

大科学装置的科普功能开发与利用

——以日本和中国台湾地区的加速器为例

李英杰¹ 白 欣²

(清华大学科技与社会研究所, 北京 100084)¹
(首都师范大学物理系, 北京 100048)²

[摘 要] 大科学装置是科技创新和经济社会发展的基石和重要保障, 大科学装置研究不仅具有重要的科研意义, 也有重要的社会意义和重大战略意义。提高大科学装置综合利用效率并充分挖掘开发其科普功能应成为科普工作的重点。本文主要以日本和中国台湾地区的加速器这类大科学装置为例, 探讨了如何开发与合理利用大科学装置的科普功能。

[关键词] 大科学装置 科普 加速器

[中图分类号] G2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357 (2015) 05-0010-08

A Study on the Functions of Large Scientific Facility in Science Popularization

Li Yingjie¹ Bai Xin²

(Institute of Science, Technology and Society, Tsinghua University, Beijing 100084)¹
(Department of Physics, Capital Normal University, Beijing 100048)²

Abstract: The large scientific facility is the foundation and important guarantee both for science technology innovation and economic social development. Study of large scientific facilities holds great significance not only for scientific research, but for society and strategic direction as well. It is a key concern in science communication to improve the multipurpose use of large scientific facilities and better develop their systematic effectiveness. Based on a case study of the accelerators in Japan and Taiwan area, we discuss in this paper on how to exploit and make better use of the large science facilities in science popularization.

Keywords: large scientific facility; science popularization; accelerator

CLC Numbers: G2 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357 (2015) 05-0010-08

收稿日期: 2015-05-27

作者简介: 李英杰, 清华大学科技与社会研究所博士研究生, Email: liyingjiedd@126.com;

白 欣, 首都师范大学物理系副教授, 主要研究方向为科学史与科学普及研究, Email: baixin@tsinghua.org.cn。

随着人类步入知识和信息时代,科学技术与社会经济之间更加融合,科学和技术自身的发展更加迅速,科学研究已经从小科学和学科分化进入到“大科学”和多学科交叉融合的新阶段。与此相应,科学装置的内涵也在发生着巨大的变化,不再被贴上“神秘”的标签。科学装置不仅仅是由一些小型的、单件的、分散在较独立科研单位的小型装备组成,而是日趋大型化、复杂化、专业化。日本学者就提出要研究这种“大型装置纯粹科学”所带来的科技与社会的问题^[1]。

这些日趋大型化、复杂化、专业化的科学装置不仅可以带来新的发现,使知识的生产更具效率,还能让研究者以更精确、更快速的方式探索自然现象和规律。它们的科学价值毋庸置疑。所谓大科学装置,指的是通过较大规模投入和工程建设来完成,建成后通过长期的稳定运行和持续的科学技术活动,实现重要科学技术目标的大型设施。其科学技术目标必须面向科学技术前沿,为国家经济建设、国家安全和社会发展做出战略性、基础性和前瞻性贡献^[2]。

大型科学仪器设备不仅具有科学研究方面的功能,也具有较强的科普功能。研究大型科学仪器设备的科普功能是十分必要的。它本身所承载的科学技术知识,蕴含的科学精神和文化精神,对于科学方法的启示都值得向公众传播。然而关于大科学装置的科普功能目前学界及公众均鲜有认识。目前国内外没有直接对大科学装置科普功能的研究文献或专著。就一些从科普角度研究的论著来看,大科学装置的科普功能也远未被人们认识和发现。较为相近的研究主要有:科技资源科普化的问题,已有学者进行了有意义的探讨,如任福君提出了加强我国科技资源科普化的一系列建议^[3]、莫扬等研究了中科院大气物理所科普资源开发利用^[4]、牛刚讨论了科技成果科普化及其协同作用^[5]。宁长春等的《在西藏大学建立天文科普教育基地的重要意义》^[6]、人民网的《中科院陈和生院士等探秘中国大科学装置》^[7]、刘佳等的《科研机构向公众开放中的问题研究——

以中科院为例》^[8]也有一些可供参考的论述。但是,大科学装置作为重要的科技资源,其科普功能尚未得到学界的普遍关注:一方面,对于大科学装置的科学探讨,多集中于装置功能、使用方法、回收途径等;另一方面,在提高大科学装置设备的综合利用效率层面缺少公众理解科学这一视觉的探讨。国家大仪中心的建立虽不失为一个典型案例,但主要为科学研究、企业生产服务,很少面向大众。

