

谈书说人之五

朗道参与苏联核武器研究之始末

刘寄星[†]

(中国科学院理论物理研究所 北京 100190)

2021-05-22收到

[†] email: lxx@mail.itp.ac.cn

DOI: 10.7693/wl20210608

朗道1929—1931年在欧洲访问学习期间,曾经结识了两位特殊的朋友并与他们有过科学合作¹⁾。一位是匈牙利人爱德华·特勒(Edward Teller),此人后来去了美国,积极推动美国政府发展热核武器,成为赫赫有名的美国“氢弹之父”。另一位是他1930年在苏黎世访问泡利时结识的奥地利物理学家鲁道夫·派尔斯,派尔斯不仅把当初朗道、伽莫夫、布隆斯坦等人组成的“爵士乐队”的“桂冠女诗人”叶芙根尼娅·康涅吉塞(Evgenia Kanegisser)娶走,而且早在1939年底就与最早解释了铀核裂变的同胞奥托·弗里施一起,率先计算了铀的临界质量,鼓动英国政府发展原子武器,促成英国的“合金管”核计划。之后他作为英国方面的成员赴美参与“曼哈顿计划”,受到汉斯·贝特的重用,在美国原子弹研制成功中功勋卓著,被英国皇家授予了爵位。至于朗道本人,虽然不像他那两个朋友那样在

核武器界声名显赫,却也在苏联核武器发展中起了重要的作用。

关于朗道参与苏联核武器研究的过程和在其中所起的作用,相当长时间以来存在不少传闻,但缺少切实的记述。2008年郝柏林同志为《物理》撰写特约文章“朗道百年”时,笔者曾协助他收集过有关资料,为该文“朗道与苏联社会”一节中一段不到300字的朗道参加苏联核武器研究情况提供了素材。当时虽然觉得这段话不足以概括朗道在这方面的全部贡献,但苦于没有详实可信的新材料可以补充,颇觉遗憾。令人高兴的是,根据俄罗斯总统1995年的指令,俄罗斯原子能总公司的利亚别夫担任主编,历经14年辛苦整理,于2009年出齐了以《苏联核计划——文件与资料》为总书目的苏联从1942至1956年发展核武器的全部解密文件和资料共3卷11册²⁾,使得人们可以追溯苏联核武器研究的全过程。而且2008年之

后,在正式学术刊物上出现了专门研究朗道参与核武器研究的论文³⁾,且陆续有大量核武器研制亲历者的回忆录发表,其中不少提及朗道的工作,特别是朗道的学生哈拉特尼科夫³⁾的回忆录更具体地讲述了他朗道领导下从事核武器研究的全过程³⁾。本文主要根据这些材料,试图较为系统地将朗道为苏联核武器研制作出的贡献介绍给对此感兴趣的读者。

1 朗道是如何加入核武器研究的?

早在二战爆发之前,苏联已经开始了原子核物理学的研究,先是1932年乌克兰物理技术研究所实现了锂核的裂变,之后列宁格勒物理技术研究所老约飞(阿布拉姆·约飞)的提议下,建立了以伊戈尔·库尔恰托夫³⁾(图1)为领导的核物理研究室,他们建成苏联国内首台回旋

1) 朗道与E.Teller合作的文章为: L. Landau and E. Teller, Zur Theorie der Schalldispersion, *Phys. Z. Sowjet.* 10, 34 (1936); 他与R.派尔斯合作的文章为: L. Landau und R. Peierls, Quantenelektrodynamik im Koixfigurationsraum, *Z. Phys.* 62, 188 (1930). L. Landau und R. Peierls, Erweiterung des Unbestimmtheitsprinzips für die relativistische Quantentheorie, *Z. Phys.* 69, 56 (1931).

2) 伊萨克·哈拉特尼科夫(1919—2021),苏联科学院院士,1941年毕业于第聂伯罗彼得洛夫斯克大学,同年被朗道接受为研究生,但因卫国战争爆发应征入伍,直到1945年胜利后方进入苏联科学院物理问题研究所作研究生,后随朗道从事核武器研究。他在超导、量子液体、量子场论及宇宙学方面多有建树。1965年组织筹建了苏联科学院朗道理论物理研究所并担任第一任所长(1965—1992)。

3) 伊戈尔·瓦西里耶维奇·库尔恰托夫(1903—1960),苏联科学院院士,三次社会主义劳动英雄称号获得者。1923年毕业于克里米亚大学,1924年起在列宁格勒物理技术研究所工作,先从事铁电体和半导体研究,1932年起转入核物理和中子物理研究。1943年3月被任命为第二实验室主任,开始担任苏联核计划的科学总负责人。在他领导下苏联成功地研制出原子弹和氢弹(1949, 1953),并建成世界上第一座核电站(1954)。库尔恰托夫知人善任、公正无私、勇于负责,善于处理人际关系,深受苏联科学界尊敬。



图1 伊戈尔·库尔恰托夫(1903—1960) 图2 1942年的弗列洛夫(1913—1990)

图3 尤里·哈利顿(1904—1996) 图4 雅科夫·泽尔多维奇(1914—1987)

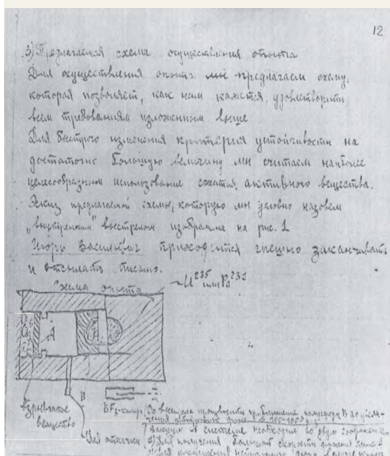


图5 弗列洛夫1941年12月致库尔恰托夫信的第12页，信中的图为他提出的原子弹草图

加速器，开展理论和实验核物理研究，取得不少成果。特别是1939年之后加强了重核裂变的研究，其中标志性的成果是青年研究员格奥尔基·弗列洛夫(图2)和康斯坦丁·彼得扎克1940年首次在实验中发现了铀核的自发裂变。1939年，苏联科

学院化学物理研究所的尤里·哈利顿⁴⁾(图3)和雅科夫·泽尔多维奇⁵⁾(图4)计算了中子轰击铀235核的链式反应持续的条件，估算出了铀235可作为爆炸物的临界质量约为10公斤⁶⁾。1941年6月卫国战争爆发后，库尔恰托夫紧急带领他的团队从事为苏联海军军舰防水雷消磁工作，被迫完全停止了核物理研究。

苏联正式决定重新恢复核研究时间是1942年。促成恢复核研究的推动力有三：其一是当时苏联情报人员获得了英国开展铀计划的情报，其二是苏联的敌后游击队从一名被打死的德国军官的皮包中缴获了德国人进行铀弹研究的信息，其三是当时已经应征入伍的弗列洛夫从1941年底开始，不断向库尔恰托夫、老约飞乃至直接向苏联高等教育委员会主席卡夫坦诺夫和最高领导斯大林写信，提出根据国际形

