



中国工程院院士刘汉龙从事30多年“地下工作”为软弱土强基

撑起城市之重



刘汉龙在岩土实验室



著名的PCC桩

城市向上，高楼耸立；高铁向前，穿山越岭；港口向水，横江渡海；飞机向空，扶摇冲天……这是现代城市可见的部分，是城市光鲜、繁华、曼妙、热闹的外观，而支撑起这蓬勃外观的是掩藏于岩土之下看不见的桩基部分。

桩基，简单点说就是混凝土柱子，它深入岩土，挺拔向上，支撑起高楼、高铁、高速公路、港口、机场……桩基撑起城市之重。在人们印象中，桩基是圆滚滚的，但在重庆大学“岩土实验楼”的一间屋子里立着外形各异的桩基。这些是刘汉龙院士及其团队30余年的心血，每一根都不简单，代表世界前沿水平。

我们习惯性关注城市的外观，忽视城市地下的桩基，而刘汉龙带领的团队的任务正是在岩土之下筑造这些桩基，日复一日，年复一年。

面向现实需求，不断攻坚克难

在重庆大学有一栋不怎么起眼的红砖房子，屋顶“岩土实验楼”五个大字老远就能望见，在冬季暖阳照射下闪着微光，屋外一扇大铁门。门口挂了两块牌子：一块“山地城镇建设与新技术教育部重点实验室”，另一块“库区环境地质灾害防治国家地方联合工程研究中心”。每一块含金量都很高。

“2013年12月18日，我从南京来到重庆，走进重庆大学这栋楼，再过几天就满10年了。”10年来，刘汉龙在这里攻克了一个又一个难题，每立一根新桩就意味着攀越一座高峰，一座接一座，十年磨剑。今年，他当选为中国工程院院士，这是对他10年科学研究的最好的总结。

第一根桩，也是圆滚滚的，但它的“肚子”却是空的。“这是现浇混凝土大直径管桩，简称PCC桩。”刘汉龙介绍说，它是空心的，同等混凝土用量，PCC桩比实心桩可提高承载力30%以上，且施工更环保。据报道，PCC桩技术已成功用于上海、江苏、天津、湖南、河北等10多个省市的高速铁路、高速公路、市政工程、港口工程等软土地基加固中，并应用于越南“吉灵—河内”轨道交通建设。把水泥柱子挖空，承载力居然还增加了，这就是科学。

第二根桩，外形奇特，像一个“X”，又称为X形桩，同等承重力下，X形桩比圆形桩节省混凝土30%以上，降低施工能耗，已运用在南京绕城高速公路上。

如果施工场地上方有高压线、高架桥，或场地十分狭窄，怎么来打桩？刘汉龙就发明了浆固散体材料桩法，这是第三根桩，“已在沪宁城际铁路、甬台温铁路建设中采用。”

如果地基地震时涌出很多水怎么办？刘汉龙发明了第四根桩——抗液化排水刚性桩，解决了地基液化及变形难题，这项技术运用于无锡建筑地基等重点工程中。

第五根桩，能量桩。“岩土地下的温度是恒定的，我们采用特殊的桩基技术把地下的热量抽上来，以此调节我们室内的温度”，刘汉龙介绍说，已将其运用到国家重大工程中。

此外，还有一些新型桩基正在研发，如预应力螺钉桩……

每一根桩都是针对现实需求，解决复杂环境的施工技术难题，不断突破，不断超越。

无论地质情况多么复杂、恶劣，都难不住刘汉龙团队，他都能找到打桩的办法。难道任何地方都可以打桩吗？肯定不是。

面向国际，引领科技前沿

不是任何地方都可以通过桩基实现加固的，在岛礁建设中，刘汉龙遇到巨大障碍。“桩基与珊瑚礁总是很难融合，并且海水对桩基具有巨大的腐蚀作用。”在三峡库区的边坡治理中，再遇类似问题，“边坡岩土不断劣化，与桩基无法融合，并且混凝土加固特别影响库区景观。”

怎么办？这是巨大的挑战，传统桩基技术无法解决。刘汉龙大胆创新，采用微生物岩土加固技术。这是全球最前沿的科学领域。它的思路在于：通过微生物的代谢来改变岩土材料性能。从而实现加固。通俗地说，让一群微生物帮忙“打桩”。没有生命的桩基活了，第一次有了生命。

