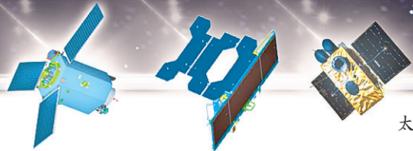


# 苍穹之上,点亮“东方慧眼”



太空中的“珞珈”系列卫星。



2004年合影。从左至右依次为:张祖勋、刘经南、宁津生、李德仁、陈俊勇、龚健雅。

(武汉大学 供图)

(上接第1版)  
参与北斗全球导航系统相关研发,打破卫星导航的西方垄断,泱泱中华多了一个“大国重器”;  
吉奥之星,实现我国遥感、地理信息系统国产化;  
大地水准面工程化应用研究,从米级到厘米级,让各类工程建设所需的海拔高度“一测就准”;  
直到今天,全世界还在用李德仁的理论去校正航测平面差系统;  
……

闪亮的名字、耀眼的成果,不由得让我们对测绘遥感心生好奇。

当人类出现在地球上,就面临着“从哪里来,到哪里去”的时空难题;当人们建设家园时,首先就需要丈量身边的山山水水。

解开这一切难题的“钥匙”之一,便是测绘科学。古老的测绘学,起源于水利和农业。

“开九州、通九道、陂九泽、度九山”,2000多年前司马迁在《史记》中记述了大禹治水时的测绘手段。

摄影测量、航空测量、卫星遥感……伴随着技术的迭代,现代测绘迈入卫星遥感时代。

充盈在测绘领域的专业名词,与我们的生活息息相关。小到日常出行,大到城市规划、国防安全,样样离不开测绘。

想知道中国有多少个蔬菜大棚?  
实地测量绝非易事。用卫星“看一看”,速度快、精度高。李德仁给出答案:1300多万个!

至今让人记忆犹新的一件事,让世人见识了测绘遥感的威力。

在1991年“沙漠风暴”行动中,以美国为首的多国部队空袭伊拉克。一枚枚巡航导弹从数百公里之外的航母上,呼啸着飞向伊拉克,像长眼睛一样扑向目标,打击之精准,令世界震惊。

这威力的背后,就是美国的全球定位系统GPS。

## “你现在应当回来挤奶了”

在武大校园和光谷广场,矗立着夏坚白院士(1903—1977)的雕像。

对许多人来说,这可能是一个不熟悉的名字。他是当代中国测绘科学先驱者之一、大地天文学奠基人。

2023年11月19日,纪念夏坚白诞辰120周年暨测绘学科发展高端论坛在武汉大学举行。

纪念会简朴而庄重。

台下坐着的李德仁、刘经南、李建成等院士,都是夏坚白“经天纬地,矢志不渝”精神的传承者。他们接续奋斗,将我国的测绘技术从远远落后于西方国家,一步步推向世界之巅。

上世纪三四十年代,中国积贫积弱,全国从事测绘工作的专业人员仅千余人。

夏坚白年少时在江苏常熟一家木行当学徒,但他为自己选择了另一条人生之路。1934年,当时的国民政府选派第二届公费留学生,从300多名应考者中录取26人,其中4人被指定攻读测绘专业。

这4人就是夏坚白、王之卓、陈永龄、董钟林。他们后来都成为我国现代测绘科学的开拓者和奠基人。

天才之所以动人,往往不只是聪明绝顶,还因为那份深深的情怀。

1939年,30岁的王之卓在柏林工业大学通过博士论文答辩,成为中国第一位获得工学博士学位的航空摄影测量(下文简称“航测”)专家。归心似箭的他,随即携怀孕8个月的妻子和5岁的女儿,踏上万里归国路。

此时国内战火连天。

有人问王之卓,为什么回国?

