

省优秀教材
一等奖获奖教材

教育学会高教分会推荐

教育电子信息类“十三五”课改规划教材

移动互联网 应用新技术

主 编	苏广文	
副主编	何鹏举	张乐芳
	高 翔	白庆龙



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

中国电子教育学会高教分会推荐教材

★省优秀教材一等奖获奖教材

普通高等教育电子信息类“十三五”课改规划教材

移动互联网应用新技术

主 编 苏广文

副主编 何鹏举 张乐芳 高 翔 白庆龙



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了移动互联网技术基础、手机网站开发、手机 APP 开发、微信公众号开发、电商平台开发、手机定位与位置管理、移动视频监控系统、物联网技术与应用、大数据技术及应用、云计算技术与应用、虚拟现实(VR)技术与应用、人工智能技术及其应用、应用平台组网设计等内容,几乎涵盖了移动互联网及当前热点技术应用的所有方面。

本书兼顾基础理论和实际应用开发,适合于各类移动互联网应用的初学者和开发者,可作为高校相关专业互联网应用类课程的教材,亦可为广大 IT 企业员工、电信运营商员工和其他企业相关部门员工更新知识结构、提升业务技能提供有益帮助。

本书前身《移动互联网应用开发技术》(2013 年 7 月由西安电子科技大学出版社出版)曾获省优秀教材一等奖。

图书在版编目(CIP)数据

移动互联网应用新技术/苏广文主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2017.11

ISBN 978-7-5606-4732-6

I. ① 移… II. ① 苏… III. ① 移动终端—应用程序—程序设计 IV. ① TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 251607 号

策 划 李惠萍

责任编辑 张 倩 阎 彬

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467

邮 编 710071

网 址 www.xduph.com

电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西利达印务有限责任公司

版 次 2017 年 11 月第 1 版 2017 年 11 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 21.5

字 数 511 千字

印 数 1~3000 册

定 价 42.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4732 - 6/TN

XDUP 5024001-1

如有印装问题可调换

前 言

移动互联网是继传统互联网后最新的一次信息技术浪潮,也是当前整个信息产业竞争最为激烈、发展最为迅速的领域。移动互联网的崛起,为随时随地使用各种信息化手段的实现奠定了最重要的基础,对通信产业本身和整个社会都带来了深远的影响。而移动智能终端所具备的定位功能、摄像头功能和传感器功能,更是极大地丰富了应用的内涵。

信息化技术日新月异,本书在前身《移动互联网应用开发技术》的基础上,删减了部分业已成为常识的内容,增加了大量当前热门应用技术,如云计算、大数据、物联网、人工智能等,使读者能够跟上当前信息化发展的最新进展,为进入移动互联网应用开发领域以及进一步提升应用开发水平打下坚实基础。这些技术尽管不见得都属于狭义的移动互联网技术,但在当前移动互联网时代背景下,基于这些技术的应用已经不可逆转地依赖于移动互联网,因而均可看作是移动互联网领域的有关技术。同时,本书注重降低初学者的入门门槛,给读者提供一个比较容易上手的切入点。通过实际的简单案例,使读者能很快掌握一些基本的开发技能,增强移动互联网应用开发的体验和信心。

本书用专门的章节介绍了移动互联网技术基础、手机网站开发、手机 APP 开发、微信公众号开发、电商平台开发、手机定位与位置管理、移动视频监控系统、物联网技术与应用、大数据技术及应用、云计算技术与应用、虚拟现实(VR)技术与应用、人工智能技术及其应用、应用平台组网设计等方面的理论和相关技术。这些内容几乎涵盖了移动互联网及当前热点技术应用的所有方面,也是业界正在努力创新,不断推出新产品和新应用的热点,非常有利于读者**迅速扩大视野,一览当今信息化领域热点的全貌。**

移动互联网是一个飞速发展的领域,本书尽可能采用最新的资料、数据和技术,在内容讲述中深入浅出,既有一定的理论深度,又结合了当前实际应用场景。考

考虑到 Android 平台市场占有率高、开放性好、免费资源多等因素，书中提供的所有实例均采用 Android 平台和 Java 语言，且均经过了实机验证。iOS 平台的开发者也可以参考本书中的原理和方法进行学习。

本书前身《移动互联网应用开发技术》(2013 年 7 月由西安电子科技大学出版社出版)曾荣获省优秀教材一等奖。

本书由苏广文主编，何鹏举参与了第八章“物联网技术与应用”及第十二章“人工智能技术及其应用”的编写，高翔参与了第九章“大数据技术及应用”的编写，张乐芳参与了第十一章“虚拟现实(VR)技术与应用”的编写。除上述署名作者外，白庆龙、苏鑫参与了第二章“手机网站开发”和第三章“手机 APP 开发”的编写，蔡杰杰参与了第七章“移动视频监控系统”的编写。此外，宋利也对本书的编写提供了很多帮助。

