

UDC 621.39
M 33



中华人民共和国国家标准

GB 13167—91

长途光缆通信系统进网要求

**Requirements for long haul optical
fiber cable systems joined to national
public telecommunication network**

1991-09-04 发布

1992-05-01 实施

国家技术监督局 发布

本标准是参照国际电报电话咨询委员会(CCITT)有关数字网、数字段和数字线路系统的建议G. 801, G. 821, G. 921, G. 956 中的相关内容制订的。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了长途光缆数字通信系统进入公用电信网的要求。本标准包括长途光缆通信系统的组成和主要特性, 光缆数字线路系统的组成和主要传输特性, 对机线设备的要求, 对系统的可靠性要求以及维护使用的要求等。

本标准适用于公用电信网长途干线光缆通信系统。系统的传输性能应适应电话、电报、数据、传真、彩色电视及其他通信业务等多种信息传输的需要。专用电信网的长途干线光缆通信系统亦可参照使用本标准。

2 引用标准

- GB 4110 脉冲编码调制通信系统系列
- GB 6879 2048 kbit/s 30 路脉码调制复用设备技术要求
- GB 7254 8448 kbit/s 正码速调整二次群数字复用设备技术要求
- GB 7611 脉冲编码调制通信系统网路数字接口参数
- GB 9405.1 34368 kbit/s 正码速调整三次群数字复用设备技术要求
- GB 11324 139264 kbit/s 正码速调整四次群数字复用设备技术要求

3 长途光缆通信系统的组成和主要特性

3.1 假设参考数字链路(通道)

干线光缆通信系统的假设参考数字链路(通道)长 5 000km, 由 12 个(或 18 个)数字段组成。每个数字段的平均长度为 420(或 280)km。

本系统的各项性能指标以 420(或 280)km 的假设参考数字段来规定。

3.2 系统各次群数字系列

本系统中的数字信号比特率等级应符合国家标准 GB 4110。

3.3 工作波长区

系统工作波长位于 1 300 nm 波长区或 1 550 nm 波长区。对于 1 300 nm 波长区, 当系统传输速率在 140 Mbit/s 及以下时, 工作波长区范围是 1 270~1 330 nm; 当系统传输速率为 4×140 Mbit/s 时, 工作波长区范围是 1 285~1 330 nm。

3.4 光纤选型

一级二级干线都采用单模光纤。

3.5 系统容量

一级干线以四次群(1920 话路)为基础,系统容量可扩容到五次群($4 \times 140 \text{ Mbit/s}$)以上。二级干线以三次群(480 路)为基础,系统容量可扩容到四次群以上。

3.6 系统的构成与接口位置

长途干线光缆通信系统由 **PCM** 和数字复用设备及光缆数字线路系统组成。其典型的构成框图以四次群为例,如图 1 所示。系统采用单缆双向双纤传输制。图中给出各接口点位置。接口 **4(4')** 表示四次群光端机与四次群数字复用设备 **M4** 的接口;接口 **3(3')** 表示四次群数字复用设备的支路与三次群数字复用设备 **M3** 的接口;接口 **2(2')** 表示三次群数字复用设备的支路与二次群数字复用设备 **M2-2** 的接口;接口 **1(1')** 表示二次群数字复用设备的支路同长途程控数字交换机或一次群 **PCM** 复用设备的接口;接口 **0(0')** 表示一次群 **PCM** 复用设备的音频话路同长途模拟空分交换机的接口,或 64 kbit/s 接口。

