第3章

移动互联网技术

本章将介绍移动互联网概述、移动互联网的关键技术和移动互联网的应用领域。通过本章的学习，学生可了解移动互联网的基本概念、移动互联网的特征、移动互联网的发展历程、5G关键技术和主要优势、6G关键技术和主要优势、SOA面向服务架构、Web 2.0的含义、HTML 5的新特性、Android的系统架构、iOS的系统架构、移动互联网的应用、移动互联网未来发展趋势等。

3.1 移动互联网概述

3.1.1 移动互联网的基本概念

移动互联网将移动通信和互联网二者结合起来，成为一体，是PC互联网发展的必然产物。它是互联网的技术、平台、商业模式和应用与移动通信技术结合并实践的活动的总称。

移动互联网继承了移动随时、随地、随身和互联网开放、分享、互动的优势，是一个全国性的、以宽带IP为技术核心的，可同时提供话音、传真、数据、图像、多媒体等高品质电信服务的新一代开放的电信基础网络，由运营商提供无线接入，互联网企业提供各种成熟的应用。

移动互联网是指移动通信终端与互联网的结合，是用户使用手机、Pad或其他无线终端设备，通过速率较高的移动网络，在移动状态下（如在地铁、公交车等）随时、随地访问Internet以获取信息，使用商务、娱乐等各种网络服务。

通过移动互联网，人们可以使用手机、平板电脑等移动终端设备浏览新闻，还可以使用各种移动互联网应用，例如，在线搜索、在线聊天、移动网游、手机电视、在线阅读、网络社区、收听及下载音乐等。其中，移动环境下的网页浏览、文件下载、位置服务、在线游戏、视频浏览和下载等是其主流应用。

目前，移动互联网正逐渐渗透到人们生活、工作的各个领域，微信、支付宝、位置服务等丰富多彩的移动互联网应用迅猛发展，正在深刻改变信息时代的社会生活。近几年，更是实现了3G经4G到5G的跨越式发展。全球覆盖的网络信号，使得身处大洋和沙漠中的用户，仍可随时随地保持与世界的联系。

3.1.2 移动互联网的特征

(1) 交互性。用户可以使用随身携带和可随时使用移动终端(如手机、IPad等),在移动状态下使用移动互联网,比如用语音、图文或者视频等方式实现用户与移动互联网交互。

(2) 便携性。相对于PC,移动终端更小巧轻便且可随身携带,比如放入书包和手袋中,且随时随地使用移动网络,比如可方便获取生活信息、玩网络游戏、进行商务交流、即时支付等操作。

(3) 隐私性。移动终端设备的隐私性远高于PC的要求。由于移动性和便携性的特点,移动互联网的信息处于高度保护状态,高隐私性是移动互联网终端应用的特点,数据共享时既要保障认证客户的有效性,也要保证信息的安全性。其不同于传统互联网公开透明开放的特点。

(4) 定位性。移动互联网有别于传统互联网的典型应用是位置服务应用。它具有以下几个服务:位置签到、位置分享及基于位置的社交应用;基于位置围栏的用户监控及消息通知服务。生活导航及优惠券集成服务;基于位置的娱乐和电子商务应用;基于位置的用户换机上下文感知及信息服务。

(5) 娱乐性。移动互联网上的丰富应用,如图片分享、视频播放、音乐欣赏、电子邮件等,为用户的工作、生活带来更多的便利和乐趣。

(6) 局限性。移动互联网应用服务在便捷的同时,也受到了来自网络能力和终端硬件能力的限制。在网络能力方面,受到无线网络传输环境、技术能力等因素限制;在终端硬件能力方面,受到终端大小、处理能力、电池容量等的限制。移动互联网各部分相互联系,相互作用并制约发展,任何一部分的滞后都会延缓移动互联网发展的步伐。

(7) 强关联性。由于移动互联网业务受到了网络及终端能力的限制,因此,其业务内容和形式也需要匹配特定的网络技术规格和终端类型,具有强关联性。移动互联网通信技术与移动应用平台的发展有着紧密联系,没有足够的带宽就会影响在线视频、视频电话、移动网游等应用的扩展。同时,根据移动终端设备的特点,也有与之对应的移动互联网应用服务,这是区别于传统互联网而存在的。

(8) 身份统一性。这种身份统一是指移动互联用户自然身份、社会身份、交易身份、支付身份通过移动互联网平台得以统一。信息本来是分散到各处的,互联网逐渐发展、基础平台逐渐完善之后,各处的身份信息将得到统一。例如,在网银里绑定手机号和银行卡,支付的时候验证了手机号就直接从银行卡扣钱。

3.1.3 移动互联网的发展历程

整个移动互联网发展历史可以归纳为四个阶段:萌芽阶段、培育成长阶段、高速发展阶段和全面发展阶段。

1. 萌芽阶段(2000—2007年)

萌芽阶段的移动应用终端主要是基于WAP(无线应用协议)的应用模式。该时期由于受限于移动2G网速和手机智能化程度,中国移动互联网发展处在一个简单WAP应用期。WAP应用把Internet上的HTML信息转换成用WML描述的信息,显示在移动电话的显示屏上。由于WAP只要求移动电话和WAP代理服务器的支持,而不要求现有的移动通

信网络协议做任何改动，因而被广泛地应用于GSM、CDMA、TDMA等多种网络中。

2. 培育成长阶段（2008—2011年）

2009年1月7日，工业和信息化部为中国移动、中国电信和中国联通发放3张第3代移动通信（3G）牌照，此举标志着中国正式进入3G时代，3G移动网络建设掀开了中国移动互联网发展新篇章。随着3G移动网络的部署和智能手机的出现，移动网速的大幅提升初步破解了手机上网带宽瓶颈，移动智能终端丰富的应用软件让移动上网的娱乐性得到大幅提升。同时，我国在3G移动通信协议中制定的TD SCDMA协议得到了国际的认可和应用。

在成长培育阶段，各大互联网公司都在摸索如何抢占移动互联网入口，一些大型互联网公司企图推出手机浏览器来抢占移动互联网入口，还有一些互联网公司则通过与手机制造商合作，在智能手机出厂的时候，就把企业服务应用（如微博、视频播放器等应用）预安装在手机中。

3. 高速发展阶段（2012—2013年）

随着手机操作系统生态圈的全面发展，智能手机规模化应用促进移动互联网快速发展，具有触摸屏功能的智能手机的大规模应用解决了传统键盘机上网的众多不便，安卓智能手机操作系统的普遍安装和手机应用程序商店的出现极大地丰富了手机上网功能，移动互联网应用呈现了爆发式增长。进入2012年之后，由于移动上网需求大增，安卓智能操作系统的大规模商业化应用，传统功能手机进入了一个全面升级换代期，传统手机厂商纷纷效仿苹果模式，普遍推出了触摸屏智能手机和手机应用商店。由于触摸屏智能手机上网浏览方便，移动应用丰富，受到了市场的极大欢迎。同时，手机厂商之间竞争激烈，智能手机价格快速下降，千元以下的智能手机大规模量产，推动了智能手机在中低收入人群中的大规模普及。

4. 全面发展阶段（2014年至今）

移动互联网的发展永远都离不开移动通信网络的技术支撑，而4G网络建设将中国移动互联网发展推上快车道。随着4G网络的部署，移动上网网速得到极大提高，上网网速瓶颈限制得到基本破除，移动应用场景得到极大丰富。2013年12月4日，工业和信息化部正式向中国移动、中国电信和中国联通三大运营商发放了TD-LTE 4G牌照，中国4G网络正式大规模铺开。

