

# 清华大学科学博物馆展出巴贝奇的差分机模型 看两百年前的“神机妙算”

◎姚禹

近日，“神机妙算——计算器具历史展”在清华大学科学博物馆开展。展览中重现了计算机之父查尔斯·巴贝奇的传奇人生与其精妙的设计。

查尔斯·巴贝奇出生于英国伦敦，他的父亲是舰队街上的银行合伙人。巴贝奇虽然天资聪颖，但是从小体弱多病，不得不辗转多地求学。在家庭教师的帮助下，巴贝奇在十几岁时就掌握了当时几乎所有的大学数学课程。父亲希望他子承父业，把优秀的数学天赋应用在金融领域，而年轻的巴贝奇则坚定地投身于科研事业。

1810年10月，19岁的巴贝奇进入了群英荟萃的剑桥大学三一学院，成为了培根和牛顿的校友。出于对数学的强烈兴趣，1812年，巴贝奇与包括约翰·赫歇尔的在内的几位同学一同创办了名为“分析学会”的数学社团，致力于推广莱布尼茨的微积分符号系统。而约翰·赫歇尔正是大天文学家威廉·赫歇尔的儿子，日后也成为了一名出色的天文学家。同年，巴贝奇转学到剑桥大学彼得豪斯学院，并因为解决了一系列天文领域的计算问题，成为了名誉最高的金质奖章授予巴贝奇，以表彰他超越时代的伟大发明，一种高度自动化蒸汽动力的机械计算机——差分机。

年轻的巴贝奇雄心勃勃，他的理想不仅限于成为一名单纯的数学家。在1824年，皇家天文学会将代表最高荣誉的金质奖章授予巴贝奇，以表彰他超越时代的伟大发明，一种高度自动化蒸汽动力的机械计算机——差分机。

差分机的发明背景要从法国大革命说起，君主制被推翻后，新成立的国民议会大刀阔斧地推进多方改革，其中一项很重要的工作就是统一全国混乱不堪的度量衡。原本的《数学用表》不再适用，需要重新编制。1791年，法国数学家普罗尼接下了这份艰巨的任务。普罗尼采取了顶级数学家、普通数学家和基层计算人员三级的分工系统，完成了足足有17卷大部头书稿。然而遗憾的是，这

### 10年设计与制造差分机的经验让巴贝奇有了设计更强机器的能力，他构想出了一种机械结构更加精密复杂的分析机。按照巴贝奇的设计，这台分析机能够使用多项式展开的方法计算对数和三角函数，并完成类似汇编语言的程序指令，这已经具备现代计算机的基本雏形了。

份完全由人工制作的《数学用表》还是错误频发，没能完成最初的设想。

法国数学家制表工作的失败引发了“分析学会”会员们热烈的讨论，一些会员试图寻找一种比法国人更加高效的计算方法。而巴贝奇进行了更加深入的反思，占据整个制表工作绝大多数的基层计算人员需要进行大量的简单重复计算工作，他们在长期的枯燥工作中很难避免计算错误。在目前的工作模式下，只要基层的计算工作始终无法摆脱人力，无论数学家们如何优化算法，都无法消除计算错误。因此巴贝奇认为，唯一行之有效的就是用机器取代人工。巴贝奇从法国人杰卡德发明的提花编织机上获得了灵感，他想要发明一种机器，它不仅能够实现固定的计算功能，更能按照设计者的需要，自动处理不同的函数计算。1822年6月14日，巴贝奇向皇家天文学会递交了一篇名为《论机械在天文及数学用表计算中的应用》的论文，差分机的概念正式问世。

也正是从1822年开始，在英国政府的支持下，巴贝奇开始了差分机1号的设计和制造。局限于当时的工艺水平，以蒸汽为动力的差分机1号最终成为了一个高10英尺高，宽10英尺，长5英尺，重达2吨的庞然大物。尽管巴贝奇不断修改设计图纸，力求提升完成进度，但是差分机1号在10年间仅完成了整体设计的七分之一。英国政府做了一次清算，发现整个计划一共花掉了17500英镑，这差不多相当于22台蒸汽机车或者2艘战舰的价格。最终，高昂的造价和渺茫的应用前景使得英国政府停止了对该项目的资金支持。

10年设计与制造差分机的经验让巴贝奇有了设计更强机器的能力，他构想出了一种机械结构更加精密复杂的分析机。按照巴贝奇的设计，这台分析机能够使用多项式展开的方法计算对数和三角函数，并完成类似汇编语言的程序指令，这已经具备现代计算机的基本雏形了。尽管巴贝奇倾尽家产，为差分机项目补贴了1.3万英镑，但由于缺乏政府的持续支持，以及研制进度始终无法取得突破，导致他的研究团队逐步解散，巴贝奇走进了他人生中的至暗时刻。

