

基于 Morlet 复小波分析的农作物巨灾保险基金规模测算研究*

——以吉林省农作物保险为例

杨纳华 马 洁[†]

(中国农业大学经济管理学院)

摘 要： 建立农业巨灾保险基金是农业巨灾风险管理的重要内容。研究采用 Morlet 复小波分析法，在精算意义上探讨了农作物巨灾保险基金的筹集规模和时限。以 1978~2010 年期间吉林省农作物灾损数据序列进行实证研究，分析多尺度上的周期性变动特征，基于研究设定测算基金规模。结果表明：灾损波动存在 5 年、12 年、17 年和 28 年的时间尺度特征，以 28 年周期振荡最为显著，5 年次之。得出在一个巨灾发生周期内，基金规模最大理论值为 34.87 亿元，最小理论值为 26.15 亿元。预测在 2012 年以后，农作物受灾损失量处于偏多期，应当多渠道加快筹集巨灾保险基金，促进巨灾风险分散体系建设。

关键词： 农作物 Morlet 复小波分析 巨灾保险基金筹集 吉林

一、引言

国外巨灾风险管理的理论研究始于 20 世纪初，巨灾风险管理的实践始于 20 世纪 30 年代，大规模的实践则是在 20 世纪 70 年代之后，如何应对巨灾风险的理论和实践研究已经取得了丰硕的成果，相比之下，我国农业巨灾风险管理还严重滞后。近年来，由于干旱、洪涝、雪灾、泥石流和台风等巨灾风险的发生频率趋高，对我国农业生产造成的损失和影响不断加大，迫切需要建立农业巨灾风险管理体系。

2007 年之前，中国的农业保险在商业性背景下运作，经历了扩张—萎缩—停滞—再扩张—再萎缩的曲折、缓慢的发展路径。2007 年以来，我国实行了财政补贴保费的政策性农业保险，并且连续 6 年[‡]在中央 1 号文件中督促发展农业再保险，完善农业巨灾风险分散机制。中央财政不断扩大补贴区域，提高补贴比例，增加补贴品种，补贴资金投入不断加大，带动了农业保险规模的迅速扩大，保费金额在全部财产险保费中的份额由 2006 年之前不足 1% 急剧逼近 5%，到 2012 年，全国农业保险保费收入达到 240.6 亿元。由于风险责任高度聚集，出灾后“赔不起拉到”的事件频频出现。

* [基金项目] 国家自然科学基金资助项目 (70973125)

[†] [作者简介] 杨纳华，中国农业大学经济管理学院教授；马洁，中国农业大学经济管理学院研究生。

[‡] 2007 年 1 号文件提出要“发展农业保险，完善农业风险防范机制”。2008 年的中央 1 号文件提出“建立健全农业再保险体系，逐步形成农业巨灾风险转移分担机制”。2009 年 1 号文件督促“加快建立农业再保险体系和财政支持的巨灾风险分散机制”。2010 年的 1 号文件进一步要求“健全农业再保险体系，建立财政支持的巨灾风险分散机制”。2011 年《中国保险业发展“十二五”规划纲要》督促“加快推动建立国家政策支持农业再保险体系和地震、洪水等巨灾风险再保险体系”。2012 年中央 1 号文件中指出，要“健全农业再保险体系，逐步建立中央财政支持下的农业大灾风险转移分散机制”。2013 年 1 号文件要求“推进建立财政支持的农业保险大灾风险分散机制”。

实践中,我国农业再保险发展存在诸多障碍,建立巨灾保险基金已经成为各地巨灾风险管理的主要选择,并开始为我国学术界所高度关注。学者们对巨灾保险基金的筹集方式、资金来源以及运作模式进行了广泛的探讨,但对基金规模的精算研究涉及较少。王德宝、庾国柱(2010)^[1]的工作具有代表性,其思路是:测算出发生农业巨灾的周期,在一个周期内,农业巨灾保险基金的筹集规模至少应该达到历史年际损失的平均值,但这项研究工作缺乏对于长序列灾害损失数据的考察和数理分析。本文拟尝试采用小波分析法,以吉林省为例,测算农作物巨灾发生的基金筹集时限,在此基础上测算巨灾保险基金规模,探索精算意义上的农作物巨灾保险制度建设问题。

