同行眼中的叶叔华

——叶叔华学术成长资料采集访谈集锦

2017 年 6 月 21 日,叶叔华院士即将迎来九十华诞。她是国际上著名的天文学家,也是我国战略科学家;她是我国综合世界时系统的奠基者,也是天文地球动力学的开拓者。她在科研一线奋斗六十余载,对我国科学事业及天文学的发展作出了卓越贡献,是我国科技工作者的典范。

延年益寿九十风光福长在,松柏长青百岁辉煌乐有余。在此,我们衷心地祝贺叶叔华院士健康长寿!幸福长伴!

叶叔华院士传记近期将由中国科学技术出版社出版。

叶叔华

▶1995 年第 21 届国际大地测量和地球物理联合会(IUGG-IAG)上叶叔华作关于“APSG 计划”的报告。

▲叶叔华院士(左一)与新当选的全部 14 名女学部委员在第四次学部委员大会期间合影。

◀1974 年叶叔华院士提议在国内建 3 个站形成 VLBI 网。

▲2011 年,上海天文台与美国国立射电天文台签订“射电天文科学与技术合作”。第一排左一洪晓瑜台长,右一鲁国镛,第二排中间叶叔华院士。

亚太空间地球动力学研究计划(APSG)

●采访人:黄珹(叶叔华院士第一位博士研究生)

●被采访人:赵丰(原中国台湾“中研院”地球科学研究所所长,曾在美国宇航局工作)

黄珹:叶先生在学科交叉领域看得很准,也非常清楚国际的动向,她在上海天文台首先把 VLBI、激光测距等新技术做了起来,这个确实是把上海天文台以前古老的天文测量大大地推进了。原来我们都做时间方面工作,都是古老的天文测量。叶先生也和我讲过很多次,如果我们没有瞄准这样前沿的发展方向,我们古老的天体测量就没有前途。从现在的发展来看也是这样,你们美国宇航局的发展也是这样。

赵丰:这个计划是在 20 世纪 90 年代中期,由叶先生特别提出来的,叫做亚太空间地球动力学计划(APSG),在国际上就叫 APSG。这个计划最早在提出的时候,叶先生和我们都很仔细地聊过,我印象很深的是,叶先生和我讲到这件事的时候,她自己就一边在想,一边不疾不徐地说:“你看我们在世界上关于这方面的计划,最早的都是美国 NASA(美国宇航局)和个别的几个不同的国家地区合作,慢慢地欧洲也做了,做得很成功,也一做就是好几年。”她说:“那地球上更大的一块地方,就是我们亚太地区,我们这个地区里面发生的地震、火山和造山运动、板块运动都是由外面的人来做,为什么我们自己不做?现在大家的条件都慢慢变好,我们有这样的能力,应该自己站出来,做自己这个更大的地区。”我当时听到真的觉得非常感动,我一直在用美国宇航局的角度在看这个,当时的想法就是很好啊,每一个地区,只要我们 NASA(美国宇航局)到那里去和当地的政府和研究机构合作,就可以把事情做出来了,如果要将合作继续下去,只要往后再到那里去就可以了。都是以这样的思维方式来看国际间的合作。那叶先生特别就讲到为什么我们不自己做,这对我来说还是一个新的概念。在这样的情况下,叶先生就说她希望能够号召亚太的国家,包括太平洋地区的国家一齐来做这个事情,首先就是日本、俄罗斯、韩国、印度。

我听后觉得她讲的事情都是一种远见,是应该要做的。NASA 也应该参与其中,因为做这样大范围的地球动力学,不能只是局限在一个区域,而是应该放在大范围里面来看,对整个太平洋来说,另一岸的主要力量还是美国,美国的话当然就是 NASA,所以我们就很自然而然地成为了合作伙伴。

