

• 人物评传 •

普罗霍洛夫：从量子电子学到纤维光学

Prokhorov: From Quantum Electronics to Fiber Optics

曾晓娟 / ZENG Xiaojuan¹ 宋兆杰 / SONG Zhaojie²

(1. 大连理工大学马克思主义学院, 辽宁大连, 116024; 2. 东北大学秦皇岛分校马克思主义学院, 河北秦皇岛, 066004)

(1. School of Marxism, Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning, 116024

2. School of Marxism, Northeastern University at Qinhuangdao, Qinhuangdao, Hebei, 066004)

摘要: 普罗霍洛夫是苏联著名物理学家和诺贝尔奖获得者, 他在量子电子学、纤维光学领域做出了重要贡献。他提出的获取反转能态的辅助泵浦辐射法即“三能级法”和研发的开放式谐振器为后来研发世界上第一个激光器奠定了基础。在他的努力下, 苏联成为拥有激光器和光纤通信技术的大国。

关键词: 普罗霍洛夫 量子电子学 纤维光学

Abstract: Prokhorov is a famous Soviet physicist and a Nobel Prize winner. He has made important contributions in the fields of quantum electronics and fiber optics. His “three-level” assistant pumping radiation method for obtaining the reversed energy state and the open resonator developed by him laid the foundation for the later development of the world’s first laser. With his efforts, the Soviet Union became a great power with laser and optical fiber communication technology.

Key Words: Prokhorov; Quantum electronics; Fiber optics

中图分类号: K815:O431.2 文献标识码: A DOI: 10.15994/j.1000-0763.2022.09.014



普罗霍洛夫

霍洛夫·亚历山大·米哈伊洛维奇(Прохоров Александр Михайлович)正是这两个领域的

领军人物。

1916年7月11日, 普罗霍洛夫出生于澳大利亚阿瑟顿市的俄罗斯移民家庭。他的父亲由于参加反抗沙皇暴政的活动被流放到西伯利亚。1911年, 普罗霍洛夫父母从西伯利亚流放地逃亡到澳大利亚。十月革命推翻了沙皇统治, 普罗霍洛夫一家于1923年返回到俄罗斯, 后来定居在列宁格勒。列宁格勒当时是苏联科学中心, 这里有当时苏联一流的物理学研究机构—列宁格勒物理技术研究所(Ленинградский

基金项目: 大连理工大学基本科研业务费专项项目(项目编号: DUT20RC(3)082)。

收稿日期: 2019年4月20日; 修回日期: 2022年6月12日

作者简介: 曾晓娟(1969-)女, 辽宁朝阳人, 大连理工大学马克思主义学院教授, 研究方向为科学技术管理和教育管理。

Email: zxiao@163.com

宋兆杰(1964-)男, 辽宁彰武人, 东北大学秦皇岛分校马克思主义学院副教授, 研究方向为苏联科学史。

Email: songzhaoj2000@163.com

физико-технический институт)。1934年,普罗霍洛夫考入列宁格勒国立大学物理系,一批著名物理学家在这里授课。伏利什(С. Э. Фриш)、波罗斯泰因(М. П. Бронштейн)、福克(В. А. Фок)、格罗斯(Е. Ф. Гросс)、卢吉尔斯基(П. И. Лукирский)、克鲁特科夫(Ю. А. Крутков)、布尔希安(Э. В. Бурсиан)等都对普罗霍洛夫后来成长为一名物理学家产生一定的影响。^[1]

1939年,普罗霍洛夫大学毕业后成为苏联科学院列别捷夫物理研究所振荡实验室的研究生,在物理学家列昂托维奇(М. А. Леонтович)、米顾林(В. В. Мигулин)领导下研究无线电波沿着地球表面扩散测量距离问题。^[2]1941年,苏联卫国战争爆发后,普罗霍洛夫应征入伍参加对德军作战,获得过“勇士”勋章。1944年,普罗霍洛夫第二次负伤后退役,回到莫斯科列别捷夫物理研究所振荡实验室继续研究振荡频率的稳定问题。此后,普罗霍洛夫逐渐在分子振荡器、谐振器、激光器领域展开深入研究,并取得了重大突破,他被称为“苏联量子电子学之父”。

