

巨灾再保险/债券定价模型 分析与实证研究

康晗彬 邢天才◎著

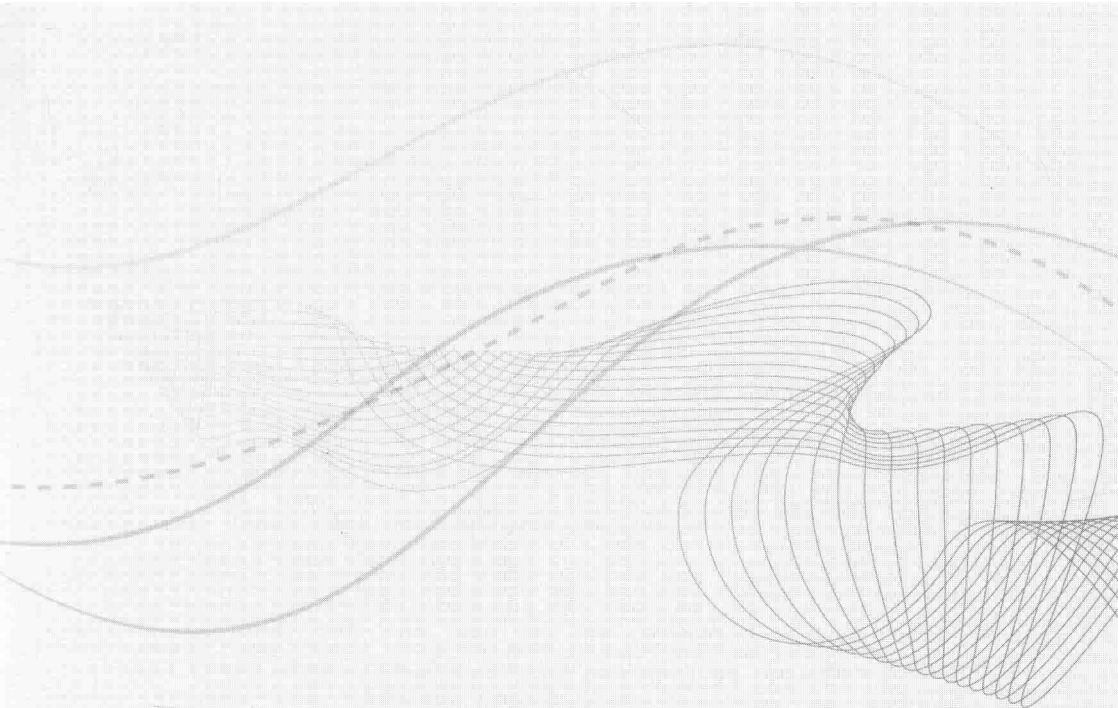
中国社会科学出版社



巨灾再保险/债券定价模型 分析与实证研究



康晗彬 邢天才◎著



中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

巨灾再保险/债券定价模型分析与实证研究/康晗彬, 邢天才
著. —北京: 中国社会科学出版社, 2017. 4

ISBN 978 - 7 - 5203 - 0608 - 9

I. ①巨… II. ①康…②邢… III. ①灾害保险—证券交易—
研究—中国 IV. ①F842. 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 150098 号

出 版 人 赵剑英
责任编辑 刘晓红
责任校对 周晓东
责任印制 戴 宽

出 版 中国社会科学出版社
社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号
邮 编 100720
网 址 [http: //www. csspw. cn](http://www.csspw.cn)
发 行 部 010 - 84083685
门 市 部 010 - 84029450
经 销 新华书店及其他书店

印刷装订 北京鑫正大印刷有限公司
版 次 2017 年 4 月第 1 版
印 次 2017 年 4 月第 1 次印刷

开 本 710 × 1000 1/16
印 张 11. 5
插 页 2
字 数 186 千字
定 价 55. 00 元



凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社营销中心联系调换
电话: 010 - 84083683
版权所有 侵权必究

