

见微知著

——聆听钱学森先生教诲的点点滴滴

王柏懿¹⁾

(中国科学院力学研究所, 北京 100190)

作为中国科学技术大学近代力学系第二届学生,我在入学后不久便听取了钱先生给新生介绍的力学专业内容,参加了钱先生召集的58级、59级学生座谈会,在毕业前还听取了钱先生向我们做的“如何做毕业论文”讲话。特别是,从1961年9月到1962年1月,整整一个学期,我们有幸聆听了钱先生讲授的《火箭技术概论》课程。钱先生不仅教授我们先进的基础知识,教授我们科学的学习方法,还悉心传授我们做人、搞事业、当科学家的道理。这里,追忆当年钱先生教诲的点点滴滴,以表达我们后辈学子对一代宗师的缅怀之情。

我们都是怀着敬仰钱学森大师、献身中国航天事业的心情报考中国科学技术大学力学系的。钱先生作为中科大的一名创始人、力学系的首任系主任,曾亲自对第一届、第二届(即5807级、5907级)的新生讲述近代力学专业的内容。我记得,钱先生一开始就告诉我们这些本科生:力学是一门和工农业生产、国防技术密切相关的学科。他满怀激情地说:“近代力学在这个世纪前半叶是与航空技术的发展分不开的,今后将和星际航行技术的进展唇齿相关,同学们毕业后所要干的都是前无古人的事业。”这对我们这些刚入学的年轻学子真是莫大的鼓舞啊!同时,他又告诉我们:“由于工农业生产的日益发展,特别是航空航天尖端技术的发展,力学工作者就必须考虑许多具有十分复杂的物理、化学变化的现象(例如,高温气体中的电离、离解、辐射和高空大气的稀薄效应等等)。”因此,他要求我们在学校里打好基础。我们除了学习大量的力学专业课外,基础理论课程包括数学、物理、化学,基础技术课程有电工电子学、机械设计、计算技术、测量技术等等。从中科大力学系课程的学时比例安排上,可以看出钱先生对基础课的重视程度:基础理论课的比重比一般理科专业更高,基础技术课的比重比一般工科专业更高。不仅如此,钱先生还请来了一大批名师给我们本科生讲基础理论课和专业基础课:严济慈、钱临照、应崇福、吴文俊、蒋丽金、许国志、郭永怀、林同骥、李敏华、胡海昌……,他高兴地说:“我把科学院的大炮都给我们调来了!”尽管课程如此之重,同学们毫无怨言,个个废寝忘食、刻苦钻研。因为钱先生反复给我们讲过:“你们将来要从事新科学、新技术的研究,要在尚未完全开辟的领域里走前人还没有走过的道路。”在钱先生的办学思想指导下,我们在学校里打下了坚实的基础,毕业后无论在航空、航天、船舶、核能领域,还是在石油、交通、土木、机械领域,无论是从事科学研究、技术开

发还是教书育人,同学们都做出了应有的成绩。中科大5807级和5907级的学生里已涌现了5名院士!这不仅让我想起病榻上的钱先生在四年前对温家宝总理的坦率陈言:“现在中国没有完全发展起来,一个重要原因是没有一个大学能够按照培养科学技术发明创造人才的模式去办学,没有自己独特的创新的东西,老是冒不出杰出人才,想到中国长远发展的事情,我忧虑的就是这一点。”联想到当年,钱先生曾满怀深情地说道:“为祖国迅速培养一批尖端科学的青年干部,这是一项光荣的任务,再多白一些头发又算什么?”五十年过去了,钱先生依然在培养国家科学人才的事业殚精竭虑啊!

