

引用格式:樊小龙. 从纳粹德国“铀计划”的失败看重大科技项目治理. 中国科学院院刊, 2025, 40(Z2): 130-137, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20240701004.

Fan X L. Governance analysis of major scientific and technological projects from failure of Nazi Germany's "Uranprojekt". Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2025, 40(Z2): 130-137, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20240701004. (in Chinese)

从纳粹德国“铀计划”的失败 看重大科技项目治理

樊小龙

中国科学院自然科学史研究所 北京 100190

摘要 当前,世界进入新的动荡变革期,科学技术,尤其是带有全局性、战略性的重大科技项目日益成为大国角力的焦点。第二次世界大战时期,核武器研制曾在各国间掀起竞争浪潮并产生重大影响,有关历史经验对于我国当前谋划和实施重大科技项目、加快实现科技自立自强、决胜国际科技竞争挑战具有一定的参考价值。文章以纳粹德国“铀计划”(Uranprojekt)的项目治理为主要研究对象,尝试从战略定位、时间表、路线图、资源投入和管理支撑5个方面分析其在与“曼哈顿计划”的竞争当中落败的原因,在此基础上为我国当前重大科技项目治理建言献策。

关键词 纳粹德国“铀计划”,“曼哈顿计划”,重大科技项目治理

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20240701004

CSTR 32128.14.CASbulletin.20240701004

1939年4月,欧洲战云密布,与此同时,有关原子武器的秘闻不胫而走。纳粹德国率先行动,组成了由军事部门领导的“铀俱乐部”(Uranverein)并推出“铀计划”(Uranprojekt)。英美诸国紧随其后,也启动了相应的核武器研制项目——“曼哈顿计划”,双方之间就此展开了隐秘而激烈的较量。最终,“曼哈顿计划”后来居上,仅用短短27个月就研制出了货真价

实的原子弹,而占据先机的德国人在长达5年的时间里却几乎一事无成。

为什么纳粹德国没有研制成功原子武器?答案历来众说纷纭。许多学者轻率地以“‘铀计划’本该成功”作为默认前提,进而专注于分析德国“铀计划”的学术领袖们的心理活动与行为动机,结果陷入了有关海森堡等人是否曾对纳粹及其非正义战争消极抵制

资助项目:中国科学院战略研究与决策支持系统自然科学史专门项目(E4291J06ZY)

修改稿收到日期:2024年12月12日

等一系列道德评判与意识形态之争^[1-4]。

本文不讨论科学家在战争中的道德处境问题，而致力于纯粹探讨影响乃至决定项目实效的项目治理问题。就此而论，文章力主跳出“铀俱乐部”及少数人物研究的套路，转而将“铀计划”作为重大科研项目的整体存在还置于二战期间纳粹德国军事科技战略的系统布局，以及德国与反法西斯同盟（同盟国）的全方位殊死斗争的动态进程当中，以重大科技项目治理为切口，从项目的战略定位、时间表、路线图、资源投入和管理支撑5个方面检视德国“铀计划”在国际竞争当中落败的原因。

1 “铀计划”在纳粹德国战时军事科技版图 中的战略定位

一个项目的战略定位既明确其战略价值，也规定其资源投入与分配机制，从而在根本上划定了该项目的可能性空间。“铀计划”不是孤立的存在，而是纳粹德国战时军事科技版图中的一块——相较而言甚至始终只是其中微不足道的一块。必须看到，核物理及其在核能利用方面的技术前景并不是科学技术在二战时期的唯一增长点。德国不光有核计划，还有许多其他计划。事实上，自20世纪30年代起至二战结束，德国科学家和工程师开发了一系列令人印象深刻的科技成果：如喷气式发动机、弹道导弹、潜艇、红外线瞄准器、加密机械、合成燃料、合成橡胶等。这种情形不只存在于德国，在英国、美国亦复如是。

上述每一种创新与核武器一样，都能够满足国家的某种重大需求，也都意味着要求相应的资源投入。对于德国这样资源紧缺的国家，以及二战这样史无前例的战争^①，“铀计划”上马与否，乃至给予何种位置，不能只看收益，更须考虑成本；也不能只计算绝对成本，还应统筹考虑机会成本，即与其他科研任务

