

普通高等教育规划教材

Highway
Communication
Technologies

高速公路**通信**技术

关 可	主 编
吴潜蛟 吴向东	副主编
宋蓓蓓 亓淑敏	



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

普通高等教育规划教材

高速公路通信技术

关 可 主 编

吴潜蛟 吴向东 宋蓓蓓 亓淑敏 副主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书根据高速公路通信系统快速、安全、高效等服务要求以及交通管理信息化、智能化等发展的要求,从高速公路传输网技术、业务网技术、支撑网技术、光(电)缆技术、通信电源技术、通信管道技术、通信系统工程施工质量监理七个方面全面翔实地讲解了高速公路通信系统的原理、组成、设计、施工和监理,内容涉及通信技术、计算机技术、网络技术、电力技术和道路施工技术,是一本多技术、跨学科的专业类书籍。

本书既可作为通信工程、交通设备与控制工程等专业本科、研究生教材,也可作为公路建设、公路管理和运营、公路监理等方面技术人员的技术参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

高速公路通信技术 / 关可主编. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016. 5

ISBN 978-7-114-13029-8

I. ①高… II. ①关… III. ①高速公路—通信技术
IV. ①U412.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 111069 号

普通高等教育规划教材

书 名: 高速公路通信技术

著 作 者: 关 可

责任编辑: 郑蕉林

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 16

字 数: 370 千

版 次: 2016 年 7 月 第 1 版

印 次: 2016 年 7 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13029-8

定 价: 36.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)



前言

Foreword

近年来,随着我国高速公路的大规模建设,高速公路运营和管理的信息化与智能化要求不断提高。高速公路通信系统作为高速公路现代化运营管理的支撑系统,目前已成为实现高速公路现代化管理必不可少的基础设施。高速公路通信系统能够实现监控系统和收费系统的数据、语音和图像等信息准确而及时的传输,能够保持高速公路管理部门之间业务联络通信的畅通,同时也可为高速公路内部各部门与外界建立必要的联系。

高速公路通信系统是一门跨学科的课程,涉及通信技术、计算机技术、网络技术、电力技术和道路施工技术等多个专业领域,这类教材极其稀少;另外,由于电子信息、网络技术和通信技术的发展速度较快,因此,编写并出版一本包含最新技术的高速公路通信系统教材,不但能满足涉及公路行业的通信工程、交通信息工程及控制等专业教学的需求,而且还能满足公路建设、公路管理和运营、公路监理等方面人员的需求。

本书从高速公路传输网技术、业务网技术、支撑网技术、光(电)缆技术、通信电源技术、通信管道技术、通信系统工程施工质量监理七个方面入手,全面、翔实地讲解了高速公路通信系统的原理、组成、设计、施工和监理,将通信技术理论与其在高速公路建设中的应用紧密结合,对于高速公路建设、高速公路管理和运营、高速公路监理等方面的人员来说,是一本不可多得的有用之书。

本书共分为5章,第一章及第五章的第一、第二节由关可编写,第二章由吴向东编写,第三章由宋蓓蓓编写,第四章由吴潜蛟编写,第五章的第三、第四节由亓淑敏编写。全书由关可任主编,吴潜蛟、吴向东、宋蓓蓓、亓淑敏任副主编。在编写过程中,参考了许多专家的著作和成果,在此一并表示感谢!

本书出版获得长安大学与人民交通出版社精品教材建设及专著出版基金资助。

由于作者的水平有限,书中的内容难免有疏漏、不恰当之处,恳请各位老师及同行指正,以使本书内容得到不断完善。

编 者

2016年3月

目 录

Contents

第一章 高速公路通信技术概述	1
第一节 高速公路通信技术的发展简述	1
一、SDH/MSTP	2
二、千兆以太网技术	3
三、数字程控交换技术	4
四、信号(图像、语音)压缩编码技术	4
五、IP 技术	4
六、ASON 技术	4
七、PTN 技术	5
八、OTN 技术	5
第二节 高速公路通信系统的组成、功能、基本需求、特点及主要性能指标	7
一、高速公路通信系统的组成及功能	7
二、高速公路通信系统的基本需求	8
三、高速公路通信系统的特点	8
四、高速公路通信系统的主要性能指标	9
思考题	10
第二章 高速公路传输网技术	11
第一节 高速公路传输网的系统构成及特点	11
第二节 数据通信技术的基本概念	12
一、基带传输和频带传输	12
二、多路复用和通信接口	16
三、交换	22
四、信道	29
五、差错控制	32
六、SDH(同步数字系列)技术	35
七、数据通信技术的主要质量指标	45
第三节 网络通信技术的基本要求	45
一、计算机网络体系结构	46

