

硕士学位论文

(工商管理硕士)

Z 科技股份有限公司质量管理改进对策的研究

**RESEARCH ON IMPROVEMENT TACTICS
OF QUALITY MANAGEMENT
IN Z SCI-TECH COMPANY LIMITED BY
SHARES**

曾繁荣

哈尔滨工业大学

2020 年 11 月

国内图书分类号：C93
国际图书分类号：005.6

学校代码：10213
密级：公开

工商管理硕士学位论文

Z 科技股份有限公司质量管理改进对策的研究

硕 士 研 究 生：曾繁荣

导 师：刘 伟 教授

申 请 学 位：工商管理硕士

所 在 单 位：深圳前海青檀资本管理
有限公司

答 辩 日 期：2020 年 11 月

授予学位单位：哈尔滨工业大学

Classified Index: C93

U.D.C.: 005.6

A Dissertation for the Degree of MBA

**RESEARCH ON IMPROVEMENT TACTICS
OF QUALITY MANAGEMENT
IN Z SCI-TECH COMPANY LIMITED BY
SHARES**

Candidate: Zeng Fanrong

Supervisor: Prof. Liu Wei

Academic Degree Applied for: Master of Business Administration

Affiliation: Shenzhen Qianhai Qingtian Capital
Management Co., Ltd

Date of Defense: November, 2020

Degree-Offering-Institution: Harbin Institute of Technology

摘 要

质量是一家企业的生命，Z 公司作为一家陪伴中国证券市场一起发展成长起来的金融科技企业，其产品金融软件主要服务于国内大中型金融机构，包括银行、证券、保险以及政府监管机构等。公司产品的质量直接影响着资本市场交易的稳定运行，Z 公司于 2014 年首次通过 CMMI5 级评估、2018 年通过复审，目前已成为金融科技行业内首家通过 CMMI 最高级别认证的企业。尽管这意味着公司的质量管理能力保持在良好水平，但目前软件开发过程的缺陷密度仍然高于预期水平，因此 Z 公司的研发中心和质量管理总部在公司内部开展质量管理的改进活动，以期提高过程质量从而提升产品质量，从而保证金融市场交易活动的稳定运行，以金融科技驱动行业的高质量发展。

软件开发过程的质量在很大程度上决定着软件质量。本文从过程质量的问题——验收测试缺陷密度偏大入手，寻找到导致该问题发生的核心原因——质量管理存在问题，其包括质量控制和监督不到位、员工质量意识不高以及持续改进工作难落地三方面，并分析了导致这三个质量管理问题的根本原因。接着，本文规划了相应的质量管理问题改进对策，建议优化质量控制活动、开展质量文化建设、加强持续改进。最后，为了将 Z 公司质量管理问题改进对策能真正在全公司范围内落地，本文提出建立与之配套的保障措施，如公司制度保障、组织结构保障等。这些保障措施能推动质量管理问题的改进对策顺利落地，降低验收测试缺陷密度到预期水平，从而提升软件开发过程质量、实现软件产品的质量提升，最终提升客户满意度。

本文所提出的开发自动化测试工具、优化和严格执行质量控制点等措施能够为 Z 公司质量管理实践提供了新思路；所建议的组建测试专项工作组、建立工程过程组和建立 QCC 小组管理机制等，能够为改进对策在公司内部顺利落地提供了新手段。这些思路和方法同样有助于金融科技企业提升质量管理水平。

关键词：金融科技企业；质量管理；软件质量；过程质量

Abstract

Quality is the key to success for an enterprise. As a finance technology (Fin-Tech for short) enterprise growing up with the development of China's securities market, Z company's product financial software mainly serves domestic large and medium-sized financial institutions, including securities, funds, banks, futures, insurance and government regulatory agencies. The quality of its products directly affects the stable operation of capital market transactions. Company Z passed the CMMI5 level assessment for the first time in 2014, and passed the review in 2018, as the first enterprise in the Fin-Tech industry to pass the highest level of CMMI certification, which means that the company's quality management ability remains at a good level. However, at present, the defect density of software development process is still higher than expected. Therefore, the R & D center and quality management headquarters of Z company carry out quality management improvement activities within the company, so as to improve the process quality, improve the product quality, ensure the stable operation of market transactions, and help the high-quality development of the financial industry with Fin-Tech.

The quality of software development process determines the quality of software. Thus this paper starts from the problems of process quality, defect density of acceptance test higher than expected. It's found out that the core cause of this problem is quality management problems, including quality control and supervision not in place, staff quality awareness not high, and continuous improvement work difficult to implement. Then, this paper gives three related measures to improve quality management to correct its problems, including optimizing quality control work, carrying out quality culture construction to improve the quality awareness of all staff, and strengthening continuous improvement work. Finally, this paper puts forward supporting measures to implement the improvement measures, such as the company system guarantee, organization structure guarantee, etc. These measures can promote the implementation of improvement measures for quality management problems, reduce the defect density in acceptance test to the expected level to improve the

process quality and software quality.

The measures proposed in this paper, such as developing automatic test tools and optimizing and strictly implementing quality control points, provide new ideas for the quality management practice in Z Company; the proposed measures in this paper, such as the establishment of special test working group, the establishment of engineering process group and the establishment of QCC group management mechanism, provide new means to implement the improvement measures in the company. These ideas and methods can also help Fin-Tech companies to improve their quality management.

Key words: Fin-Tech companies, quality management, software quality, process quality

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
第 1 章 绪论	1
1.1 课题的来源	1
1.2 研究背景及意义	1
1.2.1 研究背景	1
1.2.2 研究意义	2
1.3 国内外的研究现状.....	2
1.3.1 国外研究现状	2
1.3.2 国内研究现状	5
1.3.3 国内外研究综述.....	7
1.4 研究内容和方案	8
1.4.1 研究内容	8
1.4.2 研究方案	9
第 2 章 Z 公司质量管理现状与问题分析.....	11
2.1 企业概况	11
2.2 质量管理的现状	12
2.2.1 质量管理体系的建立	12
2.2.2 对软件开发过程的监督与控制	13
2.2.3 质量为先的质量文化	15
2.2.4 持续地推进质量改进活动	16
2.3 质量管理存在的问题.....	17
2.3.1 从高缺陷密度发现质量管理的不完善	17
2.3.2 质量控制和监督不到位	19
2.3.3 员工质量意识不高	20
2.3.4 持续改进工作难落地	21
2.4 质量管理问题的原因分析	21
2.4.1 质量控制工具与方法低效	21
2.4.2 质量文化建设不足	22

2.4.3 持续改进机制不完善	23
2.5 本章小结	24
第 3 章 Z 公司质量管理问题的改进对策	25
3.1 策划质量管理改进活动	25
3.1.1 制定改进目标	25
3.1.2 确定改进工作的原则和计划	25
3.2 优化质量控制活动	26
3.2.1 引入源代码检查工具	27
3.2.2 完善质量控制点	28
3.2.3 开发自动化测试工具	29
3.2.4 规范执行软件缺陷分析	30
3.3 开展质量文化建设提高全员质量意识	32
3.3.1 开展线上质量圈活动	32
3.3.2 开展线下金码奖和质量奖评选	33
3.3.3 开展质量月和年度质量大会活动	33
3.4 强化持续改进活动	35
3.4.1 提升自上而下持续改进工作的效果	36
3.4.2 强化自下而上持续改进工作的管理	37
3.4.3 组织最佳改进案例的学习和经验推广	39
3.5 改进对策的可行性分析	40
3.6 本章小结	41
第 4 章 Z 公司质量管理问题改进对策的保障措施	43
4.1 公司制度保障	43
4.2 组织结构保障	45
4.2.1 完善三级质量管理框架	45
4.2.2 组建测试专项工作组	46
4.2.3 建立工程过程组	46
4.2.4 建立 QCC 小组管理机制	47
4.3 人力资源保障	47
4.3.1 组织内外部培训学习	48
4.3.2 引进质量管理人才	49
4.3.3 制定季度考核制度	50
4.3.4 建立激励体制	51

4.4 质量管理体系保障.....	52
4.4.1 QA 工程师日常执行规范度检查和问题跟踪.....	53
4.4.2 QA 执行质量内部审计.....	54
4.4.3 ISO9001 外部年度审计.....	55
4.5 本章小结.....	56
结 论.....	57
参考文献.....	59
哈尔滨工业大学学位论文原创性声明和使用权限.....	63
后 记.....	64
个人简历.....	65

第 1 章 绪论

1.1 课题的来源

Z 科技股份有限公司（下称 Z 公司）是一家陪伴着中国证券市场一起发展成长起来的金融科技企业，身处粤港澳大湾区，1998 年成立，2003 年在上海证券交易所上市，始终以“客户至上，质量为先，持续改进，追求卓越”16 字方针为指引坚守主业，专注于为金融行业提供高质量的金融证券软件和系统服务。2018 年 Z 公司的软件能力成熟度集成模型（Capability Maturity Model Integration，缩写为 CMMI）复审顺利通过了最高级别、CMMI 第 5 级，这是公司全员在共同努力多年后值得贺喜的成果，这表明公司的质量管理能力保持在良好水平。软件的质量形成于其开发过程的质量，为了持续提高软件开发的过程质量、最终提升软件质量，Z 公司的研发中心和质量管理总部在公司内部开展质量管理的改进活动。课题来源于此次活动。

1.2 研究背景及意义

1.2.1 研究背景

质量是一家企业的生命，质量提升问题是目前国内大多数企业更上一层楼过程中遇到的重要瓶颈，得到了党和政府的高度关注，比如十九大报告总计十六次提到质量，并做出经济已由高速增长转向高质量发展的表述；《中国制造 2025》的五条基本方针包含“质量为先”这一条重要的基本方针。

经过 20 多年发展，Z 公司已经成为国内主要的金融证券软件开发商，为中国证券行业信息化作出巨大贡献，依靠其研发能力和客户资源方面的优势取得了快速的发展，为政府监管机构、交易所及各类银、证、保等金融机构提供专业的行业解决方案，是国内少数能实现金融业务领域产品全覆盖的企业，并在证券等领域占据重要的地位。

Z 公司在金融科技方面的战略方向明确，扎根传统证券软件业务是首要根本，这是 Z 公司的主营业务，是其长期发展的基础，同时也是其核心竞争力所在；其次是 Z 公司要从单纯的为客户提供软件产品，切换到与其共同成长的模式，开发并提供与客户一起发展相关的服务；第三就是更加紧密地和金融机构合作为行业发展提供助力^[1]。Z 公司围绕金融科技战略不断创新、追求卓越，这对公司质量管理工作提出了更高更严的要求。

1.2.2 研究意义

随着我国金融市场的飞速发展，金融机构对软件产品在实时性、鲁棒性、可靠性等方面的质量要求越来越高，这对 Z 公司质量管理水平提出了越来越严格的要求；同时，在竞争激烈的金融证券软件业大环境下，抢得市场先机并以高质量的产品交付客户就意味着率先抢得了存活的可能，这也能提高软件供应商在客户心中的位置从而保持已有的市场份额。由此可见，质量是一家企业生存和发展的根本，优秀的产品质量是企业在竞争激烈的时代中立于不败之地的基本前提之一。作为软件供应商的 Z 公司为了应对这种挑战，只能通过增强企业自身的质量水平来提高软件产品质量，以此保持已有的市场地位，继续扩大自身的竞争优势、并树立良好的品牌形象。

推进质量管理改进对策落地的过程有利于形成质量为先的企业文化，因其需要对研发中心领导和项目组管理人员进行质量管理相关的培训宣导，这有利于员工掌握相关的理论基础和要求^[2]，帮助其克服思维和行为的惯性。质量管理水平提升的过程是一个思维和认知提升的过程，是一个组织转化具备时代发展适应性的蜕变过程，是一个工作方法优化的过程，这个过程有利于企业整体质量意识的提升，有利于形成质量为先的企业文化，最终达到产品质量提升和客户满意度提升的目的。

1.3 国内外的研究现状

1.3.1 国外研究现状

美国知名的质量管理专家朱兰（Joseph M.Juran）博士曾预言 21 世纪是质量的世纪。质量是一家企业生存和发展的关键，国内外众多学者从不同角度对质量的定义和质量管理进行了大量的研究。

质量的定义先后经历了符合性、适用性和广义性质量三个阶段的演变。符合性质量主要代表学者是质量管理专家克劳斯比，他认为质量是符合规范和要求。适用性质量最早由朱兰提出，他认为产品或服务应当具有满足顾客需要的特性，必须适合其使用目的^[3]。进入 20 世纪 80 年代后，人们对质量的认知更为深入，广义质量不仅要符合通用的标准要求（符合性），还要符合客户的需求（适用性），同时还要符合所有相关方的要求，国际标准化组织认为质量是客体的一组固有特性满足要求的程度^[4]。没有缺陷是另一个质量定义，缺陷越少意味着质量越好、客户满意度越高^[5]。Akbar 等（2018）认为质量是软件开发的最重要因素，直接影响着软件项目的成败和客户满意度^[6]。

现代质量管理理论发展先后经历质量检验、统计质量控制和全面质量管理三个阶段。其中全面质量管理理论由费根堡姆（A.V.Feigenbaum）1961年首次提出，强调以客户需求为导向，全员参与对产品生产全流程进行的质量管理^[4]。目前全面质量管理不断发展，出现许多新的质量管理模式和方法，比如 ISO9001 质量管理体系、QC 小组活动等。笛福（Joseph A.Defeo）为朱兰研究院的院长、朱兰博士的继任者。关于质量管理的定义，朱兰和笛福（2014年）把其定义为一组通用的方法，无论企业、机构、大学或者医院任何一个组织都可以应用的方法，它通过设计和持续改进来获得更优的结果，并保证所有的产品、服务和流程满足客户和利益相关者的需要^[7]。Popova 等（2018）认为质量管理通常要关注五个方面，分别是顾客满意、产品质量提升、经营绩效、质量管理体系运行过程和持续改进文化^[8]。科学的质量管理对企业的绩效和创新都有促进作用，O'Neill 等（2016）的研究证明与那些不从事质量管理的小企业相比，具备质量管理完备体系的大中型企业确实更具有显著的财务绩效方面的优势^[9]，同样 Al-Dhaafri（2016）的研究和统计结果也证实了质量管理对绩效具有正面的影响^[10]；Patyal 等（2017）认为企业的管理者必须开发和维护其组织的质量管理体系并且为之分配足够的资源，以实现卓越的业务绩效^[11]；Honarpour 等（2018）的研究支持质量管理与创新具有正相关关系，即质量管理能促进创新关系^[12]；Gonzalez-Cruz 等（2018）则进一步指出当质量管理专注于发现新顾客需求或新市场、并以之为导向时，质量管理有助于加强组织的创新能力^[13]。在挑战和应对方面，Fundin 等（2018）指出组织对商业环境快速变化的适应程度是未来质量管理工作的重大挑战之一，质量管理的方针政策需要有效的组织机构来推动落地，从而帮助企业实现质量管理目标^[14]；而 Park 和 Sung Hyun（2016 年）认为企业有必要储备质量管理专家和数据科学家并将其结合起来为正在到来的第四次工业革命做好准备^[15]。此外也有学者认为质量管理理论的发展先后经历了产品检验、统计检验、全面质量管理、现代质量管理四个阶段^[16]。

持续改进是企业质量管理工作极其重要的一个方面。Joel E.Ross（1999 年）在其著作中提出全面质量管理（TQM）是以客户满意为最终目的的，提倡持续改进^[17]。Joseph A.Defeo 和 Frank M.Gryna（2015 年）指出如果组织计划推行持续改进，首先要有一个积极的质量文化，必须判断质量文化是否适合推行持续改进，如果不适合则要先采取措施把质量文化做适当调整。其次，质量管理总部要为推行持续改进提供足够的支撑，包括培训，提供质量领域专业知识，以及其他能帮助业务部门完成持续改进的工作。再者，质量

管理总部能敦促公司高层成立跨业务部门的专家团队来解决棘手的质量问题^[18]。Escrig-Tena 等（2018）的研究结论表明质量管理所奉行的标准化工作不会扼杀创新，也不会阻止员工尝试新技术或新想法；反之，持续改进有助于创新，因为它能促进变革和创造^[19]。Afrin 等（2019）指出产品和服务的持续改进是全面质量管理的重要内容，组织应当不断改进和完善质量从而保持自身的竞争优势^[20]。

二战之后质量管理理论快速发展，1961 年费根堡姆出版《全面质量管理》并提出全面质量管理理论；美国两位质量先驱戴明（W. Edwards Deming）及朱兰（Joseph M. Juran）是当代质量管理的代表，20 世纪 50 年代相继到日本传播统计技术和质量管理工具，对战后日本工业和质量管理的产生深远影响；1981 年，摩托罗拉提出 5 年内六西格玛质量改善活动，六西格玛方法的质量改进目标被设置的很高，需要广泛收集企业的生产数据并进行量化分析，以减少产品和服务的缺陷；1988 年摩托罗拉获得波多里奇国家质量奖；1987 年美国通过国会立法、里根总统批准设立波多里奇国家质量奖；1987 年国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）发行 ISO 9000 系列质量管理体系标准^[21]。

PDCA 循环最初由休哈特提出，是质量管理工作的基本程序，二战之后由戴明传播到日本并得到发扬光大，因此也被称为戴明环^[4]。PDCA 循环包括四个阶段是策划（Plan）、实施（Do）、检查（Check）、处置（Act）^[22]。同时戴明指出了向质量型组织转型需要做好的 14 个要点，戴明 14 点和 PDCA 是戴明质量管理思想的核心。此外，他还提出有 4 种改进质量和服务的方式，分别是产品和服务革新，工序革新，改善现有产品和服务，以及改进现有工序^[23]。

CMMI（Capability Maturity Model Integration，简称 CMMI，软件能力成熟度集成模型）是由政府、产业和卡内基梅隆大学软件工程研究所（Software Engineering Institute, SEI）组成的团队开发而成，本质上是软件开发过程的质量管理要求，这些要求来自业界成功实践提炼而成^[24]。与此同时，卡内基梅隆大学软件工程研究所认为人、技术、开发过程是影响软件质量的三个核心要素^[25]。辛健（2018 年）指出软件质量在很大程度上取决于软件开发和维护过程的质量，因此开发过程质量需要企业投入大量的工作进行改进和提升，他认为 CMMI 是软件开发过程的质量管理依据^[26]。Cho（2017）指出企业需要进行质量管理来提高过程质量^[27]。Soylemez 等（2018）也同样认为软件产品的质量在很大程度上取决于软件开发过程的质量，但由于软件过程质量的

度量是一项具有挑战性的任务，因此经常使用软件产品中的缺陷来度量开发过程的质量，从业者可以调查和解决导致软件缺陷的根本原因，从而改进开发过程质量和产品质量^[28]。

1.3.2 国内研究现状

1978 年改革开放之后，西方先进的质量管理思想和理论进入中国并在国内生根发芽。中国工程院院士刘源张被誉为“中国质量之父”，他认为产品质量的保证靠工序质量、而工序质量的保证靠工作质量^[20]。而中国质量协会对质量的定义是：质量是指客体的一组固有特性满足要求的程度。其中，客体是指客观存在的任何事物，其能够被人们认知，是所讨论的质量这一概念的载体，比如产品、服务、过程、体系等。特性是指事物可以区分的特征，可分为固有的和赋予的特性两种；固有特性是客观存在的事物——客体与生俱来就有的，如客体的性能、寿命等；而人们赋予客体的特性被称为赋予特性，如价格等。与客体质量相关的各种特性称为质量特性。不同客体的质量特性所包含的内容不一，比如硬件产品的质量特性包含了性能、寿命、安全性等；软件产品的质量特性包含了功能性、稳健性、效率等；服务的质量特性包含了功能性、安全性、舒适性等。过程是将输入转化为输出的活动，好的过程应该能高效地实现其预期的输出，具有一定的灵活适应性；常用的过程质量特性指标有每单位缺陷数、百万机会缺陷数、最终合格率等。要求是指对客体的固有特性提出的明示、隐含或者必须履行的需求或者期望；明示的要求，是指合同等文件中规定客体的固有特性必须满足的要求，或者客户对其明确提出的要求；隐含的要求是指客体的固有特性按惯例或者常识应当满足的要求；必须履行的要求是指法律要求客体的固有特性必须满足的要求。李娜（2015 年）也对质量做了定义，她认为质量是指反映产品或服务满足要求的特征和特性的总和^[29]。

