

董铁宝教授

——我国固体断裂理论研究的先行者之一

范天佑

(北京理工大学材料科学研究中心, 北京 100081)

1992年12月29日是北京大学力学专业建立40周年纪念日,笔者回母校参加庆祝活动。几位老师在谈话中建议我写一篇纪念董铁宝教授(1917-1968)的文章,以缅怀他在我国开创断裂理论研究和培养人才方面的业绩。作为董老师的一名学生,我有义务把这一工作承担起来,并且力争做好。

董教授对我国科技事业和教育事业做了大量的工作,在开创断裂理论的研究和培养人才方面,仅仅是他工作中的一部分。在其他方面,例如在计算数学、地震工程等方面的贡献,将由其他同志去介绍。这里记述的只是对董老师开创断裂理论研究方面某些情况的一些回忆。由于事隔多年,这些回忆已不可能十分详尽和全面。

董教授是在40年代投身力学研究的,当时现代力学正处在大发展的阶段,这种大发展的势头一直保持到60年代。董教授具有丰富的实践经验,加上他对数学的浓厚兴趣和很高的修养,二次大战结束后,他赴美留学,选择在力学学科上深造,同他的经历和志趣很有关系。董老师是一位对科学上的新生事物十分敏感的学者。在现代力学大发展的潮流中,他觉察到刚刚兴起的计算数学和计算机科学对力学发展的重要意义,便立即投身到这些学科中去。关于这些方面的情况,文[1]已有所介绍。当时力学发展的另一(虽然是处于萌芽状态)新趋势,是希望在更深的层次上揭示固体(包括材料与结构)的变形与强度的规律。这一新趋势刚出现,他也敏锐地觉察到,并且着手准备开展研究。

从更深的层次上探索固体变形与破坏的本质,同认识材料中的缺陷及其运动规律关系密切。当时人们认识到的缺陷,有位错、裂纹等等。他对这些方面研究的进展十分关注。例如,他对Griffith的两篇经典性论文^[2,3]进行了深入的研究,并且制作了微型胶卷,以便回国之后查不到此文献时,借助于阅读机阅读和给学生使用。在他回国之前,曾准备用积分变换研究两种不同介质交界面上的圆盘状裂纹,以探索材料的非均质对裂纹前缘应力场奇

异性的影响。由于回国后十分繁忙的工作,他暂时放下了这一研究。但后来断裂力学的发展,证实了应力奇异性的的重要意义,也证实了材料非均质性对裂纹前缘应力场奇异性确有显著的影响。位错连续统理论是1954年由英国著名理论与固体物理学家Eshelby^[4]提出的,这也引起他极大的兴趣。1961-1962年期间,他指导北京大学物理系金属物理专门化一位毕业生研究位错连续统理论,并且取得很好成果。在这之后不久,国外专家用Eshelby的连续统位错理论提出了BCS(Bilby-Cottrell-Swinden)模型,同时Eshelby的弹性能量-动量张量理论中的路径守恒积分(其中一个分量相当于后来的 J 积分),在断裂理论的研究和实际应用上均起了巨大推动作用。这充分说明了董教授的远见卓识。

要在更深的层次上探索固体变形与断裂的规律,必然加深了固体力学与固体物理和金属材料学之间的联系。材料力学性能这门学科本身就是以上几门科学之间的边缘与交叉。他较早认识到这门学科在理论上和实践上的重要意义。他不仅在北京大学力学专业和计算数学专业、中科院力学所、计算所、工程力学所担任教学与研究,而且同材料强度界(研究部门与工厂)的工作人员也有联系,出席有关的学术会议,了解生产中(例如某些工厂中的疲劳)强度方面遇到的一些问题。

1961年原北京钢铁学院(现北京科技大学)张兴钤教授等的著作《金属与合金的力学性质》^[5]刚一出版,他即对此书给以很高的评价,并且推荐给在他执教的北大,作为力学专业的教材。他亲自主讲这门课。在讲这门课之前,他请物理系金属物理教师给学生讲金属材料学。同时他还主持有关讨论班,介绍固体变形与断裂宏-微观相结合研究方面的进展和有关文献,指导数名毕业生作金属疲劳、蠕变与断裂的论文。在断裂问题方面,他介绍了Griffith, Orowan^[6], Mott^[7]等经典性文献及其他文献。他还对学生说,若在北京图书馆等处查不到A.A.Griffith的原文,可以用他由美国带回的微型胶卷制作的该

