



电力工程造价与定额管理总站
CHINA ELECTRIC POWER PROJECT COST ADMINISTRATION

电力工程造价专业执业资格考试与 继续教育培训教材

通信工程

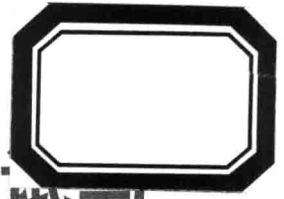
电力工程造价与定额管理总站 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



电力工程造价与定额管理总站
CHINA ELECTRIC POWER PROJECT COST ADMINISTRATION



电力工程造价专业执业资格考试与 继续教育培训教材

通信工程

电力工程造价与定额管理总站 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《电力工程造价专业执业资格考试与继续教育培训教材》根据电力工程造价员执业需要的知识结构要求,结合2013年版电力建设工程定额、费用计算规定及电力建设工程量清单计价规范编写而成。

本册为《电力工程造价专业执业资格考试与继续教育培训教材 通信工程》,全书共七章。第一章系统介绍了电力系统通信技术的发展历程和基本原理;第二章重点介绍了通信工程设计的基本程序及主要内容;第三章主要介绍了电力系统通信的辅助系统和材料;第四章介绍了通信工程的施工;第五章主要介绍概预算文件的编制方法;第六章、第七章重点介绍通信概预算的工作内容、工程量计算规则及注意事项。

本丛书作为电力工程造价专业执业资格考试指定用书,同时作为电力工程建设、设计、施工、监理、咨询等单位的工程造价人员岗位技能学习、继续教育用书,还可作为高校相关专业教学指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

通信工程/电力工程造价与定额管理总站编. —北京:中国电力出版社,2014. 8

电力工程造价专业执业资格考试与继续教育培训教材

ISBN 978-7-5123-6264-2

I. ①通… II. ①电… III. ①电力工程-通信工程-工程造价-中国-教材②电力工程-通信工程-定额管理-中国-教材 IV. ①F426. 61

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第164514号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014年8月第一版 2014年8月北京第一次印刷

889毫米×1194毫米 16开本 14.25印张 411千字

印数0001—2000册 定价70.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

电力工程造价专业执业资格考试与继续教育培训教材

编 委 会

主任委员	魏昭峰					
副主任委员	郭 玮	黄成刚	张天文			
编 委	董士波	解改香	褚得成	任长余	苏朝晖	
	陈 洁	李国胜	陈福飏	奚 萍	吕世森	
	张 健	刘 薇	文上勇	温卫宁	任兆龙	
	何远刚	傅剑鸣	谢文景	罗 涛	李大鹏	
	穆 松	刘卫东	于晓彦			

本册编审人员

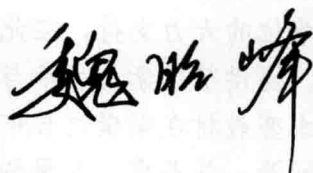
主 编	马卫坚					
副主编	郑爱华					
参 编	解改香	胡梦安	金仁云	张玉鸿	顾 爽	
	王 倩	周 萍				
主 审	成 菲	谭 毅	赵晓芳	徐富平	丁伟伟	
	孟大博	祝 琳	刘 毅			

序 言

“十二五”期间是我国全面建设小康社会的关键时期，2014年是调整产业结构、稳定经济增长的起步之年。当前我国宏观经济运行总体平稳，全社会总供给和总需求大体相当，但也存在经济下行的压力。近年来随着城镇化建设进程加快，工业化程度提高，电源结构趋于合理，电网规模不断扩大，电力消费呈现持续增长态势，电力行业发展处于良好的发展时期，但也面临着体制改革、机制创新、不断提升劳动生产率和管理水平等诸多问题和挑战。这些前进中的困难需要我们全行业的同仁们齐心协力，以与时俱进精神，锐意进取，为我国电力事业的发展贡献一己之力。

电力工业之所以成为国民经济重要的基础性行业，是因为电力产品的价格与国家建设和百姓日常生活息息相关，电价的合理与否直接关系到经济的发展和社会的稳定。又因为电价的正确核定有赖于电力建设工程造价的科学合理确定，这就更加凸显出电力工程造价管理的重要性。做好电力工程造价管理工作，一方面要有科学合理的计价依据和计价规范，另一个关键就是要培养和造就一批业务能力强、综合素质高的专业队伍。基于以上两方面的需要，电力工程造价与定额管理总站组织编制了这套教材。该套教材以电力工程造价相关知识为基础，结合国家能源局最新批准的电力定额及费用计算规定、电力建设工程工程量清单计价规范的内容和要求，图文并茂、案例丰富，力求内容全面，知识要点清晰，便于电力工程造价专业人员系统掌握电力工程造价基础理论和专业技能等方面知识，做到能识图、懂工艺、会计算、知管理。

