

## 瞽贤庞特里亚金\*

宋肇 中国工程院



列夫·庞特里亚金

1957年，我在包曼高工已念了四年炮工，专业是高炮自动控制。数学是该技术的脊梁。计算弹道、炮筒设计、雷达跟踪、伺服控制等都需要数学。1957年莫斯科大学数学力学系开办了“工程师数学进修夜校”，学制两年，每晚8点到10点两节课。我刚进五年级，心想到毕业时还有一年半，来得及学完大部课程，立即报考，被录取。从此昼夜就读于两个学校，坚持了两年，直到毕业。

莫斯科地望北纬55度，夏日短暂，转瞬即逝，与南方冬天反衬。机关学校放假两月，纷纷去赶晒宝贵的阳光。9月初上班，白昼迅速缩短，冬季长达9个月。早上6点起床，7点进地铁，8点钟上课，尽在黑夜中，从不见清晨日出。下午4、5点太阳已落，无睹落霞黄昏。莫斯科人好像终生都在黑夜中度过，重大事件都发生在夜间。本校下课后，已是夜色朦胧，半城灯火，跑步奔向地铁，从东城赶往西南郊列宁山上的莫斯科大学听课。车行约需1小时，只能在车上复习前课赶作业，不容旁骛。夜校晚10点下课，11点才能回到宿舍，胡吃点东西权当晚饭。子夜后转向明日轮回。匆忙终日，激扬于数形，觉得时有收获，天天有长进。

夜校第一堂课是微分方程，授课的竟然是著名的盲人数学家列夫·谢苗诺维奇·庞特里亚金（Lev S. Pontryagin, 1908–1988）。200多学员，第一次见到他都目瞪口呆，惊讶不已。他坐在讲台一侧口授，一位女孩在黑板上写公式。庞那年49岁，标准俄罗斯人形象，中等身材，头发稍曲，双眼凹陷，深不可测，总低头沉思，静谧如禅。讲课声音不低不亢，不快不慢，句句清晰，语气笃定，基如磐石，无一废字，极便于学员作笔记。他习惯用右手五指分夹住一串念珠，左手不断改换珠

\* 此为宋健近述《回忆录》中的一节

位，像在打算盘，令人想起中国寺庙中念经的道长。他细听着助教在黑板上写念的数学公式，不时提示纠错，“不对，那里应是小于等于而不是等于”，或者笑着说“尼娜又胡说了！第三项应该放在大括号外面。”写满黑板的公式，他“看得”比我们还清楚。那两节课，我们的注意力全在窥探盲师的神秘动作和风范。他讲课通俗易懂，偶尔联系力学、电学、控制实例，很少引用抽象概念，学员无玄虚之感。只用了一个学期就把常微分方程课讲完。五年后此讲义由苏联科学院出版，获国家列宁科学奖<sup>[1]</sup>。

列夫·庞特里亚金十月革命前出生在莫斯科一个平民家庭，父母都来自农村。父亲是会计，读过6年小学，一战时被征当兵，被德军俘虏，战后遣返回国。母亲是裁缝女工，只读过一年书。列夫8岁入小学，13岁时因修煤油灯发生爆炸，双眼失明，眼球被摘除。忍盲回校续读，17岁中学毕业。开始想学音乐谋生，练了三年钢琴，不成功。文科考的不好，改学数学。1925年考入莫斯科大学物理数学系，读四年大学又两年研究生，成绩优秀，受到数学老师帕维尔·亚历山大洛夫（Pavel S. Alexandrov, 1896–1982）的喜爱和悉心指导长达十年。大学时期随老师所好，对几何、拓扑产生了浓厚兴趣，屡有奇想，写过四篇论文，由老师帮他译成德文发表。最著名的是他找到了从球面 $S^{n+1}$ 到 $S^n$ ,  $n>2$ 的所有同伦映射类，至今常被引用，对代数拓扑同调、同伦理论的发展起到了开拓和推动作用，奠定了他在代数拓扑领域中的先驱地位。毕业后留校，27岁成为教授，被授予博士学位。31岁被聘为苏联科学院数学所拓扑几何研究室主任，同年当选为通讯院士。50年代转向应用数学，投入控制论的研究，组领团队，在最优控制和微分博弈问题中取得突破性成就，成为控制论学科的里程碑，当今以

“庞特里亚金极大原理”著名于世，广泛应用于物理、力学航天和自动控制等工程实践。1958年当选苏联科学院院士，1966年当选国际宇航科学院院士，1969年被授予全苏劳动英雄称号。一生获国内外褒奖无数<sup>[2,3]</sup>。