二、计算机局域网技术·····	49
三、网络互联设备与协议·····	58
四、多协议标记交换技术(MPLS)·····	63
五、IP 网的服务质量——QoS·····	76
六、计算机网络安全技术·····	83
七、软交换技术·····	87
第四节 高速公路干线传输网技术·····	95
一、制式选择·····	95
二、网络规划·····	99
三、系统配置·····	101
四、主要技术要求·····	102
五、网管系统·····	103
六、干线传输网技术的进展·····	104
第五节 高速公路路段接入网技术·····	108
一、基于数字环路接入的通信系统·····	108
二、基于 EOS 接入技术·····	109
三、基于 MSTP 的综合业务接入技术·····	110
四、基于千兆位以太网与数字程控交换系统及语音网管相结合的接入技术·····	111
五、基于千兆位以太网与软交换系统相结合的接入技术·····	112
六、现有路段接入网技术及主要技术要求·····	113
思考题·····	117
第三章 高速公路业务网技术·····	118
第一节 语音业务网要求·····	118
一、概述·····	118
二、系统构成及功能·····	118
三、程控交换机技术原理·····	119
四、系统配置及性能指标·····	121
五、指令电话系统·····	122
六、信令系统·····	122
第二节 图像传输网技术·····	127
一、概述·····	127
二、系统构成及功能·····	127
三、多媒体通信基础知识·····	131
四、多媒体信息处理·····	132
五、多媒体压缩标准·····	135
六、视频图像质量评价·····	143
第三节 监控收费图像传输技术·····	147
一、硬件系统·····	148

二、软件系统	148
三、视频监控图像联网控制	149
第四节 会议电视网	151
一、系统构成和组网结构	151
二、系统功能	155
三、系统配置	155
四、主要性能	156
五、会场布置	156
第五节 紧急电话系统	158
一、系统构成	158
二、系统功能	163
三、系统性能	164
第六节 呼叫中心	165
一、系统构成	165
二、系统配置	166
三、系统功能	170
四、主要性能	171
五、应用软件	172
第七节 VOIP 电话及实现	173
一、IP 电话原理	173
二、IP 电话特点	175
三、IP 电话功能模块	175
四、IP 网语音通信接入技术	176
五、高速公路 IP 电话应用	177
六、语音服务质量控制技术	178
第八节 有线广播系统	179
一、系统构成	179
二、系统功能	181
三、系统配置	181
四、主要性能	182
第九节 无线通信系统	182
一、概述	182
二、DSRC 技术	182
三、WLAN 技术	188
四、系统功能、配置及主要技术指标	192
第十节 移动通信技术	192
一、移动通信技术发展	192
二、移动通信技术在公路系统的应用	195

第十一节 GPS/GIS 在高速公路上的应用	198
一、GPS 原理	198
二、GIS 原理	200
三、GPS/GIS 指挥调度系统	201
思考题	204
第四章 高速公路支撑网技术	205
第一节 同步网	205
一、同步网原理	205
二、系统构成	208
三、同步网节点配置	212
四、同步定时链路的组织	213
五、同步基准传送	213
第二节 公共信令网	213
一、信令网概述	213
二、系统构成	224
三、系统功能	224
四、系统配置	225
五、主要性能	225
第三节 网络管理网	227
一、系统规模	227
二、系统功能	228
三、系统配置	229
四、主要功能	229
思考题	229
第五章 高速公路通信工程技术	230
第一节 高速公路光、电缆技术	230
一、系统构成	230
二、光缆的选择	230
三、电缆的选择	231
四、光缆的铺设	231
五、光纤配线架(ODF)	232
第二节 高速公路通信电源技术	232
一、系统构成	232
二、系统功能	233
三、系统配置	233
四、系统性能	233
第三节 高速公路通信管道技术	235
一、通信管道构成	236

