

关于黄琳院士所著《控制系统动力学讲义》和 《最优控制理论讲义》的书讯

黄琳院士编著的两本书《控制系统动力学讲义》和《最优控制理论讲义》近期将由科学出版社出版。这两本讲义是20世纪60年代前半段黄琳为北京大学数学力学系一般力学的学生讲授调节原理和最优控制理论课程而写成的教材,后因历史原因尘封了五十多年,所幸2017年因老科学家采集工程而被重新发现。黄琳院士以耄耋之年历时近一年半完成这两本讲义的校订工作,为了尊重历史,基本保持原状。这两本凝聚了黄琳院士的心血和努力,体现了他深厚理论功底和个人理解,涵盖了当时许多控制理论的最新成果。这两本讲义不仅是难得的历史见证,而且在今天仍具有鲜明的特色和重要的参考价值。希望这两本讲义出版后能作为相关的学术资料起到独到的积极作用。

黄琳老师于1960年研究生未毕业前就开始承接了调节原理课程的教学任务,在他研究生毕业后就正式确定由他负责此课的教学,包括上课和编写教材。黄琳在经过几年的教学实践,再经过一段时间认真修改后形成了一本适合北大数力系特点的教材。该教材第一次正式使用是在给北大一般力学专业1958级上课时而且做到了课前发给了学生。由于当时黄琳是唯一讲授此课程的老师,他以极大的热忱和艰辛的努力完成了两版该课程的讲义并定名为控制系统动力学,该讲义于1965年正式定型,按当时习惯以北京大学一般力学教研室名义油印成册。这本自编的讲义相对于文革前中国高校有关控制专业的调节原理的教学完全依赖苏联教材的中译本来说是十分难得的。讲义定型后曾在1965年给1960级学生上课时使用过。三十多年后北大力学系要开设经典控制理论的课程,当时请了北京理工大学孙常胜教授前来授课,在他考虑如何选定教材并结合北大特点开展教学时,得知黄琳老师曾编写过这样一本讲义,便毅然决定采用这本讲义授课。此时改革开放已经走过了二十年,国内经典控制理论教材已有或厚或薄的多部,但这些教材均出自工科院校并不切合理科需要,相比之下这本讲义更符合要求。

黄琳老师曾经给北大数学力学系一般力学1958级的六年级学生开设过最优控制的课程。最优控制理论主要由三方面的内容组成:即Pontriagin的最大值原理, Bellman的动态规划和由控制受限简单力学系统追踪而发展起来的最速控制特别是线性系统的最速控制。当时国际上除Pontryagin和他的弟子合写的系统介绍他们所作的贡献的书以外,关于基于最大值原理包括给出较初等证明的文献也才只是在杂志上发表。关于动态规划虽然已经有书出版但那还只是停留在论述动态规划本身,而利用动态规划中的最优性原理讨论最优控制器设计也还是只能在期刊发表不久的论文中才能找到。同样最速控制方面的文献也都是发表在期刊或会议文集里。最优控制在当时作为一门刚刚成熟成型的学科,当时无论是东方还是西方都没有一本能够包含上述三方面内容的著作。所以能开设这样的课程在当时的北京乃至国内外应该说都是很罕见的,这门课程所涉及的内容涵盖了当时最前沿的研究成果也包括了中国人得到的一些处于国际领先的研究工作。由于课后反应良好,力学专业就将这门课确定为一般力学专门化的课程,因此黄琳就将上课的讲稿进行补充编成了最优控制理论讲义。这本讲义据回忆当时并未正式发给学生,也没有用来上过课,而且讲义很有可能还是散篇的。为了保存,黄琳老师请人装订成了合订本。后曾借给北京理工大学孙常胜教授。这本最优控制理论讲义之所以能幸存于世还得益于孙常胜教授的精心保存。

“控制系统动力学讲义”和“最优控制理论讲义”与现在的相关教材比起来还是有其明显的特色的。黄琳讲授和整理的控制系统动力学讲义的一个特点就是它不是完全工程化的,更具有理科的特点,例如Hurwitz判据和Nyquist判据均有严格的数学证明而且对Nyquist判据还给出了一种物理解释。讲义里有一章叫做解析方法,这个可能是别的调节原理书里里面很少有的,而这个解析方法里面有一个内容叫做平方积分评价,就是把输出的平方从零积分到无穷,或者改用输出的平方加上输出速度的平方进行积分,这个指标从总体上反映了过渡过程的品质实际上就是二次型最优的萌芽。在优化系统参数使平方积

