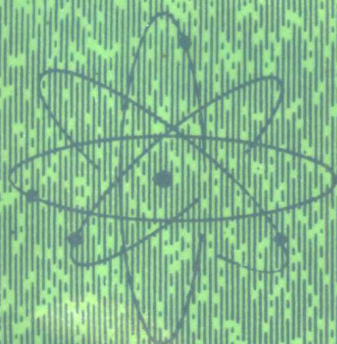


苏联 核科学技术的发展

[苏] A. M. 彼得罗西扬茨

原子能出版社



苏联核科学技术的发展

〔苏〕A.M.彼得罗西扬茨 著

朱培基 江祖荫 孙懋怡 张心祥

赵维志 祝 疆 陆大镛 译

原子能出版社

苏联核科学技术的发展

〔苏〕A. M. 彼得罗西扬茨 著

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

顺义牛栏山一中印刷厂排版

89920部队印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张14.5·字数300千字

1986年 5 月北京第一版·1986 年 12 月北京第一次印刷

印数1—12000·统一书号: 15175·680

定价: 2.95元

内容简介

本书全面而系统地介绍了苏联核工业的发展及现状，概括地描述了苏联核科学和技术的成长过程和科研成果。

主要内容有：高能物理与带电粒子加速器，核聚变，核动力，核能供热，小型组合式核动力装置，小功率自主式核装置，核动力船舶，同位素在苏联国民经济中的应用，核爆炸的和平利用，放射性废物的处理，苏联的核科学技术中心，核科技领域的国际合作，核科学技术的伟大的前程。

本书可供从事核科学技术工作的科技人员、领导干部以及有关专业的师生阅读。

目 录

序.....	1
掌握核能的前夜.....	1
列宁对苏联发展科学的关怀.....	2
苏维埃政权初期的物理科学.....	5
四十至五十年代的核物理研究.....	16
高能物理与带电粒子加速器.....	22
关于基本粒子的相互作用.....	26
谢尔普霍夫强功率质子加速器.....	34
建造大功率加速器的新原理.....	56
苏联寻找新超铀元素的工作.....	64
热核聚变——新的能源.....	73
《托卡马克》——最新的热核装置.....	79
建造热核装置的新设想.....	84
超导在加速器和热核技术上的应用.....	88
核动力.....	92
核动力增长的前景.....	93
地球上燃料的储量丰富吗?	94
核动力的优点.....	100
苏联的电力工业.....	107
苏联的核动力.....	112
管式铀-石墨堆.....	113
世界上第一个核电站.....	113
别洛雅尔斯克核电站——世界上第一个核电站的进 一步发展.....	116
大功率管式铀-石墨沸水堆——РБМК.....	124

以列宁的名字命名的列宁格勒核电站·····	125
伊格纳林核电站·····	136
比里比诺核电站·····	137
压力水-水动力堆——BBΘP·····	140
以苏联五十周年命名的新沃龙涅什核电站·····	140
电功率为440兆瓦的压力水-水动力堆——BBΘP-440·····	151
科尔斯克核电站·····	153
功率为1000兆瓦的水-水动力堆 BBΘP-1000·····	155
沸腾式水-水动力堆 BK-50·····	166
快中子反应堆——发展大型核动力的总方针·····	168
快中子实验动力堆 БOP-60·····	173
БH-350快中子堆核电站·····	177
乌拉尔БH-600快中子堆·····	181
БH-1600快中子堆·····	189
核电站和咸水淡化·····	192
核电站周围地区的辐射状况·····	200
社会主义国家的核电站·····	218
捷克斯洛伐克的核电站·····	218
民主德国的核电站·····	226
保加利亚的核电站·····	230
匈牙利的核动力·····	235
波兰的核动力·····	237
罗马尼亚的核动力·····	239
苏联核动力的前景·····	245
核能供热·····	252
世界体系中的苏联核动力·····	256
铀的储量有多大？·····	264
小型组合式核动力装置·····	274
可移动式核电站 TΘC-3·····	274

