



Big Data Driven Social Resource Management  
of Smart Healthcare

# 大数据驱动的智慧医疗健康 全社会资源管理

罗利 张伟 著



科学出版社

# 大数据驱动的智慧医疗健康 全社会资源管理

罗利 张伟 著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书共分7章：第1章介绍总体研究背景、研究意义、智慧医疗健康的发展现状等；第2章阐述医疗健康大数据和智慧医疗健康的内涵、发展现状及面临的机遇与挑战；第3章介绍从单体医院过渡到全社会医疗健康资源管理的研究内容和方式的探索等；第4章对个性化全程诊疗决策优化的研究现状和案例进行阐述；第5章介绍医疗保险费用概念、研究现状及相关案例；第6章阐述全社会医疗健康资源配置优化的研究问题及相关案例等；第7章介绍智慧医疗健康模式下全社会医疗资源管理价值创新内涵、特点、动力机制和运行机制等。

本书可供高等院校管理类专业师生、医院管理研究者、医疗行业从业人员阅读、参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

大数据驱动的智慧医疗健康全社会资源管理 / 罗利, 张伟著. —北京: 科学出版社, 2019.4

ISBN 978-7-03-060380-7

I. ①大… II. ①罗… ②张… III. ①互连网络-应用-医疗卫生服务-研究 IV. ①R199-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 006088 号

责任编辑: 李小锐 / 责任校对: 彭 映  
责任印制: 罗 科 / 封面设计: 墨创文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号  
邮政编码: 100717  
<http://www.sciencep.com>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2019年4月第一版 开本: 787×1092 1/16

2019年4月第一次印刷 印张: 14 1/4

字数: 329 000

定价: 118.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前 言

中国庞大的人口基数以及老龄化的加剧带来了持续增长的医疗服务需求。作为世界上最大的发展中国家，中国拥有 13 亿多人口，用世界约 2% 的卫生资源解决世界 18% 的人口的医疗卫生健康问题，因此医疗健康资源更为稀缺。面对多方压力，在有限医疗资源下，如何优化资源配置和提高资源投入产出效益是我国乃至全球将持续面临的难题与挑战。医疗与健康服务行业有别于其他行业，最显著的是医疗健康服务的公益性，医疗市场除了供需双方外，还有支付方的存在，在资源优化配置决策中需要考虑支付政策对供需双方行为模式的影响；需方、供方和支付方不得不在不断增长的医疗需求下提供传统治疗服务和在有限资源下实现较佳治疗、效益之间做出艰难抉择。因此，必须彻底改变现有以服务供方为中心、按供给医疗服务数量为导向的旧医疗健康系统，转变为以服务需求为中心、按患者治疗效益和成本为导向的个性化医疗健康新体系。

在医疗健康服务资源管理面临诸多难题和挑战的背景下，大数据、云计算技术和移动互联网的高速发展促进了智慧医疗健康对传统医疗健康行业的革新。智慧医疗健康模式打破了传统医疗格局，突破了传统医疗健康服务在时空范围内的约束，医疗服务机构的重点逐渐由关注疾病转向关注健康，医疗卫生资源不再局限于单体医疗机构内流动。以电子病历、居民健康档案为基础，融合可穿戴设备、社交网络等新兴数据的医疗健康大数据信息体系的构建，以实现个性化医疗健康服务为目标的智慧医疗服务平台的搭建，以数据挖掘方法为基础的大数据分析方法体系的演进，为大数据驱动下的全社会医疗健康资源管理研究提供了信息平台和技术手段。

目前，在人工智能、大数据等新兴技术的浪潮下，医疗资源的管理问题已经成为国内外学界和业界的热点。相比此前作者团队在科学出版社出版的《医疗服务资源调度优化理论、方法及应用》专著——仅仅关注单体医院内部的医疗服务资源管理，本书是作者在当前大数据浪潮下对智慧医疗健康管理这个新兴领域中存在的主要矛盾问题进行的思考和研究的总结，旨在探讨大数据驱动的智慧医疗模式下的全社会医疗健康资源管理问题。本书以患者为中心，以提供公平普适的医疗卫生服务为目标，通过改善医疗服务流程，统筹调动医院“围墙内外”的多维资源，为医疗服务各参与方（供方、需方、支付方、机构方）提供医疗健康大数据服务，将有限的医疗资源实现更多人的共享。本书所囊括的理论研究成果不仅能够为社会管理与公共服务管理提供科学的理论框架，而且研究案例也兼具鲜明的时代特色，为当代的医疗管理工作制订科学的决策提供实践依据。本书从全社会角度，考虑医疗健康特点，从需方、供方、支付方和机构方（不同医疗机构之间）的互动关系出发综合临床医学、循证医学和卫生经济学的多学科理论与方法，拓展决策优化、资源配置等经典管理科学方法与理论体系的应用领域，促进管理科学、信息技术、临床医学、流行病学、地理信息学、生物统计学等多学科的交叉融合创新，力求探索出一套大数据驱动的健

康与医疗管理的新思路和新方法；并将最新的大数据技术方法应用于医疗资源管理中，通过研究成果的实际应用，创新医疗资源的服务模式，优化配置全社会有限医疗资源，以达到社会效益最大化。

本书共分为7章，力求做到思路清晰，体系完善，重点突出，注重理论与实用相结合，并与国际接轨，提供丰富的案例。本书以数据层为支撑，分别从背景层、运营层、价值层三个层面开展研究。

