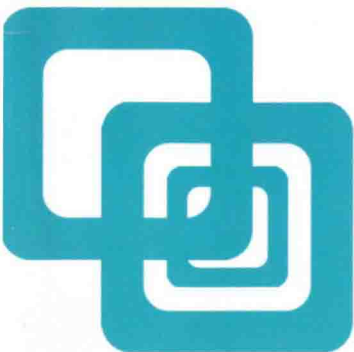




高等职业教育“十二五”规划教材（通信类）

光传输网组建 与维护项目化教程

◎ 杜文龙 朱祥贤 主编

以培养学生光传输网软件调试、工程督导、技术支持和运行维护等岗位职业能力为根本目的

按照传输网规划、传输网组建、传输网业务配置和传输网维护4个项目组织内容

各项目按项目描述、项目分解、项目教学设计、任务描述、任务分析、任务教学设计、必备知识、任务实施、扩展知识和测试评估的体例编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件等

高等职业教育“十二五”规划教材(通信类)

光传输网组建与维护项目化教程

主 编	杜文龙	朱祥贤
副主编	龚佑红	徐雪峰
参 编	乔 琪	韩 睿



机械工业出版社

本书按照最新的职业教育改革精神,结合近年来课程建设与改革经验编写。全书以培养学生光传输网软件调试、工程督导、技术支持和运行维护等岗位职业能力为根本目的,以光传输网组建与维护真实工程项目为载体,以工作任务为驱动,整合融入光传输技术基本理论,依据工程项目先后逻辑关系,分传输网规划、传输网组建、传输网业务配置、传输网维护4个项目组织内容,其中包含组网方案规划、组网设备规划、硬件设备安装、网管系统安装、基本业务配置、以太网业务配置、保护业务配置、日常维护、故障处理9个任务。各项目按项目描述、项目分解、项目教学设计、任务描述、任务分析、任务教学设计、必备知识、任务实施、扩展知识、测试评估的体例编写,理论与岗位实际结合紧密,符合学习认知规律,有利于学生很好地掌握相关专业技能和职业能力。

本书可作为高职高专院校通信类专业的教材,也可作为应用型本科、成人教育、自学考试、电视大学、函授学校、中职学校、培训班的教材以及通信工程技术人员的参考书。

为方便教学,本书配有免费电子课件等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电(010-88379564)或邮件(cmpqu@163.com)索取,有任何技术问题也可通过以上方式联系。

图书在版编目(CIP)数据

光传输网组建与维护项目化教程/杜文龙,朱祥贤主编. —北京:机械工业出版社,2012.1

高等职业教育“十二五”规划教材·通信类

ISBN 978-7-111-36348-4

I. ①光… II. ①杜…②朱… III. ①光纤通信—同步通信网—高等职业教育—教材 IV. ①TN929.11

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第227083号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曲世海 责任编辑:曲世海 王 荣

版式设计:霍永明 责任校对:张 媛

封面设计:赵颖喆 责任印制:杨 曦

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2012年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.5印张·407千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36348-4

定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书遵循工学结合的开发理念,以光传输网组建与维护岗位需求为目标进行内容选取,以工作过程为主线组织内容,以企业真实项目为载体表现内容,以光传输网网运行环境为真实情境实现内容,以满足光传输网工程师职业技能标准为依据把握内容难度,以任务为驱动实施教学,最终实现学生在工作中学习、学习中工作,不断培养学生的职业能力和职业素养。本书在内容的选择上,突出了课程内容的职业导向性,淡化课程内容的宽泛性;突出课程内容的实践性,淡化课程内容的纯理论性;突出课程内容的实用性,淡化课程内容的形式性;突出课程内容的时代性和前瞻性,淡化课程内容的陈旧性。

在本书开发过程中,一方面,参照工业和信息化部电信线务员和机务员(光纤)国家标准,邀请企业一线的工程技术人员直接参与本书的开发,始终坚持以就业为中心,以职业能力培养为重点,以项目为载体,每个项目又包含一系列工作任务,教学内容围绕工作任务的完成来开展,将理论和实践进行合理有效的整合,突出学生的职业道德、职业素养的培养与职业技能的提高。另一方面,将理论与实践教学进行统筹考虑,实现实践教学环节与理论教学环节的一体化,校内实训基地建设规划严格按照网运行环境进行,增强学生学习的针对性和积极性。再一方面,在本书开发过程中,始终有行业、企业专家和一线技术人员的积极参与,专业教师与专家及工程技术人员甚至学生,共同组成开发团队正确处理好职场封闭性和职业教育开放性的矛盾,将教学内容的职业性、实践性和开放性有机结合起来,大大提高内容的针对性和有效性。