摘 要

我国幅员辽阔、地形复杂，西倚全球最高大的青藏高原，东临世界上最广阔的太平洋，大部分国土处于全球两大自然灾害带：环太平洋灾害带和北半球中纬度灾害带，是世界上自然灾害最为严重的国家之一，我国平均每年出现的地震、旱灾、洪涝、台风、冷冻等自然灾害远远超过世界平均频度，每年 GDP 中新增长部分有较大比例为灾害损失所吞没。长期以来，中国实行的是以政府为主导、以国家财政为支撑的灾害救助制度，存在政府财政在巨灾损失补偿中负担过重、商业保险发挥作用太小、财政对灾害损失只能满足灾后灾区人民基本生活需求等问题。因此需要充分发挥保险市场对巨灾风险的分散作用，建立一个在一定程度上减轻国家的财政负担和帮助灾民重建家园的巨灾风险分散机制。西方发达国家在巨灾风险领域的研究为我们提供了借鉴，他们不但在风险管理形式上突破了商业保险公司没有独立承保巨灾风险能力的困境，明确了政府在巨灾风险管理中的定位与角色，而且在市场分散机制方面创新出形形色色和资本金融市场紧密结合的证券化产品。国内外学者对此进行了广泛的研究，其研究热点集中在巨灾再保险定价和巨灾债券定价两个方面。

作为巨灾再保险和巨灾债券的发行主体——再保险公司或特殊目的机构（SPV）应合理匹配其资产和负债以保持其偿付能力，从而保障投资机构的收益。资产负债管理是目前国际金融机构普遍采用的财务规划和风险管理方法，其基本思想是通过资产和负债进行恰当组合以达到降低债务偿付风险、增加盈利的目的。再保险公司或特殊目的机构（SPV）应如何根据自身情况运用资产负债管理方法合理匹配其资产和负债，以应对日益复杂的市场风险是其运行应该关注的核心问题。由于

历史原因,我国保险公司一直偏重于发展保险业务规模,缺乏合理运用保险资产的管理方法,保险资产运用收益率较低。因此,本书以“资产负债管理视角下我国巨灾风险分散机制研究”作为研究课题,在资产负债管理视角下,对我国巨灾风险市场分散机制的核心问题——巨灾再保险和巨灾债券定价进行实证研究,不仅在理论上十分必要,而且在实践中更有指导意义。

本书在资产负债管理视角下紧密围绕我国巨灾风险市场运作的核心问题——巨灾再保险和巨灾债券定价进行展开。一是系统梳理了巨灾风险与风险分散机制的相关理论,阐述了巨灾风险分散机制的相关国内外研究进展,以及巨灾风险市场分散机制的两大核心问题——巨灾保险、再保险和巨灾证券化的国外经验和国内研究,介绍了国外保险公司资产负债管理的模式及监管方法,系统地阐述了资产负债管理的相关理论和模型研究方法。二是基于资产负债模型并结合我国地震、洪水损失程度和频率分布,对巨灾再保险定价进行模型研究,通过蒙特卡罗模拟对巨灾再保险费率进行了参数敏感性研究,尤其分析了发行巨灾债券与否对巨灾再保险定价的影响,从而对我国巨灾再保险定价进行实证研究。三是基于资产、负债和利率模型,结合我国地震、洪水损失程度和频率分布对我国巨灾债券定价进行了实证研究,采用情景分析方法对多风险因素作用下的我国巨灾债券定价进行了度量研究。四是对巨灾再保险和债券市场影响产品价格的制约因素进行了分析,提出了发展我国巨灾再保险和债券市场的政策、市场和技术条件,提出我国巨灾风险分散机制的架构、发展构想及政策建议。

本书通过对巨灾再保险和巨灾债券定价的理论研究与实证分析,得到如下主要结论:

第一,结合我国地震、洪水损失程度和频率分布对我国巨灾再保险定价进行了实证研究,通过蒙特卡罗模拟研究适合我国国情的巨灾再保险费率及相关影响因素,尤其是发行巨灾债券对巨灾再保险定价的影响,研究结果表明:(1)发行巨灾债券能够降低违约风险,提高巨灾再保险公平定价费率,增加巨灾再保险合同的价值;(2)资产负债比 A/L 、触发水平 K 、巨灾发生频率系数、巨灾损失方差是影响巨灾再保

险公平定价费率 ROL 的重要因素；(3) 提高巨灾再保险的偿付规模，能够有效降低巨灾再保险公平定价费率，从而得到更适合市场的可行性定价；我国地震灾害再保险偿付规模须达到百亿元量级，洪水灾害再保险偿付规模须达到万亿元量级，其再保险费率方可为市场所接受。