势，苏联应当紧急开展原子弹研究，在信中具体地提出了他的原子弹设想(图5)。在弗列洛夫的推动下，负责苏联高等教育以及科学研究机构对战争支援的苏联国防委员会委员卡夫坦诺夫会同当时担任苏联科学院副院长老约飞于1942年春天致信国防委员会，正式向斯大林为首的国防委员会提出恢复以制造原子弹为目的的核科学研究的建议。多年之后，卡夫坦诺夫曾回忆国防委员会谈论此事的情景：“向国防委员会报告此问题时，我坚持我们的建议。我说：‘当然，这里会有风险。闹不好我们会损失几千万乃至几亿卢布……。但是如果我们不去冒这个险，我们就会冒更大的危险，那就是我们可能在掌握了原子武器的敌人面前变得手无寸铁，毫无还手之力。’斯大林在会议室踱来踱去，最后下了决心，说：‘我们必须干！’”1942年9月28日，苏联国防委员会发布“关于组织铀计划”的命令，责成苏联科学院组建专门的原子核实验室。此后短时间内此研究由老约飞领导，因约飞不是核物理学家，由库尔恰托夫担任其副手。1943年2月国防委员会决定成立研制原子弹的秘密实验室——第二实验室(即后来的苏联科学院库尔恰托夫原子能研究所)，正

4) 尤里·鲍里索维奇·哈利顿(1904—1996)，苏联物理学家，苏联科学院院士，苏联原子弹、氢弹研究的总设计师，三次社会主义劳动英雄称号获得者。1925年毕业于列宁格勒工业学院，1926—1928曾在英国剑桥卢瑟福实验室实习，1931年起在苏联科学院化学物理所工作，1939—1941与泽尔多维奇证明铀裂变的链式反应可以实现并估算出其临界质量。1946年起成为苏联核武器研究基地第11设计局(KB-11)的科学领导和总设计师。

5) 雅科夫·鲍里索维奇·泽尔多维奇(1914—1987)，苏联理论物理学家，苏联科学院院士，三次社会主义劳动英雄称号获得者。1932年中专毕业后被老约飞看中进入化学物理研究所工作，1932—1940在普通炸药的燃烧爆炸、激波和爆炸波传播等方面研究中得出重要发现，1941—1942参与喀秋莎火箭炮的内弹道设计。1943—1965年担任KB-11理论部主任，在苏联核武器研制中起了关键作用。1983—1986继朗道和伊利亚·栗夫席兹之后任物理问题研究所的第三任理论部主任。泽尔多维奇博学多才，是苏联理论物理学界有名的多面手，在燃烧、爆炸、激波、高温流体动力学、核物理、相对论天体物理和宇宙学方面均有重要专著。

6) 哈利顿后来承认，他们的估计值低了，铀235的真正的临界质量应该是约55公斤，钚239的临界质量才是约10公斤。

式任命库尔恰托夫为实验室主任，担任苏联核计划的科学领导人。从1943年到1945年由苏联人民委员会副主席莫洛托夫监管核计划，日常领导则由当时的化学工业人民委员别尔乌辛担任⁷⁾。

1945年7月24日波兹坦会议之后，特别是1945年8月美国在广岛和长崎投下原子弹后，在斯大林的指示下，核武器研制成为国家最优先的任务。库尔恰托夫奉命组织全国力量，加速开展原子弹的研制⁸⁾。在组织领导方面，1945年8月19日在国防委员会下设立了专门委员会，由内务人民委员贝利亚⁹⁾(图6)担任主席，国防武器弹药人民委员万尼科夫¹⁰⁾(图7)担任副主席，全面领导核武器研制¹¹⁾。在专委会之下成立了由学者和工程师组成的科技委员会¹²⁾，由万尼科夫任主席，库尔恰托夫任副主席，负责决定核武器研制中各类科技问题¹³⁾。同时在苏联人民委员会会议(后来的部长会议)之下成立



图6 拉夫连季·贝利亚
(1899—1953)



图7 鲍里斯·万尼科夫
(1897—1962)



图8 基里尔·肖尔金
(1911—1968)

了第一总局(1953年后称为中等机械工业部)，负责核武器研究的行政领导，由万尼科夫和扎维尼亚金分别担任正副局长。为了开展核武器研制，第二实验室于1946年4月9日在莫斯科西南方向约400公里的萨罗夫城地区建成了集武器的理论设计、实验和生产为一体的核武器秘密研究基地，保密代号为第11设计局(简称KB-11，另一保密代号为阿尔扎马斯-16)。这样，就形成了苏联核武器研制的总体领导体

制，从1945年起到1953年被赫鲁晓夫搞掉为止，贝利亚一直是该项事业的领导者，万尼科夫和扎维尼亚金为其副手，而库尔恰托夫为苏联核计划的总的科学领导者，其副手为核武器研制的总设计师尤里·哈利顿和副总设计师基里尔·肖尔金¹⁴⁾(图8)。

按照斯大林“政策确定之后，干部就是决定一切的因素”的教导，库尔恰托夫上任后的第一件事，就是为核武器研究组织科学骨

7) 实际上从1944年开始，斯大林的亲信贝利亚就已介入核计划的监管。

8) 在1945年7月24日举行的波兹坦会议全体会议结束后，杜鲁门主动走近即将离开会议室的斯大林，当着丘吉尔的面告诉他美国造出了杀伤力极大的武器，斯大林听后不动声色，佯装不解其意虚言应付。据苏方参会的朱可夫元帅回忆：‘斯大林当着我的面将杜鲁门与他的交谈告诉了莫洛托夫。莫洛托夫说：‘他是想抬高要价’。斯大林笑着说：‘抬价就让他去抬吧！不过我们今天必须与库尔恰托夫通话，告诉他加快自己的工作速度’”^[4]。

9) 拉夫连季·帕夫洛维奇·贝利亚(1899—1953)，苏联党政领导人，1938年起担任内务人民委员，1941年任苏联人民委员会会议副主席，1945—1953任专门委员会主席，全权负责苏联的核武器研究。1953年斯大林去世后不久，贝利亚被逮捕并处死，罪名为“英国间谍”。参加核武器研究的多数主要科学家对他在领导核武器研究中的工作持肯定态度，认为他认真负责、办事坚决、尊重科学家意见。

10) 鲍里斯·里沃维奇·万尼科夫(1897—1962)，老布尔什维克，苏联党政领导人，三次社会主义劳动英雄称号获得者。1939年任国防工业人民委员，卫国战争爆发前两周半受诬陷被捕下狱。战争爆发后不到一个月，斯大林命令他在监狱写出如何在战争开始的条件下发展军火生产的报告，报告递送后不久即被斯大林召见并任命为国防委员会军火人民委员，因工作出色一年后即获社会主义劳动英雄称号，1945年至1953年任第一总局局长。

