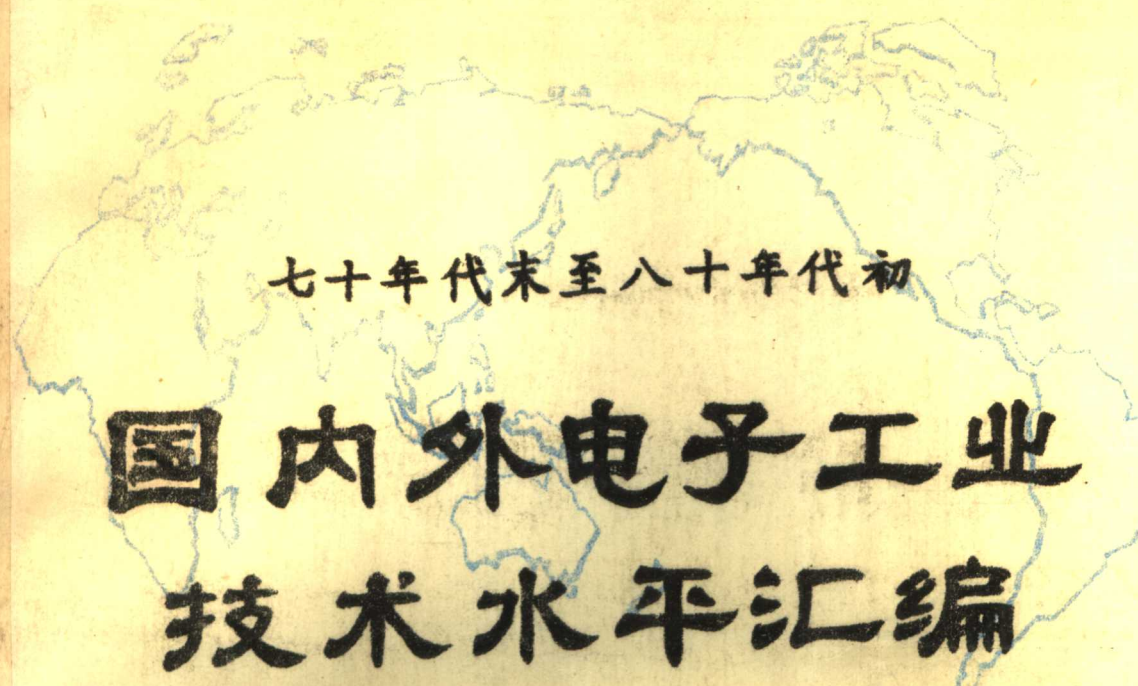
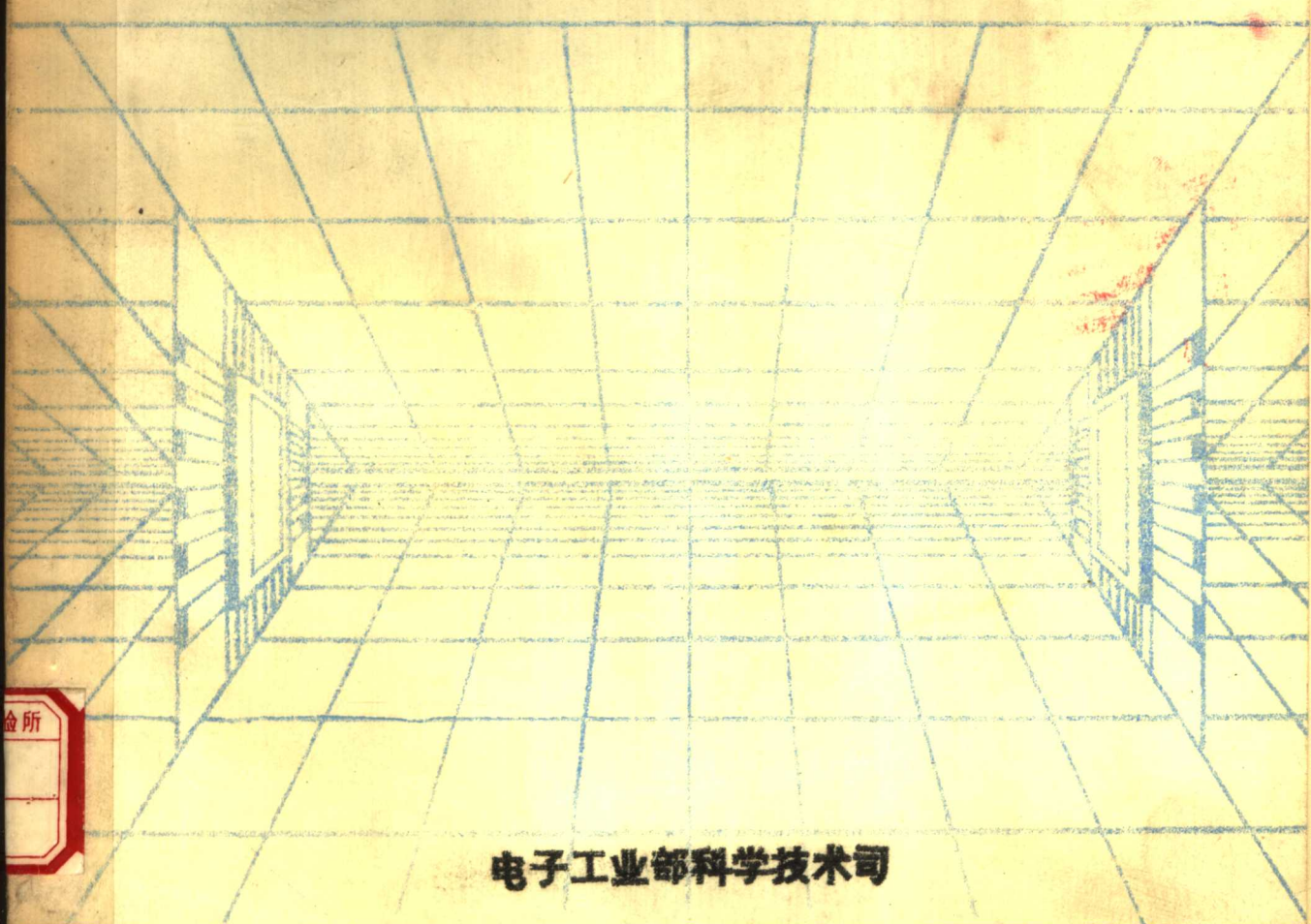




