

程开甲院士与中国的核试验

吕敏

(总装备部武器装备论证研究中心 100101)

50年前,程开甲院士领导开拓了我国的核试验事业并创建了核试验基地研究所。1962年朱光亚院士提出,鉴于2年后就要进行核试验,核武器研制工作十分紧张,建议成立专门的研究所从事核试验的准备工作,减少核武器研究单位的压力。经中央专委批准,决定在核试验基地成立一个研究所,从事第一次核试验的准备工作,决定从九院调程开甲先生为研究所的技术领导。在调入核试验基地之前,程先生曾经在二机部九院从事原子弹的内爆爆轰理论计算工作。

钱三强先生建议,调已经在核口工作的忻贤杰、陆祖荫、吕敏等协助程开甲筹建研究所,具体准备我国第一次核试验。后来又从高校调孙瑞蕃、董寿莘教授来参加。当时我们新调过来的人完全不了解核武器和核试验有关的技术,主要的精力放在各自承担的具体技术工作上,有关第一次核试验的主要意见都是程先生自己确定的。

领导开拓我国核试验事业

领导我国第一次核试验的技术准备工作

1962年末,程开甲先生领导刚刚诞生的研究所开始了我国第一次核试验的准备工作。我国核武器的研制开发是在苏联撕毁协议,撤退专家以后进行的,从一开始就遵循了独立自主的原则,依靠自己的力量进行原子弹研制。我国的核试验事业也是在苏联撤走专家以后开始的,程开甲先生领导我国核试验的工作也贯彻了这个重要的原则。放弃苏联专家留下的意见,独立自主地发展我国自己的核试验技术。

苏联专家留下的意见是在这个试验场只进行比较简单的检验性的定型核试验。这个场区不允许进行地面核爆炸,以免沾染准备多次使用的空中核爆炸试验场地。核试验时只进行少数测量项目,不安排为进一步发展核武器所需要的测量项目。核试验的控制系统采用无线传输。

程先生接受任务后,首先在朱光亚院士支持下,抛弃了苏联专家的意见,选择了用塔爆方式进行首次

核试验。这项决定当时引起了许多疑虑,例如工程兵陈士渠司令就曾派高级参谋来到研究所的会议上,强调苏联专家禁止进行火球接触地面的核爆炸的意见,呼吁慎重考虑试验方式。

塔爆的优点在于爆心固定,便于测试,能得到更可靠的数据,可以安排更多的测量项目,可以进行更多的效应试验,并且避免空投核试验带来遥测控制问题。

在我国的核试验工作中,不但试验方式按照独立自主的原则作出了决策,在许多具体技术工作中也贯彻了独立自主、自力更生的原则。负责控制的专家忻贤杰等建议,放弃苏联专家的核试验方案中的无线控制方案,改为铺设电缆,用有线控制,以防止控制系统遭受干扰,包括自然界产生的干扰,也包括可能发生的人为破坏干扰,以保证核试验的控制的安全。程先生果断采纳了这个意见,采用了有线控制的方案,这个方案一直贯穿了我国全部的大气层核试验。

在各个具体的测量项目中,也采取了独立自主的方针。苏联专家留下的意见中,为各个测量项目确定了测量方法和所用的仪器设备,但是都只列出了型号而没有进一步的说明,使我们很难按照那些意见进行准备。程先生领导研究所的技术人员根据核试验测量的要求,独立自主地设计了自己的测量方案,并且取得圆满成功,其中包括测量冲击波所用的压力自记仪,核链式反应动力学测量用的探测器和记录示波器,等等。

在第一次核试验中基地负责组织了各个单位进行核爆炸的效应研究工作,装甲兵、工程兵、空军、海军等一共组织了10个效应大队、几千人的队伍,在试验场布置了大量各种武器装备,以考察它们的核爆炸效应。程先生领导研究所对核爆炸的现象作理论研究和数值计算,并对核爆炸产生的冲击波、光辐射、核辐射等主要核爆效应参数进行预计,得到各种效应的强度随爆炸威力和距爆心距离的关系,为各效应单

纪念我国第一颗原子弹爆炸成功五十周年

位布置效应物提供依据，并督促研究所的研究人员到效应单位一起研究讨论。

经过紧张的准备工作，1964年10月16日，成功地进行了我国第一次核武器爆炸试验。试验取得圆满成功，试验场中所有仪器设备运行正常，取得了丰富的实测数据；各效应单位也都得到了极其珍贵的效应资料。

