

# 中国第一台三自由度飞行模拟实验台的“诞生”与“重生”

刘年凯<sup>①</sup>

**【摘要】**清华大学科学博物馆（筹）馆藏有一台 1959 年研制成功的三自由度飞行模拟实验台，这是中国第一台三自由度飞行模拟实验台。本文主要介绍这台三自由度飞行模拟实验台的“诞生”——它的研制背景和研制经过，以及“重生”——它作为藏品的重新发现。清华大学自动控制系创系主任钟士模教授主持了这台三自由度飞行模拟实验台的研制。作为清华大学重要的科学遗产，这台三自由度飞行模拟实验台的重新发现得益于清华大学科学史系的建立及科学博物馆筹备工作的开展。

**【关键词】**科学博物馆；科技藏品；三自由度飞行模拟实验台；科学史

2019 年 4 月 24 日至 5 月 3 日，清华大学科学博物馆（筹）举办了“百年器象——清华大学科学博物馆筹备展”，这是清华大学科学博物馆（筹）藏品的首次亮相。在本次展览中，中国第一台三自由度飞行模拟实验台（见图 1）吸引了众多参观者的目光。

这台三自由度飞行模拟实验台可简称为“飞行模拟转台”或“飞行模拟台”。飞行器（如飞机、导弹）和鱼雷的运动具有六个自由度，包括三个线运动（质心沿坐标系三个轴向的位移）和三个角运动（质心绕坐标系三个轴的转动）。该模拟实验台用来模拟飞行器的角运动，这种模拟对于飞机的稳定飞行、导弹和鱼

雷的精准射击都有重要的意义。<sup>②</sup>

## 一、组成和参数

这台三自由度飞行模拟实验台为铝合金材质，主体为一个长方体框架，总高 137cm，上侧总宽 116cm，下侧总宽 128cm。实验台由三个可以翻转的长方形金属框架组成，大框长 94cm，宽 61cm；中框长 65cm，宽 48cm；小框长 48cm，宽 33cm。小框内有镂空圆孔，直径为 23cm，上下两侧的长方形均宽 9cm，陀螺仪即置于该镂空处。框架依靠多个大小不一的齿轮调节转动，其中最大的齿轮直径为 26cm，数量为 4 个。直径 20cm、17cm 和 12cm 的齿轮分别有 2 个、16 个和 8 个。

<sup>①</sup> 刘年凯：清华大学科学史系博士后，清华大学科学博物馆（筹）收藏研究部成员；研究方向：科学仪器史；通讯地址：北京市海淀区清华大学蒙民伟科技大楼南楼 211 室；邮编：100084；Email: nkl@tsinghua.edu.cn。

引用格式：刘年凯. 中国第一台三自由度飞行模拟实验台的“诞生”与“重生”. 2019(3): 65-70. [Liu Niankai. "Birth" and "Rebirth" of China's First Three-Degree of Freedom Flight Simulation Platform [J]. Journal of Natural Science Museum Research, 2019(3): 65-70.]. DOI: 10.19628/j.cnki.jnsmr.2019.03.009

<sup>②</sup> 飞行器航行依靠闭环系统的控制。举例来说，若航向偏北，就要根据方位陀螺的指示值控制舵机偏转，让飞行器向南转，才能沿正确航线飞行。该闭环系统的性能，必须通过地面仿真研究，才能确定其参数。这台飞行模拟台的重要性体现于此。

模拟实验台装有12个MY-100AII直流电机，可以带动内侧的齿轮转动，从而转动框架。每4个电机驱动1个框架运转：主体上下横梁的4个电机转动大框架，大框架左右两侧的4个电机转动中框架，中框架上下两侧的4个电机转动小框架，这样实现三个自由度上的飞行模拟控制。

MY-100AII电机直径为7cm，长10cm，功率是177W，额定电压为27V。MY系列电机是苏联广泛应用的航空直流电机，这种电机结构种类很多，功率范围从5到1500W。它的工作特点是：可正反运转，额定电压较低（20~27V），有利于滑动接触处（电刷—换向器）和接触联结处的电压降。转向的变换只需一个单刀双掷开关就可实现。电机正转和反转的激磁绕组放置在不同的磁极上，体积增大使得电动机的利用系数较低，但转向变换的线路得到简化。<sup>[1]</sup>

