



全国一级建造师执业资格考试用书（第四版）

1L400000

# 通信与广电工程 管理与实务

全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会 编写



中国建筑工业出版社

全国一级建造师执业资格考试用书（第四版）

# 通信与广电工程管理与实务

全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会 编写

中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

通信与广电工程管理与实务/全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会编写. —4 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 5

全国一级建造师执业资格考试用书 (第四版)

ISBN 978-7-112-16403-5

I. ①通… II. ①全… III. ①通信工程-建造师-资格考试-自学参考资料②电视广播系统-建造师-资格考试-自学参考资料  
IV. ①TN91②TN94

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 027086 号

责任编辑: 蔡文胜 赵梦梅

责任校对: 党 蕾 刘 钰

全国一级建造师执业资格考试用书(第四版)

**通信与广电工程管理与实务**

全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会 编写

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京富生印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 28 $\frac{3}{4}$  字数: 715 千字

2014 年 4 月第四版 2014 年 4 月第十二次印刷

定价: **71.00 元**

ISBN 978-7-112-16403-5

(25170)

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

**版权所有 翻印必究**

**请读者识别、监督:**

本书封面贴有网上增值服务标, 环衬用含有中国建筑工业出版社水印的专用防伪纸印制, 封底贴有中国建筑工业出版社专用防伪标, 否则为盗版书, 欢迎举报监督! 举报电话:(010) 58337026; 传真:(010) 58337026

本社法律顾问: 上海博和律师事务所许爱东律师

# 全国一级建造师执业资格考试用书(第四版)

## 审 定 委 员 会

主 任：吴慧娟  
副 主 任：张 毅 刘晓艳 赵春山  
委 员：丁士昭 逢宗展 张鲁风

## 编 写 委 员 会

主 编：丁士昭 逢宗展  
委 员：(按姓氏笔画排序)

马志刚 王建斌 王雪青 王清训  
毛志兵 付海诚 孙杰民 李国祥  
李雪飞 李惠民 杨存成 吴 涛  
何孝贵 沈元勤 沈美丽 张余庆  
张建军 张鲁风 赵泽生 贺永年  
徐永田 高金华 唐 涛 焦凤山  
腾小平 詹书林

办公室主任：逢宗展(兼)

办公室成员：李雪飞 李 强 张国友

# 序

为了加强建设工程项目管理,提高工程项目总承包及施工管理专业技术人员素质,规范施工管理行为,保证工程质量和施工安全,根据《中华人民共和国建筑法》、《建设工程质量管理条例》、《建设工程安全生产管理条例》和国家有关执业资格考试制度的规定,2002年,原人事部和建设部联合颁发了《建造师执业资格制度暂行规定》(人发[2002]111号),对从事建设工程项目总承包及施工管理的专业技术人员实行建造师执业资格制度。

注册建造师是以专业技术为依托、以工程项目管理为主的注册执业人士。注册建造师可以担任建设工程总承包或施工管理的项目负责人,从事法律、行政法规或标准规范规定的相关业务。实行建造师执业资格制度后,我国大中型工程施工项目负责人由取得注册建造师资格的人士担任,以提高工程施工管理水平,保证工程质量和安全。建造师执业资格制度的建立,将为我国拓展国际建筑市场开辟广阔的道路。

按照原人事部和建设部印发的《建造师执业资格制度暂行规定》(人发[2002]111号)、《建造师执业资格考试实施办法》(国人部发[2004]16号)和《关于建造师资格考试相关科目专业类别调整有关问题的通知》(国人厅发[2006]213号)的规定,本编委会组织全国具有较高理论水平和丰富实践经验的专家、学者,在第三版的基础上重新编写了《全国一级建造师执业资格考试用书》(第四版)(以下简称《考试用书》)。在编撰过程中,编写人员按照《一级建造师执业资格考试大纲》(2014年版)要求,遵循“以素质测试为基础、以工程实践内容为主导”的指导思想,坚持“与建造师制度实行的现状相结合,与现行法律法规、规范标准相结合,与当前先进的工程施工技术相结合,与用人企业的实际需求相结合”的修订原则,力求在素质测试的基础上,从工程项目实践出发,重点测试考生解决实际问题的能力。