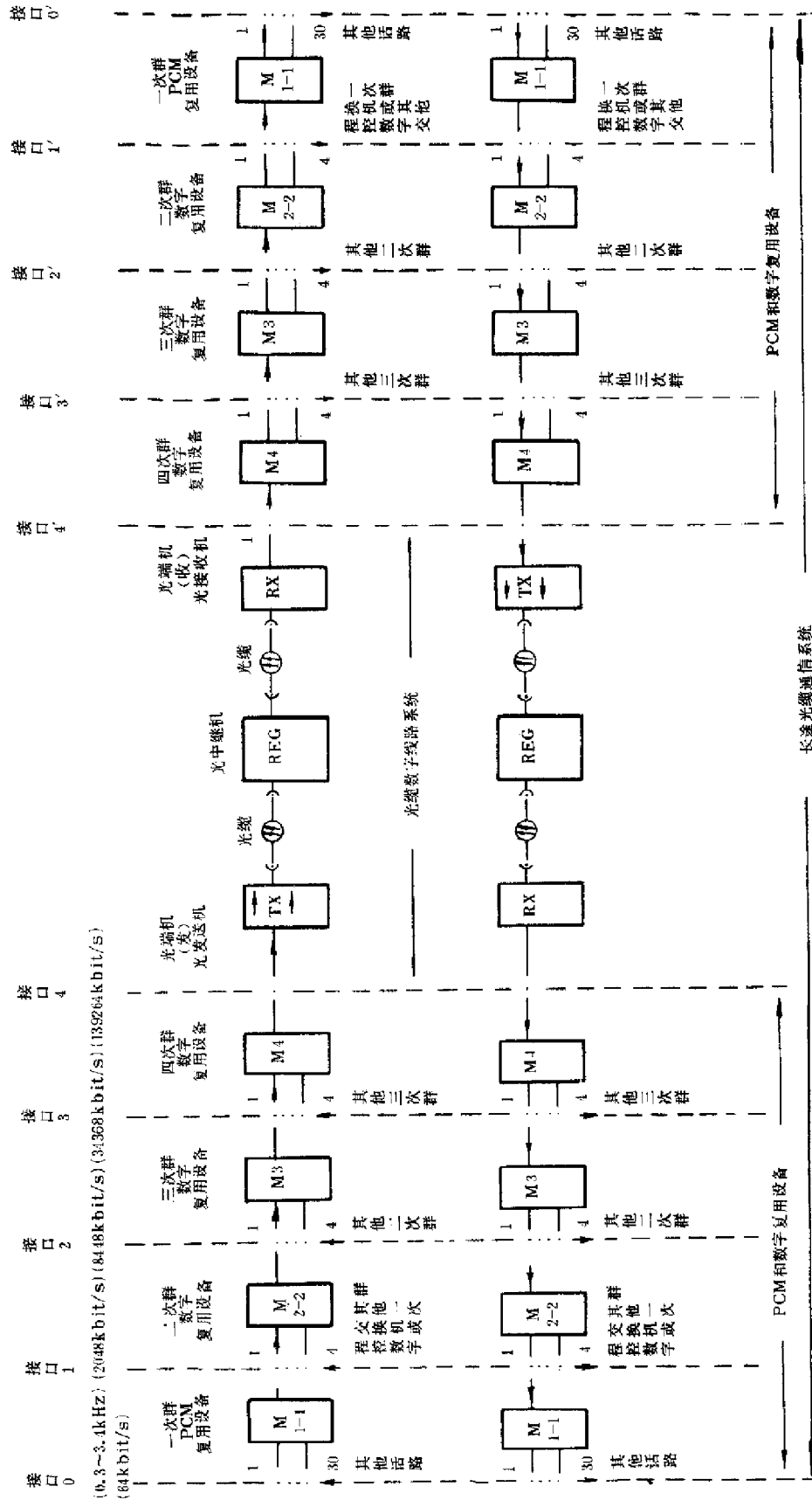


图 1 典型的长途光缆通信系统示意图

接口 0(0')主要对应音频配线架,其接口特性应符合 GB 6879 的音频话路电气传输要求。接口 1(1'),2(2'),3(3'),4(4')分别对应一、二、三、四次群数字配线架,其接口特性见本标准 3.7 条。

光缆数字线路系统由光端机(光发送机 TX 和光接收机 RX)、光缆和光中继机 REG 组成。

3.7 系统分支和接口参数

各个数字段的接口点均为数字信号各次群的分支转接点。分支转接时相应数字群在接口处的脉冲波形特性、码型、比特率及其容差、输入与输出规定、阻抗及连接电缆衰减等,必须满足国家标准 GB 7611。