七十年代末至八十年代初

国内外电子工业 技术水平汇编



电子工业部科学技术司

金所

七十年代末至八十年代初

国内外电子工业 技术水平汇编

电子工业部科学技术司

七十年代末至八十年代初国内外电子工业技术水平汇编（内部资料）

编 辑：电子工业部专业科技情报网

出版年月：一九八四年十二月

出 版：电子工业部科学技术司

印 刷：山东电子工业印刷厂

发行方式：内 部 交 流

前 言

赵紫阳总理在五届人大五次会议上《关于第六个五年计划的报告》中指出：“电子工业在现代化建设中具有特别重大的作用，我们应非常重视它的发展，并把电子技术逐步应用于国民经济各部门”。这充分肯定了电子工业在现代化建设中的地位和作用。国内外的实践已证明，电子工业技术同其它工业技术的结合，将引起其它工业蓬勃发展及其结构的深刻变化，并已开发出一系列的新技术、新产品。所以，电子技术是提高整个社会生产效率、推动经济发展的重要手段和强大动力。

当前以电子技术的广泛应用为标志，以微电子技术为先导的新技术革命已成为世界舆论的中心，这对发展我国电子工业来说，既是一个机会，也是一个挑战。为此，我们必须不失时机地抓住这个机会，坚决贯彻“对外开放，对内搞活经济”的方针，大力推进我国电子技术的发展。