由于移动互联网应用开发技术涉及的点多、面广，且目前仍在不断发展中，本书定然存在诸多不足和疏漏，请各位读者将发现的问题及时反馈给我们或提出改进意见。开发环境搭建和案例所基于的软件版本也在持续升级中，请读者在学习中也根据软件的最新升级作相应的调整。

作者邮箱: suguangwen@189.cn

作 者

2017 年 7 月于西安

目 录

第 1 章 移动互联网技术基础..... 1	2.4.2 自适应网页设计..... 51
1.1 互联网技术..... 1	思考与练习题..... 54
1.1.1 互联网的起源与发展..... 1	
1.1.2 ISO/OSI 模型..... 2	第 3 章 手机 APP 开发..... 55
1.1.3 TCP/IP 模型..... 4	3.1 Android 开发和测试环境搭建..... 55
1.1.4 IPv4 与 IPv6..... 9	3.1.1 Android Studio 简介..... 55
1.1.5 C/S 模式与 B/S 模式..... 10	3.1.2 Android SDK 简介..... 55
1.1.6 手机网页标准..... 12	3.1.3 Windows 系统下 Android Studio 的 安装..... 57
1.2 移动通信技术..... 17	3.1.4 Android 项目开发测试..... 59
1.2.1 移动通信技术发展历程..... 17	3.2 Android 平台通信资源..... 63
1.2.2 4G 移动通信技术..... 18	3.2.1 互联网的连接..... 63
1.2.3 下一代移动通信技术..... 19	3.2.2 管理网络..... 66
1.3 移动互联网..... 20	3.2.3 WiFi 直连..... 73
1.3.1 移动互联网的概念与特点..... 20	3.2.4 其他通信 API..... 79
1.3.2 移动互联网与桌面互联网的比较..... 22	3.3 Android 平台其他资源..... 81
1.3.3 移动互联网三要素与关键技术..... 22	3.3.1 用户界面..... 81
1.4 移动智能终端与操作系统..... 23	3.3.2 动画和图形..... 82
1.4.1 移动智能终端及其核心技术..... 23	3.3.3 数据存储..... 83
1.4.2 智能手机操作系统..... 25	3.3.4 多媒体播放..... 85
思考与练习题..... 29	3.3.5 手机传感器..... 88
	思考与练习题..... 91
第 2 章 手机网站开发..... 30	第 4 章 微信公众号开发..... 92
2.1 网站架构设计..... 30	4.1 微信公众号的功能..... 92
2.2 开发环境的搭建..... 31	4.1.1 微信公众号的基本功能..... 92
2.2.1 网页编辑工具..... 31	4.1.2 微信公众号的商业模式..... 93
2.2.2 服务器选择..... 34	4.1.3 微信公众号的推广..... 94
2.2.3 简易开发环境搭建..... 35	4.2 微信公众号开发环境搭建..... 95
2.3 人机交互界面设计..... 43	4.2.1 基本原理..... 95
2.3.1 基于心智模式的界面设计理论..... 43	4.2.2 公众号注册..... 96
2.3.2 小屏幕网页界面要素设计方法..... 45	4.2.3 公众号服务器的搭建..... 96
2.4 终端与屏幕适配设计..... 49	
2.4.1 屏幕适配..... 49	

4.2.4 技术文档.....	101	6.2 手机定位技术.....	147
4.3 微信公众号开发案例.....	101	6.2.1 定位原理.....	147
4.3.1 参考框架.....	101	6.2.2 北斗卫星导航系统.....	148
4.3.2 实现“你问我答”.....	102	6.3 GIS 技术.....	150
4.3.3 实现“图尚往来”.....	108	6.3.1 GIS 原理与优势.....	150
4.3.4 获取 access_token.....	110	6.3.2 GIS 使用模式.....	151
4.3.5 临时素材.....	113	6.3.3 GIS 软件与地图.....	152
4.3.6 永久素材.....	116	6.3.4 部分 GIS 地图服务商.....	156
4.3.7 自定义菜单.....	119	6.4 Android 平台定位功能.....	156
思考与练习题.....	125	6.5 百度地图定位实例.....	162
第 5 章 电商平台开发	126	6.5.1 Android 定位 SDK 介绍.....	162
5.1 电商平台总体设计.....	126	6.5.2 申请密钥.....	163
5.1.1 平台总体架构.....	126	6.5.3 开发环境配置.....	163
5.1.2 系统软件层.....	126	6.5.4 获取位置.....	165
5.2 基础功能子系统.....	128	思考与练习题.....	171
5.2.1 用户管理.....	128	第 7 章 移动视频监控系统	172
5.2.2 短信接口.....	128	7.1 流媒体技术原理与标准.....	172
5.2.3 支付接口.....	129	7.1.1 流媒体技术的概念.....	172
5.2.4 征信接口.....	130	7.1.2 音视频编解码技术与标准.....	172
5.2.5 产品质量认证接口.....	131	7.1.3 流媒体网络传输技术.....	176
5.3 前台交易子系统.....	131	7.1.4 移动流媒体技术.....	177
5.3.1 个人中心.....	131	7.2 移动视频监控组网.....	178
5.3.2 商品分类展示.....	132	7.2.1 移动视频监控模式设计.....	178
5.3.3 商品订购.....	134	7.2.2 移动视频传输方式.....	179
5.3.4 客户服务.....	136	7.3 Android 平台摄像头功能.....	181
5.4 交易管理子系统.....	138	7.3.1 摄像头及使用申请.....	181
5.4.1 商品管理.....	138	7.3.2 构建一个摄像头应用程序.....	181
5.4.2 订单管理.....	138	7.4 手机视频采集与上传实例.....	193
5.4.3 积分管理.....	139	7.5 手机视频播放实例.....	205
5.4.4 促销管理.....	140	思考与练习题.....	209
5.4.5 物流配送管理.....	141	第 8 章 物联网技术与应用	210
5.5 账务子系统.....	142	8.1 物联网概述.....	210
5.5.1 账务结算.....	142	8.1.1 物联网的概念.....	210
5.5.2 报表统计.....	144	8.1.2 物联网体系结构.....	210
思考与练习题.....	144	8.2 物联网关键技术.....	211
第 6 章 手机定位与位置管理	145	8.2.1 感知层主要技术.....	211
6.1 手机定位系统的构成.....	145	8.2.2 网络层主要技术.....	214

