

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 15620141152091

UDC\_\_\_\_\_

厦门大学

硕士学位论文

我国社会医疗保险基金预警系统研究

——基于 BP 神经网络模型

The Research of Warning System for China's Social Medical  
Insurance Fund

—— Based on PCA-BP Neural Network Model

陈 雪

指导教师姓名: 郑荣鸣 教授

专业名称: 保险专硕

论文提交日期: 2017 年 4 月

论文答辩日期: 2017 年 4 月

学位授予日期: 2017 年 6 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2017 年 4 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘要

我国社会医疗保险基金巨额结余和收不抵支并存的现状,以及基金运作存在的问题,都表明我国社会医疗保险制度必须进行完善。因此本文构建并引入社会医疗保险基金预警系统,对基金运行进行预警,从而达到优化基金运行路径,降低成本的目的。

本文的研究对象为城镇职工基本医疗保险。通过医疗保险基金、医院和经济环境三方面提取出 16 个风险因素作为预警系统的指标体系。基于体现基金支付能力的风险指数,确立缺口和超结余的双向警情。在此基础上,从新的视角出发,通过神经网络方法建立关于上述三个方面的风险指标与风险指数之间的非线性关系。实证选取医疗保险改革明星城市三明市的数据进行分析。首先构建 BP 神经网络模型,再根据所获取的数据具有耦合性强、样本量小的特点,引入主成分分析法进行降维,构建主成分-BP 神经网络模型。通过上述模型验证神经网络方法对于社会医疗保险基金建模和预测的可行性。此外,还通过改进的神经网络 Garson 算法对本文的指标体系进行敏感性分析。

实证结果表明,BP 神经网络模型适用于我国社会医疗保险基金预警系统的构建。主成分-BP 神经网络模型较之于单纯的 BP 神经网络模型,具有更高的数据拟合度以及预测准确度。并且敏感性分析发现,对风险指数有直接影响的指标,网络连接权值比重也相应比较高。最后,结合预警系统的引入和合理应用为我国社会医疗保险制度的完善提出政策建议。

**关键词:** 社会医疗保险基金; 预警系统; BP 神经网络; 主成分分析

厦门大学博硕士论文摘要库

## Abstract

The social medical insurance fund in China is currently facing a huge surplus as well as a deficit, together with other operational problems, which means that improvements must be made on this system. Thus, we construct a social medical insurance fund warning system, which optimizes fund operation and reduces its cost by giving early warnings.

In this paper, we study medical insurance for urban workers. From the medical insurance fund, the hospitals and the economic environment, we extract 16 risk indicators for a warning system. Based on the risk index that reflects the fund's paying capability, we categorize warnings into deficit warnings and surplus warnings. On this basis, from a new-perspective, we use artificial neural network to build a non-linear relationship between risk indicators of above three aspects and the risk index. The data we use for our empirical research is from Sanming, which is known for obtaining preliminary success in the medical insurance reform. Firstly, we build a Back Propagation (BP) network model, and then, to best fit the data, which are strongly coupling and small in sample sizes, we conduct principal component analysis (PCA) for dimension reduction to building a Principal Component Analysis (PCA)-BP network model. We validate if those models are feasible for modelling and forecasting the social medical insurance fund warning system. Besides, we perform sensitivity analysis for 16 indicators using improved Garson method.

Empirical results show that BP network is appropriate for building China's social medical insurance fund warning system. Compared to BP network model, PCA-BP network model has better data fitting and forecasting accuracy. Moreover, from sensitivity analysis we find indicators that have direct relationships with warnings have higher network connection weights. Lastly, in terms of the introduction and application of the warning system, we come up with several recommendations for sustainable development of the social medical insurance system in China.

