

武汉大学大学生创新创业训练 计划项目科研总结

岭估计在序贯平差中应用的研究

院（系）名称：测绘学院

专业名称：测绘工程

学生姓名：曹银霞 俞思帆 吴清波

谭效良 蒋浩泉

指导教师：李英冰 副教授

二〇一七年三月

摘要

成员由测绘学院测绘工程 2014 级本科生曹银霞、谭效良、俞思帆、蒋浩泉、吴清波五人组成，指导教师为测绘学院空间信息工程研究所李英冰副教授。在测量数据处理中，法方程的系数有时会出现病态，致使结果偏差很大，需要进一步改进算法，得到稳定可靠的结果。于是，提出将岭估计的方法应用在序贯平差或者整体平差上，探究出一组相对最优解。对于这次的科研，尽管我们付出的时间与努力没有达到我们预期的目标，但从整体来看，我们组员都能以严谨认真的态度进行对待，也付出了应有的努力和汗水。这是我们一年来的学习研究的结果，也许我们在学术上并没有多大的造诣，也没有多大的创新，但是我们在这一年的研究过程中却受益匪浅。这是一次成功的锻炼，通过课题相关的岭估计与序贯平差理论联系实际，不仅丰富了我们的专业知识，而且团队合作能力得到了提升。感谢科研立项给了我们一个近距离接触科学研究的机会，也感谢学校给我们提供了一个施展和锻炼自己的能力的舞台，希望学校在以后会继续开展科研系列活动，加强科研人才的培养。路漫漫其修远兮，吾将上下而求索，千里之行始于足下，这条路任重道远。

一、项目选题的背景

在测量数据处理中，病态性是个棘手而又无法避免的问题。利用传统的最小二乘法进行参数估计时，法方程中系数和常数项存在舍入误差等因素而产生微小变化时，会引起参数估值的很大差异。当进行多期观测时，通常采用序贯平差的方法。而当处理一期数据时，出现病态法方程，解出的参数估值以及其方差、协方差估值并非是最优的。序贯平差在接受先验信息的同时，也吸收了其估值的误差，因而观测值所含的误差也将对后继的参数估值产生影响。基于以上的研究现状以及趋势，当法方程系数阵出现病态问题时，采用序贯平差和整体平差得到的结果会有偏差，那么，这个精度会是怎样的偏差需要进一步研究。结合岭估计的几种方法，对于上述精度的影响也可能会有所不同。那么，在什么情况下得到的结果具有最优解与岭估计的方法和序贯平差、整体平差的选择有关，在进行实验时，需要控制变量进行研究。

二、项目成员的组成、特长、分工及成员相互协调配合，导师指导情况

团队成员爱好科研，喜欢创新，学习能力强，对研究课题有浓厚的兴趣，分析解决问题的能力较强。对计算机应用和软件开发有很好的基础，平差和数学基础知识较好，对此研究课题的关键技术已有初步的了解。成员由曹银霞、谭效良、俞思帆、蒋浩泉、吴清波组成。从本次的科研训练活动开始到结题阶段，小组成员配合默契，一步一步有序的进行着每一项工作。或许刚开始我们都带着满肚子的问号，但是通过小组成员与老师的沟通交流，我们逐渐对研究的主要内容有了自己的见解。不得不说，老师在我们本次的科研训练活动中起到了十分重要的作用。从帮助我们确定一个方向合理的科研课题，到细心为我们解剖科研命题的内部含义；从为我们讲解科研课题的关键所在，到指导我们完成选题报告；从监督我们小组科研项目的进度，到认真检查我们的研究成果，科研的每一个阶段都充满了老师的影子。没有老师对我们的悉心指导，我们这次科研项目将是不圆满的。

