

关于加强软件过程管理以及成为合格的软件项目经理相关研究



汤伟杰^{1,*}, 谭文安^{1,2}

¹上海第二工业大学计算机与信息工程学院, 上海 201209

²南京航空航天大学计算机科学与技术学院, 江苏南京 210016

摘要: 随着近年来互联网行业不断发展, 各行业传统企业逐步信息化, 给软件行业带来新的发展机遇, 软件市场不断扩大, 面临的软件过程规范管理以及软件项目管理活动急剧增多, 软件行业对于软件过程和软件项目管理逐步重视起来。如何选择合适的软件过程以更好满足项目需求目标, 其中软件项目经理作为整个软件项目的核心人物决定了项目成功与否, 该如何加强软件过程管理以及如何成为一名合格的项目经理, 从而保证软件项目的整体进度和质量, 均是值得研究探讨的话题。本文中, 梳理概括软件过程及其管理若干核心概念, 介绍软件组织和管理方法, 提供了 PSP (个体软件过程)、TSP (群体软件过程) 和 CMM (软件能力成熟度模型) 所提供的一个集成化、三维的软件改革框架和基于 RUP (统一软件开发过程) 的过程模型。概括项目管理及细化到软件行业中软件项目管理的概念, 对于软件项目经理这一角色, 从进度、人员、资源和沟通交流等多角度分析其重要性, 提炼出其软件项目管理相关活动方法, 以更好满足现代化的软件管理需求。

关键词: 软件过程; CMM; PSP; TSP; RUP; 软件项目管理; 软件项目经理

DOI: [10.57237/j.cst.2022.01.002](https://doi.org/10.57237/j.cst.2022.01.002)

Research on Strengthening Software Process Management and Becoming a Qualified Software Project Manager

Wei jie Tang^{1,*}, Wen an Tan^{1,2}

¹School of Computer and Information Engineering, Shanghai Polytechnic University, Shanghai 201209, China

²College of Computer Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China

Abstract: With the continuous development of the Internet industry in recent years, traditional enterprises in various industries are gradually informatized, bringing new development opportunities to the software industry, the software market is expanding, facing a dramatic increase in software process management and software project management activities, the software industry for the software process and software project management gradually pay attention to it. How to choose a suitable software process to better meet the project requirements goals, software project managers as the core of the entire software project determine the success of the project, how to strengthen the software process management and how to become a qualified project manager, so as to ensure the overall progress and quality of the software project, are worth to study and

*通信作者: 汤伟杰, leibaio@foxmail.com

research. In this paper, we outline some core concepts of software process and its management, introduce software organization and management methods, and provide an integrated, three-dimensional software reform framework provided by PSP (Personal Software Process), TSP (Team Software Process), and CMM (Capability Maturity Model Integration for Software) and RUP (Rational Unified Process)-based process model. Outlines the concept of project management and refinement to software project management in the software industry, for the role of software project manager, analyze its importance from multiple perspectives such as schedule, personnel, resources and communication, and refine its software project management related activities methods to better meet the needs of modern software management.

Keywords: Software Process; CMM; PSP; TSP; RUP; Software Project Management; Software Project Manager

1 引言

随着工程化思维逐渐被应用于各行各业生产活动中, 软件行业也得到普及并逐步深入, 软件过程从原先重视技术、轻视管理逐步走向系统化、规范化、可度量化。软件在技术发展的同时, 但同样也面临一些问题, 比如缺乏完善的软件管理体系, 常常导致各个团队重视自身内部研发, 忽视了整体的兼容协调性。目前国内软件厂商普遍引入国际通用的软件管理机制, 这也促进我国对于软件过程和软件管理的重视。生产高质量的工程化软件需对软件开发整个过程进行有效的组织和管理, 由此产生了一系列软件开发过程相关的组织和管理方法, 其主要目的是形成一种用以积累和传递关于软件开发的经验和方法的载体, 逐步形成高质量的软件过程。然而, 由于软件开发及组织过程一些天然特性如不可描述性和复杂性等, 导致在描述过程中带来很多概念上的误导和实践中的争论, 影响上述目的的达成[1]。软件过程决定了软件质量, 因此要达到高效率、高质量和低成本软件开发, 必须对软件过程进行改善, 对软件过程管理进行加强。在此过程中, 软件项目经理作为软件项目管理的负责人, 使得软件项目成功的一切因素均在软件项目经理的工作范围内。软件项目经理参与整个软件项目的过程, 利用其领导技能、技术知识和经验对团队进行指导, 制定可靠的执行计划以满足客户需求。