本文以与物理学发展密切相关的加速器这类大科学装置为例,通过对日本和台湾地区加速器科普功能的考察,主要讨论三种科普形式,一是依托高校,以博物馆传统的收藏陈列为主的模式;二是结合了博物馆传统的展示以及科技馆传统的互动演示模式;三是依靠科学研究机构,将在役装置面向大众开放参观的模式。希望本文的讨论对我国大陆地区大科学装置科普功能的开发与利用有所启示。

1 日本加速器科学的发展

1919年,英国科学家卢瑟福(E. Rutherford)实现了人类科学史上第一次人工核反应,激发了人们探索原子核结构,寻求更高能量的粒子来轰击原子核的愿望。1932年,美国科学家柯克罗夫特(J. D. Cockcroft)和爱尔兰科学家沃尔顿(E. T. S. Walton)建造成世界上第一台直线加速器——命名为柯克罗夫特-沃尔顿直线高压加速器,首次完成以人工加速之粒子撞击原子核的实验。二人也因此获得了1951年的诺贝尔物理学奖。

时隔两年,任职于台北帝国大学(时为日据台湾时期)物理讲座的荒胜文策(1890—1973)建造同型加速器,利用台湾特有北投石中的钋(Po)的 α 粒子作为比对能量,证实了柯克罗夫特等人的实验^[9]。同时,这也是亚洲自主建造的第一台加速器。不久,在日本大阪大学的菊池正士(1902—1974)也同样成功地进行该实验。直线加速器实验成功之后,关于回旋加速器的研制也开始进行。

1937年,日本理化学研究所(以下简称理研)的仁科芳雄(1890—1951)建成了26

英寸的回旋加速器，不久又建成了 60 英寸的加速器。到第二次世界大战结束为止，日本共有 4 台回旋加速器，其中理研共有一大一小两台，大阪帝国大学有一台 26 英寸的加速器，京都帝国大学的 26 英寸加速器也快要完成。战争结束后，联合国最高司令官总司令部（GHQ）接管日本，将这 4 台加速器破坏废弃^[10]。

1951 年，这些 26 英寸的加速器开始重建，见图 1。此时，这些加速器在国际上已经成为了小型加速器，美国在建设大型质子同步加速器，并且完成了能够得到这些小型加速器数百倍能量的加速器。日本在原来研究的基础上，设立了东京大学原子核研究所。1955 年，该研究所建成了 60 英寸的回旋加速器，见图 2。不久，该研究所设立了“基本粒子研究所准备室”，建成了能使电子加速到 1.3GeV 的电子同步加速器。虽然已经完成了电子同步加速器，但是质子同步加速器才是高能物理学研究的关键之一，因此，1971 年，日本政府整合物理学界研究资源，在筑波成立科学城，规划国立高能物理实验室（KEK），建造大型加速



图 1 理研再建加速器的离子加速箱（该图为实物，作者摄于日本国立科学博物馆）



图 2 FM 回旋加速器模型（该图为模型，作者摄于日本国立科学博物馆）

器，开展跨国合作研究。

2 大学博物馆中加速器的展示

上文中提到的亚洲第一台加速器在 1948 年得以重建进行物理实验，而后于 1985 年被迫拆除遭到废弃。物理系教授们多次倡议重建原子核实验室组装加速器。2005 年，适逢国际物理年，台湾物理学界筹划举办系列台湾物理年活动，其主要目标之一就是“创造物理议题，吸引大众焦点”，打出的口号为“让物理门外汉喜爱接触物理”，其中“校园活动”是一项重要议题^[11]。利用此时机，台湾大学物理系重建了加速器，物理系老一辈的教授、技师带领高能组师生、物理系学会同学、普物助教等共同完成了零件的制作，加速器终于在 2005 年 10 月重组完成，文物厅于 2005 年 11 月 21 日正式开幕，见图 3。由此可见，台大物理系重建加速器是“国际物理年”这一国际间的科普活动的组成部分，首先提升世界民众对物理及物理学科的了解。