分评价指标取极小的方法上,他除了阐述当时文献上已有的利用Parseval等式时将域优化转化到频域求解外还给出了利用Liapunov方法直接在时域中求解的方法.后来黄琳及其合作者把二次型最优搞得那么完整跟这些都有一定的关系.至于最优控制,由于当时世界上除了Pontriagin和他的学生写过一本只介绍他们的工作且篇幅不大的专著外尚没有任何进行全面论述的专著或教材出版.当年为了编写讲义黄琳仔细研读了好多本包括Pontryagin的著作和叙述动态规划在内当时能从图书馆找到的著作,此外还研读了几十篇引用得比较多的相当经典的文献,在此基础上加上他的思考和理解,最终形成了这本理论和方法都比较系统的具特色的讲义.在编写过程中他还把很多内容用不同的写法进行了改写,比如说动态规划中最优性原理的阐述,他用数字矩阵其元按向右和向上方向前进,由位于(1,1)位置的元出发至位于(m,n)位置的元求经过各元数值总和取最小来进行阐述,十分清楚简洁,而在别的动态规划书上尚未见到这样的写法.

黄琳老师在20世纪60年代曾为一般力学的学生开设了非线性调节原理、高精度系统、随机输入下的线性和非线性系统、脉冲系统和最优控制理论等热门课程.“控制系统动力学讲义”和“最优控制理论讲义”曾为北大自动控制方向的学生培养起到了重要作用.前后听黄琳老师讲授有关控制课程的学生也就几十人,而真正以控制方向做毕业论文的也就十人左右,但在九十年代成为控制方向教授与博导的就六、七人之多.

《控制系统动力学讲义》内容简介:

控制系统动力学讲义共包含五章的内容:第1章绪论,包括引言、控制系统中常见的基本元件、控制系统举例以及控制系统动力学中的基本概念.在引言中论述了自动控制在我国国民经济建设与国防事业中的作用,控制系统动力学的任务,控制系统动力学与其它学科的关系,研究与学习控制系统动力学的方法以及自动控制的简单发展史;第2章介绍了拉氏变换,传递函数与频率特性;第3章为常系数线性系统的解析方法,包括常系数线性系统的稳定性,稳定参数的选择, Lyapunov第2方法与扰动界估计以及基于平方积分评价优化的解析方法;第4章介绍了常系数线性系统的频率法与根轨迹方法,包括特征曲线,米氏判据与稳定性区域划分,反馈系统及其镇定,调节系统之过渡过程及其品质指标,调节系统的校正综合以及根轨迹的建立与应用;第5章为非线性控制系统分析,包括非线性系统通论,研究非线性系统的相空间方法包括多层相平面和点变换方法,谐波平衡法与自振以及非线性特性对随动系统的影响.

《最优控制理论讲义》内容简介:

最优控制理论讲义共包含五章的内容:第1章绪论,介绍了最优控制问题的提出过程、最优控制的数学提法以及研究最优控制的方法,并介绍了几个实际的例子;第2章介绍了最大值原理,包括一般控制问题最大值原理、最速控制的最大值原理、最大值原理与古典变分之间的关系、终端最优控制的最大值原理、最大值原理的讨论与例题、具有活动边界条件的最优控制问题及一些应用以及右端受限制的终端最优问题;第3章为动态规划方法与最优控制,包括最优性原理与动态规划方法基础、离散及连续最优控制器分析设计问题、最大值原理与最优性原理的关系.其中最优控制器分析设计方面的结果是黄琳和他的学生郑应平与张迪合作首先在国际上得到的;第4章介绍线性最速控制系统,包括可达性问题、极值控制与最优控制、等时区与由点至域的最速控制、线性最速系统的综合以及控制作为过程受限制的最速控制.其中关于综合的结果是中国学者宋健与韩京清的工作;第5章为最优控制的其他几个问题,包括Pontriagin最大值原理的几何说明、最优解原理与Pontriagin最大值原理之另一证明方法、最大值原理与波传播的惠更斯原理的关系、利用非线性变换研究变分法中的Bolza-Mayer问题与最优控制的关系,还有泛函逗留值的若干必要条件与最大值原理等.

最后需要说明的是这两本讲义均写在五十多年前,当时所用概念与名词有些已经与现今通用的差别很大,这次正式出版均按现在通用的进行了改动并作了必要的注解.这两本讲义的原件将作为采集小组采集的资料捐赠给将建成的科学家博物馆收藏.

(李忠奎,王金枝 北京大学)