本套教材凝聚了电力行业建设管理、设计、施工、监理和工程咨询等领域和高校几十位专家、学者的智慧和汗水，希望它的出版能为电力工程造价管理工作、电力工程造价从业人员队伍建设的规范化、专业化、系统化建设起到积极的推动作用。



前 言

为贯彻实施国家人才强国战略，培养电力工程造价管理领域高级技术专业人才，规范电力工程造价管理从业人员专业执业资格考试和持证人员继续教育培训工作，促进相关工作的健康有序与可持续性发展，电力工程造价与定额管理总站组织编写了本套教材。

本套教材在体现国家最新有关电力工程造价管理方面的法律、法规、政策及规程和规范的基础上，还将新近国家能源局批准颁布实施的 2013 版计价定额与费用计算规定、新版电力建设工程工程量清单计价规范一并编入。其内容涵盖了火力发电工程、电网及配电网工程，分为综合知识、电力建筑工程、热力设备安装工程、电气设备安装工程、输电线路工程、通信工程和配电网工程七册。各册教材均采用系统模块化的编写设计，主要内容包括基础知识、设备材料、工程设计、工程施工、计量与计价等。

本套教材编写工作于 2014 年年初启动，成立了编辑委员会，组建了相应的编制组和审查组，由来自于各电力建设管理、设计、施工、监理、咨询以及高校等单位的几十位专家、学者参与了教材策划和编撰工作。经过编制组成员的辛勤努力，在各方的通力合作与密切配合下，历经多次集中编写、审查与审定，并经多方征求意见，历时半年多，完成了教材的编制与出版。

本套教材在充分借鉴以往各版教材精华的前提下，努力创新，增加了诸多亮点板块内容，不仅密切结合电力工程造价管理工程的实际工作，还较为全面地介绍了有关管理理论和专业技术与方法。本教材力求完整、系统，点面结合，强调可操作性，但又不失其深邃性。既可作为电力工程造价执业考试教材，也可兼作专业人员继续教育的培训学习和日常工作的工具用书，同时，还可作为电力行业高校工程经济类教学用书。

本套教材在编撰过程中得到国家电网公司、中国南方电网有限责任公司、中国华能集团公司、中国大唐集团公司、中国华电集团公司、中国国电集团公司、中国电力投资集团公司、神华集团公司、中国电力建设集团公司、中国能源建设集团公司和电力规划设计总院等单位的大力支持，在此一并表示衷心感谢！同时，对为本套教材付出辛苦努力的编写专家、提供基础素材和参与审查的各位领导及所有专家表示诚挚的谢意！

本套教材在编撰过程中，虽有各方大力支持与帮助，编审专家亦十分认真努力，但由于时间紧、任务重，疏漏和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

电力工程造价与定额管理总站

2014 年 6 月

目 录

序言
前言

第一篇 基础知识

第一章 概述	3
第一节 光纤通信	3
第二节 同步网	12
第三节 电力线载波通信	13
第四节 微波通信	16
第五节 程控交换	18
第六节 会议电话、会议电视	21
第七节 电力数据网	25
第八节 卫星通信	33
第九节 通信业务	35
第二章 通信工程设计	38
第一节 设计概述	38
第二节 初步设计	41
第三节 施工图设计	47
第三章 通信工程辅助系统主要设备及材料	52
第一节 监控系统及安全防护设备	52
第二节 通信电源	56
第三节 输变电设备状态在线监测系统	59
第四节 其他通信辅助设备	66
第五节 通信常用材料	69

第四章 通信工程施工	87
第一节 施工机具	87
第二节 施工组织	92
第三节 施工安装及调试	95
第四节 施工措施	137

第二篇 计量与计价

第五章 通信工程概预算编制概述	143
第一节 工程建设预算文件编制	143
第二节 通信安装工程项目划分	146
第六章 通信工程预算编制	149
第一节 光纤通信数字设备	149
第二节 同步网设备	154
第三节 电力载波设备	156
第四节 微波设备	157
第五节 程控交换设备	160
第六节 会议电话、会议电视设备	163
第七节 数据网设备	165
第八节 监控设备、电子围栏、门禁系统	167
第九节 卫星通信甚小口径地面站(VSAT)设备系统	169
第十节 通信电源设备	171
第十一节 通信线路	173

第十二节 辅助设备及其他设备	177	第八节 监控设备、电子围栏、门禁系统	200
第十三节 设备电缆	179	第九节 卫星通信甚小口径地面站(VSAT)设备系统	202
第十四节 公共设备	181	第十节 通信电源设备	204
第十五节 业务接入	183	第十一节 通信线路	206
第七章 通信工程概算编制	185	第十二节 辅助设备及其他设备	210
第一节 光纤通信数字设备	185	第十三节 设备电缆	211
第二节 同步网设备	188	第十四节 公共设备	213
第三节 电力载波设备	190	第十五节 业务接入	214
第四节 微波设备	191	附录 A 专业术语缩写	216
第五节 程控交换设备	193	参考文献	219
第六节 会议电话、会议电视设备	196		
第七节 数据网设备	198		

