

陈芳允:《卫星上天，我们测控》

文章来源： | 发布时间：2015-10-28 | 【打印】 【关闭】

来源：陈芳允.《请历史记住他们——中国科学家与“两弹一星”》. 科学时报社. 1998



“人生路必曲，仍须立我志。竭诚为国兴，努力不为私。”

我在1952年受中国科学院吴有训副院长嘱托，开始筹建电子学研究所。1953年秋天，钱三强从苏联回来，他为研究原子能办起近代物理所(后改称原子能所)。钱三强知道原子物理研究工作离不开电子学，例如加速器、射线测试等都要有电子学知识的人来做，提出要我们到他们所去一起干。我则认为电子所筹备近一年，已具备一定的人员和仪器规模，停止了筹备工作可惜。

那是1953年秋天的一个晚上，吴副院长把钱三强和我找到他家，进行协商，直到深夜。钱三强反复强调电子学对核物理的重要性。经过吴副院长的协调，最后我们达成一致：电子所筹备处先并到原子能所作为其一个研究室，由我带着一部分人配合物理方面的研究，为原子能所做工作，其他人仍继续做电子学发展几个重要方向的工作，继续筹备电子所，我们这些人不散，到一定时候再全部撤出来建科学院电子所。这样，在1953年年底，我们并入了原子能所。

1956年，在十二年科学规划后，中国科学院实施“四项紧急措施”，组建电子所、半导体所、计算所和自动化所。钱三强信守诺言，同意我们从原子能所撤出来，他仅仅留下了两个人。钱三强是一个很值得人们佩服的人，我们都很尊敬他。

顾德欢、马大猷、孟昭英和我是电子所筹备组成员。电子所成立后，我任四室主任，主要搞电子线路的研究，对和核物理有关的电子仪器的线路研究工作仍在继续进行。

1962年，由于核弹研究的需要，要求我们做了一台多道脉冲检测仪，这个仪器是用来测量射线的。如果说，我们为“两弹”做了什么贡献的话，也就这么一点儿。

我在中科院电子所四室任室主任时，主要做了这么几件事：大约是1963年前后，我们做毫微秒脉冲的产生、放大和观测，做出了一台毫微秒脉冲取样示波器，是国际上最先做成功的，参加了国际展览；接下来，我们做多道脉冲检测仪；1964年，我们开始改进机载雷达，这种雷达后来在电子部投入批量生产。

卫星上天 我们测控

1957年是国际地球物理年，科学院赵九章先生很早就提出能否放卫星。后来苏联放了。

我是搞电子的，对卫星发的无线电信号有浓厚的兴趣。所以苏联放卫星后，我和张志诚，还有研究室的其他几位同志，合计着能否收到苏联卫星上的无线电信号。我们开设了一个小小的课题(并非上面下达的任务)，几个人一起做了一台接收无线电信号的装置。后来，搞天文的同志也加入进来了。

苏联的第一颗卫星早晨太阳没出来时能用肉眼看到，我起来看到过2次。我们接收到它向地面发射的无线电信号及频率变化(称为多普勒频率)，并计算出它的轨道，还推测了一下它里面可能有些什么内容。

1965年，赵九章、钱学森向中央提出搞人造地球卫星。在毛主席讲了“我们也要人造卫星”以后，科学院正式组织研制卫星，称为“651”工程。在此之前，科学院已经组织实施“581”任务，研制了探空火箭，他们就成为“651”的基础。在对卫星的跟踪测量方面，则于1966年组织成立了“701”工程处。当时，这项工作有天文、电子、光学等三方面的人参加。

赵九章先生在清华做过助教，我在清华物理系读书时，他辅导过我们的实验工作。大约在1966年的夏秋之交的一个傍晚，我出家门散步，迎面碰到赵九章先生和其他几个人，他对我说，“我们搞卫星，无线电非常重要，这是重要的一环，卫星发出去后就看你们的了”。

我在“701”工程处工作后不久，便被部队(国防科委)的基地接管了。领导先叫我到天桥无线电厂劳动了近一年，就到陕西某地工作。因为搞设备和设站，四处奔跑，以后就再没有看见赵先生。没想到后来赵先生竟被“造反派”批斗致死，这是我这一生想起来就很难过的事。“文革”时期，我虽因为到了部队，没受到冲击，但是心里对为什么要这样搞实在想不通，家里也曾被红卫兵抄过一次。当时我倒是把毛主席著作认认真真地读了一遍，但是也找不到答案。

人生断想 偶然际遇

我的经历，想起来有许多偶然的际遇。

1938年我大学毕业后，在清华无线电研究所工作了一段时间。那时，总想为抗战做点事，就到了航空委员会的成都无线电厂，做飞机上的导航设备。有一次，国民党引进了美国的导航台，在重庆，让我去装。装好后，他们让我把导航的方向指向西安，我感觉不对头，因为日本人不在西边，于是产生了离开那个工厂的想法。