之间的优先级次序。从纳粹德国决策层的视角出发，“铀计划”相对于其他军事科技项目而言，既耗费巨大又可能旷日持久；从结果来看，其从来没有被当局列入优先级最高的一类，而充其量属于探索性的备选序列。相比较而言，“曼哈顿计划”从其诞生之初就是美国及其盟友的“天字号”项目，其战略地位远非德国“铀计划”可比。

因为只具有从属性而非支配性的地位，“铀计划”的资源供给与可能性空间并不稳固，而是与纳粹德国的战况密切相关。

在战事初期，德国利用20世纪30年代发展起来的常规武器取得了“辉煌”战果，对传说中的原子武器并不急于求成。“铀计划”在这一时期相对轻松的气氛中进展得颇为顺利。海森堡在计划开始后的3个月内即完成了一份综合性的技术报告，其中展望了核能利用的前景与途径，明确提出铀-235可以用来制造一种全新的爆炸物，其威力比以往最强力的炸药还要高出好几个数量级^[5]。这份报告日后被作为德国战时核能研究的蓝图，海森堡也因此成为德国“铀计划”的实际领导者。由此开始至1941年秋季，“铀计划”在诸如核链式反应的基础理论、核心实验、关键原材料，以及争取工业界和军界的支持等方面取得了一系列进展，呈现出一派“欣欣向荣”的景象。有鉴于此，海森堡曾不无兴奋地感叹道：“1941年9月起，一条引领我们通往原子弹的通途已经展现在面前！”^[6]

1941年冬天是二战和德国“铀计划”的共同分水岭。由于德军在苏联战场上的重大失利，以及日本偷袭珍珠港导致美国参战，整个二战形势陡然发生了决定性的转变。迫于战争压力，德国当局对军事科研项目进行大幅“优化”，只有那些承诺在短期内能直接应用于军事目的项目才会获得支持。

1942年2月26日及6月4日，军械局先后2次召集

① 据统计，德国在战争最后几年动员了超过40%的男性人口，投入了70%以上的国民收入。

军政界要员，讨论“铀计划”的前途。海森堡在2次会议中均作了主题报告。他关于核能与核武器的畅想虽然在与会者当中引发不小的震动；但是对于研发周期这一关键问题，则明确表示无法在二战结束前研制成功，这一表态最终促使作为主管方的军械局撤出了“铀计划”^[7]。虽然时任纳粹德国军备部长施佩尔仍然希冀核能用作某种潜艇或战机的动力，因而接力了对该计划的赞助，但是以“核武器研发”为直接目的的“铀计划”至此已事实性流产^[8]。

在德国“铀计划”遭遇重大战略收缩之际，美国认可了原子武器的价值与可行性，并“以一切可能的方式加快工作”^[9]。就这样，“曼哈顿计划”于1942年正式启动，美国人开始大张旗鼓地投资核武器计划，在通往原子弹的道路上阔步向前。可以说，正是“铀计划”在纳粹德国军事科技版图中的从属地位，从根本上决定了其在与“曼哈顿计划”较量中的败局。

2 “铀计划”的时间表

在大型科技项目竞争的赛场上，时间表往往是最关键的因素。德国的“铀计划”诞生于二战，帮助德国在二战中获胜是其根本使命。而战争总有终结之日，也必有敌我双方的生死竞速。因此，德国“铀计划”实际上在与两组时间赛跑。一个是战争持续的时间——项目必须赶在战争结束之前开花结果。另一个是德国的对手，以美国为首的同盟国核武器计划的完成时间——只有比对手的动作更快，这一研究才有价值。因此，观察和评价德国“铀计划”首先必须紧扣上述两个时间线，看它是否保持了战争进行周期内相对于竞争对手的比较优势。据此来看，德国“铀计划”既未能跑赢战争，又没有跑赢对手，同时逾越了两条时间红线，在速度上完败；反观“曼哈顿计划”，虽然反超了德国，却落在了战事的后头——美国原子弹在对德作战中没有来得及发挥实际效力，因此在速度上属于险胜。

