

数字经济 与 大数据技术



张平文

北京大学数学科学学院

2020年7月

一. 中美竞争

二. 数字经济

三. 大数据技术



目录

一. 中美竞争

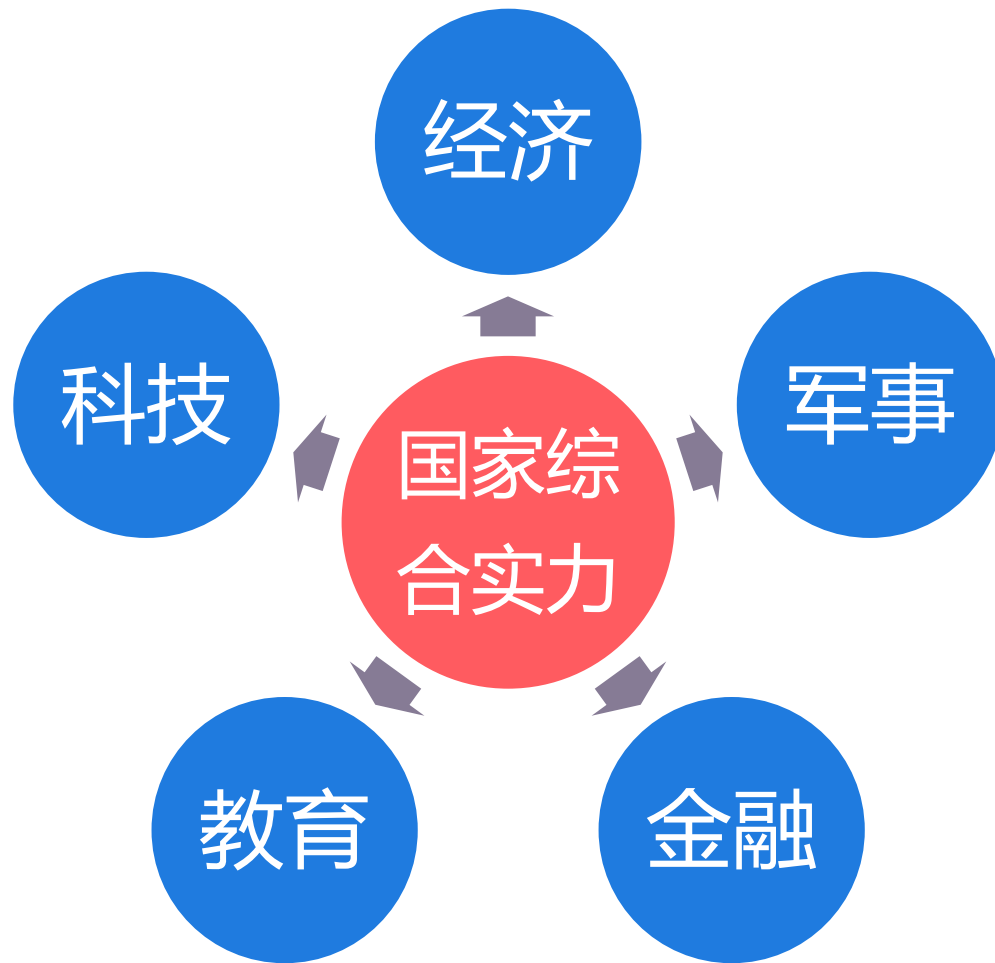
1 中美竞争将是新常态



两国全方位竞争已不可避免，且将持续很长时间，直至新的平衡

一. 中美竞争

2.1 国家综合实力的几个主要维度



一. 中美竞争

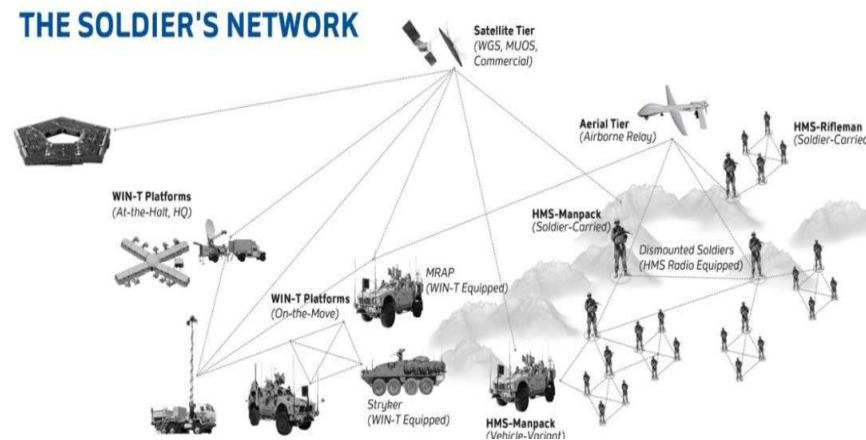
2.2 中美军事对比

- 硬实力

	航母	战斗机	核弹头
美国	11艘	约13000架	约6190枚
中国	2艘	约3100架	约280枚

- 软实力

- 智能化战争、电子战、情报系统



一. 中美竞争

2.3 中美金融对比

- 金融地位

	全球外汇储备		国际支付
	金额	占比	
美元	67500亿美元	60.9%	占比40%
人民币	2177亿美元	1.97%	不到2%

- SWIFT结算系统、纳斯达克指数



一. 中美竞争

2.4 中美教育对比

	Top100大学	国际留学生
美国	48所	120万, 来自全球
中国	2所	49万, 亚非为主

	诺贝尔奖	菲尔兹奖
美国	377位, 占1/3	14人, 占1/4
中国	2位	0人



一. 中美竞争

2.5 中美科技对比

研发支出

美国：全球第1 中国：全球第2

5103亿美元 2378亿美元

科研人员数量

美国：全球第2 中国：全球第1

138万 162万

专利申请

美国：全球第2 中国：全球第1

57840件 58990件

SCI论文发表

美国：全球第1 中国：全球第2

- 近100年来全球重要发明多来自美国：
 - 因特网、计算机、原子弹、飞机、汽车流水线等



一. 中美竞争

2.6 中美两国经济对比

- 主要国家GDP (2019年, GDP单位: 亿美元)

排名	国家	GDP总值	对比美国
1	美国	21.43万	100%
2	中国	14.36万	67.0%
3	日本	5.09万	23.8%
4	德国	3.85万	18.0%
5	印度	2.58万	12.0%

中美两国
遥遥领先

- 人均GDP (2019年)

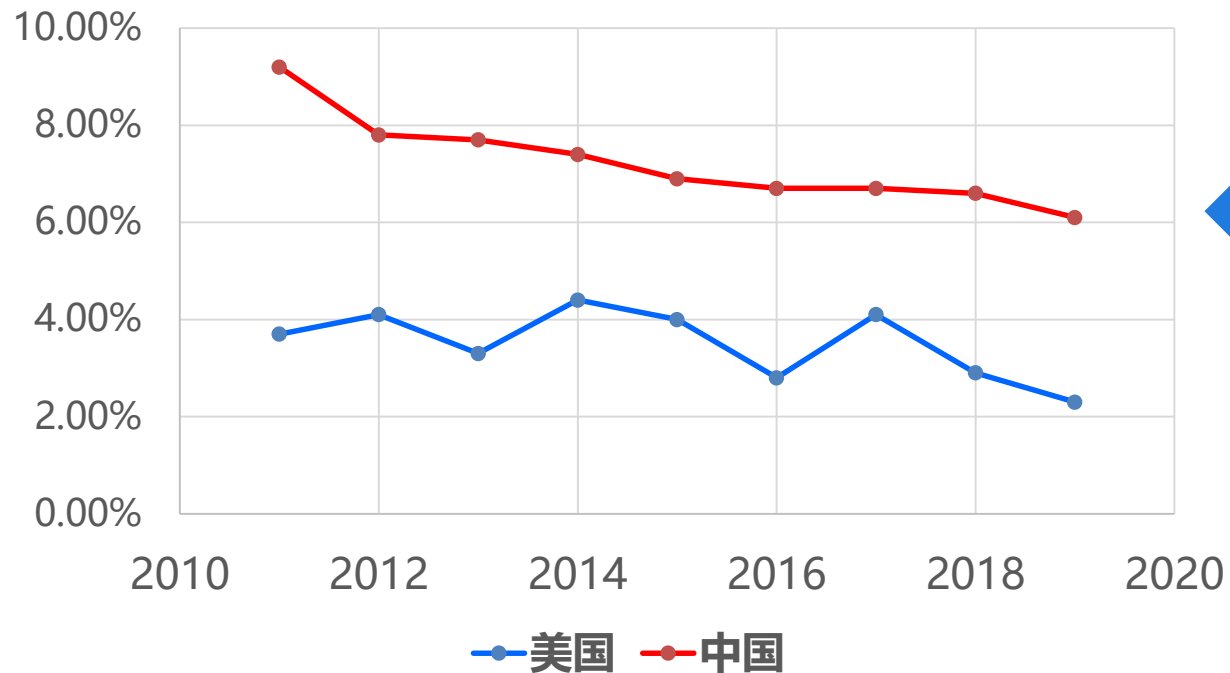
	人均GDP	全球排名
美国	6.38万美元	8
中国	1.01万美元	72

一. 中美竞争

2.7 中美两国经济对比

● 中美两国GDP增长率

近10年中美两国GDP增长率



中国一直
高于美国

一. 中美竞争

2.8 中美两国经济对比

- 世界500强企业 (2019年)
 - 中国共**129**家, 美国共**121**家
 - Top10 企业中, 中国**3**家, 美国**2**家, 日本、德国、英国、荷兰、沙特各1家

排名	公司名称	营收(百万美元)	所属国家
1	沃尔玛	514,405	美国
2	中国石化	414,650	中国
4	中国石油	392,977	中国
5	国家电网	387,056	中国
9	埃克森美孚	290,212	美国

Top10中的
中美企业

一. 中美竞争

2.9 中美两国经济对比

● 世界互联网企业市值Top20 (2019年)

排名	公司名称	市值(亿美元)	所属国家
1	亚马逊	7344.16	美国
2	Alphabet (谷歌)	7234.65	美国
3	腾讯控股	3816.43	中国
4	FaceBook	3767.25	美国
5	阿里巴巴	3525.34	中国
6	NETFLIX	1167.23	美国
7	SALESFORCE	1047.82	美国
8	PAYPAL	990.88	美国
9	BOOKING	797.99	美国
10	雅虎	555.18	美国

排名	公司名称	市值(亿美元)	所属国家
11	百度	552.82	中国
12	WorkDay	351.30	美国
13	Servicenow	319.24	美国
14	网易	309.11	中国
15	美团点评	307.84	中国
16	京东	302.81	中国
17	EQUINIX	283.42	美国
18	eBay	270.27	美国
19	拼多多	248.59	中国
20	SNAP	231.93	美国

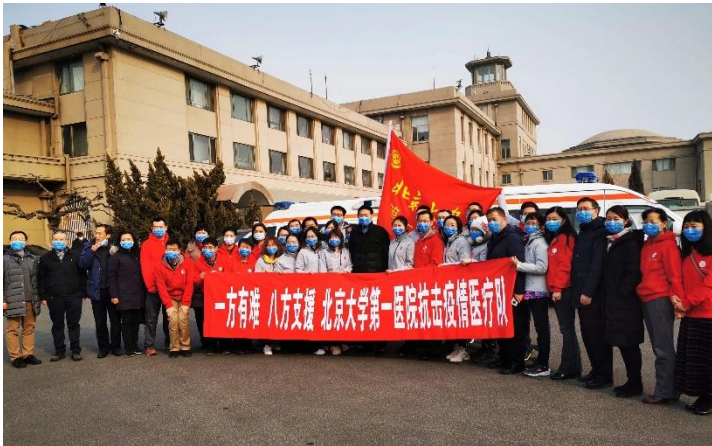
美国**13**家

中国**7**家

一. 中美竞争

3 中美竞争的认识

- 现实：综合实力的5个维度，美国均遥遥领先
 - 粮食、自然环境、矿产资源、国际品牌等美国同样领先
- 我们应树立应对竞争的信心
 - 中国的优点：社会制度、动员能力



中国

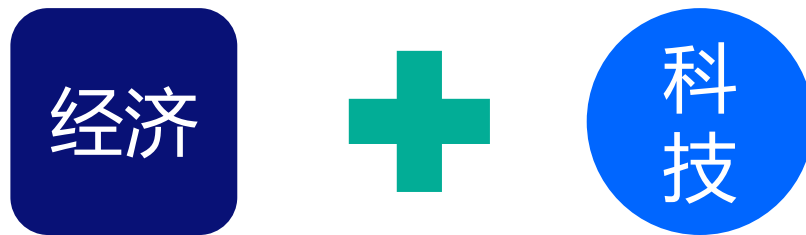


美国

一. 中美竞争

4 如何破局

- 在**经济**与**科技**维度寻求突破
 - 中国相对最接近美国的领域
 - 中国经济有自己的优势（人口、市场）
 - 中国科技有良好的前景（政府支持、学生生源、后发性）