钱先生虽然公务繁忙、重担在身,但对我们这些莘莘学子十分关爱,可谓呕心沥血、循循善诱,他教我们怎样学习、如何工作,使我们终生受益。钱先生在一次师生大会上的讲话,使我印象十分深刻。他是那样有名的科学家,一开始却说:“我只是作为一个力学工作者,谈谈自己在学习和工作中的体会。”在谈论学习和掌握理论时,他引用了中国一句老话“读书明理”,告诉大家:“要明白自然界的规律,要提纲挈领地掌握定律定理的核心内容、适用条件和因果关系。”他接着指出:“为了应用,必需强调熟练和技巧。”并诙谐地说:“我们力学家要讲究手艺。”他告诫我们:“熟能生巧,要勤学苦练,多做习题。”他还特别指出必需注意量的准确性,他说:“力学的技术报告是给工程师应用的,算错了害人匪浅,要闯大祸,流血死人。”然后具体地教授我们:“为了保证量的准确,一要熟悉一些东西的数量级,二要进行量纲分析。”对于如何解决实际问题,他说:“关键在于弄清机理。”钱先生还以自己解决圆柱壳体轴向受压失稳问题为例来教育我们:“认识真理是一个很长的过程。当时这个难题在国际力学界很受关注,失稳临界值的实验数据和经典理论相差两倍。”他白天去实验室观察现场实验,晚上在办公室进行分析计算。他采用了各种理论反复尝试,光是手稿就有800多页,经过多次失败才发现失稳是非线性的,从而找到了一个符合实验现象的模式。他告诉我们:“最后试对的那部分草稿不过60多页,而正式发表的论文仅有10页而已!”钱先生不但指明:“这一个认识过程要来回反复地搞,才能一步步地接近于真理。”而且他不忘鼓励我们:“每一次都要鼓足干劲,要有坚持的恒心、科学的态度。”他还向我们介绍自己的体会:“知识愈是广,掌握愈是深,在摸索过程中就可能走‘捷径’,可以更快地掌握机理、建立模型。”钱先

本文于2009-11-20收到。

1) E-mail: wby@imech.ac.cn

生意味深长地说：“所谓科学工作者水平的高低，就反映在这些地方。”因此，他要求我们一定要清晰的物理概念，并说：“如果你对问题的概念本来就是错误的，即使数学工具掌握得再好，技巧再熟练，也不能给你多少帮助。”他曾风趣地说过：“不会加减法可以数手指头，不会微积分可以数方格嘛！”当然，这不表示钱先生不重视计算技术，他告诫我们说：“力学工作不能仅仅停留在理论研究上，要给出具体结果，而结果是用数字、图形和表格表示出来的，因此要懂得计算数学。”他说：“人们掌握计算方法水平，制约了模型的复杂程度。”钱先生还具体说道：“你自己所计算的数据，必须保证确实，比如说一个数据要求准确到四位数，那你就不能在第三位上出错。”关于选择参考书，他说：“应当选名著，但名著不一定出自名手。要注意一本书看一遍不懂，不一定是书不好，还应该多看几遍，揣摩一下。”钱先生十分重视科学实验，他说：“实验是探索科学奥秘的手段，是技术科学的生命，而在尖端技术中尤为重要。”他给我们解释道：“因为自然界总有些问题还没有搞清楚，只有用实验来解决，而且尖端技术要保证绝对可靠，许多细节问题只能靠实验来检验。”因此他要求我们必须重视实验技术。今天，我们在科研战线上拼搏多年业已退休了，回顾钱先生的教诲，仍如雷贯耳。联想到当前学术界、教育界那些急功近利的浮躁现象，能不令人痛心疾首吗？