本书共分4个项目、9个任务,分别介绍了组网方案规划、组网设备规划、硬件设备安装、网管系统安装、基本业务配置、以太网业务配置、保护业务配置、日常维护以及故障处理等内容。全书以某县光传输建设的真实项目为主线,按照网络组建→设备安装→业务配置→网络维护这一基本过程组织教材内容,这与企业真实工作过程相一致,完全符合企业要求,贴合生产实际。

本书由杜文龙、朱祥贤担任主编,龚佑红、徐雪峰担任副主编。任务1由朱祥贤编写,任务2~任务4由龚佑红编写,任务5、任务6由杜文龙编写,任务7~任务9由徐雪峰编写,乔琪参编任务1~任务4,韩睿参编任务5~任务7。

本书通过项目化设计,使学生在完成工作任务的同时,熟悉工作岗位的技能要求,职业素养得到较好的锻炼。另外,教学内容的安排,遵循学生职业成长规律,由简单到复杂,层层推进。在任务具体内容安排上,总体分成7个模块,具体思路如下:

任务描述:提出问题,让学生明确学习目标;

任务分析:分析问题,提出解决问题的思路;

任务教学设计:提供参考基本教学实施方案;

必备知识:解决问题必备的理论知识;

任务实施:完成任务的工作过程;

扩展知识:增加新知识、新内容,培养学生再发展能力;

测试评估:考查学生任务完成情况。

由于编者学识和经验有限,书中难免存在疏漏、错误之处,敬请读者批评指正,编者不胜感谢。

编 者

目 录

前言

教学实施建议	1
--------------	---

项目 1 传输网规划

项目描述	3	1.7 网络规划实施方案	24
项目分解	3	扩展知识	31
项目教学设计	3	1.8 DWDM 技术	31
任务 1 组网方案规划		1.8.1 DWDM 技术的基本概念	31
任务描述	5	1.8.2 DWDM 系统与 SDH 系统 的关系	31
任务分析	5	1.8.3 DWDM 系统的基本结构	31
任务教学设计	5	1.8.4 DWDM 技术的优势	33
必备知识	6	1.9 MSTP 技术	34
1.1 传输网的基本概念	6	1.9.1 MSTP 的引入	34
1.2 传输网结构	7	1.9.2 第一代 MSTP	34
1.2.1 网络基本结构	7	1.9.3 第二代 MSTP	35
1.2.2 网络复杂结构	8	1.10 PON 技术	36
1.2.3 网络整体结构	10	1.10.1 PON 的原理	37
1.2.4 本地传输网结构	11	1.10.2 EPON 的原理	39
1.3 数字光纤通信系统的组成	12	1.10.3 GPON 的原理	42
1.4 PDH 技术	13	1.10.4 EPON 和 GPON 的比较	42
1.4.1 PDH 的基本概念	13	测试评估	44
1.4.2 PDH 的速率等级	13	任务 2 组网设备规划	
1.4.3 PDH 长途光缆通信系统的 组成	13	任务描述	49
1.4.4 PDH 的缺陷	14	任务分析	49
1.5 SDH 技术	16	任务教学设计	49
1.5.1 SDH 的基本概念	16	必备知识	50
1.5.2 SDH 的速率等级	16	2.1 SDH 网络的常见网元	50
1.5.3 SDH 的保护方式	17	2.2 SDH 常见设备介绍	52
1.5.4 SDH 的优势	18	2.3 设备选择原则	55
1.5.5 SDH 的缺陷	19	任务实施	55
1.6 网络规划	20	2.4 设备选择实施方案	55
1.6.1 传输网建设原则	20	扩展知识	57
1.6.2 网络规划要点	21	2.5 SDH 设备的逻辑功能块	57
1.6.3 本地网组网原则	22	2.5.1 SDH 设备的逻辑功能组成	57
1.6.4 业务类型	23	2.5.2 常见网元逻辑功能	60
任务实施	24	测试评估	61