电力工程造价专业执业资格考试与继续教育培训教材

通信工程

第一篇 基础知识

概 述

第一节 光 纤 通 信

一、光纤通信概述

光纤通信是一种以光波为信号载体,以光纤为传输媒质的通信方式。光波和无线电波同属电磁波,但光波的频率比无线电波的频率高,波长比无线电波的波长短。因此,它具有传输频带宽、通信容量大和抗电磁干扰能力强等优点。

光波按其波长长短,依次可分为红外线光、可见光和紫外线光。红外线光和紫外线光属不可见光,它们同可见光一样都可用来传输信息。光纤通信按光源特性可分为激光通信和非激光通信。按传输媒介的不同,可分为有线光通信和无线光通信(也叫大气光通信)。通常把应用石英光纤的有线光通信简称为光纤通信。

光纤是光传输的基本媒质,光纤通信系统按波长和光纤类型可分为短波长(850nm)多模光纤通信系统、长波长(1310nm)多模光纤通信系统、长波长(1310nm或1550nm)单模光纤通信系统,典型的数字光纤通信系统方框图见图1-1。

从图1-1可以看出,数字光纤通信系统基本上由光发信机、中继器与光收信机组成。在发射端,接入设备把模拟信息(如话音)进行模/数转换;在接收端,接入设备再进行数/模转换,恢复成原来的模拟信息。

光发信机是实现电/光转换的光端机,它由光源、驱动器和调制器组成,其功能是将来自于接入设备的电信号对光源发出的光波进行调制,成为已调光波,然后再将已调的光信号耦合到光纤中传输。

光收信机是实现光/电转换的光端机,它由光检测器和放大器组成,其功能是将光纤传输来的光信号,经光检测器转变为电信号,然后,再将这微弱的电信号经放大器放大到足够的电平,送到接收端的接入设备。

对于长距离的光纤通信系统还需中继器,其作用是将经过长距离光纤衰减和畸变后的微弱光信号放大、整形、再生成一定强度的光信号,继续送向前方以保证良好的通信质量。

二、常用光纤通信设备

(一) 准同步数字体系(PDH)光传输设备

同一等级的群路,其比特率不统一,这就导致了在复用方法上,信号采用准同步复用,即靠塞入一些额外比特使各路信号与复用设备同步并复用成高速信号,这种复用系统即称为准同步数字体系(pleisochronous digital hierarchy, PDH)。

通俗地讲,采用准同步数字体系的系统,是在数字通信网的每个节点上都分别设置高精度的时钟,

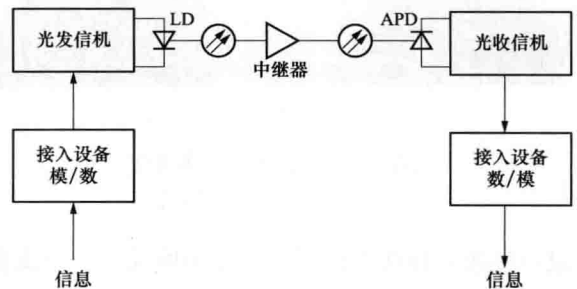


图 1-1 典型的数字光纤通信系统方框图

这些时钟的信号都具有统一的标准速率，尽管每个时钟的精度都很高，但总还是有一些微小的差别，为了保证通信的质量，要求这些时钟的差别不能超过规定的范围，因此这种同步方式严格来说不是真正的同步，所以叫做“准同步”。

PDH 数字复接体制见图 1-2。

首先将 32 个 64kbit/s 的数字信号复接成一个 E1 (2.048Mbit/s) 信号，简称为 2M 基群或一次群信号，这是第一次复接；然后用 4 个 2M 信号复接成一个 8M 的二次群信号，其标称速率为 8.448Mbit/s，这是第二次复接；依此类推，用 4 个 8M 信号复接成一个 34M 的三次群信号……