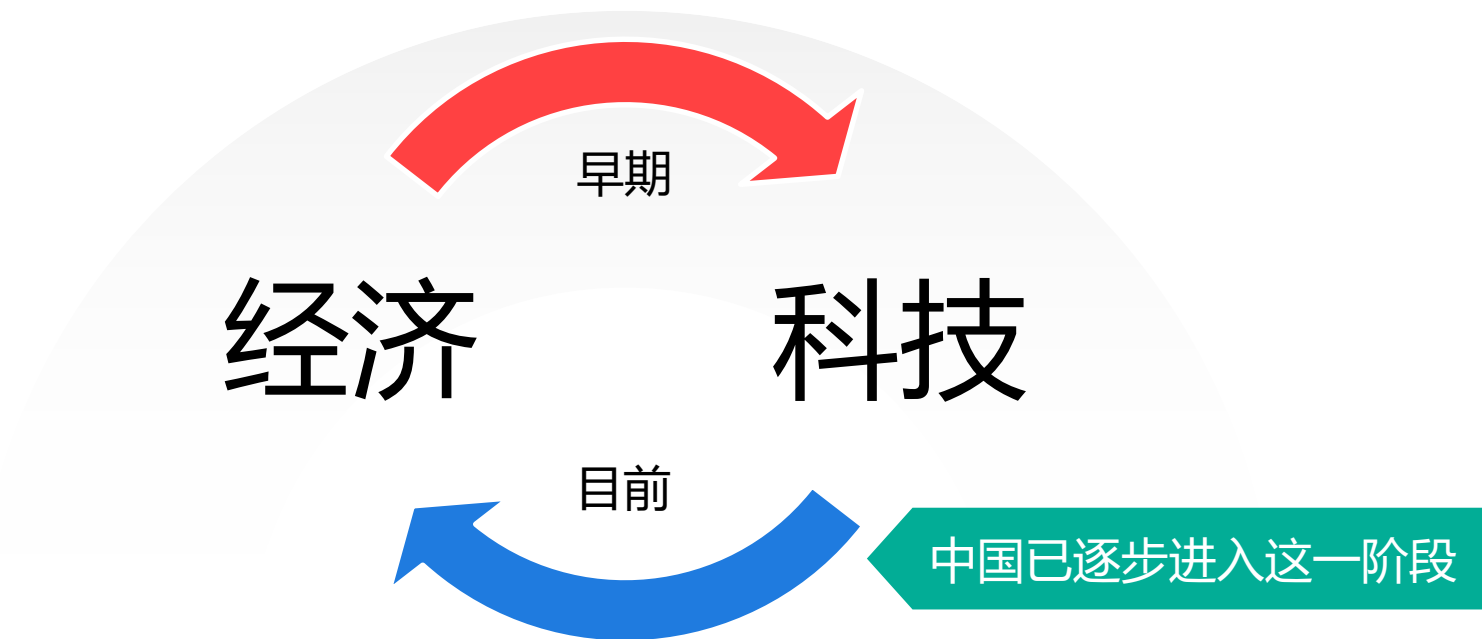


二者的结合，可构成当前中国的
主要突破点

一. 中美竞争

5.1 经济与科技的关系

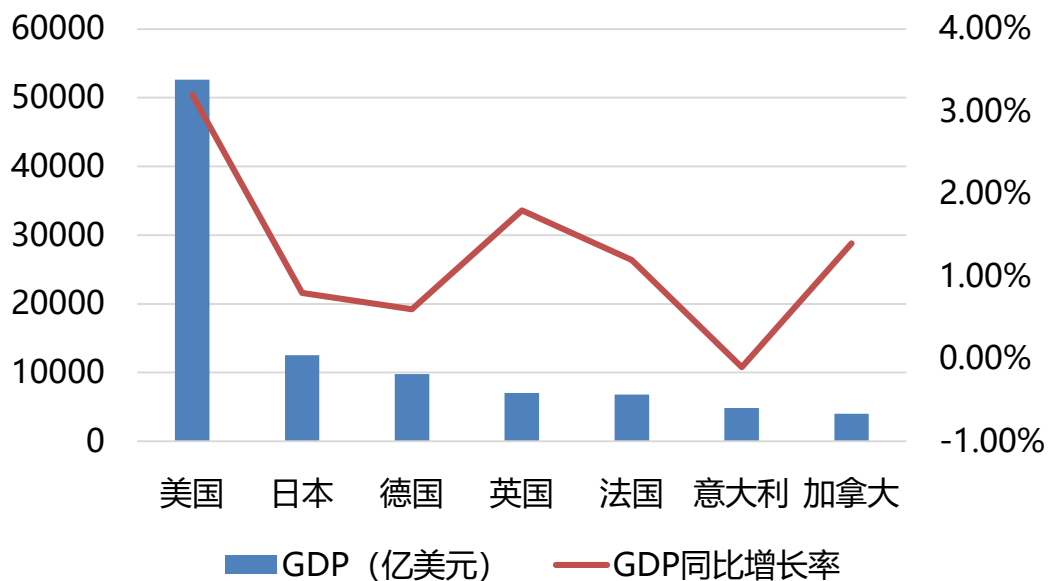
- 经济与科技相互促进，互为因果
 - 早期的中国：依靠人口红利等发展经济，带动科技进步
 - 目前的中国：需要以科技引领经济发展



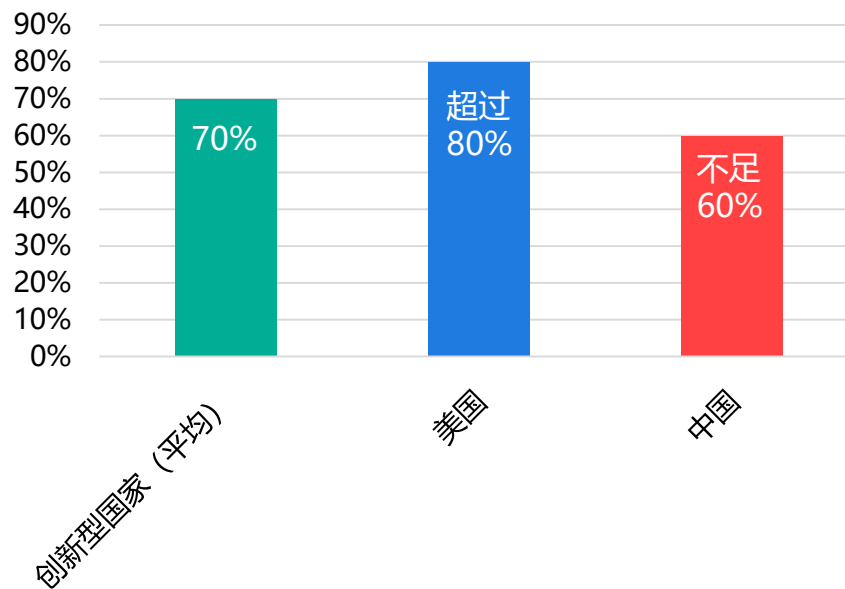
一. 中美竞争

5.2 科技对经济的贡献示例

2019年第一季度G7国家经济情况统计



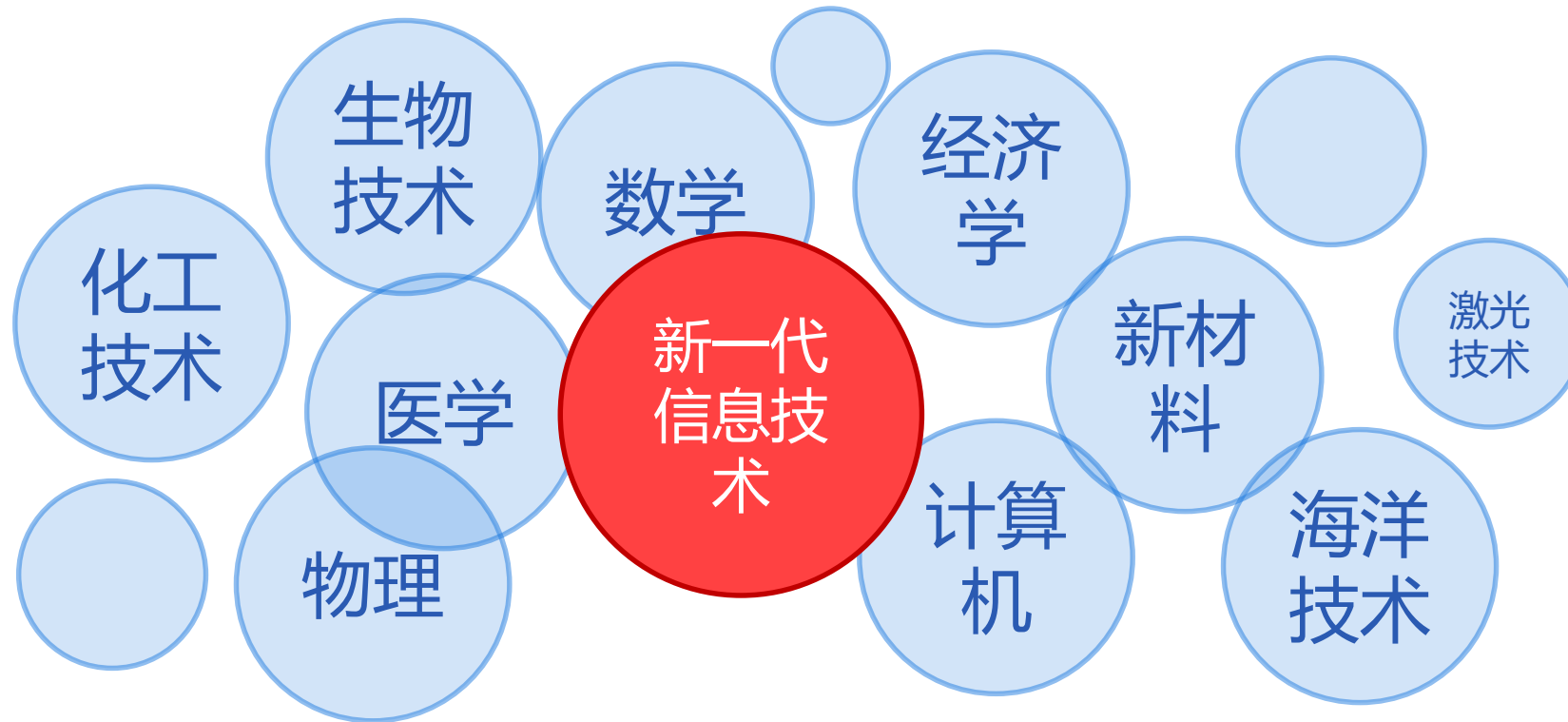
GDP中的科技进步贡献率



美国以数倍于G7其他国家的经济体量，其增长率依然保持领先

一. 中美竞争

6.1 科技领域的选择

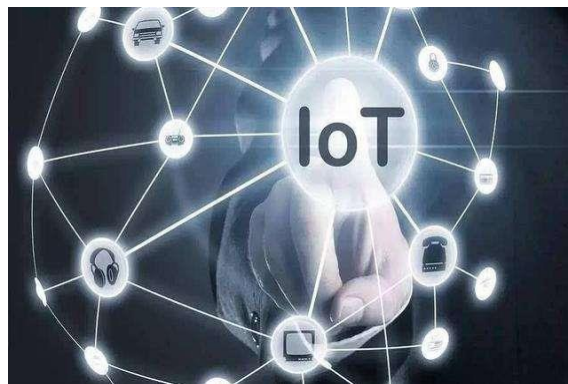
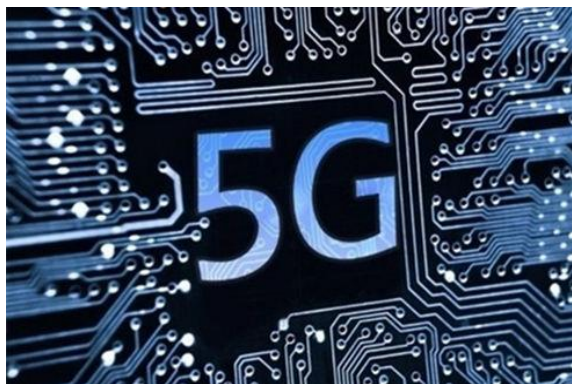


- **新一代信息技术**是能够对经济产生**最快、最大影响**的领域
- **新一代信息技术**是**新兴领域**，各国同时起跑

一. 中美竞争

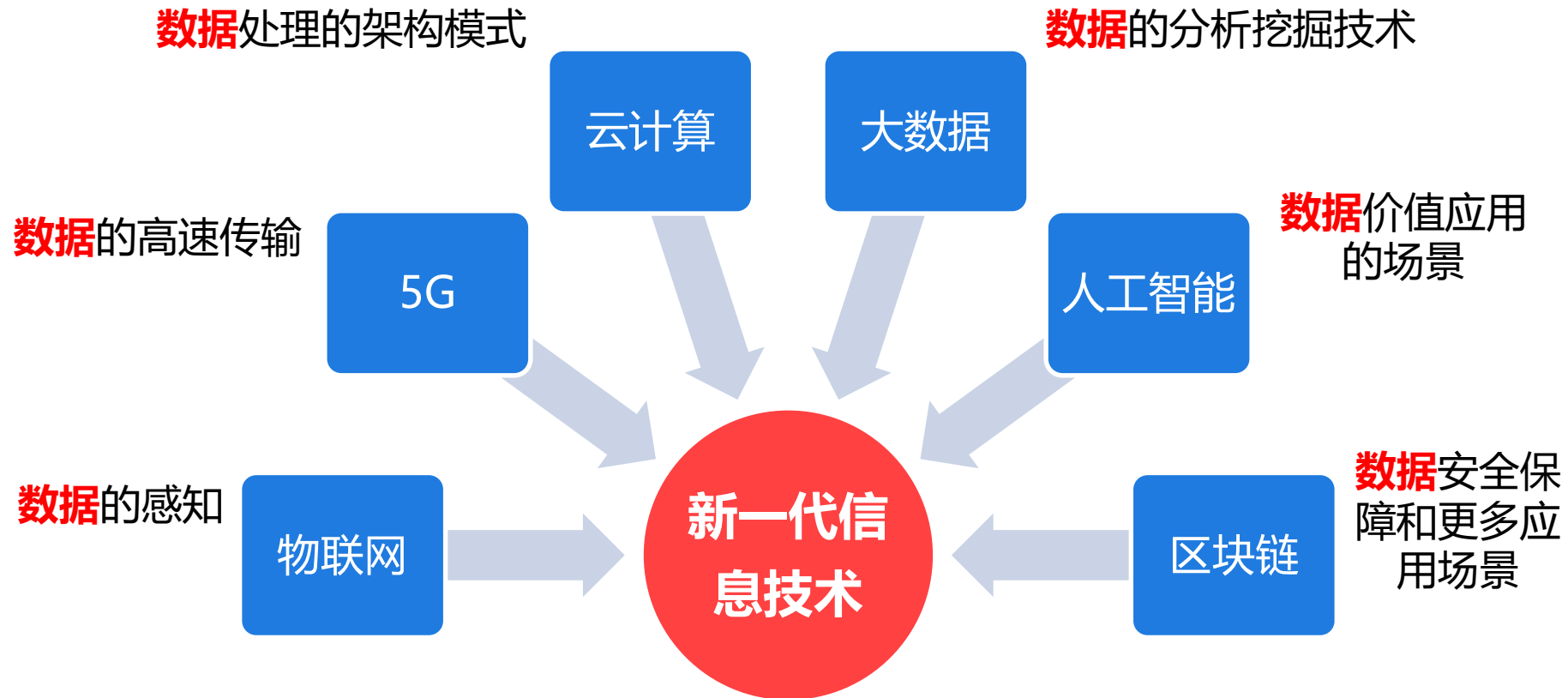
6.2 新一代信息技术含义

- 5G、物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等的**融合**



一. 中美竞争

6.3 新一代信息技术内涵

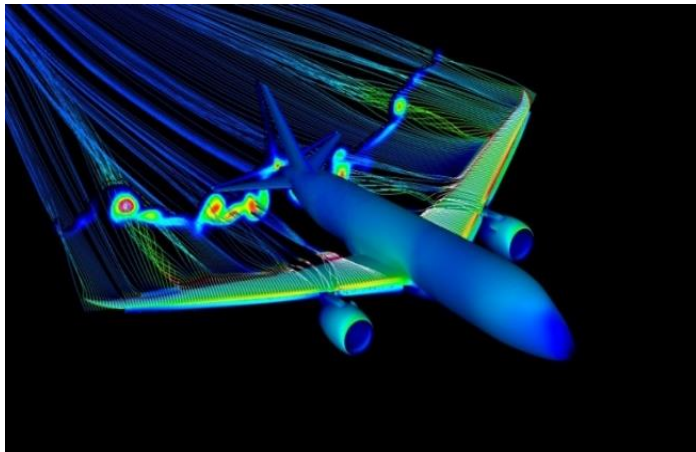


一. 中美竞争

6.4 新一代信息技术应用



社会治理



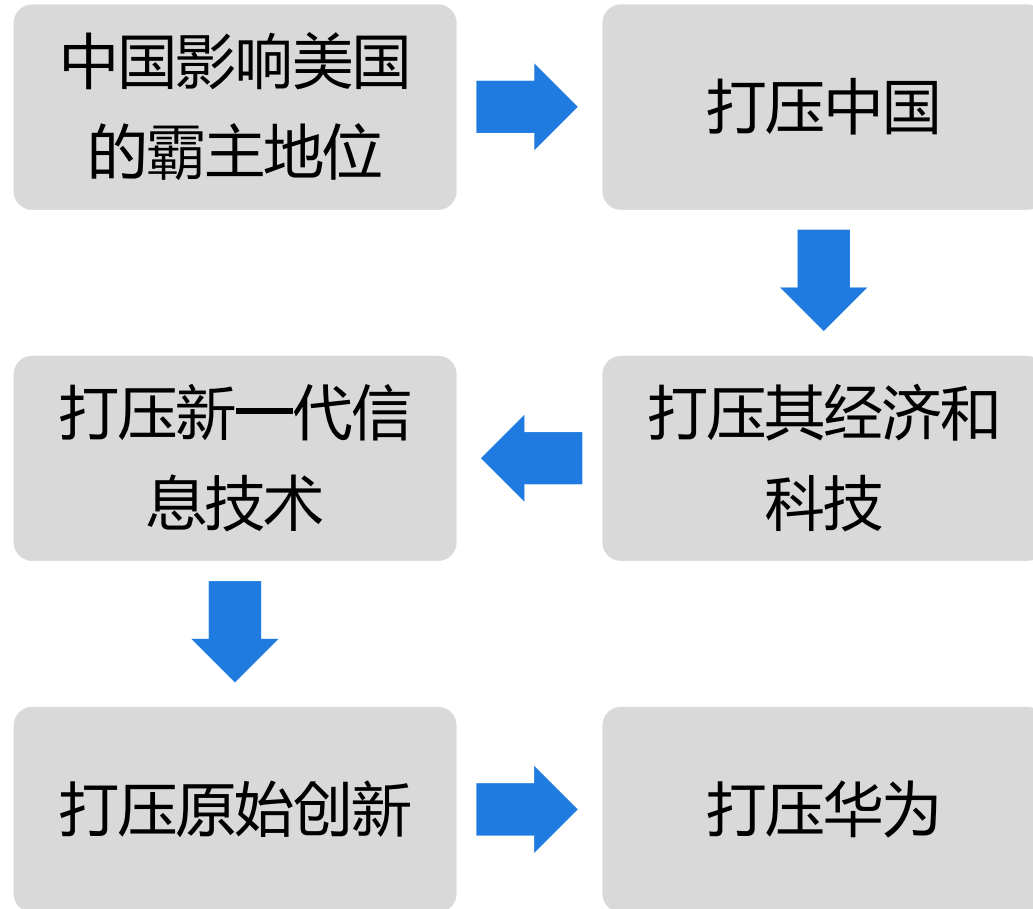
工业制造



团购&外卖

一. 中美竞争

7.1 美国为什么打压华为?



