

数据科学融通应用数学

张平文

北京大学数学科学学院

2020年3月

数学的春天来了!

我们的机遇在哪里?



目录

一. 应用数学的历史与现状

二. 数据科学

三. 数据科学融通应用数学

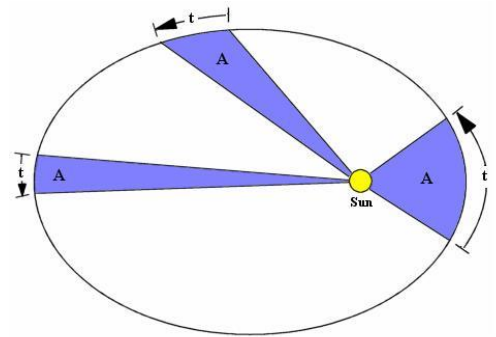
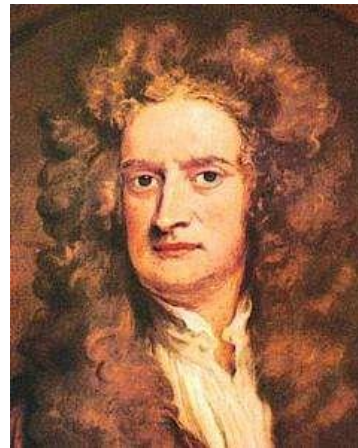
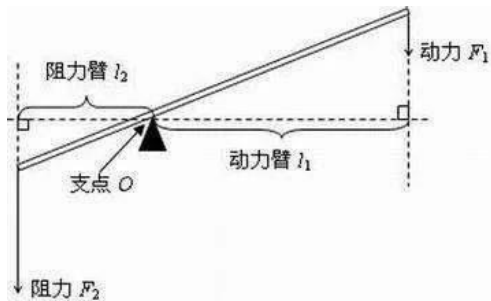
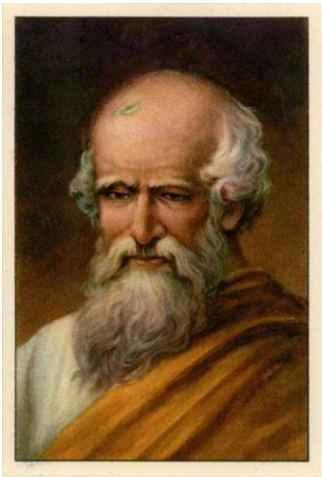
四. 机遇在哪里



一. 应用数学的历史与现状

早期的数学（约18世纪以前）

- 数学与其他学科难以区分
 - 阿基米德（哲学家、数学家、物理学家）
 - 牛顿（物理学家，数学家）

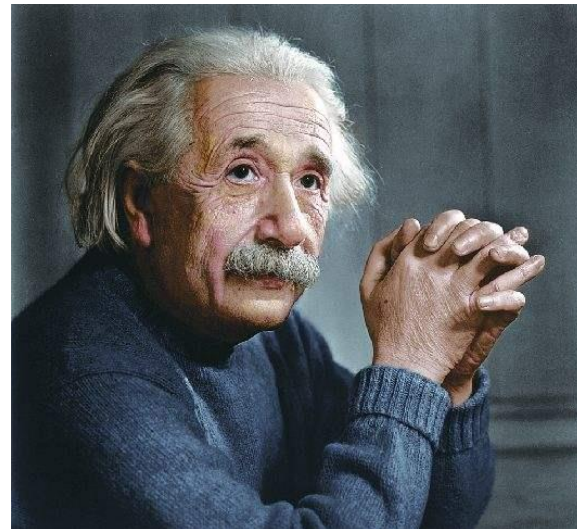
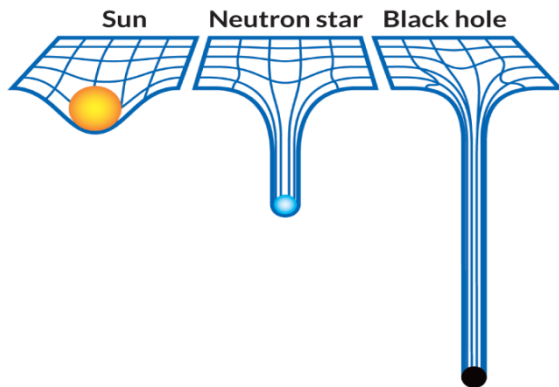


