国防科技大学学报
JOURNAL OF NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY
一九八五年第三期　总第五十一期　No.3 1985 Sum. 51

# 谈谈材料力学史及其研究中的一些问题

老　亮

提　要　本文简要说明了研究材料力学史的意义，并通过实例指出在研究和介绍有关历史时值得注意的几个问题。文中对中外若干史料作了简略的介绍或初步的探讨。

## 一

结合课程内容介绍我国古代在强度科学上的成就，是对学生进行爱国主义教育的一种有效方式。鉴于外国人编写的材料力学书，包括 Timoshenko 的名著《材料力学史》在内，都没有涉及这方面的内容，所以我国学者在50年代的材料力学教科书里就编写了有关的简史。其中有些史例，如竹索桥和赵州石拱桥，圆形的柱和矩形的梁，《营造法式》关于矩形木梁的高宽比为 3:2 之规定，以及古代木结构与近代钢架、钢筋混凝土构架在原则上的对比等等，由于能结合材料性能、合理截面等力学问题进行介绍，因而生动感人、富于教育意义。

人们可以看到，类似的例子原来还有不少，而且随着古代遗址的不断发现，以及考古工作和科技史研究的进展，有关史料就愈来愈丰富了。这里仅就对于材料力学性能的认识和利用方面，再简要介绍几个事例。

《考工记》所载关于青铜的“六齐”规则表明，春秋战国时就能针对青铜器的不同用途，相应地选取比较适当的铜锡比例，使得钟声悦耳、鑑面光泽、兵器和工具坚硬而锋利。

在1637年初版的《天工开物》中，宋应星写道：“凡试弓力，以足踏弦就地，秤钩搭挂弓腰，弦满之时，推移秤锤所压，则知多少。”书中有一“试弓定力”的插图，所画的测量方法虽与文字略有差异，但其受力情况完全相同。用现在的术语来讲，所谓试弓力，实际上就是测量弓的刚度——一定变形（弦满）下所需的力。这不仅是测量弹性体刚度的一个早期试验，而且用秤即利用杠杆原理来测力，与近代材料试验机的测力方法也有类同之处。从山西朔县峙峪村旧石器时代晚期遗址发现的石箭头可知，早在 2.8 万年以前，我们的祖先就对固体材料的弹性有了很初步的认识，并开始应用于生产之中。

本文1985年4月25日收到

有人还认为，试弓定力的问题在《考工记》等古籍中亦早有提及（存在不同的解释）。

对于固体材料的塑性，在几千年前也开始有了初步的认识和利用。如甘肃武威皇娘娘台齐家文化遗址所发掘的冷锻红铜器，距今就约有四千年的历史。年代约在公元前14世纪前后的河北藁城县台西村等商代遗址，出土的铁刃青铜钺，其刃部是用陨铁锻打而成的。同时还发现有经过锤锻加工的金箔。在《诗经》等古籍中似乎也有关于金属锻造方面的记载（史学界看法有分歧）。在《考工记》和《荀子》等古籍中，则有关于木材塑性变形的叙述。如用火烤木条使之弯曲而制成车轮等。

关于结构物和构件的合理设计与施工，以及对热应力的初步认识和利用等方面，史料也是不少的，在拙作[1]中已作了一些介绍，这里就不重复了。

有的材料力学书在介绍我国古代的成就时，列举了若干著名的建筑物，以及舟车、武器和工具等例子。笔者以为，当把这些史例作为强度科学的成就时，如果能进一步比较具体地揭示出它们与力学问题的某种关系，那就更好了。

对某些古籍的记载宜加分析。包括材料力学书在内，若干文献依据《明史》和《瀛涯胜览》等记述，认为郑和通使西洋时最大的海船“修四十四丈、广十八丈”，即长150.5米、宽61.6米。鉴于这样的木船在排水量（有人估计达2.5万吨以上）和长宽比上存在疑点，故不少学者对此提出了异议。他们从不同角度设想可能的尺度是：长16.6丈、宽2.43丈；长十余丈、宽三丈；长18丈、宽44尺；“广十八丈”改为“广于八丈”；六字误为十八两字，即宽六丈，等等。由于《瀛涯胜览》最早抄本《三宝征彝集》的数字均为大写，而且其作者是跟随郑和三下西洋的翻译马欢，所以又有人认为数字可信而不会传抄错误。这里暂且不论何者比较切合实际，但有一点，倘若照引《明史》而不加必要说明的话，似乎是不大适宜的。