二、通信管道设置原则	236
三、通信管道的路由和位置的确定	236
四、通信管道的材料及选择	236
五、人(手)孔	238
六、通信管道的埋设深度	238
七、通信管道的段长和弯曲	238
第四节 高速公路通信系统工程施工质量监理要点.....	238
一、工程施工准备阶段	239
二、工程施工安装阶段	239
三、高速公路通信系统的完工测试及联调阶段	239
四、高速公路通信系统工程施工的质量控制重点及目标	239
五、高速公路通信系统监理工作的方法及措施	240
六、高速公路通信系统检测的主要项目与方法	241
思考题.....	242
参考文献.....	243

第一章

高速公路通信技术概述

第一节 高速公路通信技术的发展简述

我国高速公路的建设速度可谓“后来者居上”。改革开放 30 年间,特别是 1997 年以后,国家做出拉动内需、加快基础设施建设、加大对公路建设投入的政策,连续几年年均公路建设投资都在千亿元人民币以上,高速公路建设“突飞猛进”,到 2010 年通车里程已经达到 7.4 万 km。根据《交通运输“十二五”发展规划》,2015 年我国高速公路总里程将达到 10.8 万 km。随着高速公路的大规模建设,高速公路运营和管理的信息化与智能化要求也不断提高。高速公路信息化建设是当前的重要研究方向,而其信息化经营和管理必须以通信系统作为基础信息平台,因为没有通信系统提供联络手段,信息只能是分散的、孤立的,不可能实现管理者、道路使用者、车和道路之间的和谐统一,高速公路信息化建设也只能是无本之木、无源之水,因此,高速公路通信系统已成为实现高速公路现代化管理必不可少的基础设施。高速公路通信系统主要由通信电源系统、数字程控交换系统、光纤数字传输系统、视频会议系统、图像和数据传输系统几部分构成。构建高速公路通信系统的目的在于提高公路网的社会效益和整体经济效益,提升安全保障能力和管理水平。

高速公路交通流量大、车速快,需要高水平的服务。为了迅速了解高速公路运行情况,及时处理事故,要求报警及时、指挥得力,随时交换路网各节点的信息,进行分析处理,并把路网内各段的运行状态及时提供给路段使用者,以利于控制、诱导交通,避免阻塞和交通事故,保证交通通畅,而所有这一切要求只有采用现代化的交通管理手段和通信设施才能得以实现。

高速公路通信系统在高速公路现代化管理中属于支撑系统。1995 年,ATM over IP 技术网络的构建开始选用,从而使得传输速率提高,也就是构设 IP 在 ATM 网络上。ATM (Asynchronous Transfer Mode,异步传输模式)技术具有适应性强、高宽带、高可靠性、低时延等优点,并且结合了传输层和网络层的优势,相比于其他网络技术,ATM 技术用于高速公路通信系统的设计和规划在当时比较适合;而在网络层上 IP 技术采用统一的地址格式和协议,能够实现异构网的互联,属于面向无连接的通信技术。IP over SDH (Synchronous Digital Hierarchy,同步数字体系)/Optical 网络结构出现在 1997 年,其传输速率最高可达 2.5Gb/s。

“交换网 + SDH + 接入网”是目前我国高速公路通信系统普遍采用的技术,其把多业务融入高速公路通信系统的传输平台上,对于光纤环路系统来说一般采用 1 + 1 的保护方法。光纤传输系统一般把综合业务接入网和 SDH 结合来实现。综合业务接入网包括维护管理接口、光

