

# 胡思得：“我只是大海中的一颗小水滴”

院士口述·大国底气背后的故事

◎本报记者 都芃 陈瑜 吴叶凡

北京海淀区花园路6号院一栋灰色的4层小楼，是中国工程物理研究院(以下简称“中物院”，原二机部九局、九所)北京第九研究所史馆所在地。

11月15日，在所史馆一楼展厅，记者见到了中国工程院院士、中物院原院长胡思得。

1958年，为了研制核武器，二机部在北京设立九局、九所。同年9月底，复旦大学毕业生胡思得到九所一室报到。

他告诉记者，1959年，为了给苏联承诺提供的原子弹实物教学模型提供“安家之所”，九所修建了厂房样式的模型厅。然而，直至20世纪90年代被拆除，模型厅未等来任何原子弹模型。

望着空荡荡的模型厅，胡思得和同事们踏上了自力更生研制“两弹一星”的征程。

## “土方法”填补空白

1958年，胡思得报到时，室主任是邓稼先。

“老邓给了我们一本俄文版的《超声速度与冲击波》，让我们去北京各大图书馆多借几本。”胡思得说，但寻书无果，只能自己动手油印。

“资料印出来后，我们一人一册开始学，没有人告诉我们将来要干什么。”一个星期后，胡思得憋不住了，咨询了邓稼先。

“老邓向上级请示后，告诉我们，九所是搞原子弹的，一室负责理论研究，并强调一定不能向任何人透露。”胡思得听后，心里抑制不住地激动。

但摆在他们面前的，是一条难走的道路。

“模型厅盖好后，我们就开始等模型，但左等不来，右等不来。”胡思得说，后来，他知道，模型不会来了——1959年6月，苏联单方面撕毁协议，终止了原子弹援助计划。

我国决定自力更生研制原子弹。

“其实当时有人是持怀疑态度的，不相信我们能靠自己的力量造出原子弹。”但对胡思得来说，更多的是兴奋和坚定，中国人终于要研制自己的原子弹了。

在邓稼先的指导下，一室一直保持着互教互学的学术氛围。

“比如研究状态方程的时候，我因为比老邓多看了几篇文章，他就会让我给大家讲讲。”胡思得回忆，大家就这样你讲一段、我讲一段，把原子弹的基本理论吃透了。

胡思得领导的小组主要负责研究铀的状态方程。苏联原子弹用的裂变材料是钚，但我国那时没有钚，只有高浓缩铀。钚、铀的临界质量不一样，要进行原子弹理论设计，必须要掌握铀的状态方程，即高压下铀材料的密度、温度、压力和能量之间的关系。

在邓稼先的指导下，小组成员从一篇英文文献中找到了27种金属的冲击压缩数据(也称雨贡纽曲线)，以及如何通过这些数据求解材料状态方程的方法。

但27种金属中并不包括铀。铀的状态方程当时在国际上是保密的，国内也尚无实验条件。

“小组群策群力，提出是否可以由27种金属的雨贡纽曲线按各种物理参数进行排列比较，找到没有钚、只有高浓缩铀的‘雨贡纽曲线?’”胡思得说，这个想法得到大家的认可，他带领组员们分头工作。不久，组员李茂生负责的一个参数呈现出明显的相关

性，团队初步摸索出了铀的雨贡纽曲线。

这仅是第一步。

雨贡纽曲线的适用范围是几十万标准大气压以下。原子弹爆炸中，铀所经受的压力远超这一范围。如何将更大范围内铀的状态方程计算出来，胡思得想出了一个“土方法”。

他把整个状态方程分为了三段，对应三个范围。在低于百万标准大气压的范围内，用自己推出的雨贡纽曲线。在几亿标准大气压的极端高压范围内，“借用”托马斯-费米理论。之所以说“借用”，是因为此前这一理论被苏联专家认为只适用于天体物理研究。两个压力范围的中间部分，胡思得和同事根据上述两条方程曲线两端的走向进行外推连接，最终“凑”出了一个完整的状态方程。

回忆起当初的“土方法”，胡思得笑着说：“这实在是被逼出来的办法。”

