

电信新技术应用普及丛书

SDH 技术

S D H J I S H U

纪越峰 编著



北京邮电大学出版社

TN914.332

428372

J23

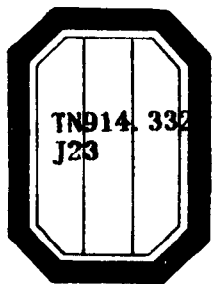
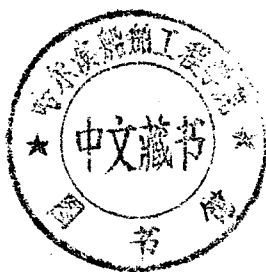
电信新技术应用普及丛书

SDH 技术

纪越峰 编著



00428372



北京邮电大学出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

SDH 技术/纪越峰编著. - 北京: 北京邮电大学出版社, 1998.10

(电信新技术应用普及丛书)

ISBN 7-5635-0337-4

I. S… II. 纪… III. 同步通信系统: 数字通信系统 IV. TN914

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 26420 号

出版人: 岳 华

出版发行: 北京邮电大学出版社 电话: (010)62282185(发行部)

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

经 销: 各地新华书店经售

印 刷: 北京邮电大学印刷厂

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/32

印 张: 6

字 数: 101 千字

版 次: 1998 年 10 月第一版 1999 年 1 月第二次印刷

印 数: 10001—13500 册

书 号: ISBN 7-5635-0337-4/TN·155

定 价: 9.00 元

内 容 提 要

本书系电信新技术应用普及丛书。

本书对同步数字体系（SDH）进行了较全面和系统地介绍，内容包括 SDH 的基本原理与特点、帧结构与开销功能、同步复用和映射原理、典型设备与应用技术、SDH 组网技术、SDH 网络传输性能、SDH 网同步、SDH 网络管理和 SDH 技术应用与测试等。

本书注重选材，内容丰富，深入浅出，通俗易懂。对于一些关键技术，采用了联系实际、图文并茂的方式，从概念上加以说明。

本书可供从事通信工作的科研和工程技术人员阅读，也可作为大专院校通信专业的教学参考书。

• 电信新技术应用普及丛书 •

编 委 会

主 任：叶 敏

副主任：朱金文 殷一民 何育军 史立荣

编 委：(以姓氏笔划为序)

纪越峰 严高明 李晓峰 孟洛明

郑 捷 赵玉峰 胡健栋 全首易

黄东霖 黄济青 廖 青

丛 书 前 言

在世纪之交，通信事业迅猛发展，它以崭新的面貌展现在人们的面前，有效地推动着社会经济的发展，而经济的发展又对通信提出了更高的要求，要求通信事业提供更高、更新的业务和技术。

为了加强和普及通信高科技的教育，使广大读者了解电信各方面的新技术及其应用，我们组织有关科技及教学人员编写了这套“电信新技术应用普及丛书”，向广大从事电信工作的技术人员和管理人员介绍现时遇到的或可能遇到的有关电信高科技方面的内容。

这套丛书的特点是着重向广大读者介绍当前电信方面的新技术、新设备、新应用。参加本套丛书编写工作的有多年从事科研、教学工作，有丰富实践经验的老、中年教授和高级工程师，也有多年从事实践工作的年轻工程师。

这套丛书涉及程控数字交换技术、智能网、No.7信令、SDH、接入网、ATM、电信管理网、

无线用户环路、多媒体视听业务、通信电源以及动力与环境集中监控系统等内容。

在本书的出版过程中得到了深圳市中兴通讯股份有限公司的大力支持，仅此表示感谢。

编辑委员会

1998年8月



1 同步数字体系 (SDH) 概述

1.1 SDH 产生背景	2
1.1.1 PDH 存在的主要问题	2
1.1.2 SDH 的产生	4
1.2 SDH 概念和特点	5
1.2.1 什么是 SDH	5
1.2.2 SDH 的主要特点	7
1.2.3 SDH 应用的若干问题	9

2 SDH 帧结构与开销功能

2.1 帧结构	12
2.1.1 SDH 帧结构是如何构成的	12
2.1.2 帧结构的基本描述	14
2.2 段开销	15
2.2.1 段开销字节的安排	17
2.2.2 段开销字节的定义、功能及应用	17
2.3 通道开销	23

