

陈能宽院士与中国第一颗原子弹的研制工作

刘志光

(北京大学马克思主义学院 100871)

陈能宽（1923～），金属物理学家。湖南慈利人，1923年5月13日出生。中科院院士，中共党员。1942年湖南雅礼中学毕业，1946年唐山交通大学矿冶系毕业。1947年赴美国留学，1948年获硕士学位，1950年获美国耶鲁大学研究院物理冶金博士学位。曾任美国霍普金斯大学和西屋公司研究员。1955年回国后任中国科学院应用物理所研究员。1960年调入二机部北京第九研究所（1964年2月改为第九研究院），曾任实验部主任、副院长、院科学技术委员会主任、院高级科学顾问等职。1981年当选为中科院学部委员。

陈能宽长期从事金属物理和材料研究，为中国第一颗原子弹、氢弹及核武器的发展研制作出了重要贡献。主要领导组织了核装置爆轰物理、炸药和装药物理化学、特殊材料及冶金、实验核物理等学科领域的研究工作；组织并参加了核装置球面同步起爆的方案制定及研究，在较短的时间内，攻克了技术难关，实现预期结果，获国家发明二等奖；组织并参加了聚合爆轰波人工热核反应研究。作为主要完成者之一，在原子弹、氢弹突破及武



陈能宽院士

器化等方面获三项国家科学技术进步奖特等奖。1982年获国家自然科学基金一等奖。1984年获国家有突出贡献的中青年科学技术专家称号。1996年获何梁何利基金技术科学奖。1999年9月，中共中央、国务院、中央军委决定，授予他“两弹一星功勋奖章”。

奉命改行

1955年归国后，陈能宽被分配到中国科学院应用物理研究所，一直从事金属物理的研究工作。1959年6月，陈能宽奉命调入二机部。这一年，陈能宽刚37岁，正是思想境界、学术水平均已成熟的年龄，也是多年的学术研究进入收获期的季节。对于自己新的使

命，他显然并不清楚。有一天，李觉开门见山地说：调你到二机部来，是想请你参加一件国家重要的机密工作，我们想让你负责爆轰物理工作。这显然出乎陈能宽的意料。从1942年进入唐山交通大学开始，陈能宽所学的专业就是金属物理学。他的志向就是用自己的知识，为中国寻找一条“科技救国”之路。从出国留学，再到历经艰辛回国，支持着他的，都是这个抱负。也正是因为这个目标，在金属物理学这个领域内，陈能宽已经取得了足以令人自豪的成果。

面对改行，陈能宽曾经有过犹豫。但是，包括陈能宽在内的第一代核科家都经历过战火的考验，当外敌的飞机大炮在中国大地上肆虐时，他们都曾体会到“落后就要挨打”的滋味。基于国家的利益和需要，陈能宽义无反顾地加入到了中国核武器研制工作者的行列中去了。

原子弹的研制，是一项浩大的工程物理作业，是一个需要基础理论与具体应用紧密结合的系统工程。当原子弹计划进行到1960年时，理论准备已经有了一定突破，而验证理论所必需的试验进行得并

纪念我国第一颗原子弹爆炸成功五十周年

不顺利。当时邓稼先明确地对陈能宽说：“我现有的认识、参数和计算工具都无法单靠理论来解决至为关键的爆轰设计。你来了就好了，请你从实验途径来解决吧。”这也是著名科学家王淦昌、彭桓武和郭永怀的共同看法。然而，在1960年，我国学术界在爆轰物理方面的实践经验和学术沉积还接近于空白。

“17号工地”

“17号工地”位于河北怀来县花园镇附近的工程兵炸药实验场。1960年，37岁的陈能宽被派到这里，成为九所第二研究室（即爆轰物理研究室）主任。初到工地，陈能宽可以说是“白手起家”。面对紧迫的实验任务，他在17号工地所进行的最初工作，是用试验来验证当时核爆的一些基本理论和方法。

