



世纪高职高专通信教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN
TONGXIN JIAOCAI

SDH

技术与设备

吴凤修 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



世纪高职高专通信教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN
TONGXIN JIAOCAI

- | | |
|-----------------|------------------|
| ⊙ 13351 电路与信号基础 | ⊙ 13357 接入网技术 |
| ⊙ 13356 电子技术基础 | ⊙ 13347 计算机网络基础 |
| ⊙ 13484 数字电子技术 | ⊙ 13030 通信电缆线路 |
| ⊙ 13346 现代通信技术 | ⊙ 12382 光缆通信工程 |
| ⊙ 13355 数字通信 | ⊙ 13354 通信电缆工程 |
| ⊙ 13352 光纤通信 | ⊙ 13349 通信工程监理 |
| ⊙ 13353 数据通信 | ⊙ 12381 通信工程概预算 |
| ⊙ 13350 移动通信技术 | ⊙ 13085 通信电源 |
| | ⊙ 13348 SDH技术与设备 |

SDH

技术与设备



ISBN 7-115-13348-4



9 787115 133489 >

ISBN7-115-13348-4/TN·2457

定价:21.00元

21 世纪高职高专通信教材

SDH 技术与设备

吴凤修 主编

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

SDH 技术与设备 / 吴凤修主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.1

21 世纪高职高专通信教材

ISBN 7-115-13348-4

I. S... II. 吴... III. 光纤通信—同步通信网—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN929.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 106929 号

内 容 提 要

本书系统介绍 SDH 的技术及其基本概念, 详细讲解 SDH 的帧结构及其开销的作用。根据职业技术学院学生的特点, 书中还介绍我国常用的 SDH 设备及其维护, 为学生在将来的工作中不断提升技能打下基础。

本书紧扣行业标准及规范, 具有较强的实用性及系统性。

本书可作为高等职业技术学院的通信专业教材, 也可作为相关培训班的教材, 以及从事通信行业工程、维护人员的参考书。

21 世纪高职高专通信教材

SDH 技术与设备

-
- ◆ 主 编 吴凤修
责任编辑 滑 玉
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12.5
字数: 292 千字 2006 年 1 月第 1 版
印数: 3 001—5 000 册 2006 年 7 月河北第 2 次印刷

ISBN 7-115-13348-4/TN · 2457

定价: 21.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

21 世纪高职高专通信教材

编 委 会

主 任 肖传统

副 主 任 张新璞 向 伟

委 员 王新义 孙青华 朱 立 江 丽 李元忠
李转年 李树岭 李 婵 刘翠霞 陈兴东
苏开荣 吴瑞萍 张干生 张孝强 张献居
周训斌 杨 荣 杨 源 胡 鹏 赵兰畔
黄柏江 曹晓川 滑 玉 傅德月 惠亚爱

秘 书 李立高

执行编委 滑 玉

丛书前言

随着通信技术的飞速发展，通信业务的不断拓展和通信市场的日益开放，如何提高从业人员的素质，增强产业竞争力，已成为通信运营商高层决策者们所考虑的重要问题之一。通信类的高等职业教育以适应通信技术发展，培养通信生产和服务一线的技能型人才为目的。

国务委员陈至立同志在全国职业教育工作会议上指出：“职业教育的目标是培养数以千万计的技能型人才和数以亿计的高素质劳动者，必须坚持以服务为宗旨，以就业为导向，面向社会、面向市场办学。”为了适应高等职业教育的需要，结合通信行业的特点和通信类高等职业教育的培养目标，我们组织了全国通信类高职院校部分老师和部分通信企业的资深专家编写了这套《21世纪高职高专通信教材》。该丛书技术新，实用性强，案例典型，既可满足通信类高职高专的教学使用，又可作为从事通信行业一线的技术人员培训和自学读物。

由于作者编写高职高专教材经验不足，征求意见的范围还不够广泛，书中难免存在疏漏之处，望广大读者多提宝贵意见，以便进一步提高完善。

21世纪高职高专通信教材编辑委员会

我国高等技术教育的发展非常迅猛,近两年来,有不少新的高等职业技术学院宣告成立,但与之相适应的高职高专类教材却十分缺乏,通信类高职高专专业教材更是如此。为此我在总结十几年教学经验的基础上,编写了《SDH 技术与设备》这本教学用书,以解燃眉之急。

