



Yu Benshui

于本水 宇航科学与技术专家。1934年5月1日出生于吉林省九台市。1960年毕业于莫斯科航空学院。中国航天科工集团公司科技委顾问,博士生导师。长期从事防空导弹和空无防御技术研究工作,参加和主持了多种导弹研制。参加了我国防空导弹创业和第一代防空导弹研制,在解决拦截高空高速和机动目标等技术方面做出了重要贡献。主持研制出我国第一个第二代防空导弹,具有拦截超低空飞行的目标能力。在主持第三代舰空导弹研制工作中,在国内首次实现了拦截掠海飞行导弹。获国家科技进步奖特等奖、国家科技进步奖一等奖、国防科学技术奖一等奖和多项部级科技进步奖。2001年当选为中国工程院院士。

我生于吉林省九台市一个贫苦农民家庭。那时日本军队占领了大片的中国领土,民不聊生,我的家庭生活也非常困难。我从小就参加各种劳动,只读了三年半小学,跳级上了五年级,辍学到一家小工厂去做童工。我自幼最大的乐趣就是读书,我读了所有我能找到的书籍,即使是在工厂做工也没有放弃,在一天繁重劳动之后,伴着昏暗的小油灯也要阅读我能找到的书籍,没书读时就去阅读糊墙的报纸,从那里也吸取了不少知识。有一本书名为《醒同胞》,该书讲述的是各列强国家正在瓜分中国,企图把中国变为他们的殖民地,唤醒同胞快觉醒,团结起来奋斗救中国。这本书给我幼小的心灵以

极大的震撼。我最向往的地方就是村中那座小学,从5岁起就到校门口去听学生们朗朗的读书声,渴望能上学读书。为了满足我的要求,妈妈还用纸给我做了一个书包让我背上。上学后我才明白,这座小学实际只有一位老师和一间教室,但有四个年级。老师真有办法,会“弹钢琴”,他让一年级写描绿,二年级做数学题,三年级写作文,而给四年级讲语文并带同学们高声朗读课文,四个年级反复循环。这所小学虽然很简陋,但我从那里受到了启蒙教育,学会认字,算术和获得了不少古今中外知识。在小学阶段,使我终身难忘的有两位老师,一位是何国才先生,一位是陈文学先生。他们二位把我引进了知识之门,从天地人学习汉字,从加减乘除学习数学。有些语文课文至今仍能背诵。当老师在课堂讲哥伦布发现美洲新大陆时,我的心从这小小课堂飞向了遥远的神秘世界,一有时间就去看挂在黑板旁边的世界地图。当讲起日本军队是如何占领东北和马占山将军与东北抗联如何抗击日本侵略者时,我感到热血沸腾,悲愤之声至今犹然在耳。

1947年秋天九台地区解放了。一切对我来说都非常新鲜,我参加了轰轰烈烈的土地改革运动,在土改工作队里向老同志学会了分析问题和做群众工作。我最向往的仍是上学读书,1948年9月我考进了九台中学(现九台一中)。当时东北还处在战争阶段,学校生活还很困难,教育是半军事化。睡觉没有床,睡在水泥地上,每人发一个草垫子,早晨起来每人的草垫下有一个形人湿印。吃饭时同学们围一个圈,先唱一首歌曲,队长吹哨后才开始动筷吃饭。我懂得学习机会来之不易,非常用功学习。1949年开始了正规化教育,1951年初中毕业,直升入吉林省长春高中(后改为长春市第一高中,现长春市实验中学),1954年高中毕业。这两所中学的教师水平和教学质量都很高。在这六年里我系统地学习了中学各门功课,为接受高等教育打下了良

好的基础。我应当衷心感谢这两所中学的老师对我的教育和关心。

1954 年我被选拔到苏联留学。在北京俄语学院学了一年俄文,1955 年 9 月我怀着激动的心情乘火车奔赴苏联首都莫斯科。分配给我的专业是保密的,只告诉我“特字 4 号”。到学生科一查是“喷气式飞机设计”。那个年代喷气式飞机对我来讲是非常新鲜的。我非常高兴,心中充满了浪漫激情。我到书店买了两本有关飞机设计的书,在赴苏的火车上开始了学习,有的同学开玩笑说我开办了“列车大学”。进了莫斯科航空学院之后,我如饥似渴地开始了学习。记得第一堂大课是“投影几何”,教授讲课中大多数单词似乎都知道,但很难构成系统的概念。在国内学习时同学们都认为我俄文水平比较高,但现在用俄文听课记笔记确有困难。校方为了帮助中国同学,派一位苏联女同学塔玛拉·克利万诺索娃坐在我旁边。她很认真,有时甚至帮我记一段笔记。几天后我觉得这个办法不好,妨碍我独立思考,于是我“摆脱”了她,自己独立去听去想去记笔记。一年后我已能用俄文熟练地听课记笔记和回答问题。塔玛拉问我:“你刚来时为什么躲开了我?”我回答说:“你控制得使我大脑失去了自由。”在场苏联同学哄堂大笑。