改革开放以后，全面质量管理概念在中国落地生根，我国质量专家将其归纳为三全一多，即全员、全过程、全组织、多方法。目前全面质量管理不断发展，出现许多新的质量管理模式和方法，比如 ISO9001 质量管理体系、QC 小组活动等。中国质量协会指出，根据 ISO 9000: 2015 标准质量管理是与质量相关的控制和协调活动，包括制定质量方针和质量目标，以及为实现目标而实施的质量策划、质量控制、质量保证和质量改进等活动^[4]。其中，质量方针是由企业最高管理层制定的关于质量的方向和总则；质量目标是关于质量的要达到的标准或者结果；质量策划是指确定质量目标，为之配备充

足的相关资源并规划必要的活动或者运行过程以实现目标；质量控制是指在质量形成的各个环节对影响质量的因素（比如产品开发和生产过程中的 5M1E，即人员 Man、机器和工具 Machine and Tool、材料 Material、方法 Method、测量 Measurement、环境 Environment）进行控制，使产品、服务或者过程的固有特性达到预期的要求；质量保证致力于提供质量要求会得到满足的信任；质量改进能增强产品或者服务满足明确或隐含的质量要求的能力，是基于现状基础上的提高和创新。建立质量责任制是质量管理极其重要的基础工作之一，是保证产品和服务质量的管理手段；推行全面质量管理需要建立相应的企业质量管理制度，这些制度应以相关法律法规和质量标准要求为依据而建立。质量文化是企业开展质量管理工作、推行相关方针政策的软环境，是员工践行质量价值观和提高凝聚力的有效保证，是全面质量管理的工作内容。质量文化是指企业和员工在长期的生产和质量管理实践中形成的共同的价值观、思维与行为模式、基本制度程序以及相关的物质表现的总和，质量意识是质量文化的重要内容之一。质量培训是开展全面质量管理的一项基础性工作，可以提升员工的质量意识和技能，形成共同价值观。《华为质量管理基础手册》认为质量管理包括四个主要的活动，包括质量策划、质量控制、质量保证和质量改进，他们终极目标都是为了客户满意，并以示意图的方式展示了质量管理的概念，如图 1-1 所示^[30]。科学的质量管理能对企业的绩效和创新形成正面的促进作用，比如李后建（2018）指出企业参与国际质量标准认证将促进其进行探索式和开发式的创新^[31]；张光明和徐飞（2017）指出质量管理对一家企业形成竞争优势有正面的积极影响^[32]。杨世忠等（2019）认为一家企业必须落实全流程的、企业全部员工参与的全面质量管理；同时，企业没有好的质量文化不可能生产出好的产品^[33]。

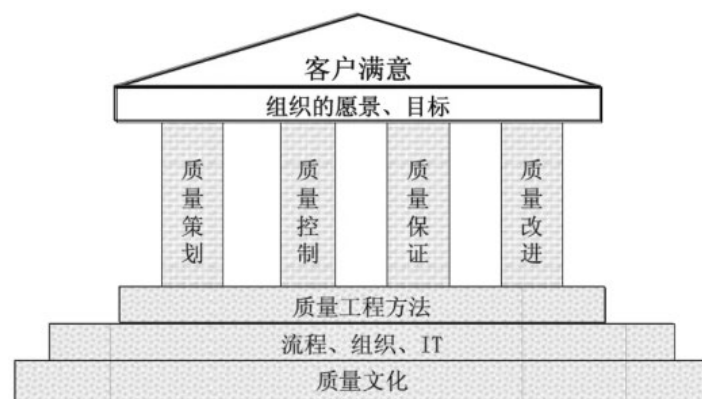


图 1-1 华为质量管理屋示意图

中国质量协会指出我国自 1979 年导入并推行全面质量管理（TQM），后续有推广 ISO9001 和卓越绩效模式，使得我国多数企业应用了全面质量管理理念和方法，形成了较好的管理基础。中国质量协会牵头对国内 31 个省、自治区、直辖市的 31 个行业大类中的大中小型企业进行质量现状调查，从回收的 1635 份有效问卷看，914 份为大中型企业，721 份为小型企业，全面质量管理活动的时间均值为 11.6 年，80.1% 的被调查企业开展了全面质量管理^[34]。陈冰泉等（2018 年）展示了我国质量竞争力的水平——我国制造业的产量全球排名第一，但整体质量竞争力却只排到第十三名^[35]。

郭苏川（2017 年）指出基于过程改进的软件质量管理更加注重过程管理、客户需求、量化管理和持续改进，通过软件质量策划、控制和改进的不断循环，保证软件产品的生产过程可控，保证产品的质量能够满足客户的需求^[36]。高新（2019 年）指出不少国内软件制造商拥有多项 ISO 和 CMMI 的高级证书，但非标准软件开发也很普遍^[37]。中国科学院软件研究所的李明树和王青（2002 年）指出软件质量形成于软件开发过程，现代软件产业的时代特征是以过程为中心进行软件开发、生产和质量管理^[38]。

1.3.3 国内外研究综述

从国内外研究现状来看，质量和质量管理相关的理论已经形成成熟的体系。其中质量是指客体的一组固有特性满足要求的程度。质量意味着适用性，即企业提供的产品或者服务应当具备满足顾客需要的固有特性。广义质量是指好的质量要满足符合性、适用性和所有相关方的要求，其客体的范畴除了包含产品还包含服务、过程、体系等方面。这是一种“大质量”观。过程是将输入转化为输出的活动，好的过程应该能高效地实现其预期的输出，具有一定的灵活适应性；常用的过程质量特性指标有每单位缺陷数、百万机会缺陷数、最终合格率等。

现代质量管理理论的发展经历质量检验、统计质量控制和全面质量管理三个阶段。全面质量管理理论由费根堡姆首次提出，强调以客户需求为导向，全员参与对产品生产全流程进行的质量管理。目前全面质量管理不断发展，出现许多新的质量管理模式和方法，比如 ISO9001 质量管理体系、QC 小组活动等。质量管理指与质量相关的控制和协调活动，包括制定质量方针和质量目标，以及为实现目标而实施的质量策划、质量控制、质量保证和质量改进等活动。建立质量责任制是质量管理极其重要的基础工作之一，是保证产品和服务质量的管理手段；推行全面质量管理，应该根据相关法律法规和全

面质量管理的要求建立质量管理制度。质量文化是指企业和员工在长期的生产和质量管理实践中形成的共同的价值观、思维与行为模式、基本制度程序以及相关的物质表现的总和，质量意识是质量文化的重要内容之一。质量培训是开展全面质量管理的一项基础性工作，可以提升员工的质量意识和技能，形成共同价值观。PDCA 循环是质量管理的基本工作程序，最初由统计质量管理的先驱休哈特提出，戴明在 20 世纪 50 年代将其介绍到日本，故 PDCA 循环也被称为戴明环。

卡内基梅隆大学的软件工程研究所认为人、技术、开发过程是影响软件质量的三个核心要素；与此同时，目前业界和国内外学者的普遍观点认为软件开发过程的质量在很大程度上决定着软件质量，因此软件企业将投入大量的工作进行软件开发过程改进。现代软件产业的时代特征是以过程为中心进行软件开发与质量管理，基于开发过程改进的软件质量管理更加注重过程管理、客户需求、量化管理和持续改进，通过策划、控制和改进的不断循环，保证软件产品的生产过程可控，保证产品的质量能够满足客户的需求。

在进行质量管理相关的国内外现状研究过程中，发现一个问题是关于质量管理理论发展阶段的，国内外大部分的文献资料都认为发展阶段经历三个阶段；但也有认为经历了四个阶段的，比如肖磊则提出质量管理经历了产品检验、统计检验、全面质量管理、现代质量管理四个阶段。从中国质量协会出版的相关文献看，其观点更倾向于前者，也就是认为质量管理理论发展经历了质量检查、统计质量控制和全面质量管理三个阶段。

1.4 研究内容和方案

1.4.1 研究内容

本课题以改进 Z 公司质量管理不足为目的，希望通过解决质量管理工作中存在的问题，最终实现产品质量的提升。它将从 Z 公司客户满意度数据的分析入手，发现产品质量存在问题是目前满意度低于预期的主要原因。通过对文献的研究和回顾发现，影响软件产品质量的因素有三个，分别是人、技术、过程，其中过程的影响最大，过程质量在很大程度上决定着软件产品质量。因此，为了提升软件的产品质量，本研究将聚焦“过程”这一因素，针对 Z 公司存在的过程质量问题进行根因分析，寻找与之相关的质量管理存在的问题，并参考国内外研究学者的优秀成果、通过理论联系实际，提出质量管理问题的改进对策及其落地保障措施。通过质量管理改进对策的落地实施，旨在提升软件开发过程质量、从而提升产品质量，最终实现满意度的提升。

此类问题在目前金融科技企业中较为普遍地存在，因此本次研究的成果在业内具有参考的价值。

1.4.2 研究方案

本课题研究拟采用文献研究、案例研究、满意度调查和沟通访谈相结合的研究方法。

(1) 文献研究 利用哈尔滨工业大学的数据库资源、图书馆和互联网等途径广泛搜集国内外有关质量管理的图书文献和期刊论文，从而达到探索学习国内外现状的目的，为本论文的研究提供坚实的理论支撑，也有助于对 Z 公司问题进行分析 and 归纳。本次课题研究针对软件开发过程的质量管理改进，研究工作涉及到了计算机学科的理论知识，因此在文献查找过程中，需要同时了解计算机领域特别是软件工程的知识。

(2) 案例研究 深入到 Z 公司具体项目现场，通过项目经理访谈的方式，获得第一手的公司和项目资料，收集问题并进行归类和分析，结合相关质量管理理论和方法，分析出解决这些问题可能采取的方法和措施，最后归纳总结提出解决方案。

(3) 满意度调查 在 Z 公司的软件开发项目完成之后，由客户服务中心对开发项目进行满意度调查。调查的方法是对客户的主要干系人进行问卷调查，包括 Z 公司项目实施人员的工作技能和业务水平、产品质量、实施过程规范以及进度等维度。问卷调查回收后，将和项目组及 Z 公司质量管理总部员工一起对产品质量的弱项以及质量管理工作的不足之处进行分析。

(4) 沟通访谈 通过与 Z 公司质量部管理层沟通访谈，确认质量管理问题改进对策及其保障措施，保障措施将来自但不仅限于公司制度方面、组织结构方面、人力资源等诸多方面。

综上本章所述，本课题研究主要内容将围绕以下线索展开：因为软件质量在很大程度上取决于软件开发过程的质量，所以为了提升 Z 公司软件开发过程质量、最终提高软件产品质量，课题的研究从分析软件开发过程质量存在的问题开始，追溯造成开发过程质量问题的原因，深挖质量管理工作的不足之处，并提出质量管理问题的改进对策及其落地保障措施。图 1-2 是本研究课题的研究框架。

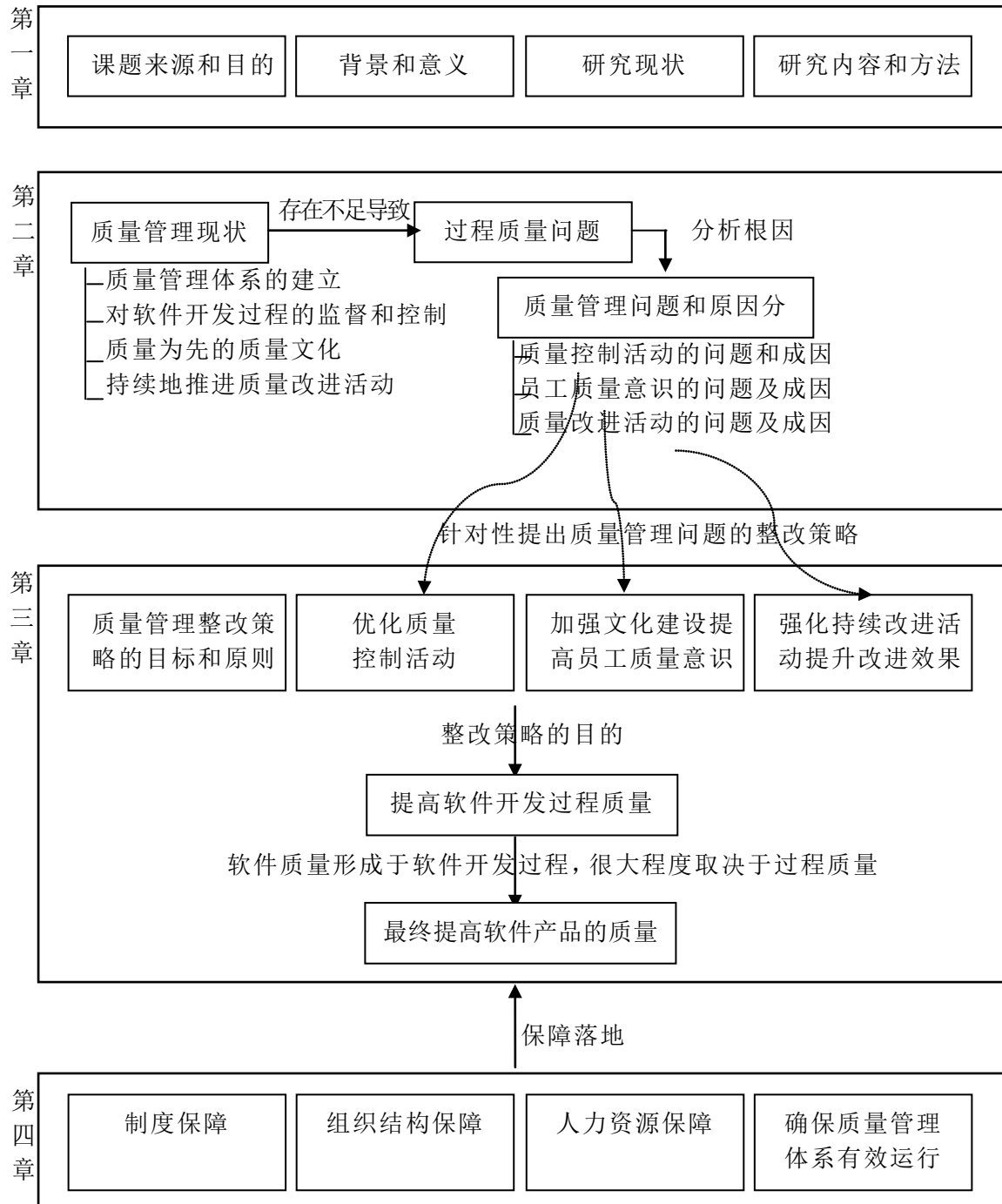


图 1-2 质量管理改进课题的研究框架

第 2 章 Z 公司质量管理现状与问题分析

2.1 企业概况

Z 公司是一家总部位于中国深圳、陪伴着中国证券市场一起发展成长起来的金融科技企业，员工 7000 多人，其中技术人才占比 60%以上。Z 公司在全国拥有 4 个研发中心，在北京、上海等地均设有分支机构。其针对不同细分领域开展专业化经营，已经实现在所有金融领域的 IT 服务全覆盖，包括银行、证券、保险、监管机构等领域，其中的证券业务占有市场龙头地位；其承建众多国家级金融基础设施和大型行业应用案例，其中很多已经成为行业标杆和标准。

经过 20 多年发展，Z 公司已经成为国内主要的金融证券软件开发商，为中国证券行业信息化作出巨大贡献，Z 公司塑造的软件品牌也广泛得到金融机构和行业的认可。金融 IT 是一个相对特殊的产业，金融行业对技术产品成熟度、可靠性、性能指标的要求较高，应用新技术、新产品时通常较为谨慎，IT 供应商的选择更为审慎，对信任程度、品牌地位、相关资质、成功案例等都有较高要求。就 Z 公司而言，其业务覆盖面广，客户基础牢固，成功标杆案例充分，因而形成了良好的行业口碑，并与客户形成比较牢固的信任基础，且由于多年深耕行业，对业务需求了解透彻。目前 Z 公司可以为行业提供完整的软件产品线和全方位的 IT 技术解决方案，同时承建众多的行业级的标杆和国家级的项目，这实际上就形成了一定的行业壁垒。与此同时，Z 公司在技术方面拥有资深的产品、技术团队，都是行业内十年以上的专家，经验丰富，已经构建起完整的技术基础平台生态链。在质量管理方面，Z 公司也是行业内首家通过 CMMI 最高级别认证的企业。

Z 公司不断强化自身的科技核心竞争力以便在这个市场更好地立足和发展，其金融科技战略示意图参考图 2-1 所示。Z 公司的金融科技战略包括三个方面，首先是要夯实传统业务根基，传统业务强根固本，创新业务做精做强，金融 IT 仍是公司的根本，不仅不能放松，还要更大的投入力度去发展；其次是利用科技提高传统金融业务的效率，推动新技术在金融领域的应用；最后，最为核心的是要搭建一个技术和管理相结合的云原生平台、一个面向未来的统一技术平台。

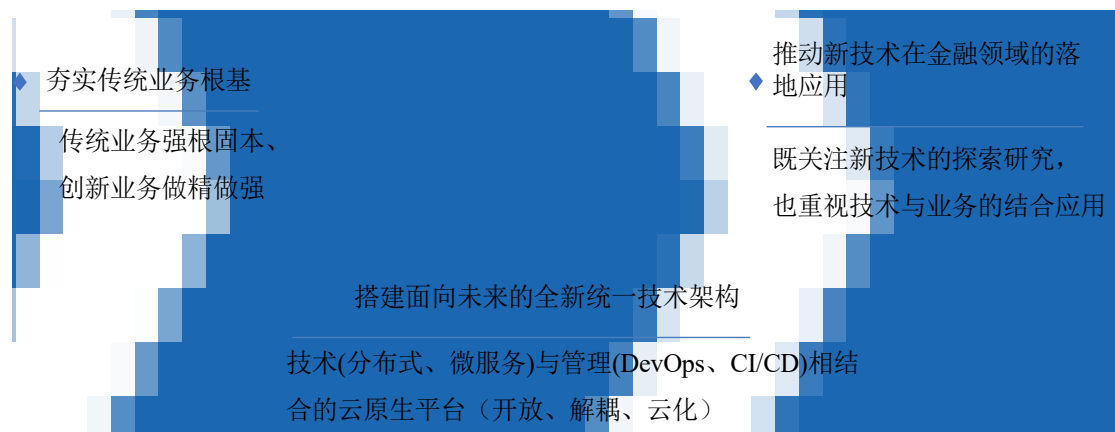


图 2-1 Z 公司金融科技战略

在 Z 公司所处的经营环境中机遇和挑战并存。在行业层面，大数据、人工智能和 5G 网络的发展正在迅速地改变着金融行业的业务形态和经营模式，金融机构客户个性化和定制化的需求越来越多，金融机构在 IT 方面的投入不断增加；同时国家推进安全可控战略，并大力扶持金融科技企业壮大发展，这些都为 Z 公司发展提供了良好的外部环境和发展机遇。在市场方面，由于国家越来越重视资本市场的建设，金融改革启动，随着科创板、注册制等改革工作的逐步铺开，资本市场也在逐步回暖，作为公司主要客户的证券公司的营业收入和净利润大幅增长，这为 Z 公司实现战略目标提供了良好的土壤环境。在挑战方面，随着信息技术的快速发展，人工智能、云计算等先进技术在金融行业广泛应用，对金融行业传统的信息生态带来革命性变化，这要求金融 IT 企业的信息基础设施和软件开发模式需要快速地升级换代；同时，金融科技的布局已经成为行业发展趋势，大型金融机构成立的科技子公司、传统实体巨头公司成立的金融科技子公司、对外开放带来的外资金金融科技公司等，也都对 Z 公司的经营形成了挑战。

2.2 质量管理的现状

以下将从质量管理体系的建立历程、对软件开发过程的监督和控制、公司质量文化和质量改进活动现状四个方面，来阐述 Z 公司的质量管理现状。

2.2.1 质量管理体系的建立

Z 公司的质量管理体系始建于 2001 年，按照 ISO9001: 2000 质量管理体系要求和企业自身软件开发质量管理的实际需求，全新建立起符合要求的质量保证体系，并于 2002 年通过 ISO9001: 2000 认证。同年，Z 公司引入 CMMI

