

科学家回忆录：刘林教授科研成果、学术经验和科研感悟

刘林[†]

(南京大学天文与空间科学学院 南京 210023)

摘要 文章由南京大学天文与空间科学学院刘林教授自述其学术生涯的成果、经验和感悟。第1节是刘教授的简介，简要回顾了他成长、学习直到成为我国天体力学和航天器轨道力学领域泰斗的历程。第2节全面介绍了刘教授的学术成果。刘教授从我国航天事业发展早期就开展卫星轨道理论的研究，参与多项任务、型号，相关成果也在其中得以应用；作为天体力学专家，在太阳系小天体轨道动力学方面也开展了多项研究并取得成果；随着我国发展深空探测，刘教授也参与了我国探月、探火工程的相关研究和论证工作。文章第3节介绍了刘教授在教师岗位耕耘50多年的成果。教书育人，桃李满天下。在第4节中，刘教授介绍了自己在教学、科研岗位上躬耕50多年的经验和感悟，从工作方式、态度以及工作生活方式等方面向科研、教学领域的年青人传授自己的经验。

关键词 历史, 传记, 天体力学

中图分类号: P1; **文献标识码**: A

1 简介

1936年我出生于南京，童年时期体弱多病，小学阶段前后耗费了8年时光，1949年9月考入南京市第一中学，当时的南京一中和北京四中是全国学习苏联开展劳卫制体育锻炼的试点学校，这使我受益匪浅。通过中学6年的田径、体操和球类运动，不仅使我从此身体变得健康，直到目前几乎没有和医生打过交道，而且还可以说成为了一名业余运动员，打球等运动变成了日常生活不可缺少的内容，体育运动一直伴随着我的专业工作和日常生活。但人的生命总是有限的，目前更要集中精力做好当前承担的工作。

1955年9月，我考入南京大学数学天文学系天文专业，1957年9月选择天体力学专门化进入专业学习阶段，这期间(直到本科毕业)主要学习了数

学专业常微分方程专门化的有关数学力学课程。尽管当时天文系没有理想的专业教师，可1个月后的1957年10月，苏联第一颗人造地球卫星上天，这就极大地激发了我从事与天体力学直接有关的人造卫星轨道力学研究工作的热情，开始自学有关天体力学的专业知识。而当时国内人造卫星轨道测定等工作也处于刚起步阶段，理论模型、求解方法和测量体系都需要逐一建立，特别是缺乏可用的参考资料和信息交流，只有依靠自学和探索。但在此期间，我有机会参加了由紫金山天文台张钰哲台长主持的小天体轨道测定的学术讨论班，受到了良好的专业知识教育。

1959年7月毕业并留校任教。1960年9月至1962年1月，去北京大学数学力学系力学专业进修并进行一些有关教学工作。在进行磁流体力学合作研究的同时，借助北京大学的有利条

2024-08-13收到原稿，2024-11-18收到修改稿

[†]lliu@nju.edu.cn

件,仍独自坚持人造卫星轨道动力学的研究工作;1962年2月,进修结束后回南京大学数学天文学系任教;1963年8月,数学天文学系被拆分为数学和天文两个系,本人留在天文系任教,直到2011年8月退休.1983年9月至1984年12月,在加拿大York大学空间科学与技术研究中心从事动力天文和卫星动力学的研究;1993年9月至1994年12月,在美国Texas大学空间研究中心从事卫星动力学的研究.分别于1978年5月和1985年5月被南京大学先后聘为副教授和教授,1986年7月被国务院学位委员会授予博士生导师资格.

本人曾从1986年至1993年连任两届南京大学天文学系系主任,本世纪初又担任南京大学“空间环境与航天动力学研究所”所长,专门从事基本天文与航天动力学相关的研究工作,特别是轨道动力学理论及其在航天工程中的应用.

除上述校内各种工作外,还先后担任过中国天文学会理事,江苏省天文学会理事长,中国天文学会天体力学与卫星动力学专业委员会主任,中国天文学会教育工作委员会主任;国家教委高等学校理科学科教学指导委员会委员,国际天文联合会(International Astronomical Union, IAU)第46届教育委员会委员;中国计算物理学会常务理事,中国宇航学会理事,飞行器测控专业委员会委员、顾问,《飞行器测控学报》编委会副主任、顾问;《空间科学学报》编委,《宇航学报》编委,《天文学报》编委;西安卫星测控中心和北京航天飞行控制中心轨道力学顾问,教育部深空探测联合研究中心学术委员会委员, COSPAR (Committee on Space Research)中国委员等.此外,本人还作为轨道力学专家参与了北斗导航卫星工程、探月工程、火星探测和载人航天工程等航天任务的有关论证工作,同时也在相应任务中培养了一批年轻的轨道力学专家.除此之外,还在任务间隙期间,为国家航天部门以及相关院校的有关人员和青年学生,进行轨道力学基础知识的专业讲授,为国家航天事业培养后备人才.

我专注于天体力学与航天器轨道力学研究与教学50多年,开拓性地建立了人造地球卫星轨道摄动无奇点分析理论,在此基础上,给出了人造地

球卫星轨道各种类型摄动计算的具体方法和计算公式,形成了一套自主性鲜明、数学严谨、体系完整、满足实际应用的人造地球卫星轨道理论与相应的计算方法,奠定了我国人造卫星轨道力学的必备理论基础;针对国家卫星导航和深空探测发展等重大需求,从上世纪八十年代就启动了小天体轨道确定与长期稳定性的基本理论研究,涵盖轨道设计、轨道转换、轨道测定、轨道预报、轨道稳定性等研究方向,先后发表学术论文200余篇,出版了《航天器轨道理论》等多部专著,多次获得国家 and 省部级奖项,同时也为我国卫星导航系统建设和深空探测项目实施作出了重要贡献;潜心教学与青年人才的培养,先后指导了40多名博士和硕士研究生,毕业后大部分都成长为国家相应部门科学研究与技术应用的骨干人员.在50多年的工作生涯中,不懈地致力于天体轨道运动开拓性的基础理论研究、努力解决国家重大航天工程中人造天体轨道的关键科技问题、长期传授天体轨道理论专业知识,为我国天文与航天事业做出了应有的贡献.