11) 原子能专门委员会的其他成员是：马林科夫(代表联共(布)中央)，Kh. A. 沃兹涅先斯基(代表政府计划财政部门)，扎维尼亚金(内务副人民委员，内务部工业建筑联合体总管)，库尔恰托夫(原子能计划总负责人)，卡皮察(拟议中的原子能计划总工程师)，马赫尼尧夫(内务部中将，专委会秘书长)，别尔乌辛(人民委员会副主席，政府各部门协调人)。

12) 科技委员会其他成员为：阿里汉诺夫(核物理学家)，I. Kh. 沃兹涅先斯基(扩散机总设计师)，扎维尼亚金，老约飞，卡皮察，基科因(铀同位素扩散分离负责人)，库尔恰托夫，马赫尼尧夫，哈利顿，赫罗宾(放射化学家)。

13) 1946年4月决定改组第一总局，科技委员会成为第一总局的部门，增补别尔乌辛为科技委副主任。1949年1月之后，由库尔恰托夫担任科技委员会主席。

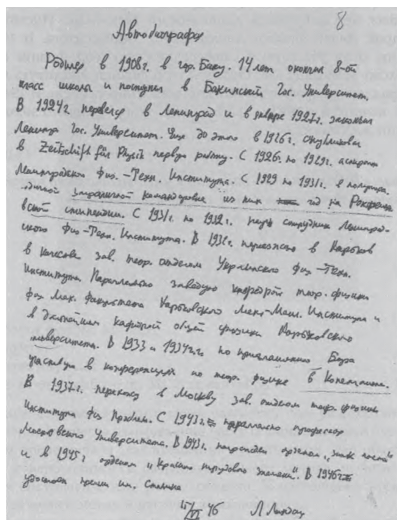


图9 朗道1946年被批准参加核武器研究后亲笔书写的个人简历

干队伍。才能出众且曾研究过恒星能源和温度的理论物理学家朗道¹⁵⁾和集科学家、工程师和组织者品质于一身的实验物理学家卡皮察自然逃不出他的慧眼，成为他第一批征集的对象。1943年3月20日，库尔恰托夫给别尔乌辛写信，提出约请朗道和卡皮察参与核武器研究的必要性，他在这封绝密信件中写道：

“在铀弹爆炸的初期大部分物质尚未发生反应，此时物质处于其原子几乎完全电离的状态，爆炸过程的进一步发展以及原子弹威力均依赖于这种物质状态。

在原子弹实现之前，在实验(哪怕是微不足道规模的实验)上根本观察不到任何与这种物质状态相似

的情况。这种物质状态被认为只有在恒星中才会实现。这一阶段爆炸过程的发展只能从理论上对其一般特性进行研究。这个困难的任务看来只能交给著名的理论物理学家朗道教授，他是类似问题的专家和真正的内行。

……在解决选择同位素分离的途径及相应的机器的设计方面，第二实验室急需向具有深刻的物理知识、实验经验和工程师才能的学者咨询并取得其帮助。将这些品质集于一身的人是卡皮察院士。

因此我请求你考虑邀请卡皮察院士担任同位素分离方面的顾问及授权朗道教授开展铀弹中爆炸过程发展的计算。”

作为深受斯大林信任的科学家，卡皮察加入这一绝密任务绝对没有问题，他很快被列选为专门委员会和科技委员会成员，参与核武器研制的领导决策。然而，从监狱里被保释出来的朗道能否加入绝密任务成了问题，别尔乌辛迟迟没有对库尔恰托夫的要求做出回答。聪明的库尔恰托夫当然知道问题的症结何在。一年半之后的1944年11月24日，他直接给贝利亚呈送了一个题为“关于必须吸引参与核问题研究的学者”的绝密报告，在这个报告中，他列举了朗道、卡皮察、约飞、希涅尔尼科夫、瓦尔特、阿尔齐莫维奇、基尔皮乔夫、斯梯里科

维奇、谢苗诺夫、涅斯米扬诺夫共10位学者的名字，并叙述了为何要吸引他们的原因。关于朗道，他是这样写的：

“苏联科学院物理问题研究所理论部主任，数学物理博士朗道教授是苏联最深刻、最有天才和最知名的理论物理学家之一，关于吸引他参加工作的事我已在给莫洛托夫同志的报告中提出¹⁶⁾。他参加铀计划对于铀原子中发生的基本过程这一深刻的物理问题的解决极为有益。”

这个报告中提出的其他九人很快被吸收到计划中来，唯独对吸收朗道的请求贝利亚仍然没有答复。事情又拖了一年多，到了1945年12月18日，库尔恰托夫专门就朗道参与核武器研究的问题致信专门委员会主席贝利亚：

致贝利亚同志

如果能接受苏联科学院物理问题研究所理论部主任、数学物理博士列夫·达维多维奇·朗道教授加入工作，则我们实验室所进行的一系列工作特别是与“工厂产品”¹⁷⁾有关的那些工作的完成将会显著地成功。

朗道教授是我国最有声望的理论物理学家。

我请求你批准第二实验室吸收朗道教授对上述问题开展理论研究并参加实验室的讨论会。

苏联科学院第二实验室主任I. 库尔恰托夫院士

14) 基里尔·伊万诺维奇·肖尔金(1911—1968)，苏联科学院通讯院士，三次社会主义劳动英雄称号获得者。1932年毕业于克里米亚师范大学。1932年起在苏联科学院化学物理研究所从事爆炸物中气体燃烧向爆震转换的研究，1941年自愿参军，参加过保卫列宁格勒和莫斯科的战斗。1942年被谢苗诺夫从前线召回，参加疏散到喀山的化学物理所对飞机喷气发动机的研究。1946年被任命为KB-11的副总设计师。1954年苏联在乌拉尔地区建立第二个核武器研究基地(代号车良宾斯克-700)，肖尔金被任命为新基地的科学领导和总设计师，在与KB-11的竞争中新基地在武器小型化、实战化方面占优势。

15) 指朗道1932年和1933年的两篇论文On the theory of stars (Phys. Z. Sowj., 1, 285 (1932))和 Internal temperature of stars (Nature, 132, 567 (1933)); with G. Gamow)。

16) 指他写给别尔乌辛的信。

17) 保密代号，指原子弹。

库尔恰托夫这封信是在斯大林批准解除卡皮察的专门委员会成员职务之前三天发出的¹⁸⁾，正是由于他的不懈坚持，1946年2月11日召开的专门委员会科技委员会作出决定：“责成朗道领导的理论物理学家小组准备‘工厂产品’实验样品的定量计算资料”，也就是从这一天开始，朗道被正式批准参加苏联核武器研究(图9)。

