

项目编号 S2016800

# 武汉大学大学生创新创业训练计 划项目科研总结

## 基于灰色模型对高速公路软基变形监测数 据分析方法研究

院（系）名 称：测绘学院

专 业 名 称 ： 测绘工程

学 生 姓 名 ： 韩木林 王苗姜

鲁子亮 梅新

指 导 教 师 ： 吴云 副教授

二〇一七年三月

## 摘要

本项目主要由四名测绘学院的大三本科生组成，其中三位来自工程工业测量方向，一位来自航空航天摄影测量方向，指导老师为测绘学院的吴云副教授，专业为大地测量与测量工程。

高速公路是一个国家国民经济的重要基础设施,发展高速公路运输的首要前提是大力加强高速公路建设。我国高速公路大多建在软土层,随着时间的推移高速公路的路基会随着下降,从而对行车造成安全隐患。本次创新实践我们队的实践主题是基于灰色模型对高速公路软基变形监测数据分析方法研究,用灰色系统分析模型对高速公路软基变形监测数据的分析。加强对软基变形监测数据的处理分析研究,可以很大程度上帮助我们了解高速公路路基现状,能够科学地分析出路面的健康状态,从而有效的预警和保障高速公路的安全运行,为国家快速的经济发展具有很重要的意义。

参与这次的项目收获丰富,小组每个人都有各自的分工,都努力做到最好,体会到了团结的力量和团队协作的重要性。其中遇到过很多困难和问题,但是,我们有敢于挑战的信心和勇气。这次创新实践是我们学习生活中必不可少的重要经历,其收获与意义可见一斑,也学到了很多书本上学不到的知识,可以说是收获颇多,体会深刻。

# 一、项目背景

## （一）项目选题背景

高速公路是一个国家国民经济的重要基础设施,发展高速公路运输的首要前提是大力加强高速公路建设。因此,高速公路是社会经济发展的必然产物。然而高速公路大部分都建立在软土层上,可以说,我国高速公路在软土地区的建设已经有了十分快速的发展,但软土区极不稳定,会对高速公路带来一定的隐患。

我们小组之所以选择该项目主要是因为一是对高速公路感兴趣,且我们今天生活中高速公路很普遍,随处可见也随时可以接触,可以很贴近生活运用于实际生活中去。二是本身对灰色模型有一定的好奇,和急切想了解的性情。而我们平时的课程学习中,也有相关的预测方面的知识,比如自回归模型,最小二乘线性回归等等高等测量平差中的知识会跟我们的研究有所关联。这给了我们很大的自信心,而且平时在数据处理这一块,平差课程上已经有了一定的知识基础,对矩阵的运算也有比较深入的学习。所以在多方面考虑之下选择了基于灰色模型高速公路软基变形监测这一项目。

## （二）项目选题意义

加强对软基变形监测数据的处理分析研究,可以很大程度上帮助我们了解高速公路路基现状,能够科学地分析出路面的健康状态,从而有效的预警和保障高速公路的安全运行,在高速公路快速发展的今天,为国家快速的经济发展具有很重要的意义,所以对高速公路软土路基进行沉降和稳定性监测是十分必要的。

# 二、成员及导师情况

## （一）项目成员的组成、特长、分工及成员间相互协调配合的情况

本项目由四名大三测绘本科生组成,各自分工作业又相互配合,项目成员组成情况如下表:

表格 1.1 项目成员组成表			
成员	特长	分工	协调配合
韩木林	组织和沟通能力较强	联系老师,和导师沟通,组织项目进行	也负责报告的撰写
王苗姜	熟悉 C#编程技能和数学能力突出	主要编写项目软件	资料查找,配合整理过程
梅新	善于思考问题,整理思路较强	前期查找资料,并搜寻文献,整理思路	计算过程整理
鲁子亮	擅长文本编辑,报告撰写	中期,后期撰写报告	管理资金

## （二）导师指导情况

项目开始前，根据吴云导师的建议选择了高速公路软基变形数据处理这一方面的研究，并用灰色模型进行预测；项目中期导师给了相关的书籍和数据，并给我们的软件进行了进一步的指导和改正建议；项目后期，指导我们撰写结题报告和科研总结。吴云老师还给我们讲解了灰色模型的局限性以及拓展了其他方面的知识(比如线性回归方面)等等。