在二次世界大战快结束时，美国、英国在中国招收一批人员，预备战后在中国做生意。我就是想离开工厂，先后报考了美国的电影工程和英国的无线电技术。1944年夏秋之交，先通知考取的是美国的电影工程。通知我到重庆教育部报到出国。我到了重庆，教育部说厂里来信不放我走。我就去找好友陶晓光，他是陶行知先生的儿子，我知道陶先生和解放区有联系，有可能想办法到解放区去或是找件别的事，就不回成都了。记得当晚我在他家一直等到深夜，陶晓光都没有回来。第二天，我在街上徘徊，恰好碰到了航空委员会一个干部，他告诉我，说我已经考上了英国的无线电技术。因此，我就在重庆报了到。回到了成都，厂里也没有说什么。于1944年底出了国。

在英国，我在一个工厂的研究室做过海用雷达的工作，1948年回国。到上海后，国民党希望我去飞机场工作，我不愿去，他们又让我去南京，正是淮海战役的时候，我坚决不帮国民党打共产党，想出了一个不去的办法。我岳父是名医生，我就让他把我左脚的大指甲盖给拔了，因此就住院了。后来，从成都搬回的无线电厂(后改为一研究室)的厂长，干脆让我住进了正规医院。1948年底，我到了冯德培先生(在英国时认识)的生理生化研究所，做神经电脉冲的测量设备。

我的一生中，回想起来，遇到的偶然性事件相当多，有些可能会影响到一生的工作和生活。但是从中学开始逐渐地从对国事的了解，学生运动的参与和体会，革命队伍中熏陶，逐渐地立下了志愿，跟着共产党走，为祖国和民族的振兴而工作和贡献一切，则是一成不变的了。如果说在工作中有一点成就，也正是从立志而来。

测控方法 有些争论

部队接管“701”工程处后，在很长一段时间里，我非军非民，经常穿一套蓝色衣服，战士们叫我“老师傅”，这倒让我觉得很合适。我真正参军是在1975年，已经快60岁了。

对于卫星的测控，许多工作都是和大家一起做的。只是在一些方案、思路上提得多一点。对第一颗卫星来说，在测量方面，卫星发射上天后，有3点最为重要。

第一，卫星是否已经进人了运行的轨道?

第二，卫星的轨道是什么样的，是否符合预定的要求?

第三，卫星运行中，什么时间到达什么地点上空的预报。

1965年年末，科学院开过一次较大规模的会，讨论卫星的研制和测控问题，会上有些争论。在测量方面，光学观测是需要的，大家的意见是一致的，但是考虑到天气不好时光学看不到，还得有无线电测量。争论的正是无线电测量方法，特别是对入轨点的测量，当时，苏联和美国主要是采用干涉仪。天文台的一些同志坚持要用干涉仪，电子部提议用雷达，我主张用无线电多普勒测量。最后的意见是在入轨点，光学、雷达、多普勒都用，可以说是为了保险，干涉仪则在入轨后的第一个观测站和第二圈经过我国上空时设置拦截观测，但是是试验性质。

关于如何设置观测站的问题，我们国家不像苏联经度跨度那么大，受地域影响，我们一定要适当选择站址，才不会“丢”了卫星。我们考虑卫星上天后的第二圈在新疆那边看，十多圈之后，则转回到东部沿海可以看到。这样，在新疆西部的喀什、东北和胶东地区设观测站就非常重要；此外还考虑了其他一些地方，因此，先后建起8个站和一个测控中心。后因发射静止通信卫星，又增加3个站和测量船。

在卫星测控中，我思想上有几项原则。第一，设备要有高的效率，但是也要尽量地简化，从国家的经济和人员的情况看，尽可能快地建设自己的测控网。提出的新方法更要考虑是否比旧的方法效率更高，效费比更高。第二，结合中国的条件考虑，我们要求仪器效果不低于人家，但是要想法以中国的条件来达到。当然，如果有些新的元部件，我们也可以自己做。我头脑中一直有一个念头，既然我也学了这些知识，我们应该有自信心，只要干，就不会比人差。

卫星观测一共包括四个方面，其中三个是测控，叫做TT&C，即跟踪、遥测和控制，还有就是通信。通信把各个系统、各个台站和中心联结到一起。

当时传达中央的指示精神是：“抓得住，测得准，报得及时”，我们做到了。我做的是偏重于测控设备方面的工作，实际上还有很大一部分是软件工作，如测量到后，计算卫星轨道，管理卫星的运行和控制执行某种任务等，也都需要在TT&C中做。

