



混凝土梁桥.....

院	系	继续教育学院		
专	业			
学	号			
姓	名	指 导 教 师	年	月

Reinforced Concrete Beams.....

（题目英文，红色为了方便区分，最后都要改成黑色）

Candidate: Li Bai（自己名字拼音）

Supervisor: Meng Haoran（老师名字拼音）

School of Continuing Education of Chang'an University

长安大学高等学历继续教育本科毕业论文（设计）

诚信责任书

郑重声明：本人所呈交的毕业论文（设计），是在导师的指导下独立进行研究所取得的成果。毕业论文（设计）中凡引用他人已经发表或未发表的成果、数据、观点等，均已明确注明出处。尽我所知，除文中已经注明引用的内容外，本文不包含任何其他个人或集体已经公开发表或撰写过的研究成果。对本文研究做出重要贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式说明并表示了谢意。本文已经通过知网进行查重检测，符合学校管理规定。

本人毕业论文（设计）与相关资料若有不实，自愿承担一切后果及法律责任。

毕业论文（设计）作者签名：_____

年 月 日

摘要

通过在受拉区粘贴纤维复合材料（FRP）来改善混凝土结构的受力性能是一种新型旧桥加固方法，在世界范围内得到了越来越广泛的应用。纤维复合材料因其强度大、自重小、维护费用低等众多优点，在桥梁加固领域展现出很大的应用潜力。为了评价构件在加固后的正常使用性能，需要对构件的裂缝宽度与挠度进行验算。

本文主要研究了 FRP 加固混凝土梁的裂缝宽度计算方法。首先通过搜集国内外大量关于 FRP 加固混凝土受弯构件的模型试验资料，归纳总结国内外各规范关于混凝土受弯构件与 FRP 加固混凝土受弯构件的裂缝宽度计算方法，分析了影响 FRP 加固混凝土结构裂缝宽度的因素以及裂缝宽度计算模式。结果表明影响混凝土结构裂缝宽度的因素有钢筋应力、FRP 应力、钢筋表面形状、配筋率（等效配筋率）、混凝土保护层厚度、中性轴距钢筋形心的距离等。各规范裂缝宽度的计算依据有统计方法、粘结滑移理论，无滑移理论和综合理论。（摘要例）

关键词：纤维复合材料；钢筋混凝土梁；抗弯加固；裂缝宽度；计算方法（关键词例，注

“ ”
；

意用分号隔开，是分号

不是逗号，红色为了方便区分，最后都要改

成黑色）

Abstract

Bonding fiber reinforced polymers (FRP) on the tensile zone to strengthen concrete structures is a new method to strengthen old bridges, which is more and more commonly used worldwide. Because of high strength, low self weight and low maintenance cost, FRP presents big utilization potentiality in the bridge strengthening field. In order to evaluate the structural performance in serviceability state after strengthening, the calculation of crack width and deflection of the strengthened structures is in need.

This paper mainly focused on the calculation method for crack width of FRP-strengthened reinforced concrete structures. First, by collecting the model test data and exploring the calculation method of different design codes, the main reasons resulted in the crack width were summarized and the calculation modes were concluded. The stress of steel bars and FRP, surface shape of steel bars, reinforcement ratio, thickness of concrete cover and the distance between neural axis and steel centroid are the key influencing factors of crack width. And the calculating modes nowadays are slip theory, slip-nonslip synthetic theory and mathematical statistics method.

And then, this paper proposed three calculating methods to calculate the crack width of FRP-strengthened concrete structures, some formula among which based on FRP slip theory proposed by this paper. There methods, respectively, are statistical method, semi experimental and semi theoretical method with statistical spacing and semi experimental and semi theoretical method with statistical bonding stress. The first method is purely statistical method; The second method obtained the crack spacing by statistics, mean stress of steel bar and FRP by nonuniformity coefficient, and crack width expression by synthetic theory and FRP slip theory respectively; And the third method obtained the crack spacing by equilibrium, the mean stress of steel and FRP by tension stiffening coefficient, and crack width expression by synthetic theory and FRP slip theory respectively.

The data collected in this paper showed that these methods possess certain precision, thus having reference value for engineering practice. Furthermore, this research would make contribution to the further study of FRP-strengthened structures under serviceability limit state.