项目2 传输网组建

项目描述	67	3.6.1 防雷网络要求	92
项目分解	67	3.6.2 防雷网络设计	92
项目教学设计	67	测试评估	93
任务3 硬件设备安装		任务4 网管系统安装	
任务描述	69	任务描述	98
任务分析	69	任务分析	98
任务教学设计	69	任务教学设计	98
必备知识	70	必备知识	98
3.1 硬件设备安装准备	70	4.1 电信管理网	99
3.2 硬件设备安装流程	73	4.1.1 电信管理网的基本概念	99
任务实施	73	4.1.2 电信管理网的功能结构	100
3.3 硬件设备安装过程	73	4.1.3 电信管理网的物理结构	102
3.3.1 机柜安装	73	4.1.4 电信管理网的逻辑分层	
3.3.2 标签制作	77	结构	103
3.3.3 线缆检查与布放	81	4.2 SDH 管理网	104
3.3.4 硬件设备安装检查	89	4.2.1 SMN、SMS 和 TMN 的	
扩展知识	90	关系	104
3.4 设备包装、运输和存储	90	4.2.2 SMN 的分层结构	105
3.4.1 设备包装	90	4.2.3 SMN 的管理功能	106
3.4.2 设备运输及搬移	90	4.3 E300 软件系统结构	107
3.4.3 设备存储	90	任务实施	107
3.5 接地网络的基本要求	90	4.4 E300 软件安装	107
3.5.1 接入网的接地要求	90	4.4.1 系统运行环境	107
3.5.2 地线要求	91	4.4.2 系统安装步骤	108
3.5.3 地线连接要求	91	扩展知识	113
3.5.4 接地电阻要求	92	4.5 网管计算机的连接方式	113
3.6 防雷网络的要求和设计	92	测试评估	116

项目3 传输网业务配置

项目描述	121	5.1.4 SDH 指针	134
项目分解	121	5.2 网同步	136
项目教学设计	121	5.2.1 网同步原理	136
任务5 基本业务配置		5.2.2 SDH 网同步原理	137
任务描述	123	5.3 网元 IP 地址定义	141
任务分析	123	5.3.1 采用私有 ECC 协议栈的	
任务教学设计	123	网元 IP 地址设置	141
必备知识	124	5.3.2 采用 IP ECC 协议栈的网	
5.1 SDH 的工作原理	124	元 IP 地址设置	141
5.1.1 SDH 帧结构	124	5.4 ZXMP S320 设备介绍	143
5.1.2 SDH 的复用步骤	125	5.4.1 ZXMP S320 设备组成	143
5.1.3 SDH 开销字节	130	5.4.2 ZXMP S320 设备单板介绍	143

任务实施	146	任务实施	176
5.5 业务配置步骤	146	6.3 业务配置步骤	176
5.5.1 创建网元	146	6.3.1 以太网单板配置	176
5.5.2 单板配置	149	6.3.2 VLAN 划分	177
5.5.3 网元连接	149	6.3.3 虚拟局域网配置	181
5.5.4 时钟配置	149	6.3.4 时隙业务配置	183
5.5.5 公务配置	153	测试评估	186
5.5.6 电路业务配置	154	任务7 保护业务配置	
测试评估	161	任务描述	191
任务6 以太网业务配置		任务分析	191
任务描述	166	任务教学设计	191
任务分析	166	必备知识	192
任务教学设计	166	7.1 自愈网的基本概念	192
必备知识	166	7.2 SDH 自愈保护机制	192
6.1 以太网交换机概述	167	7.3 SDH 自愈保护分类	193
6.1.1 以太网的发展历史及现状	167	7.3.1 线路保护	193
6.1.2 以太网介质访问技术	167	7.3.2 自愈环保护	194
6.1.3 以太网帧结构	167	任务实施	199
6.1.4 以太网交换机功能	168	7.4 通道保护业务配置步骤	199
6.1.5 以太网交换机组网缺陷	169	7.5 复用段保护业务配置步骤	207
6.2 VLAN 技术	173	扩展知识	212
6.2.1 VLAN 的概念	173	7.6 逻辑子网保护	212
6.2.2 VLAN 分类	173	7.6.1 逻辑子网保护概述	212
6.2.3 802.1q 协议	174	7.6.2 逻辑子网保护的应用	214
6.2.4 VLAN 工作原理	175	测试评估	217

项目4 传输网维护

项目描述	223	8.3.6 单板复位	231
项目分解	223	任务实施	231
项目教学设计	223	8.4 日常维护过程	231
任务8 日常维护		8.4.1 机房环境维护操作	231
任务描述	225	8.4.2 设备维护操作	231
任务分析	225	8.4.3 网管例行维护操作	233
任务教学设计	225	测试评估	234
必备知识	225	任务9 故障处理	
8.1 日常维护概念	225	任务描述	239
8.2 日常维护内容	227	任务分析	239
8.3 日常维护操作方法	228	任务教学设计	239
8.3.1 插尾纤	228	必备知识	239
8.3.2 环回	229	9.1 故障处理的基本原则	240
8.3.3 光功率测试	230	9.2 故障处理流程	240
8.3.4 误码测试	230	9.3 故障原因分析	241
8.3.5 倒换设置	230	9.4 故障定位	241

