

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: X2010230031

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

高 校 院 级 实 验 室 信 息 管 理 系 统  
的 设 计 与 实 现

Design and Implementation of Laboratory Information  
Management System for College in University

吴克青

指导教师姓名: 张海英 副教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2013年4月

论文答辩日期: 2013年5月

学位授予日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月

指导教师: \_\_\_\_\_

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

2013年5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

实践教学是高等院校教学体制的重要环节，对促进复合型、创新型高素质人才的培养具有重要作用。而随着教育体制改革的发展，高等院校办学规模的不断扩大、教育部门对实验室的投入不断加大，实验室的管理工作也变得更为繁杂。目前的管理手段和管理工具已不能满足当前实验室建设和管理的需求，亟待研发一套基于校园网资源的，方便高效的实验室管理信息系统，实现实验室各类资源的信息化管理，提高实验室的信息化管理水平，并对学院的教学科研工作产生积极的促进作用。

本文针对高校院级实验室的实验室管理工作的具体需求，设计实现了实验室信息管理系统，该系统基于 J2EE 技术，遵循 MVC 模式，采用 SSH 框架，使用 SQL SERVER 数据库。遵循软件工程的理论，按“分析、设计、实现、测试”的步骤进行，主要实现了用户管理、实验室信息管理、教学实验管理、开放实验管理、实验教室预约、实验课表查询等功能，经过测试，证明该系统运行稳定，能满足高校院级各类教学实验以及开放实验的实验室预约排课要求，并实现了各类实验室资源的有效管理。

**关键字：**实验室管理；J2EE；排课算法

## Abstract

Practical teaching is an extremely important step of the teaching system in Colleges and Universities. It plays an important role in cultivating high quality integrated and innovative talents. With the development of educational system reform, the expanding scale of running colleges and universities, as well as the increasing input from the Ministry of education to the lab, the management of the laboratory information becomes more and more complicated. It is necessary to develop a whole new efficient Laboratory Information Management System, which is based on campus network environment, since existing system can't meet the increasing requirements of laboratory construction and management. The new Laboratory Information Management System can support information and resource management of laboratories, enhance overall laboratory information management level, and eventually accelerate the improvement of teaching and research work in software school.

The Laboratory Information Management System was developed based on the requirement of the management of software school laboratory. It is based on J2EE technique, following the MVC pattern, using SSH framework, and SQL SERVER Database. It follows the theory of software engineering, in accordance with the "Analysis, Design, Implementation and Testing", which are four steps of software engineering development. It provides much functionality such as user management, laboratory basic information management, experiment management, lab reservation and experimental schedule query. In conclusion, the Laboratory Information Management System has been proved to be efficient in laboratory information managing through testing.

**Keywords:** LIMS; J2EE; Course Scheduling Algorithm

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景与意义 .....	1
1.2 课题研究现状与存在问题 .....	3
1.3 研究目标与内容 .....	4
1.4 本文的结构安排 .....	5
<b>第二章 系统相关技术介绍</b> .....	<b>6</b>
2.1 J2EE .....	6
2.2 MVC .....	7
2.3 SSH 框架 .....	9
2.3.1 Struts .....	10
2.3.2 Spring .....	12
2.3.3 Hibernate .....	14
2.4 排课算法简介 .....	15
2.5 本章小结 .....	16
<b>第三章 系统需求分析</b> .....	<b>17</b>
3.1 系统的可行性分析 .....	17
3.2 系统需求分析 .....	17
3.2.1 总体需求概述 .....	18
3.2.2 业务流程分析 .....	18
3.2.3 系统非功能需求 .....	21
3.3 本章小结 .....	22
<b>第四章 系统设计</b> .....	<b>23</b>
4.1 系统总体设计 .....	23
4.2 系统详细设计 .....	24
4.2.1 系统功能设计 .....	24