本套《考试用书》共14册,书名分别为《建设工程经济》、《建设工程项目管理》、《建设工程法规及相关知识》、《建筑工程管理与实务》、《公路工程施工管理与实务》、《铁路工程施工管理与实务》、《民航机场工程施工管理与实务》、《港口与航道工程施工管理与实务》、《水利水电工程施工管理与实务》、《矿业工程施工管理与实务》、《机电工程施工管理与实务》、《市政公用工程施工管理与实务》、《通信与广电工程施工管理与实务》、《建设工程法律法规选编》。本套《考试用书》既可作为全国一级建造师执业资格考试学习用书,也可供其他从事工程管理的工程人员和高等学校相关专业师生教学参考。

《考试用书》编撰者为高等学校、行政管理、行业协会和施工企业等方面的专家和学者。在此,谨向他们表示衷心感谢。

在《考试用书》编写过程中,虽经反复推敲核证,仍难免有不妥甚至疏漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会

2014年4月

# 《通信与广电工程管理与实务》

## 编 写 组

组 长：詹书林

副 组 长：王 莹

编写人员：沈美丽 冯 璞 孙丽珍 周永秋 张 毅

刘天明 侯明生 董春光 李书森 王开全

周晓武 朱运起 齐玉亮 李新瑞 刘文军

王景福 孙柯林 李庆国 金立标 郑仁柱

叶 婉 于纪凯

# 前 言

本书由中国通信企业协会通信工程建设分会组织通信行业富有技术和管理实践经验的专家，依据2013年新修订的《一级建造师执业资格考试大纲》（通信与广电工程）科目考试大纲编写而成。

本书运用一级建造师执业资格考试公共科目《建设工程经济》、《建设工程项目管理》、《建设工程法规及相关知识》的理论和办法，阐述了从事通信与广电工程项目管理所应具备的相关知识点，内容包括通信与广电工程技术、通信与广电工程项目施工管理、通信与广电工程项目施工相关法规与标准等。本书突出了对通信与广电工程项目管理能力的要求，侧重对通信与广电工程施工技术的掌握和运用，从而体现了对通信与广电工程一级建造师实践和管理能力的考核要求。

为了便于应试人员的学习和查阅，本书章、节、目、条的编码与考试大纲保持完全一致。其内容主要是针对考试大纲的知识点逐条进行概要性的解释，以帮助考生理解考试大纲的要求。本书内容丰富，知识点明确，重点突出，是应试人员必备的考试学习用书，也可以作为从事工程管理专业人员实际工作中的参考用书。

本书的编写得到了工业和信息化部通信发展司领导的重视和具体指导；得到了中国通信建设集团有限公司、中国广播电视国际经济技术合作总公司等单位的大力支持和协助。在此表示衷心感谢。

本书虽经过较充分的准备、讨论与修改，仍难免有不足之处，殷切希望广大读者提出宝贵意见，以便进一步修改完善。

# 目 录

<b>1L410000 通信与广电工程技术</b> .....	1
1L411000 通信与广电工程专业技术 .....	1
1L411010 通信网 .....	1
1L411020 光传输系统 .....	11
1L411030 微波和卫星传输系统 .....	23
1L411040 移动通信系统 .....	30
1L411050 交换系统 .....	44
1L411060 其他通信网 .....	53
1L411070 通信电源系统 .....	64
1L411080 光(电)缆特点及应用 .....	70
1L411090 广播电视系统 .....	83
1L411100 广播电视中心关键技术 .....	90
1L411110 广播电视传输和监测系统 .....	99
1L412000 通信与广电工程施工技术 .....	110
1L412010 机房设备及天馈线安装要求 .....	110
1L412020 传输和交换系统的测试 .....	119
1L412030 移动通信系统的测试和优化 .....	127
1L412040 微波通信和卫星通信系统调测 .....	132
1L412050 电源施工技术 .....	137
1L412060 通信线路施工技术 .....	144
1L412070 通信管道施工技术 .....	158
1L412080 广播电视专业工程施工技术 .....	164
<b>1L420000 通信与广电工程项目施工管理</b> .....	192
1L420010 通信工程建设程序 .....	192
1L420020 通信工程施工准备 .....	196
1L420030 通信与广电工程施工组织设计编制 .....	215
1L420040 通信与广电工程项目施工进度控制 .....	223
1L420050 通信与广电工程项目施工成本控制 .....	240
1L420060 通信与广电工程项目施工安全管理 .....	254
1L420070 通信与广电工程项目施工质量管理 .....	274
1L420080 通信工程质量事故的处理 .....	292