一、在量子电子学领域的突出贡献

1. 研发分子振荡器

1948年,维克斯列尔(В. И. Векслер)院士邀请普罗霍洛夫参与新型加速器的研制工作,维克斯列尔因发现自动稳相原理促进了同步加速器和同步稳相加速器的研发。他建议普罗霍洛夫用同步加速器检验产生厘米波和毫米波的可能性。他认为,同步加速器能促进毫米波的产生。普罗霍洛夫开始研究电子相干辐射。当时切连科夫(П. А. Черенков)研发的第一个电子感应加速器转给了普罗霍洛夫,普罗霍洛夫与同事们将电子感应加速器在同步加速器模式下研究厘米长无线电波的同步辐射。普罗霍洛夫经过研究得出结论,同步加速器能在厘米波长范围内提供相干辐射,相干辐射取决于电子沿着轨道的扩散,当电子在轨道均匀扩散时相干辐射是不存在的,在同步加速器中电子

组成了凝结块,将有相干辐射的出现。相干辐射研究构成了普罗霍洛夫博士论文“同步加速器加速电子相干辐射的研究”(Исследование когерентного излучения электронов, ускоряемых в ускорителе типа синхротрона)的重要内容。

普罗霍洛夫后来谈到这个时期的研究工作时指出:“当时没有毫米波振荡器。我得到了一个电子感应加速器。我与巴尔丘科夫(А. И. Барчуков)把电子感应加速器加速到最大功率,并转到同步加速器模式。通常的同步加速器是射频加速,产生的频率等于电子的频率,加速器里只有一个电子凝结块。但要获得同步辐射,必须有一些较小的凝结块。为此,我使用了比电子频率高三倍的加速频率,结果出现三个电子凝结块,增加了辐射功率。”^[1]普罗霍洛夫提出确定电子凝结块规格的方法,他证实同步加速器可以作为厘米波和毫米波的相干电磁振荡源。^[3]苏联在振荡方面的研究达到很高水平,对同步加速器中的粒子运动研究取得重要成果,普罗霍洛夫从理论上研究同步加速器径向振荡和相位振荡相互作用的过程,并完成了同步加速器相干辐射的观测和研究。此前,苏联物理学家曼德尔施塔姆(Л. И. Мандельштам)和帕帕列克西(Н. Д. Папалекси)两位院士在这个领域已经取得诸多成果,普罗霍洛夫在他们研究的基础上研制出第一个相位无线电接收机。他与米顾林提出借助于无线电干扰观察电离层的原创性方法。1948年,普罗霍洛夫通过使用原子、分子受激辐射发现了电磁振荡和放大的新原理。1954年,普罗霍洛夫开始担任苏联科学院列别捷夫物理研究所振荡实验室主任,在他的努力下,振荡实验室规模逐渐扩大,后来这个实验室分出无线电天文实验室和量子无线电物理实验室。为加强对量子电子学的基础研究,普罗霍洛夫在莫斯科大学核物理研究所下面组建了放射光谱学实验室。^[2]

在进行加速器物理研究的同时,普罗霍洛夫根据斯科别尔琴(Д. В. Скобельцын)院士的建议研究一个全新的方向——放射光谱学。这项工作的主要目标是测定分子结构和稳定无

线电波段的频率。普罗霍洛夫率领一批年轻科研人员在无线电定位技术方面取得重要成果，他的研究涉及到一个新兴领域——分子振荡光谱学。普罗霍洛夫获得了一系列金属分子结构的重要数据，并认识到用光谱线可以稳定超高频振荡器频率的重要性。他重视从原理上研究厘米波段的相干电磁辐射源、提高微波波谱装置的灵敏度，从而为量子电子学的发展奠定了基础。^[3]在放射光谱学中，普罗霍洛夫研究这个领域最棘手的问题——不对称回转体分子。后来，普罗霍洛夫的研究逐渐转向超高频光谱吸收问题。1954年，普罗霍洛夫和巴索夫（H. Г. Басов）发表论文“分子束在分子旋转光谱辐射研究中的应用”，^[4]他们阐述了制造电磁辐射量子振荡器的原理。

