

造福百姓起高坝 科技报国铸丰碑

——追忆中国工程院院士朱伯芳

□付丽雨



江水东流湖水西，水边花落梦回时。今年2月，中国工程院资深院士、我国水工混凝土结构理论奠基者和开拓者、中国水利水电科学研究院教授级高级工程师朱伯芳，因病在北京逝世，享年96岁。这位水利界“一代宗师”再也听不到水流淙淙了。

谈及我国水利水电事业，就绕不开朱伯芳。他长期从事水工结构工程研究，开创了多个第一：参加了我国首批三高坝（佛子岭坝、梅山坝、响洪甸坝）的设计，首创大坝混凝土标号分区技术；首创混凝土坝温度应力理论体系，解决了“无坝不裂”这个世界的难题。

在业内，朱伯芳被誉为“中国水利水电界的瑰宝”，全国政协原副主席钱正英曾称他为“一代宗师”。

参与治淮工作踏上水利路

1928年，朱伯芳出生于知识分子家庭，祖父是清末秀才，在家乡教私塾。父亲毕业于国立北平大学。

幼年时，朱伯芳先在祖父任教的私塾诵读“四书”，后就读于

江西余江县立小学、省立九江中学、余江县立中学、省立南昌一中。他学习刻苦，各科成绩优异，初中时获“赣东才子”的雅号。

1948年夏，朱伯芳考取了上海交通大学，成绩名列土木系第一名。1950年，淮河流域发生严重水灾，中央决定治理淮河。1951年9月，还在读大四的朱伯芳到治淮委员会实习，被分到佛子岭水库技术室设计组，参加中国第一座混凝土坝——佛子岭坝的设计。当他们到达佛子岭工地时，连拱坝的方案都还没有最终确定，而且除了汪胡楨院士在美国留学时见过大坝外，其他没有一个人见过。

没有设计经验，没有技术资料，在困难重重的情况下，他们不懂就学，刻苦钻研，学懂就干，从来没有休息日。朱伯芳推导出连拱坝的设计方法，解决了工作中的各种问题。施工期间，他首次提出了大坝标号分区的新理念，节约了大量水泥。这一技术一直沿用至今，已成为全世界采用的坝工技术。

1954年5月，朱伯芳被调到梅山水库指挥部工程技术科，负责

设计梅山坝。1955年8月，朱伯芳参加响洪甸坝设计，任响洪甸水库设计组长，与曹楚生、周允明一起主持响洪甸坝的设计。

多年治淮工作的锻炼，使朱伯芳由一个大学四年级的学生成长为一名水利工程师，与水利水电事业结下了终身之缘。

“我个人决心刻苦学习，认真工作，在工作中把自己锻炼成世界一流的坝工专家。”这是1956年国家号召向科学进军，当时在治淮委员会工作的28岁的朱伯芳作为优秀青年技术人员在誓师大会上的发言。

这句誓言，也成了他一辈子的追求。



朱伯芳院士在土木水利工作会议上讲话

解决大坝裂缝难题

无坝不裂，是长期困扰水工界的一个世界难题。在佛子岭、梅山两坝设计和施工中，虽然参照国外文献，采取了一些简单的混凝土温度控制措施，但实际工程中大坝还是出现了不少裂缝，这使朱伯芳意识到温控防裂是建造混凝土坝的一个重要问题。

1955年，朱伯芳在国内首先开始了混凝土温度应力和温度控制领域的研究，发表了我国混凝土坝温度应力方面的第一篇论文《混凝土坝的温度计算》。经过佛子岭、梅山和响洪甸三个工程的锻炼，朱伯芳具备了一定的实践经验和理论基础，他决定向大坝裂缝这个世界的难题进军。

经过多年实践，他设计了混凝土大坝温度应力的精细算法和软件，首次提出混凝土大坝温度控制三准则。准则一“全面控温、长期保温”；准则二“早冷却、小温差、慢冷却”；准则三“适当控制冷却层高度”。实践证明，温控三准则对于混凝土坝的温控防裂是十分重要且有效的。

