



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

研究生创新教育系列教材

强度理论新体系: 理论、发展和应用

(第2版)

俞茂宏



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

国家自然科学基金项目



西安交通大学

研究生创新教育系列教材

强度理论新体系： 理论、发展和应用

(第2版)

俞茂宏



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

· 西 安 ·

内容简介

强度理论是判断材料在复杂应力状态下是否破坏的理论。它在材料力学、塑性力学、金属压力加工、机械设计、岩土力学、结构塑性分析、计算塑性力学以及土木、水利、机械、航空航天等各类工程结构和机器强度设计中有着广泛的应用。

本书系统地总结了作者 30 年来有关强度理论的研究成果,并建立了统一的强度理论新体系。这一体系从统一的双剪模型和一个新的数学建模出发,推导得出了一个统一的强度理论数学表达式。它包含了作者提出的双剪应力强度理论、双剪应力屈服准则和两族十二边形双剪强度理论,以及国外学者提出的一些经典强度理论。书中还介绍了双剪弹塑性有限元程序及其应用实例。该程序包括了统一强度理论所包含的 14 种计算准则,可适用于范围较宽的各类材料。本书第一版作为代表性论著之一于 2011 年获得国家自然科学奖二等奖。本书第二版又补充了 1992 年至 2010 年以来的一些新成果,包括国内外学者关于统一强度理论的研究和应用成果。

本书对象为高等院校、科学研究、勘测、设计、制造等工程技术部门从事材料强度和结构强度研究、设计和应用的教师、科学研究和工程技术人员以及研究生和大学生。

图书在版编目(CIP)数据

强度理论新体系:理论、发展和应用/俞茂宏著. —2 版.

—西安:西安交通大学出版社,2011.12

ISBN 978-7-5605-4082-5

I. ①强… II. ①俞… III. ①强度理论 IV. ①0346

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 200323 号

书 名	强度理论新体系:理论、发展和应用(第 2 版)
著 者	俞茂宏
责任编辑	任振国

出版发行	西安交通大学出版社 (西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
------	---

网 址	http://www.xjtpress.com
电 话	(029)82668357 82667874(发行中心) (029)82668315 82669096(总编办)

传 真	(029)82668280
印 刷	西安明瑞印务有限公司

开 本	787mm×1092mm 1/16	印 张	27.625(包括彩页 1.5)	字 数	493 千字
版次印次	2011 年 12 月第 2 版	2011 年 12 月第 1 次印刷			
书 号	ISBN 978-7-5605-4082-5/O·378				
定 价	58.00 元				

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

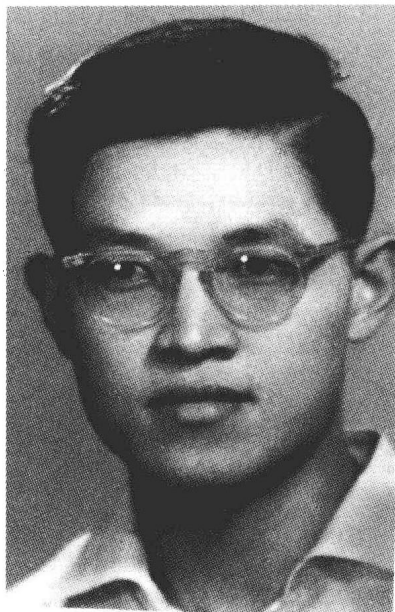
订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

作者简介



俞茂鈺(鈺亦作宏),西安交通大学土木工程系教授,博士研究生导师。祖籍浙江宁波,1934年11月生于江苏镇江。1951~1955年求学于浙江大学,毕业后历任交通大学助教和西安交通大学助教、讲师、副教授和教授。照片为1961年时的作者,首次提出了双剪理论的思想,并推导出双剪应力屈服准则和十二边形双剪应力屈服准则。经过30年发展,逐步形成广义双剪强度理论和统一强度理论,并应用于土木、水利、岩土、机械等很多工程领域。

俞茂宏长期从事材料和结构力学以及工程结构强度和振动的教学和科研工作。获得国家自然科学奖二等奖1项,省部级科技进步奖一等奖2项、二等奖2项。图1为1985年进行的古建筑现场振动测试和结构模型试验。

