

学校编码: 10384  
学号: X2013230202

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_  
UDC \_\_\_\_\_

廈門大學

工程硕士学位论文

# 基于 PDA 的桥梁管理系统设计与实现

Design and Implementation of Bridge Management  
System Based on PDA

丁轶超

指导教师: 廖明宏 教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2015 年 4 月

论文答辩日期: 2015 年 5 月

学位授予日期: 2015 年 6 月

指导教师: \_\_\_\_\_

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

2015 年 4 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

## 摘 要

随着我国城市基础建设的快速发展,新增许多大型桥梁建筑。因此对于桥梁的质量安全,被各级相关部门所关注。因此桥梁管理系统得到了一定的发展。桥梁质量检测管理工作是保证桥梁质量安全的重要环节,但是现在常用的桥梁管理系统中大多抓不住对桥梁检测的支持,桥梁检测数据的采集是现在桥梁管理中的一个重要问题。

本文采用的PDA移动数据采集技术,研究开发了“基于PDA外业数据采集的桥梁管理系统”,实现了桥检数据采集、录入和处理的有机集成。这套管理系统主要用于桥梁质量检查,用户定位桥梁检测的相关单位和对桥梁进行养护的相关单位。对于这一需求,进行对该管理系统整体的需求分析和PDA子系统的需求分析。

通过相关检测及系统数据分析,构建了桥梁各部件结构检查的数据库。

通过分析桥检工作流程及数据流程,将整个系统设计为桥检准备、PDA外业数据采集、桥检数据处理三个逻辑功能模块,并对三个模块进行了详细设计和开发实现。

系统实现了桥检数据采集和处理的智能化。桥检前根据桥梁基础数据等信息生成桥检计划并导出到PDA中;桥检中利用PDA采集记录各项检查数据;桥检后将PDA采集到的数据直接导入计算机中分析处理,生成桥检报告,对桥梁的技术状况进行评价,对桥梁缺损进行预警并提出养护维修对策。

该系统采用Microsoft.NET技术和.NET CF技术开发实现。开发工具采用Visual Studio 2005,数据库平台选用SQL Server 2005和SQL Server CE。

本文所研究的这一软件,使智能化数据采集成为桥梁管理系统的有机组成部分,是推进桥梁管理系统发展的积极尝试。经测试,可满足桥检相关单位和桥梁养护单位的需要,大大提高桥检工作的质量和效率。

**关键词:** 桥梁管理系统; 数据采集; PDA

## Abstract

With the rapid development of urban infrastructure construction in China, many new large bridge construction. So for the quality and safety of the bridge, is the concern of the relevant departments at all levels. So the bridge management system get a certain development. Bridge quality management work is an important link in guarantee the quality and safety of Bridges, but now most of the commonly used bridge management system can't catch support for bridge inspection, bridge test data collection is an important problem in bridge management now.

This article USES the PDA mobile data collection technology, research and development of "the bridge management system based on PDA field data acquisition", implements the bridge inspection data collection, entry, and processing of organic integration.

Quality check, the management system is mainly used for bridge bridge detection of user positioning related units and related units of bridge maintenance. For this demand, the demand for the overall management system analysis and demand analysis of PDA subsystem.

Through correlation detection and analysis of system data, build up a bridge contains the basic information, check the information, historical information, model (bridge structure model, the disease model, evaluation model, maintenance model) and the relevant documents such as a bridge of information database.

Inspection data acquisition and processing system has realized the bridge intellectualization. Before the bridge inspection according to the Bridges based data and other information to generate the bridge inspection plan and export to the PDA; Collect and record the bridge inspection using PDA mri data; Bridge inspection after the PDA directly into a computer analysis of data collected, to generate the bridge inspection report, to evaluate the technical condition of bridge, the bridge defect for early warning and maintenance countermeasures are put forward.

The system USES Microsoft.NET technology and.net CF technology development. Development tools using Visual Studio 2005, database platform

choosing SQL Server 2005 and SQL Server CE.

In this paper, the author studies on the software, the intelligent data acquisition become an organic part of bridge management system, is actively attempt to promote the development of bridge management system. After the test, can meet the relevant bridge inspection unit and the need of bridge maintenance unit.