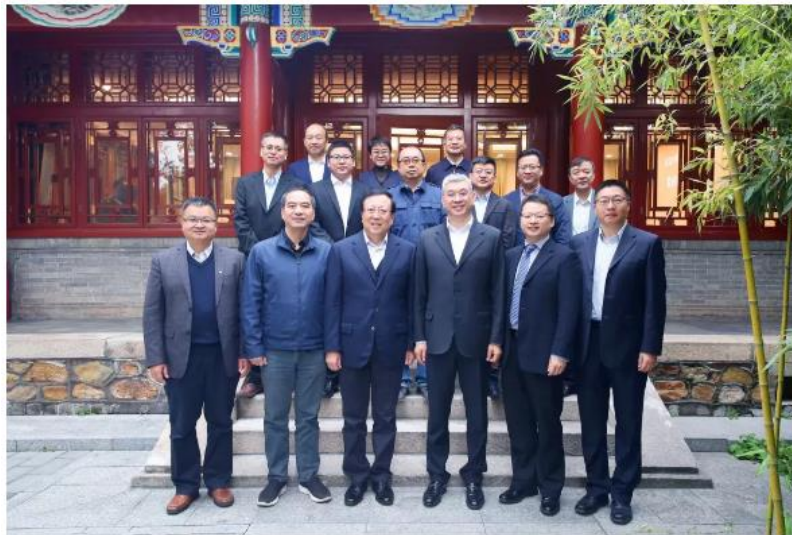
华为是中国企业原始创新的排头兵

华为的命运其实是国家命运的一部分

一. 中美竞争

7.2 数学助力华为的原始创新

- 2G到4G的融合算法、5G的研发
- 华为高度重视数学
 - 任正非在一次采访中27次提到数学（2019.5）
 - 华为在多个国家建立数学研究所



**北大-华为
数学联合实验室成立**

一. 中美竞争

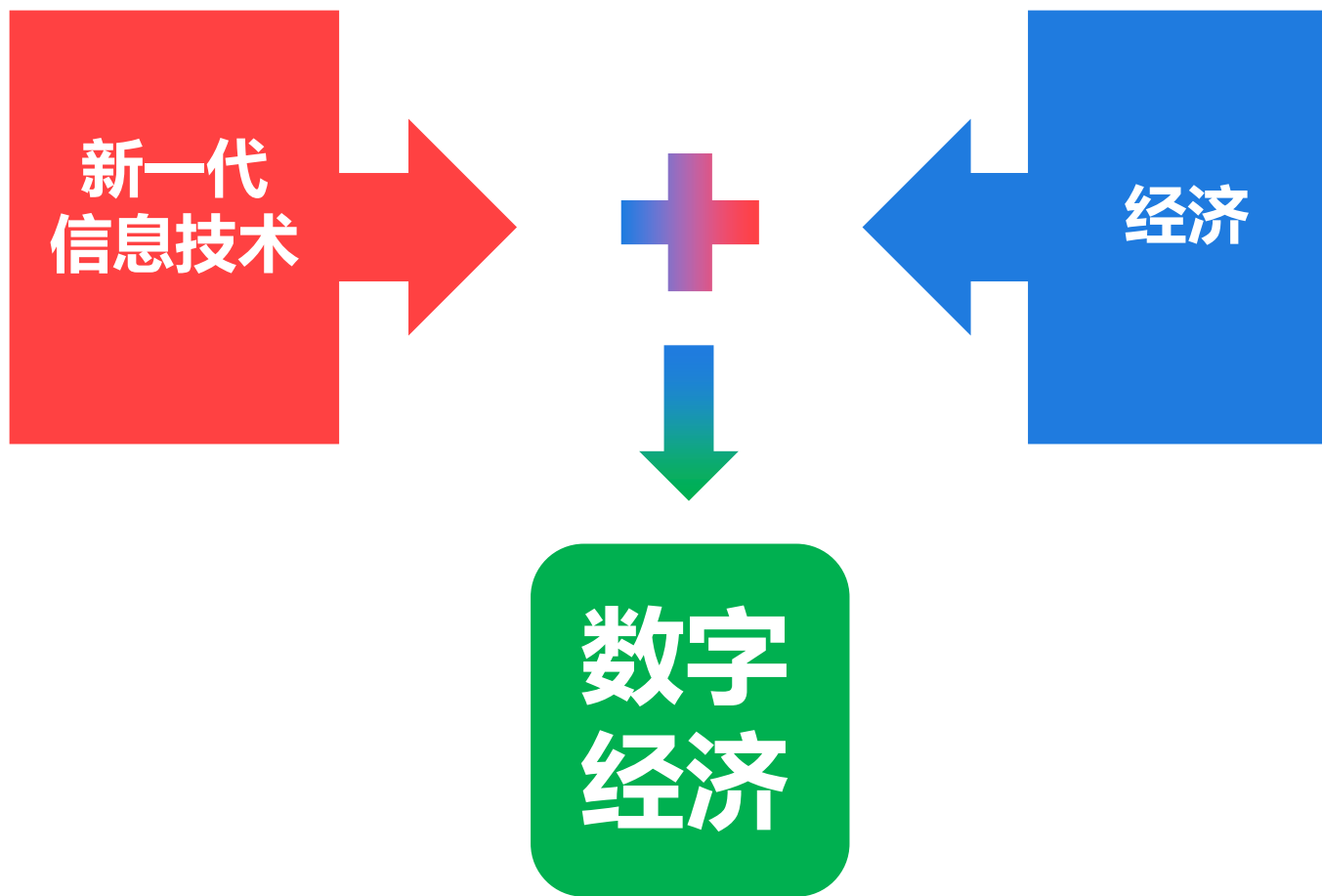
7.3 其他若干企业的创新

- 多为模式创新，易复制，易受限
 - 百度的搜索及竞价
 - 滴滴的顺风车
- 有赖于国内政策的保护



一. 中美竞争

8 新一代信息技术与经济的融合



一. 中美竞争

小结

- 中美竞争是新常态，我们应树立信心
- 新一代信息技术是经济发展的新引擎，二者的融合产生了数字经济



一. 中美竞争

二. 数字经济

三. 大数据技术



目录

二. 数字经济

1.1 数字经济成为全球竞争新高地



二. 数字经济

1.2 数字经济成为全球竞争新高地

2015年12月，第二届世界互联网大会

习近平总书记**首次在世界范围内**，对数字经济发展发表重要论述，指出：将推进“数字中国”建设，促进世界范围内投资和贸易发展，推动全球数字经济发展。

2016年10月，中共中央政治局进行第36次集体学习

习近平总书记提出：“**加快传统产业数字化、智能化，要做大做强数字经济，拓展经济发展新空间。**”

2017年12月，中共中央政治局第二次集体学习

习近平总书记指出，**要加快发展数字经济，推动实体经济和数字经济融合发展。**

二. 数字经济

1.3 数字经济成为全球竞争新高地

2018年4月，全国
网络安全和信息化
工作会议

习近平总书记强调：“**要**
发展数字经济，加快推动
数字产业化。”

2019年10月，中
国国际数字经济博
览会

习近平总书记发贺信强调：
“**中国正积极推进数字产业**
化、产业数字化，引导数字
经济和实体经济深度融合，
推动经济高质量发展。”

2020年4月1日，
浙江考察

习近平总书记再次强调，**要**
善于化危为机，抓住产业数
字化、数字产业化赋予的机
遇，抓紧布局数字经济。

二. 数字经济

2 数字经济的定义

数字经济是指使用数字化的**知识和信息**作为关键生产要素，以**现代信息网络**作为重要载体，以**信息通信技术**的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动。

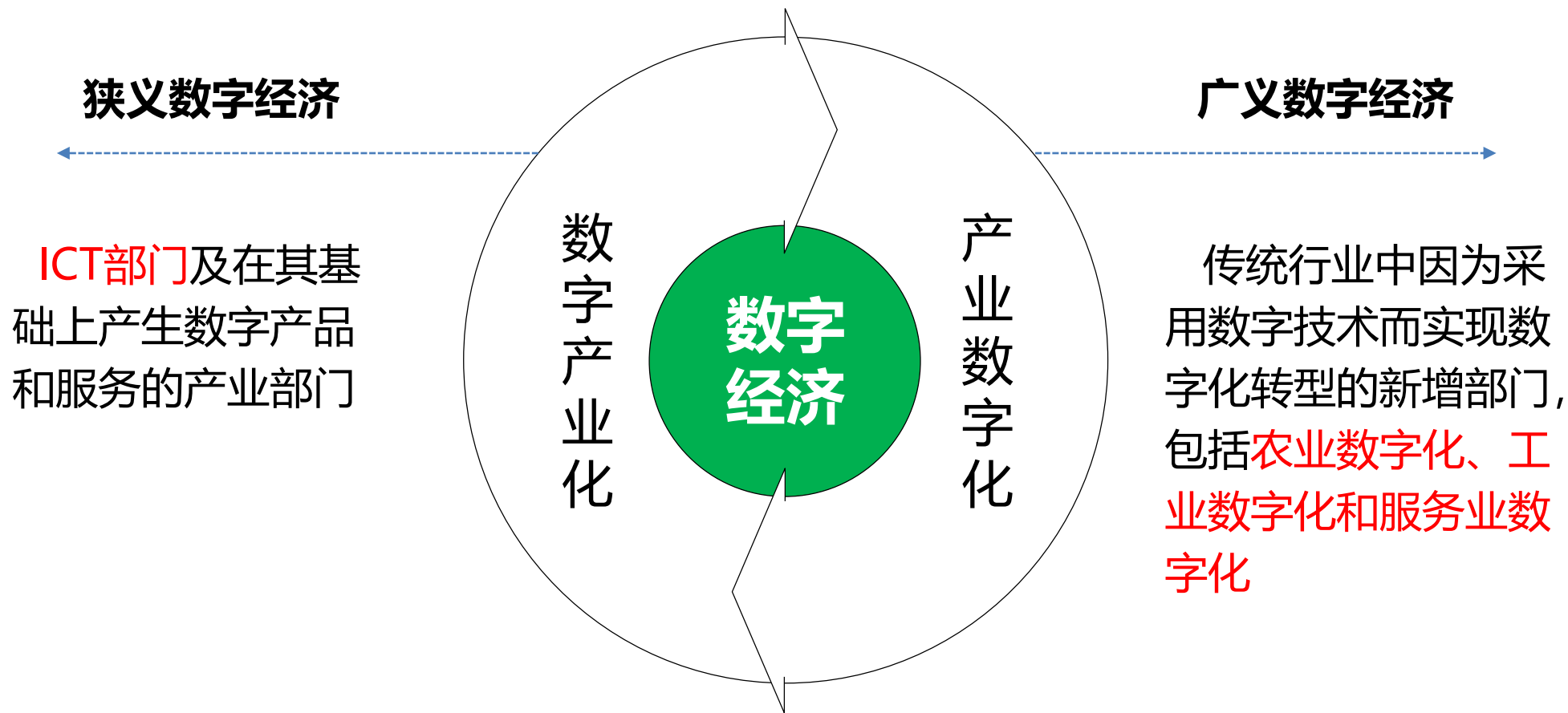
——《G20数字经济发展与合作倡议》

“数字技术与产业的融合”

数据是要素，网络是载体，融合转型是动力

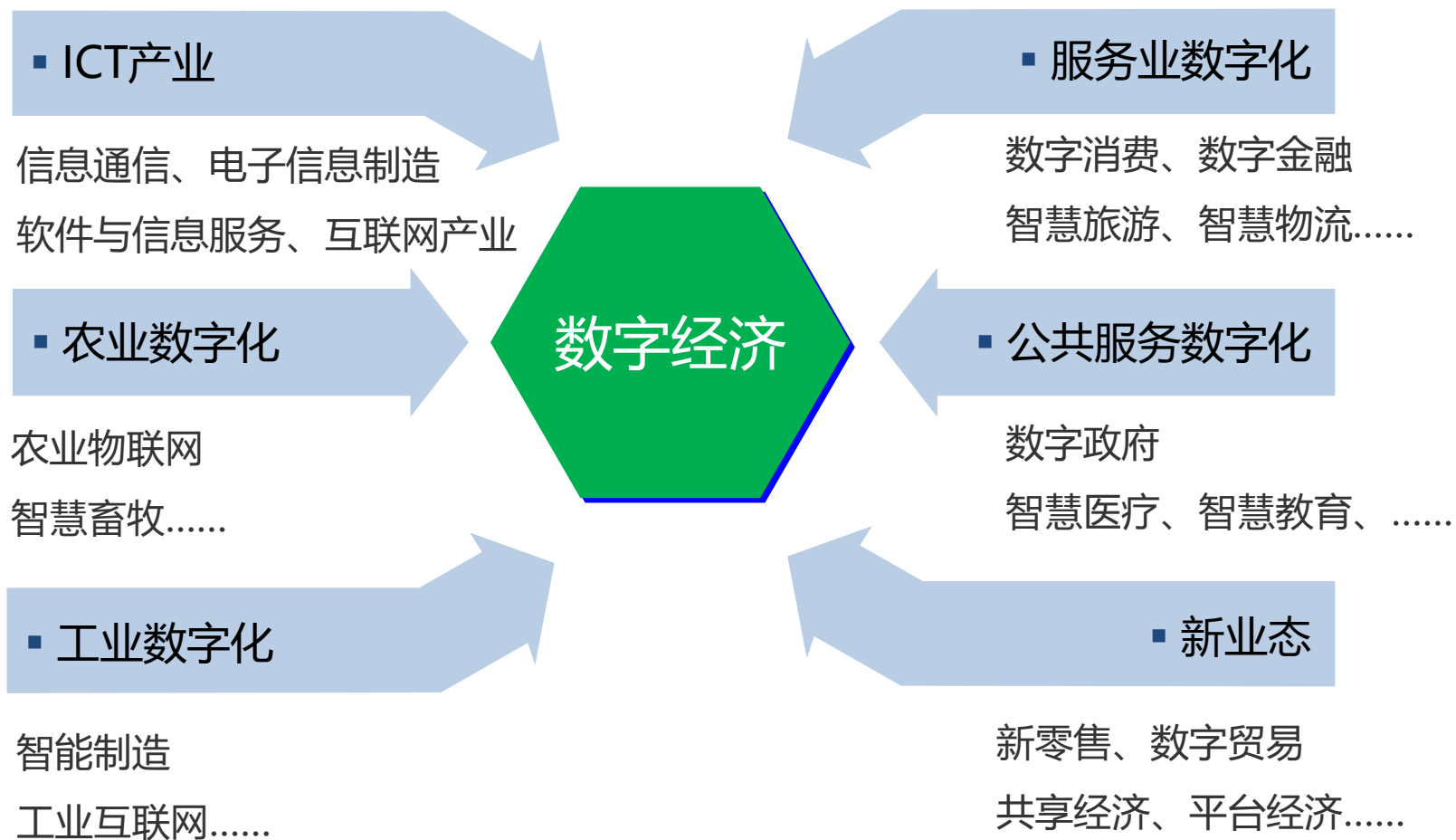
二. 数字经济

3 数字经济的内涵



二. 数字经济

4 数字经济的发展业态



二. 数字经济

5.1 数字经济的发展特征

农业经济时代



土地



劳动力

工业经济时代

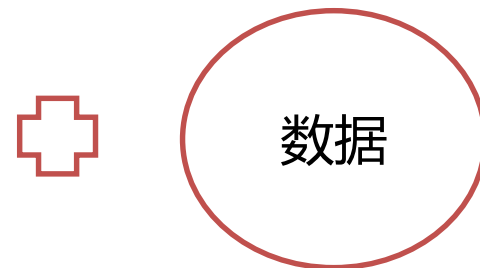


技术



资本

数字经济时代



数据

数字经济是继农业经济、工业经济之后的更高级经济阶段

二. 数字经济

5.2 数字经济的发展特征

- 数据成为新的关键生产要素

健全劳动、资本、土地、知识、技术、管理、**数据等生产要素**由市场

评价贡献、按贡献决定报酬的机制 ”