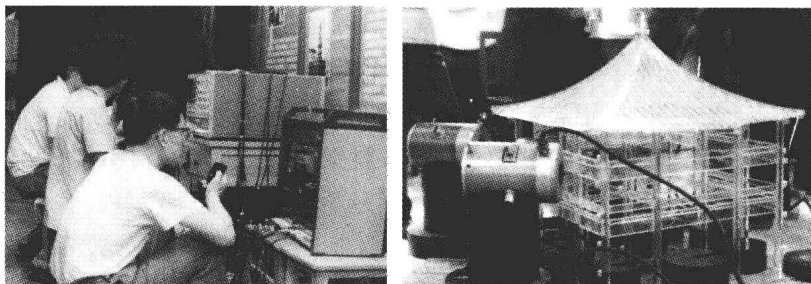


图1

他的主要科研成就为:

(1)提出双剪理论,解决了土木、水利、岩土工程中广为应用的库伦(1773)-莫尔(1900)强度理论的中间主应力效应的关键科学技术问题,将强度理论从内边界的单剪强度理论扩展到外边界的双剪强度理论。中国科学院和中国工程院院士、中国工程院前副院长潘家铮评论指出:“岩石和混凝土是土木、水利工程中应用最广泛的工程材料,它们的种类繁多,性质复杂,因此其强度理论的研究就更为重要与困难。……这项研究不仅具有学术价值,而且由于它能更好地发挥材料的潜力,

更具有重要的实践意义和经济效益。……据我国一些设计院的研究,在一些大型地下洞室设计中,如对围岩强度采用双剪强度理论就可减少工程量,缩短工期和节约大量投资,效益甚为显著。”

他对古城墙内的唐代夯土和明代夯土以及箭楼地基的加固土的三轴试验首次得到了古代夯土的强度性能,并采用双剪理论应用于国家重点文物西安古城墙以及东门城楼地基的稳定性和承载力等的研究。图 2 为现场黄土取样和试验结果。

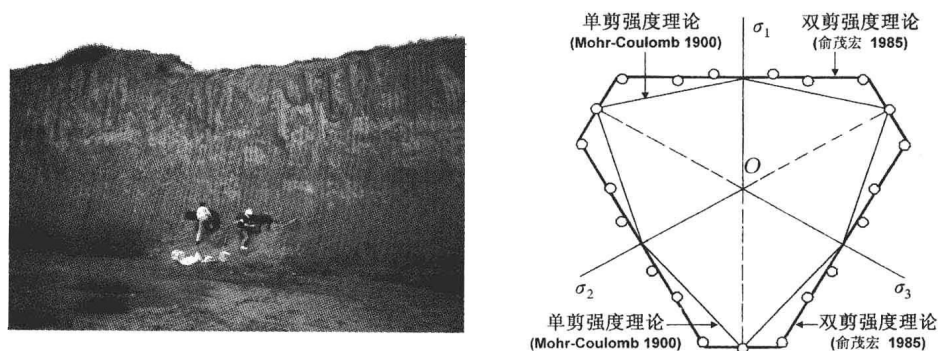


图 2

双剪理论也为中国科学院武汉岩土力学研究所的花岗岩和总参三所顾金才院士等的特种混凝土材料的试验所证实。

(2)发现材料在复杂应力状态下的强度差别的关键参数,解决了 20 世纪初德国科学家提出的岩土类材料统一强度理论难题的关键科学技术问题。建立了一个具有统一模型、统一公式和统一参数而又能灵活适合于不同材料的统一强度理论,并将库伦-莫尔强度理论以及传统的金属材料强度理论作为特例或线性逼近而包容于其中。总参谋部科技委主任、中国岩石力学与工程学会理事长钱七虎院士评价“单剪理论的进一步发展为双剪理论,而双剪理论的进一步发展为统一强度理论。单剪、双剪理论以及介于二者之间的其他破坏准则都是统一强度理论的特例或线性逼近。因此可以说,统一强度理论在强度理论的发展史上具有突出的贡献”。至 2010 年,将统一强度理论应用于实际问题并取得新的结果的国内外文献已超过 300 种。

“双剪统一强度理论及其应用”项目作为在工程科学技术方面做出重大的、创新性的成就和贡献,并有显著应用成效的成果,于 2011 年获得国家自然科学奖二等奖,被认为“成果突出,意义重大”。

(3)针对土木工程大量存在的条形地基和边坡等典型问题,1997 年在《土木工程学报》提出平面应变统一-滑移线场理论;1998~2001 年提出平面应力及空间轴

对称统一特征线场理论,将传统的以金属材料为主的塑性力学与岩土材料塑性力学结合起来,推动了岩土塑性力学和岩土工程应用的发展。

图 3 为应用统一强度理论和统一滑移线场理论对一个结构的分析得出的一系列结果。它们不仅为不同的材料和结构提供了更多的资料、参考和选择,并且可以更好地符合实验的结果($b=0.75$)。与 Mohr-Coulomb 理论($b=0.0$)相比,提高结构的承载能力为 31%,可以取得显著的经济效益。