**Key words:** Bridge Management System; Data Acquisition; PDA

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目开发背景及意义 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	1
1.3 主要研究内容 .....	3
1.4 论文的章节安排 .....	3
<b>第二章 关键技术介绍</b> .....	<b>5</b>
2.1 .NET Framework .....	5
2.2 .NET 集成开发环境 VISUAL STUDIO .....	7
2.3 .NET 数据访问接口 ADO.NET .....	8
2.4 SQL Server 2005 的应用 .....	9
2.5 基于.NET 的移动应用系统开发 .....	10
2.5.1 .NET Compact Framework .....	10
2.5.2 移动数据库 SQL Server CE .....	11
2.5.3 移动数据采集系统开发平台的构建 .....	11
2.6 本章小结 .....	12
<b>第三章 桥梁管理系统需求分析</b> .....	<b>14</b>
3.1 业务需求分析 .....	14
3.2 系统功能需求分析 .....	14
3.2.1 采用桥梁管理系统的桥检工作流程 .....	14
3.2.2 桥梁管理系统整体功能需求 .....	15
3.2.3 PDA 子系统功能需求 .....	16
3.3 系统数据分析 .....	17
3.4 用户角色分析 .....	19
3.5 系统非功能性需求 .....	20
3.6 本章小结 .....	20
<b>第四章 桥梁管理系统总体设计</b> .....	<b>21</b>
4.1 系统逻辑结构设计 .....	21
4.1.1 系统体系结构 .....	21
4.1.2 系统功能模块划分 .....	22
4.2 系统数据库设计 .....	23
4.2.1 数据库组成分析 .....	23

4.2.2 数据库逻辑设计 .....	25
4.3 系统功能模块间的接口设计 .....	28
4.4 系统开发及运行平台的选取 .....	30
4.5 C/S 结构和 B/S 结构的比较与甄选 .....	31
4.6 本章小结 .....	32
<b>第五章 桥检准备及基本管理模块的设计与实现 .....</b>	<b>33</b>
5.1 模块概要设计 .....	33
5.2 基础数据录入 .....	34
5.2.1 桥梁管理系统数据库建立 .....	34
5.2.2 桥梁管理系统的基础数据 .....	35
5.2.3 系统基础数据录入界面的设计 .....	35
5.3 桥检计划生成 .....	36
5.4 系统基本管理功能的设计 .....	38
5.5 本章小结 .....	42
<b>第六章 PDA 外业数据采集子系统的设计与实现 .....</b>	<b>43</b>
6.1 PDA 子系统设计原则 .....	43
6.2 PDA 子系统数据库设计 .....	43
6.3 PDA 数据采集界面的设计 .....	44
6.4 PDA 数据的下载与上传 .....	48
6.4.1 PDA .....	48
6.4.2 PDA 数据下载上传的实现 .....	49
6.5 本章小结 .....	50
<b>第七章 桥检数据处理模块的设计与实现 .....</b>	<b>51</b>
7.1 桥检数据处理模块的功能分析 .....	51
7.2 桥梁一般评定的算法设计 .....	51
7.3 桥梁养护对策的算法设计 .....	52
7.4 桥梁检测报告的生成 .....	54
7.5 本章小结 .....	55
<b>第八章 桥梁管理系统测试 .....</b>	<b>56</b>
8.1 测试环境 .....	56
8.2 测试规划 .....	56
8.3 测试用例设计 .....	57
8.4 测试结果 .....	58



8. 5 本章小结 .....	59
<b>第九章 总结与展望 .....</b>	<b>60</b>
9. 1 总结 .....	60
9. 2 展望 .....	60
<b>参考文献 .....</b>	<b>61</b>
<b>致    谢 .....</b>	<b>63</b>

厦门大学博硕士论文摘要库

## Contents

<b>Chapter 1 Preface.....</b>	<b>1</b>
1.1The project development background and significance.....	1
1.2 The research status at home and abroad .....	1
1.3 The main research contents.....	3
1.4 The arrangement of chapters and sections .....	3
<b>Chapter 2 The key technology is introduced.....</b>	<b>5</b>
2.1 NET Framework .....	5
2.2The.NET integrated development environment VISUAL STUDIO.....	7
2.3.NET data access interface ADO.NET .....	8
2.4 Application of SQL Server 2005 .....	9
2.5 The development of mobile application system based on.NET .....	10
2.5.1 .NET Compact Framework .....	10
2.5.2 Mobile database SQL Server CE .....	11
2.5.3 Construction of a development platform for mobile data acquisition system .....	11
2.6 The summary of this chapter .....	12
<b>Chapter 3 Demand analysis of bridge management system.....</b>	<b>14</b>
3.1 Business requirement analysis .....	14
3.2 Analysis of the system functional requirements .....	14
3.2.1 Using the bridge management system bridge work flow.....	14
3.2.2 The overall functional requirements of the bridge management system	15
3.2.3 The PDA subsystem functional requirements .....	16
3.3 The system data analysis .....	17
3.4 The user role analysis .....	19
3.5 The system non functional requirements.....	20
3.6 The summary of this chapter .....	20
<b>Chapter 4 The overall design of the bridge management system ....</b>	<b>21</b>
4.1 The system logic structure design.....	21
4.1. 1 The architecture of the system .....	21
4.1. 2 The system function module division .....	22
4.2 The system database design .....	23