8.2.3 应用层主要技术.....	217	10.2.3 云计算业务.....	264
8.2.4 物联网安全技术.....	217	10.2.4 云计算的商业模式.....	265
8.3 物联网应用.....	218	10.3 云计算技术.....	266
8.3.1 物联网应用分类.....	218	10.3.1 云计算关键技术.....	266
8.3.2 物联网应用实例一——家庭安防报警系统.....	219	10.3.2 当前云计算技术发展热点.....	267
8.3.3 物联网应用二——平安校园系统.....	221	10.4 云平台实例.....	269
思考与练习题.....	232	10.4.1 百度云.....	269
第 9 章 大数据技术及应用.....	233	10.4.2 中国电信医疗影像云.....	271
9.1 大数据应用概述.....	233	10.5 云应用开发.....	275
9.1.1 大数据的概念与意义.....	233	10.5.1 云应用开发概述.....	275
9.1.2 大数据的主要分类.....	234	10.5.2 讯飞开放平台服务接入流程.....	276
9.1.3 大数据应用总体框架.....	236	10.5.3 Android 平台开发.....	276
9.2 大数据的采集.....	237	思考与练习题.....	283
9.3 大数据存储与处理.....	239	第 11 章 虚拟现实(VR)技术与应用.....	284
9.3.1 数据库技术回顾.....	239	11.1 VR 的概念及主要技术.....	284
9.3.2 大数据数据处理技术概述.....	242	11.1.1 VR 的概念及特征.....	284
9.4 大数据分析挖掘.....	245	11.1.2 VR 的主要技术.....	285
9.4.1 传统数据分析与挖掘技术.....	245	11.1.3 沉浸感和交互作用原理.....	286
9.4.2 新兴大数据分析技术.....	246	11.2 VR 开发入门.....	287
9.5 大数据开发环境搭建.....	248	11.2.1 VR 开发环境简介.....	287
9.5.1 机器系统配置准备.....	248	11.2.2 Unity 下载.....	288
9.5.2 基础环境安装(Java 和 Scala 环境).....	249	11.2.3 VR 开发示范.....	291
9.5.3 Hadoop 2.6.0 完全分布式环境搭建.....	249	11.3 VR 技术应用.....	291
9.5.4 Spark 1.6.0 完全分布式环境搭建.....	252	11.3.1 VR 游戏.....	292
9.5.5 启动集群的脚本.....	253	11.3.2 VR 展现.....	292
9.5.6 集群测试.....	254	11.3.3 仿真设计.....	293
9.6 大数据应用实例.....	255	11.3.4 仿真训练.....	294
思考与练习题.....	257	11.4 AR 与 MR.....	295
第 10 章 云计算技术与应用.....	258	11.4.1 AR 技术.....	295
10.1 云计算的概念.....	258	11.4.2 MR 技术.....	298
10.1.1 云计算的定义及特征.....	258	思考与练习题.....	299
10.1.2 云计算的优势.....	259	第 12 章 人工智能技术及其应用.....	300
10.1.3 云计算的发展前景.....	260	12.1 人工智能产生的背景与基本概念.....	300
10.2 云计算体系结构与业务.....	260	12.1.1 人工智能的概念.....	300
10.2.1 传统应用系统体系结构.....	260	12.1.2 人工智能的基本原理.....	300
10.2.2 云计算服务类型及其体系结构.....	261	12.2 人工智能的体系架构.....	302
		12.2.1 人工智能技术体系架构.....	302