质量管理体系以学习业界最佳实践，主要对软件开发过程中的需求管理、项目规划、项目监控、质量保证、配置管理等过程进行改进，2004 年通过 CMM2 级认证达到可管理级别。随后，Z 公司持续地对软件开发过程中的需求开发、产品集成、验证确认、风险管理、决策分析等过程进行改进，并于 2007 年通过 CMMI3 认证。

Z 公司一直在完善和提升质量管理体系，并于 2011 年成功迈向 CMMI4、量化管理级。质量管理进入量化管理级后管理者要用数据说话，用数据进行决策，利用数据预测项目性能，运用统计工具监控过程并处理偏差，从而实现持续改进。CMMI4 所要求的度量项的建立、收集、分析、改进需要很长时间的，需要有足够的数据支撑决策、预测，故此从 3 级到 4 级的过程经历三年之久，在这个过程中，建立了三级质量管理组织架构，增加项目助理岗位、度量人员，实现全员参与，为质量管理全面推广提供坚实的组织保障，同时完善监控考核机制。

通过 CMMI4 级认证后，Z 公司引入、试点并推广敏捷开发等软件开发方法，建立持续改进和根因分析标准过程，积极寻找项目和组织中的问题、识别根本原因，并确定纠正举措及预防举措。公司于 2014 年首次通过 CMMI5 级评估、即持续优化级，成为金融 IT 行业内首家通过 CMMI 最高级别认证的企业。随后，公司不断学习业界新知识、新方法，引入精益开发、持续集成、引入 jira 工具固化过程等等，并于 2018 年通过 CMMI5 复评，表明公司在过程组织能力、软件开发能力、质量管理能力等方面仍保持在较高水平。

公司通过参加 CMMI 和 ISO 国际认证不断提升质量管理水平，两驾马车并驾齐驱拉动管理能力向上发展。Z 公司软件开发质量管理体系发展阶段请参考示意图 2-2。

2.2.2 对软件开发过程的监督与控制

软件产品质量取决于软件开发过程的质量。首先必须有一个已定义的过程来指导软件开发和工程活动，其次检查实施的过程是否与定义的过程相符。Z 公司通过《质量管理白皮书》，明确定义软件开发过程和工程实施过程及其应遵循的活动。白皮书定义的软件开发过程包括产品立项、需求开发、项目计划、系统设计、开发实现、系统&集成测试、验收发布等。由于软件开发过程质量深刻地影响着软件质量，因此办法规定质量管理工作应贯穿于软件开发项目的全过程，以保证软件开发过程的质量，从而最终保证交付产品的质量。办法对此作了如下 19 项要求。

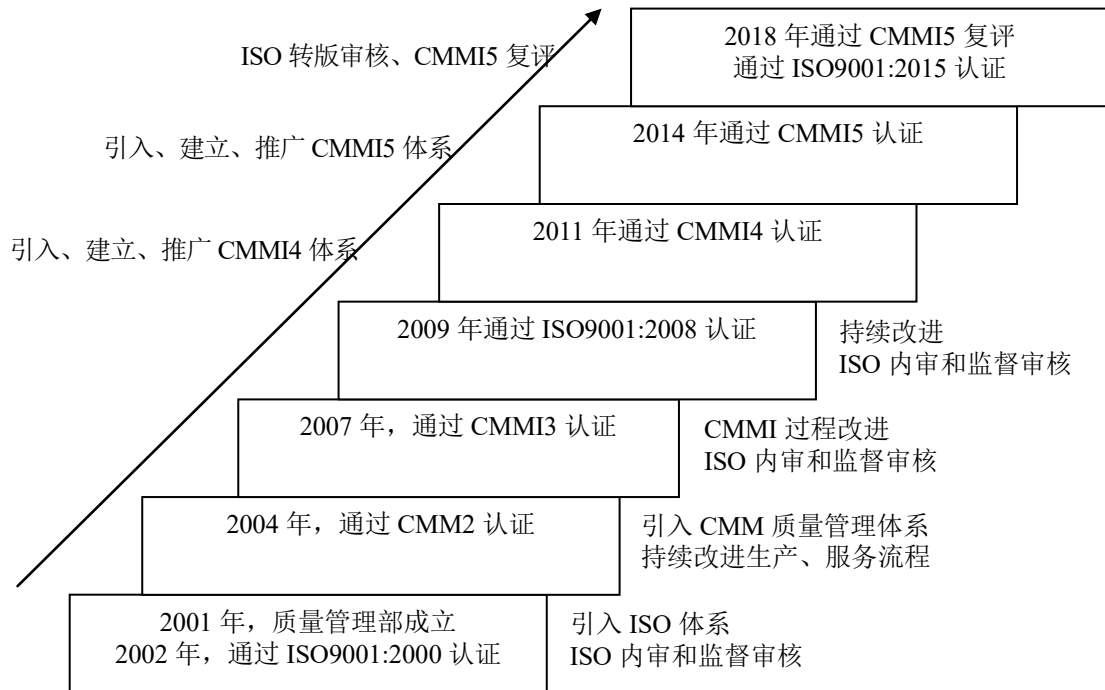


图 2-2 Z 公司质量管理体系发展阶段示意图

(1) 研发项目启动前须编写立项报告，立项报告须获得技术管理委员会及业务管理委员会的审批。

(2) 项目须任命一名项目经理，项目经理根据软件开发项目的具体情况制定可以落地执行的项目计划，其可对项目过程活动进行合理裁剪，并需要确定软件开发项目的质量目标。

(3) 项目经理须开展项目监控活动，识别风险进行管理，项目风险应包含质量方面的风险，保证项目风险可控，不会对项目造成重大影响。

(4) 项目需求须进行集中化管理，并经过干系人（包含客户）的评审确认。

(5) 设计文档应经过严格的评审，要求采用会议评审形式开展。

(6) 编码工作应在编码规范指导下开展，以保证代码的可维护性。核心模块和重要功能代码须开展评审。应不断改进编码工具和方法从而降低编码阶段的缺陷数量。

(7) 测试计划、测试用例须开展评审，把关质量，保证产品功能和非功能性属性与客户需求相符。应不断改进测试工具和方法，提升测试效率，降低缺陷密度。

(8) 过程活动中应采集相关数据，开展度量分析活动，识别过程活动开展中的不足，实现项目量化管理和项目改进。

(9) 项目质量管理专员负责对质量控制活动进行监督和检查。

(10) 项目配置管理员负责做好配置管理工作，对相关文档和代码建立标签，进行版本管理，便于回溯。

(11) 产品须达到发布要求并经过评审，方可对外发布。

(12) 项目资产（文档和代码）须归档公司配置管理服务器/文件服务器，不得出现项目资产遗失。

(13) 研发项目结项前项目经理须组织开展验收活动（内部验收或外部验收），以保证交付内容完整、无差错。

(14) 工程实施之前项目经理须组织进行客户环境调研，输出对应的工程实施规范，指导工程过程规范化开展，以保证工程实施质量。

(15) 工程项目上线前测试人员应在客户环境中进行验证。

(16) 工程项目须获得客户验收才能结项。

(17) 工程项目结项后应及时发起客户满意度调查，了解客户对产品和服务的反馈。

(18) 项目上线验收后若出现事故和投诉，项目经理应积极组织相关人员开展原因分析，并采取对应的解决和预防措施，保证问题及时关闭。

(19) 产品和项目维护阶段，产品经理和项目经理应组织开展各项质量控制活动，保证交付的升级包质量。白皮书有利于识别过程中的关键环节，有重点地对过程进行监督和控制，指导公司的软件开发、工程实施以及质量管理工作的开展，以确保公司软件开发项目和工程实施项目的规范执行，不断改进过程质量，最终提升产品质量和客户满意度。

2.2.3 质量为先的质量文化

根据全面质量管理理论，质量意识是质量文化的一部分，是一家企业内部从领导到员工对质量管理工作认知水平的体现，是一种自觉地履行合同要求、确保产品或者服务能够按时保质交付的意志力。质量意识如何，往往成为一个人工作质量的制约条件，也是一家企业质量管理活动成败和产品质量好坏的关键。Z 公司 1998 年成立，2003 年在上海证券交易所上市，始终以“客户至上，质量为先，持续改进，追求卓越”16 字方针为指引坚守主业，专注于为金融行业提供高质量的金融证券软件和系统服务。

积极的质量文化是企业推行持续改进活动的首要前提。根据 Joseph A.Defeo 和 Frank M.Gryna 学者的观点，如果组织计划推行持续改进，首先要有一个积极的质量文化，必须判断质量文化是否适合推行持续改进，如果不

适合则要先采取措施把质量文化做适当调整。在 16 字方针指引下，Z 公司领导统筹制定了与公司战略和所处环境相适应的质量方针，并努力创造条件使全体员工积极地参与实现质量管理目标的管理活动。公司的领导能够就其质量方针和具体质量管理工作进行积极地沟通，在组织的各个层级建立统一的价值观并培育积极向上的质量文化，建立了适宜的职能部门和岗位、为之合理安排了相应的责权利并使之在整个公司内得到理解，通过履行质量承诺成为组织的榜样，并为员工参与质量管理实践提供必要的资源和帮助。公司领导起到的积极作用为建立积极向上的质量文化提供了有力保障。

2.2.4 持续地推进质量改进活动

根据全面质量管理理论，质量改进是质量管理的重要内容之一。同时 Joel E.Ross 也指出全面质量管理是以客户满意为最终目的的，提倡持续改进。在通过 CMMI4 级认证后，Z 公司引入、试点并推广敏捷开发等软件开发方法，建立持续改进和根因分析标准过程，积极寻找项目和组织中的问题、识别根本原因，并确定纠正举措及预防举措。公司于 2014 年首次通过 CMMI5 级评估、即持续优化级，成为金融 IT 行业内首家通过 CMMI 最高级别认证的企业，CMMI5 级核心要求也是持续改进。随后，公司不断学习业界新知识、新方法，引入精益开发、持续集成、引入 jira 工具固化过程等等，并于 2018 年通过 CMMI5 复评，表明公司在过程组织能力、软件开发能力、质量管理能力等方面仍保持在较高水平。

Joseph A.Defeo 和 Frank M.Gryna 学者指出如果组织计划推行持续改进，先要有一个积极的质量文化，必须判断质量文化是否适合推行持续改进，如果不适合则要先采取措施把质量文化做适当调整。Z 公司的管理层所营造的积极向上、质量为先的质量文化，为持续改进提供了前提条件。其次，Z 公司的质量管理总部为推行持续改进能够提供足够的支撑，包括培训、提供质量领域专业知识，以及其他能帮助业务部门完成持续改进的工作。再者，质量管理总部能敦促公司高层成立跨业务部门的专家团队来解决棘手的质量问题。这三者为 Z 公司推行质量改进工作提供了有力保障。

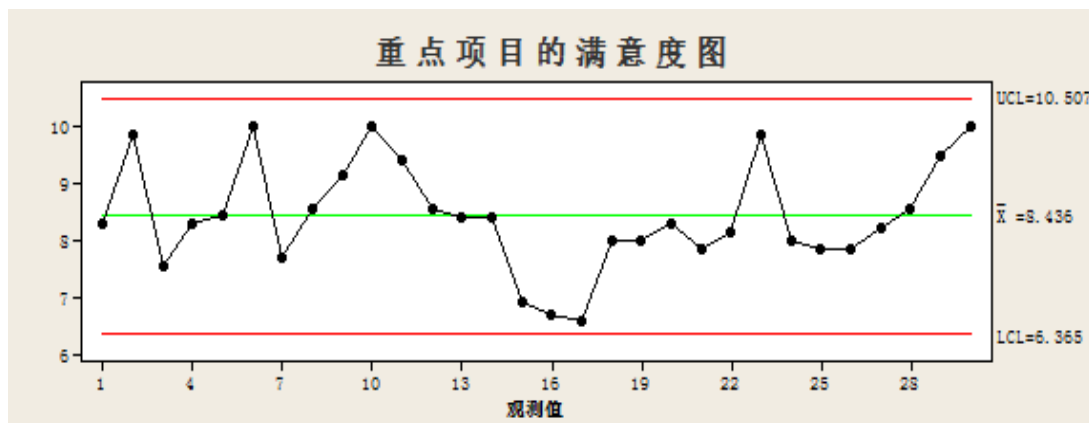
但目前 Z 公司的质量改进多是从上到下的改进，即由质量管理部识别改进点，同时依据大家的意见推动改进。由于意识和组织原因，广大一线员工作为流程执行者没能积极参与到过程改进中，很多人也没积极性来提出改进建议。鞋合不合适，主人最清楚，公司的质量管理改进工作需要流程执行者的积极深入参与。

2.3 质量管理存在的问题

下文将由 Z 公司存在的质量问题切入，通过鱼骨图的分析来查找导致其发生的质量管理问题，并对存在的质量管理问题进行原因分析。

2.3.1 从高缺陷密度发现质量管理的不完善

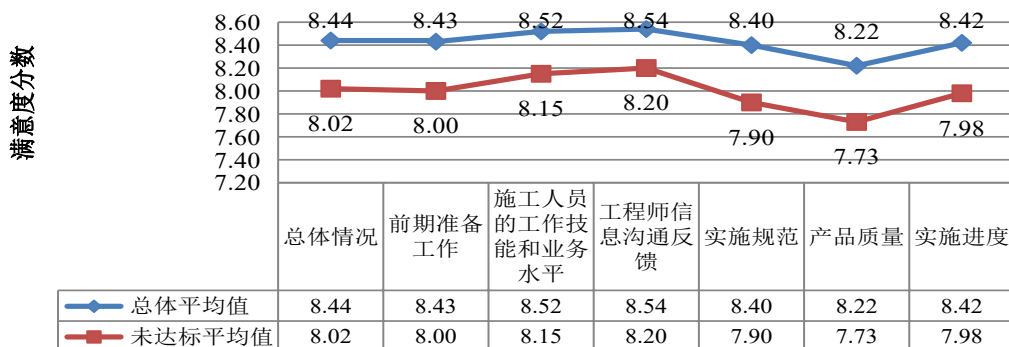
虽然 Z 公司的质量管理已成体系，但是客户满意度还有提升空间。在开发项目验收后，客户服务中心会进行项目满意度回访，从实施规范、产品质量、实施进度等方面收集客户的反馈意见。经过对 38 个重点项目反馈的满意度数据分析，目前满意度打分的平均值为 8.44、标准差是 0.86，如图 2-3 所示。Z 公司期望的满意度分数是达到 8.6 分以上，由此可见存在一定的差距。



数据来源：Z 公司客户服务中心

图 2-3 Z 公司重点项目满意度调查得分分布

经过对满意度明细数据分析，从前期准备、实施人员的工作技能、工程师信息沟通反馈、实施规范、产品质量和实施进度等维度分析，产品质量分值相对较低，软件产品的质量问題较为突出，如图 2-4 所示。



数据来源：Z 公司客户服务中心

图 2-4 按评价维度统计的满意度平均值分布图

卡内基梅隆大学的软件工程研究所认为人、技术、开发过程是影响软件质量的三个核心要素。与此同时，目前业界和国内外学者的普遍观点认为软件开发过程的质量在很大程度上决定着软件质量。通过调研和访谈发现 Z 公司的软件开发过程的质量存在问题，问题表现为过程质量的特性指标——验收测试缺陷密度偏大，其是目前深刻影响 Z 公司软件产品质量的核心要素。因此，本课题研究（质量管理改进对策的研究）将聚焦“过程”这一影响软件质量的因素；同时，验收测试缺陷密度偏大是本课题研究拟解决的问题。

验收测试缺陷密度的计算公式如下公式（1-1），即每千行代码所含的验收测试加权缺陷数。其单位是：个/KLOC，KLOC 是 Kilo Lines of Code、千行代码的缩写。

$$\text{验收测试缺陷密度} = \text{验收测试加权缺陷数} / \text{加权代码行} \quad (1-1)$$

验收测试缺陷数是指项目在上线前由客户进行的一系列测试发现的问题数量，及上线后、试运行两周内对系统的所有问题数量，该过程始于内部测试结束，终止于上线后试运行两周。公式（1-1）中的分子验收测试加权缺陷数，是指验收测试缺陷根据不同级别的缺陷按照不同加权系数相乘后的总和，其计算公式如下公式（1-2），其单位是“个”。

$$\begin{aligned} \text{验收测试加权缺陷数} = & 10 \times \text{致命缺陷数} + 3 \times \text{严重缺陷数} + 1 \\ & \times \text{一般缺陷数} + 0.3 \times \text{细微缺陷数} \end{aligned} \quad (1-2)$$

公式（1-1）中的分母加权代码行是利用代码统计工具统计的非空非注释的代码总行数，除去重用部分后进行复杂度加权，其计算公式如下公式（1-3），单位是“KLOC”。

$$\text{加权代码行} = (\text{总代码行} - \text{重用代码行} \times \text{重用系数}) \times \text{复杂度} \quad (1-3)$$

目前公司验收测试缺陷密度平均值为 0.2/KLOC、标准差是 0.24/KLOC，高于期望达到的 0.1/KLOC、标准差 0.15/KLOC 这一目标。

在企业质量管理的具体实践中，常常使用各种实用的质量工具和方法来提高发现分析问题并提出解决方案的效率，这也是全面质量管理的重要方面。这些工具和方法可以分为两大部分，一是帮助管理者找到解决问题的思路，比如亲和图、头脑风暴；另一类则主要用于分析和解决业务过程或者产品中的问题。质量工具的使用有利于科学决策和提高质量管理的效率。质量改进不同的阶段（如业务流程分析、数据搜集和整理、评价、原因分析、确定方案、过程控制）对着不同的质量工具，其中原因分析常使用因果图这一工具，也被称为鱼骨图。

Z 公司质量管理总部通过使用头脑风暴方法，识别与缺陷密度偏高相关

的管理工作的不足，将所有相关管理问题进行汇总，并按照质量管理（又包括质量控制、质量改进、质量保证、质量文化等方面）、人力资源管理等方面分类，并依据 5why 法识别出根因，并绘制鱼骨图如图 2-5 所示。从鱼骨图看造成验收测试缺陷密度大的原因有质量管理工作存在不足、人力资源管理存在问题以及其他原因，但最核心的原因是质量管理工作存在不足之处，其主要包括三个方面的问题，包括质量控制和监督不到位、员工质量意识不高以及质量改进工作难落地。

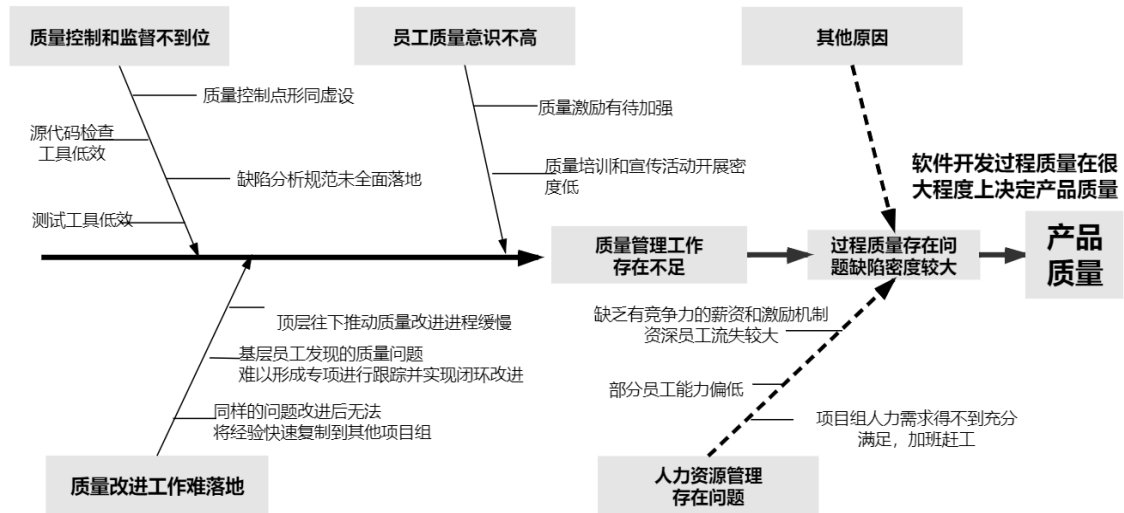
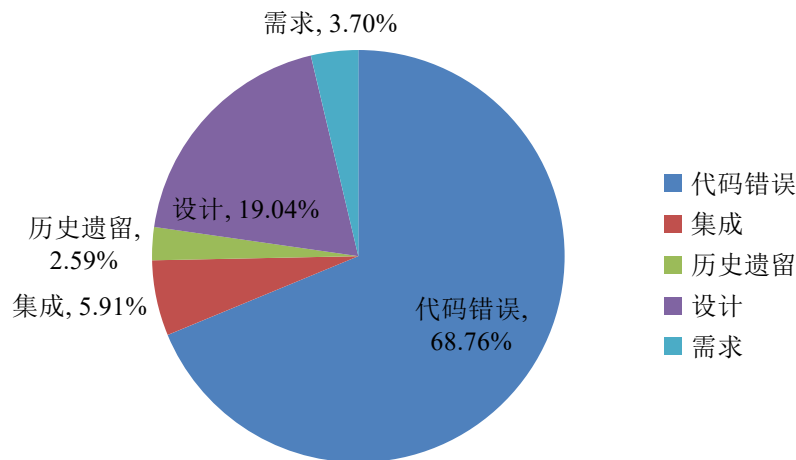