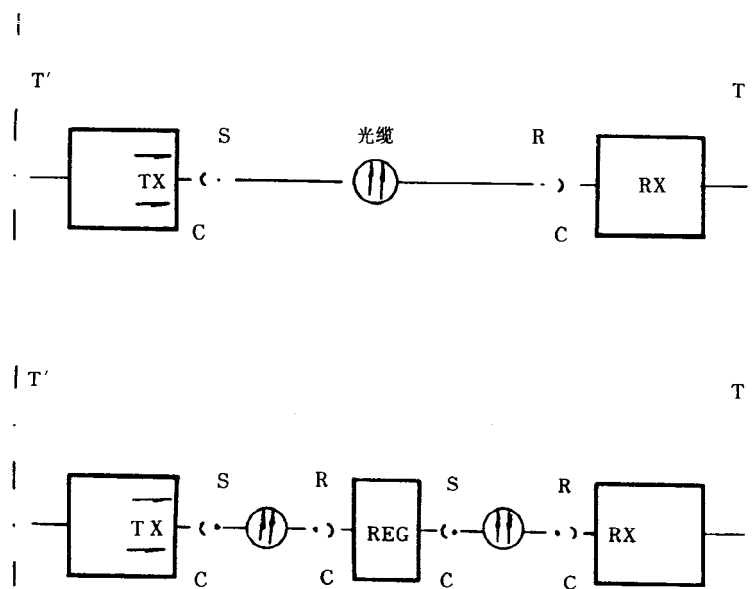
3.8 主要音频传输特性

全程按一套一次群 PCM 复用设备考虑,其主要音频传输特性应符合 GB 6879。

4 光缆数字线路系统的组成和主要传输特性

4.1 线路系统的组成

光缆数字线路系统由图 2 中的 T'-T 之间的部分组成,无中继机时如图 2a 所示,有中继机时如图 2b 所示。中继机的数量取决于系统的路由和长度,由系统设计确定。



T, T': 光端机与数字设备接口。

S: 紧靠在光发送机 TX 或中继机 REG 的光连接器 C 后面的光纤点。

R: 紧靠在光接收机 RX 或中继机 REG 的光连接器 C 前面的光纤点。

图 2 光缆数字线路系统示意图

4.2 系统传输码型

一级干线光缆线路系统的传输码型为 **5B6B** 码。二级干线以及专用电信网的长途干线光缆线路系统的传输码型除 **5B6B** 码外,三次群系统尚可选用 **4B1H** 码,其他码型由主管部确定。

4.3 系统误码特性

4.3.1 根据 27 500 km 64kbit/s 全程假设参考连接的误码性能指标及分配原则,对光缆线路系统 420 km 或 280 km 假设参考数字段,在 64 kbit/s 口的误码性能(测试统计时间为一个月)规范如下:

280 km

降级分 DM ($BER_m > 10^{-6}$)	<0.045%
误码秒 ES	<0.036%
严重误码秒 SES ($BER_s > 10^{-3}$)	<0.000 45%

420 km

降级分 DM ($BER_m > 10^{-6}$)	<0.067%
误码秒 ES	<0.054%
严重误码秒 SES ($BER_s > 10^{-3}$)	<0.000 67%

对于设计长度短于 280 km 的数字段按 280 km 要求,不足 420 km 的数字段按 420 km 要求。对于设计长度长于 420 km 的数字段,其 64kbit/s 误码性能原则上按数字段长度比例规定。

4.3.2 对长度不超过 420 km 的高比特率光缆数字段,要求误比特率平均值 $BER_{av} \leq 1 \times 10^{-9}$ (连续测试时间不少于 24 h)。当数字段长度超过 420 km 时, BER_{av} 按长度比例规定。

4.4 系统抖动特性

光缆数字线路系统应满足图 2 中 **T, T'** 点接口处的抖动要求,即各次群输入口对抖动的要求如表 1 所示。全程各次群输出口对抖动的要求见表 2,而对每个数字段来说,各次群输出口的抖动按表 2 中括号内的容限要求。表 1 和表 2 的图解说明见图 3。每个 420 km 或 280 km 数字段抖动转移特性的最大增益应不超过 1 dB。抖动测试的最低频率应测到 10 Hz。

表 1 各次群输入口对抖动的要求

参 数 速 率, kbit/s	UI_{p-p} (峰-峰值)			调制数字信号的正弦信号频率					伪随机测试 信号序列
	A_0	A_1	A_2	F_0	F_1	F_2	F_3	F_4	
2 048	36.9	1.5	0.2	1.2×10^{-5} Hz	20 Hz	2.4 kHz	18 kHz	100 kHz	$2^{15}-1$
8 448	152	1.5	0.2	1.2×10^{-5} Hz	20 Hz	400 Hz	3 kHz	400 kHz	$2^{15}-1$
34 368		1.5	0.15		100 Hz	1 kHz	10 kHz	800 kHz	$2^{23}-1$
139 264		1.5	0.075		200 Hz	500 Hz	10 kHz	3 500 kHz	$2^{23}-1$