2 学术研究

本人的学术研究工作可以分为3个主要阶段:早期聚焦于人造地球卫星轨道力学,80年代开始全面扩展到小天体轨道动力学基础理论与应用,上世纪90年代开始深度参与了国家重大航天工程立项论证、方案制定、具体实施以及关键科学问题研究.具有代表性的学术成果主要体现在下面几个领域.

2.1 人造地球卫星轨道理论及其在应用领域的推广

由于人造地球卫星的轨道运动特征与太阳系自然小天体的相应特征有显著差别,而对其轨道的确定又有快速和高精度的要求,因此,人造地球卫星上天后无法采用太阳系原有的定轨和预报方法.

2.1.1 人造地球卫星轨道理论的提出

首先是坐标系的选取,显然要选择直接与地球本体相连的空间坐标系,而卫星轨道的第6个根数宜采用直接表明其空间位置的近点角.

为此, Kozai于1959年提出了平均根数法^[1],其

核心是选取仅由初始平均根数和长期摄动项构成的平均根数为小参数幂级数解的主要部分, 在此基础上进一步给出相应的长、短周期项. 接着为了避开地球赤道面摆动引起的附加摄动问题, 又提出了与此有关的复杂的轨道坐标系. 与此同时还有一些专家(如Cook^[2]等)亦给出过类似的摄动分析解, 但我已证明, 他们各自的结果都是等价的, 对应的瞬时根数是一致的, 这样就使国内相关工程应用部门消除了引用哪套公式才是正确的疑虑. 但问题的焦点不在此, 而是Kozai等专家们的理论和相应方法有重大缺陷, 即

(1)坐标系的选择(混合型的轨道坐标系)复杂化, 没有实用性;

(2)关于摄动解的具体构造, 在一定精度(如一阶意义)要求下, 解不完善, 且有重大缺陷.

这两个问题的关键之处是由地球赤道面的摆动和第6个轨道根数直接采用时间根数近点角(如平近点角)所引起. 其实, 赤道面的摆动问题很容易解决, 其引起的坐标系附加摄动很简单, 作者已给出简单而清晰的表达式, 无须引用Kozai等专家们提出的轨道坐标系去解决.

关于最重要的第2个问题, 这可以说是Kozai等专家们的重大失误. 由于第6个根数采用了平近点角 M , 在一阶解意义下, 需要用到轨道半长径 a 的二阶短周期项. 但他们都没有给出这一项, 而是借用其他作者采用正则变换方法获得的一个常数项(与Kozai方法中的准确项有差别)代替. 这就导致使用过程中的错误和混乱, 也就是国际航天界在引用“两行根数”中引起的麻烦. 关于这一问题, 我采用相应方法严格给出了应有的结果, 完善地解决了“两行根数”中存在的不应有的专业性错误. 关于这一问题的相应处理, 已在近两年我国新立项或实施的相关国标(计划)中采用或体现.

2.1.2 人造地球卫星轨道理论的进一步完善

关于人造地球卫星轨道理论的完善(也是实际应用的需求), 除上述在一定精度意义下, 需要相应的轨道解表达式完善外, 还需要消除(如果可以)相应表达式中出现的各类奇点, 包括轨道周期与地球(作为中心天体)自转周期的通约、轨道倾角处于临界角($i=63^{\circ}26'$ 或 $116^{\circ}34'$)的状态、小偏心率轨道

和小倾角轨道等. 只有构造出这样的无奇点解, 才能真正了解人造地球卫星的运动规律, 从而满足各类航天探测任务的需求.

根据小参数(记作 ϵ)幂级数解的存在性, 可以证明上述各类通约状态不会导致相应周期项的振幅无限增大, 而其振幅的量级实为 $\epsilon^{1/2}$. 关于这一理论问题, 可以从另一途径给出证明, 即将相应的小参数幂级数解改为按展开即可得到证实, 但其相应的各阶函数的表达式均为特殊函数, 很难采用, 无法推广. 但却证实前面提到的奇点问题确实是相应摄动解的表达形式问题, 可以采用相应的方法解除. 为此, 本人直接对上述临界角等状态作了具体研究, 给出相应振幅为量级的长周期变化, 这就给出构造人造地球卫星轨道运动无奇点摄动解的一个关键途径, 即摄动解的表达中, 对长周期项的处理要区别于短周期项, 将长周期变化项与长期变化项一并作为摄动解的参考轨道处理. 针对Kozai平均根数法存在的问题, 我在上述研究工作的基础上, 提出了选取仅消除轨道变化短周期项所形成的拟平均根数作为参考轨道, 构造出的摄动分析解, 适用于任意轨道偏心率和任意轨道倾角, 并同时消除了各类小分母引起的通约奇点, 被称为无奇点的拟平均根数法(亦称为刘林方法). 该方法已被广泛应用于轨道设计、地面测控、空间目标监测、星上自主轨道预报和控制等研究与应用领域.

