漫谈质疑与创新

陈关荣

香港城市大学

治学的根本在于创新创新的起始在于质疑

开篇:两个例子

例子:

牛顿认为:光是由一道直线运动的微粒子组成的

18世纪,整整一个世纪,光学研究没有任何进展

克里斯蒂安·惠更斯(Christiaan Huygens, 1629-1695)

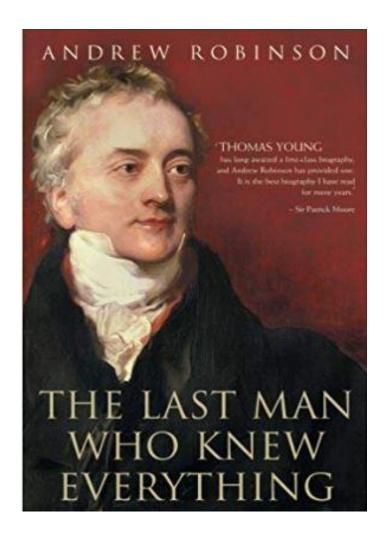
罗伯特·**虎克**(Robert Hooke, 1635-1703)

都提出过光的波动学说, 但没有实验验证

1801年,28岁的英国物理学家托马斯·杨(Thomas Young)成功进行了双缝衍射实验,验证了光的波动特性。他说:

"虽然我仰慕牛顿的大名,但我并不因此非得认为他是万无一失的。我遗憾地看到他也会弄错,而他的权威有时甚至阻碍了科学进步。"

2007年英国出版了一本题为The Last Man Who Knew Everything (最后一个什么都懂的人)的书,写的是托马斯·杨(Thomas Young, 1773-1829)



爱因斯坦在1931年《牛顿光学》一书序言中高度赞扬了托马斯·杨和他的科学成果,并多次在不同场合里评说:光波学说的成功,在牛顿物理学体系上打开了第一道缺口,揭开了现代场物理学的第一章。

陈关荣:"托马斯·杨——最后一个什么都懂的人" 《返朴》

https://mp.weixin.qq.com/s/TXO3aybKVmPmg7k5Dd217w

例子:1927年,第五次索尔维国际会议再次在布鲁塞尔召开,主题是新兴的量子理论



这次学术会议上,在两个不同学派之间发生了著名的"玻尔一爱因斯坦论战"[相互质疑]

丹麦物理学家尼尔斯·玻尔(Niels Bohr, 1885-1962)提出了量子力学标准的"哥本哈根诠释",认为粒子的位置不是确定的,在测量到的一瞬间,它的位置才成为"现实"。

爱因斯坦以"上帝不会掷骰子"的观点反对玻尔,以及他所依赖的海森堡"不确定性原理"。

而玻尔则反驳道:"爱因斯坦先生,请不要告诉上帝怎么做。"

古人教训

质疑

• 孔子[春秋]: 疑是思之始, 学之端。

• 孟子[春秋]:尽信书则不如无书。

• 程颐[北宋]: 学者先要会疑。

• 张载[南宋]:在可疑而不疑者,不曾学;学则须疑。

• 朱熹[南宋]:读书无疑者,须教有疑。

- 亚里士多德:思维从疑问和惊奇开始。
- 巴尔扎克:打开一切科学的钥匙毫无异议的是问号。
- 爱默生:从各方面对习俗的质疑,是每一个思想水平较高的人必然经历的发展阶段。
- 爱因斯坦:提出问题比解决问题更重要。
- 陈省身:数学研究的最高标准是创造性:要达到前人未到的境界, 要找着最深刻的关键。

个人体会

在国内经常会听到学生们在议论某同学

"他解难题的手法真高明!"

在美国也经常会听到学生们在议论某同学

"He has a lot of good ideas!"

要知道,难题是教师出的,早有答案,做得出来不枉是一次好的锻炼。

然而,"good idea" 是自己想出来的, 前人没有想过,实现了的话, 有可能就是一项发明创造。 记得在国内读硕士课程时,一位教授曾说:

[作为一个学生]

"你能读通读透一本好书的话,会其乐无穷。"

在美国读博士课程时,一位教授却説:

[作为一个研究人员]