对这个摸索出来的结果，谁也没把握。“这个时候，程开甲先生来到九所，给我们提供了很大帮助。”胡思得说，后来，他和团队看到一篇苏联学者发表的论文，发现其处理大范围状态方程的方式与他们大同小异。这也再次验证了胡思得等人方法的正确性。

后来，随着理论研究力量不断加强，相关理论研究水平也不断提升，有力支撑起原子弹的设计、生产、试验过程。

## 助力氢弹小型化研究

1962年下半年，原子弹理论设计方案已基本成型，九所的工作重心转入试验、生产阶段。从事理论设计的一室也开始着重点关注理论与实际结合，为此专门成立了理论联系实际小组，胡思得任组长。小组的任务是将理论设计方案带到青海221基地，与实验部门紧密合作，根据试验结果指导实际生产。

周光召非常重视这项工作。出发前，他特意约胡思得谈话。

“他对我说，搞科学工作，最重要的就是不放理论或试验中存在的任何疑点。当理论和实际不一致的时候，最可能有新的突破。”胡思得一直将周光召的这番话记在心里。

原子弹零部件对精密度的要求极高，导致成品率不高。这不仅拖慢了生产进度，也打击了工人的积极性。院领导找到理论联系实际小组，提出能否在保证试验成功的前提下，放宽公差要求?小组在深入生产一线调研后，提出了一个想法：对加工难度较大的零部件，适当放宽标准，然后通过提高容易加工部件的标准来补偿这种损失。

为了验证这一想法是否可行，胡思得和同事们深入加工车间和试验现场，亲自动手测量、计算，反复调试，拿出了一套调整办法，证明了这一想法的可行性。“我当时觉得很有意思，算是初步明白了理论应该如何联系实际。”胡思得说。

胡思得和同事们的努力大大加快了原子弹生产研制进程，并且为后来指导第一代核武器工程设计、生产、试验发挥了重要作用。

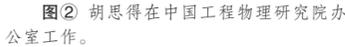
1964年10月16日晚，当我国第一颗原子弹成功爆炸的消息传来，身在青海221基地的胡思得加入了游行欢庆的队伍，喜悦填满心间。

第一颗原子弹成功爆炸后，胡思得和小组成员返回北京，被安排参与氢弹小型化研制工作。

氢弹小型化工作，关键点在于小。要变小，结构上必须要有重大改进，而结构的改变又会到装置性能等各方面产生影响。



图① 胡思得参加国际军控大会。



图② 胡思得在中国工程物理研究院办公室工作。



图③ 胡思得在西南科技大学作报告。受访者供图

由于此前几个核武器型号的研发工作都很成功，大家此时有些“轻敌”，忽视了可能存在的挑战，使得这项工作从理论到试验都出现了严重问题，导致了“三炮不出中子”事故。

“我们做了三次点火出中子的冷试验，结果都不理想。”胡思得后来反思，“当初大家有些得意忘形，步子迈得太大。做核武器研究其实就像在悬崖边行走，成功的道路只有窄窄一条，一不小心就掉下去了。”

为了打响这一“炮”，随后半年多时间里，在邓稼先、于敏的带领下，胡思得和同事们坚持理论和实际紧密联系，与试验人员紧密配合，共同设计试验方案，改进理论设计。

“我们齐心协力，一处处改进，冷试验前后做了七十多次。对从结构设计到加工生产中的各个环节，我们都有了更为深入的认识。”胡思得说，为了克服特殊构型对装置性能的影响，他和同事们凭借在理论联系实际中得来的经验，巧妙地对一些零部件作用时间进行了相应调整，取得了十分理想的效果。

“最后一次冷试验时，我们圆满解决了此前的问题，打响了这一‘炮’。”胡思得说，在这次工作中，于敏等人实事求是、严谨科学的治学态度给他留下了深刻印象，他也更懂得理论联系实际，以及从理论和试验的不一致中寻求突破的重要意义。

## 重心转向核军控研究

自参加工作以来，胡思得亲历了我国核武器事业从无到有的“高光”时刻，也见证了我国作为一个负责任核大国发展核武器事业的历程。

20世纪80年代中期，美苏等国已基本完成核武器研制所需的核试验工作，要求全面禁止核试验的声音愈加强烈。彼时，我国新一代核武器正处于爬坡跨越的关键时期，一旦被迫禁试，将给我国国防事业带来重大损失。

