

# 朗道

(1908~1968)

Л. Д. Лев Давидович Ландау

Lendau, Lev Davidovich



朗道, Л. Д.

苏联著名的物理学家。最著名的贡献有“朗道十诫”：量子力学中的密度矩阵和统计物理学 (1927)；自由电子抗磁性的理论(1930)；二级相变的研究(1936~1937)；铁磁性的磁畴理论和反铁磁性的理论解释(1935)；超导体的混合态理论(1934)；原子核的几率理论(1937)；氦 II 超流性的量子理论(1940~1941)；基本粒子的电荷约束理论(1954)；费米液体的量子理论(1956)；弱相互作用的 CP 不变性(1957)。因凝聚态特别是液氦的先驱性理论，被授予 1962 年诺贝尔物理学奖。

1931 年，朗道回国，1932 年到哈尔科夫从事研究和教学工作。1937 年春，他到莫斯科担任苏联科学院物理问题研究所的理论部负责人，并在莫斯科大学任教。

朗道思想敏锐,学识广博,精通理论物理学的许多分支;在他 50 岁生日时,朋友们列举了他对物理学的十大重要贡献:①引入了量子力学中的密度矩阵概念(1927);②金属的电子抗磁性的量子理论(1930); ③二级相变理论(1936~1937); ④铁磁体的磁畴结构和反铁磁性的解释(1935); ⑤超导电性混合态理论(1943); ⑥原子核的统计理论(1937);⑦液态氦 II 超流动性的量子理论(1940~1941); ⑧真空对电荷的屏蔽效应理论(1954);⑨费密液体的量子理论 (1956); ⑩弱相互作用的复合反演理论(1957)。尤其是在量子液体(见液态氦)的理论方面，他的贡献更为突出。

他的另一些引人注目的贡献是：1937 年利用费密气体模型推测恒星坍缩的质量，1946 年在理论上预言等离子体静电振荡中不是由碰撞引起的耗散机制(称

为朗道阻尼)的存在,等等。过了18年后这一预言才由一些美国物理学家在实验上予以证实。由于创立了凝聚态理论,特别是液态氦理论,朗道获得了1962年诺贝尔物理学奖。

朗道在理论物理学的教学方面也费过不少心血,取得了很好的成绩。在哈尔科夫时,他拟定了著名的《理论物理学最低要求》,这是为有志于学习物理学的学生们准备的一份必须掌握的学习提纲,对当时的青年人起了相当大的指导作用。他和他的学生E.栗弗席兹合著的多卷本《理论物理学教程》是颇负盛名的教科书。

朗道于1946年被选为苏联科学院院士,曾获斯大林奖金,并曾获得由许多国家授予的种种荣誉。1968年4月1日在莫斯科逝世。

有一次,爱因斯坦演讲,当主持人请听众对演讲者提问时,一位年轻人从座位上站起来说道:“爱因斯坦教授告诉我们的东西并不是那么愚蠢,但是第二个方程不能从第一个方程严格推出。它需要一个未经证明的假设,而且它也不是按照应有的方式为不变的”。与会者都惊讶地回过头来注视这位似乎不知天高地厚的年轻人。爱因斯坦用心地听着,对着黑板思索片刻后对大家说:“后面那位年轻人说得完全正确。诸位可以把我今天讲的完全忘掉。”这位敢于提出爱因斯坦错误的年轻人,就是被人们誉为“科学怪杰”的前苏联物理学家朗道。

### 一个天才的成长

朗道1908年1月22日出生于里海之滨巴库的一个知识分子家庭里。朗道是犹太血统信奉犹太教的苏联科学家。他的家庭特别崇尚科学,这是一个在沙皇俄国时期少有的充满科学氛围的家庭。其父是一位石油工程师,在巴库油田工作。母亲曾在圣彼得堡接受过医学教育,当过教师和医生等职务。他的姐姐索菲娅后来成为一名化学工程师。朗道从小聪明过人,4岁就能阅读书籍,被誉为“神童”。由于第一次世界大战和国内战争的影响,学校的正常教学秩序得不到保障,知识的获得在很大程度上要依靠自学。但是这对朗道来说,也许是一件幸运的事情。朗道在班上年龄最小、个子最矮小,很少与小伙伴嬉闹。数学读物上的数字和几何图形成了他最着迷的伙伴。朗道7岁学完了中学数学课程,12岁时就已经学会微分,13岁时学会了积分,可以说“数学思维几乎成了他的本能”。

