

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: X2013230745

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

基于 J2EE 的实验室信息管理系统的  
设计与实现

Design and Implementation of Laboratory Information  
Management System Based on J2EE

魏腾云

指导教师: 王备战教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2015 年 月

论文答辩日期: 2015 年 月

学位授予日期: 年 月

指导教师: \_\_\_\_\_

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

2015 年 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 日

## 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

随着国家“科教兴国”战略的实施，传统的实验管理模式已经难以适应信息化教育环境下的实验室管理的需要，为了更好地配合素质化教育和科研工作的发展，高校对实验室的进一步发展和完善提出了重要的改革要求。实验室信息管理系统根据实际的实验室管理需求，结合信息化技术进行设计和实现，解决实验室各项资源的信息化管理，提高实验室的信息化管理水平，这对于推动高校教育的发展有着较为重要的意义。

本文首先针对传统实验室管理效率较低的问题，对系统的研究背景、研究现状及意义进行阐述，并对软件系统体系结构、开发框架和技术以及数据库技术等方面的主流技术进行了介绍，然后结合实验室信息管理的业务需求、功能需求以及可行性方面的需求分析，结合分层架构的思想，设计实验室信息管理系统整体系统架构。系统采用 J2EE 开发框架和 MYSQL 数据库技术进行设计和实现，有效保证系统稳定性、可拓展性和安全性。

系统主要由系统管理、实验管理、设备管理和公告管理四大模块组成，将本系统应用于高校实际的实验室管理工作，基本满足稳定、快捷、方便、高效的要求，达到系统实现的预期目标。

**关键词：**实验室；信息管理系统；J2EE

## ABSTRACT

With the implementation of the national "prospering the nation with science and education " strategy, the laboratory management has been difficult to adapt to the needs of the operation management under the environment of informatization education. In order to better fit to carry out quality education and research, the university proposed major reform requirements for the further development and refinement of laboratory. Based on the actual needs of laboratory management, the laboratory information management system was designed by using information technology, which resolves the problem of laboratory information management of resources, improving the level of laboratory information management, and has an important significance for promoting the development of university education.

Firstly, for the problem of the traditional laboratory management inefficiencies, the system research background, research status and its significance are described; and software system architecture, development framework and technology and database technology and other aspects of mainstream technologies were introduced, then combined laboratory information management business requirements, functional requirements and demand feasibility analysis, combined with ideological layered architecture, the overall system architecture of laboratory information management system was design. The system was developed by using the J2EE framework and MYSQL database technology, which ensures the stability, scalability and security of the system.

The laboratory information management system consists of four modules: system management, experiment management, equipment management and announcement management. The laboratory management system has been applied to the practice of university, which basically meet the steady, fast, convenient and efficient requirements, and achieve the desired goal of system implementation.

**KeyWords:** Laboratory; Information Management System; J2EE

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景和意义 .....	1
1.2 研究现状 .....	2
1.3 论文主要工作 .....	4
1.4 论文的组织结构 .....	4
<b>第二章 相关技术介绍</b> .....	<b>6</b>
2.1 MVC 体系结构 .....	6
2.2 J2EE 开发框架 .....	7
2.3 SSH 框架概述 .....	9
2.3.1 Struts 框架 .....	10
2.3.2 Spring 框架 .....	11
2.3.3 Hibernate 框架 .....	12
2.4 MYSQL 数据库 .....	13
2.5 本章小结 .....	14
<b>第三章 系统需求分析</b> .....	<b>15</b>
3.1 系统可行性需求分析 .....	15
3.1.1 技术可行性 .....	15
3.1.2 经济可行性 .....	15
3.1.3 操作可行性 .....	16
3.2 系统业务需求分析 .....	16
3.3 系统功能需求分析 .....	18
3.4 系统非功能需求分析 .....	22
3.4.1 系统的性能指标 .....	22
3.4.2 系统的可扩展性 .....	23
3.4.3 系统的可靠性和安全性 .....	23
3.4.4 系统的可维护性和可管理性 .....	24