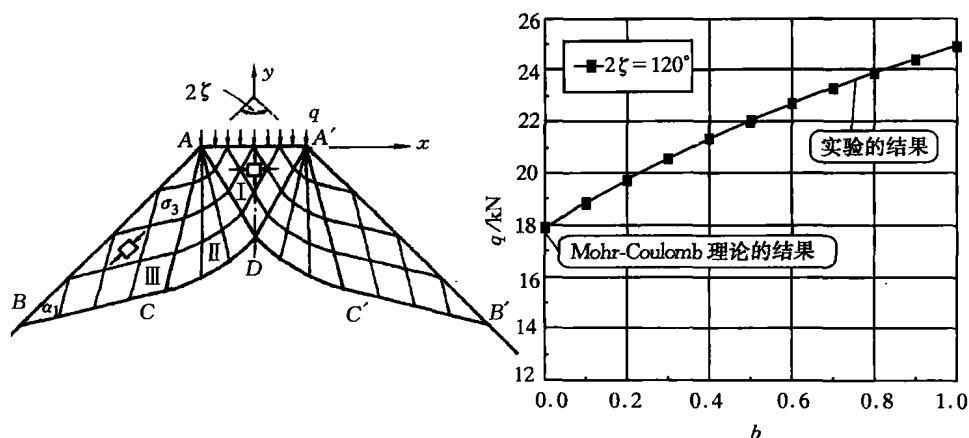


图 3

他提出的双剪统一强度理论和统一滑移线场理论等,在土木、水利、机械、军工、岩土工程等领域以及力学和材料科学等有关研究中得到较广泛的应用,并写入沈珠江院士《理论土力学》,郑颖人、沈珠江和龚晓南三位院士《广义塑性力学:岩土塑性力学原理》,钱七虎院士《岩体动力变形与破坏的基本问题》,谢和平院士《岩石力学》,陈祖煜院士《岩质边坡稳定分析——原理,方法,程序》,龚晓南院士《高等土力学》、《土力学及基础工程实用名词词典》和《土塑性力学》,王思敬院士主编《中国岩石力学与工程世纪成就》,杜庆华院士《工程力学手册》以及《中国水利百科全书》、混凝土结构、材料力学、工程力学等 280 多种学术著作和教科书中,成为相关学科知识创新的新内容。

(4)他在 20 世纪 70 年代为上海市创造性地消除了多台大型发电机的机座和混凝土框架的剧烈振动,取得了巨大的经济效益。

(5)他从 1982 年开始参加西安和宁波等地多项国家重点保护文物建筑的抢险和保护工程,对城墙、钟楼、鼓楼、箭楼、城楼、大雁塔、小雁塔、保国寺等古建筑材料和结构力学性能等进行了近 30 年系统的研究,被国家文物局评价为在古建筑科学性研究中具有开创性意义。图 4 为对箭楼的木结构模型进行静动力特性试验研究

和对钟楼进行的现场振动测试。

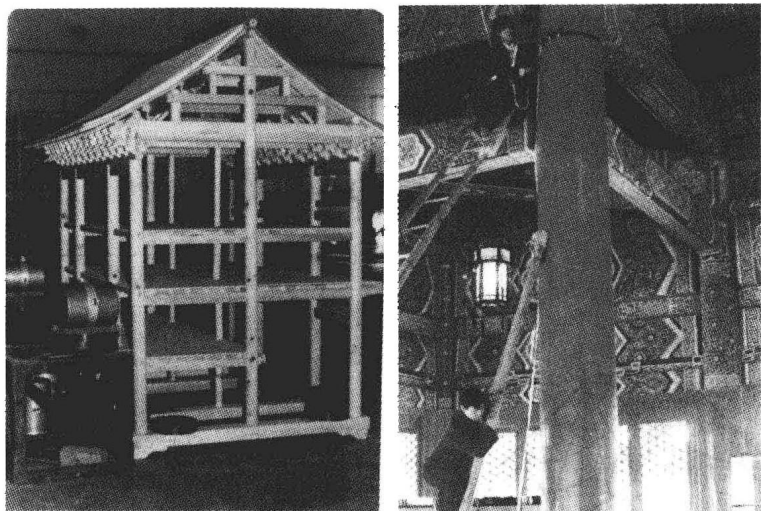


图 4

(6)将统一强度理论应用于土力学,解决了世界著名土木工程大师太沙基于 1925 年创立的土力学不考虑中间主应力的关键科学技术问题,从基础理论开始对传统土力学进行改革,有望建立一个考虑中间主应力的新的土力学。对于在 20 世纪 30 年代建立和发展起来的岩石力学,统一强度理论的应用也取得了一系列新的结果。