除了关注后辈学生的学习、工作，钱先生还像慈父一般关心我们的生活和思想，有时专程到系里找学生座谈，有时在课间休息和同学交流，有时还参加学生联欢会，我们学生们见到他总是和蔼可亲，笑容可掬。有一次课间，一位戴着深度眼镜的同学走到讲台前想问问题，但由于紧张而显得很拘束，钱先生笑着说：“你现在戴个眼镜好啊，将来老了可以晚一点戴老花镜。”一下子就把学生的心扉打开了。我记得我们高速空气动力学专业的一些同学曾顽皮地给大师们起外号，戏称钱先生为“钝头体”，戏称郭永怀先生为“细长体”。由此可见当时师生关系之融洽！我还记得 1959 年的一个冬日，钱先生亲自在系办公室和 58 级、59 级部分同学座谈，听取大家的意见，显然房间里暖气不足，我们都穿着厚厚的棉袄，钱先生也是穿着棉服、戴着棉帽、脖子上系着一条毛围巾，细心的同学还发现他帽子上打了一个小补丁。可是，1961 年他把《工程控制论》的稿费和奖金 11500 元悉数捐给力学系，为我们每个学生买了一把计算尺。1963 年《星际航行概论》出版后，他又送我们每人一册精装本。因为钱先生知道中科大学生中工农子弟很多，有不少人是光着脚板、挑着扁担来校报到的。近四十年后的今日，我和许多同学还珍藏着这些弥足珍贵的礼物，它们包含着钱先生对我们的殷切期望啊！钱先生是科学巨擘，但对学生的意见总是认真听取的，记得有一位同学曾对《火箭技术概论》课提意见：“有些课后习题一再改动，我们要做好几遍，希望辅导老师出题时不要变来变去，增加我们学生的负担。”钱先生回答说：“不能怪辅导老师，习题是我出的，一开始觉得题目各方面没有问题，就让同学们做了，后来又想这个题目，感到给的条件不太好

应该改一下，以后再想这个题目，还觉得有些地方不够准确就又改动了一些，这样再三改动给同学带来了不便，这个责任由我负责。”大师的虚怀若谷、精益求精的风范深深地感动了我们。还有一次，一名调皮的学生问钱先生：“按您讲义中的说法，宇航员每月要消耗 54 斤粮食，可我们每月定量只有 30 来斤，不够吃呀？！”先生严肃地回答：“小同学，说每句话都要注意政治影响啊！”这名同学至今仍记着这故事。钱先生真是我们后辈学子的良师益友啊！

钱先生对后辈的悉心教导还体现在 1963 年 3 月底所做的关于毕业论文的报告中，因为 58 级同学进入毕业阶段了，我们 59 级学生也一起去五道口工人俱乐部礼堂听报告。他告诉我们：“做毕业论文是练兵，但必须严格要求，要真刀真枪地练，要像对真正工作一样对待。”他强调说：“毕业论文也是练基本功，我们要练的就是做麻烦的实验和烦琐的计算，没有这些大量的平凡劳动，决不会出成果。”他要求我们：“应当以严谨、严密、严格的‘三严’作风来对待论文，毕业论文必须按照国际通行的科学论文总格式来写。”他说：“这不是为难大家，而是要使同学养成良好的习惯。”他还说：“写论文要老老实实，不能乱吹，不能含糊，如果你解决问题不是那末彻底，就要提出今后工作的建议。”钱先生不但给我们具体介绍说明了论文的格式及各部分的内容，还明确提出：“字要写楷书，不能潦草；文句要顺畅达意；公式应按正规写法；单位符号要依国家标准；所有的图和曲线都要上墨。”时至今日，我们许多同学仍牢记着这些要求。正是这种关于科研程序和成果表达的严格训练，使我们在各个行业的不同岗位上都能立得住、站得稳，攻克了一个又一个难关，攀登了一个又一个山峰。不仅如此，钱先生还结合毕业论文练兵，对即将走出校门、参加工作的同学进行科研道德规范的教育，他严肃地说：“科学工作要老老实实，严肃认真，任何马马虎虎是出不了科学成果的。”关于错误，他说道：“第一次做论文，难免出错误，犯了错误也不奇怪，但是要敢于正视错误、改正错误，在科学的道路上，决不掩盖错误。”关于合作论文，他讲道：“应该有分工，但更重要的是同心协力。”他还教诲我们：“不养成和别人合作的良好作风，将来在科学工作中是要吃亏的！”钱先生恳切地告诉我们：“根据多年来的工作经验，我深深体会到研究科学只能一步一步来，扎扎实实，顽强苦干，起初解决芝麻大的问题，以后慢慢变大，直到最后能建立一门科学。”最后他语重心长地说：“在科学道路上必须要有一股傻劲，不要怕做小的工作，需要付出大量的平凡劳动，取得每一次成功，都必须经过千百次的失败，跌倒了再爬起来，满怀信心干劲充沛，就任何困难也难不住，工作一定能做好！”这是一位科学巨星的净言，朴实无华，铿锵有力。那些在科研工作中投机取巧，弄虚作假，甚至剽窃他人成果的不端行为者在钱老面前不应当感到汗颜吗？

