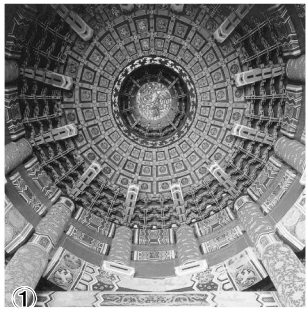


# 古建筑防火：旧时与今日

■本报记者 韩天琪

1月3日，距今600年历史的云南大理巍山古城拱辰楼失火，楼上木结构部分被烧毁。拱辰楼始建于明朝，如此高大雄伟的明代古城楼完整地保存至今，在云南乃至全国实属罕见。近年来著名古城、古镇、古村落发生火灾的情况经常出现。频繁发生的古建筑火灾事件对木建构历史文化遗产保护工作提出了警示。我国古代的建筑多为木结构，那么，古人在木建筑防火方面有哪些独特的设计与经验？其中有哪些科学思想值得今人借鉴？



①北京天坛龙凤藻井 ②文渊阁 ③鸱吻



## 经营性开发应适可而止

随着现代科技的进步，专业的防火和消防技术也越来越多，效果越来越好。木料阻燃、火灾探测、注氮控氧等技术在现代古建筑保护工作中发挥着重要作用。

王贵祥认为，从理论上讲，现在可以从技术上完善古建筑的防火和消防设施。在针对古建筑的特殊性制定的消防方案中应包括消防布局、消防站、消防通道、消防给水、消防设备等内容。

“古建筑没有现代建筑的消防规范和应用，在这些方面是需要作一些补救措施的。”王贵祥说，“但之所以说它是理论上的，因为这种消防改造需要很大的投资，在具体实践中往往容易被忽视。”

中国科学技术史学会建筑史专业委员会秘书长郭超告诉《中国科学报》记者：“古建筑的现代保护，缺的不是技术，是意识。”

近年来，古城、古镇、古村落的旅游开发如火如荼，急功近利的古城改扩建和电路改造，极易让原本就严重老化的电线负荷剧增，造成线路短路，引发火灾。

郭超呼吁：“古建筑的经营性开发一定要适可而止！”

## 古代的建筑防火设计

清华大学建筑学院建筑历史与文物建筑保护研究所教授王贵祥在接受《中国科学报》记者采访时表示，“概念防火”是古代建筑形制中一种颇具特色的象征性防火设计。其中比较有代表性的建筑装饰有鸱吻和藻井。

鸱吻是古代建筑屋脊两端高高耸起的饰物，形状似龙形，卷头缩尾，张口大口衔着正脊，背插宝剑。其形象有狎鱼、海马、鳌龟等，这些都是兴云作雨的海中神兽，古人期望借助它们的神力来避火。藻井是古代建筑的一种室内装饰元素，一般用于殿堂明间顶部中央，绘龙纹或菱、藕一类花卉。藻井有生水之意，从我国五行说中“水克火”的认识衍生而来。

“取名带水”和“门不带钩”也具有极强的象征意味。例如存放《四库全书》的七个阁中有六个阁都带有水字偏旁。它们是“渊、源、津、濶、汇”。而牌匾上的“门”字最后一笔直写下来也是为了避“火钩”之嫌。

“当然这些都仅仅只是在象征意义上祈祷火灾不要发生，并不具有防火的真正功效。”王贵祥说。

要真正从技术上保护木建构不被火灾侵害，还要从防火和灭火两个角度着手。

鉴于木建构的建材特性，古建防火的第一步即是对可燃构件做阻燃处理。用涂抹灰泥的办法来提高可燃构件的防火性能，在我国古建筑中是采用最久且最广泛的一种技术措施。

早在春秋时期，就有“火所不至，撤小屋，涂大屋”的火灾预防办法。及至元朝，著名的农学家王桢在他的《农书》中对于建筑防火和防火材料更有详尽的论述，他提出了“火得木而生，得水而熄，至土而尽”的理论，由此研制了“用砖屑为末，白善泥、桐油、枯草炭、石灰”等五种材料，然后用“糯米胶”调和成一种比较原始的防火材料。