图 3 物理文物厅中的直线粒子加速器（作者摄于台湾大学物理文物厅）

闲置报废的加速器修复后作为科学文物再现于大众面前，发挥其科普功能。台湾大学物理系也由此在校内建立了自己的博物馆——物理文物厅，在传达台湾物理发展的过往之余，作为社会大众接近物理、认识科学的窗口与桥梁发挥着作用。

台湾大学物理文物厅位于台湾大学校总区二号馆一楼，是台湾大学原子核物理实验室的故址，包括原子核物理展示厅、普物实验展示厅、科学走廊以及早期实验仪器展示室。原子核物理展示厅的正中央就是重组的直线加速器，它是该文物厅最重要的展示实物。普物实

验展示厅与早期实验仪器展示室,则展示台大物理系普物实验课程历年来所使用的教学仪器、工具,并提供科学教具供参观者操作,使参观者能亲身体验物理学的乐趣,寓教于乐。

物理文物厅的成立动机,是希望能效法国知名理工系所对于自身历史的重视,典藏台大物理系过往的珍贵文物,并借此彰显台大物理系的学术贡献。时任台大物理系主任的张庆瑞教授认为:“文化是需要累积的,重建的意义在于台大是台湾最古老的一所大学,如果台大都不能对自己的文化觉得骄傲的话,那你是不可能再往下走的,科学也是一种文化,没有适当能量的累积,是不可能产生灿烂的文化。”台大校长李嗣涔也同样认为:“原子核物理实验室的重建不仅仅是代表一个科学的历史,它其实是台大校园走向文化的校园里面重要的一步。”^[12]的确,每一部科学仪器都有它的历史,尤其是大型科学仪器。大型科学仪器的发明史、有关此仪器原理的发现史、仪器的采购过程与周转、使用仪器人群的变迁、仪器做出的成果等都富含大量的历史信息。而这些历史信息汇集起来,就是这部仪器的历史。当历史和仪器实物结合起来时,科学仪器就富有了文化意味。因此展示文物中,除了过去核物理实验室使用过的各类硬件之外,也有不少是来自于“和粒子加速器有关的人事物”,包括荒胜文策、木村毅一的文书著作,许玉钊技师的公文和他吹制的玻璃仪器,乃至以世界首座核反应堆的石墨所制作的纪念牌等。

2006年是台大物理系已故德国籍教授克洛尔(Walfgang Kroll, 1906—1992)百年诞辰,物理系借此机会充实了文物厅的展览内容,增加了与公众的科普互动空间。另外,文物厅所在的二号馆,目前作为全校“普通物理实验”课程的授课地点,其一楼大厅设有数个展示柜,展示历年来普物实验课曾使用过的旧式仪器、教材与文物,2007年,又于物理文物厅隔壁另辟一室,典藏具有代表性和历史意义的普物教具仪器,而一楼大厅则作为各类特展的空间,不定期展出各类淘汰的普物仪器。

台湾大学物理文物厅依托台湾大学这所

高等学府,每年慕名而来的参观者络绎不绝,同时,物理文物厅也具有较高开放度,配有中英日三国语言的讲解志愿者,每年接待来自世界各地的参观者。2012年1月至6月共有3379人次参观该文物厅,其中1146人预约并听了文物厅的讲解,见图4。

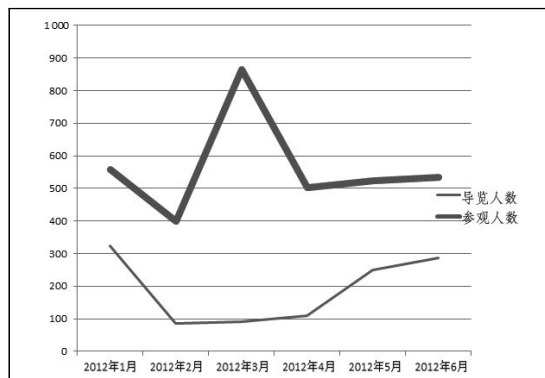


图4 2012年1月至6月参观物理文物厅的人数(资料由物理文物厅提供)

物理文物厅是向大众传播科学知识的博物馆,和台湾大学其他校内博物馆构成博物馆群,形成了富有特色的将教学与科普融为一体的大学中的博物馆。这些博物馆除了各自日常开放之外,还会每年暑假联合起来举办活动,吸引了来自台湾各地的大中小学生。物理文物厅举办过以能源、伯努利定理、光谱等为主题的体验营活动,既向学生们展示了直线加速器,又借活动的机会宣传了物理知识。