二、研究方法

小波分析是傅里叶分析理论在20世纪80年代初发展起来的一个新分支,被誉为信号分析的“数学显微镜”。目前,小波分析正在逐渐被尝试应用于农业气象、自然灾害变化规律等研究中。葛哲学(2007)^[2]、张德丰(2010)^[3]等人指出,小波分析克服了短时傅里叶变换在单分辨率上的缺陷,可以探测正常信号中的瞬间并展示其频率成分,能广泛应用于各个时、频分析领域。田晓瑞(2007)^[4]、罗新宁(2010)^[5]、陈寅达(2012)^[6]分别对我国森林火灾周期、农业气象灾害和降水量周期进行了探讨,发现小波分析不仅能将隐含在时间序列中的各种随时间变化的周期振荡清楚地显现出来,也可以反映它们的变化趋势,并对其未来的演变趋势进行定性估计。本文采用小波分析法,在于探索农作物巨灾发生的时-频局部化特征以支持巨灾保险基金规模测算和筹集时限的确定。

(一) 小波分析法

小波分析涉及三个方面的处理:选择恰当的小波母函数,接着进行连续小波变换以把握波动在不同时间尺度和空间的局部特征、测算小波方差以反映灾损震荡的主要周期。

1、小波函数

小波分析的基本思想是用一簇小波函数系来表示或逼近某一信号或函数,小波函数是小波分析的关键因素。记 $L^2(\mathbb{R})$ 为定义在整个实数轴 \mathbb{R} 上满足条件 $\int_{-\infty}^{+\infty} |f(x)|^2 dx < +\infty$ 的全体可测函数 $f(x)$ 及其相应的函数运算和内积所组成的集合,小波为函数空间 $L^2(\mathbb{R})$ 中满足下述条件的一个函数或者信号 $\Psi(x)$:

$$C_{\Psi} = \int_{\mathbb{R}^*} \frac{|\Psi(\omega)|}{|\omega|} d\Psi(\omega) < +\infty \quad \text{或} \quad \int_{\mathbb{R}} \Psi(\omega) d\omega = 0 \quad (1)$$

式(1)中两式称为容许性条件, \mathbb{R}^* 代表非零实数全体。 $\Psi(x)$ 被称为小波函数,有时也被称为母小波或小波母函数,选择合适的母小波是小波分析的前提。小波函数通过尺度的伸缩和时间轴上的平移构成一簇函数系:

$$\Psi_{a,b}(X) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \Psi\left(\frac{x-b}{a}\right) \quad (2)$$

式(2)中, a 称为伸缩尺度参数(又称伸缩因子), 反映了小波的周期长度; b 称为平移尺度参数(又称时间因子), 反应了时间上的平移。本文选择 Morlet 连续复小波, 主要理由为: 复小波变换可同时给出时间序列变化的位相和振幅, 并且能够消除用实小波变换系数作为判据而产生的虚假振荡, 使分析结果更为准确。

2、连续小波变换

对于任意函数或信号 $f(x)$, 其连续小波变换为:

$$W_f(a,b) = \int_{\mathbb{R}} f(x) \overline{\Psi_{(a,b)}(x)} dx = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{\mathbb{R}} f(x) \overline{\Psi(\frac{x-b}{a})} dx \quad (3)$$

上式将时间函数 $f(x)$ 变为时频平面上的二元函数, 其中 $W_f(a,b)$ 为小波变换系数, a 为伸缩尺度; b 为平移参数。对于任意参数对 (a,b) , 小波函数 $\psi_{(a,b)}(x)$ 在 $x=b$ 的附近存在明显的波动, 远离 $x=b$ 的地方将迅速地衰减到 0, $W_f(a,b)$ 的本质就是原来的函数或者信号 $f(x)$ 在 $x=b$ 点附近按 $\psi_{a,b}(x)$ 进行加权的平均, 体现的是以 $\psi_{a,b}(x)$ 为标准快慢尺度的 $f(x)$ 的变化情况。刘会玉等(2004)^[7]指出, 当 a 较小时, 频域分辨率较差, 而时域分辨率较好; 当 a 增大时, 频域分辨率增加, 而时域分辨率则减小。因此, 小波变换可将时间(或空间)序列曲线分解成交织在一起的多尺度成分, 从而特别适合分析出信号在不同时间尺度和空间的局部特征。

