南京四桥主桥运营期结构风险评估及对策研究

作者姓名[[1]](#footnote-2)，作者姓名[[2]](#footnote-3)

**摘要：**按照结构解析、风险源辨识、风险估测和风险评价的流程，进行南京长江四桥主桥运营期的风险评估。根据风险评估成果，对主要结构的主要风险事件提出了包括检查/检测、监测和应急计划在内的风险管理对策和养护规划建议，为开展大桥的养护管理工作提供参考。

**关键词：**桥梁工程；风险评估；运营期

**Research on the Risk Assessment and Counter Measures of NANJING No.4 Yangtze River Bridge in Operation period**

*NAME*1, *NAME*2

**Abstract:** In accordance with the structure analysis, risk resource identification, risk estimation and risk evaluation, the risk assessment is carried on the main bridge of NANJING No.4 Yangtze River Bridge. According to the result of the risk assessment, counter measures and maintenance plans are proposed for the stiffening girder, including inspection, structure monitoring and Emergency plan etc., which provides the reference of bridge management.

**Key words:** bridge engineering; risk assessment; operation period

# 一、引言

交通运输部于2010年下发了“关于在初步设计阶段实行公路桥梁和隧道工程安全风险评估制度的通知”（交公路发[2010]175号），目的是“增强安全风险意识，优化工程建设方案，提高工程建设和运营安全性”。该风险评估工作在设计阶段即开展，因此更为重视建设条件、设计方案和施工技术等内容，对桥梁运营管理期的风险识别及对策研究的深度还有所欠缺。

# 二、结构概况

南京长江第四大桥起于六合区横梁镇以东与宁通高速公路相交处，经龙袍镇跨越长江，与对岸石埠桥连接，止于沪宁高速公路相交处的麒麟枢纽，全长28.996公里。按双向六车道高速公路标准设计，主桥设计速度为100公里/小时，两岸接线设计速度为120公里/小时。大桥于2008年1月开工，2012年12月建成通车，作为南京市[城市总体规划](http://baike.baidu.com/view/36254.htm)中“五桥二隧”之一，是[南京绕城高速公路](http://baike.baidu.com/view/2875468.htm)的过江通道和重要组成部分。全线于2012年12月建成通车。



**图1 南京长江第四大桥主桥总体布置（单位：cm）**

# 三、运营期结构风险评估[1,2,3]

作为已投入运营期的南京长江第四大桥主桥（以下简称“主桥”），相较于建设阶段，运营期的主桥表现出以下几个特点：①建设阶段风险已经消除；②主桥结构型式确定；③经过一段时间运营，初步验证桥梁达到了建设预期；④环境风险因素基本确定；⑤主桥当前技术状况较为明确。

**（一）结构解析**

南京四桥主桥结构部件分别由不同材料组成，包括了钢、混凝土结构和沥青混凝土等，部件材料性质直接影响构件的使用性能。另外，由于结构部件结构形式、受力模式和损坏方式的不同，其在运营期可能面临的风险也会不尽相同。

**（二）风险估测**

按照《指南》的要求，对风险事件的估测要从概率估计和损失估计两方面入手。南京四桥已经建成通车，环境破坏的主要可能性来源于危化品运输车辆在桥梁上发生事故，因此在环境破坏的损失方面将仅考虑人员伤亡和经济损失（包括环境修复费用）。在分析方法上，考虑计算参数的假定和过程的不准确，以及数据统计缺乏长期性，定量分析所依据的数据的可靠性很难保证，量化分析存在较大困难。

**1.钢结构疲劳风险**

正交异性钢桥面板疲劳是钢箱梁悬索桥运营期面临的主要风险。南京四桥主桥加劲梁的设计已参考了日本、欧洲和美国的钢结构设计规范，但从经济角度出发并未考虑无限寿命疲劳设计。

**2.冰雪**

南京属亚热带季风气候，冬季气温可达到零度以下，冰雪天气形成的积雪、结冰等对加劲梁结构并无明显影响，但导致的交通堵塞和除冰盐的应用会影响到加劲梁。具体可以借鉴2008年南京长江第三大桥遭遇50年一遇大雪的情况