---

1L420090	通信与广电工程项目施工现场管理 .....	299
1L420100	通信与广电工程合同管理 .....	308
1L420110	通信建设工程造价管理 .....	320
1L420120	通信建设工程竣工验收的有关规定 .....	336
1L420130	通信工程建设市场管理 .....	345
1L420140	通信工程施工招标投标管理 .....	353
1L420150	通信工程质量监督 .....	361
1L420160	通信工程建设监理 .....	365
<b>1L430000</b>	<b>通信与广电工程项目施工相关法规与标准 .....</b>	<b>371</b>
1L431000	通信与广电工程项目施工相关法规 .....	371
1L431010	通信设施安全管理的有关规定 .....	371
1L431020	通信建设工程有关违规行为的处罚规定 .....	383
1L431030	广播电视工程建设管理规定 .....	388
1L431040	通信工程项目建设和试运行阶段环境保护规定 .....	392
1L432000	通信与广电工程建设标准强制性条文 .....	398
1L432010	通信工程建设标准 .....	398
1L432020	广播电视项目建设标准 .....	423
1L433000	一级建造师（通信与广电工程）注册执业管理规定 .....	436
<b>缩略词中英文对照表 .....</b>		<b>442</b>
<b>网上增值服务说明（附赠在线学习费 100 元） .....</b>		<b>450</b>

# 1L410000 通信与广电工程技术

## 1L411000 通信与广电工程专业技术

### 1L411010 通信网

#### 1L411011 通信网的构成

##### 一、通信网及其构成要素

###### (一) 通信网的概念

通信网是由一定数量的节点（包括终端节点、交换节点）和连接这些节点的传输系统有机地组织在一起，按约定的信令或协议完成任意用户间信息交换的通信体系。用户使用它可以克服空间、时间等障碍来进行有效的信息交换。

通信网上任意两个用户间、设备间或一个用户和一个设备间均可进行信息的交换。交换的信息包括用户信息（如语音、数据、图像等）、控制信息（如信令信息、路由信息等）和网络管理信息三类。

###### (二) 通信网的构成要素

实际的通信网是由软件和硬件按特定方式构成的一个通信系统，每一次通信都需要软硬件设施的协调配合来完成。从硬件构成来看，通信网由终端节点、交换节点、业务节点和传输系统构成，它们完成通信网的基本功能：接入、交换和传输。软件设施则包括信令、协议、控制、管理、计费，它们主要完成通信网的控制、管理、运营和维护，实现通信网的智能化。

###### 1. 终端节点

最常见的终端节点有电话机、传真机、计算机、视频终端、智能终端和 PBX。其主要功能有：

(1) 用户信息的处理：主要包括用户信息的发送和接收，将用户信息转换成适合传输系统传输的信号以及相应的反变换。

(2) 信令信息的处理：主要包括产生和识别连接建立、业务管理等所需的控制信息。

###### 2. 交换节点

交换节点是通信网的核心设备，最常见的有电话交换机、分组交换机、路由器、转发器等。交换节点负责集中、转发终端节点产生的用户信息，但它自己并不产生和使用这些信息。其主要功能有：

(1) 用户业务的集中和接入功能，通常由各类用户接口和中继接口组成。

(2) 交换功能，通常由交换矩阵完成任意入线到出线的的数据交换。

(3) 信令功能，负责呼叫控制和连接的建立、监视、释放等。

(4) 其他控制功能，路由信息的更新和维护、计费、话务统计、维护管理等。

### 3. 业务节点

最常见的业务节点有智能网中的业务控制节点（SCP）、智能外设、语音信箱系统，以及 Internet 上的各种信息服务器等。它们通常由连接到通信网络边缘的计算机系统、数据库系统组成。其主要功能是：