他回答:“回国跟回家一样自然。”

李德仁的选择,跟老师王之卓一样。

李德仁是新中国第一位被派到西德学习航测的学者。西德是当时世界上摄影测量与遥感技术最先进的国家。6年课程,他想2年学完,每天学习工作14个小时以上。

仅用一年零四个月,他就用德文完成了博士论文,答辩时他的成绩是斯图加特大学论文最高分。

人才之难万冀一。包括斯图加特大学在内的境外多家机构向李德仁伸出了橄榄枝。

面对邀约,李德仁没有动心,妻子朱宜萱此时来信了,信中说:你是一头牛,吃国家的草(粮食),一直到了45岁,你怎么不为国家为人民产点奶?你现在应当回来挤奶了,这是你做贡献的时候。

臣心一片磁针石,不指南方不肯休。他毫不犹豫地回国了。

龚健雅,李德仁的学生,也作出了与老师一样的选择。龚健雅攻读博士学位时,导师李德仁派他去丹麦留学,学习正在兴起的GIS(地理信息系统)。

学成之后,丹麦挽留。

李德仁给他写信:“我在看欧洲杯,球员们都是回祖国参赛的,你也要回国参赛呀……”

1990年,龚健雅回国。

学问浩瀚如海,报效祖国无边。

“为什么我的眼里常含泪水?  
因为我对这土地爱得深沉……”

这是一份对国家、对人民深深的爱,和由此伴生的沉甸甸的责任和使命。

2008年,大地震突袭汶川。

这是新中国成立以来破坏力最大的地震。

李德仁、张祖勋等参加过那次地震救援,他们至今还心存愧疚。

“72小时是黄金救援时间,但我们那时的遥感技术,搞清楚震中在哪儿就花了36个小时,那还是从意大利获取的图像……”

经过此事,李德仁等专家痛感我国遥感领域的不足,暗下决心:加快研究高分辨率对地观测系统,把卫星、航空、地面系统做好,达到世界水平!

腔腔热心为中华。

2010年,我国高分辨率对地观测系统重大专项(下文简称“高分专项”)全面启动实施。

业内都爱把“高分专项”称为“中国人自己的全球观测系统”。专家组组长为中国航天科技集团的王礼恒院士,李德仁担任副组长。

13年过去,“高分专项”完成了从光学卫星到雷达卫星,从地球同步轨道卫星到太阳同步轨道卫星,从C波段、S波段

和X波段到L波段“花样齐全”的各类SAR卫星的研制发射。

“我们在元器件受限的情况下,用中国人的智慧,用我们的数学和过程控制的方法,达到了世界一流水平。”李德仁说。

即便年逾古稀,李德仁依旧心怀报国之志,登高不停步。

2014年,他牵头建言支持商业航天卫星遥感事业发展,当年就获国家支持。不到10年,我国商业航天卫星已达200多颗,形成了军民商航天三足鼎立的协同发展新格局。

2017年,他和龚健雅、杨元喜、郭华东4位院士通过中国科学院向国家呈送《关于开展我国自主高精度全球测图的建议》,获批立项。

2019年,他和王礼恒、刘韵洁、周志成、刘经南、卢锡城、张军、龚健雅、刘泽金共9位院士,通过中国工程院向国家呈送有关夺取空天制信息权的建议。

60多年来,这份炽热的报国情怀,在一代又一代武大测绘人胸中熊熊燃烧。

## “怀疑一切”,影响了他一辈子

科学的美妙不仅在于耀眼的结果,更源于求真务实的过程。

李德仁23岁时本科毕业,被分配到国家测绘总局,因种种原因,1971年又到石家庄水泥制品厂工作。

学测绘却造水泥,李德仁不免有些失落。但他依然朝气蓬勃,与国家建材研究所合作,和工友们一起钻研发明,研发出新型铝酸盐水泥,1978年获第一届国家发明二等奖。

在他看来,作为科技工作者,无论从事什么工作,不管人生处境如何,刻苦钻研的劲头最重要。

武大老校长刘经南院士,今年80岁了,这种劲头在他身上依然鲜明。

作为北斗技术应用开拓者、我国全球卫星导航系统技术应用学科带头人,他说:“‘怀疑一切’这句话,影响了我一辈子。”