2 朗道在苏联核武器研究中做了些什么工作？

朗道在苏联核计划中发挥了相当重要的作用，根据已公开发表的文献，他在以下三个方面有突出贡献：

(1)领导一个理论物理学家小组和由数学家梅曼带领的15个计算机组成的计算站，直接参加了由KB-11设计的多种型号的原子弹、氢弹爆炸机理的探索 and 有效作用系数的理论计算

根据专委会的决定，朗道在物理问题研究所组建了他的研究组，一开始的成员只有栗夫席兹和哈拉特尼科夫(图10)，后来在承担氢弹任务时，又增添了谢尔盖·季雅科夫(图11)和德米特里·西乌欣(图12)两位副博士。同时，根据专委会决

定，给这个理论小组配备了由数学家梅曼¹⁹⁾(图13)带领的由15人组成的计算站。按照哈利顿1946年向贝利亚提交的“KB-11开展工作的建议”，曾将朗道小组列为“KB-11第14理论小组”，准备和其他理论物理学家一样迁往基地²⁰⁾，后来不知为何，朗道小组留在了莫斯科，未进入核武器研究基地。

从1946年8月到1949年初，朗道小组对KB-11设计的RDS-1，RDS-2，RDS-3，RDS-4以及RDS-5²¹⁾五种型号的原子弹进行了理论计算，计算其能量释出的有效程度即所谓有效作用系数。为了提炼爆炸过程的理论，朗道从理论上研究了在爆炸所能达到的条件下的核爆炸物的性质(压强，热容和热传导性)，他们充分发挥理论物理学家处

理复杂问题的特长，采用简化模型，将复杂的偏微分方程化作对于坐标作了平均的变量的常微分方程(朗道—栗夫席兹—哈拉特尼科夫方程)，进而发展了使用常微分方程组描述爆炸过程的方法。通过积分这些方程求得核物质球膨胀的规律、



图10 哈拉特尼科夫、朗道及栗夫席兹



图11 谢尔盖·季雅科夫(1925—1954)



图12 德米特里·西乌欣(1914—1988)



图13 纳乌姆·梅曼(1912—2001)

18) 卡皮察1945年8月进入专门委员会后，与贝利亚产生矛盾，曾于10月给斯大林写信，要求解除他除物理问题研究所之外的一切行政职务，斯大林未予答复。他于11月25日给斯大林写第二封信，对贝利亚的工作作风提出严厉批评，认为自己无法与贝利亚一起工作，要求解除他在原子能专门委员会和科技委员会的职务。显然斯大林曾试图调解二人的矛盾，但卡皮察态度坚决，不肯妥协。12月21日斯大林批准解除卡皮察在原子能专委会的职务。半年之后卡皮察彻底失势，相继被解除了物理问题研究所所长及苏联制氧工业总负责人的职务，被迫从研究所住宅搬到莫斯科郊外的乡间别墅居住，开始了长达近10年的被“流放”生活。

19) 纳乌姆·梅曼(1912—2001)，苏联数学家，喀山学派大数学家尼古拉·切包塔廖夫的学生，早在哈尔科夫时期即与朗道交好，1988年后移居以色列，任特拉维夫大学教授。

20) 苏联当时最有才能的理论物理学家中许多人都被征集到核武器研究基地，如化学物理所的泽尔多维奇小组、物理研究所的塔姆小组(包括萨哈罗夫)以及数学研究所的博哥留波夫小组等等。

21) RDS是苏联核武器的保密代号，由俄语“特殊火箭发动机”三词的首字母组成(Ракетный двигатель специальный)。其中RDS-1是采用钚239为核燃料的内爆式原子弹，RDS-2为用铀235为核燃料的枪式原子弹，其他三种均为内爆式原子弹，分别使用混合核燃料或具有空腔。

围绕球的壳层运动的规律、核物质球及壳层中的温度改变、中子增殖进程以及核反应发展进程。计算的结果确定了核物质的总燃烧量和能

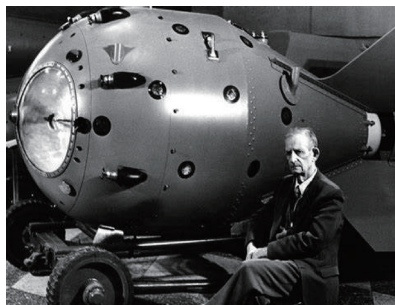


图14 哈利顿和苏联试爆的第一颗原子弹 RDS-1 复制品

量释放的总量。他们共提供了22篇研究报告,赶在1949年8月29日苏联第一次进行原子弹实验前,圆满完成了国家任务。与朗道小组进行平行计算的是由苏联科学院地球物理研究所特殊任务实验室的吉洪诺夫²²⁾领导的计算站,他们采用不同方法,验证了朗道小组的计算结果。1949年8月29日第一颗原子弹 RDS-1 的试验²³⁾结果和1951年10月18日第二颗原子弹 RDS-3 的试验²⁴⁾结果均证实了朗道小组的理论计算是正确的。

1949年完成原子弹的计算任务



图15 伊戈尔·塔姆 (1895—1971)



图16 安德烈·萨哈罗夫 (1921—1989)



图17 维塔利·金兹堡 (1916—2009)

后,朗道小组投入了氢弹的理论计算。早在1945年,苏联情报部门就得到美国的爱德华·特勒利用氢的同位素聚变搞“超级炸弹”的消息,库尔恰托夫要求哈利顿探索此种可能性。结果古列维奇、泽尔多维奇、波梅兰丘克和哈利顿共同准备了一个报告,于1945年12月17日向第一总局科技委员会报告,科技委决定由泽尔多维奇领导的化学物理所理论组(包括康帕涅兹和季雅科夫)对此构想进行深入探讨,结果他们于1947年底至1948年初提出利用原子弹引爆储存在圆柱体中的液态氘氦混合物以产生热核反应的氢弹设计,简称“管子”。1948年库尔恰托夫请列别捷夫物理研究所的伊戈尔·塔姆²⁵⁾(图15)组织一支理论队伍,验证并改善泽尔多维奇小组对“管子”的计算结果。结果该组的安德烈·萨哈罗夫²⁶⁾(图16)提出了新的氢弹设计,他采纳金兹堡²⁷⁾(图17)提出的使用固态氘化锂代替氘、氦作为聚变材料的想法,提出将裂变材料和聚变材料分层摆放、用原子弹引爆聚变材料的氢弹设计,简称

22) 安德烈·吉洪诺夫(1906—1993),著名数学家和地球物理学家,苏联科学院院士,苏联社会主义劳动英雄称号获得者,他和萨马尔斯基合著的《数学物理方程》相当长时间曾在苏联和中国的高等学校作为物理系的经典教材。