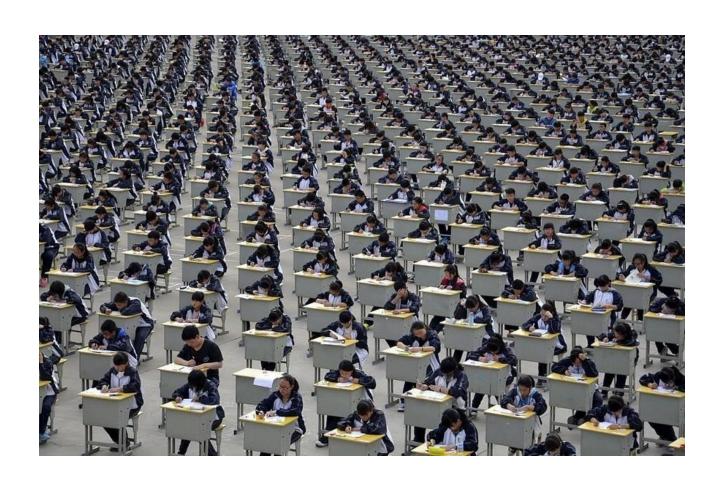
"做研究的时候,一本书常常不必读到底。

如果阅读中能受到启发而解决一个书中 没有谈及的问题, 你就找到了这本书的价值。" 中国留学生通常在硕士博士前一两年的考试中领先,但到需要自己独立做探索性的实验和研究时,这种优势往往就没有了。

传统教育有一个缺陷:从"知识"到"思维"的断裂

注重知识积累,但缺乏质疑(批判性思维,critical thinking)和创新(创造性思维,creative thinking)

例如:应试教育



不妨想想:你考试满分这件事,对科学发展和人类社会有什么贡献?

中国传统的教学方式偏重于

背诵、记忆、理解、继承

孔子《论语·述而》:述而不作,信而好古。

[儒家代表人物] 公孟子《耕柱》: 君子不创作, 只转述。

中国古文献里没有"创新"一词。它源于古希腊(Innovo)

在中国历史上,为前人的著作做诠释的书本不少,以能读通读透一本好书如诗经史记之类为骄傲

可是把前人著作读通读透之后有甚么用处,似乎就不重要了

在中国历史上为前人的著作做诠释的书籍不少,最著名的有《十三经注疏》,是一套儒家经书注解,包括《周易注疏》、《尚书注疏》、《毛诗注疏》、《周礼注疏》、《仪礼注疏》、《礼记注疏》、《春秋左传注疏》、《春秋公羊传注疏》、《春秋榖梁传注疏》、《孝经注疏》、《论语注疏》、《尔雅注疏》、《孟子注疏》共十三本











爱因斯坦关于教育的几句话:

"大学教育的价值,不在于学习很多本领,而在于训练大脑学会思考。"

"想像力比知识更重要,因为知识是有限的,而想像力概括着世界上的一切,推动着进步,并且是知识进步的源泉。"

"使年轻人发展批判性的独立思考,对于有价值的教育也是生死攸关的。由于太多和太杂的学科(学分制)造成青年人过重的负担,大大危害了这种独立思考的发展。负担过重必导致肤浅。"

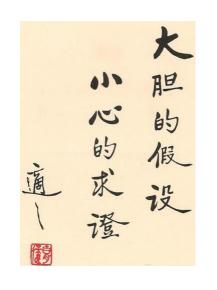
——摘自《爱因斯坦文集第3卷》

治学的根本在于创新

歌德:不断变革创新,就会充满青春活力;