发表论文 100 多篇,出版英文专著 *Unified Strength Theory and Its Applications*, *Generalized Plasticity*, *Structural Plasticity*, *Computational Plasticity* 等 4 本,中文著作《双剪理论及其应用》、《混凝土强度理论及其应用》、《西安古城墙和钟鼓楼:历史、艺术和科学》等 11 本。他的论著已被国内外学者引用 3600 多篇次。

总 序

创新是一个民族的灵魂,也是高层次人才水平的集中体现。因此,创新能力的培养应贯穿于研究生培养的各个环节,包括课程学习、文献阅读、课题研究等。文献阅读与课题研究无疑是培养研究生创新能力的重要手段,同样,课程学习也是培养研究生创新能力的重要环节。通过课程学习,使研究生在教师指导下,获取知识并理解知识创新过程与创新方法,对培养研究生创新能力具有极其重要的意义。

西安交通大学研究生院围绕研究生创新意识与创新能力改革研究生课程体系的同时,开设了一批研究型课程,支持编写了一批研究型课程的教材,目的是为了推动在课程教学环节加强研究生创新意识与创新能力的培养,进一步提高研究生培养质量。

研究型课程是指以激发研究生批判性思维、创新意识为主要目标,由具有高学术水平的教授作为任课教师参与指导,以本学科领域最新研究和前沿知识为内容,以探索式的教学方式为主导,适合于师生互动,使学生有更大的思维空间的课程。研究型教材应使学生在学习过程中可以掌握最新的科学知识,了解最新的前沿动态,激发研究生科学研究的兴趣,掌握基本的科学方法,把教师为中心的教学模式转变为以学生为中心教师为主导的教学模式,把学生被动接受知识转变为在探索研究与自主学习中掌握知识和培养能力。

出版研究型课程系列教材,是一项探索性的工作,也是一项艰苦的工作。虽然已出版的教材凝聚了作者的大量心血,但毕竟是一项在实践中不断完善的工作。我们深信,通过研究型系列教材的出版与完善,必定能够促进研究生创新能力的培养。

西安交通大学研究生院

代前言

“单剪理论的进一步发展为双剪理论,而双剪理论的进一步发展为统一强度理论。单剪、双剪理论以及介于二者之间的其他破坏准则都是统一强度理论的特例或线性逼近。因此可以说,统一强度理论在强度理论的发展史上具有突出的贡献”。

总参谋部科技委主任、国际岩石力学与工程学会副理事长、中国岩石力学与工程学会理事长钱七虎院士 2008 年在同济大学的孙钧讲座报告中对统一强度理论的评价

“工程强度理论是判断材料和结构与部件在复杂应力状态下产生屈服和破坏的规律,并用以作为各种工程结构设计的判断准则。它是力学和各种工程安全与可靠性的基本问题之一。”

“研究得出国际领先的统一强度理论,它的极限面覆盖了界限内的所用区域。它的出现将使各国设计规范关于强度理论的准则进行修改。

属于国际领先水平”。

张维,中国科学院和中国工程院院士,清华大学教授,教育部科技委力学专家组组长,前中国力学学会副理事长,前中国土木工程学会副理事长

“近年来国内外很多学者将双剪统一强度理论应用于土力学问题的研究,得出很多新的结果,表明它在岩土力学和工程分析中是可行的,得出的结果也比原来的更多、更好。由此可见,统一强度理论是我国在强度理论上的一个重大创新成果。”

郑颖人,中国工程院院士。岩土材料屈服与破坏及边(滑)坡稳定分析方法研讨——“三峡库区地质灾害专题研讨会”交流讨论综述. 岩石力学与工程学报, 2007, 26(4): 649—661.