12.2.2 人工智能核心技术.....	303	13.1.2 IDC 托管方式.....	323
12.3 机器学习.....	305	13.1.3 云主机租赁方式.....	323
12.3.1 机器学习的定义解读.....	305	13.2 网络安全设计.....	323
12.3.2 机器学习与相关概念的区别 与联系.....	307	13.2.1 网络防火墙部署.....	324
12.3.3 机器学习常用算法.....	308	13.2.2 计算机病毒防护.....	325
12.4 人工智能的应用.....	311	13.2.3 入侵检测与防御系统.....	327
12.4.1 大数据应用与智慧系统.....	311	13.2.4 云堤技术.....	328
12.4.2 顶级棋手 AlphaGo.....	312	13.3 数据安全设计.....	329
12.5 神经网络应用实例.....	319	13.3.1 磁盘冗余备份.....	329
思考与练习题.....	321	13.3.2 数据库备份.....	332
第 13 章 应用平台组网设计.....	322	13.3.3 数据加密与备份机制.....	333
13.1 互联网接入设计.....	322	13.4 应用系统备份.....	333
13.1.1 自建机房方式.....	322	思考与练习题.....	334
		参考文献.....	335

第1章 移动互联网技术基础

移动互联网在今天已经非常普及，人们几乎每天都要花很多时间上网，阅读新闻、在淘宝上购物，或者从事其他活动。移动互联网涉及很宽的技术领域，包括互联网技术、移动通信技术、手机终端技术等，而且这些技术目前仍处于迅猛发展和相互渗透之中。掌握相关领域扎实的技术基础，是从事移动互联网应用开发的前提。

1.1 互联网技术

互联网是全世界千千万万台计算机和智能手机通过 TCP/IP 协议相互连接而成的世界上最大的网络。而且，这个网络目前还在不断扩大，不仅新的计算机和智能手机持续加入，而且各种新的智能化终端也不断加入。移动互联网正是以这个现有互联网实体为基础而不断发展的，并且能够反过来推动互联网实体延伸到经济和生活的各个方面。

1.1.1 互联网的起源与发展

互联网源于 1969 年美军牵头组建的 ARPA 网，它把美国加利福尼亚大学洛杉矶分校、斯坦福大学研究学院、加利福尼亚大学和犹他州大学的四台主要计算机连接起来，后来美国其他一些高校和科研机构也陆续加入进来。1983 年，美国国防部将 ARPA 网分为军网和民网。于是，越来越多的学校和公司加入其中的民网，使其渐渐扩大为今天的互联网。

在 ARPA 网产生之初，通过接口信号处理机实现互连的电脑并不多，大部分电脑相互之间不兼容，不同类型的电脑连网存在很多困难。建立一种大家都必须遵守的标准，让不同类型电脑能够实现资源共享，成为当时科学家的当务之急。

1973 年，卡恩和瑟夫以包切换理论为基础，开始研究一种对各种操作系统普适的协议，这个协议即 TCP/IP 协议(TCP, Transmission Control Protocol; IP, Internet Protocol)。通俗地说，TCP 负责发现传输的问题，一有问题就发出信号，要求重新传输，直到所有数据安全正确地传输到目的地；而 IP 负责给网络上每一台电脑规定一个地址。1974 年 12 月，卡恩、瑟夫的第一份 TCP 协议详细说明正式发表。当时美国国防部与三个科学家小组签订了完成 TCP/IP 的协议，结果由瑟夫领衔的小组率先完成，制定出了具有详细定义

的 TCP/IP 协议标准。当时他们还做了一个试验，将信息包通过点对点的卫星网络，再通过陆地电缆，然后又通过卫星网络，最后由地面传输，贯穿欧洲和美国，经过各种电脑系统，全程 9.4 万千米竟然没有丢失一个数据位，远距离的可靠数据传输证明了 TCP/IP 协议的成功。

1983 年 1 月 1 日，已经运行了较长时期且曾被人们习惯了的 NCP 被取而代之，TCP/IP 协议成为互联网上所有主机间的共同协议。TCP/IP 协议的产生和推广是互联网发展历史上具有重大革命性意义的事件。从此，互联网真正进入了大规模发展时期。

1.1.2 ISO/OSI 模型

1. OSI 模型框架

要理解 TCP/IP 协议，必须先理解 OSI 模型。OSI 模型的全称是开放系统互连参考模型 (Open System Interconnection Reference Model, OSI/RM)，它由国际标准化组织(International Standard Organization, ISO)提出，用于网络系统互连，所以又称为 ISO/OSI 模型。OSI 参考模型自发布后，并没有形成实际的产品，但是它成为了包括 TCP/IP 协议在内的很多重要通信协议的思想基础。理解 TCP/IP 的运作机制对于互联网工作人员而言必不可少。

