

# 蒲富恪和小天线计算

郝柏林

2005 年 4 月 9 日

20 世纪 50 年代中，中国科学院物理研究所先后派遣了多位已经在所里工作过一段时间的年轻人到苏联深造。他们之中有磁学室的章综、蒲富恪、孟宪振，半导体室（1960 年 7 月 1 日独立为半导体研究所）的连志超、殷士端，还有后来为开拓我国电介质物理研究倾注了毕生精力的李从周。

我 1959 年被分配到物理研究所理论室（七室）工作时，蒲富恪已经在苏联科学院以斯捷克洛夫命名的数学研究所波哥留博夫院士的组里深造。1960 年夏，我作为中国科学院高分子物理考察组的成员访问列宁格勒，一个星期天在远郊的维堡风景区中国留学生的郊游活动中，初次见到章、孟、连、殷四位。顺便提一下，维堡原为芬兰领土，1940 年苏芬战争后，割给苏联。后来，章殷二位结成夫妇。蒲富恪取得“副博士”（相当于美国博士）学位回国后，在磁学室（二室）建立理论组，我们才彼此见面。理论室和二室理论组是独立无关的单位，我们甚至因为争取人才还发生过矛盾，那都是由孟宪振调解的。1965 年深秋，连志超在上海技术物理研究所实验室氢气爆炸中牺牲。孟宪振于 1967 年含冤去世。

1969 年 10 月 19 日周恩来总理和中央文化革命领导小组召开广播通信系统的会议，检查备战工作。会上反映的问题之一，是天线尺寸太大，不利隐蔽。于是会议决定组织全国性会战，解决缩小天线尺寸的问题，是为“1019 任务”。由总参通信兵部牵头，一共设立了 8 个课题，物理研究所承担了其中两个：套介质天线和超导天线。套介质天线课题由原磁学室和电介质室两部分做实验的人组

成。消息传来时，我已被工农兵毛泽东思想宣传队分配到胰岛素结构分析组帮助处理数据。于是我找到驻所军代表说，天线是可以从理论上计算的，我愿意组织一个计算小组，参加 1019 任务。

军代表同意之后，我立即找了蒲富恪，同他分别和一些原七室和二室理论组的成员谈话，动员他们来做天线计算。在当时理论工作受到普遍冲击的背景下，我们只找到冯克安、蔡俊道等几个人，加上数学所方程室派来的罗佩珠、李才中和王厘尔，还有中央广播事业局派来的文化大革命前已是 8 极工程师的潘振中。大家开始学习天线理论和数值计算的基本知识，我还开始为部分组员补讲程序设计。

工作开始不久，蒲富恪用简单的估计说明，对于偶极天线振子套磁介质可能起些作用，而对于环状天线，套电介质材料才有影响。由于物理所的主要任务是中波广播天线的小型化，而中波天线都是以大地为镜面的半个振子，于是电介质室的人很快撤出任务组，只剩下由林泉负责的磁性材料实验组。多年研究穿甲弹陶瓷引信的李从周同装甲兵有较为密切的合作关系，他知道坦克用的 4.8 米振子天线在平时演练中就发生过天线触及高压电线的事故，于是保留了一个坦克天线小型化的任务组同我们共同奋斗。

1969 年底和 1970 年初是我们最困难的时期。当时最容易想到的计算办法，是求解波动方程。振子附近要对远小于波长的区域进行计算，才能获取有关天线设计的知识，而远场区至少也要算到几个波长才能得出某些天线参数。尺度的悬殊只能算一条技术困难。更严重的问题是波动方程有汇聚和发散两套解，怎样提示计算机只保留向外的发散解。在解析处理时这就是著名的索墨菲边界条件。数值计算中应当怎么办？王厘尔的爱人乌华莫后来建议直接求解一阶的麦克斯韦方程组的初值问题，直到取得定态解。这样就只需在无穷远点加零场条件，绕开另一个边界条件。