由于网速、上网便捷性、手机应用等移动互联网发展的外在环境基本得到解决，移动互联网应用开始全面发展。桌面互联网时代，门户网站是企业开展业务的标配；移动互联网时代，手机App是企业开展业务的标配，4G网络催生了许多公司利用移动互联网开展业务。特别是由于4G网速大大提高，促进了实时性要求较高、流量较大、需求较大类型的移动应用快速发展，许多手机应用开始大力推广移动视频应用。2018年华为推出5G后，其商业服务全面展开。

3.1.4　5G关键技术和主要优势

移动通信已历经1G、2G、3G、4G的发展。每一次代际跃迁，每一次技术进步，都极大地促进了产业升级和经济社会发展。从1G到2G，实现了模拟通信到数字通信的过渡，移动通信走进了千家万户；从2G到3G、4G，实现了语音业务到数据业务的转变，传输速率成百

倍提升,促进了移动互联网应用的普及和繁荣。当前,移动网络已融入社会生活的方方面面,深刻改变了人们的沟通、交流乃至整个生活方式。4G 网络造就了繁荣的互联网经济,解决了人与人随时随地通信的问题,随着移动互联网快速发展,新服务、新业务不断涌现,移动数据业务流量爆炸式增长,4G 移动通信系统难以满足未来移动数据流量暴涨的需求,急需研发下一代移动通信(5G)系统。

5G 作为一种新型移动通信网络,不仅要解决人与人通信,为用户提供增强现实、虚拟现实、超高清(3D)视频等更加身临其境的极致业务体验,更要解决人与物、物与物通信问题,满足移动医疗、车联网、智能家居、工业控制、环境监测等物联网应用需求。最终,5G 将渗透到经济社会的各行业各领域,成为支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键新型基础设施。

1. 概念

第 5 代移动通信技术(5th Generation Mobile Communication Technology,5G)是具有高速率、低时延和大连接特点的新一代宽带移动通信技术,5G 通信设施是实现人机物互联的网络基础设施。

国际电信联盟(ITU)定义了 5G 的三大类应用场景,即增强移动宽带(eMBB)、超高可靠低时延通信(uRLLC)和海量机器类通信(mMTC)。增强移动宽带(eMBB)主要面向移动互联网流量爆炸式增长,为移动互联网用户提供更加极致的应用体验;超高可靠低时延通信(uRLLC)主要面向工业控制、远程医疗、自动驾驶等对时延和可靠性具有极高要求的垂直行业应用需求;海量机器类通信(mMTC)主要面向智慧城市、智能家居、环境监测等以传感和数据采集为目标的应用需求。

为满足 5G 多样化的应用场景需求,5G 的关键性能指标更加多元化。ITU 定义了 5G 的八大关键性能指标,其中,高速率、低时延、大连接成为 5G 最突出的特征,用户体验速率达 1Gb/s,时延低至 1ms,用户连接能力达 100 万连接/km^2。

2. 关键技术

1) 性能指标

(1) 峰值速率需要达到 10～20Gb/s,以满足高清视频、虚拟现实等大数据量传输。

(2) 空中接口时延低至 1ms,满足自动驾驶、远程医疗等实时应用。

(3) 具备每平方千米百万连接的设备连接能力,满足物联网通信。

(4) 频谱效率要比 LTE 提升 3 倍以上。

(5) 连续广域覆盖和高移动性下,用户体验速率达到 100Mb/s。

(6) 流量密度达到 10Mb/(m^2 · s)以上。

(7) 支持 500km/h 的高速移动。

2) 关键支撑技术

(1) 5G 无线关键技术。5G 国际技术标准重点满足灵活多样的物联网需要。在 OFDMA 和 MIMO 基础技术上,5G 为支持三大应用场景,采用了灵活的全新系统设计。在频段方面,与 4G 支持中低频不同,考虑到中低频资源有限,5G 同时支持中低频和高频频段,其中,中低频满足覆盖和容量需求,高频满足在热点区域提升容量的需求。5G 针对中低频和高频设计了统一的技术方案,并支持百兆赫的基础带宽。为了支持高速率传输和更优覆盖,5G 采用 LDPC、Polar 新型信道编码方案、性能更强的大规模天线技术等。为了支持

低时延、高可靠性，5G 采用短帧、快速反馈、多层/多站数据重传等技术。

（2）5G 网络关键技术。5G 采用全新的服务化架构，支持灵活部署和差异化业务场景。5G 采用全服务化设计，模块化网络功能，支持按需调用，实现功能重构；采用服务化描述，易于实现能力开放，有利于引入 IT 开发实力，发挥网络潜力。5G 支持灵活部署，基于 NFV/SDN，实现硬件和软件解耦，实现控制和转发分离；采用通用数据中心的云化组网，网络功能部署灵活，资源调度高效；支持边缘计算，云计算平台下沉到网络边缘，支持基于应用的网关灵活选择和边缘分流。5G 通过网络切片满足差异化需求，网络切片是指从一个网络中选取特定的特性和功能，定制出的一个逻辑上独立的网络，它使得运营商可以部署功能、特性服务各不相同的多个逻辑网络，分别为各自的目标用户服务。目前定义了 3 种网络切片类型，即增强移动宽带、低时延高可靠、大连接物联网。

3. 应用

（1）工业领域。以 5G 为代表的新一代信息通信技术与工业经济深度融合，为工业乃至产业数字化、网络化、智能化发展提供了新的实现途径。5G 在工业领域的应用涵盖研发设计、生产制造、运营管理及产品服务 4 个大的工业环节。

（2）车联网与自动驾驶。5G 车联网助力汽车、交通应用服务的智能化升级。5G 网络的大带宽、低时延等特性，支持实现车载 VR 视频通话、实景导航等实时业务。

（3）能源领域。在电力领域，能源电力生产包括发电、输电、变电、配电、用电五个环节。目前，5G 在电力领域的应用主要面向输电、变电、配电、用电四个环节开展，应用场景主要涵盖了采集监控类业务及实时控制类业务。

（4）教育领域。5G 在教育领域的应用主要围绕智慧课堂及智慧校园两方面开展。5G＋智慧课堂、5G＋智慧校园，为学生出行、活动、饮食安全等环节提供全面的安全保障服务。

（5）医疗领域。5G 通过赋能现有智慧医疗服务体系，提升远程医疗、应急救护等服务能力和管理效率，并催生 5G＋远程超声检查、重症监护等新型应用场景。

（6）文旅领域。5G 智慧文旅应用场景主要包括景区管理、游客服务、文博展览、线上演播等环节。5G 智慧文博可支持文物全息展示、5G＋VR 文物修复、沉浸式教学等应用，赋能文物数字化发展，深刻阐释文物的多元价值，推动人才团队建设。

（7）智慧城市领域。5G 助力智慧城市在安防、巡检、救援等方面提升管理与服务水平。在城市安防监控方面，结合大数据及人工智能技术，5G＋超高清视频监控可实现对人脸、行为、特殊物品、车等精确识别，形成对潜在危险的预判能力和紧急事件的快速响应能力；在城市安全巡检方面，5G 结合无人机、无人车、机器人等安防巡检终端，可实现城市立体化智能巡检，提高城市日常巡查的效率；在城市应急救援方面，5G 通信保障车与卫星回传技术可实现救援区域海陆空一体化的 5G 网络覆盖；5G＋VR/AR 可协助中台应急调度指挥人员直观、及时地了解现场情况，更快速、更科学地制定应急救援方案，提高应急救援效率。