振荡器的频率稳定是学者们极为关注的问题。雷达、无线电和电视都需要稳定的振荡器频率。^[5]普罗霍洛夫测定分子结构对稳定无线电波段的频率具有重要意义。在放射光谱学领域，普罗霍洛夫研究偶极矩测定、原子核自旋问题，提出用光束来解决一阶多普勒效应引起的谱线展宽问题，提高分辨率。他指出，吸收系数不仅由低到高的转变决定，而且由高到低的诱导转变决定。当使用光束时，可以对只处于上位态的分子进行分类，然后这些光束会放大辐射，因此，如果这样一个系统能被放置在谐振器中，就有可能制造出振荡器。普罗霍洛夫和巴索夫阐述利用辐射诱导分子制造振荡器的可能性，^[6]提出分子束的形成方法，这种分子束能将受激和非受激分子连续分类，并通过谐振器传输受激分子束。对分子分类促进了负温度系统的研究，在这个系统里大多数粒子处于高能水平，如果补充一个谐振器，这个系统可以促进振荡。普罗霍洛夫第一次将诱导辐射和反转能态的思想与谐振器、反馈和相干电磁辐射产生的原理结合起来，用氨分子制造出一个1.25厘米波长的氨微波激射器，该激射器成为世界上第一个微波激射器。这个分子振荡器是束状无线电分光镜，带有区分分子等级的功能。^[2]

1955年，普罗霍洛夫与巴索夫发表论文“分

子振荡器活性分子获取的可能方法”，他们提出借助辅助高频场预先照射分子束获取活性分子的方法，这种高频场能引起分子能级之间的共振跃迁。普罗霍洛夫提出获得反转能态的基本方法——多能级系统的辅助泵浦辐射法。泵浦辐射法在量子电子学中特别有效，这种方法不是通过在分子束中选择激励分子和非激励分子，而是通过对谐振频外部电磁辐射的分子施加作用。这种方法可以在任何多级系统中达到反转能态，而不取决于量子能量的数值。这些研究成果成为高效量子放大器的物理基础，在固体物理中具有重要意义。^[3]辅助泵浦辐射法也被称为“三能级方法”，该方法为后来制造各种激射器和激光器奠定了基础。



图1 普罗霍洛夫（右）与巴索夫在实验室

普罗霍洛夫用电子顺磁共振方法研究晶体电磁共振，他为改善晶体光学的均匀、高机械性能进行探索，他研制出带有镨和其他杂质的萤石晶体，^[2]这种晶体可以有效用于振荡器，可以获得太阳辐射能量的振荡。微波激射器在射电天文学中的成功应用对射电望远镜产生了革命性影响。8毫米、1.35厘米和5.2厘米波长的微波激射器相继安装在RT-22射电望远镜上，它们各自发挥不同的作用，构成辐射测量系统的基础。^[7]科学家们使用微波激射器可以进行独特的天文观测。1964年4月16日，当安装在

望远镜上的21厘米波长的微波激射器最终与其他设备对接时,科学家们观测到覆盖月球的蟹状星云带穿过普希诺市。^[7]

1960年,普罗霍洛夫的研究内容集中在光频段量子振荡器中的发生过程。1963年,他与同事们深入研究新型双量子跃迁振荡器的作用原理,按照这种原理运行的振荡器可以获得任何频率。他制造了许多连续作用的光频段振荡器和红外波段的量子振荡器。普罗霍洛夫通过实验确定了以前所未知的量子发生器光束在液体中被吸收时液压冲击脉冲出现的现象。