三、项目的创新点与特色

在多期观测数据联合处理时，法方程的系数矩阵有时会出现病态，拟将岭估计方法应用到序贯平差方法或整体平差等数据处理过程之中，并对平差结果进行可靠性和精度分析。在

测量数据处理中,法方程的系数有时会出现病态,致使结果偏差很大,需要进一步改进算法,得到稳定可靠的结果。当进行多期观测时,通常采用序贯平差的方法。序贯平差以最小二乘原理为基础,它基于前期平差结果,无需存储大量历史观测数据,无需求大矩阵逆即可获得与整体平差相同的最优解,广泛用于大地测量、卫星定轨、摄影测量空中三角联机作业。而当处理一期数据时,出现病态法方程,解出的参数估值以及其方差、协方差估值并非是最优的。序贯平差在接受先验信息的同时,也吸收了其估值的误差,因而观测值所含的误差也将对后继的参数估值产生影响。于是,提出将岭估计的方法应用在序贯平差或者整体平差上,探究出一组相对最优解。利用传统的最小二乘法进行参数估计时,法方程中系数和常数项存在舍入误差等因素而产生微小变化时,会引起参数估值的很大差异。基于以上的研究现状以及趋势,当法方程系数阵出现病态问题时,采用序贯平差和整体平差得到的结果会有偏差,那么,这个精度会是怎样的偏差需要进一步研究。结合岭估计的几种方法,对于上述精度的影响也可能会有所不同。那么,在什么情况下得到的结果具有最优解与岭估计的方法和序贯平差、整体平差的选择有关,在进行实验时,需要控制变量进行研究。

四、项目实施的进展情况及初步取得的创新成果

在工程测量中,存在多期观测数据的问题,采用序贯平差的方法无需存储大量历史观测数据,无需求大矩阵逆即可获得与整体平差相同的最优解。而当处理一期数据时,出现病态法方程,解出的参数估值以及其方差、协方差估值并非是最优的。序贯平差在接受先验信息的同时,也吸收了其估值的误差,因而观测值所含的误差也将对后继的参数估值产生影响。常见的误差包括粗差、系统误差以及偶然误差。而当多个观测量之间的相关性很大时,往往法方程的系数阵会出现病态性,造成解极不稳定,产生很大的误差。**Hoerl** 和 **Kennard** 提出的岭估计法被认为是求解病态方程的有效方法之一,该方法改变了方程的等量关系,使得估计结果有偏。岭估计的关键问题是解决岭参数的值,目前,科学家提出许多方法,我们主要研究了岭迹法、**GCV** 法、**HK** 法以及 **L**-曲线法,以一个例子分析各个方法的精度及解的可靠性,这为序贯平差中出现的病态方程求解问题提供了一种抗差的方法。

在序贯平差中病态方程问题方面,主要研究的内容包括了病态方程的判定,以及病态方程的常见求解方法,如序贯算法、与 **Kalman** 滤波的关系、序贯算法的渐近性态;关于岭估计参数的确定方面,主要研究的内容包括了岭估计参数选取的一般方法,如岭迹法、广义交叉检核法等。除了粗差噪声等因素之外,法方程性态好坏也会给测量数据处理带来问题,而有些测量数据无法避免法方程的病态。因此,采取一定的数据处理方法来改善方程的病态性,获得更好的精度是测量数据处理的重要研究工作。我们在序贯平差的背景下着重研究了参数的岭估计法,具体内容如下:在对测量平差的病态方程有一定了解的基础上,研究了利用序贯算法改善法方程系数阵性态,获得较好的估计结果的相关内容;岭参数确定的问题进行了较深入的研究并进行了大量的验证比较研究了一般岭参数的确定方法,包括岭迹法、广义交叉检核法、**Hoerl-Kennard** 法以及 **L**-曲线法,通过算例验证了 **L**-曲线法能获得更高的精度。

尽管通过简单算例实现了利用岭估计方法改善方程病态性,但主要进行的还是理论研究。实际测量数据的具有复杂性,仍需进一步展开在实际工程应用方面的研究,得到应用更广泛的数据处理方法,并优化算法设计。

五、项目实施过程中的收获与体会

历时一年的科研项目,转眼间已经到了结题的时刻。回想起那些讨论,交流,查文献,搜资料,写论文的日子,真的很让人怀念。而对于这次的科研,尽管我们付出的时间与努力没有达到我们预期的目标,但从整体来看,我们组员都能以严谨认真的态度进行对待,也付