为了及时地配合电子工业各部门制订规划、计划、开发新技术、新产品、进行企业技术改造、改进经营管理以及适应经贸、技贸、工贸活动的需要，以促进电子工业发展，为实现电子工业翻三番、超十年的战略目标服务，我们组织了部22个专业科技情报网，编写了“七十年代末、八十年代初国内外电子工业技术水平汇编”。

《汇编》涉及电子工业各有关专业，约50万字左右，以表格为主，兼有文字说明，还附有建议，基本上反映了国内外电子工业发展的水平。

在《汇编》的编写过程中，得到了各单位的大力支持，尤其是网长单位的支持。《汇编》的编辑出版，是所有参与编写、审校、编辑人员共同付出辛勤劳动的结果。但由于时间较短，编写和编辑的经验不足，所收集的素材也可能不够完整，再加上篇幅的限制，《汇编》中一定有许多不足之处，敬请参阅者斧正。

一九八四年八月

总 目 录

(一) 整机部分

1. 无线通信.....	(1)
2. 有线通信.....	(57)
3. 雷达.....	(69)
4. 火控.....	(79)
5. 电子计算机.....	(99)
6. 微型计算机.....	(111)
7. 电视.....	(125)
8. 电子测量仪器.....	(157)

(二) 元器件部分

1. 阻容.....	(165)
2. 电子陶瓷.....	(175)
3. 电源.....	(197)
4. 微特电机.....	(211)
5. 激光.....	(221)
6. 红外.....	(241)
7. 电声.....	(237)
8. 半导体器件.....	(285)
9. 接插件.....	(301)
10. 电真空器件.....	(335)
11. 继电器.....	(351)
12. 压电晶体.....	(367)
13. 磁性材料及器件.....	(373)
14. 厚薄膜电路.....	(383)

(一)整 机 部 分

无 线 通 信

目 录

一、卫星通信.....	3
二、光纤通信.....	6
三、对流层散射通信.....	14
四、数字微波通信.....	16
五、通信网.....	19
(一) 战略通信网	
(二) 战术通信网	
六、通信保密技术.....	24
七、通信对抗技术.....	28
八、流星通信.....	34
九、地面战术移动通信.....	36
十、航空通信.....	39
(一) 特高频与甚高频机载电台	
(二) 超短波航空电台	
十一、超短波舰船通信.....	43
十二、短波单边带通信.....	45
(一) 发射机(中功率)	
(二) 接收机	
十三、VHF 民用电台.....	50

一、卫星通信

(一) 发展水平要点

卫星通信与光纤通信被人们称为信息化社会的两大传输支柱。现按系统、卫星、和地球站分述卫星通信的发展要点。

1. 系统发展要点

在要求卫星通信量逐年增大的客观压力下,设法增大容量是近年来系统考虑的主攻方向。

4/6GHz 是过去和现在卫星通信主要的使用频段,为扩大容量,必须开辟更高的频段。在国际卫星通信的大业务量地区和企业卫星通信网中,已使用了 11/14GHz 和更高的 20/30GHz。使用的其它频段尚有航海卫星的 1.5/1.6GHz,直播卫星的下行 12GHz,以及军用卫星的 7/8GHz 和 UHF 等。

多址方式现在以 FDMA 和 SCPC 用得最多。TDMA 经多年试验,最近已正式使用。因其有利扩大容量和实现按需分配、顺应数字传输的趋势,今后会有很大发展。

增大容量的另一项有力措施,是采用频谱复用技术。现在的 Intelsat 卫星和美国的一些国内卫星已采用了正交极化的或多波束空分的频谱复用,导致容量成倍或成数倍地增长。

2. 卫星发展要点

通信卫星现普遍采用多转发器结构(例如,12个转发器),采用频谱复用技术后,转发器的数目还可增多。

为获得不同的复盖,卫星天线有全球、区域和点波束之分。例如,国内卫星采用只复盖一个国家的区域波束,大业务量地区采用点波束复盖。

1980 年始发的 Intelsat V 号卫星代表了现代应用卫星的水平。该星重约 1 吨,用三轴稳定。在 4/6GHz 频段上,由于利用东、西半球波束和东西区域波束的隔离,以及正交极化隔离,实现了四重频谱复用。11/14GHz 频段用于大业务的点波束上。星上共有带宽为 40、80 和 120MHz 的转发器 27 个,提供的容量达 25000 路电话(单向)和两路电视。