# 三、 项目特色

## （一）项目的创新点与特色

### 1. 建立了非等步长序列的 GM(1, 1) 模型

灰色理论 GM(1, 1) 模型大多数都是以等时间间隔(等步长)序列建模。而在高速公路工程实践中，沉降变形观测资料一般都是以不等时间间隔的数据序列。因此，必须将等时间间隔序列的灰色理论模型转换到非等时间间隔序列。此次项目就是基于非等时间间隔的高速公路变形观测序列，建立更为精确的灰色 GM(1, 1) 模型。

### 2. 使用了新陈代谢 GM(1, 1) 模型进行预测

GM(1, 1) 模型虽可以进行长期预测，但从灰平面上看，只有最近的几个数据具有实际意义且精度较高。新陈代谢方法可以很好地改善这种情况。新陈代谢 GM(1, 1) 模型是根据已经有序列建立 GM(1, 1) 模型预测下一个值，然后根据实测到的值，补充到已知序列之后接着再建立 GM(1, 1) 模型，预测下一个值。如此逐步预测，依次递补，新陈代谢就是用主行为的新近获得的实际数据来实现。

## （二）项目的科学意义和应用价值

### 1. 科学意义

根据项目结果来看，沉降软件对累积沉降量进行预测，其预测值和实测值也是非常接近，相对误差较小，表明了已经建立的模型的可靠性强，精度较高。所以非常适用于实际高速公路工程沉降分析与预报，对高速公路软基沉降分析有重大的科学意义。

### 2. 应用价值

在软土地基上修筑高速公路，由于施工工期短，填筑速度快的因素的制约，对于获得的宝贵的实测沉降量成果进行及时的预测与预报分析，为了能够进行动态监测到软基的稳定性，这对于工程施工及监测有较高的应用价值。

## 四、 进展成果

### （一） 项目实施的进展情况

本次项目实施进展分为三个步骤，分别为项目实施的前期，中期和后期。前期项目进展比较繁琐，由于初期方向的不稳定性以及搜集各种资料的复杂性，使项目前期进展相对比较缓慢。但随着项目的进行，项目的前期进展还算相对顺利。最终顺利的搜集齐了各种需要的高速公路软基变形监测论文资料、所需数据、灰色模型论文资料以及项目申请表的撰写；中期项目主要是包括灰色模型算法步骤的整理和软件的编制，所以中期是比较困难和难以理解的一步。需要我们每个成员去弄懂灰色模型每一步的计算过程，更需要成员去熟悉 C# 的编程技巧，所以暑假回有程序负责人去进行相关的 C# 程序学习。软件编程时，主要是项目的核心过程，所以花费了我们很多的时间，最后也是成功的编出了一款沉降软件，供我们实践分析，而软件也是随着需求随时改变和改进；后期项目主要是结尾工作，包括软件的进一步修饰，检验和改良，还有结题报告的撰写，思考从中的收获和体会。在整个项目的实施过程中，每次遇到困惑都会找指导老师解决，听从老师的建议和改进方法。所以，各个时期，各个成员分工合作，又相互配合。共同实施我们的创新实践项目。

最终项目实施的进展情况良好，已经用灰色模型预测高速公路软基变形数据有了较为精确的结果和结论。建立了一整套非等步长序列的 GM(1, 1) 模型，并用次模型通过新陈代谢的方法来预测下一次（任意时刻）的变形数据。而且能够将下一次实际测得的数据添加到软件中去，形成新的 GM(1, 1) 模型，继续预测下下次的变形数据。以此类推，形成一个新陈代谢的过程。从而可以很精确的预测出下一次任意日期的沉降量。