我们开始只是有了这样一个名字——APSG,可是这个名字在国际上还没有注册,那如何把这个计划放到国际合作的台面上是需要一个过程的,这个过程当然就要提到全世界最大的地球科学的总会——IUGG(国际大地测量地球物理学联合会),IUGG 底下有各个项目,对我们这个项目来说对口的是 IAG(国际大地测量协会)这样一个国际组织,这个国际组织每四年在世界上某个地方开大会,那个时候叶先生联系了好几个国家的人,等于最初参加的国家及负责人组织了这样一个委员会,美国方面就是 NASA,NASA 有这方面主管的成员。有这样一个计划书呈交给 IAG,就需要 IAG 有个开会的场合,大家讨论,讨论得到通过后才能变成正式文件,然后大家才能接着往下做进一步的工作。

那个大会当年是在美国科罗拉多州图桑召开的,我记得那一次会议最后开得很顺利,但中间过程还是有点有惊无险的。我们也是事后才知道,叶先生去美国的这个行程正好遇到她爱人开刀,可能就是开刀后第三天她要去美国,叶先生连家里这样重要的事情都放在一边,亲自要飞到美国开这个会。一方面可以看出这个会的重要性,另一方面可以看到叶先生对这件事情多投入。她的精神真是让人很感动。

●采访人:黄珹

●被采访人:许厚泽院士

黄珹:您现在是 APSG 计划的主席,叶先生是顾问。我想了解一下叶先生的作用。

许厚泽:APSG 计划的全称是亚太地区空间地球动力学研究计划。这是国际大地测量协会下面的一项国际计划。上世纪 90 年代中期,APSG 计划就开始了,在叶先生的亲自领导努力下,才有这么一个中国人主导的计划。现在回忆起来,叶先生为了这个计划,付出了很大努力。首先联络了美籍华人,当时在美国宇航局工作的赵丰[1]博士,还有在美国俄亥俄州大学的沈嗣钧[2]教授等。记得很多时候,到会议休息,如一个中午,搞一点三明治,一个人一份。可以说,APSG 计划,完全是叶先生一手推动、一手组织起来的。与此同时,还组织国内的一些科学家,如地震局的马宗晋[3],测绘局的陈俊勇[4]等。APSG 计划,每年都有活动。现因为叶先生年事已高,才让我当了主席。我刚接手一二年。我是无法与叶先生比的。我很担心,怕做不了像叶先生那么好。幸好执行局还设在上海天文台,她仍然会积极推动的。许多老朋友,她仍然会请来参加会议(APSG)。

攀登项目——《现代地壳运动和地球动力学研究》

●采访人:杨玉德

●被采访人:魏子卿院士

杨玉德:我们已经正式启动了叶叔华院士学术成长资料的采集工程,对叶院士进行了多方面的资料采集工作。我们草拟了一份访谈提纲,您可以根据提纲,谈谈您了解的情况。

魏子卿:攀登项目《现代地壳运动与地球动力学研究》自 1991 年开始,历经 10 年,要把中国科学院、国家地震局、国家测绘局、总参测绘局四大家联系在一起,相互关系协调好,这很不容易,叶先生和上海天文台做了大量工作。叶先生的领导,能把大家团结起来,包括各个不同的部门。这里面她做了大量工作,不只是技术问题,还包括分工问题、单位利益问题,不好处理。曾有单位当面说“我不参加”,给叶先生难堪,但她处理得挺好,不错的。我很理解攀登项目,这里有很多矛盾。她有时在会上受了气,受不了,就跑到门外去转转,然后再回到会场来。当时项目的经费也不多,一点点经费很难分配,但叶先生能够照顾到大家的利益。

叶先生推动了整个项目的发展,事业心很强。后来,她不满足国内小圈子,把项目扩展到亚太地区,亲自鼓动这个事情,做了很多工作。她对国外情况很熟悉,如对澳大利亚、美国 NASA 等。记得 1994 年,在北京召开亚太地区经合组织部长级会议,她把我也拉去了。会上她做了即兴发言,先给主持会议的人递了条子,后来就上台发了言,结果会议专门为 APSG 写了一条决议,这是叶先生努力的结果。后来到 1995 年,在美国召开国际大地测量与地球物理联合会大会。NASA 的人对叶先生的项目比较支持。最后她的项目被写进大会决议中去了。她的敬业精神,我很敬佩,这么大岁数的人,为我们树立了榜样,确实不错。现在,上海天文台搞 65 米项目,叶先生也是出了很大力气的。叶先生对我个人也很关心、很体贴。我到上海开会,很多次都是她用车送我,记得有一次,是叶先生亲自把我一直送到机场,我都很不好意思。