山墙、风火檐、室内防火墙、室外防火墙等防火分隔物也有防火和阻止火势蔓延的作用。我国古建筑的山墙中，硬山墙和马头墙的防火效果较

好。风火檐的设计要求不能开设门窗洞口，而且还要把墙上的屋檐用砖或琉璃等非燃烧材料封严，不允许可燃构件外露，以达到阻止火势从外部向内部或从内部向外部蔓延的目的。现存最完整的室内防火墙是建于明朝的蓑衣卫仓库，每隔7间房屋空出一间，并将这间房屋砌成无门无窗的砖墙，具有很好的防火功能。护城河与城墙则是最好的室外防火隔离带。

“当火灾真正发生时，要做的是第一时间灭火，这时就体现了消防设施的重要性。”王贵祥介绍，消防最重要的即是水，建筑周围设置的大量水缸实际上就是古代的消防设施，类似于现在的“灭火器”。

根据《大清会典》记载，紫禁城内共有太平缸308口，每口缸可容水2000升，达到现在一辆水罐消防车的储水容量。而且每口大缸有16名太监编制专门管水。冬天为防冻，缸下面设置炭炉，为缸里的水加温。

## 古建火灾频发的原因

相对于西方古建筑的砖石结构体系来说，中国的古建筑以木结构为其主要特点。单体古建筑主要由砖石台基、木结构的屋身和瓦屋顶组成。木结构古建筑的柱、梁、枋、檩、斗、拱等承重构件，以及门、窗、隔断等非承重构件都由木质材料构成。

“木材本来就是干燥且易燃的材料，因此木结构建筑一直存在如何防火灭火的问题。”王贵祥表示，现在木结构古建火灾频发有各种各样的原因，但最根本的还在于其建筑材料的特性。

古建筑中的各种木材构件，具有良好的燃烧

和传播火焰的条件，耐火等级低。而古建筑的平均木材量为每平方米使用1立方米木材，现代建筑则要求每平方米不超过20千克木材的火灾负荷量。由此推算，木建构的平均火灾负荷量是现代建筑的33倍。

“单体建筑中如此大的木材用量，要是放在现代建筑设计中，甚至是无法达到消防规范要求的。”王贵祥说。

根据北京市古建筑研究所研究员王世仁的研究，古建筑用木材做成的柱子和梁架等主体结构在发生火灾时的燃烧速度为每分钟2厘米。由

此推算，木建构在起火以后，如果在15~20分钟内得不到有效灭火，即会出现大面积燃烧，温度高达800~1000摄氏度。

房屋结构方面，由于其屋顶结构严实紧密，屋顶内部的烟热不易散发，温度极易积聚。建筑布局时，古人往往注意其艺术效果，而很少考虑防火间距和防火分隔。

“古代建筑的这些特点使得一旦出现火情，燃烧速度非常快，而且容易出现连片燃烧。”王贵祥解释道，这就是古建保护领域常说的“轰燃”现象。

## 科学史话

# 波义耳的气体实验哲学

英国科学家罗伯特·波义耳堪称17世纪实验哲学的先驱人物。在他科学生涯的早期，气体物理学是科学界最为热门的研究方向。

当时法国科学家根据实验得出“空气没有弹性”的结论，波义耳承诺设计制造出更精确的仪器进行实验，这个仪器看上去是一个“U”形大玻璃管。这个“U”形玻璃管是不匀称的，一支又细又长，高出3英尺多，另一支又短又粗，短的这支顶端密封，长的那支顶端开口。

波义耳把水银倒进玻璃管中，水银盖住了“U”形玻璃管的底部，两边稍有上升。在封闭的短管中，水银堵住一小股空气。波义耳解释，活塞就是任何压缩空气的装置，水银也可以看作“活塞”。向法国实验所期望的那样，波义耳的做法不会因为摩擦而影响实验结果。波义耳记录下水银重量，在水银和空气交界处刻了一条线。他向长玻璃管中滴水银，一直把它滴满。这时，水银在短玻璃管中上升到一半的高度。在水银的挤压下，堵住空气的体积变成不到原来的一半。在短玻璃管上，波义耳刻下了第二条线，标示出里面水银的新高度和堵住空气的压缩体积。

然后，通过“U”形玻璃管底部的阀门，他把水银排出，直到玻璃活塞和水银的重量与实验开始时的重量完全相等。水银柱又回到它实验开始的高度，堵住空气的体积又回到它当初的位置。空气果真具有弹性，法国科学家的实验是错误的，波义耳是正确的。

