

让不确定性的世界增加安全感

本刊特约记者 钟秀斌

深秋的苏州，仍是绿草成茵，树木参天，枝繁叶茂，生机勃勃。工业园区里车水马龙，人流如织，位于东平街国创大厦三楼的苏州瑞茨柏工程监测技术有限公司（下文简称瑞茨柏），与多数科创型公司一样，紧张而有序地忙碌着。如果不走进去，你根本无法想象这么一家看似普通的公司，却拥有世界顶级的安全监测黑科技。他们的测斜仪可以精准地测出地表里或建筑物在垂直方向上的每米高度0.01毫米的倾斜变化，而测量高度超过100米；倾角仪可以测量出墙面或立柱0.005毫米的倾斜变化，并能实现无线工作。这样的测量精度比世界顶级同类产品高出50%-100%，比国内同类产品更是数量级上的优胜。

这样高精度、高灵敏度的测量，是怎样做到的？可以应用在哪些领域？有什么现实意义？笔者走进瑞茨柏公司，访谈创始人兼董事长武牧之先生。

从GE到瑞茨柏

内敛谦和、阳光帅气的武牧之，生在苏州长在苏州。他从苏州中学毕业后，2004年进入清华大学工程物理系本科学习，2008年进

入北京大学电子系研究生学习，课题是波色爱因斯坦凝聚和原子时计，通常应用于精密测量领域。完成学业后，他进入世界名企通用电气（GE）的上海研发中心，从事研发工作。从原子钟到顶级名企研究院，可谓是典型理工科学霸的标准路线。而2016年与一位勘察行业前辈的偶遇，彻底改变了武牧之的人生路线。了解到国内基建高速发展，安全监测不可或缺，但其落后现状却令人担忧——传统的基建安全监测手段和工具落后，许多重要参数都靠人工监测，精准性、重复性和连续性差，而且数据误差也大。而精密测量正是武牧之耕耘许久的领域，这瞬间激起了他的兴趣。监测数据如何获取，以及准确与否，是安全监测与评价的基础工作和重要依据。某种意义上，监测数据就如一把安全利剑，悬在基建工程头上，做得不好，这把利剑随时落下，安全事故不可避免。由此看来，基建工程事关国计民生，安全监测从无小事，越大的基建工程，安全监测工作更为突显。武牧之也发现了自己多年科研经历所能创造的产业价值



武牧之

2004-2008年在清华大学工程物理系本科学习，2008-2011年在北京大学电子系念研究生。毕业后分别在Intel和GE从事工业互联网相关工作，2016年融合工业互联网和精密测量技术，在结构健康安全领域创业至今。

潜力。

在清华、北大7年习得物理、电子、精仪、测量的科学理论，再经世界第一流研发中心淬炼6年，武牧之受GE工业互联网思想的影响，深刻理解信息时代数据资产的价值，数据就是生产力。因此，他掌握了精准获取监测数据与数据平台化处理的“屠龙术”。

“屠龙术”如何在中国新时代大显身手？接受过中国精英教



武牧之（二排右二）2008年毕业时工物41班级同学在水木清华前合影

育的武牧之，雄心怀天下，科技安民生，他觉得有幸接受良好教育不能仅仅满足于解决自己的饭碗，而应对社会做更有价值和意义的事情。为了解决国内安全监测的重要性与监测手段和工具落后之间的巨大矛盾，武牧之毅然走出GE公司的人生舒适区，来到被称作创业家天堂的苏州，追随内心呼唤，学有所用，用有所长，决定从基建工程全生命周期安全监测入手，融合电子学、大数据、物联网、人工智能（AI）、土木工程、精密仪器，致力做中国全天候的安全监测平台，为國家的基础安全保驾护航，瑞茨柏公司由此而生。

“1%的力量”改变世界

2012年11月，GE公司推出

工业互联网概念，认为这将打破智慧与机器的边界，极大地提高生产效率。工业互联网可以为工业领域带来哪怕1%的成本或者资本节省，或从效率提升的角度带来微小的进步，其成果将是巨大的。GE预测，未来数年内，在一些关键的工业领域，1%的效率提高将带来巨大的收益：航空工业1%的燃料节约，将最终节约300亿美元；电力行业节约1%的燃料就意味着节约660亿美元；医疗系统的效率提高1%，意味着节约高达630亿美元；铁路系统的效率提高1%，将带来270亿美元的资本的节约；能源天然气领域，资本支出降低1%，也会带来高达900亿美元的节约。

GE公司前CEO伊梅尔特更是着力推广“1%的力量”理念，在

一些重点行业（油气、电力、轨交、航空等）通过数字化，实现1%的资产效能和生产效率的提升，就能够创造万亿利润。

在GE浸淫多年的武牧之，对工业互联网认识深刻，其核心理念与德国工业4.0、中国制造2025是一致的。他非常清楚要完成1%的效率提高，工业互联网首先要让设备和机器智能化，方便知晓生产动态，收集各项生产数据。其次，存贮、处理和分析传感器收集的信息，面对海量的生产数据，要通过构建恰当的模型，找到并分析关键的核心数据，这需要以往生产工艺经验与先进互联网技术技能的结合，跨界整合知识与经验至为关键。传统工业企业缺乏预先设定的模型可使用，因此特别需要洞察行业问题和规律，创新地挖掘和分析数据，找到恰当方法，提高生产效率。

现在，武牧之就要用学识和技术能力，推动行业和社会的进步，哪怕只是提高1%。乐观地看，用当下时髦的话说，用GE工业互联网思维来解决国内基建安全监测问题，应该属于降维打击，似乎一击即溃。而实际上，武牧之面临着远比技术复杂得多的商业环境，这常常让这位科学家思维的创新者陷入困境。