结论:“统一强度理论严格的理论基础和广泛的适用性及 FLAC3D 数值分析软件强大的工程分析能力相结合,必将大大推动岩土工程领域相应问题的解决。”

“岩土类材料的统一强度理论建立了一个适用于各类材料的统一的数学表达

式,包含了现有各种主要强度理论和一些尚未表达过的新的强度理论,而且统一强度理论可以很好地考虑中间主应力对岩体强度的影响,并能与岩土材料的真三轴试验结果相吻合,从而在岩土工程领域得到广泛的应用。”

“统一强度理论是一个有着坚实理论基础、可表达各种岩土材料强度特性且被广泛应用的新的强度理论。FLAC3D 是一个具有强大的计算分析功能且专门针对岩土工程问题开发并被广泛应用的数值分析软件。若能将二者结合起来,无疑会大大促进岩土工程领域相关问题的解决。”

国际岩石力学与工程学会理事长冯夏庭教授研究组,张传庆,周辉,冯夏庭。统一弹塑性本构模型在 FLAC3D 中的计算格式. 岩土力学, 2008, 29(3): 596—602.

“统一强度理论不仅可以解释塑性材料的屈服破坏,也可解释材料的拉断破坏、剪切破坏、压缩破坏和各种二轴、三轴破坏,可适用于金属、混凝土和岩土等各类材料。该理论有较大的学术意义和较强的应用价值”。

《中国水利百科全书》(第二版)。北京:中国水利水电出版社, 2006, 第二卷, 第 1077 页。

“俞茂宏(1985, 1990, 1997)提出了双剪强度理论和统一强度理论,在主应力空间的屈服面可表述为多边形锥体,对于金属材料、混凝土材料和岩土材料能够普遍适用。他多年来的潜心研究使得统一强度理论不断完善,统一强度理论已在水电站地下工程设计、岩土地基计算等工程中得到较好的应用。”

Jun Sun and Sijing Wang, “Rock mechanics and rock engineering in China: developments and current state-of-the art.” *Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 2000, 37: 447—465. (pp. 448—449) 孙钧, 中国科学院院士, 前中国岩石力学与工程学会理事长; 王思敬, 中国工程院院士, 前中国岩石力学与工程学会理事长。

Résumé / Abstract: The equivalent stress concept is well-established, since it is rather useful for formulation of phenomenological material models. However, there is no connection to any physical principles or the microstructure known, which is a disadvantage of the concept. Despite of it, numerous hypotheses based on the equivalent stress are known and used in applications more or less successfully. As a basis for systematization of different models the Unified Strength Theory (UST) was proposed by Yu. It can be used in order to describe

incompressible inelastic material behavior as well as compressible materials with different behavior at tension and compression. In this paper Yu's theory is analyzed, compared to the existing models and approximated by simpler ones. For the UST and other models the Poisson's ratio and the hydrostatic stress are computed. Using the Poisson's ratio at tension as well as simple stress relations different models are compared to each other. Constraints for parameters of the model based on the latter values can be provided. In order to reduce the number of the models an alternative systematization based on the geometrical properties of the equivalent stresses is suggested. In this systematization the model of Yu plays a quite important role.

Kolupaev V. A. and Altenbach H., Considerations on the Unified Strength Theory due to Mao-Hong Yu (in German), *Forschung im Ingenieurwesen*, 2010, 74(3): 135—166

“材料力学领域内为数不多的由中国学者原创的理论得到了国际同行的承认”；“俞教授的成就表明，中国学者在材料强度理论研究方面已占了一席之地，在熟知的 Tresca, Mises, Mohr, Coulomb 等外国人名之后多了一个中国人名”；“充分显示了这一理论的实用价值和强大功能”。

清华大学沈珠江院士, *Unified Strength Theory and Its Applications* 评介。《力学进展》2004, 34(4): 562—563.

“材料强度理论是材料学中的基本问题之一，在这方面的发展与创新，不仅具有重大学术意义，由于它是各种工程结构计算设计的基础，更具重要的价值。材料品种繁多，各种材料具有完全相异的性能。以往的材料强度理论研究，多结合金属材料展开，虽已取得相当多的成果，但对于复杂的材料如天然围岩和人工拌制的混凝土常不适应，如何能探索建议一种统一的材料强度理论，是许多学者的努力方向。俞茂宏教授及其研究组创立的双剪理论具有特殊的意义：

