加强基础研究，深化物理认识
——周光召先生与中国核武器事业

王建国†
（北京应用物理与计算数学研究所　北京　100088）

2024－04－10收到
† email：wang_jianguo@iapcm.ac.cn
DOI：10.7693/wl20240409

周光召先生是中国核武器事业的重要开创者、奠基人，是中国科技改革发展的重要推动者和领导者。在六十多年的科学生涯中，他纵横多个领域并取得多项创造性成果。从1961年到1979年的近20年时光，周先生将自己的智慧与才华奉献给了中国的核武器事业，为我国原子弹、氢弹、中子弹的研制成功和核武器的设计、定型立下了不朽功勋。周先生忠诚爱国、学养深厚、视野开阔、格局宏大，他倡导民主学风，锐意开拓进取，致力于为核武器事业谋篇布局、夯实根基，在推动学科建设、促进人才培养等方面都做出了重要贡献。

1　为掌握原子弹和突破氢弹建立卓越功勋

1961年，正在苏联杜布纳联合原子核研究所工作的周光召先生，激愤于苏联背弃承诺、中断对华援助，毅然放弃自己已有所成的粒子物理研究，急国家之所急，回国从事核武器研制，担任第二机械工业部第九研究所(简称二机部九所；1963年改称二机部九院，简称九院；中国工程物理研究院前身)一室第一副主任，一室负责理论研究工作(1963年改称二机部九院理论部，简称理论部；1970年后改称九院九所，简称九所)，他协助主任邓稼先组织开展核武器理论研究和物理设计。研制核武器是千军万马的大科学工程，首先要研究清楚核武器的材料、结构和作用原理，这涉及复杂的物理学、高温辐射流体力学、计算数学等多种学科的交融，原理研究和设计通常被称为核武器研制的第一道工序，然后才是工程设计、材料(部件)生产和加工、实验室冷实验、最后组装和热试验。当时大家除了知道核武器这个名词以外，对它的作用原理一无所知，更无资料可查。就在这样的情况下，周光召先生以他深厚的理论物理知识，提出了大量创新思想，又以卓越的领导才能领导年轻研究人员攻克一个又一个科学难题，在我国研制核武器的大业中做出了重大贡献。


周光召先生在办公室(上世纪八十年代初)

1961年，当他来到一室时，第一颗原子弹的总体计算正在紧张进行，为了一个关键数据，科研人员耗时半年多，反反复复计算了九次，总是和苏联专家之前透露的数据对不上。周先生入所后立即参加了大讨论，他以深厚的理论物理功底，巧妙地利用最大功原理论证了苏联专家数据的不可能，终结了前前后后九个多月的争论，推动总体计算继续进行下去。这是周先生为原子弹研制立下的首功，也对推动核武器研制中的自主创新发挥了重要作用，进一步启迪科研人员不能简单地把原子弹视作工程技术问题，而要当成科学问题来展开研究，这也是彭桓武先生和周先生对科研人员提出的要求，彭先生和周先生多次对核武器科技人员强调，知其然更要知其所以然。从此，由工程应用牵引，加强相关问题的基础研究，深刻领悟武器物理规律，成为核武器理论研究工作者的根本追求。

毛主席要求“原子弹要有，氢弹也要快”。不同于原子弹得到过苏联的一点援助，我国的氢弹研制完全是白手起家。1963年，当第一颗原子弹理论设计方案完成，周先生紧锣密鼓地布置了对氢弹原理的先行探索。他组建了由苏肇冰、水鸿寿、王子修、张信威组成的4人研究小组。小组的工作很有特色，他

们建立了带热核反应的总体计算方程组，周先生从统计物理的假定出发，推导了辐射流体力学方程组，对每一步近似的合理性都重新作了推敲；他们还开展了某武器结构研究，发展了单流管和多流管程序。

氢弹的设计关键是如何实现热核点火和自持燃烧，周先生曾提出了两种设想解决自持燃烧问题，但经计算后被否定。在研究某结构的设计途径时，他发现了与传统激波不同的等温激波现象，详细算出了间断面两侧的跳跃条件，还专门写了有关等温激波的讲义给大家讲课。但因当时他们的注意力在如何产生自持热核爆轰波上，惜与氢弹原理的关键突破擦肩而过。在大型科学研究项目起步阶段，多路探索是必要的安排，不是所有的道路都能通往成功，宣告此路不通也自有其重要贡献。