SDH 技术在我国已广泛应用于各种网络中,SDH 设备在不断发展和不断完善中。本书本着深入浅出的原则,以平实的语言讲述 SDH 的基本概念、相关设备及维护知识。通过本书的学习,可使学员掌握原理之外的设备及维护知识,从而为将来在运营商及施工部门工作打下良好的基础。

全书共分 9 章,第 1 章为 SDH 概述,介绍 SDH 的产生,以及 SDH 的概念;第 2 章为 SDH 信号的帧结构和复用步骤,介绍 SDH 信号帧的组成和帧中各部分的作用,以及 PDH 信号和 SDH 低阶信号是怎样复用进 SDH 高级别信号中去的;第 3 章为开销和指针,介绍 SDH 体制的监控功能层层细化的实现——段开销、通道开销,以及确保 SDH 从高速信号中直接下低速信号的功能实现——指针的工作机理;第 4 章为 SDH 设备的逻辑组成,介绍组成 SDH 设备的各个功能块的功能,及各个功能块所监测的告警、性能事件和监测机理,设备的告警流程图、SDH 传输网的常见网元类型及其功能;第 5 章为 SDH 网络结构和网络保护机理,介绍 SDH 网络几种基本的拓扑结构的特点和适用范围,常见几种自愈环的保护机理和适用范围,几种复杂网络拓扑形式;第 6 章为光接口类型和参数,介绍 SDH 系统的常用光接口类型及描述光接口的常用参数的概念;第 7 章为定时与同步,介绍数字网的几种基本的同步方式,SDH 传输网所使用的同步方式及其特点,SDH 的网络管理;第 8 章为传输损伤,介绍衡量 SDH 网传输质量的误码、抖动主要参数的概念,SDH 的测试及仪表;第 9 章介绍典型的 SDH 设备及简单故障维护知识。

本书在编写的过程中得到相关设备商的大力支持,在此表示最诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2005 年 3 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 SDH 传输体制的产生.....	1
1.2 SDH 的优点.....	4
1.3 SDH 的缺点.....	6
本章小结.....	7
思考题.....	7
第 2 章 SDH 信号的帧结构和复用步骤	8
2.1 SDH 的帧结构.....	8
2.2 SDH 的复用结构和步骤.....	11
2.2.1 SDH 复用的一般概念.....	11
2.2.2 140Mbit/s 复用进 STM-N 信号.....	13
2.2.3 2Mbit/s 复用进 STM-N 信号.....	17
2.2.4 34Mbit/s 复用进 STM-N 信号.....	21
2.3 映射、定位和复用的概念.....	23
本章小结.....	25
思考题.....	25
第 3 章 开销和指针	26
3.1 开销.....	26
3.1.1 段开销.....	27
3.1.2 SDH 的通道开销.....	31
3.1.3 SDH 开销字节的设置及实际应用.....	34
3.2 指针.....	37
3.2.1 指针的作用.....	37
3.2.2 AU-4 指针的总结.....	39
3.2.3 TU-12 指针的总结.....	41
3.2.4 TU-3 指针的简介.....	41
3.2.5 指针的意义.....	41
本章小结.....	42

思考题	42
第 4 章 SDH 设备的逻辑组成	43
4.1 SDH 网络的常见网元	43
4.2 SDH 设备的逻辑功能块	45
本章小结	59
思考题	59
第 5 章 SDH 网络结构和网络保护机理	60
5.1 基本的网络拓扑结构	60
5.2 链型网和自愈环	62
5.2.1 链型网	62
5.2.2 环型网——自愈环	63
5.3 复杂网络的拓扑结构及特点	71
5.4 SDH 网络的整体层次结构	73
本章小结	75
思考题	75
第 6 章 光接口类型和参数	77
6.1 光纤的种类	77
6.2 光接口类型	78
6.3 光接口参数	79
6.3.1 光线路码型	79
6.3.2 S 点参数——发送机参数	79
6.3.3 R 点参数——接收机参数	80
本章小结	80
习题	80
第 7 章 定时与同步	82
7.1 同步方式	83
7.2 主从同步网中从时钟的工作模式	84
7.3 SDH 的引入对网同步的要求	84
7.4 SDH 网的同步方式	85
7.4.1 SDH 网同步原则	85
7.4.2 SDH 网元时钟源的种类	85
7.4.3 SDH 网络常见的定时方式	86
7.5 S1 字节和 SDH 网络时钟保护倒换原理	88
7.6 SDH 网络管理	90
7.6.1 SDH 网管基本概念	90

