

## 伏特是电压的单位，还有呢？

陈关荣 香港城市大学

你必须准备好，当实验表明它们是错误时，立即放弃即使是最有吸引力的想法。

—— 亚历山德罗·伏特

在电学和日常生活里，电压采用的国际标准单位是“伏特”（volt），简称“伏”，符号为V。在电场中任意两点之间，如果电场力将1库仑正电荷从一点移至另一点所做的功为1焦耳，则该两点之间的电压为1伏特。工业应用中常常为了方便以千伏（kV）、毫伏（mV）、微伏（ $\mu\text{V}$ ）作为电压单位。

“伏特”是一位意大利人的姓氏，他有一个长长的名字：亚历山德罗·朱塞佩·安东尼奥·阿纳斯塔西奥·伏特（Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta，1745年2月18日—1827年3月5日）。其中，Volta（意大利文发音：伏打）是他的姓，Alessandro是他的名，而Giuseppe Antonio Anastasio分别是他与宗教以及祖父和伯父或母亲相关的名字。不过，到了现代，传统意大利人

名的中间称谓已经不再重要、甚至不再被保留。伏特如果还活在当下，他在法律文件上的名字很可能只是“亚历山德罗·伏特”（Alessandro Volta）。



图1 亚历山德罗·伏特（扫描肖像）

伏特出生于意大利北部Lombardy地区Como市的一个富裕的天主教家庭。Como市是个风景名胜地，以其Como Lake闻名于世。伏特的父亲（Filippo Volta, 1692—1752）和母亲（Donna Maria Maddalena Inzaghi, 1714—1782）共养育有6个子女：Giovanni、Marianna、Luigi、Gian Domenico、Alessandro和Chiara。伏特的兄弟姐妹大多从事神职事业，只有他后来成为科学家。

伏特小时候并非那种资质聪慧的“邻家孩子”。他4岁才会说话，父母担心他智力迟钝而对他的前途没有太大信心。但是到了7岁，伏特的智力便赶上了其他小孩，接下来还慢慢超过了他们。不幸的是，伏特7岁时父亲去世，年幼的他 and 姐妹Marianna及Chiara由在Como大教堂当副执事的叔叔抚养。1757年，12岁的伏特在家里完成小学水平的教育之后进入了Como皇家神学院就读。伏特15岁时，老师试图说服他去跟随神职人员受训，没有成功。叔叔也建议他去学习法律，同样不见成效。其实，这时的伏特已经对自然科学产生了极大兴趣，他特别喜欢电学并决心成为一名物理学家。当年，他读完英国科学家约瑟夫·普里斯特利（J. Joseph Priestley, 1733—1804）的名著《电学史》之后还写了一首关于电的长诗，受到了老师和长辈们的称赞。

1763年，18岁的伏特开始与法国著名物理学家阿贝·诺莱（Abbé J. A. Nollet, 1700—1770）通信，谈及他对电力和引力之间所作的的类比。后来，他又写信给Turin大学物理学教授、当年意大利最重要的静电实验物理学家乔瓦尼·贝卡里亚（Giovanni B. Beccaria, 1716—1781），讨论他所理解的一些电现象。贝卡里亚给他的忠告是要多做物理实验，令他铭记于心。1769年，伏特发表了他的第一篇题为“论电火吸引的力量”（On the forces of attraction of electric fire）的学术论文。这



图2 伏特的第一篇学术论文

篇文章引起了学界一些关注，并帮助他在1774年获得了第一个职位，成为Como皇家神学院（Royal Seminary）的物理学讲师。1775年，他宣布发明了一种能够永不休止地产生静电荷的电泳仪（electrophorus）。仪器主要由一块金属板构成，其中放置了硬化树脂混合物。实验员可以用丝布擦拭树脂使其带电，然后将另一块金属板放在其顶部让它带电。顶板可反复移取而无限次地重复该过程。当时这个有趣的电学实验引起了轰动，让伏特声名鹊起，他也因之而被学院提升为实验物理学教授。

1776年起，伏特开始研究气体化学。他发现并分离出了甲烷（methane）。他设计了一些重要的实验，例如在自行设计的封闭容器（称为eudiometer）中通过电火花来点燃气体。他完善了冷凝验电器，那是一种基于电泳仪检测少量电荷的设备。他发明了可以研究气体燃烧时容积变化的气体燃化计，测定了空气膨胀系数。他建议利用让静电通过绝缘铁电缆进行传输的方式来传递信息。他还验证了一条“伏特电容定律”（Volta's Law of Capacitance）：给定物体上的电势和电荷成



正比。

1779年，他应邀到了Pavia大学成为实验物理学讲座教授。他在这个位置上任职近40年，期间还当过学院院长。在1780—1790年间，伏特获得了政府资助在欧洲多国开展调研之旅，接触到许多重要的科学家，包括亨利·卡文迪什（Henry Cavendish）、本杰明·富兰克林（Benjamin Franklin）、安东尼·拉瓦锡（Antoine Lavoisier）、约瑟夫·普里斯特利（Joseph Priestley）、皮埃尔-西蒙·拉普拉斯（Pierre-Simon Laplace）、克洛德·贝托莱（Claude Berthollet）、约瑟夫-路易斯·拉格朗日（Joseph-Louis Lagrange）和詹姆斯·瓦特（James Watt）。