——《中共中央关于坚持和完善中国特色社会主义制度 推进国家治理体系和治理能力现代化若干重大问题的决定》（2019年10月31日中央十九届四中全会通过）

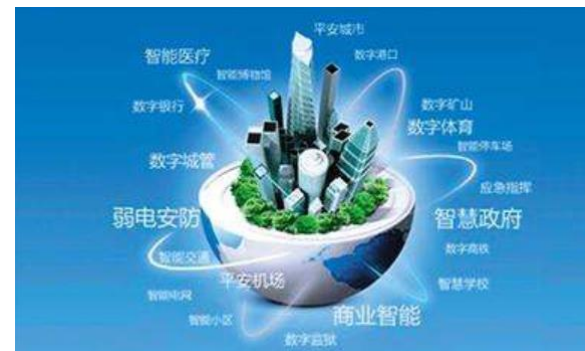
数据的重要性已等同于土地或资本等其他要素

且具备可获取报酬的经济价值

二. 数字经济

5.4 数字经济的发展特征

- 产业融合是数字经济发展的主引擎
 - 数字经济+传统产业
 - 生产方式融合、产品融合、服务融合、竞争规则融合以及产业融合
- 多元共治成为数字经济的核心治理方式
 - 政府、平台、企业、用户、消费者



二. 数字经济

6.1 数字经济发展的基础 — 数据

中共中央 国务院

关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见

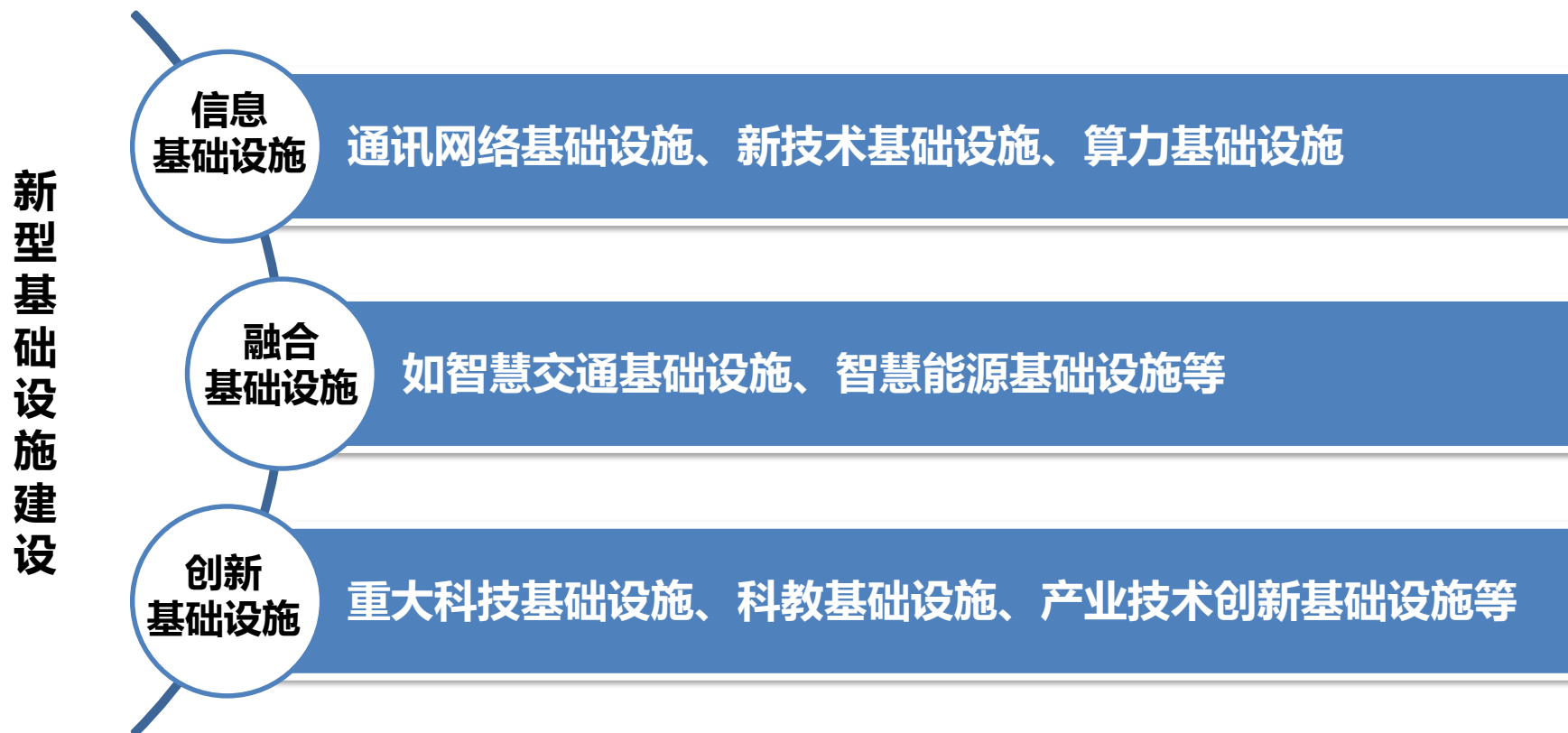
(2020年3月30日)

“加快培育数据要素市场”



二. 数字经济

6.2 数字经济发展的基础 — 新型基础设施



新型基础设施面向高质量发展需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。

二. 数字经济

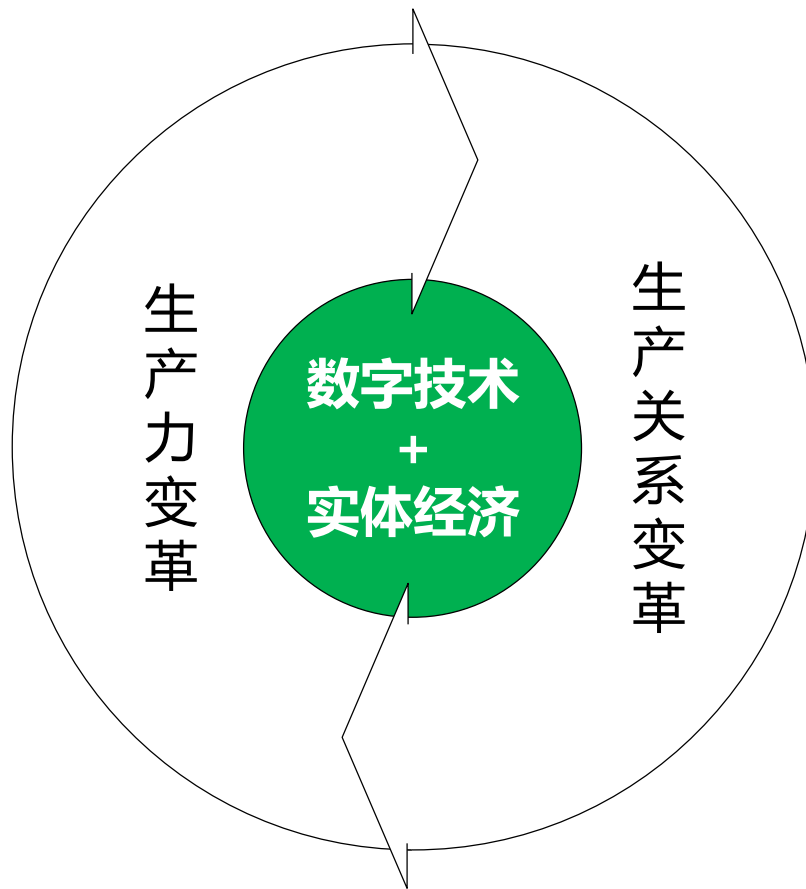
6.3 数字经济发展的基础 — 数字技术

数字生产力

劳动者：人机智能融合

劳动工具：数字化、智能化工具

劳动对象：数据、信息、知识



新型生产关系

交换：全社会

分配：按价值

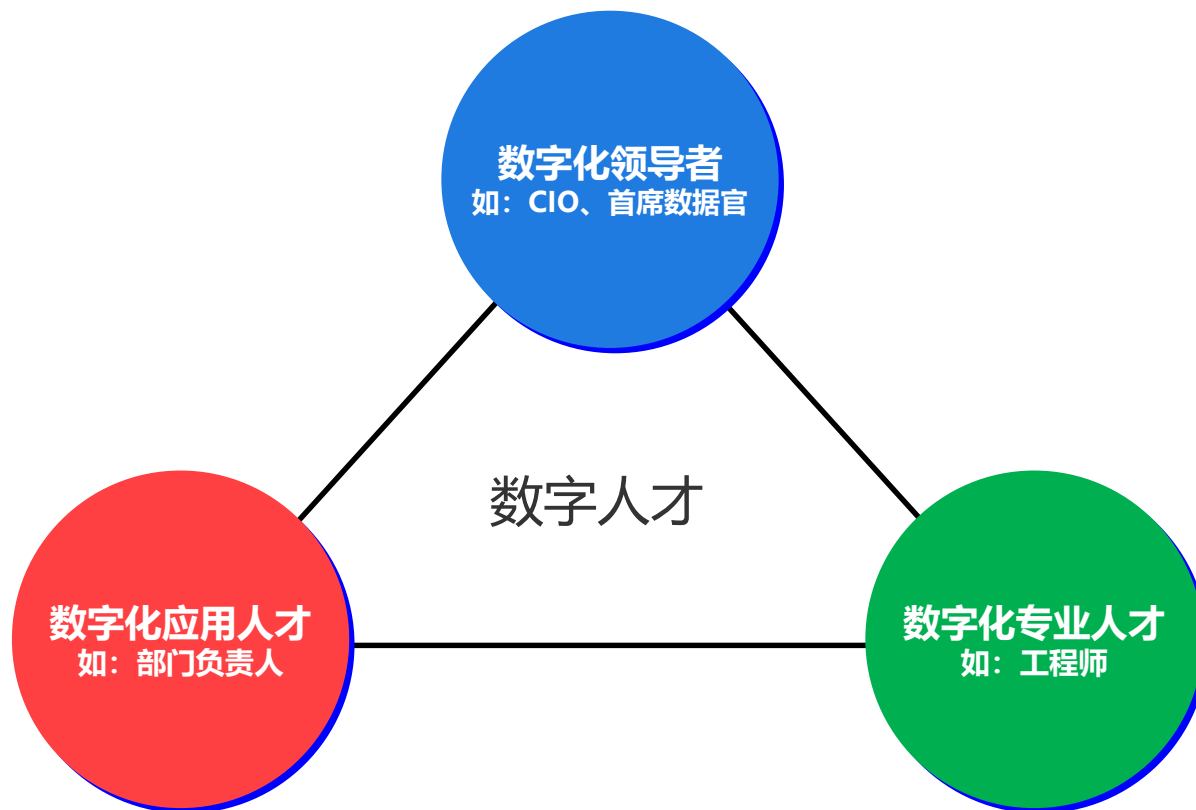
消费：消费引导生产

关系：协作

新一代信息技术的发展加速了生产力、生产关系的变革

二. 数字经济

6.4 数字经济发展的基础 — 数字人才

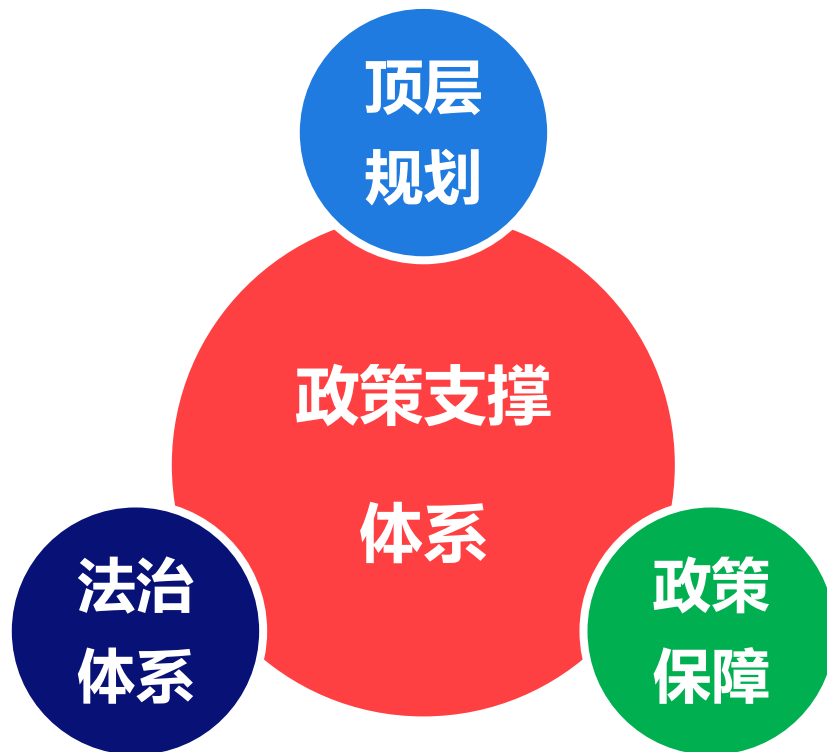


“2019年跟2015年对比，人工智能和大数据整体的人才需求量增加了11倍，**目前**大数据有150万的人才缺口。”