第1、2章属于背景层。第1章“绪论”。本章对大数据驱动的全社会智慧医疗健康资源管理进行全面的阐述。首先提出了本书的总体研究背景和研究意义；然后分析了国内外的研究现状；最后提出了本书的研究框架和相关章节的安排。第2章“大数据驱动的智慧医疗健康服务业发展”。首先是对医疗健康大数据和智慧医疗健康的内涵和特点进行了阐述；之后总结了智慧医疗健康服务业的发展现状，医疗健康大数据如何促进智慧医疗健康的发展以及未来可能面临的机遇与挑战。

第3~6章均是大数据驱动的智慧医疗健康资源具体运营管理，属于运营层。第3章“全社会医疗健康资源管理”。本章具有承上启下的作用，主要从需求方的角度出发，首先从总体上介绍了医疗健康资源及医疗健康资源管理；紧接着梳理了单体医院的医疗健康资源管理，并给出四川大学华西医院手术资源调度优化的案例；最后介绍了全社会医疗健康资源管理的研究背景及意义、研究内容和方式的探索。第4章“大数据驱动的个性化医疗健康服务全程决策优化”。本章从供方的角度出发，从需求、政策、技术三个层面来介绍个性化全程诊疗决策优化的发展背景，对其内涵和研究现状进行了梳理，并从大数据驱动的角度提出了全程诊疗决策优化的两个研究问题：大数据驱动的个性化全程医疗健康需求分析和基于全程疗效/成本的个性化医疗健康服务全程决策优化研究。最后介绍大数据驱动的慢性病个性化医疗健康决策研究案例，以便读者更好地把握个性化全程医疗决策的发展势态。第5章“大数据驱动的医疗保险费用管理”。本章从支付方的角度出发，首先对医疗保险费用相关概念以及国内外典型的医疗保险支付方式进行介绍；然后综述性地回顾了国内外医疗保险费用管理的研究现状，并由此提出大数据在医疗保险费用中的作用和意义；最后通过两个案例分析来对大数据驱动下的医疗保险费用管理进行说明，期望可以为医保政策制定提供参考依据。第6章“大数据驱动的全社会医疗健康资源配置优化”。本章从机构方的角度出发，着重从全社会医疗健康资源配置优化的内涵、研究现状、研究问题及相关案例四个方面来阐述大数据驱动的全社会医疗健康资源配置优化。

第7章属于价值层。第7章“大数据驱动的智慧医疗健康模式下全社会资源管理价值创新”。本章首先分析智慧医疗健康模式下全社会医疗资源管理价值创新内涵与特点以及动力机制和运行机制；然后分别从需方、供方、支付方和机构方四方研究了如何进行价值创新；最后探讨了如何从四方维度构建指标体系以全面评价全社会医疗资源管理价值创新效益增量程度。

本书是在作者多年从事服务运作管理、医院管理研究基础上，结合目前智慧医疗健康和大数据分析等研究的成果。在本书的研究和写作过程中，非常幸运地得到美国哥伦比亚大学工业工程与运筹学系、美国工程院院士 David D. Yao (姚大卫) 教授、香港城市大学商学院管理科学系系主任 Frank Chen (陈友华) 教授、香港理工大学商学院叶恒青教授、美国

西密歇根大学医学信息学 Bernard Han 教授和美国密歇根大学生物统计学李颐教授等专家的指导,这使得本书的研究工作能够与国际前沿接轨。在此,谨向他们致以最诚挚的感谢!同时,本书作者之一——四川大学华西医院党委书记、华西生物医学大数据研究中心主任张伟教授,凭借敏锐的洞察力和多年的医院管理经验,在本书写作过程中提出了很多很好的智慧医疗健康管理实践问题,这使得本书的研究更加贴合医院的实际。

本研究得到了国家自然科学基金重点项目“大数据驱动的环境与智慧医疗健康全社会资源管理研究”(71532007)和“医疗服务中的资源调度与优化研究”(71131006)的资助。在此,非常感谢国家自然科学基金委员会对本研究的资助!感谢四川大学商学院徐玖平院长和邓富民常务副院长对本研究工作的大力支持!感谢四川大学商学院特聘外籍教授冯有翼教授和四川大学商学院长江学者徐泽水教授给予本研究的指导和帮助!感谢四川大学商学院贺昌政教授、肖进教授、廖虎昌研究员、郭钊侠教授、张欣莉副教授,四川大学电气信息学院雷勇教授,四川大学建筑与环境学院苏仕军教授、孙维义副教授、程元军博士、干志伟博士,四川大学华西医院付平教授、李秋教授,华西生物医学大数据研究中心常务副主任曾筱茜副教授、李春漾博士、辜永红老师,华西医保办公室孙麟主任、冯海欢老师等对课题研究的贡献!他们对研究工作的执着和热情深深感染着我们研究团队的每一位成员,也正是他们的参与,使得本书的研究思路不断清晰和得以推进。本研究还得到四川大学华西医院各位领导、医生和护士等的大力帮助,正是有了他们的支持,我们的调研访谈、数据收集等工作得以顺利进行,对此表示由衷的感谢!

此外,本书在编写过程中,得到了四川大学商学院研究生们的大力支持,在此感谢博士研究生李佳玲、雍知琳、张峰祎、朱婷、罗永、孔瑞晓、甘俊伟、谭敏、陈龔、肖茜、石宇强、曾思瑜和硕士研究生任静、刘航江、练书豪、侯晓隆、冯成蓉、王家瑞、廖成成、张诚、徐雪茹、陈柏旭、于欣竺、明艳等。

限于时间和作者水平,书中难免有疏漏之处,敬请读者批评指正!