1782年，他被选为法国科学院外籍院士，1791年又被选为伦敦皇家学会院士。

1791年，伏特的好朋友、物理学家和生物学家路易吉·加尔瓦尼（Luigi Galvani，1737—1798）宣称，两种不同的金属与一个有皮青蛙的腿肌肉相连时可以产生电流，导致蛙腿抽搐。加尔瓦尼将其解释为在活组织中发现的一种新形式的电，并称之为“动物电”。伏特则认为青蛙腿只是在两种金属之间传导电流，称之为“金属电”。为了证实他的想法，伏特次年便开始仅用金属来进行类似的实验。他将不同金属的圆盘放在舌头上，以检测不同金属圆盘之间的微弱电流。他发现并不需要动物组织来产生电流。伏特的实验报告引起了动物电追随者和金属电倡导者之间的激烈争辩。那次争论持续了数年，最后因1800年“伏特电池”的发明而告结束，因为电池本身证明了电流的确是由金属产生的。不过，伏特和加尔瓦尼的学术争论始终秉持君子之风、未伤和气，成为科学史上的一段佳话。

1794年，由于在电学和化学上的杰出贡献，伏特获得了伦敦皇家学会颁发的荣誉极高的科普

利奖章（Copley Medal）。同年，49岁的伏特与一位伯爵的女儿、玛丽亚·佩雷格里尼（Donna Maria Alonsa Teresa Peregrini，1764—1841）结婚。夫妇俩养育有三个男孩：Zanino（1795—1869），Flaminio（1796—1814）和Luigi Tobia（1798—1876）。不幸的是，次子在18岁时因病去世，他曾被视作极具潜力的数学新星。伏特悲痛至极，在给朋友的信中写道：“这个损失让我深受打击。我感到永远不会再有快乐的一天了。”所幸另外两个儿子长大后都颇有成就，三子成为一名律师，而长子甚至当上了Como市长。

1800年，55岁的伏特在持续四年反复实验之后完成了他一生中最杰出的发明——伏特电池（也称为“伏打电池”）。他在当年3月20日给伦敦皇家学院院长约瑟夫·班克斯爵士（Sir Joseph Banks，1743—1820）提交了一份报告，宣告了他的发明并给出了构建新电池的详细说明。1832年，伏特的成果以题为“论不同种类导电物质的单纯接触所激发的电”（On the electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds）的论文发表在《伦敦皇家学会汇刊》（Proceedings of the Royal Society of London）。与1745年由荷兰莱顿（Leyden）的物理学家彼



图3 伏特电池（Tempio Voltiano 博物馆）

得·冯·穆森布罗克 (Pieter van Musschenbroek, 1692—1761) 设计的只能存储固定静电的容器“莱顿瓶” (Leyden jar) 不同, 伏特电池是可以通过把化学能转换成电能而产生电的容器。伏特电池由一系列相互接触的银圆盘和锌圆盘组成。在每对金属圆盘之间放置有一个由纸板或吸收材料制成的圆盘, 并用盐水浸泡。这些串联圆盘数量越多, 电效应就越大。伏特用这个可重复的实验证明: 金属电池能够产生虽然较弱但是十分稳定的电动势和连续的电流。对于新电池的发明, 伏特感谢了威廉·尼科尔森 (William Nicholson, 1753—1815)、提比略·卡瓦洛 (Tiberius Cavallo, 1749—1809) 和亚伯拉罕·班尼特 (Abraham Bennet, 1749—1799) 等化学家和物理学家的早期研究工作对他实验的启发和影响。

伏特电池的发明是破天荒的, 它不但催生了电化学 (Electrochemistry) 这门学科, 而且预示了随之而来的电子和电气化工业革命, 并且很快引导出了一大批与电相关的重要科学发现和技术创造。例如, 1800年威廉·尼科尔森 (William Nicholson, 1753—1815) 和安东尼·卡莱尔 (Anthony Carlisle, 1768—1840) 利用电池产生的电流将水分解为氢和氧。1807年, 汉弗莱·戴维爵士 (Sir Humphry Davy, 1778—1829) 使用电池从碱中分离出钠和钾。迈克尔·法拉第 (Michael Faraday, 1791—1867) 在其开创性的电磁学研究中也充分地使用了电池。

1801年, 法国皇帝拿破仑一世 (Napoleon Bonaparte, 1769—1821) 在法国研究院 (Institut de France) 召见了伏特, 观摩了他的演示, 并授予他一枚精致的金质奖章, 还封他为伯爵 (Volta Count of the Kingdom of Lombardy), 令他名满天下。