微生物凭什么要帮我们干这件事？在岩土实验楼里有很多实验室，其中特别重要的一间是肖杨教授负责的微生物实验室。这位博士，最早跟随刘汉龙来到重庆，他和刘汉龙一起撰写了全球首部微生物岩土领域专著《微生物土力学原理与应用》。他努力用最浅显的方式讲述这一前沿科学的基本思想，“我们把岩土采回来，岩土中本就带有很多很多微生物，我们开始驯化这些微生物，给它们喂食，它们在代谢中不断矿化，这

一改变岩土的材料性能，实现土体加固。”

刘汉龙及其团队是国内外率先开展岩土微生物加固技术研究的团队之一，“美国有个团队排在我们前面，我们正努力赶超。”肖杨说。《微生物土力学原理与应用》是一部极具开创性的著作，刘汉龙团队还创办了国际首个生物岩土领域的英文期刊Biogeotechnics。其研究成果已经应用在岛礁工程、三峡库区边坡治理和大足石刻文物修复等。据报道，刘汉龙团队在大足石刻多处展开微生物加固法保护石刻的研究，其中，“潮湿环境砂岩质石窟岩体微生物加固补配修复关键技术研究”，已初步验证其有效性和可行性。“我们也是通过驯化微生物，让微生物在石刻表面代谢矿化，最后，像是石刻自己长出一层坚硬的保护物。”

这多么奇妙，让大自然自己来保护自己，我们只是从中引导。对微生物土的研究，打开了一个崭新的科学空间。12月6日，第七届材料基因工程高层论坛在重庆召开，刘汉龙发言说，材料基因工程是材料领域颠覆性前沿技术，是奠定全球新一轮制造业革命竞争优势的关键。刘汉龙的微生物土加固技术就是材料基因工程的一种。这是一次巨大的科学革命，以刘汉龙为代表的重庆团队已经站在这场革命的前沿。

小我与大我

刘汉龙说：“国家有需要，我们就要去做。”把个人追求融入集体、国家中，相互促进，这也是刘汉龙成长历程的一个注解。他1997年7月从日本博士后留学回国后，在河海大学由讲师直接破格晋升为教授，来重庆不到三年，受聘重庆大学副校长，继而受聘常务副校长，为学校学科建设和人才培养做出了应有的贡献。在第七届材料基因工程高层论坛上，他提出：重庆大学紧盯国家战略需求，树牢“国家队”意识，勇担“国家队”使命。

打造重庆岩土研究的“国家队”，跟上国家需求，这是刘汉龙来重庆大学干的第一件大事。肖杨教授比刘汉龙晚半年到重庆，他回忆说：那时，岩土实验楼几乎是空的，刘汉龙来了才开始建实验室，建队伍，“他（指刘汉龙）对建团队非常重视，一个汇报材料的字体、颜色，都要深入思考。而对团队成员犹如慈父，关怀备至。我们的吃饭住宿问题，他都帮我们安排好。”来重庆不到三年，刘汉龙团队成功申请到“库区环境地质灾害防治国家地方联合工程研究中心”，可以说，重庆大学岩土研究的“国家队”正式建成。

“没有完美的个人，有完美的团队。”刘汉龙认为，成功的团队必须符合以下几点：一是要胸怀“国之大者”，要有大格局；二是要有情怀，热爱科研；三是要不断进取；四是要善于合作。团队要有目标，有分工，有合作。个人的成功离不开团队，而团队的发展则离不开国家。

新重庆大有可为

刘汉龙特别喜欢重庆，“一年四季都是绿的。”

重庆作为山地城市，地下空间开发大有可为。城市不能只向上生长，也应考虑向下发展。一种后大都市发展理论就认为，要大力开发城市地下空间，让汽车到地下去，路面留给行人。

当然，让刘汉龙认为重庆大有可为的远不是城市空间，而是新重庆新的发展前景以及重庆不断迭代升级的人才政策，“重庆政府越来越重视人才，人才发展环境越来越好。”现在重庆还要做好一些基础工作，比如软硬件的配套，一流科创平台的建立。打牢基础，就不愁发展。

一个岩土科技工作者，特别重视牢固的基础。“基础不牢，地动山摇。”刘汉龙总结了三大基础：“打好人生的基础，做好工作的基础，建好发展的基础。”

重庆晨报记者 刘涛 摄影报道



重庆大学岩土实验楼