# 目 录

第1章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	7
1.2 研究框架与章节安排	9
1.2.1 研究框架	9
1.2.2 章节安排	9
第2章 大数据驱动的智慧医疗健康服务业发展	12
2.1 医疗健康大数据概述	12
2.1.1 医疗健康大数据的内涵	13
2.1.2 医疗健康大数据的特点与分类	14
2.1.3 医疗健康大数据的分析方法	18
2.1.4 医疗健康大数据的发展现状	19
2.2 智慧医疗健康服务业发展概况	22
2.2.1 智慧医疗健康的来源与内涵	22
2.2.2 智慧医疗健康的系统构成	24
2.2.3 智慧医疗健康服务业的发展现状	26
2.2.4 智慧医疗健康的应用案例：杭州“互联网+智慧医疗”	29
2.3 大数据驱动的智慧医疗健康服务的应用及挑战	31
2.3.1 大数据驱动的智慧医疗健康服务的应用	32
2.3.2 大数据驱动的智慧医疗健康服务面临的技术挑战	36
2.4 本章小结	39
第3章 全社会医疗健康资源管理	40
3.1 医疗健康资源及医疗健康资源管理概述	40
3.1.1 医疗健康资源的定义	41
3.1.2 关键医疗健康资源的分类	41
3.1.3 医疗健康资源的特点	42
3.1.4 医疗健康资源管理的含义及重要性	44
3.2 单体医院医疗健康资源管理的研究内容	45
3.2.1 医疗健康资源配置优化	45
3.2.2 医疗健康资源调度优化	49

3.2.3	四川大学华西医院手术资源调度优化案例	54
3.2.4	单体医院医疗健康资源管理存在局限性	56
3.3	全社会医疗健康资源管理研究内容	57
3.3.1	全社会医疗健康资源管理的研究背景及意义	57
3.3.2	全社会医疗健康资源管理方式探索	58
3.3.3	全社会医疗健康资源管理的展望	60
3.4	本章小结	61
<b>第4章</b>	<b>大数据驱动的个性化医疗健康服务全程决策优化</b>	<b>63</b>
4.1	大数据驱动的个性化医疗健康服务全程决策优化概述	63
4.1.1	大数据驱动的个性化医疗健康服务全程决策优化发展背景	63
4.1.2	大数据驱动的个性化医疗健康服务全程决策优化的内涵	66
4.2	大数据驱动的个性化医疗健康服务全程决策优化研究现状	67
4.2.1	需求影响因素分析及预测研究	68
4.2.2	全程诊疗决策研究	72
4.3	大数据驱动的个性化医疗健康服务全程决策优化研究问题	75
4.4	大数据驱动的慢性病个性化医疗健康服务决策研究	77
4.4.1	研究背景	77
4.4.2	数据描述与分析	78
4.4.3	研究结论	82
4.5	本章小结	85
<b>第5章</b>	<b>大数据驱动的医疗保险费用管理</b>	<b>86</b>
5.1	医疗保险费用管理概述	87
5.1.1	医疗保险支付方式及费用概述	87
5.1.2	国内外医疗保险支付方式发展实践	90
5.1.3	医疗保险费用管理存在的问题	96
5.2	医疗费用管理的研究现状	97
5.2.1	医疗费用影响因素研究现状	97
5.2.2	医疗费用预测研究现状	100
5.2.3	医疗保险费用管控策略研究现状	102
5.3	大数据在医疗保险费用管理中的作用及意义	105
5.3.1	医疗服务机构	105
5.3.2	医保管理部门	106
5.3.3	医药企业和保险公司	106
5.4	大数据驱动的慢性病高花费患者医疗费用预测研究	107
5.4.1	研究背景	108
5.4.2	模型构建与分析	109
5.4.3	研究结论	113



5.5	大数据驱动的老年慢性病患者医保费用管控策略研究	113
5.5.1	研究背景	114
5.5.2	模型构建与分析	114
5.5.3	研究结论	121
5.6	本章小结	122
第6章	大数据驱动的全社会医疗健康资源配置优化	123
6.1	大数据驱动的全社会医疗健康资源配置优化的内涵	123
6.2	大数据驱动的全社会医疗健康资源配置优化研究现状	126
6.2.1	跨区域的医疗健康资源配置优化研究	127
6.2.2	不同层级医疗机构间的医疗健康资源配置优化研究	128
6.2.3	不同管理主体间的医疗健康资源配置优化研究	129
6.2.4	大数据驱动的全社会医疗健康资源配置优化研究	131
6.3	大数据驱动的医疗健康资源需求预测研究	131
6.3.1	基于GMDH特征筛选的门诊到达量组合预测	132
6.3.2	空气污染对哮喘病人日入院量的影响及预测研究	143
6.3.3	基于互联网搜索指数的病床资源需求预测研究	154
6.4	大数据驱动的慢性病医疗保险资源配置优化研究	159
6.4.1	研究背景和动机	159
6.4.2	研究问题	161
6.4.3	相关研究——医疗保险参与的哮喘病干预管理优化	162
6.5	本章小结	169
第7章	大数据驱动的智慧医疗健康模式下全社会资源管理价值创新	170
7.1	智慧医疗健康模式下全社会资源管理价值创新概述	170
7.1.1	企业价值创新一般理论概述	170
7.1.2	智慧医疗健康模式下全社会资源管理价值创新概念及内涵	172
7.1.3	智慧医疗健康模式下全社会资源管理价值创新特点	175
7.2	智慧医疗健康全社会资源管理价值创新机制	176
7.2.1	动力机制	176
7.2.2	运行机制	177
7.3	智慧医疗健康全社会资源管理价值创新来源与路径	178
7.3.1	基于需方的价值创新来源与路径	178
7.3.2	基于供方的价值创新来源与路径	181
7.3.3	基于支付方的价值创新来源与路径	183
7.3.4	基于机构方的价值创新来源与路径	184
7.3.5	基于四方的价值创新体系——智慧医疗健康模式下分级诊疗协同体系	186
7.4	智慧医疗健康全社会资源管理价值创新评价	187
7.4.1	总体评价思路	187

