

中国科学院生物物理研究所所史丛书



开启创新之门

仪器和实验技术五十年发展纪实

中国科学院生物物理研究所 编



科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

开启创新之门：仪器和实验技术五十年发展纪实/中国科学院生物物理研究所编. —北京：科学出版社，2012. 4

(中国科学院生物物理研究所所史丛书)

ISBN 978-7-03-033717-7

I. ①开… II. ①中… III. ①生物物理学－实验仪器②生物物理学－实验技术 IV. ①Q6-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 036538 号

责任编辑：樊 飞 侯俊琳 卜 新 / 责任校对：鲁 素

责任印制：赵德静 / 封面设计：无极书装

编辑部电话：010-64035853

E-mail: houjunlin@mail. sciencep. com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 4 月第 一 版 开本：B5 (720 × 1000)

2012 年 4 月第一次印刷 印张：20 1/4 插页：12

字数：370 000

定价：58.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

推动仪器技术进步，
促进生命科学 development。



贝时璋

2003年8月

在历史上，我们这个民族都不懂得怎样来建设自己的国家，这是新中国建立以后，才第一次在世界上出现。我们建设国家，建设社会，建设文化，建设科学，建设技术，建设教育，建设艺术，建设体育，建设卫生，建设交通，建设工业，建设农业，建设商业，建设金融，建设法律，建设政治，建设军事，建设外交，建设国防，建设一切，建设一个伟大的社会主义国家。这是我们的任务，也是我们的光荣。我们要努力工作，为这个伟大的事业贡献自己的一切。

在历史上，我们这个民族都不懂得怎样来建设自己的国家，这是新中国建立以后，才第一次在世界上出现。我们建设国家，建设社会，建设文化，建设科学，建设技术，建设教育，建设艺术，建设体育，建设卫生，建设交通，建设工业，建设农业，建设商业，建设金融，建设法律，建设政治，建设军事，建设外交，建设国防，建设一切，建设一个伟大的社会主义国家。这是我们的任务，也是我们的光荣。我们要努力工作，为这个伟大的事业贡献自己的一切。

在历史上，我们这个民族都不懂得怎样来建设自己的国家，这是新中国建立以后，才第一次在世界上出现。我们建设国家，建设社会，建设文化，建设科学，建设技术，建设教育，建设艺术，建设体育，建设卫生，建设交通，建设工业，建设农业，建设商业，建设金融，建设法律，建设政治，建设军事，建设外交，建设国防，建设一切，建设一个伟大的社会主义国家。这是我们的任务，也是我们的光荣。我们要努力工作，为这个伟大的事业贡献自己的一切。

在历史上，我们这个民族都不懂得怎样来建设自己的国家，这是新中国建立以后，才第一次在世界上出现。我们建设国家，建设社会，建设文化，建设科学，建设技术，建设教育，建设艺术，建设体育，建设卫生，建设交通，建设工业，建设农业，建设商业，建设金融，建设法律，建设政治，建设军事，建设外交，建设国防，建设一切，建设一个伟大的社会主义国家。这是我们的任务，也是我们的光荣。我们要努力工作，为这个伟大的事业贡献自己的一切。

贝时璋手迹（中国科学院生物物理研究所情况简介，1964年）

贝时璋手书“生物物理所情况简介（1964年）”摘录

学理工的，来到这个领域都不能原封地搬弄自己原来所学的专业知识，而必须与其他专业很好地结合，才能发挥作用。因此，初到我所的人员，特别是学理工的，一般总有一段时间不安心，认为口径对不上，在一段时间中，所内上、下、新、老、都有“不对口径”的呼声，并且把它作为工作进展不快、水平不高的借口。在这种情况下，所没有动摇既定的原则，每年仍然安排理工专业的人员；而对进来的人员，进行了认真的正面诱导，经常给予启发，研究生物物理的重要意义和远大前景，特别重要的是，要引导他们如何在新的业务中钻研下去，深入到工作中去，使其通过实际工作对业务慢慢发生兴趣，让他们自己逐渐发现新的天地。事实是，经过一段时间的了解，当这些人真正深入到工作中去以后，就不再认为是不对口径了，而感觉到大有可为，兴趣盎然，工作的积极性大为提高。就这样，在不到五年的时间内，我所已稳定了从生物到理、工 30 多个专业的研究人员，为生物物理的全面开展工作打下了基础。如果我们坚持不住，就得不到这样的结果。