核爆炸后，指挥部立即向北京汇报了核试验成功的消息。周恩来总理又追问你们怎么证明是核爆炸而不是化学爆炸？程先生又组织讨论分析，选择最有说服力的数据向北京汇报，确认核爆成功。

我国成功进行核试验的消息轰动了全世界，全国人民欢欣鼓舞，北京在街头发号外。核试验也引起了国际舆论密切关注，美国人事前已经通过卫星得知中国即将进行核试验，国务卿提前发出声明，企图降低中国的核试验可能引起的舆论冲击波。

图1是美国人若干年后解密的一张卫星照片，在照片左边可以看到第一次核试验的爆心和周围的道路，圆形道路的半径为2千米。右面的部分就是空中核试验用的试验场。照片的上方向不是指向北方，第一次核试验的场地处于空爆场地的东北方。

第一次核试验成功后，全体参试人员欢欣鼓舞，欢呼雀跃，大家都看见过那欢腾的场面的镜头。这里我补充一个插曲，实际上在参观点大部分参试人员并没有看见第一次核爆炸的火球，也没有听见惊人的爆炸声响。因为没有经验，对核爆炸的安全问题十分谨慎，第一次核试验的参观点选在距爆心约60千米的白云岗。零时以前，在大喇叭中发出指令，要求全体人员低下头，然后听见喇叭中传来的10、9、8、7、……直至“起爆”，这时场区一片寂静，毫无动静。我们

待在参观点的堑壕中，戴着高倍数的墨镜，低着头。一直到站在堑壕外负责观测火球发光时间的孙瑞蕃教授对我们喊到“你们快看，蘑菇云已经升得老高了”，我们这才抬头看到远处的蘑菇云。本来戴墨镜的措施就是可以看火球的，但是又来了低头的指令。冲击波从爆心传到参观点需要约20秒，而且爆炸声已经减弱并变得低沉，而不是惊人的霹雳声。就这样错过了观看第一次核爆炸的火球的机会，虽然如此，所有的参试人员仍然激动万分、大声欢呼，情绪完全没有受到影响。

第一次核试验取得圆满成功，引起世界的轰动。同时取得了丰富的数据。核试验后处理数据，判定爆炸威力，向效应单位提供了参数，为原子弹理论设计部门提供了核装置工作过程和核材料燃烧过程的主要参数。

程开甲院士为第一次核试验的完成耗费了大量的精力，对每一件工作都亲自过问，严格审查。程先生得到基地张蕴钰司令等领导的全力支持。各级领导也十分关心，张爱萍副总参谋长长时间在基地检查督促，国防科委张震寰等领导具体关心帮助解决核试验中出现的各种问题。研究所的技术人员更是一心一意，艰苦奋斗，不分白天黑夜投入到这项光荣而艰巨的任务中。

1965年5月周恩来总理在人民大会堂宴请参加研制第一颗原子弹和参加第一次核试验的各单位代表，程先生和基地部分代表参加了这次宴会，并与中央领导同志合影。

第一次核试验后的十几年间又进行了空投核试验，导弹核试验，地面核试验等大气层核试验，在这期间我国核武器发展突破了氢弹、中子弹等设计技术，它们都需要通过核试验来检验。程开甲院士领导研究所的全体技术人员经历了十几年充满挑战、满怀热情、难以忘怀的战斗岁月。程先生为发展我国核试验事业，为推动我国核武器的发展，耗费了人生中宝贵的时段，为我国国防事业作出了重要贡献，他获得了“两弹一星”金质奖章。2013年他还获得了国家最高科学技术奖。

在历次核试验中，程开甲除了领导基地和研究所的研究任务外，还侧重具体抓核试验的安全问题。对大气层核爆炸带来的安全问题程先生抓得很紧很细，对大气层核试验可能引起的放射性污染问题，对大威

