

黄志洵

科海浪花集

——献给有志于科学的青年人

中国计量出版社

内 容 提 要

本书是一本高级科普著作。在第一辑中,讲述了一系列新兴科学技术(真空、超导、雷达、量子放大、激光、射电天文、电子计算机、光速测量、宇航)的历史,介绍了与某些基本粒子(电子、光子、磁单极子)的发现相联系的知识;不仅讲述了许多科学发现的故事,而且阐述了它们之间的内在联系。最后介绍了我国老一辈科学家的业绩。第二辑论述了科学研究中的一系列重要问题(理论与实践的关系、新观念的意义、科学工作者的素质等),着重阐述了什么是科学、什么样的人 是科学家、怎样研究科学等问题。此外,还有关于科技写作方法、国外若干学术机构简况等内容。在附录中,提供了部分国外科学期刊简介、部分中外科学家一览表、美国的学位简介等资料,各篇之末附有详细的参考文献表。

本书内容丰富、文字流畅、图文并茂,适合开设科学技术史课程的高等院校选作教学参考书,是高中、大学学生的以及研究生良好的课外读物。

科 海 浪 花 集

——献给有志于科学的青年人

黄志洵 编著

责任编辑 王朋植

—

中国计量出版社出版

北京和平门内大街11区7号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—

开本 850×1168/32

印张 9.875 字数 257 千字

1988年5月第1版

1988年5月第1次印刷

印数 1—6 000

ISBN 7-5026-0092-2/G·14

定价 3.20元

序

本书基本上是一本关于科学史的著作。作者参考了大量的科学文献（包括一些经典名著），从事实出发，写出了此书。本书写得好，内容十分丰富，涉及自然科学的许多重要领域。

现在，从中学到大学乃至研究生的许多课程，大都是按照教科书（或教材）来进行教学的。然而，学生们应当知道的许多内容，教科书里却没有！因而，象本书这样的著作，很为社会所需要。

本书作者黄志洵副教授的写作态度是严谨的。这种认真查证的态度，正是科学的态度，仅这一点就值得青年学生学习。本书所讲的东西是可以信赖的，因为其观点正确、论据充分。

本书写得文笔顺畅，生动而不失其科学性，且有作者个人的观点融汇其中。在谈论科学上的发展时，态度严肃认真。因而，从中学生一直到研究生，阅读本书都将有所收获。

是为序。

谢希仁

（注）谢希仁先生早年毕业于清华大学，在高等学校任教三十余年。现为解放军通信工程学院教授，从事电子计算机科学方面的教学与研究工作。

前面的话

在人类社会的发展史中，最令人惊异的是：自然科学的进步，仅用了一百多年时间就彻底改变了地球上的面貌和人们的生活方式。现在，当乘电车时就怀念法拉弟 (M. Faraday, 1791~1867) 的人可能并不太多。但是，我们所利用的交通工具、通讯设施、家用电器，不用说都是科学的赐予。现代人的生理与古人并无差别，但却具有高明得多的智力和深刻得多的知识。因此，我们充满自信心，感觉到自己比起过去时代的人处于强有力的地位。

那么，自然科学到底是什么？为什么它有这么强大的力量？促使它前进的是些什么样的人？……要回答这些问题，最好用事实来讲话。这就是作者写作本书的动机。

弱相互作用和电磁相互作用统一理论的提出人之一、1979年诺贝尔奖金获得者 S. Weinberg (1933~) 认为：“读一读科学史是很有用的，你可以从中了解科学家们如何走了那么远。”

目前，绝大多数高等学校都没有开设自然科学史方面的课程，造成许多大学生在这方面的知识贫乏，对科学界的过去和现在缺乏生动的、有联系的了解。这不仅影响了青年人学科学、爱科学、钻研科学的热情，甚至也影响到他们进入社会以后的工作能力。因此，许多同学都希望补上这一课。那么，为他们写作一本什么样的书呢？作者认为不应低估他们的理解能力。