OSI 模型采用分层结构，它把通信过程所要完成的工作分成多个层面，称为层。每个层都完成某个层次的工作内容，如物理层实现物理信号的收发，网络层实现连网等。OSI 参考模型如图 1-1 所示。

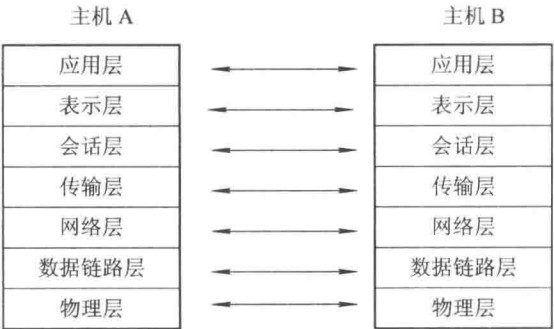


图 1-1 OSI 参考模型

- (1) 每一层都为其上一层提供服务，并为其上一层提供一个访问接口或界面。
- (2) 不同主机之间的相同层次称为对等层。如主机 A 中的表示层和主机 B 中的表示层互为对等层，主机 A 中的会话层和主机 B 中的会话层互为对等层。
- (3) 对等层之间互相通信需要遵守一定的规则，如通信的格式、通信的方式等，这些规则就称为协议。
- (4) OSI 参考模型通过将协议划分为不同的层次，简化了问题分析、处理过程以及网络系统设计的复杂性。在 OSI 参考模型中，从下至上，每一层完成不同的、目标明确的功能。

2. OSI 模型数据封装

数据要在网络上传输，必须有一定的格式，使通信双方能够识别其首尾，并能进行有

效控制。把数据包装成这种格式的过程就叫做数据封装。OSI 参考模型中的数据封装过程如图 1-2 所示。

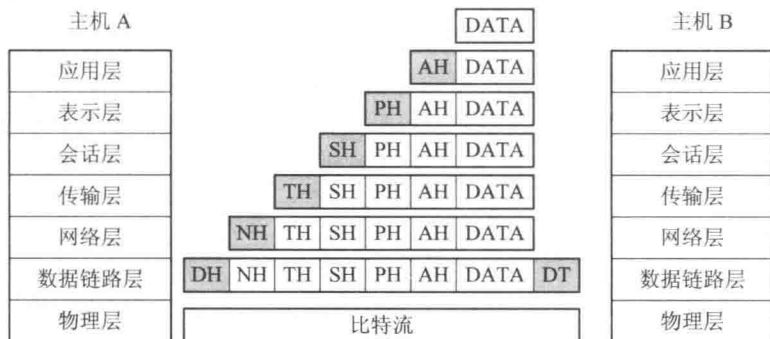


图 1-2 OSI 参考模型中的数据封装过程

当一台主机需要传送用户数据时，数据首先通过应用层接口进入应用层。在应用层，用户数据被加上应用层报头(Application Header, AH)，形成应用层协议数据单元(Protocol Data Unit, PDU)，然后被递交到下一层表示层。表示层并不关心应用层数据内容，而是把整个应用层数据包看成是一个整体进行封装，即加上表示层的报头(Presentation Header, PH)，然后把它递交到下一层会话层。

以此类推，会话层、传输层、网络层、数据链路层也都要分别给上层递交下来的数据加上自己的报头，分别是会话层报头(Session Header, SH)、传输层报头(Transport Header, TH)、网络层报头(Network Header, NH)和数据链路层报头(Data link Header, DH)。其中，数据链路层还要给网络层数据加上数据链路层报尾(Data link Termination, DT)，形成最终的一帧数据。

当一帧数据通过物理层传送到目标主机的物理层时，目标主机的物理层会把它递交到上层数据链路层。数据链路层负责去掉数据帧的帧头部 DH 和尾部 DT，同时还进行数据校验。如果数据没有出错，则递交到上层网络层。同样，网络层、传输层、会话层、表示层、应用层也要做类似的工作。最终，原始数据被递交到目标主机的具体应用程序中。

3. 各分层的功能

1) 物理层(Physical Layer)

物理层规定了激活、维持、关闭通信端点之间的机械特性、电气特性、功能特性以及过程特性，如指定电压大小、线路速率和电缆的引脚数。简单地说，物理层确保原始数据可以在各种物理媒体上传输。该层为上层协议提供了一个传输数据的物理媒体。在这一层，数据的单位称为比特(bit)。属于物理层定义的典型规范包括 EIA/TIA RS-232、EIA/TIA RS-449、V.35、RJ-45 等。物理层的设备包括 RJ-45、各种电缆、串口、并口、接线设备、网络接口卡(NIC)等。物理层也可以包括低层网络软件，该软件用于定义将串行比特流分解成数据包的方式。

2) 数据链路层(Data Link Layer)