第二，结合我国地震、洪水损失程度和频率分布对我国巨灾债券定价进行了实证研究，采用情景分析方法对多风险因素作用下的我国巨灾债券定价进行了度量研究，研究结果表明：(1) 巨灾债券价格随资产负债比 A/L 、触发水平 K 的提高而提高，同时巨灾发生频率参数 r 、巨灾损失方差 σ_i 也是影响巨灾债券定价的因素；(2) 违约风险、道德风险、基差风险是影响巨灾债券价格的重要因素，上述风险的累加作用使巨灾债券价格逐步降低；(3) 有效的资产负债管理可以分散上述风险，表明保险公司在发行巨灾债券时应当加强其资产负债管理，以达到规避风险、保障偿付能力的目的；(4) 当初始瞬时利率 r_0 与长期利率均值 m 逐步增大时，考虑违约风险的巨灾债券价格逐步降低。

第三，根据与我国地震和洪水损失分布相适应的巨灾再保险偿付规模和巨灾债券发行规模要求，提出我国巨灾保险风险分散机制的构建设想：(1) 在政府主导下，联合保险公司、再保险公司参与，这既可以发挥政府的优势，也能够有效地促进巨灾保险的供给与需求；(2) 鉴于地震灾害再保险/债券对资金规模要求相对较低，建议我国首先实施地震灾害再保险或巨灾债券；由于洪水灾害再保险/债券对资金规模要求较大，建议先在一省进行试点；(3) 再保险公司在开展巨灾再保险时，建议其借助资本市场发行巨灾衍生品以降低其偿付风险，同时加强再保险公司资产负债管理，提高其偿付能力，保障其稳健经营。

本书主要创新点如下：

(1) 对现有巨灾债券定价模型进行了改进，创新性地提出利率对资产负债的弹性定义，并以此计算资产利率弹性 θ_A 、负债利率弹性 θ_L 值及对应的分布，拓展了原有定价模型的适用性，提高了模型的可操作性。

(2) 结合我国地震、洪水等巨灾的损失程度和频率分布，对我国巨灾再保险、巨灾债券定价进行了实证研究，揭示了我国巨灾保险费

率、巨灾债券价格的影响规律，为开发适合我国国情的巨灾再保险和巨灾债券定价提供了理论指导和参考。

(3) 从资产负债管理角度对多风险因素作用下的巨灾债券价格进行了度量研究，研究表明高资产负债比有利于提高债券价格，有利于分散利率风险、违约风险等市场风险，从而提高保险公司的偿付能力。

(4) 基于与我国地震和洪水损失分布相适应的巨灾再保险偿付规模和巨灾债券发行规模的研究，提出我国开展巨灾再保险和发行巨灾债券的政策建议，即首先实施地震灾害再保险或债券，或先在一省进行试点开展洪水灾害再保险或发行巨灾债券。

综上所述，本书可以为中国巨灾市场分散机制及相应的两大核心问题——巨灾再保险定价和巨灾债券定价提供理论依据与实践指导。在理论上，丰富了国内在这一领域的研究；在实践中，为中国巨灾再保险、巨灾债券定价方法和市场建设提供了参考和对策建议。本书对于保险公司发行适合我国国情的巨灾再保险和巨灾债券具有精算定价参考作用，对于保险公司进行风险管理以及监管机构开展监管均具有理论指导意义。

关键词：巨灾再保险定价 巨灾债券定价 资产负债管理 蒙特卡罗模拟

Abstract

China's terrain is vast and complex, the west leaning on the world's highest Qinghai - Tibet Plateau, the east on the world's vastest Pacific Ocean. A majority of the territory is on the two natural hazards belt of the world: the Pacific - Rim region and the Northern Hemisphere mid - latitude region. China is one of countries influenced by the most serious catastrophe in the world, having much higher annual frequency of drought, flood, typhoon, freezing and other natural disasters than the world average. And, a significant part of an annual GDP increment was engulfed by the disasters loss. For a long time, the diversification mechanism of catastrophe risk in China is mainly supported by the state financial investment and only limited in guaranteeing the basic livelihood of the people in the disaster - stricken areas. Therefore, it is urgently necessary for the Chinese government to utilize innovative financial instruments to redistribute disaster risk in a comprehensive innovation system, with the aim to ease the financial burden to a certain extent and to help the victims recover from the catastrophe as soon as possible.