我们知道，为了揭示那未知的（从某种意义上讲是神秘的）规律，探索的过程可能十分漫长；而结果一旦得出，其表述和应用又可能非常简单。现在，小学生就已经知道万有引力，中学生也有了一点原子、分子、电子、光子的知识，但人们的探索却

经历了很久，得来多么不容易啊！大自然的面纱还远远没有被撩开，在“未知”的海洋中，“已知”这个岛屿只不过扩大了面积和周界而已。

目前的学校教材常常忽略了知识的进化历程和科学研究的方法论，这使人们感到不满。诚然，作为教材不可避免地主要搞知识的编组；但是必须要有一定的篇幅用以介绍人类的认识史。要使学生懂得，现有的知识宝库是靠许多人的点滴积累而成。有的人贡献大，我们称之为科学家；也有一些人名气不那么大，但也做出了贡献。此外，对于科学的发展，应当有一种时序的概念。

本书利用大量的史实，配合必要的插图来回答某些重要的问题：科学是怎样发展的？科学的本质是什么？什么样的人科学家？应当怎样研究科学？……此外，本书力求描绘出科学思想的美丽，把作者的感受传达给青年们——本书就是为那些立志献身科学、献身四化的年轻人而写的，书中向他们讲述了长久以来在作者心中沸腾的关于科学的各种思想。

因此，本书主要是给大学生提供一本参考书，内容及叙述方式都是按这样的水准安排的。与此同时，高中同学、研究生、成人自学者、科学技术人员也可以参考。

第一辑是关于科学和科学家的故事，占了大多数篇幅，它包含下述内容。电子和光（量）子，这是人类了解最多、应用最广的两种基本粒子，围绕它们有较多的叙述。光子以光速运动，而光速是重要的基本物理常数；我们讲述了光速测量的历史，以及精确度日益提高的过程。真空是与气体原子、分子，甚至与正电子等有联系的东西，在科学发展史中又颇具重要性，因此必须纳入我们的视野。磁子（磁单极子）正在搜寻中，我们在这方面还要带着疑问研究一段时间，但这个问题的解决已为期不远。至于电子计算机和宇航，不用说，读者们也会理解其重要性的。

说到微波，如果用波导的成功作为标志的话，那么它是由理论预言到技术实现的范例。正如爱因斯坦（A. Einstein, 1879~1955）所说：“正是理论，它决定了我们可能观察到什么。”从麦

克斯韦 (J.C.Maxwell, 1831~1879) 到第二次世界大战中雷达的发展, 这是科学史上最光辉的篇章之一。雷达利用微波, 它促进微波科学技术的成长, 并导致天文学发生了一次革命。

我们承认, 欧美科学家的工作构成了近代科学发展的主流。但这决不意味着我们炎黄子孙对近代科学的进步没有贡献。在第一辑的 B、J 章中, 叙述了中国老一辈科学家为了人类进步和祖国富强, 克服各种困难和障碍, 把科学的火种从“洋人”的手中取回, 并使它放出异彩的生动故事。他们那种正气凛然、不失民族气节、不向金钱和权贵折腰的高贵品质, 更是今天青年人的楷模。

本书的第二辑包括几篇短文, 内容涉及科学的本质和研究科学的方法等。应当说, 有了第一辑中的许多材料, 就更加支持了第二辑中直接论述的一些观点。此外, 我们叙述了关于科技写作的要点, 介绍了国外某些学术机构的情况。在附录中, 介绍了部分国外科学期刊, 提供了部分中外科学家一览表, 此外还简单介绍了美国的学位。

毫无疑问, 本书以大量事实证明了基础研究的重要性。确实, 我国的有些科研机构对于从理论高度、或从原子的角度来理解现象缺乏兴趣, 许多研究课题都是针对短期目标的。如果完全是受实用的支配, 把一切力量都集中于眼前的技术问题上, 就不一定能产生创新的研究, 而往往只是抄袭或略为修改西方的方法、答案, 这就不可能超过西方。