**Keywords:** Social Medical Insurance Fund; Warning System; BP Neural Network; Principal Component Analysis

厦门大学博硕士论文摘要库

绪 论.....	1
0.1 研究背景和意义.....	1
0.2 国内外文献综述.....	3
0.3 研究思路和方法.....	10
0.4 创新和不足.....	11
第 1 章 我国社会医疗保险制度运行现状分析.....	13
1.1 我国社会医疗保险制度的发展历程.....	13
1.2 我国社会医疗保险制度的发展现状和问题.....	14
1.2.1 巨额基金结余与收不抵支并存的矛盾现状.....	14
1.2.2 统筹基金结余低于预期.....	15
1.2.3 基金运作方式致使低保障、高流出.....	18
1.3 医疗保险基金预警系统应运而生.....	20
1.4 本章小结.....	20
第 2 章 社会医疗保险基金预警系统指标设计.....	21
2.1 医疗保险基金预警系统的风险因素提取.....	21
2.1.1 医疗保险基金运行的风险来源.....	21
2.1.2 医疗保险基金的风险因素指标.....	21
2.2 医疗保险基金预警系统风险指数和警情划分.....	27
2.3 本章小结.....	28
第 3 章 基于 BP 神经网络模型的预警系统的实证研究.....	29
3.1 BP 神经网络预警模型的构建.....	29
3.1.1 BP 神经网络概述.....	29
3.1.2 预警模型的构建步骤.....	30
3.2 BP 神经网络预警系统的实证分析.....	35
3.2.1 数据来源和合理性分析.....	35
3.2.2 BP 神经网络预警系统的实证结果.....	37

3.3 本章小结 .....	40
<b>第 4 章 基于主成分-BP 神经网络模型的预警系统的实证研究 .....</b>	<b>41</b>
4.1 基于主成分分析的 BP 神经网络预警模型构建 .....	41
4.1.1 引入主成分分析法降维的原因 .....	41
4.1.2 主成分分析法原理介绍 .....	41
4.1.3 主成分分析算法的实现 .....	43
4.2 主成分-BP 神经网络预警系统的实证分析 .....	44
4.2.1 主成分分析降维实证结果 .....	44
4.2.2 主成分-BP 神经网络预警系统的实证结果 .....	45
4.3 两种模型实证结果对比 .....	48
4.4 敏感性分析 .....	50
4.5 本章小结 .....	53
<b>第 5 章 关于我国社会医疗保险基金预警系统的政策建议 .....</b>	<b>55</b>
5.1 引入预警系统并合理应用 .....	55
5.2 动态调整预警系统与医保制度的完善相结合 .....	56
5.3 重视预警系统警情的触发并制定合理预案 .....	57
5.4 本章小结 .....	58
<b>结 论 .....</b>	<b>59</b>
<b>参 考 文 献 .....</b>	<b>61</b>
<b>附 录 A 预警系统指标体系和风险指数 .....</b>	<b>65</b>
<b>附 录 B 神经网络模型程序 .....</b>	<b>67</b>
<b>致 谢 语 .....</b>	<b>61</b>

## Contents

<b>Introduction</b> .....	1
<b>0.1 Background and Significance</b> .....	1
<b>0.2 Literature Review</b> .....	3
<b>0.3 Research Route and Method</b> .....	10
<b>0.4 Key Contributions and Shortages</b> .....	11
<b>Chapter1 Current Situation of Social Medical Insurance in China</b> .	13
<b>1.1 The Development of Medical Insurance System</b> .....	13
<b>1.2 Current Situation and Problems of Social Medical Insurance</b> .....	14
1.2.1 Huge Medical Funds VS Deficit .....	14
1.2.2 Co-ordinated Fund Runs Behind the Expectation .....	15
1.2.3 Fund Operation Leads to Low Security and High Expenses .....	18
<b>1.3 Necessity of Warning System for Social Medical Insurance</b> .....	20
<b>1.4 Nodule</b> .....	20
<b>Chapter2 Designing Indicators of Warning System</b> .....	21
<b>2.1 Selecting Indicators of Warning System</b> .....	21
2.1.1 Risk Sources of Warning System .....	21
2.1.2 Indicators of Warning System .....	21
<b>2.2 Risk Indexes and Division of Warning System</b> .....	27
<b>2.3 Nodule</b> .....	28
<b>Chapter3 Warning System based on BP Network</b> .....	29
<b>3.1 Building Warning System Based on BP Network Model</b> .....	29
3.1.1 Introduction of BP Network .....	29
3.1.2 Building Process of Warning System .....	30
<b>3.2 Empirical Research</b> .....	35
3.2.1 Data Sources and Rationalisation .....	35
3.2.2 Empirical Study of BP Network .....	37