- (1) 实现独立于交换节点的业务执行和控制。
- (2) 实现对交换节点呼叫建立的控制。
- (3) 为用户提供智能化、个性化、有差异的服务。

### 4. 传输系统

传输系统为信息的传输提供传输信道，并将网络节点连接在一起。其硬件组成应包括：线路接口设备、传输媒介、交叉连接设备等。

传输系统一个主要的设计目标就是提高物理线路的使用效率，因此通常都采用了多路复用技术，如频分复用、时分复用、波分复用等。

## 二、通信网的基本结构

任何通信网络都具有信息传送、信息处理、信令机制、网络管理功能。因此，从功能的角度看，一个完整的现代通信网可分为相互依存的三部分：业务网、传送网、支撑网。

### (一) 业务网

业务网负责向用户提供各种通信业务，如基本语音、数据、多媒体、租用线、VPN 等，构成一个业务网的主要技术要素包括网络拓扑结构、交换节点设备、编号计划、信令技术、路由选择、业务类型、计费方式、服务性能保证机制等，其中交换节点设备是构成业务网的核心要素。采用不同交换技术的交换节点设备通过传送网互连在一起就形成了不同类型的业务网。业务网交换节点的基本交换单位本质上是面向终端业务的，粒度很小，例如一个时隙、一个虚连接。业务网交换节点的连接在信令系统的控制下建立和释放。

### (二) 传送网

传送网独立于具体业务网，负责按需为交换节点/业务节点之间的互连分配电路，为节点之间信息传递提供透明传输通道，它还具有电路调度、网络性能监视、故障切换等相应的管理功能。构成传送网的主要技术要素有：传输介质、复用体制、传送网节点技术等，其中传送网节点主要有分插复用设备（ADM）和交叉连接设备（DXC）两种类型，它们是构成传送网的核心要素。

传送网节点也具有交换功能。传送网节点的基本交换单位本质上是面向一个中继方向的，因此粒度很大，例如 SDH 中基本的交换单位是一个虚容器（最小是 2Mb/s），而在光传送网中基本的交换单位则是一个波长（目前骨干网上至少是 2.5Gb/s）。传送网节点之间的连接则主要是通过管理层面来指配建立或释放的，每一个连接需要长期维持和相对固定。

### (三) 支撑网

支撑网负责提供业务网正常运行所必需的信令、同步、网络管理、业务管理、运营管理等功能，以提供用户满意的服务质量。支撑网包含同步网、信令网、管理网三部分。

1. 同步网处于数字通信网的最底层，负责实现网络节点设备之间和节点设备与传输设备之间信号的时钟同步、帧同步以及全网的网同步，保证地理位置分散的物理设备之间数字信号的正确接收和发送。

2. 信令网在逻辑上独立于业务网, 它负责在网络节点之间传送业务相关或无关的控制信息流。

3. 管理网的主要目标是通过实时和近实时监视业务网的运行情况, 采取各种控制和管理手段, 充分利用网络资源, 保证通信的服务质量。

### 三、通信网的类型及拓扑结构

#### (一) 通信网的类型

1. 按业务类型分, 可分为电话通信网(如 PSTN、移动通信网等)、数据通信网(如 X.25、Internet、帧中继网等)、广播电视网等。

2. 按空间距离和覆盖范围分, 可分为广域网、城域网和局域网。

3. 按信号传输方式分, 可分为模拟通信网和数字通信网。

4. 按运营方式分, 可分为公用通信网和专用通信网。

5. 按通信的终端分, 可分为固定网和移动网。

#### (二) 通信网的拓扑结构

在通信网中, 所谓拓扑结构是指构成通信网的节点之间的互连方式。基本的拓扑结构有: 网状网、星形网、环形网、总线型网、复合型网等。

1. 网状网是一种完全互连的网, 网内任意两节点间均由直达线路连接,  $N$  个节点的网络需要  $N(N-1)/2$  条传输链路。其优点是线路冗余度大, 网络可靠性高, 任意两点间可直接通信; 缺点是线路利用率低, 网络成本高, 另外网络的扩容也不方便, 每增加一个节点, 就需增加  $N$  条线路。