(1) 它是一项适用于各类材料的统一强度理论，研究组开发出一系列的理论和准则，覆盖了所有的区域，比较完善；

(2) 它是由中国学者首创提出的，具有原创性意义，弥足珍贵；

(3) 这一理论已在国内外重要学术期刊上发表，得到各国学者的重视，和积极的响应、拓展，并给予较高评价；

(4) 该理论已为国内许多试验单位的大量试验所证实，许多重要内容被列入国内许多科学著作和教科书之中，还被有关单位应用于具体工程中，可以说本理论已

渐趋成熟,为众接受,而且有广泛的发展、应用与推广前景。

本理论的主要创新点是:提出双剪单元体模型和多滑移单元体模型;提出合理的数学建模方法能反映6个应力变量对材料破坏的贡献;提出强度理论参数 b ,可综合各主要的强度理论,建立适用于不同材料的统一强度理论;提出更合理、实用的统一弹塑性、粘弹塑性本构关系等。”

潘家铮,中国科学院和中国工程院院士,前中国工程院副院长,2002年5月31日。

“关于失效准则,自1882年提出莫尔准则以来,有两个难题一直没有得到很好的解决,其一是,除面内最大切应力外,其余各面上的切应力对屈服的影响未能计及;其二是未能将各种准则统一成一种失效准则”。

“20世纪60年代以来,我国西安交通大学俞茂宏教授建立了双剪强度理论和统一强度理论,不仅具有重要的理论意义,而且由于与很多实验室结果相吻合,能够更好地发挥材料和结构的强度潜力,因而具有很大的工程应用价值”

范钦珊,教育部基础力学课程指导委员会主任委员,全国首届百位名师,清华大学讲座教授。主编《材料力学》,高等教育出版社,2002,第186页。

“为探索板柱节点在常规武器爆炸作用下的动力性能和破坏特征,我们进行了在TNT集团装药作用下的一个土中浅埋板柱节点抗爆性能的试验,并从常规武器爆炸产生的土中自由场地冲击出发,采用介质结构相互作用理论确定结构压力,利用混凝土双剪强度理论和刚塑性模型,对试验结果进行了分析,分析结果与试验数据吻合较好。”

王安宝,杨秀敏(中国工程院院士),王年桥,史维纷,郭志昆,王永根,陈启亮。化爆作用下钢筋混凝土板柱节点冲切破坏的试验研究及分析,《爆炸与冲击》,2001,21(3):184-192。

“The UTS is advantageous over other failure criteria because it encompasses all other established criteria as special cases. Or, such criteria are merely the linear approximations of the UST. Moreover, the parameters of the UST are easily obtained by experiments.”

(统一强度理论超越其他准则之处在于它包含了所有其他已经建立的准则并

把他们作为特例,或者是统一强度理论的线性逼近。此外,统一强度理论参数可以由实验容易得到。)

Xuesong Zhang, Hong Guan, Yew-Chaye Loo (Dean, School of Engineering, Griffith University Gold Coast Campus, Australia) “UST failure criterion for punching shear analysis of reinforcement concrete slab-column connections”. In: *Computational Mechanics—New Frontiers for New Millennium*, Valliappan S. and Khalili N. eds. Elsevier Science Ltd, 2001, 299–304.

“The value of b ranges from 0 to 1 for any convex strength envelope. When the effect of the intermediate principal shear stress is ignored ($b=0$), the UTSS expression is equivalent to Mohr-Coulomb’s criterion. When the effect of the intermediate principal shear stress grows to its fullest ($b=1$), it is Yu’s primitive twin-shear strength (TSS) criterion. For all materials, this effect of the intermediate principal shear stress varies between 0 and 100%; that is, $0 \leq b \leq 1$. Different values of the weighting coefficient b generate a series of new strength criteria. Any existing criterion may find a particular value of b to match its shape function in the deviatoric plane. The trajectories of the UTSS criterion in a deviatoric plane can be seen in Fig. 3.”

“Yu’s UTSS theory has a sound theoretical background.”

(“任何外凸强度曲线的 b 值在 0 到 1 之间变化,当中间主剪应力效应不计时 ($b=0$),统一强度理论的表达式等效于 Mohr-Coulomb 准则,当中间主剪应力效应增加到最大值 ($b=1$) 时,统一强度理论即为俞的早期的双剪强度 (TSS) 准则。对各种材料,中主应力效应的变化在 0 与 1 之间,即 $0 \leq b \leq 1$,不同的 b 值可以形成一系列新的强度准则。各种已有的准则都可以在偏平面上找到一个特殊的 b 值的形状函数相匹配。”

“俞的双剪统一强度理论 (UTSS 理论) 具有坚实的理论基础。”)

Fan S. C. and Wang F., A new strength criterion for concrete. *ACI Structural Journal*, 2002, 99(3), 317–326.