用有机冷却剂和有机慢化剂的АРБУС核动力装置.....	275
АБВ-1.5水-水型堆的组合式核动力装置.....	276
小功率自主式核装置	279
带反应堆和热电转换器的动力装置.....	280
带反应堆和热辐射转换器的动力装置.....	282
核动力船舶	285
同位素在苏联国民经济中的应用	295
同位素的生产.....	295
辐射活化分析——高灵敏的分析化学方法之一.....	298
同位素在工业中的应用.....	302
同位素在冶金工业中的应用.....	302
同位素在煤炭工业中的应用.....	308
同位素在化学工业中的应用.....	308
辐射化学——化学工业里的新方向.....	311
同位素在机器制造工业中的应用.....	317
同位素在其他生产部门中的应用.....	323
放射性同位素小能源.....	328
食品与辐照.....	332
同位素在农业中的应用.....	337
放射性同位素和电离辐射在医学中的应用.....	340
核爆炸的和平利用	352
放射性废物的处理	357
核科学技术中心	368
赫洛宾镭学研究所.....	368
库尔恰托夫原子能研究所.....	372
理论与实验物理研究所.....	376
物理动力研究所.....	378
列宁原子反应堆科学研究所.....	380
叶弗列莫夫电物理设备科学研究所.....	385

苏联仪器制造科学研究所.....	392
全苏辐射技术科学研究所.....	397
各加盟共和国的核科学技术中心.....	403
核科学技术领域的国际合作.....	421
核科学技术的伟大前程.....	446

掌握核能的前夜

1917年10月，伟大的十月社会主义革命实现了。弗拉基米尔·伊里奇·列宁于1917年11月7日（俄历10月25日）在第二次全俄罗斯苏维埃代表大会上宣告了这次革命的胜利。年轻的苏维埃国家得到的遗产是一堆困难。为帝国主义集团的利益进行的非正义的流血战争、经济崩溃、饥饿、燃料缺乏、对工人和农民的残酷剥削——正是这一切，才不可避免地导致了先是二月资产阶级革命、继而是十月无产阶级革命的爆发。

年轻的苏维埃国家必须建立由忠实于苏维埃政权和工农政府的人来领导的、新型的苏维埃机关以代替旧的、腐朽的沙皇时代的机构。

苏维埃政府必须建立自己的军队，把她武装起来，抗击尤杰尼奇和高尔察克、邓尼金和符兰格利以及外国武装干涉，进行激烈的战斗来保卫年轻的苏维埃共和国。

在如此艰难的，对于苏维埃政权来说也是生死攸关的时刻，就连设想一下关于科学的发展与繁荣、关于苏维埃工业的建立和整个国民经济的发展等问题，似乎都是困难的。但是，正是那时，奠定了科学发展的基础；建立了学术机构网；正是那时，开始培训科研干部；也正是那个时候，为了进行创造性的科学工作，苏维埃政府开始征集思想进步的科学家和工程师，弗·伊·列宁始终认为在发展生产力和国家工业化方面，科学具有重大的意义。他曾说过：任何黑暗势力都抵挡不住科学、无产阶级和技术代表们的联盟。

列宁对苏联发展科学的关怀

受到战争破坏的俄国，在那饥荒的年代里，甚至连战前的工业生产低水平都想不到，工农业生产的水平在灾难性地下降。就在这个时候，以弗·伊·列宁为首的苏维埃政府开始制订了用技术重新装备国家的计划。

1918年1月，遵照弗·伊·列宁的倡导，开始吸收科学家来研究和解决最紧迫的国民经济问题。



弗·伊·列宁

1918年4月12日，人民委员会给科学院下达了“系统地解决国内工业的合理布局和经济力量的最合理的利用问题”的紧急任务。

列宁拟定的《科学技术工作计划草案》是苏联科学院及其所

属研究机构的工作大纲,也是全国科学技术改造工作的一个规划。

弗·伊·列宁指出,这个规划应该包括:“合理地分布俄国工业,使工业接近原料产地,尽量减少原料加工,半成品加工一直到产出成品的各个阶段的劳动力的消耗”。

要特别注意“工业及运输业的电气化和电力在农业中的运用。利用次等燃料(泥炭、劣质煤),以便在开采和运送燃料上以最少的耗费来获得电力。”

弗·伊·列宁指出:必须“成立一系列由专家组成的委员会,以便尽快制定改造俄国工业和发展俄国经济的计划”。

根据列宁的这些指示,建立了科学机构、实验室和科学组织

Академи наукъ, каравной инженерно-
ска служба и обществена служба
государств. с.л. России, членов. казначейства
и Н.С.Н.К. управления

организации при комиссии по созданию
для всех ведомств таких служб, связанных
своими функциями с производством и
экономикой страны России.

