



21 世纪高职高专规划教材
高等职业教育规划教材编委会专家审定

SDH SHEBEI YUANLI YU YINGYONG

SDH 设备原理与应用

顾生华 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

21 世纪高职高专规划教材

高等职业教育规划教材编委会专家审定

SDH 设备原理与应用

顾生华 编著

北京邮电大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

随着光纤通信的发展,网络的广泛应用和普及、电信新业务的不断涌现,对传输网的可靠性、灵活性和针对性提出了更高的要求。SDH 作为一种结合了高速大容量光纤传输技术和智能网络技术的新体制,已经得到广泛的应用。本书在介绍 SDH 设备系统概述的基础上,以华为公司的 SDH 产品为例,详细介绍了 OptiX 155/622H/2500+设备的系统结构、特点、系统功能、系统配置、应用与组网,并结合设备的系统特性重点介绍了 SDH 设备的安装、测试和维护等。

本书编写的特色是根据高等职业技术教育的特点力求由浅入深、循序渐进,通俗易懂,对设备基本原理讲解准确、清晰,并注重将基本原理和实际应用有机地相结合,真正做到实用性和可操作性,以帮助读者抓住设备系统技术并全面理解本书内容。

本书可适应不同层次的读者选用,既可用作高等院校通信、电子信息类相关专业的教材,也可作为需要较深入而具体地了解 SDH 设备和系统的工程技术人员(包括通信网络规划、设备设计、维护人员)参考、阅读。

图书在版编目(CIP)数据

SDH 设备原理与应用/顾生华编著. —北京:北京邮电大学出版社,2009

ISBN 978-7-5635-1920-0

I. S… II. 顾… III. 光纤通信—同步通信网 IV. TN929.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 052010 号

书 名: SDH 设备原理与应用

作 者: 顾生华

责任编辑: 满志文

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市梦宇印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 16

字 数: 397 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1920-0

定 价: 27.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

同步数字体系(SDH)的出现和发展是传输体制的重大变革。从1988年ITU-T通过第一套基本标准以来,SDH已迅速成为通信网的主流传输技术。其传输速率已从155 Mbit/s发展到10 Gbit/s,甚至可以达到40 Gbit/s;其灵活的组网功能和强大的网管能力正在日益显示其威力;其丰富多彩的网络保护恢复结构为组建高可靠性的现代传送网提供了多种不同层次的选择;其在服务质量、传送容量、经济效益、建设速度等方面及时满足并促进了通信业务的不断增长。

有关SDH的体系结构、功能特点和接口参数等已有许多国际和国内标准或技术规范。由于SDH在理论和概念上与PDH有较大不同,加上ITU-T所作的建议中描述的内容和方式都较为抽象,这就导致一些刚接触SDH的人员感到SDH太抽象。为了使SDH的理论与实践之间能够很好地结合起来,并尽可能缩短抽象规定与具体设备之间的距离,编者根据多年的教学 and 实际工作经验,并参考了国内外有关资料,编写了本书。

本书全面介绍了SDH设备的构成、原理以及应用。全书共包括6章,第1章对SDH设备系统进行了简单介绍;第2章介绍了华为公司的Optix155/622H设备的系统结构、特点、功能、系统配置以及组网应用;第3章介绍了华为公司的Optix2500+设备的系统结构、特点、功能、系统配置以及组网应用;第4章介绍了SDH设备的实际工程安装;第5章介绍了SDH设备的单站及系统调测、数据设定;第6章结合SDH设备的特点,重点介绍了SDH设备的日常维护、故障处理方法。

本书由顾生华负责编写。由于作者的水平有限,本书中难免有不足之处,敬请广大读者批评、指正。

编 者

目 录

第 1 章 SDH 设备系统概述

1.1 光传输遵循的标准	1
1.2 SDH 特点	3
1.3 OptiX 光传输系列产品	4
1.4 SDH 设备概述	5
1.4.1 TM——终端复用器	5
1.4.2 ADM——分/插复用器	5
1.4.3 REG——再生中继器	6
1.4.4 DXC——数字交叉连接设备	6