9.5 故障分类	243	任务实施	248
9.5.1 通信故障	243	9.6 案例分析	248
9.5.2 业务中断故障	244	9.6.1 光功率过弱导致 B1 误码	248
9.5.3 误码类故障	245	9.6.2 PWA 板导致业务出现 瞬断	249
9.5.4 时钟同步类故障	246	9.6.3 时钟板报定时输入丢失	249
9.5.5 网管连接故障	246	9.6.4 通道环倒换不成功	250
9.5.6 公务故障	247	9.6.5 时分不够引起的问题	250
9.5.7 以太网业务故障	247	测试评估	250
9.5.8 设备对接故障	247		
参考文献			255

教学实施建议

1. 课时安排

学习领域	学习情境	学习任务	必备知识	学时	任务实施	学时
光传输网组建与维护	项目 1：传输网规划 (22 学时)	任务 1：组网方案规划 (12 学时)	1. 传输网基本概念	1	组网方案规划	4
			2. 传输网基本结构	1		
			3. 数字光纤通信系统组成	1		
			4. PDH 技术	1		
			5. SDH 技术	2		
			6. 网络规划	2		
		任务 2：组网设备规划 (8 学时)	1. SDH 网络常见网元	2	1. SDH 设备认知	2
			2. SDH 常见设备介绍	1	2. 组网设备规划	2
			3. 设备选择原则	1		
		项目 1 考核 (2 学时)		1		1
	项目 2：传输网组建 (10 学时)	任务 3：硬件设备安装 (4 学时)	1. 硬件安装准备	1	硬件设备安装	2
		任务 4：网管系统安装 (4 学时)	2. 硬件安装流程	1		
			1. SDH 管理网 (SMN)	1	E300 软件安装	2
			2. E300 软件系统结构	1		
		项目 2 考核 (2 学时)		1		1
	项目 3：传输网业务配置 (70 学时)	任务 5：基本业务配置 (30 学时)	1. SDH 工作原理	8	1. 环带链基本配置 (创建网元、配置单板、连接网元)	2
			2. SDH 网同步	1	2. 环带链公务时钟配置	2
			3. 网元地址定义及路由设置	1	3. 环带链电路业务配置	4
			4. ZXMP S320 设备介绍	4	4. 两环电路业务配置	4
					5. 基本业务配置强化练习	4
		任务 6：以太网业务配置 (10 学时)	1. 以太网交换机的工作原理	1	1. 环带链以太网业务配置	4
			2. VLAN 工作原理	1	2. 两环以太网业务配置	4
		任务 7：保护业务配置 (18 学时)	1. 自愈网基本概念	1	1. 环带链通道保护业务配置	4
			2. SDH 自愈保护机制	1	2. 两环通道保护业务配置	4
			3. SDH 自愈保护分类	4	3. 环带链复用段保护业务配置	4
		业务配置综合练习 (8 学时)				8
		项目 3 考核 (4 学时)		2		2
	项目 4：传输网维护 (12 学时)	任务 8：日常维护 (4 学时)	1. 日常维护概念	1	日常维护	2
			2. 日常维护内容			
			3. 日常维护操作方法	1		
		任务 9：故障处理 (6 学时)	1. 故障处理基本原则	1	1. 案例分析	2
			2. 故障处理流程			
			3. 故障原因分析			
		项目 4 考核 (2 学时)	4. 故障定位分析方法	1	2. 常见故障处理	2
			5. 故障分类			
	课程总结与机动 (6 学时)			6		
合计	120			53		67

2. 课程教学方法与策略

➤ 教师应以光传输网组建与维护为主线，以项目任务为载体安排和组织教学活动，使学生在完成工作任务的活动中提高专业技能。

➤ 分组教学。将班级学生 4~6 人分为一组，每组设置一名组长，组长全面负责项目实施的各项事宜，鼓励学生团结协作，共同完成任务。

➤ 四环节教学。按资讯准备、计划决策、实施检查及展示评估 4 个环节分阶段完成教学。资讯准备阶段要求各小组根据任务引导问题单中的引导问题检索文献、查阅资料 and 进行小组讨论，在教师的引导下完成任务必备技术知识的学习，为后续环节做好准备；计划决策阶段要求各小组通过讨论制订任务实施计划，确定任务实施最优方案；实施检查阶段要求各小组根据计划方案来完成任务的实施和检查优化；展示评估阶段要求各小组展示汇报任务实施情况，并采用学生自评、小组评价、教师评价 3 种方式对每个任务按标准评分，从而按比例核算出各小组成员的任务过程评价总分。项目完成后，进行必备知识和任务实施的考核，结合每个任务的得分，按比例核算出各小组成员本项目的总评分。

