



医疗卫生行业 ICT 需求研究

中国联通
2016 年 12 月

目录

目录	I
引言	1
1 医疗卫生行业概况	1
1.1 医疗卫生行业基本情况	1
1.2 医疗卫生行业发展趋势	2
2 中国联通面向产业互联的 ICT 能力	6
2.1 灵活的能力开放体系	7
2.2 统一的 IOT 平台	7
2.3 全面的数据服务	8
2.4 专业的安全服务	9
2.5 完备的 CDN 部署	9
2.6 安全强大的云服务	10
3 医疗卫生行业 ICT 需求分析	11
3.1 精准医疗	11
3.2 远程医疗	14
3.3 移动医疗	15
3.4 可穿戴医疗设备	17
3.5 区域医疗	19
3.6 医疗数据中心	21
4 结论和展望	23

引言

信息通信技术（ICT）指信息技术和通信技术在信息资源和信息平台两个方面的相互融合，相互渗透，本质是网络通信技术与 IT 领域的扩展融合。这种技术之间的相互融合为 ICT 业务的产生和发展提供了技术支持。

ICT 业务是面向集团客户的个性化需求，对网络通信服务、信息内容应用、信息技术产品进行必要的整合和开发，形成完整的应用解决方案，并将该解决方案应用到行业客户实际生产管理过程中的“一站式”服务。

当前 ICT 在医疗卫生领域的应用已经逐步进入高速发展阶段，运营商对医疗领域的需求要进行深入研究和跟踪。要坚持以人为本的医疗健康技术应用原则，积极探索医疗健康领域的公共服务与运营机制，努力形成良性、高效的发展机制。

互联网企业、终端企业、IT 技术企业等不同的竞争主体凭借各自优势，逐渐将电信运营商变为传递信息的“管道”，导致运营商的自身的利益和发展受到挤压，因此推广 ICT 技术也是运营商转型的重要途径。运营商将 ICT 技术与医疗行业的垂直应用结合起来，打破“管道工”的角色限制，是自我变革和可持续发展的重要途径。医疗领域的 ICT 应用具有广阔的前景，对国民经济和社会发展 also 具有重要意义。

1 医疗卫生行业概况

1.1 医疗卫生行业基本情况

根据国家统计局发布的统计报告，截至 2016 年 7 月底，全国医疗卫生机构数达 99.0 万个，其中：医院 2.8 万个，基层医疗卫生机构 92.8 万个，专业公共卫生机构 3.1 万个，其他机构 0.3 万个。与 2015 年 7 月底比较，全国医疗卫生机构增加 1408 个，其中：医院增加 1668 个，基层医疗卫生机构增加 3998 个，专业公共卫生机构减少 4139 个（由于卫生与计生服务资源整合，计划生育技术服务机构减少 4150 个）。

医院中：公立医院 12871 个，民营医院 15470 个。与 2015 年 7 月底比较，

公立医院减少 447 个，民营医院增加 2115 个。

基层医疗卫生机构中：社区卫生服务中心(站)3.4 万个，乡镇卫生院 3.7 万个，村卫生室 64.3 万个，诊所(医务室)20.0 万个。与 2015 年 7 月底比较，诊所和乡镇卫生院增加，社区卫生服务中心（站）和村卫生室减少（见表 1），村卫生室减少较多，主要是国家实行乡村一体化管理、行政村数减少所致。

专业公共卫生机构中：疾病预防控制中心 3487 个，卫生监督所（中心）3138 个。与 2015 年 7 月底比较，疾病预防控制中心减少 3 个，卫生监督所（中心）增加 42 个。

1.2 医疗卫生行业发展趋势

随着我国居民生活水平的提高，医疗保健意识正逐渐加强，从而引领医疗市场需求迅速增长。根据卫计委统计，我国卫生总费用在十二五末，突破 4 万亿，占 GDP6%。据初步核算，2015 年全国卫生总费用预计达 40587.7 亿元，其中：政府卫生支出 12533 亿元(占 30.88%)，社会卫生支出 15890.7 亿元(占 39.15%)，个人卫生支出达 12164 亿元(占 29.97%)。卫生总费用占 GDP 百分比为 6.0%。从居民人均卫生支出看，我国居民人均卫生支出额从 2000 年的 361.9 元增长至 2015 年的人均卫生总费用 2952 元，年均复合增长率 15%。

1.2.1 医疗卫生资源供需不平衡加剧

2004-2015 年，全国医疗卫生机构总诊疗人次由每年 39.91 亿人次增加到 77 亿人次，年复合增长率为 6.16%；住院人数由每年 6657 万人增加到 2.1 亿人，年复合增长率 11.02%。与人民群众日益增长的服务需求相比，医疗资源总量供给不足，结构不平衡。

第一，每千人口执业（助理）医师数、护士数、床位数相对较低。资源要素之间配置结构失衡，2015 年医护比仅为 1:1.07，护士配备严重不足。执业（助理）医师中，大学本科及以上学历者占比仅为 45%；注册护士中，大学本科及以上学历者占比仅为 10%。每千常住人口拥有医疗卫生机构床位 5.11 张，而欧洲国家的千人口床位数多在 10 张左右，日本则在 15 张以上。执业（助理）医师 2.21 名和注册护士 2.36 名。

第二，从区域分布上来看，中西部发展不协调，西部地区医疗卫生资源明显较低。到 2020 年要推动 1 亿左右农业转移人口和其他常住人口在城镇落户，约 1 亿人在中西部地区就近城镇化，部分地区医疗卫生资源供需矛盾将更加突出。

2016 年全国财政医疗卫生支出预算安排 12363 亿元人民币，比 2015 年增长 3.7%，比同期全国财政支出预算增幅高 1.3 个百分点。2009 年到 2015 年全国各级财政医疗卫生累计支出达到 5.64 万亿元，年均增幅达到 20.8%，比同期全国财政支出增幅高 4.8 个百分点，医疗卫生支出占财政支出的比重从医改前 2008 年的 5.1% 提高到 2015 年的 6.8%。

1.2.2 老龄人口数量和占比进一步提高

人口老龄化是指总人口中因年轻人口数量减少、年长人口数量增加而导致的老年人口比例相应增长的动态，其包含两个含义：一是老年人口总数相对增多，在总人口中所占比例不断上升；二是社会人口整体结构呈现老年状态，进入老龄化社会。国际上通常观点为，当一个国家或地区 60 岁以上老年人口占人口总数的 10%，或 65 岁以上老年人口占人口总数的 7%，即意味着这个国家或地区的人口处于老龄化社会。