在轨道理论中对正则变换方法的应用作了有益的推进. 将上述拟平均根数法与正则变换方法建立了内在联系, 并将仅适用于正则共轭变量的von-Zeipel方法和Hori-Lie方法, 推广到适用于任意变量的变换方法, 变换的框架不受正则变换的任何限制. 这种方法, 既消除了对采用变量的限制, 又保留了变换方法的特点, 扩展了应用功能. 由此, 可在轨道力学中直接将变换方法用于构造开普勒根数变化的分析解, 使比较直观的平均根数法(或拟平均根数法)从数学表达形式上更加简洁, 亦使人们对平均根数法(或拟平均根数法)认识更加深刻, 也可有效降低采用平均根数法建立高阶摄动解的复杂性.

在天体力学传统的初轨确定方法的研究中, 突破了二体问题模型的限制, 将定轨方法从仅适用于

二体问题的短弧定轨工作,推广到可适用于同时考虑各种摄动影响或任何运动形态(包括深空探测器发射过程中转移轨道段的运动)的短弧定轨工作,既可适应高精度资料定轨的需要,又扩展了应用背景,进一步完善了初轨确定的理论和方法.而在航天任务多资料定轨的迭代过程计算中,却无须采用复杂的转移矩阵耗费大量的计算时间,相应的转移矩阵只不过是一个供参考的标尺而已.

上述研究成果形成了一套体系独立完整的人造地球卫星轨道理论,且数学表达严谨、力学意义明确,已在我国相关领域获得广泛应用,包括卫星总体、地面测控(测定轨、预报和控制)、空间目标监测、星上自主预报和控制等工程领域.关于地球卫星的轨道动力学理论可以推广应用到月球和火星等天体的一些相应的探测中.

2.2 太阳系小天体轨道动力学

太阳系小天体运动中的轨道共振问题是天体力学基本问题,我与多位合作者一起开展了有一定深度和影响的研究工作.根据太阳系小行星带分布特征,对多种通约比建立了小行星轨道共振运动的平均分析模型,发现了其对应平动点新的分布结构,比较了不同通约比对应的共振运动稳定性特征,并开展了长期轨道动力学演化研究;建立了首个共轨运动分析模型,很好地展示了蝌蚪型和马蹄型轨道的分布特征,它为后续相关研究奠定了坚实的基础;对处于不同类型轨道共振态的大行星卫星,建立了理想共振模型,分析了轨道稳定性区域特征.

近地小行星是国际天文学关注的热点问题,其最主要的轨道动力学特征是两个天体轨道发生“交叉”,这给分析和数值研究带来了一定的困难.我与研究生们合作,在国内率先深入开展了近地天体与地球交会问题的理论与方法研究,对天体力学的正规化理论方法加以实用化改进,建立了有特色的适用于近地小行星轨道长期演化的数值模型,研究了160多颗具有潜在威胁的近地小行星(PHA)在未来200 yr内与地球的交会问题,预报精度达到国际先进水平,为国内相关观测设备提供了理论指导.通过对近地天体长期轨道演化中的共振特性分析,

长期共振(近点、升交点长期共振与Kozai共振)与轨道共振的联合作用是主带天体偏心率和倾角最主要的激励机制,揭示了近地天体来源于主带的可能途径.

天体轨道动力学模型一般都对应Hamilton系统,由于天体运动的复杂性,分析方法研究轨道演化具有一定的局限性,数值计算方法也是对复杂问题常采用的研究方法.基于系统存在的能量积分特征,提出了基于能量积分的沿迹误差补偿方法,有效提升了Hamilton系统的数值计算精度,已在高精度轨道计算中获得了很好的应用,如利用长期卫星激光测距资料确定地球引力场主要带谐项的变化.由我国数学家冯康先生等人对Hamilton系统建立的辛算法,已在天体轨道长期演化中得到了很好的应用.我与合作者们研究了辛算法形式积分的存在性,给出了其求解过程,并数值验证了在一定条件下的收敛性,这就从理论上说明了辛积分器与原Hamilton系统之间的动力学关系,辛积分器描述的仍是Hamilton系统,它是原Hamilton系统的一个近似,误差由辛算法的精度确定.

在开展上述研究,获得国际同行关注的同时,我也培养了多名研究生,为我国天体力学领域的发展提供了应有的后备人才.

2.3 深空探测轨道动力学

在我国开展深空探测前夕,我带领研究生们率先将人造地球卫星动力学拓展到深空探测器,开展了系统性研究.

行星平动点动力学特性也是天体力学的基础问题,对航天器轨道运动有重要的应用价值.我与研究生们对平动点附近的周期轨道族的内在动力学关联和稳定特性演化开展了系统性的研究,取得了一系列原创性发现,包括发现平面周期轨道族演化的最后一个临界值、首次给出考虑碰撞奇点的共线平动点周期轨道族的全局演化、指出双月近旁转向轨道的动力学根源并给出更复杂的多次近旁转向轨道的设计方案等;并首次针对椭圆型限制性三体问题的共线平动点附近运动构造了实用高阶分析解.这些理论工作丰富了该经典模型的理论体系,有着重要学术价值,为此我指导的博士生也

因此项工作获得了全国百篇优秀博士论文. 在此基础上, 我与合作者将理想化的限制性三体问题推广到太阳系的实际限制性系统, 取得了多项原创性发现, 例如从共振角度首次指出了日土系三角平动点在木星扰动下所表现出的独特稳定特性的动力学根源, 结合土星扰动下共振时标内日木系两个三角平动点的动力学不对称特性和行星迁移过程, 为现今观测到的木星特洛伊小天体的不对称分布的起源提供了一种可能解释; 特别是针对受到太阳扰动的实际地月系统的共线和三角平动点附近运动特性开展了原创性研究, 首次指出日-地-月系统的经典双圆模型不适用于星历模型下共线平动点受迫轨道的求解, 并构造了星历模型下三角平动点的小振幅受迫轨道和两条大振幅受迫轨道的半分析解及其附近运动的低阶分析解, 这些工作被国外顶尖团队学者重复验证并多次引用.