“怀疑一切”,是马克思喜欢的座右铭。

刘经南喜欢生物学、化学和天文学。他本希望考取北京大学生物专业,却被武汉测绘学院录取,就读天文大地测量专业。

虽然一开始对测绘热情不高,但他觉得“拿好分数,是一个学生应该做到的”。

从此,门课程都是高分。随着接触更多测绘专业基础课,他发现了很多探索性和挑战性领域,逐渐产生兴趣。

大学毕业后,他被分配到湖南煤田物探测量队,负责外业测绘,一干就是11年。

1979年,36岁的刘经南考入武汉测绘学院大地测量专业读研。

喜欢“怀疑”的他,在研究国外卫星导航系统时,对坐标系三大模型算法不统一的观点存疑,并最终验证这三种模型是等价的。

上世纪80年代,国家部署对西部油气资源进行探测,刘经南西进青海、新疆。

高程坐标不精确,容易给后期的开采造成很大误差。他废寝忘食地埋首数据处理。

“用卫星定位的方式,通过高精度转换模型,就可以直接达到高程约1米的水平!”

新方法修正了国际上卫星定位的大地高不能直接用于石油勘探的结论。刘经南也因此收获了人生中第一个国家科技进步奖。

刘经南最为人熟知的,是他参与的“北斗”项目。

卫星导航系统是国家战略科学,大国实力的象征。上世纪90年代,美国有GPS,俄罗斯有GLONASS(格洛纳斯),欧洲GALILEO(伽利略)正在建造。

国人永远也忘不了那屈辱一幕:

1993年,美方要求对航行在公海的中国货轮“银河号”进行登船检查。无理要求遭中方拒绝后,美方军舰和武装直升机一路尾随骚扰,并强行关掉了GPS导航系统,导致我国政府无法掌握在公海上漂泊了30多天的“银河号”的具体位置,最后被迫同意美方登船检查。

卫星导航,事关国家未来,中国不能缺席。

21世纪初,欧洲启动可与美国GPS比肩的伽利略计划。经过协商,中国参与伽利略计划。然而,此间中国屡遭排挤,直至被“踢出”。

残酷的现实,让国人更加清醒:核心技术买不来、求不来,“国之重器”必须自己拥有!

众志成城。一群胸怀“国之重器”的中国科学家,投身北斗导航研发。

建立北斗导航卫星广域差分系统,刘经南最早提供了技术思路和方案,被称为国内该研究领域的第一人。

从北斗一号、北斗二号到北斗三号,中国北斗的“三步走”发展战略,刘经南均参与其中。

2020年7月31日,北斗三号全球卫星导航系统开通,我国正式成为世界上第三个独立拥有全球卫星导航系统的国家。

而今,每时每刻,在我们头顶遥远的天空,30颗北斗三号卫星和16颗北斗二号卫星分秒不停地运转。无论身处荒漠还是海洋,北斗导航系统都能为我们“指点迷津”。

与我们侃侃而谈4个多小时,刘经南毫无倦意,镜片后的眼神依旧明亮。

科研之路无坦途。在攀登科学高峰的崎岖山路上,武大测绘人一直在奋力创新超越。

“王之卓公式”,是对苏联“瓦洛夫公式”相对模糊的一种纠偏;“李德仁方法”,是为寻找人为或环境的原因,对数据粗差和系统误差的一种基本厘清。

今天,人们用电脑存储图片已是寻常事。但王之卓1978年提出全数字化摄影测量观点时,几乎无人相信。那时,存储一张照片至少要128MB的空间,而计算机内存只有64KB。

