

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: X2010230340

UDC _____

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

基于 ISO/IEC 25010 标准的构件质量模型的建立与评价方法研究

**Research on Establishment and Evaluation Methods
of Component Quality Model Based on the
ISO / IEC 25010 Standard**

苏国鹏

指导教师: 王鸿吉 副教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2012 年 10 月

论文答辩日期: 2012 年 11 月

学位授予日期: 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2012 年 11 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

摘要

当前，基于构件的软件开发（Component-Based Software Develop，简称 CBSD）技术在软件开发中得到了越来越广泛的运用。使用可复用的软件构件来设计和构造基于计算机的系统，以缩短软件开发周期、降低软件开发成本，是 CBSD 区别于传统软件开发的基本特点。对 CBSD 技术人员而言，所考虑问题的重点是如何将一定的软件构件，集合组装成系统，而不再是编码的细节及其实现。伴随 CBSD 技术的应用，产生了诸如：通过组装一组可复用软件构件所构造的系统是否可靠、如何保证所复用的构件符合复用者需求等一系列与构件质量相关的问题。这表明，构件质量已经成为了制约 CBSD 开发的一个基本因素。为此，随着 CBSD 的不断发展，关于构件质量评估的研究越来越受到重视，许多科技工作者基于国际标准化组织和国际电子技术委员会（International Standard Organized/International Electrotechnical Commission，简称 ISO/IEC）发布的软件质量标准进行研究，建立提出了用于构件质量评估的构件质量模型。

2011 年 3 月，ISO/IEC 对 ISO/IEC 9126 软件质量模型进行更新，发布了 ISO/IEC 25010 质量标准。但是，现有的构件质量模型大部分都是基于 ISO/IEC 9126 软件质量模型提出的，由于构件属于一类特殊的软件，ISO/IEC 25010 标准中新增的软件质量特性和子特性是否会给构件质量评价活动带来新的需要考虑的评价点；ISO/IEC 9126 标准中被删除的软件质量子特性是否会影响构件质量评价活动的准确性；ISO/IEC 9126 标准中被修改的软件质量特性和子特性是否需要为其定义新的构件质量度量指标。以上问题与如何应用 ISO/IEC 25010 标准来评价构件质量密切相关。

本文基于 ISO/IEC 25010 与 ISO/IEC 9126 的差别，分析现有各种软件构件质量模型的优点，构建了一个基于 ISO/IEC 25010 标准的构件质量模型，并使用此模型对构件进行评价和排序。本文工作主要包括以下内容：

- (1) 基于 ISO/IEC 25010 的软件质量特性、构件与软件的异同分析，以 ISO/IEC 25010 软件质量模型为基础，提出一个三层软件构件质量模型；
- (2) 基于上述构件质量模型，并借鉴现有构件质量评价模型与度量指标，通

过实验对模型度量指标进行验证和调整；

(3)利用三角模糊数层次分析法确定了构件质量模型中质量特性、子特性与度量指标的初始主观权重，并且使用简单线性加权法和功效系数法，对构件质量进行了综合评价和排序；

(4)设计并实现了一个基于 ISO/IEC 25010 标准的构件质量评价工具，通过大量实验，对所构建模型与评价方法的有效性进行了验证。

如何运用与实践上述所提出的软件构件质量评估模型与度量指标，并解决其在实践中所出现的问题，还有待进一步的研究。

关键词： 软件构件； ISO/IEC 25010； 构件质量模型

Abstract

Nowadays, more and more software development teams use a component-based software development (CBSD) technology for software development. The reuseability of component is one of the main reasons why software development is gradually based on component. CBSD emphasizes on the use of reusable software components to design and construct a computer system. Substitution and reorganization of existing components to develop new software, so the focus of software developer transfers from the coding details to System integration, which largely shorten the development cycle. But with the usage of the CBSD technology, there are also a lot of questions, for instance, is the system constructed by assembling a set of reusable software components system reliable? How to make sure whether the reusable components are suit for users? This suggests that the quality of components has become a basic factor restricting the development of CBSD. To this end , with the continuous development of CBSD, the software engineer has paid more attentions on component quality assessment, who established and presented component quality assessment component quality model based on the ISO/IEC(International Standard Organized/ International Electrotechnical Commission, ISO/IEC) software quality model.

In March 2011, ISO / IEC ISO / IEC 9126 software quality model updates, releasing the ISO / IEC 25010 quality standards. However, most of the existing component quality model are based on ISO / IEC 9126 software quality model , component as a class of special software, whether the additional software quality characteristics and sub characteristics in ISO / IEC 25010 standard will bring the component quality and evaluation activities new considerable evaluation point? Whether deleted software quality sub- characteristics in ISO / IEC 9126 standard will affect the accuracy of component quality evaluation activities? Whether the modified software quality characteristics and sub characteristics in ISO / IEC 9126 standard need to redefine a new component quality metrics? The above problems are closely

related to how to apply the ISO / IEC 25010 thousand standard to evaluate the component quality.

