

# 继承叶企孙先生教学理念 培养世界 一流杰出科学研究人才 ——纪念叶企孙先生120周年诞辰

朱邦芬

(清华大学物理系,清华大学高等研究院,北京 100084)

叶企孙先生是创建于1926年的清华大学物理系的首任系主任,理学院首任院长,三次临难受命主持清华大学校务,还于抗战胜利后主持过西南联大校务至复员。他对清华大学的教授治校体制,对培养清华大学和西南联大一大批杰出人才起了关键作用。清华大学物理系1929年第一届本科生毕业,至今一共有86位中国科学院院士和中国工程院院士是清华大学物理系系友(尽管1952~1982年因院系调整中断了30年),其中1952年以前清华物理系的系友74人。1929年至1938年,清华大学老物理系共毕业本科生69位,研究生1位,10年内70位毕业生中有22位后来成为中国科学院院士或美国院士,院士比率高达31.4%。此外还有多位因种种原因没有当选院士、但实际贡献丝毫不亚于院士的我国某个领域的开创者和奠基人,如冯秉铨、王天眷等。1999年我国授予23位“两弹一星”元勋,叶企孙亲自教过10位(包括王淦昌、彭桓武、钱三强、王大珩、邓稼先、朱光亚、周光召、赵九章、陈芳允等9名清华物理系的毕业生,还有机械系毕业生王希季)。特别是王淦昌先生,几乎所有物理课都是叶企孙先生亲自教授的<sup>①</sup>。此外,两位诺贝尔物理学奖获得者杨振宁和李政道都受益于叶企孙先生。李政道先生曾写道,“当时的清华大学物理系虽不能跟加州理工学院物理系相比,但当时中国的具体条件比美国差多了,在不到十年的时间里,能把一个新创办的物理系,办成为全国第一流的系,现在看来,在发展的速度上,在办系的成功上,叶先生

(叶企孙)的创业成就是可以跟20世纪初的加州理工学院相媲美的<sup>②</sup>。”

老清华大学物理系的成功有哪些独特的重要因素呢?首先,当然与清华大学的整体环境和学术传统有很大的关系,比如“自强不息,厚德载物”的校训,“行胜于言”的校风,特别是“教育救国、科学救国”的强烈救亡意识等;其次,20世纪30年代至50年代中国现代科技一片空白、各个领域急需科技领军人才,而物理恰恰是20世纪领头学科,所谓时势造就英雄;还有一个重要原因则是叶企孙先生的教育思想和实践。叶企孙不仅对老清华物理系、理学院、特种技术研究所乃至清华大学杰出人才的培养做出了不可磨灭的贡献,他还是中国科学技术界的一位领导人,是中国物理学会的创始人之一,曾任中央研究院总干事达两年,长期主管清华庚款留学基金,精心安排钱学森、龚祖同、赵九章、王大珩、马大猷、冯德培等一批有潜质的优秀人才选择中国最专业的专业去留学。他的许多学生、学生的学生,都是中国现代科技各领域的开创者。叶先生是一位培养大师的大师,确实对中国的科学技术发展,对中国各个领域科技领军人才的培养,居功甚伟。2008年叶先生诞辰110周年时,清华大学物理系专门主持召开了叶企孙的教育思想研讨会。我们把叶企孙教育思想概括为一流师资队伍建设、一流院系体制建设和培养一流人才的教学理念三个方面<sup>③</sup>。本文将集中阐述叶企孙先生的教学理念,以纪念叶先生120周年诞辰,希望能对我们今天培

养一批世界一流的杰出科技人才有所裨益。

当年叶企孙先生主持下的清华物理系,最主要的教学理念反映在以下这段文字:“在教课方面,本系只授学生以基本知识,使能于毕业后,或从事于研究,或从事于应用,或从事于中等教育,各得门径,以求上进。科目之分配,则理论与实验并重,重质而不重量。每班专修物理学者,其人数务求限制之,使不超过约十四人,其用意在不使青年徒废光阴于彼所不能学者。”<sup>④</sup>这段文字非常有针对性。20世纪20年代末和30年代初,我国高等教育有比较大的发展,大学数量增多,许多大学新开设物理系、理化系或数理系,然而物理师资力量普遍较弱,物理课程“科目过于繁多”,教材华而不实、“流于空泛”,且缺乏实验<sup>⑤</sup>。有鉴于此,叶企孙先生明确提出了上述清华物理系的教学理念,然而它的意义和作用却远不限于此。我们可以把叶先生的教学理念概括为三点。