Diversification mechanism of catastrophe risk has attracted much attention in many developed countries. Since the early 1990s, the developed countries has innovated financial tools to deal with catastrophe risk, and the hotspots are focused on two aspects: catastrophe reinsurances and catastrophe bonds. However, in the case of catastrophe events, reinsurance might not have sufficient capital to cover the loss. For example, a single earthquake could significantly threaten the credit risk of many reinsurers. Recently, asset and liability management (ALM) has become widely understood as the core activity for reinsur-

ance companie. Historically, insurance companies in China rarely take management strategy to support ALM activities. Therefore, it is of importance of this dissertation to study catastrophe risk diversification mechanism based on the catastrophe loss in China under the perspective of asset and liability management.

This dissertation aims to study the catastrophe reinsurance pricing and catastrophe bonds pricing based on the catastrophe loss in China, as well to propose policy suggestions on the implementation of catastrophe reinsurance/bond in China. For this purpose, this dissertation is organized as follows. Firstly, the concepts of catastrophe risk and the diversification mechanism of catastrophe risk are introduced, theories and models related to catastrophe reinsurance/bond pricing are systematically described. Secondly, based on asset and liability management, catastrophe reinsurance pricing has been model and studied by Monte Carlo simulation. The parameter sensitivity on the rate on line (ROL) of reinsurance was further investigated according to the earthquake/flood loss in China. Then, based on the asset and liability management and interest rate model, the catastrophe bond pricing was valued according to the earthquake/flood loss in China. Finally, according to the numerical results, policy suggestions are proposed on the issuing system of catastrophe reinsurance/bond in China.

According to the theoretical analysis and numerical simulation, conclusions of this dissertation are as following:

Firstly Based on the asset and liability management and loss distribution of flood/earthquake in China, the catastrophe reinsurance pricing was investigated. And, the ROL of catastrophe reinsurance are evaluated by Monte Carlo simulation with consideration of no default risk and of issuing catastrophe bonds, especially. Besides, the effects of asset/liability ratio, deductible, debt structure on the catastrophe reinsurance rates are also taken into account. Simulation results show that: (1) Issuing catastrophe bonds is beneficial in improving catastrophe reinsurance rates, as well as in reducing the default

risk; (2) Asset/liability ratio, deductible, debet structure, triggering level have great effects on the ROL; (3) Due to the difference of earthquake loss distribution and flood loss distribution in China, the earthquake reinsurance solvency is required to be ¥100 billion and flood reinsurance solvency scale to be ¥10, 000 billion.

Secondly Based on the asset and liability management and earthquake/flood loss in China, the catastrophe bonds price is evaluated by Monte Carlo simulation with consideration of multiple risks, including default risk, moral risk and basis risk. Besides, the effects of catastrophe frequency parameter, loss variance and trigger level on the catastrophe bonds pricing are also taken into account. Simulation results indicate that: (1) The catastrophe bonds price increased with the increase of trigger level K , and catastrophe occurred frequency parameter r , catastrophe loss variance σ_i have great effects on the catastrophe bonds price; (2) Default risk, moral risk, and basis risk are the important factors that affect catastrophe bond prices and have cumulative effects on the reduce of catastrophe bond prices; (3) Effective asset liability management can disperse the multiple risks above and improve the catastrophe bond prices.

Thirdly Based on the simulation results of catastrophe reinsurance pricing and catastrophe bonds pricing, policy suggestions were put forward on the issuing system of catastrophe insurance/bonds in China. It is suggested that: (1) The diversification mechanism of catastrophe risk in China should be a comprehensive innovation system leaded by government and jointed by insurance/reinsurance companies, etc.; (2) Based on the asset liability management, insurance/reinsurance companies are required to set up risk awareness system in the issuing of catastrophe bonds/reinsurance; (3) Due to the great difference of the catastrophe loss of earthquake and flood in China, the catrophe reinsurance/bonds of earthquake can be firstly issued in China. For the catrophe reinsurance/bonds of flood in China, it is suggest to be implemented in one province of China.

The main innovations of this dissertation are as following:

(1) Interest rate elasticity definitions on assets and liabilities, $\varnothing_A$ and $\varnothing_L$, were introduced in the catastrophe reinsurance/bond pricing model, which extend the applicability of the catastrophe reinsurance/bond pricing model.