In this paper I analyzed the improvement of ISO/IEC 25010 standard relative to ISO/IEC 9126, integrating and drawing the advantages of existing software component quality models, and created a new software component quality model based on ISO/IEC 25010. It is a summary report one the done work for nearly a year, including the following:

Determined based on the ISO/IEC 25010 Software quality characteristics, component characteristics and the similarities and differences between the software and the component, based on the ISO / IEC 25010 software quality model, I proposed a software component quality assessment index system consisting of three levels.

Based on the conclusions of the above analysis, and drawing on the existing component quality evaluation model and measurement methods, I adjusted the model metrics through plenty of experiments.

The use of triangular fuzzy numbers Analytic Hierarchy Process to determine the quality characteristics of the component quality model , and the layers indicators initial subjective weights and use a simple linear weighting method and the efficiency coefficient method, then I conducted a comprehensive evaluation and sorting on the component quality.

I designed and implemented a quality model based on the ISO / IEC 25010 Software component quality assessment tool, a lot of experience, to build the model and evaluation of the effectiveness of the method.

How to use and practice the software component quality assessment model and measurement methods above and how to resolve the problems that have arisen in the practical application remains to be further research.

Key words: Software Component; ISO/IEC 25010; ComponentQuality Model

第一章 引言	1
1.1 研究背景及研究意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	2
1.2 国内外研究现状	2
1.2.1 国内研究现状	3
1.2.2 国外研究现状	3
1.3 本文主要研究内容	5
1.4 章节安排	6
第二章 相关概念与技术	7
2.1 基本概念	7
2.1.1 构件	7
2.1.2 软件复用	8
2.1.3 CBSD	8
2.2 软件质量模型	9
2.2.1 McCall 质量模型	10
2.2.2 Boehm 模型	10
2.2.3 ISO/IEC9126 模型	10
2.2.4 ISO/IEC25010 模型	11
2.3 权重值设定技术	13
2.3.1 层次分析法	13
2.3.2 三角模糊数层次分析法	15

2.4 综合评价方法	16
2.4.1 简单线性加权法	16
2.4.2 功效系数法	16
2.5 本章小结	17
第三章 基于 ISO/IEC 25010 的构件质量模型构建	18
3.1 ISO/IEC 25010 软件质量模型	18
3.1.1 ISO/IEC 25010 在 ISO/IEC 9126 基础上的改进	18
3.1.2 ISO/IEC 25010 对 ISO/IEC 9126 软件质量模型的改进说明 ..	19
3.1.3 软件使用质量模型	20
3.2 基于 ISO/IEC 25010 的构件质量模型	21
3.2.1 基于 ISO/IEC 25010 标准的构件质量特性	21
3.2.2 基于 ISO/IEC 25010 标准的构件质量量子特性	23
3.2.3 基于 ISO/IEC 25010 标准的构件度量指标	28
3.3 度量指标调整	34
3.3.1 功能适合性指标调整	34
3.3.2 性能效率指标调整	36
3.3.3 可靠性度量指标调整	37
3.3.4 可维护性度量指标调整	40
3.4 本章小结	46
第四章 基于 ISO/IEC 25010 标准的构件质量模型的权重确定与构件	
评价	47
4.1 基于 ISO/IEC 25010 标准的构件质量模型的权重确定	47
4.1.1 特性权重确定	47
4.1.2 子特性权重	51
4.1.3 度量指标权重	53

4.2 基于 ISO/IEC 25010 标准的构件质量模型的构件评价	56
4.2.1 简单线性加权评价	56
4.2.2 功效系数法评价	57
4.3 本章小结	58
第五章 系统实现及实验分析	59
5.1 系统分析	59
5.2 体系结构设计	59
5.3 系统实现	61
5.3.1 模型权重确定	61
5.3.2 质量评价模型	62
5.4 实验及结果分析	63
5.4.1 功能正确性比对	63
5.4.2 黑白盒角度比对	64
5.4.3 开发者/复用者角度比对	65
5.5 本章小结	66
第六章 总结与展望	67
6.1 总结	67
6.2 展望	67
参考文献	69
致谢	73