图 2-5 Z 公司过程质量问题分析鱼骨图

2.3.2 质量控制和监督不到位

通过多个产品的验收测试缺陷汇总统计来看，问题产生主要来源于编码阶段，代码错误比例非常高，高达 68.76%，其中代码规范性问题又占代码错误的 59%。由此可见，在编码阶段对代码的质量控制和监督是存在问题的。同时，随着金融市场的飞速发展，金融机构的客户需求也随之快速迭代，敏捷开发成为主流、数据量几何级增长，Z 公司以人工为主的软件测试工具已经无法满足产品的快速更新和发布，这使测试阶段的质量控制和监督也存在不足（见图 2-6）。

此外，Z 公司的测试团队发现由开发团队提交过来测试的版本问题和缺陷多，并且常存在严重问题，导致测试经常反复，没有充分的时间做深入充分的测试和系统规范的缺陷分析。甚者，由于没有在开发过程中设置充分的质量控制点或者控制点形同虚设，导致问题追溯工作很难开展。这些都是质量控制和监督方面存在的问题。



数据来源：Z 公司研发中心

图 2-6 Z 公司验收测试缺陷汇总统计

2.3.3 员工质量意识不高

质量意识是质量文化的一部分，是一家企业内部从领导到员工对质量管理工作认知水平的体现，是一种自觉地履行合同要求、确保产品或者服务能够按时保质交付的意志力。质量为先是 Z 公司十六字质量方针之一，公司的员工都应该树立“质量为先”的强烈意识，但随着 Z 公司的发展壮大，部门和子公司越来越多，人员规模越来越大，人员的流动性也较大，新入职的员工只是经过简单的质量知识培训，缺少严格的质量知识培训和相关岗位技能培训，这样很难真正领悟各岗位的职责；同时，由于质量管理总部对全体员工开展的专题培训较少，各组织部门中的老员工获得后续职业培训的机会也较少，这些都导致员工对质量的认知比较薄弱。如果员工对质量工作的认知薄弱、对质量工作没有正确的态度，缺乏严谨细致的工匠精神，即使其有再丰富的专业知识和工作经验，也容易因此引发质量问题。比如质量管理总部为了提升代码质量制定的编码规范常常遇到开发者的抵触而难以落地，开发人员、尤其是资深的员工更愿意按照自己的习惯来实现编码，他们意识不到编码规范对产品质量提升所起着的重要作用。此外，员工参与质量管理、遵守质量规范的积极性偏低，比如质量管理总部发起的质量改进活动，往往缺少基层业务员工积极主动的参与，但这些员工往往才是改进工作的核心推动力。这些都是员工质量意识不高的表现。

2.3.4 持续改进工作难落地

根据全面质量管理理论，质量改进是质量管理的重要内容之一，其目的是为了增强满足质量要求的能力，是在现有基础上的提高和创新。Z 公司自定义设置了“规范度”度量指标，以了解公司现有的各个软件开发项目过程符合现行标准规范的情况，从而提高项目规范执行力、为过程改进提供依据。目前规范度均值在 81%，离公司预期的 90%仍有提升空间。规范度偏低，代表过程落地执行不到位。究其原因，除了可能由员工意识问题导致，还有可能是实际开发过程和现行标准的适配性问题导致。这些都需要依据项目团队的特性，不断推行持续改进工作，使开发过程符合先进标准要求、或者改革陈旧的标准文件，不断试点、总结、推广，提升规范度，最终实现过程质量和产品质量的提升。

通过上述论证，可以看出持续改进工作的重要性，但通过和 Z 公司质量管理总部调研和访谈发现，公司在推行改进工作、提升规范度的时候往往会遇到以下三个问题。（1）管理层为了提高开发过程效率和质量往下推动新开发工具、新开发流程进行过程改进工作时，会发现推动改进的进程变得很缓慢，往往会遇到各个业务部门之间阻力。（2）基层员工发现过程问题、提出改进措施无法形成专项进行跟踪、闭环关闭问题。（3）同时，因为基层员工的改进局限在团队中，即便通过努力解决了过程问题，相似的问题还是会出现其他项目组，无法将经验快速复制到其他项目。这三个问题是持续改进工作落地过程中遇到的实际问题，致使改进工作难落地。

2.4 质量管理问题的原因分析

2.4.1 质量控制工具与方法低效

根据 ISO 9000: 2015 对质量管理的定义，质量控制是质量管理的重要内容，指在质量形成的各个环节中，对影响质量的因素（5M1E）进行监督和控制，使产品、服务或者过程的固有特性达到预期的要求。

通过多个产品的验收测试缺陷汇总统计来看，问题产生主要来源于编码阶段，代码错误比例非常高，其原因主要有：（1）人工进行代码评审耗时，常常因为开发项目工期紧、人员承担多个项目工作量饱和，导致评审时间投入不足，覆盖率不高，多是小范围抽查；且所评审的问题用文本记录，不能直接与代码关联，验证问题修复耗时；（2）有统一标准编码规范但落地不严格，监控不到位，开发人员各自有自己爱好，代码规范在开发团队中没起到

作用，开发根据个人爱好进行编码。（3）规范落地监控不到位，人工检查工作量大，耗时久，导致规范要求形同虚设。开发阶段的代码检查工具是影响质量的因素 5M1E 中的“机器和工具”维度，现有的检查方式和工具已经无法满足质量控制和监督的要求。

随着金融市场的飞速发展，金融机构的客户需求也随之快速迭代，同时，敏捷开发成为主流、数据量几何级增长，Z 公司以人工为主的软件测试工具已经无法满足产品的快速更新和发布，测试工具是影响质量的因素 5M1E 中的“机器和工具”维度，现有的测试工具已经无法保障软件测试工作发现缺陷和问题的效率。以人工为主导的测试常常会出现遗漏，如：（1）测试人员漏测；（2）一个缺陷经过多次反复修改和测试后，测试人员只关注缺陷本身的测试，忽略与其相关的其他功能模块测试；（3）新开发的功能会影响到老业务，但测试没有覆盖到老业务。随着金融市场和业务的飞速发展，测试规模越来越大，人工为主导的测试工作效率慢，一旦交互次数增多，测试人员很容易进入测试疲劳状态，纯粹依赖员工的人工测试效率低下，无法保障产品按时发布。人工测试需要大量的人力投入，比如某一个产品模块需要成功通过 1759 个用例的测试才能保证其产品质量，但这需要 15~20 人日。

在软件开发生命周期中，软件测试是在开发之后必须开展的活动，Z 公司的测试团队发现由开发团队提交过来测试的版本问题和缺陷多，并且常存在严重问题，导致测试经常反复，没有充分的时间做深入充分的测试和系统规范的缺陷分析。甚者，由于没有在开发过程中设置充分的质量控制点或者控制点形同虚设，导致问题追溯工作很难开展。因此，在开发过程中设置并执行质量控制点是非常重要的，只有在质量控制点处达到一定标准时才能通过到下一环节，这样既有利于追溯问题、提高测试效率和深度，又有利于规范化缺陷分析、系统地寻找存在的问题。缺陷分析未落地、质量控制点形同虚设都是由于对影响质量的因素“方法”的监督和控制存在缺失。

质量控制是质量管理的重要内容之一，其目的是使产品、服务或者过程的固有特性达到预期的要求。在 Z 公司软件开发过程中，由于源代码检查工具低效、质量控制点形同虚设、测试工具低效以及缺陷分析未全面落地，导致质量控制和监督不到位，最终造成缺陷密度这一衡量开发过程特性的指标达不到要求。

2.4.2 质量文化建设不足

根据全面质量管理理论，质量文化建设是全面质量管理的重要工作内容

之一，质量意识是质量文化的一部分，是一家企业内部从领导到员工对质量管理工作认知水平的体现，是一种自觉地履行合同要求、确保产品或者服务能够按时保质交付的意志力。要提升员工的质量意识，首先需要具备质量知识，质量知识包括企业产出产品的质量知识、质量管理知识、行业质量标准知识等等。一般而言，对质量知识的认知越深刻，越能理解公司质量管理的方针政策，更能自觉的参与到企业的质量管理工作中。员工的质量知识储备通常通过入职培训、岗位培训和企业质量宣传等活动来提升。Z 公司在质量方面的培训和宣传工作还不充分，除了新员工入职培训时会穿插 1~2 个课时的质量相关的培训外，并无针对员工质量意识方面的系统培训和日常滴灌宣传。系统性的质量培训和宣传工作通常包括四个阶段，一是确定需求，二是制定培训和宣传计划，三是提供培训和落实宣传活动，四是评估培训效果，公司的质量管理总部是这些质量工作的主要牵头人和负责人。可见，有效的培训和宣传从识别有效需求开始的，质量管理总部应该综合考虑各方面的因素，评估员工目前质量认知水平与应有水平之间的差异，制定合理的培训和宣传计划，以集中培训、以师带徒、日常滴管等多种灵活的方式实现差距的缩小。但质量管理总部在识别培训需求方面存在不足，公司需要在这方面给予更多的资源倾斜以做好系统性的质量培训和宣传活动。这是员工意识不高的原因之一。

除此之外，公司对作出质量管理方面积极贡献的员工也没有明确的激励，基层员工提出质量问题和改进建议无法实现闭环跟踪，影响员工参与质量管理的积极性。因此，企业要有清晰的激励机制，对工作质量好的、对产品质量有贡献的员工要进行丰富多彩的宣传；对违反质量要求、工作质量差的员工要进行惩罚。对产品质量、质量管理工作有促进作用的建议和意见，除了要有机制进行闭环跟踪保障，也要对提出者进行物质上和精神的激励。在这一点上，Z 公司工作投入不足，这也是造成员工质量意识不高的原因之一。

2.4.3 持续改进机制不完善

根据全面质量管理理论，质量改进是质量管理的重要内容之一，其目的是为了增强满足质量要求的能力，是在现有基础上的提高和创新。Z 公司在推行过程改进工作时遇到的三个问题的原因分析如下。（1）管理层为了提高开发过程效率和质量往下推动新开发工具、新开发流程进行质量改进工作时，会发现推动改进的进程变得很缓慢，往往会遇到各个业务部门之间阻力。其主要原因是质量管理总部牵头的自上而下的质量改进活动，各个业务部门参

与程度不同，改进效果不一，组织中各业务部门参与改进工作的人员不够；其次人员质量意识不足，不愿改变，不愿接受新事物；再者，过程改进是质量管理总部主导行为，没有形成标准和制度进行支撑；最后，质量管理总部识别的改进项不一定解决团队当前的痛点。(2) 基层员工发现过程质量问题、提出改进措施无法形成专项进行跟踪、闭环关闭问题。其主要原因是质量管理总部还没在公司层面制定并形成统一的自下而上进行改进的工作机制。(3) 同时，因为基层员工的改进局限在团队中，即便通过努力解决了问题，相似的问题还是会出现在其他项目组，无法将经验快速复制到其他项目。比如 A 团队引入了原型设计工具并应用的很好、能有效改进开发过程，可以规避设计问题带来的缺陷，但其他的一些团队并不了解公司内部已有解决问题的方法，还在自己摸索学习使用，甚至不知道存在这么好的工具可以进行原型设计。其主要原因是公司没有对一线项目的改进活动进行专项记录、跟进并进行效果评价，管理部门不了解一线项目团队的改进及成效，好的案例自然没能在公司范围内进行主动共享，价值最大化。

这三点是造成持续改进工作难落地的主要原因。

2.5 本章小结

本章通过调研发现 Z 公司目前的主要质量问题是软件开发过程质量存在问题，即过程质量的特性指标——验收测试缺陷密度偏大。而软件开发过程的质量在很大程度上决定着软件质量，所以验收测试缺陷密度大是目前深刻影响公司软件质量的核心要素。因此，本章从软件开发过程质量存在的问题——验收测试缺陷密度大开始，寻找到导致该问题发生的核心原因——质量管理体系存在着三个主要问题，包括质量控制和监督不到位、员工质量意识不高以及持续改进工作难落地三方面，并分析了导致这三个质量管理问题的根本原因。此外在本章开始的时候介绍了 Z 公司的概况和质量管理体系现状。

第 3 章 Z 公司质量管理问题的改进对策

为了克服质量管理的三方面问题、降低验收测试缺陷密度、提高软件开发过程质量，制定了 Z 公司质量管理问题的改进对策，主要包括确定改进对策要达到的目标和原则，以及优化质量控制活动、开展质量文化建设，以及强化持续改进活动三个主要改进对策。

3.1 策划质量管理改进活动

根据全面质量管理理论，质量策划是指确定质量目标，为之配备充足的相关资源并规划必要的活动或者运行过程以实现目标。本课题从 Z 公司的实际情况出发，制定了改进对策的目标、改进原则与改进计划。

3.1.1 制定改进目标

Z 公司各个软件项目的项目经理和项目度量人员负责按照进度计划中度量计划的要求开展采样、度量与分析活动，并将原始数据和审核后的分析结果定期提交给质量管理总部，客户验收测试阶段的缺陷密度是要上报给质量部的数据之一。质量部定期收集到各个项目反馈的验收测试缺陷密度数据后，进行统计计算，其当前的均值为 0.2/KLOC、标准差是 0.24/KLOC。目标在现状基础上进行一定提升，由公司的管理层和技术管理委员会确定。验收测试缺陷密度作为过程质量特性指标、当前的目标是均值 0.1/KLOC、标准差 0.15/KLOC，这是本次质量管理问题改进对策实施之后计划要达到的目标。质量管理总部定期向公司的管理层和技术管理委员报告产品质量数据、过程质量数据以及质量管理工作，其中包含了现状差距分析、改进计划及其落地进度。

3.1.2 确定改进工作的原则和计划

质量管理问题改进对策将围绕三个重要原则来制定，一是以客户满意为导向，即改进对策最终要解决的过程质量问题——缺陷密度大是客户最核心诉求，是其最迫切希望得到解决的问题，它影响着软件产成品被客户使用时的可靠性、功能性、易用性、运行效率等等；二是充分发挥领导作用、全员参与，因为只有领导发挥带头作用、为质量工作确立统一宗旨和方向并为其提供资源，才能为质量管理体系开展工作、推进质量管理问题改进对策创造

良好的组织环境，只有各个层级的员工全员参与改进对策的制定和落地，才能真正地实现质的提升和飞跃，任何一块短板都会使改进功亏一篑；三是基于事实进行分析和决策，即在确定和推行改进对策、验证整改效果的整个过程中，都要基于事实的基础之上进行，因为有效的分析和决策是建立在真实的数据和信息基础之上的。

针对造成验收测试缺陷密度大的原因，Z 公司通过制度保障、组织结构保障、人力资源保障、以及质量管理体系保障（详细见第 4 章），在软件开发相关的职能部门和重点项目中全面推进改进对策，措施主要由三个部分组成，包括优化质量控制活动、开展质量文化建设提高全员质量意识、以及强化持续改进活动，计划用一年的时间、以三个月为一个时间单位分四个阶段落实改进对策，每个阶段都设置了里程碑，如表 3-1 所示。

表 3-1 质量管理问题改进对策的里程碑

阶段	优化质量控制里程碑	开展文化建设里程碑	强化持续改进里程碑
1	现状调研，识别痛点，确定工作目标和规划；	完成文化建设的整体规划，确定工作目标；	确定持续改进机制规划并选定试点项目；
2	确定质量控制点和缺陷分析规范，引入或开发编码和测试工具；	建设线上质量圈；完成金码奖规划和质量奖具体规划；	在试点项目中实施自上而下效果提升规划和自下而上管理强化规划；
3	选定项目进行试点，充分落地既定规划；	完成奖项评选，开展质量月和质量大会活动；	在 Z 公司项目组中全面实施既定规划；
4	实施全面优化工作、总结宣传，形成体系	总结文化建设工作，培养质量至上的土壤	全面实施，经验总结及分享，并持续验证效果

为了更好地推进改进对策落地，质量管理总部制定定期沟通计划，每个月末举行月度例会，汇报专题进展、问题和风险；根据里程碑的重要性，组织专家评审；此外，针对事件驱动性问题则通过企业微信或者邮件等方式联系解决。

3.2 优化质量控制活动

根据 ISO 9000: 2015 对质量管理的定义，质量控制是质量管理的重要内容，指在质量形成的各个环节中，对影响质量的因素（5M1E）进行控制，其目的是使产品、服务或者过程的固有特性达到预期的要求。段远刚和林志军

(2018)指出质量控制在质量管理中起着非常重要的作用,能降低质量损失、提高企业的经营业绩^[39]。在质量控制方面,由于Z公司的源代码检查工具低效、质量控制点形同虚设、测试工具低效以及缺陷分析未全面落地,导致质量控制和监督不到位,使开发过程的固有特性——缺陷密度达不到规定的要求。编码和测试是软件开发生命周期中不可裁剪的关键技术活动,也是质量控制重点发力的两个阶段,上述质量控制四方面问题均来自于编码和测试阶段。因此开发和测试团队使用头脑风暴的方法来寻找对策,通过营造畅所欲言的气氛,清晰的界定头脑风暴的主题,确定讨论目标;让参与者从各自专业的角度、向目标提出各自的想法并写出各自的想法;在这个过程中不批评,不评价任何想法直到没有新的想法;汇总思路进行分类并做充分的沟通讨论,评估和完善构思;最后结合痛点进行交流形成解决方案。

质量控制是指在质量形成的各个环节中对影响质量的因素进行控制,这些影响因素被总结为5M1E,即人员 Man、机器和工具 Machine and Tool、材料 Material、方法 Method、测量 Measurement、环境 Environment。经过汇总确定需要优化的质量控制活动包括引入源代码检查工具、完善测试控制点、开发自动化测试工具和规范执行产品缺陷分析,主要从5M1E中的工具和方

3.2.1 引入源代码检查工具

根据ISO 9000: 2015对质量管理的定义,质量控制是质量管理的重要内容,指在质量形成的各个环节中对影响质量的因素(5M1E)进行控制。引入源代码检查工具是对传统人工检查的替换升级,有利于加强开发编码阶段的质量控制和监督工作,而检查工具是影响开发过程质量的重要因素之一,属于5M1E中的“机器和工具 Machine and Tool”范畴。为了做好这项工作,Z公司质量管理总部和研发中心首先需要明确编码规范要求,对开发团队培训宣导,选择并引入合适的静态代码检查工具 Checkstyle,将编码规范要求规则融入该工具中,其覆盖率高,检查效率高,且方便定位问题代码及跟踪,方便统计分析;其次,将检查工具 Checkstyle 与 Jenkins 集成,构建持续的静态代码分析,实现可持续的代码检查,做到自动覆盖、自动检查、自动分类统计。

这样可以统一编程规范,提升了代码可读性,即使人员离职,新员工入职接手时也容易理解上任的代码和思路;使编码规则与开发工具集成,在开发过程中、提交代码时均能进行检查,便于开发者养成良好的编程习惯;使

代码静态可实现全覆盖，规范类问题（如代码格式不规范、语法不规范、多余内存申请或引入、错误递归等）基本靠静态检查工具可以完成，原来代码评审时间的 90%可投入到代码逻辑类的检查中；此外，自动化评审的问题可自动化记录，无遗漏，可快速进行源代码定位修复、验证。

