

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: X2008230032

UDC _____

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

基于 CMMI 的电信行业软件质量管理体系的
分析与设计

Analysis and Design of the Software Quality Management
System for Telecom Industry Based on CMMI

林 璐

指导教师: 林坤辉教授

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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘 要

近年来，随着电信行业竞争的加剧，服务质量的好坏成为竞争的关键，而作为业务支撑核心的行业软件，其质量管理也得到越来越高的重视。由于电信行业软件的开发往往需要较大团队，采用多种技术，花费较长时间，且客户的需求经常变更，除了满足功能外，还对软件的稳定性、安全性、易操作性及性能等方面有着较高要求，因此对于这种软件系统的质量管理研究有着重要意义和实用性。

目前，软件开发企业普遍使用软件能力成熟度模型CMM/CMMI来建立质量管理和质量保证体系，但对于电信行业软件开发企业来说，运用CMM/CMMI需要相应的“量体裁衣”，不然只能是空有架子而难以实施，或者由于所花费的成本远远大于其本身所带来的收益而不得不搁浅。

本论文的主要目标，就是基于实际的电信项目，侧重研究其软件研发过程中存在的亟需改进的地方，并依托CMMI进行分析和设计，建立起一套可实践于项目的产品支持过程中的研发部门质量管理体系，由需求管理域、软件开发域、测试与问题管理域、发布与部署域、配置管理域、项目管理域构成。该质量管理体系能应用于已有基线产品、开发人数多且时间长、客户需求多变的电信项目，以解决电信行业软件开发维护中遇到的需求、问题如何管理的问题，通过过程保证质量的手段来减少软件质量问题带来的成本。

该质量管理体系已在实际项目中实施。由于过程体系本身与业务无关，有一定的通用性，也可扩展应用于类似领域。

关键词：质量管理；CMMI；电信行业软件

Abstract

In recent years, with increased competition in telecom industry, it has become essential to provide high quality of service, which to a large extent depends on the quality of the industry-specific application software serving as the basis of the whole operation process. Given the difficulty in developing telecom industry software due to employment of various techniques, long time span, constantly changing requirements and large team, as well as the desirability of the application's high functionality, stability, security, and ease of use, it is of great significance in research on the quality management of such software system.

Software development enterprises generally use CMM/CMMI to establish the quality management and assurance system. When develop telecom industry software, however, enterprises requires more customization to use CMM/CMMI because it would otherwise be either incompatible or too costly to implement.

The purpose of this paper is to build up a R&D quality management system of product-support process, based on the real projects, by exploring improvement areas in the development of software and analyzing and designing on the basis of CMMI. The system consists of six process areas, such as requirement management, software development, testing and problem management, releasing and deploying, configuration management, project management. The system can be applied to development projects that have existing baseline products, large team and long time span, constantly changing client requirements. It is in an effort to address issues in the projects, and thus reducing the costs brought by the poor quality of the software through a process optimization.

The quality management system has been implemented in the real projects. Since the system itself is irrelevant to the operations, it has certain versatility, and can be extended to similar areas.

Key Words: Quality Management; CMMI; Telecom Industry Software.

目 录	
第一章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究现状及存在问题	2
1.3 论文研究内容	3
1.4 论文结构安排	3
第二章 质量管理理论概述	5
2.1 软件质量	5
2.2 CMM/CMMI	6
2.2.1 CMMI 模型表示法	6
2.2.2 CMMI 中的主要术语	8
2.2.3 CMMI 的几个关键过程域	9
2.3 基于 CMMI 的软件过程改进	17
2.3.1 过程模型	18
2.3.2 过程改进步骤	19
2.4 本章小结	20
第三章 需求分析	21
3.1 可行性分析	21
3.2 体系建立的主旨和重点	22
3.3 过程改进的需求分析	23
3.4 本章小结	25
第四章 总体设计	26
4.1 产品支持过程的定义	26
4.2 产品支持过程的模型	27
4.3 产品支持过程的组织架构	28
4.4 产品支持过程的过程域	30
4.5 本章小结	32
第五章 详细设计	33