<b>3.3 Nodule</b> .....	40
<b>Chapter4 Warning System based on PCA-BP Network</b> .....	41
<b>4.1 Building Warning System Based on PCA-BP Network Model.</b> .....	41
4.1.1 The Reason for Importing PCA .....	41
4.1.2 PCA Theory Introduction .....	41
4.1.3 The Steps of PCA Algorithm .....	43
<b>4.2 Empirical Research</b> .....	44
4.2.1 The Result of Dimensionality Reduction .....	44
4.2.2 Empirical Study of PCA-BP Network .....	45
<b>4.3 The Comparasion of Two Models</b> .....	48
<b>4.4 Sensitivity Analysis</b> .....	50
<b>4.5 Nodule</b> .....	53
<b>Chapter5 Recommendation for Warning System</b> .....	55
<b>5.1 Importing Warning System.</b> .....	55
<b>5.2 Dynamic Regulation of Warning System</b> .....	56
<b>5.3 Drawing up Reasonable Emergency Plans</b> .....	57
<b>5.4 Nodule</b> .....	58
<b>Conclusion</b> .....	59
<b>References</b> .....	61
<b>Appendix A Indexs of Warning System</b> .....	65
<b>Appendix B Procedure</b> .....	67
<b>Acknowledgements</b> .....	73

## 绪论

### 0.1 研究背景和意义

#### 0.1.1 研究背景

我国的社会基本医疗保险制度在建国初期提出之后,经历了一系列改革和发展,在上世纪末和本世纪初逐渐完善,包括城镇职工基本医疗保险、城镇居民基本医疗保险和新型农村合作医疗保险三个层次。至 2011 年我国基本上实现了覆盖 13 亿人的全民医疗保险,这样的壮举吸引了全球的目光。但是在我国医疗保险制度取得阶段性成效之后,随着社会经济的发展和制度本身问题的突显,我国医疗保险制度的可持续发展成为亟待研究的问题。

首先是社会经济发展方面,我国巨大的人口基数加上世纪后期开始正式实行的计划生育政策的弊端逐渐显现,虽然近年来从“单独二胎”到“全面放开二胎”的生育政策不断出台,但是人口老龄化趋势无法在短期内得到根本缓解。自从 2000 年中国进入人口老龄化国家以来,无论采用何种衡量方式,这一人口结构在本世纪都已成定局,会产生变化是只不过是老龄化进程的快慢而已。老龄人口对于医疗卫生需求大大高于年轻人口这是一个国际社会公认的事实。我国现在人口老龄化进程大大快于欧美等西方发达国家,也就意味着随之出现的医疗卫生需求也会逐渐增加。另一方面,由于社会的迅速发展,空气污染、水源遭破坏等生态环境问题层出不穷,所以全社会的患病率连年递增,尤其是慢性病和重大恶性病的发病群体大有年轻化的趋势,这将进一步加剧对医疗卫生的需求。