2. 研发谐振器

在厘米级无线电波范围工作的电磁辐射的振荡器研发出来之后,科学家们面临着一项非常重要的课题,即将这些方法转移到光学范围。这是一个大胆的设想,因为在光学中没有单色辐射的振荡器以一种波长工作。为此要解决获得激发粒子数大于非激发粒子数的方法,以便研制一个可以在光学范围工作的谐振器。当时用于短波长的谐振器由于光谱中光学部分的波长很小而不能用于光学范围。1958年,普罗霍洛夫研发出新型谐振器——开放式谐振器,他的论文“亚毫米波长分子放大器和振荡器研究”阐述了制造用于亚毫米波长分子放大器和振荡器的可能性。普罗霍洛夫提出使用一对平面平行反射镜作为谐振器,被称为“开放式谐振器”,其特点是,它比波长大得多,可以用于无线电和光学范围。李托夫(С. М. Рытов)后来写道:

1958年,普罗霍洛夫就提出了一种新型的谐振器,即所谓的开放式谐振器,其形式为两个平行镜面。这种谐振器比波长大得多,具有非常高的品质。开放式谐振器提供了一个很宽路径制造激光器,现在激光器使用的都是这种谐振器。^[5]

开放式谐振器突破了光谱进入光学领域的限制,开启了制造激光器的道路,现在两块平行反射镜就是在激光技术中最广泛使用的谐振器。对量子电子学发展具有重要意义,是量子电子学向光波段发展的重要一步。^[3]普罗霍洛夫与巴索夫的研究成果构成了量子电子学的重要内容和激光器制造的基础。

随着对分子振荡器的深入研究,普罗霍洛夫用电子顺磁谐振方法研究固体光谱。他与玛年科夫(А. А. Маненков)一起在顺磁晶体中用电子顺磁谐振方法研究自旋晶格弛豫过程。^[1]20世纪50年代末60年代初,普罗霍洛夫研发出用于制造毫米波和厘米波长的量子顺磁放大器,这种量子顺磁放大器具有噪音小的特点。普罗霍洛夫寻找用于超高频顺磁放大器的新晶体,研究其光谱和弛张特点。普罗霍洛夫第一次提出将电磁共振用在量子顺磁放大器上。^[2]对于超高频量子顺磁放大器和激光器来说,红宝石是一种有效的晶体。量子顺磁放大器使信号接收装置的灵敏度明显提高。在宇宙通讯无线电接收系统和无线电天文站中得到广泛应用。普罗霍洛夫制造的波长为21厘米的量子顺磁放大器安置在直径为22米的抛物线反射天线上,这个设备在普希诺市的列别捷夫物理研究所无线电天文站上用来观察宇宙氢射线。^[2]由于使用射电天文学的新技术,科学家们可以深入研究分子自由基的辐射,由此苏联在宇宙研究获得了重要数据,在火星9、火星10探测器中使用量子顺磁放大器获得了火星表面高质量的影像,^[8]促进了空间计划的实施。

普罗霍洛夫在量子电子学领域的成就促进了激射器和激光器的研发,由此,1964年,他与巴索夫和美国物理学家汤斯(C. H. Townes)共同分享诺贝尔物理学奖。在诺贝尔奖颁奖仪式演讲中普罗霍洛夫指出,当时制造激光器的主要障碍是没有能够在光学波长范围内工作的谐振器,没有在光学范围内实现反转能态的具体方法。在无线电波激射器出现后不久,这两个问题都逐渐解决了。

3. 研发激光器

在氨分子振荡器、顺磁晶体放大器和谐振器取得重要成果之后,普罗霍洛夫认为,用红宝石可以研制出激光器。1960年,美国科学家梅曼(T. H. Maiman)率先制造出世界上第一个激光器,这个激光器使用的正是普罗霍洛夫的开放式谐振器和辅助泵浦辐射法即“三能级方法”。