而当于敏率领的小分队在上海“百日会战”中终于牵住氢弹的“牛鼻子”后，周先生毫不犹豫地放下自己手头的研究，立即转换研究方向，与邓稼先一起集中组织力量，反复讨论验算，使氢弹方案更加趋于完善。他完全以事业为重，并无个人利益的私心打算，科学求实精神体现得淋漓尽致。

值得一提的是，周先生领导的4人小组在前期探索中获得的物理成果和发展的计算方法，为之后的氢弹研究提供了很好的物理基础和计算工具，他们研制的多流管程序后来发展成为二维多流管程序，在氢弹设计中起到了重要作用。

氢弹原理突破之后，武器化成为重要而紧急的任务。1972年，邓稼先调任九院领导，装备部队的任务落在周光召和于敏两位技术领导身上，周光召接替邓稼先成为九所所长，他团结带领全所科研人员，克服种种困难，圆满完成装备部队的第一代核武器理论设计任务。

从我国核武器研制历程不难看出，核武器虽然是应用性很强的研究工作，但要实现自主突破、解决其中一系列物理和技术问题，有赖于各相关基础学科的过硬功夫。

周光召先生在数理方面的深厚功底和非凡智慧，为原子弹和氢弹的突破及其武器化起到了重要作用。

1999年9月18日，他被党中央、国务院、中央军委授予“两弹一星”功勋奖章。

2 加强基础研究，夯实创新根基

核武器是理论、实验和工程技术综合研究的结晶，它的发展以科学原理突破为起点。每一次新型核武器的理论突破阶段，往往都是核武器研制集体科研思想最为活跃奔放的时期。周先生特别重视相关基础理论的武装，他狠抓基础研究，促进和发展了相关学科的建设。

最初开始设计原子弹时，高能炸药中的爆轰理论和介质中的冲击波理论对绝大多数专家来说都是陌生的，当时每周都要组织1—2次集中学习。周先生很快就能站到理论前沿，指导年轻人结合设计、分解问题，巧妙简化、广泛调研。在他和其他业务领导的指导下，科研人员的科学认识逐渐深刻，相关学科的建设也逐渐起步。

氢弹的理论攻关是多路探索、百家争鸣，当时，周光召先生等业务领导非常重视科研人员素质的培训和提高。他们每周在所内开设讲座，学习气氛空前热烈。周先生就曾做过高温高压下等离子体物理的讲座，这是科研人员第一次接触等离子体物理方面的知识。周先生授课，如同他做科研一样严谨细致，他在撰写讲稿时反复推敲，在授课过程中还不断删改添加，最后才形成讲义。

周先生也是在所内提出热核爆轰概念的第一人。在他之前，多讲的是炸药爆轰，他为科研人员打开了眼界，带领科研人员共同探询未知的新领域。

周光召先生是一位高明的理论物理学家，在数学和物理方面的造诣很深，他也总是向大家提出要求，希望科研人员创造性地解决武器发展过程中的卡脖子难点问题。在武器攻关过程中，他始终注重观察、培养和锻炼技术骨干。他还善于分解任务，将复杂的工程问题分解提炼成一个个基础问题，合理安排科研人员进行攻关。许多同志回忆：“周先生安排的课题比较难，但指导得很细，不但交代研究方法，甚至还提出可供参考的文献。做完后，他还要求研究人员做报告，无论多忙，他都要安排时间听报告、参加讨论。在他的帮助与鼓励下，年轻科研人员学习热情高，成长快。”

贺贤土院士是当年有幸多次听过周先生谆谆教导的年轻人，他回忆，周先生强调：“为了更好地完成装备部队的任务，要使核武器物理设计达到更高水平，就必须掌握核武器更深层次的物理规律。”周先生还对贺贤土说：“加强与核武器物理有关的基础研究、提高研究者的水平，是至关重要的，即使这些基础研究一时看不出与核武器的关系，但对于开拓研究者思路、培养研究能力也十分有意义。”在他的鼓励下，贺贤土在完成国家任务之余，积极开展高能量密度物理研究，做

出了国际一流的研究工作。以贺贤土为代表的一大批九所科研骨干，在上世纪70年代初中期做了很多工作，回过头来看，他们实则是为十年后突破包括中子弹在内的新一代武器在做重要的知识储备。

杜祥琬院士对周先生的教导也有印象深刻的领悟。在改革开放后的一次会议休息间隙，周先生对他说："做国防研究时，不要放弃基础研究，这样才适应国际学术交流的需要。"杜祥琬感慨，事实上周先生就是言行一致的榜样，他和苏肇冰关于闭路格林函数方法的研究工作，就是他在九所工作期间进行的。