4.2.2 系统数据库的设计.....	29
4.2.3 实验室排课算法设计.....	41
4.2.4 系统安全性设计.....	44
<b>4.3 本章小结 .....</b>	<b>45</b>
<b>第五章 系统实现与测试 .....</b>	<b>46</b>
<b>5.1 系统开发环境 .....</b>	<b>46</b>
<b>5.2 系统功能实现 .....</b>	<b>48</b>
5.2.1 身份验证模块.....	48
5.2.2 系统用户管理功能模块.....	49
5.2.3 实验室基本情况管理功能模块.....	49
5.2.4 教学实验管理功能模块.....	51
5.2.5 开放实验管理功能模块.....	52
5.2.6 实验预约功能模块.....	53
5.2.7 实验课表查询功能模块.....	56
<b>5.3 系统测试 .....</b>	<b>57</b>
5.3.1 测试环境.....	57
5.3.2 测试方法.....	57
5.3.3 测试用例.....	57
5.3.4 测试结果与分析.....	59
<b>5.4 本章小结 .....</b>	<b>60</b>
<b>第六章 总结与展望 .....</b>	<b>61</b>
<b>6.1 总结 .....</b>	<b>61</b>
<b>6.2 展望 .....</b>	<b>61</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>63</b>
<b>致 谢.....</b>	<b>65</b>

# Contents

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Background and Significance .....	1
1.2 Research Status .....	3
1.3 Main Research of The Paper.....	4
1.4 Outline of The Paper .....	5
<b>Chapter 2 Related Technology for System Development.....</b>	<b>6</b>
2.1 J2EE Introduction .....	6
2.2 MVC Introduction .....	7
2.3 SSH Introduction .....	9
2.3.1 Struts .....	10
2.3.2 Spring.....	12
2.3.3 Hibernate .....	14
2.4 Scheduling Algorithm Introduction .....	15
2.5 Summary.....	16
<b>Chapter 3 System Analysis and Design .....</b>	<b>17</b>
3.1 Feasibility Analysis.....	17
3.2 Requirements Analysis .....	17
3.2.1 Overall Requirements Analysis.....	17
3.2.2 Functional Requirements Analysis .....	18
3.2.3 Non-functional Requirements Analysis .....	21
3.3 Summary.....	22
<b>Chapter 4 System Analysis and Design .....</b>	<b>23</b>
4.1 The Overall Design .....	23
4.2 Detailed Design .....	24
4.2.1 Function Design .....	24
4.2.2 Database Design .....	29
4.2.3 Algorithm of the Scheduling Problem .....	41
4.2.4 Security Design.....	44
4.3 Summary.....	45
<b>Chapter 5 System Implementation and Testing.....</b>	<b>46</b>



<b>5.1 Development Environment .....</b>	<b>46</b>
<b>5.2 Function Implementation.....</b>	<b>48</b>
5.2.1 Login Authentication .....	48
5.2.2 System User Management Function .....	49
5.2.3 Laboratory Basic Information Management Function.....	49
5.2.4 Teaching Experiment Management Function .....	51
5.2.5 Open Experiment Management Function .....	52
5.2.6 Reservation of Laboratory Function .....	53
5.2.7 Experiment Schedule Query Function .....	56
<b>5.3 System Test .....</b>	<b>57</b>
5.3.1 Testing Environment .....	57
5.3.2 Testing Method .....	57
5.3.3 Testing Case .....	57
5.3.4 Testing Result and Analysis .....	59
<b>5.4 Summary.....</b>	<b>60</b>
<b>Chapter 6 Conclusion and Prospect.....</b>	<b>61</b>
<b>6.1 Conclusion .....</b>	<b>61</b>
<b>6.2 Future Work .....</b>	<b>61</b>
<b>References .....</b>	<b>63</b>
<b>Acknowledgement.....</b>	<b>65</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 研究背景与意义

随着中国教育制度改革的不断深化,高等院校越来越注重学生的教学实践环节。虽然学校对实验室进行了大量的投入,但是面对日益扩大的办学规模,更为复杂的教学科研体系,如何对于实验室资源进行更有效的管理和利用,为广大师生提供更有效的服务,一直是实验室管理人员面临的重要课题。

多年来,随着校园信息化进程的发展,国内大多数高校都相继开发了许多具有本校发展特点的校园信息化体系,并在此基础上开发了相应的管理软件。但随着高校办学规模的日益扩大和管理技术的不断发展,原有的管理模式及工作流程有些已不能适应当前高校发展的要求;原有的一些缺乏总体规划的、独立的管理软件,已经无法有效的实现资源共享,制约了高校信息化建设的步伐。随着高校校园网的普及,利用计算机网络来实现教学资源的有效管理成为了必然。