测控技术与观测站点

对我国放第一颗卫星来说，“抓得住”是卫星测控中最主要的一道难题。如果卫星送上去了，自己却没有看见，不知道卫星到哪里去了，也不好宣布发射成功了，因此大家都很关注。

“抓得住”最主要的是对卫星人轨点的测量。当时估计我国第一颗卫星的人轨点在湖南南部到广西北部一带，因此在这一带设观测站是必要的。但是用什么测量设备呢?光学设备是肯定要用的，光学经纬仪可以起较大作用，但在当时也让人感觉不放心，主要是怕天气不好时看不见。因此，在关键的闽西站，光学、雷达和多普勒三种方法都用上了，在南宁还使用了干涉仪。由于多普勒实时定轨需要多站观测，因此，在闽西、南宁、昆明和莱阳都装上了多普勒，根据多普勒数据可以定出卫星运行的轨道。雷达主要是用来测量距离和卫星角度的，跟踪卫星上的应答机，测量一段距离后，可以算出卫星轨道。

观测站点的选择，主要是和天文台的同志一起商量。因为还有卫星人轨后的第2圈，将经过中国西部边界附近的上空，大家认为这一次的观测也很重要。因为这次测到就可以完全肯定卫星运行正常，同时，测量以后可以把轨道算得更加准确。因此，一致的意见是在新疆西部喀什设站，并安装光学、多普勒和干涉仪等设备。卫星经过十多圈后，回到我国东部沿海上空，这时就要靠东北和山东的站了。卫星的测控中心设在西安，管理和指挥各站工作。各站测得的数据，经过通信线路送至中心，中心计算机综合各站数据，计算出卫星的轨道参数。需要卫星做某种动作时，中心发出遥控指令，经过适当的测控站发往卫星。

在研制第一颗卫星时，地面系统考虑观测较多，没有控制。东方红1号一上去就自动唱起了东方红，没进行遥控。

东方红1号卫星在发射时，我们正出差在科学院上海科仪厂，讨论新的测量设备。一天晚上，我们几个人走在街上，听到新闻公报，说我国成功地发射了人造地球卫星，并传来了《东方红>的乐曲声。这说明我们的测控系统也成功了，真的很激动，很高兴。

统一测控系统

70年代的时候，我们国家已经有人提议搞载人飞船，我自然想到将来的测控问题。我研究了美国登月球时的测控方法，他们用的是微波统一测控系统。后来我们的飞船项目暂时不上了，但是我想为什么不把统一测控系统用在别的项目上面呢?例如通信卫星。我和几个同事就给通信卫星设计了一套统一测控系统，当然与美国的不一样，用了一些新方法，上报给上级部门。当时有很多人觉得没必要，那时的测量、遥测和遥控都是分开搞的，各成体系，各自归不同的单位管理，如果搞统一系统，怎么能合在一起呢?结果，发射中心参谋长支持这个方案。方案报送到国防科委后，时任国防科委副主任的钱学森赞成，通信卫星的总设计师也赞成这一方案。原因是用了统一系统，就可以将卫星上各种测控信号都调制在同一个载波频率上和地面联系，这样卫星上就可以省去好些设备，特别是天线，原来需要几套，现在一套就够了，对卫星十分有利。

这个方案得到批准后，到底谁来做，又发生了争论。最后的结果是四机部做一套，七机部做一套，国防科委科技部的同志和我在中间做协调工作。

远望号测量船

观测卫星在海面上空的情况只能依靠测控船，特别是发射静止通信卫星。卫星不能一次就定点在36000千米高度某一经度的赤道上空，需要控制它进行两次变轨，测控船起关键性作用。早在第一颗卫星发射之前，国防科委基地的技术人员就提出需要测控船(因为导弹试验也需要)。我们的两条测量船，远望1号和2号是在文革期间造的，我们在船上装了对卫星的测控设备。在发射静止通信卫星之前，还装上了统一测控系统设备。目前世界上也只有少数几个国家有测控船。

发射静止卫星的过程是先把卫星送到有一定倾角的400千米或200千米高度的椭圆轨道，当它经过赤道时要进行变轨，要变到36000千米高度的圆轨道，还要把轨道倾角转变为零。这些测量控制需要在海上进行，靠船上的测控设备来完成。船上还有大功率的远距离通信机，与国内的测控中心联系和传递测量数据。因此，船上的设备多，无线电天线也多，发生了电磁互相干扰的问题；特别是大功率通信机一开机就会使好些设备受到干扰而不能正常工作。当时的一个办法是先把信号用小功率送到几十千米以外的另一条船上，再通过该船上的大功率发射机将信号发回国内。即使这样做，仍不能解决全部干扰问题。