网状结构通常用于节点数目少, 又有很高可靠性要求的场合。

2. 星形网又称辐射网, 与网状网相比, 增加了一个中心转接节点, 其他节点都与转接节点有线路相连。  $N$  个节点的星形网需要  $N-1$  条传输链路。其优点是降低了传输链路的成本, 提高了线路的利用率; 缺点是网络的可靠性差, 一旦中心转接节点发生故障或转接能力不足时, 全网的通信都会受到影响。

通常在传输链路费用高于转接设备、可靠性要求又不高的场合, 可以采用星形结构, 以降低建网成本。

3. 复合型网是由网状网和星形网复合而成的。它以星形网为基础, 在业务量较大的转接交换中心之间采用网状网结构, 因而整个网络结构比较经济, 且稳定性较好。

目前在规模较大的局域网和电信骨干网中广泛采用分级的复合型网络结构。

4. 总线型网属于共享传输介质型网络, 总线型网中的所有节点都连至一个公共的总线上, 任何时候只允许一个用户占用总线发送或接送数据。该结构的优点是需要的传输链路少, 节点间通信无需转接节点, 控制方式简单, 增减节点也很方便; 缺点是网络服务性能的稳定性差, 节点数目不宜过多, 网络覆盖范围也较小。

总线结构主要用于计算机局域网、电信接入网等网络中。

5. 环形网中所有节点首尾相连, 组成一个环。  $N$  个节点的环网需要  $N$  条传输链路。环网可以是单向环, 也可以是双向环。该网的优点是结构简单, 容易实现, 双向自愈环结构可以对网络进行自动保护; 缺点是节点数较多时转接时延无法控制, 并且环形结构不好扩容。

环形结构目前主要用于计算机局域网、光纤接入网、城域网、光传输网等网络中。

## 11.4.11012 通信传送网的内容

传送网为各类业务网提供业务信息传送手段，负责将节点连接起来，并提供任意两点之间信息的透明传输，同时也完成带宽的调度管理、故障的自动切换保护等管理维护功能。由传输线路、传输设备组成的传送网络也称之为基础网。

### 一、传输介质

传输介质是指信号传输的物理通道。任何信息在实际传输时都会被转换成电信号或光信号的形式在传输介质中传播，信息能否成功传输则依赖于两个因素：传输信号本身的质量和传输介质的特性。

传输介质分为有线介质和无线介质两大类，在有线介质中，电磁波信号会沿着有形的固体介质传输，有线介质目前常用的有双绞线、同轴电缆和光纤；在无线介质中，电磁波信号通过地球外部的大气或外层空间进行传输，大气或外层空间并不对信号本身进行制导，因此可认为是在自由空间传输。无线传输常用的电磁波段主要有无线电、微波、红外线等。

### 二、多路复用技术

按信号在传输介质上的复用方式的不同，传输系统可分为四类：基带传输系统、频分复用（FDM）传输系统、时分复用（TDM）传输系统和波分复用（WDM）传输系统。

#### （一）基带传输系统

基带传输是在短距离内直接在传输介质传输模拟基带信号。在传统电话用户线上采用该方式。基带传输的优点是线路设备简单，在局域网中广泛使用；缺点是传输媒介的带宽利用率不高，不适于在长途线路上使用。

#### （二）频分复用传输系统

频分复用（FDM）是将多路信号经过高频载波信号调制后在同一介质上传输的复用技术。每路信号要调制到不同的载波频段上，且各频段保持一定的间隔，这样各路信号通过占用同一介质不同的频带实现了复用。

FDM 传输系统主要的缺点是：传输的是模拟信号，需要模拟的调制解调设备，成本高且体积大；由于难以集成，故工作的稳定度不高；由于计算机难以直接处理模拟信号，导致在传输链路和节点之间有过多的模数转换，从而影响传输质量。目前 FDM 技术主要用于微波链路和铜线介质上，在光纤介质上该方式更习惯被称为波分复用。

#### （三）时分复用传输系统

时分复用（TDM）是将模拟信号经过调制后变为数字信号，然后对数字信号进行时分多路复用的技术。TDM 中多路信号以时分的方式共享一条传输介质，每路信号在属于自己的时间片中占用传输介质的全部带宽。