第 2 章 OptiX 155/622H 设备

2.1 系统结构	8
2.1.1 设备结构	8
2.1.2 网元结构	8
2.1.3 网管系统	11
2.2 OptiX 155/622H 的特点	11
2.2.1 接口	11
2.2.2 功能	12
2.2.3 性能	13
2.3 OptiX 155/622H 系统功能	14
2.3.1 系统功能结构	14
2.3.2 功能单元介绍	15
2.3.3 时钟保护功能	27
2.3.4 系统软件	30
2.4 系统配置、应用与组网	33
2.4.1 设备配置	33
2.4.2 系统组网应用	36
2.4.3 业务保护能力	43

第 3 章 OptiX 2500+设备

3.1 系统结构	45
3.1.1 网元结构	46
3.1.2 网管系统	47
3.2 OptiX 2500+的特点	47
3.2.1 接口	47
3.2.2 功能	49
3.2.3 性能	52
3.3 OptiX 2500+系统功能	53
3.3.1 系统功能结构	53
3.3.2 功能单元介绍	57
3.3.3 时钟保护功能	73
3.3.4 系统软件	76
3.3.5 业务保护功能	77
3.4 系统配置、组网应用	81
3.4.1 设备配置	81
3.4.2 系统组网应用	88

第 4 章 设备安装

4.1 环境要求	106
4.1.1 机房的建筑要求	106
4.1.2 供电要求	106
4.1.3 机房照明要求	108
4.1.4 电气保护系统要求	109
4.1.5 传输设备接地规范	109
4.2 机柜安装	112
4.2.1 在水平地面上安装	112
4.2.2 在防静电地板上安装	113
4.3 OptiX155/622H 设备安装	113
4.3.1 在开放式机架上安装	113
4.3.2 在 ETSI 300 深机柜中安装	116
4.3.3 在 ETSI 600 深机柜中安装	119
4.3.4 在 19 英寸机柜中安装	121
4.3.5 在接入网机柜中安装	121
4.3.6 壁挂式安装	122
4.3.7 在 OptiX 155/622H-C 系列集成机柜中安装	125
4.4 OptiX 2500+设备安装	127

4.4.1 机柜安装	127
4.4.2 附件安装	130
4.4.3 单板安装	131
4.5 线缆安装	136
4.5.1 外部接口及连接	136
4.5.2 外部电缆连接和布放	137
4.5.3 光接口连接及尾纤布放	142

第5章 设备测试

5.1 单站调测	145
5.1.1 机柜上电测试	145
5.1.2 子架上电测试	146
5.1.3 配置与调测	147
5.2 系统调测	152
5.2.1 组网测试	152
5.2.2 全网的性能、告警监测	155
5.2.3 时钟跟踪性能观察	155
5.2.4 其他保护功能测试	156
5.2.5 网管功能测试	156
5.2.6 软件版本的统一性和配套性检查	156
5.3 数据设定	157
5.3.1 网络数据设定	157
5.3.2 网元数据设定	159
5.3.3 网管安装	162
5.3.4 网管配置	167
5.3.5 网管网配置	169

第6章 设备维护

6.1 设备维护注意事项与基本操作	171
6.1.1 维护操作注意事项	171
6.1.2 维护基本操作	173
6.2 例行维护	180
6.2.1 设备的例行维护	180
6.2.2 网管的例行维护	183
6.3 故障处理思路与方法	183
6.3.1 故障处理的基本思路	183
6.3.2 故障处理的步骤	184
6.3.3 故障处理的常用方法	184

6.4 OptiX 设备告警的产生	192
6.4.1 系统告警产生原理	193
6.4.2 高价部分信号流中告警、性能的产生和检测	195
6.4.3 低价部分业务信号流及告警、性能信号的产生	199
6.4.4 告警信号间的抑制关系	201
6.4.5 信号流定位故障的应用	202
6.5 常见故障处理	203
6.5.1 业务中断故障处理	204
6.5.2 误码故障处理	205
6.5.3 指针调整故障处理	208
6.5.4 ECC 故障处理	211
6.5.5 公务电话故障处理	213
6.5.6 设备对接故障处理	216
6.5.7 以太网对接故障处理	220
6.5.8 ATM 对接故障处理	227
6.5.9 通道保护倒换故障处理	232
6.5.10 复用段保护倒换故障处理	238
6.5.11 时钟保护倒换故障处理	244
参考文献	248

SDH设备系统概述

1.1 光传输遵循的标准

SDH(Synchronous Digital Hierarchy)是同步数字系列,为了建立世界统一的标准,ITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication Sector)制定了有关SDH的标准和建议。SDH设备要求遵循ITU-T、ATM论坛、BELLCORE的建议或标准,并具有横向兼容性,如表1-1所示。