### 难以置信的美

朗道 13 岁就中学毕业，他的父母认为他上大学还太小，便遵从父亲的意愿，同他姐姐一起到经济技术学院学习财经，但是一年后转到巴库大学学习数学、物理学和化学。1924 年 16 岁时转到列宁格勒大学物理系，在那里受教于著名物理学家约飞、福克、夫伦克耳，从他们那里第一次接触到了物理学发展的浪潮。了解到当时尚处于形成阶段的量子理论。在列宁格勒物理系学习时，朗道把全部的热情倾注于学习。他有的时候累得脑子里不停地盘旋着各种公式而无法入睡。朗道后来说，在那段时间里，他完全被那些普遍联系的不可置信的美给迷住了。他入迷地演算海森堡、薛定谔、索末菲和狄拉克的量子力学。他之所以入迷不仅仅是因为它们的科学美，更因为它们凝聚着人类的智慧和创造力。他尤其热衷于“时空弯曲”和“测不准关系”。

朗道曾经酸溜溜地表示：“漂亮姑娘都和别人结婚了，现在只能追求一些不太漂亮的姑娘了。”这里漂亮姑娘指的是量子力学，量子力学是现代物理学的基础，于上世纪 30 年代由海森堡、薛定谔、索末菲和狄拉克等幸运儿建立，朗道因为比他们小几岁所以没能赶上这次物理学史上关键的淘金行动。所以有的史家慨叹：朗道生不逢时。言外之意就是，他要是早生个一二十年，正赶上本世纪初物理学的革命时期，也就是相对论、量子论的草创阶段，以他的才情学识，对人类知识的贡献，当可以使他跻身于爱因斯坦、玻尔这样的世界级大师之列。朗道对自己也有“生不逢时”的感叹，对于自己没能赶上量子力学的创建，感到极度惋惜。

### 才华初现

1927 年朗道 19 岁大学毕业，在列宁格勒物理技术研究所当研究生。就在大学期间，1927 年朗道发表了他的第一篇学术论文，当时才仅仅 19 岁。他在这一年从事的韧致辐射的研究中首次引入了后来称为密度矩阵的量。

1929-1931 年间，人民教育委员会(教育部)的一项基金将他送到欧洲各物理学重镇游学，先后访问了德国、瑞士、荷兰、英国、比利时和丹麦，会见了众多的量子物理学家。1930 年他同皮埃尔斯一起研究了量子力学的大量微妙问题。同年他还从事了金属理论领域中的基础工作，证明了简并性电子气具有抗磁磁化率(朗道抗磁性)。他由此开始引起了国际学术界的注意。特别是在丹麦，玻尔和哥本哈根精神给朗道留下了难忘的印象，对他后来的发展起着重要的作用。玻尔

和朗道虽然性格迥异，但是他们却成了好朋友。朗道将玻尔视为自己的良师益友和精神导师。在剑桥卢瑟福主持的卡文迪什实验室，朗道结识了在卡文迪什实验室工作的自己的同胞——彼得-卡皮查，也就是他以后的救命恩人。

1932年，他转到乌克兰首府哈尔科夫，当了乌克兰科学院物理技术研究所的理论物理部的主任。1934年，他免于答辩获得了列宁格勒大学的理学博士学位和数学博士学位；1937年同孔克尔迪亚·德罗班特塞娃结婚。他们的独生子后来成为实验物理学家。

### 祸从天降

1934年，卡皮查应邀回国讲学。由于当时苏联在社会主义建设初期需要大量的人才，特别是在国外的本国人才。加上当时第二次世界大战的阴云已渐渐笼罩在欧洲的上空，在卡皮查学术活动结束后，苏联政府将他留在了国内，希望他能为自己的祖国奉献智慧。不久，苏联政府向英国购回了卡皮查在剑桥大学的实验设备，使他能够在国内继续从事低温领域的研究。剑桥的卢瑟福爱徒心切，把整个实验室的设备运送给他，苏联政府专门为他成立了“物理问题研究所”。同年，朗道应莫斯科物理问题研究所所长卡皮查之邀，到该所主持理论物理方面的工作，卡皮查把研究所理论部主任的位子给了朗道。他在那里一直工作到逝世。这时苏联大规模展开了对知识分子的残酷迫害。朗道有个小缺点，就是言辞比较犀利，因此得罪了不少权威人士，给自己惹了一身的麻烦。又恰逢当时正好是斯大林时代，他因此受到排挤。1938年冬，朗道突然被捕，以所谓“德国间谍”的罪名被判处10年徒刑。由于卡皮查的尽力营救和玻尔等人的大力声援。一年后获释。’