网络单元接口(ONU)、光线路终端接口(OLT)3种类型接口,通过VS接口控制中心的光线路终端接口处理业务的接入,将图像、指令、数据、语言进行合并,使其在同一个网络中传输,并且可与PSDN(Packet Switched Data Network,分组交换数据网)等不同类型的网络互连。控制中心的收费站实现管理数据的下达和收费数据的上传,都可以通过数字数据接口如G703、V35、E1、V24、ZB+D等来接入网络。通过各站光网络单元接口,控制中心接受的路面监控数据通过G703、V35、V28、V24等接口来进行传递。通信中心的网络终端可以进行维护和管理SDH设备。对于综合业务接入网来说,通信中心还需配备网管终端来实现接入网设备的维护。接入网和SDH的网管可以采用集中设置的方法,通常在光传输系统中采用1+1保护方式。目前SDH技术在传送网中是性能比较优越的、多样化的、完整的实现网络恢复和保护的方案。

我国的高速公路通信系统首先从数字集群系统发展到了综合业务数字网技术(ISDN, Integrated Services Digital Network),接着采用异步传输模式(ATM)和宽带ISDN技术,目前采用多协议标记技术IP+MPLS。路网通信系统变换的目标是满足业务数量和种类的增长需求,把多种业务融入一个综合的平台中。20世纪90年代异步传输模式、图像编码技术、IP技术和光纤技术对网络发展产生了相当大的影响,从而使综合业务数字网的发展成为可能。

较早期的高速公路通信网络所承载的业务主要为语音业务,业务带宽变化较小,对于可靠性要求较高,因此采用了SDH/MSTP(Multi-Service Transfer Platform,多业务传送平台)技术,主要以刚性管道为主,重点保证可靠性,其承载业务也是以E1业务为主、IP业务为辅。SDH/MSTP技术目前仍然被大多数高速公路本地接入网所采用,其接入网传输速率也以622Mb/s等级为主,传输高速公路语音业务、收费数据、监控数据以及少量的视频数据。同时各省高速公路干线网最早也采用SDH/MSTP技术建设。

随着各省高速公路通车里程的增加,高速公路网状网络逐步形成,高速公路干线通信网也进入了ASON(Automatically Switched Optical Network,自动交换光网络)技术时代。ASON技术可实现网状网络下的组网和业务自动倒换,比较适合组建高速公路干线通信网。

随着高速公路业务增多,特别是以视频监控业务为主的IP业务量迅速增加,传统的MSTP网络已经无法满足IP业务的灵活传输和大容量带宽和接口的要求,因此更适应IP业务传送的PTN技术逐步在高速公路中得到应用,其中有的采用了千兆PTN技术构建其本地接入网,或者在干线网上采用了OTN+PTN解决方案进行组网建设。

目前,各地高速公路管理部门对通信传输网提出了更高的要求,需要为高速公路管理有关的视频、数据、语音和管理等信息的传递提供安全、稳定、可靠的基础传输链路。随着通信技术的发展,也出现了多种可供选择的光传输技术,目前比较符合作为高速通信传输网技术的有SDH/MSTP、ASON、PTN、OTN等,不同技术有着不同的优缺点和各自的适用环境。

下面简单介绍高速公路通信系统所采用的技术。

一、SDH/MSTP

SDH是目前高速公路干线光传输系统和接入网系统应用最多的技术。SDH是以电路交换为核心,将复接、线路传输及交换功能融为一体,并由统一网管系统操作的综合信息传送网

络。最初 SDH 只为其他系统设备提供 TDM 业务,随着技术的发展和业务需要,需要同时承载 TDM、ATM、IP 等业务,因此 MSTP 技术应运而生。SDH/MSTP 系统提供 155Mb/s、622Mb/s、2.5Gb/s、10Gb/s 等光纤传输速度,提供高速公路常用的各种业务接口。

SDH/MSTP 技术具有如下特点:

- (1)技术成熟,设备应用广泛,系统稳定可靠;
- (2)能够支持 E1、IP、ATM 等多种业务接入,业务传输安全可靠;
- (3)系统高可靠性和自愈保护恢复功能;
- (4)网络管理功能强大;
- (5)系统可以平滑升级、扩容。

但 SDH/MSTP 技术也存在以下不足:

- (1)承载效率低下,大量带宽被系统浪费掉;
- (2)不能对基于以太网的用户提供多等级具有质量保障的服务,服务类型属于面向非连接,不能提供端到端的质量保障;
- (3)每个 MSTP 设备的以太网处理板卡需要对每个业务进行 MAC 地址查询,随着环路上的节点增加,查询 MAC 地址表速度变缓,处理性能明显下降;
- (4)端口带宽不能动态分配,对高速公路视频监控业务承载能力不足。

