

学校编码: 10384

分类号____密级____

学号: 19920101152760

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

装载机轻量化设计知识管理系统研究

Research on Lightweight Design Knowledge Manage System of Loader

朱 龙

指导教师姓名: 侯 亮 教授

专 业 名 称: 机械设计及理论

论文提交日期: 2013 年 6 月

论文答辩时间: 2013 年 6 月

学位授予日期: 2013 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2013 年 6 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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘 要

在全球资源日益紧张的今天，结构轻量化研究得到越来越多的关注，我国从 20 世纪 90 年代将轻量化设计技术引入工程机械领域，随着轻量化技术的不断发展，国内各高校和企业减少材料消耗、减少环境污染、提高材料利用率、提升工程机械性能以及提高利润和国际竞争力等方面取得了很好的成果。目前，国内的轻量化设计主要是以几何模型为主的传统 CAD 优化设计，在设计过程中缺乏对轻量化设计知识和经验的有效归纳和整理，没有实现知识的共享和重用等，导致产品发展较慢、缺少核心竞争力。因此，基于知识重用的轻量化设计方法对于提高工程机械产品的轻量化设计水平具有重要的意义。

本文从解决工程机械轻量化设计知识管理的难题出发，分析了轻量化设计知识的特点和分类，研究了轻量化设计的过程，建立了面向工程机械轻量化设计的知识库系统模型。以实际应用为目的，对轻量化设计知识管理系统的功能需求和关键技术进行了全面的研究，并以装载机的工作装置为例说明了轻量化设计知识管理系统的工作原理。主要研究内容包括以下几个方面：

- 1、针对装载机的特点，确定装载机适合轻量化的零部件，基于 TRIZ（发明问题解决理论）方法等确定可以使用的轻量化方法。

- 2、寻求适合于工程机械轻量化设计知识特点的知识处理技术是知识库研究的关键，本文结合轻量化设计领域知识的特点提出用面向对象表示法表示产品实例和经验知识，并研究了面向对象表示法在数据库上的实现技术。

- 3、本文研究了知识获取的方法和流程，提出了知识库系统的知识获取方法，并对知识库的管理进行了探讨，主要内容包括：知识的一致性、完备性、冗余性检测，以及知识的增加、修改、删除、浏览和评价等。

- 4、本文结合工程机械轻量化设计的流程，分析了知识检索和知识推理的策略和流程，提出了 CBR（基于实例的推理）和 RBR（基于规则的推理）相结合的集成推理模型，并应用于工程机械的轻量化设计。

- 5、本文针对知识库系统与其他系统的集成，阐述了知识库系统与 CAE 软件的结合、PDM（产品数据管理）数据交换技术、数据库开发和访问技术，以及

与专利创新系统和经验知识管理平台的集成。

6、作为研究的说明和验证，本文以装载机的工作装置为例，详细的阐述了轻量化设计知识管理系统的工作原理，说明了知识库的结构组成和设计知识在系统中的应用，最终实现工作装置的轻量化设计。

关键词：轻量化设计 知识库系统 知识获取 知识推理

本文工作主要是基于作者参加的国家科技部十二五科技支撑计划课题：**典型工程机械轻量化设计技术及应用（项目号：2011BAF11B01）**

厦门大学博硕士论文摘要库

ABSTRACT

As the globe resource becoming increasingly tight, we take more and more attention on the research on structure lightweight design. Our country introduce the lightweight design technology into the field of construction machinery since 1990s, with the continuous development of lightweight technology, domestic university and enterprise has achieved very good results in reducing material consumption and environment pollution, improving material utilization and engineering mechanical performance, and increasing profits and international competitiveness. Now, the domestic lightweight design is mainly based on traditional CAD geometric model-based optimization design, the lack of effective induction and consolidation on lightweight design knowledge and experience in the design process, without knowledge sharing and reuse, resulted in product develop slowly and lack of core competitiveness. Therefore, the lightweight design method based on the knowledge reuse is of great significance for improving the level of construction machinery products lightweight design.