王之卓的学生张祖勋顶住质疑,苦心孤诣14年,1992年推出中国首个可产业化的全数字化自动测图系统软件VirtuoZo,使中国摄影测量跻身国际三强。

张祖勋首创数字摄影测量网格思想,研制出我国首套完全自主知识产权的航空航天遥感影像数字摄影测量网格处理系统DPGrid,彻底打破了西方的软件垄断。

年逾八旬的张祖勋没有停歇,2019年又提出了第三种摄影测量方式——贴近摄影测量。

## 现在“玩微信”,将来“玩卫星”

突破关键技术壁垒,是充满荆棘的远征。

李德仁的老师王之卓开创了我国测绘学科新领域——

遥感,一项诞生于20世纪70年代的新兴现代科技。

早在西德留学时,李德仁就首创误差可区分性理论和系统误差与粗差探测方法,解决了测量学上的百年难题,业内深为震惊和激动。

回国后,他投身遥感事业,开启了一次次突破。

近年来,他把眼光投向了更深邃的领域——通导遥一体化天基信息实时服务系统。这就是“东方慧眼”。

简言之,就是在我们头顶顶起一张“太空网”,形成服务人类的“千里眼”。

李德仁耐心地向我们“科普”:

现有的通信、导航、遥感卫星系统各成体系。我们要推动天上的通信、导航、遥感卫星“一体化”组网,把人工智能送上天,让天上有一双对地观测“慧眼”和“大脑”。每一个用户发送请求后,卫星把所需信息加工好,几分钟内送达,满足人们的需要。

汶川地震时,遥感卫星的缺失,是李德仁和伙伴们心中难以抚平的伤痛。

那一年,他许下宏愿:2020年要使中国从遥感大国变成遥感强国。如今,中国已是世界遥感强国之一。库存遥感数据,遥感卫星发射数均居世界第一。

2022年9月5日,四川泸定发生地震。

此刻,距汶川地震14年。这一次,李德仁和同行们不再感到歉疚——

国家航天局对地观测与数据中心第一时间启动民商卫星应急响应机制,调度高分三号01/02/03星等10余颗卫星对地震灾区紧急观测成像,有力支持了灾情研判。

随着“高分专项”的实施,比西方国家晚了近30年的中国遥感卫星研究,一路高歌猛进,实现了从“有”到“好”的跨越式发展,形成了由陆地卫星、气象卫星和海洋卫星组成的强大对地观测体系,卫星分辨率提高了民用0.5米,遥感信息服务时间从数小时缩短至8分钟,追上世界先进水平!

眼下,李德仁和团队正在干的“东方慧眼”,更是一幅令人激动的科学画卷。

它不是一颗星,它是星座。它能让我们“看得快、看得清、看得准、看得全、看得懂”!

84岁的院士掰着手指数连说了五个“看”,眼里写满喜悦与纯真。

天地网络互联时代已经来临。

早在2006年,李德仁牵头提出建议,建设通信、导航、遥感一体化在轨集成智能服务系统。

2013年,国家自然科学基金委确定相关研究计划,提升我国在全球范围、全天候、全天时的快速响应和空间信息的时空连续支撑能力,而不是跟在别国后面做PNT(定位、导航、授时)。

从PNT到PNTRC(通导遥一体化天基信息实时服务系统)，“东方慧眼”就是将“对地观测卫星”上升为“对地观测脑”。

“先遣队”已经出发,前往太空探路。

2018年,珞珈一号01星升空;2023年,珞珈二号01星、珞珈三号01星成功入轨,大展身手——

珞珈二号01星,今年8月在河北抗洪中观测到一处堤防决口,图片上水流清晰,电杆逼真,精度令人惊喜,发布预警当天帮助6300余人安全转移。

珞珈三号01星,首颗互联网智能遥感科学实验卫星,把人工智能送上天,自动发现目标变化和,通过通信卫星和地面互联网,8分钟内将信息送到用户的手机。它在阿富汗抗震救灾中立下大功。