在天体轨道力学理论研究的基础上, 结合我国探月和探火工程的需求, 对月球和深空探测活动中遇到的一些轨道问题也开展了研究, 并给出了有效的解决方案, 为相应探测器的轨道设计和轨道测控对策提供了理论依据. 一些代表性成果包括: (1) 针对深空探测绕飞天体无大气的情况, 揭示了地球卫星不同于大气耗散的制约轨道寿命的机制, 通过较为全面的理论分析, 得到了引力激发偏心率大振幅长周期项是制约轨道寿命的主要非耗散机制, 但对于低轨道和高轨道具体机制并不相同, 对于低轨道主要取决于奇次带谐项与扁率项的比值, 而对于高轨道, 则是扁率与第三体引力共同作用; 在两种机制中主天体扁率项都起到了保护作用; (2) 针对月球探测, 将地球卫星运动拟平均根数法推广到绕月探测器, 给出了月球卫星轨道运动分析外推公式, 分析了火星同步卫星轨道漂移特征, 先后建立了金星轨道器和火星轨道器的运动理论; (3) 设计了载人月球探测活动中的自由返回轨道, 对特定历元返回和着陆场约束下的再入角受限问题、转移至地月平动点的问题、月球或火星转移轨道的中途修正问题等提出了有效的解决方案.

上述工作在当今地月空间资源应用以及太阳系深空探测快速发展的需求逐步增加的背景之下有着重要的实用价值, 向国家重要应用部门或单位

提交了专题技术报告10余篇, 它们大多数都已在国内多个相关空间项目的论证规划中获得直接应用.

3 教书育人与知识传播

我在开展科研工作的同时, 也将人才培养放在重要位置, 将其定位于提高我国天文(主要是天体力学)与航天界轨道动力学的整体水平和满足未来发展的工作需要. 在退休前, 我几乎每年都在南京大学亲自讲授《航天器轨道力学》等与天体轨道运动理论相关的大学和研究生课程, 亲自指导了40多名博士或硕士研究生, 他们毕业后大部分都进入了相关大学或研究所, 并成为工作骨干, 有些成为了相关领域的学术带头人或科技工程的关键成员, 他们中间有的成长为国家杰出青年基金获得者、国家优秀青年基金获得者、国家重大科技工程核心系统总师、天文台台长、部委级科技专家委员会委员以及多项国家级重大科学工程项目任务的主持或承担人. 为此, 我多次获得南京大学和江苏省教书育人的优秀导师奖.

我除了先后在南京大学数学与天文两个院系任教, 还先后到国内20多个有关研究机构、工程单位和高校讲授天体力学方法、卫星轨道力学、卫星运动理论、卫星精密定轨、深空探测器轨道力学等课程或开展专题讲座, 并多次负责培养上述有关单位派往南京大学天文系的进修生(包括研究人员和教师), 为航天领域培养了大批专业人才, 他们在国内各有关部门的轨道力学领域起着学术骨干作用.

多年的教学与科研工作, 使我对天体(包括自然天体和人造天体)轨道理论和应用有着自己特有的理解与心得, 它们主要体现在《人造地球卫星轨道力学》和《航天器轨道理论》两部专著中. 为了适应不同部门的需求, 我还有针对性地出版了与卫星轨道运动理论相关的多部专业教材. 这些专著和教材已被国内各航天部门(遍及总体、地面测控、星上自主预报和控制以及卫星应用等多个方面)广泛引用, 相关院校选作经典教材或主要参考书, 同时也成为从事相关工作的国外华人专家学者的主要参考工具书. 目前正在负责主编一套《空间探测轨道动力学丛书》, 它以航天器轨道动力学为核

心,高精度与高时空分辨率测量技术为基础,系统地介绍当今航天器轨道运动涉及的理论基础、测量方法、精密轨道确定以及科学应用等关键航天科技问题,以期从事航天器轨道研究的科技工作者提供所需的知识平台,由8个分册组成,计划未来2-3年内完成。

4 学术经验与科研感悟

我75岁退休,从事天体轨道力学研究和教学工作52年。回顾自己已走过的科研道路,可以总结为:面向实际背景、探索内在规律、秉承严谨求实、坚守授业解惑和保持健康体魄。

我工作的研究对象主要集中于3类:人造地球卫星、太阳系自然小天体和深空探测航天器,实际背景非常明确。它们的科学与应用价值不同,对应的核心科学问题也不同。当前,人造地球卫星轨道运动已深入到人们日常生活的每时每刻,比如卫星导航定位技术;太阳系自然小天体包括小行星、自然卫星、彗星等,它们的轨道运动涉及太阳系起源、空间防御、行星形成等重要天文学问题;深空探测器轨道运动无疑是人类认识或利用太阳系的必备课题。

从天体力学的角度看,尽管上述3类天体都是“小天体”,但它们对应的动力学规律是有很大的不同的,同时所采用的研究方法又有相同之处,即摄动理论分析。通常讲,人造地球卫星运动对应于受摄二体模型,而太阳系自然天体和深空探测航天器则可能是受摄二体问题,也可能是限制性三体问题,主要由所处的空间位置决定。受摄二体问题与限制性三体问题是天体力学两类基本动力学模型,摄动力的性质和天体轨道初始分布构形决定了系统的动力学演化规律。人们对这些小天体轨道的研