怀揣着对国防事业高度的责任心，已经病重的时任中物院院长邓稼先联合于敏启动了一项重要工作，向中央递交一份加快我国核试验步伐的建议书。

为了写好这份建议书，邓稼先和于敏在中物院北京第九研究所组织了一个调研小组，对核大国的核武器发展水平以及国际上的禁核试风潮进行详细分析。时任北京第九研究所副所长的胡思得也是调研小组的一员，他几次奔走于邓稼先的病床前，全程参与了建议书起草工作。

“老邓当时刚刚做完手术，切掉了部分



直肠，身子坐不下，只能窝在一个汽车轮胎的内胎上，逐字逐句修改建议书，一边改一边疼得直流冷汗。”回想起邓稼先，胡思得满是敬佩和心疼。

最终，经过细致研究、反复修改，这份言辞恳切、深思远虑的建议书日趋完善。

建议书递交后，中央高度重视，我国核武器发展也按下了“加速键”。1994年，胡思得被任命为中物院院长，主要工作继续围绕建议书展开，组织领导了我国此后的历次核试验。

1996年7月29日，是计划外增加的最后一次核试验的日子，这一天恰逢邓稼先去世十周年。在当日举行的动员大会上，胡思得回想起一路走来的历程，感慨万分，动情地对大家说：“老邓在天上看着我们呢，我们一定会成功!”

试验当天，一声巨响如约而至，试验圆满成功，这是中国最后一次核试验。同日，我国政府郑重宣布，从1996年7月30日起暂停核试验。

暂停核试验后，我国核武器事业该如何发展?这一问题，早在最后几次核试验期间，胡思得等人便已有所考虑。站在维护国家安全的战略高度，胡思得等人率先开启了中国最早的核军备控制研究。1989年，科学与国家安全研究项目(PSNSS)在中物院北京第九研究所成立，胡思得任研究组第一任组长。PSNSS成为我国对外开展核军控交流的重要窗口和平台。

1999年，从院长岗位退下来后，胡思得的工作重心都放在了核军控研究上。2003年，中物院战略研究中心成立，胡思得任首任主任。

如今，已经88岁的胡思得仍然关心核军控研究。没有特殊情况，他每天会去办公室工作半天，有时还要与年轻人开会讨论。年轻时多才多艺、身姿矫健的他如今饱受膝盖退化性病变的困扰，走路离不开拐杖，有时还须人搀扶。他还戴上了助听器。“好在眼睛还不错，看书不用放大镜。”胡思得总是这样乐观。

当记者问起，他如何定位自己在我国核武器事业中的角色时，他笑着摆了摆手说：“我只是大海中的一颗小水滴而已。借助集体的力量，我们可以波涛滚滚；如果离开了集体，很快就蒸掉了。”



扫一扫  
听院士讲述  
大国底气背后的  
故事

# 科学修复揭开旷世名画的秘密

本报记者 张盖伦

中国国家博物馆内，“率真与真实——卡拉瓦乔的艺术世界”展览正在展出。展览的唯一主角，是意大利画家卡拉瓦乔晚期杰作《沉醉中的抹大拉的马利亚》。

“以一幅真迹作品为中心而展开的展览，在我的策展生涯里，是非常罕见的。”中国国家博物馆副研究馆员、展览策展人诸葛英良希望，观众能够在这里慢下来，感受这幅伟大而传奇的作品。

卡拉瓦乔被视为从文艺复兴到巴洛克时代承上启下的人物。他的这幅画中，抹大拉的马利亚穿着白色长袍和红色斗篷。她的金发如同厚重的帘幕般倾泻在肩头和胸前，肌肤呈现出苍白的色调。强烈的阴影效果主宰了整个画面，抹大拉的马利亚的泪水在脸颊和下巴上流淌，耳朵在精心设计的灯光下若隐若现。