智者乐水，仁者乐山。

这句出自《论语·雍也》的圣人之言，不仅反映了中国古代哲学中的“天人合一”思想，还对智者和仁者的性格特征及其人格美与自然美的对应关系进行了深入的阐述。更为重要的是，它道出了文人士大夫与自然若即若离的关系和以山水自况道德修养的千古意绪。一言以蔽之，凡以文艺修养持志者，没有不爱山水的。

伍立杨是作家兼画家，山水在其文艺生命的重要性，自是不言而喻的。梳理其近一个甲子的生命轨迹，便会发现他与南山北水的特别缘分。他之先古典文学、后山水翰墨再到今日文学与绘画双修并进的文艺格局的形成，万水千山的滋养，证明奇缘前定绝非虚言。

伍立杨出生于四川省凉山彝族自治州所辖的会理市，这里处于蜀地最南端，是攀西核心地带，东北与东南分接横断山脉和喜马拉雅山脉的余脉。山峦起伏，河流纵横。这样的山水奇观，帮助伍立杨完成了从童年到少年这段重要生命周期中的地理启蒙和性格培养。沿着会理的南北走向，他不仅实现了对境内两大山系，螺髻山和牦牛山的初体验，还通过交织环绕于境内的金沙江和安宁河，完成了对水性及其与地域文化分属关系的认识。更为重要的是，他通过山水之间最大相对3081米的高差，首次在时空关系上完成了作为人的渺小的最初认识，并萌生了文艺超越这种渺小的哲学思考。

十七岁那年，他走出大凉山，来到广州，成为中山大学中文系的高才生。和故乡雄奇博大的山水意象不同，南粤的山水因为有厚重的文化积淀而显得秀丽婉约。自广州城区极目远眺，珠江的驯顺和白云山的秀丽，显然比会理的山水更可亲近。但这样的可亲可近，却不是令他欣喜的，反而让他有一种失落感。大约是童年到少年的山水经历里野性难驯的印象太过刻骨铭心，所以乍见温柔蕴藉便有所不适之感。大约在这个时候，他对地理方位上的中国山水有了较为成熟的比较视野，而稍作分离的会理山水，不仅没有被淡化乃至遗忘，反而在这样的比较视野里再一次得到了强化。在文字和图像里，他对会理山水进行“不在场”的匠心建构，为后来的丹青造化埋下了伏笔。

如果说南粤和会理从大的地理谱系上都属于传统的中国南方，那么，伍立杨的北京岁月，注定要为他补齐对北京山水认知的不足。在北京工作的十余年间，伍立杨频频登临西山。此山属太行山北端余脉，气象上已与南粤白云山有了很大的不同，“壮丽”之

别于“秀丽”，这是比较视野下的第一印象。这样的印象，在他登临了海拔2303米的北京第一高峰东灵山后，得到了进一步强化。“壮丽”之外，苍茫劲直的山水奇观，也震荡了这个素志于文学的作家的心胸。

在这段时间里，他大约还因为行旅的原因，出入巫峡，往来滇康，又间或小住江南，履及岭外。不断刷新视野，又不断修正匠心建构的山水印象。因为园林的山水造景别具匠心，又因宋明文人士大夫的江南隐逸造就了文人山水的奇峰突起，此一时节，江南

文艺观察

伍立杨的山水缘

□虎惊涛

山水的柔美婉约终于合了他的气性，顺势占了上风。又终于在世纪之交，因安顿一屋烟火的缘故，他追东坡之路安家海南。忽闻海上有仙山，角在虚无缥缈间。天之涯地之角，茫茫水云之间，突起一座或笋或剑的山峰，其传说的仙道气息，真可与江南的文人卧舟相颉颃。起源于王维的山水画南北宗的异趣，大约在这个时期形成，更得益于钱锺书先生《中国诗与中国画》的观念熏陶，综调南北的山水画理想在此时也一并形成。