3.2.2 完善质量控制点

根据 ISO 9000: 2015 对质量管理的定义，质量控制是质量管理的重要内容，指在质量形成的各个环节中，对影响质量的因素（5M1E）进行控制。完善质量控制点是对测试方法进行改进，而测试方法是影响开发过程质量的重要因素之一，属于 5M1E 中的“方法 Method”范畴。质量控制点是指在软件开发生命周期中所确定的关键质量检查点，在这个点需要严格地进行评审或者测试，达到要求方可进入过程的下一环节；完善质量控制点的设置，可以实现质量控制的强化，最终达到降低验收测试缺陷密度的目标。设置质量控制点这种质量控制方法起源于汽车制造业，但不管在传统制造业还是在软件开发企业，其目的都是为了合理调配资源、确保项目进度、保证产品质量。在 Z 公司软件开发过程中设置质量控制点也是有明确要求的，但由于质量控制点设置不合理且落实不到位，导致其形同虚设，因此完善质量控制点并做到真正执行就成为整个质量管理问题改进对策的关键一环。

Z 公司在完善质量控制点设置的时候要考虑五个核心要素，评审时间、评审内容、评审标准、评审人和决策人。评审时间是指在哪个时间点、即软件开发的哪个环节必须进行评审，只有通过了评审才能进入下一个开发环节。评审内容通常是一份检查清单，分析合同要求——即评审标准是否被合理满足。评审人通常包括开发和测试团队的核心成员、项目经理，也包括项目的质量负责人。在评审人得出质量控制点是否通过后，由决策人根据评审过程要件、合同要求和项目实际情况决策是否通过质量控制点并进入下一个环节。质量控制点的评审结果分为四个，分别是状态待确认、满足目标、不满足目标但有补救措施和不满足目标且无补救措施，只有状态为满足目标时，才能进入下一个开发环节。Z 公司在优化质量控制点设置的依据包括三种，一是上下游交接的时候，比如开发完成转到软件测试环节的时候设置质量控制点；二是在投入大量资源的环节，比如需求定稿时需要设置质量控制点，因为马上要开始的设计、开发、测试等活动需要投入大量资源；三是在返工成本很高的环节设置质量控制点，比如完成模块开发、要做阶段性发布或者部署的时候。

3.2.3 开发自动化测试工具

随着产业的迭代发展，质量要求随之变化变得更加丰富和严格，这就要求测试工具也要动态地开发和完善。根据 ISO 9000:2015 对质量管理的定义，质量控制是质量管理的重要内容，指在质量形成的各个环节中对影响质量的因素（5M1E）进行控制。开发自动化测试工具是对传统测试工具的替换升级，有利于提高开发过程的测试效率，而测试工具是影响开发过程质量的重要因素之一，属于 5M1E 中的“机器和工具 Machine and Tool”范畴。Z 公司针对不同细分领域开展专业化经营，已经实现在所有金融领域的 IT 服务全覆盖，包括银行、证券、保险、监管机构等领域。随着金融市场的飞速发展，金融机构的客户需求也随之快速迭代，以人工为核心的软件测试工作已经无法满足产品的快速更新和发布、无法保障软件测试工作发现缺陷和问题的效率。在敏捷开发成为主流、数据量几何级增长的时代背景下，自动化测试是顺应行业发展的必然趋势，有利于降低验收测试缺陷密度、最终提高软件开发过程质量。

以人工为核心的软件测试工作在设计的测试用例通过审核后，由测试人员按照测试用例中的要求一步步手工完成测试，并由测试结果评估软件产品的功能性、可靠性、易用性、效率等是否达到设计要求。自动化测试则把人工测试转化成由机器执行，有利于节省人力资源、硬件资源、时间，有利于提高测试效率。从海外的 IT 巨头微软、IBM 到国内通信设备供应商华为、中兴，都拥有其自身配套使用的自动化测试体系和平台。

Z 公司选用开源的 RobotFrameWork 平台进行自动化测试工具的开发，测试工具集测试案例管理、测试脚本、测试数据于一体，测试案例直观，测试脚本与测试数据可追溯，对于失败的案例可以查询失败日志，使测试工作完全实现自动化。基于 python 脚本开发的自动化测试工具，有丰富的第三方模块资源，且开发测试工具方便，扩展性强，使用简单，支持 Web、各类应用程序和数据库接口，以及 WebService、CGI、Http 协议、Socket 接口等各种协议接口。Z 公司将通过以师带徒和集中培训的方式，对测试人员进行自动化测试工具知识的培训，要求测试人员都能做自动化测试；通过在重点项目中做测试试点，让测试员工感受到自动化测试工具带来的效率的大幅提升，形成人人都有想转自动化测试的意识。在开发测试工具、提升员工能力技能水平的同时，Z 公司将积极的建立和积累自动化测试用例库，以适应产品快速迭代带来的测试工作量。

Z 公司通过个别重点项目的试点，总结了自动化测试实施前后的对比。

实施前，人工测试效率慢，测试用例设计麻烦，原来 1759 个用例需要 15~20 人日完成；实施自动化测试后，测试效率快同样工作量只需要 1 个小时完成，测试用例设计方便，测试数据准备方便；但是也有一定的弊端，比如前期编写自动化测试用例的脚本需要更多的耗时，比人工测试多出 30%的工作量，但整体而言还是能大幅节省人力和时间。其他试点项目测试时长对比表参考表 3-2 所示，可见使用自动化测试工具后，效率得到大幅提升。同时通过试点工作发现基于 RobotFrameWork 平台进行自动化测试工具开发优于其他平台，前者有如下优势：自动化测试脚本设计简单，便于上手，新员工一周内可以上手；执行速度快；自动输出测试报告，自动打印错误日志；有丰富第三方模块可以调用。

表 3-2 试点项目手工测试和自动化测试的时长对比

项目组	测试用例数量	手工测试时长	自动化测试时长
试点项目 A	222	4 人日	35 分钟
试点项目 B	522	4 人日	3 小时
试点项目 C	302	10 人日	4 小时
试点项目 D	302	8 人日	41 分钟
试点项目 E	174	6 人日	30 分钟

3.2.4 规范执行软件缺陷分析

每一个组织或开发团队都应该规范地执行软件缺陷分析，恰当地解决或者规避软件中存在的缺陷，这是关系到该组织或团队生存发展的质量根本。软件缺陷是计算机程序中存在的错误或者问题，其能破坏程序的正常运行并导致实际运行的结果和预期计划不一致。在质量控制的定义中分析方法是影响开发过程质量的要素之一，属于 5M1E 中的“方法 Method”范畴。Soylemez 等认为软件产品的质量在很大程度上取决于软件开发过程的质量，由于软件过程的度量是一项具有挑战性的任务，因此经常使用软件产品中的缺陷来度量开发过程的质量，从业者可以调查和解决导致软件缺陷的根本原因，从而改进开发过程质量和产品质量。宫云战等（2011）指出缺陷密度作为过程质量的特性指标，是影响软件质量的关键因素之一，发现和排除软件缺陷是软件开发过程中重要的工作之一^[40]。缺陷的存在会导致软件产品在某种程度上不能满足用户的需要，从理论上讲，其来源无外乎四个方面：（1）疏忽造成的错误；（2）不理解造成的错误；（3）二义性造成的错误；（4）遗漏造成的错误^[40]。从软件开发生命周期看，后三类缺陷主要存在于软件开发的前期

阶段，比如需求分析阶段、设计阶段、编码阶段；而第（1）类疏忽造成的错误是必然的，任何阶段都可能发生，因为疏忽是人类的固有本性，只不过是有些人做事比较认真，犯错误的概率小，反之亦然，但不可能不犯错误。缺陷分析是指对缺陷信息进行搜集、分类并运用统计方法进行判辨，通过缺陷分析可以知道产生缺陷的来源是什么、根本原因是什么、如何影响到输出和客户的使用；是某个人的行为还是群体共性行为导致。缺陷分析的输出一般为改进措施、开发规范以及代码检视 Checklist。

为了了解缺陷集中的区域及产生的原因实施改进，减少缺陷外泄，Z 公司规范了缺陷分析工作，主要通过单个缺陷分析和 ODC（正交缺陷分类）缺陷批量分析两种方法进行。单个缺陷分析是指由单个有研究意义的缺陷作为切入点分析产生缺陷的根本原因，从而制定改进措施和预防措施。不管是研发阶段还是维护阶段、使用瀑布开发还是敏捷开发模式，出现严重、致命缺陷、多次重复修改的缺陷、漏测试缺陷和典型具有代表性问题的时候即可以开展单个缺陷分析，分析问题根因和流出原因，以制定改进措施和预防措施。Z 公司规定单个缺陷分析需由产生该缺陷的开发人员执行，要求开发人员编写对应的缺陷分析报告，报告中写明产生缺陷的根源，以及流出到测试阶段或上线阶段的原因，制定对应的缺陷的改进措施和预防措施。

ODC 缺陷分析由 IBM 的 WASTON 中心推出的缺陷批量分析方法。Z 公司规定，在研发阶段，瀑布项目的每个正式版本测试结束后开展一次缺陷批量分析，敏捷项目的每个迭代结束可以开展一次缺陷批量分析；在系统集成测试阶段也可以进行批量分析。Z 公司规定 ODC 缺陷分析由项目经理或者软件测试负责人负责牵头执行，主要是对缺陷的两个属性进行二维正交，产生一个矩阵/图表，从矩阵/图表中识别到问题比较集中的区域，进行深入分析，从而识别到一些纠正措施和预防措施，在项目后期执行改进。

为了规范执行软件缺陷分析工作，避免测试规范形同虚设，Z 公司要求责任人在本小节提及的恰当时机组织开展软件缺陷分析，主要方式是通过组织缺陷分析会来落地。规范要求缺陷分析会会议前要明确缺陷分析的主导者，准备缺陷分析的主要数据，挑选典型缺陷，对产生缺陷的根本原因进行预分析，制定初步的改进措施以提高会议的效率，除了通知相关干系人，还要通知项目管理部、质量管理总部相关人员参加制定改进措施。会议中对会前已经挑选的典型缺陷、预分析原因、初步制定的改进措施进行全员集体讨论分析，明确产生缺陷的根本原因及制定改进措施，改进的维度包括流程、过程活动缺失、管理规范、技术能力、环境因素、个人态度因素等方面；各个角

色参与讨论不是互相推卸责任，而是要互相给予建议或者站在自我角色上反思；识别出最重要的根本原因和改进措施，需要落实到具体的责任人，明确落实执行日期。会后缺陷分析会议后，要求输出缺陷分析报告，需要展示的要害包括根本原因及改进措施、责任人、完成标准、解决时间、解决状态跟进、改进措施的执行情况；除此之外，还需要定期跟进改进措施进展，直至措施落地、问题解决。通过规范执行软件缺陷分析，有利于降低缺陷密度、最终提高软件开发过程质量。

3.3 开展质量文化建设提高全员质量意识

根据全面质量管理理论，质量文化建设是全面质量管理的重要工作内容之一，开展质量文化建设能提高全员质量意识，提高员工对质量的认知水平；同时由质量控制的定义可以看出，在影响质量的因素 5M1E 中，“人员 Man”也是影响质量的核心因素之一，因此通过质量文化建设使员工的质量意识和对质量的认知水平提高，最终可以使软件开发过程质量逐步提高。企业应该构建完整的质量文化体系，积极的质量文化在企业中起着重要的督促、指导和纠偏作用，对企业利润产生正面的促进作用^[41, 42]。质量文化是 Z 公司企业文化重点聚焦的八大方面之一，但通过第 2 章的根因分析发现由于公司质量激励还有待加强、质量培训和宣传活动开展密度比较低，导致员工质量意识不高，这是公司质量文化建设存在不足导致。为此，Z 公司计划开展质量文化建设以提高全员的质量意识，主要包括三部分内容：开展线上质量圈活动、开展线下金码奖和质量奖评选，以及开展质量月和年度质量大会活动。

3.3.1 开展线上质量圈活动

线上质量圈活动依托公司的质量圈公众号开展，分享质量知识、宣传质量文化、提升质量意识。截至目前质量圈公众号已经累计发布文章 100 篇以上，素材来源除了内部原创，扩展到外部转载、公司 IT 人员推荐、知识库等多渠道；公众号以“质量/技术干货+互联网资讯+质量宣传+IT 漫画、趣文”四大方面进行内容结构优化，对精彩文章做合集和分类导览，对菜单、目录、头图、尾图进行了优化和改版，并进一步加强排版的美观和阅读流畅性，新增节日海报、活动互动和话题讨论留言。同时，以公众号为渠道，对线下金码奖、质量奖评选、质量月和年度公司级大会、活动进行报名和宣传，大幅提升质量管理活动的影响力。

3.3.2 开展线下金码奖和质量奖评选

通过多个产品的验收测试缺陷汇总统计来看，问题产生主要来源于编码阶段，代码错误比例非常高，高达 68.76%，其中代码规范性问题又占代码错误的 59%。为了解决这个问题，Z 公司的总裁以个人资助形式设置“金码奖”，以激励开发人员提高代码质量，从而降低缺陷密度。金码奖的评分维度包括逻辑技巧（算法&数据结构、设计模式、逻辑）、重要性、原创性、规范性等维度评价，总分 100 分，80 分以上者方有获得奖励资格。

为了总结质量提升经验、树立榜样，进一步提升公司各级人员质量意识，鼓励和激励员工参与产品质量提升的积极性，持续改进，从而提升核心竞争力，特设置质量奖，奖励在提高产品质量过程中做出成效和贡献的项目、团队和个人。评选范围为处于公司质量体系之中、重视质量管理工作、积极贯彻落实质量管理工作或在重点质量管理推广过程中做出贡献的项目、团队和个人。质量奖奖项设置如表 3-3 所示，分集体和个人两大类，奖金 1200 元到 3000 元不等。

表 3-3 质量奖奖项设置

	奖项	名额上限	奖金设置
集体奖项	项目质量奖	6	3000
	团队质量推动奖	6	3000
个人奖项	质量明星	15	1200
	改进之星	5	1200
	配置之星	5	1200

质量奖的评价准则如表 3-4 所示，集体大类下包含了项目质量奖和团队质量推动奖，个人大类下包含了个人明星、改进之星和配置之星三个奖项，评价准则同时对入围条件和加分项做了明确规定。

通过线上质量圈活动和线下金码奖的评选、表彰、总结、宣传活动的互相结合，不断尝试新方法和新颖的互动活动方式，有效地加强公司的质量文化建设并有效地提升了公司员工的质量意识。

3.3.3 开展质量月和年度质量大会活动

Z 公司在每年八月开展质量月活动，公司质量部将会在线上和线下组织质量相关的活动，包括质量专场培训、经验分享会，线上活动有奖答题等。

年度质量大会则是对金码奖和质量奖获奖优秀员工的表彰，对过去一年公司质量管理工作取得的成果和经验进行总结和分享，也是对存在的重要问题进行集中讨论，并对来年质量管理工作进行充分讨论和规划。Z 公司的质量管理体系得到逐年的提升，但在某些环节仍存在不足，因此年度质量大会把“由心出发，质量从我做起”作为质量文化建设的口号和关键词，可见公司已经将质量管理从宏观层面落实到微观的细节中，要求每一位同事都需要从自己做起，重视质量工作；同时，Z 公司对质量管理体系做了进一步的优化，公司层面制定整体的质量管理政策，由质量管理总部负责落实，总结方法和工具并充当教练的角色，对员工进行传导、指导和教导工作，各部门、各项目组要指定具体的质量负责人，对自己部门和项目的质量负责，并建立问责机制。

通过开展质量文化建设，目的是让 Z 公司的每一位员工都逐步认识到质量是从做好本职工作开始，从自己开始。只有把质量工作做好、做到位，才能提升公司产品质量、客户满意度以及企业竞争力的提升（见表 3-4）。

表 3-4 质量奖评价准则

类别	奖项	名额	申报说明	入围条件	加分项
集体 奖项	项目 质量奖	6	处于公司质量体系之中，重视质量工作，严格按照公司质量规范运作，质量目标均达标的项目组可申报评选	1.目已上线，有客户满意度数据且达标； 2.目各质量目标均达标； 3.目不合格项全部关闭	1.目的优秀经验积极地推广给其他部门团队； 2.在公司质量体系中严格执行公司质量的相关流程并有创新，取得显著效果； 3.积极参与配合质量工作
	团队 质量奖	6	积极贯彻落实质量重点工作，积极参与配合公司推动的改进试点的团队可申报评选	积极贯彻执行重点工作，并协助推动其他团队配合执行，并取得了突出成效的团队	在质量重点工作如质量提升专题等中取得显著效果，配合度高

表 3-4（续表）

类别	奖项	名额	申报说明	入围条件	加分项
个人 奖项	质量 明星	15	处于公司质量体系之中，重视质量工作，对项目质量提升做出努力或贡献的个人可进行申报评选（含开发、测试项目管理角色）	1.了解公司过程规范，主要负责的项目在年度内没有出现过事故； 2.提交缺陷较多的测试人员或开发代码及文档质量高的开发人员； 3.积极推动质量提升的 PM、项目经理员	发现致命的严重缺陷多
	改进 之星	5	处于公司质量体系之中，对推动或执行质量提升等专题做出努力和贡献的个人可申报评选	积极推行公司开发过程的质量改进工作如敏捷开发、质量提升等专题，或在推动质量改进过程中做出突出贡献的人员	
	配置 之星	5	处于公司质量体系之中，对推动持续集成、或执行配置管理过程做出努力和贡献的个人进行可申报评选	1.无不合格项； 2.在持续集成的建设中做出突出贡献的人员； 3.出色地完成配置管理工作的人员	

3.4 强化持续改进活动

世界公认的质量管理先驱朱兰及其继任者笛福认为质量管理是通过持续的质量改进来获得更优结果，并保证所有的产品、服务和流程满足客户的需要。根据 ISO 9000: 2015 标准定义，质量改进是质量管理的重要内容之一，是指为了增强满足质量要求的能力，在现有基础上的提高和创新。Bourke（2017）等的研究发现质量改进对绩效具有短期破坏性但长期而言具有有益

影响^[43]。CMMI 本质上是一套软件开发过程的质量管理要求，Z 公司是行业内首家通过 CMMI 最高级别、CMMI5 级认证的企业，CMMI5 级核心要求也是持续改进。但 Z 公司在推行过程改进工作的时候往往会遇到各种阻力，比如管理层和质量部为了提高开发过程效率和质量自上而下推动新开发工具、新开发流程进行质量改进工作时，会发现推动改进的进程变得很缓慢，往往会遇到来自各个开发部门的阻力；基层员工发现开发过程问题、提出改进措施无法形成专项进行跟踪、闭环关闭问题；即便关闭了问题，相似的问题还是会出现在其他项目组，无法通过将经验快速复制到其他项目。因此，为了让持续改进活动对过程质量提升形成更强的作用力，Z 公司将从以下三个方面强化持续改进工作，包括提升自上而下持续改进工作的效果、强化自下而上持续改进工作的管理、以及组织最佳改进案例的学习和经验推广。

3.4.1 提升自上而下持续改进工作的效果

为了提升自上而下持续改进工作的效果，从而提升软件开发过程质量，Z 公司重新组建专门的机构 EPG (Engineering Process Group)、即工程过程组，积极地推动过程改进是 EPG 的核心职责。EPG 是常设机构，其成员是各业务部门的核心岗位员工，但可以根据改进活动具体需要动态调整，这样可以使改进活动的相关部门都参与到其中，提升自上而下持续改进工作的效果。EPG 是公司持续改进活动的抓手，主要责任包括建立、维护和改进标准的软件开发过程，并使其在具体项目中落地；优化与该过程相关的开发工具和工作方法；修正项目具体开发过程与标准之间出现的偏差。推动公司进行自上而下的质量改进工作是 EPG 的核心工作之一，聚焦以下 5 个关键活动。

(1) 识别改进机会 EPG 通过企业中的各种途径和方式搜集信息，以发现工作中需要改进的不足，比如可以根据公司制定的中长期经营目标发现薄弱环节，进行差距分析并识别改进机会；从客户满意度调查结果出发，找出客户不满意、产品固有特性不满足要求的事项，发现薄弱环节、分析差距、识别改进机会；通过员工的合理化建议获得关于改进机会的信息，但这需要企业首先营造一个良好的质量文化环境使企业具备持续改进的氛围；通过质量管理总部对公司内部进行的内部质量工作审核、外部认证机构对公司进行的外部质量审核或者各种持续改进活动，发现不足、分析差距，不断发现业务过程的薄弱环节；从公司各个核心开发团队开发过程或者开发经验中识别改进机会；通过日常工作识别存在的不足，分析差距并识别改进机会。收集的改进信息记录在《过程改进问题跟踪单》。每半年 EPG 都需要对各渠道搜