——猎聘网副总裁朱海英

二. 数字经济

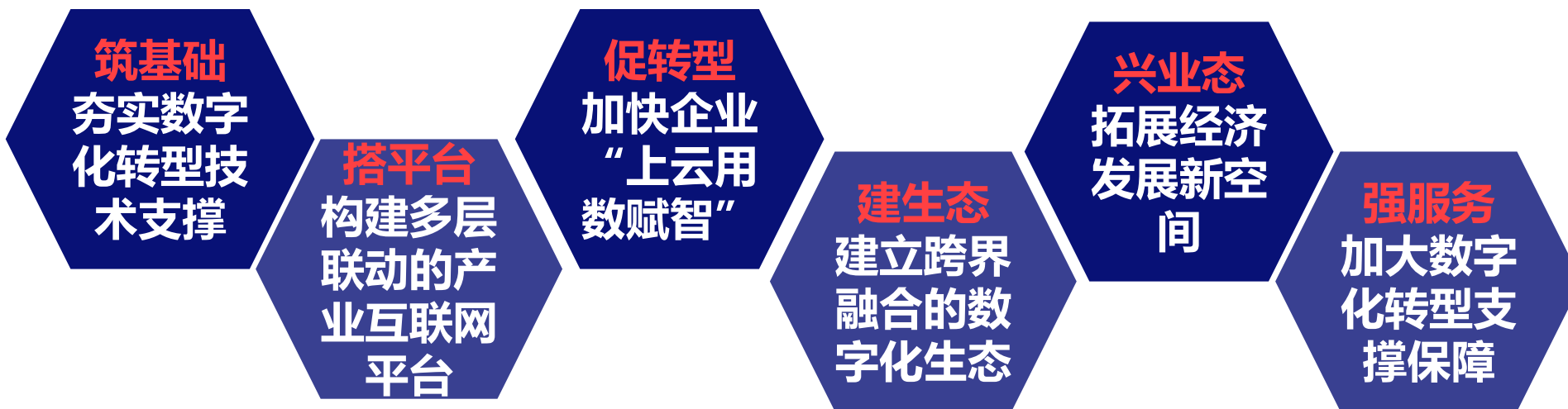
6.5 数字经济发展的基础 — 政策支撑体系



数字经济的发展需要政府全方位的推动

二. 数字经济

7.1 数字经济发展的关键 — 数字化转型



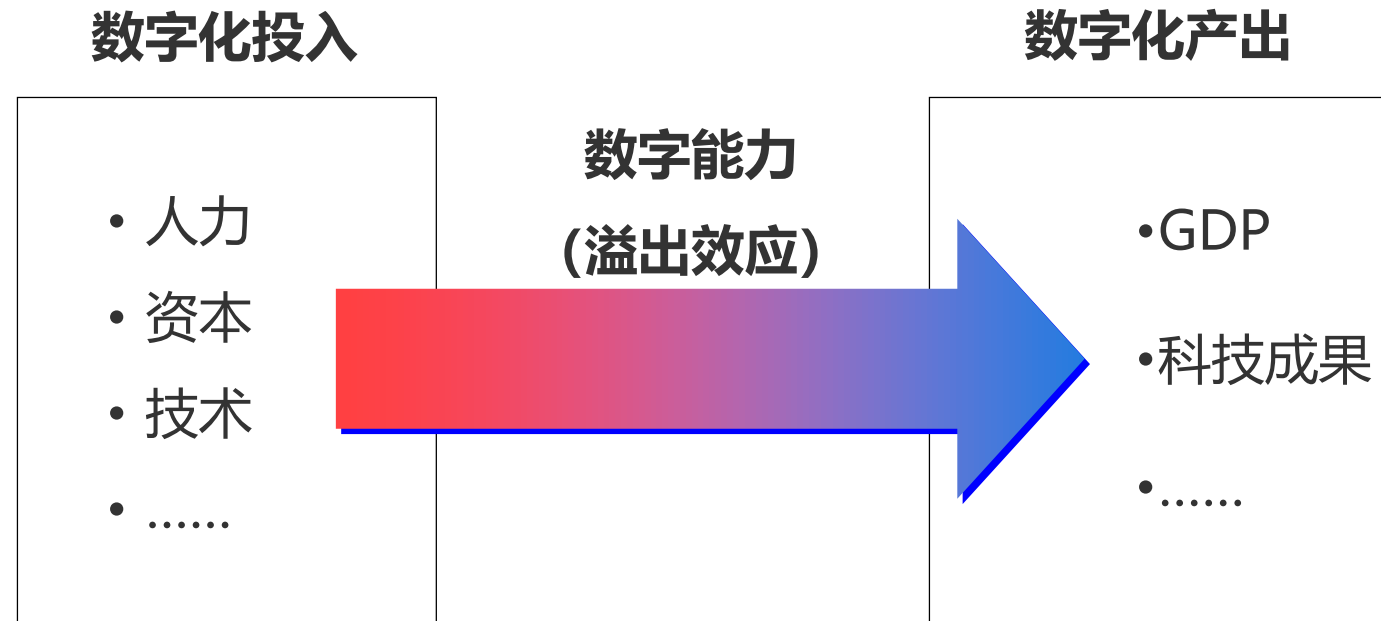
打造数据供应链，形成产业链上下游和跨行业融合的数字化生态体系

— 《关于推进“上云用数赋智”行动 培育新经济发展实施方案》

国家发改委、中央网信办

二. 数字经济

7.2 数字经济发展的关键 — 提升数字能力



数字能力取决于区域和行业的禀赋结构，不同地区、不同行业的产出效率是不同的

提升数字能力是发展数字经济的关键

二. 数字经济

8.1 数字经济的发展效益 — 对国家

有利于发挥大数据
驱动创新作用，激
发创新创业活力

有利于传统产业数
字化升级转型，构
建新型产业体系

有利于促进数据资
源全要素流通，培
育新兴数据市场

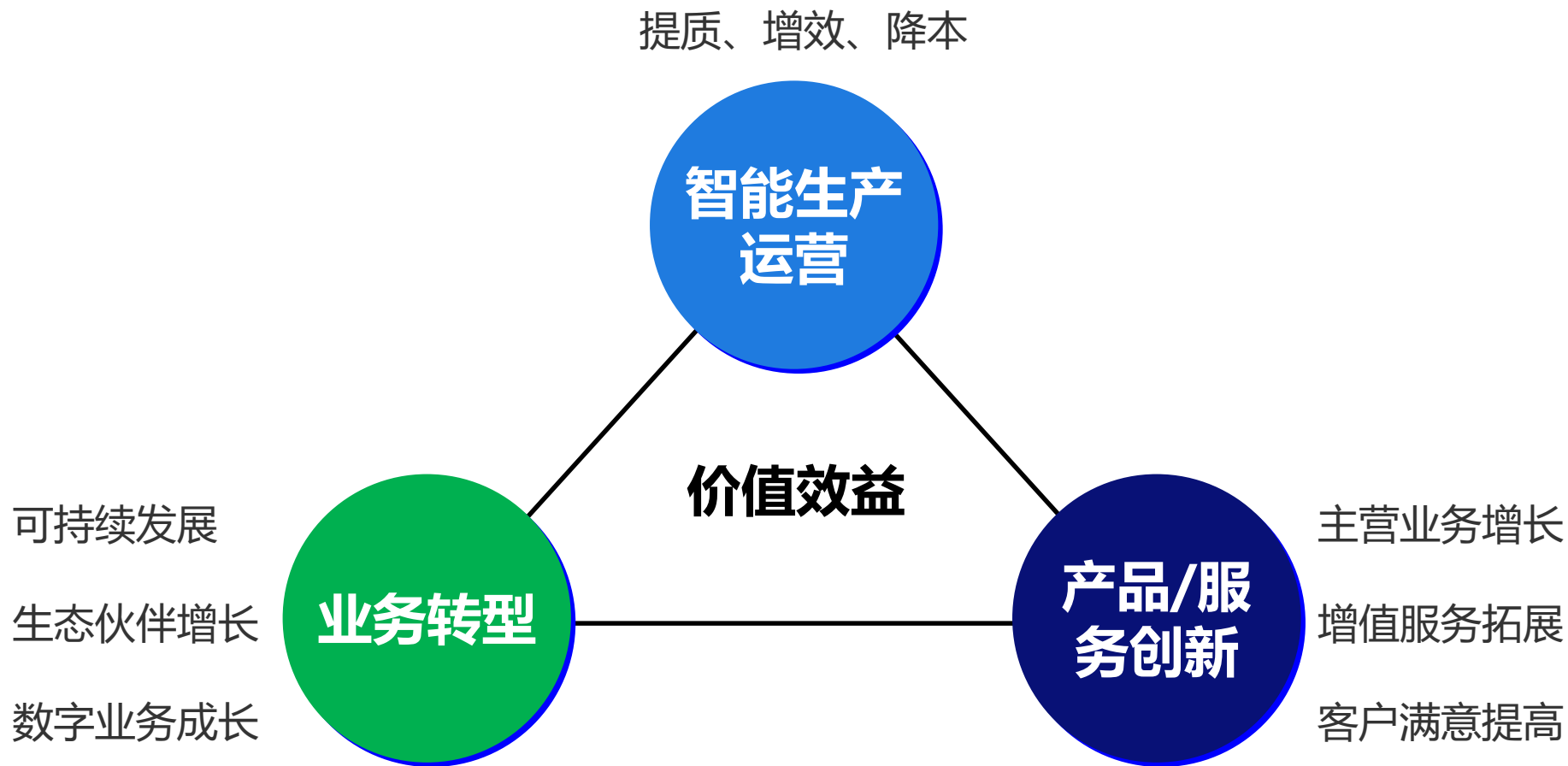


有利于促进信息化
与战略性新兴产业
融合发展，拓展经
济发展新空间

有利于培育新经济发展，助力构建现代化产业体系，实现经济高质量发展

二. 数字经济

8.2 数字经济的发展效益 — 对企业



二. 数字经济

9.1 数字经济如何评价？

- 狭义数字经济：数字产业化

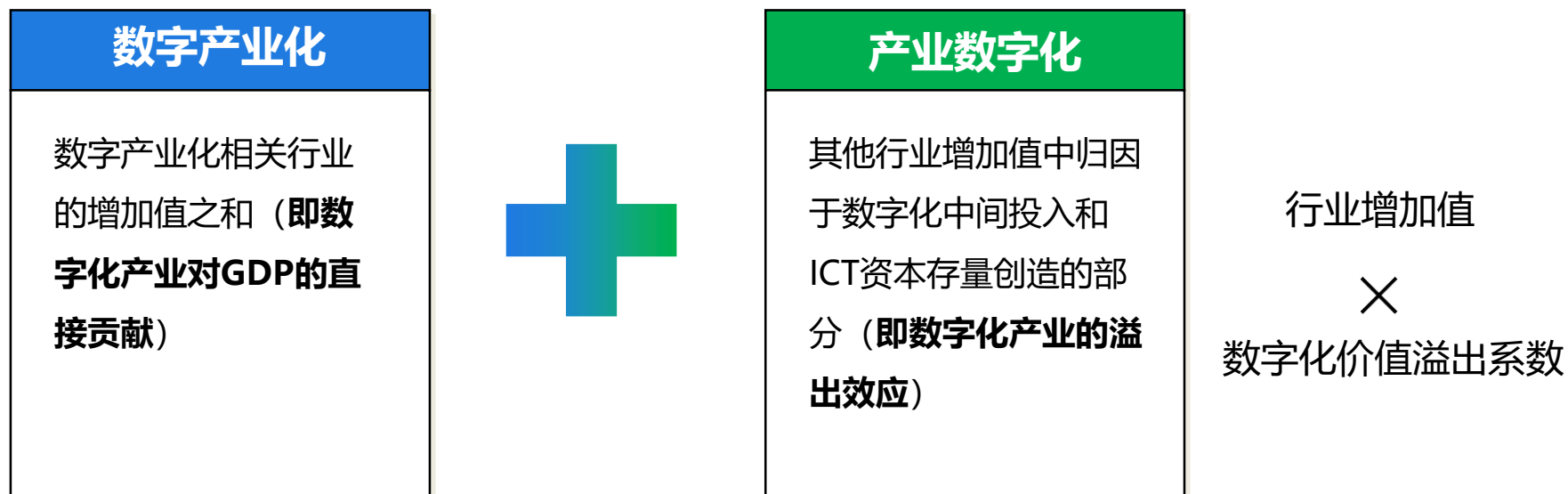
- “数字基础设施”生产部门，其产出是数据得以实现生产、获取、存储、传输、分析和显示等功能的软硬件设施
- “数字信息服务”生产部门，其产出是基于创作、出版、采集、存储、计算、应用等活动而实现的数字内容

年份	收入法			支出法		
	增加值 (亿元)	增长速度	GDP 占比	增加值 (亿元)	增长速度	GDP 占比
2002	9052.15		7.43%	5685.29		4.67%
2005	13220.61	13%	7.10%	12726.31	31%	6.83%
2007	17594.44	15%	6.61%	17376.01	17%	6.53%
2010	22918.09	9%	5.68%	26942.57	16%	6.67%
2012	31968.2	18%	5.96%	32172.41	9%	5.99%
2015	44093.49	11%	6.48%	37260.48	5%	5.48%
2017	62032.92	19%	7.54%	53650.87	20%	6.52%

二. 数字经济

9.2 数字经济如何评价？

- 广义数字经济：数字产业化+产业数字化



**广义数字经济的规模核算难度较大
适合从多源、多维、多角度进行评价**

二. 数字经济

9.3 数字经济如何评价?