3. 地球站发展要点

新一代大型站的主要标志是采用波束波导,由此能使收发信机置于地面,无随天线转动之虑。此种馈线损耗小,且利于频谱复用。为了补偿降雨交叉极化对正交极化隔离的不良影响,还使用交叉极化补偿器。

地球站天线现主要使用卡塞格伦天线。为了解决静止轨道拥挤及减轻干扰,要

量抑制天线旁瓣，偏馈结构是一种可行的方案。

地球站的低噪放大器过去都用冷参，其噪温 4GHz 达 15K，11GHz 在 50K 以下。因其成本高、难维修，用常参取代是当前的趋势。现在，常参 40GHz 的已做到低于 40K，11GHz 达 100K。至于小站，一般使用砷化镓场放。场放价格比参放低得多，性能亦在不断提高。目前，4GHz 的噪温可达 80K，11GHz 已做到 300K。

(二)发展实例

表1 典型地球站举例

特 点 站	种 类	G/T	天 线	发 射 机	接 收 机
日本山口站 Intelsat A 标站	大 型	42.1dB/K	34 米波束波导卡塞格伦天线	3kW、10kW 行波管放大器各两台	用噪温低达 37 K 的常参
Intelsat 国际海事船站	小 型	-4dB/K	1.2 米(A标站)四轴稳定自跟踪	用全固体 40W 强放	低噪放大器用 砷化镓场放
12GHz 直播电视专收站	专 用		1 米前馈 抛物 面天线		前端 采用 砷化镓肖特基势垒二极管直接变频，噪温 500K 以下

表2 高速大容量的几个代表系统

型 号	Intelsat-V TDMA	TDMA-65M	TDMA-100M	Telesat TDMA	TDMA-20/40
使用 者	Intelsat	日 本 NTT	日 本 NTT	加 拿 大	苏 联
卫 星	Intelsat-V	CS-2	CS-2	ANIK	虹
启用时间	1984.1	1983.	1983	1976.1	1977.10
站 数	32	8/转发器	8	2(4)	
突发速率	120.832Mb/S	65.112Mb/S	109.27Mb/S	61.248Mb/S	20.48Mb/S 40.96Mb/S
帧 长	2ms	328.3μs	295.2μs	250μs	0.5~13.5ms
调 制 解 调	QPSK 相干检波	BPSK 相干检波	QPSK 相干检波	QPSK 相干检波	BPSK QPSK
前 向 纠 误 编 码	BCH(128,112) 纠正 2, 发现 3 (选用)	3/4 卷积编码, 门限译码	7/9 卷积编码, 门限译码	3/4 卷积编码 (选用)	广义二阶级联码
地 面 接 口	直接数字接口 (DDI)	直接数字接口 1.544Mb/S PCM 语音信号	语音信号 1.544Mb/S S. 彩色电视 32.064Mb/S	直接数字接口	