为了弥补人类感官上的局限，1650年奥托·冯·格里克首先发明了空气泵。1659年，罗伯特·波义耳受命建造一台现在称作真空泵的空气泵，并把它塑造成帮助人们“发现新的可见世界”的有力武器。这个装置的精妙之处在于它能够使观察者看到玻璃试管内部的情况，并允许人们引导甚至控制实验的发展。于是每当某个贵族大公报科学聚会时，空气泵的神奇便不可避免地展示一番。

空气泵现在看起来似乎貌不惊人，但在当时造价却极其昂贵，全世界也不过只有4台。作为理查德·波义耳的孙子，罗伯特·波义耳没有这些顾虑——在受命建造完第一台后，他又为自己改装建造了两台，并把1659年的第一台原始模型捐献给了皇家学会。

因为波义耳的泵大部分是按照他自己的想法所设计，并由罗伯特·虎克负责建造，所以整机非常复杂，运行起来问题百出。大多数演示只能由虎克亲自操刀，波义耳也经常将重要的公众演示交给虎克。



本版图片来源：百度图片

尽管有很多操作和维护上的不足，建造这台空气泵使得波义耳能够进行很多有关空气属性的实验，这些实验都在他出版的《新机械物理实验——感受空气的活力及其效用（由新气泵所完成的大部分实验）》一书中作了详细的描述。

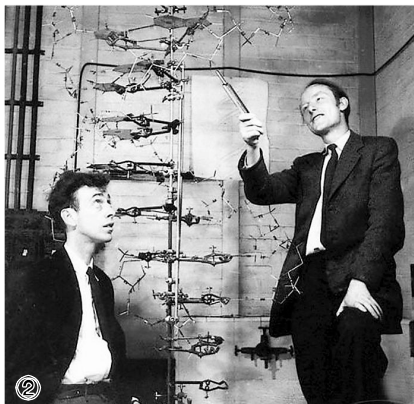
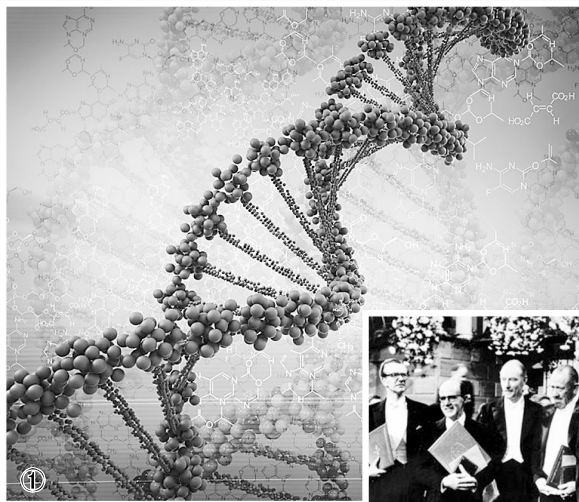
在书中，详细阐述了他所进行的，偶尔由虎克帮忙的43个实验，说明了空气在不同现象中的效果，波义耳试验了抽空空气时的氧化、磁场、声音及气压特性，检验了在不同物质上增加气压的效果。

他列举了两个基于活生物体的实验：“40号实验”，检验昆虫在低气压下的飞行能力；令人咋舌的“41号实验”，说明了生物生存对空气的依赖。在试图揭示有关“大自然所提供生物的肺，进行生存必须时的呼吸量到底有多少”的实验中，波义耳不厌其烦地更换了大量不同生物物种，使用包括鸟类、老鼠、鳗鱼、蜗牛和苍蝇等进行实验，研究它们在空气中，空气被抽走时的反应。他这样记述了当时的情景：

“小鸟看起来还是生龙活虎的，但是把空气抽干之后，明显变得萎靡不振，病怏怏的。很快出现通常家禽中所见到的头部向后扭，在剧烈而不规律地抽几下之后，小鸟翻动两三下，然后胸部向上，头向下，脖子反拧着死掉了。”