23) 1949年8月12日爆炸的是TNT当量为1万吨的内爆式钚弹RDS-1(图14),爆炸在33米高塔上进行。

24) RDS-3的重量和尺寸约为RDS-1的三分之一,是用飞机投放的爆炸威力TNT当量4万吨的钚²³⁹+铀²³⁵内爆型原子弹。

25) 伊戈尔·叶夫根尼耶维奇·塔姆(1895—1971),苏联著名理论物理学家,苏联科学院院士,苏联社会主义劳动英雄称号获得者,1958年因对瓦维洛夫一切连科夫效应作出理论解释获诺贝尔物理学奖。1918年毕业于莫斯科大学,之后在多个大学教书。1934年起担任苏联科学院物理研究所理论部主任。塔姆在理论物理的多个方面有重要贡献,在苏联科学界备受尊敬。他培养了大量理论物理学家,形成一个很强的学派,一直与朗道学派保持良好关系。

26) 安德烈·德米特里耶维奇·萨哈罗夫(1921—1989),苏联理论物理学家,苏联科学院院士,三次苏联社会主义劳动英雄称号获得者,1975年诺贝尔和平奖获得者。1942年毕业于莫斯科大学,1945年起在苏联科学院物理研究所作塔姆的研究生。1948年加入苏联氢弹研究,1950—1968年在KB-11担任理论部主任。因在氢弹研究中的特殊贡献,他被称为苏联的“氢弹之父”。1968年起成为不同政见者,曾被苏联政府取消一切荣誉,“流放”到高尔基城。戈尔巴乔夫当政期间得以平反,并被选为最高苏维埃代表。

27) 维塔利·拉扎列维奇·金兹堡(1916—2009),苏联理论物理学家,苏联科学院院士,2003年诺贝尔物理学奖获得者。1938年毕业于莫斯科大学,后入苏联科学院物理研究所随塔姆研究理论物理。对瓦维洛夫一切连科夫效应的量子理论、超导唯象理论、渡越辐射、超流的唯象理论有重要贡献。1948年后短期加入塔姆小组的核武器研究,提出使用氘化锂材料替代氘氦作热核材料。

1951年12月29日，苏联政府决定1952年最重要的任务是完成RDS-6C的研制，争取在1953年进行氢弹试验，为此解除了朗道小组的RDS-6T计算任务，要求该组人员从1952年2月开始参加RDS-6C（“夹心饼干”）的理论研究。朗道小组与塔姆小组紧密配合(图19)，朗道特别指出该结构中“轻元素

N. Kandaswamy E. Sengupta V. K. Raghavachari
Chennai

[illegible]

2273

Гл. запись
(с. 100-101)

Тел. переписка А.В.

Составлю отчет о работе за 1917 г. на излете.

В год окончательного свержения самодержавия, на пороге
Государства, когда люди впервые получили возможность непосредственно участвовать
в управлении государством, когда-то считавшимся недоступным и
необходимым для управления народа, и в связи с тем
заключением, что самодержавие, порождая зло, не имеет
власти, имеет правомерно и право и, в частности, право
власти.

В течение года, однако, самодержавие, таким образом
находясь перед лицом народа, порождая злость, боясь
что ее злость будет и уничтожена, и не уничтожена
боязнью.

1917.

М. Мейер

图20 朗道就该研究组在计算“夹心饼干”分层运动取得新进展致扎维尼亚金的绝密亲笔信

1953年1月，朗道小组和吉洪诺夫计算站从同样的初始方程出发，采用不同的方法，完成了对RDS-6C爆炸当量的计算，在输入相同初始数据后，朗道小组的结果是25万吨TNT，而吉洪诺夫小组的结果为22万吨TNT。他们的结果得到由布洛欣采夫²⁹⁾、博戈留波夫、泽尔多维奇、凯尔迪什、萨哈罗夫和塔姆组成的评估专门小组的一致肯定。1953年8月12日苏联在谢米巴拉金斯克试验场进行了RDS-6C

29) 德米特里·布洛欣采夫(1907—1979), 苏联理论物理学家, 乌克兰科学院院士, 苏联科学院通讯院士, 苏联社会主义劳动英雄称号获得者, 1954年领导建成世界上第一个核电站, 1956—1965任杜布纳联合核子研究所所长。他所著“量子力学基础”上世纪50年代曾是苏联和中国物理学专业学生的主要教材。

氢弹试验,实测爆炸威力为35—40万TNT当量(图21)。而根据试验前朗道小组的理论计算结果估计,此次爆炸的威力应当在 30 ± 10 万吨TNT当量。

朗道及其小组为核武器研究所作的这些理论贡献,受到KB-11及第一总局的高度评价,KB-11的副总设计师肖尔金在1952年5月向第一总局的报告中称:“朗道所进行的工作涉及到KB-11所有最重要部门”,“朗道在建立有关技术的理论基础中所作出的极为重要的贡献是与他物理现象的深入分析的艺术相结合的,他善于找到极为复杂的

问题的有效的定量计算方法,这些方法给出相对简单的规律,而这些规律均可以直接应用于实际问题的解决”。同月第一总局副局长扎维尼亚金呈送贝利亚的报告也说:“根据参加第一总局工作的物理学者们的观点,朗道是苏联最有影响的理论物理学家,他高水平地完成的第一总局的工作,现已成为计算“产品”³⁰⁾压缩和作用有效系数以及对氘爆轰中发生过程计算的理论基础”。

(2)兼任第三实验室理论部主任,领导并参与了重水反应堆的理论设计

1945年12月苏联政府决定成立苏联科学院第三实验室(后改名热工实验室,即现在的俄罗斯科学院理论和实验物理研究所),任命阿布拉姆·阿里汉诺夫³¹⁾为实验室主任(图22),规定其主要任务为建成重水反应堆并研究在此反应堆中制备原子弹需要的钚239和铀233。朗道在参与原子弹威力计算的同时,受阿里汉诺夫的邀请,兼任了第三实验室理论部主任,领导波梅兰丘克、阿希泽尔、加拉宁、别列斯捷茨基等人钻研反应堆理论,

取得大量理论成果,在他的指导下,由波梅兰丘克和加拉宁完成了重水反应堆的理论设计任务。阿希泽尔和波梅兰丘克经两年努力,于1947年写成《核反应堆理论基础》书稿,可惜受保密制度限制,长期未能出版,在库尔恰托夫和朗道的坚持下,才于1950年将其中的非保密部分以《原子核理论的若干问题》为书名出版。1948年4月科技委员会指派由谢苗诺夫、库尔恰托夫、朗道和泽尔多维奇组成的特别验收小组对第三实验理论设计工作进行了全面考察,科技委员会根据验收组报告,一致认为第三实验室的理论计算准确可靠。

值得指出的是,朗道领导第三实验室完成的重水反应堆设计对我国原子能事业的起步起过重要作用,我国1958年在房山坨里建成运转的第一个重水反应堆就是由已改名为热工实验室的苏联科学院第三实验室的加拉宁等人设计的,1955年秋到1956年春,彭桓武和黄祖洽二位先生正是在热工实验室学习和掌握反应堆理论设计的³²⁾。