3.4.5 系统易用性和响应速度.....	24
3.5 本章小结 .....	24
<b>第四章 系统设计 .....</b>	<b>26</b>
4.1 系统设计原则 .....	26
4.2 系统架构设计 .....	27
4.3 功能模块设计 .....	28
4.3.1 系统管理模块.....	29
4.3.2 实验管理模块.....	30
4.3.3 公告管理模块.....	30
4.3.4 设备管理模块.....	30
4.4 数据库设计 .....	31
4.4.1 概念模型设计.....	31
4.4.2 物理模型设计.....	37
4.5 本章小结 .....	42
<b>第五章 系统实现与测试 .....</b>	<b>43</b>
5.1 系统环境需求 .....	43
5.2 系统实现规范 .....	44
5.3 系统功能模块实现.....	47
5.3.1 登录功能实现.....	48
5.3.2 系统管理模块实现.....	50
5.3.3 实验管理模块实现.....	51
5.3.4 设备管理模块实现.....	54
5.3.5 公告管理模块实现.....	55
5.4 系统测试.....	57
5.4.1 测试方法.....	57
5.4.2 测试内容.....	57
5.5 本章小结 .....	62
<b>第六章 总结与展望 .....</b>	<b>63</b>
6.1 总结 .....	63

6.2 展望 .....	63
参考文献.....	65
致 谢.....	67

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## Contents

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Background and Research Meaning.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Research Status.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Main Research Contents.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Organizational Structure of Dissertation.....</b>	<b>4</b>
<b>Chapter 2 Brief Description of Correlation Technologies.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 MVC Architecture.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 J2EE Development Framework.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 SSH Framework.....</b>	<b>9</b>
2.3.1 Struts Framework.....	10
2.3.2 Spring Framework.....	11
2.3.3 Hibernate Framework.....	12
<b>2.4 MYSQL Database.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Summary.....</b>	<b>14</b>
<b>Chapter 3 System Requirements Analysis.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Feasibility Analysis.....</b>	<b>15</b>
3.1.1 Technical Feasibility.....	15
3.1.2 Economic Feasibility.....	15
3.1.3 Operational Feasibility.....	16
<b>3.2 Business Requirements Analysis.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 System Functional Requirements Analysis.....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Non-functional Requirements Analysis.....</b>	<b>22</b>
3.4.1 Performance Indicators.....	22
3.4.2 System Scalability.....	23
3.4.3 System Reliability and Security.....	23
3.4.4 System Maintainability and Manageability.....	24
3.4.5 Ease of Use and Speed of Response.....	24
<b>3.5 Summary.....</b>	<b>24</b>
<b>Chapter 4 System Design.....</b>	<b>26</b>

<b>4.1 System Design Principles .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 System Architecture Design.....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Functional Module Design.....</b>	<b>28</b>
4.3.1 System Management Module .....	29
4.3.2 Experiment Management Module.....	30
4.3.3 Announcement Management Module .....	30
4.3.4 Device Management Module .....	30
<b>4.4 Database Design .....</b>	<b>31</b>
4.4.1 Conceptual Model Design.....	31
4.4.2 Physical Model Design .....	37
<b>4.5 Summary .....</b>	<b>42</b>
<b>Chapter 5 System Implementation and System Test.....</b>	<b>43</b>
<b>5.1 System Environment Demands .....</b>	<b>43</b>
<b>5.2 System Implementation Specification .....</b>	<b>44</b>
<b>5.3 System Function Module Implementation .....</b>	<b>47</b>
5.3.1 Login Function Implmentation .....	48
5.3.2 System Management Module Implementation .....	50
5.3.3 Experiment Management Module Implementation .....	51
5.3.4 Device Management Module Implementation.....	54
5.3.5 Announcement Management Module Implementation.....	55
<b>5.4 System Test .....</b>	<b>57</b>
5.4.1 Test Method.....	57
5.4.2 Test Content .....	57
<b>5.5 Summary .....</b>	<b>62</b>
<b>Chapter 6 Conclusions and Prospect .....</b>	<b>63</b>
<b>6.1 Conclusions.....</b>	<b>63</b>
<b>6.2 Prospect .....</b>	<b>63</b>
<b>References .....</b>	<b>65</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>67</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 研究背景和意义

改革开放以来,我国的科学研究水平突飞猛进,这离不开许多奋战在高校实验室的科研人才的贡献。而实验室作为学校科学研究和实验教学的重要场所,对科学发展具有重要推动意义。实验室的建设与管理,关系到高校教学资源管理、开展科学研究以及人才培养的方方面面。实验室的软硬件条件不仅反映一个学校的教学质量、教育水平和科研能力,而且与广大师生关系密切,它的运行过程直接体现出学校的办学管理效能。