50 年代中期,苏联的火箭事业发展很快,1957 年我所在的 C-47 班由飞机专业转成了火箭专业。所学功课和飞机专业已有差别。报告大使馆后,使馆负责人说:“苏方不赶我们走,就在这里学吧。”实际上国内于 1956 年已建立国防部第五研究院,开始了火箭与航天技术研究。后来聂荣臻元帅率团和苏联政府谈判后我们才成了合法的火箭专业留学生了。除中国留学生外,当时没有其他外国人学习这种保密程度很高的专业。苏联的保密制度很严,听教授讲课的记录本都用麻绳穿上,再用漆粘到皮上,每页编号,不能丢掉一页。上课时班长将笔记本从第一科取来,下课时班长收走送第一科保

存。复习时必须到第一科阅览室,交出入证才能借阅笔记和有关资料,没有出入证谁也出不了校门。莫斯科航空学院的科学技术水平和教授水平是世界一流的,和研究、设计等部门密切结合。有许多著名学者和教授在这里工作,给我们讲“导弹总体设计”的教授塔玛雪维奇就是苏联著名的导弹总设计师。我有幸在这座世界知名的高等学府获得了高等教育。实习问题是个敏感问题。四年级结束时的工厂实习还算顺利。经苏联政府批准允许我们在奥伦堡一个火箭生产厂实习。那里正生产一种反舰导弹,我们在那里熟悉了该导弹的部件生产、部装、总装和试验过程。读完五年级的全部功课后,苏联同学都到有关火箭设计局去实习,苏方不允许外国人进其设计局接触在研火箭,我们只好回到中国在国防部第五研究院完成了实习。

我于 1960 年回国被分配到国防部五院一分院二部防空导弹总体室工作,1962 年因体制调整到二分院二部工作。国防部五院后改名为七机部、航天部、航空航天部、航天工业总公司,最后分两个集团,二院属航天科工集团公司。在这里我已经工作了 48 年。1961 年领导决定让我下到沈阳 112 厂参加我国第一个防空导弹生产。该导弹全套图纸是从苏联进口的,苏政府还派来了专家进行指导。不久苏政府撤走了全部专家,中国只能靠自己的力量进行导弹生产。国防部五院厉行总设计师单位职责。实际上我们总设计师代表组成员与 112 厂第二设计科技术人员混编,处理生产中出现的各种技术问题。当时我们的国家刚经历 100 多年战乱和建国后才 10 年就生产这样高技术产品是有很大困难的。尤其是处在三年困难时期,沈阳市的生活尤为困难。在这一年里,我亲身参加了导弹生产和试验的全过程,学到了许多书本上没有的知识,加深了对理论与实践相结合的认识。对我终身从事导弹研制很有益处。

二战期间德国人成功地研制出弹道式地地导弹 V-2 和飞航式地地导弹 V-1,但由于摧

毁高速飞行飞机的技术复杂性,没有研制成功防空导弹。直到50年代美苏才相继研制成功防空导弹。如美国的奈基-1和奈基-2与苏联的C-25和C-75。第一次用防空导弹打掉飞机的是中国空军导弹部队。中国于1957年10月7日打掉美制侦察机RB-57D。1960年5月1日苏联才用防空导弹打掉了美制U-2高空侦察机。60年代初期,U-2飞机经常飞到大陆上空对我重要目标进行侦察。由于它的飞行高度很高,当时的歼击机对它没有攻击能力,只有防空导弹可以拦截。当它被我防空导弹击落之后,它装备了新的设备并采用了机动逃逸战术。当我防空导弹制导雷达开机后,机上敏感装置敏感到这一雷达信号,立即采用机动飞行,逃出我方导弹杀伤区,使我方导弹打不到它。为了解决打掉机动的U-2飞机问题,上级将这一任务交给了我们工程组,我任课题负责人,并有兄弟单位配合。那时我们对攻击机动飞行目标还没有经验。于是我和全组同志开动脑筋想办法,日夜奋战,从目标特性、飞行弹道、制导精度、杀伤概率和杀伤区等方面进行研究。当时我们这些人都不满30岁,工作起来不知疲倦。张志鸿同志首先突破了单发概率计算这一关键。最终我们提出了压缩杀伤区和发射区加佯攻的方案。经过认真的仿真和分析,做出了专用计算尺。导弹部队用这种方法很快打掉了U-2飞机。