Nuclear Test Site, Lop Nur, China, 20 October 1964

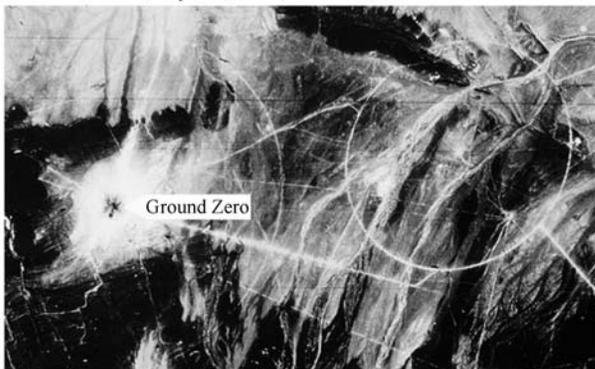


图1 美国拍摄的关于我国的第一次核试验场地的卫星照片

纪念我国第一颗原子弹爆炸成功五十周年

力核爆炸引起的冲击波破坏问题，对冲击波在空中传播，可能发生的聚焦问题及对投弹飞机安全问题特别重视，反复研究，仔细听取汇报，程先生平时很和气，但有时对下面同志工作做得不够好的地方也会发脾气，训人，特别是涉及安全的问题时。

程先生花费许多精力来研究如何确定空中核爆炸的爆炸威力，在不同单位不同方法获得的数据中，筛选出冲击波走时、火球最小照度时间和放化分析三种方法提供的数据为准，处理出核爆炸的实际爆炸威力，作为效应试验的基本分析依据，并且成为判断核武器威力的主要根据。

领导发展我国的地下核试验

由于1963年美苏英签署了部分禁试条约，禁止进行大气层核试验，程先生很早就认识到我国必须掌握地下核试验的技术，还在核试验的早期就同时安排地下核试验的预先技术研究，筹建地质水文研究室，组织选择适合于进行地下核试验的场地。

20世纪70年代，程先生主张尽快将核试验转入地下进行。因为地下核试验工程量大，周期长，少数专家曾经提出强烈的不同意见，他们顾虑会影响核武器研制进度。在程开甲院士积极推动下，我国很快掌握了平洞和竖井两种方式的地下核试验技术，顺利地将核试验转入地下进行。

平洞核试验 平洞试验需要在山体中开挖坑道，将核装置放在洞内，然后回填坑道。进行平洞试验首先遇到的是安全问题，核爆炸的威力会不会把山体炸裂，放射性物质是否会泄漏到大气（冒顶），核爆炸产生的放射性物质会不会沿着坑道冲出来（放枪），程先生为解决这些安全问题亲自进行估算，指导部下进行详细的计算，最后确定了最小埋深、最小抵抗线，采用 $120 \text{ m/kt}^{1/3}$ ，依据这个判据选择合用的山体，设计坑道走向。早期为防止放枪，把坑道设计成鱼钩形，实现了自封。以后为了满足中子飞行时间测量等物理测量的要求，需要设置很长的瞄准爆心的准直管道，又发展了直坑道自封，带管道坑道自封等技术。在平洞试验中，在爆室周围设置多条测试廊道，分别安排物理测试项目，为武器设计部门提供多种实测数据。

竖井核试验 因为山体厚度的限制，平洞只能进行较小威力核试验，大威力核试验必须采用竖井方式。首先需要在坚硬的花岗岩石中开凿大口径的竖井，根据核装置爆炸威力，确定需要的竖井深度，深度都要

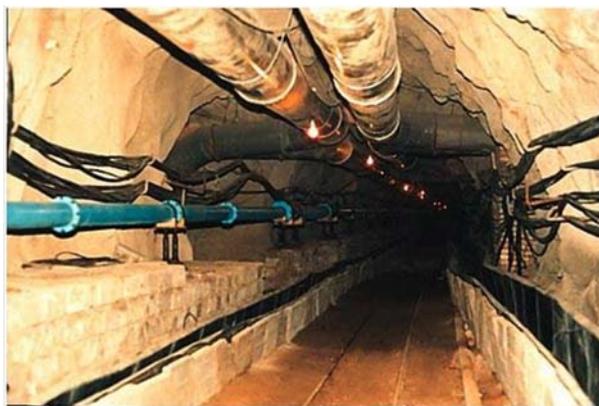


图2 平洞地下核试验用的测试廊道

达到几百米，开凿这样的深井从技术上是很大的挑战。选择合适的竖井试验场，确定竖井需要的深度，研制大口径硬岩钻机等都是实现竖井核试验的前提条件。这些都是程先生日夜操劳、督促落实的工作。如何把核装置和大量的测量设备合理地组装成测量钢架？测量钢架几十吨重，如何吊装？如何安全下放到井底位置？地下水位高，核装置和测试钢架如何防止井筒中的水压？放下后如何回填？程先生对每个环节都亲自过问督促检查，保证了竖井核试验技术过关。