（8）信息消费领域。5G 正在孕育新兴信息产品和服务，改变人们的生活方式。在 5G＋云游戏方面，5G 可实现将云端服务器上渲染压缩后的视频和音频传送至用户终端，解决了云端算力下发与本地计算力不足的问题，解除了游戏优质内容对终端硬件的束缚和依赖，对于消费端成本控制和产业链降本增效起到了积极的推动作用。

（9）金融领域。银行业是 5G 在金融领域落地应用的先行军，5G 可为银行提供整体的改造。前台方面，综合运用 5G 及多种新技术，实现了智慧网点建设、机器人全程服务客户、

远程业务办理等；中后台方面，通过5G可实现“万物互联”，从而为数据分析和决策提供辅助。除银行业外，证券、保险和其他金融领域也在积极推动“5G＋”发展，5G开创的远程服务等新交互方式为客户带来全方位数字化体验，线上即可完成证券开户核审、保险查勘定损和理赔，使金融服务不断走向便捷化、多元化，带动了金融行业的创新变革。

3.1.5 6G关键技术和主要优势

1. 概述

6G，即第6代移动通信标准，也被称为第6代移动通信技术，主要促进的就是物联网的发展。截至2019年11月，6G仍在开发阶段。6G的传输能力可能比5G提升100倍。6G在峰值速率、时延、流量密度、连接数密度、移动性、频谱效率、定位能力等方面远优于5G。

6G网络将是一个地面无线与卫星通信集成的全连接世界。通过将卫星通信整合到6G移动通信，实现全球无缝覆盖，网络信号能够抵达任何一个偏远的乡村，让深处山区的病人能接受远程医疗，让孩子们能接受远程教育。此外，在全球卫星定位系统、电信卫星系统、地球图像卫星系统和6G地面网络的联动支持下，地空全覆盖网络还能帮助人类预测天气、快速应对自然灾害等。6G通信技术不再是简单的网络容量和传输速率的突破，它更是为了缩小数字鸿沟，实现万物互联这个“终极目标”。

2. 技术

1）技术关键指标

几个衡量6G技术的关键指标：峰值传输速度达到100Gb/s～1Tb/s，而5G仅为10Gb/s；室内定位精度达到10cm，室外为1m，相比5G提高10倍；通信时延0.1ms，是5G的十分之一；中断概率小于百万分之一，拥有超高可靠性；连接设备密度达到每立方米过百个，拥有超高密度；采用太赫兹频段通信，网络容量大幅提升。

2）关键支撑技术

（1）太赫兹频段。6G将使用太赫兹频段，且6G网络的“致密化”程度也将达到前所未有的水平，届时，我们的周围将充满小基站。太赫兹频段是指100GHz～10THz，是一个频率比5G高出许多的频段。从1G(0.9GHz)到4G(1.8GHz以上)，我们使用的无线电磁波的频率在不断升高。因为频率越高，允许分配的带宽范围越大，单位时间内所能传递的数据量就越大，也就是人们通常说的“网速变快了”。不过，频段向高处发展的另一个主要原因在于，低频段的资源有限。就像一条公路，即便再宽阔，所容纳车量也是有限的。当路不够用时，车辆就会阻塞无法畅行，此时就需要考虑开发另一条路。频谱资源也是如此，随着用户数和智能设备数量的增加，有限的频谱带宽就需要服务更多的终端，这会导致每个终端的服务质量严重下降。而解决这一问题的可行方法便是开发新的通信频段，拓展通信带宽。我国三大运营商的4G主力频段位于1.8～2.7GHz的一部分频段，而国际电信标准组织定义的5G的主流频段是3～6GHz，属于毫米波频段。到了6G，将迈入频率更高的太赫兹频段，这个时候也将进入亚毫米波的频段。那么，为什么说到了6G时代网络“致密化”，我们的周围会充满小基站？这就涉及基站的覆盖范围问题，也就是基站信号的传输距离问题。一般而言，影响基站覆盖范围的因素比较多，如信号的频率、基站的发射功率、基站的高度、移动端的高度等。就信号的频率而言，频率越高则波长越短，所以信号的绕射能力就越差，损耗

也就越大。并且这种损耗会随着传输距离的增加而增加，基站所能覆盖到的范围会随之降低。6G 信号的频率已经在太赫兹级别，而这个频率已经接近分子转动能级的光谱了，信号很容易被空气中的水分子吸收掉，所以在空间中传播的距离不像 5G 信号那么远，因此 6G 需要更多的基站"接力"。5G 使用的频段要高于 4G，在不考虑其他因素的情况下，5G 基站的覆盖范围自然要比 4G 的小。到了频段更高的 6G，基站的覆盖范围会更小。因此，5G 的基站密度要比 4G 高很多，而在 6G 时代，基站密集度将无以复加。

（2）空间复用技术。6G 将使用"空间复用技术"，6G 基站将可同时接入数百个甚至数千个无线连接，其容量将可达到 5G 基站的 1000 倍。前面说到 6G 将要使用的是太赫兹频段，虽然这种高频段频率资源丰富，系统容量大，但是使用高频率载波的移动通信系统要面临改善覆盖和减少干扰的严峻挑战。

3）6G 关键技术实验

300GHz 频段的频率是下一代移动通信技术 6G 重点研究领域，泰克科技公司及法国著名的研究实验室 IEMN 于 2018 年完成了在 300GHz 频段中使用单载波无线链路实现 100Gb/s 数据传输，见图 3-1。

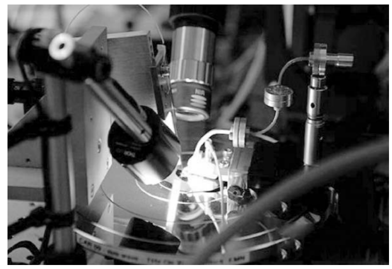

图 3-1 300GHz 传输实验（http://www.elecfans.com/tongxin/rf/20180601688185.html）

300GHz 频段通信的实验原理是将一种高隔离技术应用于混频器元件，借助一种带有磷化铟高电子迁移率晶体管(InP-HEMT)的 IC，以抑制每个 IC 内部和 IC 中端口之间的信号泄漏，这解决了 300GHz 频段无线前端长期以来面临的挑战，实现了 100Gb/s 的传输速率，见图 3-2。

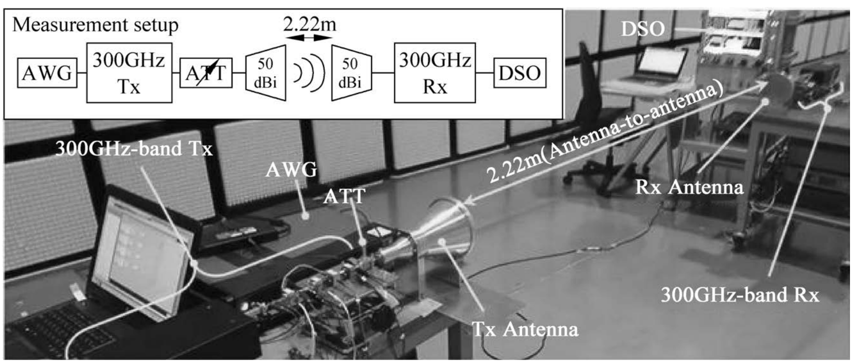

图 3-2 300GHz 频段通信的实验原理图（image.baidu.com）

3. 技术方案

1）技术研究

目前，国际通信技术研发机构相继提出了多种 6G 技术路线，但这些方案都处于概念阶段，能否落地还需验证。

芬兰的奥卢大学无线通信中心是全球最先开始 6G 研发的机构，目前正在无线连接、分布式计算、设备硬件、服务应用四个领域展开研究。无线连接是利用太赫兹甚至更高频率的无线电波通信；分布式计算则是通过人工智能、边缘计算等算法解决大量数据带来的时延问题；设备硬件主要面向太赫兹通信，研发对应的天线、芯片等硬件；服务应用则是研究 6G