3 科技馆中加速器部件的展示

日本国立科学博物馆是多科学的综合科技馆,已经有100多年的历史,在世界科技馆中也具有一定的影响力。日本国立科学博物馆为传播加速器的科学知识,在馆中设有加速器部件的展示专区。图1中是“二战”后日本最初建立的加速器的离子加速箱,这个加速箱被该馆收集并保存下来和图2中的加速器模型一同在该专区展示,博物馆对这些展品的来源、历史、功能、科学贡献等进行详细的说明和文字记录,能用实物的部分用了实物。由于科学博物馆空间有限,将实物模型化有利于公众对大科学装置的了解。虽然大科学装置所涉及的科学原理和功能使用较为复杂,但是科学博物馆

对文字说明和记录也采取了通俗易懂、生动活泼的形式，拉近了公众与大科学装置的距离。同时，国立科学博物馆更是将加速器有关的内容印在了该馆出版发行的科普书籍^[13]中，即使公众未到馆参观，仍然可以通过书籍对加速器有所了解。

除了对加速器相关展品进行详细的说明和记录之外，日本国立科学博物馆设置了加速器与公众的互动体验区，向公众展示加速器加速的原理。如图5所示，小球代表基本粒子，体验者可以通过按钮使小球运动起来，小球通过电磁线圈以后会加快运动，达到加速的目的，很简单的演示实验拨开了大型加速器装置的神秘面纱，让公众观察和模拟了加速器运行的情况。这种互动的受众范围也比较广，尤其让年龄较小的参观者感受到了小球加速带来的乐趣，克服了加速器是高能物理研究的重要实验手段这一实际科学研究中的定位。

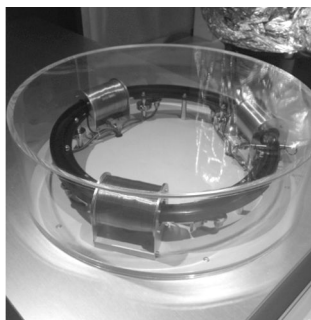


图5 加速器的原理体验（作者摄于日本国立科学博物馆）

将加速器与诺贝尔奖结合起来是国立科学博物馆的科普特色之一。2008年，日本科学家小林诚和益川敏英凭借“小林—益川理论”获得诺贝尔物理学奖。该理论早在1973年就已经提出，之所以时隔30多年能够获得诺贝尔奖，正是得益于大型加速器的快速发展，使得该理论的预言逐步被证实。日本国立科学博物馆将证实其理论的大型加速器的一部分由国立高能物理实验室移动到馆内展览见图6。该装置为加速器的测定装置的一部分，是长3米、高1.8米、重400千克的圆筒形装置^[14]。



图6 证明小林—益川理论的加速器的一部分（见参考文献[13]）

尽管加速器是科学研究中重要的大科学装置之一，但是由于其本身的运行需要大量的人力、财力、物力、组织及信息等，专业性较强，蕴含及所要揭示的科学原理一般较复杂，加上资源分布比较集中，需要有专业背景的人才能使用，因此，除相关研究领域的人员之外，不易被大众所熟知。相较而言，诺贝尔奖是公众耳熟能详的重要奖项，尤其是日本近年来获得了多项诺贝尔物理学奖，不但日本国内，世界对此也十分关注。为此，科技馆设立了诺贝尔奖展示专区，一方面利用公众对诺贝尔奖的高度关注和对科学家的崇敬之情，将公众吸引到展示加速器的场所；另一方面，合理利用加速器这样的大型科学装置，激发公众了解其知识原理和发展历史的兴趣，从而在社会上形成学科学、爱科学的良好风气。这正是加速器对社会贡献的体现形式之一。关于加速器对社会的贡献，除了知识层面，对经济及国民生活同样也是有影响的^[15]。

4 高能加速器研究机构的科普开发与利用

日本高能物理研究所（National Laboratory for High Energy Physics, KEK）成立于1971年，是隶属日本文部省的国家实验室，从事高能物理、核物理和加速器技术研究。12 GeV的质子同步加速器是KEK的第一个大型设施，自1976年启用后发挥了重要作用。1997年4月1日，文部省将KEK与东京大学原子核科学研究所（Institute for Nuclear Study, INS）、东京大学理学院附属的介子科学实验室（Muon Science Laboratory, MSL）合并，成立了高能