为了保证原子弹研制成功的可能性，中国的核武器研制组织者决定两条腿走路：“把比较高级的‘内爆法’作为主攻方向，同时进行‘枪法’的理论计算”。但是，人们最大的希望还是寄托在更高级的“内爆法”上面。要攻克“内爆法”，除理论上需解决一系列难题外，在试验方面也有两个“拦路虎”。一个是炸药的组装形式，一个是点火装置。“内爆法”要求原子弹组装的常规炸药产生均匀的内向爆炸力，在以微秒（百万分之一秒）计的计时精度内精确聚集到裂变物质的表面，使裂变物质瞬时内达到或超过临界值。同时，爆轰所产生的高温高压使金属变成第四态的等离子体，释放出大量的中子进入裂

变芯。

陈能宽带领的爆轰实验室的任务，就是通过试验来设计炸药的装配方式。在王淦昌、郭永怀的帮助下，陈能宽带领一批科技人员开始了漫长而又危险的实验。陈能宽所面临的第一个困难，是如何配制实验所需的炸药。出于试验的需要，17号工地上需要的炸药完全由试验人员自己配制。这项工作，不需要太高的技术，却需要极大的勇气、更多的体力。陈能宽亲自出马，与其他科研人员、工人一道冒着极大的风险从事着这项被称为“逗龙尾巴的游戏”。融化炸药混合剂需要高温条件，陈能宽他们便架起了一口普通的锅和几只旧军用桶，一次次的融化、配料、实验，再融化、配料、实验。在高温状态下，各种化学物质散发着难闻的有毒气味。但气味越难闻，陈能宽他们就越需要使出全身的力气进行搅拌，因为只有这样才能使炸药配料更加均匀。为了保障身体的健康，实验人员不得不经常换班。到后来，为了保障进度，甚至并不常来17号工地的王淦昌等人也加入到搅拌炸药的行列之中。

试验面临的第二个困难，就是试验本身的危险性。为了取得各项数据，需要将各种试验用部件引爆，人们形象地称之为“打炮”。试验场上天天炮声轰轰。每次“打炮”时，试验部件就放在17号工地的试验碉堡的附近，各种导线从三个碗大的洞口伸进碉堡内部，联在控制设备、示波器和高速转镜照像机上。为了抓紧进度，试验人员经常

是第一个试验部件刚刚炸过，硝烟还没散尽，便带着另一个部件冲上去，接好电缆，联好导线，然后便开始打第二炮。对他们来说，一天打10多炮是十分正常的。

回想起这段岁月，陈能宽无限感慨：那时，我们什么都不怕，就怕老天打雷。一打雷，试验部件就有误爆的危险，所以只能停止试验。对陈能宽来说，最大的苦恼不是试验的艰辛和危险，而是各种研究工具的匮乏。实验开始时，陈能宽完全是凭借自己坚实的理论基础和零星的国外资料选定了一些特殊的化学炸药，并指定了几个较为可行的模型来浇铸实验部件。几炮打过之后，陈能宽得到了一些实验数据。但是他能够用来分析这些数据的，只有几部简单、甚至简陋的手摇计算机。有时，甚至还不得不用到计算尺和对数表。到后来，当实验种类越来越多，取得数据越来越复杂时，所有的工具已经无所作为了。陈能宽不得不在王淦昌、邓稼轩等人的协助下，依靠自己所掌握的一般力学原理来改进炸药模型。

当时，在17号工地，摆在陈能宽等实验人员面前的困难，其实并不仅仅来自实验本身，还有来自自然环境和社会生活的困难。面对这些困难，陈能宽和他的同事们，同力攻关，协同作战，发挥出集体的最大智慧和力量。经过1年上千次的试验，1962年9月，爆轰试验场传出喜讯：原子弹的起爆元件获得重大突破，“内爆法”的可行性获得验证。陈能宽满怀信心的预言：在最后期限前，他们能够作出

纪念我国第一颗原子弹爆炸成功五十周年

原子弹所需的起爆元件。

“冷试验”