表 2 全程和数字段各次群输出对抖动的要求

参 数 速 率, kbit/s	输出口最大抖动容限值 UI_{p-p}		测量带通滤波器带宽:低频截止频率为 F_1 或 F_3 , 高频截止频率为 F_4		
	A_1	A_2	F_1	F_3	F_4
2 048	1.5(0.75)	0.2(0.2)	20 Hz	18 kHz	100 kHz
8 448	1.5(0.75)	0.2(0.2)	20 Hz	3 kHz	400 kHz
34 368	1.5(0.75)	0.15(0.15)	100 Hz	10 kHz	800 kHz
139 264	1.5(0.75)	0.075(0.075)	200 Hz	10 kHz	3 500 kHz

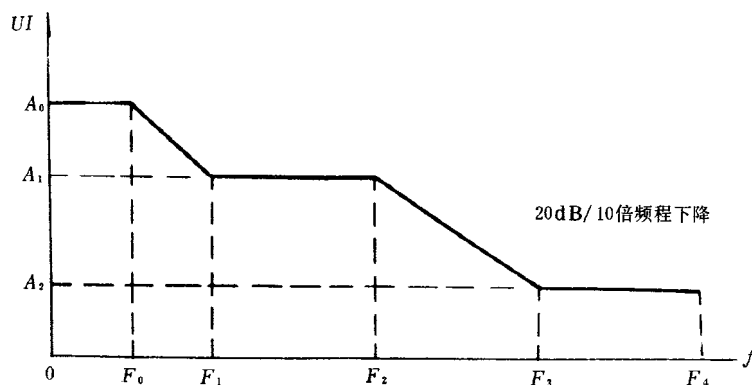


图 3 表 1 和表 2 的图解说明

4.5 系统富余度

系统每个中继段的富余度由光缆富余度 M_c 和设备富余度 M_e 组成,如图 4 所示。

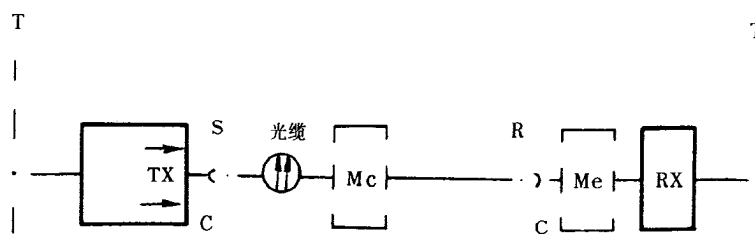


图 4 一个中继段的光链路示意图

注: ① 终端所设光配线架(或盒)应在 S, R 点之间。

② 采用波分复用技术所增加的衰减也应包含在 S, R 点之间。

光缆富余度 M_c 包含:

- 今后维护中光缆的维修变动(例如增加接头,增加光缆长度等);
- 由于环境因素(如温度变化)、老化等影响引起的光缆性能的变化;
- 在 S 与 R 点间任何光连接器 C 的特性劣化。

设备富余度 M_e 包含由于时间和环境因素对设备性能的影响,例如发送光功率,接收灵敏度,光连接器特性劣化等。

单模光纤的 M_c 为 $0.1 \sim 0.2$ dB/km,一般不超过 5 dB。 M_e 不少于 3 dB,当采用 LED 作光源或环境条件恶劣时,还应适当加大。

4.6 系统中继段衰减和色散

系统中继段衰减和色散与系统的光功率分配密切相关。根据图 4,S 与 R 点之间的总衰减和总色散决定于光源、光检测器、光缆的衰减和最大色散、光纤接头与光连接器的衰减、以及预留的 M_c 、 M_e 等诸多因素,在系统设计时应适当选择。但作为最大中继段长度下的最低要求,在工作波长区内 S 与 R 点间允许的总衰减,最大色散应符合表 3 所列之值。

表 3 单模光缆数字线路系统在 S、R 点间允许的总衰减与最大色散值

数字速率 kbit/s	标称波长 nm	光源类型	单模系统 S 与 R 点间的传输特性 $BER \leq 1 \times 10^{-10}$	
			衰减 dB	最大色散 ps/nm
34 368	1 300	LD LED	35	不要求
139 264	1 300	LD	28(31)	300(<300)
4×139 264	1 300	LD	24	120(100)