➤ 引导教学。教师提前给学生发放项目任务书、任务引导问题单等学习表单和资源，引导学生自主学习，使学生在整个过程中一直处于积极主动的主体地位。教师在整个过程中只起到解惑、组织好课堂的指导作用，锻炼学生的自学能力、创新能力、职业能力。

➤ 必备知识教学可采用引导教学法、讲授教学法、分组教学法、讨论教学法、现场教学法等，任务实施过程教学可采用现场教学法、演示教学法、讨论教学法、实践教学法等。

➤ 教师应积极创设职业情境，采用如图片、视频、动画演示等多种素材辅助教学，提高学生的学习兴趣，提高教学效果。

3. 考核方案

课程采取按项目考核的形式，课程总评由项目总评按设定比例核算得出。具体考核评价方式如下：

$$\text{项目总评} = \text{任务过程评价} \times 70\% + \text{项目考核} \times 30\%$$

$$\text{任务过程评价} = \text{学生自评} \times 10\% + \text{小组评价} \times 40\% + \text{教师评价} \times 50\%$$

$$\bullet \text{ 学生自评} = \text{敬业精神} \times 20\% + \text{专业能力} \times 60\% + \text{方法能力} \times 10\% + \text{社会能力} \times 10\%$$

$$\bullet \text{ 小组评价} = \text{敬业精神} \times 20\% + \text{专业能力} \times 60\% + \text{方法能力} \times 10\% + \text{社会能力} \times 10\%$$

$$\bullet \text{ 教师评价} = \text{资讯准备} \times 20\% + \text{计划决策} \times 20\% + \text{实施检查} \times 40\% + \text{展示评估} \times 20\%$$

$$\text{项目考核} = \text{技术考核} \times 50\% + \text{任务实施考核} \times 50\%$$

项目 1 传输网规划

【项目描述】

伴随我国城镇化政策的不断推进，城镇化规模日益壮大。M 县处于长三角经济发展区域，依靠上海和苏州两大城市的辐射作用，近几年发展比较迅猛，正朝中型城市化方向发展。为了较好地解决未来城市发展中的通信问题，M 县电信运营商计划新建一个满足 5~10 年业务需求并可灵活提供多种业务的智能光城域网络。

新网络的网络建设指导思想是：网络规划和建设必须有计划性和前瞻性，采用主流成熟技术，综合考虑初期和终极发展容量；注意投资经济性和网络可扩展性，分阶段逐步实施；尽可能避免未来频繁升级和扩容，减少工程施工时间；尽可能采用高度集成的设备及较少的网元数量，以减少设备占地面积和耗电力。

M 县电信运营商将该新建光城域网络的规划工作交给项目规划组完成。

【项目分解】

传输网规划是一项非常复杂的工作，首先在网络规划前要做好规划准备工作，其次规划也有一系列工作流程。传输网规划流程一般可分为收集信息、规划站点、规划保护方式和网络结构、规划硬件、规划业务、规划 IP 地址、规划时钟、规划公务等 8 个工作步骤。

项目规划组按照上级部门要求，现期主要需要完成收集信息、规划站点、规划保护方式和网络结构、规划硬件这 4 个步骤的规划任务，于是规划组将 M 县传输网规划项目分解成两个子任务完成：

- 1) 组网方案规划。
- 2) 组网设备规划。

【项目教学设计】

项 目	项目 1：传输网规划	学 时	22
教学目标	通过该项目的教学，使学生初步掌握光传输网规划的一般流程和技能，并在项目学习和实践过程中掌握传输网规划涉及的必备知识	教学内容	任务 1：组网方案规划（12 学时） 任务 2：组网设备规划（8 学时） 项目 1 考核（2 学时）
教学资料	1) 教师用表单：项目教学设计（项目 1）、任务教学设计（任务 1、任务 2） 2) 学生用表单：项目任务书（项目 1）、任务引导问题单（任务 1、任务 2）、任务实施单（任务 1、任务 2） 3) 评价用表单：学生自评表（任务 1、任务 2）、小组评价表（任务 1、任务 2）、教师评价表（任务 1、任务 2）、评价成绩汇总表 4) 教材、课程标准、授课计划、教案及备课笔记、辅助课件、学生名册	教学器具	SDH 设备 光纤光缆
		教学环境	多媒体教室 现代通信综合实训中心
		教学方法	1) 技术必备知识：分组教学法、引导教学法、讲授教学法、讨论教学法、现场教学法 2) 任务实施过程：分组教学法、现场教学法、演示教学法、讨论教学法、实践教学法

(续)