一. 应用数学的历史与现状

中期的数学（18世纪到20世纪前叶）

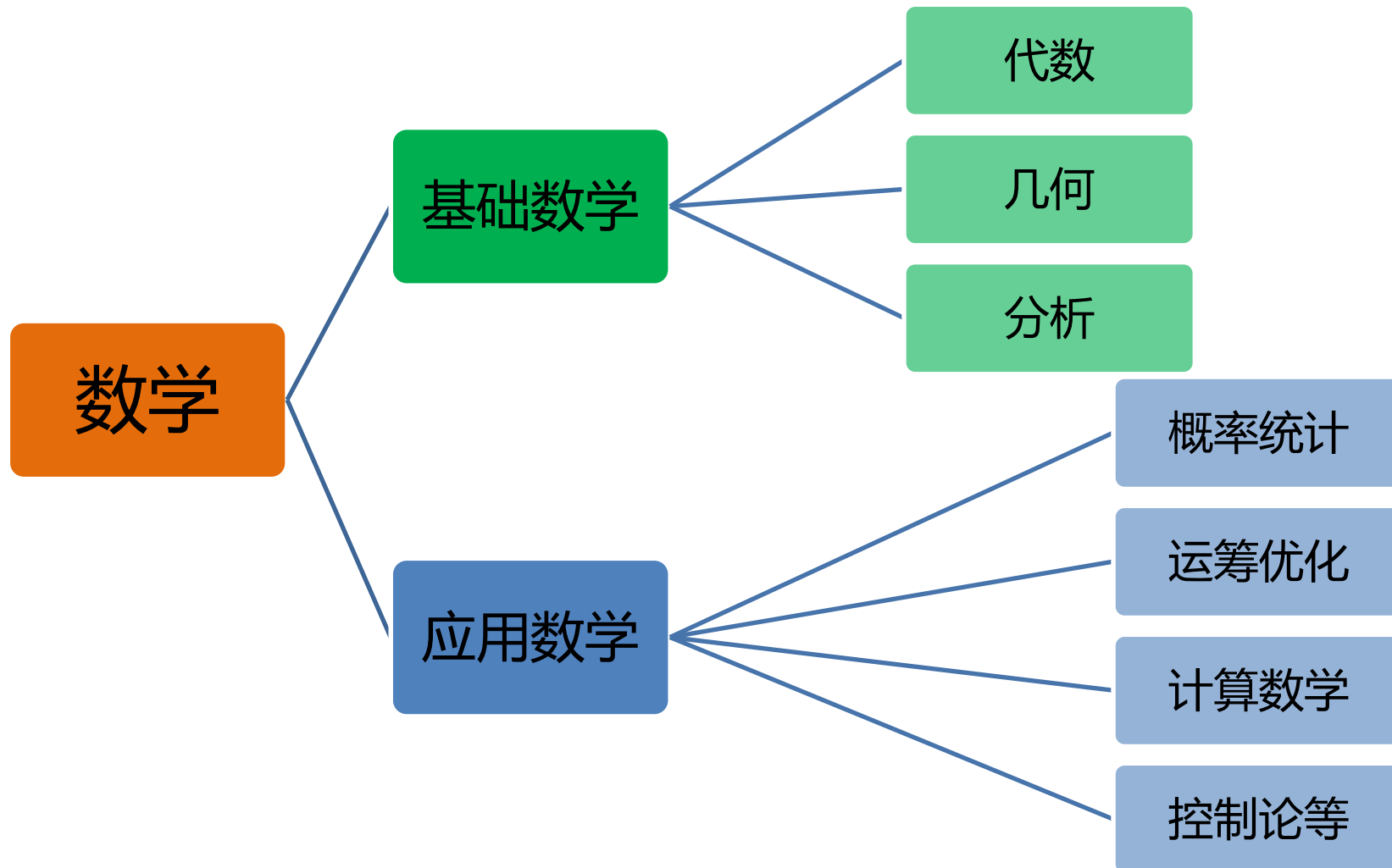
- 数学逐渐与其他学科分离
 - 黎曼（数学家）
 - 爱因斯坦（物理学家）

Riemannian Geometry



一. 应用数学的历史与现状

数学研究方向开始逐步细化



一. 应用数学的历史与现状

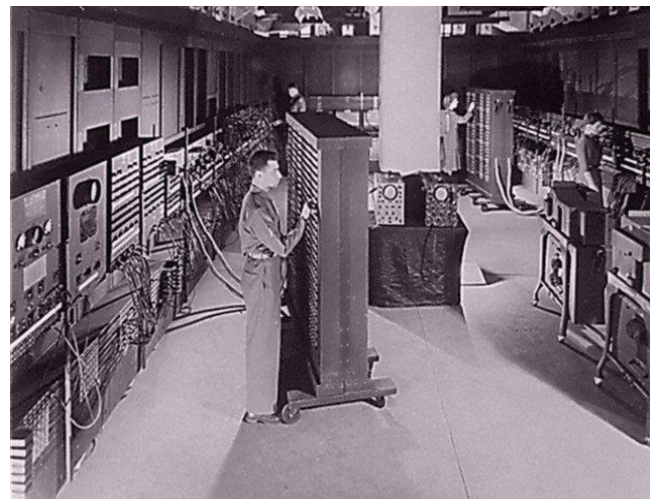
数学科学的特点

- 高度的抽象性
- 体系的严谨性
- 应用的广泛性
- 发展的连续性

一. 应用数学的历史与现状

近代的应用数学

- 二战：密码、核武器
- 计算机的发明是应用数学的新起点
 - 中国：两弹一星工程
 - 模型、算法是应用数学研究的核心



第一台计算机（1946年）

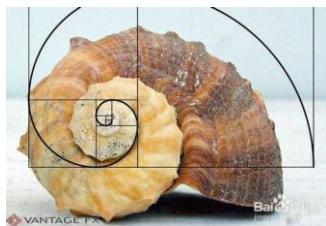