实验室作为高校管理工作的一个重要环节,其管理方式和方法需要与时俱进。早在1992年,教育部发布的《高等学校实验室工作规程》就明确提出了要利用计算机等信息化技术手段,对高校实验室的日常工作、资源配置以及教学实践等进行有效的记录和管理,方便学校的实验管理和实验教学,方便学校和相关人员对实验室数据的统计和分析工作。2007年教育部和财政部明确提出,应强化高校实验室建设,提高实验设备的使用效率和共享程度,提高实验教学的信息化水平,淘汰过时、落后的设备,不断改善实验环境和校内实践条件,大力推进实验教学创新,尤其是采用信息技术的手段服务于实验室的管理,有效提高实验教学质量,逐步实现实验教学管理的信息化和现代化。

然而,多数高等院校的实验室管理目前仍停留于传统的管理模式,没有充分利用计算机网络技术进行管理,管理手段比较落后,管理效率有待提高。实验室管理员时常不能准确把握实验室的具体状况,由于传统管理思维的条框约束,广大教师与学生与实验室管理人员之间的沟通也往往不够通畅,师生对实验资源调配使用上一般都相对被动,因此,教学实验上难以达到国家所规定的实验室开放使用的要求,不但造成实验室设备仪器的总体使用效率偏低,而且不利于提高实验教学实践的质量<sup>[1]</sup>。

面对学生的实验实践能力要求越来越高,也为了更好地配合素质化教育的开展以及应对信息化研究发展的需要,实验室管理应坚持以信息化促进标准化、科学化、现代化的管理思想。通过推进信息化进程,采用计算机辅助管理,将人员

的操作方法从繁杂的手工管理转化为信息管理，形成现代化的、管理高效的实验室管理模式，才能有效地辅助促进实验室完成所承担的教学科研任务<sup>[2-3]</sup>。如何合理、科学、规范地管理实验室，充分发挥实验室的作用，在维护好实验室的前提下满足广大师生的教学实践需求已经成为一个亟待解决的具体问题。

为了发挥实验室的各种设备资源的最大化利用，提高实验室设备的管理和使用效率，提升实验教学管理质量，减轻实验室管理人员的工作强度，本文研究了高校实验室管理的相关业务需求，结合前沿的信息化技术，设计并实现了一个基于 J2EE 的实验室信息管理系统。相比传统的实验管理方法，该系统很好地实现了实验室信息化管理。对实验室设备管理、实验管理以及信息交流方面等进行了改进，减少了管理中的冗余环节，理顺了关系，大大方便了实验室教学工作，满足了教师、学生以及实验室管理人员对实验室的高效管理需求。

## 1.2 研究现状

实验室信息管理系统，英文简称为 LIMS，从开始出现到目前为止，已经取得了快速的发展和广泛应用。实验室信息管理系统指的是通过计算机科学技术对实验室的管理业务进行信息化改造，根据实验室管理的相关理论，结合数据库技术和计算机科学技术建立实验室的管理体系，建立并完善实验教学的质量保证体系，实现实验室信息的共享、电子办公、资源的信息化管理、教学的量化考核。系统分布在实验室中心，为实验室的综合管理和实验教学实践需求提供先进的信息化技术支持。

在许多发达国家，LIMS 作为一项比较成熟的技术，普及较为广泛，应用也较为深入<sup>[4-6]</sup>。有一些专业软件公司研发出了一些专业实验室的管理信息系统软件，如 NoeClone 公司应用于生物学实验室的 BIOMLab，Cyrillic 公司应用于遗传学实验室的 Cyrillic Pedigree，BIOMlab 公司应用于统计学实验室的 BIOMlab V1.0 等等，这些专用的管理信息系统软件对实验室的管理有着相当大的便利。在国内的一些专业设计单位，比如石化行业领域，它的 LIMS 软件功能也很全面，并且和地质行业检测实验有实际的结合及应用。除了大型 LIMS 软件之外，许多小型 LIMS 软件根据自身的发展和设计特点，具备简单的数据管理功能，也在各单位的实验室得到大量应用<sup>[7]</sup>。

LIMS 发展至今，有以下几个主要的阶段<sup>[8]</sup>：

(1) 思想成型期： LIMS 思想形成于上世纪的六十年代末期，由于计算机还未普及，那个时期的实验室的数据管理多半采用手工记录的方式。

(2) 信息化初级阶段：到了七十年代中期，由于计算机技术的发展，将原来的实验室管理的手工操作交给中心计算机执行，帮助用户实现实验数据的管理和统计分析操作，节约了不少的人工成本。但是该时期的计算机发展水平还不高，价格较昂贵，普及率还很低，而且处理的数据量比较小，计算机专业的技术人员比较少，这些问题给 LIMS 的研发与维护带来了不少的难题。