科学史实表明, 核能不是在提出实用性的“寻找新能源”的项目之后发现的。爱因斯坦要了解宇宙, 玻尔 (N.Bohr, 1885~1962) 等人要了解原子, 这才导致逐渐发现了核能。一些发达国家正由于一贯支持基础研究才保持了领先地位, 例如美国。在 1978~1984 年间, 美籍人在诺贝尔自然科学奖获得者 (39 人) 中约占 2/3, 这一事实值得我们深思。

英国的著名科学史家李约瑟 (Joseph Needham) 认为, 在公元 1500 年以前的中国, 其科技成就远胜于欧洲。为什么后来

落后？为什么后来在“科学的数学化”、“用受控实验检验假设”方面欧洲取得成功，而中国却无进展？愚昧、落后、封闭的封建社会的专制统治是基本的原因，读一读小说《儒林外史》便知端倪。那么，今天的情况又怎样呢？虽然仍存在丁肇中教授所说的情况（“中国有占世界 1/4 的人口，却没有占世界 1/4 的科学贡献”），但是，社会主义制度给青年提供了广阔的受教育的机会，而发展教育所造成的智商提高的效果已在各方面表现出来（参阅第一辑 K 章“惊心动魄的科学竞争”），了无生气的局面已经打破。我们是有信心的！

本书作者在写作时，曾阅读了大量的国内、外第一手资料。为了尊重原著（译）者，并为读者的情报检索提供方便，各章之后附有参考文献表，这点亦与一般科普作品不同。同时，作者认为有必要在此向所有的著（译）者致谢！

本书除对少数最伟大人物写出公认的汉译外，对其余人的姓名一律用原文称呼。这样反而准确，不会对人物发生错误的理解。

最后，作者向各方面的关心及帮助表示感谢：我国最老的雷达专家之一、中国科学院学部委员毕德显教授审阅了第一辑的 C 章，并为本书题写了书名，谢希仁教授审阅了全部手稿，并写了序言；两位教授提出的宝贵意见帮助了作者的修改工作。美术工作者万振球、庞城同志精心绘制了插图，朱永明同志设计了封面，均此一并致谢。李昕同志以有病之身，亦频频表示关怀，顺致谢忱。

本书的内容虽经反复核对，但由于涉及的范围广、时间长，加上作者的水平所限，错、漏之处在所难免，请读者指正，并希望您把读后的感想告诉我们（来信可寄中国计量出版社编辑部收转）。

黄志洵

（写于北京和平街之春日）

目 录

第一辑

- A. 人怎样获得真空与测量真空 1
- B. 电子的发现 29
- C. 微波雷达: 开始时的故事 49
- D. 从量子到量子放大器和激光器 92
- E. 射电天文学的历程 132
- F. 震撼世界的伟大发明——电子计算机小史 151
- G. 光速测量史话 167
- H. 可能发现了“磁单极” 185
- I. 将来人类可能部分地迁往火星 195
- J. 西南联大与中国自然科学家 212
- K. 惊心动魄的科学竞争——从 1987 年春
的国际性“高温超导赛”谈起 226

第二辑

- L. 科学研究不能单纯依靠观察和实验 241
- M. 任何自然科学理论都要接受实践的检验 250
- N. 谈科学研究中 idea 的重要性 256
- O. 什么样的人 是科学家? 261
- P. 谈科学工作者的素质 266
- Q. 谈科技写作 271
- R. 国外一些学术机构的简单情况 276

附录

- I. 部分国外科学期刊简介 291
- II. 部分中外科学家一览表 294
- III. 美国的学位简介 300

A. 人怎样获得真空与测量真空

“产生真空这一课题，在一百多年的物理学研究中占据了主要地位；在原子研究方面取得的所有成就，都是与真空技术的进步分不开的。”

——E.G.Segrè (1959 年诺贝尔奖金获得者)

(一)