(一)“只授学生以基本知识”。容易理解,在课程设置和教学内容方面,教授学生比较基本的知识,有利于学习一般的学生,不致负担过重;还有利于保护他们的自信心,而自信心在一个人的成长过程中,往往比一门具体课程知识更为重要。然而,“只授学生以基本知识”还有更深刻和更重要的一层含义,往往被中国教育界忽视。除了传授知识,大学教育重要的还要培养学生的能力和价值观。就培养能力而言,最重要的是培养学生自主学习和独立研究的能力,这种自学能力和独立研究能力将使人终身受益。我国历来重视因材施教,习惯上对学习好的学生,“多教一些,教深一些,教早一些”,然而这只是从传授学生知识的角度出发;而叶先生提倡的只授学生以基本知识,实质上是提供学生更宽松的空间,不仅有利于学生个性化培养,使各类学生各得其所,而且使优秀学生有更多的时间和精力去“多学一些,学深一些,学早一些”,以至研究和创造新的知识。变“教”为“学”是关键,使大学生在教学过程中从被动接受知识变为主动学习知识。老清华和西南联大的许多教师在课上讲授的内容

不算深也不算多,但他们特别鼓励一些好学生课余自学。例如,叶企孙先生讲授的电磁学这门课程所采用教材是Page和Adam写的《电磁学》,比较简明,他又推荐另外两本参考书,供有余力的学生课外自学。一本是Abraham写的教科书偏长于物理概念阐述,另一本Jeans写的长于数学推导。叶先生讲授“物性论”课程,涉及范围很广,如物质的弹性,物质的磁性、气体分子运动论,引力常数的测量,等等。每个部分叶先生都只介绍一两个典型实验,借此引进一些关键的物理学常数,然后推荐有关名著供学生阅读。例如,他在讲分子运动论时,只根据Kennard的书讲了分子速度的麦克斯韦分布、分子平均自由程、平均热速率等基本概念,然后就介绍两本介绍气体分子运动论的经典著作。据黄祖洽回忆,他在课余扎扎实实地读了玻尔兹曼的德语经典著作,对其输运研究受益终生<sup>⑥</sup>。

(二)“理论与实验并重”。中国传统教育比较重书本知识而轻实践,更缺乏奠定近代科学的基石之一——科学实验的基本概念。叶先生反其道而行之,追求教学和育人全过程中理论与实验并重。在课程设置上,叶先生和其他几位物理学前辈要求,除力学外,其他各门物理课程(包括大一普通物理,大二大三的分子物理及热学、电磁学、光学,大四应用物理、近代物理)均同时设有实验课程;基于当时许多中学没有开设学生自做的物理实验课,叶先生在清华大学还专门为这批学生开高中物理班,补其不足,为此还编写“初等物理实验”教材<sup>⑦</sup>;叶先生特别强调学生动手能力和实验本领的培养,对低年级学生增加木工及金工训练,而对高年级学生,通过课外科学研究和毕业论文培养学生的实践能力。叶先生的高足——熊大缜在大学四年级研制出中国第一台红外照相机,在清华气象台拍摄的北京西山夜景,十分清晰,是我国历史上第一张红外照片<sup>⑧</sup>。钱三强回忆,他们本科毕业论文整个进行过程和要求程度与今天大学中进行的硕士论文差不多,这种训练对他们以后从事的工作大有好处。后来到了国外,实验能力不差于在一起工作的外国青年<sup>⑨</sup>。