PDH 系统组成图见图 1-3，PDH 光端机参考图见图 1-4。

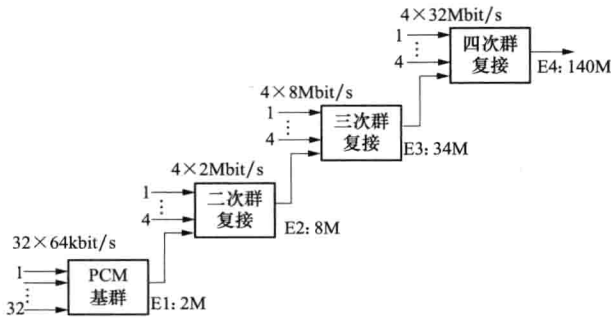


图 1-2 PDH 数字复接体制

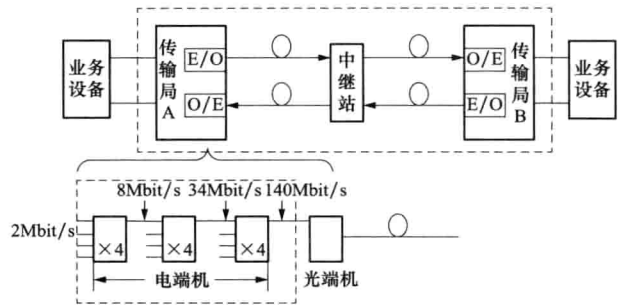


图 1-3 PDH 系统组成图

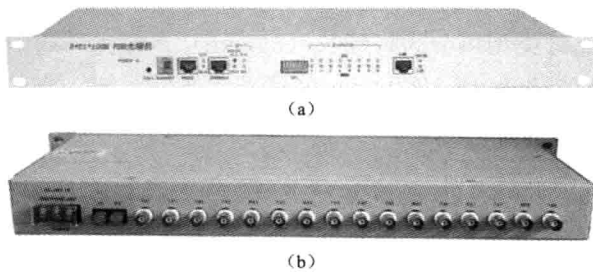


图 1-4 PDH 光端机参考图

(a) 正面图；(b) 反面图

(二) 光纤同步数字体系 (SDH) 光传输设备

光纤同步数字体系 (Synchronous Digital Hierarchy, SDH)，是为实现在物理传输网络中传送适当配置的信息而标准化的数字传输结构体系。它由一些网络单元组成，可在光纤上进行同步信息传输、复用和交叉连接。

1. SDH 光传输系统的组成

在 SDH 光传输系统网络中经常提到的一个概念就是网元，网元就是网络单元，一般把能独立完成一种或几种功能的设备都称为网元。

一个设备就可以称为一个网元，但也有多个设备组成一个网元的情况。

网络是由网元构成的，即网元之间的互相联系，就构成了网络。

SDH 网络管理系统主要由网元管理级系统 (EMS)、网络管理级系统 (NMS)、子网管理级系统 (SMS) 及本地维护终端 (LCT) 组成。

网元管理级系统 (EMS)，指 SDH 传送网网元管理系统，即为了管理一个或多个 SDH 网元所使用的软硬件系统。网元管理系统管理由单一设备供应商提供的 SDH 网元或 SDH 子网。

网络管理级系统 (NMS)，指传输网网络管理系统，即为了管理 SDH 传送网网络所使用的软硬件系统。网络管理系统提供全网的端到端网络视图，能够管理网络内由不同设备供应商提供的 SDH 网元或 SDH 子网。

子网管理级系统 (SMS) 是 NMS 的子层，完成大部分网络管理级功能。

本地维护终端 (LCT) 主要用于 SDH 系统设备安装初始化，但作为辅助管理设备，也可对 SDH 设备进行日常维护管理。

SDH 光传输系统组成图见图 1-5。

SDH 光传输系统的基本网元有终端复用器 (TM)、分/插复用器 (ADM)、再生中继器 (REG) 和数字交叉连接设备 (DXC)，通过这些不同的网元完成 SDH 光传输系统功能：上/下业务、交叉连接业务、网络故障自愈等。

(1) 终端复用器 (TM)。终端复用器用在网络的终端站点上，例如一条链的两个端点上，它是一个双端口器件。它的作用是将支路端口的低速信号复用到线路端口的高速信号 STM-N 中，同时将 STM-N 中的信号分接成低速支路信号。线路端口仅输入/输出一路 STM-N 信号，而支路端口却可以输出/输入多路低速支路信号。在将低速支路信号复用进 STM-N 帧 (线路) 上时，有一个交叉的功能。终端复用器示意图见图 1-6。

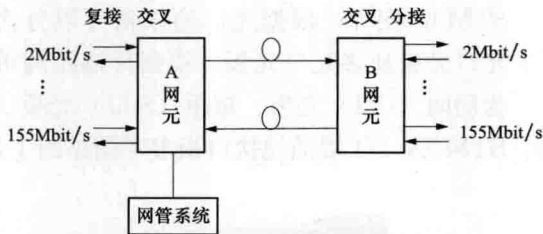


图 1-5 SDH 光传输系统组成图

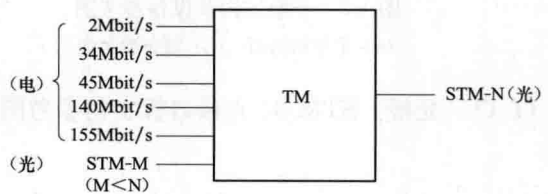


图 1-6 终端复用器示意图

(2) 分/插复用器 (ADM)。分/插复用器用于 SDH 光传输系统网络的转接站点处，例如链路的中间结点或环上节点，是 SDH 网络上使用最多、最重要的一种网元，它是一个三端口的器件。

ADM 有两个线路端口和一个支路端口，ADM 的作用是将低速支路信号交叉复用到线路上去，同时将线路信号分接成低速支路信号，另外还可将两个线路侧的 STM-N 信号进行交叉连接。