周先生曾总结过我国核武器原理为什么这么快就能取得突破，他认为重要的原因之一是当年国家抽调了彭桓武、邓稼先以及包括他本人和于敏在内的多位在基础研究上已经做出了高水平成果的科学家。虽然大家都没搞过核武器，但他们领导一批年轻人，从基础研究开始逐步探索，最终搞清楚了复杂相互作用的物理过程，才能很快实现核武器的原理突破。

3 强调理论联系实际并躬行指导

周先生总是强调理论要密切联系实际，真正实现理论对实验和试验的牵引。他曾剖析说："任何一门大的学科都有理论和实验部分，这两部分都是非常之重要、不可或缺的。如果没有理论的指导，实践就会是盲目的，反过来，实践是检验真理的标准，如果不能很好地和实验结合，理论就会变成空洞的理论，也不会起什么作用，所以，理论与实际的结合是非常之关键的。"

两弹突破时期，理论部经常调整组织机构，常因工作需要临时抽调骨干组成新组迎接新任务。当原子弹理论设计方案即将完成之际，邓稼先、周光召立即抽调各室的一些技术骨干，组建"理论联系实际专门小组"，他们深知原子弹是一项浩大工程，每走关键一步都需要理论与实验的密切结合，理论方案有了，那么下一步的重点是实验和生产，理论工作需要在实践中进一步深化认识。

1963年初，周光召先生亲自安排一批青年科研骨干去青海221基地。胡思得院士那时被任命为理论联系实际专门小组组长，他清晰地记得，出发之前，周先生特意找到他，语重心长地对他说："一个有作为的科学家，不仅要重视理论，而且一定要重视实验，要抓住理论与实验结果不一致的地方，发现理论或实验的不足，寻求新的突破。"这是在科研方法上"授人以渔"的指导，胡思得牢牢记得他的话，不断加深理解。在工作中遇到一时的挫折，不沮丧也不放弃，深入到问题中去，既思考理论上可能存在的毛病与不足，也推敲实验数据的真伪与精度，努力探求问题原因，不仅要求这些原因分析能解释当前的问题，而且还要与之前的结果不相矛盾。胡思得就是这样在科学征途上执着前进，逐步成长为工程物理方面的杰出专家。胡思得院士参与组织领导了我国最后十次核试验，当他和科研人员逐渐探明和理解一个又一个复杂现象、解决一个又一个问题、取得一次又一次试验的圆满成功，最终实现国家威慑能力的跨越式进步，他总是会想起周光召先生对他的指引，他对周先生充满感激。

周先生自己也频繁到生产基地和试验场地去联系实验和试验。青海、新疆都多次留下了他的足迹。上世纪70年代中期，九所开始探索中子弹时，周先生还曾带着贺贤土等人去河北兴隆的国家天文台调研，当时考虑中子弹设计要用到液氘，周先生带科研人员去了解天文台的冷却储存设备。

4 强调竞争与合作、严谨与规范

周先生为人严谨，要求严格。他对严格科研程序提出特别要求，不断培训科研人员，提高科研工作的严密性、系统性。

早在第一颗原子弹攻关时期，为使科研活动有序进行，他辅助理论部主任邓稼先，对科研人员进行"三老四严"(做老实人、说老实话、办老实事，工作严谨、态度严肃、要求严格、措施严密)的学风教育，施行了一系列规范的科研管理制度，杜绝了科研活动中的混乱、差错、浪费等现象，保障了科研工作按计划顺利进行。

"科研工作制度"规定每一项研究工作必须要有设想方案、调研报告、计算任务书、协作任务书、程序编制、计算正本、计算草本，以及科研总结报告，缺一不可。"程序和上机工作制度"规定编制程序必须有计算任务书、程序规划书、程序编制说明书等；还有"成果与参数登记"制度，要求各组新成果和新参数形成后，必须到学术秘书组登记，才能推广使用。

事业起步阶段的作风建设，形成和影响了九所的科研风气。严谨、严肃、严格、认真的要求，始终贯彻在九所方方面面的工作中，历届新入所人员首先就要接受这种传统教育。

周先生还强调敢于竞争、善于合作、发挥团队集体作用。他多次说，承担国家任务的大型科学研究不可以单枪匹马，必须团结协作，单枪匹马只能做些小题目，要想有大贡献必须组织一批人形成团队攻关。