(三)“重质不重量”。叶先生的“重质不重量”有三重含义:一是所开设的课程的质量重于数量,鉴于当时许多高校的物理教育不达标,叶企孙和饶毓泰、吴有训、王守竞等先生曾“拟定大学物理课程最低标准草案提请公决案”,规范大学物理专业所须开设的基本课程,明确课程必须满足的最低标准;二是教与学上的高标准严要求,虽然只授以学生基本知识,但叶先生等人追求教师讲授基本知识的准确性、学生掌握基本知识的扎实程度,以及要求学生以实验为基础,从理论与实践结合角度来学习物理;三是人才培养上不重数量,限定培养学生人数,培养人才的优秀程度远比数量重要。值得注意的是,1927年,叶企孙先生在“清华物理学系发展之计划”一文中提出,“我们的课程方针及训练方针,是要学生想得透;是要学生对于工具方面预备得根底很好;是要学生逐渐的同我们一同想,一同做;是要学生个个有自动研究的能力;个个在物理学里边有一种专门的范围;在他们专业范围内,他应该比先生还懂得多,想得透。倘若不如此,科学如何能进步?”“总而言之,我们希望五年或十年后,这个实验室能不愧为世界上研究实验室之一。数十年或数

百年以后,这个实验室也许是中国的 Leyden(荷兰莱顿大学)。物理系的学生,我们希望他们个个有这样的希望,我们希望他们个个努力帮助,使这个希望实现。”在清华物理系刚创建成立后的第二年,在国内大学物理系教师普遍不做任何物理研究、学生连基本的物理实验都做得很少的年代,叶先生这样的愿景和使命感,无疑是清华物理系培养出高质量人才的强大推动力。

结合清华物理系的育人具体实例,也许可以对叶企孙先生所持有并实施的教学理念——“只授学生以基本知识,理论与实验并重,重质不重量”理解得更深入一些。下面我用李政道先生上叶先生所授电磁学课的考卷和周光召先生在清华大学物理系的成绩单为例,具体阐述叶先生教学理念的真谛。

1945年,李政道在西南联大上的“电磁学”课程,是叶企孙先生教的,采用教材是 Page 和 Adam 写的《电磁学》,比较浅显。上课时叶先生发现李政道边听课边自己在看另一本内容更深一点的《电磁学》教材,就对李政道说,你可以不必来听我的课,学你自己的东西,期终参加考试就可以了,但是实验一定要做,实验是很重要的。1993年,叶先生含

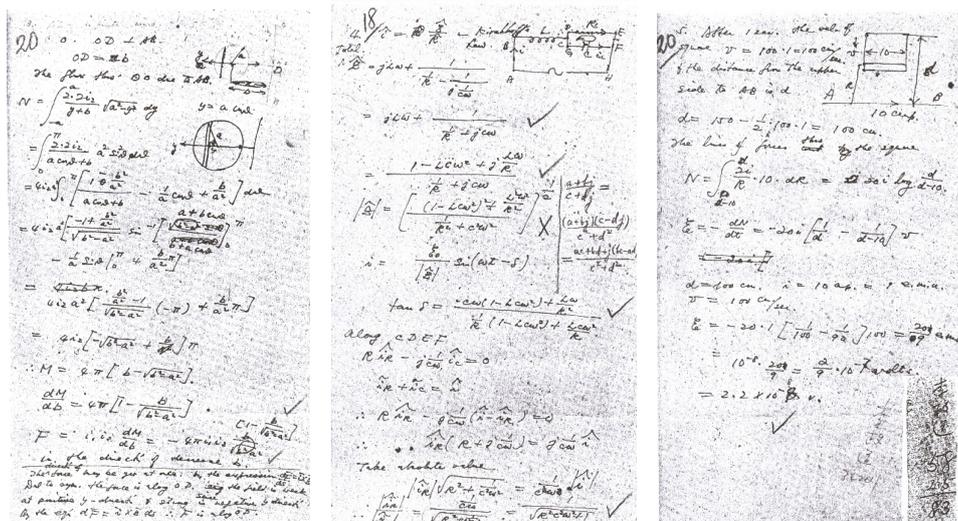


图1 叶企孙先生珍藏的李政道1945年上他教的电磁学课程的期末考试考卷。电磁学的最终成绩由两部分组成,一是理论考试部分(即这份考卷),一共三道题,每道题20分,满分是60分,李政道得了58分。在第三张纸的右下角李政道写了自己的名字和学号34204(前两位数34代表李政道是民国34年正式入学)。这张纸的背面有叶企孙给出的成绩:“李政道:58+25=83”。(骆洁女士把两者合在一起扫描,原件存清华大学档案馆)。