据庞特里亚金晚年回忆，他能从幼年致命的警灾中冲出，活过荣光的一生，除自己超强



列夫·庞特里亚金的父亲（1904）谢苗·阿奇莫维赤·庞特里亚金(Semyon A. Pontryagin, 1875–1927)



母亲（1904）塔琪雅娜·安德烈夫娜·庞特里亚金（Tachiyana A. Pontryagin, 1880–1972）



列夫·庞特里亚金（前左）1930年代在拓扑学研讨班上。旁边是数学家帕维尔·谢尔杰维赤·亚历山大洛夫

的记忆和想象力，终生不息的蹉跎拼搏精神外，起决定作用的是母爱和导师亚历山大洛夫的伯乐情。幼年时，父亲参战被俘，后又早逝。失明后，妈妈爱子如命，护他大半生，直到92岁去世。为谋生计，先送他学音乐，三年未成。改学数学，为他请老师，家教三年，培育了对数学的爱好。1925年苏联革命高潮中，要报考大学，出身非工农，父又是德俘沙俄兵，政审通不过，母亲奔诉各级，疏通关系才获准。进大学后，早晚乘公交1小时，多由妈妈接送。后挂“盲人公示”，每求助同乘引路。为助子作数学，年近50的母亲开始学德语、英语，数学，打字，写信，为他读听数学论文，抄写笔记。据科学观察，常人从外界所得信息知识，80%靠视觉，听力和其他贡献很小，故云眼睛是灵魂的窗户。没有盲文读物，列夫全靠听力学习，形数万变，两耳知音，唯一工具是录音机和打字机。

被聘为教授后，1935年他决心写第一本书《连续群》，费时两年，背诵出40万字草稿。初披头散发，差强人意，由老师亚历山大洛夫帮他

修改文字，重编章节，由母亲打印和填写公式，于1938年在美国普林斯顿出版，一举成名，震动了科学界。三年后此书获苏联国家奖。二战后被视为经典译成各种文字出版<sup>[3]</sup>。

二战后的自动化运动改变了庞特里亚金的研究方向。50年代初，苏政府号召科学家理论联系实际，数学所领导建议他转向应用数学研究。他自己也感到“拓扑学虽美，属阳春白雪，太抽象，实用少，仅少数人能欣赏”<sup>[2]</sup>。在政治形势和自我沉郁双重压力下，他与三位学生（书[2]的作者）一起到工业部门调研，请工程专家讲课，参观实物现场，搜析国外资料，斟酌两年多，确定了以研究控制论为新方向，主攻最优控制理论，去“证明数学的潜力和存在价值”。

自1956年，庞特里亚金领导的小组陆续发表关于最优控制的最新研究成果，今称之为极大值原理，找到了在最一般情况下最优控制的必要和部分充分条件，与经典最小作用原理相洽，构建了从18-19世纪欧拉（1707-1783）-拉格朗日（1736-1813）、哈密顿（1805-1865）的解析力学到新生控制论之间的桥梁，对正在费尽心机解决各种自动控制问题的工程界不啻振聋发聩，一大批工程技术问题变得豁然开朗，迎刃而解。这居然是一位盲人数学家领导获得的成就，就更加令人敬佩。此前，外行人很少知道他在拓扑学方面的成就。极大值原理公布后，崇敬他的粉丝遍布全球。

航天科学界最早觉察到极大值原理对宇航的重要，首选他为国际宇航科学院荣誉院士（1966）。正在航天领域雄心勃勃领先世界的苏联政府授予他列宁勋章（1967）和劳动英雄称号（1969）。在数学界也名望大振，旋即被选为国际数学联合会副主席（1970）。通过理论联系实际，庞特里亚金达到了一生的荣耀巅峰。1960年

被邀为国际自动控制联合大会 (IFAC, 1960) 首席报告人。邀他讲学的信函如雪片飞来, 10年访学欧美各国15次, 成为世界数学明星大师, 冷战时代的苏联火炬。他实现了自己的理念, 证明了“数学和数学家们的存在价值”。

IFAC大会后, 我们去旁听庞主持的讨论班。中间我憋不住插话, “极大值原理使费德鲍姆的n段定理一目了然, 用等时场综合最速控制系统成为可能。”他小声问, “这是谁?” 同学布特柯夫斯基 (Butkovski A.) 告“他是中国研究生”。他微笑着自言自语: “那当然可能”。过去很少见过他有笑容。

