

# 一本不可多得的应用数学专著

## ——评介钱伟长院士的专著《格林函数和变分法在电磁场和电磁波计算中的应用》

戴世强

(上海大学;上海市应用数学和力学研究所,上海 200072)

最近,上海大学出版社推出了钱伟长院士撰写的应用数学专著《格林函数和变分法在电磁场和电磁波计算中的应用》(修订版),该书初版于1989年问世,原为上海工业大学辐射和天线研究班的授课讲稿,出版后广受欢迎,很快售罄,现经作者修订,以更精致的形式发行。此书共分十章,前三章和第四、五章分别阐述格林函数和变分法的基本理论,后五章论述它们在电磁衍射、辐射、散射以及波导问题中的应用。全书视角独特、深入浅出、论点鲜明、论述严谨,是一本不可多得的应用数学专著。

众所周知,钱伟长院士是闻名中外的大科学家,但多数人只知道他从事的主要专业是应用数学和力学,他怎么能写出一本涉及电磁场的专著呢?原来,钱伟长先生有一段鲜为人知的经历:1942年他在加拿大多伦多大学获得应用数学博士学位之后,出于当时二战的需要,曾作过一段电磁波导的研究,而且在理论和实践上颇有建树,由于他毕业于清华大学物理系,在物理学和数学方面功底深厚,加上有实践的积累,写起这种专著来自然是得心应手的了。一般人著书立说的时候,手头总是放着一大堆有关书籍,不时翻阅查看,以便“引经据典”。但是,据他当时的一位学生所说,钱先生写这本书的时候却另有一景:他的案头不放任何“典籍”,全书一千多个公式,都是信手写来,时而在草稿纸上作一些推导,可见对已有学术成果他早有成竹在胸,而书上的不少结果,是出于他本人的创造。

大家知道,格林函数法和变分法的提出和发展已有二三百年的历史,有关专著如汗牛充栋,要把这类著述写得有特色、有新意,真是谈何容易!而笔者在通读这本书时却一再拍案叫绝,深深感受到它是出于大家手笔。掩卷之时,总结出它有如下特点:

### (1) 视角的独特性

尽管论述格林函数法和变分法的书籍不在少数,但把它们与电磁场、电磁波计算“捆绑”起来描述的专著在国内外并不多见,尤其是从变分原理出发作系统的电磁学计算更为少见。笔者系统地学过电磁学,对书中提到的格林函数描述并不陌生,在日常科研实践中也时常应用,但通读此书后仍有“醍醐灌顶”之感,觉得使自己过去所学的知识系统化、实用化了;而对于一些电磁变量、参数的变分计算,则是倍觉新鲜。笔者想,对于从事电磁场的理论和应用研究的教学、科研人员来说,若能熟读此书,定能获益匪浅;

### (2) 论述的科学性

大家知道,应用数学类的专著有两种写法:归纳式的和演绎式的,或者两者兼而有之。研究纯数学出身的人对演绎法更为青睐,从定义、假设、公理、命题出发,证明引理、定理,作出推

论、应用,倘若这本书如此写来,肯家会吓退一批电子工程师;而钱先生在此书的写作中实践了他的一贯主张,即应用数学的论述应以归纳式为主,即从实践应用出发,分析若干案例,归纳出主要结论,再加以演绎、证明、推广。比如说,他在引进格林函数时,先举通俗易懂的三个例子:单弦受横载的变形、单弦受迫振动、梁的横弯曲(这里他也流露了他的力学家本色),据此讲述格林函数的五大特性,并引进互易定理,然后再用一般的二阶方程、狄拉克  $\delta$  函数,严格地论述格林函数;再如,在论述变分原理时,他又举出三个经典的例子:两点间的最短连线问题、最速降线问题、短程线问题,自然地阐明了变分法的基本概念,如泛函的极值、约束条件、约束的变分(条件变分)等等,接着再叙述欧拉方程、变分基本定理、拉格朗日乘子法等;在叙述他最拿手的拉格朗日乘子法时也是从最简单的函数条件极值讲起,使得读者即使数学基础薄弱,也能毫无困难地跟着他的思路走向更高的境界,学到实际的本事。然而,作者作这种归纳性的叙述时,并没有放弃数学的严格性,对书中出现的每个概念、定理,都进行了严谨的描述和严密的证明。

### (3) 内容的可读性

听过钱伟长院士授课的人都会为他深入浅出、引人入胜的的阐释能力所倾倒,这本书也保持了这种阐述特色。一些相对地艰深的部分,经他一讲述,就变得明白易懂的了。例如,条件变分、广义变分原理、拉格朗日乘子法、Rayleigh-Ritz 法等等,数学根底稍差的就会觉得难以掌握,但钱先生先告诉你最浅显的实例、最基本的思路、最重要的应用的程式,使读者在不知不觉中了解了概念或方法的核心。作者掌握了人类的认识规律,所有叙述都是由浅入深式的:讲格林函数,从一维、到二维、三维,从纯量格林函数到并矢格林函数;讲变分法从无约束变分到条件变分、从边界条件到自然条件、从 Sturm-Liouville 方程的特征值问题到 Schrodinger 方程的能级;讲应用,从简单的衍射、辐射,到表面散射、小孔衍射,乃至波导中的电磁波传播。这样,听着作者娓娓道来,读者能很快领略全书的内容。

### (4) 选材的实用性

作者认定本书的主要读者是电子工程的从业人员,因此用了半本书的篇幅阐释了几个最主要的电磁辐射方面的实际问题,包括电磁波在界面、物体和孔隙上的衍射和散射,在空腔和波导管中的传播和截止,给出了有关衍射-散射波幅和能量和共振频率、截止频率的计算公式,这些结果可以在工程实践中直接应用。

### (5) 专著的自洽性

作者对全书的内容作了精心安排,有关格林函数法和变分法的内容从头讲起,很有系统性,所有概念和方法的引入、公式的推导无不有理有据、自成体系。更值得一提的是,此书还有一个很好的附录,涉及矢量代数和矢量分析、矢量空间和线性算子、并矢分析以及狄拉克记号,叙述简洁具体,所以,具有工科数学基础的人,在参阅了这些附录之后可以不费劲地读完此书。

综上所述,这本书堪称应用数学类专著的一个典范,对电子工程专业从业人员来说,是一本很好的参考书;对其它专业的人员来说,如果要了解格林函数和变分法,也不妨细细阅读此书;对笔者这样从事应用数学研究和教学的人来说,不仅可以从中学到具体知识,而且在治学方面,可以得到莫大的启迪。

从出版质量角度来看,此书属于上乘,编排规范、印制清晰、装帧精良,就笔者阅读所见,尚未发现大的印刷错误。可以看出,编校人员为出版此书付出了辛勤的劳动。笔者认为,大师级作者的著作应该有这样的出版质量。