5.1	基线需求管理规程	33
5.2	需求变更管理规程	40
5.3	软件开发管理规程	42
5.4	测试（基线）规程	44
5.5	测试（维护）规程	46
5.6	问题管理规程	48
5.7	版本计划管理规程	50
5.8	研发远程支持现场规程	52
5.9	本章小结	54
第六章	过程管理工具的配置设计	55
6.1	基线需求管理工作流配置设计	55
6.2	需求变更管理工作流配置设计	57
6.3	问题管理工作流配置设计	57
6.4	版本管理工作流配置设计	58
6.5	研发支持现场 workflow 配置设计	59
6.6	本章小结	59
第七章	总结与展望	60
7.1	总结	60
7.2	展望	60
	参考文献	61
	致 谢	63

Contents

Chapter1 Introduction.....	1
1.1 Research Background	1
1.2 Research Status and Problems.....	2
1.3 Research.....	3
1.4 Structure and Arrangement.....	3
Chapter2 Introduction to The Theory of Quality Management	5
2.1 Software Quality	5
2.2 CMM/CMMI.....	6
2.2.1 Representation of CMMI.....	6
2.2.2 Main Terms of CMMI	8
2.2.3 Key Process Areas of CMMI.....	9
2.3 Software Process Improvement Based on CMMI.....	17
2.3.1 Process Model	18
2.3.2 Process Improvement Steps	19
2.4 Summary.....	20
Chapter3 Requirements Analysis	21
3.1 Feasibility Analysis.....	21
3.2 Aim and Focus of System Setting	22
3.3 Demand Analysis of Process Improvement	23
3.4 Summary.....	25
Chapter4 Overall Design	26
4.1 Definition of Product Support Procedure.....	26
4.2 Model of Product Support Procedure	27
4.3 Organizational Structure of Product Support Procedure	28
4.4 Process Areas of Product Support Procedure	30
4.5 Summary.....	32

Chapter5 Detail Design.....	33
5.1 Procedures of Baseline Requirements Management	33
5.2 Procedures of Change Requirements Management.....	40
5.3 Procedures of Software Development Management.....	42
5.4 Procedures of Testing (Baseline).....	44
5.5 Procedures of Testing (Maintenance).....	46
5.6 Procedures of Defects Management	48
5.7 Procedures of Release Planning Management	50
5.8 Procedures of Remote Support.....	52
5.9 Summary.....	54
Chapter6 Configuration Design of Process Management Tools.....	55
6.1 Configuration Design of Baseline Requirements Management Workflow.	55
6.2 Configuration Design of Change Requirements Management Workflow..	57
6.3 Configuration Design of Defects Management Workflow.....	57
6.4 Configuration Design of Release Planning Management Workflow.....	58
6.5 Configuration Design of Remote Support Workflow	59
6.6 Summary.....	59
Chapter7 Conclusions and Prospect	60
7.1 Conclusions.....	60
7.2 Prospect.....	60
References	61
Acknowledgements	63

第一章 绪论

1.1 研究背景

中国电信市场已有中国电信、中国联通、中国移动、中国网通、铁通等运营商，形成了多家运营商相互竞争的格局。随着竞争的日益加剧，电信运营商们对其业务支撑系统（BSS 系统）和运营支撑系统（OSS 系统）依赖度越来越大，要求也越来越高。自 2005 年以来三大电信运营商（中国电信、中国移动、中国联通）相继出台了相应规范，并投入资金建设 BOSS 系统（BSS 系统和 OSS 系统统称）^[1]。

在运营商的 BOSS 系统建设中，产品提供方式有两种主流模式，即套装软件和定制软件，但两种方式都有其各自的优缺点。对于套装软件来说，由于其研发过程采用了严密的过程控制，从而能保证高质量和高稳定性的产品，但也存在价格昂贵且灵活性不足的缺点，选用套装软件，往往意味着运营商要投入大量的经费，加上为了支持种种带有地域特性的营销方案而所需的软件修改费用，一个项目的投入则可能意味着定制软件的几倍。而定制软件来说，价格较低、产品灵活是其优点，但由于其质量往往靠上线前测试来保证，稳定性是其最大的问题^[2]。

由于国内电信运营商的总体数量有限，因此该行业软件市场目前处于“甲方市场”，软件企业需要先通过入围认证取得资质后，再通过竞价的方法取得项目。经过多年“成本、价格、质量”的三方博弈，国内企业采用了“套装+定制”混合型产品提供模式，即根据电信行业规范（比如中国电信计费模型）提供一套基线产品，通过入围认证测试，以适应各项目的共性需求，再根据各项目的个性需求进行项目化开发，得到项目化产品，通过项目的上线测试后，最终正式上线。

