

从“空城计”看“设计科学”

□ 中国工程院院士 谢友柏

院士科普讲堂

“设计科学”这个词，很多人可能觉得似曾相识，但是又会感到与熟悉的有点不同。

读过《三国演义》的人都知道，诸葛亮设了一个空城计，让司马懿大军不战而退，而诸葛亮当时身边并没有多少兵。诸葛亮之所以敢于如此，是知道司马懿生性多疑，故意摆出一副请君入瓮的架势。而司马懿之所以不敢进攻，是知道诸葛亮足智多谋，却不知道此时城中无兵，结果中了诸葛亮的计。

其实平时讲的“眉头一皱，计上心来”，就是设计。专业人士会想到“设计学”“设计理论和方法”“设计科学”等这些形式上相近的词。不过“设计学”“设计理论和方法”前面往往都有一个修饰词，例如“建筑设计学”“机械设计理论和方法”“工业设计”等；而设计学科则是教育部处理学科分类的一个做法，起初

是将“设计学科”放在艺术门类里；后来又将“设计学科”放在交叉门类里，说明可授“工学、艺术学”学位。

设计科学这个词在国外已经争论一百多年。因为“设计”在形态上有很大差异。画家作画，是一个人在自己头脑里构想（实施）画面，然后自己用画笔把构想（实施）出来。而空间站的建设，则是成千上万人在不同层次上“设计”，然后又由成千上万人参与设计的“实施”。不过人们经常想到的“设计”，是在人头脑里对还不存在的事或物的主观设想，而“科学”则是对不以人主观意志为转移的客观规律的认识，好像放不到一块。

设计科学这个名称，在国内被深入研究只有十来年时间，我们认为在一个更高层次上看“设计”，就可以精准地定义“设计科学”而没有歧义。

有一本《趣谈无所不在的设计》的书，说的是人人都作设计，事事都有设计。如果认可人类一切有目的活动都可以分为“设计”和“实施”两个部分，那么这个“设计”就是人类共有、客观存在，

而不是哪一个人头脑里的主观意志。当前研究设计科学，是为了要知道如何才能提高国家的设计竞争力，这并不取决于有多少脑子好的人，而是取决于社会为设计竞争提供什么样的环境。

设计科学要研究的“设计”，就是上述人类一切有目的活动的“设计”，是研究如此定义设计的“基本、共同规律和要共同遵守的法则。”所谓目的，就是要满足某种需求，可以是个人自娱自乐的需求，也可以是满足社会大众消费的需求，例如满足出行、治疗疾病的需求等等。

设计科学要研究的问题千头万绪，这里只谈谈设计和知识的关系。研究认为，设计本质上是一个知识流动、集成、竞争和进化的过程。设计以已有知识为基础定律，无论是在自己头脑中的思考、团队的大脑风暴，或是成千上万人参与的宏伟工程的合作设计，都离不开他们所拥有和能够运用的知识。

创新是设计出来的。创新要有三个特征：采用此前未曾用过的知识；满足现在未能满足的需求；在竞争中取胜。这些都

要在设计中得到解决。

创新的设计是从创意开始。当设计遇到不知道如何解决的难题时，就要像在显微镜下观察那样，寻找出关键点，而这样的难点是已有知识不能解决的。

没有已有知识能够解决，但是重新组织已有知识的碎片，也许能够形成许多可能解。在冥思苦想中，通过已有知识碎片的相互启发和不同组合，直觉和灵感往往会想象出关键难点的解，这就是创意。

创意的产生具有实践性和随机性。实践性指的是想象往往与长期密切接触相关，不仅因此有求解的动力，更由于因此而拥有更多相关的知识碎片。知识的高效供给和高效运用也非常重要，要做好知识的获取、积累、整理、建模和由计算机运用知识。这是提高设计竞争力所必须的。