根据民政部布的《2015 年社会服务发展统计公报》显示，截至 2015 年底，中国总人口数量超 13.6 亿人，60 岁及以上老年人口 2.22 亿人，占总人口 16.1%。其中 65 岁及以上人口 14386 万人，占总人口 10.5%。

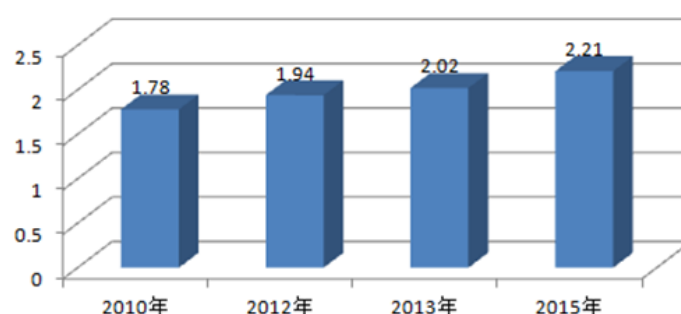


图 1.1：中国 65 岁以上人口数量（亿）

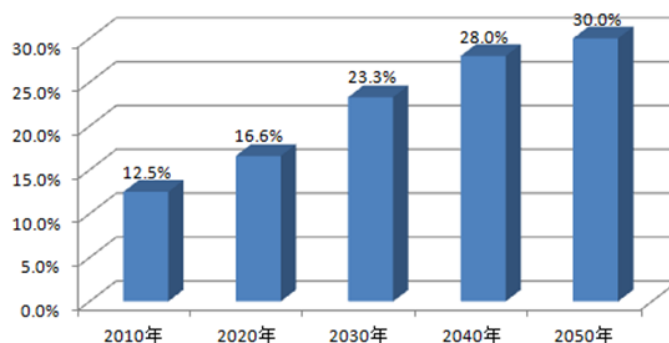


图 1.2: 中国 60 岁以上人口占比预测

从数据推演来看,在今后的几十年里,老龄化浪潮将会席卷中国,60 岁以上老年人口所占比例将会迅速提高。2005 年,相对每 100 名适龄工作成年人,仅有 16 名老年人。这一老年抚养比到 2025 年将会增加到 32%,呈翻倍趋势。到 2050 年会再翻一翻,达到 61%。预计 2050 年时,将会有 4.38 亿中国人年龄达到或超过 60 岁,其中 1.08 亿人超过 80 岁,2050 年劳动者的负担将增长 3 倍。

1.2.3 老龄化带来医疗资源需求增加

截止 2015 年底,全国各类养老服务机构和设施 11.6 万个,比上年增长 23.4%,其中:注册登记的养老服务机构 2.8 万个,社区养老服务机构和设施 2.6 万个,互助型养老设施 6.2 万个;各类养老床位 672.7 万张,比上年增长 16.4% (每千名老年人拥有养老床位 30.3 张,比上年增长 1.4%),其中社区留宿和日间照料床位 298.1 万张。

老年人口在区域分布上不均衡,在东部经济发达地区和大中城市,人口已经进入老龄化阶段。如上海市老年人口 2000 年已达 238 万,占总人口的 18.5%,到 2025 年将达到最高峰 468.8 万,占总人口的 32.7%;北京 2000 年老年人口为 188 万,占总人口的 14.6%,到 2025 年将会猛增到 416 万,老年人口的比例接近 30%,大大超过现在发达国家人口老龄化的程度。而在中西部地区,人口老龄化的程度低于东部。

人口老龄化会影响到企业和政府的养老支出。对于政府,老年人口数量增加,会扩大对养老金、退休金,医疗保障的需求,引起退休金、养老金、医保支出等国家支出上升。对企业来说,也要负担一部分离退休金、医疗费用和社会养老基金。与此同时,国家为了缓解养老支出的财政压力,会加大税收,那无形中就增

加了企业的成本，降低了企业的生产动力，不利于企业的投资和发展。

人口老龄化的加深对医保资金的需求压力急速膨胀。老年人消耗的医疗资源占比很大，是医疗卫生资源的主要消费群体，是医疗保障制度的重点对象。从统计数来看，老年人的人均医疗费用消耗是在职人员的 3 到 5 倍。2000 年我国老年人口医疗费用仅占 GDP 的 0.48%，但预计到 2020 年将达到 3.6%。同期的老年人口增加 1 倍，而医疗费用将增长 5 倍。到 2030 年，老年人的医疗费用将占 GDP 的 8%~9%。由此可见，老年人口医疗费用的增长速度明显快于 GDP 的增长速度，对于财政支出将会构成很大压力。

1.2.4 计划生育政策的转变

面对老龄化趋势的加深，为促进人口均衡发展，坚持计划生育的基本国策，完善人口发展战略，党的十八届五中全会会议公报提出，全面实施一对夫妇可生育两个孩子政策，积极开展应对人口老龄化行动。实施全面两孩政策、改革完善计划生育服务管理是新形势下坚持计划生育基本国策的重大战略部署。“坚持计划生育的基本国策，完善人口发展战略，全面实施一对夫妇可生育两个孩子政策”。中国实施了 35 年的“独生子女政策”，宣告终结。全面二孩政策的提出，是促进人口均衡发展的重大举措，有利于扩大国内需求和经济平稳增长，焕发社会活力和增强创新能力，提升我国的国际竞争力。

随着全面放开二胎政策正式落地，一面是捉襟见肘的医疗资源，一面是大势所趋的二胎浪潮。许多家庭都选择了再生育一个。与此同时，医疗、教育等问题也凸显了出来。分娩床位不够，大医院排不上号，县级医院医疗服务水平低。这些问题都是需解决的供需矛盾。

“十三五”时期，国家把增加儿科医疗资源供给继续作为服务体系建设的重点，加大投资力度，力争实现每个省（区、市）都有 1 所省级儿童医院、常住人口超过 300 万的地级市设置 1 所儿童医院，二级以上综合医院要设置儿科门诊。加强儿科医疗服务体系建设，和儿科人才培养。开展儿童健康管理，促进儿童预防保健。

从以上数据可以看出如下特点：

首先，随着服务需求的释放，更多的患者涌向了级别更高的医疗机构，新医改期盼的“强基层”“首诊在基层”“双向转诊”并没有实现。尽管在 2013 年强调“分级诊疗”，但是从 2014 年和 2015 年统计结果看，聚集效应的趋势没有大的改变。并且越是级别高的医院，医师的日均服务负担越重。在北京，上海等一线城市大医院仍然人满为患，“看病难”问题十分突出。