表3 几个有代表性的综合业务用的 TDMA 系统

型 号	DA-TDMA	SLIM-TDMA	CT-2000 TDMA	Telecom-I TDMA-DA
卫星系统	CS-3	ANIK-B,C		Telecom-I
启用时间	1986年(计划)	1981年(试用)	1980年	1983年
站 数	35			总数 320 同时 50~60
用户国别	日 本	加 拿 大	美 国	法 国
工作频段	30/20GHz	14/12GHz		14/12GHz
突发速率	19.268Mb/S	3Mb/S	1.5~15Mb/S	24.576Mb/S
帧 长	2ms	20ms	1~128ms	20ms
调 制	1ΦPSK		DPSK	DPSK
解 调	相干检波			2-2PSK 2-4PSK 差分解调
差 错 控 制	1/2卷积编码, 3比特软量化、维特比译码			4/5汉明 码(选用)
网控方式	集中控制			集中控制
业务内容	数据电话 6.4Kb/S-1.538Mb/S 电视会议 伴音 256Kb/S 静画面 1.536Mb/S 动画面 8.312Mb/S 高速传真或彩色传真 1.538 或 1.788Mb/S 分组交换 64Kb/S	数据通信 2.4Kb/ S-1.544Mb/S 电话 16, 32, 56Kb/S 图片 1.544Mb/S	午前用于数据和低速传 真 1.5Mb/S; 中午用于电话(已达200 路) 下午用于高速传真(可 达 8Mb/S) 1983年起开设电视业务	数据和电话 2.4Kb/S至 2.048Mb/S 电视会议 电话会议 分组交换和电报交换

表4 几个有代表性的专用 TDMA 系统

型 号	SPADE CSC-TDMA	Marisat TDM/TDMA	UHF DA/TDMA (DAMA)	DA/TDMA
用 户	Intelsat	Marisat	美海空军	美军战用户
卫 星	Intelsat	Marisat	FLTSAT	美军战术卫星
频 段	6/4GHz	L/C	200~400MHz	8/7GHz
启 用	1971			
站 数	49	22		
突发速率	128Kb/S	4.8Kb/S	2.4~32Kb/S	40, 20, 10Mb/S(4Mb/S)
帧 长	50ms	1.74s	1.386s	50mS
调 制	2ΦPSK		2ΦPSK	4ΦPSK(2ΦPSK)
解 调	相干检波		4ΦPSK	
前向纠错				1/2卷积编码, 3比特软量化、维特比译码
其 他	为 SPADE 系统传输信令	船向岸用 TDMA 方式; 岸向船用 TDM 方式	在 25KHz 信道内, 用户数据率为 75~ 4800b/S	每突发一条信道(SCPB)并 使用全可变按需分配。

二、光纤通信

(一) 发展水平要点

1. 1980年后进入大发展阶段

大发展的标志，一是由点对点短距离线路发展到成网，二是着手用光纤通信束组建长距离大干线和越洋海缆。（详见附表）

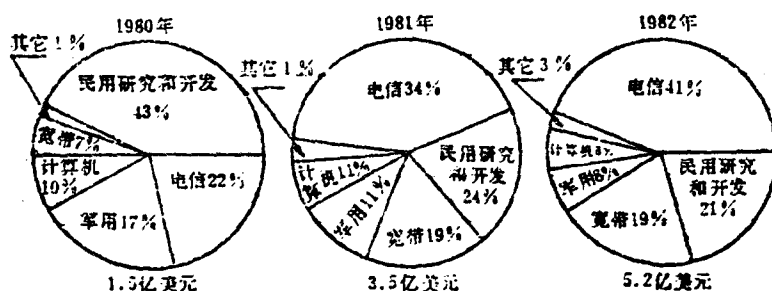
2. 军用

美国是光纤通信为军事服务的开拓者。截至1980年，美军主要光纤线路已超过125,000公里。包括陆军的长、短距离通信，战地通信，C³系统，舰用和机用的数据母线，导弹制导、声纳雷达等。

3. 新技术开发

重点是解决使长波长单模光纤形成工业生产能力存在的问题。如研究和开发单模半导体激光器和检测器；研究和开发长波长单偏振光纤、中红外光纤、光放大器、光集成以及波分复用和相干光传输等技术。

4. 销售量



美日英国内光纤通信设备销售额(万美元)

	1981	1982	1983	备 注
美	9000	18000	27000	电信58%，军用23%，计算机16%，其它3%
日	1600	2200	3800	电信55%，工业14%，交通管制3%，军用和其它5%
英		3400	6000	电信90%

(二) 水平与应用实例

表1 英国光纤通信计划

第一期工程					第二期工程				
速率	系统数	路由数	最长路由 (km)	光纤长度 (km)	速率	系统数	路由数	最长路由 (km)	光纤长度 (km)
8Mb/S	24	10	38	1312	8Mb/S	51	15	40	2200
34Mb/S	4	2	53	808	34Mb/S	88	22	22	1872
140Mb/S	8	3	74	1456	140Mb/S	85	3	202	8464