表 1-1 OptiX 设备符合的建议或标准

标准系列号	标准说明
GB 7611—1987	脉冲编码调制通信系统网络数字接口参数
YDN 106.1—1999	基于 ATM 的多媒体宽带骨干网技术要求——寻址和信令部分
YDN 099—1998	光同步传输网技术体制(修订)
YD/T 900—1997	SDH 节点技术要求——时钟
YD/T 877—1996	SDH 复用节点和系统的电接口技术要求
YD/T 767—1995	SDH 节点和系统的光接口技术要求
YD/T 1109—2001	ATM 交换机技术规范
YD/T 1022—1999	SDH 节点功能要求
YD/T 1017—1999	SDH 网络节点接口
YD/T 1082—2000	接入网设备过电压过电流防护及基本环境适应性技术条件
ITU-T G. 703(10/98)	系列数字接口的物理/电气特性
ITU-T G. 704(10/98)	设备 PDH 接口帧结构
ITU-TG. 707(03/2001)	同步数字体系(SDH)的网络节点接口
ITU-T G. 773(03/93)	传输系统管理的 Q 接口协议
ITU-TG. 774(02/2001)	SDH 网元级管理信息模型
ITU-TG. 783(03/2001)	数字同步体系(SDH)设备功能组件的特性
ITU-T G. 784(06/99)	SDH 管理
ITU-TG. 803(03/2000)	基于 SDH 的传送网结构
ITU-T G. 813(08/96)	SDH 设备定时特性

续 表

标准系列号	标 准 说 明
ITU-TG. 823(03/2000)	基于 2 048 kbit/s 体系的数字网络的抖动和漂移的控制
ITU-TG. 824(03/2000)	基于 1 544 kbit/s 体系的数字网络的抖动和漂移的控制
ITU-TG. 825(03/2000)	基于 SDH 的数字网络的抖动和漂移的控制
ITU-TG. 826(07/2001)	基群及以上速率国际恒定比特率数字通道的差错性能参数和目标
ITU-TG. 831(08/2000)	基于 SDH 的传送网的管理能力
ITU-T G. 841(10/98)	SDH 网络保护结构的类型和特性
ITU-T G. 842(04/97)	SDH 网络保护结构的相互配合
ITU-T G. 851. 1	传输网管理——RM-ODP 框架应用
ITU-T G. 852. 1	传输网管理——简单子网连接管理的观点
ITU-T G. 852. 2	传输网络资源模型的企业观点描述
ITU-T G. 852. 3	拓扑管理的观点
ITU-T G. 852. 6	路径管理的观点
ITU-T G. 853. 1	传输网管理的信息观点的通用元素
ITU-T G. 853. 2	子网连接管理的信息观点
ITU-T G. 853. 3	拓扑管理的信息观点
ITU-T G. 853. 6	路径管理的信息观点
ITU-T G. 854. 1	传输网管理——针对基本传输网络模型的计算接口
ITU-T G. 854. 3	拓扑管理的计算观点
ITU-T G. 854. 6	路径管理的计算观点
ITU-T G. 921(11/88)	基于 2 048 kbit/s 系列的数字段
ITU-T G. 957(06/99)	与 SDH 相关的设备和系统的光接口
ITU-T G. 958(11/94)	用于光纤光缆的 SDH 数字线路系统
ITU-T G. 992. 2	单线对高速率数字用户线收发器
ITU-T G. 994. 1	数字用户环路(DSL)收发器的握手过程
ITU-T I. 150(1999)	宽带 ATM 功能特性
ITU-T I. 361(1999)	宽带 ATM 层规范
ITU-T I. 432(1999)	宽带用户网络接口——物理层规范
ITU-T I. 731(1996)	ATM 设备类型和功能
ITU-T I. 732(1996)	ATM 设备的功能特性
ITU-T M. 3010	电信管理网的原则
ITU-T M. 3100	通用网络信息模型
ITU-T M. 3400	TMN 管理功能
TMF509	EML-NML 接口子网模型

