

论建立的<sup>[1]</sup>, 所得结果不会属于大挠度理论的解。况且, 未见到文[1]或其他文献说根据大挠度理论所得出的压杆临界荷载值要比小挠度理论结果高一些。

对论述 I, 笔者认为, 如果将由式(3)得到的  $P_{cr}$  表为  $(P_{cr})_3$ , 由式(4)得到的  $P_{cr}$  表为  $(P_{cr})_4$ , 就有

$$\frac{(P_{cr})_4}{(P_{cr})_3} = \frac{\left[ \int_0^l \left( \frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx \right] \left[ \int_0^l (\delta - y)^2 dx \right]}{\left[ \int_0^l \left( \frac{dy}{dx} \right)^2 dx \right]^2}$$

对分子应用布涅可夫斯基不等式<sup>[3]</sup>

$$\left[ \int_a^b f(x)g(x)dx \right]^2 \leq \left[ \int_a^b f^2(x)dx \right] \left[ \int_a^b g^2(x)dx \right]$$

令  $f(x) = \frac{d^2 y}{dx^2}$ ,  $g(x) = \delta - y$ ,  $a = 0$ ,  $b = l$  可得

$$\begin{aligned} & \left[ \int_0^l \left( \frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx \right] \left[ \int_0^l (\delta - y)^2 dx \right] \geq \\ & \left[ \int_0^l \frac{d^2 y}{dx^2} (\delta - y) dx \right]^2 = \\ & \left[ \frac{dy}{dx} (\delta - y) \Big|_0^l + \int_0^l \left( \frac{dy}{dx} \right)^2 dx \right]^2 \end{aligned}$$

由图 1 知,  $\frac{dy}{dx} \Big|_{x=0} = 0$ ,  $y \Big|_{x=l} = \delta$ , 因此方括号内

第 1 项等于零, 这样就得到

$$\frac{(P_{cr})_4}{(P_{cr})_3} \geq 1 \quad (6)$$

再结合论述 II, 便知  $(P_{cr})_4$  不会比  $(P_{cr})_3$  更准确。这里的推导没有利用  $y$  和  $\frac{d^2 y}{dx^2}$  的准确度, 而布涅可夫斯基不等式对可积函数都成立, 因此所得结果具有普遍性。也就是说对任何满足图 1 压杆边界条件的连续可微函数式(6)都成立, 即使  $\frac{d^2 y}{dx^2}$  的准确度比  $y$  好也不例外。

这样就可断言: 采用式(1)比采用式(2)能得到更准确的临界荷载的原因只在于算法本身, 它与  $y$  和  $\frac{d^2 y}{dx^2}$  的准确度无关。

以图 1 的问题为基础, 不准用类比法将论述 I、II 的结论推广到杆端为其他约束的情况。

### 参 考 文 献

- 1 铁摩辛柯 SP 等著, 张福泽译. 弹性稳定理论. 北京: 科学出版社, 1965
- 2 吴亚平. 用能量法分析压杆稳定性时的边界条件. 力学与实践, 1992(2):49-51
- 3 那兹松 И П 著, 徐琳云译. 实变函数论. 北京: 人民教育出版社, 1955

(本文于 1995 年 3 月 18 日收到)

## 21 世纪的实验力学

贾有权

(天津大学力学系, 天津 300072)

看了“力学——迎接 21 世纪新的挑战”后, 很受启发和鼓舞, 心里有许多话要说, 想来, 还是先谈谈实验力学吧。

“力学——迎接 21 世纪新的挑战”一文中, 只提到实验是新现象的启示和理论的验证, 这是不够的, 也许是受到双重性限制的缘故。其实, 实验力学是典型的技术科学, 它根本不是什么基础学科, 它跨学科的特点十分明显, 并具备学科间的互相渗透和快速发展的特点。它不仅为理论服务, 还直接为生产服务。比如实测、无损检测、监测、监控、

失效分析、故障诊断、预警预报、安全评估、材料力学行为的测量、特殊条件下各种力学参数的测量等等。如果把它看成为理论的学科服务那就太局限性了。美国、日本、英国等国均把力学放在其他学会之中, 但美国有实验力学学会 (SEM), 日本有光弹性协会。欧洲有 IUTAM, 另外有 EMEKO。

力学人才的培养也受到双重性的影响, 强调基础的一面, 加强理论的学习是重要的, 但绝不能忽视应用的一面。我国办了那么多力学专业, 理论人才倍出, 解决实际生产问题的人有多少呢? 如田昌霖