注：① 括弧内的值为获得最大中继段长所需的较高要求,可通过限制光源波长范围并靠近光纤的零色散波长来实现。
② 短中继段可适当放宽。

4.7 系统发送光功率

采用 LD 作光源时,经连接器 C 测量的系统平均发送光功率一般不小于 -6 dBm,长距离系统不小于 -3 dBm(采用 NRZ 伪随机码测量)。

4.8 系统接收灵敏度

在误比特率 $BER \leq 1 \times 10^{-10}$ 时,经接收机输入连接器 C 测量的最低平均光功率,应不劣于表 4 所列之值。

表 4 系统接收灵敏度

数字速率 kbit/s	标称波长 nm	光检测器	在 $BER \leq 1 \times 10^{-10}$ 时测 量的接收灵敏度(dBm)
34 368	1 300	PIN-FET	-41
139 264	1 300	APD	-42
		PIN-FET	-37

注：短中继段可适当放宽。

4.9 系统动态范围

对 1 300 nm 波长区的系统,其动态范围应不小于 18 dB。系统应尽量不用光衰减器。

4.10 远距离供电

对不具备本地供电条件的光中继机,可由供电端站对其施行远距离供电。远供宜采用直流定电流的供电方式。
其他有关系统辅助功能的要求见第 7 章。

5 长途光缆通信系统对机线设备的要求

5.1 系统内的各种设备间的接口要求

同本标准 3.7 条中的要求。

5.2 对 PCM 和数字复用设备的要求

5.2.1 一次群 PCM 复用设备

应符合国标 GB 6879。

5.2.2 二次群数字复用设备

应符合国标 GB 7254。

5.2.3 三次群数字复用设备

应符合国标 GB 9405.1。

5.2.4 四次群数字复用设备

应符合国标 GB 11324。

5.3 对光端机的要求

应符合 4.2~4.9 条要求。

5.4 对光中继机的要求

应符合 4.1~4.10 条要求。

5.5 对光纤光缆的要求

5.5.1 光缆中光纤的要求

光缆中光纤的特性应符合下列基本要求：

5.5.1.1 尺寸

单模光纤的模场直径标称值为 $9\sim 10\ \mu\text{m}$ ，偏差小于标称值的 $\pm 10\%$ 。包层直径为 $125\pm 3\ \mu\text{m}$ 。

5.5.1.2 截止波长

1 300 nm 单模光纤 LP_{11} 模的有效截止波长，在 2 m 长光纤样品测定时应应在 1 100~1 280 nm 范围内，或在 22 m 长光缆样品测定时应小于 1 270 nm。为了使系统不受模式噪声和双模色散的影响，在基本光缆段中，最短的无连接的光缆段的截止波长不得超过工作波长的下限。

5.5.1.3 光纤筛选张力

用于管道与直埋光缆的光纤筛选张力不小于 4 N，用于架空光缆的光纤筛选张力不小于 5 N，用于水底光缆的光纤筛选张力应大于 5 N。

5.5.1.4 衰减常数

单模光纤的衰减常数在 1 300 nm 区域应小于 1 dB/km；在 1 550 nm 区域应小于 0.5 dB/km；实际选值应受表 3 限制。

5.5.1.5 总色散

单模光纤的总色散在 1 285~1 330 nm 区域应不大于 $3.5\ \text{ps}/\text{nm}\cdot\text{km}$ ；在 1 270~1 340 nm 区域应不大于 $6\ \text{ps}/\text{nm}\cdot\text{km}$ ；在 1 550 nm 区域应不大于 $20\ \text{ps}/\text{nm}\cdot\text{km}$ 。实际选值应受表 3 限制。

5.5.2 光缆的要求

5.5.2.1 光缆芯数系列

长途光缆的光纤芯数系列为 4、6、8、10、12、14、16、18、20、22、24 芯。

5.5.2.2 光缆的种类

长途光缆种类可分为直埋、管道、架空、水底和局内（应采用阻燃护层）五种。根据使用要求采用不同的外护层和铠装。

5.5.2.3 光缆的机械和防护性能

光缆应根据使用条件具备相应的机械性能，例如防震性能，还应具备防潮、防水性能。可因地制宜采用填充石油膏光缆或充气光缆。此外，还应根据使用条件及安装环境的需要具备防白蚁、鼠、昆虫咬，以及防腐蚀、防雷等防护性能。

6 可靠性要求

6.1 系统可靠性指标

容许 5 000 km 光缆通信系统双向全程每年四次全阻故障。

6.2 光源寿命

要求 LD 光源寿命大于 100 000 h。

6.3 光检测器寿命

要求光检测器 PIN-FET 寿命大于 500 000 h, APD 寿命大于 200 000 h。

6.4 系统可用性指标

当 MTTR 为 6 h 时, 5 000 km 系统双向全程的可用性为 99.73%。对应 280 km 数字段的可用性指标为 99.985%; 420 km 数字段的可用性指标为 99.977%。