相对于频分复用传输系统，时分复用传输系统可以利用数字技术的全部优点：差错率低，安全性好，数字电路高度集成，以及更高的带宽利用率。目前主要有两种时分数字传输体制：准同步数字体系 PDH 和同步数字体系 SDH。

#### （四）波分复用传输系统

波分复用（WDM）本质上是光域上的频分复用技术。WDM 将光纤的低损耗窗口划分成若干个信道，每一信道占用不同的光波频率（或波长），在发送端采用波分解复用器（合波器）将不同波长的光载波信号合并起来送入一根光纤进行传输。在接收端，再由波

分解复用器（分波器）将这些由不同波长光载波信号组成的光信号分离开来。由于不同波长的光载波信号可以看做是互相独立的（不考虑光纤非线性时），在一根光纤中可实现多路光信号的复用传输。

一个 WDM 系统可以承载多种格式的“业务”信号，如 ATM、IP、TDM 或者将来有可能出现的信号。WDM 系统完成的是透明传输，对于业务层信号来说，WDM 的每个波长与一条物理光纤没有分别；WDM 是网络扩容的理想手段。

### 三、SDH 传送网

#### （一）特点

SDH 传送网是一种以同步时分复用和光纤技术为核心的传送网结构，它由分插复用、交叉连接、信号再生放大等网元设备组成，具有容量大、对承载信号语义透明以及在通道层上实现保护和路由的功能。

1. SDH 是一个独立于各类业务网的业务公共传送平台，具有强大的网络管理功能。

2. SDH 采用同步复用和灵活的复用映射结构；有全球统一的网络节点接口，使得不同厂商设备间信号的互通、信号的复用、交叉链接和交换过程得到简化。

3. SDH 主要有如下优点：标准统一的光接口；强大的网管功能。

#### （二）帧结构

SDH 帧结构是实现 SDH 网络功能的基础，便于实现支路信号的同步复用、交叉连接和 SDH 层的交换，同时使支路信号在一帧内的分布是均匀的、有规则的和可控的，以利于其上、下电路。

1. SDH 帧结构以  $125\mu\text{s}$  为帧同步周期，并采用了字节间插、指针、虚容器等关键技术。SDH 系统中的基本传输速率是 STM-1，其他高阶信号速率均由 STM-1 的整数倍构造而成。

2. 每个 STM 帧由段开销（SOH）、管理单元指针（AU-PTR）和 STM 净负荷三部分组成，段开销用于 SDH 传输网的运行、维护、管理和指配（OAM&P），它又分为再生段开销（Regenerator SOH）和复用段开销（Multiplexer SOH）。段开销是保证 STM 净负荷正常灵活地传送必须附加的开销。

3. STM 净负荷是存放要通过 STM 帧传送的各种业务信息的地方，它也包含少量用于通道性能监视、管理和控制的通道开销（POH）。

4. 管理单元指针 AU-PTR 则用于指示 STM 净负荷中的第一个字节在 STM-N 帧内的起始位置，以便接收端可以正确分离 STM 净负荷。

### 四、光传送网

#### （一）光传送网（OTN）特点

光传送网（OTN）是一种以 DWDM 与光通道技术为核心的新型传送网结构，它由光分插复用、光交叉连接、光放大等网元设备组成，具有超大容量、对承载信号语义透明及在光层面上实现保护和路由的功能。

1. DWDM 技术可以不断提高现有光纤的复用度，在最大限度利用现有设施的基础上，满足用户对带宽持续增长的需求；DWDM 技术独立于具体的业务，同一根光纤的不同波长上接口速率和数据格式相互独立，可以在一个 OTN 上支持多种业务。

2. OTN 可以保持与现有 SDH 网络的兼容性；SDH 系统只能管理一根光纤中的单波

长传输，而 OTN 系统既能管理单波长，也能管理每根光纤中的所有波长；随着光纤的容量越来越大，采用基于光层的故障恢复比电层更快、更经济。

### （二）OTN 的分层结构

OTN 是在传统 SDH 网络中引入光层发展而来的，其分层结构如表 1L411012 所示。光层负责传送电层适配到物理媒介层的信息，在 ITU-T G. 872 建议中，它被细分成三个子层，由上至下依次为：光信道层（OCh）、光复用段层（OMS）、光传输段层（OTS）。相邻层之间遵循 OSI 参考模型定义的上、下层间的服务关系模式。