7.6.2 SDH 网管接口	96
7.6.3 SDH 网管功能	96
本章小结	98
思考题	98
第 8 章 传输损伤	99
8.1 误码性能	99
8.1.1 误码的产生和分布	100
8.1.2 误码性能的度量	100
8.1.3 数字段相关的误码指标	101
8.1.4 误码减少策略	101
8.2 可用性参数	101
8.3 抖动漂移性能	102
8.3.1 抖动和漂移的产生机理	102
8.3.2 抖动性能规范	102
8.3.3 抖动减少的策略	103
8.4 SDH 的测试与仪表	104
8.4.1 典型 SDH 测试设备及其在 SDH 网络层上的应用	104
8.4.2 SDH 的测试范围及基本测试原理	107
8.4.3 典型 SDH 测试项目及测试方法简介	108
本章小结	113
思考题	113
第 9 章 SDH 典型设备	114
9.1 华为传输设备	114
9.1.1 华为传输设备类型	114
9.1.2 155/622/2500/2500 + 设备告警及定位分析	122
9.2 烽火传输设备	137
9.2.1 烽火传输设备介绍	137
9.2.2 烽火设备主要告警分析及故障定位	149
9.3 西门子传输设备	162
9.3.1 设备介绍	162
9.3.2 告警信息及处理方法	166
9.4 朗讯传输设备	172
9.4.1 WaveStar TM ADM16/1 及 ADM4/1 设备及单板介绍	172
9.4.2 主要告警分析及故障定位	175
本章小结	185
思考题	185
附录 英文缩略语	186

概述

第 1 章

本章内容

- SDH 传输体制的产生
- SDH 的优点
- SDH 的缺点

SDH 本章重点

- SDH 的优点

本章难点

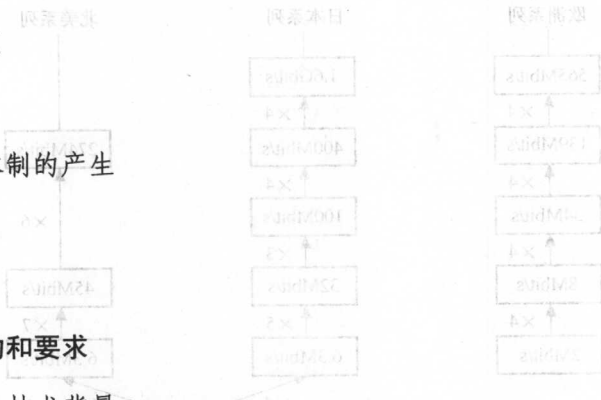
- SDH 传输体制的产生

本章学时数

- 2 学时

学习本章的目的和要求

- SDH 产生的技术背景
- SDH 和 PDH 相比的优缺点
- 建立有关 SDH 的整体概念并为以后更深入的学习打下基础



1.1 SDH 传输体制的产生

SDH 全称为同步数字体系 (Synchronous Digital Hierarchy)，是一种传输的体制 (协议)，就像 PDH——准同步数字传输体制一样，SDH 这种传输体制规范了数字信号的帧结构、复用方式、传输速度等级，接口码型等特性。

下面介绍 SDH 产生的技术背景。当今，高度发达的信息社会要求通信网能提供多种多样的电信业务，经电信网传输、交换、处理的信息量将不断增大，这就要求现代化的通信网向数字化、综合化、智能化和个人化方向发展。传输系统是通信网的重要组成部分，传输系

统的好坏直接制约着通信网的发展。当前世界各国大力发展的信息高速公路，其重点之一就是组建大容量的光纤传输网络，以 SDH/WDM 为主的光纤传输网络就是高速公路最基础的物理平台。传输网应具有全世界统一的接口标准，以便全球的每一个用户都能实现随时随地便捷的通信。

传统的由准同步数字系列 (Plesiochronous Digital Hierachy, PDH) 传输体制组建的传输网，由于其复用的方式不能满足信号大容量传输的要求，另外 PDH 体制的地区性规范也使网络互连增加了难度，因此，在通信网向大容量、标准化发展的今天，PDH 的传输体制已经越来越成为现代通信网的瓶颈，制约了传输网向更高的速率发展。传统的 PDH 传输体制的缺陷体现在以下几个方面。