4. 研究工作进行到一定阶段，组织“会战”可以很快解决问题。我所对低水平 β 放射性测量及其仪器装置已进行了两年多的工作。开始时，由剂量组一名 58 年大学毕业生在摸索，以后逐渐增加了一些人员，在放射性本底调查研究、厂矿放射卫生、同位素应用以及国防建设许多技术部门中，都要求应用低水平测量装置来提高测量的灵敏度，因此低水平 β 放射性测量装置越来越显得重要。成套成型的装置，显而易见于推广使用，更为迫切需要。剂量组从工作一开始就考虑到仪器装置要便于国内推广应用，所有元件和材料都要容易从国内购得。我所剂量组在工程技术室协助下，先试制了一套低水平 β 放射性测量装置，但本底计数率还不够满意，指标也不够稳定。以后工程技术室试制成低本底计数管，由剂量组进行测试，鉴定出本底可达每分钟 2 个脉冲以下。剂量组再研究了环境因素对本底的影响。这样一来，条件逐渐成熟，所领导认为时机已到，可组织“会战”，以期尽快地解决本底计数率更低和指标更稳定的 β 放射性测量装置。因此，从去年国庆节开始，打破室组界线，集中了一部分力量，进行了一次“会战”。由一般生物物理研究组的同志解决高压电源问题，由工程技术室解决了电子学线路、备料、加工、安装、调整等问题以及供给低本底计数管，由剂量组进行设计、测试和提供低本底计数管试制工艺过程的操作资料。从而制成了一套完整的低水平 β 放射性测量仪器，连续测了 19 次本底，稳定在每分钟 2 脉冲以下。这台仪器目前正在全国工业新产品展览会上展出。从设计、备料、加工、安装、调整到最后的测试工作，整套装置是在三个月内经过“会战”完成的。除了喷漆和电镀以外，都是自己搞的。今年准备由放射生态组用生物样品作系统鉴定，鉴定后拟将该仪器再改进定型，以便推广生产，供有关部门应用。同时，准备在制造工艺和性能研究上来进一步改进低本底计数管，尝试使用流气式计数管来提高灵敏度，并继续了解影响仪器本底的因素。要是条件成熟，拟再一次组织“会战”，以期达到更高的水平。在这一科研组织工作中，我们体会到，看准时机，发扬所内一盘棋的精神，集中适当力量、组织“会战”，对解决问题是很快的，对保证国家任务如期完成是十分有利的。

5. 研究工作与技术工作的密切配合，有相互促进、共同提高的作用。仪器和技术系统不经研究工作来考验和鉴定，发展起来容易形成盲目性，往往会造成浪费；而研究工作缺乏技术条件，工作不易深入，水平难以很快提高。我所放射生物研究室的原发反应研究组，实验使用的仪器是工程技术室自制的，工作在3厘米波段的具有通过式腔的高频小调场式顺磁共振波谱仪。调制频率每秒钟为975千周。这台仪器是58年毕业的二位青年，以后主要由一名59年毕业生继续下去，再加了一些力量试制成的。整套装置，除速调管和少数晶体管进口以外，全部都是自己配起来的。去年上半年，这台仪器还不能满足生物学研究的要求。自从成立原发反应研究组以后，制造单位和使用单位就有了共同协商的机会。原发反应组的青年，通过自己的工作，检验了机器的性能，为提高仪器的性能提供了资料，提出了提高仪器性能结合研究工作需要的方向。目前这台仪器基本上能满足现阶段研究工作的需要，原发反应组会同顺磁共振组研究了今后的技术发展的目标，并由两组共同制订了发展技术工作和研究工作的步骤。要求在现有的基础上把仪器先做到为生物样品进行精确定量的研究，然后再进一步提高灵敏度，以期将来研究接近活的生物材料及其中短寿命的自由基。这样经过两组的密切配合，就使技术的发展有了明确的方向，而技术的提高也促进了研究工作的发展。从而可以看出，研究工作与技术工作的密切配合，确实能起到相互促进、共同提高的作用。