И этот план должен включать:
рациональные разработки производств

М:

Каждо учреждение уведом при инженерно-с.л. при Рос-
сии, уведом. от с.л. России и с.л. России. России.
Всех учреждений. России и с.л. России. России.

《科学技术工作计划草案》手稿的第1页, 1918年4月弗·伊·列宁

网,以承担为把俄国从落后的农业国转变成具有高度文化、科学和技术的工业国所必需的全部科学技术问题的研究任务。

远在十月社会主义革命以前,弗·伊·列宁侨居国外时,就曾研究过关于对本质和现象认识的无穷性这一原理的哲学基础。在1908年发表的《唯物主义和经验批判主义》一书中,弗·伊·列宁给予十九世纪机械论观念的一种翻版——所谓物理学新原理,以深刻的马克思主义的分析。列宁揭露了所谓物理学新发现的论据的谬误和以唯心主义偷换唯物主义的不能容忍的企图。

弗·伊·列宁的天才著作《唯物主义和经验批判主义》,即使是现在也没有失去其重要意义。弗·伊·列宁在他的这本著作中指出:不管物理学家已经作出了或还将作出什么样的新发明,唯物主义同唯心主义的分界线仍旧是一样地清楚明确。而且,越是往后,科学家们对物质的认识越深透,就越能证明唯物主义对本质和现象的认识观念的正确。

弗·伊·列宁分析关于“物质消失了”这个唯心主义的观点时指出:“‘物质正在消失’这句话的意思是说:迄今我们认识物质所达到的那个界限正在消失,我们的知识正在深化;那些从前以为是绝对的、不变的、原本的物质特性正在消失”。

弗·伊·列宁在分析这种论点时,提出了物质不可穷尽原理的著名论述:“电子和原子一样,也是不可穷尽的;自然界是无限的,而且它无限地存在着。”

列宁的这部著作发表已七十余年了。这期间出现了不少极其伟大的科学发现和成就,但弗·伊·列宁关于物质不可穷尽的思想不仅给予人们的宇宙观以深刻的影响,而且至今仍是指导物理学研究工作的方法论原则之一。

弗·伊·列宁的预言实现了。现在,物理学在当代自然科学中占据着主要位置,她加深了我们对物质世界本质的认识、创立

了许多新的技术领域，而这些领域已改变了当代文明的面貌。

毫不奇怪，弗·伊·列宁担任了工农政府的领袖以后，尽管有许多经济和军事方面的紧急任务需要火速处理，但是，对于那些旨在发展科学和新技术的事业，他都给予了极为认真的关注，对于为苏维埃俄国的劳动人民贡献出自己力量和智慧的科学家们，他都给予了亲切的鼓励。

苏维埃政权初期的物理科学

在难以置信的、严重的经济崩溃的条件下，在国内战争和外来干涉的最困难的情况下，苏联陆续建立了科学机构网，开展了研究干部的培训，拟定了适应国民经济需要的科学工作计划原则。

在这段时间之前，已经开始组织物理学方面的研究工作和建立科学研究所。彼得格勒国立X射线与辐射研究所就是在1918年末到1919年初建立的。该所的技术物理部由约飞领导；光学部由罗什杰斯特文斯基领导；镭学部由科洛弗拉特-采尔文斯基领导；生物医学部由涅麦诺夫领导。约飞被选为该所的第一任所长。该所的技术物理部是后来建立列宁格勒技术物理所的基础。