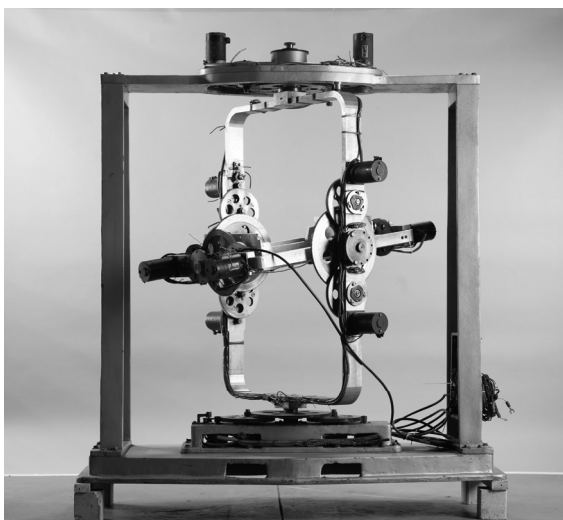


图1 中国第一台三自由度飞行模拟实验台

## 二、诞生

### （一）历史背景

中国第一台三自由度飞行模拟实验台的诞

生，有特殊的历史时代背景，一是当代中国自主研发航空飞行器的需要；二是全国高校院系调整及清华大学之后的新专业增设；三是全国开展教学改革，学习苏联教育经验；与此同时，苏联专家援华，清华师生留苏或访苏。

1952年6月，全国高等院校进行大规模院系调整。清华大学取消学院建制，转变成一所多科性工业大学。为了适应20世纪50年代世界科技突破性发展和国家建设需要，清华大学从1955年陆续建立新技术专业，<sup>[2]</sup><sup>68</sup>其中包括设立在电机系的“自动学与远动学专业”。<sup>[3]</sup>

1958年7月3日，清华大学成立自动控制系统，钟士模<sup>①</sup>（见图2）教授被任命为系主任，凌瑞骥<sup>②</sup>为系党总支书记。自动控制系统包含三个专业，分别是自动控制（即原自动学与远动学专业）、计算机以及运筹学（后很快取消）。其中，自动控制很快发展为三个学科方向：自动控制系统、自动控制理论和自动控制元件。自动控制系统又分为“飞行器自动控制”和“核能生产自动控制”两个专门化。<sup>[3]</sup>通过中、苏两国之间的保密渠道，清华大学得到一份列宁格勒多科性技术学院的自动学与远动学专业教学计划，其中主要专业课程有：陀螺仪与稳定装置、飞行力学与自动驾驶仪、飞行控制系统模拟技术。这份教学计划在筹建飞行器控制专门化的依据。<sup>[4]</sup>当时，章燕申<sup>③</sup>老师任“飞行器自动控制”教研室的主任。

1952年，院系调整的同时，全国高等院校开始教育改革，学习苏联教育经验。1952—1960年，清华大学先后聘请60余位苏联专家，<sup>[2]</sup><sup>763</sup>其中，自动控制系统于1956年和1957年先后聘请苏启林<sup>④</sup>和克罗利<sup>⑤</sup>两位苏联专家。<sup>[5]</sup>

· 钟士模（1911—1971），1936年到清华大学电机工程系工作，1943年取得学校资助留美资格，1947年获得麻省理工学院科学博士学位，创办中国首个自动学与远动学专业和自动控制系统，清华大学自动控制系统（计算机科学与技术系前身）首任系主任（1958—1971）。

· 凌瑞骥，1930年生，1952年毕业于清华大学电机系，1958—1966年任自动控制系统（计算机科学与技术系前身）首任党总支书记。

· 章燕申，1929年生，1950年毕业于清华大学机械工程系，1953年赴苏联莫斯科包曼技术大学精密仪器系读研究生，于1957年获副博士学位，1957年2月回清华大学筹建自动控制系统，担任飞行器自动控制教研组的主任。

