

氢弹功勋 于敏传略

郑绍唐

(北京应用物理与计算数学研究所 100088)

于敏，1926年8月16日出生于河北省宁河县芦台镇。父亲于振霄是一名小职员，母于王氏操持家务，生有一女一子。幼时家境清寒。高中时期（1941～1944年）就读于天津市立第一中学、木斋中学和耀华中学。因数理化文史地门门功课成绩第一而名闻全校；又因待人诚恳，学业上乐于助人，深受同学尊敬、师长钟爱。高中毕业前夕，其父失业，无力供其继续上学。这时，其同学之父，启新洋灰公司协理陈范有先生出于爱惜人才，将于敏介绍给该公司，由启新资助，于1944年入北京大学工学院电机系学习。因酷爱物理学，在1946年组成西南联合大学的北京大学迁回北京后，于敏领到了助学金（每月一袋白面，20公斤重），就辞谢启新资助，转学进入北京大学理学院物理系。大学时期，于敏成绩超群，品学兼优，老师和同学无不刮目相视。有一次全年级考近世代数（他的选修课程），就连数学系成绩最好的一个学生也只得60分，惟独于敏得了100分。在学习讨论中，他常常见地独到，语惊四座。公认他是“北大多年未见过的好学生”。在物理学中，他尤爱量子场论，并以此作为他攻读研究生的专业方向。

1949年，新中国成立那一年，于敏从大学毕业，是解放后的第一批毕业生。大学毕业后，先后师从张宗燧、胡宁两位先生，留校攻读研究生，为了解决家庭经济困难还兼任助教。在胡宁先生指导下完成了第一篇论文《核子非正常磁矩》。1951年调到中国科学院近代物理研究所（1958年改称原子能研究所）任助理研究员，在彭桓武先生领导下，从事原子核理论研究。当时，新中国建立不久，百废待举。国家科学规划把原子核物理研究列为重点，领导上希望他从事这一课题的理论研究工作。尽管他的兴趣在量子场论，还是欣然服从了国家需要。当时中国的原子核理论研究几乎是一片空白。经过几年的努力，在原子核相干结构、平均场独立粒子运动方面做出了为人瞩目的成果。他和合作者一起完成的《关于重原子核的壳结构理论》、《关于原子核独立粒子结构的力学基础》等研究工作，达到了当时这一学科相当高的水平。他们后来发表的《一个具有等间隔能谱的费米系统》和《原子核在短程力下的相干效应》等研究成果在当时位居国际前列。他们提出的相干结构模型与受到国际上重视的日本学者有马朗人（A.Arima）等人提出的相互

作用玻色子模型十分相似。而且两相比较，于敏他们的模型无论在物理图像上还是数学表达形式上都毫不逊色。彭桓武先生称赞于敏这段时间的工作说，在当初参加原子核理论调研的8个人中，“真正钻进去的只有于敏”。钱三强先生称赞于敏的工作“填补了我国原子核理论的空白”。1962年，诺贝尔物理学奖获得者、丹麦核物理学家玻尔（A.Bohr）访华时，于敏担任翻译，也时常讨论一些学术问题，同于敏一接触，玻尔就说他是个“出类拔萃的人”，还亲口邀请他去哥本哈根工作。

1955年，由于在原子核理论研究方面做出的成绩，于敏被授予全国青年社会主义建设积极分子称号。同时获得这一称号的还有大家熟悉的歌唱家郭兰英，演员田华，乒乓球运动员姜永宁、孙梅英，等等。

1956年于敏晋升为副研究员。于敏时年30岁。

1959年暑期，原子能所的核理论组与北京大学物理系一起，在成都举办了一期原子核理论培训班，主讲人是于敏和北京大学的杨立铭。他们的讲稿，后来以夏蓉为笔名出版，书名《原子核理论讲义》，是中国第一部原子核理论专著。同一时期，以于敏为组长的原子能研