6. 技术在研究所内生根，有利于研究工作的发展。我所有工程技术室及其附属实验工厂，其他各室（组）也或多或少配备了自己专业所属的一定技术力量。规模虽然都还不小，但对所内技术生根来说，看来是有前途的。像生物物理这样一种研究所，为了使所能很快的成长壮大，必须要以自力更生为主来发展相应的技术。不贯彻这一原则，不仅许多困难无从克服，而且也难以迎头赶上先进水平。新的仪器成为商品，总有一段时间，从订货到到货往往又要一二年之久。光从时间看，也要“老落后”。因此，设备的解决，必须立足于自己国内，一些非标准设备还需要所内自己来研制。在国外也往往是，研究所内的新的仪器装置，总是比市场上看到的要先进。我所自制的顺磁共振波谱仪、热致发光测试装置、光导性测试装置等等，由于能自己装配和制造，不仅节省了很多外汇，而且在时间上也上可以抢先，使用符合试验要求，维修方便，附件配换也易于解决，对进一步改造和提高也有了自己的经验。又如，开展生物物理的研究工作，要是没有标准的生物样品和可靠的试剂，工作就会被动，会带来很多困难，研究结果的正确性也往往会发生问题。去年我所结构和功能研究室成立了生物样品和试剂制备组，组内仅有技术员和62年毕业的研究实习员各1人，其主要任务是先制备该室研究工作急需的三磷酸腺苷和还原辅酶I。过去，这两种生物制品主要依靠国内某厂和国外进口供应，但质量不高，供应又得不到保证，时断时续，对研究工作的开展影响很大。自制后，已基本上能自给自足，质量也有很大提高，如买来的三磷酸腺苷最高纯度为86%，我所自制的纯度达96%。据文献记载，每500克肌肉可提取三磷酸腺苷1.5克，而我所已能提取出2克。去年在几个月内的总产量为200克，给研究工作的开展提供了保证。由此可见，技术在所内生根还是有利于研究工作的发展的。

“中国科学院生物物理研究所 所史丛书”总编审委员会

顾 问 贝时璋 梁栋材 杨福瑜 王志新
 王志珍 饶子和 郭爱克 陈 霖
 王大成 常文瑞 陈润生
主任委员 徐 涛
副主任委员 杨星科

序

科研装备是科学研究的物质手段，科研装备的自主创新能力是衡量一个国家科技自主创新能力的标志。现代科技的进步越来越依靠科学仪器的发展，科学技术重大成就的获得和科学研究新领域的开辟，往往是以检测仪器和技术方法的突破为先导的。例如，天文望远镜的发明开辟了天文学研究的新纪元，透射电镜和扫描电镜的出现促进了生命科学和材料科学研究的快速发展，扫描隧道显微镜的发展推动了纳米科技的发展。迄今为止，约有 1/3 的诺贝尔物理学奖和化学奖授予那些在测试仪器和实验方法方面有重要创新的科学家。要做出原创性的成果，要取得关键核心技术的突破，不仅要有创新自信心，善于提出新的科学思想、科学理论、科学方法，而且要支持仪器和重大科研装备的自主创新。只有在原创科学思想的指导下，在基础研究长期积累的基础上，面向需求创造新的仪器和装备，才能够观测到别人没有观测到的现象，实现别人没有实现过的方法，得到别人没有得到过的结论，真正把我们的技术推进到世界先进水平，进而提升国家产业的核心竞争力。