· 苏启林（А. М. Сучилин）来自列宁格勒多科性技术学院的“自动学与远动学”教研室，1956年10月13日到1958年6月在清华大学工作。苏启林在清华的讲义于1959年被自动控制系统译成《模拟理论及计算技术》和《自动控制系统》两书。

· 克罗利（Н. Г. Кроль）（1910—1986），来自列宁格勒光学与精密机械学院的“计算机”教研室，1957年11月到1958年11月在清华大学工作。



图2 清华大学自动控制系主任钟士模教授（中间站立者）在实验室内指导学生（清华大学档案馆提供）

自动控制系统师生也积极与苏联开展交流，如吴麒<sup>①</sup>1955年赴苏联列宁格勒加里宁工学院读研究生；金兰<sup>②</sup>赴苏联莫洛托夫动力学院读研究生；钟士模教授1957年赴列宁格勒访问；章燕申老师1958年参加“全苏第二届高校陀螺仪学术会议”，访问了莫斯科包曼技术大学等，了解“自动学与远动学”“陀螺与导航系统”专业教学科研情况。<sup>[3]</sup>

## （二）“小11号”和“大11号”

中国第一台三自由度飞行模拟实验台被参与研制的师生亲切地称为“大11号”。称为“11号”，是因为这是当时510教研组第一号科研任务；称为“大”，则是因为自动控制在1958年首先研制过一台一自由度飞行模拟实验台——该实验台被称为“小11号”（见封二下图）。本

节主要根据口述史访谈和邮件咨询叙述“小11号”和“大11号”的研制过程。

1957年，钟士模教授访问苏联，参观列宁格勒多科性技术学院的“飞行器控制系统模拟技术”实验室，列宁格勒加里宁工学院在读研究生吴麒陪同，他们看到实验室有多台飞行模拟台。钟士模希望苏联方面提供飞行模拟台的图纸，但被对方婉拒。

钟士模回国后决定自行研制飞行模拟实验台，他安排章燕申老师和林尧瑞<sup>③</sup>老师分别负责机械部分和转台控制系统部分<sup>④</sup>。模拟实验台研制地点是清华大学西主楼4楼<sup>⑤</sup>。

研制人员到汉口买了苏联制的模拟计算机，计划把飞行控制的陀螺仪放在飞行模拟转台上，将飞行控制的运动方程输入模拟器，陀螺仪能把飞行器的姿态角信息转换成电信号，这样做闭环回路就能考验控制系统的性能。当时章燕申还不太熟悉陀螺仪。苏联专家苏启林虽然来自列宁格勒多科性技术学院的“自动学与远动学”教研室，但他的专长是交磁放大机控制的火炮随动系统，而非飞行器控制<sup>[4]</sup>，所以研制人员也无法得到苏联专家的帮助。

同年，金兰和章燕申在国防部第五研究院<sup>⑥</sup>担任技术顾问，每周工作一天，参加仿制从苏联引进的“地对地弹道导弹”工作。该导弹是苏联在德国“V-2”型导弹的基础上研制的，它的水平陀螺、方位陀螺以及陀螺积分加速度计均采用滚珠轴承结构。这是他们第一次见到弹道导弹的飞行姿态和射程控制系统。不过，同年秋，大批苏联专家到五院工作，为了执行五院的保密规定，

① 吴麒，1930年生，1952年毕业于清华大学电机系，1959年在苏联列宁格勒加里宁工学院获副博士学位，并回清华大学自动控制系统任教，担任控制理论教研组主任。

② 金兰，1949年毕业于清华大学电机系，后赴苏联莫洛托夫动力学院读研究生，1957年回国后在清华大学任教，任自动控制系统计算机教研组主任。

③ 林尧瑞，1933年生，1956年毕业于东北大学，分配到清华大学并先后在电机系、自动控制系统、计算机系任教。

④ 当时钟士模教授并没有提供具体的技术参数，只是描述了他所见到的模拟实验台的结构。他的口头描述有“像摇篮一样，摇来摇去”。来自与章燕申教授和张钹院士的交流。

⑤ 据章燕申教授回忆，1957年他到钟士模领导的“自动学与远动学”教研室工作，当时教研室在新水利馆。1958年，教研室搬到西主楼1区4层，属于“绝密区”。另据张钹院士回忆，一自由度飞行模拟台在西主楼1区4楼，三自由度飞行模拟台在西主楼2区4楼（阳台对面的房间）。