7 维护使用的要求

7.1 环境条件

机房环境温度一般为 5~40℃, 25℃时最大相对湿度不大于 85%。

对-30℃以下的环境以及一级干线, 不用架空光缆。

7.2 供电条件

采用直流供电, 正极接地。电压标称值-24V, 容差±2.4 V; 或-60 V, 容差±6 V; 或-48 V。容差±4.8 V; 脉动电压允许值杂音计测量不大于电压标称值的万分之一。

7.3 监测功能

从全网的网路管理、监测考虑, 从便于维护运行出发, 长途光缆线路系统除自身有监控系统构成维护实体的一部分外, 还能将监测控制信号通过接口外送至维护中心, 与全国监控网沟通。通常, 系统需具备的监测功能如下:

- a. 光路发送指示;
- b. 光路接收指示;
- c. 能不停业务进行误码监测;
- d. 对中继机进行监测;
- e. 对端机进行电路、光路重要接口点特性的监测, 便于测试、维护和故障检查判断。对有故障的中继机、光缆段进行故障定位;
- f. 对本地供电系统的监测;
- g. 对远供系统的监测;
- h. 对中继站环境的监测;
- i. 对 LD 的偏置电流、温度、AGC 电压、以及光缆气压(如果采用充气光缆)等的监测;
- j. 对 PCM 和数字复用设备的监测。

7.4 告警功能

在上列监测功能中遇有不正常情况或出现障碍时, 应立即发出延迟维护告警指示(灯亮)或即时维护告警指示(灯亮、铃响, 并附有止铃开关)。至少需具有下列告警:

- a. 电源故障或主备用电源转换;
- b. 误比特率劣于 10^{-6} ;
- c. 误比特率劣于 10^{-8} ;
- d. 自动保护转换系统动作, 进行主、备用系统转换;
- e. 发送、接收端无光信号;
- f. 四次群数字复用设备无信号送入光端机;
- g. 光端机无信号送入四次群数字复用设备;
- h. 对端四次群数字复用设备无信号送入光端机(对告指示);
- i. 四次群以下各次群数字复用设备输入信号消失;

- j. 四次群以下各次群数字复用设备输出信号消失;
- k. 四次群以下各次群数字复用设备收到对端相应数字复用设备的告警指示;
- l. 各次群数字复用设备收到告警指示信号 AIS;
- m. 远供电源故障;
- n. 失步;
- o. 再生中继站发生故障;
- p. LD 寿命终了。

7.5 自动保护转换功能

为了保证系统的可靠工作,系统可具备自动保护转换功能。自动转换的接口点为标准的数字接口点。转换时间包括故障检测时间,控制自动转换信号的传输时间和转换开关动作的时间。除系统误比特率超过 10^{-3} (或其他门限,例如 10^{-6} ,由用户选择决定)的检测时间需要达到 10 s 外,当光路、电路中断时的检测判断时间应当是很短的,转换时间的考虑宜以此为基点。故要求系统主备用自动转换的过程中不中断已建立的通话连接。

转换原则是:

- a. 先故障的系统先转换;
- b. 同时故障的系统,按重要性先后顺序在前的系统转换;
- c. 备用系统已占用或故障时,主用系统故障不转换;
- d. 自动转换系统自身故障时,主用系统故障不转换;
- e. 可进行人工半自动转换、人工锁定。也可进行人工半自动的复原。

7.6 公务联络功能

干线光缆线路系统应具有公务联络通信辅助系统,实现端站之间、端站与有人站之间、有人站之间的公务通信联络;在有人段内实现有人站之间、有人站与无人站、无人站与无人站之间、及它们与巡房(如必要和可能时)之间的公务通信联络。这是保证全系统正常运转和维护的必要手段。

7.7 局(站)内光电测量与配线功能

为便于局内进行光路、电路调线和光、电重要接口点特性的测量,可设置光配线架(盘)和各次群数字配线架。光配线架上的光连接器的连接衰减与互换衰减应在光缆线路系统设计中统一考虑。

附加说明:

本标准由中华人民共和国邮电部提出。

本标准由邮电部电信传输研究所归口。

本标准由邮电部电信传输研究所负责起草。

本标准主要起草人彭承柱、白其章。