

从上海中心大厦,到上海世博园主题馆;从上海国际赛车场新闻中心,到重庆来福士广场四栋南塔与水晶连廊组成的世界级工程奇观,这些全国知名地标建筑的抗震核心关键理论和技术,来自同一个名字——吕西林,同济大学土木工程学院教授。

得知自己荣膺2024年度“上海市科技功臣奖”,这位满头华发的中国工程院院士悄悄拭去沁湿眼角的泪水,“没有恩师朱伯龙教授,就不会有在结构抗震领域深耕半个世纪的我。”



吕西林

采访对象供图

因地震深受触动 沐师恩不断进取

他,是我国培养的首批结构工程博士,在结构抗震防灾新技术、复杂高层建筑结构抗震、建筑物移位改造技术等方面做出了一系列开创性研究工作。

1976年唐山大地震发生时,吕西林在西安冶金建筑学院(今西安建筑科技大学)读大二,学的是“工业与民用建筑”专业。当时,西安也有明显震感。“地震一瞬间造成了那么多房屋倒塌,夺去了那么多活生生的生命,对我内心的触动特别大。”吕西林回忆说,“从那时起,我就立志要读研,一心要做建筑的抗震研究。”

大学毕业后,他进入国内土木工程学科实力居前的同济大学,攻读结构工程硕士学位。1982年3月,他开始继续在同济大学攻读结构工程博士学位,师从同济大学知名专家朱伯龙教授。在朱先生带领下,同济大学于1978年自主研发成功MZZ-3小型振动台,此后国内第一个引进并建成了由计算机控制的MTS多自由度模拟地震振动台,并稳定运行至今;这不仅是国际上运行效率最高的模拟地震振动台,而且抗震试验技术始终处于国内外领先水平。这为我国的建筑结构抗震研究打下了坚实基础,也为东方明珠电视塔、上海中心大厦、上海环球金融中心、上海大剧院以及上海世博会中国国家馆等大量新型、超限结构的抗震研究提供了先进的试验研究平台。

在朱先生引领下,吕西林的博士论文选题是针对我国量大面广的砌体结构的抗震研究。他也成为我国恢复研究生招生制度后首批博士研究生,是同济大学培养的第一位结构工程博士。“建筑抗震领域有好多问题没解决,还有好多未知现象等着我们去探索!”“年节到了,来家里过年吧”……毕业后,他与老师成为同事、挚友。“朱先生于我,恩同父子。当年一起工作、生活中的点滴话语,如今依然时常在耳边响起。”

让吕西林感触最深且一直追随践行的,正是朱先生的创新和进取精神,以及他进行前瞻性研究和开拓新研究领域的锐气勇气。2008年4月12日,与病魔进行了17年顽强斗争的朱伯龙先生与世长辞。一个月后,汶川大地震发生。吕西林

带领同济大学专家组,第一时间赶赴北川县,穿行于残垣断壁之间,将对先生的无限哀思,转化为抗震救灾的不竭动力。

结构抗震组合拳 守护住地标平安

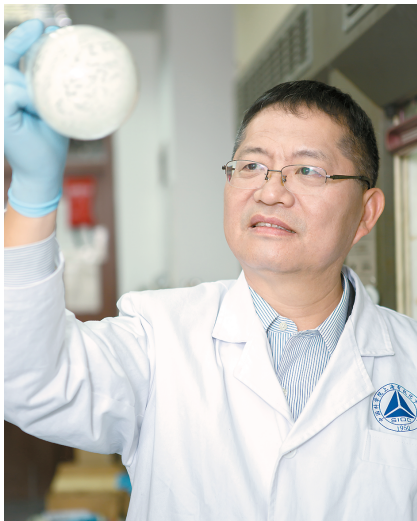
去年9月,当14级台风“贝碧嘉”横扫上海时,上海中心大厦依靠125层的千吨级阻尼器“上海慧眼”,在结构顶部将狂风能量通过电磁阻尼化为热能,风致峰值加速度降低43%,楼内90%的人群体感安稳如常。“上海慧眼”千吨阻尼器核心参数的原创者正是吕西林教授。吕教授带领团队和上海材料所经过20多年的潜心联合攻关,研制出国际领先的复杂高层建筑消能减震成套装备与振动控制技术,应用于中国第一高楼上海中心等重大项目,显著提升了我国超高层建筑抗风抗震水平。

“上海慧眼”等抗震阻尼器只是重大工程中看得见的抗震“明星”,在看不见的地方,抗震专家埋下的是一套结构抗震“组合拳”。“橡胶支座+滑动支座+黏滞阻尼器”“耗能支撑+黏滞阻尼器+橡胶支座”。据介绍,“组合消能减震”装置适用于建筑基础与地基之间、主体结构层间、相邻建筑间隙中,地震发生时以柔克刚:支座变形、阻尼器耗能而建筑结构地震反应锐减,该技术已成功应用于2008年汶川地震后恢复重建工程、2010年世博会重大工程以及国家校舍抗震安全工程等。

与此同时,吕西林长期致力于复杂高层建筑抗震分析、性能评估与设计理论的研究,在该领域接连获得新突破。他带领团队创立了复杂高层建筑结构抗震理论,引领了高层建筑“抗震—减震—可恢复功能韧性”理论体系的发展,在复杂高层建筑抗震、隔震和减震等领域取得系列重大突破,推动我国抗震技术跻身国际前列。