热烈庆祝于敏院士荣获国家最高科学技术奖

研究所核理论组接纳了一批 20 余人来自全国各地的进修和访问学者，许多人回去后成了骨干。

于敏在原子核理论领域辛勤地耕耘了 10 年。在十几年的时间里，先后发表论文、著作和译著 20 多篇册。

面对美国的核威胁和核讹诈，1955 年 1 月 15 日毛泽东主持召开中共中央书记处扩大会议，历史性地作出了发展原子能事业、研制核武器的决定。

1961 年的一天，钱三强所长找于敏谈话，希望他参加 1960 年底在原子能所开始的氢弹原理研究。当时，中国的核武器研究机构正忙于研制第一枚原子弹，二机部党组在 1960 年末作出部署，要求原子能所在氢弹原理探索方面先行一步。在钱三强的直接领导下，1960 年 12 月成立了一个“轻核反应装置理论探索组”，组长是黄祖洽（他于 1961 年底调到核武器研究设计院兼职），于敏参加后任副组长。尽管于敏在这之前一直从事基础研究，他自己也觉得他的性格内向，喜欢宁静，比较适合做基础研究；加之，他当时的原子核理论研究正处在可能取得重要成果的关键时刻，但他还是毅然服从了组织的安排。他在后来写的一篇回忆中说：“这次变化，改变、决定了我的一生。三十年中，我一直深入实际，昼夜思虑，全力以赴。中华民族不欺侮旁人，也决不受旁人欺侮，核武器是一种保障手段。这种朴素民族感情、爱国思想一直是我的精神动力。”

核武器这个研究领域，当时对

于敏来说是完全陌生的。抓什么课题？于敏一直以毛泽东在《矛盾论》中所说的“外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用”作为研究工作的指导思想。氢弹内因是热核反应动力学，热核反应在高温、高密度等离子体中进行，辐射起重要作用。要掌握内因、创造外部条件必须研究这些领域的现象和规律。在原子能所的 4 年时间里，先后参加这项工作的有 40 余人，在黄祖洽和于敏领导下研究清楚了高温、高密度等离子体状态下许多基本现象和规律。包括核反应截面的研究，中子的慢化、扩散和核反应，中子-氙循环系统的内在规律和特征物理量，韧致辐射和康普顿散射在辐射能量损耗和传输中的作用，辐射热传导和辐射能量耗损在氢弹能量平衡中的作用，辐射平均自由程的理论计算，非热平衡现象，辐射波、冲击波和稀疏波的三波特性与相互作用的规律，热核燃料点火与燃烧的特征和规律，等等，为突破和研制氢弹奠定了一些必要的基础。当时研究工作的条件相当不好。氢弹反应过程的物理现象十分复杂，没有电子计算机辅助，研究工作是很难进行的。但当时中国只有每秒 1 万次的电子管计算机，能够分配给他们使用的时间每星期只有十几个小时。就在这样困难的条件下，他们解决了大量基础课题。后来于敏回忆说：“实践表明，当时所抓方向是正确的，发现的现象和规律是可靠的，奠定了许多探索氢弹必不可少的应用基础。氢弹物理设计包括原理、材料和构形三个要素，这三个要素是建

立在核武器物理基础之上的。只有重视应用基础研究，才能根深叶茂，源远流长。钱三强受二机部党组委托，在突破原子弹过程中，组织了氢弹原理研究，确是富有远见之举。我们在研究基础的同时，也不断探索实现氢弹的途径。解决了其中某些基本问题，提出了一些可能技术途径并建立了相应模型。在当时条件下，特别是在原子能所缺乏必要的原子弹知识（情况下），突破氢弹是不可能的。”

在这期间，他的工作在《原子能科学技术文献》上内部登载，有“关于带电粒子在等离子体中的慢化”（1961）；“处在辐射平衡下的高温等离子体的动力学”（1962）；“高温等离子体中物质与光之间的能量传递过程”（1962）；“关于热核系统的两个临界点”（1962）等。但大部分没有发表，以内部资料保存。

1964 年 10 月 16 日中国第一枚原子弹爆炸成功。这标志着中国已经掌握了设计制造原子弹的科学技术。研制氢弹的任务更加紧迫了。1965 年 1 月于敏和原子能所的部分同志被调到核武器研究设计院（九院），于敏担任理论部副主任。理论部在交出第一枚原子弹的物理设计方案后，从 1963 年起在彭桓武、朱光亚副院长和邓稼先主任、周光召副主任等的领导下已经开始了氢弹研究，进行了多路探索。理论部的探索对于敏的思想也颇有启发。在理论部，于敏还了解、掌握了必要的原子弹知识。但氢弹毕竟是复杂系统，探索过程十分艰苦。理论部的科研人员思想活跃，热情

热烈庆祝于敏院士荣获国家最高科学技术奖

很高，但一条条途径提出来又被否定了，设计氢弹的真正诀窍并没有掌握，时常会有“山穷水尽疑无路”的感觉。于敏没有丝毫懈怠，他与理论部的科研人员一起，在为找到这一诀窍而不停地苦苦思索着。

