

“老科学家学术成长资料采集工程”系列报道 (268)



孙承伟 承时代担当 铸国防基石

汤森 谭多望 赵峰

2019年12月12日，刚刚跨入耄耋之年的孙承伟收到了来自中国工程院院长李晓红的贺信，信中对孙院士进行了高度评价——“您以崇高的爱国情怀，勇敢扛起我国爆炸物理事业自主创新旗帜”。

正如八十年华诞贺信所述，作为我国著名的爆炸力学专家，孙承伟承担重任，把全部智慧和精力都贡献给了我国的国防事业——发展了爆炸物理，倡导了我国的电磁发射、高电压爆磁发生器和电磁内爆研究，并且做出了开拓性工作，为我国核武器发展作出了重要贡献。

从1963年来到“九院”起，五十七载风雨路，孙承伟始终与国家科技事业的发展同频共振，自主创新精神始终贯穿于他的奋斗历程，成为他最亮丽的人生底色。

孙承伟在事业上取得的卓越成就实现了其父对子女辈寄予的厚望：“只有一代胜一代，社会才能发展，国家才能前进，民族才有希望。要看看别人，努力前进；想想自己，莫虚此生。”

承家风，少年立志

成为国家的有用之才，是孙承伟的父亲孙启粹对7个子女的希望，也是他最大的心愿。曾历任学校教师、银行高级职员、孙启粹，解放后任职于中国民主促进会上海市委员会，为人正直谦和，办事缜思周密，爱好古文诗词和书法篆刻。

孙承伟的母亲周静珍数十年从事居民委员会工作，任劳任怨，热心为大家服务。孙承伟的父母关系和睦，非常重视对子女的培养教育，同时，教育理念也很开明。孙启粹并不关心子女具体考多少分，而是关注每个孩子有什么兴趣爱好，从而帮助孩子在特长上进行发展。孙承伟兄弟姐妹之间友爱互助，家庭文化气息甚浓，认真学习在家里蔚然成风。

在这样的家庭氛围下，孙承伟自小博览群书。他偏爱历史、文学及科普类书籍，常常流连忘返于附近的几家书店，甚至到了废寝忘食的地步。

喜欢手工制作的孙承伟，第一件作品是在上小学之前，用祖传的线筒加上钉子、算盘珠做成的坦克车，线筒的边上刻成齿轮一样的花纹，坦克车不仅可以平地开，还可以爬坡下坡。小小坦克车开启了小小少年对科学实践的浓厚兴趣，从此，他总是带着强烈的好奇心动脑琢磨着做一些小手工和小实验。从孩童时第一辆亲手做的简易坦克车到中学制作步枪、安装收音机、制作航模等，这些经历为孙承伟培养了超强的动手能力。

对科学实践的热爱也得益于父亲孙启粹的悉心引导。孙承伟曾经回忆，小学五年级时，有一天放学回家，天色已经很晚了，父亲说要带孩子们去看一个青少年科技创作展览，因怕地址不明迷路，父亲特意带着子女们坐车赶去观展。拓展子女的眼界是父亲一直很关注的事情。

孙启粹经常教导子女：对于不明白的问题一定要想清楚，不可以囫圇吞枣；不懂装懂是自欺欺人的表现，要想做成一件事没有捷径可走，认真努力永远是成功的基本要求……父亲的教导也成为孙承伟一贯秉持的做人做事准则，为他今后的事业成功打下了极其重要的基础。

1956年，党中央提出“向科学进军”的口号，国家也出版了很多从苏联翻译过来的科普读物，这对当时的知识分子以及大学生、中学生起到了很大的鼓舞作用，也使得正在上中学的孙承伟对弹道、钟摆以及天体运行等物理问题产生了浓厚兴趣，自此立下了科技报国的志向。

这一年，17岁的孙承伟与同学们共同制订了“向科学进军”学习计划。一次，他在新华书店买到一本苏联科普读物《控制论浅说》中文版，读后深受启发，大大增强了学习数理的积极性，也找到了他希望报考的本科专业志愿。

当时的孙承伟感觉到力学运动和自动控制有很大关系，“这里面有很多奥妙的东西我不懂，我想去了解”。在仔细查阅招生目录后，发现当时全国力学专业只有北京大学开设，于是，孙承伟便下决心报考北大学专业。