比如，精准的安全监测数据如何获得？工具和方法的落后，



武牧之（左一）与 GE techstation 技术站活动志愿者在一起

使复杂大型的基建工程场景的安全监测变得困难，灵敏度和精准度低，甚至依赖手工操作，无法确保一致性和连续性。这样获得的数据，若用于安全决策分析，其可靠性堪忧。国标严格规定，安全监测要占工程总费用的3%，但成本优先的惯性思维，使得安全监测的预算并非优先安排。这样一来，业界习惯于传统方法，对于尝试新技术新方案，动力往往不足。

有一个令武牧之哭笑不得的案例。某一大型轨交项目大胆采用武牧之的技术方案和监测设备，先进的传感器、独创的算法和物联网技术，使得位移、倾角、水位、温度、湿度等参数，7×24小时实时显现在后台数据中心。但这样的实时数据却与之前人工定时

定点监测所得到的有限数据结果完全不同，颠覆了监测负责人的过往经验，以致他认为目前的自动化数据是“不准确的”，因而怀疑监测设备是“有问题的”。

事实上，武牧之与团队正是以“1%的力量”之工业互联网思想，悄悄地改变着国内安全监测的工业版图。不过，创新者从来都是孤寂的，要打破原先利益环绕的旧格局，需要时间和时机。他和瑞茨柏一直在默默积蓄着能量，有朝一日，他们一定会让这个活在传统里的行业“跃迁”到工业互联网时代。

做中国结构健康的守护者

七年来，经历了市场的风云变幻，甚至新冠疫情三年，武牧之和瑞茨柏展现出的韧劲和进取

心，使瑞茨柏的技术和平台越来越成熟，也获得了越来越多的业主单位的认可。

瑞茨柏是目前国内唯一拥有自动化传感器研发生产、边缘计算、智能感知的安全云平台，具备全生命周期安全各种各样自主研发的高精度测量仪和高灵敏度传感器，其自主研发的固定式测斜仪可以深入地下或建筑内50米以上深度，实时感知结构的微小水平位移；无线双轴加速度计可以无源无线地安装在任何垂直平面和索缆上，实时感知平面倾斜和索缆受力变化；无线振弦频率计摆脱了传统设备有线的束缚，与结构内预埋应力模块相连实现无线测量……这些面向各种工程建筑和野外自然环境下的长时间监测环境所开发的自动化设备，完全满足各类监测场景（地质灾害、矿井、公路隧道、水利工程、大坝、边坡、桥梁）及监测基站建设等需求。他们聚焦基础设施全生命周期健康，为客户提供从硬件设备到SAAS平台的整体解决方案。

在谈到瑞茨柏愿景时，武牧之谦逊地说，“做中国结构健康的守护者。”只有了解基建工程的人，才会深刻理解这句话的分量。工程结构物的安全与否，尤其是大型基建工程，如高铁、轨道交通、各种隧道、水库大坝、



武牧之（右一）和 Dell 一起讨论推进工业互联网平台 predux 的技术架构



苏州生命线工程古建及危房安全自动化监测

桥梁、矿井等，就如人体健康一样，光凭肉眼查看外表，是无法精准判别是否安全的。只有借助先进的测量设备和分析工具，才能精准地捕获工程结构物的内部细微信息，从而诊断出问题所在，及早排危解难。屡见不鲜的建筑坍塌事故，时时给人们敲响安全警钟。人类基建工程的安全隐患随处可见，精准高效的安全监测不可或缺！

瑞茨柏自创立以来一直致力于做中国结构健康的守护者。武牧之的搭档、瑞茨柏公司执行总裁邵昀明先生，这位投行出身的清华控制工程专业硕士、德国慕尼黑工业大学建筑技术专业博士，精明敏锐，对商业逻辑认识深刻。他简明扼要地向笔者介绍了瑞茨柏的技术优势：从安全监测最底层的传感器开始，研发出世界精

度最高的测量技术，各系列产品指标全球领先，拥有（包含芯片级的）全自主知识产权。从 2018 年开始，推动结构安全健康监测全面步入自动化时代，瑞茨柏参与编写了轨道交通施工监测自动化国标，并在业内率先给出了完整的自动化结构监测方案。产品精度和性价比显著超越了国外最高水平，测量一致性高，在结构健康监测的精密测量要求中，是最能符合测量精度要求的传感器产品。

“瑞茨柏自动化产品是唯一可以和人工测量进行直接对比的国产品牌。在宁波、苏州、广州等地的基坑参与过多次多品牌 (10+ 品牌) 对比，间隔 1 米的测量点上，瑞茨柏的自动化测量数据和业主所认为准确的国外人工测量设备有 95% 以上的数据吻合

度，其他国产品牌没有一个超过 50%。”

“瑞茨柏自动化产品，通过我们自主知识产权的传感器设计和滤波技术，做到了 0.00001 级别的长期稳定性，比国内外其他产品高 2 个数量级以上。同时高频率的测量速度，以秒级的速度反馈数据，看到结构体的实时变化。”

“全自主打造的智能 AI 数据分析和解决方案平台，为基建项目提供深层次的可操作见解，实时监控在建项目和既有结构的安全和健康程度。同时，结合工程行业仿真实理论和实时数据驱动轻量化 BIM 模型，实现结构物的在线仿真、反演计算以及监测数据的动态呈现。”

在充满不确定性的时代里，武牧之和团队用技术和智慧，为世界增加安全感。🌟