从我校的现状来看,校园信息化已包含了办公系统、教务系统、科技系统、物资采购系统等子系统,但是目前还未有一套能涵盖实验室情况的综合管理系统。而由于教育部、学校、各学院每年都会对实验室投入大量的建设资金,各高校实验室的信息统计数据也都需要详细如实地向教育部进行汇报。单纯依靠手工对实验室数据进行汇总和统计将对数据的准确性和实时性产生影响,不利于上级部门的决策分析。

以软件学院的实际情况为例,教育部、学校、学院每年都对学院进行大量的资金投入,目前学院的教学设备台套数已达2195件,设备总值超过1500万元。但是同样相对的,学院面对的服务对象也在不断扩大。学院的教学实验室针对本专业本科生、工学硕士、工程硕士的各门培养课程,提供了良好的硬件、软件环境,使课程的实践环节取得良好的效果,加深了对课程理论知识理解。同时通过开出大量的科学研究型的实验项目,提高学生的科研能力,并通过各类竞赛培训组激发同学们的创新能力。目前学院的各教学实验室需要服务的本科生人数已达到958人,工学、工程硕士人数接近500人,承担的实验课程83门,实验项目达到532个。

随着办学规模的扩大、实践教学比重的增加、学生创新创业活动的积极开展,使实验室的管理问题日渐突显,主要表现在如下几个方面:

(1)实验室管理工作效率不高

目前学院的实验室安排还主要依靠人工操作,由实验室管理员根据教学秘书或者教师的上课需求进行手动安排。由于软件学院的教学要求,不同的课程所需要使用的设备的硬件配置与软件配置都有较大的不同,单纯依靠人工安排有很大的局限性。

(2)各实验室信息化程度不足

由于实验室数据的更新还主要依赖手动更新,故未能实现实验室信息的信息化管理及共享,造成实验数据的汇总统计不便,在申报各类教改项目及科研项目时,通常需要进行多次重复的人工汇总,影响了数据的及时性和有效性。

(3)实验室资源不能得到充分的利用

虽然学院的各项设备对学院的教师、同学都进行了全面、免费的开放,但是由于实验室信息不能得到及时有效的更新,使部分实验设备的使用时间过于集中,造成部分设备利用率不高,产生了资源浪费。

为了更好的发挥利用现有的实验条件,有效地服务于各专业的教学实验要求,单纯依靠人工的管理已无法充分发挥现有资源的优势,开发一套贴合软件学院实际的实验室信息管理系统已势在必行。而结合软件学院的教学特点,利用学校的校园网资源,研究并开发实验室综合信息管理系统,可以帮助加快实验室管理工作的信息化,改善实验室管理的管理方式和手段、提高实验室管理工作效率,使实验室能够更好地为教学和科研工作服务。具体来说,本课题的研发具有以下意义:

(1) 满足高校实践教学不断提升的需要

随着办学规模的扩大,随着教学大纲中关于实践教学要求的不断提升,以及学生竞赛创新等活动积极开展,需要学院实验室更积极更灵活更高效地提供相应的服务。

(2) 促进实验室资源的信息化管理

通过本课题的研发,将有效的促进实验室信息资源的信息化管理,对实验室各项资源及统计数据的获取将更为便捷,可以为学院申请各类教学科研项目提供

有效的数据支撑，也为教育部、学校、学院管理部门进行规划决策所需要的各项分析数据提供第一手基础详尽准确的数据。

### (3) 提高实验室管理水平以及资源利用效率

通过本系统的研发，实验室管理人员对实验室现有资源、设备的软件、硬件条件都能更高效的进行管理，提高了实验室的管理水平，同时也对各项实验资源利用率的提高打下坚实的基础。

## 1.2 课题研究现状与存在问题

实验室信息管理系统（Laboratory Information Management Systems，缩写为LIMS）自20世纪七十年代末以来，到如今经历了近30年的发展，尤其是近十年来PC的普及和IT技术的爆炸性发展，对LIMS技术起到了巨大的推动作用。

实验室信息管理系统是将实验室的设备以及各种信息，通过计算机网络连接，采用科学管理思想以及先进的数据库技术，对以实验室为核心的整体环境，来实现全方位的管理。一套完整的实验室管理系统，它综合了设备管理、资源管理、数据管理、报表管理、事务管理、网络管理等众多的管理模块，形成一个整体。从功能上，它既能够保证本身实验室数据的统一管理和利用，又能够满足外部的日常管理要求<sup>[1]</sup>。