SDH/MSTP 是现阶段接入网和干线网的主流组网技术,在我国高速公路上均有大规模的应用。

二、千兆以太网技术

(一)千兆以太网概述

20 世纪 90 年代初期,100BASE 技术在以太网中得到了普遍应用,它使用了与 10BASE 相同的 MAC 协议、帧格式以及以太网所携带的数据大小,但是网络速度提高了 10 倍,数据传输速率达到 100Mb/s。为了把这些快速以太网连接成一个主干网络,IEEE 802.3 委员会专门成立了研究小组,着手研究 1000Mb/s 网络技术,并发布了 1000Mb/s 标准,成为 IEEE802.3 家族中的新成员(IEEE802.3z 和 IEEE802.3ab)。千兆以太网和快速以太网一样,仍然保留了相同的以太网帧格式和帧大小,同时支持全双工和半双工两种通信方式。在半双工方式中仍然采用以太网的 CS-MA/CD 协议,在全双工方式中支持流量控制协议。千兆以太网能够完全与 10BASEET、100BASEET 兼容,不需要改变现有的网络结构。

(二)千兆以太网的主要技术特点

千兆以太网的主要技术特点如下:

- (1)独占介质。千兆以太网采用独占介质模式,如 UTP、光纤等,而不再支持共享模式,如同轴电缆等。
- (2)专业带宽。千兆以太网采用以交换机为中心的组网模式,有交换机提供专用的网络带宽,而不再支持 HUB 组网模式(HUB 只能提供共享的网络带宽)。
- (3)速率自适应。千兆以太网支持速率自适应功能,允许与快速以太网进行混合连接。

千兆以太网的组网方式通常采用星形拓扑结构,以交换机为中心,实现交换机之间或者交换机与服务器之间的高速网络连接。通过将网络核心部件挂到千兆以太网交换机上,而将 100BASE-T 系统迁到网络系统边缘,可以显著提高整个网络的带宽。

三、数字程控交换技术

数字程控交换技术实际上是利用计算机中的“存储程序管理”来完成不同接口的电路连接、信息交互采集和其他控制、维护、管理功能的新技术。

在高速公路通信系统中,数字程控交换技术被用来为高速公路沿线电话提供系统支持,主要是 BT(指令电话)和 CT(业务电话),并且具有高可靠性和高实用性。由设置在通信中心的一套汇接局数字程控交换机及若干用户设备(沿线各管理设施内)组成复合星形或环形数字通信网,各个局之间数字交换机通过用户线接口进行数模转换后用双绞线连接电话机,并采用独立的运行维护方法实现业务的互联互通。

四、信号(图像、语音)压缩编码技术

信号(图像、语音)压缩编码技术是提高信号传输效率、增强通信效率的关键技术,是使数字图像走向实用化的关键技术之一。在高速公路通信系统中,不同类型的信号(如图像、视频、音频)共存,信号编码传输模式具有多样性。要想充分发挥高速公路机电系统的信号传输功能,提高高速公路通信系统的运营效率,就离不开信号压缩编码技术的支撑。

五、IP 技术

20 世纪 90 年代之后,IP 技术异军突起,用户数量和业务量不断增长,IP 技术在信息网络中得到了不断发展。数据业务中几乎都采用了 IP 技术。电视会议、视频扩展领域,点播电视、话音、可视电话、IP 电话、IP 传真等宽带多媒体业务领域也融入互联网中,发展势头十分迅猛。在 OSI 参考模型的网络层中,IP 是位于第三层的技术。由于 IP 技术屏蔽了网络底层,因此异种网络互联就可以进行信息交换;同时应用程序接口(API)在 TCP/IP 协议中能够很好地提供支持,在此基础上使得用户能够对用户软件进行自由设计,从而使得 IP 技术得到了快速的普及和发展。