极大值原理的成功和广泛应用使庞特里亚金愈加坚定他的信念: 认识客观世界和改进工程实践是数学的天赋和向前发展的源头活水。他极力反对把数学引向孤芳自赏的独立王国, 与人类生活隔离的柏拉图主义倾向, 斥之为唯心主义的形而上学。他不喜欢泛函分析, 不相信希尔伯特或布尔巴基所倡建的公理体系能长成天国乐园。他公开反对在中学教科书中大讲集合论, 认为那将“疏远青少年与客观世界的距离, 窒息他们对自然和生活的灵感”。此论曾惹起主张中学教科书现代化的数学家们强硬反抗, 双方音高弦绝, 激烈争论了长达十年之久。的确, 庞特里亚金的数学论文和名著中很少从公理体系出发, 从不先圈定函数空间, 需要什么拈什么, 倒甚方便。证明极大值原理时, 在可微函数类 $C^1$ 的运算中背例采用了 $\delta$ -函数的“针状变分 (Spike Variation)”, 大大简化了推理过程, 未见有人反对, 反而纷纷称奇。

庞特里亚金出生于十月革命前, 成长于苏联时代。双目失明后, 受母爱呵护, 母子相依为命64年。上大学后脱颖而出, 老师、学校、政府视为国宝, 尽心关怀。本人勤奋, 全心献身数学,

一路风顺, 登上巅峰, 赢得全世界敬仰。但是, 阴晴圆缺, 不测风云, 世事沧桑, 人无完福。有些苦衷使他终生不能豁达。

1934-1939年苏联发生了全民恐怖的肃反运动。数百万干部、党员被拘捕, 或以“人民敌人”污名被杀害。1939年恶浪波及到科学界。有人控告苏联数学大师鲁津 (N. N. Luzin, 1883-1950) “反苏反党”, 中央报纸上点名“揭露鲁津的真面目”。刚当选通讯院士, 31岁的庞特里亚金不相信他崇敬的这位数学家会“反革命”, 打电话表示慰问, 还在揭批大会上发言, 公开为他辩护。此举引起同行震惊, 一时失去了上级和师生对他的信任。他的老师, 知内情的亚历山大洛夫警告他, “你的行为十分危险, 你怎么能打电话给他, 在大会上说那种话?!”从此与他拉开了距离。后来分道扬镳, 屡生龃龉, 劳燕纷飞, 留下一生苦涩。

其次是家事不畅。父亲去世 (1927) 后, 母子相依为命, 形影相吊。母亲主持家务, 万事亲躬, 护犊爱深责切, 专断独裁。列夫无法反抗, 只能用顺从回报母爱。1941年6月22日苏德战争爆发, 已当选为通讯院士的列夫受到政府保护, 随数学所撤离莫斯科, 疏散至1500千米以东的喀山。他遵母亲之命与其好友之女塔西娅·伊万诺娃结婚后共同撤离。两年后战争危机刚过, 全家随数学所迁回莫斯科。患难中易处, 和平时难容。母亲嫉妒媳妇夺走儿子, 对她百般限制, 千种约束, 事事冲突, 天天吵架, 拍枱倒凳, 鸡犬不宁。塔西娅终于忍无可忍, 独自跑到列宁格勒去攻读生物学学位, 誓死不再回莫斯科, 只好于1952年离婚。缺乏理智的母爱终于搅黄了儿子的婚姻。6年后庞才遇到另位意中人, 乡村医生阿历山达·依格纳夫娜, 月老是数学家德洛纳 (Delone B.N.), 于1958年再婚。同年当选为



院士，双福迭至。妈妈虽已年近80，性格依旧，专断更甚，又与新媳不和。再吵闹十多年，直到1972年92岁去世为止，此时庞特里亚金已64岁。家事不畅是庞一生的痛苦。先哲孟德斯鸠（1689–1755）总结人类史说，“凡领袖当久了，都有走向专制的倾向，应限期更换”，这是指国家政治。对家庭不能适用，亲妈不能换。