数据链路层在不可靠的物理介质上提供可靠的传输。该层的作用包括：物理地址寻址、

数据的成帧、流量控制、数据的检错、重发等。在这一层，数据的单位称为帧(frame)，数据链路层协议的代表包括 SDLC、HDLC、PPP、STP、帧中继等。

数据链路层将数据包组合为字节，再将字节组合为帧，使用 MAC 地址提供对介质的访问。其主要功能包括：在两个网络实体之间提供数据链路连接的建立、维持和释放管理；构成数据链路数据单元(帧)，并对帧定界、同步、收发顺序进行控制；在传输过程中，进行流量控制、差错检测(Error Detection)和差错控制(Error Control)等，它只提供导线的一端到另一端的数据传输。数据链路层典型的协议有 ATM、IEEE 802.2、帧中继、HDLC 等。

3) 网络层(Network Layer)

网络层为传输层的数据传输提供建立、维护和终止网络连接的手段，它把从上层来的数据组织成数据包在节点之间进行交换传送，并且负责路由控制和拥塞控制。它还提供逻辑寻址，以便进行路由选择。网络层提供路由和寻址功能，使两个终端系统能够互连，并且具有一定的拥塞控制和流量控制的能力。在这一层，数据的单位称为数据包(packet)。典型的网络层协议的代表包括 IP、IPX、RIP、OSPF 等。

4) 传输层(Transport Layer)

传输层负责将上层数据分段并提供端到端的、可靠或不可靠的传输，处理端到端的差错控制和流量控制。传输层数据的单位称为数据段(segment)，典型的传输层协议有 TCP、UDP、SPX、NetBIOS 等。

5) 会话层(Session Layer)

会话层管理主机之间的会话进程，即负责建立、管理、终止进程之间的会话。会话层还利用在数据中插入校验点的方法来实现数据的同步。

6) 表示层(Presentation Layer)

表示层对上层数据或信息进行变换，以保证一个主机应用层信息可以被另一个主机的应用程序理解。表示层的数据转换包括数据的加密、压缩、格式转换等。表示层协议的代表包括 ASCII、ASN.1、JPEG、MPEG 等。

7) 应用层(Application Layer)

应用层为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口，以及用户接口。应用层协议的代表包括 Telnet、FTP(File Transfer Protocol)、HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)、SNMP 等。

1.1.3 TCP/IP 模型

1. TCP/IP 模型层次结构

OSI 模型的提出本是为解决不同厂商、不同结构的网络产品之间互连时遇到的不兼容性问题，但是该模型过于复杂阻碍了其在计算机网络领域的实际应用。相比之下，由技术人员自己开发的 TCP/IP 协议则获得了更为广泛的应用，成为当前通信领域的主要标准。TCP/IP 模型也是层次结构模型，分为四个层次：应用层、传输层、网络互连层和网络接口层。图 1-3 是 TCP/IP 模型与 OSI 模型的对比。

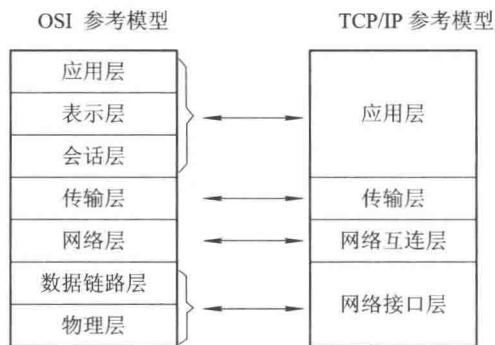


图 1-3 TCP/IP 与 OSI 模型的对比

TCP/IP 模型去掉了 OSI 模型中的会话层和表示层，这两层的功能被合并到应用层，同时将 OSI 模型中的数据链路层和物理层合并为网络接口层。当前在用的部分协议在 TCP/IP 模型中的位置如图 1-4 所示。

应用层	FTP、HTTP、Telnet			SNMP、TFTP、NTP
传输层	TCP			UDP
网络互连层	IP			
网络接口层	以太 网	令牌 环网	IEEE 802.2	HDLC、PPP、帧中继
			IEEE 802.3	EIA/TIA RS-232, V.35等

图 1-4 TCP/IP 模型层次结构

1) 网络接口层

实际上，TCP/IP 模型没有真正描述这一层如何实现，只是要求能够提供给其上层网络一个访问接口，以便在其上传递 IP 分组。由于这一层未被定义，所以其具体的实现方法随着网络类型的不同而不同。

2) 网络互连层

网络互连层是整个 TCP/IP 协议的核心，其功能是把分组发往目标网络或主机。同时，为了尽快发送分组，可能需要沿不同的路径同时进行分组传递。因此，分组到达的顺序和发送的顺序可能不同，这就需要上层对分组进行排序了。网络互连层除了需要完成路由的功能外，也可以实现不同类型的网络(异构网)互连的任务。