可能的应用领域，如自动驾驶等。

韩国 SK 集团信息通信技术中心曾在 2018 年提出了“太赫兹＋去蜂窝化结构＋高空无线平台（如卫星等）”的 6G 技术方案，不仅应用太赫兹通信技术，还要彻底变革现有的移动通信蜂窝架构，并建立空天地一体的通信网络。去蜂窝化结构是当前的研究热点之一，即基站未必按照蜂窝状布置，终端也未必只和一个基站通信，这确实能提高频谱效率。去蜂窝结构构想最早由瑞典林雪平大学的研究团队提出。但这一构想能否满足 6G 时延、通信速率等指标，还尚需验证。

美国贝尔实验室提出了“太赫兹＋网络切片”的技术路线。但该方案的技术细节尚需要长时间实验和验证。

华为的 6G 技术方案是通信感知一体化、星地融合和 RIS 可变信道三个维度上的技术融合，方案已完成阶段性验证，并逐步从理论走向实现。其中，①通信感知一体化包括 E-band、太赫兹、光频谱等 6G 潜在使能频段，以及定位跟踪、成像与环境重构、健康监测等场景的应用；②星地融合将整合地面网络和非地面网络，由低轨或超低轨卫星构建的大型超低轨星座；③RIS 可变信道。可重构智能超表面（Reconfigurable Intelligent Surface）是一种用于设计无线网络和无线传输模式的潜在新型技术，可为电磁波辐射增强提供解决方案。由于控制灵活，超表面通过数字平台实现“可编程”。每个单元都是一个特定形态的小辐射器，这使来自所有单元的组合波束可按需成形并指向目标位置；从宏观上看，多个单元可以设计成一个电磁互联网络，建设性地朝着特定功能（如波吸收、表面波消除、天线去耦和波束赋形等）运行。因此，也可把在环境中布置的 RIS 阵列看作是信道的一部分，并可通过控制 RIS 参数来动态改变无线信道传播特性。

2）硬件技术方案

提高通信速率有两个技术方案：一是基站更密集，部署量增加，虽然基站功率可以降低，但数量增加仍会带来成本上升；二是使用更高频率通信，如太赫兹或者毫米波，但高频率对基站、天线等硬件设备的要求更高，现在进行太赫兹通信硬件实验的成本都非常高，超出一般研究机构的承受能力。另外，从基站天线数上来看，4G 基站天线数只有 8 根，5G 能够做到 64 根、128 根甚至 256 根，6G 的天线数可能会更高，基站的更换也会提高应用成本。

基站小型化是一个发展趋势，例如，已有公司正在研究“纳米天线”，如同将手机天线嵌入手机一样，将采用新材料的天线紧凑集成于小基站里，以实现基站小型化和便利化，让基站无处不在。

不改变现有的通信频段，只依靠通过算法优化等措施很难实现设想的 6G 愿景，全部替换所有基站也不现实。未来很有可能会采取非独立组网的方式，即在原有基站等设施的基础上部署 6G 设备，6G 与 5G 甚至 4G、4.5G 网络共存，6G 主要用于人口密集区域或者满足自动驾驶、远程医疗、智能工厂等垂直行业的高端应用。其实，普通百姓对几十个吉字节、甚至太字节每秒的速率没有太高的需求，况且如果 6G 以毫米波或太赫兹为通信频率，其移动终端的价格必然不菲。因此，混合网也是一种方案。

3）软件技术方案

软件与开源化将颠覆 6G 网络建设方式。软件化和开源化趋势正在涌入移动通信领域，在 6G 时代，软件无线电（SDR）、软件定义网络（SDN）、云化、开放硬件等技术估计将进入成熟阶段。这意味着，从 5G 到 6G，电信基础设施的升级更加便利，基于云资源和软件升

级就可实现。同时，随着硬件白盒化、模块化、软件开源化，本地化和自主式的网络建设方式或将是6G时代的新趋势。

3.2 移动互联网的关键技术

3.2.1 SOA面向服务架构

1. 基本概念

面向服务架构(Service Oriented Architecture，SOA)是一个组件模型，它将应用程序的不同功能单元(称为服务)进行拆分，并通过这些服务之间定义良好的接口和协议联系起来。接口是采用中立的方式进行定义的，它应该独立于实现服务的硬件平台、操作系统和编程语言。这使得构建在各种各样的系统中的服务可以以一种统一和通用的方式进行交互。

面向服务架构，可以根据需求通过网络对松散耦合的粗粒度应用组件进行分布式部署、组合和使用。服务层是SOA的基础，可以直接被应用调用，从而有效控制系统中与软件代理交互的人为依赖性。SOA是一种粗粒度、松耦合服务架构，服务之间通过简单、精确定义接口进行通信，不涉及底层编程接口和通信模型。SOA可以看作B/S模型、XML(标准通用标记语言的子集)/Web Service技术之后的自然延伸。

SOA将能够帮助软件工程师们站在一个新的高度理解企业级架构中的各种组件的开发、部署形式，它将帮助企业系统架构者更迅速、更可靠、更具重用性地架构整个业务系统。较之以往，以SOA架构的系统能够更加从容地面对业务的急剧变化。SOA系统是一种企业通用性架构。可以将SOA理解为一个架构模型或者一种设计方法，而并不是服务解决方案。其中包含多个服务，服务之间通过相互依赖或者通过通信机制来完成相互通信，最终提供一系列的功能。一个服务通常以独立的形式存在于操作系统进程中。各个服务之间通过网络调用。

2. SOA的特点

1）服务

所有业务功能都是一项服务，服务就意味着要对外提供开放的能力，当其他系统需要使用这项功能时，无须定制化开发。

服务可大可小，可简单也可复杂。例如，人力资源系统可以是一项服务，包括人员基本信息管理、请假管理、组织结构管理等功能；而人员基本信息管理也可以作为一项独立的服务，组织结构管理也可以作为一项独立的服务，到底是划分为粗颗粒的服务，还是划分为细颗粒的服务，需要根据企业的实际情况进行判断。

2）ESB

ESB的全称是Enterprise Service Bus，中文翻译为“企业服务总线”，从名字就可以看出，ESB参考了计算机总线的概念。计算机中的总线将各个不同的设备连接到一起，ESB将企业中的各个不同的服务连接在一起。因为各个独立的服务是异构的，如果没有统一的标准，则各个异构系统对外提供的接口是各式各样的。SOA使用ESB来屏蔽异构系统对外提供各种不同的接口方式，以此来达到服务间高效的互联互通。

3）松耦合

松耦合的目的是减少各个服务间的依赖和互相影响，因为采用 SOA 架构后，各个服务是相互独立运行的，甚至都不清楚哪个服务到底有多少对其他服务的依赖。如果做不到松耦合，某个服务一升级，依赖它的其他服务全部故障，这样肯定是无法满足业务需求的。但实际上真正做到松耦合并没有那么容易，要做到完全后向兼容，是一项复杂的任务。典型的 SOA 结构样例如图 3-3 所示。