VLBI 技术在探月工程方面的应用

●采访人:杨玉德

●被采访人:洪晓瑜(上海天文台台长)

杨玉德:请您谈谈叶先生在“嫦娥奔月”运用 VLBI 测轨定轨方面的情况,另外叶先生在 65 米天线项目上是怎么申请,怎么立项的。

洪晓瑜:叶先生是一位战略科学家,她的战略眼光非常敏锐。射电天文里面有一种技术叫做综合孔径,是在同一地区一组排列好的望远镜。这种技术是非常好的,得过诺贝尔奖的,扩展到无线连接以后,把不同地区的射电望远镜联合组网以后就可以得到非常高的分辨率,这个的英文名字叫“Very Long Baseline Interferometry”,缩写是“VLBI”,中文叫“甚长基线干涉”。它的好处是通过地球上的一些望远镜组合一个网以后就得到一个非常高的分辨本领,这里面还有很多技术。这个技术实际上是在 1968 年左右国际上才试验成功,后面就慢慢发展。叶先生因为很敏锐地洞察到这种新技术在天文上的应用以及今后的其他应用能力。经过不懈努力,1973 年就开始在上海天文台成立射电 VLBI 组,并且争取在科学院的天文规划中包括了建立 VLBI 网(3 个站)的项目。由于经费不足,只能建造上海和乌鲁木齐两个 25 米射电望远镜,上海 VLBI 站在 1987 年就完成了,乌鲁木齐站是在 1993 年完成的。当然在这过程中也是非常艰难的,因为关系到很多新技术,她也通过她广泛的人脉关系得到国际上的很多支持和帮助。建设完成以后又使得这两个天线融入国际网的一些观测,所以上海和乌鲁木齐的这两个天线是国际 VLBI 网的重要成员,参与了很多天文的观测。所以我觉得首先叶先生是一位战略科学家,她提出中国必须建一个 VLBI 网,而且积极争取经费、立项,然后整个的实现过程也是非常艰难的,她在这些方面起了决定性的作用,也是我们中 VLBI 网、VLBI 技术的奠基人,这样说一点都不为过。

她第一个开创这种技术,开创这一技术本身当时并没有意识到很多其他的应用,主要还是针对天体物理方面的研究和天体测量、大地测量方面的一些功能,也是纯基础的性能,是从基础研究的角度出发,觉得这个工程能够对科学作出很多贡献。至于说跟“探月工程”的联系,上世纪 90 年代的时候,我国的一些科学家提出,我们现在国力到一定程度的话,也要满足我们千年的梦想——嫦娥奔月,实现我们对月球的探测。有了这种想法后,经过认真研究发现我国有很多技术方面的条件还有很多的瓶颈。其中一个瓶颈是我们的测控能力,就是卫星现在飞到月球的话,你还能看得见吗?你还能对它实施控制吗?这些方面还有一些很大的问题。以前“探月工程”中大部分的卫星只是同步卫星,已经算是比较远的,有 3.6 万公里。之后有一个科学院跟欧洲合作的叫“地球双星”,那个稍微远一点,有七八万公里左右,这个是我们当时“嫦娥工程”之前的一个工作。然后对于到 38 万公里和 40 万公里左右的距离,如何对这个卫星进行测量,进行定位、定轨,以及如何控制它,在国内还算是一个比较大的难点之一。因为之前我们国内是没有深空跟踪网的,只有近地的一个网,当时我们国内在这方面的一个最大的望远镜只有 12 米口径,所以要实现到月球的测控能力需要一个更大的投资建设。如果需要更大的投资建设的话,周期就会非常长,所以就碰到了测控方面的一些问题。