究目标多种多样,有的需要高精度,有的针对稳定性(长期或短期)、有的需要机动或类型转换等,由此派生出多种复杂的科学与技术问题。

为了做好小天体轨道研究与应用工作,需要坚实的天体力学基础理论知识,同时为了应用,需要对天体测量技术方法有深入的了解。只有将天体力学与天体测量学紧密结合起来,才能对一些卫星轨道理论和应用问题取得突破性进展。轨道、观测技术和数据处理是开展小天体轨道研究与应用的核心课题。

当前,我国深空探测正处于全面开展阶段,需要大量与基本天文学相关的轨道力学人才,但是我国相关高校和研究院所培养力度明显不足,这必将对我国未来的深空探测发展产生不利的影响。我深切期盼:国内相关大学和科研院所,重视基本天文学的发展,将其提升到应有的位置,这是当前深空探测发展的迫切需求。

健康的身体,是一个人生活的最基本要求。对于科研人员,更应重视锻炼身体,因为平时坐与站的时间比例通常不是很合理。锻炼身体,从年青时开始,始终坚持,必将获益一生,这是我对科研人员的一个诚心告诫,也是我生活至今的切身体验。

感谢天文学报编辑部,邀请我撰写“学术生涯回顾”;上述科研成果、学术经验和科研感悟,仅是我个人对自己已开展工作的总结归纳,如有不当之处,敬请谅解!

参 考 文 献

- [1] Kozai Y. AJ, 1959, 64: 367
- [2] Cook G E. CeMec, 1973, 3: 301

Scientific Reminiscence: the Academic Achievements, Experiences, and Insights of Professor Liu Lin

LIU Lin

(School of Astronomy & Space Science, Nanjing University, Nanjing 210023)

ABSTRACT This article is composed based on the narrative by Professor Liu Lin from the School of Astronomy and Space Science at Nanjing University, detailing his academic achievements, experiences, and insights. The first section provides a brief introduction to Professor Liu Lin, outlining his journey from growing up and studying to becoming a leading authority in the fields of celestial mechanics and spacecraft orbital mechanics in China. The second section comprehensively introduces Professor Liu Lin's academic accomplishments. Since the early days of China's aerospace development, Professor Liu has conducted research on satellite orbital theory, participated in numerous missions and projects, and applied his relevant achievements within them. As an expert in celestial mechanics, he has also carried out extensive research and achieved results in the field of small bodies dynamics. With China's advancement in deep space exploration, Professor Liu has been involved in research and feasibility studies related to China's lunar and Mars exploration programs. The third section highlights Professor Liu Lin's achievements over more than 50 years in his role as an educator. He has dedicated his life to teaching and educating young scholars, who have flourished in various fields. In the fourth section, Professor Liu Lin shares his experiences and insights from over 50 years of dedication to teaching and research. He passes on his wisdom to younger generations in the fields of scientific research and education, covering aspects such as work methods, attitudes, and work-life balance.

Key words history, biographies, celestial mechanics

附录: 代表性学术论著和学术论文

一. 主要学术著作

1. 刘林等. 人造地球卫星运动理论. 科学出版社, 1974
2. 刘林. 人造地球卫星轨道力学. 高等教育出版社, 1992
3. 刘林. 天体力学方法. 南京大学出版社, 1998
4. 刘林. 航天器轨道理论. 国防工业出版社, 2000
5. 刘林, 王歆. 月球探测器轨道力学. 国防工业出版社, 2006
6. 刘林, 侯锡云. 深空探测器轨道力学. 电子工业出版社, (国家科学技术著作出版基金资助), 2011
- 7-10 刘林等. “十二五”国家重点图书出版规划项目: 《航天器轨道力学理论与工程应用》一套专著(4本), 电子工业出版社, 2015
7. 黄斌, 刘林. 《参考坐标系及航天应用》
8. 刘林, 汤靖师. 《卫星轨道理论与应用》
9. 刘林, 侯锡云. 《深空探测轨道理论与应用》
10. 刘林, 胡松杰. 《航天器定轨理论与应用》
11. 刘林, 侯锡云. 《轨道力学基础》, 北京: 高等教育出版社, 2018
12. 刘林. 《卫星轨道力学算法》, 国家出版基金项目, 南京: 南京大学出版社, 2019, (已出英文版, Springer, 2023)

二. 主要学术论文

1. 刘林. 人造地球卫星在临界角附近运动的解. 天文学报, 1974, 15: 230-240
2. 刘林. 一种人造地球卫星的摄动计算方法. 天文学报, 1975, 16: 65-80
3. 刘林, 赵德滋. 人造地球卫星的地球形状摄动. 南京大学学报, 1977, 13: 1-39
4. 刘林, 赵德滋. 消除奇点 $e=0$ 和 $i=0$ 的正则变换. 南京大学学报, 1978, 14: 1-22