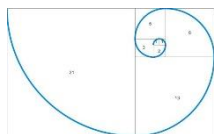
一. 应用数学的历史与现状

基础数学的价值观

- 数学的内在逻辑
- 简洁与美

素数表 (100以内的数)

2	3	5	7	11	13	17	19	23
29	31	37	41	43	47	53	59	61
67	71	73	79	83	89	97		



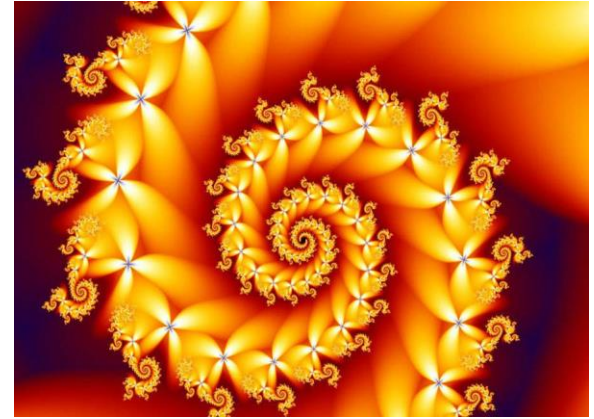
$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

驱动力来自于人类对于未知的探索和美的追求

一. 应用数学的历史与现状

应用数学的价值观

- 简洁与美 (理论)
- 科学意义 (交叉)
- 经济与社会价值 (落地)

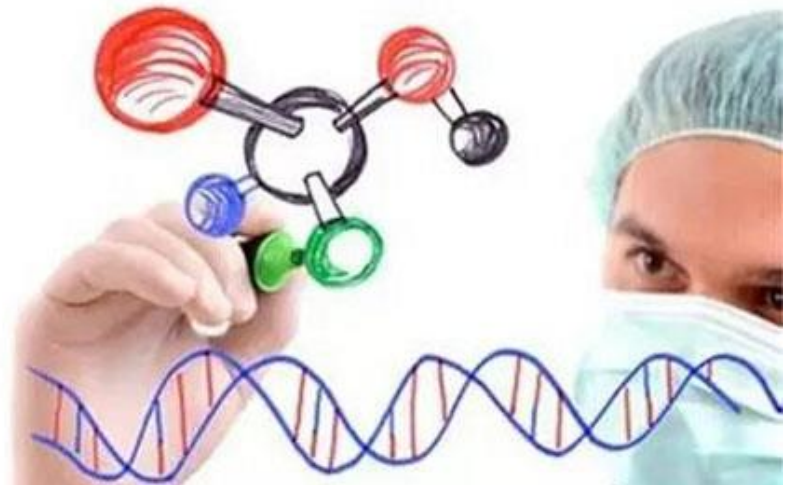
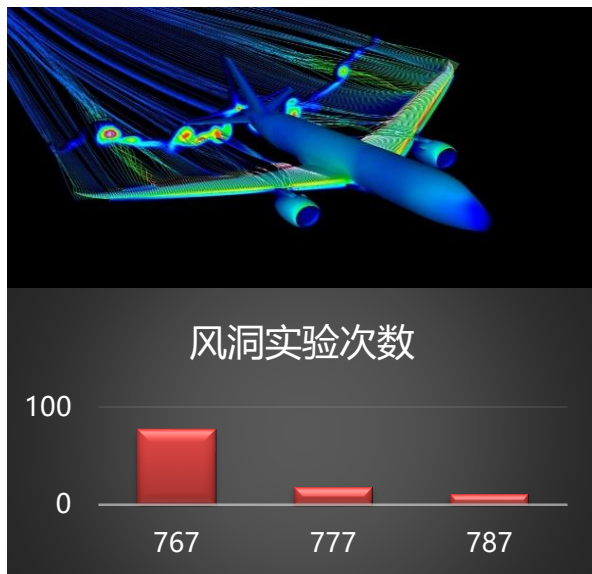