冤去世16年之后,他的侄子、中国科学院高能物理研究所叶铭汉院士在整理叶先生的遗物时,发现有三张泛黄的纸片,上面有叶先生批改的分数:“李政道:58+25=83”。这是叶企孙一直珍藏着的李政道的1945年的电磁学考卷,尽管考卷用纸很差,是昆明的土纸(图1)。电磁学这门课的期末成绩由两部分合成,一是理论笔试,就是这份考卷,一共三道题,每题20分,李政道得了58分,基本满分。第二部分是电磁学实验,满分是40分,他得了25分,相当于实验刚及格。两部分相加得83分。当叶铭汉把这份半个世纪前的考卷给李政道看时,李先生“百感交集,叶企孙老师的慈爱师容,如在目前”。后来李政道先生曾说过,叶先生的这门课对他一辈子影响很深,特别是让他懂得了实验的重要性。叶铭汉把李政道的这份考卷捐给了清华。从这件事我们可以看到,叶先生一方面给优秀学生以较大的自主学习空间,另一方面又严格要求,并且十分重视实验,当年之所以培养出很多人才,并不是偶然的。

2009年周光召80岁寿辰,理论物理所叫我写篇祝贺文章,我请骆洁到清华档案馆把光召的成绩单找了出来。我发现,光召先生这张成绩单,非常好地诠释了叶企孙先生的教学理念——“只授学生以基本知识,理论与实验并重,重质不重量”。

让我们看一下周光召先生大学四年(1947~1951年)所学的课程。老清华物理系本科学制为四年,实行学分制,要求修满132学分,此外还有两门不计学分的必修课:三民主义,军训和每学期都必须上的体育课。第一年“通识教育”,文、理、法三个学院一年级的课程设置都一样,要求必修的五门公共必修课分别是国文(读本4学分,作文2学分)、英文(读本和作文共6学分)、中国历史/西洋历史两选一(光召选中国通史,6学分)、微积分/逻辑/高等数学(光召选微积分,8学分)、普通物理/普通化学/普通生物/普通地质学(物理系学生,第一年要求必选普通物理课,演讲6学分,即每周讲3次,每次1学时,为时一年;实验2学分,每周做1次实验,每次3小时,为时一年)。公共必修课还包括经济学概论/

政治学概论/社会学概论三门课选一门(光召大一选修社会学概论,6学分),第二外国语(一般为德文或法文,光召在大三选修德文(一),6学分)。大二以后,除了学习微分方程(3学分)、高等微积分(6学分)、复变函数(2学分)、普通化学(演讲和实验共8学分)、分析化学(演讲和实验共2学分)、辩证唯物论和历史唯物论(3学分)、新民主主义论(3学分),三年里学的主要是物理系必修课程。从成绩单看,大学二年级:力学(6学分),电磁学(演讲6学分,实验2学分);大学三年级:热学(演讲6学分,实验1.5学分),物性论(4学分);大学四年级:光学(演讲6学分,实验4学分),电子学(演讲3学分,实验2学分),无线电学(演讲3学分,实验2学分),原子物理学(6学分),近代物理实验(4学分)。此外毕业论文(8/3学分)。

这个成绩单有什么特点呢?

(一)确实是只授学生以基本知识。在本科阶段光召学的物理课程主要是最基本的普通物理和中级力学、热学、电磁学、光学、原子物理学和物性论,课程的难度并不高。今天国内物理系学生普遍都要学四大力学,我们看到,光召没学统计力学,没学电动力学,没有学量子力学,所学的原子物理学,跟现在的量子物理学差不多。这个课程表不算难,非常基本。此外,总学分一共是 $40+32+31.5+32.67=136.17$ ,比我们今天学生学分数要低,实际学分数可能还要低一些,因为与前三年比较,第四年实验课的学分数翻了番。

(二)确实是理论与实验并重。光召实验课所占的比重相当大,前三年每学期都有一门物理实验课,而第四年有4门物理实验课。除了力学没有相应的实验课外,其他所有物理演讲课程都伴随相应的实验课。

(三)确实是重质不重量。周光召先生是当时清华物理系出名的学习最好的一个学生,然而他的平均学绩也只有82.2,成绩单里80多分的课占多数,说明当时课程虽然不算难不算深,总学分数不算高,但是教学要求却很高,含金量很高。