2.3.1	高阶通道开销	24
2.3.2	低阶通道开销	26
3	同步复用和映射原理	
3.1	SDH 基本复用原理	27
3.2	同步复用基本结构	30
3.2.1	基本复用映射单元	30
3.2.2	基本复用映射步骤	33
3.2.3	我国采用的复用映射结构	34
3.2.4	典型示例	34
3.3	映射方法	37
3.3.1	映射的概念	37
3.3.2	容器的帧结构	40
3.3.3	映射示例	41
3.3.4	映射单元基本参数	46
3.4	定位与指针	50
3.4.1	什么是定位与指针	50
3.4.2	AU-4 指针调整机理	51
3.5	复用方法	60
4	典型设备与应用技术	
4.1	如何规范 SDH 设备	62
4.2	ADM 在网络中的应用	63

4.2.1	ADM 设备	63
4.2.2	ADM 在环形网上的应用	65
4.3	数字交叉连接技术与设备	66
4.3.1	DXC 的基本概念与功能	66
4.3.2	SDXC 设备分类	68
4.3.3	SDXC 设备结构	69
4.3.4	SDXC 设备的实际应用	72
4.4	典型设备示例	79

5 SDH 组网技术

5.1	传送网结构与组织	93
5.1.1	如何描述传送网	94
5.1.2	传送网的分层和分割	97
5.1.3	再生段、复用段和通道	100
5.1.4	传送网物理拓扑	100
5.2	SDH 自愈网	101
5.2.1	SDH 自愈网的特点与分类	102
5.2.2	线路保护倒换的原理与应用	103
5.2.3	ADM 自愈环的原理与应用	104
5.2.4	DXC 自愈网的原理与应用	113
5.2.5	SDH 自愈环的分析	115
5.2.6	环的互通	120
5.3	SDH 传送网的目标结构	121

5.4	典型系统组网应用	124
6	SDH 网络传输性能	
6.1	误码性能	128
6.1.1	误码的概念和产生机理	128
6.1.2	误码性能度量	129
6.1.3	指标规范	131
6.2	抖动特性	134
6.2.1	SDH 网络中的抖动	134
6.2.2	抖动指标	136
6.2.3	减小指针调整引入抖动的方法	136
6.3	漂移特性	137
6.3.1	漂移的概念	137
6.3.2	产生漂移的原因	138
7	SDH 网同步	
7.1	网同步概述	140
7.1.1	主从同步方式	140
7.1.2	从时钟的工作模式	142
7.2	SDH 网同步结构	143
7.2.1	SDH 网同步方式	143
7.2.2	SDH 同步网基准链路	144
7.3	SDH 设备的定时工作方式	146

7.3.1	网元定时方式	146
7.3.2	定时环路的产生和防止	147
8	SDH 网络管理	
8.1	SDH 网络管理的基本概念	150
8.2	信息模型	153
8.2.1	信息模型概述	153
8.2.2	面向对象的网络管理技术	154
8.3	协议栈	156
8.4	接口	157
8.5	管理功能	158
8.6	典型网管系统简介	159
9	SDH 技术应用与测试	
9.1	SDH 光缆通信系统	164
9.1.1	单模光纤的分类	164
9.1.2	光接口的性能规范	165
9.1.3	系统设计方法	169
9.1.4	关键参数检测准则	170
9.2	SDH 微波通信系统	172
9.2.1	SDH 数字微波通信系统概述	172
9.2.2	数字微波应用于 SDH 网的若干 问题	173

9.2.3	SDH 在数字微波传输网络的应 用	173
9.3	SDH 技术应用于接入网	174
9.3.1	SDH 技术应用于接入网的主要 特点	174
9.3.2	SDH 环境下的灵活接入系统	175
9.4	SDH 测试概述	177
9.4.1	测试分类	177
9.4.2	测试仪表	178
9.4.3	测试项目	178

同步数字体系 (SDH) 概述

随着社会的进步、科学技术的发展，人类已开始进入信息时代，而高度发达的信息社会要求得到更高质量的信息服务，以实现多种多样的信息业务。同步数字体系(SDH: Synchronous Digital Hierarchy)正是当今世界信息领域在传输技术方面的发展和应用的热点，它是一个将复接、线路传输及交换功能融为一体的、并由统一网管系统操作的综合信息传送网络，可实现诸如网络的有效管理、开业务时的性能监视、动态网络维护、不同供应厂商设备之间的互通等多项功能；它大大提高了网络资源利用率，并显著降低了管理和维护费用，实现了灵活、可靠和高效的网络运行与维护，因而在现代信息传输网络中占据重要地位。