可以看出，在基线产品已经完成、项目竞价已经确定的情况下，面对客户复杂的个性化需求，如何能够实现成本最小化和质量最优化，是企业提高自身竞争力的一个重要途径。而要控制成本和质量，仅靠最终的软件上线测试，显而易见是不够的，需要的是从需求阶段开始的管控，因此，研究此类项目的软件过程质量管理并建立起一套能够实践于项目的质量管理体系相当必要。

1.2 研究现状及存在问题

菲根堡姆于 1961 年提出全面质量管理 (Total Quality Management, TQM) 的概念后, 发达国家组织运用其使产品、服务质量获得了迅速提高, 自此全面质量管理的观点逐渐在全球范围内获得广泛传播^{[3][4]}。ISO9000 族质量管理标准、卓越经营模式、六西格玛 (6 Sigma) 管理模式, 软件能力成熟度模型 SW-CMM (简称 CMM)/能力成熟度模型集成 CMMI 都是以全面质量管理的思想和方法为基础^[4]。在软件行业中, ISO9000 族质量管理标准和 CMM/CMMI 是现在最常用的两个标准体系^[5]。由于 CMM/CMMI 侧重于软件过程开发的管理和改进, 增强开发与改进能力, 从而能按时地、不超预算地开发出高质量的软件, 更是软件企业进行软件质量管理的首选, 特别是 CMMI 模型, 作为 CMM 的升级版, 已成为一套融合多学科的、可扩充的产品集合, 在世界各地都得到了广泛的推广和被普遍接受, 在理论上已经相当成熟。

从本文所讨论的电信项目而言, 在目前的软件质量管理上存在如下问题:

- 1、软件企业在竞价获得项目时, 有时并没有特别明确具体的需求, 客户个性化需求会在产品具体实施时大量提出, 一来造成开发量大增, 开发成本难以控制, 二来造成开发时间延长, 使得项目完成时间一再延后, 三来造成产品稳定性变差。

- 2、由于此类项目需要到客户现场进行产品的实施, 电信运营商往往要求开发人员到场, 使得开发人员直接面对客户, 有的客户甚至将需求作为问题直接向开发人员提出, 而开发人员直接在现场进行程序修改并部署上线。这种开发模式我们称为现场开发, 因为其往往没有经过测试团队的专业测试, 只是通过简单的用户测试后就投入使用, 而作为问题提出的需求, 也没有经过需求分析和设计, 在程序的实现上可能与基线产品存在一定冲突, 带来不少质量问题。

因此, 对于此类项目, 迫切需要建立起一套能够实践的过程质量管理体系, 从而花最小的成本来最大程度的提高质量, 我们考虑基于 CMMI 进行, 但若直接应用 CMMI, 同样也存在一定问题:

- 1、电信行业软件企业本身并非都通过 CMMI 认证, 本文中涉及的软件企业虽然已初步搭建了可以实施质量管理和过程改进的组织架构, 但在本项目研究前还未通过 CMMI 认证。

2、CMMI 的一些过程域的实施，比如需求管理，可能会改变电信运营商现在的一些习惯做法，使其产生抵触情绪。

3、质量管理本身也是有成本的，实施 CMMI 带来的成本并不小，从所花费的成本和可能带来质量提升的来说，CMMI5 级 22 个过程域在本文所讨论的项目中很多不是必须实施的，甚至每个过程域中的所有实践也并不是都需要完全实施。

我们应该看到，我们建立此类软件质量管理体系，虽然基于 CMMI，但由于目的不是为了通过 CMMI 的某一级别认证，因此需要进行相应剪裁。

1.3 论文研究内容

本论文主要针对项目实例进行研究，该项目具有以下特点：

- 1、 在已有基线产品的前提下，大团队（>50人同时）开发。
- 2、 时间跨度长（>1年），现场客户需求复杂多变，时限性强。
- 3、 客户满意度取决于软件的功能满足情况、需求实现响应速度、需求实现花费需花费成本、系统的性能指标、系统出错率等多方面因素。
- 4、 软件系统支撑的业务复杂，使用技术多样，多模块面向不同使用者虽相互独立但相互影响。

本文侧重研究其研发过程中存在的亟需改进的地方，并以此为基础，依托 CMMI 进行分析和设计，建立一套可实践于项目的电信行业软件产品支持过程中的研发部门质量管理体系，主要由需求管理域、软件开发域、测试与问题管理域、发布与部署域、配置管理域、项目管理域构成，从而通过过程保证质量的手段来减少软件质量问题所带来的成本。