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research Background and Significance.....	1
1.1.1 Reserch Background	1
1.1.2 Research Significance	2
1.2 Research Status at Home and Abroad.....	2
1.2.1 Research Status at Home.....	3
1.2.2 Research Status Abroad	3
1.3 Main Contents	5
1.4 Outline of the Dissertation	6
Chapter 2 Related Concepts and Techniques.....	7
2.1 Basic Concepts.....	7
2.1.1 Component.....	7
2.1.2 Software Reuse	8
2.1.3 CBSD	8
2.2 Software Quality Model	9
2.2.1 McCall Quality Model	10
2.2.2 BoehmModel.....	10
2.2.3 ISO/IEC9126 Model	11
2.2.4 ISO/IEC25010 Model	13
2.3 Weight Value Setting Techniques.....	13
2.3.1 Analytic Hierarchy Process.....	15
2.3.2 Triangular Fuzzy Number Analytic Hierarchy Process	15
2.4 Comprehensive Evaluation Method	16
2.4.1 Simple Linear Weighting Method.....	16
2.4.2 Efficiency Coefficient Method.....	16
2.5 Summary	17

Chapter 3 Component Quality Model Based on ISO / IEC 25010	18
.....	
3.1 ISO/IEC 25010 Software Quality Model.....	18
3.1.1 Improvements in ISO/IEC 25010 Compared to ISO/IEC 9126.	18
3.1.2 Improvements Description of ISO/IEC 25010 Compared to ISO/IEC 9126.....	19
3.1.3 Software Usability Quality Model	20
3.2 Component Quality Model Based on ISO / IEC 25010	21
3.2.1 Component Quality Characteristics Based on ISO / IEC 25010 Standard	21
3.2.2 Component Quality Sub-Characteristics Based on ISO / IEC 25010 Standard	23
3.2.3 Metrics Based on ISO / IEC 25010 Standard Components	28
3.3 Metric Adjustment	34
3.3.1 Adjustment of Functional Suitability Index	34
3.3.2 Adjustment of Performance Efficiency Indicators	36
3.3.3 Adjustment of Reliability Metrics.....	37
3.3.4 Adjustment of Maintainability Metrics	40
3.4 Summary	46
Chapter 4 Weight Determination and Component Evaluation of Component Quality Model Based on ISO / IEC 25010 Standard	47
.....	
4.1 Weight Determination of Component Quality Model Based on ISO / IEC 25010 Standard.....	47
4.1.1 Determination of Characteristics Weight	47
4.1.2 Subcharacteristics Weight	51
4.1.3 Metric Index Weights	53
4.2 Component Evaluation of Component Quality Model Based on ISO	

/ IEC 25010 Standard.....	56
4.2.1 Simple Linear Weighted Evaluation	56
4.2.2 Efficacy Coefficient Method Evaluation	57
4.3 Summary	58
Chapter 5 System Implementation and Experimental Analysis. 59	
5.1 System Analysis	59
5.2 System Architecture design	59
5.3 System Implementation	61
5.3.1 Determination of Model weights	61
5.3.2 Quality Evaluation Model.....	62
5.4 Experiments and Results Analysis.....	63
5.4.1 Experiment 1: Comparison of Functional Correctness.....	63
5.4.2 Experiment 2: Comparison of Black-and-White Box Angle	64
5.4.3 Experiment 3: Comparison of Developer and Reuse Angle	65
5.5 Summary	66
Chapter 6 Conclusions and Future Work.....	67
6.1 Conclusions	67
6.2 Future Work	67
References	69
Acknowledgements	73

第一章 引言

1.1 研究背景及研究意义

1.1.1 研究背景

今天，计算机使人类的生活发生了革命性的变化。Osborne 在文献^[1]中称，“计算机技术将成为第三次‘工业革命’”，毫无疑问现在这一预言已经实现，计算机及其周边产业已经成为世界经济发展最为重要的动力之一。计算机应用是硬件与软件的统一，计算机日益向个人及家庭化方向普及发展、硬件不断升级换代，软件开发却无法跟上硬件发展的脚步，成为了制约计算机发展的“瓶颈”因素。随着软件重要性的日渐凸显，软件业界一直试图开发新技术，使得高质量计算机程序的开发和维护更容易、更快捷，成本更低廉。面向对象方法、面向方面的程序设计、敏捷开发等等都在一定程度上提高了软件开发的效率。

其中，基于构件的软件开发（Component-Based Software Develop，简称 CBSD）技术因使用可复用的软件构件来设计和构造基于计算机的系统，可以缩短软件开发周期、降低软件开发成本，近来在软件开发中得到了越来越广泛的运用，已成为当今软件业发展的一个方向。对 CBSD 技术而言，需要重点考虑的问题，是如何将一定的软件构件，集合组装成系统，而不再是传统软件行业中的编码细节及其“实现”。伴随 CBSD 技术的运用，自然产生了诸如：通过组装一组可复用软件构件所构造的系统是否可靠？如何保证所复用的构件符合复用者需求？等一系列与构件质量相关的问题。为此，随着 CBSD 的不断发展，关于构件质量评估的研究越来越受到重视，许多科技工作者基于国际标准化组织和国际电子技术委员会（International Standard Organized/ International Electrotechnical Commission，简称 ISO/IEC）发布的软件质量标准进行研究，建立提出了用以进行构件质量评估的构件质量模型。在 2011 年 3 月，ISO/IEC 对原有的 ISO/IEC 9126^[2]软件质量评价模型进行更新，颁布了 ISO/IEC 25010^[3]软件质量评价模型。