数字生态金字塔

二. 数字经济

9.4 数字经济如何评价？

一级指标	二级指标	测量内容
数字基础	数字素养	宽带网络、智能手机、移动支付等渗透率
	数字政策	专项政策/大数据管理局
	数据资源	开放数林指数；污染源信息公开指数
数字能力	数字人才	数字技能岗位、应聘
	技术能力	发表论文、申请专利
	安全能力	网络安全生态指数
数字应用	政府应用	政务服务能力指数
	产业应用	数字产业电力消费指数、大数据产业发展指数、人工智能产业发展指数
	民生应用	两化融合指数
数字生态	企业生态	城市智慧交通指数、城市智慧环保指数、智慧医疗指数
	行业生态	腾讯生态、阿里生态、鸿蒙生态
	区域生态	5G行业生态、人工智能应用平台生态、工业互联网生态
		长三角、大湾区、京津冀、成渝等区域生态

数字生态发展指数未来将成为区域、行业数字生态发展的规划诊断工具

二. 数字经济

小结

- 数字经济已成为全球竞争新高地
- 数据是关键生产要素，产业融合是新引擎，数字技术、数字人才是保障
- 数字能力提升、数字化转型是发展数字经济的关键
- 数字经济需从多源、多维、多角度进行评价



一. 中美竞争

二. 数字经济

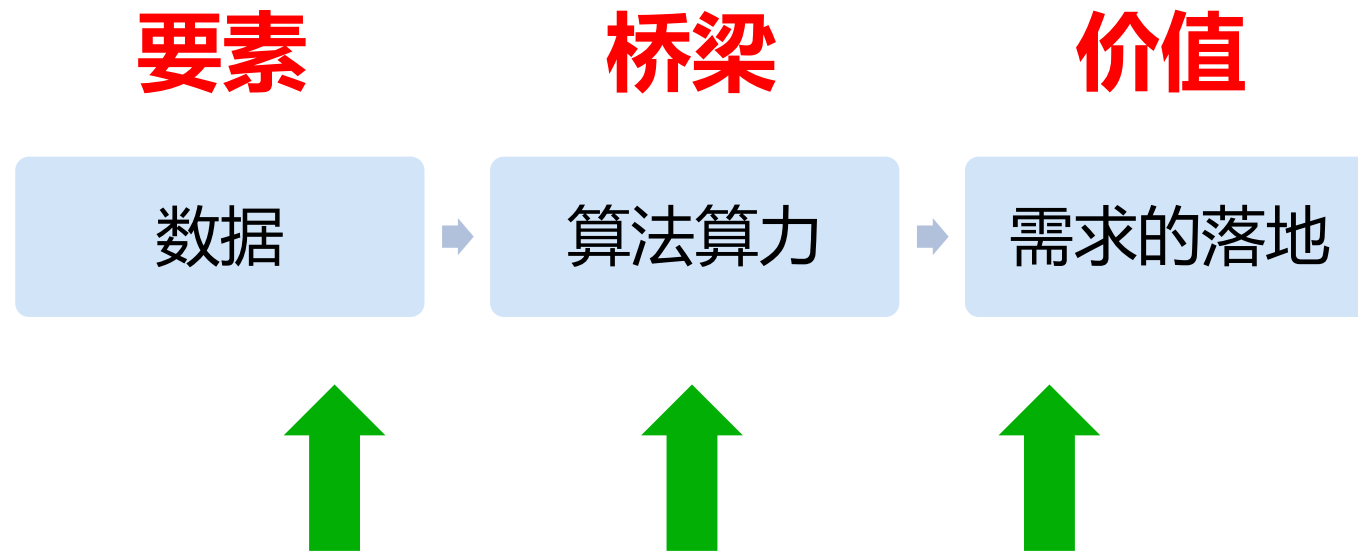
三. 大数据技术



目录

三. 大数据技术

1 数字经济发展的几个关键点



各个环节都需要大数据技术的参与

三. 大数据技术

2.1 数据的价值

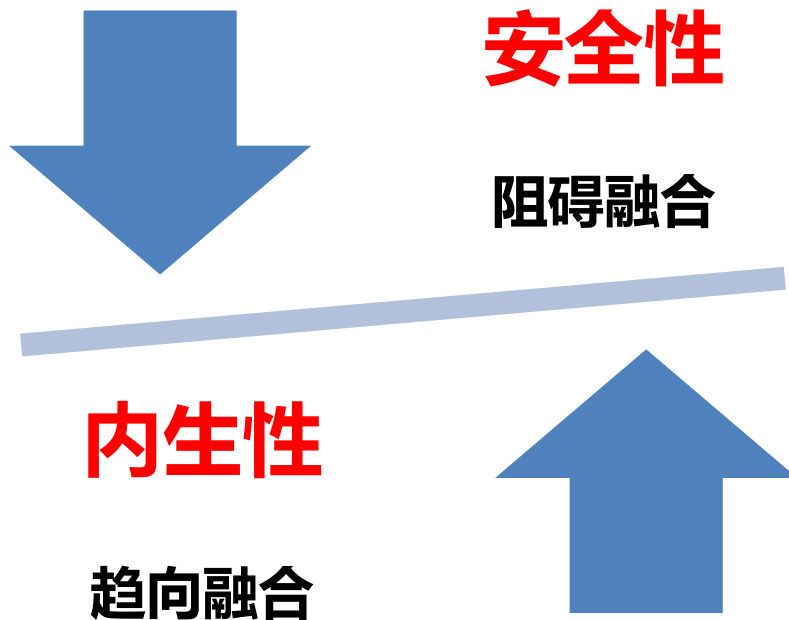


预测是为了减少未来的不确定性, 是**数据价值**的最高体现

三. 大数据技术

2.2 数据的特性

内生是必然，因为数据融合能创造更多价值



安全性短期可通过技术解决，但最终需要依靠法律

三. 大数据技术

2.3 数据安全法

《中华人民共和国数据安全法（草案）》

- 2020年6月28日，第十三届全国人大常委会初审
- 2020年7月3日，面向社会征求意见

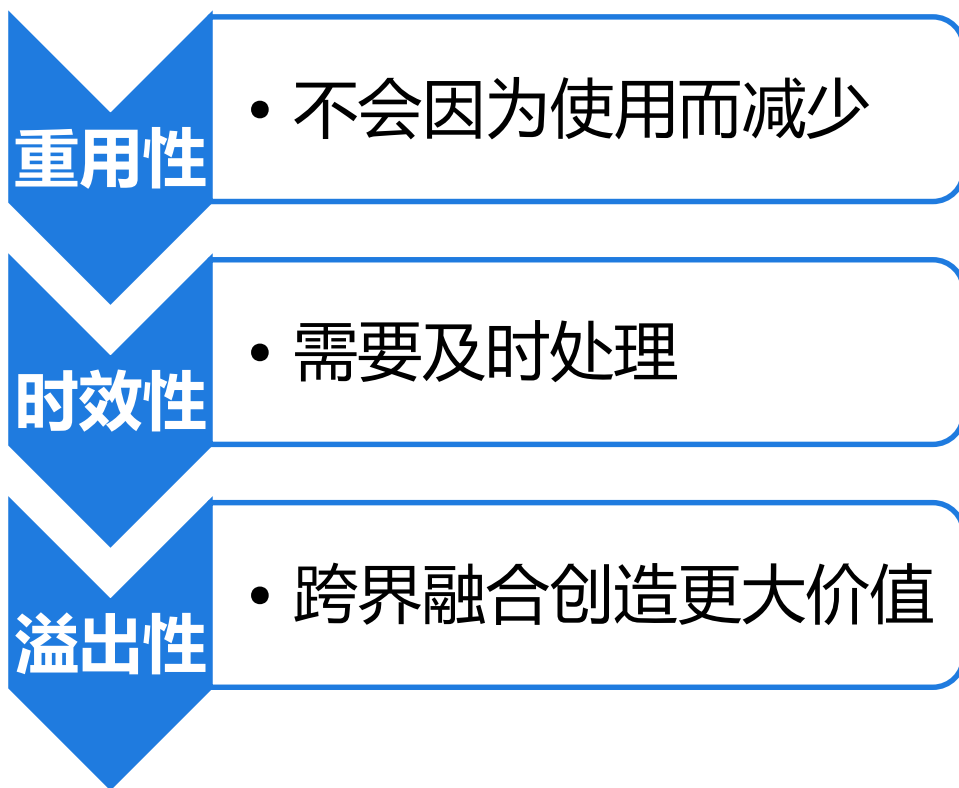
总体目标

- 保障数据安全
- 促进数据开发利用
- 保护公民、组织的合法权益
- 维护国家主权、安全和发展利益

**数据保护是本
数据开放为源**

三. 大数据技术

3.1 数据作为生产要素的特点



由此产生的技术问题



数据如何有效保存

数据如何快速挖掘变现

多源异构数据怎么整合

—— 需要大数据技术的支撑

三. 大数据技术

3.2 数据主权问题需要重视

- 数据主权是国家主权在数字空间中的延伸

基本含义：

一个国家对本国数据进行管理和利用的独立性，不受他国干涉和侵扰的自由权。

主权国家对自己的生产要素（数据）理应享有的权利

问题：如何确定哪些数据归本国所有？

三. 大数据技术

3.3 数据主权策略的确定

- 美国的进攻性策略

- 长臂管辖、301调查
- 美国公司收集的数据（即使是境外）归美国所有

- 欧洲的防守性策略

- 欧盟GDPR（通用数据保护条例）
- GDPR对欧盟公民的个人资料拥有管辖权，无论在哪里进行数据处理



问题：中国应采取何种策略？

三. 大数据技术

3.4 数据可能的分类

- 必须独占的数据
 - 战略性武器数据、军事数据 (**控制**)
- 前沿技术数据
 - 通讯 (**用户许可+控制**)
- 人类公益性数据
 - 药物和医疗服务 (**政府投资、企业贡献, 公开**)
- 一般性数据
 - 大众消费数据 (**企业和个人有利可图, 公开**)



**数据的分类有助于
主权策略的制定**

三. 大数据技术

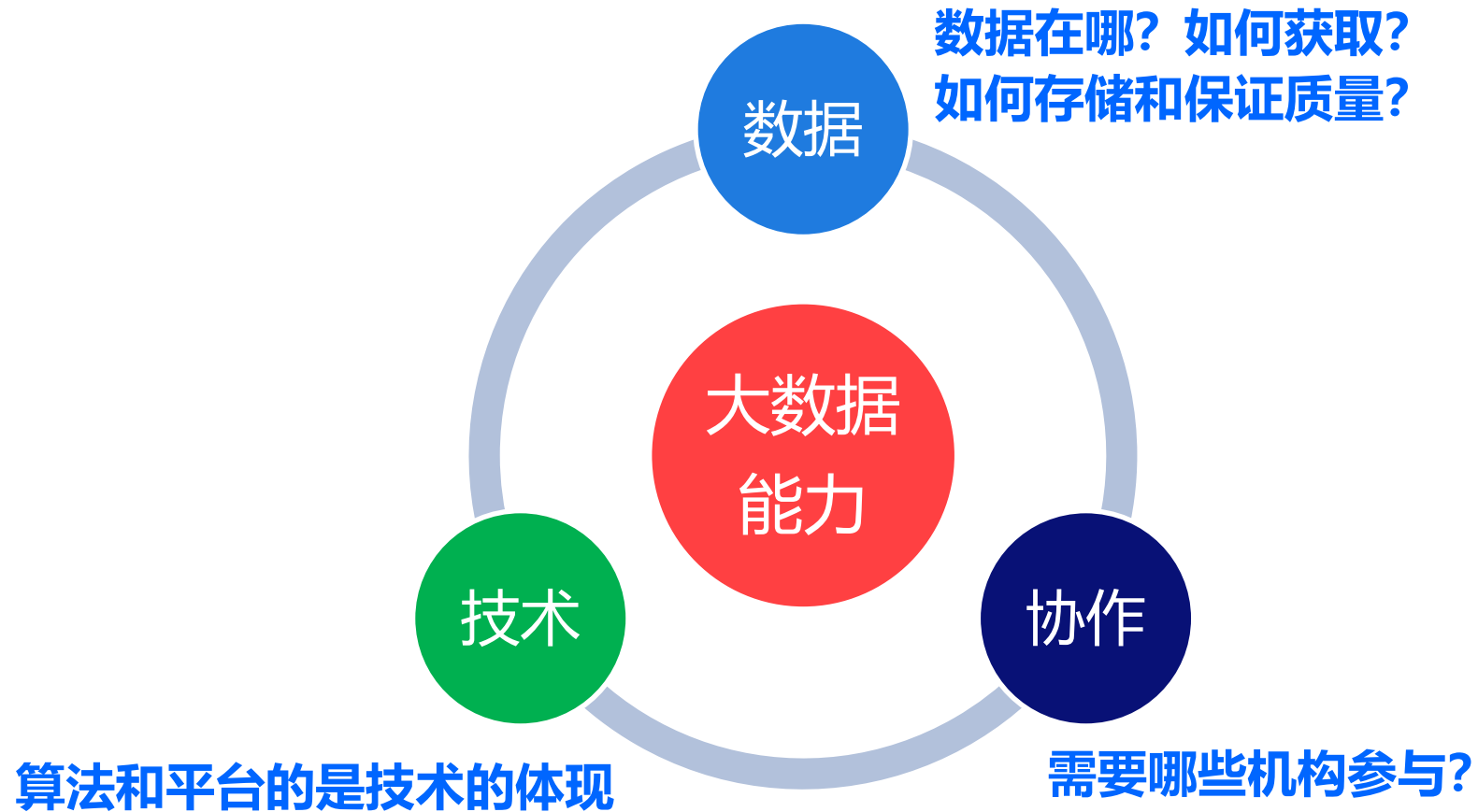
3.5 数字税

- 是否应该对在主权国家内部提供数字服务的**跨境企业**征税?
 - **数字主权**的体现
 - 对（地区、行业、人力资本）差异的调节
- 多国正在制定相应条例
- 有条例，还要有**执行能力**



三. 大数据技术

4 大数据能力的体现



三. 大数据技术

5.1 大数据能力 — 数据

数据是大数据相关工作**价值的源泉**，首先要知道数据到底在哪里

政府：

- 人口数据
- 地理数据
- 公共安全数据
- 医疗数据
- . . .

大企业：

- BAT等拥有的用户上网行为、消费等数据
- 运营商拥有的用户通讯、位置等数据
- . . .

民众：

- 区域语言
- 地方传统
- 行为习惯
- 个人偏好
- . . .

—— 数据分散，源头众多

三. 大数据技术

5.2 如何获取数据



三. 大数据技术

5.3 数据的存储及质量

数据的存储

- 不同的数据类型
- 不同的数据存储形式
- 不同的数据存储工具

数据的质量

- 统一数据标准及格式
- 对数据进行标识（打标签）
- 区块链等技术

需要关注数据的**安全性**，必要时可采用容灾**备份**及**加密**等手段



数据质量是开展大数据建模分析及算法设计的**前提和基础**。

三. 大数据技术

6.1 大数据能力 — 技术：算法

- 算法应与行业结合，以需求为前提
- 通过算法对数据的分析，来满足需求

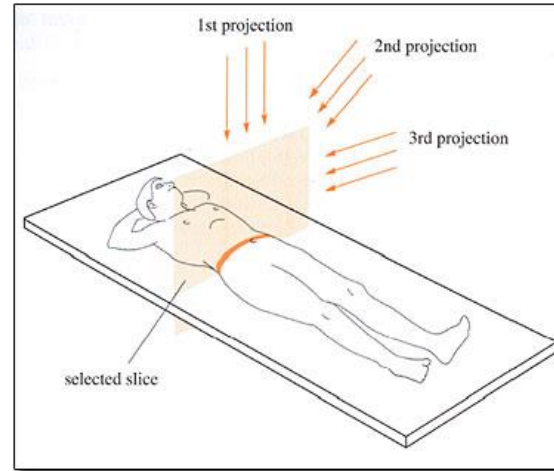


三. 大数据技术

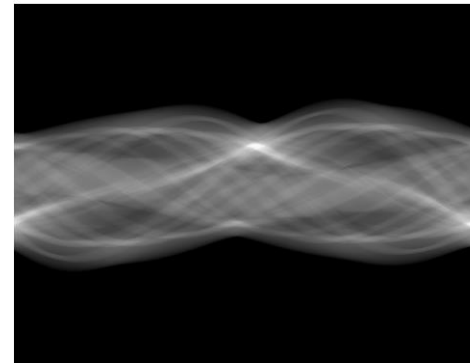
6.2 CT图像重建算法 — 拉东变换



CT 扫描仪



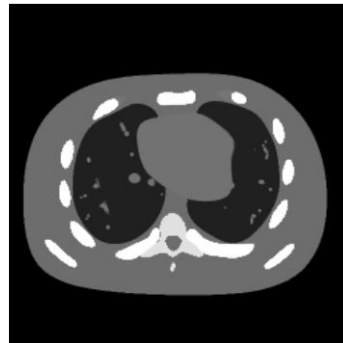
扫描过程示意图



采集到的数据



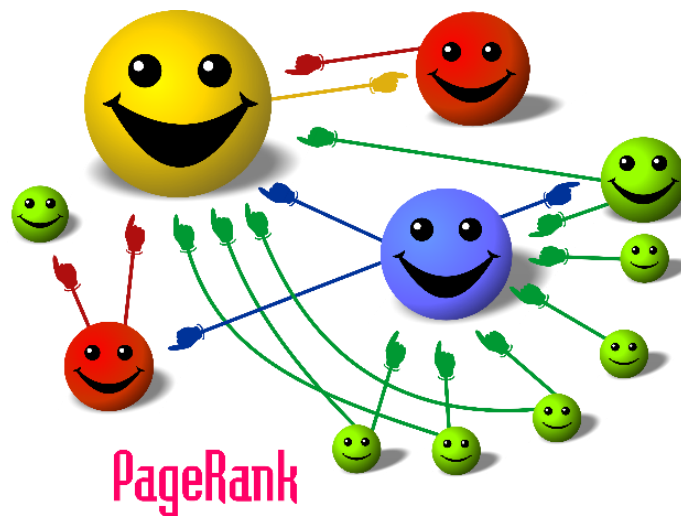
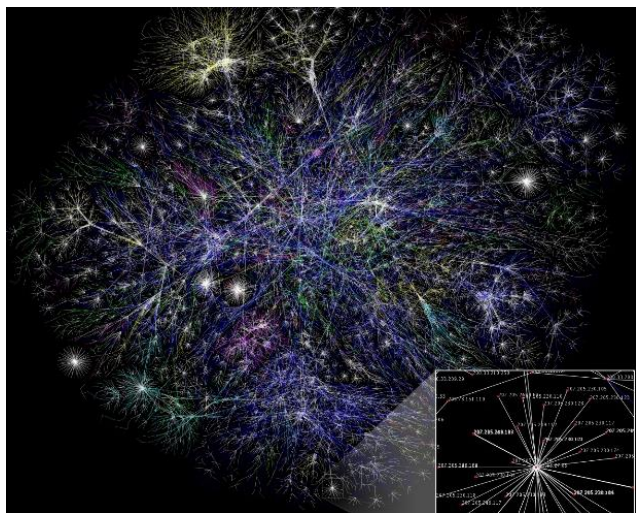
需要重构的图像