1. 接口方面

PDH 只有地区性的电接口规范，没有统一的世界性标准。现有的 PDH 制式共有三种不同的信号速率等级：欧洲系列、北美系列和日本系列。它们的电接口速率等级以及信号的帧结构、复用方式均不相同，这种局面造成了国际互通的困难，不适应当前通信的发展趋势。三种信号系列的电接口速率等级如图 1-1 所示。

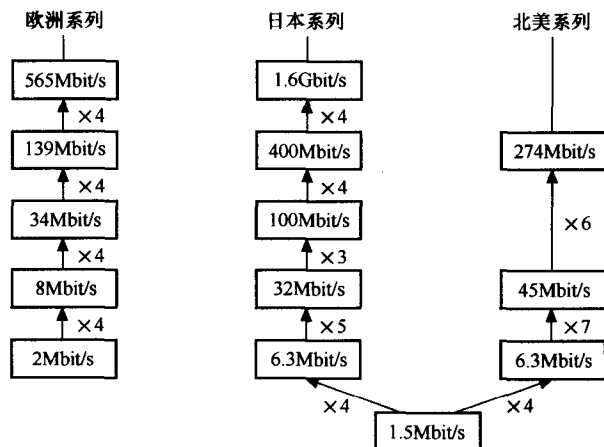


图 1-1 电接口速率等级图

PDH 没有世界性统一的光接口规范。为了完成设备对光路上的传输性能进行监控，各厂家各自采用自行开发的线路码型。典型的例子是 mBnB 码。其中 mB 为信息码，nB 是冗余码。冗余码的作用是实现设备对线路传输性能的监控功能。由于冗余码的接入使同一速率等级上光接口的信号速率大于电接口的标准信号速率，不仅增加了发光器的光功率代价，而且由于各厂家在进行线路编码时，为完成不同的线路监控功能，在信息码后加上不同的冗余码，导致不同厂家同一速率等级的光接口码型和速率也不一样，致使不同厂家的设备无法实现横向兼容。这样在同一传输路线两端必须采用同一厂家的设备，给组网、网络管理及网络互通带来困难。

2. 复用方式

在 PDH 体制中，只有 1.5Mbit/s 和 2Mbit/s 速率的信号（包括日本系列 6.3Mbit/s 速率的信号）是同步的，其他速率的信号都是异步的，需要通过码速的调整来匹配和容纳时钟的差异。因为各级 PDH 速率的信号都是异步的，需要通过正码速调整来适配和容纳各级支路信号

的速率差异。由于 PDH 采用异步复用方式，就导致了当低速信号复用到高速信号时，其在高速信号帧结构中的位置规律性差。也就是说在高速信号中不能便捷地确认低速信号的位置，而这一点正是能否从高速信号中直接分支出低速信号的关键所在。既然 PDH 采用异步复用方式，那么，从 PDH 的高速信号中就不能直接的分/插出低速信号。例如：不能从 140Mbit/s 的信号中直接分/插出 2Mbit/s 的信号。这就会引起下面问题。