(3)在第二实验室开设讲座,为参加核计划的科技人员系统讲授原子核理论

随着核武器研究工作的大力开展,库尔恰托夫领导的第二实验室的科研人员从1943年的50多人扩展1953年的上千人,科研人员的科学素质亟待提高。深知朗道杰出科学家价值的库尔恰托夫邀请朗道从1953年12月到1954年3月,每两周一次在已改名为苏联科学院精密仪器实验室的第二实验室俱乐部作原

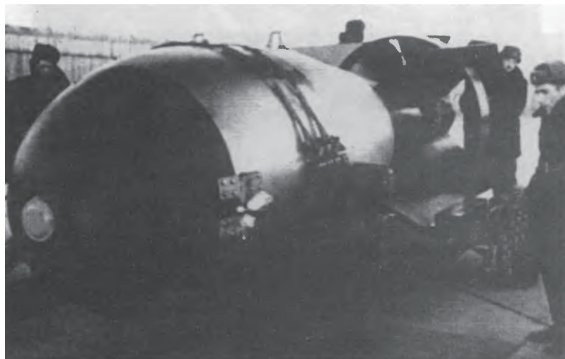


图21 苏联1953年试爆的RDC-6C氢弹



图22 阿布拉姆·阿里汉诺夫(1904—1970)

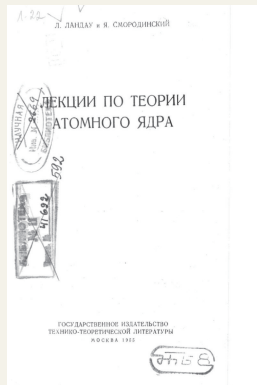


图23 朗道《原子核理论讲义》一书的扉页

30) 氢弹的保密代号。

31) 阿布拉姆·伊萨科维奇·阿里汉诺夫(1904—1970),1928年毕业于列宁格勒工业学院,此后在列宁格勒物理技术研究所工作,实验核物理学家,1943年被选为苏联科学院院士,领导建成苏联第一个重水反应堆,1954年获社会主义劳动英雄称号。

子核理论的系列讲座，讲座包含核力、核结构、核反应、 π 介子四方面的内容，听众为来自参与核计划的苏联科学院7个研究所的实验工作者。这个系列演讲后来由雅科夫·斯莫洛金斯基整理成《原子核理论讲义》一书，于1955年出版(图23)，对参与核计划人员科学素质的提高起了重要作用。

3 克格勃的干扰和科学界同行们的声援

朗道进入核武器研究后，尽管取得一系列成就并受到同行们的一致赞扬，但他作为被保释的刑事犯一直受到克格勃的“特殊照顾”。从1993年俄罗斯《历史档案》杂志第3期曾公布的苏联国家安全委员会主席谢罗夫1957年底发给苏共中央科学处处长基里林的一封绝密文件^[6]可知，克格勃一直通过线人和技术手段监视朗道，收集他的“反动言论”(见谈书说人之三(下)的脚注26)，并采取相应措施。在朗道从事核武器研究期间，这种“措施”至少采取了两次，对朗道的工作造成很大干扰。但这些干扰在同行们的帮助下都得以排除。

第一次干扰发生在1949年3月12日，那一天驻第三实验室的苏联政府特派员³²⁾奥谢特洛夫少将向专委会呈送报告，要求从第三实验室正式编制中将朗道除名。报告的全文是：

报告(绝密)

朗道院士自1946年5月起担任第三实验室的一个部门主任的职务。

但朗道并没有取得苏联国家安全部K局颁发的在第三实验室工作的许可。

我发现，在朗道担任第三实验室职务的这段时间内，除去个别情况外，他基本不到实验室来。例如，从1948年5月到1949年2月之前，朗道没有来过实验室一次，只是在1949年2月曾短暂地来过实验室一两次，而他每季度都按时拿走每月6000卢布之多的工资。

阿里汉诺夫院士请求保留朗道的部门主任职务，因为据说需要他给给别人提供必要的咨询。鉴于朗道既未取得国家安全部K局的许可，又不清楚他究竟给谁提供什么样的咨询，看来将朗道从第三实验室正式编制中除名是合适的。在确实需要他的咨询的情况下，可责成阿里汉诺夫按一事一办的原则申请专委会批准。

Kh.奥谢特洛夫 1949年

第三实验室主任阿里汉诺夫显然提早获悉了奥谢特洛夫的这个报告，他赶在这个报告送往专门委员会之前紧急致信专委会主席贝利亚，强烈要求留下朗道，该信全文如下：

尊敬的拉夫连季·帕夫洛维奇：

苏联部长会议全权代表奥谢特洛夫同志现在坚持要将朗道院士从

第三实验室的工作中解职，这使得我处于极端困难的境地，为此不得不向你报告。

问题在于，在完成预定的7号装置³⁴⁾的测量规划及对其进行理论加工整理之前，我们对于这一类型的反应堆特殊性质的认识都还是以零碎且通常是不可靠的实验数据和理论计算为依据的。7号装置的参数必然与将要设计的工业设备的参数有重大区别，因此在实验装置上的测量结果不可能直接用于工业系统参数的精确化，而需要进行耐心细致的理论研究。这项极为重要的任务现在和今后只能在大为缩短了期限内由本实验室的理论部去完成。在此情况下，特别重要的是不可高估现有理论及在其基础上所作计算的精确度，以免在系统运转时发生意外事故。

在过去的两年里，朗道院士参加了我们感兴趣的这一类型反应堆的全部计算工作。他确立了将中子慢化理论推广于我们所使用的慢化剂的可能性，并确定了这一理论的精度范围。随后，他勾画出了工件栅格理论的基本轮廓，这一理论在应用于由他指导的波梅兰丘克和加拉宁设计的系统中得到发展对于我们来说特别重要。朗道能很快发现任何计算的弱点、分析其精确度并找出更严格和精确的计算方法，他的这种独有的才能使得我们可以更自信地去解决设计中发生的实际问题。

32) 朗道的学生鲍里斯·约飞在2004年出版的个人回忆性文集《未加修版的时代背景下的物理学家们的照片》一书中曾有以下记述：“为了学习反应堆计算，有三位中国物理学家来到我们研究所。所领导安排我辅导他们。他们中的一位姓彭，是早在30年代就曾与海特勒一起工作的理论物理学家，50年代时已经是中国科学院的院士了，他是他们的代表。另一位显然是这个小组的党代表，他对科学没有兴趣而带有另外的任务。第三位姓黄的青年人极有才干，是个实干家，没用多久就掌握了这门科学”^[5]。

33) 贝利亚向所有承担核武器研究的科研单位均派了全称为“苏联部长会议全权代表”的特派员，这些人大多有将军军衔，是监视各研究机构的克格勃官员。

34) 实验重水反应堆的保密代号。



图24 阿纳托利·亚历山大洛夫(1903—1994)