叶先生和我们天文台的人听到这个消息之后就组织力量,说我们 VLBI 技术因为口径比较大,有 25 米的天线,在这个工程测控方面可以实现对月球卫星测量的。然后她就组织了一些力量,做了前期的研究,研究发现,虽然 VLBI 本身就是对遥远天体进行精密测量,但如何实现对人造卫星的测量,这里面还有很多关键技术是不一样的,并不是你简单说可以就可以的。比如说,天体在那里是不动的,我们可以跟踪观测,观测完将几个望远镜的数据记录以后,再将这些数据运到上海天文台慢慢处理,处理半年之后得到一个结果。但是卫星的话不是这样,它必须是随时观测,随时知道结果,对于时间性的要求是非常高的。所以在前期,叶先生就带领了一些队伍来做一些预演,从而得到一个初步结果来证明 VLBI 技术能够在“探月工程”定轨上运用,能够实现对月球卫星进行精密的测角。

VLBI 主要是提供精确的测角信息,它要定天空的一个位置的话,通常有两个主要的数据,一个是测量它和地球之间的距离,测量得很准;另外,测量它的方位,到底是哪个方位。如果距离测准了,方位也测准了,那么它的精确位置也就准确了。所以 VLBI 技术主要是测量方位角,我们有时候也通常叫“测角”,测角有时候也会通过一些技术,比如测量卫星信号到达地球的时间延迟,或者延迟率,然后换算它的空间位置,我们是通过这样来测量的。所以在前期立项的时候,叶先生在工程推进方面做了很多工作,也可以说为“嫦娥探月”工程立了汗马功劳,克服了一种瓶颈。

国际上通常把 VLBI 用于科学研究。比如一个火星卫星应用 VLBI 进行观测,观测后得到一些结果,对它的位置进行点评,但是在工程中的发射阶段利用 VLBI 还是比较少的。当然领导也是很担心的,原来所需的时间很长,现在需要实时性要求很高的情况下到底能否做这方面的工作。所以我们也是通过反复论证,让领导认识到 VLBI 技术的一个特点,以及近期内我们国内没有其他手段能够解决这个问题。后来工程总体,特别是当时的一期总工程师是孙家栋院士,就拍板决定说,VLBI 技术可以用。所以在立项过程中,如何使 VLBI 参与探月工程,叶先生发挥了一个非常重要的作用。从我们的角度来说,VLBI 参与了“嫦娥探月”工程;从工程的角度来说,VLBI 解决了对卫星空间方位角测量的一个问题,解决了一个瓶颈,为工程的顺利立项以及之后的顺利实施奠定了基础。

65 米射电望远镜

●采访人:杨玉德

●被采访人:洪晓瑜(上海天文台台长)