学生知识能力要求	1) 具备数字通信技术基础 2) 具备一定的自主学习、分析问题、解决问题的能力 3) 具备一定的团队协作、沟通表达能力
教师知识能力要求	1) 具备较高的光传输技术理论和实践水平 2) 具备光传输网网案例规划的分析能力 3) 具备运用各种教学方法实施教学的组织和控制能力
教学策略	1) 分组教学。将班级学生 5~6 人分为一组, 每组设置一名组长, 组长全面负责项目实施的各项事宜, 鼓励学生团结协作, 共同完成任务 2) 四环节教学。按资讯准备、计划决策、实施检查及展示评估 4 个环节分阶段完成教学。资讯准备阶段要求各小组根据任务引导问题单中的引导问题检索文献、查阅资料、小组讨论, 在教师的引导下完成任务必备知识的学习, 为后续环节做好准备; 计划决策阶段要求各小组通过讨论制订任务实施计划, 确定任务实施最优方案; 实施检查阶段要求各小组根据计划方案来完成任务的实施和检查优化; 展示评估阶段要求各小组展示汇报任务实施情况, 并采用学生自评、小组评价、教师评价 3 种方式对每个任务按标准评分, 从而按比例核算出各小组成员的任务过程评价总分。项目完成后, 进行必备知识和任务实施的考核, 结合每个任务的得分, 按比例核算出各小组成员本项目的总评分 3) 引导教学。提前给学生发放项目任务书、任务引导问题单等学习表单和资源, 引导学生自主学习, 使学生在学习过程中一直处于积极主动的主体地位。教师在整个过程中只起到解惑、组织好课堂的指导作用, 锻炼学生的自学能力、创新能力、职业能力
考核评价	$\text{项目总评} = \text{任务过程评价} \times 70\% + \text{项目考核} \times 30\%$ $\text{任务过程评价} = \text{学生自评} \times 10\% + \text{小组评价} \times 40\% + \text{教师评价} \times 50\%$ $\text{学生自评} = \text{敬业精神} \times 20\% + \text{专业能力} \times 60\% + \text{方法能力} \times 10\% + \text{社会能力} \times 10\%$ $\text{小组评价} = \text{敬业精神} \times 20\% + \text{专业能力} \times 60\% + \text{方法能力} \times 10\% + \text{社会能力} \times 10\%$ $\text{教师评价} = \text{资讯准备} \times 20\% + \text{计划决策} \times 20\% + \text{实施检查} \times 40\% + \text{展示评估} \times 20\%$ $\text{项目考核} = \text{技术考核} \times 50\% + \text{任务实施考核} \times 50\%$

任务1 组网方案规划

【任务描述】

根据项目分解要求，项目规划 A 组要根据运营商对 M 县新建智能光城域网络建设提出的总指导思想完成组网方案规划任务。网络设计方案要求采用主流成熟技术，网络结构层次清晰，网络容量大，业务处理能力强，能适应传输网络的平滑升级。

【任务分析】

通过对本任务进行分析，项目规划 A 组要完成 M 县新建智能光城域网络组网方案规划任务，需要完成以下工作：

1) 网络规划前准备。准备工作包括：了解 M 县的经济、地理、人口情况，市场竞争情况的分析，了解传输设备特点及能力，了解要承载业务的特点及数量，了解现有传输网的瓶颈，了解目前的技术发展情况。

2) 收集信息。收集的信息类型包括站点信息、业务信息、光缆信息和监控相关信息等。在本任务中，重点收集站点和业务信息，从而为确定网络结构和保护类型提供参考。

3) 规划站点，即根据规划准备和收集到的相关信息合理选择传输站点。

4) 规划保护方式和网络结构，即根据实际情况选择合理的网络保护方式和网络结构。

【任务教学设计】

学时建议	12	所属项目	项目1：传输网规划
教学目标	通过该任务的教学，使学生初步掌握光传输网组网方案规划的一般流程和技能，并在任务学习和实践过程中掌握组网方案规划涉及的必备知识。具体目标如下 1) 理解传输网的基本概念及其在通信网中的位置 2) 掌握传输网的基本结构 3) 掌握数字光纤通信系统的组成 4) 了解 PDH 技术的基本知识 5) 掌握 SDH 技术的基本知识 6) 掌握传输网规划的基本流程 7) 了解网络规划的原则和要点		
任务引导问题	1) 什么是传输网？它在现网中处于怎样的位置？并用现实生活中的实例来说明 2) 基本的网结构有哪些？请分别说明它们的特点和主要适用场合 3) 常用的较复杂网络结构有哪些？请分别说明它们的特点 4) 我国目前的 SDH 传输网网络结构分为哪几个层面？各层网络的主要特点是什么 5) 本地传输网一般采用什么样的结构？各组成部分分别有什么特点 6) 数字光纤通信系统主要由哪几部分组成？简要说明信号在系统中处理和传输的流程 7) PDH 的含义是什么？它有哪些速率等级 8) SDH 的含义是什么？它有哪些速率等级 9) SDH 传输网有哪些类型的保护方式？简要说明这些保护方式的特点 10) SDH 针对 PDH 的哪些缺陷进行了改进？SDH 的缺陷有哪些		