ADM 也可等效成其他网元，即能完成其他网元的功能，例如，一个 ADM 可等效成两个 TM。分/插复用器示意图见图 1-7。

2. SDH 光传输设备的逻辑功能块

SDH 设备的逻辑功能块可以分为四个大的模块：信号处理模块、开销功能模块、网络管理模块和时钟同步模块。

3. SDH 设备

SDH 设备主要由子架和功能单元组成，功能单元由相应的板件组成，主要包含主控板、交叉板、线路板、支路板等，不同设备的板件设计不同，有些低端设备采用一体化设计，将几个功能单元设计在一起。下面介绍常见的典型的子架及板件类型。

(1) 子架。子架一般采用双层子架结构，见图 1-8，分为出线板区、处理板区和风扇区，出线板区可以插各种出线板，如 2M 出线板、以太网出线板等，处理板区可以插各种功能处理板，风扇区安装风扇，用以对设备进行风冷散热。

(2) 公共单元板件。公共单元板件由交叉连接单元板件、同步定时单元板件、系统控制与通信单元板件、辅助功能单元板件组成。

交叉板参考图见图 1-9。

(3) 线路接口单元板件。线路接口单元板件由 SDH 光接口板、光放板和色散补偿板等板件组成。

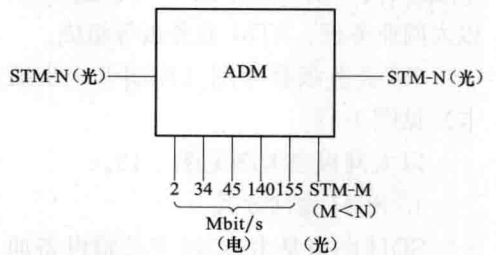


图 1-7 分/插复用器示意图

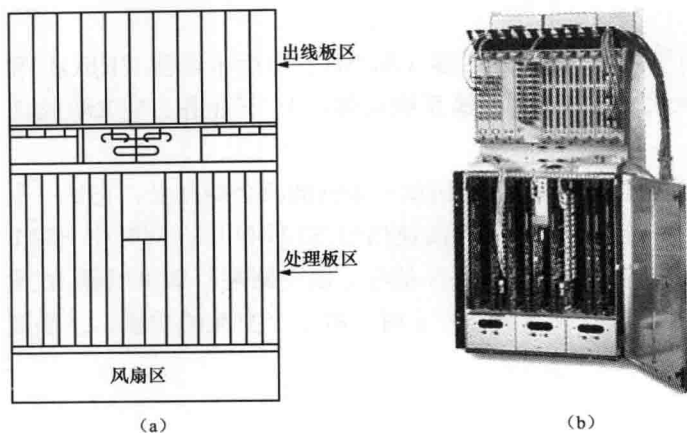


图 1-8 子架结构及设备参考图
(a) 子架结构图; (b) 设备参考图

SDH 光接口板在接收方向进行光/电转换, 将 STM-N 的 SDH 光信号解复用成 VC4 级别, 送入交叉连接单元, 进行内部处理; 在发送方向进行电/光转换, 将 VC4 信号复用成 STM-N 级别的 SDH 光信号, 送入光缆线路。同时, SDH 光板还有上报光路故障、告警等功能。

SDH 光板一般为单模, 工作波长一般为 1310nm 或 1550nm。SDH 光板根据传输速率可以分为 STM-1、STM-4、STM-16 和 STM-64 四种; 根据光口的数量可以分为单光口光板和多光口光板; 根据传输距离可分为局间 (I 口) 光板、短距 (S 口) 光板、长距 (L 口) 光板。STM-64 光接口板实物参考图见图 1-10, STM-16/4/1 混插光接口板参考图见图 1-11。

STM-64 光接口板实物参考图见图 1-10, STM-16/4/1 混插光接口板参考图见图 1-11。

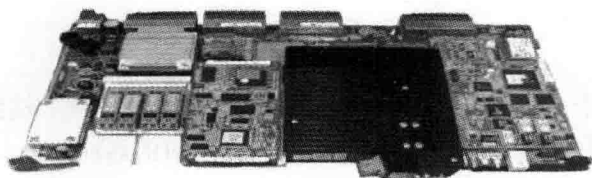


图 1-9 交叉板参考图

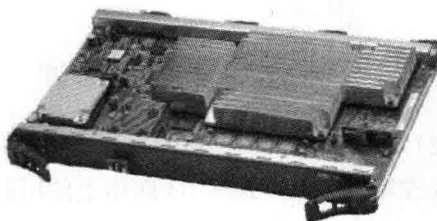


图 1-10 STM-64 光接口板参考图

(4) 支路接口单元板件。支路接口单元由各种 PDH 业务板、SDH 业务板、以太网业务板、ATM 业务板等组成。

2M 业务板参考图 (控制卡+出线卡) 见图 1-12。

以太网板参考图见图 1-13。

4. SDH 组网方式

SDH 网络是由 SDH 光传输设备通过光缆相连组成的, 每台网元设备和相连光缆组合就构成了网络的拓扑结构。网络的有效性、可靠性和经济性在很大程度上与其拓扑结构有关。