“珞珈”探路,“慧眼”开建。2023年4月24日,中国航天日,“东方慧眼”一期工程正式启动。

李德仁提出的计划是,2027年到2030年建成全球服务系统,届时整个星座在轨200多颗卫星,包括光学遥感卫星和雷达卫星,“还要做一颗高光谱卫星,5米空间分辨率,22个高光谱,5天把地球扫一圈,这是对地球最精准的观测和数字孪生。”

不久的将来,“东方慧眼”星座将闪耀浩瀚星河,普通如你我,都可以用手机调出头顶的卫星,3至5分钟就能看到自己想看的地球图片或视频。

现在人人“玩微信”,将来就是人人“玩卫星”了。

为了这个将来,耄耋之年的李德仁院士还在“高速运转”着。

有心人统计了2021年他的公开活动数量:97场,平均每月超过8场。这一年,他主持完成的“天空地遥感数据高精度智能处理关键技术及应用”项目获国家科技进步奖一等奖,他本人入选全国十大“最美科技工作者”。

颁奖词说:你是名副其实的千里顺风耳,你的征途就是宇宙的脉动,穿越时空,傲视苍穹!

## “两个故事”成美谈

珞珈山下,流传着“三代院士”的故事。故事主人公是王之卓、李德仁、龚健雅。

当年,李德仁到石家庄水泥制品厂工作,老师王之卓为此遗憾了很久。

1978年国家恢复研究生招生考试,王之卓发加急信催李德仁报考。收到信的李德仁赶紧慢赶,赶到学校时,招考结束了!经过特许,李德仁参加补考考上了。

1979年,国家开始外派留学生,王之卓让李德仁报名,他希望学生尽早超越自己,为国作贡献。连德字母都不熟的李德仁,临时学德语,神奇地考了个第一,如愿赴德。

龚健雅原本在江西一所大学学地质,本科毕业后去教航测,需要深造,学校便派他到武测插班进修。

他勤奋好学,总考第一,插班一年,两获省部级科技成果奖。

那时李德仁还在西德留学,不认识龚健雅。

1987年的一天,龚健雅来湖北时,抽空探望老师朱宜萱。朱宜萱那天不在家,李德仁接待了他。

朱宜萱曾跟李德仁聊过龚健雅,说“江西那孩子”很不错,李德仁也对“那孩子”的成果印象深刻。

聊了几句,李德仁就说,“你调过来吧”。

龚健雅腼腆地说:“我才本科学历。”李德仁说:“那你考研究生吧。”龚健雅依旧腼腆地说:“我30多岁了,工作6年了,现在我考硕士生恐怕……”

李德仁说:“那你直接考博士生吧。”

李德仁向王之卓推荐龚健雅。严谨的王之卓反复询问龚健雅各位老师,还致电龚健雅任职的学校了解情况。

龚健雅通过了博士招生笔试,王之卓又专门安排了一场资格而又不同寻常的面试。

王之卓、李德仁、张祖勋、郑肇葆4位教授从下午2时一直考到晚上近7时。

龚健雅被破格录取了,成为王之卓和李德仁联合指导的博士生。

龚健雅的人生从此改变。

龚健雅留学丹麦期间,李德仁叮嘱他:“有跨越才有创新,总在人后捡人家做过的东西,你会总在人家后面。”

博士毕业后不久,他与团队奋力攻关,研发出世界第一个基于面向对象空间数据模型的GIS软件——吉奥之星,扭转了我们GIS研究的被动局面。

2011年,龚健雅当选中国科学院院士。

一个肩膀扛起国家赋予的重大使命,一个肩膀承担奖掖后学的育才之责。武大测绘人就这样在一次次接棒、传棒中砥砺前行。

自1956年以来,珞珈山下的一代代测绘人志存高远,甘为人梯,殚精竭虑,为国育才。

夏坚白、王之卓、陈永龄、叶雪安、金通尹等先辈学为人师、行为世范,奠定了学科发展的根基,形成了优秀的学科文化;宁津生、李德仁、刘经南、张祖勋、陈俊勇、龚健雅、李建成等院士和鄂栋臣等一批领军人物传承初心,继往开来,使武大建成了世界上规模最大、门类最全、办学层次最高、办学体系最完整的测绘学科群。