5. 刘林, 赵德滋. 人造卫星轨道的日、月摄动. 南京大学学报, 1979, 15: 55-66
6. 刘林, 赵德滋. 人造地球卫星轨道摄动的二阶解. 天文学报, 1979, 20: 349-359
7. 刘林, 赵德滋. 人造地球卫星轨道摄动二阶解的改进. 天文学报, 1980, 21: 278-286
8. 刘林, 赵德滋. 人造地球卫星运动中的共振问题. 南京大学学报, 1980, 16: 56-62
9. 刘林, 赵德滋. 人造地球卫星轨道摄动的三阶解. 中国科学(A), 1980, 10: 1066-1080
10. 刘林, 赵德滋. 近地卫星轨道的联合摄动. 天文学报, 1981, 22: 145-158
11. 刘林. 扩充相空间的摄动理论及其应用. 天文学报, 1981, 22: 315-327
12. 刘林, 赵德滋. 中间轨道摄动法及其应用. 宇航学报, 1982, 3: 50-62
13. 章圣泮, 刘林. 土卫七的运动理论. 天文学报, 1982, 23: 185-197
14. 刘林. 关于非线性系统变换方法的几点注解. 天文学报, 1982, 23: 255-263
15. 刘林, 周庆林. 关于海卫II运动理论的探讨. 天文学报, 1983, 24: 80-86
16. 刘林, 章圣泮. 非正则形式的变换方法及其应用. 中国科学(A), 1983, 13: 455-465
17. 刘林. 24h同步卫星的轨道变化及其计算方法. 天文学报, 1984, 25: 255-264
18. 刘林, 黄斌. 密近双星动力学的几个问题. 天体物理学报, 1984, 4: 253-263
19. Liu L, Innanen K A. Studies On Orbital Resonance I. Astron. J., 1985, 90: 877-886
20. Liu L, Innanen K A. Studies On Orbital Resonance II. Astron. J., 1985, 90: 887-891
21. Liu L, Innanen K A. Studies On Orbital Resonance III. Astron. J., 1985, 90: 1906-1909
22. 刘林, Innanen K A. 关于人造卫星运动中的临界角和通约问题. 天文学报, 1986, 27: 1-8
23. 刘林. 轨道共振问题. 天文学进展, 1986, 4: 43-52

24. 廖新浩, 刘林. 研究轨道共振的一种分析平均模型. 天文学报, 1987, 28: 11-24
25. 刘林, 廖新浩. 天体力学数值计算中的几个问题. 天文学报, 1987, 28: 215-225
26. 刘林. 关于洛希模型的一点讨论. 天体物理学报, 1987, 7: 169-176
27. 刘林, 廖新浩. 限制性三体问题中轨道共振的演化. 中国科学(A), 1987, 17: 1292-1300
28. Zhang S P, Liu L. Studies On Orbital Resonance IV. Astron. J., 1988, 96: 1106-1126
29. 廖新浩, 刘林. 椭圆型限制性三体问题中的轨道共振. 天文学报, 1988, 29: 97-105
30. Liu L, Liao X H. The Problem of Evolution on Orbital Resonance the Few Body Problem, Kluwer Academic Publishers, 1988: 135-139
31. Liu L, Sun Y S. Application of Computer in Qualitative Studies of Celestial Mechanics. Celest. Mech, 1989, 45: 27-30
32. 刘林, 廖新浩. 小行星的空间分布与轨道共振. 天文学报, 1989, 30: 117-125
33. 刘林, 廖新浩. 关于1/1轨道共振区域问题. 天文学报, 1990, 31: 201-209
34. 赵长印, 刘林. Galilean卫星I, II, III之间的轨道共振. 天文学报, 1991, 32: 121-128
35. 赵长印, 刘林. 关于理想共振的几点讨论. 天文学报, 1991, 32: 268-276
36. Huang C, Liu L. Analytical Solution to the four Post-Newton Effects in a Near-Earth Satellite Orbit. Celest. Mech, 1992, 53: 172-183
37. 刘林, 周建华. 关于GPS卫星的轨道分析. 测绘学报, 1992, 22: 172-183
38. 刘林, 廖新浩, 赵长印. 天体运动方程数值解中的数值稳定化和步长均匀化问题. 计算物理, 1992, 9: 810-811
39. Zhao C Y, Liu L. The Stable Regions of the Triangular Libration Points of the Planets. I-CARUS, 1992, 100: 136-142
40. 赵长印, 刘林. 三角秤动点的稳定区域(I). 天文学报, 1993, 34: 45-54
41. 周建华, 刘林. 长短弧定轨结果的比较与力学模型的修正. 天文学报, 1993, 34: 209-218
42. 廖新浩, 刘林. 内摄型轨道共振. 天文学报, 1993, 34: 323-332
43. 刘林, 廖新浩. 人卫长弧定轨中的摄动计算问题. 天文学报, 1993, 34: 411-422
44. 赵长印, 刘林. 大行星三角秤动点的稳定区域(II). 天文学报, 1994, 35: 76-83
45. Liu L, Liao X H. Numerical Calculations in the Orbital Determination of an Artificial Satellite for a long arc. Celest. Mech, 1994, 59: 221-235
46. 赵长印, 刘林. 太阳系P型逆行小天体运动的稳定区域问题. 天文学报, 1994, 35: 434-438
47. Liao X H, Liu L. Existence of Formal Integrals of Symplectic Integrators. Celest. Mech, 1995/1996, 63: 113-123
48. 刘林, 胡松杰. 关于改进的Encke方法中参考轨道的选择和校正. 天文学报, 1996, 37: 285-293
49. 刘林, 廖新浩. 关于数值求解天体运动方程的几个问题. 天文学报, 1997, 38: 75-85
50. 刘林. 卫星径向位置摄动计算中的几个问题. 天文学报, 1997, 38: 191-203
51. 刘林, 季江徽. 关于近地小行星轨道演化的初步探索. 天文学报, 1997, 38: 337-352
53. 刘林, 季江徽, 廖新浩. 近地小行星轨道演化的数值研究与辛算法有效性的探讨. 天文学报, 1998, 39: 141-152
54. 刘林, 张强, 廖新浩. 人卫精密定轨中的算法问题. 中国科学(A), 1998, 28: 848-856
55. 张强, 刘林. 轨道改进中计算状态转移矩阵的分析方法. 天文学报, 1999, 40: 113-121
56. Liu L, Ji J H. On the Orbital Evolution of Near-earth Asteroids CAA Letter, 1999, 23: 273-276
57. 刘林, Shun C K. 在非球形引力摄动下金星轨道器运动的分析解. 中国科学(A), 1999, 28: 952-960
58. 季江徽, 刘林. 近地小行星与地球的交会问题. 中国科学(A), 2000, 30: 379-384
59. Liu L, Wang X. On the Orbital Lifetime

of High-Altitude Satellites. CAA Letter, 2000, 24: 284–288

60. Ji J H, Liu L, Liao X H. The Orbital Evolution of NEAs and the Resonances with Jupiter. CAA Letter, 2000, 24: 399–404