基本的网络拓扑分为链形、星形、树形、环形和网孔形。基本网络拓扑图见图 1-14。

链形网是将网络中的所有节点一一串联, 而首尾两端开放。这种拓扑的特点是较经济, 在 SDH 网的早期用得较多。

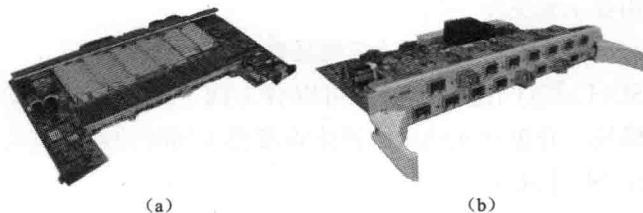


图 1-11 STM-16/4/1 混插光接口板参考图
(a) 控制卡; (b) 出线卡

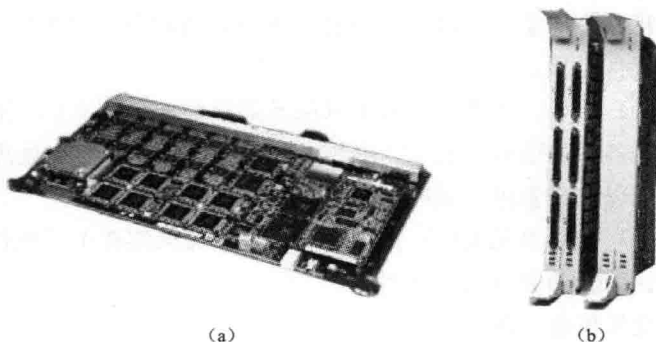


图 1-12 2M 业务板参考图 (控制卡+出线卡)
(a) 控制卡; (b) 出线卡

星形网是将网络中的某个网元作为特殊节点与其他节点相连，其他各网元节点互不相连，网元节点的业务都要经过这个特殊节点转发。这种网络拓扑的特点是可通过这个特殊节点来统一管理其他节点，利于分配带宽，节约成本，但存在特殊节点失效导致整个网络瘫痪的隐患以及处理能力的瓶颈问题。

树形网可看成是链形拓扑和星形拓扑的结合，也存在特殊节点的安全保障和处理能力的潜在瓶颈问题。

环形网实际上是指将链形首尾相连的网络拓扑方式，是 SDH 网络中最常用的网络拓扑形式，主要是因为它具有很强的生存性，即自愈功能较强。

将网络中的所有网元两两相连，就形成了网孔形网。网孔形网为两网元之间提供多个传输路由，增强了网络的可靠性，解决了瓶颈问题和失效问题。但是这种拓扑结构对传输协议的性能要求很高，传统 SDH 协议无法支持，可以采用下一代的智能光网络协议支持网孔形网络。

电力系统传输网可分为五层，即国家级干线传输网、大区干线传输网、省（市）级干线传输网、地区网和接入网。国家级干线传输网、大区干线传输网宜采用网孔形、环形和星形结构多种类型相结合的复合网结构；省（市）级干线传输网宜采用网孔形网和环形网；地区网宜采用环形网；各厂站接入传输网时应采用两点接入；国家级干线传输网、大区干线传输网与省（市）级干线传输网同路由、同光缆时，应采用不同芯、独立传输设备组成不同层次的传输网；国家级干线传输网、大区干线传输网、省（市）级干线传输网间至少采用两点互联。

（三）波分复用（WDM）设备

波分复用（Wavelength Division Multiplexing, WDM），是指在同一根光纤中同时传输两个或多个不同波长光信号的技术，即将两种或多种不同波长的光载波信号（携带各种信息）在发送端经复用器（亦称合波器，Multiplexer）汇合在一起，并耦合到光线路的同一根光纤中进行传输的技术；在接收端，经解复用器（亦称分波器或称解复用器，Demultiplexer）将各种波长的光载波分离，然后由光接收机作进一步处理以恢复原信号。波分复用示意图见图 1-15。