新中国成立初期，在西方国家的封锁下，中国人民积极发扬自力更生、艰苦奋斗的优良传统，立足自身科研工作需要，研制出许多科研仪器设备。其中，部分设备甚至达到当时国际先进水平，中国科学院生物物理研究所就是当时科研仪器设备自主研制的代表之一。从 1958 年建所，至今已经研制出 100 余套科研仪器设备，获得各类奖励 40 余项，为我国科学研究、经济发展和国防建设事业做出重要贡献。在与精密仪器有关的近代生物学实验技术领域，中国科学院生物物理研究所发挥生物学实验技术中心的作用，在研究技术人员的培养、仪器功能的开发使用、实验方法学研究等方面进行创新性和开拓性的工作。这些成绩的取得，与中国科学院的方针、政策密不可分，也与中国科学院生物物理研究所第一任所长、中国生物物理学的奠基人——贝时璋先生的远见卓识密不可分。

改革开放以来，中国的科研事业获得快速发展，科技水平迅速提高。相比之下，中国关于科学研究的工具——科研装备的研制，却远远没有跟上科学技术的发展，越来越不能满足科技发展的需求。经济快速发展所积累的财富，为中国大量采购国外先进科研装备提供了物质基础，进口仪器设备也确实很好地支撑了中国科学技术 30 多年的快速发展，但这种做法严重制约了中国科研装备事业的发展。



开启创新之门——仪器和实验技术五十年发展纪实

在中国科学院 1998 年实施知识创新工程以后，中国的科研水平得到迅速提升。与此同时，科研工具落后于科技水平的矛盾变得更加突出，商品化仪器设备难以满足高水平特别是原始创新科学研究的需求，要求开展和加强科研装备研制的呼声越来越高。

作为中国科学研究的“国家队”，中国科学院一直重视科研装备在科学研究中的作用。改革开放之初，就设立大型进口仪器设备的升级改造和重要装备的自主研制专项基金。实施知识创新工程以后，把重大装备研制放在首位，积极鼓励和重点支持科研装备的自主创新工作。根据中国科学院的工作部署，中国科学院生物物理研究所先后承担 10 余项科研装备研制和升级改造项目，取得较好的成绩。本书系统地总结了中国科学院生物物理研究所 50 多年来从事仪器设备研制和升级改造的经验和做法，对于当前中国和中国科学院大力发展仪器技术和实验技术创新工作会有重要启发，具有一定的指导意义。

衷心希望本书的出版，能够在中国科学院兴起新一轮技术创新的浪潮，真正做到以技术创新推动科技创新，为中国科学院“创新 2020”的持续发展提供强有力的技术保障。

中国科学院院长

2011 年 3 月 1 日

目 录

序/i	白春礼
-----------	-----

第一章 仪器技术

中国科学院生物物理研究所生命科学仪器技术的发展 / 1	江丕栋
贝时璋院士以国家需要为己任 (摘) / 10	龙新华
β 放射性的超灵敏测量技术 / 15	江丕栋
空气中放射性的监测—— α 、 β 放射性气溶胶监测报警仪 / 22	王秀春
监测空气中的 α 、 β 放射性 / 28	彭程航
废水中 β 放射性的超灵敏监测 / 32	李家祥
迈开仪器自动化的第一步——自动液体闪烁谱仪的研制 / 36	丰玉璧
应用晶体溶解发光现象测定电离辐射剂量 / 45	张仲伦
人体内放射性物质的整体直接测量——阴影屏蔽式全身计数器 / 54	张仲伦
强辐射源的严密安全措施 / 61	傅世楷
在地面模拟太空微重力生物实验效果——回转器及回转式细胞培养器 / 64	江丕栋
在太空进行蛋白质结晶实验的设备 / 70	江丕栋
监测汽相扩散速率的巧妙方法 / 85	仓怀兴
测试听力的客观方法——声光刺激器的研制 / 89	刘守忠
模仿动物自动瞄准目标——仿生自动瞄准具的研制 / 92	刘守忠
动物活动情况的定量测量——地震前动物异常活动的记录仪器 / 95	邵达立
光学与光谱仪器研制 / 98	林波海
电子顺磁共振波谱技术在中国科学院生物物理研究所的建立和发展 / 105	万 谦
瞬态产物的观测——微秒级动力学光谱型闪光光解装置的研制 / 121	沈 恂
微弱生物发光的测量仪器 / 131	张仲伦
重要的物质分离设备——离心机的研制 / 142	逯建英