续 表

标准系列号	标准说明
Sif99025	EML-NML 接口模型
ITU-T Q. 811	Q3 接口的低层协议
ITU-T Q. 812	Q3 接口的高层协议
ITU-T Q. 821	Q3 接口的第 2、3 阶段定义——告警监视
ITU-T Q. 822	Q3 接口的第 1、2、3 阶段定义——性能管理
ITU-T V. 10	通常以高达 100 kbit/s 的数据传递速率工作的非平衡双流接口电路的电特性
ITU-T V. 11	以高达 10 Mbit/s 的数据传递速率工作的平衡双流接口电路的电特性
ITU-T V. 24	数据终端设备(DTE)和数据电路终接设备(DCE)之间的接口电路定义表
ITU-T V. 28	非平衡双流接口电路的电气特性
ITU-T V. 35	平衡双流接口电路的电气特性
ITU-T X. 720	管理信息模型
ITU-T X. 721	管理信息定义
ITU-T X. 722	被管对象定义指南
ITU-T X. 733	数据网故障管理
ITU-T X. 86(2001)	同步数字体系(SDH)上传送 Ethernet 的 LAPS 技术要求
ITU-T X. 903	开放分布处理——参考模型:体系
IEEE802. 1d(1998)	介质访问控制(MAC)桥协议
IEEE802. 1q(1998)	虚拟桥接局域网
IEEE802. 2/3(1998)	局域网协议标准
IETF RFC1661	点到点协议(PPP)
IETF RFC1662	在 HDLC 帧中的 PPP 协议
IETF RFC2615	PPP over SONET/SDH

1.2 SDH 特点

- (1) 具有世界统一的标准;
- (2) 采用了同步复用方式和灵活的复用映射结构;
- (3) SDH 帧结构中安排了丰富的开销比特,大大增强了网络的 OAM 能力;
- (4) 由于有了统一的光接口标准,大大减化了硬件设备,缓解了布线拥挤;
- (5) SDH 网具有信息净负荷的透明性;
- (6) SDH 采用了指针调整技术使得净负荷可以在不同同步岛之间传送而不影响业务质量。

SDH 规定了同步传送模块 STM(Synchronous Transport Module)信号的等级,即 STM-N($N=1,4,16,64$),其中 N 为同步传送模块的级别。SDH 信号等级及其速率如表 1-2 所示。

表 1-2 SDH 信号等级及其速率

SDH 等级	信号比特率/kbits ⁻¹
STM-1	155 520
STM-4	622 080
STM-16	2 488 320
STM-64	9 953 280

1.3 OptiX 光传输系列产品

华为技术有限公司开发的新一代 OptiX 系列产品采用 MADM/MSTP 设计思想,涵盖 STM-1、STM-4、STM-16、STM-64 级别的 SDH 光传输设备。华为技术有限公司既可提供用于末端网络的集成型传输设备 OptiX Metro 500、OptiX 155/622H、OptiX Metro 1050,又可提供用于复杂本地网、干线网的通用传输设备 OptiX 155/622、OptiX Metro 1100、OptiX 2500+、OptiX Metro 3100、OptiX 10G,还提供用于城域网汇接层及接入层的密集波分复用设备 OptiX Metro 6040,用于城域网的密集波分复用设备 OptiX Metro 6100 和用于骨干网密集波分复用设备 OptiX BWS 320G、OptiX BWS 1600G。此外,华为公司还提供了具有智能特性的带宽光交换系统 OptiX OSN 9500 设备和适合北美 SONET 制式的集成型 OC-48/OC-192 多业务传输系统 OptiX Metro 1600 设备。华为公司开发的光传输产品如表 1-3 所示。

表 1-3 OptiX 系列光传输产品列表

产品型号	产 品 名 称
OptiX Metro 500	紧凑型 STM-1 多业务传输系统
OptiX 155/622H	集成型 STM-1/STM-4 兼容光传输系统
OptiX Metro 1050	集成型 STM-1/STM-4 多业务光传输系统
OptiX 155/622	STM-1/STM-4 兼容光传输系统
OptiX Metro 1100	集成型 STM-16 多业务传输系统
OptiX 2500+	STM-16 MADM 光传输系统
OptiX Metro 3100	STM-16 多业务传输系统
OptiX 10G	STM-64 MADM 光传输系统
OptiX OSN 9500	智能光交换系统
OptiX Metro 1600	集成型 OC-48/OC-192 多业务传输系统
OptiX BWS 320G	16/32 通道 DWDM 光传输系统
OptiX Metro 6040	盒式 DWDM 系统
OptiX Metro 6100	DWDM 多业务传输系统
OptiX BWS 1600G	骨干 DWDM 光传输系统
OptiX iManager T2000	华为传送网网元级综合网络管理系统
OptiX iManager T2100	华为传送网网络级综合网络管理系统