故事的转折发生在1833年，一位名为艾达·洛夫莱斯的年轻贵族女性被她的老师介绍给了巴贝奇。艾达出身名门，是大名鼎鼎的英国诗人拜伦勋爵的女儿。身为伯爵夫人的她虽然年轻，但却拥有卓越的数学才能。

1842—1843年，艾达花了9个月的时间将意大利数学家路易吉·米那比亚讲述的巴贝奇分析机的论文《关于巴贝奇先生发明的分析机简讯》翻译成了英文。在巴贝奇的建议和鼓励下，艾达在翻译的过程中扩充了很多自己的理解，最终留下的注释篇幅足有原文的两倍。在这些注释中，艾达强调了分析机和以往所有的机械计算机存在着根本性的差别，它具有编程能力，这意味着它不仅是一种机械计算机，更是一种跨时代的机械计算机。艾达认为，编程能力将使这台机器的应用潜力远远超出单纯的数字运算。只要输入适当的程序，人们就可以用分析机来表征复杂的函数关系，甚至进行文字排版和音乐创作。受机械织机的打孔卡启发，艾达也在编程的过程中，引入了打孔输入的机



“神机妙算——计算器具历史展”巴贝奇展板



清华大学科学博物馆复原的巴贝奇差分机2号计算模型

制。艾达利用这种方式让分析机具有了计算伯努利数的功能，而这被认为是世界上第一个“计算机程序”，当时的艾达只有27岁。在科学史上，艾达的这篇论文被视为程序设计方面的第一篇著作。艾达本人不仅是维多利亚时代的一位伯爵夫人，更是人类历史上第一位程序员。

在1847年到1849年这两年里，巴贝奇运用了开发分析机得到的心得，重新设计了差分机2号。这台2号机可以计算到31位数及第7阶差，而它的零部件仅为差分机1号的四分之一。可惜的是，这时候巴贝奇已经找不到愿意出资的人了，差分机2号也只停留在纸面上。更加让人遗憾的是，1852年，年仅36岁的艾达在治疗宫颈癌时因失血

过多去世。失去了得力助手的巴贝奇又孤独地研究了20年，最终还是没能看到差分机问世的那一天。

艾达的过早离世让这段高山流水的知音之交很快中断，巴贝奇因此失去了最坚定的拥护者和最得力的工作伙伴，这段友谊也让参观观众不胜唏嘘。

差分机是人类机械制造史上一个跨时代的狂想曲，更是成为了日后蒸汽朋克文学的象征性符号。科幻小说大师威廉·吉布森的名作《差分机》，便描绘了一个差分机被成功制造出来的平行世界。在纪念伟大的科学先驱的同时，或许我们可以借助文学家的想象力，感受人类科技树的另外一种可能。

(图片来源：清华大学科学博物馆)

## 延伸阅读

### 迟到的差分机

以维多利亚时代工艺水平，制造一台蒸汽动力的纯机械结构的巴贝奇差分机实在过于困难。

但是计算机理论经由阿兰·图灵和冯·诺依曼等人不断发展，终于在1946年，人类第一台可编程的电子计算机埃尼阿克在大洋彼岸的美国诞生，这时距离巴贝奇去世已

经过去了整整75年。为了纪念巴贝奇的伟大贡献，1985年至1991年，伦敦科学博物馆依照巴贝奇的图纸，用6年的时间打造了一台完整的差分机2号。这台巨大的机械计算机，长3.35米，高2.13米，有4000多个零件，重2.5吨，能够完美地实现巴贝奇设计的所有功能。

## 字里行间

◎闫丽珠

科普读物《司空不见惯——剥开洋葱里的层层世界》是一本开本精巧的书，刚好能放在包里，不管是在地铁上，还是在咖啡馆里，都能随手翻上几页，这对乐于读书的人来说真的可以说是一件惬意的事。

《司空不见惯——剥开洋葱里的层层世界》涉及社会、自然、情感、家庭等4个维度，包含了43个短小精悍且彼此独立的短篇。人们把书籍称作精神食粮，这本书给人的感觉就像某些零食潮推出的礼品盒子，里面分成干果、蜜饯、肉干、点酥4个大格，大格里码放的是43种口味各异的优质零食，而且每种都是独立小包装，方便又美味。你既可以按顺序“品尝”，也可以随意选择感兴趣的章节“开吃”。