洪晓瑜:其实大概在九几年的时候叶先生就提出我们应该建一个六十几米量级的望远镜,可以参与天文观测,也可以为我国今后深空探测服务,比如数据下载等等。当时提出的时候,科学院天文口提的十个项目,这是其中一个,经过评审后从十进四的时候这项目进到了前四,后来国家就要决定是建射电望远镜还是光学望远镜,还是建其他什么望远镜,在最后决策的四选一的时候就选了光学望远镜,中文名字叫“郭守敬望远镜”,现在已经得到一个结果了。因为当时我们国内还是比较困难的,国家投资还是比较有限的,也不能同时投得很多,但是这个想法在当时就有。这个想法也是很现实的,也很有战略眼光,很有洞察力。比如说在探月工程项目中建一个 50 米的望远镜,但是当时 50 米的频率比较低一点,所以探月工程一期完成以后,我们也通过上海分院各方面跟上海市领导包括科学院汇报,我们 VLBI 网对探月工程作了很多贡献,因为深空探测也是一个长期的过程,上海的天线也是早期建的,实际运用方面也有一些缺陷。另一方面,航天工程,比如测轨,如果不能精确测量的话,月球卫星飞向月球,你控制不好的话就容易撞到月球上,或者飞出月球,就不会被月球的重力吸引,所以这里面对测量要求是很高的,对提供的数据的准确性要求也是很高的,容不得半点失误。基于这种情况,上海 25 米望远镜要长期承担工程任务,特别是深空探测任务是有点困难。另一方面,科学上对天文要求也需要我们国内有一个大型的望远镜,所以当时我们经过认真分析,同时写了一份比较全面的报告,我们需要建设一个怎样的望远镜:有 65 米口径,面板能够主动调整,频率从大概 18 厘米到 7 毫米整个覆盖有 8 个频段。叶先生在推进这个项目中也起了很大的作用。比如说,我们的报告是先通过上海分院与上海市领导都事先讲过了,后来当时的上海市委书记俞正声和上海市市长韩正在接见探月工程一期的功臣的时候,叶先生和我们都去了,叶先生在会上也和俞书记提出我们这边需要一个大型望远镜,希望能批一块用地。后来韩正市长在一边也说,这件事情我们知道了,报告也看到了,我们正在找相关单位解决问题。俞书记听了后就说,好,不是缺一块地吗?缺一点钱吗?我们能支持!所以因为有了上海市领导的这些话并解决了用地问题之后,我们积极跟进,完成了立项报告,通过了科学院的评审,然后在院长办公会上进行汇报。当时院长是路甬祥,听了我们这个报告还是比较高兴的,要求我们要高标准要求自己,所以也决定增加一个主动面系统,使得在高频方面观测时得到一个比较高的测量精度和灵敏度。终于,通过几方面的努力,65 米望远镜在 2008 年 7 月份由院长办公会通过了正式立项。项目虽然立项了,但还是存在很多难点,叶先生坚持参与了项目的整个过程,包括一些基础方面的问题以及工程建设方面的问题,对我们的决策都起到了很大的作用。

注:

①赵丰:美籍华人,博士。原中国台湾“中研院”地球科学研究所所长,曾在美国宇航局工作。

②沈嗣钧(C.K. Shum):博士,美籍华人,美国俄亥俄州立大学教授、空间大地测量和遥感实验室主任,长期从事卫星轨道确定、地球重力场、卫星测高及遥感方面的研究。任国际大地测量委员会、空间大地测量分支主席和最新的卫星-卫星定轨卫星及重力测量卫星(GRACE)科学委员会成员。

③马宗晋:中国科学院院士。地质学家、减灾专家。曾任中国地震局地质研究所所长等职,现为中国地震局地质研究所名誉所长。

④陈俊勇:国家测绘局总工程师、教授、中国科学院院士。大地测量专家。

《经纬乾坤——叶叔华传》序

上海天文台同仁见示叶叔华传记《经纬乾坤》一书,嘱作序。

此书出版,值叔华同志 90 华诞。书中所及叶叔华工作事迹,铺叙得当,涵盖齐全,可以看做一本我国天文地球动力学的奠基史。我与叔华同志同舟共济超过了六十年,抚今思昔,所感良多。只是自度老迈,深恐言繁而意不达,乃就素日濡染之尤深者一二事,平叙所以兴感之由,以应所嘱,且致贺忱。

六十年一览,叶叔华的工作风格可以概括为“自强不息”四个字。

书中第三章说到叶叔华 70 年代上叶获悉 VLBI(甚长基线干涉仪)应用于时间测量时的反应。那时我国还处在“文革”时期。不过,上海天文台主持的我国综合世界时的精确度仍然位列国际前茅。这在当时那种既混乱又封闭的环境中做到,是很不容易的。而更不容易的是叶叔华越过了这些。她怀着深忧熟虑审视外方世界的进展,结果获得了 VLBI 的信息,慨然自勉。在那个年月里,叶叔华可谓是身居“陋室”,志在千里!