如果注意到这个时期的伍立杨已经以文史兼容的写作而享誉文坛，他就会对他早期的山水画“综调南北”的理想报以由衷的赞赏。摩诘所谓“云峰石迹，迥出天机，笔意纵横，参乎造化者”，正是伍立杨横数十年南北行旅、参乎造化的真实写照。他虽然没有南宗胜于北宗的偏见，但从艺术修为的接受和消化角度

看，他受南宗的影响更深。

这样的文艺审美自觉，端赖伍立杨古典文学功底之深厚，书画之气韵远在技法之上。以钱锺书《中国诗与中国画》为源，假如鲍照“中黜褒女进，班去赵姬升”和钱起“竹怜雨后，山爱夕阳时”是南宗，而《卫风》“我心匪石，不可转也”和左思“吾希段干木，偃息藩魏君”以及卢纶的“宁知樵子径，得到葛洪家”是北宗，那么，伍立杨的“云开巫峡千峰出，路转巴江一字流”（《云开巫峡图》）和“溪上遥闻精舍钟，泊舟微度夜深松”（《河山精舍图》）就是用来综调南北的。高古禅意与烟火日常在他的画作里得到了高度统一，与其说他是从唐诗宋词中寻求到了绘画的灵感，不如说是这些文学积淀，激发了他借山水画综调南北的雄心。

若说伍立杨的山水画刻意拟古，却也不尽然。观《滇康小景》《金沙小景》《江村小景》《川江小景》等取意为“小景”的这类作品，显然充满了当代趣味。从《青山风暖》这样的作品立意来看，虽然画风是古雅的，但意思却是当代的。山水树木、屋宇扁舟，无一不是行旅中的即景生发，再看题跋，也绝少用五七言的诗句，而多以当代审美的四字题旨，甚至有些没有题跋，让人以为就是一次生动的写生。另外，观伍立杨的山水画，很难看到人物，空山、空屋、空舟是常见的意象，即便如《深山访友》这样非常需要突出人物的画作，他也隐去了“人”的踪迹。他排除了作为画家的“我”，以及意构里的古人，让观众者的“我”产生强烈的代入感，以此来让作品完成协和古今的作用。

2016年，伍立杨辞别海南，重新回到蜀地。山水气象从他熟悉的雄奇会理，转换成幽雅温润的锦城。青城天下幽，与岷江润蜀无声组合而成的山水意象，是让他既熟悉又陌生的。会理的山水缘、北京的山水缘、行旅中的江南山水缘和盛年的南海山水缘，在成都叠合成了综调南北、协和古今的成都山水缘。他行旅一场，实实在在地印证了“少不入川，老不离川”的祖训。这样的缘分，是自然天成，还是得天所赐，大约只有他自己能够回答了。虽然现在离老尚早，但前六十年积累的山水缘分，催发了成都的腕底群峰。这老来的山水缘，会带给我们怎样的惊喜，实在值得期待。

明人董其昌说：“画家以天地为师，其次以山川为师，其次以古人为师。”故有“不读万卷书，不行万里路，不为画”之语。伍立杨深以为然，并将之慎重抄录于他的画室，以作警醒。他知道，读书万卷，行旅万里之后，他需要在天地和古人之间，和他匠心意构的山水再结一段生命和艺术融合的奇缘。

科技大观

神奇“果冻”精准修复皮肤创面

□王昊吴 陶贤都 曹娇

十几年前，当蚕丝蛋白、水凝胶等生物材料领域的很多研究还是“新奇状态”时，施李杨就对多学科交叉研究产生了浓厚兴趣。他的求学之路也颇为交叉——本科的是生物，硕士阶段学的是特种经济动物饲养，博士阶段又读了高分子化学。

“一个学科涉及化学、生物、材料、医学等多领域，太有趣了。比如，原本用来做衣服的蚕丝，科学家将其开发成人体组织修复材料，这是一件很有意义的事。”从硕士期间的蚕丝蛋白研究，到博士期间的水凝胶研究，施李杨把最初的好奇心变成了一份科研事业。