为了保证发射静止通信卫星时测控船所有设备都能处于正常工作状态，国防科委的测量通信总体研究所和远望号测量船上的技术人员，我们一起想办法来解决这个问题。我们一方面把“文革”时期搞的不严格的工程加以改正和完善，另一方面提出了一套频率分配的算法，使各种设备选择使用的频率避开其它设备的频率，包括可能产生的一定次数的谐波和组合波，这样就避免了互相干扰。测通所计算室的同志做了大量的计算工作，我们又在船上做了海上试验，证明是非常有效的，就此解决了电磁干扰问题。测控船后来在发射通信卫星和远程导弹中起了很大作用。

对“两弹一星”精神的体会

对于一项大的系统工程，从科研到开发到实用，我觉得没有比大力协同来做更重要了。放卫星的工作，包括卫星本体、发射卫星和对卫星的测控三个方面，每一方面都需要多个学科和多种技术的协同工作才能做成。就拿测控来说，我在前面提到的主要是关于测控设备和建立观测站等问题(因为自己的工作在这一方面)，但是还有重要的方面是如何计算卫星的轨道，如何控制卫星的运动等工作，如果没有天文和计算数学的人参加，则有了设备也没有用。进一步的创新工作更需要多个学科，从基础到技术的人都参加。我自己在许多问题上常感数理基础不够，也深感要没有大家的合作，就不会做出一些成绩。在几十年的工作过程中，我还感到中国人的刻苦耐劳，为民族、为国家的精神在世界上是无可比拟，远胜于人的。记得在我们为建立测控站而四处奔走时，也正是“文革”十分紧张之时，火车上拥挤不堪，我和青年同志们一起，有时站着也谈工作，吃不上饭、睡不上觉，但工作还是做好了。因此，我相信，在国家现代化建设中，无论是国防事业，还是民用设施，如果再有与“两弹一星”类似的大项目，只要在党的领导下，发挥大力协同精神，我们一定能超越他人，圆满完成。

对于个人，我在“一二九”运动时，只是民族先锋队的外围人物，受到同学的启发对共产党有所了解。抗日战争时期通过对许多事实的了解和思考，逐渐树立了只有跟着共产党走，才能救中国的信心和决心。解放前夕我从国外回国，就想方设法不为国民党效力。全中国解放以后，正是我的壮年时期，自然力求以所学的专业为国家做一点贡献，学用结合，边学边用，为祖国的现代化而努力工作是我的志愿。在“两弹一星”中，我自己的感觉是因为在抗日战争中，学校搬迁，自己又生过几次病，学习基础不够，影响到许多工作做得不够好，心中还有遗憾。“文革”期间我到了国防科委，没有受到冲击，只是开始时被下放到无线电厂劳动了一年，与工人同志关系相处非常融洽，并帮助他们解决了通信机生产等类似一些技术性问题。不像许多学校里的老师和科学院的研究人员受批判，没有工作做，去扫厕所。我没有丧失这五六年为国家工作的机会，感到很是幸运，并且十分感谢部队的信任和支持!

希望科学院起更大作用

“两弹一星”，科学院起了很大作用，希望科学院在今后的国民经济建设中起更大作用。科学院各个学科都有，有利于各学科的融合与交流。科学院有良好的基础研究传统，可以为国家知识创新体系的建立提供后盾。

对于创新，无论是基础性研究抑或高技术研究，学科之间、基础和技术之间的相互了解、交流、交叉和协作是十分必要的，他们的相互融合也会互相促进各自的进一步发展。

首先，中科院学科齐全，基本囊括了目前科学研究的各个领域。这使得各个学科交流十分方便、快捷。当今科技的发展与创新，如果没有学科之间的交流，很难有所创新。举例来说，最近正准备研制的对地观测小卫星系统，就是我们和地学部的陈述彭院士等人一起提出的，这是典型的空间技术与地学的结合。

其次，中科院有很好的基础研究传统。如纳米技术的研究，对电子学意义重大，将可能使“微电子变成纳电子”；原子钟不仅是计时最准确的钟，还是计量的基准；高温超导材料的使用，可以使卫星上许多零部件体积缩小；许多基础性研究，中科院已经进行到一定程度，只要再往前走一步或两步，并互相结合，对工业部门一定会有很大的帮助。

目前，国家很重视高技术的发展，这不能没有基础性研究。高技术需要基础研究，同时反过来也促进基础研究。我们的科研现状，在协作方面表现出一些令人担忧的现象，科研上的有些事情，互不通气，不了解，这很不利于发展与创新。

我们希望科学院能像在“两弹一星”的工作中那样，能和其他部门大力协作，更多地解决国家经济发展中急需的问题，同时，看到未来的发展，以创新的研究成果作为产业部门的先导和后盾。

1998年8月（王静、黄波整理）

中国科学院 CHINESE ACADEMY OF SCIENCES
版权所有 © 中国科学院国家空间科学中心 京ICP备05061203号-1 京公网安备110402500029号
地址：北京市海淀区中关村南二条一号 邮编：100190
邮箱：kjzx@nssc.ac.cn