其次,从制度本身来说,我国的社会基本医疗保险制度在建立之初都是依据我国的国情确定的,但是随着时间的推移和社会的发展,有些规定逐渐束缚了制度本身的发展。三个层次的医疗保险制度分管部门不同,彼此之间沟通不畅,不仅直接造成了管理成本高昂,效率低下,更埋下了社会不公平和逆选择的风险。医疗保险基金现在结余巨大和保障程度不尽人意这对矛盾越来越尖锐,如何平衡二者之间的关系也是制度发展的关键节点。个人账户的积累越来越多,其存续和价值引发了社会的争议。除此之外,医疗保险经办机构缺乏对医院和医药商的有效监督制衡机制,导致医疗保险基金加速流出。

在此社会现状之下，我国社会医疗保险制度进一步深化改革势在必行。国务院 2016 年 3 号文件已经指明了我国医疗保险发展的方向，一方面是将我国现行的城镇居民医疗保险制度和新型农村合作医疗制度逐渐整合成城乡居民医疗保险制度，另一方面，改革不单单是医疗保险的改革，也需要医疗机构和医药商这些密切相关的方面并行改革。这些不仅指出了我国医疗保险制度的症结所在，也表明了政府进行改革的政治决心。

由此可见，无论是医疗保险制度的运行和存续，还是医疗保险制度的改革，都需要对其进行监测，以便及时反馈问题和关注进展。医疗保险基金无疑是监测时的重中之重。因为它是医疗保险制度的核心所在，进行改革的根本目的也是为了使医疗保险基金的持续、健康发展。我国的医疗保险制度采取的是统账结合的方式，包括了社会统筹账户和个人账户。其中，个人账户的资金由个人缴费以及部分单位缴费构成，这部分资金主要用于门诊等小额医疗费用；统筹账户资金完全来源于企业缴费，主要用于参保人住院或大额医疗费用的支付。因此，对医疗保险基金的监测重点又落在了对统筹账户基金的监测上。

医疗保险制度与养老制度不同，需要考虑的首要问题并不是代际分配问题，因此采用现收现付制度。遵循“以收定支、收支平衡、略有结余”的原则。以收定支是指医疗保险基金的支出水平高低由收入的高低所决定；收支平衡是指现收现付制的医疗保险基金，当期收入能够大致满足当期支出需求即可；而结余方面的要求则是略有结余，这是为了给当期可能出现的异常波动提供一个安全垫，以保障国民生活和公共财政的安全和稳定。从“略有结余”的要求就可以看出来，医疗保险基金的结余既不能亏空也不能过量，因为结余过多意味着大量资金闲置，资金使用效率严重低下，而结余为负，则会增加财政方负担。因为医疗保险基金的收入是按照人口和固定缴费率收取的，故短期内这部分亏空很难通过别的方式弥补，只能靠财政补助。

### 0.1.2 研究意义

随着我国人口老龄化日趋严峻，赡养比持续降低，而根据我国目前的医疗保险费用缴交规定，数量庞大的退休群体无需缴纳保险费，因此我国医疗保险基金的刚性支出压力巨大。此外全社会的患病率持续攀高，医疗保险基金入不敷出的

威胁不容小觑。由此可见，我国的医疗保险改革势在必行，改革关乎国民的医疗保障问题，同时也对医疗保险基金产生直接且重大的影响。所以，本文的研究将针对我国的医疗保险基金构建相应的预警系统，旨在提供一个有效的事前防范机制。从而实现降低医疗保险改革可能出现的损失、提高我国医疗保险基金运行效率和降低运行成本。

目前我国尚未大规模地针对医疗保险制度或医疗保险基金运用建立预警系统，即便是一些已经试点开展医疗保险改革的地方，采用的也只是事后反馈总结机制。而预警系统可以通过对医疗保险基金运行过程的观察，和对其影响因素的监测，及时反馈问题，起到防范于未然的作用，提高基金的使用效率，既能为减轻企业和个人缴费负担创造条件，又能保障制度的健康持续发展。