OTN 的分层结构

表 1L411012

IP/MPLS	PDH	STM-N	GaE	ATM
光信道层（OCh）				
光复用段层（OMS）				
光传输段层（OTS）				

1. 光信道层负责为来自电复用段层的各种类型的客户信息选择路由、分配波长，为灵活的网络选路安排光信道连接，处理光信道开销，提供光信道层的检测、管理功能，它还支持端到端的光信道（以波长为基本交换单元）连接，在网络发生故障时，执行重选路由或进行保护切换。

2. 光复用段层保证相邻的两个 DWDM 设备之间的 DWDM 信号的完整传输，为波长复用信号提供网络功能，包括：为支持灵活的多波长网络选路重配置光复用段；为保证 DWDM 光复用段适配信息的完整性进行光复用段开销的处理；光复用段的运行、检测、管理等。

3. 光传输层为光信号在不同类型的光纤介质上（如 G. 652、G. 655 等）提供传输功能，同时实现对光放大器和光再生中继器的检测和控制。通常会涉及功率均衡问题、EDFA 增益控制、色散的积累和补偿等问题。

### （三）网络节点

实现光网络的关键是要在 OTN 节点实现信号在全光域上的交换、复用和选路，目前在 OTN 上的网络节点主要有两类：光分插复用器（OADM）和光交叉连接器（OXC）。

1. 光分插复用器（OADM）主要是在光域实现传统 SDH 中的 SADM 在时域中实现的功能，包括从传输设备中有选择地下路去往本地的光信号，同时上路本地用户发往其他用户的光信号，而不影响其他波长信号的传输。与电 ADM 相比，它更具透明性，可以处理不同格式和速率的信号，大大提高了整个传送网的灵活性。

2. 光交叉连接器（OXC）的主要功能与传统 SDH 中的 SDXC 在时域中实现的功能类似，不同点在于 OXC 在光域上直接实现了光信号的交叉连接、路由选择、网络恢复等功能，无需进行 OEO 转换和电处理，它是构成 OTN 的核心设备。

## 五、自动交换光网络（ASON）

ASON 即自动交换光网络，是一种由用户动态发起业务请求，自动选路，并由信令控制实现连接的建立、拆除，能自动、动态完成网络连接，融交换、传送为一体的新一代光网络。ASON 的基本设想是在光传送网中引入控制平面，以实现网络资源的按需分配从而实现光网络的智能化。

### （一）ASON 的特点

ASON 相对传统 SDH 具备以下特点：

1. 支持端到端的业务自动配置；
2. 支持拓扑自动发现；
3. 支持 Mesh 组网保护，增强了网络的可生存性；
4. 支持差异化服务，根据客户层信号的业务等级决定所需要的保护等级；
5. 支持流量工程控制，网络可根据客户层的业务需求，实时动态地调整网络的逻辑拓扑，实现了网络资源的最佳配置。

### （二）ASON 的功能结构

ASON 网络由智能网元、TE 链路、ASON 域和 SPC（Soft Permanent Connection）组成。

### （三）ASON 的组成

ASON 主要由以下三个独立的平面组成。

1. 控制平面：由一组通信实体组成，负责完成呼叫控制和连接控制功能，通过信令完成连接的建立、释放、监测和维护，并在发生故障时自动恢复连接。
2. 传送平面：就是传统 SDH 网络，它完成光信号传输、复用、配置保护倒换和交叉连接等功能，并确保所传光信号的可靠性。
3. 管理平面：完成传送平面、控制平面和整个系统的维护功能，能够进行端到端的配置，是控制平面的一个补充，包括性能管理、故障管理、配置管理和安全管理功能。