加速器研究机构 (High Energy Accelerator Research Organization), 英文缩写仍沿用 KEK。其定位是: 发展粒子加速器, 并且利用它们, 开展粒子物理、核物理和材料功能和结构的研究。进行这一重组的目的是有效利用三个研究所的资源, 促进不同领域研究者的紧密合作, 增强国际竞争地位。KEK 重组后分别成立了粒子物理与核物理研究所以及材料科学研究所。材料科学研究所的科学目标是利用各种先进的束流, 如同步辐射光、中子、介子开展多学科的研究, 包括物理学、化学、生物学、医学和农业科学, 特别是材料科学的前沿领域。支撑这些研究的大科学装置有同步辐射装置——光子工厂 (PF)、脉冲散裂中子装置 (KENS) 和强介子束装置等^[6]。

为了让多方人士能够体验最前沿的加速器科学, KEK 在其计划书中有一条目标即为: “将加速器科学各个领域的研究成果积极地返还给社会”。其具体做法就是要强化机构活动的宣传力度, 通过公开讲座、主页等形式公开研究成果, 重视社会对于机构活动和研究成果的理解等^[7]。

平日如果有 10 人以上的团体预约申请参观, KEK 会提供由研究者对加速器及测定装置的实物进行讲解的参观机会。不但有平日的团体参观, 每年 9 月 KEK 都会举办大型的公众开放日活动, 可以让公众参观平时不公开的实验装置和设施, 并且邀请著名的研究者来演讲, 比如诺贝尔奖获得者小林诚就曾受邀进行演讲。还会面向儿童开设体验项目, 准备一些富有乐趣的参观项目。

KEK 在常设展览会中设有“科普广场”, 公众无须预约可免费参观, 能够学习到加速器的运动结构和基本粒子的相关知识, 还可以观察到宇宙射线, 甚至尝试检测身边存在的放射线。同时在小剧场播放 KEK 发展的历史, KEK 从 1971 年成立至今, 其中的大型加速器从制造到运行到停运再到改装之后继续运行, 这其中涉及的科学发展、社会影响等多方面的因素, 可以说是一部专属于大型加速器科学机构的历史。公众在接触加速器之余, 也能够深刻体验加速器发展的历史变迁,

理解加速器的科学发展。

KEK 会和国立科学博物馆等科学传播机构联合起来一同开展富有特色的“科学旅行”(サイエンスツアー)。由于 KEK 位于离东京有一段距离的筑波科学城内, 与位于东京中心地带的科学博物馆相比, 地理位置稍偏, 因此这两个科学机构有时会联合东京附近的千叶市科学馆、筑波实验植物园等一同开展“科学旅行”活动。公众预约后, 主办方会从东京安排旅行巴士, 带领公众去各个场馆参观, 最后回到东京的集合地点。这样的“科学旅行”一方面鼓励了公众了解科学、认识科学的信心; 另一方面, 对活动所到的各个科技馆也是一个科普资源的合理综合利用。对 KEK 这样一个在公众看来有一定距离的前沿研究机构来说, 这样的“科学旅行”拉近了其与公众的距离。

5 大科学装置科普的未来发展及政策建议

基于上述日本和台湾地区加速器科普功能的开发与利用, 可以看出加速器这样的大科学装置在发挥其科普功能方面形式也是多种多样的, 因此对我国加速器科普功能的开发与利用有诸多启示。

5.1 多种途径开发加速器的科普功能

可以在大学中开设博物馆, 可以在科技馆中展示仪器的零部件或者模型, 还可以开放加速器专门研究机构。除此之外, 日本在向公众展示加速器这样的大科学装置时抱有处处皆科普的理念。比如上文提到“二战”后日本理研重建了加速器, 其中离子加速箱保存在国立科学博物馆展览, 而电磁铁部分保留在东京文京区的理研旧地(现为仁科财团和放射性同位素协会所在地), 这个报废的电磁铁旁有一块纪念碑详细的介绍了它的来源和历史, 见图 7。笔者了解到每年暑假都会有来自加速器的建造者——仁科芳雄家乡的中小學生来到这里参观学习。一方面, 借由仁科芳雄的科学家威望, 激发青少年热爱科学的信念; 另一方面, 更是将报废的加速器巧妙地利用起来, 普及加速器的知识。这些都是培养科学家和工程师的重要途径, 也是大科学装置的科普功能之一。