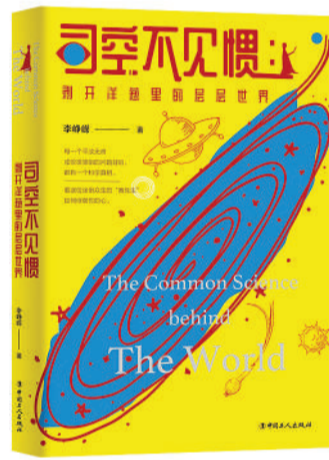
我“品尝”的第一篇是《爱情不过是个主观塑造的故事》，题目下方还有个发人深省的问题：“为什么看起来不般配的人也可以白头偕老？”这是我们生活中常见的八卦话题，令人艳羡的金童玉女终未修成正果，从来不被看好的两个人却能长相厮守。关于这个问题，《司空不见惯——剥开洋葱里的层层世界》用深入浅出、平实质朴的笔触剥开层层叠叠的“洋葱”，从心理学的角度去探究爱情中的科学真相。

文中谈到的斯滕伯格25个爱情故事模型让人感触颇深——我们可以将错综复杂的爱情看做是各种想象模型的排列组合。如果每一个在恋爱中陷入迷途的人都能从科学的角度认清自己与对方的关系，恐怕就能多一些珍惜，少一些错过，多一些幸福，少一些遗憾了。为了让对此问题有兴趣的读者进一步探究，作者还十分贴心地在文章末尾提供了3本参考书目和简单介绍，这就好比把读者交给了心理学大师，让他带着我们进一步剥开“洋葱”直抵这个问题所对应的科学硬核。

看完一篇情感维度的，我又迫不及待地翻到了自然维度的这篇《吃鸡全球化》。有人说小麦是世界上成功的植物，它借助人类把种子撒播到世界各地，并让人类为它苦苦耕耘。按照这个逻辑，世界上最成功的动物恐怕是鸡了，这篇文章从鸡的驯化史、鸡的工业化，讲到与鸡相关的高新科技与社会文化，读完之后我不禁惊叹，作为地球上数量最多的鸟类，鸡遍及世界各地，不仅是人类最主要的蛋白质来源，更涉及了医药、文化、美学、宗教等方面。原来，鸡从不“正眼看人”，是因为它真的“看不起人”。

这就是所谓寓教于乐吧！就这样，我兴致勃勃地读完一篇又一篇短文，剥开一颗又一颗洋葱，看到一层又一层世界。阅读这本书真是一个幸福的过程，因为每篇文章都一样的“好吃有营养”，绝对不让“味蕾”失望。

# 打开「精神零食盒」 品尝四十二种口味的科学



作者：李峥峰  
出版社：中国工人出版社  
出版时间：2020年7月

## 互联网影视宣发 不能只打“感情牌”

### 玉渊杂谈

◎李邨南

最近，互联网宣发成为影视传播营销的新动向，有人称之为开辟了一片“蓝海”。一些影视营销方熟练地使用“话题式”“热搜式”传播、短视频营销，以及直播间卖票等新手段，为电影票房作出了不少贡献。

纵观这些新颖的方式，共同特征是立足互联网引发人们的社交需求及其背后的情感共鸣。《少年的你》以“小时候被霸凌”“少年的你后遗症”等互动话题吸引网友参与，《隐秘的角落》以“去爬山吗”等爆梗带动一波又一波观剧热潮，《夺冠》《我和我的祖国》《我和我的家乡》，打的都是回忆与乡愁的“感情牌”。此时，影视所满足的不仅是放松休闲或艺术欣赏的需要，而且是群体情感认同的需要。人们希望从影视中得到的，也不仅是故事、情节或人物，还有寄托了情感的话题。借由这个话题，我们获得了某种谈资，也有了进入由社交媒体建构的舆论场的“门票”。此时的影视作品具有了社交货币的功能，而获得这种社交货币，又几乎是互联网生活的刚需。

当前，我国互联网普及率不断提高，网民已达9.4亿，网络视频（含短视频）用户占网民整体的94.5%。互联网的意义早已超越了传播平台，成为人与人互相联系的纽带。自古以来，共同的兴趣就是人们互相交流的基础。今天，由于互联网特别是社交媒体的出现，人们表达和满足自己的兴趣变得

前所未有的方便，与此同时，寻找与自己趣味相投之人的渴求也从没有如此强烈。于是，互联网时代的观众不但在时空上更便捷广泛地联系在一起，在趣味和审美上也前所未有地互相影响和渗透。而当趣缘成为网络空间里聚拢形成的重要基础，人以趣分、群以趣聚也就成为“网络组织学”的基本规则。参与过同一电影话题的讨论，意味着口味相似，这也成为社交的基础。

应该说，不论是制造热搜话题，还是短视频吸粉，抑或直播间里流量明星带货卖票，都为人们走近影视作品打开了一扇门。但是，观众入门来，呈现在他们面前的是什么呢？看后又有什么收获，才是影视艺术更应深入思考的问题。影视营销的根本目的不应该是把电影票卖出去，而是我国影视业的高质量发展。因此，影视营销说到底要靠精彩的内容，以及对内容的准确解读，如果一味博眼球、抢关注、争流量，或者刻意触碰观众情感痛点，过度煽情，或许也能取得投机的成功，却必然无以为继，而且可能损伤影视发展生态。