否则,就可能会变得僵化

舒曼:人才从事工作,而天才进行创造



治学是一个质疑与创新的过程

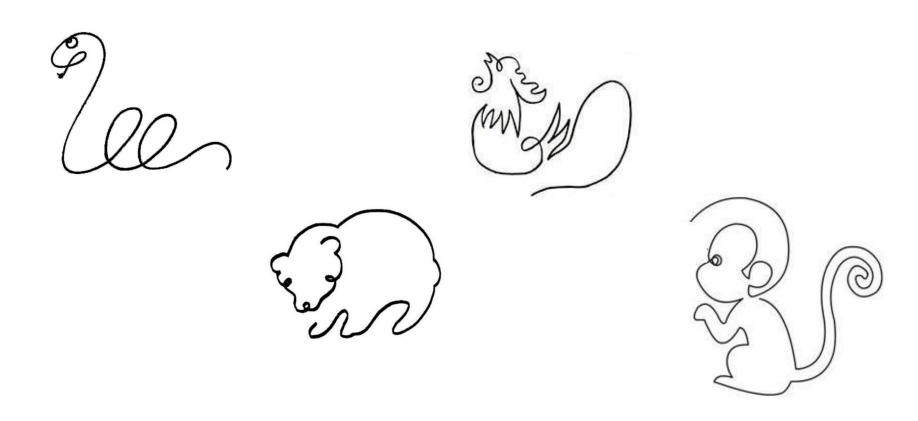
回顾几个历史事件

从一笔画谈起

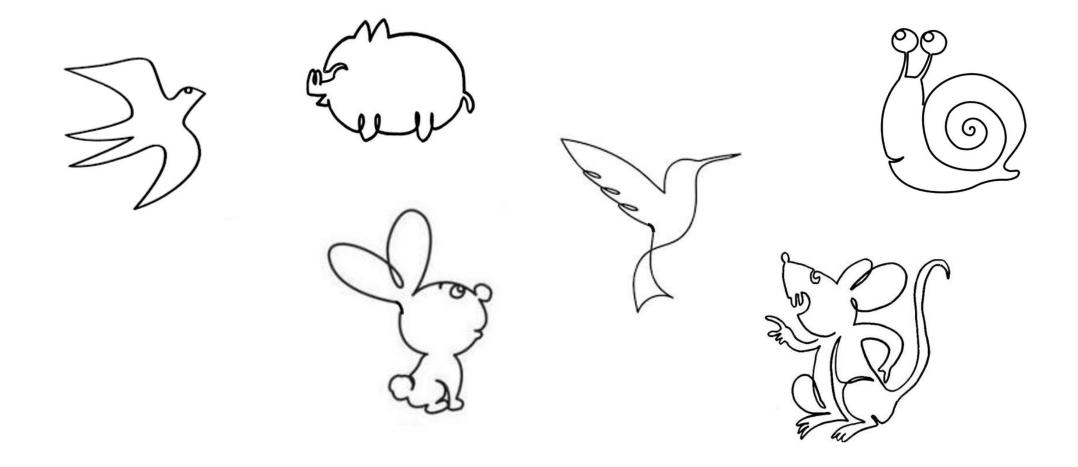
一笔画



一笔不回头



一笔要回头



中国一笔画

北宋 (960-1127) + 南宋 (1127-1279年)

郭若虚《图画见闻志·论用笔得失》:

"惟王献之能为一笔书,陆探微能为一笔画,无适一篇之文,一物之像,而能一笔可就也,乃是自始及终,笔有朝揖,连緜相属,气脉不断。"

王献之(344-386)又名王大令,字子敬,祖籍山东临沂,生于会稽(浙江绍兴),王羲之第七子,东晋书法家、诗人、大臣,晋简文帝司马昱的驸马。

陆探微, (?-约485), 吴县(今苏州)人。南朝刘宋时期画家, 在中国画史上, 他是正式以书法入画的创始人。

中国一笔画

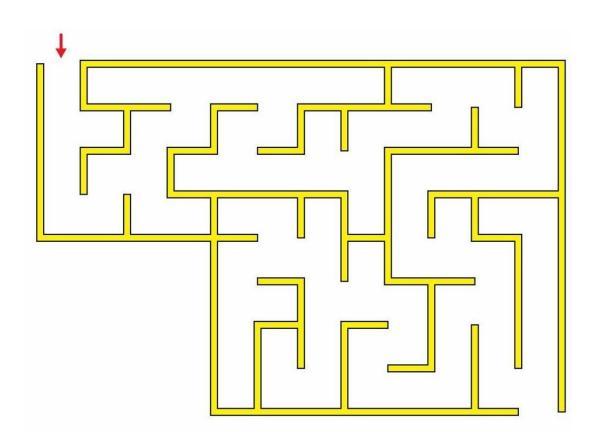
陆探微(?-约485) 吸收王献之书法用笔法, 使用一种连绵不断的线条,创造了一种"包前 孕后、古今独立"的一笔画法,笔势连绵不断, 整幅画一气呵成。

陆探微的线纹因"连绵不断"而被称为"一笔画"。



一笔画艺术

迷宫路径是一笔画



中国古代迷宫



阿敦乔鲁遗址 (3700-3900年前)

位于新疆维吾尔自治区博尔塔拉蒙古自治州 温泉县城西约41公里处 阿拉套山南麓浅山地带

中国一笔画

一笔画

北宋 (960-1127)

南宋(1127-1279)

元朝(1271-1368)

明朝(1368-1644)

清朝(1636-1912)

刘 徽 (250-295):《九章算术注》、《海岛算经》

祖冲之(429-500): "圆周率"

贾 宪(北宋):"贾宪三角"

杨 辉 (南宋) : "杨辉三角"

李 冶 (南宋, 1192-1279): "天元术"

秦九韶(南宋, 1202-1261):《数书九章》

朱世杰(元, 1249-1314):《四元玉鉴》、"四元术"

程大位(明, 1533-1606): "孙子问题"

清 朝:数学人才辈出,著作繁多

(大约有五百人贡献一千多种数学著作)

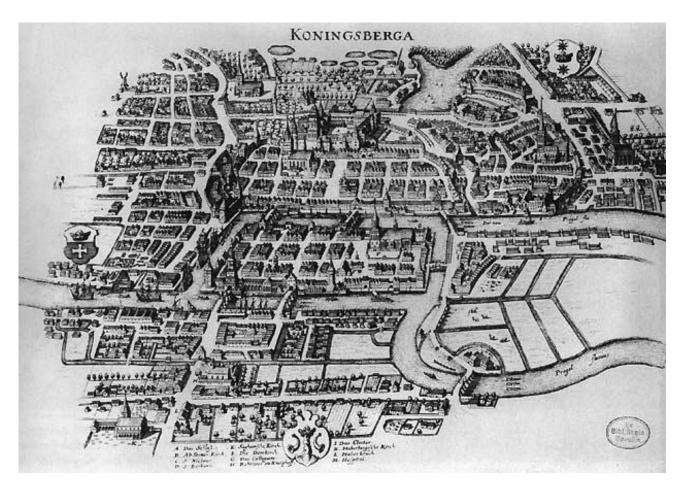
图论

为何没有在中国诞生?