1.4 SDH 设备概述

SDH 传输网是由不同类型的网元通过光缆线路的连接组成的,通过不同的网元设备完成 SDH 网的传送功能:上/下业务、交叉连接业务、网络故障自愈等。下面介绍 SDH 网中常见网元设备的特点和基本功能。

1.4.1 TM——终端复用器

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,如图 1-1 所示。

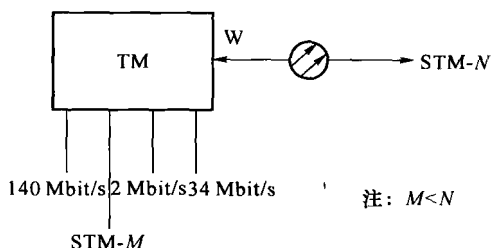


图 1-1 TM 模型

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,或从 STM-N 的信号中分出低速支路信号。请注意它的线路端口输入/输出一路 STM-N 信号,而支路端口却可以输入/输出多路低速支路信号。在将低速支路信号复用进 STM-N 帧(将低速信号复用到线路)上时,有一个交叉的功能,例如,可将支路的一个 STM-1 信号复用进线路上的 STM-16 信号中的任意位置上,也就是指复用在 1~16 个 STM-1 的任一个位置上。将支路的 2 Mbit/s 信号可复用到一个 STM-1 中 63 个 VC12 的任一个位置上去。对于华为设备, TM 的线路端口(光口)一般以西向端口默认表示的。

1.4.2 ADM——分/插复用器

分/插复用器用于 SDH 传输网络的转接站点处,如链的中间结点或环上结点,是 SDH 网上使用最多、最重要的一种网元,它是一个三端口的器件,如图 1-2 所示。

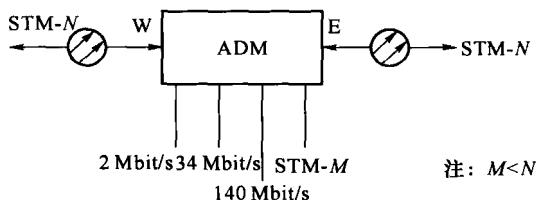


图 1-2 ADM 模型

ADM 有两个线路端口和一个支路端口。两个线路端口各接一侧的光缆(每侧收/发共

两根光纤),为了描述方便将其分为西(W)向、东向(E)两个线路端口。ADM 的作用是将低速支路信号交叉复用进东或西向线路上去,或从东或西侧线路端口收的线路信号中拆分出低速支路信号。另外,还可将东/西向线路侧的 STM-N 信号进行交叉连接,例如将东向 STM-16 中的 3#STM-1 与西向 STM-16 中的 15#STM-1 相连接。

ADM 是 SDH 最重要的一种网元,通过它可等效成其他网元,即能完成其他网元的功能,例如,一个 ADM 可等效成两个 TM。

1.4.3 REG——再生中继器

光传输网的再生中继器有两种,一种是纯光的再生中继器,主要进行光功率放大以延长光传输距离;另一种是用于脉冲再生整形的电再生中继器,主要通过光/电变换、电信号抽样、判决、再生整形、电/光变换,以达到不积累线路噪声,保证线路上传送信号波形的完好性。此处讲的是后一种再生中继器,REG 是双端口器件,只有两个线路端口——W、E,如图 1-3 所示。

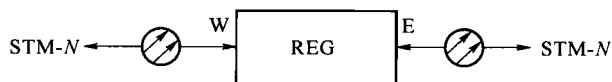


图 1-3 电再生中继器

它的作用是将 W/E 侧的光信号经 O/E、抽样、判决、再生整形、E/O 在 E 或 W 侧发出。注意到没有,REG 与 ADM 相比仅少了支路端口,所以 ADM 若本地不上/下话路(支路不上/下信号)时完全可以等效一个 REG。