1957年，孙承伟梦想成真，如愿考入北大数学力学系力学专业，三年后分配到固体力学专业，至1963年夏季毕业。当时的北大力学系名师云集，周培源、钱敏、吴林襄、叶开沅、陈耀松、董铁宝、王仁、周光炯、孙天凤、黄敦等中国力学界前辈，先后来到力学专业任教，开设与承担力学专业的基础课程。

北大力学系向来重视基础课程教育，最好的老师都在教学一线，同时鼓励学生独立思考，因而，6年的北大学习生活给孙承伟带来了坚实的理论和独立思考的能力。

值得一提的是，孙承伟在北大数力系的木工车间得到了很好的锻炼。该车间主要做力学实验装置，在那里通过给老师傅打下手、聆听老师傅认真传授，酷爱动手的孙承伟学到了很多。虽然磨一把刨刀需两三个小时，很是费劲，但他慢慢琢磨出木工的门道。在车间，他学会了基本操作，像刨床、车床，以及很多木工活，感觉自己收获特别大。这段经历为他将来较强的实验能力打下了基础。

“我对实验本身还是感兴趣的。我并不认为动手就低人一等，动手也可以解决很多很难的问题。事情总得一步一步做出来，不动手怎么做啊。”理论和实验兼长的孙承伟曾经这样说。

1963年，孙承伟的毕业论文《三角形截面面力坝的固有振动》获得了“优等”的好成绩。在论文中，他把三角坝作为铁木辛科梁考虑，用函数级数方法得到了其振型和频率的近似解析解及数值解——当时还是手摇计算机，计算量非常大，经过一番努力，孙承伟得到了一个很好的计算结果。

在当时，很少有学生自己拟定论文题目，孙承伟所在的固体力学专业也只有他自己是自己拟定的题目。由此可见，善于独立思考、敢于自我创新的精神在那时就已初见端倪。



孙承伟的九口之家

承使命，结缘爆轰

1963年，孙承伟大学毕业，被分配到二机部北京地区。当他正准备去报到时，学校突然宣布收回原派遣令，另发了一份。孙承伟打开一看，上面没有单位，只有一个地址——青海西宁西关大街甲18号。

面对突如其来的变化，一头雾水的孙承伟就去学校打听到底是怎么回事，结果学校的答复是：学校并不清楚是怎么回事。当

时，孙承伟的毕业论文指导老师王大约做他的思想工作：“据我所知，这个单位非常重要，很多有名的学者、大科学家都到那儿去了。”接着王老师说：“你不要放弃，要想通。”孙承伟听了王老师的话，转念一想，肯定是很重要的任务，去就去吧。

1963年9月，孙承伟被分配到二机部九院（即中国工程物理研究院）实验部工作，来到了位于青海湖畔空气稀薄的金银滩草原。

当被问到初到草原、面对恶劣的生活环境是否失望时，孙承伟如是说：“我没有失望的感觉。刚从学校出来是没有科研能力的，就是懂一点基本的数理知识而已，但并不等于实验当中、实际工作中就有能力。”

当时，初来乍到的孙承伟被分配到二室一组，任务是研制“瓦片元件”。刘文翰是设计和实验方案负责人。新分配来的大学生受到了老同志们热情的接待，但很长一段时间，年轻人并不知道大家在做什么，因为根本看不出。孙承伟回忆，同年一起分去的西安交大物理系毕业的赵同虎曾经这样问他：“瓦片？什么叫瓦片？”孙承伟回答：“我也不知道，我也没看出来哪个东西像瓦片啊。”

就这样，初出茅庐的大学生们在老同志的带领下投入到当时热火朝天的原子弹研制攻关中，虽然当时他们并不知情。

其实，孙承伟加入了陈能宽指导、刘文翰负责的关键起爆元件课题组，从此，“让炸药更加有效、准确、安全地为武器作功”成为孙承伟锲而不舍研究爆轰的目标。

半年过后，当我国的第一颗原子弹正在准备热试验时，孙承伟转而承担新型号小型化元件的探索课题。他发现散心爆轰波驱动模型与大范围实验数据较好符合，而且不需要经验参数修正，可以作为设计的理论指导，由此提出了“三点调整设计方法”。在此基础上，依据变分求极值方法给出了极限条件，提出元件总高参数和允差的新计算方法，研制成功相对高度大为降低、波形质量显著提高的小型化元件，成功地应用于我国第一个武器化型号产品以及导弹核武器试验。这个设计方法一直沿用多个型号，成效显著。