4.2. 1 Analysis of the composition of the database .....	23
4.2. 2 Logical database design .....	25
<b>4.3Design of interface between system function module .....</b>	<b>28</b>
<b>4.4Select the platform for the development and operation of the system.....</b>	<b>30</b>
<b>4.5 Comparison and selection of C/S structure and B/S structure.....</b>	<b>31</b>
<b>4.6The summary of this chapter .....</b>	<b>32</b>
<b>Chapter5 Design and implementation .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 A summary of the design module.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2 Basic data entry .....</b>	<b>34</b>
5.2.1 The database management system to build the bridge.....	34
5.2.2 The basic data of bridge management system .....	35
5.2.3 Design of the system basic data entry interface.....	35
<b>5. 3 Bridge inspection plan generation.....</b>	<b>36</b>
<b>5. 4 System management function .....</b>	<b>38</b>
<b>5. 5 The summary of this chapter .....</b>	<b>42</b>
<b>Chapter 6 PDA field data collection and implementation .....</b>	<b>43</b>
<b>6. 1The design principle of PDA subsystem.....</b>	<b>43</b>
<b>6. 2The PDA sub system database design .....</b>	<b>43</b>
<b>6. 3Design of PDA data acquisition interface .....</b>	<b>44</b>
<b>6. 4Download and upload PDA data .....</b>	<b>48</b>
6. 4.1 PDA .....	48
6. 4.2Implementation of PDA data download upload.....	49
<b>6. 5 The summary of this chapter .....</b>	<b>50</b>
<b>Chapter 7 Bridge processing module design and implementation 51</b>	
<b>7. 1 Analysis of the function of data processing module of the bridge .....</b>	<b>51</b>
<b>7. 2Algorithm design of general evaluation of bridge.....</b>	<b>51</b>
<b>7. 3 Algorithm design of bridge maintenance strategies.....</b>	<b>52</b>
<b>7. 4 Generation of bridge detecting report. ....</b>	<b>54</b>
<b>7. 5 The summary of this chapter .....</b>	<b>55</b>
<b>Chapter 8 Summary and Prospect .....</b>	<b>56</b>
<b>8. 1 The test environment .....</b>	<b>56</b>
<b>8. 2 Test planning .....</b>	<b>56</b>

8. 3 Test case design.....	57
8. 4 The test results.....	58
8. 5 The summary of this chapter .....	59
<b>Chapter9 Summary and Prospect.....</b>	<b>60</b>
9. 1 Summary.....	60
9. 2 Prospect.....	60
<b>References .....</b>	<b>61</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>63</b>

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 第一章 绪论

### 1.1 项目开发背景及意义

近些年来，我国的基础建设高速发展，交通基础建设事业取得一定的进步，桥梁的数量和种类同时增多。随着桥梁交通量增大以及荷载等级的提高，人们对这些既有桥梁的安全性、耐久性与正常使用功能也更加关注。桥梁使用的管理工作越来越繁重，也越来越重要<sup>[1-3]</sup>。因此，桥梁的维护管理利用现如今的科技化管理提高各项管理的水平在保证建筑结构质量的同时，还节约了管理资金，因此新的科技技术将会给桥梁管理工作带来崭新的一面。

本课题的目标是在研究国内外桥梁管理系统发展状况和分析该管理系统具体需求的基础上，设计开发一个软件系统，为该桥梁检查工作服务。同时，在满足当前需求的前提下，系统应具备较强适应能力和良好的可扩展性，并使软件系统具备一定的商业推广价值。

国内外现有的桥梁管理系统种类繁多，用于甲方、施工、监理等各种单位。此次研发的系统主要用于桥梁结构质量的检测保证桥梁的安全性能，因此针对于各类质检单位。

在平日的质量检查工作中，由于又要使用相关的仪器对桥梁的各个结构部件进行专业的检测，工作量相当巨大。而传统的纸笔数据采集方式是要在采集前准备好种类不一的大量调查表格，采集时逐项填写，采集后再逐一录入计算机。这种方式不但工作强度大，而且难以保证数据的准确性和安全性。本课题的创新和特色就在于将计算机数据处理技术引入数据采集环节，建立了基于PDA (Personnel Digital Assistant, 个人数字助理)的桥梁检查外业数据采集子系统，并将PDA数据采集和计算机数据处理整合为一体。

本课题开发的软件系统称为“基于PDA检测数据采集的桥梁管理系统”。

### 1.2 国内外研究现状

国外的一个管理系统 (National Bridge Inventory, NBI)"。它采用了数据文件形式，但具有初步的辅助决策功能<sup>[4]</sup>。