### （四）ASON 的接口

ASON 在逻辑上可以有用户—网络接口（UNI）、内部网络—网络接口（I-NNI）和外部网络—网络接口（E-NNI）。

## 11A11013 业务网和支撑网功能及特点

### 一、业务网的相关内容

目前，各种网络为用户提供了大量的不同业务，业务的分类并无统一的方式，一般会受到实现技术和运营商经营策略的影响。

#### （一）电话网

通信网提供固定电话业务、移动电话业务、VoIP、会议电话业务和电话语音信息服务业务等。该类业务不需要复杂的终端设备，所需带宽小于 64kbit/s，采用电路或分组方式承载。

1. 固定电话网是目前覆盖范围最广，业务量最大的网络，分为本地电话网和长途电话网。本地电话网是在同一编号区内的网络，由端局、汇接局和传输链路组成；长途电话网是在不同的编号区之间通话的网络，由长途交换局和传输链路组成。

电话交换局是电话网中的核心，采用数字程控交换设备，每一路电话编码为 64kbit/s 的数字信号，占据一次群中的某一时隙，在信令的控制下进行时隙交换，从而和各个不同的用户相连。

2. 移动电话网由移动交换局、基站、中继传输系统和移动台组成。移动交换局和基站之间通过中继线相连，基站和移动台之间为无线接入方式。移动交换局对用户的信息进行交换，并实现集中控制管理。



大容量的移动通信网络形成多级结构,为了均匀负荷,合理利用资源,避免在某些方向上产生的话务拥塞,在网络中设置移动汇接局。

3. IP电话网通过分组交换网传送电话信号。在IP电话网中,主要采用语音压缩技术和语音分组交换技术。传统电话网一般采用的A律13折线PCM编码技术,一路电话的编码速率为64kbit/s,或者采用 $\mu$ 律15折线编码方法,编码速率为52kbit/s。IP电话采用共轭结构算术码本激励线性预测编码法,编码速率为8kbit/s,再加上静音检测,统计复用技术,平均每路电话实际占用的带宽仅为4kbit/s,节省了带宽资源。

IP电话用分组的方式来传送语音,在分组交换网中采用了统计复用技术,提高了对于传输链路和其他网络资源的利用率。

## (二) 数据通信网

数据通信网由数据终端、传输网络、数据交换和数据处理设备等组成,通过网络协议的支持完成网中各设备之间的数据通信。其功能是对数据进行传输、交换、处理,可实现网内资源共享。

数据通信网包括分组交换网、数字数据网、帧中继网、计算机互联网,这些网络的共同特点都是为计算机联网及其应用服务的。

### 1. X.25 分组交换网

X.25分组交换网是采用分组交换技术的可以提供交换链接的数据通信网络。除了为公众提供数据通信业务外,电信网络内部的很多信息,如交换网、传输网的网络管理数据都通过X.25网进行传送。

这种网络的缺点是协议处理复杂,信息传送的时间延迟较大,不能提供实时通信,因此其应用范围受到限制。

### 2. 数字数据网(DDN)

和X.25提供交换式的数据连接不同,DDN是为计算机联网提供固定或半固定的连接数据通道。

DDN的主要设备包括数字交叉连接设备、数据复用设备、接入设备和光纤传输设备。通过数字交叉连接设备进行电路调度、电路监控、网络保护,为用户提供高质量的数据传输电路。

### 3. 帧中继网

帧中继是在X.25网络的基础上发展起来的数据通信网。它的特点是取消了逐段的差错控制和流量控制,把原来的三层协议处理改为二层协议处理,从而减少了中间节点的处理时间,同时传输链路的传输速率也有所提高,减少了信息通过网络的时间延迟。

帧中继网络由帧中继交换机、帧中继接入设备、传输链路、网络管理系统组成。提供较高速率的交换数据连接,在时间响应性能方面较X.25有明显的改进,可在局域网互联、文件传送、虚拟专用网等方面发挥作用。

### 4. 计算机互联网

计算机互联网是一类分组交换网,采用无连接的传送方式,网络中的分组在各个节点被独立处理,根据分组上的地址传送到它的目的地。互联网主要由路由器、服务器、网络接入设备、传输链路等组成。路由器是网络中的核心设备,对各分组起到交换的功能,信息通过逐段传送直接传送到相应的目的地,互联网采用IP协议把信息分解形成由IP协议