(续)

任务引导问题		11) 光传输网建设有哪些基本原则 12) 光传输网的规划有哪些步骤? 网络规划中要注意哪些要点 13) 简要说明本地传输网的组网原则 14) 请列举出你所知道的传输网业务	
教学内容		教学环节	
必备知识	资讯准备	引导预习	
		汇报解答	
		课堂讲授	
任务实施	计划决策	人员组织	
		器材准备	
		方案制订	
	实施检查	任务实施	
		能效检查	
	展示评估	展示汇报	
		小组答辩	
		成绩评定	

【必备知识】

1.1 传输网的基本概念

网络通常是指能够提供通信服务的所有实体及其逻辑配置。传输网是在不同地点之间利用电信号或光信号传递用户信息的网络物理资源,主要是指由具体设备所组成的物理实体网络,如光缆传输网、微波传输网。它描述的对象是信号在具体物理媒质中传输的物理过程。

传输网在现网中的位置如图 1-1 所示。

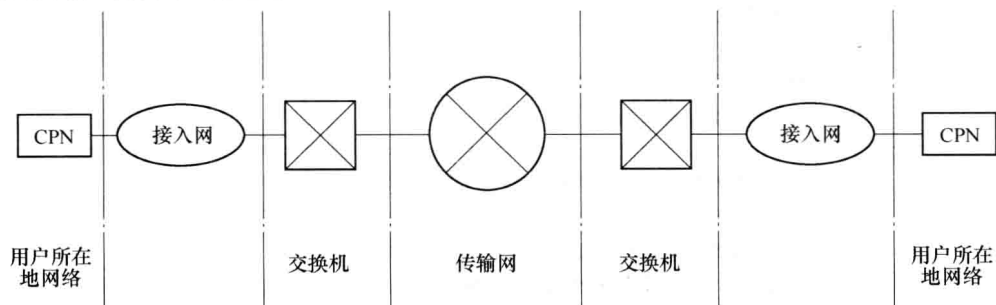


图 1-1 传输网在现网中的位置

由图 1-1 可以看出,传输网作为服务于各业务网和电信支持网的基础网络,位于交换节点之间及接入网设备与端局之间,能对业务进行安全、长距离、大容量的传输,其业务类型具有多样性,其业务流量、流向具有不确定性。它在整个通信网中起着承上启下的作用,其建设的好坏直接影响着各项业务的开展。

按照覆盖地域的不同,传输网可分为国际传输网与国内传输网,国内传输网又可分为长途传输网和本地传输网。长途传输网包括省际一级干线和省内二级干线,本地传输网包括中继网和接入网。

由于光纤作为传输媒质具有传输频带宽、通信容量大、中继距离远、抗电磁干扰能力强、光缆易敷设等优点,我国长途传输网、本地中继以及接入网的骨干层面建设采用光缆已经非常普遍,目前已形成了按全球公认的SDH(Synchronous Digital Hierarchy,同步数字体系)体制组建的高度统一、标准化、智能化的SDH光传输网络。因此,现在人们所说的传输网一般就是指SDH光传输网。但是,接入用户即接入网最后1km的光纤化进程还需相当长的一段时间,目前仍以金属缆为主。国内外有关专家预测,至少到2015年城市接入网最后1km的光纤化才会开始普及。

1.2 传输网结构

1.2.1 网络基本结构

SDH网是由SDH网元设备通过光缆互连而成的,网元和传输线路的几何排列就构成了网络的结构。网络的有效性、可靠性和经济性在很大程度上与其结构有关。

网络的基本结构有链形、星形、树形、环形和网孔形,如图1-2所示。

1. 链形网

链形网是将网中的所有节点一一串联,而首尾两端开放。这种结构的特点是较经济,在SDH网的早期用得较多,主要用于专网中,如铁路网,如图1-2a所示。

2. 星形网

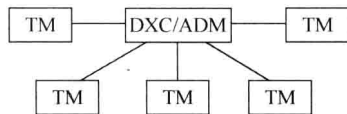
星形网是将网中一网元作为中心节点设备与其他各网元节点相连,其他各网元节点之间互不相连,网元节点的业务都要经过这个特殊节点转接。这种网络结构的特点是可通通过中心节点来统一管理其他网络节点,利于分配带宽,节约成本,但存在中心特殊节点的安全保障和处理能力的潜在瓶颈问题。中心节点的作用类似交换网的汇接局,此种结构多用于本地网,如图1-2b所示。