(3) 产品成型时期：进入到八十年代的末期，得益于计算机技术的快速发展，LIMS 也迎来了它的发展新机遇。该阶段的个人计算机价格大幅下降，性能方面也得到了大幅度提高，网络技术不断发展和关系型数据库技术日臻成熟，网络系统的操作更加便捷。此时，C/S 模式已经成为主流的系统管理架构，大大提高了数据处理能力。采用 C/S 模式的 LIMS 开始流行，通过使用 PC 机作为数据终端，给用户提供方便的实验室管理功能。随着各大操作系统的快速发展，从 DOS 到 Windows 平台，以及 UNIX 平台，基于这些平台的 LIMS 产品一般具有操作便捷，功能齐全，性能稳定、界面友好等优势，受到越来越多用户的重视，应用范围也不断扩大。

(4) 互联网的兴起时期：进入九十年代的中后期，随着 Internet 技术的快速发展，各行各业通过应用网络技术参与到互联网的浪潮中。新一代的 LIMS 采用基于 Internet 的 Web 技术，其数据库设计与网络设计都具有 Internet 特点。与传统的 LIMS 系统相比，新一代的 LIMS 功能更加全面。由于它的分布式管理体系是以 Web 服务器为中心，所以用户不用在计算机上安装客户端，可通过浏览器直接进行访问和使用，更加方便实验数据的共享和发布，并且便于软件的二次开发和功能拓展。互联网技术的广泛应用，代表了 LIMS 在今后的发展趋势。

对高校而言，LIMS 技术的使用可以提高实验室数据分析的准确性，提高工作效率。通过对实验室数据的分析和统计，可以对实验室管理进行有效监测，为学校的实验管理、教学开展和课程建设等方面提供科学的决策依据。而且，LIMS 技术可以依托既有的高校实验室内部局域网络资源，构建整个系统其实不需要过多的硬件投入。然而，放眼国内许多高校，尽管基于信息化的实验室信息管理系统有着显而易见的诸多优势，该技术的应用却没有得到足够多的重视。

### 1.3 论文主要工作

本文研究的主要内容是针对实验室信息管理系统的需求和特性，在分析其他同类系统的优缺点的基础上，利用 J2EE 开发框架和数据库技术等方法设计开发出一个基于 J2EE 的实验室信息管理系统，提升实验室管理效率，提高实验教学管理质量。本文是以所设计的实验室信息管理系统为背景展开的。首先，针对当前学校实验室管理效率不高，实验室信息管理系统研究尚处于初步阶段的现状，分析了系统开发的背景及意义。其次，通过细致的系统需求分析，调研系统的用户需求、功能需求和性能需求，为系统的设计打下了基础，并根据现有的资源和技术条件，在技术和经济上进行了可行性分析。接着，进行系统设计，主要包括以下几个方面：（1）阐述了易用性原则、业务完整性原则和系统健壮性原则等系统设计原则，（2）采用分层架构思想设计系统总体架构，系统的主要分层包括负责界面展示和用户交互的表现层、处理实验室业务逻辑的业务逻辑层，以及负责数据持久化存储管理的数据访问层，（3）系统的功能模块划分，主要有系统、实验、设备和公告这四大管理模块，（4）系统的数据库设计从概念模型和物理模型两个角度进行设计。最后，根据系统实现环境和系统功能模块的实现介绍系统实现的功能。

### 1.4 论文的组织结构

论文主要实现了一个基于 J2EE 的实验室信息管理系统，为高校提供实验室信息化管理平台，促进实验室管理人员、教师和学生之间的高效协作，提高实验室管理的运作效率，实现高校实验室管理工作的简便化、安全化。论文共分为 6 个章，内容是这样展开的：

第一章绪论。介绍实验室信息管理系统系统背景和研究意义、研究现状以及需要实现的目标等。

第二章是系统的相关理论和技术。本章首先介绍了 MVC 软件体系结构，其次介绍系统实现所需要的框架及技术，包括 J2EE 开发框架，Struts 框架，Spring 框架，Hibernate 框架，最后介绍 MySQL 数据库技术。