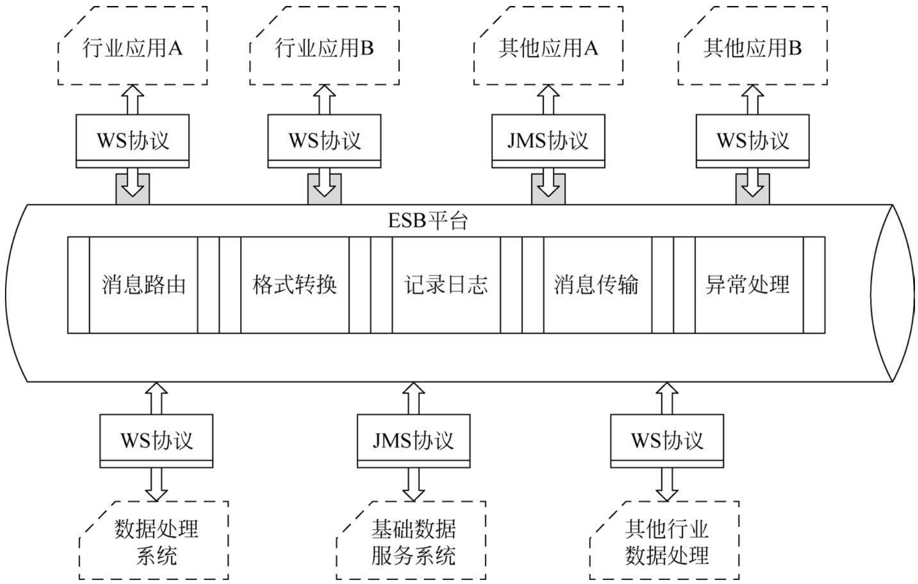

图 3-3 SOA 面向服务的架构

3. SOA 应用

SOA 架构是比较高层级的架构设计理念，一般情况下，可以说某个企业采用了 SOA 的架构来构建 IT 系统，但不会说某个独立的系统采用了 SOA 架构。例如，某企业采用 SOA 架构，将系统分为"人力资源管理服务""考勤服务""财务服务"，但人力资源管理服务本身通常不会再按照 SOA 的架构拆分更多服务，也不会再使用独立的一套 ESB，因为这些系统本身可能就是采购的，如果人力资源系统本身重构为多个子服务，再部署独立的 ESB 系统，成本会很高，也没有什么收益。

SOA 解决了传统 IT 系统重复建设和扩展效率低的问题，但其本身也引入了更多的复杂性。SOA 最为人诟病的就是 ESB，ESB 需要实现与各个系统间的协议转换、数据转换、透明的动态路由等功能。例如，图 3-4 中的 ESB 将 JSON 转换为 Java。

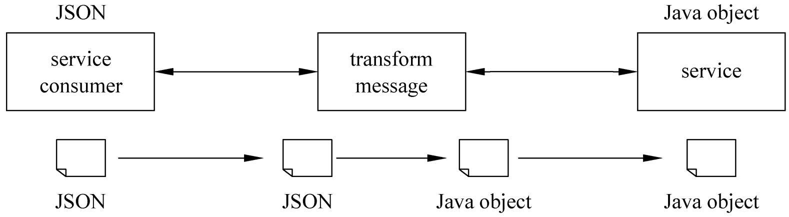

图 3-4 ESB

ESB 虽然功能强大，但现实中的协议有很多种，如 JMS、WS、HTTP、PRC 等，数据格式也有很多种，如 XML、JSON、二进制、HTML 等，ESB 要完成这么多协议和数据格式的互相转换，工作量和复杂度都很大，而且这种转换是需要耗费大量计算性能的，当 ESB 承载的消息太多时，ESB 本身就会成为整个系统的性能瓶颈。

3.2.2　Web 2.0 的特点

1. 基本概念

Web 2.0 是一个比 Web 1.0 新的概念，是建立在 Internet 上的一种网络服务，或基于互联网的软件服务，或 Web 平台，是一种由用户主导生成内容的互联网服务模式。Web 2.0 的概念在 2004 年由 O'Reilly 提出。Web 2.0 注重用户的参与和交互，用户既是网站内容的浏览者，也是网站内容的作者。互联网用户不仅在互联网上“冲浪”，也要在互联网上“造浪”。不仅要“读”也要“写”内容，由被动地接收互联网信息向主动创造互联网信息。

2. 比较

Web 1.0 模式侧重于为用户提供阅读和访问信息方面的服务。Web 2.0 模式侧重于为用户提供读写数据和创建内容方面的服务。Web 3.0 模式（本书第 10 章将详细介绍）侧重于为用户提供读写信息和程序操作服务。Web 1.0 属于静态网站的时代，网站信息只能被读，目的是传递信息。Web 2.0 是 Web 发展的第二个阶段，网站内容可以读写，即交互能力。Web 3.0 则更进一步，即内容可读可写可操作，是一种沉浸式体验模型。Web 1.0 由静态网页组成，Web 2.0 由 Web 应用程序组成，Web 3.0 则引入基于 Web 的智能应用程序。Web 1.0 中，信息内容仅由服务器文件系统提供。Web 2.0 的信息内容灵活且可人工输入。Web 3.0 的内容信息可以通过不同的应用程序访问和智能加工。Web 1.0 是万维网的第一阶段。在 Web 1.0 上，内容信息很少，其用户是内容信息的消费者，以服务器上的静态网页形式呈现。社交媒体的出现和快速发展，是 Web 2.0 开启的重要原因。这种变化的第二个原因是处理脚本的 Web 服务器能力增强，用户生成的可在数据库中存储。另外，移动互联网、社交网络等方面的技术创新，以及 iPhone 和基于 Android 的智能手机等先进移动设备的普及，进一步推动了 Web 2.0 的指数级增长。而 Web 3.0 出现的主要目的是让在线消费者更轻松地提交数据供计算机读取、处理和共享。

3. 特点

Web 2.0 模式下的互联网应用具有以下显著特点：去中心化、开放、共享。

（1）用户分享。在 Web 2.0 模式下，可以不受时间和地域的限制分享各种观点。用户可以得到自己需要的信息，也可以发布自己的观点。

（2）信息聚合。信息在网络上不断积累，不会丢失。

（3）以兴趣为聚合点的社群。在 Web 2.0 模式下，聚集的是对某个或者某些问题感兴趣的群体，可以说，在无形中已经产生了细分市场。

（4）开放的平台，活跃的用户。平台对于用户来说是开放的，而且用户因为兴趣而保持比较高的忠诚度，他们会积极地参与其中。

其他特点包括：

（1）用户参与网站内容制造。与 Web 1.0 网站单向信息发布的模式不同。Web 2.0 网

站的内容通常是用户发布的，使得用户既是网站内容的浏览者也是网站内容的制造者，这也就意味着 Web 2.0 网站为用户提供了更多参与的机会。例如，博客网站和 Wiki 就是典型的用户创造内容的指导思想，而 Tag 技术(用户设置标签)将传统网站中的信息分类工作直接交给用户来完成。

(2) Web 2.0 更加注重交互性。不仅用户在发布内容过程中实现与网络服务器之间的交互，而且也实现了同一网站不同用户之间的交互，以及不同网站之间信息的交互。

(3) 符合 Web 标准的网站设计。Web 标准是国际上正在推广的网站标准，通常所说的 Web 标准一般是指网站建设采用基于 XHTML 的网站设计语言。实际上，Web 标准并不是某一标准，而是一系列标准的集合。Web 标准中典型的应用模式是“CSS＋XHTML”，摒弃了 HTML4.0 中的表格定位方式，其优点之一是网站设计代码规范，并且减少了大量代码和网络带宽资源浪费，加快了网站访问速度。更重要的一点是，符合 Web 标准的网站对于用户和搜索引擎更加友好。