67年来,武大测绘学科先后走出14位院士,向社会输送高级专门人才逾万人。

2023年10月,高等教育评价专业机构软科发布2023世界一流学科排名,武大遥感技术学科7年蝉联全球第一。

业内人士惊叹“不得不服”。

“不得不服”的背后,不得不提另一个故事——“最奢侈的基础课”。

院士,中国科技界最高学术称号,万众景仰。

在武大,一众院士接力26年,为大一新生授课!

这门课被武大学生称为“最奢侈的基础课”,是宁津生院士(1932—2020)率先倡导的。

相较于有些专业,测绘专业不受追捧,有外因也有内因。宁津生决定,从内因抓起。

从1997年至今,宁津生、李德仁、陈俊勇、刘经南、张祖勋、龚健雅、李建成等院士“组团”,为大一新生讲授《测绘学概论》,让枯燥的基础科学课变得妙趣横生。

刘经南讲——“测绘的本质是研究时空问题。你从哪儿来?你要干什么?要到哪儿去?这是哲学家的问,也是门卫保安的问题。”在学生们的哄堂大笑中,刘经南引出了北斗导航研究。

李德仁讲课喜欢“抖包袱”——“我1957年想考物理系研究火箭,结果被武测录了,我不知道测绘为何物。那我是怎么变成院士的呢?”“把摄像机放到飞机上进行测量会出现什么问题?放到卫星上呢?”

张祖勋讲识别出心裁——他把无人机带进教室演示航拍与遥感;还把课堂延伸到室外,演示低空无人飞艇的操作……

渐渐地,学生们像追剧一样,都喜欢上了这门课。

谈到“最奢侈的基础课”,李德仁淡淡地说:“院士给本科生上课没什么新鲜的,只是回归大学教育的初心。”

一堂堂堂内课,流淌着学术知识,洋溢着科学精神,如春风似细雨,浸润着,升腾着莘莘学子。

“让学生学会做人,学会做事,学会做学问。把老师教给我的方法,再教给我的学生。”李德仁说,要喜欢别人“挑毛病”,特别是鼓励学生挑导师已发论文的毛病,只有这样,学科才能继续往前走。

在学中干,在干中学。2022年2月,一颗“学生造”卫星——“启明星一号”微纳卫星成功发射入轨。50多名武大学生参与研制,其中本科生超过三分之一。

学生们无不骄傲:我们有幸,站在巨人们的肩膀上!

鲁迅先生说,我们自古以来,就有埋头苦干的人,有拼命硬干的人,有为民请命的人,有舍身求法的人……这就是中国的脊梁。

几个月来,我们数度走进武汉大学,走近的就是这样一群人。

采写此文时,传来一则让人激动的消息:

2023年12月15日,包括武汉大学4名师生在内的第40次南极科考队正式接棒第39次南极科考队。

从1984年首次中国南极考察开始,40次南极科考,武大人从未缺席。他们绘制了中国第一张南极地形图,命名了第一个中国南极地名,参与了每一个中国南极科考站的创建。

南纬80度22分00秒,东经77度21分11秒,海拔4093米——这是南极冰盖冰穹A的位置信息。这亿万年来寒冷孤独的地球“不可接近之极”,就是武大测绘人抵达并绘制的。

无论是南极,还是太空,这群人砥身砺行,追逐梦想,永不止步。

这是值得期待也是指日可待的一天——

身在南北极的中国科考队员,点开手机,连接着苍穹上的“东方慧眼”,观天测地,勾勒出蓝色星球更美好的图景……

致敬,勇攀高峰的中国测绘“梦之队”!

祝福,薪火相传的武汉大学测绘人!



扫码看视频