1966年，孙承伟在王淦昌院士的指导下开始激光引爆炸药研究，他通过理论考虑和实验研究，弄清物理机制，提出光学窗口的正确设计，实现了激光对猛炸药的直接引爆，并得到系统的实验结果。“文革”时科研一度中断，1973年恢复工作后，孙承伟领导建立了所内的激光引爆实验室，研制成功两种安全性高、瞬发性好、引爆参数低的激光雷管，提出并制作了130枝多路均匀分岔组合光导束，研制了小型化Q开关激光器。1978年，他的团队成功实现百路激光雷管同步起爆，达到国际领先水平，获得1985年国家发明三等奖。

本世纪初，孙承伟了解到皮秒激光辐照驱动的金属薄膜能够瞬发引爆极敏感的炸药，及时指导学生开展这种新途径实验，很快取得了以较低激光能量引爆了PETN、HNS等炸药样品，进行了较好的数值模拟计算，并与剑桥大学卡文迪许实验室进行了交流。

承重担，硕果累累

自踏上爆轰研究之路，孙承伟承担时代担当，开拓创新，取得了累累硕果：

——上世纪七八十年代，为了给出更好的散心爆轰波驱动规律，在元件理论研究的基础上，孙承伟钻研了柱、球面散心波波后爆轰产物的流动理论。这是平面爆轰波解析解(Taylor波)在几何上的扩展。当时许多学者给出了柱、球面波后产物流动一端展开的近似解，但精度不高，原因在于没有考虑到此时爆轰产物流动区两端都是奇点。而孙承伟则分析了积分曲线两端的性态，用半幂级数修正得到了新颖的近似解析解，在波后全范围内与数值解偏差不超过3%，得到柱、球面爆轰波高精度近似解。90年代，孙承伟进一步完善这项研究，给出任意形式爆轰产物物态方程下散心爆轰波理论解的计算方法，并编写了从欧拉形式转换到拉格朗日形式的编码，使这个理论解可以进一步融入流体力学编程计算之中。至此，孙承伟创造性地构建了任意形式爆轰产物物态方程下柱、球面散心波高精度近似解、数值解和流体力学编程结合的方法。

——上世纪70年代末，孙承伟从理论上证明从正、反向爆轰驱动的平面刚性薄片表面反射的简单波都是虚拟的(“截断的”)中心简单波，完整地解决了一维爆轰驱动双向平面飞片的问题。他提出用瞬态爆轰驱动加以产物焓指数修正的模型，得到滑移爆轰驱动平面飞片问题更加有效和准确的计算公式。基于前述自相似散心爆轰波的研究，他给出爆轰产物驱动刚塑性柱壳、球壳和圆板等构型运动的近似解，为实用爆炸装置设计提供了有力工具。为了发挥爆轰驱动的最大潜力，孙承伟带领学生探索强爆轰波传播和多级爆轰驱动高速飞片方法，研究强爆轰产物物态方程、多级驱动的理论计算，0.2mm厚度平面钨飞片的实验速度已达到10km/s。

——1982年，孙承伟利用在华盛顿州立大学物理系冲击动力学实验室进修两年的机会，钻研了当时美国大型计算机专用的爆轰反应流动计算编码SIN和2DL，改编成为两个通用源码：SSS(一维)和WSU(二维)。回国后他继续扩充这些程序的功能，将其变为爆轰物理基础研究的有效工具。他也因此成为国内爆轰物理数值模拟研究开拓者之一。近几年来，他指导学生成功地把SSS编码扩展到了磁流体力学范围，成为多介质、多物理场和多连通区计算的有效工具。