那是在1937年的时候，作为苏联理论物理的年青领袖，朗道觉得斯大林的清洗正逐渐逼近，公众的注意或许能够让他得到保护。朗道亟需一个能在东西方科学界都掀起波澜的想法，他最后的选择，就是中子星(朗道称之为中子核，是在恒星内部的中子星，为恒星提供能源)。朗道把稿件直接寄给了玻尔，希望能够得到他的推荐让自己的文章在《自然》(当时已经是最权威的自然综合性的杂志了)上发表。因为当时严格的审查，朗道只能用点春秋之笔，玻尔也是个绝顶聪明的人，当天就回了信。当时苏联《消息报》的编辑们也许良知未泯，他们连同玻尔的回信一起发表，并盛赞了朗道的成果，“……尼尔斯·玻尔对这位苏联

科学家的工作给以极高的评价，说‘朗道的新思想是很杰出而大有希望的’。”

可惜政治自古以来都是疯狂的，1938年4月28日，一辆黑色的小轿车停在朗道的楼下，朗道的妻子无助地看着克格勃的身边那憔悴的身影，和漆黑监狱里未知的命运。那段日子一定是他刻骨铭心的，他写道：“我在狱中呆了一年，显然再有半年我就会死掉。”

朗道能够得到释放的确是非常幸运的，因为在那些疯狂的年月里，绝大部分人都没有那么幸运，包括朗道的很多同事，有的失踪了，有的不得不在铁窗中度过那不堪忍受的岁月。原因是苏联最著名的实验物理学家卡皮查发现了超流，他直接写信告诉斯大林：“最近我在对接近绝对零度时液氦的研究中发现了一些新的现象，将可对这个现代物理学中最奥秘的领域有所澄清。我准备在今后几个月内将部分工作予以发表。不过我需要理论家的帮助。在苏联，只有朗道一个人从事我所要求的这方面的理论研究，可惜，过去一年他一直在监狱里。卡皮查以自己的人格担保，并且以辞职相要挟，朗道才得以于1940年释放。其实，介入营救朗道的远远不止卡皮查一个人，他自己的恩师玻尔曾经为此事给斯大林写了言辞恳切的求情信，恳求斯大林运用自己的权力和威望。赦免朗道。正如朗道在卡皮查70寿辰时所说：“在那些年月，卡皮查的举动需要大勇、大德和水晶般纯洁的人格。”他以后始终对卡皮查怀着感激之情，曾经这样评价卡皮查：“他拥有一个科学家可能向往的一切：他的著作得到首肯，他有才华横溢的门生……但卡皮查依然孜孜不倦地从事科学研究，他的好奇心和创造力依然无穷无尽……”

#### 全能理论物理学家

朗道称自己为“最后一个全能物理学家”，这实在也并不过分。也许更确切的名称是“全能理论物理学家”。朗道对理论物理学的许多方面，在国际物理学界享有很高的声望。1962年授予他诺贝尔物理学奖。提到的凝聚态和液氦的理论工作，只是他工作的冰山一角。

物理学上，朗道的贡献是多方面的，也许是借用摩西十诫之名，1958年，苏联原子能研究所为了庆贺朗道的50寿辰，曾经送给他一块大理石板，板上刻了朗道平生工作中的10项最重要的科学成果，把他在物理学上的贡献总结为“朗道十诫”，这10项成果是：

- 1)量子力学中的密度矩阵和统计物理学(1927年);

- 2)自由电子抗磁性的理论(1930 年);
- 3)二级相变的研究(1936-1937 年);
- 4)铁磁性的磁畴理论和反铁磁性的理论解释(1935 年);
- 5)超导体的混合态理论(1934 年);
- 6)原子核的几率理论(1937 年);
- 7)氦 II 超流性的量子理论(1940-1941 年);
- 8)基本粒子的电荷约束理论(1954 年);
- 9)费米液体的量子理论(1956 年);
- 10)弱相互作用的 CP 不变性(1957 年)。