可是,中国古代数学家本质上只是"算学家"

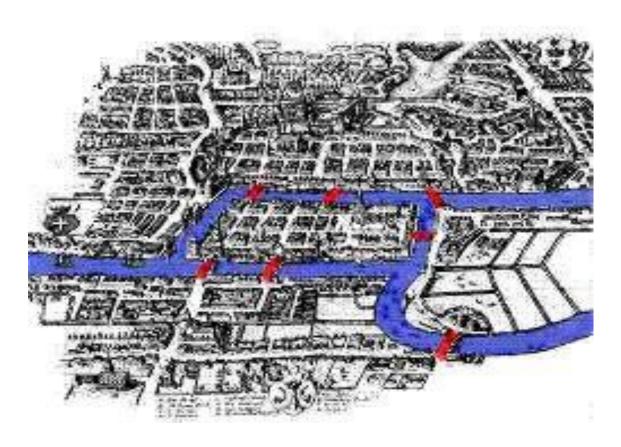
- *中国古代的"数学"基本上是"算学"
- *老清华大学的数学系称为"算学系"

图论从"哥尼斯堡七桥问题"开始



Königsberg 普鲁士 Prussia (1525-1947)

哥尼斯堡七桥问题

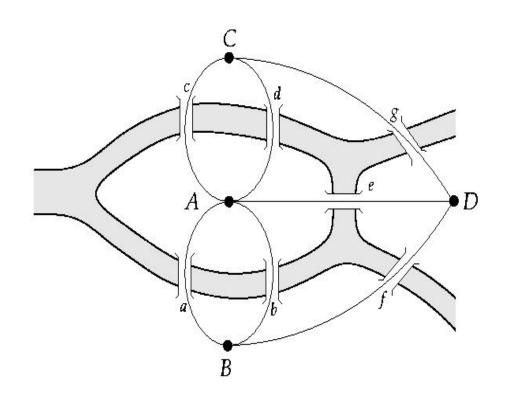


问题:能否从某个地点出发,走过所有的桥,不重复不遗漏,最后回到起点?

这是"一笔画" (回头的一笔画)

欧拉 Leonhard Euler (1707-1783)

清朝(1636-1912)





把它看作是4个 顶点7条边的图



观察 (欧拉, 1736)

每条路径只有一个起点和一个终点

 \rightarrow

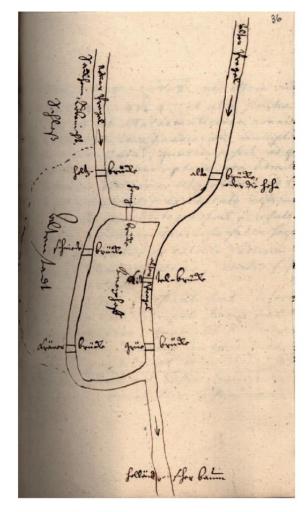
除了起点和终点之外,其余节点都有偶数条连边

 \rightarrow

因为要求终点与起点重合,所有节点都必须有偶数条连边

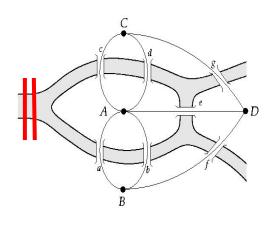
 \rightarrow

结论: 哥尼斯堡七桥问题没有解



欧拉手稿 Ehler's drawing of Königsberg, 1736

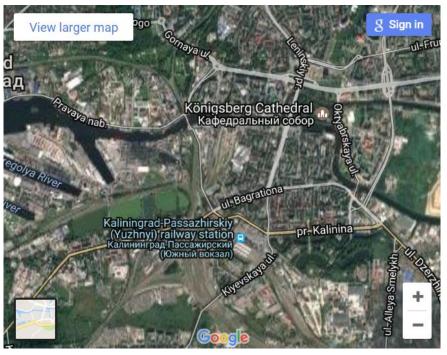
后话



1875年在 B 和 C 之间建了一座桥

8 桥问题仍没解

除非 A 和 D 之间 再建一座桥





到 2008 年,剩下 6 座老桥

(市区里外建的高速公路不算在内)