7.4.2 评价原则.....	188
7.4.3 评价方法.....	189
7.4.4 评价指标体系构建.....	190
7.5 本章小结.....	192
参考文献.....	193

# 第1章 绪 论

智慧医疗(smart healthcare)源于 IBM 公司提出的智慧地球(smart planet)战略<sup>[1]</sup>,主要是指利用物联网、云计算、数据融合等相关信息技术,将患者与医务人员、医疗设备、医疗机构紧密联系,以患者为中心,构建全生命周期的医疗服务体系,改善医疗服务流程,实现有限的医疗健康资源被更多人共享,为医疗服务各参与方提供医疗健康大数据服务,真正实现服务最优化<sup>[2]</sup>。当前世界各国都面临着慢性病患者不断增加、人口老龄化、医疗卫生服务供需不匹配等一系列问题,智慧医疗利用先进的信息化技术,为公平普适的医疗卫生服务供给提供了一个全新的视角,也给全社会医疗健康资源管理带来了机遇与挑战。本书站在全社会角度,从需方、供方、支付方和机构方四方互动关系出发,综合管理学、医学、经济学、计算机科学、数理科学、社会学等多学科理论和方法,将大数据技术应用于医疗健康资源管理中,并结合研究成果的实际应用,探讨智慧医疗健康下的全社会医疗健康资源管理问题。

## 1.1 研究背景及意义

### 1.1.1 研究背景

近年来,随着人口老龄化严重、亚健康增多、疾病谱改变、环境恶化等问题的不断涌现,人们的医疗保健意识不断增强,对医疗健康产品和服务的需求也随之增加,这使得医疗负担加重。如图 1-1 所示,全球主要国家的人均医疗费用支出从 2011~2015 年呈现显著的上升趋势。2016 年,美国医疗支出增速虽下降至 4.3%,但总开支却达到 3.3 万亿美元,人均高达 10 348 美元,澳大利亚、法国、德国等紧随其后。如图 1-2 所示,美国的医疗费用支出占 GDP 比重长期保持在 15%以上。2016 年达到了 17.8%,其他发达国家的医疗费用支出占 GDP 比重也多在 7%以上<sup>[3]</sup>。然而,高昂的医疗费用并不代表着优秀的卫生服务绩效。《2000 年世界卫生报告——卫生系统:改进绩效》<sup>[4]</sup>指出,美国卫生系统绩效排名为 191 个成员国中的第 37 位,法国人均年度医疗费用支出仅相当于美国的一半,却排在第一位。哈佛大学公共卫生学院、哈佛大学全球卫生研究所和伦敦经济学院近期联合进行的研究显示,美国的医疗费用支出几乎是其他 10 个高收入国家的两倍,但是其人均寿命期望却最低,仅为 78.8 岁,新生儿死亡率也最高,国民参加医疗保险的比例为 90%,而其他国家的覆盖率为 99%~100%<sup>[3]</sup>。