在十九世纪，如果没有真空技术的发展，就没有电灯泡的发明；没有电子和 X 射线的发现，当然也不会有电子管、电子学和电子工业。当代的许多先进技术，诸如高能粒子加速器、超低温技术与超导电子学、气体激光器等，都与真空有关。

人是生活在地球表面大气圈内的、有智慧的高级生物，大气圈则是我们能够生存下去的前提条件之一。因此，人们自然地习惯于把缺少空气的真空空间看成一种少见的、特殊的情况。

现在请读者从广阔无垠的宇宙的角度，试着思考这个问题。你会发现：具有一个薄的大气外壳的小小地球才是特殊的呢！在宇宙中，绝大部分空间都是真空态，这一事实耐人寻味。

从物质结构的角度来看也是很有意思的。在原子内部，原子核只占据很小的空间，核外飞翔着的电子也很小。所以，原子内部也是空旷的。可见，在宇宙的构成中，真空态倒是主要方面，凝聚态物质则处于少数地位。

实际上，物质总是以各种不同的形式，独立于我们意识之外

而存在的。即使是截然不同的物质形式，必定都是合理的。真空，它是一种客观实在，是物质的一种形态。从广义的哲学角度看，真空是宇宙中最广大而普遍的存在；从狭义的工程角度看，真空是由于人类生活在大气层底部（那里压强最高）而产生的某种追求的结果。这种追求的实质是：在一个小容器里获得局部的、缺少气体的环境，以及用传感手段来测量这种环境。

毫无疑问，真空这东西给人以神秘感。就说宇宙深空吧，那里真的是一无所所有么？不！电磁辐射、红外线、紫外线、星际磁场、引力场、氢云、太阳风、2.7 K 微波背景辐射……，真还热闹得很。“真空不空”的说法是对的。

在分子、原子内部，充满了微观电磁场。在原子核内部，有所谓强作用、超强作用的场。

英国物理学家狄拉克 (P. A. M. Dirac, 1902~1984) 于1928年提出了下述观点：真空是负能级被一切电子占据的态；或者说，在真空中充满处在负能级上的电子。过去，人们只把真空看成完全空的区域。狄拉克采用一个新概念，即真空是一个具有最低可能能量的空间区域。只能用两种方法得到非真空态：其一是把一个电子填到正能态上；其二是在负能态的分布中产生一个空穴。这空穴实际上意味着与电子质量相同的粒子，但应带正电荷。说实在的，狄拉克的理论当时没有多少人重视。但过了不久，即在1932年，正电子 (Positron) 就被发现了。

在1974年出现了这样的看法：假如存在一个极强的力场，储存在力场中的能量可以在真空中产生粒子。例如， 10^9 Gs 以上的强磁场作用于真空时，会产生一种具有光子性质、但在静止质量的粒子——重光子。它的寿命很短，将衰变为电子-正电子对。

因此，种种迹象表明，关于真空的本质是很不简单的问题。诺贝尔奖金获得者李政道 (Tsung Dao Lee, 1926~) 博士在1979年说：“真空是实在的东西，是具有洛仑兹不变性的一种介质。它的物理性质，可以通过基本粒子的相互作用表现出

来。”

众所周知，声波的传播要靠空气，水波的传播要靠湖水或海水。因此，十九世纪的科学家曾认为，光波的传播是靠一种无所不在的、被称为“以太”(ether)的介质，才成为可能。由于地球绕日运动的速度，如果有以太存在，顺以太和逆以太运动的光速应有差异。但是，1887年7月，在美国俄亥俄(Ohio)州的克利夫兰(Cleveland)市，Case学院的A.A. Michelson(1852~1931)和Western Reserve大学的E.W. Morley，用精密的干涉仪做了一个实验，得到否定的结果。1926~1928年间，七十多岁的Michelson又重做以太漂移实验，仍然是否定的结论。