3、小波方差

小波方差表示信号波动的能量, 用来反映时间序列的主要周期。将小波系数的平方值在 b 域上积分可得到小波方差, 即:

$$\text{Var}(a) = \int_{-\infty}^{+\infty} |W_f(a,b)|^2 db \quad (4)$$

小波方差随尺度 a 的变化过程, 称为小波方差图。小波方差图能反映信号波动的能量随尺度 a 的分布。因此, 可用来确定信号中不同种尺度扰动的相对强度和存在的主要时间尺度, 即主周期。

(二) 测算流程

农作物巨灾保险基金规模的测算流程见图 1。首先要获取农作物产值损失数据序列; 接着, 对灾损数据序列进行小波分析, 得到灾损发生的时间尺度和震荡周期, 划分出不同的主周期时段; 最后, 得出各个主周期年平均基金额, 并将各个周期数值加权平均, 获取最终巨灾保险基金规模。



图 1 巨灾保险基金规模的测算流程

三、测算实证分析——以吉林为例

吉林省是我国重要的商品粮生产基地, 粮食生产受到洪灾、风雹、旱灾和冰冻等自然灾害的严

重威胁。近 10 年来，由于频发的旱灾和水灾，造成约 7.5 亿公斤的粮食损失，如 2009 年的农业保险赔付是 2007 年的 4 倍。从目前的吉林省农业保险政策效果来看，其一，保险金额对生产成本的覆盖水平低。按照 2013 年吉林省种植业保险条款，水稻的保险金额为 266.7 元/亩，玉米为 200 元/亩，大豆为 166.7 元/亩，花生和葵花籽同为 133.3 元/亩，仅分别相当于水稻生产总成本的 27.7%，玉米的 29.3%，大豆的 34.1%。其二，平均综合赔付率居高不下。吉林省农作物保险的参保率在 2007~2009 年间徘徊在 50% 左右，2010 年升至 68%，2011 年达到了 72%，成为发展最快的少数省份之一。尽管如此，5 年来农作物保险的平均综合赔付率仍高于 70%，超过世界公认的保险盈亏平衡点 70%，迫切需要加快建立农作物巨灾保险基金。

（一）数据准备

本文采用吉林省农业总产值、农作物播种面积和农作物成灾面积指标，数据源于 1978~2012 年《吉林统计年鉴》、《改革开放 30 年农业统计资料》以及吉林省农业厅官方网站。结合现行吉林省农业保险的实际情况，给出基金规模测算依据的基本设定：

其一，考虑农作物承保率为 60%、80% 两种情形。目前吉林农作物承保率最低为 60%，高限已基本达到 80%。

其二，吉林省规定的农作物险种的费率，玉米为 10%，水稻和大豆为 8%，花生和葵花籽为 7%，按照 2013 年各自播种面积加权得到的平均费率为 9.23%，为简化起见，在巨灾保险基金测算中以 10% 计。

其三，若应赔付实际损失金额小于等于保险公司封顶赔付金额，则巨灾保险基金额设为 0；

其三，以吉林省目前的规定：若当年全省简单赔付率超过 200%，启动巨灾保险基金。

基于以上基本设定，实施农业巨灾保险基金规模的测算过程：

第一步：亩平均产值=农业总产值÷保险作物播种面积。吉林省 5 种保险作物包括玉米、水稻、大豆、花生、葵花籽的播种面积占全省农作物播种面积的比重达到了 85% 以上，故后续分析中以农业总产值近似替代 5 种作物的产值；

第二步：保费收入=农业总产值×承保率×平均费率；

第三步：受灾损失=亩平均产值×承保率×成灾面积。由于保险政策条款规定只对损失程度 30% 以上的损失给予赔偿，故计算损失金额时，使用成灾面积（统计上定义损失程度在 30% 以上）数据；