功能多样性的桥梁管理系统在八十年代产生。在美国政府的支持下，找了专

业人士进行开发和研究此系统的研究。目前已被美国40多个州和一些国家或地区所鉴于动态规划方法作为一个整体使用桥管理系统,此套模型,如结构的数据处理的状态的概率的劣化状态是指通过预测未来桥梁的维护管理需求。管理系统利用不同的功能区域来进行工作,然后不同的工作功能区域联立起来。形成一套工作系统。预测的不同状态之间的转换一年一度的概率,在基础科学理论数值基础上可以在下一单元的状态随时获得现有的监测数据池退化;以降低成本,以评估功能改善的效果:使用收益可以增加措施的成本带来的最大速率,以满足金融约束和之间相关措施之间的关系约束<sup>[5][6]</sup>。

丹麦桥梁养护管理系统是由丹麦路政在1987年开发的,并在使用中逐渐的完善中。现阶段,该套管理系统得到广泛的应用。该系统根据国家的标准规范,进行资金和检测的标准数据进行标准化的管理。利用该系统,该系统允许高层管理者及时了解所有检测对象的各项指标等,然后可以针对所需需要的部位利用有限的财款进行科学的利用。将利益最大化<sup>[7]</sup>。

欧洲的德国开发的桥梁管理系统是通过全网的所有数据和实时的各项情况及对损坏结构的评估及相关的应对措施、资金的运用管理、如何展开措施应对、进行科学的调配<sup>[8]</sup>。

我国的桥梁管理系统研发于上世纪八十年代,在九十年代进行了一次系统升级。由当时的相关部门进行运用。在九十年代中多次进行了系统升级逐步完善。该套系统大量的运用于我国的道路桥梁日常维护管理工作。它通过用国家现有的质量标准对桥梁道路进行科学的管理。此套系统利用历史数据与现有数据进行对比,通过电脑进行数据的处理比对。及视频影像等各项资料,自动生成对比图表,提供相关的措施进行应对。在21世纪中我国已大大提高了桥梁管理系统的应用,使得这套系统更加成熟的管理桥梁道路的安全管理工作<sup>[9-16]</sup>。

由于桥梁管理系统的日趋成熟,在现如今科技创新的快速发展中,我们的管理工作也迎来了新的篇章。如上海市桥梁养护管理系统<sup>[17]</sup>、广州市城市桥梁管理信息系统<sup>[18]</sup>等。同时,针对单个特大型桥梁的养护管理的项目级桥梁管理系统的研究开发也得到了发展,如厦门海沧大桥养护管理系统<sup>[19]</sup>、东海大桥桥梁结构健康监测系统<sup>[20]</sup>等。

### 1.3 主要研究内容

本课题目标是针对桥检单位和桥梁养护的基础企业规划研究了一种利用现今的掌上电脑PDA进行桥梁检测工作中数据的录取工作。然后进行管理工作,为桥梁检查工作的全过程提供支持。其主要功能包括:桥检前收集桥梁基本信息,生成桥检计划;桥检中用PDA采集记录检查数据;桥检后分析处理数据,生成各种报表、桥检报告及桥梁养护建议等。

本课题的设计开发主要包括以下两个方面:

- 1.建立桥梁信息数据库。该数据库包含桥梁的基本信息、检查信息、历史信息、模型信息(桥梁结构模型、病害模型、评定模型、养护模型)以及相关文档信息等。

2. 一套现代化手段取录质量检测数据

### 1.4 论文的章节安排

本论文共分九章。

第一章为绪论部分,介绍了课题来源,从BMS概念概括和发展分析、桥梁检查和PDA数据采集、桥梁评价和养护决策等方面就课题的研究开发理论和实践背景进行了探讨,确定了课题的目标及主要任务。

第二章对桥梁管理系统开发中运用的技术进行了分析研究。包括.NET软件架构、Visual Studio开发平台、Visual Basic编程语言、ADO.NET数据接口、SQL Server数据库,以及基于.NET CF和SQL Server CE的移动应用系统的开发技术等。

第三章为桥梁管理系统的需求分析。讨论了系统的目标定位,分析了系统整体功能需求和PDA子系统功能需求,并对系统数据、用户角色以及非功能需求进行了分析和讨论。

第四章为桥梁管理系统总体设计。从物理部署和逻辑功能两个角度阐述了系统整体逻辑设计,讨论了系统数据库的设计及系统三个功能模块间的数据接口设计,并对系统开发运行平台进行了分析和讨论。

第五、六、七章为桥梁管理系统各功能部位介绍。第五章为各功能区域的设计和应用,第六章为现场利用掌上电脑进行数据录入及分析,第七章为如何通过掌上电脑进行质量问题等的应对措施。

第八章为桥梁管理系统系统测试

第九章为总结和展望，对论文工作进行归纳和总结，阐述开发实现的桥梁管理系统的特点和创新之处，并指明改进和完善的方向。

厦门大学博硕士论文摘要库



Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.