1986年，孙承伟依据POP关系和唯一迹线假设，编写了计算炸药反应速率模型参数的计算程序，并完成了多种炸药的模型参数定标计算，为这方面研究搭建了平台。此外，他在组织指导新起爆部件研制的同时，对相关的爆轰波传播问题展开了深入研究。利用冲击波几何动力学理论和自己编制的二维编码，开展爆轰波绕射和拐角效应研究，计算各种炸药构型中爆轰波形的演化和绕射的不起爆范围，并得到实验验证，解决了许多工程应用问题。他对激光引爆炸药的理论和实验研究在国内享有盛名。

——1992年，孙承伟根据国外最新文献，洞察到爆轰冲击波动力学(DSD)理论对钝感炸药爆轰研究难题可能带来巨大革新，提出把该理论中曲率效应关系当作实验确定的炸药物性函数，则可以把爆轰波传播转变为运动几何学问题，没有必要去求解国外那时提出的复杂偏微分方程组。根据孙承伟提出的“广义几何光学原理”途径(即国外后来采用的广义 Huygens 原理)，可以直接获得完全正确的渐近波理论结果，并可用保留波阵面曲率信息的三次样条函数进行计算。孙承伟指导高文研制的GGQ2D编码，对爆轰波长程绕射波形做出准确预言，与钝感炸药大型爆轰实验结果十分符合，达到国际同类工作先进水平，并对不同环境条件下起爆器件性能的设计和实验研究起到重要作用。根据这项研究撰写

的论文，在1998年第11次国际爆轰学术会议上作了大会邀请报告。孙承伟指导学生在国际上首先应用等位面方法(Level Set)进行三维爆轰波传播DSD方法的研究，得到处理爆轰波相互作用问题的有效方法，他还指导学生把DSD计算耦合于复杂构型二维爆轰波驱动的流体力学数值模拟，系统地总结了以往各种类型实验数据，把相关工作提高到新的水准。这些研究工作不仅为核武器研制作出重要贡献，学术上也具有明显创新，达到较高的水平。

——上世纪80年代末期，国际形势急剧变化，中国工程物理研究院的发展徘徊在十字路口。面对爆轰学科发展形势，孙承伟敏锐地意识到钝感炸药(IHE)发爆理论研究与试验研究将会是近期发展方向，并提前进行了布局。

他带领流体物理研究所爆轰团队，对国外发表的IHE爆轰性能文献进行深入、独到的调研和分析，并在有关论证会上与不同方向的思想进行了多次辩论，认为这类炸药对武器安全性关系极大，而且性能可控、爆轰规律可知，建议尽快直接研制并使用。为此，孙承伟还特地给于敏先生去信，并收到了复信，信中于敏先生表示赞同他的观点。经过各方面的努力，领导及时做出了有关重大技术途径的决策。

该调研分析报告部分核心思想发表于1992年3月的内部学术刊物《高能密度物理》的《钝感高能炸药研究与武器爆轰物理的发展》一文中。文章以详实的数据、合理的假设、严密的逻辑、分析、论证了使用IHE的必要性、可行性和优越性。这是一篇反映孙承伟研究工作的重要论文，虽然刊登于等级不高的内部刊物，但却是理论联系实际典范，达到了科学、技术和工程三者的有机结合，在特定的历史时刻发挥了重要的作用。

吸引孙承伟注意的，经常是炸药爆轰理论和技术在国防科技和高能密度科学方面的独特应用，例如上世纪60年代后期王淦昌院士倡导的跟踪苏联独创的爆轰磁通量压缩技术。20年后，孙承伟团队恢复了这项工作并发展到相当水平。在电流发生器(MC-2型装置)方面，仿制的大型螺线管发生器已可输出幅值10MA的脉冲电流，自己研发的小型高压发生器成功地应用于高功率微波脉冲的产生。在强磁场发生器(MC-1型装置)方面，首次研制的2~3千克炸药量的小装置已获得上千特斯拉的强磁场，可对低密度物质实施数百万大气压的等熵压缩。同样，他的团队还研制成功炸药驱动的光学碘激光器。这些都是国内首创并达到国际水准的工作。