多个价值观的平衡与协调

一. 应用数学的历史与现状

国家需求驱动应用数学的发展

- 国防建设
- 企业创新



一. 应用数学的历史与现状

我国数学学科的分类

- 数学与应用数学
- 信息与计算科学
- 统计学
- 基础数学
- 计算数学
- 应用数学
- 概率与统计
- 运筹与控制

2010年**统计学**成为一级学科

一. 应用数学的历史与现状

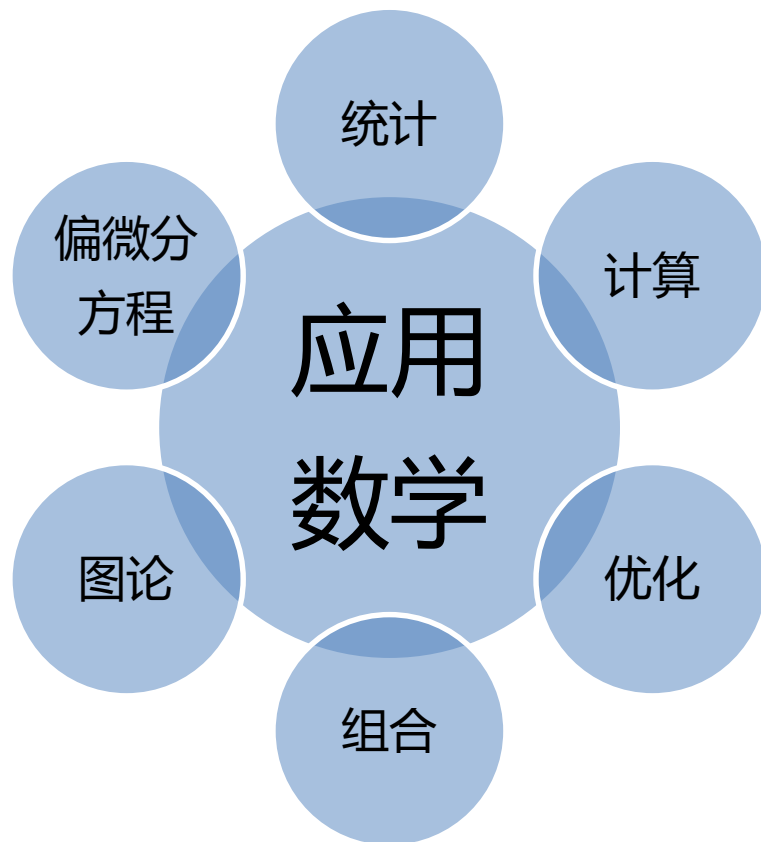
我国应用数学现状-1： 位居世界前列

- 亚洲领先
- 追赶美国欧盟



一. 应用数学的历史与现状

我国应用数学现状-2：学科分散



一. 应用数学的历史与现状

我国应用数学现状-3：学生比例

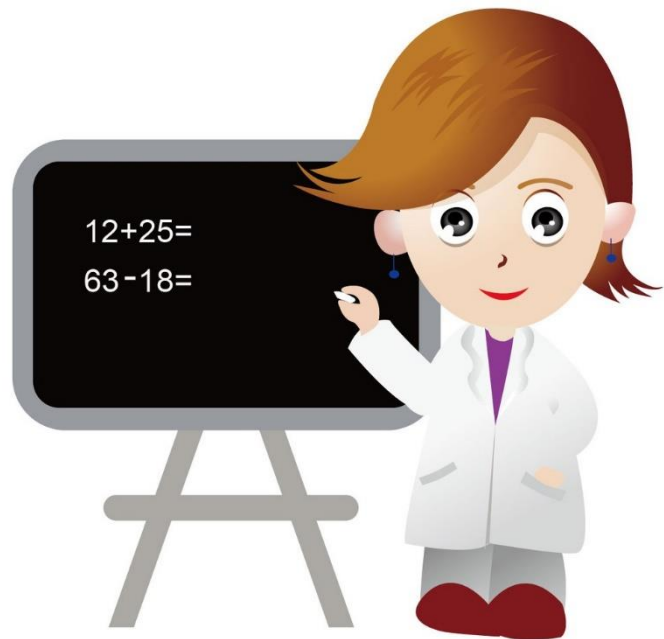
- 应用数学学生占比高
 - 以北大为例：应用数学（含统计）学生约80%
 - 其他学校可能更高
- 学校定位不同



一. 应用数学的历史与现状

我国应用数学现状-4：培养体系不完善

- 缺乏系统的培养模式
- 远不如基础数学
 - 培养目的
 - 教材



一. 应用数学的历史与现状

我国应用数学现状-5：发展不平衡

- 落地成果少
- 地区差别大
- 原创成果少



目 录

一. 应用数学的历史与现状

二. 数据科学

三. 数据科学融通应用数学

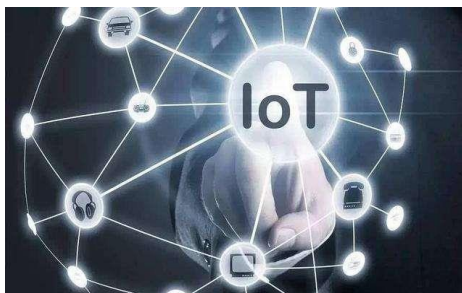
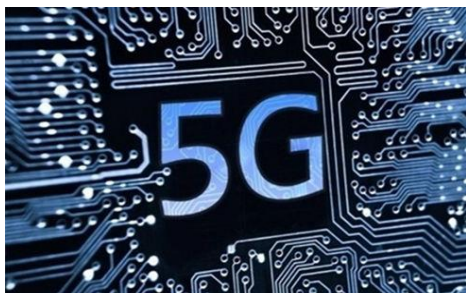
四. 机遇在哪里