2 软件过程相关概念介绍

2.1 软件过程

2.1.1 软件过程定义

软件过程可定义为用于软件开发以及维护的一系列活动组成的偏序集, 每个活动属性包括相关的方法

及实践、目的、资源、约束控制等一定的前提条件。

软件过程也是在开发和构建软件系统时所应遵循的步骤, 过程由活动组成, 活动则是由各个阶段的任务组成, 任务则起着将每一阶段的输入进行加工处理然后输出的作用。活动的执行可以是顺序的、重复的、并行的、嵌套的或者有条件地引发的。

2.1.2 狭义和广义的软件过程

狭义软件过程指的是软件生命周期所涉及的一系列相关软件工程活动的集合, 其各个阶段分别实现了软件的需求定义与分析、设计、实现、测试、交付与维护。

好的软件项目离不开合理的软件过程, 技术(包括工具)革新、人员培训及流程优化等均属于软件过程改进的内容, 因此认为软件过程也应该包括上述三个方面在内。为了以示区别, 可以将软件过程区分为狭义的过程和广义的过程: 狭义的软件过程就是前文描述的一组有先后顺序的实践集合; 广义的软件过程则应该包括技术、人员以及狭义过程这三个部分。分别如下图 1 和图 2 所示。

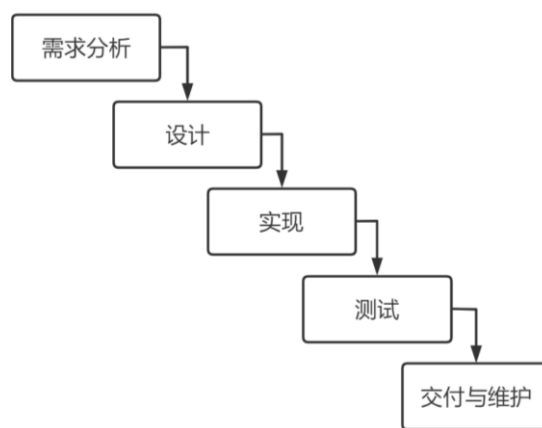


图 1 狭义的软件过程为一组有先后顺序的实践集合

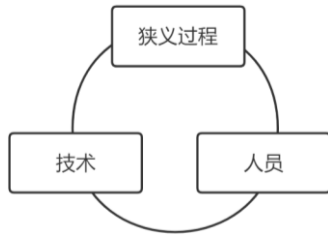


图2 广义的软件过程包括技术、人员及狭义过程

广义的软件过程则作用不仅仅是上图所示三角的一级，更加关键的作用在于将技术、人员以及狭义软件过程三者融合为一个整体，才是一个真正可以指导工作的软件过程。

2.2 软件过程管理

软件过程管理是在软件生命周期内对质量、时间、费用三方面进行量化，通过对于质量管理、风险管理、工程管理和费用管理活动对于上述三方面进行分析和评价。一个有效的、可视的软件过程能够将人力资源、流程和实施方法结合为一个有机整体，并能全面地展现软件过程的实际状态和性能，从而可以实现对软件过程的监督和控制，这样同时也在孕育这一个管理的过程，其直接目的是为了软件过程在开发效率、质量等方面有着更好的性能绩效[2, 3]。

2.3 软件过程模型

为了保证软件质量和协调变化的管理，针对于不同的软件项目可以选取不同的软件过程模型，而软件过程模型选取是否合适，将直接影响软件开发的效率与质量。软件过程模型的选择和实施是需要开发经验作为基础，包含以下一些主要软件过程模型。