1962年,苏联物理学家巴索夫研发出世界

上第一个注入式半导体激光器，激光物理得到快速发展，科学家们开始深入研究激光辐射与物质的相互作用。激光器的使用促使了新的研究方向——激光物理学的出现，也表明激光时代已经到来。普罗霍洛夫认识到研发激光器的重要意义，他在专著《量子电子学》中对苏联研发激光器提出以下任务：第一，扩大激光器的光谱范围，研发新的光学材料；第二，研发激光照射的时间空间、热能等方面的管理方法；第三，研究激光照射与不同介质的相互作用。^[4]在研制微波激光器之后，普罗霍洛夫研发出晶体激光器、玻璃激光器和在双量子跃迁基础上的激光器。普罗霍洛夫指出，在量子振荡器和放大器中，有效元素具有临界长度，临界长度限制辐射随着波长增大而产生的功率增大。^[8]这个结论对于研发大功率激光系统具有重要意义。

20世纪60年代中期，普罗霍洛夫开始对高温激光等离子体进行研究，从而促进了激光热核聚变的研究，他还研究强激光辐射与气体及凝聚靶作用，从而发现了波束在非线性介质中传播时的多焦点结构、红外辐射对分子的非热共振激励，从而导致分子的离解。这一效应可以用来引发化学反应及分离同位素，实现强激光辐射与固体及液体介质相互作用时出现的效应，如吸收介质中的超声激光振荡，靶附近等离子体的慢燃烧等。^[3]普罗霍洛夫还发现了大功率激光辐射与固体和液体介质相互作用产生的效应，即在吸收介质中的超声波激光谐振。^[8]

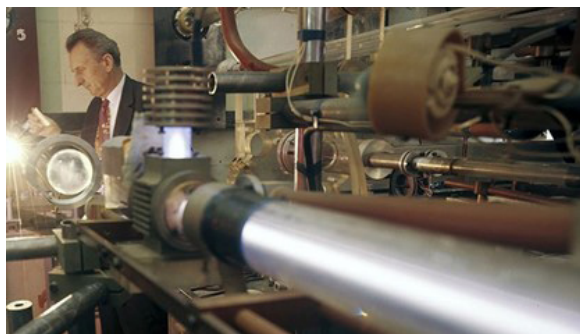


图2 普罗霍洛夫在进行激光器研发实验

研发大功率激光器没有现成的模式，一切需要自己探索。1966年，普罗霍洛夫和科努霍夫（В. К. Конюхов）共同研发出功率能达到数百千瓦的气动力激光器。^[6]该激光器可以把

热能直接转换成相干电磁辐射，可以一次性应用大量的激活介质以获得巨大的辐射功率。^[3]普罗霍洛夫与拉斯颇列京（А. А. Расплетин）、布恩京（Бункин Б.В.）、米里昂希科夫（М. Д. Миллионщиков）、维利霍夫（Е. П. Велихов）倡议启动高能激光器的研发。为此，必须研发高纯材料，发展大功率的电磁光学辐射，组织上万人，更新工业设施，培训工程师和专家。这项工作的重要和庞大类似于著名的核项目。他们做出如下决定：研制固体多维行动的大功率激光器，或光量子振荡器；研制固体燃料多维行动振荡器和光量子振荡器的供电系统；研制光束捕捉目标的装置；研究激光辐射与结构材料的相互作用，确定大气对强激光辐射的影响。^[9]1966年，普罗霍洛夫当选为苏联科学院正式成员。两年后，他被任命为列别捷夫物理研究所副所长。^[1]维利霍夫后来回忆道：

普罗霍洛夫是一个非常友好和性格开朗的人，我们进行了良好的合作，这种合作很像股份制公司，但这是国家股份制公司。我们中机工业部，航空工业部，造船部，航天局之间此前很少互动，现在我们合作非常愉快。普罗霍洛夫能够与各个部门各类人打交道，从苏共中央总书记勃列日涅夫到普通工程师。我们没有时间谈论无关的事情，我们忙于整个工作：激光测试、振荡器测试、建立大型工厂、建立新的生产基地、制造新型发电机以及各种电气设备。^[1]

普罗霍洛夫大力推进激光器在国防技术方面的应用，特别是防空技术，为此，苏共中央作出决议组建专门防空激光综合体。普罗霍洛夫提出研制大功率CO₂气动激光器，并取名“欧米茄-2M”（ОМЕГА-2М）。1967年2月23日，苏共中央做出决议，组建“欧米茄”（ОМЕГА）激光综合体，普罗霍洛夫与拉斯颇列京和布恩京是这个项目的负责人。在这个项目的落实过程中，普罗霍洛夫发挥了决定性作用。^[9]