二. 数据科学

新时代不断涌现出新技术

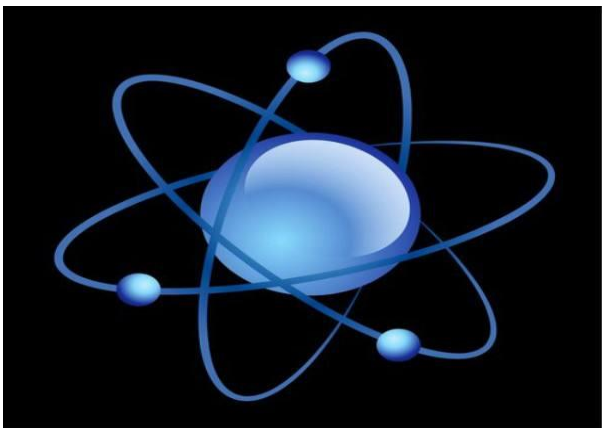
- 新一代信息技术
 - 5G、物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等多种信息技术的综合



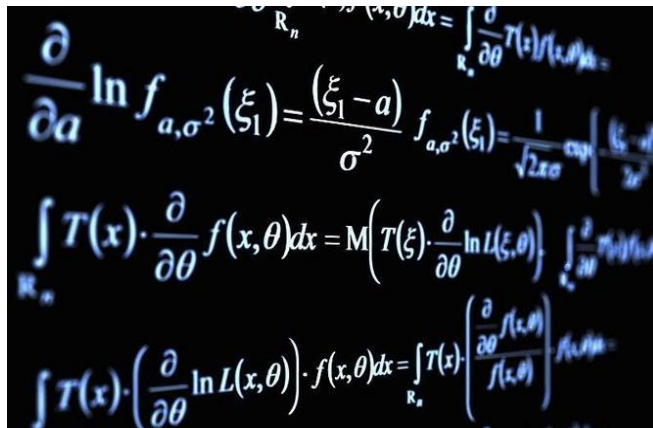
二. 数据科学

新一代信息技术的基础：数学

- 新一代信息技术中，**数学的作用凸显**
 - 摩尔定律接近极限
 - 硬件设施比重逐渐降低，**以数学为基础**的软件与算法开始占重要地位



量子力学原理制约了芯片的尺寸


$$\frac{\partial}{\partial a} \ln f_{a, \sigma^2}(\xi_1) = \frac{(\xi_1 - a)}{\sigma^2} f_{a, \sigma^2}(\xi_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left\{-\frac{(\xi_1 - a)^2}{2\sigma^2}\right\} \cdot \frac{(\xi_1 - a)}{\sigma^2}$$
$$\int_{\mathcal{R}_n} T(x) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta) dx = M\left(T(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(\xi, \theta)\right)$$
$$\int_{\mathcal{R}_n} T(x) \cdot \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(x, \theta)\right) \cdot f(x, \theta) dx = \int_{\mathcal{R}_n} T(x) \cdot \left(\frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta)\right) dx$$