“The recently developed twin-shear-unified yield criterion provides an option

for an improved version, which takes into account the effect of all three principal stresses.” (p. 1459)

.....

“The beauty of the twin-shear-unified strength theory is her feasibility in difining the convex shape of the surface. Setting the value of the controllable convex parameter b to 0 or 1 yields the lower and upper limit of the convex shape function. For any arbitrary value of b , the shape function can be written in the following form:

.....

It is worth notinh that b reflects the influence of the intermediate principa stress on the material strength. Besides, it encompasses all prevailing yield or failure criteria.” (p. 1459 - 1460)

Fan S. C. (Professor of Nanyang Technological University, Singapore) and Qiang H. F., “Normal high-velocity impac-
ton concrete slabs-a simulation using the meshless SPH
procedures”. In: *Computational Mechanics—New Fron-
tiers for New Millennium*, Valliappan S. and Khalili N.
eds. Elsevier Science Ltd, 2001, 1457 - 1462.

“他的论文突破了在岩石力学和土力学中长期占据统治地位的摩尔-库仑强度理论的框架。近一百年来,一方面莫尔-库仑强度理论在力学、材料力学和各种工程结构强度研究中被广泛应用;另一方面,又对莫尔-库仑强度理论没有考虑中间主应力的不足进行了大量的研究,但是能够提高到理论高度的研究成果并不多。.....

俞茂宏同志不仅发现了这个空白,而且用双剪强度理论在理论上填补了这个空白,其意义是深远的。这一重要的理论空白由中国人来填补也是令人高兴的。”

“俞茂宏同志在强度理论学科中的另一个重要贡献是他在 1991 年提出的统一强度理论。它用一系列有规律变化的线性准则填补了在双剪强度理论和莫尔-库仑强度理论之间的一大片空白。”

“俞茂宏同志能够多次填补强度理论学科中的重要空白,并形成系统的理论,推进这一学科的发展,并不是一朝之功,而是他三十多年进行研究的结果。正像材料强度专家周惠久院士所说的那样:其意义不仅在理论上具有重大意义,也在于他们在困难的条件下长期坚持、锲而不舍的精神。”

钱令希(中国科学院院士,前中国力学学会理事长),工程强度理论序言。见:《工程强度理论》,高等教育出版社,1999。

“由于双剪统一强度理论可以适用于金属和岩石、土、混凝土、铸铁等十分广泛的各种材料。Tresca 屈服准则、Mises 屈服准则、双剪屈服准则、莫尔-库仑准则、各种光滑化角隅模型以及各种经验曲线都是其特例或线性逼近。因此我们采用双剪统一强度理论的屈服函数形式,从而推导出适用于上述模型的柱形孔扩张统一解。”

蒋明镜,沈珠江(中国科学院院士)。岩土类软化材料的柱形孔扩张统一解问题,《岩土力学》,1996,1(1):1-8。

“工程材料强度理论研究新进展 Progress in Research on Strength Theory of Engineering Materials

“强度理论是研究材料在复杂应力状态下屈服和破坏规律,并为工程结构设计提供必须的计算准则。由于大多数工程结构材料和自然界的岩石、土体等材料,都处于复杂应力作用下,因此强度理论研究具有非常重大的理论意义和应用价值。但一百多年来进展缓慢,单剪强度理论长期占据统治地位,强度理论的突破被视为重大难题”。

“西安交通大学俞茂宏教授在国家自然科学基金的资助下,首先突破单剪强度理论和各种经验公式的框架,提出了一个全新的双剪系列强度理论。接着,又突破现有各种单一强度理论模式,建立一个有统一力学模型、统一理论、统一数学表达式而又能灵活适用于混凝土到岩石、土体、金属、塑料等各类材料的统一强度理论。解决了 20 世纪初以来一直被认为是不可能得到的统一强度理论,形成了一个完整的理论体系。新的理论可以更好地发挥材料的强度潜力,有巨大潜在经济价值”。

国家自然科学基金委员会,工程材料强度理论研究新进展。《国家自然科学基金十周年基金资助项目优秀成果选编》:瞄准科学前沿的基础性研究——工程科学的九项优秀成果之一,科学出版社,1996,93-94。

《统一强度理论及其应用》代表该领域的一个重大贡献 Petre P. Teodorescu

2006 年欧洲数学学会的 MATH 杂志对本刊编委俞茂宏教授的英文学术著作 *Unified strength theory and its applications* 发表了评价。MATH 是欧洲数学