开启创新之门——仪器和实验技术五十年发展纪实

我的离心机研制生涯 / 148	金绿松
推进微电极的精密工具——数字预置式微电极推进器 / 154	邢洲勋 邵达立 邹嘉玉 杨根元
准确的微量加液器具——微量可调移液管首次在国内问世 / 158	邢洲勋
大量蒸馏的设备——旋转蒸发器 / 163	邢洲勋
喷水抽吸泵的发展——水循环真空泵的研制 / 168	邢洲勋
导入外源基因的有力工具——基因枪 / 170	姚山麟 刘仲岚
治病救人的新方法——在中国科学院生物物理研究所工作的 37 年 / 177	徐业林
造福人民的医疗仪器——KS 系列光热治疗仪 / 179	傅培云
新一代心电图测量设备——心电多相信息鉴别诊断仪 / 185	何润根
脑电、心电自动分析的先进设备——MEEG 多功能脑电检测分析仪 / 190	何润根
医院管理的计算机化——医院管理信息系统开发回顾 / 197	何润根

第二章 实验技术

生物实验技术与分析测试中心 / 201	胡匡祐
核磁共振波谱技术及其应用 / 208	陈云俊 丁季贞 吴家振
我在生物实验技术研究室的这些年 (1979 ~ 1993 年) / 211	徐秀璋
激光拉曼光谱技术工作回顾 / 215	孙永泰
中国科学院生物物理研究所电子显微技术的发展 / 219	徐 伟 张锦珠
我从事的计算机图像分析技术 / 228	胡匡祐
放射性伴我工作四十载——中国科学院生物物理研究所放射性同位素实验室 / 233	宋兰芝

第三章 实验工厂

生物物理所工厂为科研做出贡献 / 239	李兴国 赵忠显
回忆生物物理所工厂 / 243	纪学义
生物物理所工厂玻璃车间的回忆 / 247	李乾保
我对生物物理所工厂的回忆 (1956 ~ 1990 年) / 249	蔡军盘

第四章 所 办 公 司

科研成果的产业化 / 253	董仁杰
中生公司仪器部的回忆 / 258	徐冠群

第五章 仪器设备的维修、改造及功能开发

仪器维修组的回顾 / 260	王秀春 林波海 逯建英
默默奉献，撑起维修一片天——记平台技术组三位资深专家 / 263	王 翔
中国科学院生物物理研究所仪器设备升级改造项目统计表（1992 ~ 2008 年） / 265	

附 录

中国科学院生物物理研究所研制生产仪器设备一览表（2003 年） / 266
中国科学院生物物理研究所研制生产仪器设备简介（2003 年） / 274
中国科学院生物物理研究所仪器技术与实验技术获奖项目补充 / 302
中国科学院生物物理研究所仪器技术与实验技术研究生产机构的设置和变迁 / 303
编后记 / 312

第一章 仪器技术

中国科学院生物物理研究所生命科学仪器技术的发展

江丕栋
(2003 年)

从 1958 年建所至今的将近半个世纪里,中国科学院生物物理研究所(简称生物物理所)全体仪器技术研究人员不断地领会着贝时璋所长的治所思想。贝先生的高瞻远瞩,指引了生命科学仪器技术在生物物理所健康发展的历程。

一、科学仪器技术对于推动科学发展的重要性

人类靠科学仪器去认识世界,探索自然规律。重要科学仪器的发明常会使人类对客观世界有更深入或全新的认识,为科学发展树立了新的里程碑,并带来生产力水平的飞跃。在人类探索生命奥秘的历史进程中,往往会因为某些新仪器或新技术的出现而揭开生物学发展史的新篇章。从显微镜、X 射线衍射到扫描隧道显微镜、膜片钳、核磁共振成像等新技术、新仪器的出现和应用,都大大增进了人们对于物理世界和生命世界的了解,推动了生命科学和物理科学的发展。