5　以战略眼光做科学规划、培养人才

周先生对核武器事业的贡献，不仅表现在技术攻关、技术指导上，更反映在他对核武器事业长远发展的关注和思考上。

在上世纪70年代，周先生清醒地认识到，进一步提高武器性能水平是后续研究的主要任务。他主张，我国的核武器还需要进一步发展，要不断努力追赶国际先进水平，要不断探索是否存在新的更先进的作用原理。他在所内开展了调研和制定发展规划、培养年轻人等一系列工作。

周先生从各室抽调一些技术骨干组建了规划组，他亲任组长。规划组首先进行了大量情报调研，追踪和研究国际核武器发展状态和趋势，然后论证和规划下一步工作方向和重点。这次调研和规划为我国核武器研究制定第二阶段发展目标奠定了基础，具有十分重要而深远的意义。

上世纪70年代中期，有报道说美国在长矛导弹上安装中子弹头。敏锐的周先生立即安排相关调研，并提出，我国也应该研制中子弹，丰富核武库内容。在他的指导下，规划组成员将调研情况多次向上级部门做报告，引起高度关注。我国中子弹研究，就是在此调研和规划之后正式起步。周先生还提出先从当时正在探索的一种新理论开始研究，回顾中子弹研制历程，他的预判十分准确。周先生1979年调离核武器事业，1984年中子弹试验顺利完成，调研和制定规划是他离所前的重要贡献，功不可没。

那段时期恰是研究所的困难时期。因为林彪“一号”命令，研究所被强制搬迁三线而无法开展工作。许多骨干包括九所著名的八大主任中有四位被下放到“五七”干校劳动，造成人才队伍动荡。科研工作不断受到政治运动的冲击，周先生个人也承受了很多无端的指责甚至批判。在这样的情况下，他仍然团结领导全所职工，坚定信心搞科研，毫不气馁争取上级理解和支持，他奔走北京和新疆核武器试验场，指导试验和实验分析工作，了解理论设计与试验数据差别，以寻求改进理论设计，最终圆满完成多项型号研制任务，不但取得了一系列创新性成果，还为后续工作进步奠定了很好的根基。

周先生的战略眼光还体现在善于培养和锻炼技术骨干上。周先生培养年轻人，除了知识的传授，还会压任务，他将每一个大课题分成若干小的课题，提出分别需解决的问题，让年轻人承担不同题目，制定相应的进度计划，在工作中提升年轻人的能力。

上世纪70年代初，他和于敏一起给杜祥琬下任务，要求重建中子物理研究室。他诙谐地对杜祥琬说“不能让你轻松了。”杜祥琬也向他学习，采取同一类办法，分解任务，大胆使用若干技术骨干，让技术骨干们做系列学术报告，慢慢地把中子物理室建起来了。

离开核武器研究后，周先生还一直关心核武器事业的发展和进步。中国工程物理研究院的发展战略研讨会和论证会，他必参加并发表具体意见。他积极促进激光驱动惯性约束聚变全国多家单位之间的合作，在路甬祥接任中国科学院院长后，他还特意安排中国工程物理研究院两位领导胡思得院长、杜祥琬副院长向路甬祥汇报进展，促进双方合作。

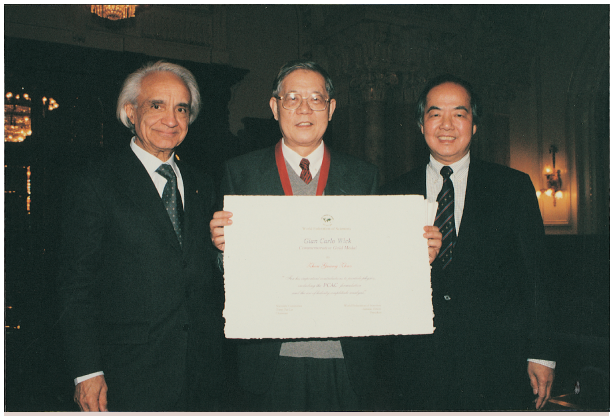
他对九所感情尤深。在调离之际，他曾经给全体职工写过一封公开信，笔尖饱蘸深情，令人动容：

“我在九所度过了难忘的二十个年头，我的壮年时期。正如人生中一切值得留恋的经历一样，有欢乐，也有痛苦，有紧张的劳动，也有复杂的斗争，有温暖的友情，也有冷漠的白眼。

岁月在不断地流逝，记忆已经逐渐地淡漠，但是永铭在心的是九所的群众，是我国在50和60年代培养出来的一代最优秀的青年。怎能忘记和他们朝夕相处的日子，那办公室内对方案的热烈争论，那计算机房夜战后迎来的黎明的太阳，那