教授说：“我参加哥伦比亚号航天飞机五人小组，隔热瓦与主体脱落的关键问题是一个机械系三年级学生可以解决的传热问题”。不需要太深的理论。他说专门办力学专业不是好办法，应当学习日本和美国改造机械专业和土木专业。我们现在不是有的学校把力学专业改为“力学与机械系”，有的改为“力学与工程测试系”……现在我国各行各业都在改革，为什么我们的老专业不改革一下呢？应当加强机械，土木专业的力学课的分量，比单纯办力学专业强得多。从历史上看最有权威的力学专家多数为工科出身，少数为数学家。如流体力学大师普朗特就是学机械工程的。冯·卡门，铁木辛科，冯元桢等，均是工学院出身。我国最有权威的学者钱学森、钱令希、张维、王仁、郑哲敏、胡海昌等教授都是学工的，很多老一代的力学家都是学工的出身。所以说改造工学院的课程，加强力学课的比重比单独办力学专业好。但这要克服工科专业的保守思想和专业保护主义。

美国固体力学专家们在预测未来 20 年发展时强调固体力学有三大支柱：理论，计算和实验，这三者互相结合才能更好的创造性地完成未来的工作。比如现在流行的优等结构 (smart structure) 和优等材料 (smart materials)，都需要以上三大支柱。我会这三大支柱就是钱学森所说“桥”的桥墩。缺一不可，少个墩子桥就建不起来。1976 年以后第二个十年力学规划中，把实验力学与计算力学并列为二级学科，现在有的规划把实验力学划为三级学科，这是十分错误的，对我国现代化十分不利。

21 世纪是个未知数，很难预测得恰如其份。20 年前谁预测到当今微机发展得如此迅速，图像处理如此之快。科学技术的发展是不依人的意志为转移的，但它的高速度、高渗透、高交叉是人所共知的，力学应当利用它本身的优势向其他学科渗透是当务之急。近年来，德国 11 大科学研究所的科学家们受联邦政府的委托研究 21 世纪决定性的技术，他们提出 9 大学科，值得我们参考。九大学科是：1. 新材料；2. 微电子；3. 纳米技术；4. 光子学；

5. 显微系统技术；6. 软件技术；7. 分子电子学；8. 细胞生物工艺学；9. 生产及管理技术。其中除第 9 项外都与实验力学有关，因此实验力学工作者在 21 世纪的未来中大有作为。一方面用以上新技术武装自己，发展新的测试手段，一方面用新手段为力学及生产服务。另外在本世纪中，在全球范围内崛起了 6 大高技术群体，它们是：1. 信息技术群体 (包括微电子、计算机、激光、光纤、光电子等)；2. 新材料群体 (包括薄膜、碳纤维、结构陶瓷、记忆合金等)；3. 新能源技术群体 (包括核能、太阳能、风能、生物质能、海洋能、地热能等)；4. 生物技术群体；5. 海洋技术群体；6. 空间技术群体。这些高技术群体到 21 世纪仍然是研究的领域，它们无一不与力学有关，它们之中有许多内容是要靠力学工作者去解决，实验力学在这些群体中大有用武之地。

21 世纪的实验力学应当把已有的为生产服务的有效手段商品化，成立若干个公司，有如美国 Vashy 公司，可以更有效地为生产服务。另一方面引入最新技术和纳米技术，显微技术，新材料，微电子技术，创造出许多新方法，反过来为新材料、微电子、细胞生物等科学服务，从而可以更好地为力学新分支服务。

18 世纪没有虎克的试验，就没有虎克定律，也就没有弹性力学。19 世纪没有发现光弹性现象，许多弹性力学难题就无法解决，到 20 世纪出现了激光技术，脉冲激光全息技术，光电子技术，微机及图像处理技术，使得实验力学大发展，原来看不见的应力波，可以形象的看到波的传播。21 世纪许多新技术会渗透到实验力学中来，会有更多的软件图象处理技术在实验力学中得到应用。用微机实验代替过去繁琐的模型实验，用杂交法代替工作量极大的单一法。21 世纪前景是广阔的，任务是繁重的，既要懂力学又要懂新技术，这种双重任务落在实验力学工作者的肩上。我们要发奋图强，自力更生的迎接 21 世纪新的挑战。

(本文于 1995 年 12 月 19 日收到)