网络互连层定义了分组格式和协议，即 IP 协议。TCP/IP 协议中的网络互连层功能由 IP 协议规定和实现，故又称 IP 层。这一层的协议还包括：ICMP 因特网控制报文协议、ARP 地址解析协议、RARP 反向地址解析协议、RIP 协议等。这一层的典型设备有路由器、三层交换机等。

3) 传输层

在 TCP/IP 模型中，传输层的功能是使源主机和目标主机上的对等实体可以进行会话。

传输层定义了两种服务质量不同的协议，即 TCP(传输控制协议)和 UDP(用户数据报协议)。

TCP 协议是一个面向连接的、可靠的协议。它将一台主机发出的字节流无差错地发往互联网上的其他主机。在发送端，它负责把上层传送下来的字节流分成报文段并传递给下层；在接收端，它负责对收到的报文进行重组，然后递交给上层。TCP 协议还要处理端到端的流量控制，以避免缓慢接收的接收方没有足够的缓冲区接收发送方发送的大量数据。UDP 协议是一个不可靠的、无连接协议，主要适用于不需要对报文进行排序和流量控制的场合。

4) 应用层

TCP/IP 模型将 OSI 参考模型中的会话层和表示层的功能合并到应用层实现。应用层面向不同的网络应用引入了不同的应用层协议。其中，有基于 TCP 协议的，如文件传输协议(FTP)、虚拟终端协议(Telnet)、超文本链接协议(HTTP)，也有基于 UDP 协议的。

2. IP 报文格式

IP 协议是 TCP/IP 协议族中的核心协议，所有的 TCP、UDP、ICMP、IGMP 数据都被封装在 IP 数据报中传送，如图 1-5 所示。

Ethernet 帧头	IP 头部	TCP 头部	上层数据	FCS
-------------	-------	--------	------	-----

图 1-5 IP 报文封装

IP 报头格式如图 1-6 所示，各字段的长度和内容分别为：

(1) 版本字段：字段长度 4 bit，用以表明 IP 协议的版本号，当前一般为 IPv4，即 0100，IPv6 为 1100。

(2) 报头长度字段：指首部占 32 bit 字的数目，包括任何选项。由于它是一个 4 bit 字段，因此首部最长为 60 Byte，即 $15 \times 32/8 = 60$ Byte。IP 首部始终是 32 bit 的整数倍。IP 数据报报头的最小长度为 20 Byte(不含填充字段和 IP 选项字段的 IP 报头是最常见的 IP 报头，为 20 个 Byte)。

(3) 服务类型字段：字段长度 8 bit，用于指定数据报所要求的服务质量(TOS)。

(4) 总长度字段：指整个 IP 数据报的长度，以 Byte 为单位。由于该字段长 16 bit，所以 IP 数据报最长可达 65 535 Byte。总长度字段是 IP 首部中必要的内容(数据长度=总长-报头长度)。

(5) 标识字段：字段长度 16 bit，每个数据报都必须由唯一的标识符来标识，以便使接收主机能重装被分段的数据报。

(6) 标志位字段：字段长度 3 bit，用于分段控制，其中第 0 位为预留位。

(7) 段偏移量字段：字段长度 13 bit。如果一份数据报要求分段的话，此字段指明该段距原始数据报起始位置的偏移量。

(8) 生存期(Time to Live, TTL)字段：字段长度 8 bit，用来设置数据报最多可以经过的路由器数。由发送数据的源主机设置，通常为 32、64、128 等。每经过一个路由器，其值减 1，当减到 0 时，该数据报被丢弃。

(9) 协议字段：占 8 bit，指明 IP 层所封装的上层协议类型，如 ICMP(1)、IGMP(2)、TCP(6)、UDP(17)等。

(10) 头部校验和字段：占 16 bit，内容是根据 IP 头部计算得到的校验和码。计算方法是：对头部中每个 16 bit 进行二进制反码求和(与 ICMP、IGMP、TCP、UDP 不同，IP 不对头部后的数据进行校验)。

(11) 源 IP 地址、目标 IP 地址字段：各占 32 bit，分别用来标明发送 IP 数据报文的源主机地址和接收 IP 报文的目标主机地址。

(12) 可选项字段：占 32 bit。用来定义一些任选项，如记录路径、时间戳等。这些选项很少被使用，同时并不是所有主机和路由器都支持这些选项。可选项字段的长度必须是 32 bit 的整数倍，如果不足，必须填充 0 以达到此长度要求。

00	04	08	12	16	20	24	28	31
版本	报头长度	服务类型		总长度				
标识				标志位	段偏移量			
生存期		协议		头部校验和				
源 IP 地址								
目标 IP 地址								
可选项								
数据								

图 1-6 IP 头部格式

3. TCP 数据段格式

TCP 是一种可靠的、面向连接的字节流服务。源主机在传送数据前需要先和目标主机建立连接。然后，在此连接上，被编号的数据段按序收发。同时，要求对每一个数据段进行确认，保证可靠性。如果在指定的时间内没有收到目标主机对所发数据段的确认，源主机将再次发送该数据段。