由于过程体系本身与业务无关，有一定的通用性，也可扩展应用于其他类似领域。

1.4 论文结构安排

本论文的章节按照如下的方式组织：

第一章 绪论，对研究背景、研究现状及存在问题、研究内容作了简要介绍。

第二章 质量管理理论概述，对软件质量、CMM/CMMI、软件过程改进等理论作了简要介绍。

第三章 需求分析，主要对体系建立进行可行性分析、论述了主旨和重点，并描述和分析了收集整理的软件过程改进需求。

第四章 体系总体设计，定义了产品支持过程，构建了其模型和组织架构，对其各过程域进行了概述。

第五章 体系详细设计，论述了本质量管理体系的详细设计，对过程域各规程的设计作了详细说明。

第六章 过程管理工具的配置设计，论述基于各规程上的 JIRA 系统各 workflow 状态的配置设计。

第七章 总结与展望，结束语，总结全文，并对后续研究工作进行展望。

第二章 质量管理理论概述

本质量管理体系，主要基于软件质量管理的理论，采用CMMI模型，进行的是软件过程改进，因此先了解相关的理论概念十分必要。

2.1 软件质量

这里，我们赋予软件的是更为广义的概念，不仅指软件产品，而且包括软件的开发过程以及软件的运行或软件所提供的服务，因此，软件质量由以下三个部分组成：

- 1、软件产品质量，即满足使用要求的程度，一般体现在功能性、可用性、可靠性、性能、容量、可测量性、可维护性、兼容性、可扩展性等方面^[5]。
- 2、软件过程质量，即能否满足开发所带来的成本、时间和风险等要求^[5]。
- 3、软件商业环境质量，即其在商业环境中所表现的的质量^[5]。

其中，软件过程质量对于软件质量有着重要意义。因为软件产品质量是建立在过程质量的基础上，只有保证软件过程质量，才能保证稳定的软件产品质量，从而才能有好的软件商业环境质量^[5]。从这个意义上看，软件过程质量更为重要，它可以帮助企业降低软件开发成本，保证软件的及时发布，并实现企业的目标——发布高质量的软件产品^[6]。

按一定流程执行软件开发过程，可以更有效地达到保证软件过程质量的目标。目前主要流行的过程改进模型或工程规范如下：

- 1、CMM/CMMI。
- 2、个人软件过程（PSP）和团队软件过程（TSP）。
- 3、ISO9000族质量管理标准。
- 4、软件过程改进和能力测定（SPICE）^{[5] [7]}。

CMM/CMMI下文将有专门章节进行介绍。

个人软件过程（PSP）和团队软件过程（TSP），刚开始独立发展不久，就被并入CMM体系，形成CMM集成体系^[5]。

SPICE是国际标准化组织（ISO）和国际电工委员会（IEC）联合进行的一个

项目，于1998年发布ISO/IEC 15504 TR 系列技术报告，它提供了一个过程评估的框架。SPICE包含的过程管理参考模型与CMM类似，不过后者着眼于过程能力，而前者更侧重组织能力^[5]。

2.2 CMM/CMMI

CMM是美国卡耐基梅隆大学软件工程研究所提出的软件能力成熟度模型，该模型描述了严格定义的以及能有效测量的软件过程单元的框，建立了一个描述软件组织的软件能力成熟度分级标准，指出了软件过程不断改进的科学途径，其目的是在成本和进度要求条件下能提交高质量的软件^[4]。

CMMI是在CMM的基础上建立的一套融合多学科的、可扩充的产品集合，为改进一个组织的各种过程提供了一个单一的集成化框架，新的集成模型框架消除了各个模型的不一致性，减少了模型间的重复，增加透明度和理解，建立了一个自动的、可扩展的框架。因而能够从总体上改进组织的质量和效率。CMMI主要关注点就是成本效益、明确重点、过程集中和灵活性四个方面^[8]。

CMMI的模型系列有CMMI-SE/SW/IPPD/SS，CMMI-SE/SW/IPPD，CMMI-SE/SW，CMMI-SW^[5]，本文使用的是CMMI-SW，即软件工程能力模型集成，该模型中对于软件开发过程中的需求的建立等过程都有详尽的描述。

2.2.1 CMMI 模型表示法

CMMI有两种表示方法，一种是阶段式表示法，如图2.1所示，提供了一种明确的、行之有效的跨越式发展途径^[8]。

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