钱先生不仅要求我们打下坚实的专业知识基础，还非常关注学生的全面发展。他大力支持并亲自指导力学系小火箭和脉冲发动机研制小组的科技活动，他曾在校刊上撰文谈科学技术研究工作和学好外文的关系。特别是，1961 年 5 月，

在前苏联的“东方1号”载人飞船成功升空后的20天,钱先生就给科大全校师生作了一场精彩的报告——关于苏联载人宇宙飞船。他从人类飞天的向往讲到美苏的探空活动,从多级火箭发射讲到制导控制回收,从超重失重讲到空间辐射,从人造地球卫星讲到自动行星际站,从太阳系讲到银河系,从正物质讲到反物质……钱先生对宇宙航行充满了信心,他对我们说:“人在地球表面时代的科学研究创造了离开地球表面作行星际飞行的可能,而人在行星际间的科学研究会创造做大宇宙飞行的可能。”钱先生还讲到:“苏联在20世纪40年代开办了技术物理学院,为人造卫星上天和返地的一系列辉煌成就培养了一批尖端科学人才。我们今天的科大,也要为国家在未来的10年至15年内培养出一批高素质的科学技术人才,为带领人类进入宇宙飞行时代做出重要的贡献。”他要求同学们勤奋学习、红专并进、理实交融、团结协作、艰苦奋斗,最后他用一句“愿我等共勉之”结束了报告。回想这次报告,至今仍令人难以忘怀。这使我又联想到钱先生在1961年3月30日和1963年12月30日曾先后两次向力学系的学生谈到:“搞科学要专心致志,大学毕业后应当有4~6年时间苦干一番,才可能有所作为。”因此,他希望我们“晚婚”。最近,翻阅当时的日记,我曾写道:“为了打好扎实的基础,要准备6年时间,记住:1970年!”竟然还打了个惊叹号?近日,看到涂元季秘书的回忆,我更体会到钱先生的苦口真言的内涵,这不仅是他从自身经历体会到25~35岁是人生最富创造力的阶段,也基于他当时对中国航天事业在10年左右时间内实现突破的设想而对我们的期待。因此,我感到愧对恩师的期望,我没有挺到1970年,由于文化大革命,我提前一年半结了婚。涂秘书说,由于钱先生在那里支撑着,文化大革命期间我国的航天工程虽遇到很多困难但没有中断,1970年4月24日,我国成功发射了第一颗人造地球卫星“东方红一号”,然而在当晚发射现场召开的庆祝大会上,钱先生却作了检讨:“我们国家的人造卫星发射时间一推再推,作为这个技术的负责人,我有不可推卸的责任,本来我们可以在法国、日本前面发射的,现在连日本都比我们早了两个月,我们只能排在世界第五。”是啊,法国和日本分别是在1965年11月和1970年2月发射第一颗人造卫星的,而我们力学所从1958年8月开始在钱学森所长的领导下研制人造卫星,1960年2月我们自行设计制造的第一枚探空火箭T-7M就在上海南汇发射成功了。如果没有种种干扰,我们一定能赶在法国、日本前面发射人造卫星的,尽管中国第一颗卫星的重量比他们4个国家第一颗卫星重量的总和还要大,但时间晚了总是一种遗憾。大师的遗憾道出了我们学子、航天人以及亿万国民的心声。