到 2014 年,剩下 5 座老桥





欧拉图的诞生



图论的诞生

$7 \rightarrow N$

欧拉图:存在一条路径,不重复地经过所有的连边,并回到起点。

= 回头的一笔画

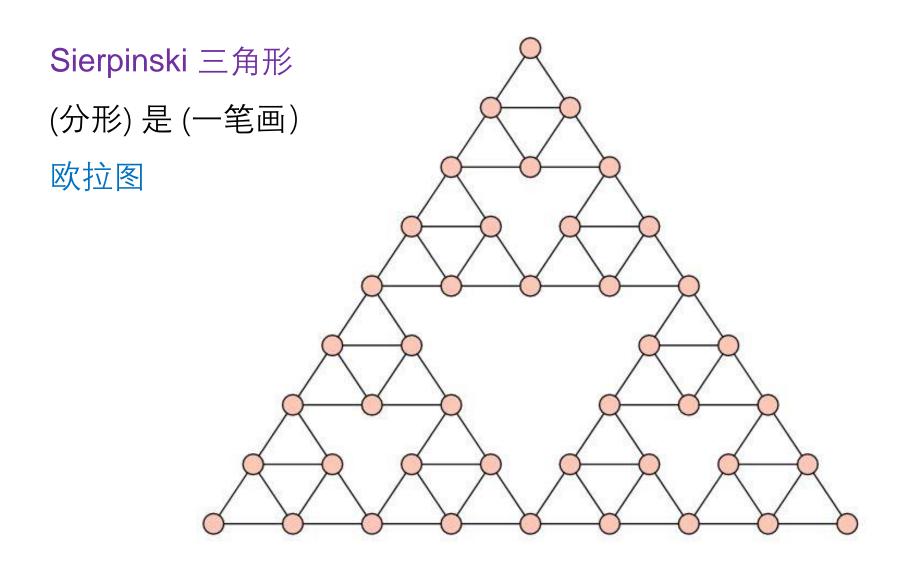


半欧拉图:存在一条路径,不重复地经过所有的连边,并回到起点。

= 不回头的一笔画



图论为什么没有诞生在中国?



另一个例子:

数字"二进制"

数字"二进制"

莱布尼茨 (德国, Gottfried Wilhelm von Leibniz, 1646-1716)

1701年初,他向巴黎皇家科学院提交论文"数字新科学论",论述了"二进制",但被拒稿。

1701年2月25日,他写信给在北京的神父 Joachim Bouvet,谈及"二进制"。神父同年11月4日回信,指出他的"二进制"与《易经》(公元前9世纪)中的伏羲卦象图不谋而合。

《易经》八卦中,阴爻看作 0,阳爻看作 1,则所有其他卦象可以看成是 0 和 1 的组合(比如:坤卦是 000000,乾卦是 111111)。 伏羲图的 64 个卦象,正好是二进制从 0 到 63 的数字。

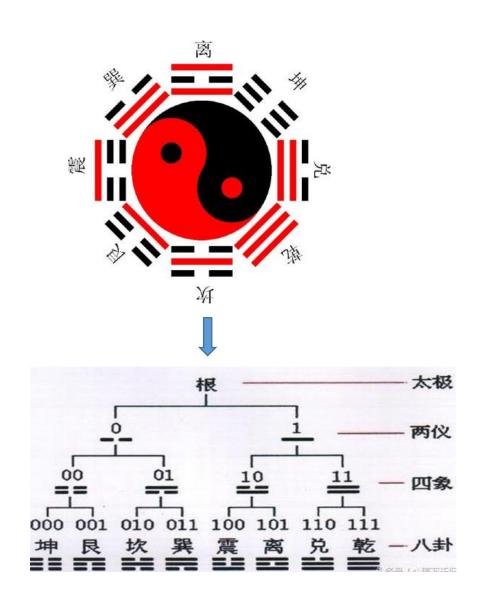
1705年,他的论文"二进位算术的阐述—关于只用0和1兼论其用处及伏羲氏所用数字的意义"正式发表在法国《1703年皇家科学院年鉴》上(pp. 85-89)。

伏羲卦象图



西周 (前1046-前771)

二进制 为什么没有诞生在中国?



111	000	0 1	0
111	100	1	1
11!	010	10	2
111	011	11	3
111	100	100	4
111	101	101	5
11:	110	110	6
ill	111	111	7

上图取自莱布尼茨发表在法国《1703年皇家科学院年鉴》的论文(pp.85-89)

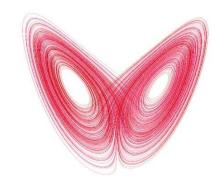
再举一个例子:

[春秋]《道德经》:"道生一,一生二,二生三,三生万物"

LI-Yorke Theory (1975): Period 3 implies chaos

[宋]《朱熹集注》:"差之毫厘,谬以千里"

Lorenz (1963): 蝴蝶效应



混沌理论(或类似的理论)为什么没有诞生在中国?