61. 刘林. 借助光压将探测器推向月球. 天文学报, 2001, 42: 70–74

62. 刘林, 季江徽. 近地小行星轨道演化的研究. 天文学报, 2001, 42: 75–80

63. Ji J H, Liu L. Dynamics of NEAs: the Protection Mechanism of Secular Resonances. CAA Letter, 2001, 25: 147–152

64. Liu Y C, Liu L. Orbit Determination Using Satellite-to-Satellite Tracking Data. Chin. J. Astron. Astrophys, 2001, 1: 281–286

65. 王歆, 刘林. 目标天体极轨道卫星的轨道寿命. 宇航学报, 2001, 22: 62–65

66. 马剑波, 刘林, 王歆. 地球非球形引力位中田谐项摄动的有关问题. 天文学报, 2001, 42: 436–443

67. Ji J H, Liu L. Close Approaches of Potentially Hazardous Asteroids During Two Centuries. Chin. J. Astron. Astrophys, 2001, 1: 549–554

68. 王歆, 刘林. 制约卫星轨道寿命的另一种机制. 天文学报, 2002, 43: 189–196

69. Ji J H, Liu L. The Dynamical Simulations of the Planets Orbiting GJ876. ApJ, 2002, 572: 1041–1047

70. Liu L, Liu Y C. Precise Orbit Determination for Lunar Satellite. Acta Astronautica, 2002, 51: 501–506

71. 刘迎春, 刘林. 月球卫星的精密定轨. 空间科学学报, 2002, 22: 249–255

72. 王歆, 刘林. 制约卫星轨道寿命的另一种机制(续). 天文学报, 2002, 43: 379–386

73. 刘林, 王歆. 深空探测器的双曲线轨道及其变化规律. 中国科学(A辑), 2002, 32: 1127–1133

74. Ji J H, Liu L. The resonant Mechanism of the Planets Orbiting GJ876. CAA Letter, 2002, 26: 1–5

75. Ji J H, Liu L, Kinosheta H, Nakai H. The Stabilizing Mechanism of HD 82943 Planetary System. CAA Letter, 2002, 26: 379–385

76. Liu L, Wang X. Hyperbolic orbit and its variation of deep-space probe. Science In China (Series G), 2003, 46: 191–197

77. 刘林, 王歆. 考虑地球扁率摄动影响的初轨计算方法. 天文学报, 2003, 44: 175–179

78. Ji J H, Liu L, Kinosheta H. Could the 55 Cancri Planetary System Really be in the 3: 1 Mean Motion Resonance. ApJ, 2003, 585: 139–142

79. Ji J H, Liu L, Kinosheta H. The libration Companions in HD 37124, HD 82943, 47 Ursa Majoris, And GJ876: Alignment or Antialignment. ApJ, 2003, 591: 57–60

80. Liu L, Wang X. A Method of Orbit Computation Taking Into Account the Earth's Oblateness. Chin. Astron. Astrophys., 2003, 27: 335–339

81. 刘林, 王海红, 马剑波. 关于星座小卫星的编队飞行问题. 天文学报, 2004, 45: 57–67

82. 张巍, 刘林. 月球物理天平动对环月轨道器运动的影响. 天文学报, 2005, 46: 196–206

83. 刘林, 王彦荣. 卫星轨道预报的一种分析方法. 天文学报, 2005: 46

84. Ji J H, Lin L. Stability and 2: 1 Resonance in the Planetary System HD82943. Chin. Astron. Astrophys., 2006, 30: 75–86

85. 刘林, 王海红. 关于月球低轨卫星运动的两个问题. 天文学报, 2006, 47: 275–283

86. Hou X Y, Wang H H, Liu L. On the Station-keeping and Control of the World Space Observatory/Ultraviolet. Chin. J. Astron Astrophys., 2006, 6: 372–378