其次，虽然一直强调非公医疗机构发展，希望通过民营医院的资源满足百姓的医疗服务需求，同时通过竞争促进公立医院服务效率的提高。然而，民营医院所占比例依然很小，完全不能跟公立医院相提并论。这对进一步吸引民营资本办医显然是不利的。

最后，一方面卫生总费用的绝对值仍在快速上升，另一方面个人现金卫生支出也没有控制住。根据国家统计局公布的《2014 年国民经济和社会发展统计公报》，2014 年城乡居民人均可支配收入比上年增长 10.1%；而个人现金卫生支出比 2013 年上涨 9.5%。总体来讲，国民个人医疗经济负担并没有明显减轻。

2 中国联通面向产业互联的 ICT 能力

中国联通致力于打造精品网络，助力信息化建设。中国联通将借助高带宽、低时延、覆盖全国的骨干网、本地网和传输网，以及丰富的数据中心资源，打造面向产业的云网协同一体化服务。中国联通将以“聚焦、合作、创新”为战略指导，积极寻求产业合作，将网络 ICT 能力全面开放给企业客户或商业合作伙伴，包括基础通信能力、网络定制能力、物联网能力、大数据分析能力等，结合自身网络和海量数据资源等优势，全面支撑企业信息化转型，在行业内形成优势互补，最终实现协同服务，互利共赢。

产业互联网时代，IT 和 CT 业务逐渐趋向融合。电信运营商不再一味地专注电信基础业务，而是大力研发和推广 ICT 融合产品。中国联通为企业客户提供完备的 ICT 融合服务，包含灵活的能力开放、统一的 IOT 平台、全面的数据服务、专业的安全服务以及完备的 CDN 部署等内容。企业通过能力开放平台，可以实时的开通业务，灵活的调整网络指标等，助力企业客户产品创新和服务创新；IOT 平台可提供电信级物联网连接服务，面对复杂多样的物联网业务，实现资源整合，加快物联网运营管理能力、业务开放能力、基础网络能力的融合；海量数据的挖

掘和分析是产业互联网的重要部分，中国联通掌握海量的业务数据和网络运行数据，并且可以通过大数据平台实现数据的采集、管理、分析和开放，与企业客户在精准营销、个人征信、位置服务、云数据服务、精细化管理、数据交易等方面存在巨大的合作空间；专业的安全服务为产业的发展提供坚实的安全保障，覆盖全国的CDN部署使得不同领域的用户体验变得更优，为产业演进提供更好的增值服务。

2.1 灵活的能力开放体系

随着开放、共赢商业模式的迅猛发展，各方合作伙伴对运营商各项能力的需求更为迫切，同时运营商希望推动产业形成开放、合作、共赢的新型合作关系。中国联通将完成对企业级客户的网络能力开放，在改造完成的网络平台中支持对客户资源和网络控制多层次开放能力，并支持网络动态优化和调度。企业客户应用可以通过使用开放API接口，实时感知网络状态，动态进行策略调整以保障业务体验。面向不同的用户群体，中国联通可提供的能力开放API分为以下几类：

- 网络能力：带宽配置、专线配置/订购等；
- DC能力：计算资源配置、存储资源配置、CDN开放等；
- 业务能力：短信/彩信、语音/电话会议、视频流配置、个人支付等；
- 数据分析能力：用户征信、位置信息等
- 安全能力：用户鉴权、安全分析、安全系统管理等。

中国联通大力推动能力开放平台的建设和运营，旨在通过能力开放平台将中国联通网络能力，以更开放、更灵活的方式向用户提供网络服务，满足合作伙伴灵活开通、配置和开发的需求。中国联通希望在与合作伙伴的合作中发挥更多的通信能力和服务支撑能力，与合作伙伴一起完成个性化服务和创造性工作，达到为用户全面服务的目的，全面推进产业互联网进程。

2.2 统一的IOT平台

当前运营商大部分物联网平台核心是以管道服务为基础，提供便捷的连接管理能力以适应业务的管理，而缺乏面向行业应用及用户服务的支持如数据管理、终端设备管理等，其本质服务依然是管道服务能力。因此，面对复杂多样且不断

发展的物联网业务，IOT 平台需要屏蔽底层终端设备的差异性，为上层应用提供普适、统一的应用支撑，加快物联网业务运营管理能力、基础网络能力的融合，积极拓展平台在垂直行业和水平行业的业务能力，水平服务能力以及垂直行业应用。

中国联通 IOT 平台打破了传统的物联网行业应用和终端设备的紧耦合关系，以松耦合的方式连通了底层设备、企业 IT 系统能力(CRM、ERP 等)，是物联网端到端解决方案的核心。为满足 IOT 网络在万物互联形态定制化、需求多样化的服务需求，中国联通 IOT 平台可提供对设备的部署、维护、数据分析等全生命周期的管理服务，使得企业可以通过平台充分发挥企业服务的能力。

中国联通 IOT 平台采用模块化的、与接入无关的、同时面向人与物和物与物的解决方案，以满足运营商、企业和行业构建物联网端到端方案的平台诉求。中国联通 IOT 平台除了支持 WCDMA、FDD LTE 等目前现有的移动蜂窝网络以外，还支持局域组网的非蜂窝网 IOT 网络终端的接入。在近期要发布的下一版本的中国联通 IOT 平台中，还将支持使用 NB-IOT、LTE-eMTC 等全网覆盖的 IOT 移动蜂窝网络的终端接入。

中国联通希望以 IOT 平台为基础，帮助产业互联网合作伙伴快速便捷的完成生产制造自动化、生产管理智能化、物联数据精细化等一系列生产制造环节的“互联网+”升级，推动合作伙伴的快速变革。

2.3 全面的数据服务

中国联通经过多年电信运营，掌握了海量的业务数据和网络运行数据，并建立了将数据采集，数据管理，数据能力开放等功能集于一体的大数据分析平台。现阶段已有一部分产业用户与联通展开合作，利用中国联通大数据分析平台，结合各自的产业需求，开发出各种不同的数据应用产品。

海量数据的挖掘和分析是产业互联网的重要部分。中国联通通过对用户 B 侧和 O 侧数据的挖掘，实现用户画像，大幅提高业务营销的精准性；另一方面，中国联通大数据平台作为能力开放的重要部分，能够提供给第三方服务提供商脱敏用户数据，包括 5 大类数据源：IT 生产系统数据、业务平台数据、通讯网络数据、互联网数据、外部合作伙伴数据。中国联通大数据分析平台的分析结果能够