1984年10月，周光召先生(中)回九所看望科研人员



1998年11月20日周光召院士在瑞士洛桑接受世界科学家协会的Gian Carlo Wick纪念金奖。左起：意大利国际科学文化中心世界实验室主任A. Zichichi、周光召院士、李政道先生

草原上炸药爆轰后铀花的飞溅，那戈壁滩上把装置送上飞机后焦虑的期待。

岁月在不断地流逝，记忆已经逐渐淡漠，但又怎能忘记受围攻期间冒着个人安危前来倾诉衷肠的同志，怎能忘记送走上干校的同志后留在心底的悲伤，更怎能忘记1976年群众的眼泪、花圈和愤怒。

这一代优秀的青年，中间有我的良师，我的益友。他们在党的教育下，肩负着人民和国家的重托，默默无闻地坚定地向前迈进，和他们在一起，使我产生希望、信心和力量，使我变得更加纯洁和高尚。他们之中有些人已经离开了九所，但是无论他们分配到祖国的哪一个角落，我的心将永远和他们在一起。”

到中国科学院任职后，周先生一如既往关心和支持九所发展。因为种种原因，研究所的对外开放程度一直受到限制，周先生主张核武器研究者也要加强学术交流，他屡屡推荐核武器理论研究人员参与国际学术论坛。他还举荐贺贤土、陈式刚、郭柏灵、苏肇冰、张本爱、王强等6位优秀青年科技骨干出国做访问学者，这在当时是存在极大困难的，因为这些科技骨干从事的是涉密程度很高的国家任务，尤其贺贤土是研制中子弹的，一些上级部门对他出国总是持犹豫态度，周先生帮助联系的访问美国大学的计划屡屡因各种原因而失期告吹，但周先生始终不放弃，多方争取，最终帮助贺贤土在内的4位人员顺利成行。他们出国后接触到了发达国家的科学技术和科研管理，感触很深，按期回国后均成为各自专业领域的领军人才，成就斐然。这6人中的贺贤土、陈式刚、郭柏灵、苏肇冰后来当选为院士。

周光召先生很怀念“两弹”突破时期的学术气氛。2005年，周先生应邀回研究所做学术报告，再一次嘱咐青年科技工作者：“学术民主、自由讨论，是‘两弹精神’最重要最独特的体现，没有科学民主的精神追求，我们的‘两弹’不会如此迅速地突破，没有自由争鸣的风气涵养，新中国自己的核武器人才队伍不会如此迅速地成长。”他的嘱咐对新一代青年是珍贵的科学引领和价值引领。

用科学前瞻的思想指导理论工作，用求真务实的态度开展科学研究，用爱国奉献精神诠释人生追求。周光召先生的胸怀与识见是中国核武器事业的宝贵财富，也是核武器科技集体学习的丰碑，更是国防科技道路上永不褪色的指引。

六十多年来，核武器事业集体深知科技自立自强是国家强盛之基、安全之要，在周光召等前辈科学家的指引下，核武器研究集体不断探索创新发展之路，瞄准国际学术前沿和国家战略需求，持续争取事业进步，为国家安全和经济发展做出应有的贡献。

今天的中国已经走向世界舞台中心，与之相匹配的国防科技实力不可或缺，新时期科技创新的竞争愈加激烈，我们面临的挑战比过去更为严峻，战略装备的发展正在接受更为艰难的考验。我们的研究涉及极端高温度、高密度、高压力的物理条件和多物理、多尺度、多介质的物理过程，是多学科交叉的经典前沿科学问题，面对形势与任务，唯有持续加强基础研究，进一步深入理解和探究相关物理规律。从全系统研制的角度，密切关注和着力解决各类具体问题，通过解决具体问题，不断拓展物理认识的广度和深度，不断提升九所核心研究能力，满足国家安全需求。

二十大以来，习近平总书记多次指出，要重视基础研究和原创基础研究，突破关键核心问题实现技术创新，向科技自立自强扎实迈进。九所年轻一代正在担负起时代责任，展现出积极向上的风貌和蓬勃旺盛的力量。中国特色国防科技发展之路必将延续下去，我们会以新的更好的成绩向周先生汇报。

祝福周光召先生95岁寿诞！