钱先生讲授《火箭技术概论》(后定名为《星际航行概论》),对中国的教育史而言是一篇浓墨重彩的华章,对我们这些学子而言则是一种赏心悦目的享受:渊博的学识、清晰的思路、流利的口才、秀丽的板书、俊朗的仪表、飞扬的神采!我们都以能亲耳聆听大师授课而感到幸福自豪无比。记得那时是每周讲课一次,从9点开始到12点结束,连续给

我们讲了13次,涉及宇宙航行的基础理论、动力系统的原理与技术实现、人造卫星与星际航行的飞行轨道、制导通讯再入大气层问题、飞船设计与能源供应等诸多内容,甚至还讲述了原子能火箭发动机、原子能汽轮发电机、电磁流体发电机等等。这样丰富而系统的知识,不仅对我们这些本科学生就是对于已在从事相关研究的工作人员来说,都是前瞻的、先进的。怪不得当时在中科院自动化所大阶梯教室上课时,还有力学所、自动化所、物理所、电子所等科研单位以及北大、清华、北航、北理工等高等院校的专家、学者来旁听。由于座位有限,一些人只能自带小凳、马扎,有人甚至就干脆坐在过道的台阶上。钱先生在课堂上曾讲到:“为什么要开这门课?你们将来工作都是做某一方面的具体工作,但对系统和总体应当有所了解,要清楚你这部分工作在总体中的地位和作用,这样才会充分发挥你的作用。”他还告诉我们:“航天工程是个大系统工程,需要千万人参加,不能说10个中国人中间有1人参加,但可能100人中间会有1人参加。”真是教书不忘育人啊!为了保证讲课质量,钱先生还派了一名秘书,坐在大教室最后一排,以确定演讲的声音要多高、板书的字体要多大。多么敬业的大师啊!钱先生对于课堂时间安排也十分周密独到,开始用几分钟时间给同学们讲讲航天国际动态,课间经常不休息亲自为同学们答疑,最后往往进行十几分钟的爱国主义和科学道德教育,一般还会给同学们布置思考题以培养创造性思维的习惯。钱先生的期末考试也很特别,是开卷,题目只有两道:第一题为概念题占30分,第二题则为分析计算题,即“从地球上发射一枚火箭,经过太阳,在返回到地球上。请列出方程求出解”。我记得那天考试从八点半开始,整整一个上午,没人交卷,中午时钱先生说:“先吃饭回来再考。”饭后继续考到傍晚,只好结束了。显然,我们可以看出,钱先生关注的是学生们掌握物理概念、解决实际问题的能力。同学们都记得钱先生一般总是笑眯眯的,但他曾对我们生过两次气,相当严厉!一次是同学提交作业后的第二周,钱先生没讲新课,整整3个小时就专门讲了作业中出现的几个问题:小数点点错了,写单位中英文混用,量纲不对。他说:“这样肯定不行,将来工作怎么办?小数点点错一个,打出去的导弹就可能飞回来打到自己!所以你错一个小数点,我就扣你20分。”最后,他在黑板上写了几个大字:“严谨、严肃、严格、严密。”另一次就是那回期末考试,58级有位同学把第一宇宙速度答成7.8m/s,59级有位同学把火箭燃气分子量答成0到100。钱先生说:“第一宇宙速度比自行车还要慢?分子量怎么能说是0?”他又在黑板上写下4个字:“下笔千钧。”接着说:“这是我们先人说过的话,这一下子相差1000倍,你还要不要做这个工作了?你对我们这个国家、这个民族还负不负责任?”一位科学翘楚的事业心、爱国心以及对年轻学子的拳拳之心震撼着所有在场的同学。

见微知著,细微之处彰显大师风范。大师点点滴滴的言传身教像雨露一样滋润着我们的心田,引领着我们不断成长。伟人西去,精神永存!