集到的改进信息进行统计和综合分析，发现业务过程中共性的薄弱环节，针对其制定恰当的改进计划并选择合理的改进时机使其落地。

(2) 结合经营和项目的共性需求和痛点有针对性地制定过程改进计划 每年年初由公司管理层制定当年的商业目标，EPG 依据公司商业目标制定年度的改进目标；同时综合考虑当前过程质量评估结果和来自组织或者个体的过程改进提议，拟定质量改进工作的年度目标和工作内容。随后 EPG 根据公司经营活动和项目的共性需求和痛点，确定各项改进计划及其优先级，识别改进活动潜在的风险，为改进计划配备和协调充足的资源，并为每一个改进项目指定第一责任人和项目成员。在改进计划经过同行评审和管理层批准后，EPG 将其纳入到公司的过程质量改进计划池中。在执行过程中，当改进计划有大的改动时，实施同行评审，并经管理层和技术管理委员会批准。

(3) 实施质量改进并报告 EPG 根据管理层和技术管理委员会批准后的改进计划组织各部门或者项目组执行改进工作。各项活动的责任人负责实施具体的改进活动。一般情况下 EPG 选取两到三个项目进行改进试点，试点过程中对于标准中不适合的地方，EPG 应听取试点人员的意见，及时修订。EPG 多渠道收集改进建议，记录在《过程改进问题跟踪单》进行跟踪。

积极地推动过程改进是 EPG 的核心职责，其对改进工作需实施严密监控，跟踪过程改进活动实施情况。当过程改进遇到阻力和困难时，EPG 应给予及时地疏导、答疑和资源支持，帮助改进的顺利实施。改进活动结束后，EPG 需要验证目标是否达成，总结经验并输出《改进工作报告》，向管理层及过程改进相关人员汇报。同时，EPG 通常每年向管理层及过程改进相关人员发布关于过程改进的年度工作报告，汇报当年过程改进目标的达成情况。

(4) 评审质量改进效果 管理层和技术管理委员接收到 EPG 的活动报告和年度工作报告后，对照 EPG 的过程改进计划，对改进活动的进展、状态和结论进行评审，确保工作满足企业目标和策略，提出关于标准开发工作和过程质量改进活动优先次序的建议，与 EPG 讨论 EPG 不能解决的相关冲突和问题，制定和评审解决问题的行动措施。

(5) 检查改进效果 对 EPG 负责的过程改进工作的检查，至少每半年一次，由质量管理总部组织进行，完成《过程改进检查单》上报管理层和技术管理委员会。

3.4.2 强化自下而上持续改进工作的管理

Bakotic 等 (2017) 认为全员参与对实施持续改进和事实决策方法等至关

重要^[44]。为了强化自下而上持续改进工作的管理，更好地实现从发现问题到解决问题的全流程管理，最终提升软件开发过程质量，公司启动建立“Z 公司 QCC 小组管理机制”。QCC (Quality Control Circle, 品管圈) 是由工作场景相同或者相似的基层员工自动自发组成的数人一圈的小团队，QCC 研究的课题应该是能有效提高过程质量、产品质量、工程质量、服务质量的，或者能提高工作效率、降低成本。而此次建立“Z 公司 QCC 小组管理机制”主要目的是为过程改进、解决某个或某类工作中遇到的过程质量问题而存在，在问题关闭后圈子解散，一般为 6~10 人，其活动主要有发现问题、组建圈子，选定主题并分析其可行性，通过现状调查和原因分析确定主要原因，设定改进目标，制定对策和实施计划，报告专题实施状况，在问题解决后实施效果检查，根据改进效果确定是否有推广价值。

(1) 员工自主发起并选定主题 QCC 小组是由员工自主发起的，为解决工作中遇到的过程质量问题而组建，组建工作需要上报相关质量管理组织审核生效、以便统一监管。小组成员一般包括组长，执行成员，试点项目项目经理，质量管理辅导员。QCC 小组选定的主题主要包括二种情况，一种是针对现状中存在的薄弱环节的，可能是离公司制定的中长期商业目标还存在差距，可能是员工的合理化建议中发现的差距，可能是通过内外部质量审核中发现的差距，针对不足完成差距分析后，规划改进目标和方案，以缩小差距达到规定的标准或要求；第二种不是针对现状中薄弱环节的，而是为了追求卓越、使目前的业务过程发生新的革命性变化，更好的适应或者引领行业的发展。QCC 小组虽然是由员工自主发起组建，但是在选择改进课题时也需要考虑公司和部门的需求，这些需求可能是公司战略中急需改进的一部分；可能是包含在部门业务规划中需要改进的；能改进或者优化开发流程；是客户、业界等外部环境急切期盼的改进。

(2) 制定改进工作的计划 QCC 小组设计适合本小组现场需要的、易于数据收集、整理的的数据收集表；同时，针对选定主题所涉及的问题的症结，收集该主题相关的、效果改进前的数据和现状，数据一定要真实，不得经过人为修饰和造假。QCC 小组对收集上来的数据进行统计分析，然后一般运用头脑风暴法、鱼骨图展开分析，找出影响的主要因素，主要因素应该是具体的、明确的。找到问题的根本原因后，应确定合理的目标值，目标值的确定需要符合 SMART 原则 (Specific 具体的、Measurable 可以衡量的、Attainable 可以达到的、Relevant 和其他目标具有相关性、Time-based 有明确的截止时间)。QCC 小组根据所确定的目标值需要制定详细计划，要充分考虑人员投

入、职责分工、进度安排、风险问题，定出具体的步骤、目标、日程和负责人。

目标值和计划的确定应和所在部门的质量负责人讨论并确定，以对其适宜性、可行性与挑战性进行充分评价。部门的质量负责人对其适宜性、可行性与挑战性进行评价后，交由相关质量管理组织审核；后者组织干系人评审通过后，与 QCC 小组改进活动相关的部门总经理要确保资源的投入，并将 QCC 小组的改进活动纳入管理范围。

(3) 选择合适的开发项目试点实施计划 QCC 小组按照评审通过后的计划进行实施。小组根据专题涉及的内容、专题实施进度选择规模适中、进度相符、业务进度压力合适、不是公司战略的项目或者有试点需求的团队进行试点。一般要选择 3 个左右的项目试点，试点周期不长于 3 个月。试点过程中，QCC 小组要按照设定的数据收集规划，收集相关的试点数据，以便进行试点效果分析。试点过程中，小组的负责人负责定期向相关的质量管理组织汇报试点状况，并由后者进行阶段里程碑效果检查、评审。试点实施结束后需要收集改善后的数据，分析数据，检查改进效果，同时要分析总结其不利影响的一面。在整个实施过程中，质量管理总部根据 QCC 小组制定的改进目标和计划，对其执行进度进行跟踪、监控、检查与验证。

(4) 检查实施效果和推广优秀经验 最后，将对策实施阶段的最终产出记录到质量改进主题报告，质量管理总部负责人对该主题的实施效果进行确认，评价该专题推广范围、推广价值。对于优秀的改进案例，质量管理总部在最佳实践学习交流会中进行经验推广；对于经过质量管理总部确认的有效改进规划，可将其纳入公司或部门的质量管理标准体系文件；对于值得在公司范围内推广的改进案例，质量管理总部将制定推广规划组织进行推广工作，包含更新质量管理体系标准、确定推广范围、培训辅导、确定度量方法等，按照计划执行推广工作，并检查关键活动或产出，跟踪推广效果。

3.4.3 组织最佳改进案例的学习和经验推广

为了贯彻公司的十六字质量方针“客户至上，质量为先，持续改进，追求卓越”，每年质量部将在公司范围内组织开展最佳改进案例的评选和学习活动。最佳改进案例来自上而下或者自下而上的质量改进工作，这些活动的重要目的之一是提高软件开发过程质量、从而提升软件产品质量，寻找更加的工作方法以提高工作效率，最终提高客户满意度。优秀的案例将通过分享的形式，在公司范围内发布，便于各项目团队学习、借鉴。为了加强质量文

化的建议，为客户提供更好的产品和服务，质量部在组织最佳改进案例的活动时，不仅仅是简单的颁奖仪式，而是更加重视最佳改进案例的分享、学习以及经验的交流；不仅仅展示当年的优秀实践，也会选择往年的经典案例和优秀经验进行分享，激励各项目团队深入学习并在实际工作中应用。

最佳改进案例的分享和学习都在统一的指定平台上进行分享，让全体员工都有机会及时了解最佳改进活动的开展情况和成果；参与活动的改进小组随时在平台上提交分享内容，全体员工都可以及时查阅、评论。同时，质量部选择大家关注度高的主题、具有较高推广价值的主题，在公司范围内不定期的举办分享会议，这样除了提供一个学习、交流的机会，还可以促进有兴趣的团队或个人进一步深入研究、应用并拓展实践内容。最佳改进案例的评分由分享评分和最终成果评审得分两部分加权最终得出，并依据最终得分确定奖项排名。其中，分享评分是指在平台或会议分享的过程中通过增加大众评审环节，参与者对该主题的评价与评分；最终成果评审得分由技术管理委员会专家组、质量部、各部门质量负责人评定得出。

最佳改进案例活动的开展，使公司的各个层面都能充分受益。从公司层面看，活动的开展能够将成果和经验快速复制到公司的各个软件开发项目，提升软件开发过程质量，优化产品质量，增强产品的竞争力；同时也有利于质量文化建设，提高全员的质量意识。从部门层面看，活动的开展可以积极识别各部门中存在的问题并进行分析根因，主动改进，增强部门内项目经理、产品经理等人员的质量意识；同时也有利于提升产品开发效率和过程质量，最终提高客户满意度。从团队和个人层面看，通过最佳改进案例活动的开展，可以促成个体积极学习质量改进的方法、工具，运用科学化的思考方式解决问题，培养不断学习、精益求精的工作态度，激发潜能、提升能力，满足员工自我实现的需求。

3.5 改进对策的可行性分析

以下从领导作用、技术可行和风险可控三个方面阐述改进对策的可行性。

首先，在“客户至上，质量为先，持续改进，追求卓越”16字方针指引下，Z公司领导统筹制定了与公司战略和所处环境相适应的质量方针，并努力创造条件使全体员工积极地参与实现质量管理目标的管理活动。公司的领导能够就其质量方针和具体质量管理工作进行积极地沟通，在组织的各个层级建立统一的价值观并培育积极向上的质量文化，建立了适宜的职能部门和岗位、为之合理安排了相应的责权利并使之在整个公司内得到理解，通过履

行质量承诺成为组织的榜样，并为员工参与质量管理实践提供必要的资源和帮助。公司领导起到的积极作用为改进对策的可行提供了基本前提。

其次，企业必须研究竞争对手和同行的优秀实践，不断学习行业内的新方法、新经验和新理念，不断完善和持续改进、缩小与对手间的差距，提升经营业绩，最终实现企业自身的发展和壮大。Z 公司践行竞争性标杆管理，选择具有相同客群和市场、产品和服务相似、作业流程差异小的竞争对手作为基准进行比较，取长补短，不断缩小差距并获得竞争优势。在与 Z 公司的同行 B 和 C 公司的对标过程中，发现对手公司通过质量控制、持续改进等质量管理方法，可以把验收测试阶段的缺陷密度降低到 $0.1\sim 0.15/\text{KLOC}$ 的较低水平。由此可见，改进对策所提出的目标——把缺陷密度降低到均值 $0.1/\text{KLOC}$ 、标准差 $0.15/\text{KLOC}$ ，从技术上看是可行的。

最后，从 Bourke 学者的研究可以发现，持续改进活动是质量管理的重要内容，其对公司绩效具有短期破坏性但长期而言具有有益影响。毫无疑问，改进对策在落地的过程中将对开发项目的绩效带来冲击，比如采用新的测试工具可能会增加开发时长从而导致无法按时交付的风险、为了强化持续改进活动增加了资源投入但不能完全达到预期效果从而降低了项目绩效，等等。但这些风险都不足以阻碍改进对策的推行，因为 1) 可以通过项目管理的手段，比如在试点前对项目组测试人员做充足的新测试工具的培训、做好合理的开发计划和时间管理，来克服可能发生的交付风险；2) 即便投入了资源而达不到预期、从而造成 Z 公司成本的增加，这种增加相对于潜在极可能发生的受益效应是值得的；同时，即便失败的改进活动也不会对公司造成巨大损失。因此推行改进对策的风险是可控的。除此之外，推行改进对策并不存在明显的社会风险、法律风险、财务风险、等等。

综上所述，推行改进对策是可行的。

3.6 本章小结

针对质量管理工作的問題——质量控制和监督不到位、员工质量意识不高以及质量改进工作难落地，本章规划了相应的质量管理问题改进对策，包括三方面的内容，一是优化质量控制活动，包括引入源代码检查工具、完善质量控制点、开发自动化测试工具和规范执行软件缺陷分析；二是开展质量文化建设提高全员质量意识，包括开展线上质量圈活动，开展线下金码奖和质量奖评选，以及开展质量月和质量大会活动；三是强化持续改进活动，包括提升自上而下持续改进工作的效果，强化自下而上持续改进工作的管理，

和组织最佳改进案例的学习和经验推广工作。通过改进质量管理的这三方面问题，能有效提升软件开发过程质量，从而提升产品质量、最终提升客户满意度。

第 4 章 Z 公司质量管理问题改进对策的保障措施

为了将 Z 公司质量管理问题改进对策能真正在全公司范围内落地，需要制定与之配套的保障措施，主要包括四部分，分别为公司制度保障、组织结构保障、人力资源保障与质量管理体系保障，从而推动改进对策的顺利落地，降低验收测试缺陷密度，最终实现软件开发过程质量的提升。

4.1 公司制度保障

根据全面质量管理理论，建立质量责任制是质量管理极其重要的基础工作之一，是保证产品和服务质量的管理手段；推行全面质量管理，应该根据相关法律法规和全面质量管理的要求建立质量管理制度。在制度保障方面，Z 公司出台的《质量管理办法》（下称《办法》）作为顶层制度能有效保障改进对策的有效落地。办法的目的是加强公司质量管理，提高全员质量意识，提升项目管理水平，贯彻质量管理体系规范，做到全面质量管理，提高软件开发过程质量，进而提升公司的产品质量和客户满意度。办法的第一部分是总则，其要求全体员工须遵循“质量从我做起”的原则，对交付结果负责，须熟悉有关规章制度，掌握质量管理方法，严格贯彻执行研发流程，切实做到自我管理；同时，质量是企业生存、发展的关键所在，保证产品质量领导起到的作用非常关键，特别是各层级最高管理者，其质量意识强弱是搞好质量的决定性因素之一，因此各级领导者应充分调动和发挥各部门的作用，把好质量关。

《办法》明确了 Z 公司质量管理的方针和目标。其质量管理方针是客户至上，质量为先，持续改进，追求卓越。Z 公司质量管理的目标是提高客户满意度，提高产品质量，提高效率，提高规范度，其中提高客户满意度、追求客户对最终产品和服务满意，是公司质量管理的最高目标。在质量管理的方针和目标的指导下，部门、项目需确定和分解细化的质量目标，权衡质量、成本、进度三者之间的关系，并努力达成目标。各部门人员既是质量管理体系的参与者，也是质量管理体系的建设者。公司级质量管理体系由公司质量管理总部组织维护，各部门相关专家参与，一同修订完善。各部门的软件质量管理由质量管理总部统一归口管理。各部门原则上应遵循质量管理总部颁布的质量管理办法和流程规范，同时可在其框架基础上，经质量管理总部审批通过后、补充适合其自身实际的质量管理规范，并报集团质量管理总部备

案。

《办法》建立了 Z 公司质量管理的措施和方法。根据办法中有关质量管理体系分级管理的要求，Z 公司需对研发人员达到 100 人以上的部门组建部门内部的质量管理团队，进行项目监督检查，以确保软件开发过程的标准和规范有效落地。各部门应开展自查，分析差距，制定符合自身实际的改进计划，提交公司质量管理总部审批后纳入各部门质量管理目标中。各部门应确保客户需求、问题在公司系统中形成记录，并得到及时响应，有效解决。通过质量圈宣传、质量知识及研发流程培训、最佳实践经验分享等形式，强化“全员参与、质量从我做起”的质量意识，并通过公司质量奖评选、金码奖评选等质量方面激励活动，在公司范围内树立良好的质量文化。

《办法》规定 Z 公司质量管理的监督和检查机制，分为内部检查、专项审计、内外部审查。内部检查是各部门应建立质量工作例行检查制度，确保内部质量管理工作到位。专项审计由质量管理总部负责开展，以核查各部门设置和运转的有效性、规范和要求的履行情况、记录及有关文件，审计包括对各部门产品抽查审计、异地资产现场审计等。内外部审查是公司每年例行开展 ISO 9001 质量体系审核，根据需要开展 CMMI 评估。各相关部门需要指定一位熟悉质量管理体系标准的接口人与质量管理总部对接，按要求提供相关资料、组织自查、密切配合参加内外审系列工作，确保对应工作顺利开展。监督和检查完成后要进行报告和记录，部门内部检查应记录过程和结果；专项审计必须出具审计计划、审计 checklist、审计报告；外部审查的计划和结论需通知到干系人；所有结果需归档配置库。对于监督和检查过程中发现的不合格项或改进建议，责任人需要在承诺时间内处理，对共性问题应组织分析和改进。每年末，质量管理总部组织各部门进行质量工作成效总结，并进行成效评价。

《办法》颁布了质量管理中的奖惩制度，通过制度固化奖惩标准并严格执行有利于各级员工履行各自的质量管理职责、使质量管理问题改进对策真正有效落地，从而持续提升开发过程质量和产品质量。公司对部门及部门总经理的考核方案中，包含关键质量指标，其考核细则由质量管理总部拟定；质量管理总部定期向各个部门及部门总经理通报其职责履行情况；考核结果和部门总经理薪酬和奖金直接挂钩。为鼓励创新、持续对开发过程质量进行改进，在办法的第五部分中要求公司设置质量改进方面的最佳实践奖项和技术创新最佳实践奖项，以奖励在持续改进过程中做出突出成效和贡献的团队和个人；为了总结质量经验，树立榜样，持续改进，从而提升核心竞争力，

特设置质量奖，奖励在提高产品质量过程中做出成效和贡献的项目、团队和个人。此外，若部门不认真贯彻执行公司质量管理体系文件，致使公司未通过或延期通过监督审核，由责任部门偿付一切经济损失，并追究部门领导的责任；项目研发和产品维护过程中，还应严格遵循国家、行业、监管部门下发的法律法规条款，如有违法违规事件发生，由责任部门承担全部法律后果。

4.2 组织结构保障

根据 Fundin 等学者的观点，组织对商业环境快速变化的适应程度是未来质量管理工作的重大挑战之一，精炼且有效的组织结构有利于企业推行其质量管理方针政策和工作规划，从而实现最终的质量管理目标。为了让质量管理问题改进对策更顺利地 Z 公司落地，将通过优化或者成立专门的组织结构来保障，保障措施包括完善三级质量管理框架、组建测试专项工作组、建立 QCC 小组机制、建立工程过程组 EPG 等。

4.2.1 完善三级质量管理框架

为了更好地将质量管理问题改进对策落地，需要对质量管理工作进行分层、分工，实现精细化管理，因此采用三级质量管理组织体系——公司级、部门级、项目级。公司级质量管理组织包括技术管理委员会和公司质量管理总部，负责根据公司整体战略制定、维护质量管理方针和目标，建立公司级质量管理体系和标准，为公司整体质量管理工作提供资源；对重大质量问题进行决策，协调部门间的质量管理工作；定期评估质量管理体系自身的现状和问题，识别差距并组织完成改进活动。其中，技术管理委员会是领导单位，负责质量管理重要工作的决策、评审和资源支持，负责各部门质量负责人的任命审批；质量管理总部是执行机构，负责公司质量管理的中长期战略规划、年度重点质量管理工作的策划、组织和推行，负责各部门质量负责人资格的审核。