德国人始终追求速战速决。而速胜抑或速败都将使核武器无用武之地。因此，德国战争部门在战略考量上最关心的始终是现役常规武器装备，而对核武器不甚上心。

同时，“铀俱乐部”则过分高估了核武器制造的技术门槛、制造成本，以及低估了同盟国的决心，以至于他们始终笃信核武器在短期内造不出来，更确信美国及其他同盟国不可能先造出来。根据海森堡回忆，德国外交部曾在1944年告诉他，美国威胁要在德累斯顿投下一颗铀弹。在被问及此事的可能性时，海森堡坚定地回答说：“不可能。”^[10]

德国人的预判有其依据。1940年以前，几乎所有科学家对于制造一颗“铀弹”的难度都过分高估了。以所需铀-235的临界质量为例，几乎所有估值都达数吨乃至数十吨之巨，而实际只需要数十千克。考虑到这种物质在自然界的稀缺性，以及将其从另一种铀的同位素铀-238当中分离出来的技术难度和成本，使得制造原子弹在当时看起来极不可能^[11]。

具有决定性的转折发生于1940年初，逃离德国的难民科学家奥托·弗里施和鲁道夫·皮尔斯在正确分析了核爆机理并估算了临界质量后确认了制造核武器的可行性，据此形成了著名的“弗里施-皮尔斯备忘录”。以此为基础，1941年英国科学家进一步完成了《莫德报告》（*The MAUD Report*），并通过与其美国盟友共享，最终催生了“曼哈顿计划”。然而，德国始终未能掌握这一关键信息。也正因此，其与同盟国在原子弹研制的时间表上存在重大错位：德国只将核弹作为其可能的长期目标，短期目标则是研制核反应堆，以及将核能用作舰艇或飞机的动力，因而“铀计划”更准确的称谓应当是“核能利用计划”^[12]；而“曼哈顿计划”的唯一目的就是在可预见的时间内生产原子武器。总而言之，德国的速胜战略、对原子弹研发周期的过分高估，以及对“曼哈顿计划”进度的无知，导致其“铀计划”缺少明确而合理的时间表，

从而在与对手的竞争中落于下风。

3 “铀计划”的路线图

科研计划的实施路径对其推进效率起着基础性作用。“铀计划”在实施过程中屡次发生重大决策失误，且始终未能纠偏，严重拖延了计划的推进节奏。这种现象不能仅归咎于个别科学家的疏忽、刻意或无能，还反映了该项目在顶层设计与治理规则当中的系统性漏洞。

3.1 减速剂：石墨与重水

海森堡在其1939年末的第一份研究报告当中既已明确，石墨和重水可作为核裂变反应的中子减速剂。然而，由于测试小组所用石墨掺杂的微量镉和硼导致了中子的大量流失，使其误以为石墨不适合作中子减速剂，且未参考其他研究者的正向结果。西门子公司普拉尼亚工厂实际上是当时世界上最主要的石墨供应商之一，其原本足以生产适用于科学研究与核武器制造的高纯电解石墨。但“铀俱乐部”在有关这一问题的关键讨论中，甚至没有邀请西门子的代表。就这样，石墨在没有被更深入讨论，也没有进行更大规模试验的情况下就被草率放弃了，这造成了德国“铀计划”的最严重延误。因为自此以后，德国人将只能依靠重水，后者较石墨更为稀缺。而美国在芝加哥建设的第一座反应堆所使用的减速剂正是石墨。

3.2 错失钚弹捷径

1940年，美国、德国科学家先后发现铀-238在铀核反应中生成第93号元素镎，随后又发现镎元素可衰变为94号元素钚。1941年，德国科学家先后从理论上证实了钚发生连锁反应的可能性，以及完成了《关于在第94号新元素钚基础上的能量生产问题》的报告，这2项研究内容被分送给德国当时主要的科学家。这实际为核武器开辟了一条捷径，原本是具有里程碑意义的进展，将有望使德国从繁重的铀-235的分离提取流程中解脱出来，从而大大提升核弹的研制速度。然