表2 英国光纤通信系统主要参数

速率		8Mb/s	34Mb/s	140Mb/s	140Mb/s(单模)
波长		8.5 或 1.34 μ m	8.5 或 1.34 μ m	8.5 或 1.34 μ m	1.34 μ m
光 电 器 件	发	LED 或 LD	LED 或 LD	LED 或 LD	LD
	收	APD 或 PINFET	APD 或 PIN FET	APD 或 PIN FET	PIN FET
系统最长距离		24 或 200km	200km	200km	
最大中继距离		35km	20km	10km	30km
光 纤	光纤数	4-6-8	8	8	8
	类型	渐变型	渐变型	渐变型	渐变或突变型
	芯 径	50/125 μ m	50/125 μ m	50/125 μ m	9/125 μ m
	纤损耗	小于 8dB/km	小于 8dB/km	小于 3.5dB/km	小于 1dB/km

注: PIN FET——PIN 场效应晶体管

表3 蕞寓全日大干线(400Mb/s)主要参数

局内传输速率	397.200Mb/s
线路上传输速率	445.837Mb/s
码型	10B1C 二进制归零码
传输容量	5760 话路
传输介质	单模光纤
波长	1.3μm
光源	InGaAsP 半导体激光器
探测器	Ge-APD
距离	2500km
中继距离	20 km, 25km
误码率	$<10^{-9}/2500\text{km}$ $<10^{-11}/\text{中继器}$
定时抖动	$<15^{\circ}\text{均方根值}/2500\text{km}$ $<2^{\circ}\text{均方根值}/\text{中继器}$
线路监视	奇偶检测
最大监视范围	330km
故障探测	倒相检出
供电	本地商用电源

表4 中小容量光纤传输系统主要参数

系统 项目	短波长(0.85μm)				长波长(1.3μm)	
	DF-6M(S)	DF-32M(S)	DF-100M(S)	AF-4M(S)	DF-32M(L)	DF-100M(L)
传输信号	数字 二次群	数字 三次群	数字 四次群	彩电信号:一路 伴音信号:一路	数字 三次群	数字 四次群
距离	最大 50km(误码率 $\leq 4 \times 10^{-10}$)			最大 50km (信噪比 $\leq 47\text{dB}$)	最大 50km (误码率 $\leq 4 \times 10^{-10}$)	
中继距离	12km	10km	9km	10km	LED 9km LD 21km	18km
光缆	渐变型多模光缆 (MCVD: 3.5dB/km, 500MHz·km; VAD: 4dB/km, 250MHz·km)				同 左 (MCVD: 1.2dB/km, 800MHz·km)	
中继形式	室内中继	室内或人孔 中继	室内中继			
线路监视	CMI 码的检测		奇偶检测	监听铃检测	CMI 码的检测	奇偶检测
中继器故障定位	按中继点顺序返回检测 (人孔中继器: 倒相检出)			导频告警监视 局传输	和 DF-XM(S)系统相同	
码型	1B2B		扰码二进制	PFM(脉冲频率调制)	1B2B	扰码二进制
光源	GaAlAsLD				InGaAsPLD 和 LED	InGaAsPLD
探测器	Si-APD				Ge-APD	
注	MCVD: 改进的化学气相沉积法 VAD: 气相轴向沉积法					

来源: 研究实用化报告 V30N9P2125(1981)