构建预警系统对我国医疗保险制度的发展具有理论和现实双重意义。

首先，从理论的角度，预警系统可以促进我国医疗保险制度的完善，为改革提供有力保障。改革的过程中难免遇到挑战和挫折，如果采用预警系统，可以及时纠正改革的偏差，大大增加了改革的成功率。此外，预警系统对医疗保险基金的安全保障，以及提高资金使用效率都具有十分重要的意义。医疗保险基金不仅能够促进百姓的健康水平，而且更是防止一部分参保群体因病致贫或返贫的“救命钱”，其安全性和使用效率关系到国计民生和社会安定，虽然医疗保险基金的收取只需要满足当期支出需求，故一般不存在大量结余，但是其安全性也同样不容忽视，否则当期的医疗保险基金一旦出现难以弥补的亏空，财政就面临兜底的局面。

其次，从现实实践的角度，预警系统的建立主要是给医疗保险改革者提供一个改革方向和改革成效的预判。医疗保险改革者可以通过不同输入量的调整，以及对不同情形下输出的风险指数的判断，调整改革措施，优化改革路径。因此，医疗保险基金预警系统能够大大提高我国居民的医疗保障水平和整个社会的医疗运作效率。

## 0.2 国内外文献综述

### 0.2.1 国内文献综述

#### 1. 医疗保险基金平衡问题的研究

国内学者对医疗保险制度目前存在的问题和未来发展的方向关注得越来越多。其中最集中的探讨则在对医疗保险基金平衡问题的研究上，因为它作为制度核心，能够直接反映出医疗保险制度的内在问题。近年来国内学者对医疗保险基金的研究主要探寻的是在现行制度和相关影响因素之下，我国的医疗保险基金可能出现的收不抵支的危险程度和时间。

王晓燕等（2004）基于人口老龄化现状，对人均医疗费增长率、平均工资增长率、赡养比等参数进行假设，通过模型测算和改进，得到医疗保险基金将会分别在 2014 年、2019 年和 2020 年出现收不抵支的结论。何平平（2006）利用协整检验和 Granger 因果检验，分析得出无论是人口老龄化还是经济增长都对医疗费用的增长具有长期影响，并且前者的作用显著低于后者。宇文佳子，温小霓（2008）通过基金预测得出，按照当时的趋势发展下去，以 2006 为基年，虽然两年后基金收入仍然大于支出，呈略有盈余状态。但到 2009 年，基金将开始呈现收不抵支。再经过十年的发展，基金结余将为负数，医疗保险基金无法持续发展。陈妍（2011）通过非寿险精算和生命表等方法，利用天津市社保基金管理中心数据，对城镇职工基本医疗保险基金进行测算，预测出医疗保险基金当年结余和累积结余将分别在 2030 年和 2037 年出现亏空的现象。曾益（2012）利用精算模型进行测算，得出统筹账户和个人账户的基金将分别于 2026 和 2034 年出现收不抵支，而对此的解决方案中，经模拟结果评定，将两个账户合二为一是最优方案。申曙光，瞿婷婷（2012）表示社会基本医疗保险制度的运行效率和持续性直接受医疗保险基金是否收支平衡的影响，所以建立一套合理的基金收支平衡评估制度十分有必要性。他们从医疗保险基金的收支两个方向确立了影响因素之后，利用某市医疗保险管理中心微观数据进行测算，得出医疗保险基金当年结余和累计结余都可以准确反映基金收支风险。宋占军，朱铭来（2014）将大病保险结合我国的城镇居民医疗保险相结合考虑，动态测算我国 31 个省、市、自治区的城镇居民医疗保险体系，在不同的假设条件下，得出到 2015 年我国少则 9 个省市多则 15 个省市将出现城镇居民医疗保险基金收不抵支现象，因此应该优化保障水平，控制费用支出。虞斌（2015）以浙江省医疗保险基金为研究对象，通过建立精算模型，测算出在目前的人口老龄化背景之下，浙江省医疗保险基金平衡将很快被打破，在 2027 年将出现 12 亿的亏空，照这个趋势下去，2034 年将出现

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库