在普罗霍洛夫的努力下，苏联建立了一个由设计局和生产单位、激光专家和相关领域的研究人员组成的网络。苏联和美国一样已经成为拥有激光技术的大国。激光器促进了诸

多领域的研究:气体中的光学击穿、多光子过程、固态激光器的半导体抽运、非线性现象、分光谐波产生、自聚焦、激光热核聚变、激光同位素分离、光化学、光水力效应等,这些都成为普罗霍洛夫极为关注的研究领域。20世纪80-90年代,固体激光研究取得重要成就,在医学上使用激光治疗工艺是普罗霍洛夫团队的一个特殊贡献,^[10]他们的智慧惠及到人类的健康。他们制造出世界上第一个治疗青光眼疾病的激光装置,在妇科和泌尿科治疗中使用激光治疗工艺,他们研发出用激光治疗肿瘤的方法,他们采用准分子激光器治疗肺结核,还研发出激光碎石机用于清除人体内的结石,用激光穿孔机非接触式血液取样,用激光治疗牙齿疾病。

普罗霍洛夫在激光领域取得的成就堪称20世纪最大的科学成就之一。普罗霍洛夫在这个过程中做出的贡献堪比库尔恰托夫研发原子弹、科罗廖夫开发空间技术。激光的发现在光学领域是一场革命。激光器在医学、材料技术、加工与信息传递、仪器工程、生态学等多个领域得到了实践应用。今天,激光领域的发展已被科学界广泛关注,是发达国家竞争的领域。

二、在纤维光学领域的贡献

普罗霍洛夫研究方向涉及诸多领域,微电子、固体物理学、水文物理、等离子体物理学、亚毫米物理学、高纯材料都是他研究的重要内容。20世纪70年代,美国、英国、日本研发低损耗玻璃纤维光导,普罗霍洛夫密切关注发达国家的研究状况。在他的领导下,苏联出现了新的研究方向——光纤通讯,这个研究方向对通讯技术和信息加工技术具有革命性的意义。^[8]1973年,他与迪阿诺夫(Е. М. Дианов)研究低损耗玻璃纤维光导,他们的研究集中在四个方面:气相中高纯物质的聚变;制造高纯度玻璃和玻璃纤维光导,使用气相中高纯物质;研发制造高纯玻璃和纤维光导的设备;研发玻璃光学光导测量设备。1974年,他们制造出第一批纤维光导实验样品。普罗霍洛夫向苏共中央通报了他们的研发工艺,苏联部长会议下属

的军工综合体对该工艺表现出浓厚兴趣。1977年,苏联研发出第一批纤维光学电话联络系统,后来又制造出纤维光导光缆,这些工艺的研发成功在很大程度上是与普罗霍洛夫的努力分不开的。^[4]迪阿诺夫院士后来回忆道:

普罗霍洛夫对低损耗的玻璃纤维极为关注并组织力量进行研发。苏联科学院数个研究所联合攻克光纤技术,由于普罗霍洛夫的参与和努力而取得了显著成果。但在那个时候,很少有人能预见到光纤通信未来的发展水平。普罗霍洛夫的远见卓识让我们感到惊奇。^[1]