图7 二战后理研重建加速器的电磁铁部分（作者摄于日本东京文京区理研旧地）

5.2 在大学中利用科学装置建立博物馆

在我国，较多高校会在校内设立校史馆这样人文气息浓厚的博物馆，然而却较少有高校利用校内现役的或者废置的科技文物或是科学装置来建立博物馆。可以效仿台湾大学物理文物厅及博物馆群的做法，利用校内某一重要科学装置组成单个博物馆，再联合校内其他院系，组成博物馆群，将自然科学和人文科学这两种文化融合在一起，让公众在游览校园的同时，接受科学与人文两方面的熏陶。同时应该扩大宣传力度，可以将博物馆的游览方式做成“博物馆地图”，分放在大学的入口处，便于公众自由获取，甚至可以在宣传上面加入一些“科学探宝”等吸引公众参与的活动，将公众的注意力引吸到科技文物、科学装置所在的博物馆中，激发公众探究科学的热情。

5.3 加大开放力度，主动揭开大科学装置的神秘面纱

一听到“大科学装置”，公众往往会对其产生距离感，这就需要大科学装置所在的科研机构增加开放力度，运用贴近公众的宣传手段，定期或者不定期地举办活动，包括开放日、团体预约参观、科学讲座等，让公众更好地理解大科学装置存在的意义，进而理解利用大科学装置所进行的科学研究的意义。

2015年3月，中共中央、国务院颁布的《关于深化体制机制改革加快实施创新驱动发展战略的若干意见》在总体思路和

主要目标中明确指出：“加快实施创新驱动发展战略，……破除一切制约创新的思想障碍和制度藩篱，激发全社会创新活力和创造潜能，……营造大众创业、万众创新的政策环境和制度环境。”^[18]激发全社会的创新活力和创造潜能，意味着科学需要更广泛的公众参与，大科学装置的科普活动无疑能够提高科学研究的开放度，让公众更全面、深刻地理解科学研究过程，这对创造宽松良好的全民创新环境有着积极的推动作用。

参考文献

- [1] 平田光司. 大型装置純粹科学試論[J]. 科学・技術・社会, 1999(8): 51-74.
- [2] 中国科学院综合计划局, 基础科学局. 我国大科学装置发展战略研究和政策建议[J]. 中国科学基金, 2004(3): 166-171.
- [3] 任福君. 关于科技资源科普化的思考[J]. 科普研究, 2009(3): 60-65.
- [4] 莫扬, 曾琴, 孙昊牧. 中科院大气物理所科普资源开发利用研究[J]. 科普研究, 2008(1): 13-18.
- [5] 牛刚. 科技成果科普化的协同作用及对策探讨[C]// 国家科普能力建设北京论坛论文集. 2010: 226-230.
- [6] 宁长春, 杨胜飞, 徐刚, 单增罗布, 陈天禄, 张辉杰, 周毅. 在西藏大学建立天文科普教育基地的重要意义[J]. 西藏科技, 2012(1): 40-42.
- [7] 中科院陈和生院士等探秘中国大科学装置[EB/OL]. (2011-07-26)[2014-07-01]. <http://fangtan.people.com.cn/GB/147550/15252233.html>.
- [8] 刘佳, 莫扬. 科研机构向公众开放中的问题研究——以中科院为例[J]. 科普研究, 2010(4): 15-21.
- [9] 竹腰秀邦. 台北帝国大学と京都大学における初期の加速器開発と原子核物理学研究(前編)[J]. 加速器, 2006(4): 384-390.
- [10] 井上信. 日本加速器外史(その1)[J]. 加速器, 2004(3): 255-263.
- [11] 張慶瑞. 2005世界物理年[J]. 物理雙月刊, 2004(1): 4-11.
- [12] 冲破原子核. DVD 音响制品. 台北: 台湾大学物理系出品, 2006.
- [13] 独立行政法人国立科学博物館発行. 地球生命史と人類——自然との共存をめざして[M]. 千修株式会社, 2005: 48.
- [14] 千葉紀和. <大型加速器> 東京に一部移され[EB/OL]. 毎日新聞(2015-02-20)[2015-03-01]. <http://mainichi.jp/graph/2015/02/21/20150221k0000m040099000c/001.html>.
- [15] 田川精一. 日本における加速器の現状(その2)[J]. 加速