借助空气泵实验，波义耳提出了人类历史上第一个被发现的“定律”——“波义耳定律”。当他向堵住空气施加双倍的压力时，空气的体积就会减半；施加3倍的压力时，体积就会变成原来的1/3。波义耳据此实验结果在1662年提出：“在密闭容器中的定量气体，在恒温下，气体的压力和体积成反比关系。”这是第一个描述气体运动的定律，为气体的量化和化学分析奠定了基础。（韩天琪整理）

## 看图说史



①DNA双螺旋分子结构图。②沃森和克里克发现了DNA双螺旋结构。③克里克（左三）和其他获得诺贝尔奖的科学家在颁奖现场。

## 打开生命奥秘之门

# DNA双螺旋结构的发现

说到20世纪最伟大的3个科学发现，非相对论、量子力学和DNA双螺旋结构莫属。1953年1月18日，英国年轻的物理学家克里克和美国年轻的生物化学家沃森合作，在英国剑桥卡文迪许实验室揭示出核酸的化学结构。他们提出了脱氧核糖核酸(DNA)分子结构的双螺旋模型，即著名的“沃森-克里克模型”。这一成就后来被誉为“21世纪生物学中最伟大的发现”和“生物学中的决定性突破”，被视为分子生物学诞生的标志。

20世纪40年代，虽说科学家们已不再相信“上帝创造万物”，但某些古老的观念仍影响着科学思维。许多科学家仍然不相信生命只是一堆化学物质的组成而已。奥地利物理学家薛定谔所撰《生命的意义》一书影响了沃森和克里克，使他们坚信生命现象可以用物理和化学现象来解释。

不久，随着科学史学者约翰·葛里宾的鲑鱼研究报告的显示，有足够的证据可以确定至少鲑鱼的遗传信息是由脱氧核糖核酸(DNA)携带的。实验结果带来的巨大影响促使两位主人公各自改变了自己的研究方向，他们开始投入到研究DNA结构之谜的工作中去。

通过X光结晶影像技术的帮助，沃森和克

里克观察到了DNA分子的成分以及长链DNA分子以螺旋状呈现等信息。但是，诸如DNA分子究竟是由几个螺旋组成，内部间的各成分又是怎样组合的，螺旋到底有多密，圈与圈之间的缝隙有多大等细节问题，他们仍不得而知。

与当时其他研究者的思路不同，沃森和克里克坚持要先找到DNA分子结构的模型。受到前人的影响，他们原来按照3股螺旋的思路进行了很长时间的思考，可是既构建不出合理模型，也遭到结晶学专家弗兰克林的强烈反对，结果使工作陷入僵局。在发现正确的双股螺旋结构前2个月，他们看到蛋白质结构权威鲍林一篇即将发表的关于DNA结构的论文，鲍林认为DNA分子结构为3股螺旋。沃森在认真考虑并向同事们请教后，决然地否定了权威性的结论。正是在否定权威之后，他们加快了工作，在不到两个月内终于取得了后来震惊世界的成果。

在以后的50多年时间里，分子遗传学、分子免疫学、细胞生物学等新学科如雨后春笋般出现，一个又一个生命的奥秘从分子角度得到了更清晰的阐明，“生命之谜”也因此被一一解开。（沙森整理）

## 科苑往事

1979年6月13日，中科院党组会议讨论并批准了著名数学家华罗庚的入党申请，同年9月5日，中组部批准了中科院党组关于华罗庚入党的请示报告。不久，远在英国讲学的华罗庚得知这一喜讯，心情分外激动，后来曾写下“五十年心愿，三万里外佳音”的诗句。入党是华罗庚后半生的一件大事，不过局外人不易理解入党对于华罗庚的特殊重要意义。

正如王元院士指出，自从1950年回国，华罗庚就“下定决心把他的政治生命和中国共产党结合在一起了”。但从1951年思想改造运动开始，华罗庚在一些人眼里就成了问题人物。他曾加入国民党，并受到蒋介石的召见，在一些人看来这都是重大的“政治历史问题”。尽管上级党组织作了结论，认为华罗庚与国民党并没有特殊关系，还肯定华罗庚在“一二·九”学生运动中就保护过进步学生，抗战后与地下党员有过接触，但数学所的一些积极分子却认为华罗庚回国是“政治投机”。1953年，张稼夫出任中科院党组书记，到数学所做工作并与华罗庚谈话之后，才解除了他的思想包袱。接下来的三四年是华罗庚回国后最舒心、最出成绩的一段时间。不过当时科学院的党组织对于发展高级知识分子入党有些犹豫，华罗庚没有机会提出入党申请。反右运动中，华罗庚一度被列入重点批判对象，尽管最后被保护没有公开批判，但实际上已被打入另册。尤其是他参与署名的《对于有关我国科学体制问题的几点意见》遭到口诛笔伐，给他造成了很大的压力。