- 1) 编码-修正模型：该模型中，开发人员立即根据需求编写程序，调试通过后第一版供客户使用，出现错误或者新增需求后，重新修改代码。缺少规范，可维护性差。只能应付于小型软件开发。
- 2) 瀑布模型：根据软件生命周期，自上而下进行需求分析、软件设计、编码实现、测试和运行维护。问题在于线性过程过于理想化，阶段之间产生大量文档，极大增加工作量，且用户到末期才能看到成果，风险较大。比较适合需求相对稳定便于定义且有较大把握开发的系统。
- 3) 快速原型模型：首先建造一个快速原型，客户

对于原型进行评价，进一步细化需求，逐步调整修改原型，开发人员可以确定客户的真正需求。重点在于第一步快速建立原型，这也是实践中大量使用的过程模型之一。

- 4) 螺旋模型：将瀑布模型和快速原型模型结合起来，并且加入两种模型均忽略的风险分析，沿着螺线进行若干次迭代，强调可选方案和约束条件从而支持软件的重用。是大型、高风险且复杂的系统常用的开发过程模型。
- 5) 喷泉模型：核心思想表现为阶段成果的高度复用和迭代，各阶段是连续的、无缝隙的而且又是相交的。因此，采用面向对象的开发不强调阶段的划分，各种活动可以灵活地迭代和交替。是采用面向对象方法开发系统的常用过程模型。
- 6) 迭代增量式开发模型：此模型不是在项目结束时一次性提交软件，而是分块逐次开发和提交。构造阶段由多次开发组成，每次开发都包含编码、测试和集成，所得产品满足项目需求的某一个子集，或提交给早期用户，或纯粹是内部提交。每次迭代都包含了软件生命期的所有阶段，非常适用于对软件需求缺乏准确认知的情况[4-6]。

3 提高软件过程管理的方式

软件过程管理可照一些成熟的过程模型来进行，本文描述 CMM、PSP、TSP 软件过程结合和基于 RUP 来提高软件过程管理的方式。

3.1 能力成熟度模型（CMM）

软件过程能力成熟度模型 (CMM, Capability Maturity Model for Software)，最早由卡内基 梅隆大学软件工程研究院(SEI)为满足美国联邦政府评估软件供应商的能力要求而开发的，之后 SEI 又结合实战经验对 CMM 不断完善，实现对软件过程的性能进行阶段性的评估，以便最终提升软件设计研发的质量水平[7]。

SEI 将 CMM 定义为：对于软件组织在定义、实现、度量、控制和改善其软件过程中各个发展阶段的描述。这个模型便于确定软件组织的现有过程能力和查找软件质量及过程改进方面的关键问题，从而为选择过程改进战略提供指南[8]。

CMM 还制订了五个循序渐进的质量等级(CMM1 - CMM5)，分别为初始级、可重复级、已定义级、已管理级和优化级，如下图 3 所示。随着某个成熟度级别的一组过程域的分类目标和特定目标的实现，就提高