从高速信号中分/插出低速信号要一级一级地进行。例如，从 140Mbit/s 的信号中分/插出 2Mbit/s 低速信号要经过如图 1-2 所示的过程。

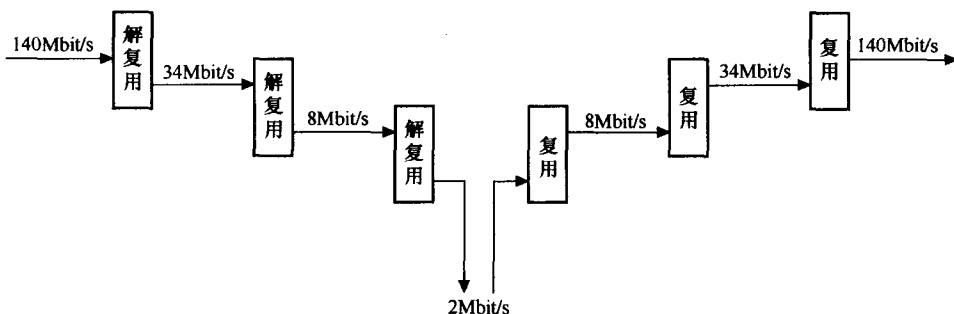


图 1-2 从 140Mbit/s 信号分/插出 2Mbit/s 信号的示意图

从图 1-2 中可以看出，在将 140Mbit/s 信号分支出 2Mbit/s 信号过程中，使用了大量的“背靠背”设备。通过三级解复用设备才从 140Mbit/s 的信号中分出 2Mbit/s 低速信号；再通过三级复用设备，将 2Mbit/s 的低速信号复用到 140Mbit/s 信号中。一个 140Mbit/s 信号可复用进 64 个 2Mbit/s 信号，若在此处仅仅从 140Mbit/s 信号中上或下一个 2Mbit/s 的信号，也需要全套的三级复用和解复用设备。这样不仅增加了设备的体积、成本和功耗，还降低了设备的可靠性。

由于低速信号分/插到高速信号要通过层层复用和解复用过程，这样就会使信号在复用/解复用过程中产生的损伤加大，使传输性能劣化，在大容量传输时，此缺点是不能容忍的。这也就是为什么 PDH 体制传输信号的速率不能更进一步提高的原因。

3. 运行维护方面

PDH 信号的帧结构里用于运行维护工作（OAM）的开销字节不多，这也就是为什么在设备进行光路上的线路编码时，要通过增加冗余编码来完成线路性能监控功能的原因。由于 PDH 信号运行维护工作的开销字节少，因此对完成传输网的分层管理、性能监控、业务的实时调度、传输带宽的控制、告警的分析定位是很不利的。

4. 没有统一的网管接口

PDH 没有统一的网管接口，这就使用户买一套某厂家的设备，就需买一套该厂家的网管系统。容易形成网络的“七国八制”的局面，不利于形成统一的电信管理网。

由于以上所述 PDH 的种种缺陷，使 PDH 传输体制越来越不适应传输网的发展，于是美国贝尔通信研究所首先提出了用一整套分等级的标准数字传递结构组成的同步网络（SONET）体制。CCITT 于 1988 年接受了 SONET 概念，并重命名为同步数字体系（SDH），使其成为不仅适用于光纤传输，也适用于微波和卫星传输的通用技术体制。本课程主要讲述 SDH 体制在光纤传输网上的应用。

SDH 信号能直接从高速信号中下低速信号。例如，可以直接从 622Mbit/s 信号中下 2Mbit/s

信号。这种特性跟 SDH 所特有的同步复用方式有关，既然是同步复用方式，那么，低速信号在高速信号帧中的位置是可预见的，于是从高速信号中直接下低速信号就变成了一件很容易的事了。

1.2 SDH 的优点

SDH 传输体制是由 PDH 传输体制进化而来的，因此，它具有 PDH 体制所无可比拟的优点，它是不同于 PDH 体制的全新一代传输体制，与 PDH 相比在技术体制上进行了根本的变革。SDH 具有以下优越性。

(1) 使 1.5Mbit/s 和 2Mbit/s 两大数字体系即北美、日本和欧洲三个地区性的标准在 STM-1 等级以上获得了统一。今后，数字信号在跨越国界通信时不再需要转换成另一种标准，因而，第一次真正实现了数字传输体制上的世界性标准。

(2) 由于有了统一的标准光接口，允许不同厂家的设备在光路上互通，满足多厂家环境的要求，从而使连网的成本大约降低了 10%~20%。

(3) SDH 采用了同步复用方式和灵活的复用映射结构，各种不同等级的码流在帧结构净负荷内的排列是有规律的，而净负荷与网络是同步的，因而，只需利用软件即可使高速信号一次直接分/插出低速支路信号，也就是所谓的一步复用特性。

(4) SDH 帧结构中安排了丰富的开销比特，因而，使网络的运行、网络管理和维护能力都大大加强了。

(5) SDH 具有完全的后向兼容性和前向兼容性。

下面从几方面就 SDH 所具有的优点作进一步说明。

1. 接口方面

(1) 电接口方面

接口的规范化与否是决定不同厂家的设备能否互连的关键。SDH 体制对网络节点接口 (NNI) 作了统一的规范。规范的内容有数字信号速率等级、帧结构、复接方法、线路接口、监控管理等。这就使 SDH 设备容易实现多厂家互连。也就是说在同一传输线路上可以安装不同厂家的设备，体现了横向兼容性。