如今，已是湖南大学生物学院副教授的施李杨担任独立PI（学术带头人），组建了一个专业团队，在生物材料突破组织损伤治疗瓶颈等方面取得系列成果。

施李杨团队开发了能释放气体的“果冻”材料，搭载了类似小分子的配位结构，可使糖尿病创面愈合效率提高约4倍，首次解析了气体水凝胶材料促进创面修复的多种细胞生物学事件，使用水凝胶材料缓释米诺环素，可显著降低脊髓损伤等患者长期使用米诺环素带来的毒副作用。近日，相关成果先后在《美国化学会-中心科学》和《美国化学会-材料快报》上发表。

从果冻中取得灵感 打造新型水凝胶材料

近日，施李杨展示了其团队制备的两种果冻状水凝胶材料，一种是透明的，另一种则呈粉红色。小小的试管里，“果冻”附着在底部，轻轻摇晃也不会形变。这些还没指甲盖大的水凝胶，却能修复糖尿病创面、治疗脊髓损伤。

怎么想到把修复材料做成果冻状的水凝胶？这源于施李杨的一次“灵感突现”。

人体组织由细胞外基质和细胞组成，其中细胞外基质是一种典型的水凝胶材料，结构类似于含果肉的果冻。何不把修复材料也做成类似于细胞外基质的结构？得此灵感，施李杨做了一系列尝试。

细胞和果冻中的果肉一样，是一粒一粒、不成形的，只有放在果冻里，细胞才会被包裹起来，形成组织结构。

“人体的细胞外基质主要由胶原、透明质酸、黏蛋白、弹性蛋白等组成，因此我们将透明质酸作为原材料之一，通过化学方法使

其改性，形成果冻状的水凝胶，其中95%是水。”施李杨说，这种水凝胶不同于海绵支架材料。海绵能吸水又能放水，水凝胶材料则不能出水，这样才能将药物和细胞等高效附着于病变部位。

有了水凝胶“果冻”材料，只要将其“果肉”变为不同疾病所需的药物，一个能修复损伤的神奇“果冻”便制成了。

施李杨介绍，“果冻”的主要材料是透明质酸等高分子材料和相关的药物、气体等，制备成本低，一般约10分钟就可制成一个，可以根据涂抹、注射等需要，决定其软硬度。

气体“果冻”修复糖尿病创面 糖尿病至今是一种终身性疾病，无法治愈，是我国患病人数最多的慢性病之一。目前，我国糖尿病患者超1.25亿，患病率达11.9%，相当于每8个人中就有1名糖尿病患者。

当糖尿病无法得到有效治疗和控制时，患者将出现一系列并发症，比如糖尿病足溃疡等慢性难愈合创面。糖尿病创面的高致死致残率和低治愈率已严重影响广大糖尿病患者的身体健康和生活质量。

“之所以难治愈，是因为创面有持续、慢性的炎症，阻碍了创面的正常修复过程。目前没有很好的创面修复方式，糖尿病足也是糖尿病最严重、治疗费用最多的并发症之一，严重者导致截肢和死亡。”施李杨说，微量的一氧化碳有助于减少炎症，但直接放在创面上气体会很快流失，如何稳定给量是难题。

该团队通过约70只大鼠实验，证实了抗炎“果冻”可减轻炎症反应，能将截瘫大鼠的运动能力提升1倍，减轻脊髓继发性损伤，增加原有脊髓神经元存活率，促进新生神经元再生。

传统米诺环素治疗中，针对脊髓损伤动物模型，每千克每天需要90至135毫克的剂量才能发挥作用，使用水凝胶包裹米诺环素后，米诺环素使用量大幅降低，6周内只需每千克1.5毫克。论文审稿人认为，该方法可显著降低长期多次使用米诺环素带来的毒副作用。

施李杨团队目前正在研究水凝胶和细胞的相互作用，希望弄清水凝胶材料如何影响免疫和干细胞的行为等，以更快更好地修复创面、减少瘢痕，让水凝胶“果冻”更神奇。

（据《中国科学报》，有删节）



水凝胶“果冻”材料