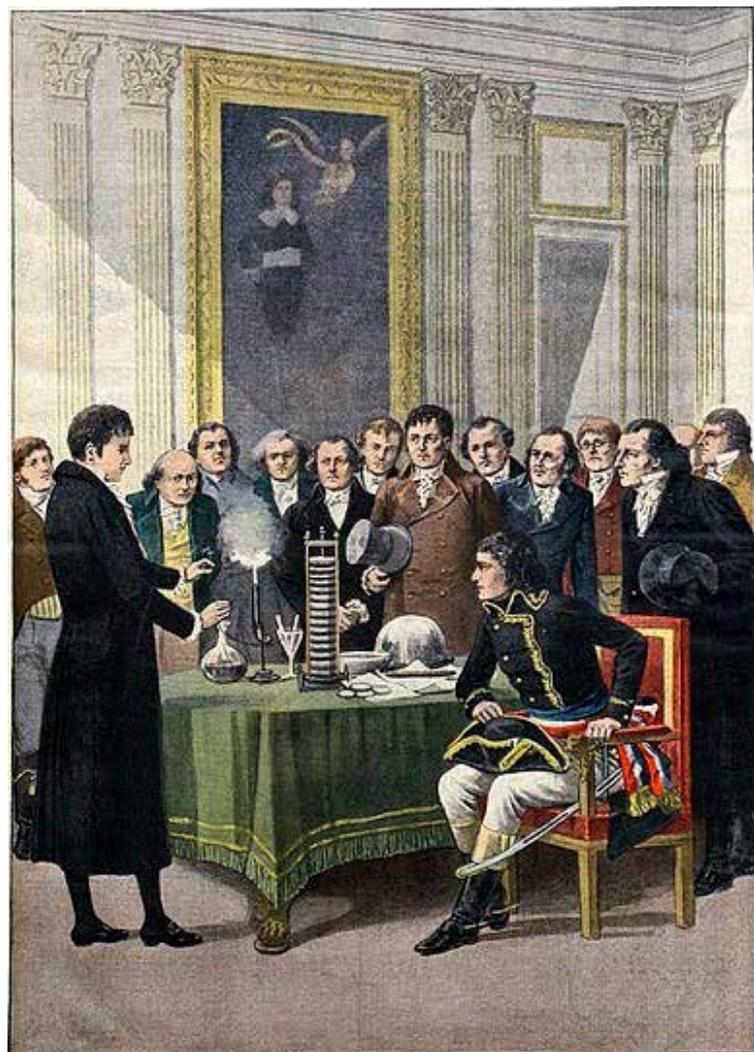


图4 伏特向拿破仑一世演示他的电池 (J.-I. Charmet油画)

1815年, 奥地利国王任命伏特为Padova大学哲学 (自然科学) 教授。

伏特一生不问政事, 潜心做科学研究。但在完成电池研制工作之后便退出了公众的视野, 隐居在家乡Como市郊的Camnago。1823年起, 伏特病重, 最终于1827年3月5日逝世, 享年82岁。他被安葬在Camnago。为了纪念伏特, 后人在Como Lake附近修建了Tempio Voltiano 博物馆, 里面陈列



图5 意大利 10,000 里拉纸币



图6 亚历山德罗·伏特奖章

着他生前的实验仪器和学术论文。在欧元推出之前，伏特的肖像和这座博物馆以及伏特电池一起被印刷在意大利 10,000 里拉的纸币上。

1998年，国际电化学学会欧洲分会设立了“亚历山德罗·伏特奖章”，每两年颁发一次，旨在表彰电化学和固态物理科学技术研究领域有杰出成就的学者。

最后，有一则轶事值得提及。伏特生长在一个虔诚的天主教家庭，年轻时在教会学校读书，抚养他的叔叔以及他的兄弟姐妹几乎都是神职人员，他无疑也是个教徒。但是他毕生太投入科学研究了，当然也可能对宗教不算太虔诚，他常常不去教堂、疏于教会活动，因此背后招来不少非议。为此，伏特在晚年似乎很勉强但却很清晰地留下了一段自辩：

我不明白怎么会有人怀疑我对我所信奉的宗教的真诚和依恋。我出生长在罗马、天主教和使徒宗教环境下，并且一直在做着心灵内外的忏悔。尽管我事实上经常未能履行作为天主教基督徒标志的种种善行，而且我为自己的许多罪过深感惭愧，但我确信，由于上帝的宽恕仁慈，我从未动摇过自己的信仰……在这种信仰里，我认识到上帝的纯粹恩赐和超自然的恩典。不过，我也没有忽视那些证实了的信念并推翻有时会出现疑

虑等个人行为。我认真研究过宗教的根基和依据、辩护者和攻击者的作品、支持和反对的理由。我可以这样说，这些研究的结果是给宗教赋予一定程度的可信性。即使只是出于自然原因，每一个未被罪恶或激情所扭曲的信念，每一个天生高贵的精神都必须热爱和接受它。愿这份我自己决定、自愿付出并亲笔书写和签署的忏悔书在将来可以展示给他人。我不会以福音为愧，而会祝愿它结出美好的果实来！

(摘自Alessandro Volta, Epistolario, Vol. 5, p. 29)



【作者简介】陈关荣，1981年获中山大学计算数学硕士学位，1987年获美国 Texas A&M 大学应用数学博士学位，目前是香港城市大学电机工程学讲座教授，致力于复杂网络和非线性系统动力学分析与控制方面的研究。