直到 20 世纪 80 年代后期,地球自转周期一直被用作时间计量的基本标准。由于恒星(以及其他更遥远的天体)的周日运行反映了地球的自转运动,天文学家们很早就据以发展了以记录恒星运行方位为基础的经典测时方法,并组织了全球性合作的综合世界时系统。

然而,从自然界中寻求时间计量基准,地球自转周期并非上选。地球是一个平稳演化中的行星,从表层到内部,不同规模、不同性质的活动的作用会结合或叠加在地球自转运动的大背景上。于是当地球自转测量的精确度足够高时,这些对于地学研究意义重大的各种活动便会被发现,成为天文地球动力学研究的新开拓。

这项开拓由于 20 世纪 60 年代出现了 VLBI 而出现了新的期待。

VLBI 的结构为:在两个基点上各自设置一台射电望远镜,连成一体进行观测。两基点之间的连线称为基线。干涉仪的基线愈长,观测的分辨率就愈高。VLBI 采取了两项措施使得两个基点射电望远镜之间不用传输线连接便能完成干涉运作,从而可以把基线做到“甚长”以获得“甚高的”分辨率。

这两个措施是:1. 各个射电望远镜配备一台高度稳定和精确的氢原子钟,用以控制本地振荡器的频率;2. 各个射电望远镜收到的天体辐射经混频后其中频信号由高存储量器件录下送处理中心统一处理。

VLBI 是普适性的天文观测设备。通过不同的天线布局和相应的后端处理,可以分别使用于天体物理学,天体测量学和包括天文地球动力学在内的“天地交叉”和实用课题。不过,这里我们谈到的将只涉及其中的一项——天文地球动力学。

VLBI 两天线对一个天体跟踪观测所获的基本信息是:被测天体的辐射波先后到达基线两端基点时的“时间差”。“时间差”的测定值和变化值中包含了由地球自转导致的成份和由地学其他活动导致的成分。据此可以针对性地设置由若干射电望远镜组成的多基线 VLBI 网,进行地壳板块运动和形变,地球不同圈层的相互影响等天文地球动力学的开拓。

这是一项任重道远的课题,从根本上立足于高、新技术的应用和跟进。于是,当“文革”结束、叶叔华“VLBI 之念”得以启步实施之际,首先面临的是崎岖的技术之路(那时 VLBI 所需的 25 米射电望远镜在我国是尚无前例的“大型设备”,需要寻求工业支撑;复杂的接收机系统要组织各种“攻坚”;一些高技术,包括氢原子钟的研制则需要引进,等等)。这样,叶叔华和她的团队便开始了积跬步以致千里的行程。

书中有关章节所述的几个阶段,标志了我国这项天文学重大设施的建设历程:1. 1987 年上海 VLBI 站落成,完成了各项研制和技术工程建设,开始国际合作观测;2.1994 年乌鲁木齐 VLBI 站落成,开始两站联合工作;3. 2007 年完成以上海台为中心的四个站“嫦娥探月”的轨道监测任务。这是 VLBI 技术的非常规性应用,足以检验团队对于技术得心应手的程度。

这些刻苦奋斗的年月里,叶叔华还为推动天文地球动力学的国际合作做了很多中国参与的实事。合作是在同一技术平台上进行的。对比当年启步之初技术欠缺的艰辛,不禁令人油然兴感:鲁迅曾经赞赏“第一个敢吃螃蟹的人”。叶叔华就是这样的人。不过她那时面对的挑战不只是“吃螃蟹”,而是“降龙”和“伏虎”。(见本书前言)

VLBI 技术龙腾虎跃之势有增无已。瞻望明天,不禁会设想一个跨洋过洲、疏而不漏的 VLBI 之网昼夜不息地监测和分析地球表层的细微变化的信息。网内是茫茫宇宙中我们迄今所知唯一的繁衍着高级生命的场地。

而获得的信息将有如一首首合作性至强的国际科学大合奏。其中当会有中国团队的章节,有叶叔华的领奏。

王绶琯

二○一七年四月

社址:北京市海淀区中关村南一条乙 3 号　邮政编码:100190　新闻热线:010-62580699　广告发行:010-62580666　62580707　传真:010-62580899　广告经营许可证:京海工商广登字 20170236 号　零售价:1.50 元　年价:288 元　解放军报印刷厂印刷