对现代文献的记述亦要注意查证核实。据《华阳国志》记载，早在战国末期李冰等在今川西就可能建造过藤索桥或竹索桥（但有不同看法）。而宋代以前在同一地区的珠浦竹索桥，则尤为著名。因此，在清代建造泸定铁索桥之后才发明竹索桥的说法，看来并不确切。另一个例子是前面提到《考工记》的六齐规则。有些书将其中“五分其金而锡居二，谓之削杀矢之齐”写成“削、杀、矢”，并说都是兵器。但据戴震《考工记图》、《康熙字典》……等的注释，“削”实是古代一种书刀，用于削刻竹、木简上的文字；而“杀矢”则是一种用诸近射田猎之矢，并非“杀”和“矢”两样东西。

不少古籍往往写得很简略，这给研究工作带来一定的困难。例如，在《墨经》中与材料力学或许有关系的两条经，就因此而存在种种不同的注释。其一，“均之绝不（否），说在所均”和“均：发均县轻而发绝，不均也。均，其绝也莫绝”中的“均”字，是表示“平衡”还是“均匀”呢？一种意见认为这条经是论述静力学平衡之理。用线或发悬物，会不会断裂决定于外力与应力平衡不平衡，或以头发拉力臂端，断绝与否取决于杠杆两边是否均衡。另一种意见认为这条经说明用毛发挂重物，断或不断的关键在于材料和受力是否均匀，即材料结构的不連续性会使强度降低。此外，也有人认为“平衡”和“均匀”两意兼而有之。其二，“负而不挠，说在胜”和“负：衡木加重焉而不挠，极胜重也。右（若）校交绳，无加焉而挠，极不胜重也”，说明什么问题？有多种答案。1.通过桔槔来论述杠杆原理（平行力系的平衡条件）；2.对比梁和绳索承

受横向重量的差别；3.说明一根完整木梁和用绳索把两根木材捆绑而成的梁，在受力时它们的变形是不同的；4.论物体重心之理，等等。当把诸如此类有争议的例子放到材料力学史里讲述时，除了阐明自己的见解外，最好同时简要介绍一下其他观点，或至少提一句“存在分歧”，以便读者比较或查考。

在评介我国古代强度科学的成就时，一定要注意实事求是。这点很重要。象我们在某些苏联力学书刊上所看到的那种令人遗憾的做法，实不可取。

关于我国古代材料力学史的研究，虽然已经取得了不少的成果，但还有许多工作要做。有关的史料需要我们作进一步的发掘、搜集、鉴别、整理和介绍。

有位先生建议编写《中国古代材料力学史》。这无疑是一个很好的建议，也是笔者多年的心愿。这样一种史料性的文献，恐亦为对此感兴趣者所需。但愿它能早日问世。

## 二

一般认为，材料力学的理论体系是从17世纪 Galileo 开始逐步形成的。

回顾自 Galileo 以来的历史，不仅可以知道强度科学发展过程的来龙去脉，而且还能从中获得有益的启示。这种例子很多，如Duleau通过实验发现，若按平面假设而得的正方形扭杆公式计算，则其材料常数与圆杆所测得的不同。此事使Navier 大吃一惊，因为他曾把平面假设应用到非圆扭杆之中。这个史例从某一侧面说明了理论分析与实验研究相结合的重要性。又如，关于线弹性等直梁中性轴位置如何确定的问题，从17世纪到19世纪上半叶，曾经历了一个迂回曲折的认识过程，并涉及到不少著名的科学家。在学术研究、交流和争鸣，以及论文的撰写、印刷和出版等方面，这段历史都提供了一些值得注意的经验。[2—4]

自 Galileo 以来的历史，在不少问题上各种文献的记载往往是颇有出入的，史料失实者亦不罕见。拙作[5]和[6]已经作过一些探讨。文献 [7] 也讨论了几个历史问题，这里先就其中之一、二谈点情况和初步看法，以供进一步讨论、研究之参考。

第一强度理论属于谁？可谓众说纷纭：一、是Galileo 在17世纪提出的（文献[8]在认为是他和 Leibniz 提出时，注明了所参考 St.Venant 的论著）；二、是 Rankine 在1858年提出的；三、最大正应力判据叫做Coulomb判据[9]；四、最大主应力理论亦称为 Lamé-Navier理论（转自文献[10]）。在谈及此理论时，有的提到 Lamé[11-12] 和 Clapeyron[12] 的名字，也有的说：“象 Lamé 和 Rankine 这些科学家们都假定了最大主应力为强度的判别点，但随后一般都接受了最大应变理论，这主要是受了象 Poncelet 和 St.Venant 这些权威人士的影响。”[2]这些文献似都未明确其谁属。持第一种观点的几本书则把Lamé，Clebsch，Rankine，Clapeyron 等人写成是该理论的支持者或拥护者。此外，有些书认为，Galileo 提出了最大正应力的屈服条件；也有的说他假定最大主应力（拉应力或压应力）是材料到达危险状态的决定因素。对于第一强度理论的演变过程，也有不同的叙述：从最大正应力（包括拉和压）理论修正为最大拉应力理论；或从最大拉应力理论引伸到最大正应力理论。