庞特里亚金在苏联时代长大成名，千种理由使他热爱自己的祖国，憧憬着美好的未来。60岁以后，他希望从“证明定理的劳作”中淡出，转向更旷达的命题，做点入世大事，都不算成功。1967年发生第三次中东战争，以色列空军发动突然袭击，摧毁了埃及的空军主力 and 叙利亚、约旦的大量飞机，地面部队6天内占领了西奈半岛、加沙、约旦河西岸和戈兰高地。五年后的1973年，埃及、叙利亚和约旦等为收复失地，联合组织50万军队突然进攻以色列，发起第四次中东战争。从10月6日至10月24日激战18天，双方伤亡惨重，以色列转败为胜，最后由联合国监督停战。苏联支持阿拉伯各国，美国全力支持以色列，形成冷战时期美苏对峙高潮。苏政府阻止苏联学者迁居以色列，支持以色列的各国科学家发起反苏运动。庞特里亚金挺身而出，为苏联政策辩护，带头抵制参加某些国际学术会议。团队内部又与他的犹太裔学生合作者波勒强斯基（V.G. Boltyanskii）因版权争议闹翻，从而被诋为“反犹主义者”恶名。孰知政治形势多变，80年代戈尔巴乔夫执政后，又否定了苏联过去的政策，恢复了与以色列的友好关系，开放向以色列移民，庞觉得苦涩不堪。直到晚年他仍念念为自己的言行辩解，显得苍白，不像他的极大值原理和同伦映射那样令人信服。他可能已意识到，这类“大事”属于NP难题（Non-Deterministic Polynomials），不可能在有限时间内用数学方法

求解。

早在1960年代，苏联农业、水利、经济界发起一项北水南调倡议：从流入北冰洋的伯朝拉河（Pechora）和北德维纳河（Severnaya Dvina）调水向南，补充到伏尔加河，以提高后者的航运、发电、农灌能力，最终流入和拯救正在消失的里海。伏尔加是俄国的母亲河，流域136万平方千米，人口占俄国欧洲的1/4。河畔水网自古是俄国粮仓。沿3700千米干流上建有12座阶梯水电站，装机近1000万千瓦，是苏欧的主力电源。那首民歌《伏尔加船夫曲》和画家列宾的《伏尔加河上的纤夫》油画家喻户晓，成为俄罗斯的乡愁图腾。



列宾油画：《伏尔加河上的纤夫》

70年代苏政府把调水工程正式列为长远规划科研项目，由苏联科学院水利资源所和新成立的北水南调研究所共同负责论证。经过十多年的地理勘察和分析论证，提出了实施方案，引起全社会关注：一期工程年调水58亿立方米，二期提高到每年150亿立方米。庞特里亚金觉得兹事体大，于1986年亲自致信戈尔巴乔夫总书记，表示坚决反对水利部门的调水方案，理由是（一）降水、干旱、气候变化等自然过程太复杂，影响因素太多，随机性很大，不可能准确预测；（二）两个研究所的预测不可信任，数学模型本身考虑不周，数据有严重错误；（三）“北水南调研究

所”的名字就惹人生疑，他们必须证明调水方案的合理性，否则就没有成就。应该停止拨款，解散这个所。总之，他呼吁，这项计划十分昂贵，不合时宜，极其危险，应该撤消<sup>[1]</sup>。戈尔巴乔夫对庞的建议毫无反应，他的注意力全不在此<sup>[6]</sup>。局外人对这项计划的可行性无以至喙。但对他完全否定系统分析的预测能力，颠覆了计划经济学的理念，各界颇有微词。是经历感悟，或数学理喻？他没有解释。的确，谁也没能预测到，仅5年后连他所痴爱的苏联也不复存在，反证了他的呼号不虚<sup>[6]</sup>。

庞特里亚金于1988年5月3日逝世，享年80岁。一位誓贤大师走完了艰难的旅程，追随欧拉、拉格朗日等先贤，度过了光辉的一生。身后却是另一个悲壮时代，树倒枝散，悲怆世坛，抱迷茫而长终。时间不能倒流，往事又不可追，真理仍在遥涯，数学和炮兵都无奈。

## 参考文献

- [1] Pontryagin L S. Memoir. Moscow, 1998 (俄文) .
- [2] Pontryagin L S, Gamrelidze R V, Boltryansky and Mishenko E F. The Mathematical Theory of Optimal Processes. John Wiley & Sons, 1961.
- [3] Pontryagin L S. Topogical Group(1938). 中译本, 连续群. 曹锡华译. 科学出版社, 1957.
- [4] 庞特里亚金 L S. 常微分方程. 金福临、李训经译. 上海科技出版社, 1962.
- [5] 庞特里亚金 L S. 最优化和微分博弈 (俄文). 苏联科学院通报, 1978, N7, 10-17.
- [6] 戈尔巴乔夫. 孤独相伴——回忆录. 潘兴明译. 译林出版社, 2015.