不过，Michelson一生也未完全放弃他对以太的留恋之情。实际上，他对相对论持有一定的保留。值得注意的是，近年来关于以太的概念有复活的趋势。持这种观点的人当然不是反对相对论，而是认为真空有着复杂的结构，并且认为强子内的夸克(quark)为什么跑不出来可能与真空的结构有关。

上述一切非常有趣。不过，我们的叙述重点却不在此。在工程真空的领域，真空的含义是“低于一大气压的气体状态”，性质比较单纯。当然，在这里也有许多生动的故事……。

(二)

在十七世纪，法国为世界贡献出两位伟大的科学家：一位是笛卡儿(R. Descartes, 1596~1650)；另一位是帕斯卡(B. Pascal, 1623~1662)。

凑巧，这两个人还是有一定的联系的。帕斯卡在小时候，常常“旁听”自己的父亲和来访的笛卡儿讨论问题。笛卡儿是数学家，他建立了直角坐标系，发展了变数、函数概念，把代数应用于几何，受到人们很高的评价。笛卡儿和帕斯卡的父亲讨论数学，对幼小的帕斯卡有很大的影响。此外，关于帕斯卡的真空实验，据笛卡儿的说法(“有两年了，是我劝他做这些实验的”)，

也是他施加了影响。

帕斯卡的父亲是省议员，兴趣广泛，尤其爱好数学。母亲的文化修养也较高。家庭环境有利于他的成长。图 A 1 是帕斯卡的画像。

帕斯卡自幼多病，喜欢沉思默想，对数学、物理学有着浓厚



图 A 1 帕斯卡画像

的兴趣。17 岁时，他写了一篇关于圆锥曲线的、出色的论文。笛卡儿当时甚至不敢相信该文真是这个年轻人写的！在这篇论文中，提出了关于圆锥内接六边形的帕斯卡定理。1645 年，他完成了经过长期努力而创制成功的、用齿轮传动的自动计算器。因此，帕斯卡开创了计算机学科的历史。他还是重要的数学分支——概率论的创始者之一。

1644 年，意大利科学家托里拆利 (E. Torricelli, 1608~

1647) 将一根玻璃管一端封闭，一端开敞，管内充以水银；然后堵住开口端，倒竖于水银盆内；松开手指，水银柱下降为 760 mm 高，在水银以上创造了真空。这个实验一下子解决了好几个问题。首先是大气层有没有压强？每个人承受约 1 kg/cm^2 的压强而不自知，就这样过去了千万年，到托里拆利才有个交代！其次，在大气层底部的大气压强有多大？实验告诉我们，高 760 mm 汞柱的重量恰与这个压强平衡。再者，托里拆利证明，人能创造局部空间内的真空状态——就是他的玻璃管中水银面以上的空间。由于交通不发达，在意大利做的实验，消息经过很久才到达法国。

帕斯卡的父亲的一个朋友，1646 年秋向帕斯卡谈到了托里拆利的实验，立即引起他的浓厚兴趣，并着手研究真空问题。他用各种工具（气筒、风箱等）和液体（水银、水、油等）进行试验，结果都很好，证实了真空确是存在的。根据这些实验，帕斯卡写过一些有关真空的论文和书。

按照大气压和真空的理论，实验者如果手捧充以水银的试管（即今天的单管气压计）登高，人越向高处走，管中水银柱应逐渐下降。帕斯卡作了这个推论后，他的一个亲戚于 1649 年 9 月 19 日在登山试验中完全证实了这个推论。后来，又利用有许多级台阶的高处房屋进行实验，证明也是对的。帕斯卡的高超见解与托里拆利的实验一样，是光辉夺目的。不仅如此，他在流体静力学方面也有许多贡献。

1662 年，帕斯卡的健康恶化。8 月 19 日凌晨 1 时，这位卓越的科学家去世了，两天后葬于巴黎的一个教堂中。

(三)