真正的 REG 只需处理 STM-N 帧中的 RSOH,且不需要交叉连接功能(W—E 直通即可),而 ADM 和 TM 因为要完成将低速支路信号分/插到 STM-N 中,所以不仅要处理 RSOH,而且还要处理 MSOH;另外 ADM 和 TM 都具有交叉复用能力(有交叉连接功能),因此用 ADM 来等效 REG 有点大材小用了。

1.4.4 DXC——数字交叉连接设备

数字交叉连接设备完成的主要是 STM-N 信号的交叉连接功能,它是一个多端口器件,它实际上相当于一个交叉矩阵,完成各个信号间的交叉连接,如图 1-4 所示。

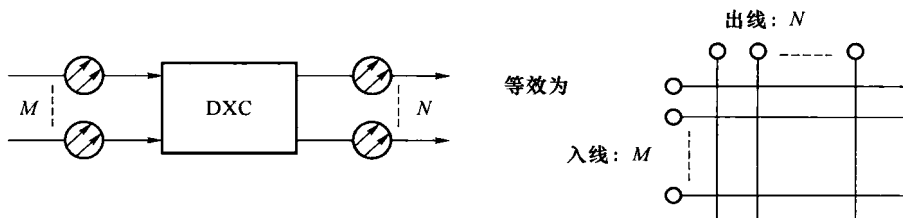


图 1-4 DXC 功能图

DXC 可将输入的 M 路 STM-N 信号交叉连接到输出的 N 路 STM-N 信号上,上图表示有 M 条入光纤和 N 条出光纤。DXC 的核心是交叉连接,功能强的 DXC 能完成高速(例如 STM-16)信号在交叉矩阵内的低级别交叉(例如 VC12 级别的交叉)。

通常用 DXC M/N 来表示一个 DXC 的类型和性能($M \geq N$), M 表示可接入 DXC 的最高速率等级, N 表示在交叉矩阵中能够进行交叉连接的最低速率级别。 M 越大表示 DXC 的承载容量越大; N 越小表示 DXC 的交叉灵活性越大。 M 和 N 的相应数值的含义如表1-4 所示。

表 1-4 M,N 数值与速率对应表

M 或 N	0	1	2	3	4	5	6
速率	64 kbit/s	2 Mbit/s	8 Mbit/s	34 Mbit/s	140 Mbit/s 155 Mbit/s	622 Mbit/s	2.5 Gbit/s

OptiX 155/622H 产品是新一代 STM-1/STM-4 兼容设备,提供 STM-1/STM-4 光同步传输功能,线路速率可以从 STM-1 在线升级到 STM-4。OptiX 155/622H 提供丰富的业务接口,可接入的业务包括 PDH 业务、SDH 业务、ATM 业务、以太网业务、SHDSL 业务以及 $N \times 64$ kbit/s 速率的 V. 35/V. 24/X. 21/RS-499/EIA-530 等多协议物理接口业务,并且支持在同一设备内 SDH 业务、PDH 业务、ATM 业务、以太网业务与 $N \times 64$ kbit/s 业务的混合传输。

OptiX 155/622H 设备可以通过 SDH 接口与 OptiX 155/622、OptiX 2500+、OptiX 10G 等 SDH 传输设备组成传输网;也可以通过 PDH 接口、ATM 接口、以太网接口、SHDSL 接口和 $N \times 64$ kbit/s 接口与接入网设备、GSM 移动蜂窝基站、ETS 无线接入基站、交换机、路由器等设备配合组成通信网。

OptiX 155/622H 具有灵活的交叉连接功能,是现代通信整体传输方案中集成型的末端网传输设备。OptiX 155/622H 在整个传输网中的应用如图 2-1 所示。

2.1 系统结构

2.1.1 设备结构

OptiX 155/622H 设备由设备机盒、风扇板、防尘网和电源滤波板以及可插入插板区的接口单元组成,如图 2-2 所示。

系统的接口单元最高接入速率为 STM-4,接口单元包括 SDH 接口(STM-4/STM-1)、PDH 接口(1.544 Mbit/s、2.048 Mbit/s、34 Mbit/s 和 45 Mbit/s)、ATM 接口(STM-1)、以太网接口(10M/100M)、G. SHDSL 接口、 $N \times 64$ kbit/s 速率的 V. 35/V. 24/X. 21/RS-449/EIA-530 等多协议物理接口。