1965年9月27日，于敏带领理论部十三室的部分同志到上海利用华东计算机研究所的J501计算机对加强型原子弹模型进行优化设计，力求达到高威力。那时，大家都还年轻。1961年于敏开始研究氢弹时才34岁，1965年初调到九院时，也才38岁。这次与他一起出差的，大部分是刚出校门不久的年轻人。他们干劲十足，但是不熟悉氢弹的基本知识，也缺乏科研实践的锻炼。为了在工作中提高他们的水平，于敏选择了几个典型计算结果作了系统分析，结合理论作了系列学术报告。那些年轻同志从纸带里看不出来的东西，经过于敏一分析就变成了活的知识，透过现象触及到了事物的本质，一条条规律被归纳出来了。就这样通过把基础理论与计算机模拟计算的结合，深化了对规律的认识，找到了问题的关键，明确了充分进行热核反应的条件。但为了创造条件需要大量能量，而且只有利用核裂变能量才有可能。如何利用核裂变能，这又是一个高难度的物理问题。他回忆道：从裂变反应开始，“氢弹动作过程是由几个阶段组成的。各个阶段既互相区别又互相联系。每一阶段由前一阶段提供条件，环环相扣。各阶段都显示出标志特征的物理现象，这些现象是由互相矛盾的物理因素决定的。解决问题方法的实质

就在恰当地分解物理阶段，全面地分析起作用的诸种物理因素，掌握它们量的界限。这些因素有的起好作用，有的起坏作用。要想办法选用性能合适的材料，采取精巧结构，促进好因素，抑制坏因素。这就是核武器的原理、材料、构形三要素。基础是核武器物理。”他又开始了艰辛的探索，一面对问题进行物理分解，一面陆续报告讨论。在继续深入研究既定任务的同时，根据讨论中产生的新想法，又立即开辟新课题。如此紧张热烈，夜以继日，不断提出问题、解决问题，把工作一步步引向深入。他在回忆中说：“首先试算了两个模型，得到十分满意的结果。继续进行系统工作，发现了一批重要的物理现象和规律。通过这段工作形成了一套从原理到构形基本完整的物理方案。大家兴奋心情难以描述。邓稼先闻讯赶赴上海。稼先既是杰出的科学领导，又是认真细致的实干家。在他的领导下，理论部反复讨论，集思广益，方案更为完善。不久我们去了青海基地，我做了学术报告，理论和实验部门同志讨论了技术和测试问题。领导做出以新方案为主的决策。当时我最担心的是几个技术问题。我很佩服九院实验同志，他们在短短半年（时间里）解决了这些技术问题。1966年12月28日中国氢弹原理试验成功，1967年6月17日进行了威力为300万吨（注：实测值为330万吨TNT当量）的空投试验。中国突破了氢弹。使我尤其高兴的是当时我们使用的计算方法精度不高，但是在几个关键物理量上，试验结果却与设计值十分

符合。”对氢弹的原理突破于敏起了关键作用，立下了首功。尤其是抢在“文化大革命”这场大动乱之前做成了这件事，具有十分重要的意义。在各有核国家的核武库中，装备的都是氢弹。氢弹的原理突破和随后的发展，对形成我国核威慑力量其意义非同小可。

在氢弹突破之后，中国进行了氢弹武器化和研制小型化氢弹的工作。这些工作都十分艰辛，需要有多次的原理突破。直到20世纪80年代中期，在相当长的一段时间里，于敏是核武器理论研究、设计的主要负责人，主持和指导了大多数核试验装置和核武器物理方案的预先研究、设计和制定。在氢弹武器化和研制小型化氢弹的原理突破中他又作出了重大贡献，

中国从20世纪70年代后期开始开展了中子弹研究工作，经过80年代的核试验，掌握了中子弹技术。在领导中子弹研制中，于敏根据中子弹的特点提出了中子弹的设计指标，归纳了设计中要解决的几个主要环节，指出了可能的设计途径。他在探索氢弹原理时所建立的一些基本理论，在中子弹设计中发挥了重要作用。在设计过程中，他深刻分析了中子弹特殊的物理过程，及时抓住一系列关键性的技术难题，把他们列为研究课题，并领导解决了这些问题，使得中国掌握中子弹设计原理的目标，得以稳妥地实现。在掌握中子弹设计技术中，他又功居首位。