学会主办的《数学文摘》，创办于1931年，对象包括世界各国的数学和力学论著。现将《数学文摘》评论简介如下。

“强度理论主要研究应力和应变的极限状态，以便与容许的应力和应变进行比较。单轴实验和单轴的结果已不够，而需要双轴和三轴的研究。因为，在复杂应力-应变下不同的材料具有不同的力学性能，这时，屈服准则和破坏准则将起到重要的作用。这些理论的作用是保证土木和机械结构的安全。但是，这些理论一般只能应用于少数材料和应力应变状态，它们不能解决可能产生的各种问题，因此需要去探索统一强度理论。本书从双剪思想和双剪屈服准则开始，作者先后建立了双剪强度理论和统一强度理论。统一强度理论的极限线覆盖了外凸极限线的全部区域，并且可以扩展到非凸极限线的区域。这本书不仅是理论、实验、应用和历史的论述，而且是作者独特研究的专门著作。这些可以从书的目录中明显反映出来。

书的各章目录为：第1章：绪论；第2章：单元体应力状态；第3章：统一屈服准则；第4章：屈服准则的验证；第5章：统一屈服准则的扩展；第6章：材料在复杂应力状态下的基本特性；第7章：统一强度理论；第8章：强度理论的实验验证；第9章：统一屈服准则的应用；第10章：结构分析的破坏准则效应；第11章：历史评论；第12章：参考文献和书目。各章后面有一个小结和与重要内容有关的习题。最后一章包括历史评论和从1638—2002年的超过1000种的较完整的书目。

这本书适用于多个领域的读者，代表了强度理论及其应用领域的一重大贡献”。

Petre P. Teodorescu (著名应用数学和力学家、罗马尼亚科学院院士)

编译自“Review of ‘YU Mao-hong, Unified strength theory and its applications (English) Berlin; Springer, 2004’, Zentralblatt MATH, 1059. 74002 (02115115) (c) 2006, European Mathematical Society PIZ Karlsruhe & Springer-Verlag.

《岩石力学与工程学报》，2007，26(4)：761

第 1 版前言

强度理论研究材料在复杂应力状态下产生屈服和破坏的规律。它为各类工程结构和机器的强度设计提供计算准则;同时它也是材料力学、塑性力学、岩石力学、土力学、金属压力加工原理、机械零件设计、结构塑性分析、飞机结构强度、钢筋混凝土结构理论以及各种工程结构强度计算所需的基础理论。此外,选用合理、先进的强度理论,还能取得巨大的经济效益。因此强度理论的研究在理论上、工程实际中和经济效益上都具有重要意义。

作者从 1959 年开始研究强度理论,1961 年提出双剪应力屈服准则和十二边形双剪应力屈服准则。1985 年提出广义双剪强度理论,此后逐步发展形成一个统一的强度理论新体系。它从一个统一的模型出发,推导得出一个统一的数学表达式,由此可得出现有的一些主要强度理论和各种可能的强度理论,成为一个统一的强度理论。强度理论的统一,曾经是 50 年代至 60 年代由联合强度理论所引起的、人们多年努力而未能实现的一种期望,这是作者当年未敢奢望的,现在也只是在前人工作基础上的一个初步总结。

双剪强度理论的各个阶段的研究结果曾经发表于《科学通报》、《金属学报》、《中国科学》、《土木工程学报》、《力学学报》、*Int. J. Mech. Sci.* 等国内外著名期刊,本书为它们的系统总结。本书著述两年,修改三次。在此书交稿之时,出版社嘱写前言一篇,要求阐明这一研究的创新性、长期性和系统性的特色,拙笔难尽,它们只能以本书各章的内容来说明。

双剪强度理论,国外一华裔学者曾称之为“血汗理论”,或许他用来说明研究工作之艰辛,得来之不易。但今天回顾这些工作又是那么自然而简单。回首往事,作者向一切关心、支持、帮助、参加研究以及进行各种讨论的众多师长、各有关专家、国内外同行以及有关研究生表示衷心的感谢。作者也对西安交通大学何丽南副教授协助本书的著述,西安交通大学学术专著出版基金委员会的支持,以及西安交通大学出版社总编杨蔚百教授对本书写作的促进和国家自然科学基金委员会对本书内容有关课题研究的支持,表示衷心的感谢。由于双剪强度理论为一新的理论,书中内容不当之处恐所难免,热切盼望各位读者予以指正。

30 年成书,效率不高。全书交稿之后,应航空航天工业部和空军航空工程部