地下核试验需要进行大量的工程施工，为保证试验安全，有时会因为要求工程量太大而与负责工程的人员常发生争执。程先生偶而也会发火，事后工程人员仍旧对他十分尊重。为了地下核试验的安全问题，程院士十分谨慎，反复思考，常常可以看到他在试验场的帐篷外长时间踱步，低头思考。

地下核试验的目的是测量核装置爆炸过程和爆炸结果，要进行各种实时物理测量和爆炸后核装置样品的取样放射化学分析。物理测量中常发生电磁脉冲干



图3 我国的竖井核试验场

纪念我国第一颗原子弹爆炸成功五十周年

扰问题，程先生亲自研究电磁脉冲的产生和传播的问题，推导公式，写讲义，作报告。为实施抗干扰措施，与工程人员多次协商、辩论、甚至争吵。最后程先生拍板在平洞核试验中建立屏蔽槽的方案，成功排除了干扰，屏蔽槽的方案在核试验中延续使用多次。地下试验中需要为放化分析解决样品问题，程先生十分关心钻探取样，发展定向钻技术，并曾尝试过管道取样等技术。

程先生首先提出开展抗核加固技术研究，建议成立了相应的专业组，亲自担任组长。为研制抗辐射的电子元器件申请了第一笔经费，组织筹建核爆炸模拟设备。程先生离开基地后改称抗辐射加固专业组，研究涉及范围有所扩大。

创建核试验基地研究所

基地原有少数技术力量，1962年起中央组织部批准从全国调配24名有经验的技术骨干来加强研究所工作，1963年、1964年分别从各主要大学分配来毕业生一百多名，成为尚在筹建中的研究所的基本力量。

程先生按照核试验需要，按学科划分筹备建立了力学、光学、核物理和放射化学、电子学和理论与计算等5个研究室，同时建立了资料档案室。以后随着地下核试验工作提上日程，增加了地质水文研究室。研究所的这种基本构成维持了多年，实践证明程先生当时的安排十分正确，适合于核试验工作的发展。

程先生希望办一个真正的、有坚实研究能力的研究所，不但能完成当前的国防任务，而且在核试验领域的各学科上能够站得住脚，能够长期展开研究工作，能够满足核武器研制过程对核试验不断提出的新要求。因此研究所必须建设配套的学科和相应的研究室，要配备学科带头人；有关各专业不但能够完成核试验任务，还必须深入掌握该专业的理论和实验技术，建立必要的实验设备；研究所必须配齐理论计算和文献资料的条件，只有这样才能办成一个像样的研究所。

核试验基地研究所的各个研究室（后来发展成13个室），各自在相应的学科中不断前进，取得许多项国家级奖励，先后涌现出10位两院院士，许多位技术文职将军。培养了许多博士/硕士。

图4的照片是2003年研究所成立40周年时，8位院士合影，左起为邱爱慈、杨裕生、吕敏、程开甲、乔登江、钱绍钧、陈达、林俊德。林俊德不幸于2013年过早去世，他被评选为2013年全国最感动中国的人。



图4 研究所成立40周年时8位院士合影



图5 20世纪70年代作者与程开甲院士在新疆程院士寓所合影

基地研究所能够成为有影响的研究所，不断作出新的成绩，与程院士早期打下的基础，建立了优良的科研传统密切相关。

长期为完成国家的重要任务共同奋斗，在大山深处艰苦的环境共同生活，增加了我们对程先生的尊敬和感情，这里举几个例子：

我家的孩子刚从北京迁到红山时，没有小伙伴，很寂寞，我们听说明程先生的夫人老高在家里孵了小鸡，于是试着向程先生讨要小鸡。程先生亲自蹲下去从鸡窝中提出一对小鸡装在纸盒中给了我。后来我的儿子也成为了养鸡小能手，我们至今深深感激。

老高多次派她外孙骑自行车把她自己种的蚕豆送到我家，使我们远在边疆能品尝到新鲜的家乡菜肴。

每年春节在北京从基地出来的几个院士和一些老技术领导，一起到程院士家拜年，照张合影，这个传统已经持续了十几年了，很高兴他仍旧很健康，很乐观，脾气更加平和。