因此，面对这片宣发“蓝海”，互联网影视营销除了目前用行之有效的新手段，激发人们观看影视剧的热情之外，更应想办法延续和保持观影追剧的热情。这就要求扩大和丰富营销的内涵，吸引影视评论专业力量的参与，多开展作品主题内涵、思想意蕴、艺术技巧和美学品格等方面的深度解读，在向观众营销的同时培养观众，在吸引观众的同时引导观众。只有这样，才能推动互联网影视营销的转型升级，更有效地发挥营销对创作的积极作用，为我国电影高质量发展营造有利环境。

(作者系故宫博物院研究员)

# 故宫古建筑匾额上的“错”字

## 博览会

◎周乾

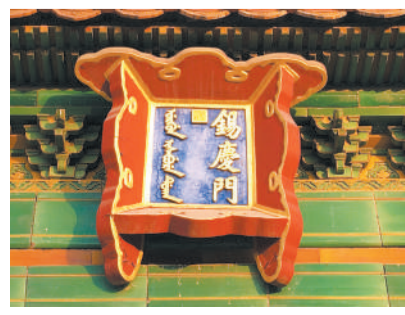
故宫又名紫禁城，是明清帝王执政与生活的场所。故宫内宫殿建筑数量众多，而悬挂于各个宫殿外部的匾额，则是解读建筑名称和功能的重要装饰物。这些匾额的书写风格多属于楷体，其笔画工整、规矩有法度。按照楷体的书写习惯，“门”字须带勾。然而公众去故宫参观时，会注意到很多宫门匾额的“门”字并不带勾，最后一笔垂直而下即完成书写，似乎为“错字”。以紫禁城中轴线各宫门为例，无论是前朝的午门、太和门，还是内廷的乾清门、坤宁门等，其匾额上的“门”字均不带勾。这些

“门”字之所以被“错误”书写，其原因多与紫禁城防火忌讳相关。

从科学角度讲，建筑匾额上的“门”字是否带勾，与建筑本身是否着火不存在任何关联。然而南宋临安城玉牒殿（存放皇家族谱的场所）火灾事件，使得“门”字带勾成为防火忌讳。据清代学者俞樾所撰《茶香室丛钞》卷十六记载：南宋都城临安玉牒殿某次遭受火灾，火势蔓延至殿门。有大臣向皇帝禀报，说是因为殿门匾额上的“门”字带勾才导致火灾。于是皇帝下令摘下殿门的匾额，扔到火里烧了，玉牒殿的火灾也很快被扑灭了。此后的明朝，无论是南京还是北京的宫城城门，其匾额上的“门”字都不带勾。另据清代学者倪涛所撰《六艺之一录》卷三百六十一及马朴《谈误》卷四记载，明代书法家詹希源在书写南京太学集贤门匾额时，将“门”

字带勾，自认为可显笔画遒劲。不料明太祖朱元璋看后大怒，认为这一勾阻挡圣人贤士发展之路，于是下令把“门”字的勾削掉，并将詹希源处死。清末文人赵汝珍在《古董辨疑·杂辨》中对此分析认为，“门”字带勾，不仅不利于招纳贤士，而且也是火灾产生的重要原因。

那么，“门”字不带勾是否真的可以避免火灾呢？答案是否定的。如紫禁城最早的火灾发生地点就是午门。据明代文学家沈德符所撰《万历获野编》卷二十九记载，明永乐十三年（1415年）正月元宵节，午门外举行鳌山（用彩灯叠成的类似巨鳌形状的山）灯会，不料有爆竹引燃鳌山，进而使午门着火，负责指挥救火的都督马旺被火烧死。而午门内的太和门在历史上数次遭受火灾，其中光绪十四年（1889年）的火灾最为严重。据中国第一历史档案馆馆藏军机处录副奏折之《审讯贞度门值班官兵供情》记载，光绪十四年二月十五日，在贞度门（位于太和门西侧）值班的两名护军将洋油灯挂在贞度门的东山墙后檐柱上，灯火烤着了柱子，引发大火。火势很快向东蔓延，烧毁太和门、昭德门及相邻的多座库房。由于时值隆冬季节，太和门前的内金水河早已结冰，救火人员凿冰一尺才获得水源。且火势极为凶猛，建筑四面均着火，对扑救极为不利。大火在两天后才被彻底扑灭，清廷出动救火人数达7000余名。此



“门”字不带勾的故宫匾额(左图)与“门”字带勾的故宫匾额(右图)

周乾摄