了过程成熟度并得到过程改进的益，其中 CMM5 是 CMM 认证的最高标准，可有效地帮助企业改进和优化管理，大大提高软件企业的开发水平和产品质量[8, 9]。

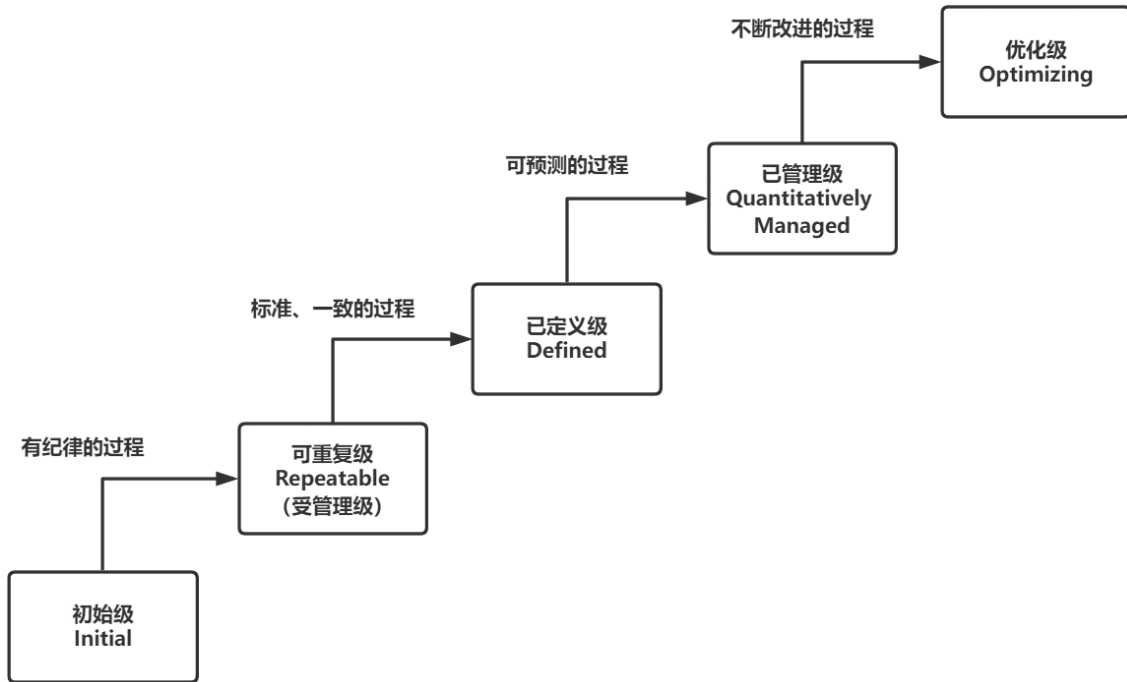


图 3 CMM/CMMI 成熟度的 5 个等级

3.2 个体软件过程（PSP）

个体软件过程(PSP, Personal Software Process)是一种可用于控制、管理和改进个人工作方式的自我持续改进过程，是一个包括软件开发表格、指南和规范的结构化框架[10]。SEI 的 Watt S. Humphrey 带领团队域 1995 年开发并推出个体软件过程，PSP 与具体的技术（程序设计语言、工具或者设计方法）相对独立，其原则能够应用到几乎任何软件工程任务中，简言之是提高软件组织成员和个体能力的框架。

PSP 注重个体技能，能够指导软件工程师为保证自己的工作质量而采取相应措施，估计和规划自己的工作，度量和追踪个人的工作表现，管理自身的软件过程和软件产品质量。通过学习 PSP 的正规训练与实践，软件工程师们在其参与的项目充分利用 PSP，使自己的工作计划、预测更加准确有效，进而提升个人工作效率和产量，从而保证项目整体的进度和质量[11]。

基于 CMM 在实践中的发现，PSP 可以指导软件工程师帮助其建立一套结构化、规范化的方法，在软件

项目开发成本中往往人员成本占 70%，所以工程师的技能和习惯规范很大程度决定了软件开发过程的结果[12]。当软件开发人员在项目中面临各种各样的实际问题并寻求有效的解决问题方案时，就会更深刻体会到 PSP 的作用。

3.3 群体软件过程（TSP）

群体软件过程(TSP, Team Software Process)是由 Watts s. Humphrey 提出的一种应用广泛的团队软件过程，为软件的开发团队提供指导，TSP 侧重于帮助软件项目团队改善软件质量和生产率，并使其更好满足成本及进度的目标。

TSP 的目标为创建具有自我管理能力的群组，管理人员要善于引导和激励群组的全体成员发挥出自己最高水平[13]。Watts s. Htmphery 对群体软件过程提出了一整套原则、策略和方法，将 CMM 要求实施的管理和 PSP 要求开发人员具有的技巧规范结合在一起，按时交付高质量的软件，把成本控制在预算范围之内。

TSP 注重团队的高效工作和软件产品的交付能力，

结合 PSP 的工程技能，指导软件工程师把个体过程结合到群体软件过程中，并正确引导管理层如何支持和授权软件项目组，坚持高质量的工作，依据数据进行项目的管理，确保生产出高质量的软件产品。