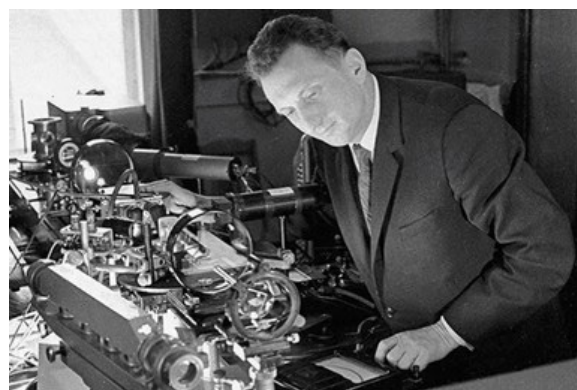


图3 普罗霍洛夫在进行纤维光导实验

普罗霍洛夫倡导对光纤波导的基础研究。1980年,在苏联科学院列别捷夫物理研究所下面组建了纤维光学部,1983年,组建了纤维光学实验室。1982年7月30日,苏联部长会议作出决议,将苏联科学院列别捷夫物理研究所的分所“A”改为“苏联科学院普通物理研究所”。普罗霍洛夫是该研究所的创建人和第一任所长。在普通物理研究所除了激光物理传统研究领域,还开展新的研究方向:集成光学、光纤通信、超高分辨率光谱、微电子、声学 and 声纳、激光在医学和生态学中的应用、磁现象物理学、薄膜物理学、观测仪器、超快处理、自适应光学等,研究所的科研人员数量达到2000多人。^[1]20世纪80年代,普通物理研究所规模迅速扩大,在普罗霍洛夫的领导下,普通物理研究所下面组建了激光材料和工艺科研中心、纤维光学科研中心和自然科学研究中心,这三个研究中心分别有自己的研究方向。^[10]

在普罗霍洛夫的领导下,苏联研究制造纯

高温单晶、玻璃和陶瓷等特殊材料，这些材料在冶金学、光通讯、量子电子学上均有重要意义。^[3]他们研发的直径6厘米、厚度2毫米的金刚石板是一种具有良好导热性能的电介质。^[6]20世纪80-90年代，纤维光学迅猛发展。光纤通讯和互联网已经成为现代人们生活不可缺少的组成部分。光纤技术首先解决了一些大城市电视机接收信号弱的问题。首都莫斯科的一些高楼里电视机信号接收经常出现信号弱和不稳定问题。1984年，苏联通讯部与通讯物资工业部借助于纤维光缆的激光辐射研发出新的电视机信号接收系统，极大改善了信号的接收状况。^[4]在苏联研发出光纤后，普罗霍洛夫努力推广这一技术。此后开启了苏联钻石科学生产联合体与机械设计局的合作，将光纤技术推广到生产中。今天，整个地球都被光纤通信线路连在一起。光纤的应用范围远远超出了光通讯。高性能光纤激光器已经问世，光纤系统正通过传感器监控大型建筑物、桥梁、水坝等设施安全情况。普罗霍洛夫与迪阿诺夫在苏联光纤领域的贡献是决定性的。

结 语

20世纪90年代初，苏联解体，俄罗斯进入艰难的转型时期。国家对科学的投入锐减，科研人员的低收入使他们难以维持最低的生活水平。国家的科学事业处于历史上低迷时期。尽管如此，年近80岁的普罗霍洛夫仍然为发展俄罗斯科学事业继续贡献自己的力量。1994年，普罗霍洛夫等科学家致信俄罗斯总统叶利钦，提议以国家名义出版12卷《俄罗斯大百科全书》。叶利钦签署总统令，任命普罗霍洛夫担任出版《俄罗斯大百科全书》总编，批准普罗霍洛夫提议的编委会。然而，资金的缺乏严重困扰着编委会成员。他们不断向上面请求拨款，得到的答复都是“现在没有钱”。为使编撰工作继续下去，普罗霍洛夫30多次书面请求拨款。^[11]21世纪初，在俄罗斯新任总统普京过问下，终于获得拨款，《俄罗斯大百科全书》12卷得以出版。