(2) Based on the earthquake/flood loss in China, the catastrophe reinsurance/bond pricing in China has been investigated, providing a theoretical guidance and reference for the implementation of catastrophe reinsurance/bond in China.

(3) From the perspective of asset liability management, the multiple risk factors on catastrophe bond pricing have been studied. The simulation results show that high asset - liability ratio is of importance in improving the bond prices, as well in decentralizing interest rate risk, default risk, et al.

(4) Based on the simulation results of catastrophe reinsurance pricing and catastrophe bonds pricing, policy suggestions were put forward on the issuing system of catastrophe insurance/bonds in China.

To sum up, this dissertation provides theoretical analysis and practical guidance for the implementation of catastrophe reinsurances/bonds in China. In theory, it enriches the domestic research in this field. In practice, it provides the reference on catastrophe reinsurances/bonds pricing, as well on the implantation of catastrophe reinsurances/bonds in China.

Key Words: Catastrophe reinsurance pricing; Catastrophe bond pricing; Asset liability management; Monte Carlo simulation

目 录

第一章 导论	1
第一节 选题背景与问题的提出	1
第二节 文献综述	3
一 巨灾风险分散机制研究综述	3
二 巨灾保险研究综述	11
三 巨灾风险证券化研究综述	13
四 资产负债管理研究综述	19
第三节 研究目标、内容与方法	27
一 研究目标	27
二 研究内容	27
三 研究方法	28
第四节 研究框架设计与创新不足之处	29
一 框架设计	29
二 创新与不足之处	30
第二章 巨灾保险、再保险定价理论模型与数值模拟方法	32
第一节 构成巨灾保险定价模型的基本因素	32
一 巨灾保险初始资本金及积累途径	32
二 巨灾保险计数过程的刻画	33
三 巨灾保险的赔付额与分布	33
四 巨灾保险的安排途径	34
第二节 巨灾保险、再保险定价理论研究	34

2 | 巨灾再保险/债券定价模型分析与实证研究

一	国外巨灾保险、再保险定价理论研究	34
二	国内巨灾保险、再保险定价理论研究	37
第三节	基于资产负债管理的巨灾再保险定价模型	37
一	巨灾再保险发行人的资产、负债动态模型	37
二	巨灾累计损失动态模型	40
三	巨灾再保险定价估值模型	40
第四节	基于蒙特卡罗模拟的巨灾再保险定价参数含义与 计算步骤	42
一	参数定义赋值	42
二	数值模拟方法计算步骤	44
第五节	本章小结	45
第三章	基于资产负债管理的洪水再保险定价实证研究	46
第一节	不发行洪水债券的洪水再保险定价	48
第二节	发行洪水债券的洪水再保险定价	49
一	触发机制对洪水再保险定价的影响	49
二	基差风险对洪水再保险定价的影响	51
第三节	洪水再保险合同中的免赔额的影响	54
第四节	发行洪水债券情形下, 考虑再保险公平定价费率、 债券面值与负债占比和基差风险相关系数的 相互关系	54
第五节	基于损失分布的巨灾再保险偿付规模与定价 研究	58
第六节	本章小结	60
第四章	基于资产负债管理的地震再保险定价实证研究	62
第一节	不发行地震债券的地震再保险定价	64
第二节	发行地震债券的地震再保险定价	65
一	触发机制对地震再保险定价的影响	65
二	基差风险对地震再保险定价的影响	67

第三节	地震再保险合同中免赔额的影响	70
第四节	发行地震债券情况下, 考虑再保险公平定价费率、 债券面值与负债占比和基差风险相关系数的 相互关系	70
第五节	基于损失分布的地震再保险偿付规模与定价 研究	74
第六节	本章小结	76
第五章	巨灾债券定价理论模型与数值模拟方法	77
第一节	巨灾债券定价的影响因素与一般框架	77
一	巨灾债券定价的影响因素	77
二	巨灾债券定价的一般框架	78
第二节	巨灾债券定价理论模型研究	79
一	国外巨灾债券定价理论模型研究	79
二	国内巨灾债券定价理论模型研究	85
第三节	基于资产负债管理的巨灾债券定价模型	90
一	巨灾债券发行人的资产、负债动态模型	90
二	巨灾累计损失动态模型	92
三	巨灾债券定价模型	93
第四节	基于蒙特卡罗模拟的巨灾债券定价参数赋值与 计算步骤	96
一	参数赋值	96
二	数值模拟方法计算步骤	97
第五节	本章小结	99
第六章	基于资产负债管理的地震债券定价实证研究	100
第一节	不考虑风险因素的地震债券定价	102
第二节	只考虑违约风险的地震债券定价	103
第三节	考虑违约风险、道德风险的地震债券定价	104
第四节	考虑违约风险、基差风险的地震债券定价	106