负责任，薪火相传

年轻时的孙承伟一直倾向于另外的学科，曾花费很多时间钻研，而时代的使命却使他站在了与爆炸、强光、高电压等极端条件打交道的特殊岗位。虽然这是始料未及的，但从17岁树立下科技报国的志愿——学以致用、报效祖国，始终是孙承伟一直坚守的人生责任，国家的需求更是他不懈探索、勇攀高峰的动力。

热爱会让人乐在其中，这一点在孙承伟身上尤为突出。对科学



孙承伟参加中国工程院第十次院士大会留影。

的热爱和对国家的责任，使他数十年来一直保持着对新技术的强烈好奇心，并沉浸其中潜心钻研，一以贯之地秉持着敢为人先的精神，在科学研究的道路上开拓创新，勇往直前。

多年取得的累累硕果是孙承伟不懈努力的丰碑，卓越的成绩让他成为当之无愧的学者、学科带头人、科学家。作为我国核武器科技事业自主创新发展的亲历者和创造者，孙承伟为我国国防科技事业发展立下了卓越功勋。

《道德经》中有道：含德之厚，比于赤子。就是说富有修养、品德之人犹如赤子。“科学顽童”是学生们对孙承伟的普遍印象——怀着科技报国的赤子之心，带着敏锐眼光在科学海洋中执着地探索与畅游的孙承伟让学生们敬佩不已，并成为他们效仿和追随的榜样。

物质和名誉一直是孙承伟所看淡的，能够穿暖吃饱足矣，他更关心的是事业如何发展和传承，认为这是他义不容辞的责任。他常说选择方向应当是“栽树”，根深蒂固、枝繁叶茂，不能是“种草”，广种薄收、难以永续。

把握未来的发展方向，有重点地培养后备力量，形成人才梯队，在实验研制设计过程中大胆起用年轻人，是孙承伟从刘文翰身上继承并一直秉持的原则。“两弹一星”精神中的“协同攻关”亦是始终坚守的科研理念。孙承伟认为现代科研工作是集体的成就，不是哪个天才独立完成的，但技术骨干的德识才学依旧是科研事业成败优劣的决定性因素，为此他承担起培养年轻人才的责任。

为了助力我国青年学者的成长，孙承伟主持撰写专著《应用爆轰物理》，该书的特色和深度受到一致好评，被评为全国研究生优秀教材。陈能宽院士在《应用爆轰物理》序言中写道：“与已经发表的一些爆轰专著不同，本书的特色在于理论、实际和应用的结合。本书结构严谨、思路清晰”“本书以许多实例说明并强调了解析理论、数值模拟与实验的结合，是发展爆轰学科、解决实际问题的必循途径。”

2005年，年过六旬的孙承伟历时5年，克服重重困难，终于将俄文《爆炸物理学》原著(两卷本，1500页)翻译成中文出版，该作品内容既深又广，成为爆炸力学的扛鼎之作。

为了培养后继人才，孙承伟甘为人梯。他擅长因材施教，修改学生或同事的论文稿件，常常写得密密麻麻，“红字比黑字多”。他所有的原稿、笔记、程序和下载资料，都毫无保留地提供给大家使用。他培养的数十名研究生很多已成为院、所的主要技术骨干，肩负起科研的重担。

繁霜尽是心头血，洒向千峰秋叶丹。在八十自述中，孙承伟深情地写道：“保持健康和良好心态，做些力所能及的事情，助力于青年一代顺利成长，为所热爱的科技事业略尽绵薄，就是我的心愿。”

薪火相传，弦歌永续，从少年立志到耄耋之年的老骥伏枥，孙承伟科技报国的初心未曾有过丝毫改变。2020年4月21日是我国原子弹研制第一次爆轰试验60周年，作为一个“爆轰”科研人，自1963年起，孙承伟便与这项艰难而光荣的事业结下了不解之缘，扛起了我国爆轰事业自主创新的重担。

孙承伟的科研成长经历和科学精神给后继者留下了深刻启示——唯有立志长期事业，坐得住冷板凳，经得起百般考验，去除浮躁气和功利心，才有可能有所成就；唯有砥砺奋进，发扬矢志创新的科学精神，敢于承担重担和责任，才能扛起铸国防基石的使命担当……

(作者单位：中国工程物理研究院流体物理研究所)

本版组稿负责人：张佳静