### （二） 初步取得的创新成果

项目初步的创新成果是一个高速公路软基变形监测的软件(C#语言编写的窗体程序)，以及一套非等步长序列的新陈代谢 GM(1, 1) 模型理论。



图 1.1 软件启动界面



图注：导入数据后可实现数据的增删查改；  
每一栏有相应的实际沉降量，模型值和预测值；  
软件每次预测后可以加入新的实际值继续预测

图 1.2 软件数据界面



图注：插图左边是相关的预测数据和精度值；  
 左下角是计算出的灰色模型的模型精度等级；  
 右侧是整个数据序列的残差表

图 1.3 软件预测界面



图注：图表是原始值、模型值和预测值的沉降数据表

图 1.4 软件图表界面

## 五、收获与体会

项目实施过程中的收获与体会：

参与这次的项目令我们小组四个人收获颇多，从去年三月份开始组队确定题目，到现在结题报告的编写，其中每一步都是我们自己去摸索，去学习的过程。当然还有吴云老师的循循善诱，让我们有了更加明确的方向。而且小组每个人都做到了分工明确，尽职尽责，体会到了团结的力量和团队协作的重要性。

首先，项目的研究。机缘巧合，我们小组四个人“凑”在了一起，在选定这个题目之前，我们也是在一起商讨了许久。其中一度甚至要做一个机器人，但最后考虑到资源的问题，还是确定了现在这个高速公路软基监测数据分析的题目。而且也问过老师，老师给了我们相关的资料来确定选题。查找题目也是看到了许多其它的科研题目，不得不说是扩展了视野，开阔了脑洞。看到了别人思考的方面也对我们自己的知识容量有了全方位的了解，从而更加认真的去确定我们主题。

其次，软件的编写。软件的编写过程是这个项目中最主要的部分，也是最后项目成功与否的关键所在。所以，作为程序软件编制的主要负责人，为了编好软件，小组成员在暑假还把 C# 又温习了一遍。在整个 C#WindowsForm 窗体应用程序研发的过程中，遇到了很多问题。而且为了做的更美观一点，在网上也搜寻了很多的方法。就比如一个简单的登陆显示界面，也试过几种方法；一个简单的系统时间栏的显示，也有关键的技术；一个窗口传值也从不懂到能够简单的运用起来。所以，编的这个程序是真的让我们学习到了很多 C# 知识，也让我们看到了 C# 的强大，远比我们想像的强大很多，更让我们对编程有了进一步的了解和热爱。如果说收获有 10 分，起码编程这部分占了 8 分。这也就是说理论方法必须付诸实践才能有结果，才能成功。在学习的过程中，找了很多的视频和书籍资料。一行一行代码地敲下去，每天都学一部分编程再对项目进行一些思考。所以暑假也基本没有“肆无忌惮”的玩。到最后觉得差不多了就开始了软件的编制，从中期到后期结题，我们的软件也进一步地改变了样式和美观。最后的成品也是经过了几番周折才出现的。所以，编程很不容易，但是完成后还是很有感触和收获的，一方面对程序本身功能的实现有了全面的认识，再者对 C# 而有了进一步的掌握和认识。

最后，项目的结题。项目实施最后也包括报告的撰写，一整堆的上交报告其实也是对我们实践结果的一个证明和肯定。其中也不乏指导老师吴云对我们的要求和建议，和老师沟通的过程中我们也学会了如何正确的学习知识和经验。在我们遇到问题或者产生疑问的时候，就回去找老师寻求方法和建议。吴云老师也会细心地给我们讲解我们的问题所在以及需要改进的地方。不懂就问这也是古人交给我们的学习之道。再说报告的编写和排版，都必须按照学校的要求来做。在这个过程中，我们也学会了如何写报告，也有了较大的锻炼与收获。每一个板块都要认真的去写，去查找资料和看要求以及模板的写法。所以写报告也不想刚开始认为的那样简单。只有当认真去做一件事的时候才会发现它的难处。这也为我们以后的毕业设计打下了一定了基础，肯定是大有裨益的。

最终，我们完成了此次项目，也坚信付出过一定有成长，锻炼过一定有自信。其中遇到过很多困难和问题，但是，还好我们有团队，有指导老师，更有我们自己敢于挑战的信心和勇气。这次创新实践是我们学习生活中必不可少的重要经历，其收获与意义可见一斑，也学到了很多书本上学不到的知识。也十分感谢学院的这次创新活动！