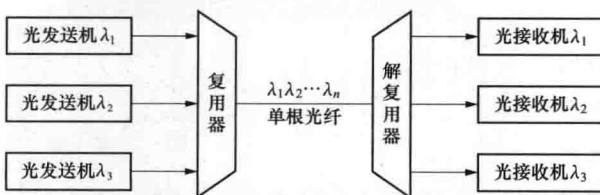


图 1-15 波分复用示意图

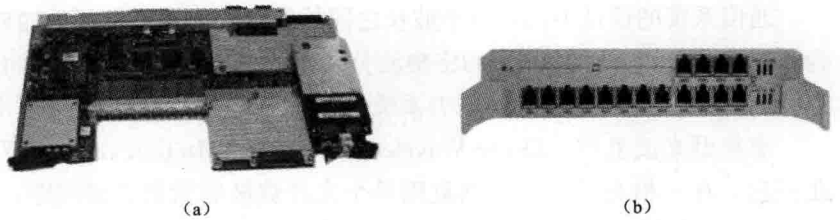


图 1-13 以太网板参考图
(a) 控制卡；(b) 出线卡

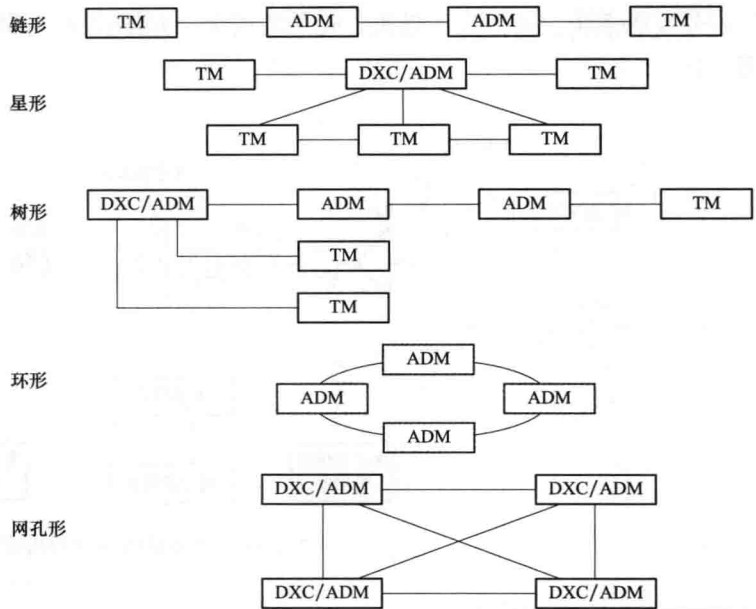


图 1-14 基本网络拓扑图

通信系统的设计不同,每个波长之间的间隔宽度也有不同。按照通道间隔的不同,WDM可以细分为稀疏波分复用(CWDM)和密集波分复用(DWDM)。CWDM的信道间隔为20nm,而DWDM的信道间隔从0.2nm到1.2nm。电力系统中DWDM运用较为广泛,本书以介绍DWDM设备为主。

密集型光波复用(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM):是能将不同波长的光波组合在一起,在一根光纤中,多路复用单个光纤载波的紧密光谱间距,提高光纤利用率,增大传输容量。

例如,复用8个光纤载波(OC),即一根光纤中传输8路信号,这样传输容量就将从2.5Gbit/s提高到20Gbit/s,甚至更高。基于DWDM的网络可以采用IP协议、ATM、SONET/SDH、以太网协议来传输数据,可以在一个激光信道上以不同的速度传输不同类型的数据流量。

波分复用系统主要由光发送机、光中继放大、光接收机、网络管理系统组成。波分复用系统的构成见图1-16。

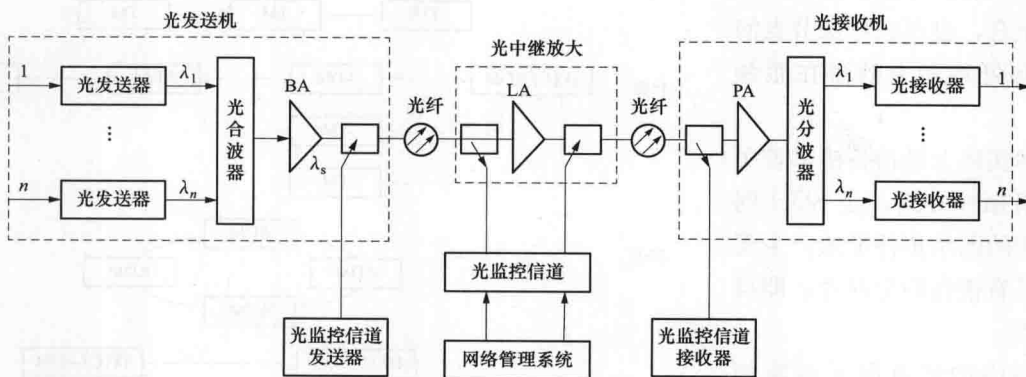


图 1-16 波分复用系统的构成

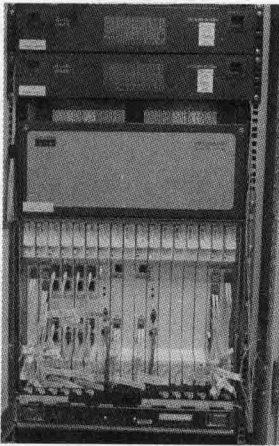


图 1-17 密集波分复用设备参考图

密集波分复用设备参考图见图1-17。

(四) PCM 设备

脉冲编码调制(Pulse code modulation, PCM),是将模拟信号(如语音信号)经过抽样、量化和编码三个过程转化为数字信号再传给对方,对接收到的数字信号经过再生、解码和滤波,把数字信号还原为原来的模拟信号的通信技术。