文的复印件,借助于阅读机阅读。1960年在美国麻省理工学院召开的国际断裂问题学术讨论会的文集,他刚一拿到,就向大家介绍,其中许多内容涉及裂纹成核与扩展冶金因素,他认为固体力学工作者了解这些内容是很有意义的。他还指出,如果不同固体物理、金属材料学与冶金学紧密结合,断裂问题的研究很难找到根本的出路。他的这些断言也被后来的事实所证实。事实上,在断裂问题的研究中,固体力学与材料科学之间的联系达到从未有过的紧密程度。

董教授在强调宏观微观相结合研究疲劳与断裂问题的同时,对其他的研究方面也很重视。例如,他安排从事疲劳研究的学生选修数学专业的概率论与数理统计课程,用概率与统计的方法研究疲劳。至今这仍然是疲劳研究中的一个重要方面。他对于从应力集中观点研究断裂的 Neuber、Савин 这一学派的工作很熟悉,很有兴趣,尤其对 Neuber 的名著《Kerbspannungs-lehre》(《缺口应力学》,中文译成《应力集中》)^[6]作过深入的研究(他的德文很好,他能熟练地用德文阅读原著)。现在这仍是断裂的重要课题。

从他在国外留学与工作开始,已经作了许多调查,收集了许多资料,回国之后,托他在国外的同事按时寄来《Journal of Mechanics and Physics of Solids》等杂志,及时了解与跟踪国际最新发展的动态。他对固体断裂研究形成了一套比较明确的研究计划,即宏观与微观相结合、数学分析与物理模型相结合、严格的计算与半经验公式相结合。他当时提出的这一套研究路线,同15年后由前苏联著名科学家 Седов 院士提出的理论不谋而合。他还希望以能量为参量,即把带缺陷的系统的势能、动能、表面能以及其他耗散功等综合地加以考虑,对缺陷的生长直至材料的破坏作出半定量和定量的估计。后来断裂理论的发展证实了能量原理的重要意义。因为现在广泛使用的应力强度因子判据,实际上同能量释放率判据等价。 J 判据同能量判据的关系就更紧密。

按照他的这种设想,指导了一些青年开始了某些探索。难能可贵的是,当时国外开始这方面的研究,还不算太多。应该说他是紧紧跟着国际先进发展趋势的,是一个良好的开端。尤其在经历了断裂理论的大发展,它在生产实践中发挥了巨大作用的今天,我们回过头来看,他当初的努力,就更显示出其可贵之处。当时我国也具有发展断裂理论的极好

机遇。可惜的是,由于种种原因,这一良好的开端未能坚持下去。他本人也不幸于1968年,年仅51岁就过早地离开了他为之奋斗的事业。董老师是一位热诚的爱国者。1956年响应社会主义祖国的召唤,毅然决然的放弃了在国外优越的工作与生活条件,冲破重重阻力,与夫人带三个幼小的孩子绕道欧洲,历时三个月,返回了祖国。回到阔别11年的祖国,看到新中国蒸蒸日上,气象万千,他十分激动。回祖国不久,敬爱的周总理接见了他们夫妇以及同他们一批回国的学者专家。接见中,周总理亲切地对他们夫妇讲,你们小孩很小,你们工作一定很忙,新中国建立的时间还不长,有些地方条件还不够好,你们工作中遇到什么困难,今后可以直接去找他,他尽量协助解决。这些亲切的关怀,给了董老师极大的鼓舞。他在北大数学力学系任教,同比他早一年回国、同样受人尊敬的王仁教授共同负责创建固体力学专门化的工作,还在计算数学专业和中国科学院兼职,他夫人在北大生物系任教。他们对工作十分满意。他工作很忙,除了讲课,指导青年教师和学生之外,在校内外还承担了一些科研工作,同时要接待不少来向他请教和讨论的外单位同志,因而他的日程总是排得满满的,学生要找到他,也不大容易。虽然这样忙,但他觉得生活很充实,很有意义。现在有些年轻同志不了解当时的情况,他们以为当时一些在国外的中青年学者踊跃回国,是因为当时政府对他们有什么特殊照顾。情况并不是这样。例如董教授是1949年取得博士学位,1956年回国的,1961年他44岁时,才定为正教授。至于物质条件,就更为一般。尤其在1959-1961年三年自然灾害期间,物资供应就更为困难,但他的工作热情丝毫不减。他一贯生活简朴,衣着和家里陈设十分简单。他还同学生一起下厂搞技术革新,吃住在厂里,睡地铺。他教育学生说,这不算艰苦。抗日战争时,他参加修筑滇缅(中国云南至缅甸)公路,那才艰苦而且危险。他白天工作,晚上在油灯下看书学习。遗憾的是1956年他回国之后,由于忙于工作,不求闻达,无时间坐下来著述。所以他留给后人的文字资料不多。