Key words: FRP; reinforced concrete beam; flexural strengthening; crack width; calculation method (英文摘要与英文关键词, 这里也一样, 是分号“;”不是逗号, 红色为了方便区分, 最后都要改成黑色)

目录

摘要	i
第一章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 混凝土桥梁在我国的发展	1
1.1.2 混凝土结构裂缝的危害	1
1.2 国内外研究现状	1
参考文献	2
致谢	3

(从摘要至目录，页码用罗马数字(i, ii, iii, iv,v ...)表示，封面无页码)

第一章 绪论(章标题: 三号黑体居中)

1.1 研究背景 (节标题: 四号黑体居左)

1.1.1 混凝土桥梁在我国的发展(条标题: 小四号黑体居左)

桥梁在道路交通中占有举足轻重的作用。改革开放的 30 多年以来, 我国的桥梁结构理论、桥梁设计水平及桥梁施工技术得到了飞速发展, 各种各样桥梁如雨后春笋般出现在华夏大地上。21 世纪以来, 随着我国经济的超高速发展、城市化进程不断加快, 国家五纵七横主干公路网开始建设, 多项跨江、跨海工程启动建设, 一大批大跨径、高水平、有特色的桥梁相继开始修建或修建完成。交通部副部长黄先耀在“首届中国桥梁文化周”上透漏, 中国现有桥梁约 50 万座, 且每年新开工建设的桥梁约 1 万座, 在中国 187 万公里的公路线上, 各类公路桥梁就有 30 余万座^[1]。(参考文献采用实引方式, 放在引文或转述观点的最后一个句号之前, 所引文献序号用小 4 号 Times New Roman 体、用上角标 (序号 [1]、[2]…) 标注) 然而, 早期建设的许多混凝土桥梁在服役多年后发生病害, 影响了其使用性能, 对着这些桥梁进行加固改造以满足现代交通的需要, 已成为必要, 成为趋势。

1.1.2 混凝土结构裂缝的危害

混凝土的裂缝是重要的病害之一。可能导致混凝土构件开裂的因素有很多, 在塑性状态下, 不均匀沉降和混凝土塑性收缩均会使混凝土结构发生开裂; 在结硬状态下可能造成开裂的原因有干缩作用、温度应力、化学反应、风化作用、钢筋锈蚀、较差的施工质量、施工超载、设计误差和外加荷载^[2]。如果混凝土的裂缝宽度超过某一阈值, 不仅会大大削弱混凝土对钢筋的保护作用, 从而降低结构的耐久性, 而且会影响结构外观, 使人们产生不安之感。裂缝的出现意味着桥梁结构外观的破损, 意味着混凝土对钢筋的保护作用大打折扣。裂缝的出现也可能是桥梁结构承载力不足的前兆, 许多严重的结构破坏或倒塌都是从裂缝的发展开始。(主体部分: 小四号宋体)

1.2 国内外研究现状

(论文的上边距: 25mm; 下边距: 25mm; 左边距: 30mm; 右边距: 20mm。章、节、条三级标题为单倍行距, 段前、段后各设为 0.5 行 (即前后各空 0.5 行)。主体部分为 1.5 倍行距, 段前、段后无空行 (即空 0 行)。页码为五号宋体, 从“主体部分”开始, 直至“致谢”结束, 用五号阿拉伯数字连续编码, 页码位于页脚居中。)

参考文献

- [1] 周之懋, 我国桥梁总数约达 50 万座[G]. 建筑工人, 2008 年 02 期
- [2] Causes, Evaluation, and Repair of Cracks in Concrete Structures(ACI 224). American Concrete Institute, 2007
- [3] 中华人民共和国行业标准. 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范(JTG D62-2004) [S]. 北京: 人民交通出版社, 2004(参考文献例)

致谢

衷心感谢我的指导老师 xx，他不仅在学习过程中、论文写作上给予我专业的指导，更在生活上给予我悉心关怀。在论文写作的这段时间里，我时刻感受着他的严肃科研态度和严谨生活习惯，他的言行对我影响深远。(致谢例)

(注：纸质版论文需装订成册，封皮采用白色布纹纸。)