部门级质量管理组织负责本部门质量管理目标的达成，根据公司质量管理体系建立部门级体系，确定部门的质量改进目标，并负责推动执行。部门总经理是部门级质量管理组织的第一责任人，负责部门级质量目标的达成，对部门过程质量、产品质量及客户满意度负责，负责部门质量负责人提名并赋予其履行职责需要的权利，配备足够资源。为推进质量工作，落实组织职责，部门总经理应指定并正式任命部门质量负责人，后者负责质量管理体系在本部门的推动执行，负责领导、管理、指导、检查、落实本部门的质量工

作，负责为公司质量专项工作组提供适合的资源，推动改进落地。

项目级质量管理组织负责本项目质量目标的达成，通过开展质量策划、质量控制、质量改进工作，把控质量结果。项目经理是第一责任人，为落实职责，项目组要配备质量管理专员，可兼职担任。

4.2.2 组建测试专项工作组

为了将质量管理问题改进对策中有关“优化质量控制活动”的举措落地，降低验收测试缺陷密度，提升软件开发过程质量，控制产品交付质量，依据 Z 公司《技术管理委员会工作规则》的相关规定，经技术管理委员会批准，Z 公司决定设立“测试专项工作组”。工作组由跨部门的核心技术管理人员组成，成员来自质量管理总部、研发中心、以及各软件开发和测试工作相关的职能部门，是长期存在的管理机构，直接对公司最高级别的技术管理机构——技术管理委员会负责。测试专项工作组的职责是建立和践行质量控制体系和标准，有效降低验收测试缺陷密度，提高软件开发过程质量，控制产品交付质量；完善公司质量控制组织体系，提升各级质量控制组织和人员的专业能力；建立和完善公司产品研发和工程实施的质量控制标准，并指导和监督各单位予以贯彻落实；优化和软件测试相关的工作方法和工具，提升软件测试效率。

4.2.3 建立工程过程组

为了将质量管理问题改进对策中有关“提升自上而下持续改进工作的效果”的举措落地，从而提升软件开发过程质量，Z 公司重新组建专门的机构 EPG、即工程过程组。EPG 是 Z 公司软件开发过程质量改进活动的枢纽和集中点，为实施过程质量改进活动提供工作指导；其是公司持续改进活动的抓手，主要责任包括建立、维护和改进标准的软件开发过程，使其在具体项目中落地，优化与该过程相关的开发工具和工作方法，并修正项目具体开发过程与标准之间出现的偏差。推动公司进行自上而下的质量改进工作是 EPG 的核心工作之一。EPG 成员由 Z 公司技术管理委员会和质量管理总部筛选，通常应符合下列标准：EPG 成员有接受过过程质量改进的培训；有很强的意愿和兴趣参与过程质量改进活动；有丰富的软件工程和项目管理经验；有良好的沟通技能；积极提倡过程质量改进。EPG 成员中需要包含软件工程及软件相关科目的代表。技术管理委员会要为 EPG 配置充足的资源，提供适合于改进活动的工具，并安排专业的人员支持 EPG。EPG 成员需要接受实施过程质

量改进活动所需的培训。EPG 成立后，制定《EPG 章程》，《EPG 章程》经过 Z 公司管理层审批通过后，EPG 并按照工作规范进行过程改进活动。

4.2.4 建立 QCC 小组管理机制

QCC 小组是由工作场景相同或者相似的基层员工自动自发组成的数人一圈的小团队，团队为解决某个或者某类工作中遇到的问题而存在。而此次建立“Z 公司 QCC 小组管理机制”主要目的是为过程改进、解决某个或某类工作中遇到的过程质量问题，在问题关闭后 QCC 小组解散，圈子一般为 6~10 人。基层员工从发现问题、到提出改进举措和执行落地、再到闭环解决问题，需要公司有统一的机制进行管理、监控、跟踪、直到闭环解决问题，才能真正充分发挥、凝聚各个 QCC 小组改进活动带来的积极作用，并形成合力；需要公司有统一的机制保障其运作所需的资源支持和保障；需要公司有统一的机制从顶层角度分析这些 QCC 改进案例是否能达到改进目标、是否具有推广价值；有推广价值的优秀改进案例需要公司有统一的机制将其推动快速批量复制到各个项目现场，形成战斗力。QCC 小组是自下而上改进工作的核心抓手，为了将质量管理问题改进对策中有关“强化自下而上持续改进工作的管理”的举措落地，降低验收测试缺陷密度，提升软件开发过程质量，Z 公司建立并推行 QCC 小组管理机制，机制的建立和推行有利于促进公司过程改进的效果，强化优秀改进案例的有效实施和推广，帮助公司更好地实现其商业目标和商业战略。QCC 小组管理机制通过 QCC 领导组、管理组、推进组和 QCC 小组本身各司其职来形成的，四种角色的职责、成员构成如表 4-1 所示。

4.3 人力资源保障

根据学者 Park 和 Sung Hyun 的观点，企业有必要储备质量管理专家和数据科学家并将其结合起来为正在到来的第四次工业革命做好准备。人才是一家企业生存和发展的根本，也是金融科技公司核心竞争力的载体，能给企业带来巨大的经济效益。由此可见，技术人才和质量专家的招聘、培养、管理对于企业的生存和发展具有举足轻重的作用，做好人力资源开发并利用其为企业服务，就成为每一家企业都必须认真规划并履行好的支撑业务。Z 公司质量管理问题改进对策的落地也同样离不开人力资源的保障，保障措施包括组织内外部培训学习，引进质量管理人才，制定合理的考核制度以及建立合理的激励体制。

表 4-1 QCC 小组管理机制中的角色及其职责表

角色	成员	工作职责
QCC 小组	基层员工	负责研究过程改进专题可行性，制定专题实施计划； 报告专题实施状况、对实施范围进行专题培训，支持 专题试点和推广； 分析试点效果、推广效果以及投资收益。
QCC 领导组	技术管理委 员会主任、副 主任	负责批准改进规划； 负责提供支持和资金； 参与活动成果评审
QCC 管理组	技术管理委 员会工程管 理规范组	组织完成整体的计划； 鼓励公司员工提出新想法或对现有做法的改进意见， 负责过程改进活动的推进； 参与改进小组里程碑评审及其他关键评审工作； 协调解决过程中遇到的其他问题
QCC 推进组	质量管理 总部	负责过程改进活动的管理，完成过程改进目标； 负责过程改进计划的跟踪，监督计划的执行； 负责督导各小组工作进展、及时汇报、传达进展情况 等； 负责组织专题的培训
	各部门质量 负责人	负责传达组织级方针，领导、管理、指导、督办及检 查本部门过程改进工作； 负责根据公司的年度规划要求，识别自己部门的不足， 识别改进专题，负责落实到具体团队和项目； 组建专题小组，并提报质量改进管理组和推进组； 每月向组织级汇报过程改进情况； 参与活动选题、效果评审

4.3.1 组织内外部培训学习

根据全面质量管理理论，质量培训是开展全面质量管理的一项基础性工作，可以提升员工的质量意识和技能，形成共同价值观。培训是提高员工专业知识和工作技能的最佳途径。Gutierrez 等学者（2018）认为培训提升员工的知识和技能可以反哺企业，因为这些员工可以为之带来新思想、新流程和

新实践^[45]。Z 公司的培训包括内部培训和外部培训。内部培训是指组织方和讲师来自内部、大部分情况下由人力资源部牵头组织、业务部门派出专业讲师；外部培训指业务部门直接出资邀请外部专业培训机构为部门员工开展专业培训活动。培训的方式有以师带徒和集中培训两种方式进行。学员在 5 人以上时常采用集中培训方式，它是指在指定时间、指定授课地点、由指定讲师讲授专业知识，内外部培训大部分情况下是以集中培训方式进行的。以师带徒通常适用于学员小于 5 人的内部培训，多见于传授实际操作技能时，是指人力资源部根据实际培训需求指定一个业务技能熟练的员工（作为老师）和 1~4 个不等的、业务技能低的员工（作为徒弟）结对子，定制个性化学习内容，在实际工作开展并完成技能转移活动。为了使 Z 公司的质量管理问题改进对策有效落地，需由人力资源部牵头、研发中心和质量管理总部配合开展三部分的培训，一是针对开发团队开展代码检查工具培训，针对测试团队开展自动化测试培训，同时涉及分析缺陷的规范和技巧，以及在质量控制点机制下如何更高效地完成测试工作；二是针对各业务部门的质量接口人开展质量管理方面的培训；三是针对全员、在质量月的时候开展与公司质量文化相关的宣贯和培训。每个季度初由研发中心和质量管理总部上报该季度的培训需求、预期达到的培训效果、预期占用的讲师（由业务线上业务技能熟练的员工兼职）、预期学员，由人力资源部门统筹安排编报培训计划。通过内外部培训工作的开展，能有效提高员工的测试技能和质量意识，有利于形成积极向上的质量文化，最终降低验收测试缺陷密度、提升软件开发的过程质量。

4.3.2 引进质量管理人才

质量管理人才缺口，可以通过社会招聘或内部技术人员转岗加以适当地培训得到满足，但高端管理人才缺口直接通过猎头从社会引入来满足会更加的高效。Z 公司每个季度会根据公司质量管理工作的的工作量，评估人力状态，并将缺口上报人力资源部由其安排实施招聘计划。公司质量管理所需的人才，大多从国内人力资源市场中招聘，新员工大多来自国内大型科技企业的质量管理领域。

除此之外，Z 公司还通过外包采购方式满足内部高端质量管理人才需求，即通过外包采购方式购入专业机构质量管理方面的咨询和评估服务，来解答公司质量管理方面的疑问、评估质量工作、参与指导公司质量管理方向，以及提供专业的咨询服务。公司已经通过 CMMI 最高级别、CMMI5 级的认证，公司的质量管理体系依据 CMMI 能力成熟度模型、结合公司软件开发过

程特点进行适配建立，不断完善优化，不断提升软件开发过程质量和产品质量。目前 CMMI 已升级到 V2.0 版本，为了使公司质量管理体系更高效地适应更多新的质量管理要求，需要通过外包采购方式引入 CMMI 咨询评估师。Z 公司通过邀约、评估、筛选对比来选择合适的专业机构和 CMMI 咨询评估师。考虑到业界曾出现过咨询评估师违规操作被吊销资格的情况，因此公司非常关注咨询评估师的实力水平和素质，选择信用良好实力强的专业机构和咨询评估师进行合作。Z 公司评估专业机构和咨询评估师时，需要从以下七个方面进行综合考量：（1）机构和咨询评估师的实力和过往信用；（2）服务大型科技企业的成功案例；（3）和 Z 公司及子公司是否具备合作经历；（4）咨询评估师在 CMMI V2.0、质量管理以及统计分析方面是否具有丰富的理论知识和实操经验；（5）专业机构是否有充足的资源保障外包合同顺利执行；（6）专业机构和咨询评估师的费用情况；（7）咨询评估师是否外籍，能否直接用中文交流。

4.3.3 制定季度考核制度

为了有效掌握员工在工作岗位上的表现，合理评估员工的工作绩效和在质量管理方面的贡献，提高工作效率，以实现公司整体目标，Z 公司制定了季度考核制度，通过考核量化反映员工的工作绩效，引导员工进行自我提升和绩效改进。Z 公司所建立和维护的员工在公司的成长和考核档案，为公司的人才培养与开发提供依据，从而进一步优化和完善公司人力资源配置与使用机制。同时，公司在季度考核制度中加入了质量管理考核维度，有利于公司从管理层到基层的各级员工都充分重视质量工作，有利于质量管理工作的开展和质量问题改进对策的落地，从而提升公司软件开发过程质量和产品质量的提升。绩效考核原则为：（1）坚持公平、公正原则，要求考核者对所有考核对象一视同仁、对事不对人；（2）坚持客观性原则，考评要客观地反映员工的实际情况，依据客观事实、统计数据和行为记录等来进行考核评分。

季度考核制度中，各个部门各司其职。人力资源部是绩效考核的归口管理部门，绩效考核专员为绩效工作的直接责任人，其职责如下：（1）制定并完善公司考核制度，报公司总裁和技术管理委员会审批后督促各部门执行；（2）对考核过程进行监督与检查；（3）汇总考核结果，并呈报公司领导；（4）对接质量管理总部，协助建立和维护质量管理维度的考核方案；（5）协调、处理关于考核申诉的具体工作。公司技术管理委员会是公司研发体系的最高

管理机构，应安排专人担任绩效工作负责人，其职责如下：（1）指导研发技术人员的绩效考核工作，提供专业意见；（2）协助各业务部门落实研发技术人员的考核方案，并提供培训与指导；（3）将公司产品的质量要求转化为量化指标，纳入各个部门质量管理维度的考核方案中；（4）不断推进绩效优化，为绩效改进工作提出建议。各业务部门是本制度的具体执行机构，应指派一名副总级以上行政主管干部负责本部门的绩效考核工作，并安排一名部门考核专员负责本部门日常考核的组织、实施等。部门职责如下：（1）在人力资源部的协助下制定本部门员工的考核指标，并将质量管理维度的考核指标分解到部门员工；（2）负责本部门考核工作的组织实施、数据收集、结果汇总和反馈等；（3）帮助本部门绩效不佳的员工制订工作改进计划；（4）处理本部门关于考核工作的申诉。质量管理总部作为 Z 公司质量管理工作的牵头部门，需主导建立和维护公司质量管理维度的考核方案，和技术管理委员会一起根据公司产品的质量要求转化为量化指标，纳入各个部门质量管理维度的考核方案中，协助各个部门落实质量管理维度的考核方案。这样，有利于质量管理总部在各个部门中树立威信，更好地落实公司质量管理方针和政策。

Z 公司的考核周期为季度考核，具体考核月份为每季度结束后的次月，即每 4、7、10、次年 1 月份。考核内容包含：（1）工作业绩考核方面，从工作进度和工作质量两个维度考核员工的工作计划完成情况、工作业绩成果，计算工作饱和度和工作匹配度，评估员工的主要业绩贡献；（2）态度与规范考核方面，根据员工日常工作态度和工作规范表现记录进行加分或扣分，质量管理方面往往包含在这部分以加分或扣分的方式进行。

在考核周期内，各部门应每月安排一次部门会议，对本季度工作计划进行回顾，并要求每位员工汇报计划的进展。在每季度结束后 7 日内，被考核人对照季度工作计划进行总结，陈述各项工作实际进展情况、存在的问题及解决措施等。考核者应该如实记录下属员工绩效形成的过程，为绩效考核提供客观依据。绩效的跟踪与管理应贯穿绩效管理过程的始终，一方面有利于考核者了解和跟踪员工的工作进展情况，另一方面有利于员工及时纠正与目标的偏差，保持正确的方向。

4.3.4 建立激励体制

为了把员工岗位工作成效、绩效考核、员工激励这个管理链条打通并形成闭环管理，Z 公司建立了完整的激励体制，岗位工作做得好、质量管理方面的贡献大，则可以获得更好的绩效考核分数，由此可以获得更多的加薪晋

升机会。在公司的激励制度中规定，员工和各级领导的年度考核成绩以每季度考核结果与年终评分加权计算，并作为年终奖金发放重要依据之一，具体核算办法按公司奖金管理办法执行，考核成绩越优秀，将获得更多的薪酬奖励；考核结果与年度调薪挂钩，年度首次调薪的人员在上年度考核成绩应为基本合格及以上，9月份调薪的人员在本年度一、二季度考核成绩应均为胜任及以上；同时，员工季度考核成绩还将影响员工的职位晋升、评优评先资格、优先培训、户籍调动等。员工季度考核结果如为需改进，由部门安排相关培训提升工作技能；员工季度考核结果如为不合格，公司有权调整其工作岗位，转岗人员的工资将按新的岗位依据相关制度规定重新核定；经培训或调整岗位后，员工考核仍为需改进或不合格的，公司有权解除劳动合同。

为了提升员工的薪资待遇水平，逐步实现与外部市场的接轨，同时进一步改善薪酬固浮比，公司管理层同意提高季度绩效奖金比例，使员工薪酬更能体现每个季度的绩效考核结果，且能及时享受公司经营成果。这样有利于持续进行薪酬结构优化，奖励优秀员工在岗位工作和质量管理方面的贡献，提高员工工作积极性。

为了更好地落实质量管理问题改进对策，表彰员工在质量管理方面做出的突出贡献，在公司的激励制度中明确规定由质量管理总部每年牵头组织“金码奖”和“质量奖”的评选和颁奖活动，前者是为鼓励和激发开发人员积极性提升代码质量、提高开发过程中代码的质量而设立，能有效增强公司软件产品的稳定性和竞争力；后者是为提升公司各级人员的质量意识、鼓励和激励员工参与过程质量和产品质量提升的积极性而设立。这两个奖项的评选结果将在公司年度质量大会中颁发，给予在质量管理方面有突出贡献的优秀员工以物质上和精神上双重的激励。

4.4 质量管理体系保障

通过推进质量保证活动能确保质量管理体系有效运行。根据 ISO 9000:2015 标准定义，质量保证致力于提供质量要求会得到满足的信任，本课题研究所涉及的质量保证将聚焦于过程质量要求如何得到满足。产品质量取决于开发过程的质量，要提升开发过程的质量，首先必需有一个已定义的标准过程来管理软件产品开发过程；其次是要检查所实施的开发过程是否与定义的标准过程相符，过程质量要求是否得到了满足，这是质量保证重要活动；第三是必需对质量保证过程自身的效果进行评估。在软件项目开发过程中推行质量保证活动，可以使质量管理体系有效运行，使软件开发过程和产品透明

化，为后续项目的开发积累成功经验，使课题所研究的质量管理问题改进对策顺利落地，最终提升软件开发过程质量和产品质量。

4.4.1 QA 工程师日常执行规范度检查和问题跟踪

过程质量和产品质量保证过程包含下面三个方面的内容：一是支持开发活动，即 QA（Quality Assurance，质量保证）工程师参与项目计划及实施，指导过程裁剪，协调项目估算，帮助开发过程和生命周期模型的定义，通过这些活动来给开发过程提供支持；此外也有义务促进或协调同行评审以发现缺陷。二是验证过程和产品的一致性，即检验开发过程是否按照所适用的过程标准和软件开发计划进行，协调不合格项的解决；审计产品、检验产品是否和可适用的标准相符，并且检验必要的质量检查点是否完成。三是管理 QA 活动，即要对参加质量保证活动的开发项目组成员进行培训，QA 工程师需估算规范培训需求，并且在计划中要包括这些培训任务；QA 工程师必须按照项目要求进行状态报告和控制，并周期性地同项目经理评审项目状态是否同组织的标准过程相符。

为了做好过程质量和产品质量保证，QA 工程师需做好日常规范度检查工作，其步骤通常包括六步。（1）由 QA 工程师根据《项目裁剪指南及检查单》定义的活动来确定需要审核的过程。（2）QA 工程师与项目经理、部门经理或被审计人员沟通确认检查时间的安排，QA 工程师评审《项目裁剪指南及检查单》，开发项目一般在某个过程完成后三个工作日内完成检查，日常工作保证每月至少检查一次；大中型工程项目每个月检查一次，分散在每个月中，不集中在月底检查。（3）QA 工程师通过与项目组进行访谈或直接参与项目活动的方式来审核项目活动的执行情况。（4）通过 QA 工程师检查交付件来进行审核项目交付件的入库情况。（5）QA 工程师根据考核细则来进行打分，并说明扣分理由。当一个过程需要经过多次审核时，则该过程的考核成绩取几次考核的平均值。（6）审核完成时，QA 工程师应与项目经理或被审计的人员沟通检查及考核的结果，确定不合格项，在《不合格项目志》中总结发现的问题，可能为开发项目带来的风险，问题严重程度及改进建议，提交给项目经理及质量管理部门负责人。

发现的问题按严重性，共分高、中、低 3 级。高级问题包含：（1）影响过程质量目标达成的，比如未及时记录测试缺陷；（2）不符合活动准入条件并影响质量的，比如未编写设计方案开发人员已经开始编码；（3）造成项目大面积返工的，比如评审问题未解决、未做单元测试；（4）直接影响产品发