第四步：封顶赔付=保费收入×200%。按照吉林省目前基本赔付以保费的 200% 为高限的规定，则巨灾保险基金是超过 200% 基本保险责任准备金积累之外建立的基金。

第五步：巨灾保险基金=受灾损失-封顶赔付。

采用 Matlab2010b 软件，对农作物受灾损失序列进行 Morlet 复小波的一维连续小波变化，得到小波变化系数的实部、模、模平方。由于受灾损失序列为有限的时间序列，在时间序列的两端可能会产生“边界效用”。为此，在对受灾损失序列进行小波变换前，先对两端数据进行延伸，以此来消除序列开始点和结束点附近的边界效应。

(二) 小波变换分析

1、农作物受灾损失变化的时间尺度

小波变换系数实部等值线图的功能在于：一方面，能够反映农作物受灾序列在不同时间尺度下的周期变化和振幅大小；另一方面，在相同周期下，能够反映振幅随时间的变化规律。这里以时间尺度 a 为纵坐标，年份 b 为横坐标，绘制各小波变换系数实部数的等值线图。为更清楚地说明小波系数实部等值线图在农作物受灾损失量序列多时间尺度分析中的作用。这里利用 Surfer 8.0 绘制得图 2，可直观地看到吉林省农作物受灾损失量的周期变化及振幅大小。当小波系数实部值为正时，表示农作物受灾损失量偏大，在图中用实线表示，“H”表示正值中心；当小波系数实部值为负时，表示农作物受灾损失量偏小，用虚线表示，“L”表示负值中心。