另外,先进科学思想和学说的提出,往往需要用与已有方法不同的新方法、新手段,才能加以验证。

生命科学是一门研究生物物质及其活动规律的学科,实验手段、仪器已经成为影响生命科学发展的重要因素。生物仪器的发展,能有力地推动生命科学的不断进步,并推动生命科学各个分支、医疗保健、农业、环境保护等事业的前进。反过来,生命科学的需求,又促使仪器手段不断改进,甚至产生重大的革新。

二、生物仪器工程技术是生物物理学科的一个组成部分

作为创建生物物理学科的领导人,贝先生历来强调并反复指出,开展生物物理



开启创新之门——仪器和实验技术五十年发展纪实

研究，特别要研究和发展仪器技术。从1958年建所拟定生物物理所的主要任务时，他就专门指出：“生物物理学的发展要有相应的技术发展来配合，对于生物物理仪器不但要仿制、改进，还要不断有新的创造。”1983年他在中国生物物理学会第四届全国学术会议上的报告中指出：“我想着重地提一下，为推动和促进这方面工作更迅速的发展，大力开展新技术的研究是很好的。大家知道，如果缺乏现代化的实验手段和实验装备，即使有好的想法，工作质量和研究速度都会受到很大的影响。”^①

贝先生经常阐述定量测量及其手段对于发展生物物理学的重要性。“现阶段我们开展生物物理的研究，特别是在基础理论方面应该着重下列两点：一方面……而另一方面要有更大的比重，利用现代仪器技术广泛地开展生物物理的实验研究，从而重复取得正确的数据，为创造理论和丰富实践做出贡献。这样就有可能使生物物理学逐步地成为定量科学。”^②生物物理学作为近代生物学发展的重要分支，尤其要借助物理学的概念和方法来阐明生命现象的一些基本问题，揭示生命活动的基本规律。“物理学方法被称为测量科学，生物物理学也必须以测量理论和实践为基础。”^③因此，各种新的物理仪器和物理方法的引入及应用，是生物物理学发展的推动力。

三、高瞻远瞩的布局

贝先生以敏锐的科学洞察力，经常注意引入科学和技术的最新成就和观念。作为一位开创新学科的大师，他在部署整个学科的配置时，特别关注并一贯强调仪器技术与方法学在发展生物物理学中的重要地位，这是值得深思的。没有高瞻远瞩，是不容易体会到其深远意义的，或者是要等到经受了历史的教训以后，才能够回过头来有所认识。

1958年中国科学院建立生物物理所，成为在我国开创生物物理学的第一步。建所初期即设立了电子仪器实验室和试验工厂，后组成直属于生物物理所的“新技术组”、“生物物理的工程技术系统”。为贯彻“十四条”和“七十二条”的决议，中国科学院统一部署了各研究所的“三定”（方向、任务、人员）工作。1963年，生物物理所在“三定”后共设置四个研究室：放射生物学、宇宙生物学、生物物理化学和生物工程技术研究室（第四研究室），以及一个直属研究组：一般生

① 贝时璋．在生物物理研究中要重视环境物理因素对生物的作用（在中国生物物理学会第四届全国学术会议上的综述报告）．石家庄，1983-10-15

② 贝时璋．对我国生物物理学发展的几点希望．中国生物物理学会编．1980年生物物理学术会议论文集．北京：科学出版社，1982

③ 贝时璋．在生物物理研究中值得注意的几个问题．生物物理学报，1989，5（2）：213

物物理研究组。其中，第四研究室以发展生物物理的仪器技术为主要方向，其前身是电子仪器实验室。在生物物理所的学科设置上，充分体现出贝先生认为发展生物物理学“没有物理手段不成”的远见，充分反映出贝先生把生命科学仪器技术看做是会影响生物物理学，或影响生命科学发展的组成部分的指导思想。