约飞成了世界闻名的科学家。他的学生们都亲切地称他为苏维埃物理学派之父。他的确培养了一大批著名的科学家。

作者与阿勃拉姆·费多罗维奇·约飞是在1947年相识的。那正是列宁格勒物理学派的黄金时代。从列宁格勒技术物理所培养出了如此之多的优秀物理学家，象库尔恰托夫、卡皮查、切尔内舍夫、А.П.亚历山大罗夫、阿里汉诺夫、弗连克利、阿尔齐莫维奇、罗让斯基、弗列杰里克斯、达维坚科、斯科别利钦、朗道、泽利多维奇、哈里顿、休金、科别科、康斯坦丁诺夫、库尔久莫夫、基科英、科勃扎列夫、武勒、朱可夫、谢苗诺夫、西涅利尼科夫、瓦利捷尔、亚库托维奇、科尔松斯基、阿里汉扬、列伊蓬斯基、弗兰克等，他们为苏维埃科学事业的发展作出了许多创造性的贡献，也为苏维埃物理科学赢得了荣誉。

约飞像长辈那样爱护和帮助有才华的青年。他做得那么大公无私、诚心诚意。他渴望创建苏维埃物理学派，故而热心关照地支持青年学者。他在晚年被尊敬为列宁格勒物理学家的长老。是的，他看上去也很像：宽大好看的额头上长着光轮一般的灰白色的头发，令人信赖的脸上有一撮白色的小胡子。

核能的获得和利用这样的新的事业，（在当时，核能尚属未知的、幻想的新型能源）开创于列宁格勒技术物理所的科学家——约飞的学生们——之手，这决不是偶然的。他们不仅预言了核内能量的释放对于人类未来的重要意义，而且揭示原子核秘密的工作也是最先从技术物理所起步的。

约飞建议的叫做“铀问题”的组织，是由他的学生、年轻有为的科学家库尔恰托夫来领导的。

在苏维埃物理学的摇篮、列宁格勒技术物理所里，首先进行了原子核物理方面的基础性工作，进行了理论研究和核反应的研究。在这里发现了铀核的自发裂变和原子核的同质异能现象。在这里还设计建造了能量为12MeV的回旋加速器。

苏维埃政权初期（1918—1920年）建立了彼得格勒国立光学研究所，它是彼得格勒X射线和辐射研究所分出来的。这个所由罗什杰斯特文斯基领导。建立的另一个所、莫斯科物理与生物物理研究所，由杰出的苏维埃科学家拉扎列夫领导。这个所是在苏联科学院物理实验室和莫斯科市物理研究所的基础上建立起来的，它的研究计划范围很宽，包括了物理、生物物理和地球物理等方面的问题。

1922年组建了国立镭学所，维尔纳兹基是第一任所长。维尔纳兹基院士早在1922年就预言过：

“我们正在接近人类生活的伟大转折点，这种生活是过去任何时候都不能与之相比的。人类掌握原子能的时刻已经为期不远了，这种能源可以使人们得以按照自己的意愿来建设自己的生活……。科学家们

不应当忽视科学工作的可能后果。他们应当意识到，在自己的发现所产生的后果当中自己应有的责任。”•

1932年建立了苏联科学院莫斯科物理研究所（ФИАН），如今以列别捷夫的名字命名。它的第一任所长是卓越的科学家谢尔盖·伊万诺维奇·瓦维洛夫，后来被选为苏联科学院院长。在这个主要的物理科学研究中心曾经进行过有关原子核能的释放和利用方面很重要的研究工作。

科学院物理所的工作人员为物理学的发展做出了很大贡献。曾经在这个所里工作过和至今还在这个所工作的一些优秀科学家，像斯科别利钦、塔姆、弗兰克、维克斯列尔、契伦科夫、巴索夫、普罗霍罗夫等都为苏维埃的物理科学增添了光辉、使之驰名国内外。

苏联科学院列别捷夫物理研究所的实验室里开展了原子核物理方面的工作，研究过X射线和宇宙辐射以及原子核粒子加速理论等。1934年，契伦科夫和瓦维洛夫在该所研究铀盐溶液的发光现象时，发现了一种新的现象——快速的带电粒子穿过物质时会该物质发光。这一发现被称为契伦科夫-瓦维洛夫效应而闻名于全世界。由于这一现象的发现以及随后对它的理论论证工作，契伦科夫、塔姆和弗兰克在1958年荣获了诺贝尔奖金。在这一效应的应用当中包括它在高能 γ 量子、介子、质子和电子的飞行方向和速度的精密测量仪器中的应用。