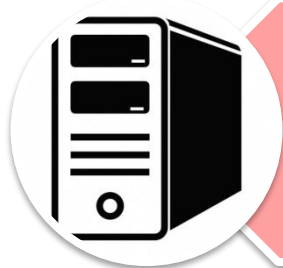
数学能够提供更有效的方法

二. 数据科学

新一代信息技术催生了数据科学



大量传感器、
摄像头、手机
等可获取数据



计算能力得到
了极大的提高



逐步认识到数
据中的经济和
社会价值

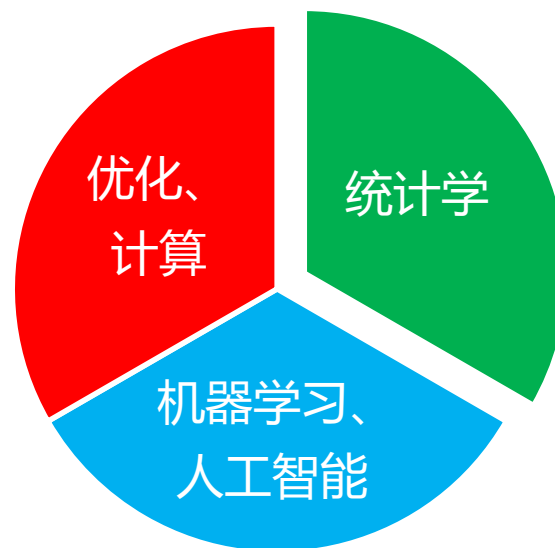


通过对数据的
分析来获取价
值，逐渐演变
成了**数据科学**

二. 数据科学

数据科学是谁的领地？

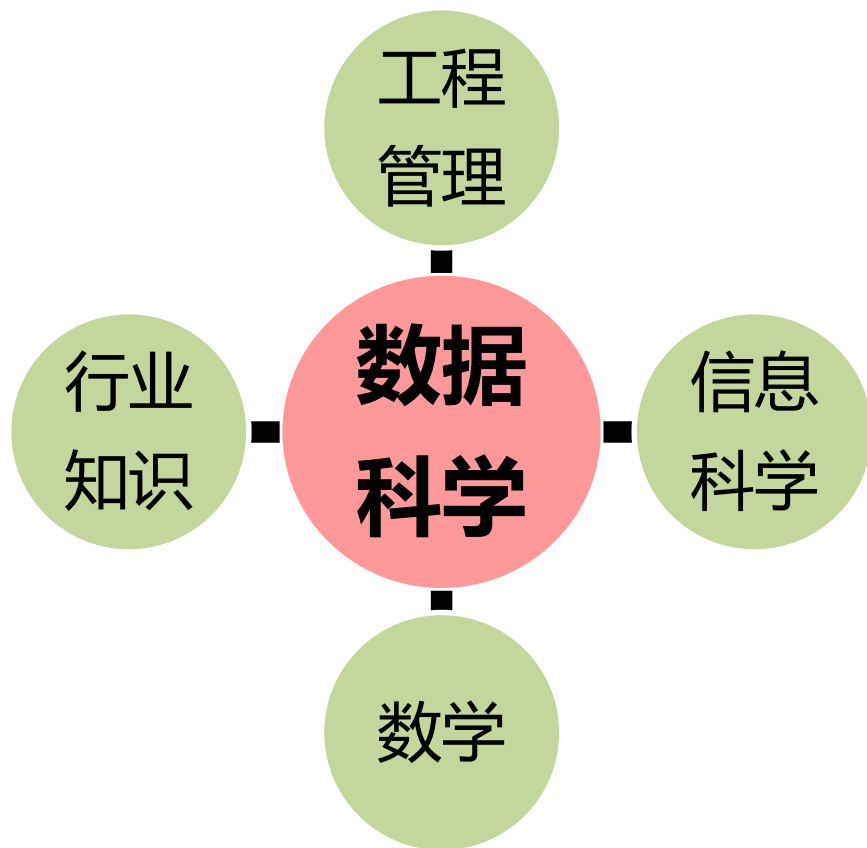
- 统计学
 - 历史悠久
- 机器学习、人工智能（计算机）
 - 工程化思维
- 优化、计算（应用数学）
 - 理性思维