87. 刘林, 张巍. 月球探测器过渡轨道的短弧定轨方法. 天文学报, 2007, 48: 220–227

88. 侯锡云, 刘林. 定点在日一地(月)系L1点附近的探测器的发射及维持. 天文学报, 2007, 48: 364–373

89. 刘林, 汤靖师. 关于HEO空间飞行体的轨道寿命问题. 空间科学学报, 2007, 27: 327–335

90. Liu C B, Hou X Y, Liu L. Transfer from The Earth To A Lissajous Orbit Around The Collinear Libration Point by Lunar Swing-by. *Advances in Space Research*, 2007, 40: 76–82
91. 刘林, 汤靖师. 火星轨道器运动的轨道变化特征. *测试技术学报*, 2007, 21: 121–127
92. Hou X Y, Liu L. A New Critical Value Concerning the Genealogy of Long Period Families at L4 in the Restricted Three-body Problem. *Chin. J. Astron. Astrophys.*, 2008, 8: 103–107
93. 刘林, 汤靖师. 火星轨道器运动的轨道变化特征. *宇航学报*, 2008, 29: 461–466
94. 刘林, 汤靖师. 地球卫星运动中坐标系附加摄动与参考系选择问题. *空间科学学报*, 2008, 28: 164–168
95. Hou X Y, Liu L. Bridges of the B (pL, pL') Kind around the Triangular Libration Points. *ApJ*, 2008, 678: 1511–1516
96. 侯锡云, 刘林. 共线平动点的动力学特征及其在深空探测中的应用. *宇航学报*, 2008, 29: 736–747
97. Hou X Y, Liu L. The Symmetric Horseshoe Periodic Families and the Lyapunov Planar Family around L3. *AJ*, 2008, 136: 67–75
98. Hou X Y, Liu L. Vertical Bifurcation Families from the Long and Short Period Families around the Equilateral Equilibrium Points. *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 2008, 101: 309–320
99. 刘林, 刘慧根. 地月系中探测器定点在三角平动点的位置漂移及其控制问题. *宇航学报*, 2008, 29: 1222–1227
100. 张巍, 刘林. 环月轨道器运动中的月球物理天平动问题. *宇航学报*, 2008, 29: 1600–1606
101. 侯锡云, 刘林. 三角平动点的动力学特征及其在深空探测中的应用. *宇航学报*, 2009, 30: 145–149
102. Hou X Y, Liu L. On Lyapunov Families around Collinear Libration Points. *AJ*, 2009, 137: 4577–4585
103. Hou X Y, Liu L. On Bridges B (pL, qS) around Triangular Libration Points. *CM*, 2009, 104: 241–256
104. 侯锡云, 刘林. 利用太阳帆定点探测器在地一月系共线平动点附近的探讨. *宇航学报*, 2009, 30: 2249–2257
105. 汤靖师, 刘林. 近地卫星运动的坐标系附加摄动在拟平均根数法中的处理. *天文学报*, 2010, 51: 75–84
106. 刘林, 赵玉晖, 张巍, 等. 火星卫星运动的坐标系附加摄动及相应坐标系的选择. *天文学报*, 2010, 51: 412–421
107. Hou Y X, Liu L. On Quasi-Periodic Motions around the Triangular Libration Points of the Real Earth-Moon System. *CM*, 2010, 108: 301–313
108. Hou Y X, Liu L, Zhao Y H. On Some Applications of Invariant Manifolds. *Research in Astron. Astrophys.*, 2011, 11: 103–118
109. Hou X Y, Liu L, Tang J S. Station-Keeping of Small Amplitude Motions Around The Collinear Libration Point In The Real Earth-Moon System. *Advances in Space Research*, 2011, 47: 1127–1134
110. Hou X Y, Liu L, Zhao Y H. On Some Applications of Invariant Manifolds. *Research in Astron. Astrophys.*, 2011, 11: 103–118
111. Hou X Y, Liu L, Tang J S. Station-Keeping of Small Amplitude Motions Around the Collinear Libration Point In The Real Earth-Moon System. *Advances In Space Research*, 2011, 47: 1127–1134
112. Hou X Y, Liu L. On Quasi-Periodic Motions around the Collinear Libration Points in the real Earth-Moon System. *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 2011, 110: 71–98
113. Hou X Y, Liu L. On Motions around the Collinear Libration Points in the Elliptic Restricted Three-Body Problem. *Monthly Notice of the Royal Astronomical Society*, 2011, 415: 3552–3560

114. Hou X Y, Liu L. Formation Flying in Elliptic Orbits with the J2 Perturbation. *Research in Astronomy and Astrophysics*, 2012
115. Tang J S, Cheng H W, Liu L. Using Nonlinear Programming to Correct Leakage and Estimate Mass Change from GRACE Observation and its Application to Antarctica. *Journal Of Geophysical Research*, 2012, 117: B11410
116. Yu S X, Hou X Y, Liu L. On Two Kinds of Intermediate Orbits for Asteroid Explorations. *Advances in Space Research*, 2013, 52: 125-135
117. Hou X Y, Zhao Y H, Liu L. Free Return Trajectories in Lunar Missions. *Chinese Astronomy and Astrophysics*, 2013, 37: 183-194
118. Zhao Y H, Hou X Y, Liu L. Error Analysis and Trajectory Correction Maneuvers of Lunar Transfer Orbit. *Chinese Astronomy and Astrophysics*, 2013, 37: 440-454
119. 侯锡云, 刘林. 连续小推力作用下的共线平动点. *力学学报*, 2013, 45: 265-273
120. Hou X Y, Liu L. Bifurcation Families Around Collinear Libration Points. *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 2013, 116: 241-263
121. Hou X Y, Scheeres D J, Liu L. Saturn Trojans: A Dynamical Point of View. *Monthly Notice of the Royal Astronomical Society*, 2013, 437: 1420-1433
122. Hou X Y, Liu L. Double Lunar Swing-by Orbits Revisited. *Science China Physics. Mechanics & Astronomy*, 2014, 57: 784
123. Tang J S, Cheng H W, Liu L. Assessing the Recent Droughts in Southwestern China Using Satellite Gravimetry. *Water Resour. Res.*, 2014, 50: 3030-3038
124. Tang J S, Liu L, Cheng H W, et al. Long-term Orbit Prediction for Tiangong-1 Spacecraft Using the Mean Atmosphere Model. *Adv. Space Res.*, 2015, 55: 1432-1444
125. 王大为, 汤靖师, 刘林, 等. 半分析方法在地球卫星100yr尺度长期预报中的性能评估. *天文学报*, 2017, 58: 3
126. Tang J S, Hou X Y, Liu L. Long-term Evolution of the Inclined Geosynchronous Orbit in Beidou Navigation Satellite System. *Adv. Space Res.*, 2017, 59: 762-774
127. Tang J S, Wang H H, Chen Q L, Chen Z G, Zheng J J, Cheng H W, Liu L. A Time-efficient Implementation of Extended Kalman Filter for Sequential Orbit Determination and a Case Study for Onboard Application. *Adv. Space Res.*, 2018, 62: 343-358
128. 刘林, 汤靖师, 侯锡云. 地-月系平动点轨道的特征及其相关问题. *天文学报*, 2018, 51: 75-84