朗道是物理学界公认的具有天才头脑的人物。他发表的文章涉及到很多出人意料的主题，例如低温物理学、磁性的不同类型、等离子区中粒子的运动、冲击波、湍流、炸药的爆炸、频谱线的分析以及量子场理论等等。朗道对物理学的贡献几乎遍及各个领域，诸如核物理、固体物理、等离子体物理、宇宙线物理、高能物理等等。在这些领域里，有许多术语都冠以他的姓氏，像朗道阻尼、朗道能级、朗道去磁等等。然而著名的还是 1940~1941 年间，他在研究等离子体问题时，抓住了前人忽略了的粘性，用数学方法成功地解释了  $4\text{He}$  在温度低于 2K 时完全失去粘滞性并具有很大的热导率的原因。他预言在超流性的氦中，声音将以两种不同的速度传播，也就是说声波有两种类型，一种是通常的压力波；另一种是温度波即所谓的“次声”。这一预见 1944 年得到了实验证实。

1943-1946 年间。朗道还对基本粒子物理学和核相互作用理论进行过大量工作。他研究了电子簇射的级联理论和超导体的混合态等问题。他发展了关于燃烧和爆炸的理论、质子-质子散射和高速粒子在媒质中的电离损失等问题，还提出了等离子体的振动理论。

在 1947~1953 年间。朗道在电动力学方面进行过一系列工作，研究了氦 II 的粘滞性理论、超导性的唯象理论和粒子在高速碰撞中的多重起源理论。这些成果对低温物理学和宇宙射线物理学有重要意义。

1954 年，朗道研究了量子电动力学和量子场论中所用的微扰方法，1956 年到 1958 年间创立了费米流体的普遍理论，液氦 III 和金属中的电子都与此有关。1957 年，当李政道和杨振宁对宇称守恒定律的否定得到了验证时，朗道提出了

CP 守恒定律来代替它。1959 年朗道在基本粒子理论上提出了一种方法，以确定粒子相互作用振幅的基本值。

### 伟大的教育家

朗道出众的演说才能和他的才华所放射出的耀眼的光芒深深地吸引着学生们。真是名师出高徒，这些学生们后来都成为苏联物理学和空间科学领域的带头人。成为院士的就有十几位之多。2003 年诺贝尔奖得主阿布里科索夫和栗弗席兹就是朗道的学生。

朗道很早就表现出了作为教师和理论家所应具备的素质，他对学生们善于从长处着眼，及早挑选和培养物理学的研究人才。他曾创造出一种著名的 9 项系列需求考试，设计这种考试是用来识别那些最具有天赋的学生的，这种考试被人们称为理论最小值。参加这项考试必须首先熟练掌握朗道编撰的《理论物理学基础》(全书共分 9 册，前七册为理论物理学，后两册为数学)。学完这套书后再进行考试，由他亲自监考。考试合格者留在研究生班继续深造，朗道或者他自己的学生亲任导师，精心授课。

朗道十分关心中学物理教学，为了使学生们从小在物理方面打下良好的基础，他与人合编了一套《大众物理》，以通俗易懂的、富有趣味的形式介绍物理学基本定理，这使他们对相对论、量子力学、原子和原子核结构等方面的最新成就获得了初步的比较牢固的概念。

### 著作等身

朗道一生的著作多达 120 余部，可以说涉及到当时物理学的各个领域。朗道已经出版的高等学校教科书和他关于理论物理学的专著都以论述精确和科学资料丰富为特征。可以说立论明确、叙述扼要、结论清楚。特别是写得深入浅出，一扫当时盛行的以科学为幌子故作高深的恶劣风气。使他对物理学产生深远影响的，还有一项更重要原因，这就是他同他的学生栗弗席兹合著的九大卷理论物理学教程。这部成书于四五十年代的巨著，不仅培育了整整一个富有成果的苏联物理学派，也教导了全世界一代又一代的物理学生。朗道与别人合写的理论物理学教科书《量子力学》于 1948 年问世，同时出版了《场论》的修订本。1951 年出版了他的关于统计物理学的一部完全新的著作。1953 年《弹性理论》问世。朗道与别人合写的普通物理学教程于 1949 年问世，紧接着出版了与他人合著的原