反思

文学艺术与数理科学的脱节

缺乏基础理论的实用主义

缺乏现代逻辑学和哲学思辨

科学长期被认为是"奇技淫巧"

春秋时期的《考工记》、沈括的《梦溪笔谈》、宋应星的《天工开物》等书籍与制造技术相关,但长期不受重视,更没有进一步发展。

无事则嗤外国之利器为奇技淫巧,以为不必学; 有事则惊外国之利器为变怪神奇,以为不能学。

李鸿章 (1823-1901)

科学研究长期被禁锢

例子:

《晋书·武帝纪》:"禁星气,谶纬之学"

元朝法律中禁习天文的条令:

"括天下私藏天文图谶、太乙、雷公式、七曜历、 推背图、苗太监历,有私习及收匿者罪之。"

明朝法律中禁习天文的条令:

"凡私家收藏玄象器物、天文图谶、应禁之书, 及历代帝王图像、金玉符玺等物者,杖一百。 若私习天文者,罪亦如之。并于犯人名下,追 银一十两,给付告人充赏"。

補矣其見行二十六年歷日該監仍照舊法推算不與 天文地理藝術之人禮部務要備知以憑取用仍行天 造思書而紊氣朔者言若天官書天文志思書思志載 在歷代國史語云通天地人謂之儒學士大夫所宜通 相妨及查律例所禁乃指民間妄以管窺而測妖祥偽 訪取考驗收用在弘治十年令訪取世業原籍子孫 第患不能精耳非際以例禁之也據大明會典明開 之實歷惟精其於國家敬天勤民之政亦誠大有裸 "从以上两书 [《九章》和《周髀算经》] 的内容可以看出中国算学的一个特点,即对于应用之注重。所谓应用,指日常问题与造历二种。由于历代帝王的重视,中国古时的算学家无不兼治历算。汉初张苍,耿寿昌都以善历知名,以后大多均同此现象。这种注重应用的态度,导致中国算学不能产生一部有系统的著作,而只包括一群零星的结果,不成为近代意义下的算学。在同一时期,希腊的算学已在最繁荣的阶段。"

-- 陈省身 《科学》 第 25 卷第 5、6 期,上海,1941

现代数学

公理系统:

古希腊:亚里士多德(前384-322)、欧几里得(前325-265)、希尔伯特(1862-1943)

公理集合论:

欧洲:康托尔(1845-1918)、策梅罗(1871-1953)、哥德尔(1906-1978)

逻辑推理:

[下页]

古代逻辑学

逻辑学有二千多年的历史,其发源地有三个:古代中国、古印度和古希腊

古代中国:春秋战国时期产生了"名学"、"辩学"等逻辑学说。《荀子·正名》尤其是《墨经》集其大成,系统地研究了名、辞、说、辩等相当于词项、命题、推理与论证之类的对象,逻辑思想十分丰富,但没有形成独立的学科体系。

古印度:当时的逻辑学说,称为"因明",其中"因"指推理的根据、理由;"明"指知识、智慧。陈那的《因明正理门论》、商羯罗主的《因明人正理论》是其代表,提出"三支论式"。但没有上升为数学形式的科学。

古希腊:学者们对逻辑进行了较全面的研究,形成了独立的系统理论。亚里士多德的六篇逻辑论著被后人集为《工具论》,在历史上建立了第一个关于词项的逻辑系统。之后,斯多葛学派研究了关于命题的逻辑。与亚里士多德逻辑一起成为传统逻辑最主要的构成部分。

现代逻辑学

17世纪:

- 英国哲学家培根的著作《新工具》提出"三表法"和"排除法",奠定了归纳逻辑的基础,是逻辑学发展的一个里程碑。
- 德国哲学家莱布尼兹设想用数学方法处理传统演绎逻辑,进行思维演算。数理逻辑由此发端。

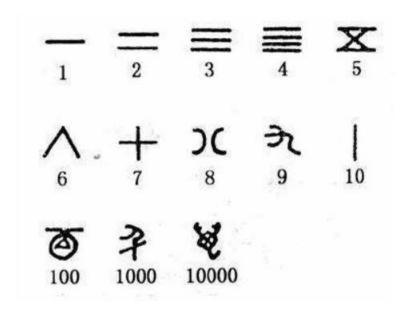
19世纪:

- 英国哲学家密尔(旧译穆勒)的《逻辑体系》总结前人成果,系统阐述了求因果五法,丰富完善了归纳逻辑,使传统逻辑从此基本定型,主要由"演绎"与"归纳"两大部分组成。
- 英国数学家布尔发展了逻辑代数, 使该设想成为可计算和可应用的工具。

20世纪:

- 在弗雷格等人研究的基础上,罗素和怀德海的《数学原理》建立了完全的命题演算和谓词演算,正式确立了数理逻辑的基础,从此产生了现代演绎逻辑。
- 此后,现代逻辑蓬勃发展,演绎部分出现了模态逻辑、多值逻辑等非经典或非标准逻辑分支群; 归纳逻辑也与概率统计和模糊数学等现代数学方法相结合,开拓了许多新的研究领域。
- 此外,黑格尔创立了辩证逻辑。因其具有哲学和逻辑双重性,通常不被纳入经典逻辑体系之中。

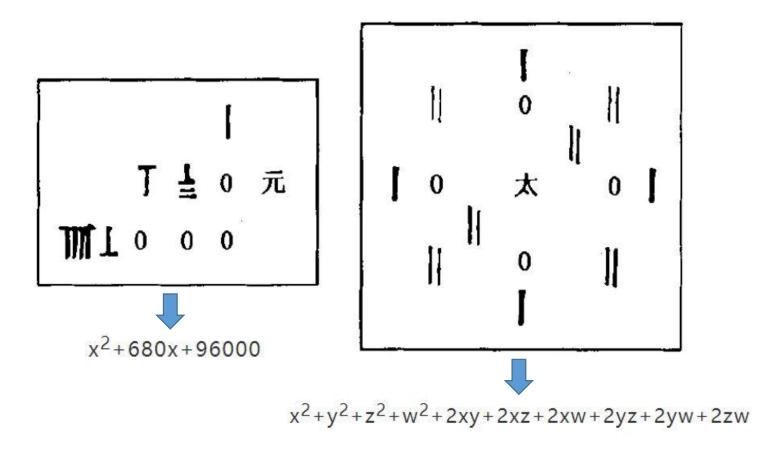
数字和数学的形式化表达



1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9和0 十个数字符号起源于印度,后来由 阿拉伯人传入欧洲,被欧洲人误称 为阿拉伯数字

欧洲还引进了巴比伦的代数学

符号代数由法国数学家韦达完成



中式数学表述法能走多远?

1953 年,J. E. Switzer 写信给 爱因斯坦,问 他怎么看待中 国古代的科学?

爱因斯坦回信:

A. Bimatein, 0
112, Haraor Street, 0
Princeton, P
How Jorsey, U.S.A. 1
April 23, 1953

Mr. J. S. Switger 3412 Del Monte Str. San Mates, Cal.

Dear Sire

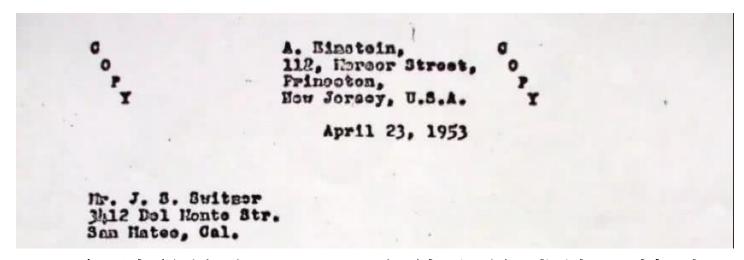
Development of Wostern Science is based on two great schievements: the invention of the formal legical system (in suchidism geometry) by the Grook philosophers, and the discovery of the possibility to find out causal relationship by systematic experiment (Rengissance).

In my epinion one has not to be astenished that the Chinese seges have not made those steps. The astenishing thing is that those discoveries were made at all.

/s/ A. Binstein
Albert Binstein

1953 年,J. E. Switzer 写信给 爱因斯坦,问 他怎么看待中 国古代的科学?

爱因斯坦回信:



"西方科学的发展以两个伟大的成就为基础:希腊哲学家发明的**形式逻辑体系**(在欧几里得几何学中),和通过**系统的实验**找出因果关系的可能性(文艺复兴时期)。依我个人的观点,人们不必对中国的先贤们没有走出这两步感到惊奇。人类居然有这些发现才是令人惊奇的。"

/s/ A. Binstein Albert Binstein

科学与技术在中国

"科学与技术",不简单地等同于"科技"

科学,更明确地说,自然科学,指的是通过观察、实验、仿真和分析去研究大自然中各种事物和现象并探求其原理的学科总类,目的是认知世界;许多人认为它还包括数学和逻辑学。

技术,则是解决各种问题的手段、形式、方法及过程的集成,它在现有事物基础上产生新事物,或者改变现有事物的性能和功用,目的是为人类社会服务。

两者之间,科学为技术的发展提供基础和支撑,而技术进步则不断地向科学研究提出新的课题,反过来激励科学发展。

陈关荣[国家科学评论]:"科学与技术",不完全是"科技"

https://mp.weixin.qq.com/s/k-yOMgwEIFDtVGfTNK0zRA

科学的进步一直是由人类试图认知世界内在基本原理的好奇心 所推动,而不是出于人类自身生存的需要——技术才是如此。

数学中的数论有三千多年历史,但它在成为现代信息保密手段之前一直被认为是个最无用处的数学学科。

爱因斯坦深奥的相对论也只有到了今天才在全球定位系统 GPS 中被派上用场。

DNA 双螺旋结构的发现源于 James Watson 和 Francis Crick 两人对遗传基因的好奇探讨,而该理论后来对生命科学和生物工程发生了革命性的影响。