而这2项研究议题最终只是在小范围内被短暂讨论，并随即被雪藏，后续研究再无踪迹^[13]。而因为错失钚弹的捷径，德国“铀计划”愈加落后于对手。

3.3 反应堆结构设计之争

在1940—1945年间，德国“铀计划”的反应堆试验总共进行了22次。当时，试验反应堆在结构方面主要有2种设计：①海森堡提出的金属铀与重水分层交替的布局设计；②迪布纳提出采用铀金属棒浸没在重水中的结构方案——类似于“曼哈顿计划”中所采用的设计。尽管后一种方案测得的中子增值指标显著高于前一种方案的历次测试结果，但海森堡在莱比锡实验室的严重事故之后，仍然坚持在柏林重新建设了类似的反应堆。1945年春季，海森堡终于向迪布纳的方案妥协，其所进行的最后一次试验尽管仍然没有突破临界状态，但中子的增殖率比以往都高，可惜已无时间再继续开展研究。2种反应堆设计的路线之争不仅分散了宝贵的重水资源，使得本就短缺的原料消耗进一步加剧，而且影响了双方的研究质量和效率，最终使“铀计划”走入穷途。

4 “铀计划”的资源投入

资源是科研项目的生命线，相比于“曼哈顿计划”，德国“铀计划”在人才、关键物资和装备等资源方面投入不足，配置和使用不得当，显著影响了计划的实施效率。

4.1 自毁长城式的人才政策

人才是重大科技项目最重要的资源。而在纳粹德国，荒谬的种族政策却将一大批世界上最有才华的科学家拱手让人，其中包括首先提出了核链式反应概念的利奥·西拉德、参与解释核裂变的奥托·弗里施，以及与其合作研究炸弹引爆机制的鲁道夫·皮尔斯、正确计算核链式反应所需临界质量的汉斯·贝特等。逃离德国的爱因斯坦虽然没有直接参与原子弹的制造，但他写给美国时任总统罗斯福关于德国原子弹威胁的

信在开启“曼哈顿计划”方面发挥了重要作用。

德国“铀计划”也没有对其国内尚存的人才充分调动和善加利用。在战事初期，大批理科学生、青年乃至高级科学家、工程师和技术专家被征召入伍，这严重消耗了“铀计划”所需的潜在人力资源。“铀计划”在最佳状态的参与者也不过100多人，而“曼哈顿计划”中仅科技人员就有近1000人。此外，不少重要科学家因为身份或政治立场而被排除在外，使“铀计划”自身遭受了不必要的损失。如原柏林工业大学物理学系主任古斯塔夫·赫兹曾开发气体扩散分离法，这一方法后来成为“曼哈顿计划”中生产铀-235的主要方法，但由于赫兹的犹太血统，这一研究在德国被迫中止。

4.2 关键物资与设备保障不力

对“铀计划”来说，铀和重水是开展核试验最关键的物资。在“铀计划”前期，铀原本足够使用，但并没有充分利用。1938年底，德国侵占苏台德地区使之获得了欧洲大陆上唯一重要的铀库。1942年夏，当时世界上最大铀生产商之一的布鲁塞尔矿业联合企业再度落入德国之手。德国还拥有奥尔公司等一众稀有金属冶炼行业的头部企业，能够大规模地生产氧化铀。此外，占铀储量绝大多数的比利时高品位铀矿也由德国控制。然而资料显示，“铀计划”所实际使用的铀尽数来自约阿希姆斯塔尔矿山，上述丰富的铀资源始终未被调用^[14]。重水从始至终是钳制“铀计划”的因素，“铀计划”启动之际，可供科学家实验使用的重水仅有区区几升而已。当时，挪威水电公司是世界上唯一能够大规模生产重水的企业。而就在德国进攻挪威前不到1个月的时候，法国人率先行动，将挪威水电的重水库存悉数收入囊中并转运法国；这些重水日后又转运英国，德国错失重要战略资源。1943年11月16日，继英国人的破坏之后，美国战略航空兵的轰炸机群再次空袭挪威水电公司，终于迫使其重水工厂彻底关闭，“铀计划”的重水供应自此近乎断绝。

而德国在境内建厂生产重水的计划因空袭和预算问题也未能成功。规模是决定核反应堆成败的关键要素之一，在“铀计划”后期，铀和重水等关键物资的短缺严重限制了核试验的规模，这是导致试验频频失败的一个重要原因^[15]。