开放给第三方，助于精准营销、个人征信、位置服务、云数据服务、精细化管理、数据交易等。

中国联通将在已有行业客户（保险、金融、旅游、政企、OTT 等）良好合作的基础上，拓展自身的数据服务能力，以大数据带动产业全面升级，增强与行业合作伙伴的协作，促进产业互联网中各行业大数据的利用与创新，践行中国联通产业互联网发展之路。

2.4 专业的安全服务

产业互联网所面临的安全威胁主要来自终端、网络和云端。终端面临的安全威胁包含僵木蠕病毒、信息窃取以及垃圾信息等；网络面临的安全威胁包含设备 DDos 攻击、非法接入、资源滥用以及信息监听等；云端面临的安全威胁包含主机 DDos 攻击、非法接入以及木马病毒等。

中国联通通过部署流量清洗系统，完成访问控制、DNS 攻击防护以及 DDos 攻击防护等，全面提升固定数据网、移动数据网以及数据中心的网络的安全。在源端清洗、攻击取证、攻击溯源、攻击事件关联方面，中国联通具有明显优势，可通过攻击源头感知，在攻击流量汇聚之前进行识别和拦截；通过部署僵木蠕监测系统及入侵检测系统，建立完备的防护体系，提升网络信息安全。

中国联通将逐步部署 4A 系统、基线核查系统、漏洞扫描系统、云数据中心防护系统以及智能调度平台等。实现全网感知、智能分析、集中调度以及能力开放，应对外部威胁，打造全面覆盖的安全防护体系。助力产业互联网演进，为企业和用户提供专业的安全服务，从公有云和企业内网，到网络承载，保障数据信息的安全。

2.5 完备的 CDN 部署

传统 CDN 是 TV 视频业务的基础网络资源，将视频内容从中心推到边缘靠近用户区域，使用户就近取得所需内容，可以有效提高用户感知，并且减轻中心平台和骨干网络的压力。进入产业互联网时代，CDN 的需求类型日益丰富，从视频业务逐步向其他领域扩展。以车联网领域为例，车载设备软件版本升级频繁，升级过程对网络质量存在较高的要求，此类场景下，CDN 就近传输的特点发挥出优

势，可以大幅提高车载设备的易用性，有效提高企业的服务质量。

中国联通综合 CDN 业务定位为，利用云计算、带宽、IDC 等优势资源，部署高效的云 CDN 业务系统，打造“IDC 租赁服务+云计算服务+CDN 服务”的一体化经营体系。提出“三个聚焦”的发展战略，在全国开展 IPTV 业务以及相关 CDN 的建设，利用自身覆盖的网络资源以及丰富的网络管理经验，将 CDN 能力与网络能力融合，发挥更大的优势。

中国联通以提供互联网业务内容分发服务为目标，启动建设覆盖全国，超过 100 个节点的 CDN 网络。在发展 CDN 业务的同时，利用广泛的机房资源，与合作伙伴积极开展合作，发挥各自 CDN 业务优势，实现协同服务，为用户提供更好的互联网体验，为产业演进提供更优质的增值服务。

2.6 安全强大的云服务

云计算技术是推动信息技术能力实现按需供给、促进信息技术和数据资源充分利用的全新业态，是信息化发展的重大变革和必然趋势。随着云计算技术的逐渐成熟，“云服务模式”已经深入人心。融入云计算“资源无限，随时按需获取”的思想，汇聚海量的产业资源，让企业按需选用，极大降低企业运维成本，已经成为企业构筑产业互联网化的重要一步。但是私有云、公有云和网络之间的感知度较差，业务无法协同，服务质量无法保障的问题已经开始凸显。

中国联通的“沃云”利用中国联通云基础资源优势，依托中国联通的网络优势，结合运营商的客户资源，围绕政企客户提供解决方案，形成了电子政务云+行业云的产品服务体系，涉及金融、医疗、环保、旅游、教育等多个行业。中国联通沃云经过三年的高速发展，已具备为各类客户全方位提供云计算服务能力。中国联通的云服务可提供的优势资源包括：

（1）中国联通已有覆盖全国范围的云基地、省分云资源池，可为不同类型的合作伙伴提供公众云、私有云、混合云等服务，保证合作伙伴在快速构成自身的产业互联云基础的时候有不同的选择方案。

（2）“沃云”采用一级集约式运营管理架构，实现全网一体化运营，通过一级架构实现资源全局视图，实现全网资源数据集中管理和集中，实现统一的软件运维。且中国联通正在构建以 SDN（Software Defined Network，软件定义网

络)为核心的云网络,可以为合作伙伴实现跨数据中心的资源分配与调度。可以为产业互联网建设统一管理、快速响应的云中心,实现跨地域跨数据中心的云化结构提供有力的支持。

(3) 中国联通可根据合作伙伴的需求提供 IDC 集成服务,帮助合作伙伴建立属于企业专属的产业互联网私有云平台,并可通过“沃云”资源实现虚拟私有云和混合云的架构。

(4) 在中国联通“沃云”4.0 中推出云网一体化解决方案,以网络资源按照云计算的需求进行调度的方式,满足产业互联网建设私有云、混合云的复杂组网类服务的需求。

为了进一步推进产业互联网发展进程,在中国联通后续将通过部署边缘云、提供边缘计算服务等方式,加深对产业互联网云化部署的支持,全面拉动产业互联网合作伙伴的云化建设。

3 医疗卫生行业 ICT 需求分析

2015 年 3 月,国务院发布了《关于印发全国医疗卫生服务体系规划纲要(2015-2020 年)通知》,再次强调要加强医疗系统信息化建设工作,提出“开展健康中国云服务计划,积极应用移动互联网、物联网、云计算、可穿戴设备等新技术,推动惠及全民的健康信息服务和智慧医疗服务,推动健康大数据的应用。到 2020 年,实现全员人口信息、电子健康档案和电子病历三大数据库基本覆盖全国人口并信息动态更新。”这些政策的发布规范了医疗信息化行业,也为医疗 ICT 的快速腾飞提供了政策支撑。

3.1 精准医疗

精准医疗(Precision Medicine)是以个体化医疗为基础、随着基因组测序技术快速进步以及生物信息与大数据科学的交叉应用而发展起来的新型医学概念与医疗模式。它强调在治疗时考虑个人的基因变化,环境影响,生活方式等,其核心之一是基因检测技术。基于患者的遗传信息的诊断测试结合其他分子或细胞的分析结果,再针对性地选择适当和最佳疗法。支持技术包括分子诊断,成像和