三. 大数据技术

6.3 一个算法成就一家公司（谷歌）

- PageRank算法
 - 根据网页之间相互的超链接来计算网页重要性的排名
 - 创新的算法代表了谷歌公司的核心能力



三. 大数据技术

6.4 大数据能力 — 技术：平台

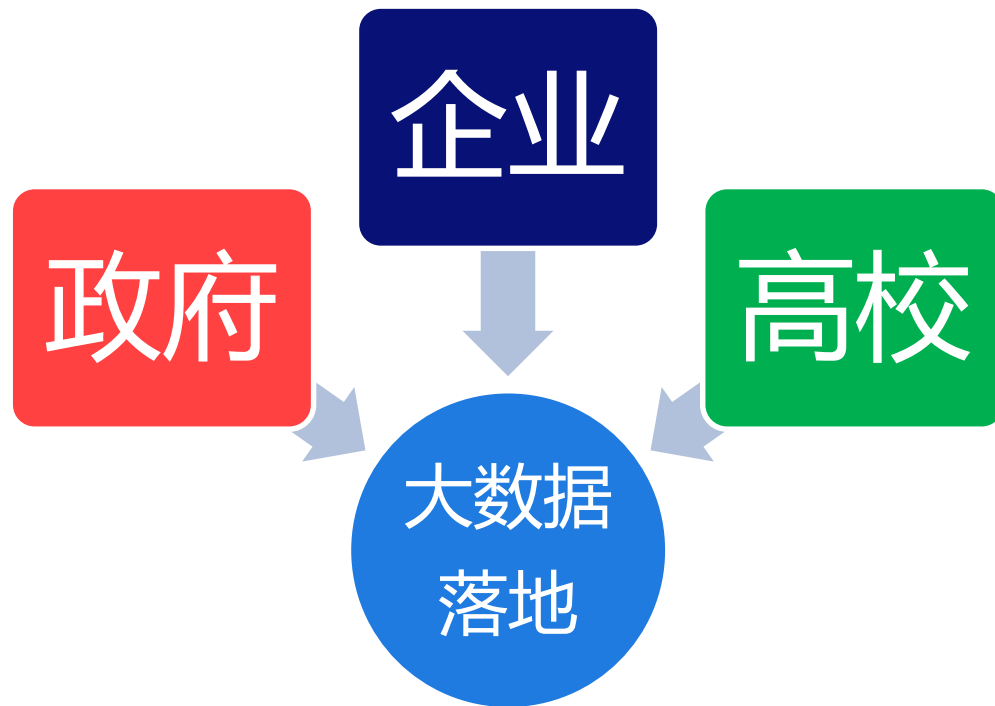


平台通常由行业龙头企业牵头搭建

三. 大数据技术

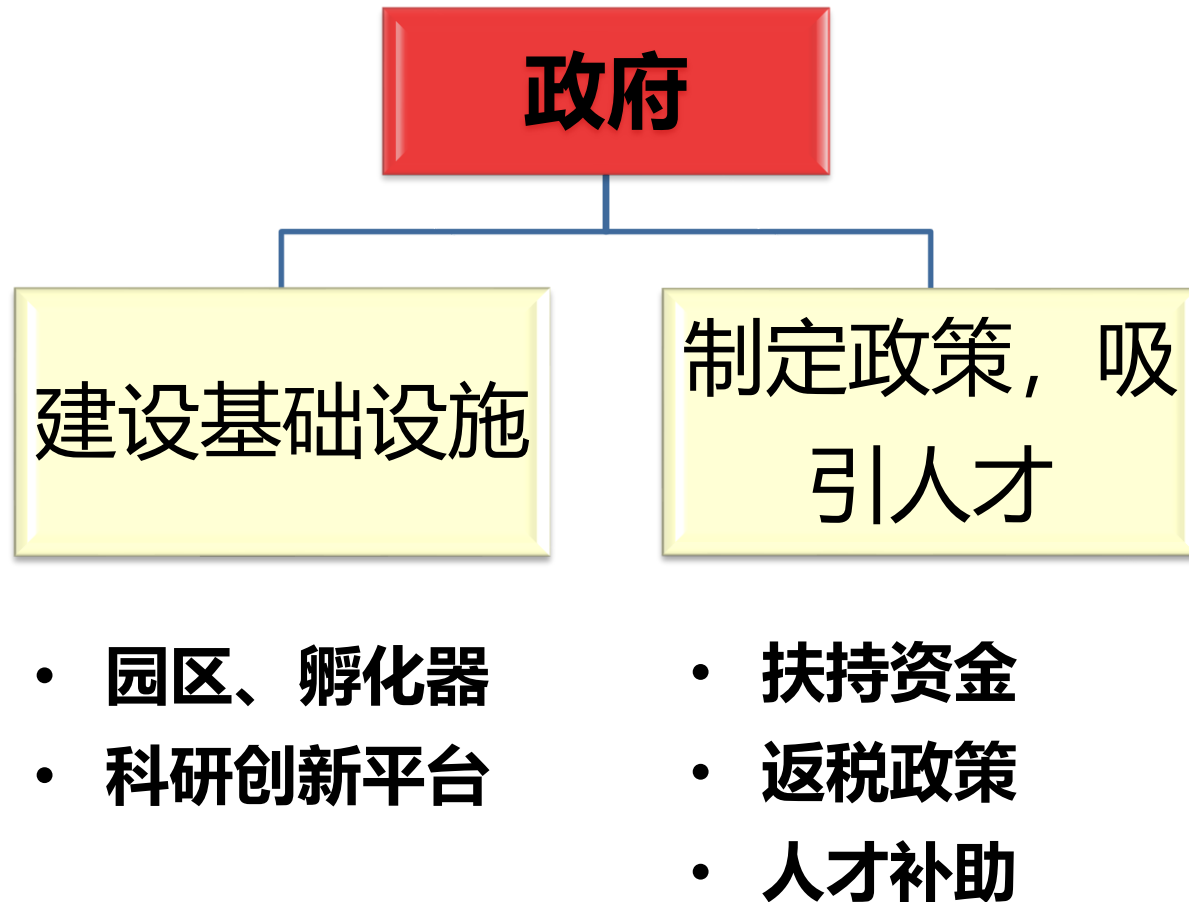
7.1 大数据能力 — 协作

- 大数据落地需要政府、企业、高校等的共同努力和协作



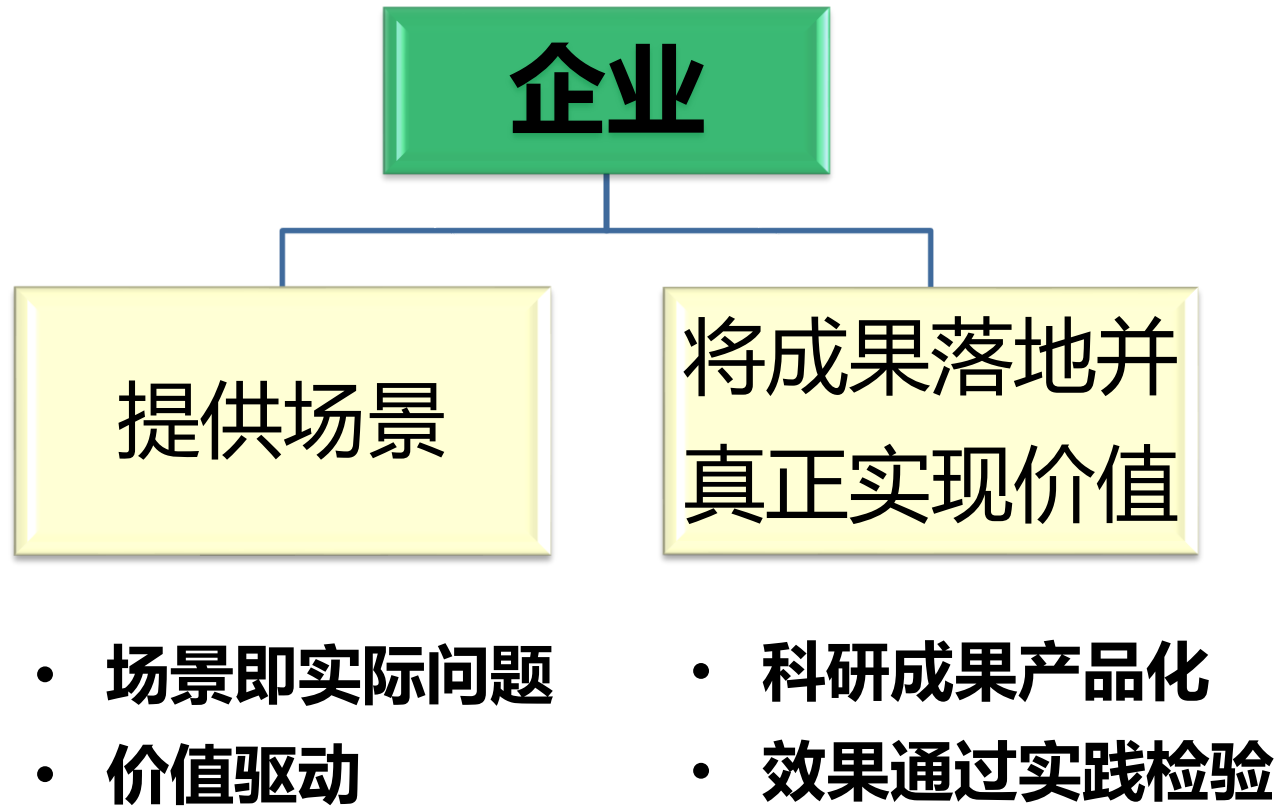
三. 大数据技术

7.2 政府的作用



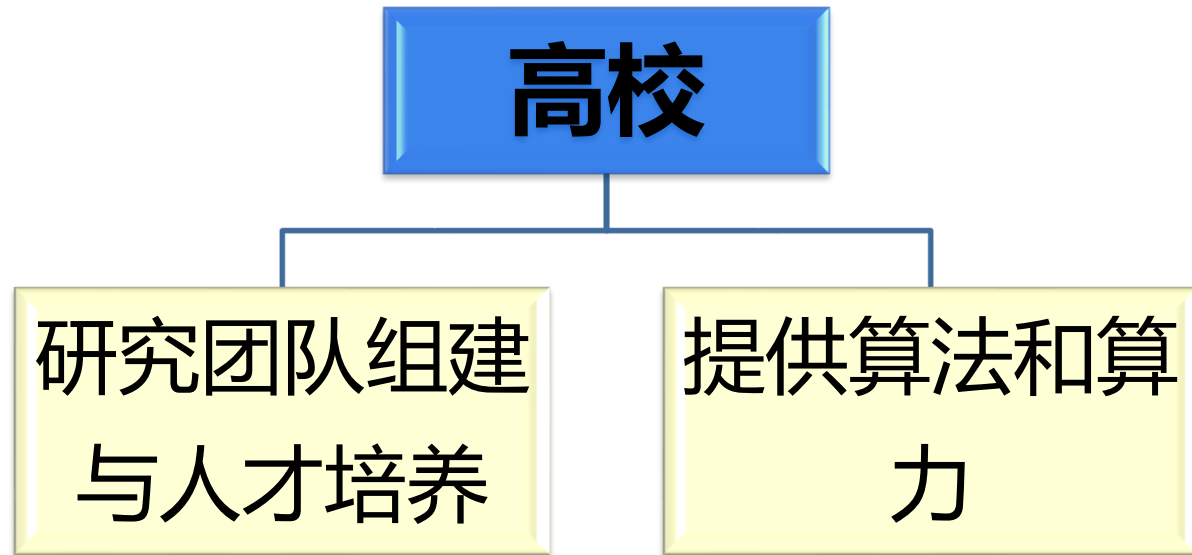
三. 大数据技术

7.3 企业的作用



三. 大数据技术

7.4 高校的作用



- 大数据专家
- 行业专家
- 培养博士、硕士

- 数据收集处理能力
- 高效的算法和计算能力



三. 大数据技术

7.5 新型研发机构

- 符合大数据的交叉学科特点
- 建设有效的平台
 - 适合政府领导、企业家、学者共同交流的场所
- 设立创新的机制和体制
 - 激励学者发挥才智



三. 大数据技术

8.1 案例：新冠肺炎疫情分析



目的:

对特定区域的疫情风险进行精细化的分析和评估
对个人感染的风险进行预判

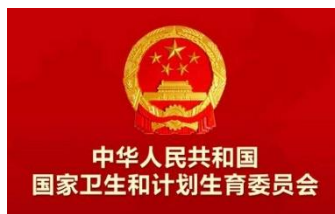
意义:

降低疫情防控成本，提高疫情管控能力

三. 大数据技术

8.2 多方协作

- 国家卫计委、工信部指导和协调
- 中国移动前期提供数据、后期平台实现
- 北京大学组建专家团队进行科研攻关



三. 大数据技术

8.3 基站分布与脱密后的用户数据

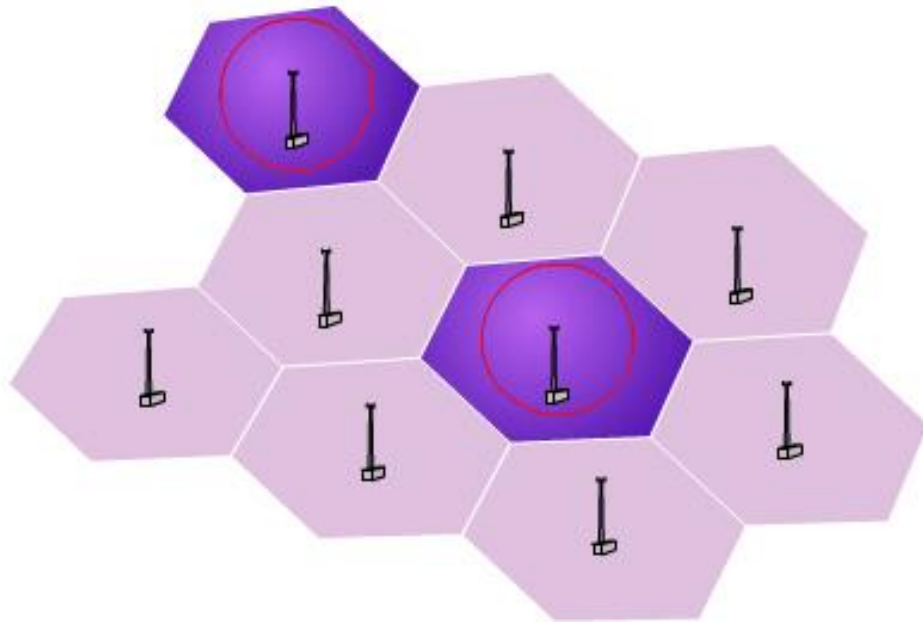


部分移动基站（43万个）分布示意图

- 2020年1月1日至2020年1月28日
9198例确诊患者轨迹
- 2020年1月17日至2020年1月31日
25个地区**12万健康人群**的轨迹

三. 大数据技术

8.4 基站示意图与算法思想

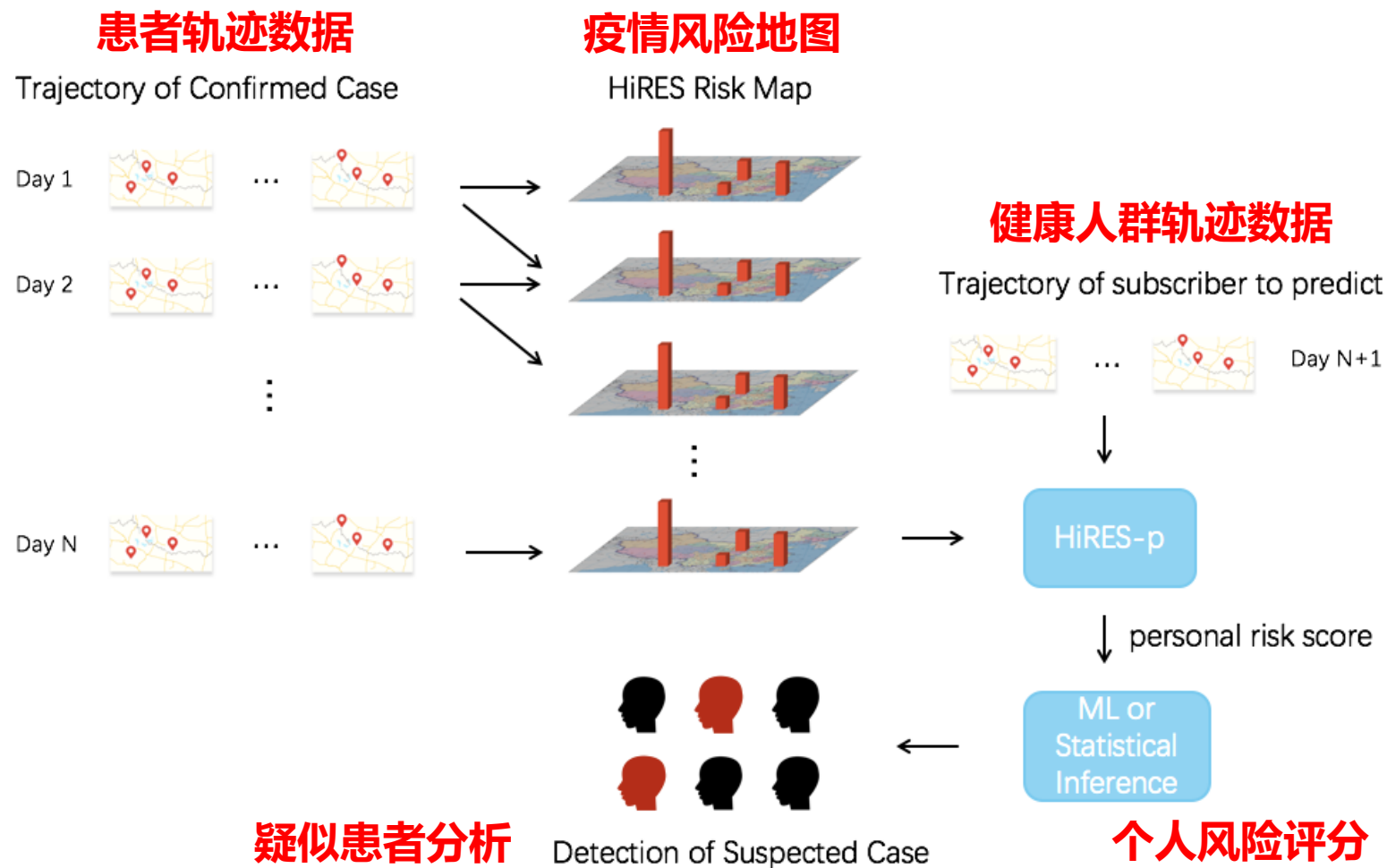


无线通信基站示意图

- 蜂窝基站天然具备**精细化**的特点
- 利用**平均场**的思想来设计算法

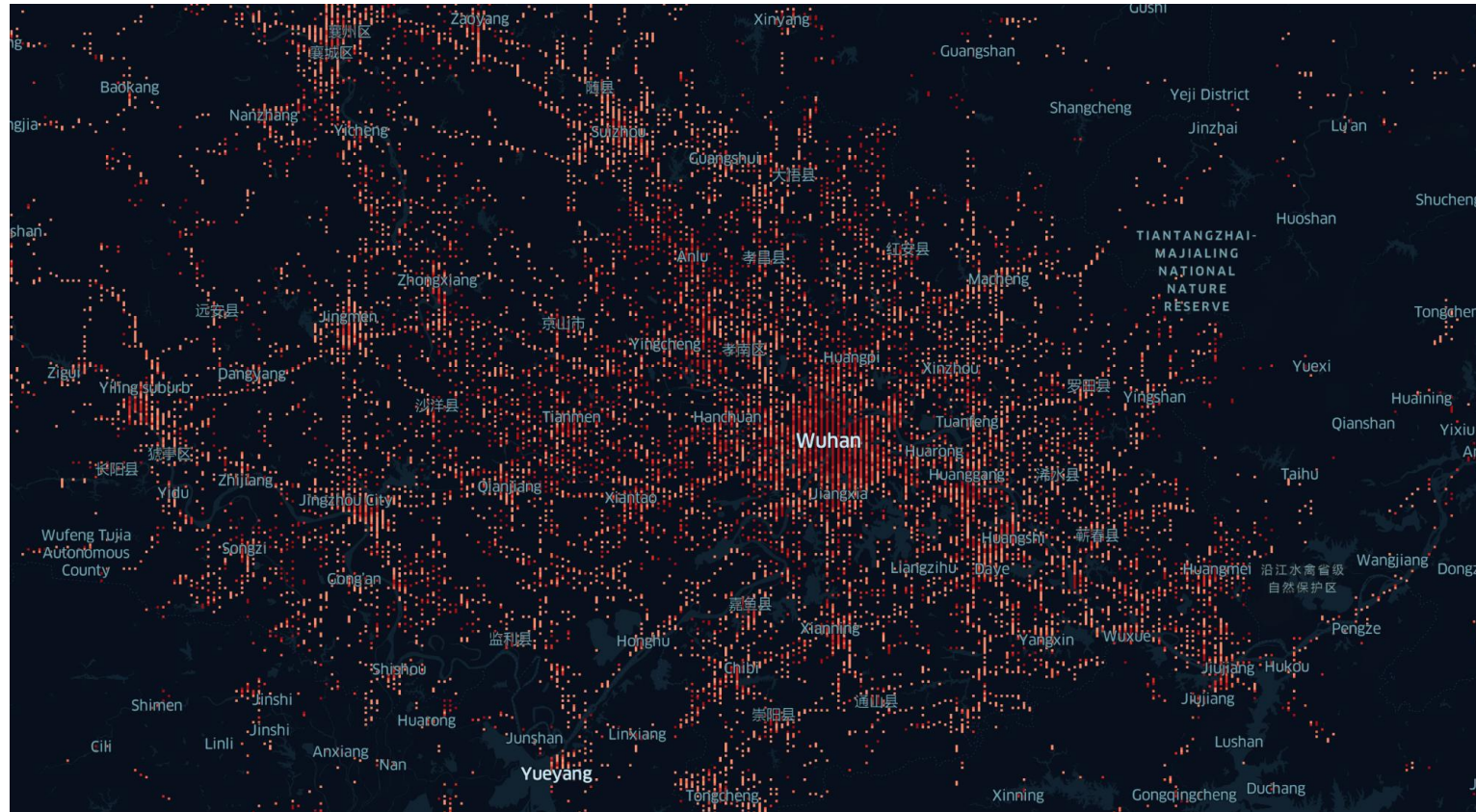
三. 大数据技术

8.5 算法分析过程



三. 大数据技术

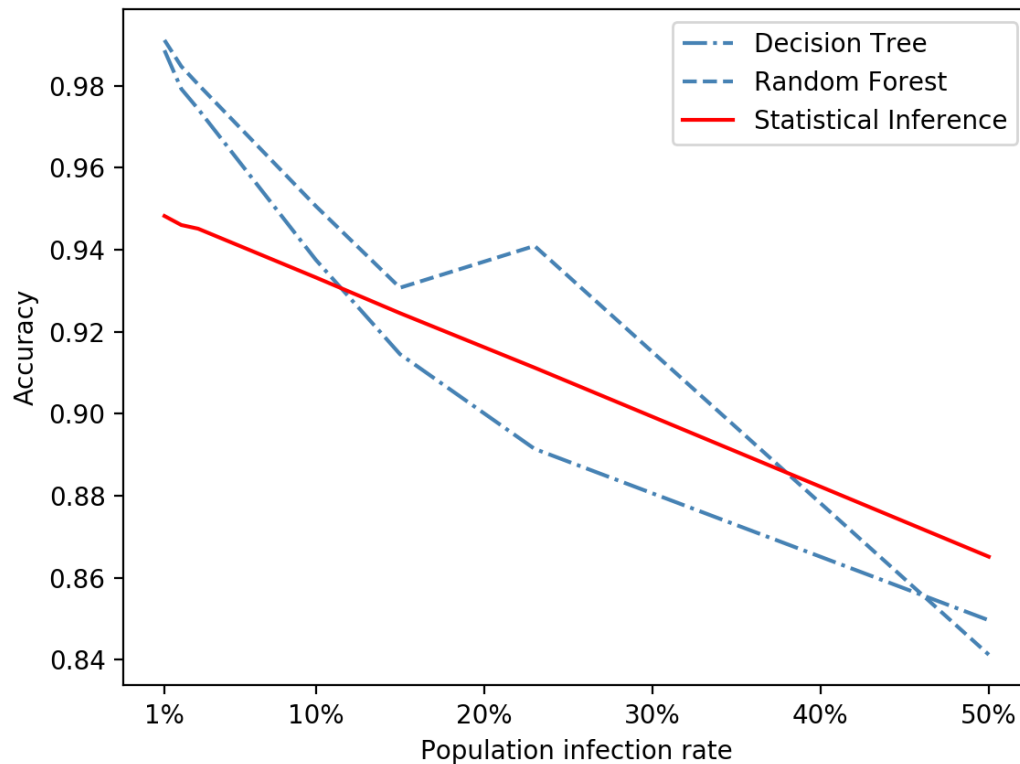
8.6 疫情风险地图



武汉市区的小网格高精度疫情风险地图

三. 大数据技术

8.7 个人风险评分



当人群感染率低于20%的时候，
算法准确率都能在90%以上

三. 大数据技术

8.8 相关评价

中国移动通信集团有限公司信息技术中心

感谢信

北京大学大数据分析与应用技术国家工程实验室：

新型冠状病毒肺炎发生以来，贵校与我公司坚决落实习近平总书记关于充分运用大数据等手段支撑疫情防控的重要讲话精神，按照上级机关工作部署，合作开展大数据支撑疫情精准防控的联合科研攻关及应用实践，以实际行动助力科学抗疫。

期间，贵校高度重视，北京大学张平文副校长靠前指挥、亲力亲为，迅速组织跨学科相关科研团队力量，基于北京大学大数据国家工程实验室的算法模型能力与中国移动的大数据能力，依据《网络安全法》等相关信息安全规定，落实工业和信息化部要求，依法依规，在中国移动大数据平台上利用加密脱敏数据，高效率开展精细化疫情风险评估和疑似病例检测研究，充分发挥了贵校雄厚的大数据算法科研能力及开拓创新、追求卓越的探索精神。项目团队创造性地提出了基于轨迹大数据与物理平均场理论的HiRES风险地图时空模型、HiRES-p个人流行病感染风险客观评分模型以及基于该模型的疑似病例检测算法。

该模型有效地刻画了疫情宏观风险态势，精细地定位了

个体风险差异，在4月支撑黑龙江省疫情防控中发挥了重要作用，黑龙江省当地政府相关部门给予了高度肯定。目前在支撑吉林省疫情防控工作中也取得了阶段性成果。

在此，向北京大学及其大数据分析与应用技术国家工程实验室的相关科研团队致以诚挚的谢意！尤其是张平文院士、温晗秋子、袁晓如、王新民等专家以及周传赛、原雯、王君等研究生在模型构建、算法研究、模型调优、试验论证等方面的日夜奋战、辛勤付出、忘我工作、无私奉献，以及在关键时刻和危急关头表现出的高度责任感和专业精神，并将科研成果授权慷慨相赠，为大数据支撑全国疫情精准防控做出了重大突出贡献！展现了百年名校为国为民勇于担当的情怀！

当前中国移动正在加快推进5G建设，积极运用大数据支撑数字中国、网络强国和智慧社会建设，希望贵校继续支持我公司开展大数据分析应用科研工作及生产运营，并在大数据相关技术及应用的更多领域深化合作，共创未来！

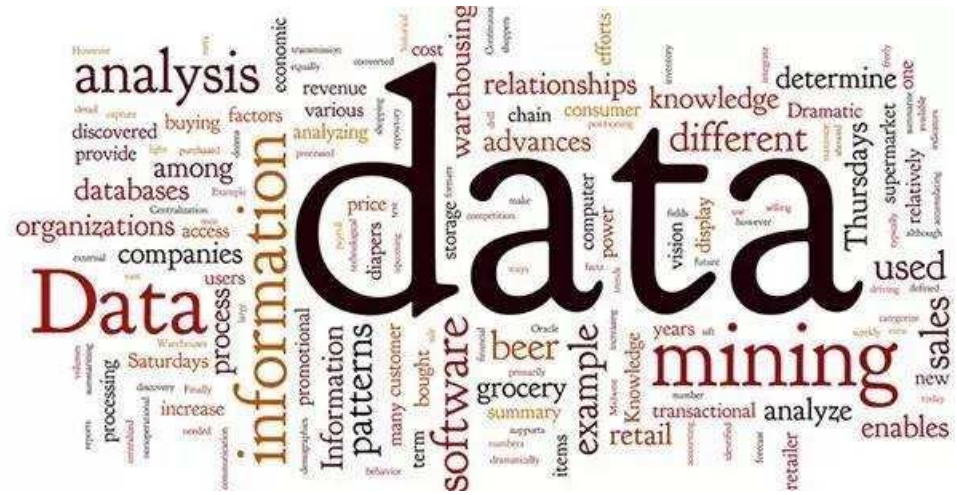


在4月份黑龙江的疫情防控中发挥了重要作用

三. 大数据技术

小结

- 大数据技术是一种新兴的、重要的技术手段
- 大数据技术可在数字经济、社会治理等众多方面做出重要贡献



总结

预计10年后

中国GDP赶上
美国

预计20年后

中国科技赶上
美国

预计30年后

中国教育和军
事赶上美国

**我们应抓住数字经济这一重要历史机遇，充分利用大数据技术，
为国家的复兴做出更多努力！**

谢谢各位

Thanks