“我们不是为技术而技术,而是要充分考虑如何让抗震结构体系更合理、更安全,施工更简易,工程造价更低。”近年来,吕西林团队还在建筑物移位改造方面屡屡突破,有关提升既有建筑性能与安全“顶升—移位—加固”技术及实时感知结构状态关键技术成果,成功应用于上海音乐厅和上海玉佛寺大雄宝殿等建筑的保护修缮中。

本报记者 马亚宁



马大为

采访对象供图

启程 “硬着头皮”学出名堂

1963年9月,马大为出生在河南省南阳市社旗县一个普通的教师之家。学生时期的马大为,看到哥德巴赫猜想的报道后对数学充满兴趣,将数学家陈景润和张广厚视作偶像。但在人生最重要的考试中,失误造成的丢分让报考山东大学数学系的他,不得已去了化学系报到。他“硬着头皮去学”,学着学着,居里夫人从沥青提取镭的故事,让他觉得化学也并非那么不能接受。

后来,他成为山东大学第一个考上中国科学院上海有机化学研究所的学生,在这里完成了5年硕博连读,“金属有机化学知识已经基本到了顶峰。”他决定出国换一个研究方向:天然产物合成和药物化学。

1994年,马大为结束在美国匹兹堡大学和梅奥诊所的博士后研究,放弃高薪,选择回到国内。彼时,有机所面临科研人员青黄不接的问题,正需要马大为这样的生力军。

发现 “每天都要用的反应”

35岁那年,有天赋又勤奋的马大为,在研究抗肿瘤药物的过程中,偶然发现了一类氨基酸分子,可以提高乌尔曼反应的效率。乌尔曼反应是化学和制药工业研发过程中常常使用的形成碳碳和碳杂键的重要方法。经典的乌尔曼反应需要大量铜的催化,温度要达到150—250摄氏度,这可能会破坏一些脆弱的分子骨架,大大限制了反应的应用范围。马大为所发现的氨基酸分子能作为铜源催化剂的配体,提高乌尔曼反应的效率,大大降低反应所需要的温度和铜催化剂的用量,成为化学合成实验室“每天都要用的反应”。

“三位科学家在发明新催化剂和新反应方面的创造性贡献,为合成有机分子,特别是药物分子提供了新途径。”2018年11月,马大为与另两位科学家一起获得未来科学大奖——物质科学奖。一年后,他当选为中国科学院院士。

“第一代催化剂,别人不断在用,但是一直给你提新的问题,问你这个体系是不是能够解决他的问题。”马大为回忆,“当认识到解决不了别人的问题时,我就在想能不能发展出更高效的催化剂。”

突破 成果实现转化应用

上海有机所周边,医院林立。细心的心血管患者发现,培哚普利叔丁胺片的价格降下来了。这背后,一个重要原因是制药工艺的升级,也是马大为数十年研究的成果。第一代催化剂问世后,他组织四五届学生接续攻关。历经十年努力,终于发现了催化效率更高的草酰二胺分子——第二代配体实现了极具挑战性的惰性芳基氯代物的偶联,可以催化更广阔的反应。

实验室里的突破,不仅成为学术成果得以发表,也在国内外实现了转化应用。降压药培哚普利叔丁胺片在生产中用的原料药就得益于这一反应。全球成吨级的培哚普利原料药,通过优化制药工艺,大大降低了化学成分的成本,让药物降价成为可能。

美国斯克利普斯研究所教授余金权盛赞,“马大为发展的这个反应,已经在工业上产生了上吨级的应用,具有广谱性,是要改写化学教科书的。”

如今,马大为仍在寻找效率更高的第三代配体的路上,他希望催化剂的“效率再提高一点”“成本再降低一点”,这样才有机会变成更加通用的工业催化剂。

新路 降低药物制备成本

马大为为更多的时间用于天然产物全合成和药物化学。他发展了以分子内氧化偶联为代表的一系列合成策略,完成了六十余个复杂天然产物的合成;在药物化学方面,他研发了具有治疗神经退行性疾病作用的细胞坏死抑制剂、治疗肺癌的新型EGFR抑制剂,都已进入临床研究阶段。

曲贝替定是第一个现代海洋药物,被称为世界上最难制备的两个抗肿瘤药物之一。基于数十年的化学合成经验积累,马大为团队为抗癌药找到了一种迄今为止最为简便的合成路线。“我们的新路线只需要26个步骤,这意味着药物制备的成本将大大降低。”他兴奋地透露。

马大为说,自己的科研成就很多源自、受益于产业端的需求。他一次次把“问题”变成“课题”,纵使“在科研中可能99%是失败的,这是科研工作者难熬的宿命”,但马大为总能甘之如飴,不断尝试。

本报记者 郜阳

科技功臣奖

用「软功」化解「硬冲击」,他将中国抗震技术推向世界前沿

吕西林给高楼大厦注入「抗震韧性」

科技功臣奖

四十余载科研路,他把一个个「问题」变成「课题」

马大为「合成」新招「催化」亲民药价