3. 树形网

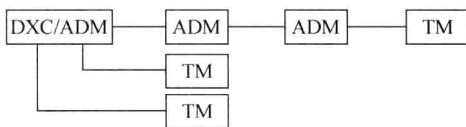
树形网可看成是链形网和星形网的结合,也存在中心节点的安全保障和处理能力的潜在瓶颈问题,如图1-2c所示。



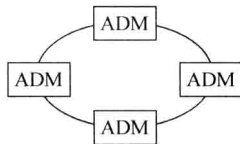
a) 链形



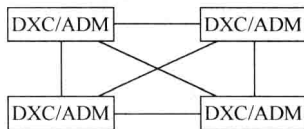
b) 星形



c) 树形



d) 环形



e) 网孔形

图1-2 基本网络结构

TM—终端复用器 ADM—分插复用器

DXC—数字交叉连接设备

4. 环形网

环形网实际上是指将链形网首尾相连,从而使网上任何一个网元节点都不对外开放的网络结构形式。这是当前使用最多的网络结构形式之一,主要是因为它具有很强的生存性,即自愈功能较强。环形网常用于本地网、局间中继网等,如图 1-2d 所示。

5. 网孔形网

将所有网元节点两两相连,就形成了网孔形网络。这种网络结构为两网元节点间提供多个传输路由,使网络的可靠性更强,不存在瓶颈问题和失效问题。但是由于系统的冗余度高,必会使系统有效性降低,成本高且结构复杂。网孔形网主要用于长途网中,以提供网络的高可靠性,如图 1-2e 所示。

当前用得最多的网络结构是链形和环形。

1.2.2 网络复杂结构

通过链形和环形的灵活组合,可以构成一些较复杂的网络结构。下面对组网中要经常用到的几种结构进行介绍。

1. T 形网

T 形网实际上是一种树形网,如图 1-3 所示。设干线上为 STM-16 系统,支线上为 STM-4 系统,T 形网的作用是将支路的业务 STM-4 通过网元 A 分支/插入到干线 STM-16 系统上去。此时支线接在网元 A 的支路上,支线业务作为网元 A 的低速支路信号,通过网元 A 进行分支/插入。

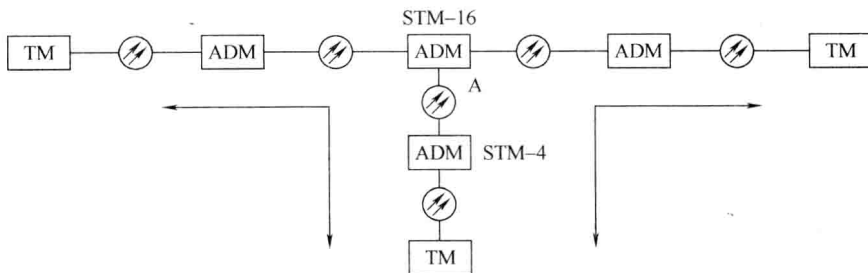


图 1-3 T 形网结构图

2. 环带链

环带链由环形网和链形网两种基本结构形式组成,结构图如图 1-4 所示。链接在网元 A 处,链的 STM-4 业务作为网元 A 的低速支路业务,并通过网元 A 的分支/插入功能上、下环。

3. 环形子网的支路跨接

环形子网的支路跨接结构图如图 1-5 所示。两个 STM-16 环通过 A、B 两网元的支路部分连接在一起,两环中任何两网元都可通过 A、B 之间的支路互通业务,且可选路由多,系统冗余度高。因两环间互通的业务都要经过 A、B 两网元的低速支路传输,

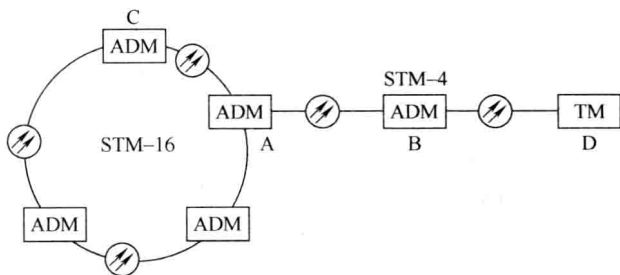


图 1-4 环带链结构图