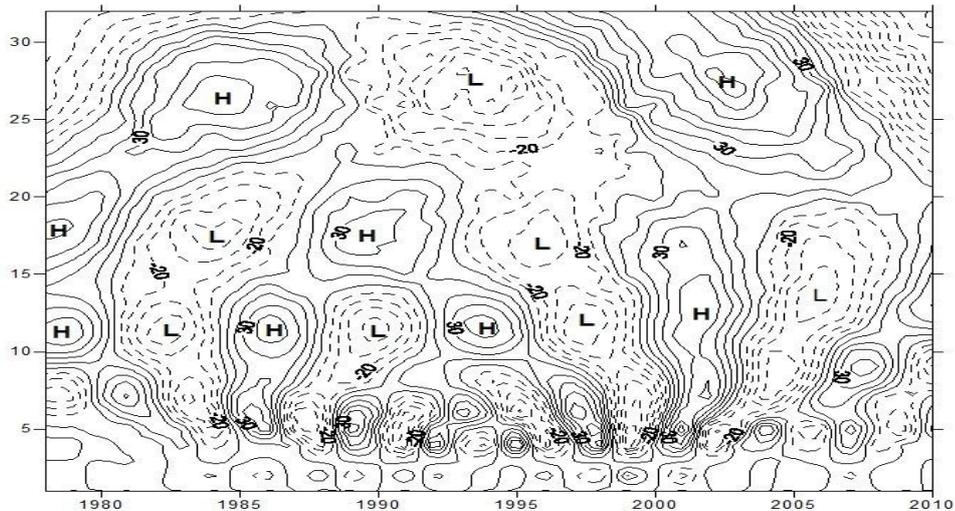


图 2 吉林省农作物受灾损失量序列的 Morlet 复小波系数实部等值图

示农作物受灾损失量偏小，用虚线表示，“L”表示负值中心。图 2 中，吉林省农作物受灾损失量有着明显的年际变化，存在 3~9 年，10~15 年，16~21 年以及 22~32 年共 4 类尺度的周期变化规律。以较大尺度的 22~32 年来看，农作物受灾损失量变化存在着 2 次偏大-偏小交替的准震荡。具体表现为：1978~1989 年损失量偏大，1990~1996 年损失量偏小，1996 年开始损失量处于偏大期，而 2010 年以后等值线未闭合，有延伸的趋势，说明在 22~32 年时间尺度上，2010 年以后的一段时间内处于损失量偏大期；在 16~21 年的时间尺度上，农作物受灾损失量变化存在 3 次偏大-偏小交替的准震荡：1978~1982 年农作物受灾损失量偏大，1982~1987 年受灾损失量较小，1988~1993 年受灾损失量上升，1994~1998 年受灾损失量下降，1999~2002 年受灾损失量再次上升，2003~2008 年受灾下降，2008 年以后实线等值线未闭合，说明在 16~21 年时间尺度上，2008 年以后一段时间内处于农作物受灾较为严重期；在 10~15 年的尺度上，农作物受灾变化存在 4 次偏大-偏小交替的准震荡，并且 2009 年以后处于农作物受灾损失量偏大期；在 3~9 年的时间尺度上，农作物受灾变化存在 10 次偏大-偏小交替的准震荡，并且在 2009 年以后处于农作物受灾损失量偏大期。同时可以看出，这 4 个尺度的周期变化在整个分析时段表现得非常稳定，具有全域性。

进一步，为了反映各个时间尺度上周期变化的具体震荡强度，本文绘制出 Morlet 复小波系数

模等值线图（图 3）和模平方等值线图（图 4）来加以说明。其中，Morlet 复小波系数的模值表示能量密度，模等值线图反映不同时间尺度变化周期所对应的能量密度在时间域中的分布情况，模值越大，说明其所对应的时间尺度周期性越强。图 3 显示，在农作物受灾损失量变化过程中，22~32 年和 3~9 年尺度的模值较大，说明这两个时间尺度周期变化较为明显。小波系数的模平方则表示小波能量谱，可以分析不同周期的震荡能量。图 4 显示，22~32 年时间尺度的震荡能量最强，周期最为显著；3~9 年尺度时间尺度上的震荡能量次之，周期分布比较明显，几乎占据整个研究时域（1983~2010 年）。