科学院物理所对于维克斯列尔提出的加速带电粒子自动稳相原理进行了物理验证。在这个基础上，不仅在苏联而且在国外都建立了大型的基本粒子加速器。

科学院物理研究所的工作人员正继续进行着大量的有趣的研究工作，这些工作对于物理学理论的进一步的发展以及阐明和实现物理规律和新的物理现象方面都具有重要的意义。但是，这已

• В.И.Вернадский. Очерки и Речь. Петроград, 1922

经是另外的而且是独立的研究领域了。我们感兴趣的是关于在苏联获取原子能——核能——的工作。

这里，不能不提到化学物理领域中苏联科学家的工作。早在20年代末，作为列宁格勒技术物理所的科学工作者，谢苗诺夫发现了自持分支的化学反应。这些反应的特点是：在物质中发生的活性粒子（自由基）随着它与物质的相互作用会形成反应产物和一个或几个新的活性粒子（分支现象）。谢苗诺夫是苏联化学物理学派的创始人之一，他在1931年组建了苏联科学院化学物理研究所（ИХФ）。

1934年，谢苗诺夫发表了分支和不分支链式化学反应的理论。这一理论给予雪崩式的逐级加速的化学过程以完整的概念并且确定了此种反应的临界界面。

谢苗诺夫证明：每一种自由基在反应时都能产生两个、有时也可以产生三个新的活性粒子，而且其中之一继续进行原来的反应，另外的则形成新的反应，也就是发生了分支现象。如果分支的数目超过了中断的数目，反应速度就会很快增加。

谢苗诺夫的理论所探讨的过程和原子核裂变的过程在本质上是截然不同的。但是他阐述的原理后来却被用于研究分支的自持链式核反应的理论，用于确立现在已为大家所熟知的关于核燃料临界质量的概念和确定为实现重元素自持链式核裂变反应装置的尺寸大小等。

关于铀的分裂问题，激动了许多国家的物理学家，其中也包括苏联的科学家。1939—1940年第一批对链式核裂变反应进行计算的人员当中就有苏联化学物理研究所的哈里顿和泽利多维奇。他们指出：只要将天然铀的同位素混合物中的轻同位素成份（铀-235）稍加浓集，就可以建立起原子核连续裂变反应的条件，亦即使该过程具有链式的性质，而且这样的类似过程具有极其重大的意义，因为这种核反应所放出的能量比同样数量的煤炭燃烧所放出的能量要大数百万倍。

在此期间，列宁格勒技术物理所的科学家居特科维奇和弗廖洛夫发现了铀原子核的自发（自然发生的）核裂变，正如已经确认的那样，它不需要利用外部中子源来触发链式核反应。

在列宁格勒技术物理研究所、莫斯科物理研究所和苏联科学院莫斯科化学物理研究所以及乌克兰科学院哈尔科夫技术物理研究所等处所进行的工作积累了综合性的科学资料，为原子核物理的理论和实验研究奠定了基础。

1940年在莫斯科举行的全苏原子核物理会议上，库尔恰托夫报告了有关实现链式核反应的条件。召开全苏会议来讨论这样一个看起来似乎很狭窄的只涉及少数物理学家感兴趣的问题，这件事本身就说明了1940年以前核物理领域中苏联的科学家们取得了多么大的成就。

在这里，不能不对许多国家的科学家表示赞扬，他们在发展核物理和掌握原子能方面曾经作过巨大的创造性的贡献。像阿尔伯特·爱因斯坦、尼尔斯·玻尔、马克斯·普朗克、欧内斯特·卢瑟福以及其他一些伟大的科学家都为原子科学奠定了坚实的基础。世界各国的，各个时期的，著名的杰出科学家共同建立了关于原子的严整的科学。

1896年，贝可勒尔发现铀矿石放射出某种看不见的、穿透本领很强的辐射线。后来，这一现象称为放射性。

1898年，斯克罗多夫斯卡*和居里提取了百分之几克的新物质——元素，它放射出 α 粒子。他们把它叫做钋。同年12月，他们又发现了新元素——镭。

1911年，卢瑟福提出行星式原子模型，他还证明原子的质量几乎全部集中在原子核里。

1913年，玻尔建立了氢原子模型和原子结构的理论。从此，量子力学也迅速发展了起来，原子核物理学真正诞生了。

* 即 玛丽·居里。——译者