虽然董教授在断裂理论研究方面留下的著述不多,但他这方面的工作,在他生前就受到称赞。1962年笔者一次去请教著名固体物理学家钱临照教授,谈及董教授和他在断裂理论方面的研究,钱临照先生称赞董教授在位错连续统理论方面造诣很深,还说董教授回国之前跟这一理论的创始人、国

际上著名的物理学家 Eshelby 教授一起工作过。一些搞材料强度学的专家也很称赞他。而他在培养人才方面所做的工作，自然也是他的诸多贡献之一。

可以告慰董教授的是，断裂理论的研究，在他去世之后，由冶金部钢铁研究总院的著名金属物理学家、科技战线的铁人陈篪等同志的艰苦开拓，已经蓬勃地在我国发展起来了。

为了写这篇文章，笔者尽可能地查阅了有关的文献。这一初步查阅，使人高兴地看到，事实上，我国在固体断裂理论及其应用的研究上已有较早的历史和很好的传统。目前查到我国最早研究固体断裂的是著名科学家李四光教授，在他 1943 年出版的名著《地质力学的原理与方法》^[9]一书中，讨论了岩石的弹性、弹塑性、塑性变形与断裂（这一点从许淑彬先生、李林先生合写的对李四光教授的回忆录中也可以见到）。在专著^[9]中，李四光教授引用了 Griffith 1920 与 1924 年的经典性论文，这是在我国学术著作中最早引用 Griffith 理论的记录。从世界范围来看，这也应该属于较早的与断裂理论有关的论著。原在北京钢铁学院（现在合肥中国科大）任教的刘淑仪教授，在 50 年代初对断裂理论的研究^[10,11]是很早很好的工作。

中国原子能研究院张兴钤教授 50 年代中期在美国时对蠕变断裂的研究，在全世界是有影响，其成果被称为张-Grant 模型^[12]。张教授是同王仁教授、董铁宝教授几乎同时回国的学者，对于在我国开创材料力学性能这门学科上及国防建设上作出了卓著贡献。冶金学家李薰教授在氢脆和氢脆断裂方面有很大成就。物理学家葛庭燧教授、钱临照教授在断裂的微观机理方面有许多贡献，散见于他们的有关论著中。1960 年由中国科学院金属研究所、物理研究所和吉林大学等单位共同主办的位错与材料物理性质讨论班在吉林大学举办，并且出版了论文集，其中涉及力学性能（也包括强度与断裂）的宏

微观相结合的问题。这些资料表明，在断裂理论及其应用方面，我国学者很早就有研究，可以说，我国在这方面是一个有很好传统的国家。在老一代的开创者中，我们说董铁宝教授是其中的一位，他是当之无愧的。

从李四光到陈篪，经历了几代创业者的艰苦卓绝的奋斗，断裂理论终于在我国站住脚，生了根，并且开花结果，在生产实践中得到了广泛的应用，产生了很好的效益。

创业者的历程是艰辛的。他们的艰苦卓绝的奋斗，为后继者铺平了道路。作为后来者自然应该继承他们的事业，把工作做的更好，以无愧于先辈。

笔者以这篇短文表示对董老师逝世 25 周年一个纪念。

参 考 文 献

- [1] 朱照宣, 林建祥. 力学与实践, 1981(2):68
- [2] Griffith A. A. Phil. Trans. Roy. Soc. (London), Ser. A, 1920, 221:163
- [3] Griffith A. A. Proc. 1st Int. Cong. Appl. Mech., Delft: 1924
- [4] Eshelby J. R. Solid state physics (ed. by F. Seitz). Academic Press, New York: 1956
- [5] 张兴钤等. 金属与合金的力学性质. 冶金工业出版社, 北京: 1961
- [6] Orowan E. Fatigue and fracture of metals. MIT Press, Cambridge, 1950
- [7] Mott N. F. Engineering, 1948, 68: 13
- [8] Neuber H. Kurbspannungslehre. Springer-Verlag, Berlin: 1938
- [9] 李四光. 地质力学之基础与方法. 重庆大学, 重庆: 1945
- [10] 刘淑仪. 物理学报, 1953, 9: 275
- [11] 刘淑仪. 物理学报, 1954, 10: 13
- [12] Chang H. C. (张兴钤), Grant N. J. AIME, 1956(206): 544

(本文于 1993 年 5 月 27 日收到)

第二届国际非线性力学会议纪要

第二届国际非线性力学会议 (The 2nd International Conference on Nonlinear Mechanics, ICNM-II) 于 1993 年 8 月 23—26 日在北京召开。会议主席是我国著名科学家钱伟长教授。会议由中国力学学

会、武汉市科学技术协会、北京大学和上海工业大学联合主办，香港王宽诚教育基金会、国家自然科学基金委、国家教委、德国应用数学和力学学会、