

# 库仑及其在建筑力学上的贡献

罗平

(安徽 巢湖师专物理系)

童正印

(安徽 中共巢湖地委党校)

库仑(Charles August de Coulomb)是18世纪与英国的卡文迪许齐名的法国杰出的物理学家和军事工程师。众所周知,其电磁学研究成果卓著,具有划时代的意义。著名的库仑定律的建立,使电磁学进入了定量的研究,从而使电磁学真正成为一门科学,并为数学引入电磁学打开了道路,为继续发展电动力学奠定了基础。为纪念他对电磁学的贡献,人们把国际单位制中电荷电量的单位(库仑),以其姓氏命名。不仅如此,早在库仑从事电磁研究之前,已经在物理学的其他领域作出了许多杰出贡献,较之电磁研究成果亦毫不逊色,但相对而言,却鲜为人知。本文仅就库仑在建筑力学方面的成就作一简单介绍,以飨读者。

## 一、生平及研究简介

库仑1736年6月4日出生在法国南部昂古莱姆的一望族中。他是在动荡的政治年代里长大的。库仑起先学习军事,基本上是在巴黎受的教育。曾就学于巴黎马扎兰学院和法兰西学院钻研了科学和数学。为发挥自己的专长,库仑选择了军事工程的职业。他作为一名军官在西印度的马提尼岛上督造了若干年防御工程。可能正是这一工作,使他对科学发生了兴趣。

库仑早年主要致力于摩擦、扭力和材料刚性等方面的研究。1773年,他向法国科学院呈交的《论极大和极小法则对建筑有关的静力学问题的应用》一文中,独创地引入极大和极小作为静力学问题的判据,指出矩形截面梁弯曲时,中性轴的位置和内力分布,还给出挡土墙垂直面所受土压力的公式。1776年他回到法国后,便定居巴黎,从此,他把全部精力倾注在自己喜爱的这一事业上。此后13年,直到1789年法国大革命爆发为止,是库仑最富有创造力的时期。1781年库仑以《简单机械理论》一文,获法

国科学院奖,并成为该院院士。文中,他运用滑动摩擦力和法向正压力成正比的关系,求解平衡问题。滑动摩擦力的这一关系虽在1693(一说1697)年已为G·阿蒙所知,但现在仍通称为库仑摩擦定律。早在1777年发表于《院外学者报告集》的一文中,库仑就首次概述了他的扭转理论,并描述了蚕丝和发丝的扭转实验。他对金属抗扭力的研究,则见于他1784年递交科学院的论文《金属丝弹性和扭转力的理论和实验研究》。文中给出扭摆微振动方程和周期分布,并指出扭矩与转角、金属丝直径和长度之间的关系。该文发表于当年《皇家科学院研究报告》中。当法国科学院悬赏征求船用罗盘的最佳制造方法时,库仑的研究兴趣又被吸引到电学和磁学问题上。正是在这一研究中,库仑应用了他在刚性(特别是扭转刚度)研究上的成果,在这一年(约为1784年)发明了他的扭秤。库仑运用扭秤进行了大量的研究,并发表在《皇家科学院研究报告》上的一系列论文中进行了详细的描述。他在1785年用扭秤测定电荷间的相互作用力,建立了著名的库仑定律;指出地磁场对磁铁作用的力偶同偏差角的正弦成正比,建立了磁体在磁场中的运动方程并根据振动周期求出磁矩。他在电磁学方面的主要著作《电气与磁性》共7卷,于1785—1789年出版。

1784年库仑先后任供水委员会和地图委员会监督官。1789年在攻打巴士底狱的风暴中,库仑辞去了官方、科学院和军队中的所有职务,到他在布洛瓦附近的一小块领地上过半隐居生活,但并未中断自己的研究工作。1799年拿破仑执政时,他才重新回到巴黎。1802年,拿破仑任命他为教育委员会委员。1805年任教育监督主任。1806年8月23日卒于巴黎。

## 二、对建筑力学的贡献

作为军事工程师的库仑,直接从事工程实践,并善于从中归纳出理论规律.他对建筑力学的研究主要见之于 1773 年他向法国皇家科学院提交的论文《论极大和极小法则对建筑有关的静力学问题的应用》.