蒲富恪知道恰当地使用积分方程可以把边界条件同时计入。积分方程有两大类，第一类积分方程的未知函数完全出现在积分下面，解不能简单地确定，因为可以适当改变已经找到的解，但积分效果不变。第二类积分方程的未知函数还出现在积分之外，因此解就适定了。然而，天线问题只导致一个很弱的第二类积分方程，积

分符号之外不是整个未知函数，而只是函数在一点上的值。我们当时在天线理论基础上下了不少功夫，一时定不下来实际计算方案。

那时 1019 任务在全国全军的许多单位以“大搞群众运动”的方式展开。南京军区的一位战士找了一把铜茶壶，中间焊上一根铜棍，就同北京军区通起话来。于是“以通为主”就成了群众运动的指导原则。林彪的儿子林立国拿了一批战士们创造的小天线，向林彪汇报。林彪说，看来只要方向对头，有小学、初中文化就够了。

1970 年 5 月初，中国科学院军代表在中关村召开京区各所革命委员会领导成员参加的贯彻毛主席“五七”指示的学习班。军代表在报告中说，“你们到底要走什么路线？是南京军区的铜茶壶路线，还是物理所的小天线路线：请了两个留学生算，越算越糊涂。”传达下来，我们当然受到很大压力，周围一片“理论脱离实际”的指责声。蒲富恪私下对我说，我们哪里是脱离实际？我们是脱离理论，对数值计算的理论知道得太少。我去找物理所军代表王铁军，声明如果物理研究所连数值工作都不能允许，我要求调到工业部门去做数值计算。王铁军的态度比较缓和，他表示支持我们把天线计算坚持下去。

于是我和蒲富恪分工，我抓微分方程的数值解，他继续积分方程的理论分析。为了保住一部分人留在所里计算，我曾经下到国营 798 厂去“联系实际”，每天顶着烈日在天线馈线上测量“驻波比”。白天享受着最酷热条件下工做的冷饮供应，晚上在酒仙桥当时唯一的小酒馆里浅酌。我们的工作也逐步有了眉目，两条线都开始先后出结果。实验组“以通为主”的工作，曾经以位于陕西蒲城的中国科学院授时天文台为实验点，在东北、新疆和海南岛接收信号。套介质天线的一大缺点是自身重量。只有坦克上的“车载天线”不受此限，实验中有过好评。

1971 年 9 月 13 日林彪的三叉戟座机在外蒙古温都尔汗“折戟沉沙”，国防科工委和总参通信兵部的领导层受到冲击，1019 任务陷入无人问津的状态。这倒给予我们机会，同林泉的实验组配合，从容认真地对计算结果做了实际检验。我们先后写了 4 份油印的工作报告。1974 年初，我执笔向所里写了一份“关题报告”。在我的研究生涯中，写过多次开题报告。关题报告却绝无仅有、只此一回。

报告的基调是，在牺牲效率和带宽的条件下，可以借助外套磁性介质的办法缩小天线振子的尺寸，并且还给出了设计套介质振子的手续。我们希望今后任何人再次提出“小天线”任务时，可以从检验或推翻我们的结论开始。

这里还要提一下所谓“以通为主”的方针。且不说南京军区战士使用的是低功率短波对讲机，我们的任务是千瓦以上的中波广播天线。无线电信号传播受到电离层条件的直接影响，因而对天候季节相当敏感。在“小天线热”冷却之后的反思中，我们了解到，没有一个小天线能一年四季全天候下畅通无阻。时而通上一、两次是不难的。万里长征中的红军电台台长，中央邮电部老部长钟夫翔那时在报告中曾回忆说，长征途中一次整夜在帐篷里通信，第二天早上才发现不知什么时候天线已经已经被风吹倒。即使是技术性的任务，也要尊重科学规律。用看来有些道理的浅显口号指导科学技术工作，我们已经多次受其危害。

1976年打倒“四人帮”之后，我以油印的工作报告为基础撰写了两篇论文发表在1977和1978年的《物理学报》上。由于在近四年时间中，许多人调进调出，加之个人署名仍有禁忌，两篇文章均署名“北京天线小组”。蒲富恪领导的积分方程方法，总结成文较晚，出版气氛已较为正常，得以同冯克安联名发表在《物理学报》上。