由此可见，设计科学涉及人类生存与发展的方方面面，仍有大量未知的问题等待研究。

“物理姥姥”带你玩转硬核科普

□ 科普时报记者 马爱平

科普达人

“今天给大家介绍500米口径球面射电望远镜，简称FAST，也就是我们中国的天眼，位于贵州，是世界上口径最大、最灵敏的射电望远镜。”正解说的吴姥姥“腾”得一下，从屏幕下方举起一口铁锅，对着镜头继续演示。“FAST像一口大锅，大到什么程度呢？如果这个锅里装满了茅台酒，全世界每人可以分到4瓶。500米口径的FAST又像一个朝天看的眼镜，将来如果一旦有外星人联系我们，最早发现的可能就是中国的FAST。”

73岁的同济大学物理学教授吴於人最近在短视频平台上了火。退休之后，她利用短视频平台给大家科普物理常识、演示趣味物理实验。其实，她坚持科普事业已经有17年。“国家的建设、发展离不开全民素质的提高，需要更多深入的学习和有益的科普”是吴於人做科普的初心，“科学重器，筑梦未来”是她的情怀和理想。如今，吴於人的科普短视频中“脑洞大开”的工具、妙趣横生的演示、绘声绘色的讲解，吸引了全网上百亿粉丝的关注。

“吴姥姥”的百宝箱

吴於人很喜欢听大家称她为吴姥姥。就像刘姥姥进大观园一样，她觉得自己是吴姥姥进科学大观园，在未知的世界里漫游，处处感到新鲜、好奇。

吴姥姥留着利落的短发，头发已然花白，但精气神却不输年轻人。说起话来，思维敏捷、爽朗伶俐；笑的时候，露出两颗尖尖的虎牙。

视频里，吴姥姥最常见的装束便是那件卡其色的多功能马甲。马甲外有十几个口袋，就像哆啦A梦的口袋一般，随时变出各种神奇的“玩具”。

混沌摆、永动机、斯特林热机小模型、牛顿摆、指针验电器、菲涅尔透镜……除了这些专门用于物理试验小装置、小模型



（图片由受访者提供）

之外，吴姥姥“百宝箱”里的“玩具”简直五花八门。

有网友问吴姥姥，法拉第笼是怎么回事？没有法拉第笼，吴於人从家里带来一个漏勺，自制成一个导电装置，又在漏勺内外分别贴上小纸条。通电后，内外的小纸条一静一动。这样一来，法拉第笼的静电屏蔽效应一目了然。

评论里有网友留言说：“这才是物理课该有的样子呀！小时候，学校要是这样教，我可能也是科学家了。”吴姥姥回答道：“不晚不晚。”

让孩子们不再害怕物理

吴於人的快手账号名叫作“不刷题”。不刷题也能学好物理，探究迷人的物理之感，享受科学思维的快乐，是吴姥姥一贯倡导的理念。

退休之前，还在同济大学教《大学物

理》课程的时候，吴於人便发现不少学生依然对物理有明显的畏难情绪。即便是物理专业的同学，他可能很擅长做物理题，但并不真正热爱物理，缺乏好奇心和探索欲，眼睛里看不到光亮。

兴趣是最好的老师。做大学物理课程研发，吴於人有意在实验器材的选择和布置上贴近生活，设计实验内容时，也格外注重趣味性，这一切都是为了引导学生们发现问题，思考那些鲜活的现象，探究深层的科学规律。

吴於人和同济大学同事们一起建设物理探索实验室，越来越多的学生从中拾回科学探索的纯粹乐趣。随后，吴於人又通过努力争取获得了上海市科委、教委的支持，建立了同济大学物理实践工作站——上海第一家对青少年开放的大学实验室，并担任了首任站长。她和学生志愿者们组织策划的一系列趣味物理活动，备受

青少年欢迎。

“还是要从娃娃抓起”，这是吴於人的另一点深刻体会。孩子还没有形成思维定式，就像是一张正待涂写的白纸，很多时候一点就通。只要良好地启发和引导，他们就能创造出意想不到的惊喜。

十七年科普生涯

从同济大学物理实践工作站算起，吴於人做青少年物理科普，已经是第17个年头。孩子们参与实验、动手探究的热情，是激励吴於人将这项事业坚持到底的动力之源。

吴於人和致力于科普和儿童、青少年创新教育的年轻人组成团队。也正是因为团队的年轻人，她开始尝试用新兴的短视频形式来传播科普内容。短视频里，那些神奇的实验画面可以呈现出更生动立体，视频里还可以添加特效、图画、文字说明等素材，让实验看起来妙趣横生。