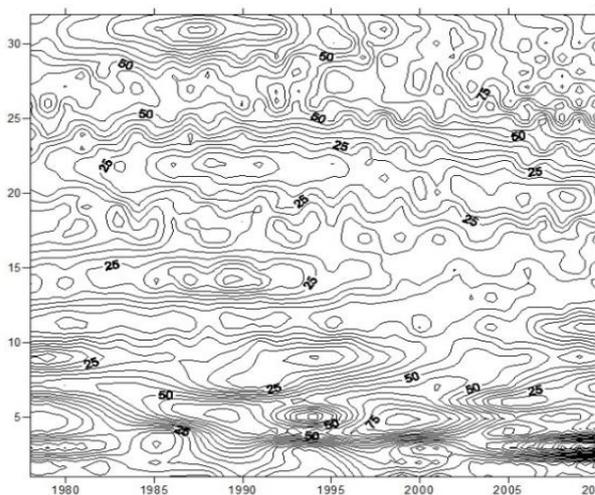


图 3 Morlet 复小波系数模等值线图

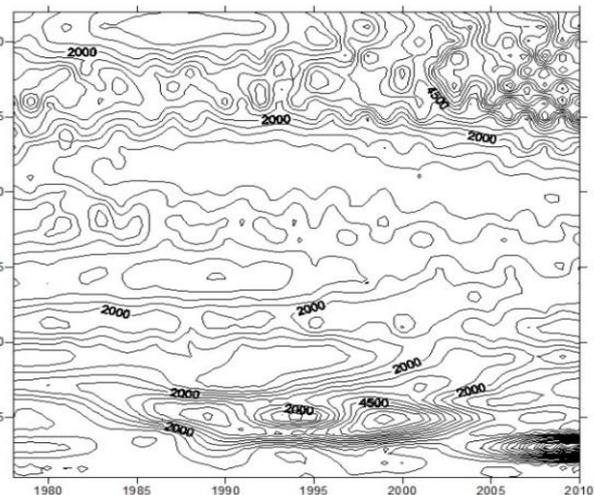


图 4 Morlet 复小波系数模平方等值线图

2、农作物巨灾发生周期特征衡量

小波方差图用于反映波动的能量随尺度 a 的分布，可用来确定一个时间序列中各种尺度扰动的相对强度，对应峰值处的尺度称为该序列的主要时间尺度即主要周期。可见，计算小波方差是判定农作物受灾损失量变化主要周期的有效分析法，其中，对应峰值处的时间尺度即农作物受灾损失量变化的主要周期，即农作物巨灾发生的主要周期。图 5 显示，吉林省农作物受灾损失量的小波方差共有 4 个峰值，分别对应 5 年、12 年、17 年和 28 年的时间尺度。其中，最大的峰值对应 28 年时间尺度，说明农作物受灾在 28 年左右的周期震荡最明显，是农作物受灾损失量变化的第 1 主周期。此外，其它 3 个峰值从大到小依次对应 5 年、17 年、12 年的时间尺度，即为第 2、第 3、第 4 主周期。由此说明，这 4 个周期的波动控制着农作物受灾量在整个时间域内的变化特征，28 年周期对农作物受灾损失量变化的影响最为显著，可初步判断吉林省农作物巨灾发生的周期为 5 年、12 年、17 年和 28 年，表明吉林省基金的筹集时限最短需要在 5 年内完成，最长可在 28 年内完成。

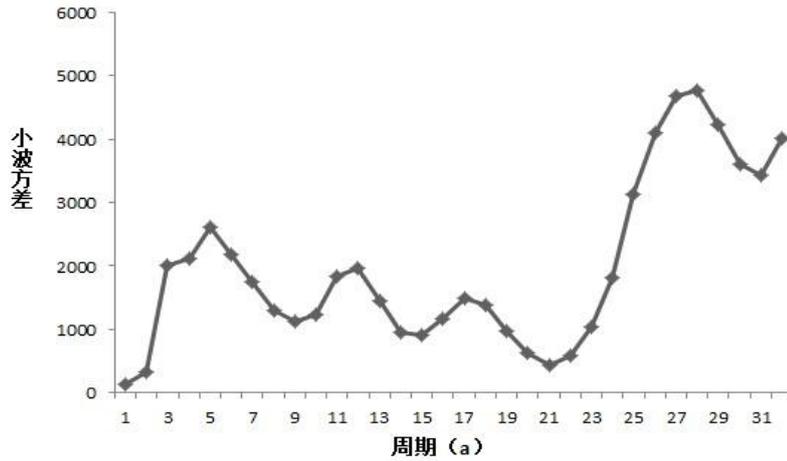


图5 吉林省农作物灾害损失小波方差图

3、预测农作物巨灾发生时长

小波方差图揭示，吉林省农作物受灾损失量变化的时间序列中蕴含着5年、12年、17年和28年尺度的振荡周期。以这4种情形的特征时间尺度绘制4个主周期的小波系数图，见图6，预测未来几年的吉林省农作物受灾损失量情况及趋势。从第1主周期28年特征时间尺度来看，平均周期为18年左右。2010年，小波系数正处于从波谷向波峰转变，预测未来几年内，农作物受灾损失量将处于偏大期，直到2020年才开始下降；从第2主周期5年特征时间尺度来看，平均周期为3年左右，自1978年以来，农作物受灾损失量变化已经历了11个周期；从第3主周期12年特征时间尺度来看，平均周期为8年，农作物受灾损失量变化经历4个周期；从第4主周期17年特征时间尺度来看，平均周期为12年，农作物受灾损失量变化经历近3个周期。

纵观4类尺度的小波实部过程线，吉林省农作物受灾损失量变化幅度在整个时域内相对平稳，且在未来一段时间内，吉林省农作物受灾损失量呈上升趋势，巨灾发生的可能性不断增加。此外，在5年、12年、17年和28年时间尺度的分析中，相邻峰值点间隔与对应尺度值有所偏差，恰好说明小波分析不仅注重整个时间序列的频域信息，同时也充分考虑了局部的时域信息。