西方发达国家的LIMS市场在20世纪九十年代就已经完全打开，LIMS已经成为一个标准词汇为大家广为接受。在美国每年要召开一次LIMS大会，讨论LIMS的有关问题。而且发达国家已经为LIMS建立了初步的工业标准。

国外研究型实验室采用了LIMS系统后，有效地缩短了实验周期，降低了实验开销，将科研人员从效率低下的重复性劳动中解放出来，以便更多地把精力放在关键问题的解决上，总体上提高了对资源的利用率。LIMS系统已经成为西方一些大型实验室中实现全质量控制的核心。

国内对于实验室管理信息系统的研究起步较晚，但是随着计算机水平的发展，网络化的推广，实验室管理系统也逐渐从原来的单机版、单一功能的管理系统发展为基于互联网的，综合性的管理系统；由原来的主要有主管部门或者主管人员进行统一录入汇总的系统，发展为面向教师、学生的综合性服务系统。国内

特别是高校的实验室管理信息系统也在不断的发展和完善。如河南大学的“基于Web 的高校重点实验室管理系统研究与设计”<sup>[2]</sup>，有东华大学的“智能实验室管理系统的开发与实践”<sup>[3]</sup>，有天津理工大学的“开放实验室管理系统的设计与实现”<sup>[4]</sup>，有西南交通大学的“高校实验室管理系统的研究与设计”<sup>[5]</sup>等实验室管理系统都是目前发展比较成熟完善的系统。

然而通过对国内高校实验室信息管理系统广泛调研，发现现行的实验室管理系统或多或少地存在一些不足，主要体现在以下方面：

#### (1) 偏重于开放性实验室的管理

现有不少实验室管理系统的重点都是开放性实验室的门禁以及收费管理，而没有考虑教学实验室的实验课程安排任务。

#### (2) 偏重于实验室的资产管理

实验设备是实验室的重要组成部分，但是随着科技的发展，实验室除了需要管理多种硬件设备外，教学过程中对各类操作系统、教学软件的要求也不断提升。而现有实验室管理系统多注重仪器设备等资产管理，而对软件方面的内容却是少有涉及的。

纵观国内外实验室信息管理系统的发展现状，虽然现有的实验室信息管理系统种类繁多，但真正功能比较完备而且实用、适合于高校教学实验室的成型系统却比较少。因此，有必要针对高校教学型实验室的特点开发专门的实验室管理信息系统。

### 1.3 研究目标与内容

本文从高校院级实验室运行管理情况出发，构建适用于高校院级实验室的实验室信息管理系统，对实验室的实验人员、实验室硬件资源、实验室的软件环境、实验课程、实验项目、竞赛项目、创新项目等进行统一管理，提高各项实验室资源的利用效率。主要研究内容如下：

- 1、对构建系统所使用的开发工具等相关信息和技术方法进行了研究。
- 2、结合高校院级实验室的实际情况，对实验室信息管理系统进行需求分析。
- 3、对实验室信息管理的整体设计与详细设计的研究。