在艺术史上，《沉醉中的抹大拉的马利亚》是谜一般的存在，后世摹本高达近20个版本，但始终不见原作真容。直到2014年，消失400余年的原作横空出世。

著名修复专家辛齐亚·帕斯夸利及团队对这幅传奇画作进行了鉴定修复，整个过程耗时半年。其间，他们运用科学手段，揭开画作的秘密。

红外线假彩照相是一种无损技术，在绘画分析和诊断中发挥着关键作用。画作中的每种颜料都有独特的化学成分，通过这种方法可以识别各种颜料，检测复绘情况，并区分不同的画层。

修复团队用这种手段发现，画家在红色斗篷和粉红色的肤色上使用了赭石和清漆。画上还有铅白(主要用于绘画肌肤和白衬衫)、黄赭石(用于绘画头发)，以及土色、黑色以及用于绘画阴影和背景的少量绿色颜料。

紫外光检测显示，《沉醉中的抹大拉的马利亚》画作表面存在一层光油，可能是通过刷子或垫子不太均匀地涂抹上去的。肉眼观察，该光油呈黄色，它很可能是一种天然树脂。修复团队推测，该光油是相对近期涂到作品上的。

红外反射成像是一种利用红外光拍摄图像的方法，用于揭示绘画表面下隐藏的草稿和层次，提供关于艺术家创作过程和后续修改的相关信息。

抹大拉的马利亚的身体在看来被包裹于黑暗之中，但在作画之初，她是躺在洞穴内岩石上的，且画作左上角的洞口处还点缀着树叶和绿植。后来，这些创作被画家用深色的笔触遮盖了。

这与历史记载吻合：卡拉瓦乔以不用素描打稿而闻名，他喜欢直接在画布上着色，常常直接在现场作画。

对画作展开修复前，需要清洗。辛齐亚说，清洗是艺术品修复中最为精细且风险最大的操作之一。如果作品使用了不同的材料，或是相同材料但老化程度不同，就会出现溶解性差异。清洗，就是根据溶解性差异，溶解需要去除的物质。修复团队对画作进行了清洁测试，确定待清洁材料的溶解性，还确定了现有材料对溶剂的敏感度，以保证清洁溶剂不会对画层表面造成损害。

此次修复中的一项创新工作，是通过张紧画布来尝试减少表面变形。从画框上取下画布后，修复师使用了一种临时框架，该框架配有张紧弹力带，沿着画布周围与框架之间每隔10厘米就放置一条弹力带，从而实现可控的逐步张紧，校正了所有变形。

在对画布支撑层进行处理后，修复工作进入了绘画层的再整合阶段。

重新整合是修复的最后阶段，也是绘画的美学呈现阶段。通过填补缺口，并对这些缺口区域进行再整合，使作品的完整性得以恢复，视觉的可读性得到增强。

最后，再给作品涂上一层光油，保护其免受外部因素的侵害。这种光油经过精心挑选，与原始材料高度兼容。

可以说，《沉醉中的抹大拉的马利亚》的修复过程结合了技术精准性与艺术敏感性。辛齐亚表示，现代修复并不追求一锤定音，他们的修复也是完全可逆的。

科技手段同样在中国古代书画作品价值揭示及保护修复中发挥重要作用。通过对纤维的分析，可明确书画载体包括纸张、绢的种类和材质；利用大幅面X射线荧光扫描成像仪的元素分析成像功能，可直观、无损获取书画作品中表层颜料成分信息，还可得到颜料空间分布与含量变化。通过透射摄影，可观察书画命纸、背纸拼接等装裱情况，以及前人加固、补裱等修复痕迹，辅助修复人员了解书画内部状态……

诸葛英良说，艺术品修复的重要性，不仅在于物质形态的保存，更在于为深入探究艺术品的内在价值提供了宝贵机会。这些保护修复工作，拓宽了艺术品的内涵和外延，焕活了艺术家的思想精华，具有十分重要的研究价值和文化意义。