分析软件。其本质是通过基因组、蛋白质组等组学技术和医学前沿技术，对于大样本人群与特定疾病类型进行生物标记物的分析与鉴定、验证与应用，从而精确寻找到疾病的原因和治疗的靶点，并对一种疾病不同状态和过程进行精确分类，最终实现对于疾病和特定患者进行精准治疗的目的。与个性化治疗相比，精准医疗更注重疾病的深度特征和药物的高精度；是基于对人类，疾病和医学的深刻理解的深层次医疗技术。从医疗技术的角度来说，精准医疗离不开基因测序，二者之间有着密切的关联。

现行的医疗大多数时候是用平均的数据来制定决策方案，为同类患者提供相同方式治疗。但实际上，个体间往往差异很大。由于基因和生活环境的差别，每个人患某些疾病的风险是不一样的，对特定药物的反应也各不相同。通过对这些差异化的分析，医疗方案会变得更接近完美。

2015 年 3 月，科技部召开了国家首次精准医学战略专家会议，计划在 2030 年前，中国精准医疗将投入 600 亿元，其中中央财政支付 200 亿元，企业和地方财政配套 400 亿元。2016 年 3 月发布的“十三五”规划纲要中，将精准医疗纳入重点发展的重大科技项目，将选择性地在全国各个具备条件和优势的区域中的医院和社区内建设示范中心。

未来五年，全球精准医疗市场的规模将快速增长，据研究报告显示，2015 年全球精准医疗市场规模近 600 亿美元，2015-2020 年期间增速可达 15%，是医药行业增速的 3-4 倍；2013 年基因测序市场规模约 45 亿美元，2013-2018 年复合增长率为 21.2%，而中国和印度 2012-2017 年复合增长率为 20-25%。

3.1.1 数据存储

基因测序的应用会产生大量数据。随着成本的快速降低推动了测序技术在研究中应用的常规化，以及大数据分析的发展，进一步导致相关数据的大量产生。以人类基因组为例，资料显示全人类基因组测序项目包括的原始测序数据、比对数据、变异检出数据等，每个样品的原始数据量都能达到约 100GB，如果在加上分析的过程文件，数据量可能要将近 1 个 TB。而事实上人类基因组数据仅仅是更大的基因产业版图的一部分，基因产业还会涉及对大量微生物、动植物等物种基因组、表达谱等层面的海量数据。

龙头公司在基因产业崛起中抢先布局，足量基因相关数据的积累是关键。随基因相关数据被海量产生，大数据的主导权将成为继测序技术之后主导测序产业相关公司格局的关键。基金数据的累积是未来推出相关医疗和消费产品最宝贵的资本。各类医疗机构都在深挖基因中蕴藏的价值，测序技术应用的日渐常规化会造成基因有关数据巨量产生，从而有望让数据存储和数据处理的需求井喷。

3.1.2 网络传输

除了数据存储和处理能力，强大的网络对未来的的医学研究也必不可少。以百万人基因组测序项来讲，它的数据量异常庞大，由此决定了它不可能由一个研究中心独立完成，必然需要在多个中心之间进行合作和共享，而海量数据的传输在技术上也是一大挑战。例如，以 100M 的专用网络带宽，下载一个人的基因组数据，也就是约 100G 的数据大概需要 1 天的时间，那么 1 万人就是 1 万天，100 万人，就是 100 万天，这里还只计算了下载的速度，还有上传的数据极限需要考虑。由此，对于运营商所擅长的网络业务来说，灵活的定制专线网络，为客户提供多层次的价格、能力的网络服务是基本要求。

3.1.3 数据处理能力

数据量奇大的测序结果往往必须借助运算能力强大的计算机 PC 集群甚至超级电脑才能高效解读。对如华大基因这样的规模级公司而言，自建专门用于数据处理的数据中心就成为必须，而对于实力有限、无法自建计算机集群的初创公司和部分研究机构的实验室，云服务也成为必然之选。特别在当前，生物信息学领域的创业热潮更将推升对数据处理云服务的需求。

对于精准医疗所能发挥的作用，大数据能够对于重大疾病进行有效监控，甄别需要精准防治的目标，而精准医疗是健康医疗大数据的源泉，为健康医疗领域提供了大量高质量、结构化的数据。基于健康医疗大数据的人工智能技术为精准医疗成果最终惠民提供保障。

3.2 远程医疗

远程医疗(Telemedicine)是利用计算机网络技术、现代通讯技术、多媒体技术与现代医学技术相结合而产生的一门综合交叉学科,是一种打破空间距离的医学模式。它以多种数字传输方式,通过多种核心技术和系统建立不同区域的医疗单位之间、医师和患者之间的联系,完成远程咨询、诊治、教学、学术研究和信息交流等任务。

我国医疗卫生事业当面临着医疗资源总量不足、配置不均衡等问题,优质医疗资源相对集中在发达地区,而偏远的中西部和广大农村地区资源匮乏,效率不高。远程医疗是整合医疗卫生资源、提升基层医疗卫生服务能力有效途径。它突破了医生与患者以及医疗信息、资源等空间的局限,对于医疗水平有明显区域差别的我国而言具有很大价值。

3.2.1 视频系统

远程医疗需要有超高清晰度的图像呈现、真人面对面体验、多画面等功能来辅助医生观察患者气色、患者音色等,同时观看患者情况和医学影像、检查报告等进行确切的病情分析与诊断。视频系统要和 HIS、LIS、PACS 系统以及各种窥镜、B 超、监护仪器结合,接口之间要相互匹配。与医疗信息系统无缝对接,并具备开放的第三方接口。

对于远程医疗系统,除了中心节点的大医院,偏远地区的医疗机构需要成本低、传输稳定、搭建方便的特点。对于野外如战地医院等,还要考虑到能源动力,无线通信,干扰等问题。

3.3.2 稳定可靠的卫生专网

远程医疗中心是各级医疗机构向重点医院、及其他医院优质医疗资源发起远程医疗的总调度站,也是各级医疗机构远程医疗归档资料的中心。医疗卫生系统事关民生,因此远程医疗数据中心必须有极高的可靠性,具备保证业务系统 24 小时连续运行的能力,避免由于数据中心硬件故障延误患者就诊。为了保证远程医疗业务的顺利开展,医疗卫生专网必须稳定可靠,保证业务能够 7*24*365 永

续运行。

视频类实时业务要求网络大带宽、低时延远程医疗类的业务，包括远程诊疗，手术示教，重症监护，以及卫生系统内部视频会议，都属于高清的视频类业务。既要有足够的带宽保证，又要保证通信链路的质量，对时延、抖动、丢包都有严格的要求。