1.1 SDH 产生背景

以往在传输网络中普遍采用的是准同步数字体系(PDH),随着信息社会的到来,它已不能满足现代信息网络的传输要求,因此同步数字体系(SDH)应运而生。

1.1.1 PDH 存在的主要问题

PDH 有两种基础速率,其一是以 1.544 Mbit/s 作为第一级的基础速率,采用的国家有美国、日本等;其二是以 2.048 Mbit/s 作为第一级的基础速率,采用的国家有我国和欧洲多国。以这两种基础速率往上复接需通过码速调整逐级实现。

PDH 面临现代信息网络的发展,已逐渐暴露出一些固有弱点,其存在的主要问题是:

(1) PDH 主要是为话音业务设计,而现代通信的趋势是宽带化、智能化和个人化。

(2) PDH 传输线路主要是点对点连接,缺乏网络拓扑的灵活性,使得数字通道设备的利用率较低,造成网络的调度性较差,同时也很难实现良好的自愈功能。

(3) 存在着相互独立的两大类或三种地区性标

准 (日本、北美和欧洲), 例如: 北美的体系为 $1.544 \text{ Mbit/s} \rightarrow 6.312 \text{ Mbit/s} \rightarrow 44.736 \text{ Mbit/s} \rightarrow N \times 45 \text{ Mbit/s}$; 日本的体系为 $1.544 \text{ Mbit/s} \rightarrow 6.312 \text{ Mbit/s} \rightarrow 32.064 \text{ Mbit/s} \rightarrow 97.728 \text{ Mbit/s} \rightarrow 397.2 \text{ Mbit/s}$; 欧洲的体系为 $2.048 \text{ Mbit/s} \rightarrow 8.448 \text{ Mbit/s} \rightarrow 34.368 \text{ Mbit/s} \rightarrow 139.264 \text{ Mbit/s}$ 。由于没有统一的世界性标准, 而这三者之间又互不兼容, 因而造成国际互通难以实现。

(4) 现行的 PDH 技术体系中只有 1.544 Mbit/s 和 2.048 Mbit/s 的基群信号 (及日本 6.3 Mbit/s 二次群) 采用同步复用, 其余高速等级信号均采用异步复用, 需逐级码速调整来实现复用/解复用, 从而增加了设备的复杂性、体积和功耗, 使信号产生损伤, 同时也难以实现低速和高速信号间的直接互通。

(5) 虽然电接口 (G.703) 已成标准, 但由于各厂家均采用自行开发的线路码型, 因而缺少统一的标准光接口规范, 致使在同一数字等级上光接口的信号速率不一样, 使得传输系统中的设备只能实现所谓的纵向兼容, 而无法实现横向兼容, 大大限制了组网应用的灵活性。

(6) PDH 技术体系中并没有安排很多的用于网络运行、管理、维护和指配 (OAM&P) 的比特, 只有通过线路编码来安排一些插入比特用于监控, 因

此用于网络管理的通道明显不足，仅依靠手工方式实现数字信号连接等功能，难以满足用户对网络动态组网和新业务接入的要求。而且由于各厂家自行开发网管接口设备，因而难以支持新一代网络所提出的统一网络管理的目标要求。

1.1.2 SDH 的产生

随着信息社会的到来，人们希望现代电信传输网络能够快速、经济、有效地提供各种电路和业务，但由于 PDH 存在的固有缺陷，使得仅在原有框架上修改或完善已无济于事，因此，必须打破 PDH 的思维方式，提出一种全新的体制，以适应现代信息社会的发展。最初完成这一任务的是美国贝尔通信研究所的科学家们，他们针对社会上出现的非标准化设备的大量滋生蔓延，提出了所谓同步光网络 (SONET) 的概念和相应的标准，其基本思想是采用一整套分级的标准数字传送结构组成同步网络，可在光纤上传送经适配处理的电信业务。这一体系于 1986 年成为美国数字体系的新标准。与此同时，欧洲和日本等国也提出了自己的意见。1988 年国际电报电话咨询委员会 (CCITT，现改组为 ITU-T，即国际电联标准化组织) 经充分地讨论协商，接受了 SONET 的概念，并进行了适当的修改，重新命