1962年，为了加强首次原子弹国家试验的准备工作，陈能宽被任命为冷试验委员会副主任委员。

所谓“冷试验”，通俗一点说就是不使用铀²³⁵等裂变材料的实验。这是出于中国国情、经过科研人员的无数次摸索总结出来的一套行之有效的实验方法，在中国原子弹、氢弹的研制及以后两弹改进的过程中，起到了非常重要的作用。这套实验方法的发轫，就是从17号工地开始的。

由于实验工具相对简陋，铀等核材料比较奇缺，而且实验所需要的经费更是远远不够。中国的核科学家无法像美国同行那样一个个地爆炸实验品，从中得到 C_1 、 C_2 、 C_3 、……这样的数据。但中国科学家却发挥了比他们的同行更高、更聪明的才智。他们充分利用“方法论”，先从概念入手，从理性分析出发，用相对简单、安全的实验代替复杂的、危险的实验。

陈能宽充分发挥了他金属物理学的知识，根据材料科学的相似性原理、流体力学的相似性原理及几何相似性原理，从最初的钢材料、单个元件开始，一炮炮地打，一个个地分析。逐渐地，冷试验开始复杂起来，过渡到不同材料构成的合金，然后是一个部件、两个部件、三个部件、……最终开始使用某些性能接近裂变物质的材料，实验部件也做到了半球。为了在简陋的条件下取得真实的数据，陈能宽对参试各小组的实验要求非常严格，每

次实验都要有详细记录，所有照片必须保留。每次做完一个实验，参试人员必须当场用草本做出记录，然后再抄写正本上；经过认真核查后，每份记录都要签上所有实验、记录、检查人员的名字以示负责。

正是充分利用这种实验方法，使得核实验节省了大量时间（仅用一年时间，陈能宽等人就有信心在最后期限完成任务），更主要的是，通过“冷试验”的方法，中国的核武器研制节约了大量宝贵的资金和战略物资。

到1962年底，随着实验规模的不断扩大，实验危险性的增加，怀来17号工地已经不再符合继续进行工作的条件了。整个试验场不得不考虑搬家。

221基地

1960年2月，位于青海湖畔的“金银滩”上的基地建设全面动工。为了保密，该基地代号为“221”。这里海拔3500米，空气稀薄，干燥多风，昼夜温差大，气候变化无常，甚至夏天有时也还要穿棉衣。1963年3月26日，陈能宽领导的爆轰试验室180名科技人员和党政干部带着全部仪器设备，离开北京，西出祁连，向221基地转移。

在221基地，陈能宽被任命为实验部主任。这时实验部所面对的，不再单单是17号工地任务的继续。核试验前的全部爆轰物理、动高压物理、中子物理，基地全部火工品及炸药的质量控制、核材料部件制造过程中与核武器可靠动作直接相关的关键技术工艺，等等，这一切

工作都要由实验部来完成。陈能宽身上的担子异常沉重起来。对于他而言，时空的概念被完全简单化了：时间被分成白天、黑夜两个单元；空间，只剩下了食堂、宿舍、实验场“三点一线。”为了“只争朝夕”，王淦昌、陈能宽等人经过反复研制，再三论证，决定跨越冷实验中的一些步骤。

“向心攻击”

在王淦昌的大力支持下，冷试验委员会提出了一项大胆的建议：跨越原定的几大实验步骤中的一些环节，直接向核心问题发起冲击。这个提议虽然能够大大缩短实验的时间，但它也有很大的风险。毕竟，原子弹是一个陌生的魔鬼，对跳过中间环节，实行“向心攻击”，谁也没有百分之百的把握。但是，中国核计划的组织者们相信自己的科学家；而科学家相信他们所摸索出的“冷试验”方法及在这个方法基础上提出的建议。于是，这项计划很快就得到了批准。

1963年11月20日，九院几乎全部的科学家和工程师、主要的行政人员集体出动。陈能宽坐在一辆小轿车里，怀里抱着珍贵的实验部件。这是全体实验部人员，甚至包括整个核计划的研究人员，呕心沥血近四年才创造出来的，对陈能宽来说，它远比自己的生命更宝贵。为了更好地保护它们，陈能宽在出发前特意又用自己的毯子把它们包起来以减少震动。在他的身后，是装着原子弹主要部件的专用车。为了减小震动，它们的下面放了两张紫红色的长沙发。