德国“铀计划”最令人难以置信的一点是，在核物理实验研究中最重要工具之一——高能回旋加速器在“铀计划”的整个进程中几乎没有发挥实质性作用。在德国国内，除了波恩大学原有的一个小型的加速器外，德国实验物理学家沃尔特·博特曾历时6年在海德堡建成一个回旋加速器，但这台机器直到1944年秋才投入运行，并且只用于医学和生物研究^[16]。尽管在“铀计划”一开始，德国曾拟定建造另外若干台回旋加速器的计划，但因为核武器研制各参与方之间的明争暗斗，生产计划始终停留在图纸阶段。位于德国军事战略区的巴黎和哥本哈根原本各有1台回旋加速器，但出于保密以及其他各种莫名其妙的原因，两地的设施既没有征调至德国本土，也没有在当地充分加以利用。这是“铀计划”推进迟缓，以及钚研究等重要议题未能深入开展的关键原因之一。

5 “铀计划”的管理支撑

管理支撑对于核武器开发这样的典型大科学工程的重要性毋庸置疑。纳粹德国“铀计划”在这方面相比于“曼哈顿计划”存在一系列严重缺陷，这是该计划执行不力的重要原因之一。

5.1 “铀计划”缺少一个共同目标

“曼哈顿计划”的军方负责人格罗夫斯在总结“曼哈顿计划”的成功经验时，最先强调的是其“有一个明确的、准确无误的具体目标”^[17]。这一目标来源于对项目使命定位的深刻理解和准确把握。“铀计划”从一开始就在对战争进程、核爆难度及对手进度的估计中引入了严重偏差，致使该计划始终没有形成清晰合理的目标，反而“铀俱乐部”内部滋长了盲目

自大的情绪，降低了必要的危机与紧迫感。此外，由于缺乏强有力的领导，“铀计划”各组成单元乃至于个体成员之间就项目目标始终存在严重分歧，这进一步造成项目的割裂和低效。

5.2 “铀计划”缺乏有效的统一领导

弗朗茨·利奥波德·诺伊曼^[18]将纳粹政权描述为一个由军队、大企业、公务员和政党组成的多元联盟，这些力量有时会进行合作，但大多会发生冲突。这一特征同样表现在“铀计划”的组织架构当中。“铀计划”从一开始即为多方参与，而互不隶属，其主导方也几经轮换，最先是德国教育部，而后是陆军，到后来，空军、海军乃至邮政部也通过各种形式介入其中。在“铀计划”内部，海森堡与迪布纳的分歧则是公开的秘密。由于缺乏有效的统一领导，不同的参与主体各怀私心，彼此展开恶性竞争，不仅使许多重大事项长期迁延不决（如重水工厂与回旋加速器的建造计划），也令本不富裕的资源更显捉襟见肘，对“铀计划”造成了持续的负面影响。

5.3 “铀计划”缺少必要的交流和协作机制

“铀计划”没有设置固定而统一的办公地与组织机构，众多研究小组分散在德国各地，加之保密问题，彼此之间缺乏交流，不仅不利于激发科技工作者的创造性，并且容易因误解诱发失误^[19]。

此外，“铀计划”所涉及的不纯粹是科学问题，而是关乎技术、工程、管理、经济、军事、政治等多领域的综合事项。需要最大限度地调动各方资源，动员和协调好各方关系，尤其是科技界和工业界的关系。德国科学界与工业界原本具有良好的合作传统。而核武器研制的主体其实是工业制造，德国的冶金、钢铁、化工与机械工业原本具有世界一流的生产技术，本应能够在这方面大展拳脚。然而，“铀计划”始终裹足于实验室研究，有关技术转化和工业制造动作迟缓，其主要原因之一是缺少强有力的领导和必要的协作机制。例如，“铀计划”曾发展出若干同位素

分离方法，尽管其中一些方法已经进行了实验室级别的测试，但通往大规模技术转化的决定性步骤却从没有实现过。反观美国，曾同时支持尚处于实验室研究阶段的气体扩散、离心机、电磁分离和液体热扩散4种不同的铀-235的分离方法，这正是用资源换时间的逻辑。