布的，比如测试缺陷未关闭。中级问题包括：（1）直接影响项目关键节点的，比如项目变更影响关键节点但无落实计划；（2）不符合活动准入条件但对质量无影响的，比如已评审通过但未冻结设计而下游已经开始进行编码；（3）造成质量问题的，比如未按进行代码审核，未进行需求跟踪管理；（4）造成项目小面积返工的，比如提示信息未按设计文档设置。低级的问题是指除高、中级之外的任何问题，此类问题影响小，容易解决，但常被拖延，比如未定期开周例会，缺乏沟通等等。

QA 工程师需要对发现的问题进行跟踪与改进。（1）为了阐明问题并为不合格项寻找解决方案，QA 工程师将根据《不合格项日志》与项目经理和被审核人进行沟通，尽量在项目内部解决不合格项问题。有两种方法用于解决不合格项：整改，使项目实施的过程符合标准过程；豁免，允许特定环境下有例外，那么问题可豁免而不处理。（2）项目经理在《不合格日志》中记录纠正措施、指定的责任人及计划完成日期，并且跟踪直到问题解决。对于延期关闭的问题，相应的规范度评分为 0 分，该项得分会在考核中体现。优先级“高”的问题，问题负责人在 1 个工作日内答复纠正措施和目标完成期限；1 到 5 个工作日内解决问题。优先级“中”的问题，问题负责人在 2 个工作日内答复纠正措施和目标完成期限；10 个工作日内解决问题。优先级“低”的问题，问题负责人在 3 个工作日内答复纠正措施和目标完成期限；15 个工作日内解决问题；（3）根据 QA 验证问题的解决情况，将问题状态共分为进行中、解决、关闭、挂起、豁免五种。进行中状态是指项目经理在《不合格日志》中记录了纠正措施、指定了责任人及计划完成日期，并且 QA 工程师正在跟踪问题的整改。解决状态是指问题责任人对问题进行了整改，问题被解决。关闭状态是指问题责任人依据纠正措施对问题进行了整改，问题已解决且得到了 QA 工程师确认。挂起状态是指对于因项目暂停等原因导致某些不合格项暂时无法解决，但后期还需要解决；需要 QA 工程师确认后才能设置为挂起；当达到某种预设条件时，需要将其恢复原状态。豁免状态是指对于不能在项目级解决的不合格项、在与相关 QA 工程师、质量管理总部达成共识后，此不合格项可以不进行整改。

4.4.2 QA 执行质量内部审计

公司质量管理总部组织质量内部审计以对质量管理体系进行监视和测量，判断质量管理体系是否有效运作，主要活动包括访谈、审计报告编写、评审和发布内部审计报告。每年中和年底质量管理总部组织两次内部审计，

主要的方式是通过面对面或者电话沟通形式进行访谈。访谈包括针对项目和针对项目经理两种，针对项目的访谈对象抽取项目经理、产品经理、开发测试人员；针对项目经理的访谈对象抽取项目经理、项目助理。访谈前需要做好准备工作，包括制定项目审计计划和评审访谈问题，制定访谈问卷，按照项目信息筛选访谈对象，与访谈对象约时间，定会议室；访谈过程中，按照访谈问题针对性沟通并记录访谈对象的回答及反馈的信息；全部访谈完毕后，将访谈记录整理归档至指定系统，提交访谈问卷，编写质量内部审计报告并输出发布。针对质量管理总部在质量内部审计中发现的不足和提出的建议，问题负责人应该给出可落实的改进措施。通过质量内部审计工作能确保质量管理体系有效运行，从而为质量管理问题改进对策的落地执行提供保障。

4.4.3 ISO9001 外部年度审计

Z 公司每年都会邀请具备评估资质的外部第三方公司，对其内部的质量管理体系进行外部审计。审核目的是为了确保 Z 公司的管理体系与标准所要求的准则相符合；确保 Z 公司具备提供满足法律法规及合同质量要求的产品的能力；依据认证标准，确定 Z 公司质量管理体系的符合性、充分性、有效性，以决定是否再进行质量管理方面的认证注册；发现和识别公司管理体系中存在的需改进问题。外部质量审计工作基于风险为导向，即哪里风险大审计哪里，由此确定审计方案的关键点，确定影响质量管理目标达成的关键点；审计工作还需要关注公司的投入产出情况，哪里业务量大审计哪里；外部审计人员需要与管理层座谈，了解其对产品风险和机会的识别、评价及应对措施；除此之外外部质量审计还包括对软件开发过程的审计，对计算机信息系统集成的审计等等。综上所述，外部质量审计所关注的重点包括：（1）管理层对组织所处环境的识别及风险应对措施；（2）软件开发过程；（3）计算机信息系统集成。Z 公司最近的一次外部质量审计结果表明，公司质量管理体系有效运行，有能力推进质量管理问题改进对策的落地执行，从而提升软件开发过程质量和产品质量，最终提高客户满意度。

最近一次外部审计结论摘要如下：Z 公司的质量管理方针和目标明确，不断推行标准化、规范化，在质量管理方面重视体系建设，重视对客户的质量承诺，质量管理体系运行基本满足标准要求；公司在保证运营指标完成基础上更加注重质量管理体系建设，加强对数据收集及分析以辅助领导层决策；公司定期进行内审和管理评审对质量管理体系进行监视和测量，初步形成自我改进、自我完善的机制；公司通过制定《质量管理白皮书》对软件开发过

程进行控制和规范，并为软件开发项目提供充足的资源，对进度、质量等方面做了风险分析，风险管控有效；软件开发过程的质量和进度按照要求进行控制，质量稳定；Z 公司能够实现制定的质量管理目标，员工质量意识、业务能力得到提升，资源充足，企业的经营、管理绩效在质量管理认证实施后得到明显提升，经营效果良好，客户对产品质量和服务反馈满意。

4.5 本章小结

为了将 Z 公司质量管理问题改进对策能真正在全公司范围内落地，本章制定了与之配套的保障措施，主要包括四部分，一是公司制度保障，《质量管理办法》作为顶层制度能有效保障改进对策的有效落地；二是组织结构保障，包括完善三级质量管理架构、组建测试专项工作组、建立工程过程组和建立 QCC 小组管理机制；三是人力资源保障，包括组织内外部培训学习、引进质量管理人才、制定季度考核制度和建立激励体制；四是通过推进质量保证活动确保质量管理体系有效运行，从而实现质量管理体系的保障。这些保障措施能推动质量管理问题的改进对策顺利落地，降低验收测试缺陷密度，提升软件开发过程质量，最终实现软件产品的质量提升。

结 论

Z 公司作为陪伴着中国证券市场一起成长起来的金融科技企业，已经成为国内主要金融证券软件开发商，但在其追求卓越过程中产品质量问题已经成为必须突破的瓶颈，这对公司质量管理工作提出了更高的要求。本论文对质量管理存在的问题进行了深入研究并给出相应的改进对策，主要结论陈述如下。

(1) 本论文从客户满意度切入，发现 Z 公司质量管理工作中存在着质量控制和监督不到位、员工质量意识不高以及质量改进工作难落地三个关键问题。Z 公司产品质量问题是满意度低于预期的主要原因，而影响软件产品质量的因素有三个，分别是人、技术、过程，其中过程的影响最大，过程质量在很大程度上决定着软件产品质量。通过调研和访谈发现的结果也印证上述观点：Z 公司软件开发过程的质量存在问题，问题表现为过程质量的特性指标——验收测试缺陷密度偏大，其是目前深刻影响 Z 公司软件产品质量的最主要因素。因此本论文研究聚焦“过程”这一影响软件质量的因素，追究缺陷密度偏大的根本原因，寻找到了与之相关的这三个质量管理问题。

(2) 针对 Z 公司质量管理存在的问题，本论文进行了深入的根因分析，并提出相应的改进对策，指出应优化质量控制活动、开展质量文化建设和强化持续改进活动。其中，优化质量控制活动包括引入源代码检查工具、完善质量控制点，开发自动化测试工具和规范执行软件缺陷分析；开展质量文化建设包括开展线上质量圈活动，开展线下金码奖和质量奖评选，以及开展质量月和质量大会活动；强化持续改进活动包括提升自上而下持续改进工作的效果、强化自下而上持续改进工作的管理与组织最佳改进案例的学习和经验推广工作。

(3) 为了改进对策在 Z 公司范围内顺利落地，本论文制定了相应的制度保障、组织机构保障与人力资源保障等。本文所提出的开发自动化测试工具、优化和严格执行质量控制点等措施能够为 Z 公司质量管理实践提供新思路；所建议的建立工程过程组和建立 QCC 小组管理机制等，能够为改进对策在公司内部顺利落地提供新手段。这些思路和方法同样有助于金融科技企业提升质量管理水平。

本文所制定的质量管理问题改进对策及其保障措施，比如开发自动化测试工具、建立 QCC 小组机制等，是需要 Z 公司投入大量的资源的，但本文

并未对 Z 公司需要投入的资源和成本进行量化，也未对其带来的对公司业绩的提振程度进行量化，因此不能量化给出投入产出比。投入产出比能帮助公司管理高层更加高效合理地做出管理判断和决策，其建模是后续值得研究的课题。

总之，本文所提出的针对质量管理问题的改进对策及其落地保障措施能够推动验收测试缺陷密度的降低、提升软件开发过程质量，从而提升软件产品的质量，最终实现客户满意度的提升。

参考文献

- [1] Z公司总编室. 顺势而为, 在坚守主业中寻求更大的创新突破[J]. Z公司官方公众号, 2019: 1-4.
- [2] 杨骁. 加强软件质量管理的必要性与方法研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2018(7): 70-71.
- [3] Juran JM, DeFeo J. Juran's Quality Handbook(Sixth Edition)[M]. NewYork: McGraw-Hill Education, 2010: 5-6.
- [4] 中国质量协会. 全面质量管理[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2018: 1-64.
- [5] Juran JM. Juran on Quality by Design, The New Steps for Planning Quality into Goodsand Services[M], Juran Institute, 1992: 5-6.
- [6] Akbar MA, Sang J, etc. Improving The Quality of Software Development Process by Introducing a New Methodology AZ-Model[J]. IEEE Access, 2018, 6: 4811-4823.
- [7] Juran JM, Defeo J. Juran's Quality Essentials for Leaders[M], New York: McGraw-Hill Education, 2014: 15-16.
- [8] Popova LF. The Evaluation of The Quality Management System Effectiveness[J]. Quality-Access to Success, 2018, 19(165): 51-55.
- [9] Peter ON, Amrik S, Teng CW. Quality Management Approaches and Their Impaction Firms' Financial Performance[J]. International Journal of Production Economics, 2016, 171(SI): 381-393.
- [10] Al-Dhaafri HS, Al-Swidi A. The Impact of Total Quality Management and Entrepreneurial Orientation on Organizational Performance[J]. International Journal of Quality & Reliability Management, 2016, 33(5): 597-614.
- [11] Patyal VS, Koilakuntla M. The Impact of Quality Management Practices on Performance: An Empirical Study[J]. Benchmarking, An International Journal, 2017, 24(2): 511-535.
- [12] Honarpour A, Jusoh A, Nor KM. Total Quality Management, Knowledge Management, and Innovation: an Empirical Study in R&D Units[J]. Total Quality Management & Business Excellence, 2018, 29(7-8): 798-816.

- [13] Gonzalez-Cruz TF, Roig-Tierno N. Quality Management as A Driver of Innovation in The Service Industry[J]. Service Business, 2018, 12(3): 505-524.
- [14] Fundin A, Bergquist B, Eriksson H. Challenges and Propositions for Research in Quality Management[J]. International Journal of Production Economics, 2018, 199: 125-137.
- [15] Park SH, Shin WS, Young H. Building a New Culture for Quality Management in The Era of The Fourth Industrial Revolution[J]. Total Quality Management & Business Excellence, 2016, 28(9-10): 934-945.
- [16] 肖磊. 国内外质量管理研究现状比较[J]. 中国管理信息化, 2010(23): 44-45.
- [17] Joel ER. Total Quality Management[M]. Florida: CRC Press LLC, 1999: 2-3.
- [18] Defeo J. Juran's Quality Management and Analysis[M]. New York: McGraw-Hill Education, 2015: 445-446.
- [19] Ana BE, Mercedes SC, Beatriz GJ. The Impact of Hard and Soft Quality Management and Proactive Behavior in Determining Innovation Performance[J]. International Journal of Production Economics, 2018, 200: 1-14.
- [20] Afrin etc. A New Model of Continuous Improvement in Total Quality Management[J]. Asian Academy of Management Journal, 2019, 24(1): 129-149.
- [21] 王治翰, 来新阳, 林公孚, 等. 华人质量哲学和基础[J]. 中国质量, 2018 (10): 12-17.
- [22] 李亚君, 王洪宇. 基于 PDCA 循环的时空大数据云平台软件测试管理方法研究[J]. 科技与创新, 2019(19): 104-110.
- [23] Deming WE, Joyce NO. The Essential Deming Leadership Principles from The Father of Quality[M]. New York: McGraw-Hill Education, 2013: 33-34.
- [24] SEI Administrative Agent. Cmmi-Dev-V1. 3-Simplified[M]. Pennsylvania: Carnegie Mellon University, 2012: 1-2.
- [25] 冯晨华. “人-过程-技术”三要素确保软件质量的关键实践[J]. 金融电子化, 2005(7): 12.

- [26] 辛健. 基于 CMM 的测控软件质量控制研究[J]. 仪表技术, 2018(9): 42-45.
- [27] Cho YS, Jung JY. The QM Evolution, Behavioral Quality Management as A Firm's Strategic Resource[J]. International Journal of Production Economics, 2017, 191: 233-249.
- [28] Soylemez M, Tarhan A. Challenges of Software Process and Product Quality Improvement: Catalyzing Defect Root-Cause Investigation by Process Enactment Data Analysis[J]. Software Quality Journal 2018, 26(2): 779-807.
- [29] 李娜. 中国质量管理研究现状综述[J]. 质量探索, 2015(5): 42-45.
- [30] 华为技术有限公司. 华为质量管理基础手册[J]. 质量管理课堂公众号, 2019(190730): 1-16.
- [31] 李后建. 国际质量标准认证对制造企业创新的影响研究[J]. 研究与发展管理, 2018, 30(2): 114-122.
- [32] 张光明, 徐飞. 全面质量管理与企业创新能力、竞争优势的关系[J]. 科技管理研究, 2017(2): 39-45.
- [33] 杨世忠, 胡洋洋, 赵腾. 质量控制 VS 质量创新: 论质量成本管理的新模式[J]. 经济与管理研究, 2019, 40(2): 123-134.
- [34] 中国质量协会. 制造业企业质量管理现状调查概述、结果与分析、对策与建议[J]. 中国制造业企业质量管理蓝皮书, 2018: 3-66.
- [35] 陈冰泉, 胡宁, 王延, 杨洪旗. 全面质量管理的企业实践探索[J]. 质量管理与产品认证, 2018(10): 66-71.
- [36] 郭苏川. 基于过程改进的软件质量管理模型探究[J]. 计算机产品与流通, 2017(8): 37-38.
- [37] 高新. 软件测试过程中的质量管理及风险应对分析[J]. 无线互联科技, 2019(13): 31-32.
- [38] 李明树, 王青. 基于过程控制的软件质量管理[J]. 电子学报, 2002(12A): 2033-2034.
- [39] 段远刚, 林志军. 质量成本管理对企业绩效影响的实证研究[J]. 经济与管理研究, 2018, 39(2): 120-130.
- [40] 宫云战, 杨朝红, 金大海, 肖庆, 王雅文. 软件缺陷模式与测试[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 1-13.
- [41] 刘颖, 吴甦, 黄国梁, 王赞松, 邓佳敏. 基于扎根理论的制造企业质量

- 管理关键要素研究[J]. 工业工程与管理, 2019, 24(1): 182-188.
- [42] 程虹, 陈文津. 企业质量文化异质性与企业利润关联的实证研究[J]. 管理学报, 2017, 14(7): 966-972.
- [43] Jane B, Stephen R. Innovation, Quality Management and Learning: Short-Term and Longer-Term Effects[J]. Research Policy 2017, 46(8): 1505-1518.
- [44] Bakotic D, Rogosic A. Employee Involvement as a Key Determinant of Core Quality Management Practices[J]. Total Quality Management & Business Excellence, 2017, 28(11-12): 1209-1226.
- [45] Gutierrez LJ. The Role of Human Resource-Related Quality Management Practices in New Product Development[J]. International Journal of Operations & Production Management, 2018, 38(1): 43-66.

哈尔滨工业大学学位论文原创性声明和使用权限

学位论文原创性声明

本人郑重声明：此处所提交的学位论文《Z 科技股份有限公司质量管理改进对策的研究》，是本人在导师指导下，在哈尔滨工业大学攻读学位期间独立进行研究工作所取得的成果，且学位论文中除已标注引用文献的部分外不包含他人完成或已发表的研究成果。对本学位论文的研究工作做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明。

作者签名：曾繁东

日期：2020年11月30日

学位论文使用权限

学位论文是研究生在哈尔滨工业大学攻读学位期间完成的成果，知识产权归属哈尔滨工业大学。学位论文的使用权限如下：

(1) 学校可以采用影印、缩印或其他复制手段保存研究生上交的学位论文，并向国家图书馆报送学位论文；(2) 学校可以将学位论文部分或全部内容编入有关数据库进行检索和提供相应阅览服务；(3) 研究生毕业后发表与此学位论文研究成果相关的学术论文和其他成果时，应征得导师同意，且第一署名单位为哈尔滨工业大学。

保密论文在保密期内遵守有关保密规定，解密后适用于此使用权限规定。本人知悉学位论文的使用权限，并将遵守有关规定。

作者签名：曾繁东

日期：2020年11月30日

导师签名：刘伟

日期：2020年12月1日

后 记

本论文是在导师刘伟老师的指导下完成的，从论文选题、内容结构安排到最后成文都离不开导师的细心指引。本人 2004 年毕业于东北大学计算机系，不管是在中兴通讯、申万宏源证券，还是在现在的创业型私募基金公司，一直热爱通信或金融数据的分析，酷爱建模并以此来指导工作。目前的主要工作是分析上市公司的基本财务数据和 A 股的交易数据，建立模型并以团队创业的方式尝试将之开发成成套的分析和交易软件，这套系统是我的一个梦想。在梦想实现的过程中，如何才能开发出高质量的软件系统、领先的金融软件公司质量管理工作要如何开展、面对管理漏洞其质量管理改进对策都有哪些，成为了我必须要面对的重要问题之一。我在中兴通讯从事过质量管理工作，我大学本科的至交好友在论文所提到的公司担任质量管理总部总经理职务，这为我开展本课题研究提供了非常重要的前提条件。在课题研究开展和论文撰写过程中，本人和企业质量管理总部、研发中心的负责人进行充分沟通和交流，所学习到的软件开发方法以及企业面对软件质量缺陷和质量管理漏洞时所采取的改进对策，对我目前的工作都有非常大的指导意义，这就是我选这个课题的原因。在论文的撰写过程中，我深刻的体会到只有专注地对一件事情进行深刻研究才能有所收获，从文献查找、案例研究、沟通访谈，到问题解决措施的提出，都离不开反复地学习、沟通、实践和验证。

衷心感谢导师刘伟对本人的精心指导，她在论文的每个阶段都提出了宝贵的意见，纠正了我在撰写过程中方向性的错误，她的言传身教将使我终生受益；衷心感谢各位评审老师对我提出的宝贵意见，他们的建议让我的课题研究思路和论文脉络更为清晰明了。同时，也要感谢经济与管理学院全体教师和同窗们的热情帮助和支持，没有他们的支持和鼓励我无法在这么短时间内成长那么快，从他们身上我学习到了很多知识和宝贵的实践经验。

最后，本课题承蒙 Z 科技股份有限公司质量管理总部和研发中心的大力支持和帮助，特此致谢。

个人简历

1981 年 10 月 29 日出生于广东梅州。

教育经历：

2000 年 9 月考入东北大学信息学院计算机科学与技术专业，于 2004 年 7 月本科毕业并获得工学学士学位。

获奖情况：03、04 年获得党委宣传部优秀标兵。

工作经历：

2004.07-2014.09 中兴通讯股份有限公司，高级技术工程师、质量经理；

2014.12-2017.12 申万宏源证券深圳福华一路营业部，投研经理；

2017.12-2019.07 深圳前海合泰基金管理有限公司，研究和风控经理；

2019.07-至今 深圳前海青檀资本管理有限公司，研究部经理，交易策略系统开发负责人。