图25 1948年朗道拜访被“流放”的卡皮察

在最近的这段时间内，为了完成实验室的首要任务——设计7号装置并整理试验装置实验结果，至关紧要的是不能中断朗道在理论部的工作(即使只把问题局限到在他影响下开展的反应堆一般理论及试验装置的实验数据理论分析两方面)。

此事可否按我提出的办法处理，请你作出指示。在此我谨向您保证，如果不是因为朗道院士继续参加前述方向的理论和计算工作具有极端重要的意义，我决不会给您写这封信。

A. I. 阿里汉诺夫

1949年3月9日

阿里汉诺夫及时的据理力争得到专门委员会的批准，奥谢特洛夫从第三实验室清除朗道的企图没能得逞。

姆小组对RDS-6C(“夹层饼干”)进行计算，以便于1953年进行氢弹试验。而国家安全部迟迟不给梅曼颁发保密许可，使得朗道小组的理论计算工作无法开展。在此关键时刻，朗道与塔姆联名致信贝利亚，指出“不允许梅曼领导计算站工作，对多层核弹计算的紧急任务的按时完成极为有害”，与此配合，物理问题研究所所长亚历山大洛夫³⁵⁾(图24)在向第一总局呈送有关梅曼过去几年参加保密工作出色完成任务的报告的同时，也致信贝利亚，指出：“由于迟迟不让梅曼加入工作，朗道小组的工作已停滞一月之久，如要替换梅曼，即使能物色到替代他的合适人选，掌握他所具有的计算方法至少会花费5个月的时间，会严重耽误任务的完成”。在这

克格勃的第二次干扰，发生在1952年4月。这一次他们不直接针对朗道而是针对朗道领导下主持计算站的梅曼。当时朗道小组被紧急抽调配合塔

些著名科学家相互配合、富有智慧的努力下，国安部长伊格纳奇耶夫最终下令给梅曼颁发了保密许可，使朗道小组的任务按时完成。

应当看到，挫败克格勃对朗道工作的干扰靠的是阿里汉诺夫、塔姆、亚历山大洛夫这些杰出学者的团结和主持正义的勇气，他们在朗道遭遇困难之际，及时伸出援手，仗义执言，令人钦佩。这不禁使人想起救人于危难之中的卡皮察。此时的卡皮察被解除了一切职务³⁶⁾，孤独地在莫斯科郊外的别墅中“被流放”，迫于政治压力很少有人前来看他³⁷⁾，时常前来拜访的，只有那个被他从鲁布扬卡监狱救出来的朗道(图25)。

4 获奖和退出

苏联政府在1949年第一颗原子弹试验成功和1953年第一颗氢弹试验成功后，对在武器研制中的所有有功人员予以奖励。鉴于朗道在原子弹和氢弹的研制中均起了重要作用，他两次获得奖励。

(1)第一次获奖：根据苏联最高苏维埃主席团1949年12月29日的秘密指令，决定给841位在原子弹研制中立有功勋的人员予以奖励。同日发布斯大林签署的苏联政府

35) 阿纳托利·彼得洛维奇·亚历山大洛夫(1903—1994)，实验核物理学家，三次社会主义劳动英雄称号获得者。1930年起在列宁格勒物理技术研究所工作，1946年接替卡皮察担任物理问题研究所所长至1955年，1953年被选为苏联科学院院士，1960年库尔恰托夫去世后接任苏联科学院原子能研究所所长，1975—1986任苏联科学院院长。亚历山大洛夫坚持原则，处事公正，在他担任物理问题研究所所长期间，除完成国家规定的核武器研制任务外，努力维持卡皮察定下来的研究方向，并曾给贝利亚写信，强烈要求让卡皮察回所从事研究工作。

36) 被解除一切职务后，卡皮察一直在莫斯科近郊的尼科林纳山别墅被“流放”，1947年至1949年曾与朗道一起在他建议成立的莫斯科大学物理技术系讲过普通物理课，由他讲实验，朗道讲理论。因没有出席1949年12月苏联科学院和莫斯科大学举办的庆祝斯大林70岁寿辰大会，1950年2月被莫斯科大学解除教职，并被有关单位要求搬出尼科林纳山别墅。被逼到几乎无立锥之地的卡皮察打破几年沉默，致信斯大林，声明“我之所以不出席祝寿会，绝非不尊重斯大林同志，而是因为我发现只要我出席公开集会，人们都会像躲避麻风病人一样躲避我，与其令人如此躲避，不如我个人主动回避”。此后卡皮察夫妇才得以在别墅继续住下去，直到1956年重新出山。

37) 1949年11月4日，贝利亚曾叫他的秘书马赫尼尧夫转告阿里汉诺夫，作为从事机密工作的重要科学家，不要去看望卡皮察。

《关于对利用原子能事业中取得杰出科学发现和突出技术成就的有功人员予以奖励和颁发奖金的决定》，决定的第77、78两条涉及朗道及朗道小组的其他成员。原文为：

77. 由于建立原子弹有效作用系数理论，特授予列夫·达维多维奇·朗道列宁勋章，颁发奖金10万卢布，并授予朗道院士斯大林奖金二等奖获得者称号；

78. 根据苏联部长会议1948年6月10日的决定，拨出20万卢布用于奖励在参加朗道院士小组工作中表现特别优秀的工作人员。责成专门委员会确定奖励名单，报请部长会议核定后予以奖励³⁸⁾。

第一次获奖后，包括贝利亚、库尔恰托夫、哈利顿、万尼科夫、泽尔多维奇、谢苗诺夫等在内的32位主要得奖人致信斯大林，“深切地感谢‘伟大领袖’对他们工作的高度评价”，朗道也是这封信的签名者之一(图26)。

(2)第二次获奖：1953年12月31日苏联部长会议主席马林科夫签署决定，奖励在氢弹研制和新型原子弹设计中立功的科学家和工程技术人员。决定指出：由于在RDS-6C氢弹和RDS-5新型原子弹的理论计算中的出色工作，授予朗道斯大林奖

金一等奖(奖金10万卢布)，授予朗道小组的栗夫席兹、季雅科夫、哈拉特尼科夫和梅曼斯大林奖金二等奖(奖金各2万卢布)，授予朗道小组的西乌欣斯大林奖金三等奖(奖金1万卢布)。1954年1月4日，苏联最高苏维埃主席团主席伏罗希洛夫签署主席令，授予朗道社会主义劳动英雄的称号(图27)。

1953年12月13日，中等机械工业部³⁹⁾部长马雷舍夫与内务部副部长克鲁格洛夫联名致信部长会议主席马林科夫，提出为朗道、萨哈罗夫、布洛欣采夫、波赤瓦尔四位重要核科学家配备贴身警卫的建议，得到批准，但朗道拒绝了给他配备警卫。1954年之后，朗道向有关领导表明态度，不再参与核武器的研究，将物理问题研究所对百万吨级氢弹RDS-37的计算任务交给哈拉特尼科夫负责，自己专心从事基础研究⁴⁰⁾。