Based on solving the problem of design knowledge management in the lightweight design of mechanical machinery, analyzed the classification and characteristics of lightweight design knowledge, studied the process of lightweight design, and established the knowledge base system model for construction machinery lightweight design. With the purpose of practical application, this paper carried on a comprehensive research on the functional requirements and key technologies of knowledge base system of lightweight design. As a case study of loader working device illustrated the work principle of lightweight aided design knowledge base system. The main research content includes the following aspects:

- 1、 Chose the components that can be lightweighted based on the Loader's characteristics, and chose the lightweight methods based on TRIZ.
- 2、 seeking suitable knowledge processing technology for the lightweight design

knowledge of construction machinery is the key to the research of knowledge base system, this paper combines the characteristic of knowledge in lightweight design field proposed using the object-oriented notation products instance and the experience knowledge, and studied the implementation technology of object-oriented representation in database.

3、 This paper studied the knowledge acquisition methods and processes, put forward the method of knowledge acquisition of knowledge base system and the management of knowledge base are discussed in this paper, the main content includes: the detection of the knowledge of the consistency, completeness and redundancy, as well as the knowledge's increase, modify, delete, browse and evaluation, etc.

4、 Combined with the mechanical machinery lightweight design process, this paper analyzed the strategy and process of knowledge retrieval and the knowledge inference, put forward the combination of CBR and RBR integrated reasoning model, and applied to the lightweight design of mechanical machinery.

5、 According to the integration of knowledge base system and other systems, this paper discussed the integration of knowledge base system and CAE software, the PDM data exchange technology, database development and access technology, as well as the integration of patent innovation system and experience knowledge management platform.

6、 As the description and validation of the study, based on the working device of loader as an example, detailed elaborated the working principle of lightweight aided design knowledge base system, illustrates the structure of knowledge base and knowledge application in the system, finally realized lightweight design of the work device.

Keywords: design for lightweight; knowledge base system; knowledge acquisition; Knowledge Reasoning

This thesis is based on the project supported by: The National Key Technology R&D Program, China (No.2011BAF11B01)

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究的目的和意义	1
1.2 课题的背景和来源	2
1.3 课题相关内容的研究现状	2
1.3.1 轻量化技术的研究现状.....	3
1.3.2 KBE 的研究现状.....	5
1.4 本文研究的主要内容	6
第二章 装载机的轻量化设计	9
2.1 装载机轻量化设计的特点和原则	9
2.1.1 装载机整机的轻量化设计需求和特点.....	9
2.1.2 装载机零部件的轻量化设计需求和特点.....	12
2.1.3 装载机的轻量化设计原则.....	16
2.2 基于 TRIZ 和有限元分析的轻量化设计	21
2.2.1 基于 TRIZ 和有限元分析的轻量化设计流程.....	21
2.2.2 轻量化设计方法.....	24
2.3 案例分析：装载机动臂的轻量化设计	29
2.3.1 原动臂的有限元分析.....	29
2.3.2 动臂的轻量化设计.....	31
2.4 本章小结	33
第三章 装载机轻量化设计知识建模	34
3.1 装载机轻量化知识的表示	34
3.1.1 装载机的轻量化设计过程.....	34
3.1.2 装载机轻量化知识库构成.....	35
3.1.3 装载机轻量化知识的表示方法.....	36
3.1.4 知识管理框架模型.....	37