⑥ 1956年8月，国防部第五局成立，钱学森任第一副局长兼总工程师。10月，国防部五院在北京正式成立，钱学森于1957年任院长。1957年3月，国防部第五局并入国防部五院。

金兰和章燕申只能退出。<sup>[4]</sup>通过在五院短暂的工作经历，章燕申明白了陀螺仪的工作原理，为研制飞行模拟实验台打下了基础。

1958年，清华大学独立成功研制出一自由度飞行模拟实验台，<sup>[6]</sup>并于当年夏天在北京钢铁学院（现北京科技大学）举办的“高校国防科研成果展览会”展出。据张钹<sup>①</sup>教授回忆，这次展览为内部展览，仅供领导参观，主要展示各高校的军事科研成果。多位中央领导如刘少奇、周恩来、邓小平、陈云、彭真、胡耀邦及各部部长前来参观。中央领导参观由凌瑞骥讲解，其他人员参观由张钹负责讲解，讲解内容主要是宣传师生的革命热情、理论联系实际的精神，以及赶超世界水平的决心。一自由度飞行模拟实验台在北京钢铁学院展出后，受到中央领导的高度重视，清华大学研究飞行器自动控制的消息也广为人知。

章燕申等为了收集伺服电机、废旧陀螺等器材，从1957年开始访问第二机械工业部四局（航空工业部的前身）。苏联专家克罗利的专长为指挥火炮射击的解算装置，他当时为了教学实验的开展，也曾和章燕申去空军后勤仓库寻找陀螺仪。在这个过程中，章燕申认识了四局航空仪表设计室<sup>②</sup>主任兼总设计师眭凌<sup>③</sup>。眭凌明白三自由度飞行模拟实验台是研究飞行器控制系统的关键设备，于是和清华大学开展合作，并按照飞机自动驾驶仪中水平和方位两种陀螺仪的体积大小确定了三自由度飞行模拟实验台的尺寸。航空仪表设计室向清华大学提供了航空电机、滚珠轴承、高强度铝合金铸件等关键器材，还安排了技术员和高级技工参加，<sup>[4]</sup>清华

大学主要负责仪器设计以及控制系统调试。在钟士模教授的主持和双方合作下，飞行器自动控制教研组解决了许多控制理论和技术问题，在1959年成功研制出三自由度飞行模拟实验台。之后推出了改进型的由16阶模拟计算机控制的电动实验平台。<sup>[7]</sup>

值得一提的是，清华大学计算机系的网页<sup>[8]</sup>及系史第一册<sup>[9]</sup>中，介绍“我系研制成功我国第一台三自由度飞行模拟实验台”时配有一张彩色图片，其中的三自由度飞行模拟实验台主体为蓝色，齿轮为黑色，经考证，这台实验台并非中国第一台三自由度飞行模拟实验台<sup>④</sup>，而应该为后来的改进型。

1959年研制成功的三自由度飞行模拟实验台及其改进型对中国飞行模拟技术的发展起到了重要的作用。30所（后改为618所）和705所<sup>⑤</sup>之后均仿制了同样的模拟实验台，分别开展飞机驾驶仪研制和鱼雷仿真实验等。

以705所为例。1978年，中国海南岛渔民在海上作业时捞到一条美制MK46-1型鱼雷。<sup>[10]</sup>后在中央安排下，705所与有关工厂和学校对鱼雷分解和研究仿制，其中鱼雷的导航研究就需要使用三自由度飞行模拟实验台。高钟毓<sup>⑥</sup>教授等在1988年对705所的三自由度飞行模拟实验台进行了控制系统改造，把交磁机控制改造成集成电路控制，通频带由原来的3Hz变成10Hz以上，主要技术指标为正弦摇摆频率为2Hz，输入输出相位误差在10°以内，<sup>[11]</sup>满足了电动鱼雷仿真的技术要求。这是对三自由度飞行模拟实验台的后期改进。