**3.车致交通事故**

根据已有的技术资料，桥梁上平日事故发生率为5~6起/亿车公里，遇到炎热或恶劣天气，事故发生率将上升至7~10起/亿车公里

# 四、风险管理对策

根据当前公路桥梁养护规范、标准和制度要求，对运营期桥梁通常采取的养护管理对策有：①检查/检测，包括日常巡查、经常性检查、定期检查、应急检查和专项检测等[7]；②监测主要是指采用健康监测系统实时对结构进行监测。

限于篇幅要求，仅以加劲梁为例，确定其运营期风险评估成果选取相应的养护管理对策，见表6。

**表6 南京四桥主桥加劲梁运营期风险管理对策表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 风险源 | 主要风险事件 | 检查  检测 | 监测 | 养护 | 维修 | 交通  管制 | 应急  计划 | 专题  研究 |
| 1 | 材料  -普通钢 | 腐蚀 | √ |  | √ | √ |  |  | 〇 |
| 2 | 疲劳 | √ | √ | √ | √ | 〇 |  | √ |
| 3 | 结构  及装置 | 超载-局部效应 | √ |  | √ |  |  |  | √ |
| 4 | 结构性能不足 |  | √ |  | √ | 〇 | √ |  |
| 5 | 自然  灾害 | 台风 | √ | √ |  |  | 〇 | √ | √ |
| 6 | 地震 | √ | √ |  |  | 〇 | √ |  |
| 7 | 冰雪 | √ |  |  |  | 〇 | √ | 〇 |
| 8 | 极端气温 | √ | √ |  |  |  | √ |  |

说明：1.√表示此项应该作为运营期开展的必要工作，〇为可根据需要开展；2.检查/检测工作，既是规范要求也是风险管理要求，对于由于自然灾害、特殊事件或人为因素等造成的结构损伤，主要表现为事后开展相应的检查、检测；

由加劲梁的风险管理对策可以看出，即便是影响最小的I类风险，其需要管养人员开展的工作也不少。而对某一种风险事件，通常需要考虑不止一种的风险管理对策。

# 五、结语

按照《公路桥梁和隧道工程设计安全风险评估指南（试行）》的方法，开展了南京长江第四大桥主桥运营期的风险评估，根据典型结构的风险评估成果，按照桥梁管养工作的具体要求，提出了风险管理对策和编制南京四桥中长期养护规划的建议，相应成果可指导南京长江第四大桥开展运营期管养工作，并可作为其它长大桥梁的运营管理的参考。

**参考文献**

[1]交通运输部.关于在初步设计阶段实行公路桥梁和隧道工程安全风险评估制度的通知[Z]. 北京：交通运输部，2010．

[2]张喜刚，徐国平，刘高，等．公路桥隧工程风险评估［J］．公路交通科技．2010，27( 11) : 73-77．

[3]张杰.公路桥梁工程安全风险关注点及风险评估现状［J］.地下空间与工程学报.2012，第8卷增刊2.

[4]郭建，张强，马敬海. 基于风险管理的跨海悬索桥养护管理［J］.中国工程科学.2010，第07期.

[5]张杰.云南保腾高速公路龙江特大桥主桥初步设计阶段安全风险评估报告[R］.北京：中交公路规划设计院有限公司，云南省交通规划设计研究院，2009年.

[6]丁鸿志，郭志明. 南京长江三桥健康监测系统在2008年雪灾中的应用［C］. 中国公路学会桥梁和结构工程分会2008年全国桥梁学术会议论文集，2008：970-976.

[7]中华人民共和国交通部，JTG H11-2004，公路桥涵养护规范，北京，人民交通出版社，2004.

1. 作者姓名（1980-），男，东南大学交通学院教授，从事交通安全研究，E-mail：1234567@163.com [↑](#footnote-ref-2)
2. 作者姓名（1996-），男，东南大学交通学院硕士生，从事交通安全研究，E-mail：7654321@163.com [↑](#footnote-ref-3)