纪念我国第一颗原子弹爆炸成功五十周年

到了试验场，工程人员将各部件小心翼翼地组装起来，插上雷管，开启记录仪，一切都准备好了。所有人的目光都集中到陈能宽身上。人们不知道在一声巨响之后会得到什么样的结果。“如果我们不能获取准确的数据，那么整个原子弹计划就要推迟。”陈能宽的心也提到了嗓子眼。虽然他对自己的工作充满了信心，但最后验证的时刻到了，不由得他不紧张。深吸一口气稳定一下心神，陈能宽终于下令：“点火！”终于——实验成功了！这次实验，代号为“2955-1”。实验中，向心爆轰波和点火装置均达到了设计要求。冷试验取得决定性胜利。

东方巨响

1963年12月24日，1:2比例的全球聚合爆轰取得成功。1964年6月6日，在张爱萍将军指挥下，代号为“2965”的全尺寸爆轰模拟实验又再次成功。这次实验，除没有加注核材料外，模拟弹的全部尺寸、材料和结构均与后来爆炸的实弹相同。中国核武器研究者自力更生，艰苦创新，集体攻关，为之拼搏奋斗了数载的“争气弹”就要诞生了。也就在这期间，陈能宽被任命为九院副院长。

1964年10月11日，周恩来同意在10月15日至20日之间进行实验；1964年10月13日，罗布泊进入“临战状态”。1964年10月14日，试验委员会将起爆时间定在了10月16日。

16日凌晨，做为试验委员会



1984年，在新疆试验基地（左起：高潮、陈能宽、李英杰、邓稼先、于敏、胡仁宇）
（图片来源：《陈能宽院士八十华诞纪念文集》）

中最主要部门——试验部的副主任，陈能宽陪同李觉来到120米高的试验铁塔上，对原子弹进行最后的安装调试。雷管插上了，最后的检查工作也做完了，陈能宽站在塔上，最后望了一眼试验区。从120米的铁塔上极目四望，整个场区出奇的静谧。近处，是一排用于测试的汽车、坦克、飞机、火炮；远处，是一座座测试用的楼房、平屋；再远，是看不清楚的笼子、马厩，里面关着效应动物。再过几小时，这里的一切都将彻底改观，有的将在瞬间高温、高压下化为气态从此消失。与身后的那颗原子弹相比，整个试验场显得很渺小，远没有当初那样的气势恢宏。人呢？在原子弹面前，人的力量又算什么呢？

到时间了，陈能宽同李觉等人一起，最后一批下了高耸的塔架。

公元1964年10月16日15时，随着一声洪亮的“起爆”命令，一道强烈的闪电撕破了“零时”的寂

静；随之，一个通红的火球腾地而起，扑向蓝天；在它后面，地面上卷起一个粗壮的尘柱，紧紧追赶着火球；然后，声音传来了。隆隆的爆炸声，像千万匹战马在大地上狂奔，像千百个罗马军团在敲鼓行进，振聋发聩。大地在颤抖，天空在轰鸣，人们被自己创造的神奇威力所惊呆了。

在场的人员欢呼跳跃，忘情放纵。惟有陈能宽站在那里，久久没有动。然而，他有理由比其他人更高兴，从1960年打响试验第一炮到今天，他所期望的，就是这一刹那的辉煌。陈能宽抓起一支笔，在纸上尽情放纵着自己的感情：“东方巨响，大漠天苍朗。云似蘑菇腾地长，人伴春雷鼓掌。欢呼成果崔巍，称扬举国雄飞。纸虎今朝去矣，神州日月增辉。”

——
本文内容曾刊于《“两弹一星”元勋传》，清华大学出版社，2001年出版。图片来源：《陈能宽院士八十华诞纪念文集》，原子能出版社，2003年出版。