① 张钹，1935年生，1958年毕业于清华大学自动控制系，同年留校任教，1995年当选为中国科学院院士，2011年汉堡大学授予自然科学荣誉博士。

② 1957年，航空工业局航空仪表设计室成立。1960年3月，第一机械工业部第30研究设计所（简称30所）成立。1961年，国防部航空研究院（简称六院）正式成立，30所划归六院领导。1965年1月，六院与第三机械工业部（三机部）合并，1968年3月，30所更名为中国人民解放军618研究所，后在1974年成为第三机械工业部第618研究所，现为中航工业西安飞行自动控制研究所。

③ 眭凌（1912-1967），1932年考入南开大学，后转入清华大学数学系，1939年空军机械学校高级班毕业。眭凌为航空仪表专家，任航空仪表设计室主任兼总设计师。

④ 来自与张钹院士的邮件交流。

⑤ 705研究所隶属于中国船舶重工集团第七研究院，建于1958年。所部位于西安，分部位于昆明，承担水下航行体及发射装置研究。

⑥ 高钟毓教授，1936年生，1959年毕业于清华大学自动控制系，后留校任教。他是惯性导航系统技术专家，任清华大学导航技术工程中心第一任主任。

### 三、重生

20世纪70年代,清华大学的两台飞行模拟实验台逐渐退出“现役”,从东主楼搬至9003大楼<sup>①</sup>。2019年,中国第一台三自由度飞行模拟实验台诞生整整60年后,它从布满灰尘的仓库来到明亮整洁的展厅,让参观者亲身感受到清华大学师生自力更生的奋斗精神。中国第一台三自由度飞行模拟实验台的“重生”,与清华大学科学史学科的建制化和科学博物馆的筹备密不可分。

2017年5月16日,清华大学科学史系成立,启动筹备建立清华大学科学博物馆。<sup>[12]</sup>2018年12月20日,笔者来到清华大学9003大楼西侧一楼仓库的一角,第一次亲眼看到中国第一台三自由度飞行模拟实验台的实物。当天,笔者将两台仪器运回科学博物馆(筹)地下仓库。由于不确定仪器的准确名称,笔者按“陀螺仪转台”登记了该仪器。12月24日,高钟毓和王永梁老师来到科学博物馆(筹)地下仓库,在大小“11号”面前,高老师回忆了当年参与研制模拟实验台的经历,并愿意接受进一步的采访。

2019年3月14日,笔者和科学博物馆(筹)沈萌老师赴清华大学导航技术工程中心,拜访了高钟毓教授和王永梁老师。高老师还请来章燕申教授,向笔者详细讲述了当年参与研制的过程。值得一提的是,4月24日“百年器象”开展当日,高钟毓教授和王永梁老师亲临现场参加了开幕式;4月26日,章燕申教授也来到展览现场,观看了这台三自由度飞行模拟实验台,以及他在20世纪70年代主持研制的静电陀螺三轴稳定平台。可以说,中国第一台三自由度飞行模拟实验台的“重生”,与清华大学科学史系的成立和科学博物馆的筹备密不可分,仪器史研究和口述史访谈的开展是其必要补充。

寻找、收集、保存和研究科学仪器是科学博物馆的应尽之责。清华大学科学博物馆从2017年科学史系成立初期,便以多种方式联系和调研清华大学各理工科教学和科研实验室,收集有历史意义的科学仪器设备。目前,科学博物馆已有三千余件科技藏品。但令人遗憾的是,早年历经战乱,仪器多有遗失,后因科技发展迅速,科研场所空间局促,仪器设备更新频繁,也少有人有意识地保存不再使用的科学仪器。如今,收集清华古旧科学仪器,完整呈现清华科学仪器购买、研制和使用的演变历史并非易事。本台三自由度飞行模拟实验台由中国自动控制学科和教育的开拓者之一、清华大学自动控制系创系系主任钟士模教授主持,且其研制过程涉及多家科研单位,具有重要的科学史价值。而这台三自由度飞行模拟实验台研制成于1959年,属于科学博物馆目前藏品中少有的早期仪器,是中华人民共和国成立初期科学研究的重要历史见证和珍贵科学遗产。