六、ASON 技术

ASON(Automatically Switched Optical Network,自动交换光网络)是光传输网技术发展过程中的一个重大突破。ASON 最突出的特征在于,它在传送网中引入了独立的智能控制平面,并利用这一平面完成路由自动发现、呼叫连接管理、保护恢复等功能,从而实现网络的动态呼叫连接管理。ASON 技术将网管层面的功能转移到控制层面,通过分布控制方式,在传送网中引入动态交换,将交换、传输和数据业务综合起来。

ASON 具有以下几方面的优点:

(1)能够快速、高质量地为用户提供各种带宽服务与应用;

- (2) 灵活组网方式,业务在网络层自由选择传输路径;
- (3) 实时、动态的流量工程控制;
- (4) 快速、有效的网络保护和恢复机制。

ASON 应用于环网而非 MESH(网状网)网时,优势有所受限,所以 ASON 必定是率先应用于 MESH 结构的网络。ASON 在网络状况越复杂、传输业务等级越高、传输业务容量越大的网络中其优势越发明显,而在接入层网络、环状网络中则不能完全发挥其优势。

ASON 主要是解决网格网络中大颗粒业务(155M bps 及以上速率)的调度问题,适合用在核心层、调度业务层。由于各省高速公路网络逐步呈现网状结构,因此比较适合在干线传输层中使用,可以解决省中心与各路段分中心之间联网数据的传输和调度。

七、PTN 技术

PTN(Packet Transport Network,分组传送网)是一种以分组作为传送单位,以承载电信级以太网业务为主,同时兼容 TDM、ATM 和 FC 等业务的综合传送技术。

PTN 技术是目前传送技术发展的一个阶段性标志,它解决了 SDH 网络传输数据业务的一些缺点,保留了 SDH 系统的同步时钟、保护倒换技术、管理维护方面的优点,并且吸收了 IP 网络中传输数据业务的优点,比较符合当前 ALL IP 化对传输网的要求,也是目前看来较有可能实现传输网络统一的技术。

PTN 技术具有如下优点:

(1) 具备强大的 OAM(网络的操作管理维护),从而保证网络可监控,可以实现高效的保护,保证网络的可靠性。

(2) 高带宽。提供千兆和万兆网络接口,相对于 SDH 业务带宽大大提升。

(3) 网络承载效率高。由于采用分组交换,系统开销不过多占用资源,因此网络承载效率相比 SDH 而言大大提高。

(4) 带宽共享及端口速率动态调整。PTN 针对分组业务流的突发性,能够采用统计复用的方法进行传送,既可满足高优先级业务的性能要求,又能尽可能充分共享未用带宽,解决了 TDM 交换时代带宽无法共享、无法有效支持突发业务的根本缺陷。

(5) 设备接口丰富。可承载多种多样的业务,如以太网业务、TDM 业务、ATM 业务等。

(6) 高可靠性。低于 50ms 的保护,端到端的 QoS 保证,多业务支持,强大的拓扑,业务、带宽、节点、告警,性能的管理能力和业务安全性。

PTN 技术将数据技术与传输技术进行了完美的结合,吸收了这两种技术的优点并继承发扬,摒弃了这两种技术各自的缺点,是目前接入层、汇聚层光纤承载技术的较好选择。

八、OTN 技术

OTN(Optical Transport Network,光传送网)是以波分复用技术为基础、在光层组织网络的传送网,是下一代干线传送网的选择。OTN 解决了传统 WDM 网络波长/子波长业务调度能力弱、组网能力弱、保护能力弱等问题,满足光传送网面向 IP 业务、适配 IP 业务在干线和波分层面的需要。OTN 传送网络从垂直方向分为光通路(OCh)层网络、光复用段(OMS)层网络和光

传输段(OTS)层网络三层,相邻层之间是客户/服务者关系。

OCh 层网络通过光通路路径实现接入点之间的数字客户信号传送,并支持网络管理和监控功能,主要提供客户信号接入,提供与客户侧匹配的接口,如 STM-16、64、256 接口,GE 接口,10GE 接口等。OMS 层网络通过 OMS 路径实现光通路在接入点之间的传送,其特征信息包括 OCh 层适配信息的数据流和复用段路径终端开销的数据流。OTS 层网络通过 OTS 路径实现光复用段在接入点之间的传送。OTS 定义了物理接口,包括频率、功率和信噪比等参数,该层提供光分合波模块,光通路监视、光放、色散补偿等接口或者模块。