(下转第24页)

- [10]2011—2012 学科发展报告综合卷（仪器科学与技术篇）[M]. 北京：中国科学技术出版社，2012：47.
- [11]中科院等单位共建国家大型仪器中心：“北京离子探针中心”——仪器信息网[EB/OL].[2015-08-27]. http://www.instrument.com.cn/netshow/SH100244/news_1203.htm.
- [12]于峰. 发挥科学史在科技馆科普展教中的作用[J]. 科技导报, 2014(18): 87.
- [13]中国科学院国家天文台简史—中国科学院国家天文台[EB/OL].[2015-08-27]. <http://www.bao.ac.cn>.
- [14]刘佳, 莫扬. 科研机构向公众开放活动中的问题研究——以中科院为例[J]. 科普研究, 2010(9): 15-21.
- [15]丹皮尔. 科学史及其与宗教和哲学的关系[M]. 北京：商务印书馆，2006：163.
- [16]董诚, 张渝英, 涂勇. 国家大型科学仪器中心建设的思考[J]. 实验技术与管理, 2007(10): 5-12.
- [17]大科学装置的战略意义[EB/OL]. (2009-09-06)[2014-10-24]. http://www.kepu.net.cn/gb/perspective_2009/090617_lamost/zhanlue.html.
- [18]范世福, 我国今后科学仪器事业持续发展的战略思考[C]. 宁波：科学仪器服务民生学术大会报告集, 2011：344-355.

(编辑 颜燕)

附录：“装置”英文词汇对照表

英文词汇	中文含义	与 Equipment 外延的比较	示例
Facility/Facilities (工程技术类、科技政策类文献常用术语)	设备、装备、器材	大于	运动设施、体育设施、社区设施、会议设备、会议场所、会议设施、排水设施、排水设备、公用设备、工业设施、工业企业生产设备、科学实验室设施、科学辅助设备、辅助支援设施、军事人防设施、民用设施等
Equipment (工程类、管理类文献常用术语)	“设备、装备、器材”，专指设备	——	生产装备、治疗设备、测试设备、试验设备、检测设备、工艺设备、电气电力设备、电器设备、机器设备、机械设备、电子设备、动力发电设备、控制设备、控制仪器专用设备、特种设备、办公设备、自动化设备、运输设备等
Apparatus (科学史文献，科学文献常用术语)		小于或等于	体操器械、运动器具、呼吸设备、干燥装置、蒸馏装置、实验装置、过滤器、控制装置、美容仪器等
Device (工程技术类、科学史文献常用术语)	仪器、工具、乐器、手段、器械	小于或等于	校正调节装置、双稳态装置、控制装置、计算机显示设备、设备驱动、装置驱动、传动装置、电子设施、喂送装置、输入设备、联锁装置、测量仪器仪表、机械装置、医疗设备、移动装置、监视装置、用电装置、防护装置、原生装置、安全装置、半导体装置、存储设备、测试装置、科学装置等
Instrument (科学文献、科学史文献常用)		小于	双金属仪器、检测仪器、电子仪器、实验仪器、智能仪器、测井仪、气象仪器、控制仪表、光学仪器、针式仪器、精密仪器、科学仪表、试验仪器、测量设备等

(上接第 16 页)

- 器, 2005(2): 20-24.
- [16]日本高能加速器研究机构 (KEK) [EB/OL]. [2014-07-15]. http://lssf.cas.cn/kpzt/gwyjjg/01006/t20100616_2882900.html.
- [17]大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構. 中期目標・中期計画一覧表 [EB/OL]. [2014-07-15]. http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/houjin/05062201/003.htm.
- [18]中共中央 国务院关于深化体制机制改革加快实施创新驱动发展战略的若干意见[EB/OL]. 新华社 (2015-03-23) [2015-07-01]. http://news.xinhuanet.com/2015-03/23/c_1114735805.htm.

(编辑 颜燕)