1955-1975年是普罗霍洛夫科学创造最富有成就的20年，也是苏联科学发展的黄金时期。普罗霍洛夫能够取得巨大的科学成就受多种影响因素：第一是政治经济因素。斯大林去世后，苏联的政治环境变得相对宽松自由，广大科研人员不再生活在恐惧之中。国家重视科学技术的发展，科研机构不断增加。科学技术极大促进了经济结构的优化，经济的发展也加大了对科学的投入。国家为科学家提供了强大的物质支持，科学家为国家提供了智库支持。第二是思想教育因素。国家高度重视对科学界的思想引领，“苏联的科学要成为世界上最先进的科学、科学家要为苏联贡献一切”已经成为信念根植在广大科研人员的内心深处，^[12]为苏联科学走在世界的最前列奉献自己的力量已经成为苏联科学家的使命。第三是文化传统与个人因素。苏联是崇尚英雄的国家，普罗霍洛夫是在英雄主义的影响和熏陶下成长起来的，他热爱苏维埃，亲自参加过对德军作战，接受过战争的洗礼，是战争时期的英雄。和平时期，他的爱国情怀体现在为发展国家科学事业的贡献上，作为科学界的一名战士，普罗霍洛夫战斗到生命的最后时刻。

苏联科学界赋予普罗霍洛夫以极大的荣誉和地位。1960年，他被选为苏联科学院通讯院士，1966年被选为正式院士，1971年被选为苏联科学院主席团成员。除获得科学界最高荣誉——诺贝尔物理学奖外，他两次获得苏联“社会主义劳动英雄”称号、三次获得列宁勋章，他也是列宁奖金、国家奖金的获得者。2002年1月8日，普罗霍洛夫因病去世，享年85岁。为纪念普罗霍洛夫，2002年，俄罗斯科学院普通物理研究所更名为“普罗霍洛夫普通物理研究所”，在莫斯科有“普罗霍洛夫”广场。

〔参考文献〕

- [1] Михайлова, Г. Н., Осико, В. В. 'Ученый-Энциклопедист. Опыт Коллективного Портрета'[J]. *Вестник РАН*, 2006, (9): 822-833.
- [2] Барчуков, А. И., Басов, Н. Г. 'Александр Михайлович Прохоров (К Пятидесятилетию со Дня Рождения)'[J]. *Успехи Физических Наук*, 1966, (7): 521-525.

- [3] 周稳观. А. М. Прохоров [J]. 激光与光电子学进展, 1983, (8): 39–40.
- [4] Дианов, Е. М. 'Прохоров и Квантовая Электроника' [J]. *Успехи Физических Наук*, 2007, (6): 677–689.
- [5] Прохорова, Г. А. 'Воспоминания, Очерки' [А], Щербакова, И. А. (Ed.) *Александр Михайлович Прохоров: Воспоминания, Статьи, Интервью, Документы* [С], Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 48–58.
- [6] Прохоров, А. М. 'Автобиографические Записки' [А], Щербакова, И. А. (Ed.) *Александр Михайлович Прохоров: Воспоминания, Статьи, Интервью, Документы* [С], Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 416–420.
- [7] Сороченко, Р. А. 'Радиоастрономия ФИАН Принимает на Вооружение Мазеры' [А], Щербакова, И. А. (Ed.) *Александр Михайлович Прохоров: Воспоминания, Статьи, Интервью, Документы* [С], Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 209–211.
- [8] Александров, А. П., Басов, Н. Г. и др. 'Александр Михайлович Прохоров (К Шестидесятилетию со Дня Рождения)' [J]. *Успехи Физических Наук*, 1976, (7): 581–583.
- [9] Сухарев, Е. М. 'Роль А. М. Прохорова и Его Учеников в Создании Лазерных Систем Специального Назначения' [А], Щербакова, И. А. (Ed.) *Александр Михайлович Прохоров: Воспоминания, Статьи, Интервью, Документы* [С], Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 268–292.
- [10] Карлов, Н. В., Конов, В. И. и др. 'А. М. Прохоров–Основатель Института Общей Физики' [J]. *Успехи Физических Наук*, 2007, (6): 684–689.
- [11] Горкин, А. П. 'А. М. Прохоров–Главный Редактор «Большой Советской Энциклопедии»' [А], Щербакова, И. А. (Ed.) *Александр Михайлович Прохоров: Воспоминания, Статьи, Интервью, Документы* [С], Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 185–189.
- [12] Вавилов, С. И. *Советская Наука на Службе Родине* [М]. Москва: Академия наук СССР, 1946, 25.

[责任编辑 王大明 柯遵科]