任何物理量都有它的“量纲”，也就是单位。在物理世界中，纯粹的数没有意义（“2”可以指两尺布，也可以指两升啤酒）。那么，真空度的单位是什么呢？

真空的工程学定义是：“气体压强小于1大气压的稀薄气体状态。”真空度的高低主要是用压强单位来表示的：压强越低，真空度越高。

气压单位的制定与自然科学的历史有关。上面所说“1大气压”，自然指的是“1地球大气压”，即用地球大气层在标准条件下产生的压力作为压强的一种单位。道理是很简单的：我们人类就住在地球表面上嘛！这个单位过去在工业上是常用的。

人进入宇宙空间的历史，只有20年稍多一点。今后会不会出现“金星大气压”、“火星大气压”这样的单位呢？可能，只要有必要的话。现在，很少有人采用“1地球大气压”的说法，而是简单地称为“1大气压”。

当然，这里面有些情况需要区别。对每平方厘米施以1千克力，这样的压强称为“1工业大气压”或“1技术大气压”，它比“1标准大气压”（即“1物理大气压”）高3.36%。

可是，大气压这样的单位太大了，用起来很不方便。有两个较小的、在历史上起过重大作用的单位：毫米汞柱（mm Hg）和托（Torr）。后者有时也写作托。

毫米汞柱由汞柱高度来表示压强的单位，即以长度表示气体压强，其根据源于托里拆利在1644年的水银气压计实验。这个单位曾被工业界长久地使用过。从实践的角度看，有一根刻度尺就可以测压是非常方便的。

然而，毫米汞柱不是一个确定性很好的单位。汞的品种、纯度、温度等因素均影响它的密度值，从而影响到定义。

Torr是为纪念托里拆利而采用的单位，它的大小与毫米汞柱仿佛（Torr比mm Hg大约小七百万分之一）。本世纪中，开始有人建议使用这个单位，不料后来竟得到广泛流行。现在看来，Torr这个单位的确定性比毫米汞柱要好。

还有一个单位是巴（bar），这是用气压计（barometer）的前几个字母表示压强。它在气象学中采用普遍，在真空技术中有时也用。

很遗憾，上述几种单位虽然流行过，可是都不符合国际上的统一规定。

国际单位制（简称 SI）是国际计量机构建议的，许多国家已在真空技术中采用。在国际单位制中，压强单位是帕斯卡（Pascal，符号 Pa）。显然，这是为纪念法国科学家帕斯卡而采取的单位。它的定义是：

$$1 \text{ 帕} = 1 \text{ 牛顿/米}^2 = 1 \text{ 千克/米} \cdot \text{秒}^2$$

也就是：

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2$$

SI 中保留两个暂时与之并用的单位：

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$$

那么，托与帕的关系由下式确定：

$$1 \text{ Torr} = \frac{1}{760} \text{ atm} = \frac{101\,325}{760} \text{ Pa}$$

这里 atm 是标准大气压。

是否可以不用压强而用别的方法来描写真空度呢？例如，采用粒子密度（每立方厘米中的粒子数）。在空间探测技术中，采用过有效压强、入射率、粒子通量密度、粒子入射频次等概念来研究问题。在表面物理中，采用过粒子在表面的平均吸附时间等概念，这些就不去讲它了。

（四）

现在我们要问，谁是“真空泵”（Vacuum pump）的发明者？

许多书都说，是德国人葛利克（Otto Von Guericke，1602～1686）于 1654 年发明了世界上第一台真空泵。它的活塞式抽气唧筒（图 A 2），用它把密封铜球（由两个半球组成）内的空气抽走之后，于 1654 年 5 月 8 日在马德堡市进行了著名的“16 匹

马都拉不开”的半球试验。

确实，葛利克的设计于1657年在《水力学与气体力学》杂志（意大利文）上发表过。1672年他还出版了一本书，详述了半球试验。这些是有重大意义的，但是有些问题还值得探讨……。