贝先生一贯热心地鼓励和支持发展仪器技术工作。他亲自查阅文献，了解国际动态，经常听取汇报，指出方向，做出具体的指导。他还亲自参加各种有关仪器技术研究方面的课题论证会和鉴定会。

进入 20 世纪 80 年代，贝先生很关心计算机图像技术在生物物理学中的应用，鼓励大家努力发展生物结构三维重建、形态定量测量技术。他认为研究生命过程，不能总是在固定、切片或进行生化分离以后进行研究。他经常指出，要研究观察活的细胞、活的组织，要研究生物，不能只看“死”物，特别要发展研究活细胞、活组织的结构与功能关系的技术。贝先生经常向我们介绍科学发展的新动向。例如，共焦扫描显微术发明于 1985 年，不久贝先生就向我们介绍这项新技术，让我们考虑将其引入生物学研究，用于在细胞层次观察活细胞的内部结构。他不断启发我们将其他自然科学和技术科学的概念和方法渗透到生物学中，以研究生物现象，并在生物学深入研究的推动下，设法发展新方法和技术。他经常鼓励我们结合生物学深入研究的需要，在仪器技术上要有创新。

四、生物物理所生命科学仪器技术的发展历程

贝先生是一位科学大师。他还有强烈的社会责任感和爱国主义精神，特别注意将生物物理所的科学技术工作与国家需求相结合，积极承担各项国家任务。在他领导下，生物物理所的仪器技术研究呈现出以下特点。

（一）面向国家建设和重大需求

20 世纪五六十年代，中央决定突破国防尖端技术。贝先生从生命科学的角度主动地申请和承担面向国家需求的重大科学技术问题。为配合我国发展原子能科学技术，抵御核威胁，积极承担放射生物学和放射卫生方面的任务。包括自然本底调查、辐射药物防护、辐射损伤的机理以及相应的测量和仪器技术。同时把承担国家任务和学科发展结合起来。20 世纪 60 年代初部署了辐射效应原初过程的研究和电子自旋共振波谱仪的研制。他指出：“为了更好地揭露生命的奥秘，彻底地了解生命的规律，放射生物学的发展是非常必要的。”

1. 辐射测量方面

20 世纪 60 年代，生物物理所在辐射测量和环境辐射监测技术方面做了大量工



作。钟罩形计数管缓解了当时国内从事同位素示踪应用的科研和教学单位的急需。低水平 β 放射性测量技术为放射性自然本底调查提供了更灵敏的测量方法。60年代中期开始了放射性气溶胶连续监测仪的研制,及时满足了核工业基地开工的需要;后来又为国防部门研制新型放射性气溶胶监测仪,达到20世纪80年代国际先进水平,成为我国国防配套设备,直至现在。20世纪70年代研制弱放射性 β 污水连续监测仪,达到了国际先进水平,解决了我国核企业的污水排放监测问题,并推广到核仪表国有大企业进行生产。

为配合防护药物及放射生物学研究,生物物理所自行设计建造了 ^{60}Co 源辐照室。20世纪60~70年代生物物理所建源技术和钴源操纵装置被推广到全国农业育种和科学研究领域。近年在国内各地承建了几个50万居里以上的 ^{60}Co 源辐照中心。

生物物理所还研制了测定人体内放射性物质的全身计数器,用于测量接受放射性同位素诊断、治疗及受污染的大量人员。

2. 空间生物学方面

20世纪60年代贝时璋先生就指出,我们一定要为进入空间做好科学准备并做出自己的贡献。80年代他又指出,在空间可以搜集有关生物学方面各种各样前所未有的科学资料,并对其开展系统的分析和研究。要充分利用我国航天技术发展的有利形势,多多揭示在地面上发现不了的生命科学中的新问题,积极探索在地面上不能取得的,为工业和农业生产、医疗卫生等服务的新方法和新经验。