于敏对核武器发展战略研究有重要贡献。在制定中国核武器发展的长远规划中，于敏发挥了重要

热烈庆祝于敏院士荣获国家最高科学技术奖

的作用。在国防科工委领导下由于中国对核武器发展规划、目标选择和技术途径的确定采取了积极又慎重的态度，使得在实际发展中走的弯路比较少，因而能用比美苏少得多的核试验（截止1998年中，各核大国的核试验次数是：美国1056次，苏联715次，法国210次，英国45次，中国45次），少得多的经费，使设计技术达到了相当高的水平，走出了一条有自己特色的发展核武器的道路，这是了不起的成就。1986年初，邓稼先和于敏对世界核武器科学技术发展趋势作了深刻分析，对中国所处发展阶段作了准确估计，向国防科工委和中央提出了加速核试验的建议。事实证明，这项建议经中央采纳后，对中国核武器能达到国际先进水平起了重要作用。

于敏在不担任领导职务后，仍旧十分关心核武器研制中的重大方向与技术问题，经常考虑如何通过有限的核试验解决核武器的关键技术，如何在禁核试后确保中国核武器的可靠和安全，如何开展武器物理的实验室研究工作，并提出了很多带有战略眼光的指导性意见。

于敏十分重视核武器物理基础研究，在非平衡辐射流体力学、等离子体物理、中子物理、爆轰物理、统计物理等核武器物理所涉及的应用基础研究方面，都作出了重要贡献。中国的核武器研制能够不断高效发展的重要原因之一，就是在物理设计中，不但知其然，而且力求做到知其所以然。对这种优良

学风的形成和发展，于敏起了重要作用。

20世纪70年代初，于敏就意识到惯性约束聚变在国防上和能源上的重要意义。对全面禁核试后如何保证中国自卫反击核力量的有效性，他考虑得很多很多。1988年12月12日，他与王淦昌、王大珩院士一起上书邓小平等中央领导，建议加速发展中国惯性约束聚变研究并将它列入中国高技术发展计划。他们的建议被采纳后，中国的惯性约束聚变研究进入了新的发展阶段。

从20世纪80年代末开始，他还在组织、指导X光激光、自由电子激光研究上花费了不少心血。

于敏是很难复制的、有真才实学的、国家不可多得的人才。是国际一流的理论物理学家。是精通核武器物理各相关学科知识的核武器专家。

于敏文理兼通，爱好古诗词和古典文学名著，也酷爱京剧，喜欢打桥牌，看体育比赛。

1958年于敏与在原子能研究所从事行政工作的孙玉芹结婚。他们有一女一子。2012年8月孙玉芹因心脏病去世。

1980年恢复技术职称后任研究员，1981年3月于敏被选聘为中国科学院学部委员（1994年改称院士）。

于敏曾任二机部九院（后改名中国工程物理研究院）理论部主任，核武器理论研究所副所长，九院副院长兼核武器理论研究所所长，中国工程物理研究院科技委副

主任，能源部核工业总公司科技委副主任，1994年1月至今，任中国工程物理研究院高级科学顾问，1994年12月至今，任国防科工委（后改为总装备部）科技委名誉顾问、顾问。

1985年8月加入中国共产党。为表彰他的功绩，1984年四川省授予他劳动模范称号；1985年，核工业部授予他劳动模范称号，同年全国总工会授予他“五一”劳动奖章和全国优秀科技工作者称号；1987年4月，国务院授予他全国劳动模范称号。1982年获国家自然科学一等奖（排名第四，原子弹氢弹设计原理中的物理力学数学理论问题），1985年（排名第一，氢弹的突破和武器化）、1987年（排名第二， $\times\times$ 引爆弹装置的突破）、和1989年（排名第一，核武器的重大突破），三度获得国家科学技术进步奖特等奖。1992年获光华科技基金特等奖，1994年获求是科技基金会杰出科学家奖，1999年获中共中央、国务院和中央军委颁发的“两弹一星”功勋奖章。2008年5月4日，北京大学在建校110周年大会上，授予于敏等11名校友“杰出校友”荣誉称号。获2014年度国家最高科学技术奖。1996年出版《于敏论文集》（内部）。2006年出版《于敏院士论文报告选集》。他是第六、七、八届全国政协委员。

作者简介：郑绍唐 研究员，曾任北京应用物理与计算数学研究所副所长