第三章是系统的需求分析。本章首先是可行性分析，分析了实验室信息管理系统在技术、经济以及操作三个方面的可行性，接着对系统业务需求和各个业务

模块的功能需求进行分析接着，用 UML 用例图对其表示，最后对非功能需求进行分析。

第四章是系统设计。本章介绍系统设计原则，系统架构设计，系统功能模块设计，包括系统管理模块、实验管理模块、设备管理模块和公告管理模块，数据库设计，包括概念数据模型设计和物理模型设计。

第五章是系统实现与测试。本章首先对系统实现所依赖的环境配置和实现规范进行概述，接着分模块展示功能界面图，介绍实现的模块功能，最后对系统进行部署测试。

第六章是总结与展望。本章对系统开发工作进行总结，包括本文已经完成的内容及取得的成果和对系统未来工作的展望。

## 第二章 相关技术介绍

### 2.1 MVC 体系结构

MVC 体系结构是 Model-View-Controller 的简称，其对应的中文名称是模型 (M)-视图 (V)-控制器 (C) 模式，是目前 WEB 应用开发最流行的架构模式<sup>[9]</sup>。MVC 的提出是为了适应软件项目需求经常变动的需要，根据职能对系统进行抽象分工，将系统其分为模型、视图和控制器。其中模型负责抽象系统应用功能、提供使用系统功能的方法和路径、封装系统状态、管理系统数据的存储以及数据的一致性。视图负责与用户的交互操作、抽象数据表达、维护与 Model 数据的一致性。控制器负责抽象用户和系统的时间的语义映射，将用户的具体操作翻译成系统事件，通过调用模型提供的方法或者通过其他服务方法操作模型<sup>[10]</sup>。

采用 MVC 体系结构可以简化系统开发，提高系统的性能和可维护性。MVC 体系结构如图 2-1 所示。

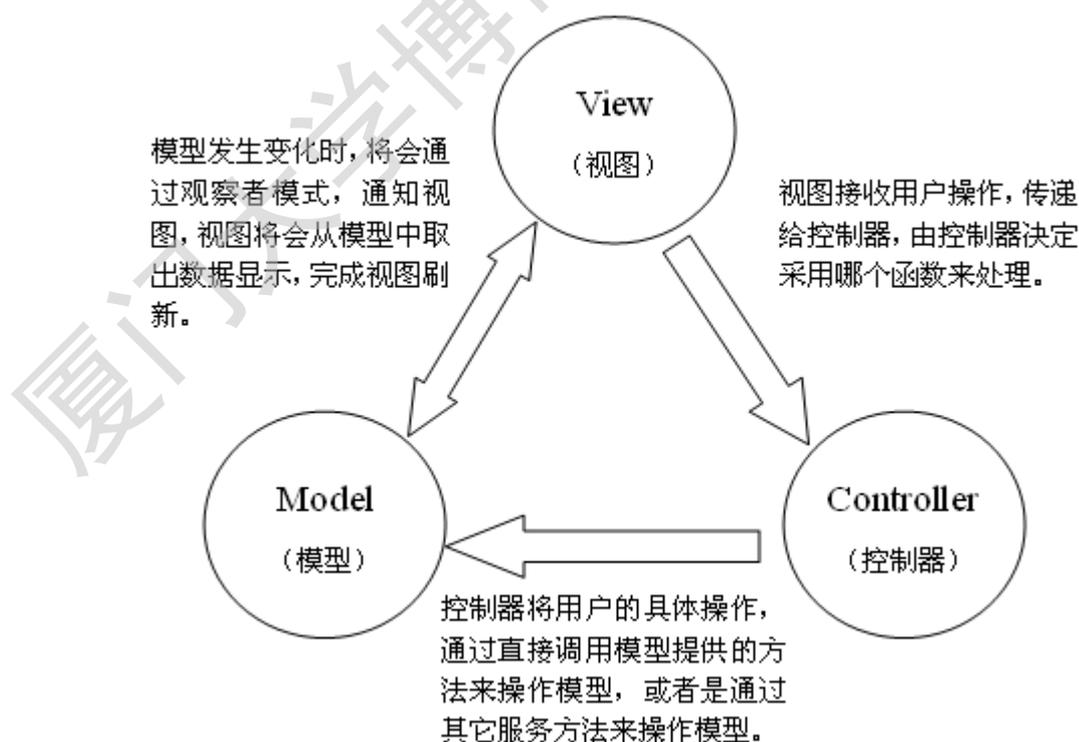


图 2-1 MVC 体系结构

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.