### 四、结语

清华大学自动控制系分别在1958年和1959年研制成功一自由度飞行模拟实验台(“小11号”)和三自由度飞行模拟实验台(“大11号”)。作为中国第一台三自由度飞行模拟实验台,“大11号”的诞生为我国飞行模拟技术的发展起到了至关重要的作用。清华大学科学史学科的建制化和科学博物馆筹备工作的开展,使得诸如第一台三自由度飞行模拟实验台这样的珍贵科学遗产在科学博物馆展览中得以重生。

致谢 感谢章燕申教授、张钹院士、高钟毓教授和王永梁老师提供了珍贵史料。感谢章燕申教授和高钟毓教授审阅本文原稿并提出修改建议。感谢蒋澈博士协助查找俄文资料。

<sup>①</sup> 据高钟毓教授回忆,1971年,自动控制系(当时更名为电子工程系)从西主楼搬到东主楼,后1974年校内院系调整时,章燕申和高钟毓调到精密仪器系,“大11号”和“小11号”也从东主楼搬至9003大楼。

#### 参考文献

- [1] A.N.比尔金诺夫.航空自动装置电机[M].程济昌,钟衣光,林升雄,等译.北京:国防工业出版社,1965:143.
- [2] 方惠坚,张思敬.清华大学志:上册[M].北京:清华大学出版社,2001:68,763.
- [3] 基业初创(1956到1966)—光荣历程—清华大学计算机科学与技术系50周年[EB/OL]. [2019-5-19]. <http://www.edu.cn/html/info/z/50/lc.shtml>.
- [4] 清华“飞行器控制”专业的创建与发展[EB/OL]. [2019-5-19]. [http://60.cs.tsinghua.edu.cn/ljmxjir/201807/t20180725\\_1618759.shtml](http://60.cs.tsinghua.edu.cn/ljmxjir/201807/t20180725_1618759.shtml).
- [5] 鲍鸥.苏联专家与新清华的建设——中苏交流史微观透视[J].中俄关系的历史与现实(第二辑),2009(00):504-527.
- [6] 一九五八[EB/OL]. [2019-5-19]. [https://www.tsinghua.edu.cn/publish/cs/4744/2010/20101217171539474944953/20101217171539474944953\\_.html](https://www.tsinghua.edu.cn/publish/cs/4744/2010/20101217171539474944953/20101217171539474944953_.html).
- [7] 郑大中,王森.中国自动控制教育的开拓者钟士模教授[J].清华大学教育研究,1994(2):105-109.
- [8] 一九五九[EB/OL]. [2019-5-19]. [https://www.tsinghua.edu.cn/publish/cs/4744/2010/20101217173321431940959/20101217173321431940959\\_.html](https://www.tsinghua.edu.cn/publish/cs/4744/2010/20101217173321431940959/20101217173321431940959_.html).
- [9] 清华大学计算机科学与技术系.智圆行方——清华大学计算机科学与技术系系史第一册[M].北京:清华大学出版社,2018:46.
- [10] 山西省史志研究院.山西通志·第18卷·军事工业志[M].北京:中华书局出版社,1997:215.
- [11] 高钟毓.机电工程控制[M].北京:清华大学出版社,2011:199.
- [12] 清华大学成立科学史系 同时启动筹建清华大学科学博物馆[EB/OL]. [2019-5-19]. [https://www.tsinghua.edu.cn/publish/thunews/10303/2017/20170703190529973356222/20170703190529973356222\\_.html](https://www.tsinghua.edu.cn/publish/thunews/10303/2017/20170703190529973356222/20170703190529973356222_.html).