OTN 在线路上采用 WDM 技术,采用 G.709 封装和开销管理,提高了管理和互通能力,对波长/子波长进行交叉连接提高组网、保护和调度能力,平滑支持未来业务。

OTN 技术的优势如下:

(1)多业务适配和带宽效率:提供更高容量和带宽效率的映射和封装结构 ODU,使 OTN 既能前向兼容 SDH/SONET、ATM 业务,又能高效承载 IP/MPLS、Ethernet、存储和视频等大颗粒业务。

(2)端到端的业务连接和高的 QoS 保障。提供任意的波长/子波长业务的交叉连接、业务疏导、管理监视和保护倒换,提供从城域到长途干线无缝的端到端的连接。

(3)电信级的自动保护/恢复能力。为多层、多颗粒的网络提供低于 50ms 的自动保护倒换,专有或共享保护覆盖了光纤、波长组、波长和子波长等不同级别,可以显著降低数据网络在保护方面的投资。

(4)对 WDM 的优化。传统的波分复用设备包括点到点的 WDM 和城域 OADM 环网,本质上是扩展容量的线路复用技术,而不是组网技术;换言之,WDM 不具有业务疏导和端到端的业务提供能力,而添加了 OTN 功能的 WDM 网络才成为真正意义上的光网络。

(5)能够成功融合多种先进技术。OTN 作为框架技术,可以融合目前多种先进技术,如 40G、ROADM(可重构光分插复用器),可调谐激光、ASON/GMPLS 技术;特别是 OTN 和 GMPLS 的融合,已经成为构筑 IP over Optics 理念的实现手段。

(6)光纤网络的管理者。结束数据设备直连方案对光纤的快速消耗,实现对光纤网络的集中管理、有效监控和合理利用。

构筑面向 All IP 的宽带传送网(BTN),需要集成多种新一代技术,如 WDM、ROADM、40G/100G 线路传送、ASON/GMPLS、集成的 Ethernet 汇聚能力等,而 OTN 成为整合多种技术的框架技术。OTN 为 WDM 提供端到端的连接和组网能力,为 ROADM 提供光层互连的规范并补充了子波长汇聚和疏导能力,有能力支持 40Gbit/s 和未来的 100Gbit/s 线路传送能力,是真正面向未来的网络。OTN 为 GMPLS 的实现提供了物理基础,扩展 ASON(自动交换光网络)到波长领域,是 Ethernet 传输的良好平台,是构建省际干线传送网、省内干线传送网以及城域传送网的核心层的主要技术。

从技术定位和适用范围来说,OTN 着重解决大容量、大颗粒及远距离传输的问题,适合干线或者城域网范围大颗粒业务传送,而 ASON、MSTP、PTN 主要解决本地及接入网传输的问题;从业务传输效率来看,MSTP、ASON 由于基于电路交换,系统开销过多,因此其传输效率较低,而 PTN 传输效率较高;从技术升级和发展前景来看,MSTP、ASON 等技术的发展和升级速度较缓,而 PTN 和 OTN 属于目前市场上的主流技术,并且正在向更大带宽容量、更多业务种类