3.2 基于 CBR 和 RBR 的集成推理模型	38
3.2.1 CBR 和 RBR 集成推理模型.....	38
3.2.2 推理机制和推理方向.....	39
3.2.3 轻量化知识管理系统推理流程.....	40
3.3 与其他系统的集成	43
3.3.1 PDM 数据接口	43
3.3.2 CAE 系统、专利系统和经验知识管理平台.....	47
3.4 本章小结	48
第四章 装载机轻量化设计知识管理系统开发和应用	49
4.1 系统开发环境	49
4.2 系统总体设计	49
4.2.1 设计目标.....	49
4.2.2 设计关键.....	50
4.2.3 总体功能结构.....	51
4.3 知识库的建立和实现	53
4.3.1 知识库的结构组织形式.....	53
4.3.2 知识存储的实现.....	54
4.4 装载机轻量化知识的获取、检索和应用	56
4.4.1 轻量化知识的获取.....	56
4.4.2 基于相似度计算的实例知识检索.....	59
4.4.3 知识应用.....	61
4.5 系统应用实例	62
4.6 本章小结	73
第五章 总结和展望	74
5.1 总结	74
5.2 展望	75
参考文献	77
致 谢	81
攻读学位期间所取得的相关科研成果	83

CONTENTS

Chapter 1 Preface.....	1
1.1 Research Purpose and significance	1
1.2 Research background and source.....	2
1.3 Research status of the task	2
1.3.1 Research status of lightweight technology	3
1.3.2 Research status of KBE	5
1.4 The framework of this dissertation	6
Chapter 2 The lightweight of the loader	9
2.1 The lightweight characteristics and rules of loader	9
2.1.1 The lightweight demands and characteristics of whole loader	9
2.1.2 The lightweight demands and characteristics of the components of loader.....	12
2.1.3 The lightweight rules of loader	16
2.2 The lightweight design based on TRIZ and FEA.....	21
2.2.1 The lightweight design process based on TRIZ and FEA	21
2.2.2 The lightweight design methods	24
2.3 Case analysis: The lightweight design of loader boom	29
2.3.1 The FEA of loader boom.....	29
2.3.2 the lightweight design of loader boom.....	31
2.4 Brief summary.....	33
Chapter 3 The model of lightweight design knowledge of loader	34
3.1 The knowledge representation method of lightweight knowledge	34
3.1.1 The lightweight process of loader	34
3.1.2 The knowledge constitution of lightweight knowledge base.....	35
3.1.3 The knowledge representation method of lightweight knowledge	36
3.1.4 The frame model of knowledge management.....	37
3.2 The integrated reasoning model based on CBR and RBR	38

3.2.1 The integrated reasoning model based on CBR and RBR	38
3.2.2 Reasoning mechanism and direction	39
3.2.3 Reasoning flow of lightweight design knowledge manage system	40
3.3 The integration with systems	43
3.3.1 PDM data interface	43
3.3.2 The integration with CAE system, patent innovation system and the platform of experience knowledge management	47
3.4 Brief summary.....	48
Chapter 4 The development and application of lightweight design knowledge manage system of loader	49
4.1 The develop environment	49
4.2 System general design.....	49
4.2.1 Design goal	49
4.2.2 Key of design	50
4.2.3 The frame of general function.....	51
4.3 The establishment and Realization of knowledge base	53
4.3.1 The organization form of knowledge base.....	53
4.3.2 The realization of knowledge storage	54
4.4 The obtain, search and application of lightweight knowledge.....	56
4.4.1 The obtain of lightweight knowledge	56
4.4.2 Case retrieval based on similarity computation	59
4.4.3 Knowledge application	61
4.5 Application case.....	62
4.6 Brief summary.....	73
Chapter 5 Conclusion and prospect	74
5.1 Conclusion	74
5.2 Prospect.....	75
Reference.....	77
Acknowledgement	81
Achievement	83

第一章 绪论

1.1 研究的目的和意义

工程机械是机械工业的重要组成部分,被广泛的应用于城市建设、交通运输、能源开发、农田水利和国防建设中,对整个国民经济与现代化建设的发展都起着重要的作用^[1,2]。目前,我国的工程机械行业发展迅速。2002~2009年,我国工程机械行业的销售规模增长近4倍,2009年全国销售额达3100亿元,占全球市场的31%,尤其是装载机以15万台的销量占全世界的75%,2010年销售额为4000亿元,2011年销售额为5465亿元,根据我国工程机械行业的“十二五”计划,到2015年,我国的工程机械行业销售额会达到9000亿元^[3]。因此,轻量化技术在工程机械行业应用的前景广阔,对于提高工程机械性能、减低成本以及减少国家资源消耗、加强环境建设具有重要意义。