(编辑: 谌璐琳)

## 第二届全国科技馆中层干部培训班在武汉举办

2019年5月16-17日,中国自然科学博物馆学会科技馆专业委员会在武汉市举办了第二届全国科技馆中层干部培训班,共有来自全国各地83家科普场馆的180余名科技馆同仁参加。

本届培训班以“科普场馆展览教育能力提升”为主题,重点结合第六届全国科技馆辅导员大赛,精心策划培训内容和交流环节。培训包括理论授课、赛事规则解读、沙龙研讨及案例分享等内容。邀请华中师范大学崔鸿教授,中国科协科普部副部长、中国科技馆副馆长、中国自然科学博物馆学会科技馆专业委员会秘书长廖红等专家学者,分别就科技辅导员科学教育理论、科技馆辅导员大赛赛事规则解读等

方面向大家进行了细致讲解和说明。

培训班还围绕辅导员大赛优秀案例、科学表演项目元素和注意事项、辅导思路解析等议题进行了丰富多彩的案例分享与经验交流,让学员们对辅导员大赛的内容选定、团队合作、比赛技巧等方面优秀的经验和做法有了更清晰直观的认识。

本次培训班对促进全国科技馆展教服务能力提升,增进科技馆中层干部业务交流,研究如何更好地利用场馆资源服务公众,具有很强的现实意义。

(供稿:中国自然科学博物馆学会科技馆专委会)

in STEM education programs.

Keywords: science and technology museum , STEM education , PBL

---

### Study on Three Letters from Einstein to Besso

Jiang Che

Abstract: Three letters from Albert Einstein to Michele Besso were exhibited at “A Century of Instruments” , an exhibition hosted by the Tsinghua University Science Museum , from April to May 2019. These letters were dated November 17 , 1909 , May 28 , 1921 and March 6 , 1952 , reflecting Einstein’s scientific and social activities in his youth , prime and senectitude respectively. This paper examines the text and publication of these three letters , and made a new translation from the original German text. The last section analyses Einstein’s interaction with Besso , the influence of the tests of general relativity , and one of Einstein’s scientific instruments , which would be of interest to Chinese audience.

Keywords: Albert Einstein , Michele Besso , correspondence , history of science , philology research

---

### “Birth” and “Rebirth” of China’s First Three-Degree of Freedom Flight Simulation Platform

Liu Niankai

Abstract: The Tsinghua University Science Museum has a three-degree-of-freedom flight simulation platform developed in 1959 , which was the first of its kind in China. This paper mainly introduces the “birth” of the three-degree-of-freedom flight simulation platform — its development background , development process and the “rebirth” — its rediscovery as a museum piece. Professor Zhong Shimo , the founding Chair of Department of Automatic Control at Tsinghua University , supervised the developing of this flight simulation platform ( aka Large 11) . In 1958 , he also arranged the developing of the one-degree-of-freedom flight simulation platform ( aka Small 11) . As an important scientific heritage of Tsinghua university , the rediscovery of this three-degree of freedom flight simulation platform depends on the establishment of Department of the History of Science at Tsinghua University and preparations for Tsinghua Science Museum.

Keywords: science museums , science and technology collections , three-degree-of-freedom flight simulation platform , history of science



## Research on Learning Efficacy of School Visits to Science and Technology Museums

Li Xiuju

Abstract: Based on the sociocultural theory , two Israeli scholars designed a research project to investigate the process of student-groups visiting to four natural history museums. This paper analyzed the forms of activities , interactions among students and the contents and methods museum staff used for guiding these students. And the learning effects made by different strategies for student-groups visiting were also discussed. The research showed that traditional contents and methods of museum guiding did neither go with the development trend of contemporary science education nor accord with the new pursuit of learning effect in museums. The contents , methods , results and theoretical basis of this study are enlightening to science and technology museums in China.

Keywords: museum , informal science education , tour guide , learning efficacy



## The Contribution of Science-rich Resources to Public Science Interest ( Part I)

John H. Falk Scott Pattison David Meier David Bibas Kathleen Livingston

Translated by Yang Yujuan

Abstract: This preliminary study examined the effect that five major sources of public science education—schools , science centers , broadcast media , print media , and the Internet—had on adults' science interest values and cognitive predispositions. Over 3,000 adults were sampled in three U. S. metropolitan areas. By literature review , this section introduced the research question of relationship between adults' current science interest values and cognitive predispositions and the frequency of adults current and prior use of science resource. Data was collected by CATI system drawn from random samples of residents in each of the three communities: LA , Phoenix , and Philadelphia , and variables were analyzed by PCA for final items in the questionnaire , while demographic variables were analyzed at the mean time.

Keywords: free-choice learning , science interest , learning ecosystem , relevance , science interest