子核理论教程。这套书的另一卷《连续介质电动力学》于 1957 年问世。朗道对他的这些著作不断修订、精益求精，所耗费的心血和精力相当于重新撰写一部新书。他的许多著作分别在美国、日本、中国、英国、波兰、南斯拉夫翻译出版。尤其是在英国还翻译出版了他的全套理论物理学教程。

### 白璧微瑕

朗道虽然在科学上取得了空前的成功，但是他的声名则主要限制在学术圈内。即使在学术上朗道还多少有些“学阀”作风，有些被朗道枪毙掉的论文，后来被证明是极重要的，朗道留下了太多的遗憾，让后人为他惋惜。朗道的天才和才华成就使他过于自负，对自己的智慧和直觉产生了太大的自信，使他目空四海，在他眼里世界上没有几个物理学家。他当了苏联科学院物理学部的主任后，科学研究中更加固执、武断，缺乏民主精神。

1956 年，他的这种过于自负的个性使前苏联科学院蒙受了无法弥补的损失。事情是这样的：这一年，苏联物理学家沙皮罗在对介子衰变的研究中，发现了介子衰变过程中宇称不守恒。他向朗道介绍了自己的发现。朗道过于相信自己的直觉，对此不以为然。他认为，宇称一直是守恒的，无论是在宏观状态还在微观状态。他相信。凡是与他的物理直觉不合的想法，必定是错误的。所以当沙皮罗将自己的研究成果写成论文请他审阅时，他却连看也不看，若无其事地将它扔在一边。

几个月之后，中国旅美学者杨振宁和李政道提出了沙皮罗已经发现的弱相互作用下宇称不守恒的理论，不久，又由吴健雄用实验做出了证明。第二年，杨振宁和李政道获得了诺贝尔物理学奖，而沙皮罗因为朗道的随手一扔，虽然发现在先，最终与诺贝尔失之交臂。当杨振宁和李政道获得诺贝尔奖的消息传到朗道耳中，他才如梦方醒，认识到自己扔掉的是什么。但是无可奈何花落去，一切都已经晚了。天才和成就造就的家长作风使朗道断送了前苏联科学家获得诺贝尔奖的一次宝贵机会。

### 英年早逝

遗憾的是正当朗道步入科学的丰产期时，一场意外的车祸剥夺了他的工作能力。1962 年 1 月 7 日晨，朗道去杜布纳联合原子核研究所，在途中他乘车时和载重汽车相撞，别人都安然无恙，唯有朗道因反应迟缓而多处受伤。在车祸中



朗道断了 11 根骨头并头骨骨折。苏联最好的医生为拯救朗道的生命而竭尽全力，捷克、法国、加拿大的很多医学教授等得知消息后纷纷前来会诊。世界许多物理学家也相继寄来名贵的药材。在经历数次临床死亡判决之后，经过精心治疗，生命虽然保住了，却留下了严重的后遗症。使他已经失去了做物理学研究的能力。也许朗道的车祸让瑞典的诺贝尔委员会产生了“紧迫感”，这一年的年底，他们决定把当年的物理学奖授予朗道，表彰他在 24 年前提出的理论。由于朗道的健康不允许他远行，颁奖仪式专门为他破例在莫斯科举行，由瑞典驻苏联大使代表国王授奖。虽然朗道在车祸后重新担任了一些职务，但是这场事故断送了他的学术生涯，从那以后一直没有完全恢复工作能力。他的生命勉强延续了 6 年，于 1968 年 4 月 3 日，在莫斯科与世长辞，享年 60 岁。

朗道也许是上个世纪最有个性的物理学家。作为一个物理学家他就像莫斯科物理问题研究所所长卡皮查所说：“朗道在整个理论物理学领域中都做了工作，所有这些工作都可以用一个词来描述——卓越。”作为一个普通人，他是“简单化作风和民主作风，无限偏执和过分自信的奇妙混合体。”这种复杂或矛盾的性格处处体现在他的生活中。

**备注：本文件的一切资料均来自于互联网，仅仅用于学习交流，严禁进行任何商业用途，否则将追究其法律责任！**