3.4 CMM、PSP、TSP 结合

CMM 是学术界和工业界公认的软件过程标准，CMM 的本质是项目管理工程的一个部分。CMM 的成功与否和软件研发团队内部人员的积极参与和创造性活动密不可分，其实现有赖于有关人员的参与和创造，但 CMM 并未提供有关体现关键过程域所需的具体知识技能，个体软件过程 PSP 的研究与实践填补了这一方面的空白，群体软件过程 TSP 结合了 CMM 的管理方法和 PSP 的工程技能，建立、管理、授权并指导项

目组在不超过成本的前提下，在承诺的期限范围内，不断生产交付高质量的产品[13]。

TSP 和 PSP 结合在一起，能够指导工程师做到：(1) 确保高质量交付软件；(2) 生产高安全性的软件产品；(3) 改进组织的软件项目过程管理；(4) 建立其正确的软件目标；(5) 合理地定义软件团队角色；(6) 准确地进行风险评估；(7) 制订完善的团队计划；

CMM 用于建立管理框架，设计软件过程改进的先后顺序，定义改进的内容等，结合 PSP、TSP 指导工程师个体和团队如何才能高质量完成工作；如何打造一个配合默契的团队；如何实现 CMM 所定义的目标，形成了软件产业一个集成化、三维的软件过程框架，如下图 4 所示[14]。

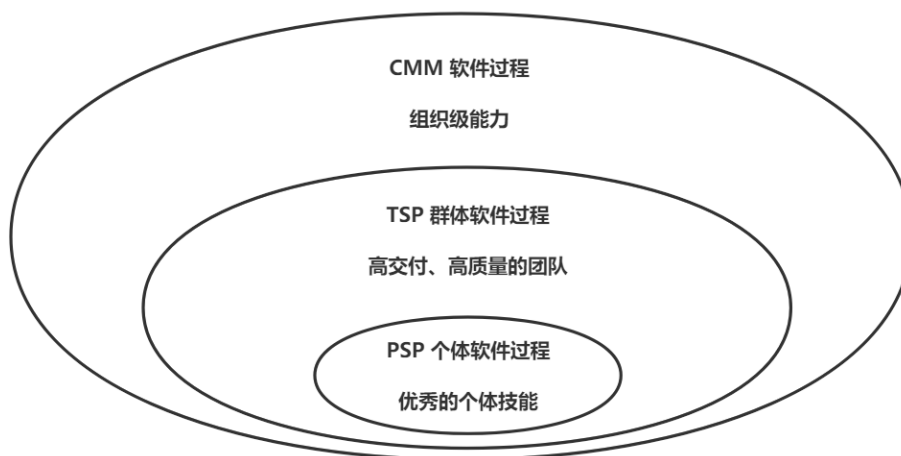


图 4 PSP、TSP、CMM 集成化三维框架

三者相辅相成，互相补充，构成了一个有机整体框架，从软件企业角度，经验证明 PSP、TSP 能够加速 CMM 在企业范围的实施，同样也是为了软件改进的需要，为企业竞争带来更大的竞争优势。

3.5 基于 RUP 进行软件过程管理

在面对一些大型软件团队开发大型复杂软件工程时，可以采用统一软件开发过程(RUP, Rational Unified Process)，RUP 方法是一个面向对象且基于网络的程序开发方法论，由 Rational 公司提出，RUP 是一种重量级过程，可以为所有层次和方面的软件程序开发提供指导方针、模板和事例[15]。

RUP 最主要的三大特点包括：(1) RUP 软件开发过程属于一个迭代式、增量式过程。整个系统开发历

经多次迭代直到项目完成；(2) 基础核心系统运作由用例来驱动。用例是用户与系统的交互，用于捕获系统需求，所有用例合在一起构成用例模型，描述系统全部功能；(3) 软件是以架构设计为中心的。包含系统的组织、各个结构元素以及这些组织之间的协同工作行为等[16]；