二. 数据科学

数据科学是典型的交叉学科

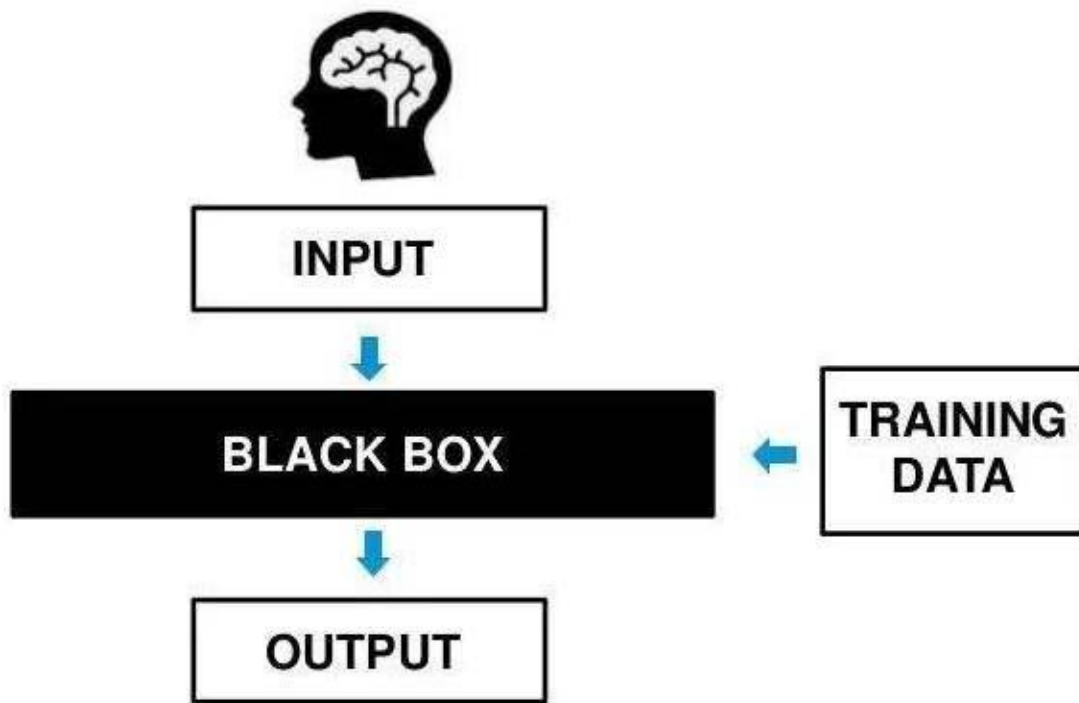
- 涉及众多学科和领域



二. 数据科学

数据科学的困惑

- 新兴学科，独特性还不清晰
 - 例如，深度学习的可解释性？



目录

一. 应用数学的历史与现状

二. 数据科学

三. 数据科学融通应用数学

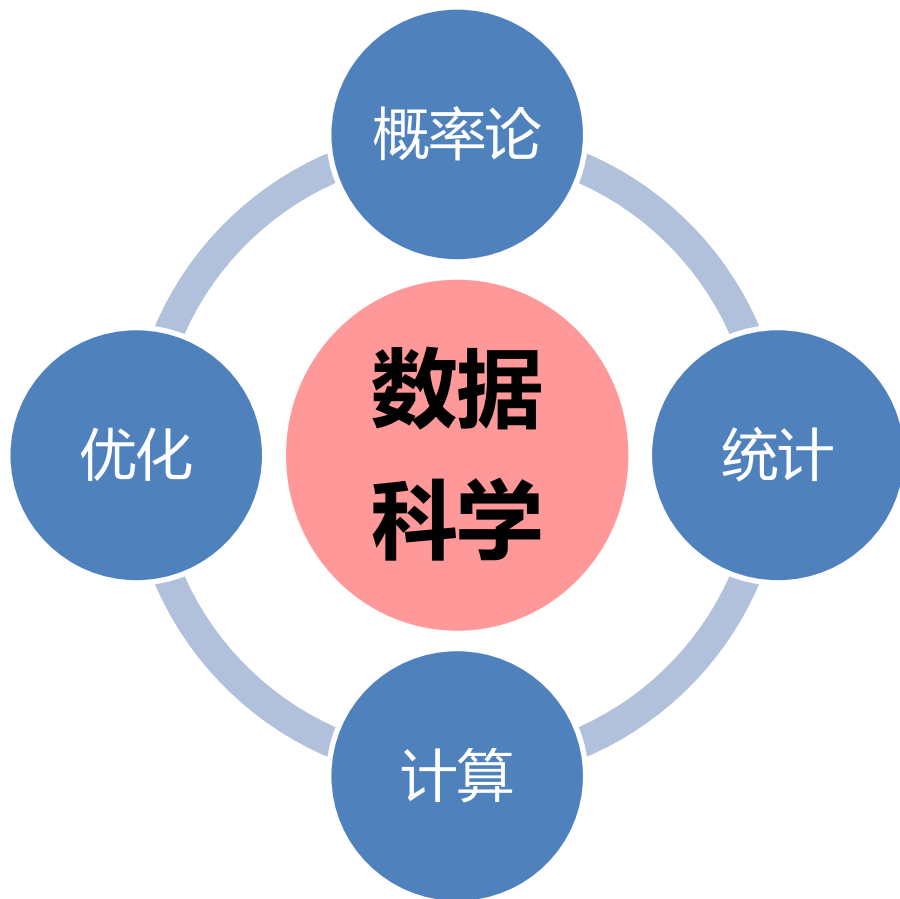
四. 机遇在哪里



三. 数据科学融通应用数学

数据科学之于应用数学-1

- 融通应用数学

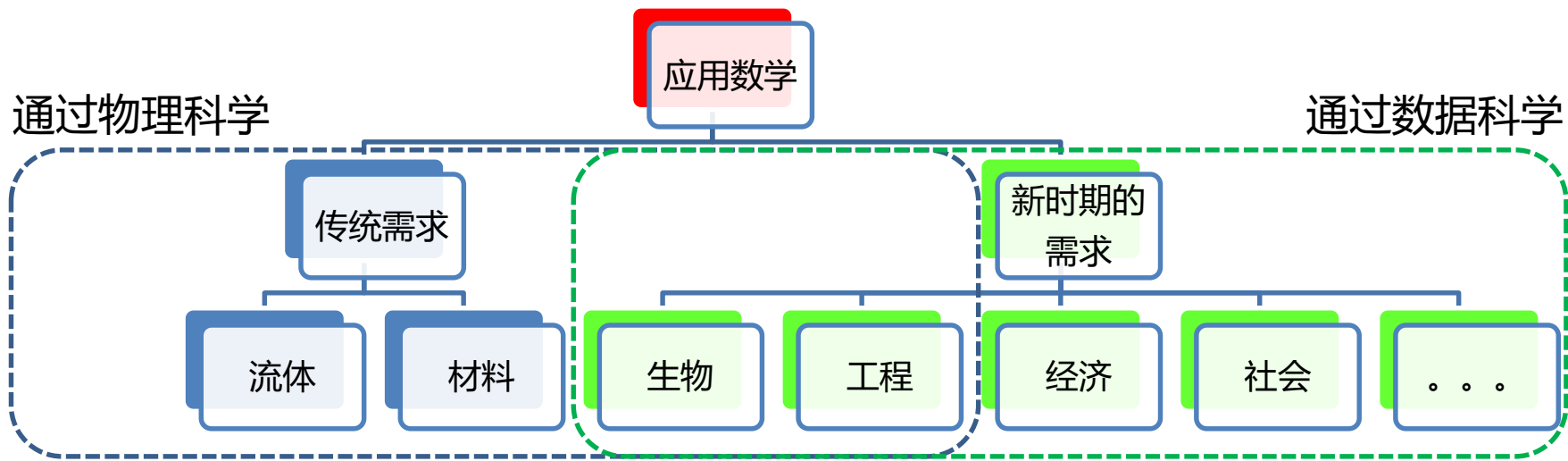


促进了应用数学不同方向的交流和协同发展

三. 数据科学融通应用数学

数据科学之于应用数学-2

- 极大地拓展了应用数学的舞台
 - 基于物理的自然科学
 - 基于数据的社会科学



三. 数据科学融通应用数学

数据科学之于应用数学-3

- 应用数学落地的重要途径
 - 各行各业都需要
 - 起点不高
 - 适合创新创业



三. 数据科学融通应用数学

数据科学之于应用数学-4

- 应用数学教育
 - 人才培养体系
 - 对学生吸引力强
 - 就业面宽广



目录

一. 应用数学的历史与现状

二. 数据科学

三. 数据科学融通应用数学

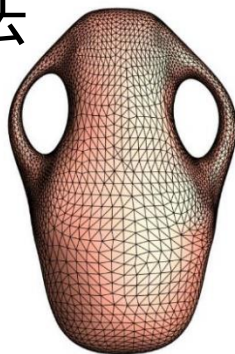
四. 机遇在哪里