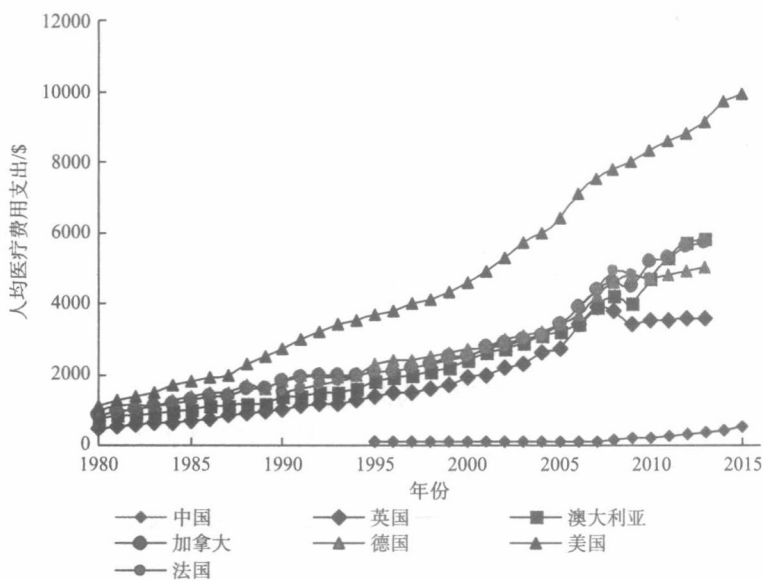


图 1-1 全球主要国家人均医疗费用支出对比

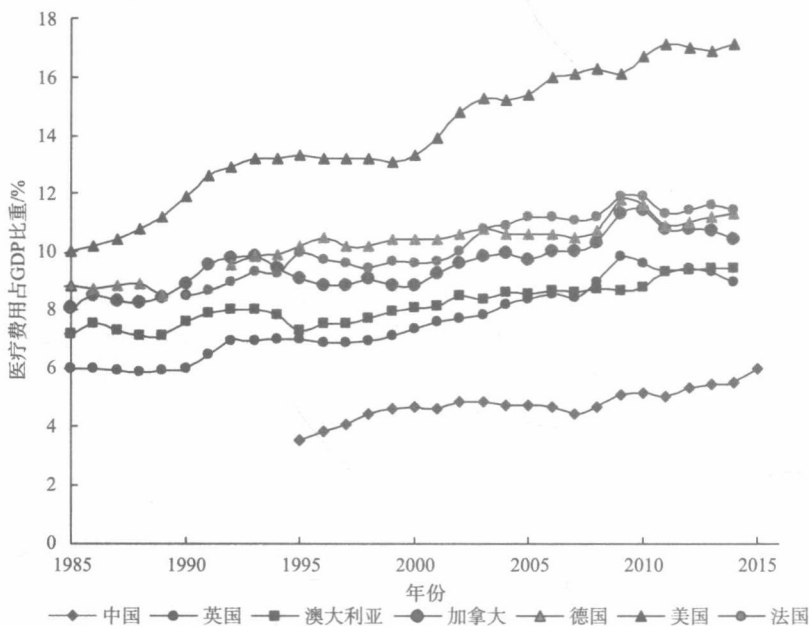


图 1-2 全球主要国家医疗费用支出占 GDP 比重对比

中国是目前世界上最大的发展中国家,相比欧美发达国家,医疗卫生资源总量不足、质量不高、投入有限等问题突出,公共卫生资源仅占世界总公共卫生资源的 2%,却用以满足我国 13 亿多人口(约占世界总人口 18%)的医疗卫生服务需求。《2017 年我国卫生和计划生育事业发展统计公报》<sup>[5]</sup>数据显示,我国的医疗需求规模逐年攀升:2017 年全国就诊人次为 81.8 亿人次,相比 2013 年,增长了 11.9%(图 1-3);2017 年住院人数为 2.4436 亿人,相比 2013 年,增长了 27.2%(图 1-4);每千人口医疗卫生机构床位数仅 5.72 张,每

千人口执业(助理)医师 2.44 人, 每千人口注册护士 2.74 人, 而每万人口全科医生仅 1.82 人。近年来, 国家卫生投入实现跨越式增长, 初步估计, 2017 年全国财政医疗卫生支出 1.55 万亿元, 相比 2016 年增长 11.6%, 但占 GDP 比重仅为 6.2%, 人均卫生总费用约 500 美元, 相比欧美等发达国家存在很大差距, 医疗健康资源供给严重不足。同时, 我国医疗健康资源配置严重失衡, 这主要表现在医疗健康资源区域间配置失衡和区域内配置失衡上。医疗健康资源, 特别是优质医疗健康资源集中在经济发达地区, 尤其是大城市, 绝大部分高水平医生又集中在三级医院, 经济欠发达地区和农村地区医疗健康资源明显不足, 社区门诊机构严重缺乏受到居民认可的医生, 致使大量常见病、多发病门诊和住院集中在三级医院, 大医院人满为患, “看病难” “看病贵”, 社区门诊机构却门可罗雀, 这已成为全国普遍现象。为此, 卫生行政部门提出“建立分级诊疗体系”以应对解决“看病难”和“看病贵”的问题。然而, 由于我国现行政治垄断的医疗体系以及与之配套的行政等级