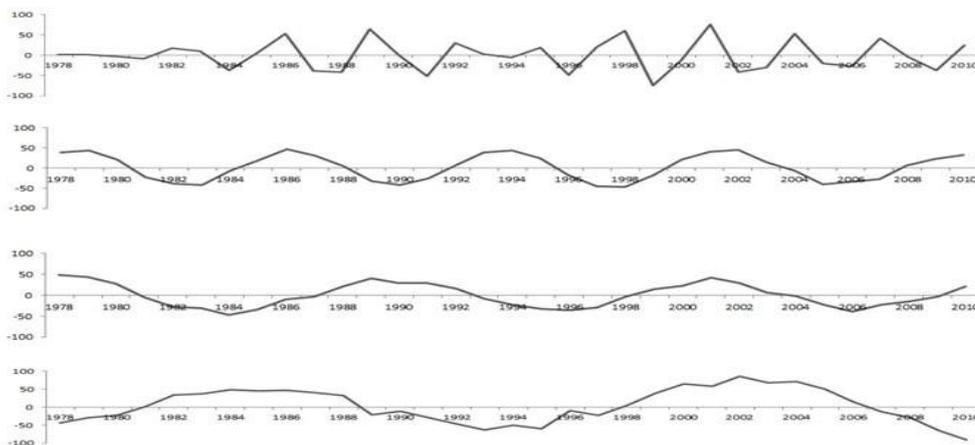


图6 特征时间尺度为5年、12年、17年、28年的小波实部过程线

(三) 理论基金总规模需求测算

这里讨论基于最小周期 5 年和最大周期 28 年的理论基金规模需求额度。1981~2010 年之间，吉林省的灾害损失序列划分出 6 个 5 年周期和 1 个 28 年周期，依据上文的基本设定，测算出 4 种不同的巨灾发生周期、保险费率、承保率组合下的年均巨灾保险基金规模，测算结果见表 1，由

表 1 各周期年平均巨灾基金额推算表

保险 费率 (%)	承保 率 (%)	5 年周期						28 年 周期
		1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	1981-2008
6	60	27.28	10.85	38.37	69.74	58.80	43.51	36.65
	80	36.38	13.82	51.16	92.98	71.50	58.01	48.87
10	60	19.74	68.44	28.50	52.62	41.59	26.20	26.15
	80	26.33	91.25	37.99	70.16	55.45	34.93	34.87

表 1 得到表 2。在相同的保险费率、承保率的情况下，巨灾发生越频繁，所需筹集的巨灾保险基金规模越大，发生周期与基金规模呈负相关关系；在其他条件不变的情况下，若农作物保险费率越高，所需的基金规模则越小，亦呈负相关关系；承保率越高，所需的基金规模越大，呈正相关关系。此外，按吉林省财政局规定的 25% 的农业保险保费收入提取为农业巨灾保险基金，对于巨灾发生周期 5 年的情形，远不能满足基金规模的需求，即筹资年限要远远大于巨灾发生的周期，如情形 1 的

表 2 农作物巨灾保险基金的最小和最大理论规模测算

巨灾发生周期 (年)	保险费率 (%)	承保率 (%)	巨灾保险基金规模 (亿元)	基金筹集时限 (年)
5	6	60	37.33	19
		80	48.52	24
5	10	60	26.79	13
		80	35.05	18
28	6	60	36.65	18
		80	48.87	24
28	10	60	26.15	13
		80	34.87	17

注：基金筹集时间=巨灾保险基金规模/总保费收入的 25%。这里按照 2011 年吉林省农作物保险的保费总额计提。

两种组合方案，分别需要 19 年和 24 年，这就需要另拓筹资渠道；在巨灾发生周期 28 年的情形下，相对能够满足其需求，如情形 3 的两种组合方案，筹资年限分别为 18 年和 24。由此，若以主周期 28 年为前提，按照目前吉林省农作物保险承保率为 80%，保险费率平均为 10% 作估计，其巨灾保

险基金规模大致在 26.15~34.87 亿元之间，占年平均农业总产值的 3.58%~4.78%。

(四) 分作物基金规模分摊

吉林省的气象灾害类型主要为干旱、洪涝、低温冷害和冰雹，发生时间集中在每年的 4~10 月，这正是主要农作物玉米、水稻、大豆、油料作物等作物的共同生长发育阶段，见表 3。这样，以该时段总播种面积中各作物的种植比例近似作为各作物的受灾分摊比例，以大致把握相应的各作物保险需要提取的基金数量。