四. 机遇在哪里

研究人员

- 基础理论：离散几何、离散拓扑、图论与组合
- 算法、模型
 - 机器学习特别是深度学习的数学理论
 - 知识图谱
 - 新型算法
 - 机理与数据融合模型与算法
- 交叉学科研究
- 落地研究



四. 机遇在哪里

学生

- 数据科学是性能价格比很高的学科
 - 门槛不高
 - 就业面很广
 - **收入高**
 - 工作没有危险性
- 情怀与价值的冲突
- 鼓励投身国防领域



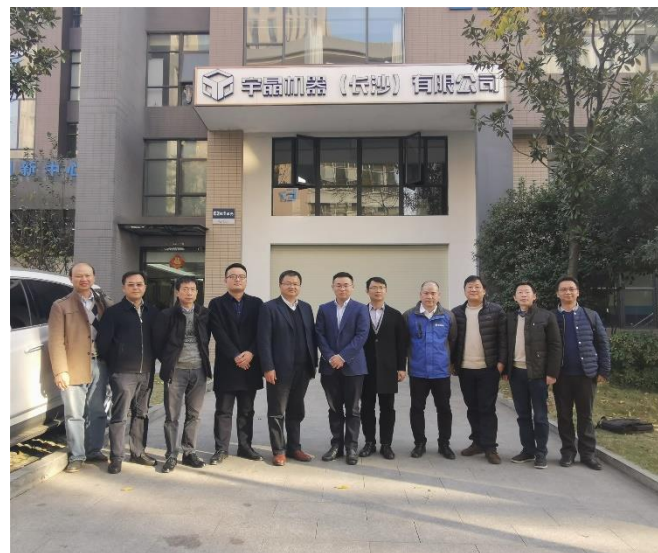
四. 机遇在哪里

中国工业与应用数学学会

- 吸引更多工业界的会员
- 数学如何促进企业创新?
- 指导制定评价标准



数学与企业合作交流研讨会



学会专家实地考察企业

四. 机遇在哪里

数学与企业创新生态构建

- 数学与企业交流合作平台
- 数学促进企业创新发展论坛



中国工业与应用数学学会
China Society for Industrial and Applied Mathematics



潇湘大数据研究院
Xiaoxiang Research Institute of Big Data

平台网址：
math2industry.com



交流合作平台网站

小结

- **数学的春天来了!**
- **数据科学是发力点**
- **国家需求驱动应用数学发展**
- **落地才能使得数学有根**
- **体面的应用数学人**

谢谢各位!

Thanks