重质不重量,更重要的是学生知识学得非常扎

实,不光懂而且会用。这可以用周光召先生解决我国原子弹研制中的一个关键难题来说明这一点。

20世纪50年代中国决定造原子弹,当时苏联同意提供援助,有苏联专家上课。但是苏联专家讲原子弹教学模型,只有副部长或将军以上级别的才有资格去听,听课现场懂专业的只有钱三强一个人。然而钱三强是在法国留学,俄语并不是很好,加上苏联专家讲得很快,所以钱三强也只能大致记下来,下课后再由其他人根据笔记整理成文。1960年苏联专家撤走后,中国决心自力更生造原子弹。为此首先需要透彻理解并重复苏联专家讲的原子弹教学模型,也就是设法从理论上重复这个教学模型所给出的全部结果。教学模型有个很重要的图,图上有一些数字分别标记冲击波在某个位置的压力。许多人通过许多不同办法计算,始终无法重复苏联专家讲课时标注的一个关键数据。到底是专家标记错了,还是我们没有掌握方法呢?这成了当时研制原子弹的“拦路虎”。彭桓武先生让周光召来解决这个疑难。光召利用叶企孙先生讲的热学课中的“最大功原理”,构造了一个简化的理想模型,假定一个理想的“原子弹”在冲击波压缩的过程中没有任何耗散,按照热力学定律,估算可能做的最大功。周光召进行了最大功估算,证明了苏联专家那个教学模型的文件中数据标记有误,为我国自己研发原子弹扫除了一个障碍。从这个例子我们可以看到,叶企孙重质不重量、理论与实验并重的理念确实对学生日后的成长非常有益。

1929年清华大学理学院成立,叶企孙出任第一任院长,他在清华校刊上发表的《中国科学界之过去、现在及将来》<sup>⑨</sup>中指出:“纯粹科学和应用科学须两者并重”“没有自然科学的民族,决不能在现代立脚得住!”今天我们似乎可以说,中国土地如果没有诞生一批水准接近诺贝尔科学奖的成果,中国决不

是世界一流强国。改革开放40年来,中国经济取得了很大的成就,相对而言,原创性的自然科学基础研究在世界上还比较落后,培养世界一流基础科学研究人才是历史赋予中国高校的使命。我们一定要继承和发扬叶企孙的教育思想,培养世界级的杰出人才。这些年我们在清华物理系基础科学班和清华学堂物理班实践的一点体会是,一定要给学生以学习和研究的自主空间。多留点空间让学生自己去思考、去学习、去探索。过去我们对优秀学生实行因材施教,通常是让他们“学多一点,学深一点,学早一点”,如今我们的因材施教做法是,越优秀学生,越要给他们留下较多的自主学习和自主研究的空间。这些年,物理系基础科学班和学堂班出了不少优秀人才,这些优秀学生一个共同的特点是,他们有很强的自主学习能力和自主研究能力,我看好他们的未来!

① 清华物理80年,朱邦芬编,清华大学出版社,2006年。

② 纪念叶企孙老师,李政道,263页,《清华物理80年》。

③ 实践叶企孙教育思想,朱邦芬,王青,物理,38卷(2009年)第9期,671-674页。

④ 物理学系概况,叶企孙,参见《清华大学史料选编》,第二卷上,396页,清华大学出版社。这段文字初载于1931年9月《清华消夏周刊迎新专号》,稍作修改后又载于《清华周刊 向导专号》,1934年6月;《清华周刊 向导专号》,1936年6月。

⑤ 拟定大学物理课程最低标准草案提请公决案,叶企孙等,《叶企孙文存》(增订本),叶铭汉、戴念祖、李艳平编,186页,科学出版社,2018年,北京。

⑥ 三杂集,黄祖洽,26页,32页,北京师范大学出版社,2004年,北京。

⑦ 初等物理实验,叶企孙、郑彦芬编,清华大学出版,1929年。

⑧ 一代师表叶企孙,245页,钱伟长主编,虞昊副主编,上海科学技术出版社(1995)。

⑨ 中国科学界之过去现在及将来,叶企孙,《国立清华大学校刊》第114期第二版1929年1月22日。