在文献 [13] 中，Galileo 提出了杆件拉断时绝对抗力的定义，并以此为基础来讨论

各种梁的强度问题。用现在的术语解释其论述，可以认为他曾假定梁在横截面上受到均匀分布的拉应力作用，但似未涉及压应力的问题。因此，难于得出他假定最大压应力是材料破坏因素之一的结论。Galileo 是从断裂的角度研究强度问题的，又怎么能说他提出了屈服条件呢？总之，从文献[13]看（如若此书不便查找，则参阅文献[2]亦可），与其说他提出了最大拉应力理论，倒不如说开始有了点关于这个理论的思想萌芽，或者更为恰当。

实验结果表明，第一强度理论宜表述为最大拉应力理论。如果从Galileo算起，则此理论似乎经历了“拉应力—正应力—拉应力”的演变过程。

对于第二强度理论，有的说是 Mariotte 在1682 年提出的（或由他在 1686 年和Navier 在 1826 年首先表明的），其中有几本书接着提到 Navier，Poncelet，St.Venant，Grashof，Bach等人也提倡、支持或赞同此理论。有的则认为是St.Venant 提出的。属于前一种观点的一个苏联学者后来的写法略有变化：Mariotte 为此理论奠定了基础，St.Venant 将它最后定型[14—15]。

根据文献[16]记载，在1855年 St.Venant 的一个报告里，引用了Mariotte关于流体运动的论文（1680年提出，他死后于1686年出版）中的话：“此即造成物体破坏的伸长程度”，并且认为 Mariotte 最先注意到用伸长量而不是以拉应力的极限作为衡量材料强度的标志。文献[2]在介绍 Mariotte 的同一篇论文时，也提到“他说明当伸长量超过某一极限时材料便发生断裂。”由此看来，第二强度理论在某种意义上的确可以溯源到Mariotte，但考虑到当时强度科学的发展水平，笔者亦觉得不用“提出”之类的字眼为好。

由于 Mariotte 讲的是物体的伸长变形，所以第二强度理论的演变过程就不象有的书所写的那样：由 Mariotte 的最大正应变（包括伸长和缩短）理论修正为最大拉应变理论。根据文献[8]的介绍，在Mariotte 之后约二百年，Grashof(1878)和 Resal(1898)才提出：对伸长和压缩抗力相同的材料，计算时取应变的绝对值而不计符号。

实验结果表明，第二强度理论仍应表述为最大拉应变理论。因此，与第一强度理论相似，它大概也经历了“拉应变—正应变—拉应变”的发展过程。

Galileo 以来的历史，虽然有文献[2]等名著可供参考，但诸如此类的问题还是不少的。由于有关的第一手史料在国内似难以查找，所以要弄清楚某些问题也并不是容易的事情。

笔者在参阅文献[16]时，曾一再得到陈铸曾老师的热情帮助，谨此致谢。

## 参 考 文 献

[1] 老亮，我国古代在强度科学上的若干成就，自然信息，4-5（1985）。
[2] 铁木生可，材料力学史，上海科学技术出版社(1961)。
[3] 老亮，梁中性轴简史试编，待发表。
[4] 老亮，材料力学史小故事对话，自然信息，1(1983)。
[5] 老亮，材料力学史中几个问题的探讨，力学与实践，2(1983)。

[6] 老亮，圆杆扭转简史初编，力学与实践，4(1984).
[7] 于绶章，材料力学发展史的几个问题，力学与实践，2(1985).
[8] 皮萨林科等，复杂应力状态下的材料变形与强度，科学出版社(1983).
[9] F.P.Beer et al., Mechanics of Materials, McGraw-Hill(1981).
[10] 徐积善，强度理论及其应用，水利电力出版社(1984).
[11] A.E.H.Love, A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity, Cambridge (1927).
[12] H.M.Westergaard, Theory of Elasticity and Plasticity, John Wiley & Sons (1952).
[13] Galileo Galilei, Dialogues Concerning Two New Sciences, Dover.
[14] 费洛宁柯—鲍罗第契，材料力学教程，高等教育出版社(1956).
[15] 费洛宁柯—鲍罗第契，力学强度理论，人民教育出版社 (1963).
[16] I.Todhunter et al., A History of the Theory of Elasticity and of the Strength of Materials, Vol.II, Cambridge (1893).

# On the Problems in the History of Mechanics of Materials and Its Study

Lao Liang

**Abstract**

The paper briefly shows the significance in studying the history of mechanics of materials.

By examples, the author points out several problems worthy of note in studying and introducing its history. In addition, some historical materials, both in China and abroad, are briefly introduced or studied.