适应软件行业的上述发展变化，分析在 ISO/IEC 9126 基础上 ISO/IEC 25010 所作的改进，基于软件构件的特点及其与软件的相互关系，创建一个基于 ISO/IEC 25010 软件质量评价模型的软件构件质量模型，就成为软件领域所不能不尽快研

究解决的一个重大课题。同时，对基于 ISO/IEC 25010 的构件质量模型的进一步的改进方向开展研究，不断完善所现有的软件构件质量评价模型，也是软件领域所应追踪研究的课题。

1.1.2 研究意义

近年来，随着互联网的快速普及以及计算机技术的广泛应用，计算机已经渗透到人们日常生活的方方面面，如交通、金融、工业控制等。日趋复杂的软件系统在给我们带来日新月异的感觉和方便的同时也带来了软件危机，在一些关键的领域中，软件质量与人们的生命财产和生态环境息息相关。如何在保证软件质量的情况下，以合理的人力物力构造出高效率、高使用性的软件产品已成为人们共同追寻的目标。

CBSD 方法的提出，彻底改变了传统的软件开发模式，提高了开发效率、降低了开发与维护的成本。由于它的诸多优势，CBSD 方法从提出以来得到了长足的发展。尽管构件市场随着 CBSD 技术的发展迅速扩大，可复用构件数量不断增加，但是构件质量却无法得到保障，最终成为影响软件质量和 CBSD 推广应用的瓶颈。同时关于构件质量属性的研究也不尽如人意，构件质量——不仅仅描述和度量了构件功能特征，而且描述了额外的功能属性，比如，构件功能的运行状态。在 CBSD 中，随着构件复用者对构件开发者依赖性的加深，他们需要通过复用由开发者开发出的构件用以组成系统，构件质量因素也更加重要。构件如果无法满足软件开发者的需求，在一定环境下可能会造成灾难性的后果。因此，为了提高最终产品的可靠性，构件质量在整个 CBSD 过程中需要最先被考虑。

1.2 国内外研究现状

随着人们对软件质量研究的深入，软件工程师们提出了许多用以评估软件质量的模型，包括 McCall 模型、Boehm 模型、FURPS 模型、Dromey 模型和 Sehra 模型等等^[4]。ISO/IEC 于 2011 年 3 月颁布了新的 ISO/IEC 25010 标准，取代了 ISO/IEC 9126 软件质量模型。大部分软件质量模型是类属模型(generic models)，目的是为了评估一般的软件应用系统。而对于构件评估，现阶段分为两个部分：

形式化的方法研究和基于构件质量模型的评估^[5]。虽然构件属于软件的一类，但是又与软件有所区分，所以软件质量模型，并不能完全适用于构件质量评估，我们需要一个针对构件的质量评价模型。关于构件质量模型的确定，国内外已有很多研究人员提出了一些可行的构件的评价模型。

1.2.1 国内研究现状

在国内研究方面，文献[6]主要参考了 REBOOT 实现模型，从构件的质量和可复用性两个角度对青鸟构件库中的构件进行评价，分别提出了青鸟构件质量模型和青鸟构件可复用性模型。文献[7,8]是基于 ISO/IEC 9126 标准，并在此基础上增加了一个构件很重要的特性—可复用性。文献[9]也是基于 ISO/IEC 9126 标准，在确定质量特性和子特性时兼顾了白盒构件和黑盒构件的特点，使用层次分析和三角模糊数相结合的方法，确定了指标权重，提出了一个适合构件开发者、复用者、第三方使用的构件质量模型。但这些研究存在着一定的问题：首先，它们都是基于 ISO/IEC 9126 模型的，对 ISO/IEC 25010 模型中新增的安全性和兼容性质量特性没有对应度量指标，尽管文献[9]中将安全性作为质量特性提出，但是忽略了单独构件安全性的局限性。其次，它们无法应用于所有构件，如文献[7,8]提出的模型只适用于黑盒构件使用者，对于白盒构件使用者和开发者来说则指导意义很有限，文献[6]则针对青鸟构件库中的白盒构件，文献[9]所提出的适用于三类人员的构件质量模型在面对黑盒构件时亦有无法获得度量值的情况出现，导致使用该模型获得的黑盒度量值会低于白盒度量值。

1.2.2 国外研究现状

在国外研究方面：1994 年，Wohlim 和 Runeson 第一次使用建模技术，建立了一个构件评估模型^[10]，此模型内包含构件使用模型和使用介绍两部分，主要研

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