5.4 “铀计划”的组织文化存在重大问题

最后，不可避免的一点是“铀计划”在组织文化方面存在的问题。

(1) “铀计划”缺少必要的紧张氛围，自由散漫，效率低下。以该计划首席科学家为例，1942年起，海森堡将大把时间用于“铀计划”以外的事务：他作为柏林大学教授正常授课并指导研究生；在不同的国家旅行并做演讲；1943年和1944年在《时代物理学》(Zeitschrift für Physik)上发表了关于基本粒子理论可观测值的3篇长篇文章；1942年组织了关于宇宙射线的学术讨论会，并于次年将论文结集出版；他还积极参与柏林的学术界和知识分子圈子，包括著名的星期三协会。海森堡的高频公开露面甚至成功迷惑了对手，以至于在苏联看来，德国没有研制原子弹的迹象。相比之下，海森堡在“曼哈顿计划”的中敌手——奥本海默则是一个高度专注和尽责的学术领袖，据说他在“曼哈顿计划”实施的3年中只有过1次短暂离岗。显而易见，为保证科研计划的高效推进，纪律与自由之间需要取得必要的平衡。在这方面，美国的洛斯阿拉莫斯国家实验室曾施行过“铁窗内的学术自由”，有效地推动了美国核计划的实施，可以作为借鉴。

(2) 德国科学家对“铀计划”表现出集体性的麻木和缺乏创造性。显而易见，正是纳粹政权的威压摧毁了科学家的自发性和责任感，大家不敢说真话，更不敢作承诺，即便是在项目屡次出现重大差错之时也保持集体缄默。海森堡曾回忆说：“在1942年春天，我没有勇气向政府建议雇佣12万人来生产1颗核武器。”1968年，当海森堡重申自己“不想参与炸弹研

制”的立场时，他进一步补充说：“我不想把它理想化——我们这样做也是为了自己的人身安全。”^[20]这种对责任的群体性麻木和恐惧显著增加了“铀计划”失误的可能性。

6 历史教训与政策启示

纳粹德国“铀计划”的历史为我国当前重大科研项目治理提供了5点经验。

(1) 重大科研项目应通盘考虑国家整体战略布局，精准对标国家重大需求，明确自身使命定位。纳粹德国“铀计划”的失败从根本上看，是因为没有找准自身的使命定位，不能与国家的整体战略布局有效契合，始终徘徊于边缘位置，这决定了其在与“曼哈顿计划”的竞争中处于弱势地位。

(2) 重大科研项目应充分开展可行性研究和情报工作，牢牢把握时间红线。纳粹德国“铀计划”未能有效开展预研究与可行性评估，且未能获得情报工作的有效支撑，从而严重误导了项目的整体进度安排，为其落败埋下祸根。

(3) 重大科研项目应科学拟定研究路线，引入有效的应变和纠错机制。纳粹德国“铀计划”屡屡发生重大技术路线失误，且不能自主及时纠偏，严重拖延了计划的进度。

(4) 重大科研项目应妥善保障人才、关键物资与设备供应，并合理进行资源配置使用。“铀计划”的历史教训表明，人才是科研项目成败的关键，应不遗余力地吸引人才，成就人才；重要物资和设备直接关乎研究的成效，需要充分予以保障，并且应科学合理配置和使用，避免恶性竞争与滥用。

(5) 重大科研项目应注意培育优良的项目文化，充分发挥科学家的主观能动性。“铀计划”的失败凸显了重大科研项目文化建设的重要价值。应围绕项目战略目标，系统谋划项目的组织管理机制，凝聚共识，推进交流协作，营造紧张活泼的科研氛围。重视