- 4、对系统数据库设计与实现进行研究。
- 5、对系统的系统功能实现、性能测试及系统部署研究。

## 1.4 本文的结构安排

本文围绕“实验室信息管理系统”的分析、设计、开发实现展开，全文共分为六个部分，具体章节安排如下：

第一章 绪论。主要讲述研究背景、研究现状及本文的主要研究内容，并介绍了本文的篇章结构。

第二章 系统相关技术介绍。主要介绍了本文研究所涉及的相关技术及算法等。

第三章 系统需求分析。主要从系统的可行性、业务流程、非功能性需求等方面进行了详细的需求分析。

第四章 系统设计。主要从系统的体系结构、功能模块、系统数据库、排课算法以及系统安全性设计等方面进行了阐述。

第五章 系统实现与测试。描述了系统各个功能的实现、系统测试及系统的部署。

第六章 总结与展望。

## 第二章 系统相关技术介绍

### 2.1 J2EE

Java 语言作为 Internet 时代备受关注的技术之一，在开发 WEB 应用中有重要的作用<sup>[6]</sup>。J2EE 是 Sun 公司推出的多层分布式系统开发模型。J2EE 的含义是：Java2 平台企业版，Java 2 Platform, Enterprise Edition。目前，Java 2 平台有 3 个版本，它们分别是：适用于小型设备和智能卡的 Java 2 平台 Micro 版即 Java 2 Platform Micro Edition, J2ME、适用于桌面系统的 Java 2 平台标准版即 Java 2 Platform Standard Edition, J2SE、适用于创建服务器应用程序和服务的 Java 2 平台企业版即 Java 2 Platform Enterprise Edition, J2EE。J2EE 是一种利用 Java 2 平台来简化企业解决方案的开发、部署和管理相关的复杂问题的体系结构。J2EE 技术的基础就是核心 Java 平台或 Java 2 平台的标准版，J2EE 保留了标准版中的许多优点，比如：“编写一次、随处运行 (Write Once, Run Anywhere)” 的特性、方便存取数据库的 JDBC API、CORBA 技术以及能够在 Internet 应用中保护数据的安全模式等等，同时，它提供了对 EJB (Enterprise JavaBeans)、Java Servlets API、JSP (Java Server Pages) 以及 XML 技术的全面支持。JSP 是目前十分流行的一种技术，主要运行于开发服务端的脚本程序和动态生成网站的内容<sup>[7]</sup>。JSP 技术有 J2EE 平台支持，发展前途不可限量。J2EE 已逐渐成为一个能够使企业开发者大幅缩短投放市场时间的体系结构<sup>[8]</sup>。J2EE 的架构图如图 2-1 所示。

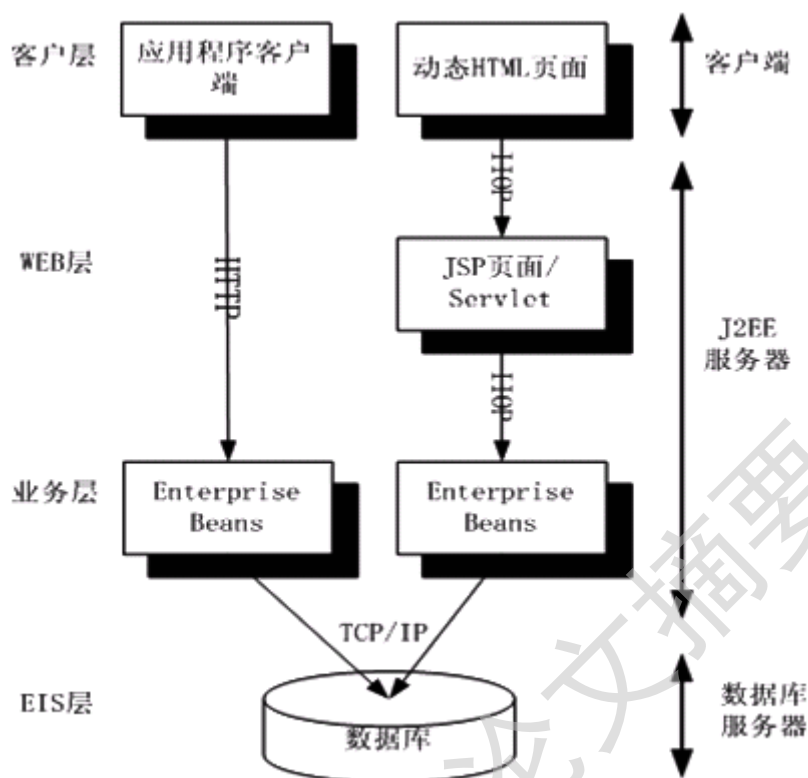


图2-1: J2EE架构图

通过提供统一的开发平台，J2EE 降低了开发多层应用的费用和复杂性，同时提供对现有应用程序集成强有力支持，完全支持 Enterprise JavaBeans，有良好的向导支持打包和部署应用，添加目录支持，增强了安全机制，提高了性能。

## 2.2 MVC

MVC 分别是 Model（模型），View（视图）和 Controller（控制器）三个单词的缩写。它是 Xerox PARC 在八十年代为编程语言 Smalltalk-80 发明的一种软件设计模式，至今已被广泛使用。MVC 模式的目的是实现 Web 系统的职能分工。Model 层实现系统中的业务逻辑，通常可以用 JavaBean 或 EJB 来实现。View 层用于与用户的交互，通常用 JSP 来实现。Controller 层是 Model 与 View 之间沟通的桥梁，它可以分派用户的请求并选择恰当的视图以用于显示，同时它也可以解释用户的输入并将它们映射为模型层可执行的操作。



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts 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.

厦门大学博硕士论文摘要库