表5 主要国家海底光缆系统研制计划

研究机构 参 数		日 本		美 国	英 国	法 国
		NTT	KDD	贝尔研究所	电信研究所	国家通信研究中心
系 统	传输距离	1000km	10000km	8000km	7500km	10000km
	最大水深	5000m	8000m	7500m	7500m	6500m
	传输速度	400Mb/s	200~300Mb/s	274Mb/s	140~280Mb/s	140~280Mb/s
	使用波长	1.3 μ m	1.3或1.5 μ m	1.3或1.55 μ m	1.3 或 1.5 μ m	1.3 或 1.5 μ m
	子系统数	2~3	1~3	1~3	1~5	1~4
	供电电流	1A	1A	1A	1A	1.2A
	MTBF	10年	10年	10年	10年	18年
中 继 器	中继距离	25~50km	30~50km	25~50km	25~50km	25~50km
	主要部件	单片集成电路	单片集成电路	单片集成电路	单片集成电路	研 制 中
	耗电功率	3~5W	3~5W	4W	3~5W	5W
	壳 体	活动接续型		固定接续型	固定接续型	固定(活动)接续型
光 纤	光 纤	单 模 光 纤				
	光缆损耗	小 于 1dB/km				
	抗 张 力	7.5吨	8~10 吨	8吨	9吨	8吨
预计完成时间		八十年代中期	八十年代后期	1988年 (TAT-8系统)	1986~88年 中短距离系统	86~88年 中短距离系统

(注): MTBF: 平均故障间隔时间
TAT-8: 大西洋海底光缆系统

表6 太平洋海底光缆系统参数

第一次海底试验		今后要求
速率	295.5Mb/s	300Mb/s
通信路数	4000路	4000路
备用系统数	1	最多3
误码率	$\leq 10^{-6}$	$\leq 10^{-6}$
最大距离	10000km	10000km
最大水深	8000m	8000m
中继距离	30km	50km
寿命		>25年
平均无故障时间		10年

表7 日本海底光缆通信系统参数

	小容量系统(无中继)			大容量系统
速率	6.3Mb/s	32Mb/s	100Mb/s	400Mb/s
通信路数	84路	480路	1440路	5760路
开始现场试验	1980年11月 (10km)			1982年1月(45km)
波长	1.3 μ m			
中继距离	40km	35km	30km	25~30km
最大铺设水深	1500m			5000m
光源	InGaAsP/LED-LD			
检测器	GE-APD			
光纤	多模 单模			

表8 国外发光器件生产水平

器 件 种 类		发光波长(μm)	输出功率(mW)	入纤功率(mW)	截止频率(Hz)	寿 命
发光二极管 (LED)	GaAlAs 系	0.78~0.88	~4(100mA)	0.05~0.2 (100mA)	~70M	10 ⁷
	InGaAsP 系	1.0~1.55	~2 ^(100mA) 1.3μA	~0.1 (100mA)	~70M	10 ⁸
激光二极管 (LD)	GaAlAs 系	~0.85	~15	2~5	~2G	10 ⁴ ~10 ⁶
	InGaAsP 系	1.1~1.55	~10	~2	~1.3G	10 ⁶

表9 国内发光器件研制水平

性能 种类	工作波长(μ m)	谱宽(A)	入纤功率(dBm)	带宽(MHz)	寿命(小时)
LED(正面发光)	0.8~0.9	300~500	-13~-10	15	$10^4 \sim 10^5$
LED(侧面发光)	0.8~0.9	<350	-15~-8	60~80	10^3
LD	0.82~0.88	20~30	+3~-3	400~1000	10^4
LED	1.25~1.31	850~1000	-15~-12	50~70	10^3
LD	1.3	3	+3~-3		5×10^3
LD	1.49~1.54		+3~-3		10^3
LED	11.5	1100~2000	-12~-17	$t_r < 10$ ns	

表10 国外光探测器生产水平

器件种类	接收波长(μm)	接收灵敏度 (零偏压)A/W	响应速度(ns)	暗电流(A)	倍增率	
Si	PIN	0.6~1.05	0.4~0.6	3~10	$\sim 10^{-9}$	
	APD	0.6~1.05	0.4~0.6	0.5~4	$\sim 10^{-9}$	$\sim 10,000$
Ge-APD	0.8~1.75	~ 0.5	0.5~	$\sim 10^{-7}$	~ 400	
InGaAsP-APD	0.9~1.65	~ 0.5	1~	$\sim 10^{-8}$	~ 40	