在该篇论文中,库仑首先描述了石料的直接拉力实验和在不同位置处加载的挠曲实验,较为准确地测量了直接抗拉强度和挠曲强度.接着,库仑研究了石造物对倾向压毁它们的力的抗力,即研究其抗压强度.他认为当负载沿某个斜面作用的分量克服沿该处的内粘抗力时,石造物便会毁坏.在考虑到摩擦后,库仑粗略估算出压毁一个砖圪工墩的负载四倍于把它拉离的负载.即圪工材料的抗拉强度只是抗压强度的  $1/4$ .尽管由于库仑假定抗剪力和抗拉力总是相等,以及一个接合圪工墩不是一个同质的料块,影响了抗拉与抗压强度的比值,但库仑的结论是重要的,它是极大和极小法则应用于材料强度问题的首例,合理地解释了压毁的圪工通常出现裂缝的斜面的现象.

库仑还把极大和极小原理应用于确定土压力,并由此发展出了第一个令人满意的挡土墙理论.他考察了即将沿其脚跟倾覆的一堵墙,墙后是未过载的土楔,其截面呈三角锥状.其中摩擦力和内粘力沿破裂面抵抗楔而变动.库仑推出了土楔在斜面上的平衡方程,并得出墙的抗力完全由墙体高度和摩擦系数决定.后来,库仑进一步修改了他的方程,使之包括土的过载,并且重新估计了墙背和土楔间的摩擦效应.现今有关教科书上所使用的挡土墙理论公式就是经过变换的库仑公式.库仑的挡土墙理论是当时最令人满意的理论.正如梅尼埃尔后来所说的

那样,只有库仑的理论正确地预言了实验结果,它给出了一种切实可行的建筑法,即使当墙的背面不垂直以及过载时,它仍可应用,而误差却不大.

此外,库仑还讨论了拱等其他问题.尤其值得指出的是,库仑在该篇论文中还率先对作用于一根矩形梁的一个典型横截面的力,作了全面合理的讨论;并且首次阐述了一个重要而又新颖的见解,即切力对一根中空长梁的挠曲没有显著的作用.关于梁的理论,早在库仑之前,伽利略、马里奥特、伯努利等都讨论过,但他们都存在一个严重的错误,即忽视了梁的受压边沿的形变,因而没能得出正确的理论.

综上所述,可见库仑的《论极大和极小法则对建筑有关的静力学问题的应用》一文,集库仑的诸多创见于一体,具有很高的理论价值和实用价值,甚至沿用至今.在力学和建筑技术史上都具有重要意义.当时理应引起人们的关注并加以广泛传播和采用.然而遗憾的是,由于当时他不是科学院院士,因此,虽然该篇论文于 1773 年呈交科学院,但直到 1776 年才发表于《院外学者报告集》上.这类文章均不收入科学院《皇家科学院研究报告》总年鉴中,以至那个时期的专业文献中很少引证这篇论文.直到托马斯·杨高度称赞库仑的静力学问题的判据,认为“它所阐发的观点准确而又有独创性,论证清晰而又简洁,而且可以实际利用”,因此“它完全可以与他后来作为一个有声望的科学家所写的任何一部著作相媲美.”也许正是由于杨的作用,库仑的著作才在建筑技术史上取得应有的地位.

## 科苑快讯

### 德法两国将投资建造一台安全型核反应堆

德国和法国 1995 年 7 月 12 日宣布,两国将花费 2.2 亿德国马克(约合 1.58 亿美元)在

今后几年中建造一台核反应堆,该堆非常安全,能防止在堆芯熔毁时的辐射逸出.

(卜吉 秦宝 编)