对于点到多点的远程会诊，网络突发流量大，为了避免突发流量对实时业务的影响，要能够提供充足的缓存性能，对业务进行差异化流量控制，在网络带宽有限而突发业务流量很大的情况下，优先保证高优先级和实时性要求高的业务通过。同时，结合 SDN 等技术，根据不同基层医疗机构的需求，实现网络流量的灵活控制，更加智能的调配资源。

3.3.3 易于升级扩展的数据中心

未来不断扩展的业务要求数据中心能够平滑扩展。远程医疗中心要覆盖基层医疗单位，进一步覆盖各市级医院，建成省、市两级多数据中心的架构，乡村基层医疗单位的试点接入规模也会不断增大。随着数字化程度的加深，数据中心的接入单位会成倍的增加，这要求数据中心要求能够平滑扩展，网络和存储等基础设施能够在不影响现有业务的情况下，简单而快速的升级以开通新业务。

数据中心平台具备丰富的接口和协议，支持高清会诊视音频及软终端随时随地接入；支持无损接入医疗仪器和医院信息系统等多辅流；高清视频体验，低延迟保障视音频流畅，实时业务交互不中断，保障用户感知。能够多业务接入，支持 4G/5G 以及未来无线通信制式的平滑接入。

同时，数据中心要具备端到端安全防护，确保医疗数据安全。支持流量检测与清洗系统，提供完善的异常流量清洗解决方案。端到端的安全防护确保诊疗数据安全，以及满足卫生专网保障要求。

3.3 移动医疗

移动医疗已经成为医疗卫生领域的建设热点，使得医院突破了传统的有线应用模式，进入到无线化、移动化的时代。移动医疗系统在大型医院快速普及，提高医护人员工作效率方面有极大作用，而无线网络是承载移动医疗业务的必要

基础。

移动医疗目前主要有四类应用模式，即移动护理类应用（例如移动查房、移动输液等）、移动诊疗类应用（例如移动调取电子病历、移动诊断和会诊等）、移动管理应用（例如患者统计、用药统计等）和移动患者应用（例如移动挂号、化验单查询等）。当前在已经安装了移动系统的医院中，大多数使用的移动医疗系统功能比较简单。未来多数医院将扩大移动医疗的部署范围，扩展移动医疗的功能。医院负责人可以通过智能手机实时掌握医院的人财物状况，进行资产管理；病人可以通过智能终端网上挂号，预约就诊，查看个人病历信息；医生可以开展无线查房和无线心电等应用；护士可以开展无线护理，药品分发。

3.3.1 精细化安全管控

针对移动医疗的复杂场景，提供分层级的精细化管控能力，有效保障医院无线网络安全。要求网络能准确判断是什么人，使用何种设备，在哪个位置接入网络，以及接入的时间和接入的方式，能够接入的权限，调用的资源等等。并在此基础上，根据不同的场景提供不同的权限、带宽和 QoS 等，实现无线网络的精细化管控，有效保障医院无线网络安全，使整个网络处于可管、可控的状态。

3.3.2 大容量的无线网络

无线网络能够支撑未来移动医疗业务多媒体化诉求，满足未来病房向病患开放无线网络所带来的高性能诉求。在大容量运行的同时，保障 QoS 服务。对于医院未来的改扩建也要做到无缝升级扩展。应对远程诊疗，视频监护，基因数据传输等，网络容量要做足够大并且具备调度弹性和优先级管理。

通常现存的有线网络会承载 HIS、LIS 等重要业务系统的运行，在部署无线网络时要充分考虑到安全性，避免由于无线网络中的不安全因素影响整网的稳定运行。对于网络运维要尽量简化，有线和无线网络要采用统一便捷的管理方式，做到统一部署，统一运维。

3.3.3 定制化的终端

针对医院的特殊环境，医护人员使用的终端可以分为普通终端和定制终端。普通终端指医护人员个人的智能手机等终端，通过通用的 APP 软件连接医院的信息系统，进行资料的查询和交互功能。对于部分场景下特殊的应用，如手术室，重症监护室，放射科室等，需要定制特殊需求的终端设备，如超高清屏幕，超长待机，独立的加密保护机制，抗菌材质等。同时无线频段也不能对已有设备以及终端之间产生干扰。

3.4 可穿戴医疗设备

可穿戴医疗设备是指直接穿在身上，或是整合到用户的衣服或配件的一种便携式设备。医疗可穿戴设备不仅是一种硬件设备，更可通过软件支持以及数据交互、云端共享来实现强大的功能。可穿戴医疗设备实现了人与物的连接，部分实现了人与人、物与物的连接，使相关数据具备了可积累性、流通性。当前热门的云计算、大数据、物联网、移动互联网在医疗可穿戴设备上可以发挥实际作用。可穿戴医疗设备拥有多种优势，如可实现用户长时间的动态监测，持续跟踪患者情况。为医生提供全面的临床诊疗数据，有利于寻找疾病原因，实现防病和早期治疗，提升诊疗水平。可穿戴设备要与 ICT 技术融合，并结合业务特点和用户需求，发挥综合作用。

3.4.1 智能硬件

可穿戴设备能够使得数据采集更方便，并且能够把一些医疗服务嵌入进去。常见的血压计、血糖仪等硬件产品可以采集数据，但是对其中的数据没办法互通，难以产生衍生的服务。利用可穿戴设备可以通过连接无线网络、智能终端或者采用 SIM 卡等模式，把数据上传到服务器。医疗机构可以根据积累的数据为用户提供个性化的定制服务。

可穿戴的智能硬件发展空间广阔，如常见的健康类硬件如儿童智能牙刷（主要功能是监测儿童刷牙方式是否正确，同时可以在 app 端实现游戏互动）、智能体温计（常见形态有体温贴片、红外体温枪、奶嘴为主）、智能服饰（如袜子、

服饰主要功能是：监测儿童心率、呼吸及睡眠状况等）床上用品（主要功能是监测儿童睡眠、体重等各项生命体征监测）、智能称（监测儿童的体重增长态势做出相应的改善建议）等。在未来，植入人体的可通信设备也会越来越多。

3.4.2 数据服务

对于日积月累的数据，专业的医疗机构可以进行深入挖掘，为客户提供准确个性化的数据服务。如通过每日的行走路径，可以辨别出小孩的日常行为喜好，在学校，通过算法可以从数据中辨别出孩子是在跑、跳、走或者是坐着。让父母更好的了解孩子的成长数据。通过每日消耗的卡路里，再结合其身高体重来计算出一个健康儿童每日需要摄取多少食物及每日合理的运动量，这些可为父母提供孩子每日的健康指标，并为肥胖、偏瘦的儿童提供合理的饮食、运动、医疗等相关建议。