20世纪60年代中期,生物物理所成功地发射和回收了五枚生物探空火箭,迈出了我国空间生命科学研究的第一步。生物遥测技术和地面模拟设备的研制,为发射生物探空火箭及以后的航天生物学及航天医学研究打下了初步基础。研制和建立的地面模拟试验设备和选拔上天动物的设备,以及上天用的设备有:电生理放大器(心电、血压、呼吸)、条件反射实验装置、加速度仪等。

20世纪80年代后期起,生物物理所又重新开展了空间生物科学技术的工作,也开展了有关的仪器研究工作。其中主要是蛋白质晶体生长方面的元件及仪器,包括神舟号飞船上用的蛋白质结晶室。研制了在地面模拟微重力生物效应的系列回转器,提供各单位使用。

3. 仿生学应用方面

贝先生开创了生物控制论研究。20世纪60年代起,为进一步结合国家建设的实际需要,突出了仿生学的方向。他亲自提出及时将仿生学研究的结果应用于国防建设,研制了武器实验用的装备、微光电视和模拟昆虫复眼的光学元件等。

(二) 面向世界科学前沿

在科学仪器方面,为了将现代仪器技术广泛应用于生物物理学研究,在无法从

国外获得先进科研设备的条件下,生物物理所开始研制多种大型仪器。20 世纪 70 年代研制成的 404 型电子自旋共振波谱仪达到国际先进水平,获中国科学院科技成果奖一等奖,为生物物理所在顺磁共振技术应用及以后自由基生物学在国内建立基地准备了有利的条件。光散射仪、显微光度计等多种光谱仪器的研制,为光谱技术在生物物理所的建立和应用准备了技术队伍。

20 世纪 70 年代,为了满足生命科学的需要,研究液体闪烁测量技术,研制出全自动化的液体闪烁谱仪,灵敏度达到国际水平;研制出高速离心机、超速离心机和荧光分光光度计,填补了我国的空白,并将技术转让给多家工厂,带动了定点离心机厂的发展。为保证仪器及使用者的安全,进行了离心机转头的强度实验。还研制出微秒级闪光光解装置、微电极推进器以及多种实验室用小型设备。80 年代,根据生物物理学研究深入发展的需要,建立了各种时间分辨和空间分辨荧光技术,研制出纳秒荧光计、流式细胞计、荧光漂白恢复装置。研制了核磁测场仪、动物行为测量仪、视觉研究用的几种图形发生器、生物膜电参数测量仪、可编程多功能信号发生器等。开展了生物发光和化学发光测量技术的研究,研制出多种微弱发光和超微弱发光测量仪。发明了自抽连续流动离心机。低本底液体闪烁谱仪达到国际先进水平,形成系列,不断推出新型号,有的已由国有大企业接产。20 世纪 90 年代为夏商周断代工程提供了重要数据。此外还建立了多种电离辐射剂量测量方法和剂量仪及中子剂量测量系统。

(三) 面向社会需要

1. 医疗仪器方面

在改革、开放的新形势下,为满足广大人民健康需要,大力开展医疗仪器的开发研究。研制出脑电检测分析仪、浅表癌症治疗仪、生化分析仪、多相心电图仪、基因枪、微量台式高速冷冻离心机以及高速自动图像分析仪等。

2. 研究成果的推广方面

生物物理所研制的仪器有的被国防部门选为尖端装备,有的被国有大企业选型、投产,有的产品为广大科研、医药卫生部门所采用,有的不断向境外出口。有若干种推广到工业部门投产,推动了国家仪器仪表产业的发展,有的甚至带活了企业。推广到工业部门投产的有:离心机、荧光分光光度计、液体闪烁谱仪、放射性污水监测仪、癌症治疗仪、酶标仪等。

生物物理所还自己组织生产或自办企业,使大量成果转化为商品并向社会推广,如科龙公司生产的多相心电图仪、脑电检测分析仪和脑电心电图组合仪、KS 系列光热治疗仪,中生公司生产的半自动生化分析仪。实验室制造的微弱发光测量仪,已经销售至国内数十个科研、教学和医疗单位及亚洲、欧洲、美洲的 6 个国家和地