第五节	考虑违约风险、基差风险、地震债券面值与 负债占比的相关分布	110
第六节	利率参数对巨灾债券定价的敏感性分析	113
第七节	本章小结	116
第七章	基于资产负债管理的洪水债券定价实证研究	117
第一节	不考虑风险因素的洪水债券定价	119
第二节	只考虑违约风险的洪水债券定价	120
第三节	考虑违约风险、道德风险的洪水债券定价	121
第四节	考虑违约风险、基差风险的洪水债券定价	123
第五节	考虑违约风险、基差风险、洪水债券面值与负债 占比的相关分布	127
第六节	利率参数对巨灾债券定价的敏感性分析	130
第七节	本章小结	133
第八章	我国巨灾风险分散机制建设构想及供求分析	134
第一节	我国巨灾风险管理历程回顾及现状分析	135
一	我国巨灾风险管理发展历程回顾	137
二	我国巨灾风险管理现状分析	138
第二节	我国巨灾风险分散机制构建的理论基础及指导 原则	139
一	巨灾风险分散机制的理论基础	139
二	我国巨灾风险分散机制建设的目标和指导原则	141
第三节	我国巨灾风险分散机制架构及供求分析	142
一	建立政府主导下的巨灾风险分散机制架构	142
二	我国巨灾再保险供求分析及相关建议	144
三	我国巨灾债券供求分析及策略建议	146
第四节	我国巨灾风险分散机制发展策略	148
一	采取低保障强制险与高保障商业险相结合的原则	148
二	先期建立地震灾害保险分散机制, 逐步积累经验	149

三	进行洪水保险试点,探索再保险模式	151
第五节	构建我国巨灾风险分散机制的政策建议	152
一	积极培育我国巨灾保险和再保险市场	152
二	普及提高国民的巨灾风险和保险意识	153
三	加快巨灾保险机制建设	154
四	加强对保险、再保险公司监管	154
五	建立发行巨灾债券的相关法律环境	155
第六节	本章小结	155
第九章	结论与研究展望	157
第一节	结论	157
第二节	研究展望	159
参考文献		160

第一章 导论

第一节 选题背景与问题的提出

我国是世界上自然灾害种类最多，活动最频繁，危害最严重的国家之一。地震、洪水等影响较大的自然灾害在我国时常发生。地震灾害是我国最主要的自然灾害之一，我国地处世界最强大的环太平洋地震带与欧亚地震带之间，地震活动频繁，是世界大陆地震最多的国家。2013年4月20日四川芦山发生7.0级地震，截至4月24日，地震造成的死亡人数达到196人，21人失踪。2008年5月12日，四川汶川、北川，8级强震猝然袭来，大地颤抖，山河移位，满目疮痍，生离死别……西南处，国有殇。这次汶川地震造成的直接经济损失达8452亿元人民币，截至2008年9月25日12时，四川汶川地震已确认有69227人遇难，失踪人数为17923人。据不完全统计，有记载以来至1990年，我国已发生破坏性地震1009次。20世纪以来我国已发生大于和等于6级破坏性地震650余次，其中，7—7.9级地震98次，8级以上地震9次；仅1976年的唐山大地震就夺去了24万人的生命，并造成社会财产损失96亿元。另外，我国还属于多水灾国家。我国的地形是：西部高山纵横，东部低洼。东部地区人口和财产最为集中，是最容易形成水灾的地区，如长江流域的特大暴雨洪峰。1998年的洪水，就至少造成社会损失2480亿元，死亡人数3656人，受灾人口达到2.3亿之多。2012年7月21日，北京遭遇61年来的最强暴雨，特大暴雨已致北京79人死亡，约190万人受灾，全市道路、桥梁、水利工程多处受损，民房多处倒