每路电话PCM编码后的标准数码率是64kbit/s。PCM设备可以将30路64kbit/s通道复接成2Mbit/s。

PCM设备具备数据与语音等多业务综合接入功能,在传输中采用并行数字交换技术与灵活的时隙交叉连接技术完成不同流向的业务调度。

PCM设备参考图见图1-18。PCM设备组网示意图见图1-19。

(五) 光放大器、协议转换器

1. 光放大器

光放大器是能将光信号进行功率放大的一种光器件,根据它在光纤线路中的位置和作用,一般分为在线放大器、前置放大器、后置放大器和功率补偿放大器四种。同传统的半导体激光放大器(SOA)相比较,光放大器不需要经过光电转换、电光转换和信号再生等复杂过程,可直接对

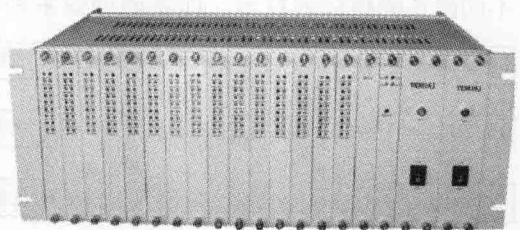


图 1-18 PCM设备参考图

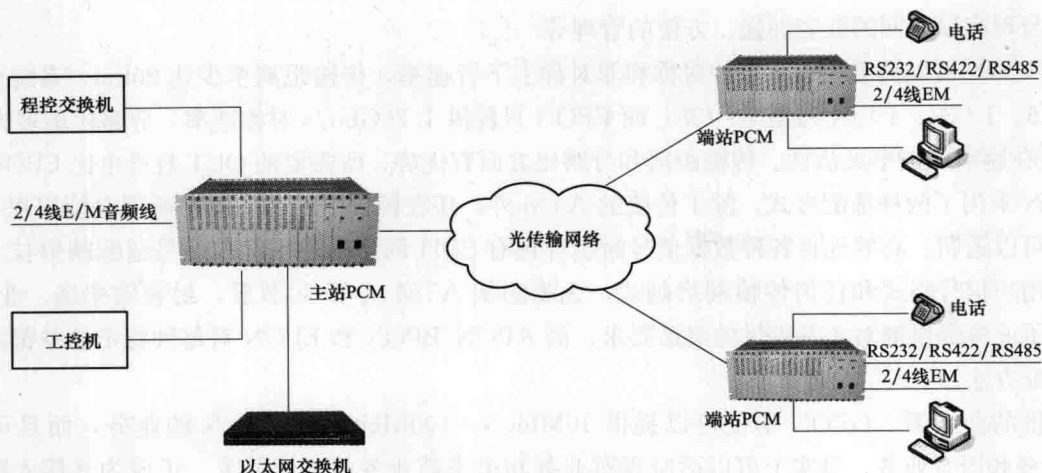


图 1-19 PCM 设备组网示意图

信号进行全光放大，具有很好的“透明性”，特别适用于长途光通信的中继放大。光放大器参考图见图 1-20。

2. 协议转换器

简称协转，也叫接口转换器，能使处于通信网上采用不同高层协议的主机仍然互相合作，完成各种分布式应用，接口协议转换器一般用一个 ASIC 芯片就可以完成，成本低，体积小。

4 口 E1/以太网系列参考图见图 1-21。



图 1-20 光放大器参考图

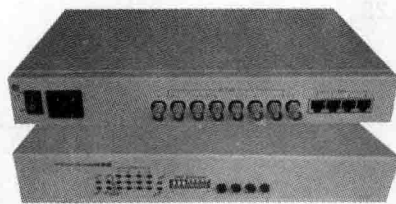


图 1-21 4 口 E1/以太网系列参考图

(六) 无源光网络设备

无源光网络 (PON) 即在光线路终端 (OLT) 和光网络单元 (ONU) 之间的光分配网 (ODN)，是一种纯介质网络。

1. 无源光网络特点

(1) 可升级性好、低成本，接入网线路中去掉了有源设备，从而避免了电磁干扰和雷电影响，减少了线路和外部设备的故障率，降低了相应的运维成本。

(2) 业务透明性较好，高带宽，可适用于任何制式和速率的信号，支持三重播放 (语音、视频和数据，Tripleplay) 业务。

(3) 高可靠性，提供不同业务优先级的 QoS 保证，适应宽带接入市场 IP 化的发展潮流，适于大规模的应用。

2. 无源光网络分类

无源光网络主要有 APON/BPON、EPON、GPON 和 WDM-PON 四种类型。

(1) 以太网无源光网络 (Ethernet Passive Optical Network, EPON) 同时具备了以太网和 PON 的优点，正成为光接入网领域中的热门技术。EPON 采用点到多点结构、无源光纤传输，在以太网上提供多种业务。它在物理层采用了 PON 技术，在链路层使用以太网协议，利用 PON 的拓扑结构实现了以太网的接入。EPON 综合了 PON 技术和以太网技术的优点：低成本、高带宽、扩展性强、灵活快速的服