3.4.3 统一标准

医疗可穿戴设备极大地促进了移动医疗的发展，同时为消费者提供了方便、快捷的体验，可以为病患的身体健康保驾护航。但是医疗可穿戴设备也存在着市场混乱，产品趋于同质化等问题，急需要用统一的行业标准来规范。对于数据的采集和存储也没有统一的标准，更不用说数据的交互和关联分析。完善统一的标准体系，将会促进移动医疗更快、更健康的发展。

3.4.4 平台搭建

对于管理系统的放置，数据的储存和应用，大型医疗机构或设备厂商可以采取自建方式，把系统和数据放到自有的数据中心。以用户为单位，进行跨应用的个人健康数据存储与使用，如苹果公司 Heath Kit 平台，谷歌公司 Google Fit 平台等。而对于一些小型和偏远地区的医疗机构，可能不具备这样的实力，那就需要一个安全可靠的公有云平台来搭建系统和存储数据。

同时，对于这些可穿戴设备企业及相关移动医疗平台来说，不仅注重硬件产品，更要提供相应的配套服务，只有服务到位了，用户粘性增加，才能很好地满

足其医疗需求。

3.4.3 医疗物联网

物联网技术在医疗领域的应用潜力巨大，能够帮助医院实现对人的智能化医疗和对物的智能化管理工作，支持医院内部医疗信息、设备信息、药品信息、人员信息、管理信息的数字化采集、处理、储存、传输、共享等实现物资管理可视化、医疗信息数字化、医疗流程科学化、服务沟通人性化，能够满足医疗健康信息、医疗设备与用品、公共卫生安全的智能化管理与监控等方面的需求。

将物联网与可穿戴医疗设备结合起来是自然不过的事情：

- 1.利用设备传感器和家庭使用的医疗仪器，能快速实时的采集人体生命体征数据，便于医疗机构获取更丰富的信息，减轻医护人员负担。
- 2.采集的数据通过无线网络自动传输至医院数据中心，医务人员利用数据提供远程医疗服务，能够提高服务效率，减少患者时间和交通成本。
- 3.数据集中存放管理，实现数据广泛共享和深度利用，有助于解决关键病历和疑难杂症。
- 4.能够以较低的成本对亚健康人群、老年人和慢性病患者提供长期、快速、稳定的健康监控和诊疗服务，降低发病风险，间接减少对稀缺医疗资源(床位等)的需求。

物联网技术除了提升医疗服务、节省医护资源外，物联网技术的导入还将加速医疗云端平台、看护机器人、高精密医疗设备的快速发展，并有望成为医疗产业的新商机。

3.5 区域医疗

区域医疗通常指以当地最有影响力的一个医院或者几个医院作为中心医院，与下级区域内所有医院进行连接。共同组成一个医疗共同体，达到医疗信息和资源共享。上级医疗机构的专家为下级机构提供诊断服务，也可以通过远程的方式进行教学指导。下级医院可以将疑难病理上传到上级医院，请求提供诊断服务以及治疗方案。患者在不同医疗机构的病历信息可以根据需要随时调阅来辅助诊断，通过区域医疗进行不同医院之间的转诊。

随着协同平台信息化建设的推进，社区居民健康档案信息系统要与医院信息管理系统、妇幼保健管理系统、120 急救系统等对接，建立动态、共享的病人信息平台，最终实现对每位居民从出生到终老的全人全程健康管理，让每个人的健康状况像身份证一样与市民的生活时时相关，实现患者“小病在社区、大病进医院、康复回社区”的分级诊疗目标。

3.5.1 区域平台搭建

按照卫生部《健康档案基本架构与数据标准（试行）》及《医院信息系统基本功能规范》等标准建设要求，以区域居民电子健康档案为中心，构建区域内互通共享的卫生信息数据平台。实现数据共享（检验检查结果互认等）、协同医院（双向转诊等）、便民服务（网上信息查询等）和统计分析。

平台通过数据中心将大医院或区域中心医院、区县级医院和各社区卫生服务中心的信息系统联接起来，按照统一的标准和规范进行数据交换。同时协同平台提供外部接口系统，为医保、疾控中心以及商业保险机构提供数据服务。医疗卫生部门在区域医疗规划时可以参考区域平台内健康、诊疗和疾病等信息。

3.5.2 区域内医疗机构信息共享

通过区域信息共享提高基层医院竞争力和诊治水平。通过信息化手段，把居民在大医院做的检验、检查报告、诊断、病案首页、用药信息、出院小结、过敏史、阳性 PACS 报告放在区域平台中，实行双向转诊和远程会诊。逐步改变大医院人满为患，基层门庭冷落的现象。通过信息化手段，把病人在大医院里所做的检查资料也能让基层卫生院共享，提高基层卫生院的医疗质量和医疗水平，逐步增强病人对乡镇卫生院的信任度。

3.5.3 区域诊疗中心

区域诊疗中心是一个虚拟组织，由区域内各医疗卫生机构专家联合组成，按学科成立多个专科治疗中心，通过区域平台向基层医院提供诊断咨询服务，完成远程会诊等多种诊治咨询业务，使基层医院能够共享大医院专家的知识和经验，

有力的提升基层医疗机构的服务水平。诊疗中心要使用到远程医疗、移动医疗等相关底层技术，还要能对接、适应各个医院独有体系。

3.6 医疗数据中心

数字化医院是现代医疗发展的趋势，是指将先进的网络及数字技术应用于医院及相关医疗工作，实现医院内部医疗和管理信息的数字化采集、存储、传输及后处理，以及各项业务流程数字化运作的医院信息体系，其核心基础就是医疗数据中心的运用。

随着基因检测，无纸化办公，病例数字化等需求的扩张，医院的数据中心迎来了巨大的发展前景。医院业务种类繁多，迫切需要使用云服务来提升效率，降低成本。医院内部众多服务器和终端需要支持内外网同时访问，以便正常开展网上挂号和办公等业务，传统的物理隔离网络已经不能满足新业务要求，医院需要一张高效的网络和可靠地数据中心，更好地为医疗业务服务。

医疗数据中心对外可以交换系统内各个医疗机构之间的信息，对内可以实现数据业务的统一管理，以及各系统的数据共享，为医保、政府部门、卫生机构和其他相关企业提供全面可靠地数据服务。除了存储数据，基于数据中心的大数据分析和挖掘能力还可以支持医院的管理和临床决策。