(4) Web 2.0 网站与 Web 1.0 没有绝对的界限。Web 2.0 技术可以成为 Web 1.0 网站的工具，一些在 Web 2.0 概念之前诞生的网站本身也具有 Web 2.0 特性。例如，B2B 电子商务网站的免费信息发布和网络社区类网站的内容也来源于用户。

(5) Web 2.0 的核心不是技术而在于指导思想。Web 2.0 有一些典型的技术，但技术是为了达到某种目的所采取的手段。Web 2.0 技术本身不是 Web 2.0 网站的核心，重要的在于典型的 Web 2.0 技术体现了具有 Web 2.0 特征的应用模式。因此，与其说 Web 2.0 是互联网技术的创新，不如说是互联网应用指导思想的革命。

(6) Web 2.0 是互联网的一次理念和思想体系的升级换代，由原来的自上而下的由少数资源控制者集中控制主导的互联网体系，转变为自下而上的由广大用户集体智慧和力量主导的互联网体系。

(7) Web 2.0 体现交互，可读可写，体现出的方面是各种微博、相册，用户参与性更强。

3.2.3 HTML5 的新特性

1. 简介

HTML5 是 HyperText Markup Language 5 的缩写，由不同的技术构成，在互联网中得到了非常广泛的应用，提供更多增强网络应用的标准机。与传统的技术相比，HTML5 的语法特征更加明显，并且结合了 SVG 的内容。这些内容在网页中使用可以更加便捷地处理多媒体内容，而且 HTML5 中还结合了其他元素，对原有的功能进行调整和修改，进行标准化工作。HTML5 在 2012 年已形成了稳定的版本。HTML5 是构建 Web 内容的一种语言描述方式，是互联网的下一代标准，是构建以及呈现互联网内容的一种语言方式，被认为是互联网的核心技术之一。

2. 发展历程

HTML 产生于 1990 年，HTML1.0 于 1993 年 6 月发布，HTML2.0 于 1995 年 11 月发布，HTML3.2 于 1996 年 1 月 14 日发布，HTML4.0 于 1997 年 12 月 18 日发布，HTML5.0 于 2004 年被提出。HTML5 技术是结合了 HTML4.01 的相关标准后的结果，符合现代网络发展要求，于 2008 年正式发布。

3. 新特性

HTML5 将 Web 带入一个成熟的应用平台，在这个平台上，视频、音频、图像、动画以及

与设备的交互都进行了规范。

（1）智能表单。表单是实现用户与页面后台交互的主要组成部分，HTML5 在表单的设计上功能更加强大。input 类型和属性的多样性大大地增强了 HTML 可表达的表单形式，再加上新增加的一些表单标签，使得原本需要 JavaScript 来实现的控件，可以直接使用 HTML5 的表单来实现；一些如内容提示、焦点处理、数据验证等功能，也可以通过 HTML5 的智能表单属性标签来完成。

（2）绘图画布。HTML5 的 canvas 元素可以实现画布功能，该元素通过自带的 API 结合使用 JavaScript 脚本语言在网页上绘制图形和处理，拥有绘制线条、弧线以及矩形，用样式和颜色填充区域，书写样式化文本，以及添加图像的方法，且使用 JavaScript 可以控制其每一个像素。HTML5 的 canvas 元素使得浏览器不需要 Flash 或 Silverlight 等插件就能直接显示图形或动画图像。

（3）多媒体。HTML5 最大的特色之一就是支持音频、视频，通过增加< audio >和< video >两个标签来实现对多媒体中的音频、视频使用的支持，只要在 Web 网页中嵌入这两个标签，而不需要第三方插件（如 Flash），就可以实现音视频的播放功能。HTML5 对音频、视频文件的支持使得浏览器摆脱了对插件的依赖，加快了页面的加载速度，扩展了互联网多媒体技术的发展空间。

（4）地理定位。现今移动网络备受青睐，用户对实时定位的应用要求也越来越高。HTML5 通过引入 Geolocation 的 API，可以通过 GPS 或网络信息实现用户的定位功能，定位更加准确、灵活。通过 HTML5 进行定位，除了可以定位自己的位置，还可以在他人对你开放信息的情况下获得他人的定位信息。

（5）数据存储。HTML5 较之传统的数据存储有自己的存储方式，允许在客户端实现较大规模的数据存储。为了满足不同的需求，HTML5 支持 DOM Storage 和 Web SQL Database 两种存储机制。其中，DOM Storage 适用于具有 key/value 对的基本本地存储；而 Web SQL Database 是适用于关系型数据库的存储方式，开发者可以使用 SQL 语法对这些数据进行查询、插入等操作。

（6）多线程。HTML5 利用 Web Worker 将 Web 应用程序从原来的单线程业界中解放出来，通过创建一个 Web Worker 对象就可以实现多线程操作。Java Script 创建的 Web 程序处理事务都是在单线程中执行，响应时间较长，而当 JavaScript 过于复杂时，还有可能出现死锁的局面。HTML5 新增加了一个 Web Worker API，用户可以创建多个在后台的线程，将耗费较长时间的处理交给后台而不影响用户界面和响应速度，这些处理不会因用户交互而运行中断。使用后台线程不能访问页面和窗口对象，但后台线程可以和页面之间进行数据交互。子线程与子线程之间的数据交互，大致步骤如下：①创建发送数据的子线程；②执行子线程任务，把要传递的数据发送给主线程；③在主线程接收到子线程传递回的消息时创建接收数据的子线程，然后把发送数据的子线程中返回的消息传递给接收数据的子线程；④执行接收数据子线程中的代码。

3.2.4 Android 的系统架构

1. 简介

安卓（Android）是一种基于 Linux 内核（不包含 GNU 组件）的自由及开放源代码的操作系统，主要使用于移动设备，如智能手机和平板电脑，由美国谷歌公司和开放手机联盟领

导及开发。安卓操作系统最初由安迪·鲁宾开发,主要支持手机。2005年8月,由谷歌收购注资。2007年11月,谷歌与84家硬件制造商、软件开发商及电信营运商组建开放手机联盟共同研发改良安卓系统。随后,Google以Apache开源许可证的授权方式,发布了Android的源代码。第一部Android智能手机发布于2008年10月。后来,Android逐渐扩展到平板电脑及其他领域上,如电视、数码相机、游戏机、智能手表等。2011年第一季度,Android在全球的市场份额首次超过塞班系统,跃居全球第一。2013年第四季度,Android平台手机的全球市场份额已经达到78.1%。2013年9月24日,全世界采用这款系统的设备数量已经达到10亿台。2022年5月12日,Android 13发布。

2. 体系架构

Android体系架构包括4层,由上到下依次是应用程序层、应用程序框架层、核心类库和Linux内核。其中,核心类库中包含系统库及Android运行环境。

1）应用程序层

Android操作系统最顶层是应用程序,包括所有在手机上看到的应用程序,例如通讯录、短信、浏览器、地图等。每个应用程序都在自己的进程中运行,相互之间独立,拥有自己的运行环境和数据存储空间。应用程序通过调用下层的应用程序框架来完成各种功能。