图① 《沉醉中的抹大拉的马利亚》。

图② 观众了解科学修复艺术珍品

的过程。本报记者 洪星摄

# 南京发现三国时期东吴重臣张昭家族墓

◎本报记者 金凤

南京市考古研究院日前宣布在南京发现三国时期东吴重臣张昭家族墓。这是南京地区继丁奉家族墓后发现的又一东吴重臣墓地。记者在考古现场看到，该墓位于南京市南部新城油库公园地块所处的丘陵最高处。目前，野外发掘工作已结束，考古人员正在推进文物修复和资料整理工作。

南京市考古研究院考古研究所负责人陈大海介绍，2022年7月—10月，为配合南京市南部新城油库公园建设，研究院对该项目地块开展了考古勘探工作，发现地下埋藏有大量古代墓葬。经国家文物局批准，南京市考古研究院于2023年11月起，对该项目地块内勘探发现的墓葬进行了考古发掘。

“这一地块的地表只有一层浅浅的表土。”陈大海说，“我们用探铲系统勘探，根据不同区域的土色、土质，判断有回填土的迹

象，而回填土区域往往就是墓葬。然后，我们进一步确定了墓葬开口的范围。这些墓葬分属汉代、六朝、宋代、明清等不同时期，部分墓葬还存在叠层相互打破的关系。”

截至目前，该地块已经清理出从汉代至清代的墓葬共计395座，其中以明清土坑墓居多，同时出土了瓷器、铜器、陶器、金器等遗物300余件。

值得关注的是，此次考古发掘中发现了一处非同寻常的家族墓葬。

“在铲除地表土后，我们发现有一批墓葬露出灰色砖，部分砖块上还有模印的十字放射性花纹。墓砖的尺寸也相近。”陈大海介绍，“这些墓葬的墓坑开口呈长方形，还带有逐渐变窄的墓道，是六朝早期墓葬常见的形制。”据统计，清理出的六朝墓葬共有43座，其中的8座墓葬最为特别。

“这8座中小型墓葬并排呈一字排列，都是土坑砖室结构，长约3米、宽约2米，多数带有斜坡墓道。墓葬间隔从一米至七八米不等，用的砖也比较相似。最特别的是，

其中多个墓葬后设有明暗结合的排水沟，它们在地下延伸，最终都与一条主排水沟相接，形成一套规划有序的地下排水系统。”陈大海说，此前考古人员在南京也发现过一些有两三条排水沟相连的家族墓葬。这一独特的排水系统，是证实这8座墓葬为家族墓的有力证据。同时，这片家族墓排列有序、方向一致，经严格统一规划，拥有明暗沟相结合的复杂排水网络，且保存较好，在六朝家族墓中较为少见。

确定是家族墓葬后，墓主人的身份就成为考古发掘的焦点。

陈大海介绍，这8座墓葬都有被扰动的痕迹，有的还有盗洞，导致部分墓葬的券顶坍塌。由于大部分墓葬的门都不适宜开启，考古人员便采用揭顶的方式清理遗物。这些遗物中，出现了少量的青瓷砚、青瓷甗、青瓷蛙形水注、金印章、铜弩机等。

最让人惊喜的，便是家族墓最西边的一座墓葬中出土了双方龟纽金印。两方金印各刻有“辅吴将军章”“姜侯之印”的文

字，考古人员结合相关史料以及墓葬形制结构所体现的年代特征，确定墓主为东吴重臣张昭。

陈大海介绍，张昭墓平面呈“凸”字形，由墓道、墓坑、砖室、排水沟等部分组成。墓室内部长3米、宽1.8米，除了金印，还出土有铜弩机、铜钱等遗物。此外，张昭家族墓出土的部分青瓷器制作精美、釉色莹润，堪称六朝青瓷的佳品。

“张昭家族墓的发现，丰富了南京地区六朝墓葬考古研究材料，对进一步深入研究东吴墓葬分区分期、墓葬演变以及丧葬习俗等具有重要参考价值。”陈大海说。

鉴于张昭家族墓所蕴含的历史信息极为丰富，南京市相关部门计划对其进行原址保护，并纳入油库公园设计方案中。

“下一步，我们将结合文献，研究考证张昭家族墓出土器物的文物信息，各个墓葬的具体修建年代，各个墓葬的主人及彼此的关系，深入揭示墓地内涵信息，以促进张昭家族墓的保护传承利用。”陈大海说。



图② 科学分析