3.6.1 新建需求

医疗机构不同于普通企业，新系统的搭建与无缝切换升级，关系到患者的健康安危。建设数据中心的整个工程横跨多项专业系统：如装修系统、电气系统、空调新风系统、消防系统、集中监控系统等。因此，需要建设者提供一整套成熟、安全、可靠地建设方案，以更快的完成评估、选型和建设。施工要满足业务连续性要求，医疗服务不中断，数据不丢失。

传统上医院信息系统严格进行内外网物理隔离，并且网络只提供给本院医护人员使用，网络只需要能够接入即可，不用考虑复杂的接入场景。现在这些逐渐在改变，由于网上挂号，医疗信息上报，移动医疗，病患上网和分级诊疗等业务的开展，医院网络不但需要考虑医护人员从医院内部接入，还需要考虑医护人员从医院外部接入的权限和安全问题，还需要考虑病患以及协同医疗机构的接入。

数据中心的接入情况变得非常复杂，对应网络访问控制实施难度更高。成熟敏捷的建设方案可以让业务系统上线速度加快，更早地为患者和医生提供服务。

3.6.2 旧数据中心改造升级

现有数据中心的升级需要一个成套的体系方案。通过对老旧数据中心的资源整合、架构优化、机房改造、网络升级、系统迁移等手段，让数据中心更节能和经济可靠，实现可持续发展。

需将以前针对单一业务所建立的分散的小数据中心整合、迁移到统一的数据中心，以满足支持更多新技术集成、按需扩展为业务提供动力的需求，并保证数据中心的升级过程中核心业务系统的可用性。要提供全面的一站式解决方案，涵盖评估，设计和执行。

在改造过程中，要针对老旧医院、医疗机构的整体格局通盘考虑。通过对医院的客流量，重点科室，未来发展方向做预判研究。针对其特点提出相应的定制化解决方案，同时要考虑未来进一步升级扩展的空间。在外网可以运用 SDN 技术进行网络管理，内网要力争光改一步到位。

3.6.3 医疗云

对于一些没有能力自建数据中心，并且部分系统业务可以托管的医疗机构，稳定、可靠、安全的云服务是迫切的需求。在控制程度上，云端医疗系统也要具备医院自主可控、有定制化能力、安全机制，以最大程度地降低企业成本。要为医疗机构提供完善的监控和运维保障，实现统一管理和运维，7*24 小时均有技术工程师提供售后运维及监控服务。计费要针对不同等级医院和服务对象提供灵活的选择。

充分利用公网 VPN/专线接入连接，来实现云上计算资源和机构本地数据中心的稳定、可靠连接，构建企业的混合云部署。通过混合医疗云，带给医疗机构先进的大数据、云服务、安全可靠的互联网新技术，以及海量的计算、存储、网络、CDN 等服务，提供医疗机构快速、弹性、安全、高可靠、低成本的技术服务。应对医疗大数据的发展趋势，云端还要提供大数据分析模块，帮助实现数据驱动的医疗发展，剖析医疗大数据价值。也要提供云端系统和数据的外接能力，通过

可扩展性提高机构使用资源的灵活性。

4 结论和展望

随着我国“互联网+”战略的实施，传统产业正在进行互联网化的变革，各领域 IT 化、数字化改造加快，ICT 整合应用迈入新的台阶。在产业互联网的生态环境中，各级政府、垂直行业、资源提供商、电信运营商、终端设备厂商各自发挥独特作用，尤其是垂直行业，其内部应用有自身科学、复杂的业务逻辑，无法用“普世”的“互联网+”解决方案替代。产业互联网时代的到来，给医疗卫生领域的服务模式带来新的变化。中国联通致力于打造弹性高效、灵活敏捷以及安全可靠的网络，全面开放的网络能力，积极探寻医疗领域合作，汇聚各方优势，共同推动行业演进。

在“互联网+医疗”领域，中国联通作为重要的参与者，力争发挥优势作用。中国联通拥有泛在的接入网络，可在终端穿戴设备和分析平台之间建立实时的网络连接。同时，医疗云的部署使得医疗数据分析和反馈更加及时，进一步提高健康数据的医疗价值；在医药流通方面，数字化医疗 O2O 的部署将更为广泛，上下游企业之间的协作更加密切，这对于网络的承载质量和弹性控制提出了更高的要求。随着医疗信息化的逐步演进，远程诊疗、健康管理、挂号服务、候诊、诊断检查、治疗、取药等一站式就医管理将得到普及，管理系统将逐渐向云端迁移，中国联通网络具备云网协同的能力，可以使企业私有系统和公有云服务之间的协同更加完善，促进医疗体系更加完善。

在包括医疗卫生领域在内的各行各业，中国联通都能提供自上而下的全面 ICT 服务，为产业发展提供完善的网络支撑。针对未来发展趋势，可以在以下几个方面进行更进一步的需求发掘和能力提升：

云互联

当前各个医疗机构之间的数据大部分处于孤岛连接状态，首要任务是进行区域医疗系统内的链接。而未来全国性的医疗数据互联也是必经之路，如何更好地将各地松散、独立的数据中心高效的整合为一体，是这一工作的核心基础。同时，医疗行业的外接发展也是必不可少的方面，做好医疗云与外部云的对接研究十分

重要。

人工智能的应用

人工智能（AI）和高级机器学习（ML）由许多科技和技术（如：深度学习、神经网络、自然语言处理（NLP）组成。更先进的技术将超越基于规则的传统算法，创造能够理解、学习、预测、适应，甚至可以自主操作的系统。

运营商提供 ICT 服务的同时，能够在此基础之上提供更多的增值服务，不仅可以巩固、增强在医疗行业的地位，更能提高增值服务的价值，为医疗合作伙伴带来更多的前沿服务内容。

医疗机器人

医疗机器人技术是目前机器人领域的一个研究热点。它是涉及医学、生物力学、机械学、材料学、计算机图形学、计算机视觉等诸多学科为一体的新型交叉研究领域，在军用和民用上都有着广泛的前景。如看护机器人在医疗服务方面已成为主要商机之一，模型成品逐渐出现。其中陪伴、沟通、支援等功能已逐步实现。对于机器人的识别，定位跟踪，平台管理，通信需求等等都是运营商可以提供的服务。人口的增加可能到了平缓期，但是更智慧的“机器人”的发展才刚刚开始。

金融服务

医疗卫生行业的特点之一就是投入资金庞大。对于有财政支持的大型机构来说，资金压力尚可化解，而对于很多基层和民营医疗机构来讲，建设 ICT 系统的成本压力十分巨大。对此，运营商可以尝试发展如融资租赁等金融业务，来提供资金和设备的支持，以达到双赢的结果。