SDH 体制有一套标准的信息结构等级，即有一套标准的速率等级。基本的信号传输结构等级是同步传输模块——STM-1，相应的速率是 155Mbit/s。高等级的数字信号系列有：622Mbit/s (STM-4)，2.5Gbit/s (STM-16) 等，是通过将低速率等级的信息模块 (例如 STM-1) 通过字节间插同步复接而成，复接的个数是 4 的倍数。例如： $STM-4=4\times STM-1$ ， $STM-16=4\times STM-4$ 。

(2) 光接口方面

线路接口 (这里指光接口) 采用世界性统一标准规范，SDH 信号的线路编码仅对信号进行扰码，不再进行冗余码的插入。扰码的标准是世界统一的，这样对端设备仅需通过标准的解码器就可与不同厂家 SDH 设备进行光接口互连。扰码的目的是抑制线路码中的长连“0”和长连“1”，便于从线路信号中提取时钟信号。由于线路信号仅通过扰码，所以 SDH 的线路信号速率与 SDH 电接口标准信号速率相一致，这样就不会增加发端激光器的光功率代价。目

前, ITU-T 正式推荐 SDH 光接口的统一码型为加扰码的 NRZ。

2. 复用方式

由于低速 SDH 信号是以字节间插方式复用进高速 SDH 信号的帧结构中的, 这样就使低速 SDH 信号在高速 SDH 信号的帧中的位置是均匀的、有规律性的, 也就是说是可预见的。这样就能从高速 SDH 信号(如 2.5Gbit/s(STM-16))中直接分/插出低速 SDH 信号(如 155Mbit/s(STM-1)), 这样就简化了信号的复接和分接, 使 SDH 体制特别适合于高速大容量的光纤通信系统。

另外, 由于 SDH 采用了同步复用方式和灵活的映射结构, 可将 PDH 低速支路信号(如 2Mbit/s)复用进 SDH 信号的帧中去(STM-N), 这样使低速支路信号在 STM-N 帧中的位置也是可预见的, 于是可以从 STM-N 信号中直接分/插出低速支路信号。这样, 节省了大量的复接/分接设备(背靠背设备), 从而增加了可靠性, 减少了信号损伤, 降低了设备成本和功耗等, 使上、下业务更加简便。

3. 两个概念

(1) 字节间插复用方式

下面以一个例子来说明字节间插复用方式。有 3 个信号 A, B, C: 帧结构各为每帧 3 个字节, 若将这 3 个信号通过字节间插复用方式复用成信号 D, 那么, D 就应该是这样一种帧结构: 帧中有 9 个字节, 且这 9 个字节的排放次序如图 1-3 所示。

这样的复用方式就是字节间插复用方式。

(2) 网络自愈功能

网络自愈是指当业务信道损坏导致业务中断时, 网络会自动将业务切换到备用业务信道, 使业务能在较短的时间(ITU-T 规定为 50ms 以内)得以恢复正常传输。注意这里仅是指业务得以恢复, 而发生故障的设备和发生故障的信道, 则还是要人去修复。那么, 为达到网络自愈功能除了设备具有 DXC 功能(完成将业务从主用信道切换到备用信道)外, 还需要有冗余的信道(备用信道)和冗余设备(备用设备)。图 1-4 所示为一个具有自愈功能传输网的简单例子。

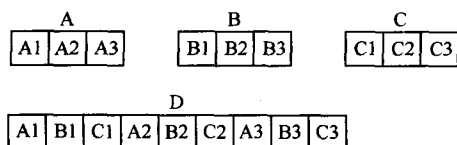


图 1-3 字节间插复用方式示意图

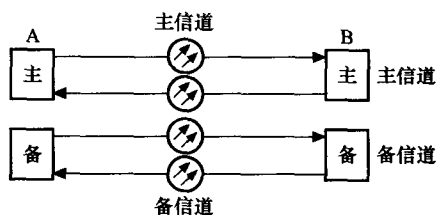


图 1-4 网络自愈功能示意图

4. 运行维护方面

SDH 信号的帧结构中安排了丰富的用于运行维护(OAM)功能的开销字节, 使网络的监控功能大大加强, 也就是说维护的自动化程度大大加强。PDH 的信号中开销字节不多, 以至于在对线路进行性能监控时, 还要通过在线路编码时加入冗余比特来完成。以 PCM30/32 信号为例, 其帧结构中仅有 TS0 时隙和 TS16 时隙中的比特是用于 OAM 功能。SDH 信号丰富的开销占用整个帧所有比特的 1/20, 大大加强了 OAM 功能。这样就使系统的维护费用大