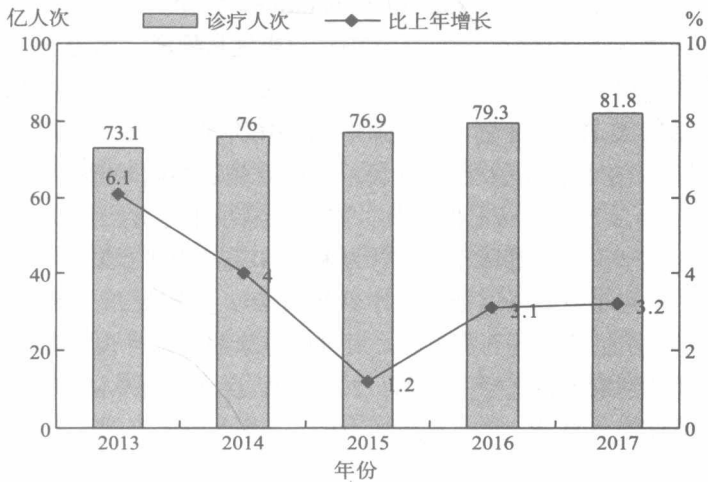


图 1-3 全国医疗卫生机构门诊量及增长速度

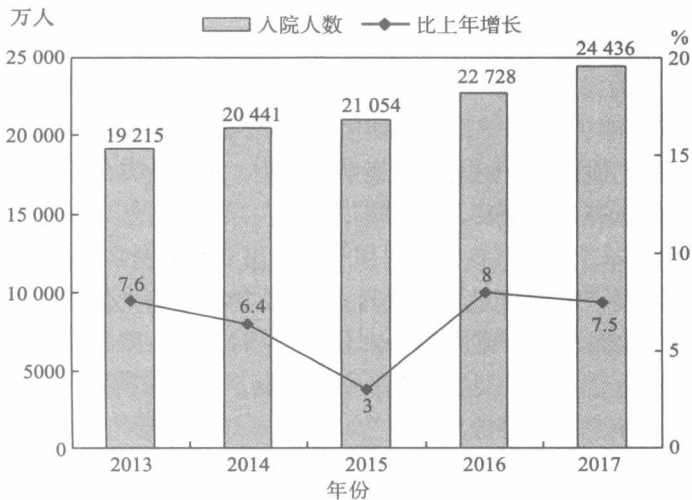


图 1-4 全国医疗卫生机构住院量及增长速度

制医疗体制,导致分级诊疗体系难以形成,因此发展新型医疗服务模式,特别是依托信息技术产生的新型医疗服务模式为中国医疗卫生服务模式的改革与发展提供了一个全新的视角<sup>[6]</sup>，“智慧医疗”应运而生。

智慧医疗是依靠物联网、大数据、云计算、移动互联网等核心技术,通过远程医疗、移动医疗、分级诊疗、精准医学、人工智能等方式,从而增加有效供给、优化资源配置、提升医疗效率和降低医疗成本。国外智慧医疗起步较早,从20世纪90年代初,美国就开始了第1代的区域卫生信息化建设,并于1991年首次提出了物联网概念;到了90年代中期,整合型的医疗卫生服务网已经遍布美国每一个城市;2000年开始了第2轮的区域卫生信息化建设;2004年,美国逐步出台国家政策,成立了专门的国家医疗信息技术协调办公室(the Office of the National Coordinator for Health Information Technology, ONCHIT)负责全国的区域卫生信息化统筹工作,成功地实现医疗健康数据共享。2004年2月,美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)采取大量实际行动促进无线射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)的实施与推广,加强RFID技术在药物运输、销售、防伪、追踪等应用;同年,日本信息通信产业提出IT发展“u-Japan”战略;2005年,新加坡提出“I-Hub”计划,欧盟确定“I2010”规划;2006年韩国确立“u-Korea”战略,提出建立无所不在的智能型社会,让民众在医疗领域能随时随地享有智慧服务。2008年底,IBM提出进一步建设“智慧医疗”,把物联网技术充分应用到医疗领域中,实现医疗的信息互联、共享协作、临床创新、诊断科学和公共卫生预防等。2009年,美国、欧盟、日本、中东地区等开始涉及智慧医疗。2014年,美国发布《Medicare 远程医疗评价法案》,将远程医疗服务扩展到都市区,对家庭健康服务实行报销;《远程医疗增加法案》扩大医疗补助计划对远程医疗的报销;2015年,美国颁布 MACRA 法律,构建以质量服务为导向的医疗支付系统;“互联网+”医疗已基本覆盖美国医疗服务各个环节,并已开展针对特定病种的远程诊断服务<sup>[7]</sup>。

作为发展智慧城市和实践“健康中国”的重要组成部分,党中央国务院以及有关部门发布了一系列主题为“智慧医疗”或与之相关的文件,在政策上多维度支持智慧医疗发展<sup>[8]</sup>:2011年,《基层医疗卫生机构管理信息系统建设项目指导意见》就提出逐步建成覆盖城乡基层医疗卫生机构的信息系统,建立动态更新的电子健康档案,实现与电子病历的互联互通;2012年,卫生部(现“国家卫生健康委员会”)发布《“健康中国2020”战略研究报告》,推出611亿元预算的全民电子健康系统工程;2014年8月,国家发改委发布《促进智慧城市健康发展的指导意见》,提出推进智慧医疗、远程医疗建设,普及应用电子病历和健康档案;2015年3月,《政府工作报告》提出“互联网+”和健康中国战略;同年7月,国务院发布《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》,提出推广在线医疗卫生新模式,促进智慧健康养老产业发展;2016年6月,国务院发布《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》,将医疗大数据正式纳入国家发展,指出到2020年,要建立国家医疗卫生信息分级开放应用平台,健康医疗大数据产业体系初步形成;7月,中央办公厅发布《国家信息化发展战略纲要》,指出完善人口健康信息体系,推进全国电子健康档案和电子病历数据整合共享,实施健康医疗信息惠民行动;10月,国务院发布《“健康中国2030”规划纲要》,指出要建立信息共享、互联互通机制,整合推进区域

医疗健康资源共享；12月，国务院发布《关于印发“十三五”深化医药卫生体制改革规划的通知》，指出要促进云计算、大数据、物联网、移动互联网等信息技术与健康服务深度融合；2017年1月，国家卫生计生委(简称卫计委)发布《“十三五”全国人口健康信息化发展规划的通知》，提出实施智慧医疗便民惠民工程，在全国选取医院进行试点示范建设；2018年4月，国务院办公厅发布《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》，提出要健全“互联网+医疗健康”服务体系，完善“互联网+医疗健康”支撑体系，加强行业监管和安全保障，积极发展“互联网+医疗健康”，提高医疗健康服务的可及性<sup>[9]</sup>。