团队渐渐发现，只要是吴姥姥出镜解说的视频，点击热度都特别高，出了接连好几个“爆款”。她仿佛具有天生的表现力，表达生动自然，富有热情。她总是能变出各种各样的“法宝”，并利用那些生活中随处可见的工具，将复杂的现象规律解释得一目了然。吴姥姥讲物理的视频内容，便由此固定更新起来。

和课堂上与学生面对面授课不同，在短视频里讲演，吴姥姥需要在非常有限的时间内，尽可能快速、生动有趣地传达内容。一条短视频时长虽短，但光拍摄起来也要三四个小时，常常需要连续拍两三遍，再由团队帮忙剪辑。

最难还是前期的创意策划脚本，而这部分的工作，很多时候都倚重吴姥姥的灵感和智慧。好在吴姥姥点子多、“脑洞”大，而且不怕苦和累，常常和年轻人一起连轴转。

如今，年过古稀的吴於人感到十分幸福、充满活力。持之以恒的科普，吸引了越来越多充满好奇的目光，从他们的目光里，她看到了赤诚的热爱。

借助电镜，求索生命系统的奥秘

□ 科普时报记者 史诗

透过太空望远镜，我们得以窥见更远的星光。而当我们将显微镜对准我们生活的地球——蚂蚁是巨兽，沙子晶莹剔透，就连小水滴也变成了大海。

“显微镜的发明使我们能够观察到生命的微观结构，逐步认识生命的基本组成单元。”12月21日，在中国科学院电镜技术联盟和中国生物物理学会主办的“中国科学院电镜技术联盟首届元宇宙交流大会”上，中国科学院生物物理研究所研究员孙飞告诉大家，如果以纳米为测量尺度，人体结构跨越了10个数量级，每个数量级上，都有非常丰富的特异结构。

窥见微观世界 破解生命之谜

随着技术不断发展，科学界对于人体的探索也开始逐渐深入到微观领域，开始思考如何去观测单个蛋白质、病毒和细胞的自然状态，从而破解生物发展之谜。

人的身体就像一个宇宙，细胞是大部分生命的基本组成单元。“比如人的小肠，在光学显微镜下，我们可以看到肠壁上的绒毛结构，进一步放大，可以看到绒毛细胞，甚至细微的绒毛。”孙飞介绍，绒毛细胞内部的结构就像火车轨道，各种各样的“货物”经这里被运送出去，这正是显微镜的魅力。

对光学显微镜来讲，其分辨率的极限是0.2微米，足以使我们看清大小在5—10微米的细胞。“如果我们想知

道细胞内部更精细的微观结构，就要靠电子显微镜。”孙飞说。

20世纪初，科学家们研发出了一种技术含量极高的新型显微镜来替代传统的光学显微镜。第一台电子显微镜于20世纪30年代问世，它不再使用光束而是使用电子枪发出的电子流来“照射”目标。

电子显微镜到底能让我们看到多么微观的世界？“利用电子显微镜可以对我们的DNA分子进行成像，甚至可以观察到昆虫大脑里的一个个神经细胞。”孙飞解释，传统显微镜利用透镜来改变光的传播方向，而电子显微镜则用电磁体来改变电子束的方向。如果电子束密度足够大，我们就有机会看到更多光学显微镜下不可见的细节。

孙飞还特别提到冷冻电子显微镜，它是很多科学家研究蛋白质结构时不可或缺的工具。“我们可以利用技术研究这些分子结构，特别是在针对特定靶点的药物设计方面，冷冻电子显微镜正发挥愈加重要的作用。”