出了应有的努力和汗水。而我们在整个过程中也尝尽了酸甜苦辣，不仅仅学到很多，也留下了美好的回忆。去年的今日，我们还处在科研立项的最初阶段，正在忙着科研立项的申请，而如今，我们已经在做最后的收尾工作了。虽然不是什么伟大的工程，却依然有点大功告成的感觉，心里很是自豪和骄傲，因为这是我们一年来的学习研究的结果。也许我们在学术上并没有多大的造诣，也没有多大的创新，但是我们在这一年的研究过程中却受益匪浅。这是一次成功的锻炼，通过课题相关的岭估计与序贯平差理论联系实际，不仅丰富了我们的专业知识，而且团队合作能力得到了提升。

科学技术是第一生产力，科研对于经济的发展的作用也是不容忽视的，当初申请科研立项时，我们也是本着理论与实践相结合的宗旨，希望运用我们的专业知识，科学理论以及实际调查为测绘行业的发展探寻新的道路。在做研究的过程中，我们时刻保持严谨治学的心态，每一个步骤我们都认真的实行，并细致的总结。我们深知搞研究不可能一蹴而就，需要脚踏实地的去研究和探索。

在整个过程中当然也遇到了很多问题和挫折，从一开始的选题，由于我们处于本科阶段，对科研课题的选取并没有一个非常明确或清晰的思路，习惯了老师教授知识学生接受知识的定向思维，对科研方向或者课题的选题有一些摸不着头脑。通过指导老师的帮助，我们能够较好地确定一个方向合理的科研课题，不仅如此，李老师还为我们小组细心地解剖科研命题的内部含义。而后在科研项目进行过程中，我们小组也出现了许多科研项目会出现的对科研题目理解的偏差、找不到研究关键和课题的本质所在等的问题，这些问题直接导致研究项目进度缓慢甚至一度停滞。而我们小组时刻保持清晰的思路，当遇到问题时及时讨论或者询问指导老师并听取老师的意见，而指导老师从为我们讲解科研课题的关键所在，到指导我们完成选题报告；从监督我们小组科研项目的进度，到认真检查我们的研究成果，科研的每一个阶段都充满了老师的影子。不得不说，老师在我们本次的科研训练活动中起到了十分重要的作用。

在科研项目进行过程中，我们还会定期进行小组讨论汇报研究进度，这样大大的提高了我们的工作效率，使得科研任务保质保量的完成。有时由于课程的密集和学习的紧张，我们需要合理安排出时间，有时候找老师指导时，因为老师事务繁多，空闲时间有限，我们就不得不打乱自己的计划。有时在讨论的过程中，会出现意见分歧，经过交流与探讨，最后终于得出一致结论，我们也渐渐学会接纳不同的观点，从而求同存异。很多时候，我们也会遇到资料不充足或者过时的问题，这时我们就得保持耐心，积极搜集整理，就算有挫折也不能半途而废，要相信自己，坚持到底，然后努力去寻找原因解决问题。事实上不仅仅是研究，生活往往也是如此，要学会如何解决矛盾，走出困境。这些不仅仅让我们学会如何解决问题，也锻炼了我们的心理素质。

通过这次科研立项，我们也对问题有了更为深刻的了解，综合网络、书籍和文献资料的整理，汇总出最后的科研报告。准确的说，这是我们第一次将理论运用于实际，虽然不可避免的存在一些问题，但我们也学会了很多，不断在工作中发现问题并结合自己的专业知识，通过科研解决问题，也提高了自己的创新能力，同时增强了动手解决实际问题的能力。

感谢科研立项给了我们一个近距离接触科学研究的机会，也感谢学校给我们提供了一个施展和锻炼自己的能力的舞台，希望学校在以后会继续开展科研系列活动，加强科研人才的培养。路漫漫其修远兮，吾将上下而求索，千里之行始于足下，这条路任重道远。