北京市科学技术奖——科技进步奖公示材料

**小样本条件下提高灾害风险分析与工业配方可靠性的**

**关键技术与应用**

**一、申报类别**

北京市科学技术奖——科技进步奖

**二、项目名称**

小样本条件下提高灾害风险分析与工业配方可靠性的关键技术与应用

**三、候选单位（**含排序）

1、北京师范大学；2、西北大学；3、中国海洋大学

**四、候选人**（含排序）

1、黄崇福;2、王家鼎;3、虞文进;4、丁香乾;

5、宫会丽;6、杨宁;7、马闫

**五、项目简介**

灾害风险分析和工业配方中的一项重要工作是从观测样本中总结相关规律。在经济成本或时间成本受限时，难以获得大样本，从少量观测样本总结出的规律并不可靠性。人们曾力图用经验贝叶斯方法和区间估计方法来解决小样本问题，但前者依赖先验知识，后者是贴上不可靠程度的标签，他们都不能优化处理小样本，不具有提高统计识别可靠性的功能。本项目为小样本条件下提高灾害风险分析与工业配方可靠性提供了关键技术，突破传统上只能加大样本量才能提高可靠性的桎梏，应用于铁路路基振陷和湿陷防控、烟草配方辅助设计等，取得了可观的经济效益。四个主要技术创新点为：

1. 创建了信息扩散理论。首次发现小样本具有模糊不确定性，提出了填补样本点之间空隙的信息分配法和正态信息扩散方法，使小样本提供的信息增加30%-40%的功效。
2. 创建了灾害风险评估的信息矩阵模型。根据样本维度在相应的离散空间中进行信息扩散，形成信息矩阵，既能用其较高精度地估计灾害发生的概率分布，又能构造出较为合理的成灾因果关系。构建了铁路路基混合加筋黄土强夯的处理设计方案，在多铁铁路中实施，获得了巨大的成功，消除了铁路因机车振动和水联合作用而产生的沉降（振陷），产生了巨大的经济效益和社会效益。

3) 创建了扩散型人工神经元网络模型。将观测样本进行信息扩散处理，既解决了回传算法（BP）神经元网络遇到矛盾样本不收敛的问题，又能从小样本中更好地学习到输入-输出关系。应用本理论对长距离铁路黄土路基湿陷预测建立了很好的预测模型，模型中以含水量、黄土微结构、起始压力、黄土厚度等作为评价指标，以大量湿陷实例资料作为模型样本，并用几十组非母体样本加以验证，成功率较高。在郑西高铁、大西高铁加以应用，并及时设计填料配比加固路基，几条高铁运营7-10年，安全稳定，经受住了考验。

4) 创建了一项工业智能配方技术。对有限的测试样本进行适当膨胀，实现降噪和光滑处理，以关系图方法来解析配方的内在规律，实现了烟草智能配方。

该项目获得国家发明专利2项，软件著作权1项，发表论文79篇，其中SCI论文22篇，EI论文11篇，ISTP（CPCI-S）论文6篇。出版专著3部。灾害识别、风险调控和烟草智能配方技术已在国内外10余条铁路及烟草行业推广应用，产生节支型经济效益4.87余亿元，经受住了长期运营的考验。。

6.相关证明材料：

**六、专利**

1. 配方产品理化数据与感官指标相关性分析的方法. 专利号ZL 2005 I0042472.4，发明人：杨宁,刘挺,贺英,傅昕宇,马琳涛,侯瑞春,丁香乾,王鲁生,周志明,魏旭
2. 基于遗传算法的初烤烟配方打叶优化设计方法.专利号ZL201210266621.5，发明人：宫会丽,马琳涛,石硕,杨宁,刘挺,贺英,刘国强

**七、论文**

1. Huang Chongfu, Principle of information diffusion, Fuzzy Sets and Systems, Vol.91, No.1, (1997), 69-9 (SCI引用77次，SSCI引用15次)
2. Chongfu Huang and Claudio Moraga, A diffusion-neural-network for learning from small samples, International Journal of Approximate Reasoning, Vol.35, No.2, (2004),137-161 (SCI引用77次，SSCI引用7次)
3. Huang Chongfu, Information matrix and application，Int. J. General Systems, Vol.30, No.6, (2001), 603-622 (SCI引用14次）
4. 王家鼎，彭淑君，马闫，谢婉丽. 高速列车振动荷载下水泥改良黄土动力学试验， 地震工程学报，35(1)：35-41，2013
5. 韩晓萌，王家鼎，王煜，高速铁路地基黄土湿陷性评价中的ANFIS方法，地理科学，28（6）：833-837，2008
6. 宫会丽,丁香乾, 杨宁. 烟叶有害成分风险评估模型研究与应用. 应用基础与工程科学学报，vol.14,增刊, (2006)，187-192

**八、著作**

1. Chongfu Huang and Yong Shi, Towards Efficient Fuzzy Information Processing --- Using the Principle of Information Diffusion, Physica-Verlag (Springer), Heidelberg, Germany, 2002
2. 黄崇福，自然灾害风险分析与管理，科学出版社，2012年6月出版