在葛利克之前，托里拆利进行过“水银气压计”实验：把半封闭的玻璃管内充满水银后倒置于水银缸中（图A3）。倒置后，闭端有一个小的空间，它的真空度很高（有报道说，约为 10^{-8} Torr）。只是由于水银面蒸发、水银与玻璃管壁非理想接触、大气通过玻璃管壁渗透等原因，使得那里并不是理想的真空。

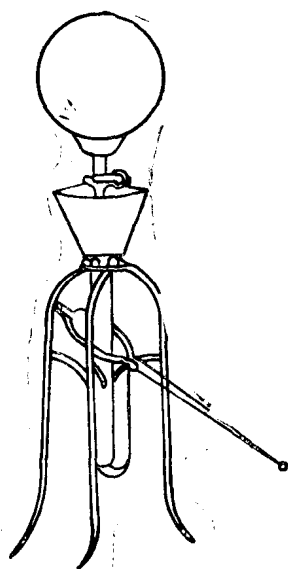


图 A2 葛利克真空泵（现存于慕尼黑的德意志博物馆）

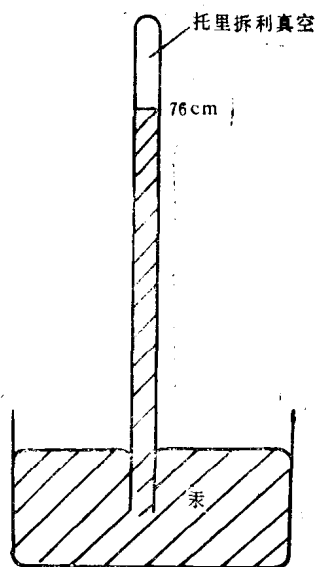


图 A3 托里拆利真空（即指高76cm的汞柱上方的狭小空间）

因此，上述实验的方法是：先以致密物质填满某个空间，

然后移动这些物质（移动后仍堵塞气体通路），这样可使空间的一定区域处于超高真空态！如把水银当成一种金属“活塞”，上述方法可看成活塞泵的一种。

后来的一些努力（Rumford, 1786 年；Swendenborg, 1855 年）确实属于遵循了托里拆利的方法和思想。水银泵今天没有人使用了（也不知道它），但是，1855 年 Geissler 用它研究气体放电管，被抽容器与“托里拆利真空”相联通。1862 年，Töpler 作了重大改进，但容器仍是接到“托里拆利真空”才能缓慢地被抽空。今天来看，这样的方法笨得很，但这类泵一直使用到十九世纪末才慢慢被淘汰。

图 A 4 是 Töpler 泵经过改进后的样式（Sprengel 于 1873 年作了改进，使水银成球状一滴滴地落下，在这过程中空气被带走）。正是用这种泵，W. Crookes (1832~1919) 做了他的气体

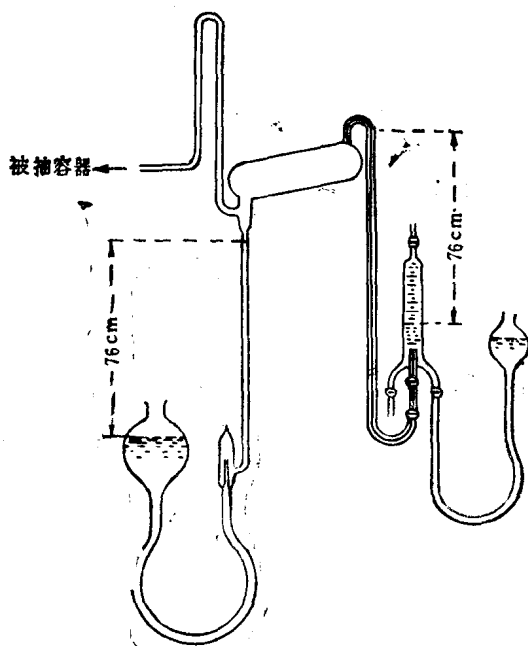


图 A4 Töpler 真空泵的改进型，使用时水银槽要多次举起、放下