表11 国内光探测器研制水平

参 数 种 类	工作效率 (μm)	量子效率 (%)	雪崩增益	响应速度 (ns)	暗电流	X 值
PIN	0.4~1.1	70~90	1	<1	0.1~1	0.25~0.4
Si-APD	0.5~1.1	30~60	50~200	<5	1	0.3~0.4
Si-APD	0.5~1.1	40~70	80~200	<1	0.1~1	
Ge-PD	0.8~1.7	响应速度 0.46~0.7 $\mu\text{A}/\mu\text{W}$	1		1000	
InGaAs-PIN	1~1.7	60	1	<1	1~50	
InGaAs-PIN	1~1.6	响应速度 0.5~0.94 $\mu\text{A}/\mu\text{W}$	1	<1	10~50	
Ge-PIN	1~1.6	0.5~0.7 $\mu\text{A}/\mu\text{W}$	1	<1	200~500	

注: PIN——发光二极管 APD——雪崩光电二极管

表12 国外各种光缆生产水平

参 数 缆 类 型	芯 数	光 纤 类 型	纤/缆径 (μm)	缆 重 (kg/km)	抗拉强度 (kg)	损 耗 (dB/km)	使用波长 (μm)	NA	带 宽 MHz·km	价格 美元/米
227002型	2	GI	50/125	27	181	5	0.35	0.21	200	2.14
220002型	2	SI	200/980	27	181	6	"	0.34	25	3.14
227201型	1	GI	50/125	13.5	113	4	"	0.21	400	1.3
G50/125 0710-06	6	GI	50/125	140	150	0.7	1.30	0.20	1000	
"-12	12	"	"	"	"	"	"	"	0	

表13 国外各种光纤的研制水平

类 型		芯 径 (μm)	材 料	损 耗 (dB/km)				带宽·长度积 (GHz·km)
				0.85 μm	1.05 μm	1.3 μm	1.5 μm	
单 模 (SM)		1~10	芯子: 石英基玻璃 包层:	2	1	0.33	0.2	50~100
多	阶 跃 型 (SI)	50~200	同 上	2	1	0.5	0.2	0.005~0.05
			芯子: 石英基玻璃 包层: 塑料	2.5	1.5	高		
			芯子: 多组份玻璃 包层: "	3.4	6	高		
模	梯 度 型 (G-I.)	50~60	石英玻璃	2	1	0.5	0.2	1
			多组成份玻璃	3.5	10	高		0.4

表14 模拟光纤传输系统研制情况(国内)

序号	研制单位	工作波长 (μm)	频带宽度 (MHz)	线路长度 (km)	光源/探测器	调制方式	试验地点	实验类别	时间
1	电子部34所	0.85	6.5	4.5	LED/APD	PFM-IM	第二汽车制造厂	实用化试验段	1982, 11
2	武汉邮电学院	0.85	6.0	3	LED/PIN	P-IM	湖北电视台新 疆电视台	现场试用	1982, 8
3	734厂	0.85	6.0	<1	LED/PIN	D-IM	南京电视台	"	1982
4	电子部34所	0.85	6.5	3×60(m)	LED/PIN	"	航天部二院	"	1982, 12
5	"	0.85	1r<70ns	60(m)	LED/PIN	"	西安高压电器所	"	1982, 12
6	电子部13所	1.3	6.5	10.2	LED/PIN	"	北京地铁	现场试验	1982, 11
7	电子部34所	1.3	6.5	12	LD/PIN	PFM-IM	桂林	样机鉴定	1982, 12
8	上海交大 上海电信6厂	0.85	6.5	3	LED/PIN	D-IM	上海过江隧洞	现场试用	1982, 8
9	"	"	"	1.5	"	"	石家庄电视台	"	1982, 10
10	"	"	"	300(m)	"	"	天津电视台	"	1982, 6
11	"	"	"	500(m)	"	"	华东电力实验所	现场试验	1981, 12