传送的方向发展,在今后一段时间内会继续发展应用。

第二节 高速公路通信系统的组成、功能、基本需求、特点及主要性能指标

一、高速公路通信系统的组成及功能

从管理架构上讲,高速公路通信系统主要包括“省级通信中心—路段通信(分)中心—基层无人通信站”三级管理架构,如图 1-1 所示。

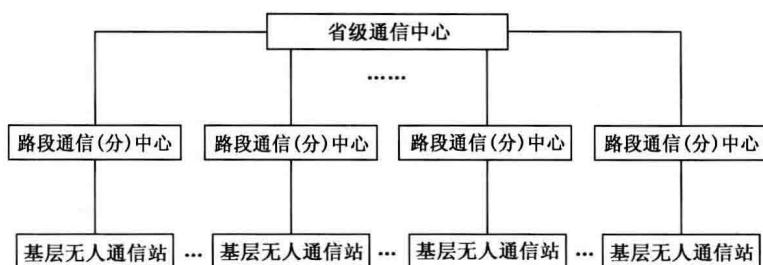


图 1-1 高速公路通信系统管理架构

在省域范围内,高速公路通信系统管理架构应与省(自治区、直辖市)联网收费系统、监控系统管理架构综合考虑,结合设置。

从系统构成方面讲,高速公路通信系统主要包含光传输系统、程控交换及软交换系统、通信电源系统、隧道紧急电话及广播系统。

1. 光传输系统

光传输系统是高速公路通信系统的核心,一般分为骨干层和接入层两部分。光传输系统为高速公路沿线设施之间的话务通信(诸如业务电话及对讲电话)以及监控、收费系统的数据、图像等非语音业务提供传输通道。

2. 程控交换及软交换系统

传统的程控交换系统多采用独立局域网为主要模式,以模拟中继线和信令两种媒介分别连接上级话务机关和其他路端,多采用 V5 协议作为主要连接方式。软交换系统是承载于以太网平台上的新型交换模式,是下一代网络的核心技术,为业务网与承载网的分离以及各业务网的融合提供了可能,具有良好的继承性,支持 PSTN 网、7 号信令网的全面互通,能与传统的程控交换兼容。

3. 通信电源系统

通信电源是通信系统的动力基础,主要由高频开关电源和阀控式密闭蓄电池组、电源环境监控器构成。常规下为传输和程控交换等设备提供直流电源;在交流输入中断情况下自动切换蓄电池组工作,确保直流电源输出,后备时间一般不少于 10h。稳定性及严密性是通信电源

的基本要求。通信电源同时配备电源环境模块,以实现“遥信、遥控、遥测”功能。

4. 隧道紧急电话及广播系统

隧道紧急电话及广播系统是整个通信系统中必不可少的一部分,在紧急性突发事故的通信及救援等方面发挥着极其重要的作用。紧急电话及广播系统分为模拟型和数字型两种。随着技术的进步,模拟的紧急电话及广播系统逐渐退出市场,而数字型紧急电话及广播系统采用IP通话技术,将语音信号以数据包形式在网络中传输,是纯数字传输的对讲广播系统。该系统由中心控制设备、对讲分机、功放、扬声器等几部分构成。一套中心控制设备可实现对多个紧急电话及广播终端的统一管理。

二、高速公路通信系统的基本需求

1. 收费数据传输

收费数据传输可以分为收费中心、收费站、收费车道三级来进行管理。收费中心和收费站之间的数据通过数据通道直接进行传输,其必要的数据通道接口由各自通信站的设备来提供。收费系统的通信是通过收费中心和收费站的路由器来进行连接的。

2. 收费图像传输

在各收费站广场出口都设置了收费系统的摄像机,各摄像机不仅要把图像信号传送到收费/监控中心,而且还要传送到相应的收费站。收费系统完成了收费站的控制信号和摄像机视频信息的传输。控制信号与图像的远程传输监控是有区别的,一般采用本地短距离的编码传输方式。

3. 通信干线传输

通信干线传输决定整个通信系统的质量,系统设计的正确与否关系到工程投资的可靠性、合理性、经济性以及通信网设计的目标。在高速公路通信系统中,通信干线传输网需要同时传输数据、语音、图像和视频信息,数据量大,所以一般采用光纤通信。

4. 通信系统的程控交换

通信系统主要采用三级程控交换方案,这是因为高速公路通信系统中的业务具有话务流向的需要以及较高的灵活性,各级交通交换中心之间组成多路由的、多迂回的程控数字交换网,并且能够进行互联。

5. 语音通信系统

语音通信系统在高速公路通信网络中包含业务电话系统、指令电话和移动电话。高速公路上各种设施由高速公路各公司、各管理所和管理局通过业务电话系统提供内、外业务联系电话,市话公用网与业务电话网应进行汇接,业务电话为全网自动拨号。

三、高速公路通信系统的特点

高速公路通信系统是一个多业务、长距离、高度复杂的专用传输系统。目前网络技术主要侧重于分组化、传输光纤化、宽带化和数字化方向,随着高速公路路网集中监控和联网收费的