）与通信终端设备无论使用同向型接口，还是反向型接口均能传递比特序列独立的 64kbit/s 保护数据信号，各侧终端的 64kbit/s 数据信号和定时信号收、发间是同步的。

如图 3.2.9 所示的同步网在保持一个内时钟的条件下，内时钟的位置可任意安排，但系统必须保持主从时钟方式，同时中转处除使用同向型接口外，中转的一侧应使用另一侧的时钟，即外时钟。

综上所述，现将继电保护对数字接口型式及接口型式与时钟方式的关系做一归纳。

#### (1) 不经 64kbit/s 中转的通道

保护要求使用同向型接口时，为了接口不产生滑码，通信系



统必须保证数据通道的基群终端设备工作在主从时钟方式，使保护使用的通道是个同步通道。

保护使用反向接口时，即便通信网使用主主时钟方式的准同步网，接口处不致发生滑码，但各侧的收发数据与定时均不同步。当保护要求各侧收发间同步时不能使用主主时钟方式，必须使用主从时钟方式，当保护不要求每侧收发间同步，则可工作于主主时钟方式。

## (2) 有 64kbit/s 中转的通道

64kbit/s 中转处两侧必须使用同向型接口，并必须工作在同步网，为此通信系统的时钟方式必须为主从时钟方式，中转处一侧应为外时钟方式。

终端与业务侧的接口型式可适应同向与反向接口型式，应根据保护要求选择。因为通信网是同步的，各侧收发间数据与定时也是同步的。

### 2. 64kbit/s 中转的延时

2048kbit/s 复用设备复接(分接)64kbit/s 数据通道的固定延时

2048kbit/s 复用设备路隙 32，路定时周期为  $1/8000 = 0.000125\text{s}$ 。

32 路信号按 8 比特组(字节)复接。

64kbit/s 数据通道传输一帧数据的时间为一个采样间隔  $t$ ；保护采样频率为  $f$ ，则  $t=1/f$ 。

(1) 当保护采样频率  $f=600\text{Hz}$  时

帧长  $n=64000/600=106.666\text{bit}$

路定时周期  $1/8000=0.000125\text{s}$

一帧数据复接或分接时间  $t_r$

$$t_r = (1/8000) \times n/8 = 0.000125 \times 106.666/8 \\ = 0.00166\text{s}$$

(2) 当保护采样频率  $f=400\text{Hz}$  时

帧长  $n=64000/400=160\text{bit}$

一帧数据复接或分接时间  $t_y$

$$t_y = (1/8000) \times 160/8 = 0.0025s$$

数据通道 64kbit/s 中转一次传输一帧数据就增添一次分接和一次复接的时间。该延时为保护的两个采样间隔时间。对于采样频率为 600Hz 的保护，中转延时为 3.3ms；对于 400Hz 的保护中转延时为 5ms。

综上所述，64kbit/s 中转除增加传输延时外，在接口型式和时钟方式上产生了严格要求。为此，本规定做出避免 64kbit/s 中转的规定。

## 4 继电保护设备与通信终端设备的连接

4.0.1 数字接口的连接可以采用电缆或光缆两种方式。但从抗干扰性能上衡量，光缆连接肯定优于电缆连接。发电厂和变电所内采用电缆连接时由于处在强电磁干扰的环境之中，当保护室与微波通信室不在同一建筑物内，距离较远时，本规定推荐采用光缆连接。如采用双绞线电话电缆连接时，则应采用屏蔽、隔离、接地等一系列措施，否则人身和设备安全得不到保证。

关于用平衡式双绞线电话电缆传输 64kbit/s 速率的 PCM 数字信号的连接电缆的允许距离，今参照 CCITT 第Ⅷ卷Ⅷ.1 分册《电话网上的数据通信》V 系列建议的建议 V.11 有关文件资料，提出最长不超过 50m 的规定。诚然，上述文件资料不是针对保护信号而做的规定，建议 V.11 是《在数据通信领域中通常同集成电路设备一起使用的平衡双流接口电路的电特性》，其中平衡接口电路由一个平衡发生器通过一对平衡导线连接到一个平衡接收器而构成。它讨论的是具有可选用的直流偏移电压的差动信号（平衡）接口电路发生器、接收器以及互连导线的电特性。适用于数据传输速率高达  $10^7$  bit/s 的接口电路，而且这些特性打算主要用于用集成电路技术实现的数据终端设备（DTE）和数据电路终接设备（DCE）。

建议 V.11 的附录 I 中连接电缆长度由下述信号质量要求确定的，即信号上升和下降时间等于信号码元持续时间的 1/2 和发生器与负载之间的电压损耗为 6dB。64kbit/s 速率的数字信号电缆端接  $100\Omega$  电阻时允许长度为 1000m；末端接电阻时允许连接电缆长度为 170m。

考虑到反向接口时保护信号编成 100% 占空比的 AMI 码，综合定时信号用 50% 占空比的 AMI 码传递 64kbit/s 比特定时间信

号，并通过引入编码规则破坏点来传输 8kHz 的 8 比特组相位定时信号。CCITT 建议 V.11 附录 I 的信号质量要求中，信号上升和下降时间等于（或小于）信号码元持续时间的 1/2，对于传输上述的保护信号和定时信号来说失真过大。因为对于 100% 占空比保护信号的上升、下降时间为码元的 50% 时，则 50% 占空比的定时信号上升、下降时间可达到码元持续时间的 100%。这样的质量指标对电缆传输高速率（64kbit/s）的保护信号和定时信号是不合适的。为此，本规定采用电缆末端接电阻的允许长度的 1/3（50m）作为连接电缆的临界长度，即用缩短连接电缆长度的办法减少信号在传输上的失真，以保证保护通道的可靠性。

**4.0.2** 接口采用光缆连接时所需的光端机和连接光缆不属于通信设备，为保护复用微波通道的保护配套设备。

建议保护侧的光端机应做在保护装置内。如果条件不具备，保护侧的光端机也应装在保护屏上，保护与保护侧光端机的连接距离尽量缩短，防止电磁干扰的侵入，确保保护运行的可靠性。

**4.0.5** 多模渐变（GI）光纤（波长为  $0.85\mu\text{m}$ ，光纤损耗为 5dB/km）采用 LED 发光二极管光源发送器件（发送电平为 -20dBm），PIN 二极管接收器件（接收灵敏度为 -58dBm），传输距离为 5km 时可保持 10dBm 以上的接收余量。一般光接口的连接距离都很短，不超过 1km。因此，不设光中继的光纤连接是可以满足实际需要的。

光缆的备用芯通常可按 100% 后备考虑。

光纤的接收余量，在规范中未提具体指标，是因为光接口的连接光缆很短，1km 以下的光缆，衰耗很小，考虑运行中可能发生的光纤熔接，接头、设备老化等实际情况后，保证 5~10dBm 的余量是没有问题的。

光缆的敷设方式本规定推荐在电缆沟内敷设。不宜架空敷设的原因是易受外力破坏，这将使保护通道的可靠性不得保证。

通常光纤的允许环境温度，下限值不超过 $-20^{\circ}\text{C}$ ，这对于北方地区要特别注意。因此，设计中选择光缆时务必要同光缆的供货厂家谈清楚，否则会产生诸如光纤损耗大幅度增加等问题。