60年代中期,我参加一种中高空防空导弹的研制,其最大作战高度近30 km,为了保证在最大作战距离上导弹具有满足要求的飞行速度,首先我们改进了推进系统。为了满足高空过载要求并考虑到30 km的大气密度只有地面大气密度的1.5%,采用了增大弹翼的方案,相应地增大了舵面积。这样一来带来了阻力的大幅增长,并相应地增大了导弹的质量,从而降低了导弹的飞行速度。这让我们这些导弹总体人员非常苦恼。另一方面从生产厂反馈回来信息,生产这种镁合金弹翼的模具变化也引起

了许多问题。当时这种弹翼生产过程很复杂,先将上下两片板材铣成受力需要的形状,再压制成型,最后用连接件将两部件联到一起成为一个弹翼。成本很高,弹翼的价钱几乎接近黄金价钱。后来改成铸造工艺才解决了这一难题。一天我和杨安生同志讨论可否用减少弹翼面积从而减阻增速提高速度解决这一问题。那时计算手段落后,手头只有计算尺,不知道经过几个白天黑夜的计算分析,所得结果使我们欣喜若狂,在稍微增大攻角条件下,可以用在产的弹翼代替大弹翼,满足高空过载要求,降低了成本,缩短了研制周期。飞行试验证明了这个方案的正确性。

第一代防空导弹主要解决拦截高空高速轰炸机和侦察机问题。但从60—70年代以来,各先进国家为了对抗当时的防空导弹改进了自己的飞机,采取了低空超低空攻击战术。面对新的空中威胁,我国于80年代开始研制第二代低空超低空防空导弹。我有幸参加和主持导弹研制工作。由于雷达对低空超低空目标探测距离的限制,这对导弹提出了严峻的要求。例如飞机飞行高度20 m,雷达的理论发现距离也只有24 km,如果飞机飞行速度为400 m/s,1分钟就飞到导弹阵地的上空。第一代防空导弹的射前准备时间需要2分钟,根本没有作战能力。因此我们千方百计缩短导弹射前准备时间(反应时间),提高导弹的速度和加速度。采用了高压启动陀螺和低压维持技术,电子设备无需预热即可工作,导弹反应时间只有5秒,紧急情况下供电3秒就可发射。大幅度提高导弹纵向加速度,经2.5秒导弹速度达750 m/s,在首次飞行实验时,基地光测系统开始时竟抓不到导弹,说加速度太大了。经过8年艰苦奋斗研制成功,中国终于有了第一个第二代低空超低空防空导弹。

中国人讲有矛必有盾,矛和盾相伴发展。外国人讲:自古以来武器专家总想造出一种能击穿任何装甲的炮弹,而冶金专家千方百计要

制造出任何炮弹都攻不破的装甲。80年代以来,各发达国家的精导武器得到了飞速发展。这种武器命中精度高,可以实行精确打击。从防御角度看,它飞行速度大,尺寸小,雷达反射面积小,威胁很大。原有的防空导弹对它基本无能为力。反舰导弹就是其中的一种,90年代我全身心投入了具有拦截掠海飞行反舰导弹能力的第三代防空导弹的研制。在导弹技术方面要解决三个重要问题:第一提高导弹机动能力,提高导弹的机动过载,增强导弹的快速响应能力;第二个问题是解决引信战斗部系统问题,对于高速小目标,引信战斗部配合问题相当复杂,同时还要解决超低空作战时引信的正常工作问题;第三个问题是解决导弹适于海上环境

储存和作战问题。经过10多年的艰苦奋斗历程,终于研制成功这种导弹。与此同时,我又主持了野战防空导弹武器系统方案工作。这里需要解决单车独立作战,多目标通道,垂直发射快速转弯和截获,拦截各种飞行弹道的精导武器等重大技术问题。

我从1957年开始学习航天专业,到现在已经50多年了。从1960年回国参加工作算起也48年了。在这漫长的岁月里,我长期在设计师、工程组长、研究室主任、主任设计师、副总设计师和总设计师岗位上从事航天系统研制工作,把毕生全部精力献给了祖国的空天防御事业,我无怨无悔。