系统控制板(SCB)提供系统与网管的接口;为系统提供外时钟接口和各种维护接口(如 RS-232、公务电话等)。

2.1.2 网元结构

OptiX 155/622H 网元可配置为分插复用器(ADM)网元、终端复用器(TM)网元等最基本的网元类型或 TM 与 ADM 组合的多 ADM(MADM)网元类型。

TM 网元由线路接口单元、支路接口单元、交叉单元、时钟单元、主控单元、公务单元等部分构成,如图 2-3 所示。各功能单元协同工作。

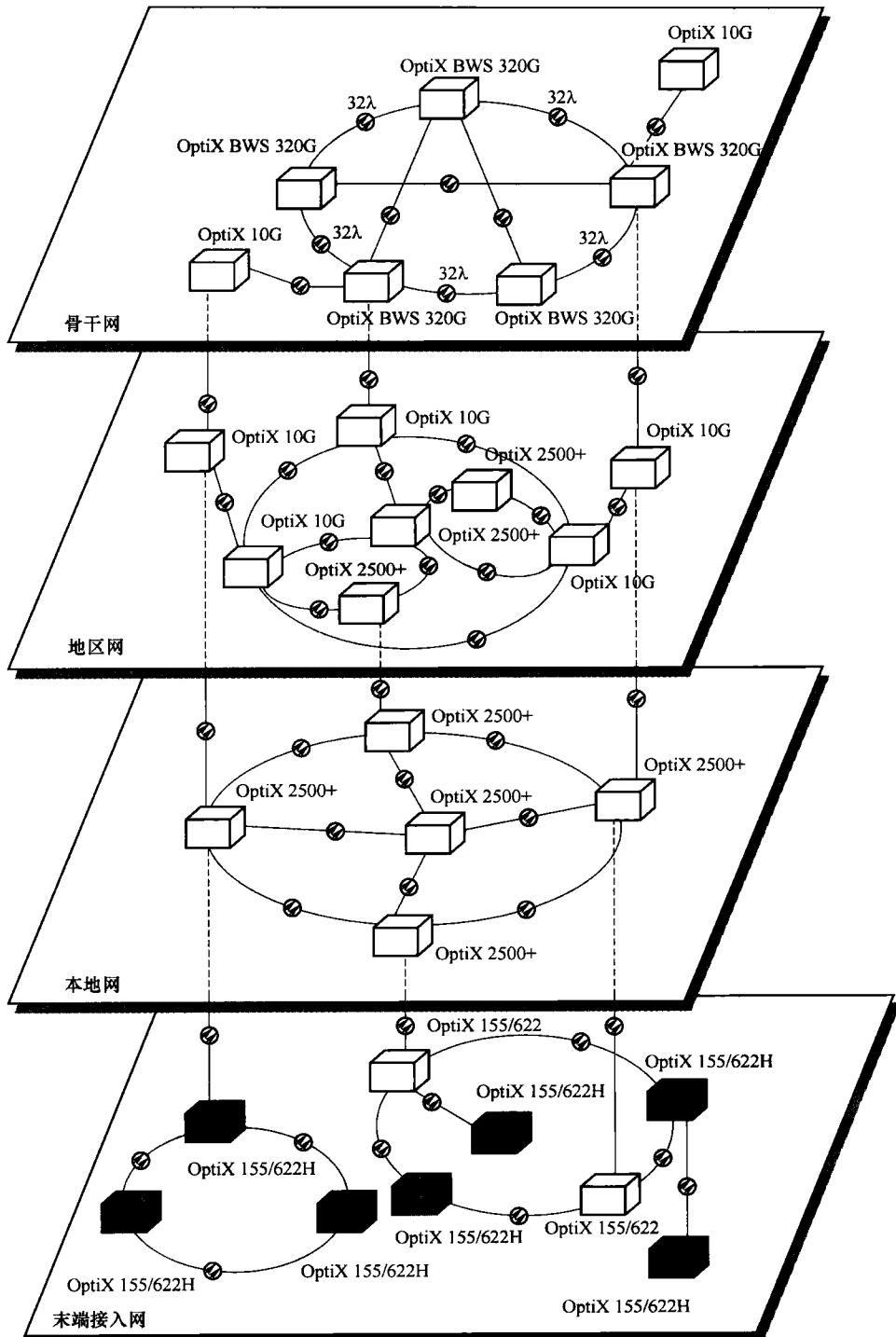


图 2-1 OptiX 155/622H 的网络应用