表 3 1978~2010 年吉林省主要农作物生长期和播种面积占比

主要农作物	播种时间	收获时间	播种面积占比	说明
玉米	4 月下旬或 5 月初	10 月初	55.82%	灾害发生时段：4 月~9
水稻	4 月	10 月	11.82%	月干旱；6 月~9 月洪涝；
大豆	4 月~5 月	9 月	10.82%	5 月~9 月低温冷害；5
				月~9 月冰雹
油料	3 月~4 月	9 月~10 月	2.82%	包括花生、葵花籽。
比例合计	—	—	85.08%	

表 4 中测算了在巨灾发生周期为 28 年、保险费率为 10% 和参保率为 80% 情形下主要作物巨灾保险基金规模测算结果。可以看出，单一作物受灾分摊比例越大，需要的巨灾基金规模也越大。表 4 还测算了平均每年需要筹集的基金数量，以突出风险管理的重点。

表 4 主要作物巨灾保险基金规模测算——巨灾发生周期为 28 年的情形

主要受灾 农作物	受灾分摊 比例 (%)	基金总规模 (亿元)		基金计提 (亿元/年)	
		最小值	最大值	最小值	最大值
玉米	65.61%	17.16	22.88	0.62	0.82
水稻	13.89%	3.63	4.84	0.13	0.17
大豆	12.72%	3.33	4.43	0.12	0.16
油料	7.78%	2.04	2.71	0.07	0.10
合计	100%	26.15	34.87	1.67	2.77

四、结论和启示

本文采用小波分析法探索了基于“封顶赔付”的农业巨灾保险基金规模的测算，对于建立农作物巨灾保险制度具有精算方法上的参考价值。以吉林省为例分析研究得出的主要结论是：（1）农作物巨灾发生的震荡周期为 5 年、12 年、17 年和 28 年四种时间尺度；（2）农作物受灾面积波动

幅度相对平稳，故在下一个巨灾发生周期内，基金规模不需要大的调整。（3）5年和28年两种时间尺度上农作物巨灾基金规模的理论值在26.15~34.87亿元之间；（4）自2012年开始吉林省农作物受灾损失量将处于偏多期，到2020年后才进入偏少期。所以，单一渠道筹集基金的速度过于缓慢，保险公司要重视多渠道筹资，加快建立巨灾保险基金。

巨灾保险基金是农业保险风险分散体系的重要组成部分，稳健合理的基金测算有利于保险人有效地释放巨灾风险绝对量和及时补偿被保险人的利益，达到更好地化解农业巨灾风险的目的。在本文的研究中，农业巨灾保险基金规模的测算受到多个因素的影响，如参数的设置，包括保险费率、参保率、综合赔付率和农作物受灾损失率等；在方法上，小波母函数的选择对后续分析也具有一定的影响。特别重要的是，“封顶赔付”界限的确定直接关系到基金规模的测算结果。如何确定该界限不仅取决于保险人的风险偏好、偿付能力、政策支持力度等方面，在保险精算的意义上，还取决于保险人利用何种保险精算模型和风险度量准则定义巨灾风险。所以，充分认识和研究一定时空下的区域农业经济条件变化、灾害发生规律和风险管理状况等方面，是优化农业巨灾保险的基础。

参考文献

- [1] 王德宝, 虞国柱. 政策性农业保险准备金制度研究[J]. 福建金融, 2010 (8): 19-23
- [2] 葛哲学, 沙威. 小波分析理论与 MatlabR2007 实现[M]. 电子工业出版社, 2007
- [3] 张德丰. Matlab 小波分析[M]. 机械工业出版社, 2010
- [4] 田晓瑞等. 中国森林火灾周期振荡的小波分析[J]. 火灾科学, 2007 (1): 55-59
- [5] 罗新宁, 农万江. 小波分析在农业气象灾害周期分析中的应用[J]. 安徽农学通报, 2010 (5): 173-175
- [6] 陈寅达, 徐兴. 无锡市年降水量小波周期分析[J]. 科学大众, 2012 (3): 178-185
- [7] 刘会玉, 林振山, 张明阳. 近 50 年江苏省粮食产量变化的小波分析[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(4): 460-464