(1) 源、目标端口号字段：字段长度均为 16 bit。TCP 协议通过使用所谓“端口”来标识源端和目标端的应用进程。端口号可以使用 0 到 65535 之间的任何数字。在收到服务请求时，操作系统动态地为客户端的应用程序分配端口号。在服务器端，每种服务在特定端口为用户提供服务，比如 Web 服务默认端口为 80，FTP 为 21。

(2) 顺序号字段：字段长度 32 bit，用来标识从 TCP 源端向 TCP 目标端发送的数据字节流，它表示在这个报文段中的第一个数据字节。

(3) 确认号字段：字段长度 32 bit，只有 ACK 标志为 1 时，确认号字段才有效。它包含目标端所期望收到源端的下一个数据字节。

(4) 头部长度字段：字段长度 4 bit，给出头部占 32 bit 的数目，没有任何选项字段的 TCP 头部长度为 20 Byte；最多可以有 60 Byte 的 TCP 头部。

(5) 标志位字段：字段长度 6 bit，其中每个比特的含义分别为：URG(紧急指针有效)、ACK(确认序号有效)、PSH(接收方应该尽快将这个报文段交给应用层)、RST(重建连接)、SYN(发起一个连接)、FIN(释放一个连接)。

(6) 窗口大小字段：字段长度 16 bit，用来进行流量控制，单位为字节数，这个值是本机期望一次接收的字节数。

(7) TCP 校验和字段：字段长度 16 bit。该字段对整个 TCP 报文段进行校验和计算，

并由目标端进行验证。

(8) 紧急指针字段：字段长度 16 bit。它是一个偏移量，和序号字段中的值相加表示紧急数据最后一个字节的序号。

(9) 选项字段：占 32 bit，可能包括“窗口扩大因子”、“时间戳”等选项。

4. UDP 数据段格式

UDP 是一种不可靠的、无连接的数据报服务。源主机在传送数据前不需要和目标主机建立连接。数据被冠以源、目标端口号等 UDP 报头字段后直接发往目的主机。这时，每个数据段的可靠性依靠上层协议来保证。在传送数据较少、较小的情况下，UDP 比 TCP 更加高效。

(1) 源、目标端口号字段：字段长度 16 bit，用来标识源端和目标端的应用进程。

(2) 长度字段：字段长度 16 bit，用来表示 UDP 头部和 UDP 数据的总长度字节。

(3) 校验和字段：字段长度 16 bit，用来对 UDP 头部和 UDP 数据进行校验。与 TCP 不同的是，对 UDP 来说，此字段是可选项，而 TCP 数据段中的校验和字段是必须有的。

5. 套接字

在每个 TCP、UDP 数据段中都包含源端口和目标端口字段。通常把一个 IP 地址和一个端口号合称为一个套接字(Socket)，而一个套接字对(Socket Pair)可以唯一地确定互连网络中每个连接的双方(客户 IP 地址 + 客户端口号、服务器 IP 地址 + 服务器端口号)。需要注意的是，不同的应用层协议可能基于不同的传输层协议，如 FTP、Telnet、SMTP 协议基于可靠的 TCP 协议，而 TFTP、SNMP、RIP 基于不可靠的 UDP 协议。

同时，有些应用层协议占用了两个不同的端口号，如 FTP 占用 20、21 端口，SNMP 占用 161、162 端口。这些应用层协议在不同的端口提供不同的功能。如 FTP 的 21 端口用来侦听用户的连接请求，而 20 端口用来传送用户的文件数据；再如，SNMP 的 161 端口用于 SNMP 管理进程获取 SNMP 代理的数据，而 162 端口用于 SNMP 代理主动向 SNMP 管理进程发送数据。

还有一些协议使用了传输层的不同协议提供的服务。如 DNS 协议同时使用了 TCP 53 端口和 UDP 53 端口，DNS 协议在 UDP 的 53 端口提供域名解析服务，在 TCP 的 53 端口提供 DNS 区域文件传输服务。

6. TCP 连接建立、释放时的握手过程

理解 TCP 连接建立、释放时的握手过程，对于开发基于 TCP/IP 协议的通信程序是十分重要的。一个 TCP 连接的建立需要三次握手过程，三次握手的目标是使数据段的发送和接收同步，同时也向其他主机表明其一次可接收的数据量即窗口大小并建立逻辑连接。这三次握手的过程分别为：

第一次握手：源主机发送一个同步标志位(SYN)置 1 的 TCP 数据段。此段中同时标明初始序号(ISN)，ISN 是一个随时间变化的随机值。

第二次握手：目标主机发回确认数据段，此段中的同步标志位(SYN)同样被置 1，且确认标志位(ACK)也置 1，同时在确认序号字段表明目标主机期待收到源主机下一个数据段的序号(即表明前一个数据段已收到并且没有错误)。此外，此段中还包含目标主机的段初始序号。