给新冠病毒照相到解析生物蛋白结构，从病理学研究到抗癌靶向药的设计，生命科学前进的每一步都离不开电子显微技术的支持。

穿透“奇妙物语”看到“看不到”的世界

雨后的清晨，玫瑰花瓣上带着晶莹剔透的小露珠，微风吹过，即使花瓣摇曳，露珠还是稳稳当当地不会坠落。“通过扫描电子显微镜，观察玫瑰

花瓣表面，呈现出来的竟是一座小山丘。” 孙飞说。 仪器量子教育事业部王丁俐解释，借助电子显微镜，我们可以窥见花瓣表面的微观纳米结构，发现花瓣的表皮细胞会形成众多突起，加上细胞表面覆盖有蜡质层，水珠和花瓣的接触位置有黏附性，因此水珠不会随意滚动。

王丁俐还分享了一张北极熊的微观图像，生活在北极的北极熊，靠穿着一身“貂”，与极寒抵抗。通过电子显微镜观察，科学家发现北极熊的毛呈中空多孔结构，在寒冷的天气里，它能够封存住大量的空气，高效地储存热量，具有良好的隔热效果。“北极熊的毛发是一种绝佳的保温材料，科学家通过模仿北极熊的这种毛发结构，开发了很多仿生纤维，成功帮助兔子实现了‘热隐身’。”王丁俐说。

王丁俐透露，他们还设计了一系列有趣的微观探究课程，帮助学生们增加化学学科的知识储备，让“科普进校园”。“我们的课程涉及面非常广，比如，通过扫描电子显微镜，观察蝴蝶翅膀的微观结构，探究淀粉微观形态对玉米口感的影响，了解果蔬干燥的常见方法等，激发学生兴趣的同时，更加深他们对电子显微技术的理解。”

在我们熟悉的环境，或者我们不熟悉的环境中，真实生活着数不尽的千奇百怪的生物。电子显微镜里的奇妙物语，助我们看到“看不到”的世界。期待在微观世界里，我们的相遇。



1973年8月，周恩来（中）会见顾毓琇夫妇。（图片由作者提供）

12月24日是中国近代杰出的文理大师顾毓琇120周年诞辰纪念日，我们永远怀念这位具有崇高爱国情怀的世纪老人。

顾毓琇学贯中西，博古通今。在科学上，他是国际电机权威和现代自动控制理论的先驱；在教育上，他是清华大学工学院的主要奠基者；在文学艺术上，他出版诗歌词曲集达34部之丰，是世界诗人大会加冕的“国际桂冠诗人”；还是中国现代话剧的发轫者、“国剧运动”的发起者和推动者；他是中国黄钟标准音的制定者，中国古乐的研究权威；在佛学上，他的英文巨著《禅史》和多部佛学专著深受国际佛学界的重视。他是科学家、教育家、诗人、戏剧家、音乐家和佛学家，是横跨六界的旷世逸才，同时，他还是一位心系祖国和人民，追求科学报国的爱国者。

1902年12月24日，顾毓琇出生于江苏无锡一个世代书香之家。他的父亲顾晦农于1916年病逝时曾留下遗言：母亲王毓苏则知书达理、崇尚文化，在丈夫早逝后，凭着其卓见、开明和坚韧，一手培养出了包括顾毓琇在内的“一门五博士”。父母的言传身教，启发了顾毓琇特立独行、追求自由而又宽容仁厚的性格特质。

顾毓琇于1915年进入清华学堂。1919年五四运动爆发，当时16岁的顾毓琇尽管只是中等的学生，但被这场轰轰烈烈的爱国运动深深地感染了，他跟在学长、学姐们身后，踊跃地去完成清华学生会交派的任何任务，共议节省粮饷来为学运捐款，并带领少年学生们上街游行，遭军警殴打，亦不退却。

1923年，顾毓琇赴麻省理工学院攻读电机工程，并在哈佛大学选课。他的老师包括诺贝尔物理学奖得主布里奇曼、“计算机之父”范内瓦·布什等。四年半时间里，顾毓琇先后获得学士、硕士、博士学位，成为麻省理工学院电机系第一位获得科学博士学位的中国学者。在赶做博士论文时，他每天晚饭后入研究室，夜半三时方回寓所。数年后，他的专注与努力有了收获，海外学者称赞，顾毓琇是当之无愧的现代电机分析奠基人之一。