“大跃进”过后，中科院党组吸取教训，调整知识分子政策。1961年，院党组和国家科委党组制订“科学十四条”，得到党中央的批准执行。“科学十四条”吸收了“几点意见”中的许多合理的建议，事实上已经给“几点意见”平反，其中还提出了知识分子“初步红”的标准是“拥护党的领导，拥护社会主义，用自己的专门知识为社会主义服务”。在此前后，中科院陆续吸收了邓稼群、陈宗器、汪德昭等著名科学家入党。在这样的形势下，华罗庚于1963年正式提出入党申请。然而令华罗庚没有想到的是，数学所党组织对他入党动机做了毫无根据的诛心批驳，他积极要求入党却被严重羞辱了一番。随后，华罗庚坚决要求离开数学所，把人事关系转到了中国科技大学。

1964年，华罗庚向科大党委提出入党申请，科大党委书记刘达同志非常重视，校党委研究认为华罗庚基本达到了入党的要求，但在征求数学所意见时，又遭到了该所党委的强烈反对，只得作罢。

1966年夏“文革”一开始，华罗庚就成了数学所的主要批判对象。短短的一两个月，就给他贴出了140多篇(320多张)大字报。数学所党委要求院党委责令华罗庚停职检查，所里还印发了《打倒反党反社会主义的资产阶级反动大学阔学华罗庚》等材料，追查华罗庚与“党内修正主义反党野心家”究竟有什么关系等等。好在当年华罗庚应邀参加国庆观礼时，毛主席亲切地称他为“华罗庚同志”，使他信心倍增。其实在一年前，毛主席给他回信时就称他为“同志”，肯定他“不为个人，而为为人民服务”。对照1964年毛主席给他的回信称他为“华罗庚先生”，这种变化实际上肯定华罗庚是无产阶级队伍的一员，给予华罗庚极大的鼓舞。1967年，在“文革”如火如荼之时，华罗庚再次向科大党组织提出入党申请，则不仅是一种立场的宣示，也有自我保护的涵义。当时刘达已被打倒，学校造反派林立，这次申请自然没有结果。

1970年，在科大搬到合肥之际，按照周总理的指示，华罗庚的人事关系从科大转到了全国人大常委，并重新出山继续推广双法，不久之后还组建了以华罗庚为首的普及双法小分队。1975年下半年胡耀邦、李昌主持科学院工作期间，十分关照华罗庚，一度分管过科学院工作的华国锋也十分支持华罗庚。在华国锋等领导同志的支持下，中国科学院于1976年9月决定以华罗庚为基础成立应用数学推广办公室，至此，华罗庚和他的小分队才在中科院有了一个正式的名分和归属。这个办公室有独立的党组织，不受数学所领导。华罗庚随即再次提出入党申请。1976年底，中央统战部将华罗庚的入党材料转到中科院。1977年，复出工作的李昌和胡克实同志对此十分支持，他们批示基本同意华罗庚入党，并亲自同华老谈话勉励。但有关的程序又走了两年，到1979年3月华罗庚出国讲学之前，仍未有解决，他只好再次提出入党申请。在中央领导的支持下，院党委终于排除干扰，迅速批准了华罗庚的入党申请。入党是华罗庚后半生的一场政治上的翻身仗，标志着他从统战对象的“先生”终于转为党员同志，几十年来压在他心上的沉重政治包袱，至此终于卸了下来。从1950年回国，华罗庚就把自己的前途与祖国和党的命运紧密地联系在一起了，他积极要求进步，身体力行，付出了艰苦的努力和沉重的代价。在对待华罗庚的问题上，中科院有过正确的决策，也有一些深刻的教训。反思其中的得失，对于改进党的知识分子工作是很必要的。

# 华罗庚从先生到同志

■王扬宗