从1946年到1954年，朗道花了近八年时间从事与核武器研制有关

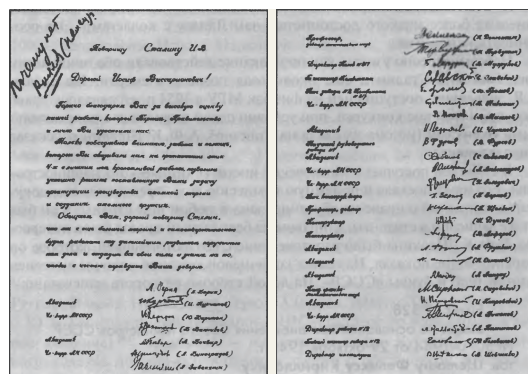


图26 获奖32人致斯大林的感谢信，信左上角是斯大林用铅笔画下的一句话，朗道在倒数第七位签名



图27 朗道因参加核武器研制获得的勋章(从左向右：社会主义劳动英雄锄头斧头勋章，列宁勋章，斯大林奖金勋章)

的理论工作，为苏联打破美国的核垄断、成功掌握原子弹和氢弹作出了重要贡献。而他本人，也因为从事特殊任务得到了多种荣誉。他直接被选为苏联科学院院士，据说也与加入核计划有关。另外，由于加入核计划，苏联物理学界避免了一场毁灭性的大批判，朗道本来也是被点名的批判对象之一。

38) 这部分奖励没有全额兑现。苏联政府核定授奖人名单后，1950年5月16日发布了第二批奖励名单。决定奖励朗道领导的物理学家小组和梅曼计算站11人共10万卢布，其中哈拉特尼科夫2万卢布，康帕涅兹和栗夫席兹各1万5千卢布，梅曼2万5千卢布。为此哈拉特尼科夫在自己的回忆录中对朗道颇有怨言，哈拉特尼科夫在书中写道：“为了协调朗道工作组应当授奖的工作人员，库尔恰托夫指派他的副手S. L. 索伯列夫院士按约好的时间来物理问题研究所与朗道协商，结果等了好几个钟头朗道也没有出现，不得已只好打道回府。后来听说这段时间朗道正与他的情妇鬼混，把与索伯列夫会面的事忘得一干二净。结果在第一批颁奖中只奖励了他自己一个人。”^[3]

39) 1953年第一总局改名为中等机械工业部。

40) 据哈拉特尼科夫回忆，他和谢尔盖·季雅科夫两个人的工作地点是物理问题研究所地下室的一间由洗手间改建的保密办公室，他们在那里进行RDS-37的计算。1954年9月，季雅科夫用研究氢弹所获奖金买了马达和一艘小艇组装成摩托艇，约了朋友在莫斯科城外的一个水库游玩，结果发生事故，不幸溺水身亡，结束了29岁的生命。季雅科夫在氢弹计算中贡献很大，他对激波稳定性的研究结果曾被朗道和栗夫席兹在《理论物理学教程》第6卷《流体动力学》中多次引用。之后哈拉特尼科夫被调到应用数学所继续从事核武器研究，1955年11月22日百万吨级的RDS-37氢弹试验成功后，经库尔恰托夫协调，他才又调回物理问题研究所从事基础研究。

致谢 几年前曾向当时任中国工程物理研究院院长的赵宪庚同志建议购买利亚别夫主编的《苏联核计划——文件与资料》加以研究，后他们在莫斯科购得这套书。感谢宪庚同志专门复印了一套送我，使得在撰写本文时能从中找到大量可靠的原始材料。

参考文献

[1] Атомный проект СССР: Документы и материалы: В 3 т. / Под общ. ред. Л. Д. Рябева. Т. 1. 1938-1945; В 2 ч. Часть 1 / М-во РФ по атом. энергии; отв. сост. Л. И. Кудинова. М.: Наука; Физматлит, 1998. 432 с. Часть 2. М.: Изд-во МФТИ, 2002. 800 с. Т. 2. Атомная бомба. 1945—1954. / Федеральное агентство РФ

по атом. энергии; Отв. сост. Г. А. Гончаров. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1999. Книга 1. 719 с; 2000. Книга 2. 640 с; 2003. Книга 3. 896 с; М.: Физматлит, 2003. Книга 4. 816 с; 2005. Книга 5. 976 с; 2006. Книга 6. 896 с; 2007. Книга 7. 696 с. Т. 3. Водородная бомба 1945—1956; / М-во РФ по атом. энергии; отв. сост. Г. А. Гончаров и П. П. Максименко. 2008. Книга 1. 734 с; 2009. Книга 2. 597 с; М.: Наука; Физматлит

[2] Г. В. Киселев, «Участие Л. Д. Ландау в советском Атомном проекте (в документах)» 178, 947-990 (2008); (英文版: G. V. Kiselev. "L. D. Landau in the Soviet Atomic Project: a documentary study", Physics-Uspekhi 51 (9) (2008))

[3] Халатников И. М. Дау, Кентавр и

другие. Top non-secret. М.: Физматлит, 2007. (此书有英译本: I. M. Khalatnikov, From the Atomic Bomb to the Landau Institute, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012)

[4] David Holloway, Stalin and the Bomb: The Soviet Union and Atomic Energy 1939-1956, Yale University Press, New Haven and London, 1994, p. 116—117

[5] Иоффе Б. Л. Без ретуши. Портреты физиков на фоне эпохи. - М.: ФАЗИС, 2004, p. 145—146

[6] Горобец Борис Соломонович, Круг Ландау: Жизнь гения / Предисл. А. А. Рухадзе; Послесл. Б. Я. Зельдовича. Изд. 2-е, испр. и доп. — М.: Издательство ЛКИ, 2008, p. 298—306

读者和编者

订阅《物理》得好礼

——超值回馈《岁月留痕》
——<物理>四十年集萃

为答谢广大读者长期以来的关爱和支持，《物理》编辑

户名：中国科学院物理研究所

帐号：11 250 1010 4000 5699

(请注明《物理》编辑部)

咨询电话：010-82649029; 82649277

Email: physics@iphy.ac.cn

部特推出优惠订阅活动：向编辑部连续订阅2年《物理》杂志，将获赠《岁月留痕——<物理>四十年集萃》一本。该书收录了1972年到2012年《物理》发表的40篇文章，476页精美印刷，定价68元，值得收藏。

希望读者们爱上《物理》!

订阅方式(编辑部直接订阅优惠价180元/年)

(1) 邮局汇款

收款人地址：北京市中关村南三街8号中科院物理所，100190

收款人姓名：《物理》编辑部

(2) 银行汇款

开户行：农行北京科院南路支行