在国家政策推行支持下，我国第一家云医院“宁波云医院”于2015年正式上线，建立了首个收集、分析健康数据，进行健康教育、疾病预防，将在线诊治、康复及养老看护合为一体的医疗服务平台<sup>[10]</sup>；2016年6月25日，中国互联网医疗健康产业联盟在浙江乌镇成立，截至2016年底，全国已有36家互联网医院宣布成立<sup>[11]</sup>，以宜昌为代表的部分地区通过建立区域统一平台，实现了区域内信息互联互通，优化了区域内的医疗卫生资源配置<sup>[12]</sup>；河南省人民医院与河南省108家县级医院共同合作，在“互联智慧分级诊疗医学协作体系”中与其他医疗机构实现双向转诊，鼓励医生在休息时间远程会诊，在一定程度上实现了优质医疗健康资源下沉；贵州省建立远程医疗服务体系，县级以上公立医院全部接入了远程医疗专网；常州市与以色列最大的民营健康养老服务企业纳塔力(Natali)签订远程心电监测服务，依托武进人民医院建立Natali-常州远程心电中心，这也是我国首个B2C远程医疗项目<sup>[13]</sup>；可选择的移动医疗APP应用数量已经超过2000款，上海瑞金医院、河南省人民医院等引入“博医帮”，借助其对不在院内的糖尿病患者进行随诊；其他一些主流移动医疗APP如“春雨掌上医生”“好大夫在线”“寻医问药”等也帮助患者不再“一点小病就要去医院”，同时打破了地域限制，有效弥补了我国优质医疗健康资源分布不均衡的问题<sup>[14]</sup>。阿里巴巴、腾讯、百度、中国平安、小米、京东、华为等各大企业也纷纷开始整合医疗健康资源，进行医疗产业战略性布局<sup>[12]</sup>。国内外部分机构和企业对智慧医疗行业的发展进行趋势测算。据美国密歇根州立大学分析预测，2020年全球智慧医疗发展规模将达2200亿美元，占智慧城市市场总规模的14.6%；而据中商情报网分析预测，到2020年，我国智慧医疗投资总规模或将达到1049亿元人民币<sup>[8]</sup>，以医疗物联网和大数据为基础的智慧医疗将在成本控制、效率提高、分级诊疗、精准医疗、健康管理、公共卫生以及医药流通等方面发挥越来越重要的作用，“大数据医疗革命”近在眼前<sup>[15]</sup>。

2008年是大数据拉开帷幕的一年。*Nature*与*Science*相继出版专刊，从互联网技术、互联网经济学、超级计算、环境科学、生物医药等多个方面讨论大数据处理和应用专题<sup>[16,17]</sup>。而自2012年起，医疗健康大数据被多国和地区上升到重要战略资源层面，美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, NIH)于2012年成立了大数据转化知识联盟(big data to knowledge, BD2K)<sup>[18]</sup>，并建立了向研究者开放的医疗健康大数据库，如美国PHYSIONET生物医学数据研究资源网站<sup>[19]</sup>、重症监护室医疗信息数据集MIMIC-III<sup>[20]</sup>，英国临床实践研究数据链<sup>[21]</sup>，中国台湾健康保险研究数据库<sup>[22]</sup>等，这些开放数据资源极大地推动了医疗健康大数据的研究进展。医疗健康大数据文献数量呈现出高速增长态势，其应用研究主要围绕电子病历数据<sup>[23]</sup>、医疗保险数据<sup>[24]</sup>、医学研究大数据和互联网医疗健康大数据<sup>[25]</sup>展开，分析挖掘结果多应用于疾病归因、个性化临床决策支持、疾病预测和医疗服务改进

等方面<sup>[26,27]</sup>。据麦肯锡全球研究院最近的一项研究预测,医疗健康大数据的有效利用,每年可为美国医疗体系创造大于 3000 亿美元的潜在价值,并贡献 0.7% 的年度生产力增长;可为加拿大医疗健康体系节省 100 亿美元的卫生费用,相当于加拿大 2012 年卫生总费用的 5%;在欧洲,政府使用大数据管理改进运作效率,可以节省的资金超过 1000 亿欧元<sup>[28]</sup>。

为建设适应卫生改革与发展需求的信息化体系,提高医疗卫生服务与管理水平,我国国家医疗数据中心于 2015 年 5 月 26 日在北京大学医学部建立。该中心通过规范、指导医院基础数据,逐步将临床数据和基础标本资源库有效衔接,最终实现精准医疗;将数据分析结果与基层数据提供单位实现数据共享;借助有效数据信息,改变政府行政模式,使管理更科学、更有效。北京邮电大学与空军总医院联合建立百万人群队列平台,研发了基于健康数据的分析预测模型,主要应用于慢性病的辅助决策诊疗系统;并设计了“生命信息保险箱”,用户可自主上传自己的健康数据,采用 OCR 技术识别体检报告,形成属于居民个体的电子健康数据。我国首家“肿瘤精准医学大数据中心”也于 2016 年 1 月 15 日在天津落成,该中心将致力于开发覆盖全国的精准医疗大数据平台,最终建立包含生物样本库、组学数据、临床数据、随访数据、知识库、文献库在内的“肿瘤精准医疗联盟”,通过精准化诊治,最大限度地提高肿瘤治疗的疗效<sup>[14]</sup>。