1926年2月，24岁的顾毓琇发表四次方程通解法，引起业界广泛关注。人们对这位年轻中国学者表现出的天分表示惊叹。

数年后，顾毓琇的“顾氏变数”获得被称为电机与电子领域“诺贝尔奖”之称的“蓝姆”金质奖章。5年留学期满，顾毓琇立刻返回灾难深重的祖国，先后任浙江大学电机系主任、中央大学工学院院长，并创办了清华大学电机工程系。他认为：“我们要抵制外侮，我们要枪炮、要弹药、要飞机，要运输的便利，要粮食的供给，这些都是有赖于工程师的能力。”为了替国家培养更多的工程师，顾毓琇创立了中国第一个航空研究所。

淞沪抗战爆发，顾毓琇曾亲率中大师生到南京火车站为十九路军送行壮志，并将旧作剧本《荆轲》付印行本。随着战争局势的发展，他又写成四幕剧《岳飞》，热情歌颂民族英雄，吸引了很多心地善良、满怀爱国热忱的读者。

抗战期间，顾毓琇受东北张学良将军的委托，组织清华师生研制了防毒面具8000件，后又为华北傅作义将军制作了防毒面具10000件。

1950年顾毓琇到麻省理工学院任教，后到宾夕法尼亚大学担任终身教授。1973年8月，年逾古稀的顾毓琇与夫人王婉清带着女儿顾慰民，搭乘英国海外航空公司的班机从费城起飞，转道伦敦、香港，返回大陆。8月29日晚10点，在周培源夫妇及廖承志夫妇陪同下，周恩来在中共十大结束的当晚，在人民大会堂接见了顾毓琇夫妇。后来，上世纪80年代、90年代，邓小平、江泽民等国家领导人也会见过顾毓琇夫妇。顾毓琇向国家领导人提出了许多发展教育、科学和文化的建议，被清华大学、北京大学、南京大学、浙江大学等十多所学校授予名誉教授称号。

2001年，99岁的顾毓琇为次年庆祝南京大学建校百年及顾毓琇百岁诞辰而设立的顾毓琇塑像题词自评：“学者、教授、诗人，清风、明月、劲松。”

（作者系国家教育咨询委员会委员、中国科技馆原馆长、研究员）



一位文理大师的爱国情怀

□ 王渝生

技有道
艺无涯
马国馨
院士篆刻

余生趣谭

第二届「赛先生」科学和医学公共传播奖揭晓

科普时报讯（记者陈杰）12月18日，第二届“赛先生”科学和医学公共传播奖揭晓。癌症生物学家、儿童肿瘤科学公益人、“菠萝因子”科普公众号创办者李治中，物理科普达人、中国物理学会科普工作委员会主任魏红祥获此殊荣，两人将分别获得10万元奖金。

“赛先生”科学和医学公共传播奖创立于2020年5月30日，由中国科协名誉主席、中国科学院院士韩启德，中国科学院院士、中国科学院生物物理研究所研究员王志珍，北京大学讲席教授、首都医科大学校长饶毅和夫人董建瑾女士，深圳湾实验室资深研究员王立铭和夫人沈玥女士联合发起，旨在面向华语世界奖励积极开展科学和医学知识与技能的普及、传播、教育、培训，直接服务于公众与社会、促进公众理解科学，而作出重要杰出贡献的个人或民间机构。

“赛先生”科学和医学公共传播奖评委会认为，两位获奖人长期致力于科学传播并作出卓越贡献，深具公共服务精神。李治中从专业研究领域转身，专职从事癌症科普公益事业，9年多来写作上千篇科普文章，创办“菠萝因子”科普公众号，出版数本畅销科普书，共同创立深圳市拾玉儿童公益基金会，专注做儿童肿瘤公益，成为大众连接科学的桥梁，体现出锐意创新精神和公共服务精神。魏红祥热爱并积极投身科学传播工作，连续12年每周不间断为小学生开设《神奇物理学》课程，指导创办科普微信公众号“中科院物理所”，哔哩哩哩科普“二次元”的中科院物理所”以及策划组织多场科普活动、科普课程、科普节目，编写科普图书，不遗余力推动传播和普及科学知识，激发了广大青少年对科学的兴趣，促进了公众理解科学。