装载机是工程机械的典型代表产品,主要用于对散装物料进行铲装、运输、卸载及平整作业。更换不同的辅助工作装置后还可以进行推土、起重、装卸木料及钢管等作业。因此,它被广泛的应用于公路、铁路、矿山、建筑、水电、农田基本建设以及国防等工程中,具有作业速度快、效率高、机动性好、操作轻便等优点,对于加快工程建设、减轻劳动强度、提高工程质量具有重要的作用^[4]。

随着工程机械数量的增加,会导致能源消耗加剧以及噪音等环境污染,而轻量化技术就是解决这些问题的一个重要途径。轻量化技术是轻量化设计、轻量化材料和轻量化制造技术的集成应用,其最终目标是实现产品重量、性能和成本等因素的综合优化。目前而言,轻量化技术被广泛的应用于汽车行业,在工程机械行业应用还较少,根据国家“十二五”科技支撑计划项目,要将轻量化技术广泛的应用于工程机械行业,并以装载机和挖掘机作为实验样机,有效的减轻工程机械的整机质量和典型零部件的质量。

工程机械产品的轻量化会带来以下好处:

(1) 减少钢材以及其他工程机械材料的消耗,减少钢材生产的碳排放量,减少材料加工、运输所带来的能源消耗。

(2) 降低作业过程的废气排放和能耗,降低工作噪音,提高材料利用率。

(3) 提高动力性能，降低驱动所需能量，提高机构和元件寿命。

(4) 提升工程机械产品的性能，为企业增加效益。

轻量化设计对于提高企业自主开发能力、增强产品市场竞争力以及实现节能减排的目标具有重要的意义。实现工程机械产品的轻量化，是一个长期积累和精益求精的过程，需要加大基础研发力度，着重发展科研队伍，运用先进的 CAD/CAE 技术，重视实验的投入和积累，开发和应用专门用于轻量化设计的计算机软件等。

1.2 课题的背景和来源

20 世纪 80 年代，美国加州大学的罗默教授首次提出了“新经济增长理论”的概念，认为知识是非常重要的生产要素，并能带来很好的收益。随着知识经济的发展，以资金密集和人力密集的传统机械制造业纷纷转型，企业间的竞争也转变为知识的竞争。在最短的时间内的利用已有的知识开发出令客户满意的产品成为企业追求的目标，如何缩短产品开发时间 T (Time)、提高产品质量 Q (Quality)、降低成本 C (Cost) 及改善服务 S (Service) 已成为决定企业竞争成败的关键因素^[5]。这就要求企业具有快速的产品设计能力，而 90% 以上的机械产品设计都是基于原有产品的改进，所以，知识化是产品快速化设计的基础和前提。因此，现代企业越来越重视产品知识的管理，各高校对产品知识管理的研究也日益加强，许多高校和企业已经建立知识管理的平台——知识管理系统。

知识管理系统是知识经济背景下发展起来的重要的研究领域。本文的主要研究方向是工程机械的轻量化设计，建立轻量化设计知识管理系统，辅助工程人员快速、有效的实现工程机械产品的轻量化设计。该知识库系统涉及知识类较多，既包括领域知识和专家经验，也包括基础数据库、方法库、工程图库等，涵盖了产品概念设计的各个阶段，如结构方案、材料、工艺等。目前来说，国内市场上还没有专家系统用以辅助产品轻量化设计。

本文工作主要是基于科技部十二五科技支撑计划课题：典型工程机械轻量化设计技术及应用（项目编号：2011BAF11B01）。

1.3 课题相关内容的研究现状

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 for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库