目前国内外面向管理和决策的大数据研究与应用正在逐步兴起<sup>[29]</sup>。从美国亚利桑那州立大学 Smith-Daniels 等<sup>[30]</sup>、Jack 和 Powers<sup>[31]</sup>对医疗健康资源优化配置研究的综述,以及近期 Shi 等<sup>[32]</sup>对既往文献的分析来看,医疗健康资源优化配置研究大多数利用管理理论聚焦于各个单体医疗机构内的局部性问题,远远没有达到系统层面的管理优化设计,这样的管理方式已经不能应对智慧医疗健康下的全社会医疗健康资源管理问题。早在 2005 年,美国学者 Simpson 等<sup>[33]</sup>利用美国卫生保健库的医疗费用调查数据和全国住院患者样本数据,分析了来自美国不同收入层级家庭和种族的儿童在保险覆盖面、医疗利用、医疗支出以及医疗质量四方面的差异,发现低收入家庭和黑人儿童需要给予更多的关注,这也是第一篇真正意义上关于医疗健康大数据分析的研究<sup>[27]</sup>;Kauhl 等<sup>[34]</sup>利用德国 AOK 保险公司的用户参保数据,分析出 2 型糖尿病的空间分布及其社会人口统计学风险因素;Gotz 等<sup>[35]</sup>利用风险评估分析方法处理电子健康档案里的相关数据,确定出在患有同种疾病的患者中哪些可能占用较多的医疗健康资源,从而提高患者的治疗效果以及控制成本;美国通过大数据分析,建立预测模型评估再住院风险,部分医院依靠此模型预测准确性可以达到 79%,减少了 30% 的再住院,帮助实现医疗健康资源的最大化利用<sup>[36]</sup>;汤炀和申广浩<sup>[37]</sup>设计和开发了基于大数据思想的医院财务管理与决策系统,提高了医院整体运营工作效率和绩效管理;武汉协和医院与市区八家社区卫生服务中心建立远程遥控联系,通过实时处理管理系统产生的数据并结合历史数据,利用大数据技术分析就诊资源的使用情况,实现机构科学管理,提高医疗卫生服务水平和效率,引导医疗卫生资源科学规划和配置。可以看到,在智慧医疗时代,以大数据为中心、以计算为手段的决策分析与管理新范式正在取代原有范式,为医院管理决策、医疗成本降低、医疗服务运行效率提升和全社会医疗健康资源优化配置带来深远影响。

然而,在大数据背景下,如何解决智慧医疗健康下的全社会医疗健康资源管理问题,



相比传统的资源管理问题面临着更多挑战与困难。首先,医疗健康大数据除具有所有大数据的“4V(Volume、Variety、Value、Velocity)”特征外,还包括不完整性、长期保存性、时间性等医疗领域特有的特征<sup>[38]</sup>,需要依赖先进的现代数据处理手段与方法,才能帮助发现疾病的演变以及治疗相关的机理与规律,帮助健康与医疗服务提供者更好地为需方提供个性化服务,帮助医疗健康资源在全社会有效配置。其次,智慧医疗健康行业需要考虑医疗健康服务的公益性,医疗市场由供方(医疗健康服务系统,区别于医疗系统)、需方(用户与患者)、支付方(政府医疗保险与社会医疗保险)和机构方(政府部门、医联体等)四方组成,在资源优化配置决策中需要考虑机构方和支付政策对供需双方行为模式的影响。因此,需要管理学、临床医学、卫生经济学、计算机科学、数理科学、社会学等多学科多角度的综合交叉,探索出一套数据驱动的健康与医疗健康资源管理的新思路和新方法,以达到全社会的医疗健康资源优化配置,并探索理论创新。

综上所述,智慧医疗健康模式打破了传统医疗格局,突破了传统医疗健康服务在时空范围内的约束,医疗服务机构的重点逐渐由关注疾病转向关注健康,医疗卫生资源不再局限于单体医疗机构内流动。大数据驱动的智慧医疗模式下的全社会医疗健康资源管理研究,以患者为中心,改善医疗服务流程,统筹调动医院“围墙内外”的多维资源,将有限的医疗健康资源为更多人共享,为医疗服务各参与方(供方、需方、支付方、机构方)提供医疗健康大数据服务,以提供公平普适的医疗卫生服务为目标。智慧医疗健康模式蕴含着巨大的商业价值、科学研究价值、社会管理与公共服务价值以及支撑科学决策的价值,不仅具有突出的科学前沿性和重大的战略意义,而且具有巨大的实践价值和鲜明的时代特色。

### 1.1.2 研究意义

在大数据的浪潮下,本书从全社会角度,从需方、供方、支付方和机构方的四方互动关系出发,探讨智慧医疗健康模式下的全社会医疗健康资源管理问题。综合临床医学、循证医学和卫生经济学的多学科理论与方法,拓展决策优化和资源配置等经典管理科学方法与理论体系的应用领域,促进管理科学、信息技术、临床医学、流行病学、地理信息学、生物统计学等多科学的交叉融合创新,力求探索出一套数据驱动的医疗健康服务管理的新思路和新方法。将最新的大数据技术方法应用于医疗健康资源管理中,通过研究成果的实际应用,创新医疗健康资源的服务模式,优化全社会有限医疗健康资源的配置策略,以达到社会效益最大化。因此,本书探讨的大数据驱动下的全社会医疗健康资源管理研究对于丰富医院管理相关理论以及解决当前现有医疗服务管理中的现实问题均具有重要意义。

#### 1.有利于拓展医疗健康资源优化管理理论创新

在资源管理理论应用领域,医疗健康服务业作为一个重要而特殊的行业,其资源的优化配置应结合该行业的自身特点。本书针对医疗健康服务需方、供方、支付方和机构方四方联动的特点以及智慧医疗对健康服务各方的动态影响,综合已有的各种资源管理理论,结合收益管理、不确定决策理论、协同学理论、卫生经济学、医学信息学等多学科理论与