大降低，而在通信设备的综合成本中，维护费用占相当大的一部分，于是 SDH 系统的综合成本要比 PDH 系统的综合成本低，据估算仅为 PDH 系统的 65.8%。

5. 兼容性

SDH 有很强的兼容性，这也就意味着当组建 SDH 传输网时，原有的 PDH 传输网不会作废，两种传输网可以共同存在。也就是说，可以用 SDH 网传送 PDH 业务。另外，异步转移模式的信号（ATM）、FDDI 信号等其他体制的信号也可用 SDH 网来传输。SDH 是怎样容纳各种体制的信号呢？很简单，SDH 把各种体制的低速信号在网络边界处（例如：SDH/PDH 起点）复用进 STM-1 信号的帧结构中，在网络边界处（终点）再将它们拆分出来即可，这样就可以在 SDH 传输网上传输各种体制的数字信号了。

1.3 SDH 的缺点

SDH 的优点是以牺牲频带利用率、系统安全性等为代价的。SDH 存在以下缺点。

1. 频带利用率低

众所周知有效性和可靠性是一对矛盾，增加了有效性必将降低可靠性，增加可靠性也会相应的使有效性降低。SDH 的一个很大的优势是系统的可靠性大大的增强了（运行维护的自动化程度高），这是由于在 SDH 的信号——STM-*N* 帧中加入了大量的用于 OAM 功能的开销字节，这样必然会使在传输同样多有效信息的情况下，PDH 信号所占用的频带（传输速率）要比 SDH 信号所占用的频带（传输速率）窄，即 PDH 信号所用的速率低。例如：SDH 的 STM-1 信号可复用进 63 个 2Mbit/s 或 3 个 34Mbit/s（相当于 48×2Mbit/s）或 1 个 140Mbit/s（相当于 64×2Mbit/s）的 PDH 信号。只有当 PDH 信号是以 140Mbit/s 的信号复用进 STM-1 信号的帧时，STM-1 信号才能容纳 64×2Mbit/s 的信息量，但此时它的信号速率是 155Mbit/s，速率要高于 PDH 同样信息容量的 E4（140Mbit/s）信号。也就是说 STM-1 所占用的传输频带要大于 PDH E4 信号的传输频带（二者的信息容量是一样的）。

2. 指针调整机理复杂

SDH 体制可从高速信号（如 STM-1）中直接下低速信号（如 2Mbit/s），省去了多级复用/解复用过程。而这种功能的实现是通过指针机理来完成的，指针的作用就是时刻指示低速信号的位置，以便在“拆包”时能正确地拆分出所需的低速信号，保证了 SDH 从高速信号中直接下低速信号的功能的实现。可以说指针是 SDH 的一大特色。

但是指针功能的实现增加了系统的复杂性。最重要的是使系统产生了 SDH 的一种特有抖动——由指针调整引起的结合抖动。这种抖动多发于网络边界处（SDH/PDH），其频率低、幅度大，会导致低速信号在拆出后性能劣化，而这种抖动的滤除也相当困难。

3. 软件的大量使用对系统安全性的影响

SDH 的一大特点是运行、管理和维护（Operation, Administration and Maintenance, OAM）的自动化程度高，这也意味着软件在系统中占用相当大的比重，这就使系统很容易受到计算机病毒的侵害，特别是在计算机病毒无处不在的今天。另外，在网络层上人为的错误操作、软件故障，对系统的影响也是致命的。这样，系统的安全性就成了 SDH 很重要的一个问题。

本章小结

本章主要讲述了 SDH 体制产生的技术背景、SDH 的概念、SDH 的优点及缺点，目的在于建立 SDH 传输网的整体概念，为下面课程的学习打下基础。

思考题

- 1-1 为什么 SDH 体制适合大容量传输的情况？
- 1-2 什么是 SDH？
- 1-3 为什么会产生 SDH？
- 1-4 SDH 的优点是什么？
- 1-5 SDH 的缺点是什么？
- 1-6 什么是字节间插复用方式？
- 1-7 什么是网络自愈？