在中国漫长的历史上,这一直是一个被不恰当地解释和处置的问题。 无数的事件和事实表明,这种错误的观念很可能还是现代科学没有 在中国产生的主要原因。

中国在古代曾经有过诸多先进技术的发明和改进,但却没有让自己成为一个创立现代自然科学体系的国家。

中国古代的进步着眼于具有实用价值的各种技术,但它们并没有演化出现代科学知识和基本理论。例如, 火药发明并没有导致现代化学的创立、指南针的应用并没有导致现代物理学的电磁理论、数学中著名的中国剩余定理并没有导致现代数论的建立, 等等。

陈省身先生晚年时说过:

"数学研究一定要重视基础。基础数学使得问题变得简单。中国的数学有辉煌的历史,但是中国传统数学却没有**复数**。……如果没有复数,就没有电学,就没有量子力学,就没有近代文明。中国传统数学讲'应用',不要复数,所以就永远走不到这条路上去。……实际上,真正抽象的数学最有应用,可惜政府、教育界中有些要人还不明白这个道理。"

陈省身:《九十初度说数学》,上海科技出版社,2001年,pp.84-85

中国古代"四大发明"

火药 指南针 造纸 印刷术

均属技术范畴

中国现代"四大成就"

高铁 共享单车 移动支付 网购









Courtesy: Francis CM Lau

高铁



先后建造高铁的国家和地区:

日本 (1964)

法国(1981)

意大利(1988)

瑞典(1990)

德国(1991)

西班牙 (1992)

英国(1994)

比利时,荷兰(1997)

美国 (2000)

韩国(2004)

中国台湾(2007)

中国大陆 (2008)

中国香港 (2018)

UCI: Worldwide Rail Organisation (since 1922)



高速铁路 (定义):

新铁轨: 250km/h 旧铁轨: 200km/h

世界上第一条高铁: 日本新干线 Shinkansen (1964)

中国大陆第一条高铁: 北京 > 天津 (2008)

共享单车



1965年,共享概念自行车首次出现在荷兰阿姆斯特丹。

1995年,第一批系统化共享单车出现在丹麦哥本哈根。

2007年,第一家商业化共享单车企业问世法国巴黎。

荷兰 阿姆斯特丹

1965年, Provos 实行"White Bike Plan"计划, 把 50 辆自行车喷成白色,供市民免费使用。



移动支付



Telecom Finland

1990 年代已有电话购物和支付服务



1998年,美国出现了商业化的第三方支付平台 PayPal

在世界范围内,美国的移动支付软件包括: ApplePay, PayPal, Venmo, Square Cash, ...

网购



世界上第一个商业购物 网站是美国的 eBay 网, 于 1995 年创立



1978年,法国人创办 Minitel,使用 videotex 技术提供电话连线购物服务。 1979年,英国人 Michael Aldrich 使用 videotex 技术提供电视连线购物服务。



72 岁的 Jane Snowball 通过家里电视机向超市购买到了杂志、麦片、鸡蛋。

技术 ≠ 科学

超越 ≠ 原创

大国 ≠ 强国

例子:

中国互联网络信息中心(CNNIC)发布的《中国互联网络发展状况统计报告》显示,截至2019年底,中国网民规模达到8.6亿,手机网民规模达8.5亿

上述数字为美国的3倍

可是, 谁是互联网的原创?

中国不能只追求做技术大国

要做科学强国,就需要原创

希望越来越多的科技创新出自中国

"千万把自卑的心理放弃,要相信中国会产生许多国际第一流的数学家。也没有理由中国不能产生牛顿、高斯级的数学家。"

陈省身 1990 年 10 月在台湾成功大学的演讲《陈省身文选》

2019年11月21日,英国《经济学人》发行年度特刊 "The World in 2020",前瞻下一年度及未来趋势 任正非 发表署名文章:

"我们处在爆炸式创新前夜"

"我们坚信,未来二、三十年人类社会必然走进智能社会。 今天,人类社会正处于新理论、新技术再一次爆发前夜。 发展潜力巨大,但存在诸多不确定性。

很多问题依然存在,但开放创新是最好解决之道。"

中国有世界上 1/4 的人口

因此,有理由期望:

世界奥运会有 1/4 的奖牌属于中国运动员

世界科学创造和技术发明有 1/4 属于中国

我国年轻一代任重而道远

求学治学

不忘

质疑创新

谢谢