2）应用程序框架层

Android装配了一个核心应用程序集合,包括E-mail客户端、SMS短消息程序、日历、地图、浏览器、联系人管理程序和其他程序,所有应用程序都是用Java编程语言编写的。用户开发的Android应用程序和Android的核心应用程序是同一层次的,它们都是基于Android的系统API构建的。

应用程序的体系结构旨在简化组件的重用,任何应用程序都能发布它的功能且任何其他应用程序都可以使用这些功能(需要服从框架执行的安全限制),这一机制允许用户替换组件。开发者完全可以访问核心应用程序所使用的API框架。通过提供开放的开发平台,Android使开发者能够编制极其丰富和新颖的应用程序。开发者可以自由地利用设备硬件优势访问位置信息、运行后台服务、设置闹钟、向状态栏添加通知等。

所有的应用程序都是由一系列的服务和系统组成的(如表3-1所示)。

表3-1 所有的应用程序

系统/服务	说 明
视图	这里的视图指的是丰富的、可扩展的视图集合,可用于构建一个应用程序,包括列表(List)、网格(Grid)、文本框(TextBox)、按钮(Button),甚至是内嵌的Web浏览器
内容管理器	内容管理器使得应用程序可以访问另一个应用程序的数据(如联系人数据库)或者共享自己的数据
资源管理器	资源管理器提供访问非代码资源,如本地字符串、图形和分层文件
通知管理器	通知管理器使得所有的应用程序都能够在状态栏显示通知信息
活动管理器	在大多数情况下,每个Android应用程序都运行在自己的Linux进程中。当应用程序的某些代码需要运行时,这个进程就被创建并一直运行下去,直到系统认为该进程不再有用为止,然后系统将回收该进程占用的内存以便分配给其他的应用程序。活动管理器管理应用程序生命周期,并且提供通用的导航回退功能

3）系统库

Android 本地框架是由 C/C++实现的，包含 C/C++库，以供 Android 系统的各个组件使用。这些功能通过 Android 的应用程序框架为开发者提供服务，如表 3-2 所示。

表 3-2 C/C++库中的一些核心库

名 称	说 明
系统 C 语言库	标准 C 语言系统库（libc）的 BSD 衍生，调整为基于嵌入式 Linux 设备
媒体库	基于 PacketVideo 的 OpenCORE，这些库支持播放和录制许多流行的音频和视频格式，以及静态图像文件，包括 MPEG4、H.264、MP3、AAC、AMR、JPG、PNG
界面管理	管理访问显示子系统，并且为多个应用程序提供 2D 和 3D 图层的无缝融合
LibWebCore	新式的 Web 浏览器引擎，支持 Android 浏览器和内嵌的 Web 视图
SGL	一个内置的 2D 图形引擎
3D 库	基于 OpenGL ES 1.0 API 实现，该库可以使用硬件 3D 加速或包含高度优化的 3D 软件光栅
FreeType	位图和矢量字体显示渲染
SQLite	SQLite 是一个所有应用程序都可以使用的强大且轻量级的关系数据库引擎

4）Android 运行环境

Android 包含一个核心库的集合，该核心库提供了 Java 编程语言核心库的大多数功能。几乎每一个 Android 应用程序都在自己的进程中运行，都拥有一个独立的 Dalvik 虚拟机实例。

Dalvik 是 Google 公司自己设计的用于 Android 平台的 Java 虚拟机。Dalvik 虚拟机是 Google 等厂商合作开发的 Android 移动设备平台的核心组成部分之一，它可以支持已转换为 .dex（Dalvik Executable）格式的 Java 应用程序的运行。

.dex 格式是专为 Dalvik 设计的一种压缩格式，适合内存和处理器速度有限的系统。

Dalvik 经过优化，允许在有限的内存中同时运行多个虚拟机的实例，并且每一个 Dalvik 应用作为一个独立的 Linux 进程执行。Dalvik 虚拟机依赖 Linux 内核提供基本功能，如线程和底层内存管理。

5）Linux 内核

Android 基于 Linux 提供核心系统服务，例如安全、内存管理、进程管理、网络堆栈、驱动模型。除了标准的 Linux 内核外，Android 还增加了内核的驱动程序，如 Binder（IPC）驱动、显示驱动、输入设备驱动、音频系统驱动、摄像头驱动、Wi-Fi 驱动、蓝牙驱动、电源管理。

Linux 内核也作为硬件和软件之间的抽象层，它隐藏具体硬件细节而为上层提供统一的服务。分层的好处就是使用下层提供的服务为上层提供统一的服务，屏蔽本层及以下层的差异，当本层及以下层发生变化时，不会影响到上层，可以说是高内聚、低耦合。

3.2.5 iOS 的系统架构

1. 简介

iOS 是由苹果公司开发的移动操作系统。苹果公司最早于 2007 年 1 月 9 日的 Macworld 大会上公布这个系统，最初是设计给 iPhone 使用的，后来陆续套用到 iPod touch、iPad 上。iOS 与苹果的 macOS 操作系统一样，属于类 UNIX 的商业操作系统。原本这个系统名为

iPhone OS，因为 iPad、iPhone、iPod touch 都使用 iPhone OS，所以 2010 年苹果全球开发者大会上宣布改名为 iOS(iOS 为美国思科公司网络设备操作系统注册商标，苹果改名已获得 Cisco 公司授权)。

2. 技术

2007 年 10 月 17 日，史蒂夫・乔布斯在一封张贴于苹果公司网页上的公开信上宣布软件开发工具包(SDK)，它将在 2008 年 2 月提供给第三方开发商。SDK 于 2008 年 3 月 6 日发布，并允许开发人员开发 iPhone 和 iPod touch 的应用程序，并对其进行测试，名为“iPhone 手机模拟器”。然而，只有在付出了 iPhone 手机开发计划的费用后，应用程序才能发布。自从 Xcode 3.1 发布以后，Xcode 就成为 iPhone 软件开发工具包的开发环境。第一个 Beta 版本是 iPhone SDK 1.2b1(build 5A147p)，它在发布后立即就能够使用了。

由于 iOS 是从 OS X 核心演变而来，因此开发工具也是基于 Xcode。

该 SDK 需要拥有英特尔处理器且运行 OS X Leopard 系统的 Mac 才能使用。其他的操作系统，包括微软的 Windows 操作系统和旧版本的 macOS X 都不支持。

SDK 本身是可以免费下载的，但为了发布软件，开发人员必须加入 iPhone 开发者计划，其中有一步需要付款以获得苹果的批准。加入了之后，开发人员将会得到一个牌照，他们可以用这个牌照将他们编写的软件发布到苹果的 App Store。发布软件一共有三种方法：通过 App Store，通过企业配置仅在企业内部员工间应用，也可通过基于 Ad-hoc 而上载至多达 100 部 iPhone。

这个发布 iPhone 软件的形式的出现使人们不能根据 GPLv3 的授权代码发布软件。任何根据 GPLv3 代码的开发者也必须得到 GPLv3 的授权。同时，开发商在发布已经由 GPLv3 授权的应用软件的同时必须提供由苹果公司提供的密钥以允许该软件修改版本的上载。

3. 控件

(1) 窗口：UIWindow。iPhone 的规则是一个窗口，多个视图。窗口是在 App 中显示出来所看到的最底层，是固定不变的，基本上可以不理会，但要知道每层是怎样的架构。