科研人员精神状态营养，注重发扬科学家精神，充分发挥科学家的主观能动性。

参考文献

- 1 Heisenberg W. Research in Germany on the technical application of atomic energy. *Nature*, 1947, 160: 211-215.
- 2 Jungk B. *Brighter Than A Thousand Suns: A Personal History of the Atomic Scientists*. New York: Harcourt, Brace, and Company, 1958: 102-104.
- 3 Irving D. *The German Atomic Bomb*. New York: Simon and Schuster, 1967: 303.
- 4 Powers T. *Heisenberg's War: The Secret History of the German Bomb*. London: Jonathan Cape, 1993: 479.
- 5 Heisenberg W. *Die Moglichkek der Technischen Energiegewinnung aus der Uranspaltung*. Heisenberg: *Collected Works*, Vol. A2. 396.
- 6 Paul Lawrence R. *Heisenberg and the Nazi Atomic Bomb Project, 1939-1945: A Study in German Culture*. Berkeley: University of California Press, 1998: 56.
- 7 Walker M. *German National Socialism and the Quest for Nuclear Power, 1939—1949*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993: 46-60.
- 8 Speer A. *Inside the Third Reich*. New York: Collier Books, 1970: 226.
- 9 Groves L. *Now It Can Be Told: The Story of the Manhattan Project*. New York: Harper & Brothers, 1962: 26.
- 10 Hoffman D. *Operation Epsilon: Die Farm Hall Protokolle oder die Angst der Alliierten vor der deutschen Atombombe*. Berlin: Berlin Rohwohlt, 1993: 145-77.
- 11 Wheeler J A. The Discovery of Fission. *Physics Today*, 1967, 20: 49-52.
- 12 张跃, 汉斯 A. 贝特. 德国的铀工程. *现代物理知识*, 2004, 16(05): 67-68.
Zhang Y, Bethe Hans A. The German uranium project. *Modern Physics Knowledge*, 2004, 16(05): 67-68. (in Chinese)
- 13 Walker M. *Nazi Science: Myth, Truth, and the German Atomic Bomb*. New York: Plenum Press, 1995: 225.
- 14 Popp M, de Klerk P. The Peculiarities of the German Uranium Project (1939—1945). *Journal of Nuclear Engineering*,

- 2023, 4(3): 634-653.
- 15 Paul Lawrence R. Heisenberg and the Nazi Atomic Bomb Project, 1939—1945: A Study in German Culture. Berkeley: University of California Press, 1998: 189-203.
- 16 Max-Planck-Institut für Kernphysik. Von Kernphysik und Kosmochemie zu Quantendynamik und Astroteilchenphysik. Heidelberg: MPI Kernphysik, 2008: 2.
- 17 Groves L. Now It Can Be Told: The Story of the Manhattan Project. New York: Harper & Brothers, 1962: 147.
- 18 Neumann F. Behemoth: The Structure and Practice of National Socialism, 1933—1944. Chicago: Ivan Richard Dee, 2009: 365-369.
- 19 Kant H. Werner Heisenberg and the German Uranium Project on the website of Max Planck Institute for the History of Science. (2002-07-26) [2024-08-19]. <https://www.mpiwg-berlin.mpg.de/Preprints/P203.PDF>.
- 20 Walker M. Nazi Science: Myth, Truth, and the German Atomic Bomb. New York: Plenum Press, 1995: 230.

Governance analysis of major scientific and technological projects from failure of Nazi Germany's "Uranprojekt"

FAN Xiaolong

(Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract The world today has entered a new period of turbulence, science and technology, especially those major projects with overall and strategic significance, have increasingly become the focus of tussle between major powers. During the World War II, the development of nuclear weapons once set off a wave of international competition and had a significant impact to the history. Relevant experience has certain reference value for China's current planning and implementation of major scientific and technological projects, accelerating the realization of scientific and technological self-reliance, and winning the challenge of international scientific and technological competition. This study takes the uranium project governance of Nazi Germany (Uranprojekt) as the main theme, attempts to reveal the reason for its failure in the competition with the Manhattan Project from five aspects: strategic positioning, timetable, road map, investment, and management, and on this basis provides suggestions for the governance of major science and technology projects in China.

Keywords Uranprojekt, Manhattan Project, major science and technology project governance

樊小龙 中国科学院自然科学史研究所副研究员。主要研究领域:科学革命、近现代化学史等。E-mail: fanxl@ihns.ac.cn

FAN Xiaolong Associate Researcher of Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences. His main research fields cover scientific revolution, history of modern and contemporary chemistry, etc. E-mail: fanxl@ihns.ac.cn

■ 责任编辑: 文彦杰