(2) 视图：UIView。视图是用户构建界面的基础，所有的控件都是在这个页面上画出来的，可以把它当成一个画布，可以通过 UIView 增加控件，并利用控件和用户进行交互和传递数据。窗口和视图是最基本的类，创建任何类型的用户界面都要用到。窗口表示屏幕上的一个几何区域，而视图类则用其自身的功能画出不同的控件，如导航栏、按钮都是附着在视图类之上的，而一个视图则链接到一个窗口。

(3) 视图控制器：UIViewController。可以用它对要用到的视图 UIView 进行管理和控制，可以在 UIViewController 中控制要显示的是哪个具体的 UIView。另外，视图控制器还增添了额外的功能，如内建的旋转屏幕、转场动画以及对触摸等事件的支持。

(4) UIKit：显示数据的视图。

UITextView：将文本段落呈现给用户，并允许用户使用键盘输入自己的文本。

UILabel：实现短的只读文本，可以通过设置视图属性为标签选择颜色、字体和字号等。

UIImageView：可以通过 UIImage 加载图片赋给 UIImageView，加载后可以指定显示的位置和大小。

UIWebView：可以提供显示 HTML、PDF 等其他高级的 Web 内容，包括 Excel、Word 等文档。

MKMapView：可以通过 MKMapView 向应用嵌入地图。很热门的 LBS 应用就是基于这个来做的。还可以结合 MKAnnotationView 和 MKPinAnnotationView 类自定义注释信息注释地图。

UIScrollView：一般用来呈现比正常的程序窗口大的一些内容。可以通过水平和竖直滚动来查看全部的内容，并且支持缩放功能。

UIAlertView：通过警告视图让用户选择或者向用户显示文本。

UIActionSheet：类似 UIAlertView，但当选项比较多的时候可以操作表单，它提供从屏幕底部向上滚动的菜单。

（5）其他。

UIButton：主要是平常触摸的按钮，触发时可以调用想要执行的方法。

UISegmentControl：选择按钮，可以设置多个选项，触发相应的选项调用不同的方法。

UISwitch：开关按钮，可以选择开或者关。

UISlider：滑动按钮，常用于控制音量等。

UITextField：显示文本段，显示所给的文本。

UITableView：表格视图，可以定义表格视图，表格头和表格行都可以自定义。

UIPickerView：选择条，一般用于日期的选择。

UISearchBar：搜索条，一般用于查找功能。

UIToolBar：工具栏，一般用于主页面的框架。

UIActivityIndicatorView：进度条，一般用于显示下载进度。

UIProgressView：进度条，一般用于显示下载的进度条。

4. 层级

（1）触摸层：为应用程序开发提供了各种常用的框架并且大部分框架与界面有关。本质上来说，它负责用户在 iOS 设备上的触摸交互操作，如 Notification Center 的本地通知和远程推送服务、iAd 广告框架、Game Kit 游戏工具框架、消息 UI 框架、图片 UI 框架、地图框架、连接手表框架、自动适配等。

（2）媒体层：提供应用中视听方面的技术，如图形图像相关的 Core Graphics、CoreImage、GLKit、OpenGL ES、CoreText、Image IO 等，声音技术相关的 CoreAudio、OpenAL、AVFoundation，视频相关的 CoreMedia、Media Player 框架，音视频传输的 AirPlay 框架等。

（3）核心服务层：提供给应用所需要的基础系统服务，如 Accounts 账户框架、广告框架、数据存储框架、网络连接框架、地理位置框架、运动框架等。这些服务中最核心的是 Core Foundation 和 Foundation 框架，定义了所有应用使用的数据类型。Core Foundation 是基于 C 的一组接口，Foundation 是对 Core Foundation 的 OC 封装。

（4）核心操作系统层：包含大多数低级别接近硬件的功能，它所包含的框架常常被其他框架所使用。Accelerate 框架包含数字信号、线性代数、图像处理的接口。针对所有的 iOS 设备硬件之间的差异做优化，保证写一次代码在所有 iOS 设备上可高效运行。Core Blue tooth 框架利用蓝牙和外设交互，包括扫描连接蓝牙设备、保存连接状态、断开连接、获

取外设的数据或者给外设传输数据等。Security 框架提供管理证书、公钥和私钥信任策略、keychain、hash 认证数字签名等与安全相关的解决方案。

3.3 移动互联网的应用领域

3.3.1 移动互联网的应用

移动互联网行业应用是基于移动互联网方式、面向行业用户的信息化服务。有别于移动互联网个人应用和网络应用，其逐渐受到市场追捧，正在成为移动互联网新的经济增长点。它适用于具有移动工作性质的企业、政府机关和各类公共事业机构，帮助其达到移动办公、移动工作流程管理以及移动人员行为管理等目标，从而大幅提升其业务效率和工作效益。

移动互联网行业应用具有低成本、低投入、即时开启、使用友好且高度定制化等特点。代表性行业包括政务、交通、警务、烟草、医疗卫生、教育、体育等这类客户具有较高的忠诚度，这是行业解决方案提供商和移动运营商推动移动互联网行业普及的动力。随着移动互联网技术的发展以及 SaaS 模式、云技术等理念的普及，使得原有入驻型、高成本的行业应用技术逐步落伍或淡出市场，而移动互联网云平台的理念逐步被广泛接受。

3.3.2 移动互联网未来发展趋势

1. 积极推动移动通信网络的发展与升级

若要更好地推动移动通信技术与互联网技术的高度融合，必须要大力推动移动通信网络技术的革新与升级。在发展中应不断推动覆盖多个区域基础设施的建设，只有做好此项工作，才能更好地发挥移动互联网的积极作用，为人们的工作和生活创造更大的便利，从而为移动通信的发展和壮大奠定良好的技术基础。因此运营商也要在日常的经营发展过程中制定一个长期的科学发展规划，不断加大基础设施的投放力度，同时还要在移动互联网建设发展中不断完善基础设施建设，推动移动互联网取得更大的进步。

2. 加大互联网信息安全的监管与保护

移动通信技术与互联网技术的融合必须要保证二者能够共同发展。互联网应用过程中，安全问题始终是不可回避的问题，互联网的弊端在于无法保证用户的信息安全。对此，近年来，相关研究人员加大了对互联网安全技术的研发和完善，互联网安全保护工作也取得了较为显著的进步。而为了实现这一目标，在实际工作中就应采用多种手段增强网络安全防护意识，提高防护能力，不断研发出新的防护技术和防护方法，从而提高信息安全防护工作的质量和水平，为二者的有效融合创造更为安全和谐的环境。

3. 加大信息共享力度，推动信息化建设

移动互联网技术效率更高，更加方便，加之移动互联网技术也可与多种互联网平台融合，充分发挥其作用与价值，所以，其也在很大程度上推动了信息共享平台的建设。很多行业在发展中都可采用移动互联网的信息共享功能来实现在企业内部和多家企业之间的信息共享。在共享平台创建过程中，每一个行业都在不断发展，这对信息技术的应用和推广应用也有积极的推动作用，而移动互联网的作用也会在这一过程中越来越明显。

思　考　题

1. 什么是移动互联网？移动互联网有什么特征？
2. 移动互联网的发展经历了哪几个阶段？
3. 5G 关键技术是什么？主要有什么优势？
4. 6G 关键技术是什么？主要有什么优势？
5. 请介绍 SOA 面向服务架构。
6. Web 2.0 的特点是什么？
7. HTML5 有什么新特性？
8. 请介绍 Android 的系统架构。
9. 请介绍 iOS 的系统架构。
10. 移动互联网主要应用于哪些领域？
11. 移动互联网未来发展趋势是什么？