RUP 将大型复杂软件工程分为初始阶段、规划阶段、构造阶段和移交阶段，在每个阶段过程结束建立里程碑，由里程碑决定是否进入下一个阶段。在初始阶段，确定项目边界；规划阶段，进行项目计划编制，识别过程中的风险；构造阶段，进行将剩余构建和程序进行开发集成，完成功能的单元和集成测试；移交阶段，将产品交付给用户，包含安装、培训、交付、维护等，确保软件对最终用户是可用的[17]，RUP 中阶段和里程碑模型如下图 5 所示。

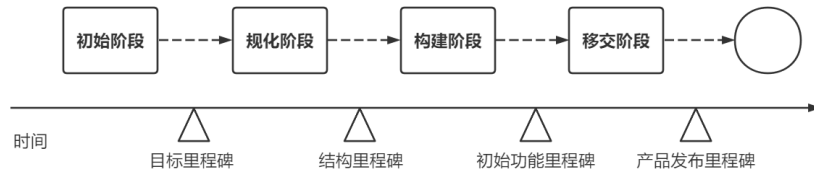


图 5 RUP 阶段和里程碑模型

RUP 强调采用迭代和增量的方式进行软件开发，将整个大型复杂项目分为多次迭代过程。在每次迭代中，只考虑系统的部分需求，进行分析、设计、实现、测试和部署等流程，每次迭代实在已完成部分的基础上进行的，每次增加一些新的功能实现，以此流程

进行，到最终达到系统需求预订的效果。RUP 是一种二维结构过程，横轴为时间序列，纵轴为过程部分，RUP 的整个生命周期如下图 6 所示，包含四个阶段和其九个工作流，九个工作流分别是六个核心工作流（下图 6 中使用*标出）和三个核心支持工作流。

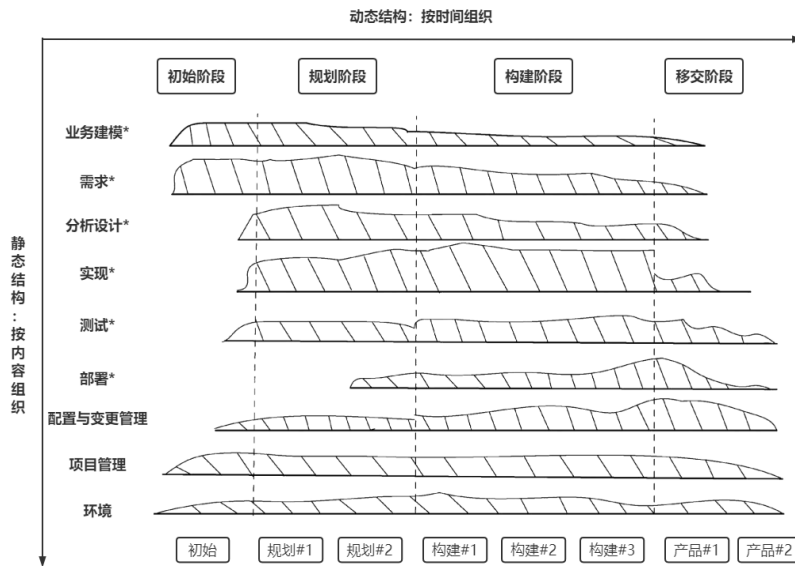


图 6 RUP 统一软件过程生命周期

RUP 是一个通用的软件过程模板，其包含了软件关于开发指南、开发过程中产生的制品、开发过程中所涉及到各类角色的说明。RUP 可应用于不同类型的软件系统、不同的应用领域、不同的开发机构、不同的功能级别、不同规模的项目。RUP 是个非常庞大的过程，针对具体的开发机构和项目，应用 RUP 时需要配置，适当裁减。

通过 RUP 方法，软件企业能够保证软件产品质量，降低项目风险，规范项目管理和开发业务流程，进而达到提升软件质量、效率和维护性的目的，从而最大程度提高企业效益[18]。

4 成为一名合格的软件项目经理

以信息化系统为主的软件企业里，生产活动主要

以项目形式进行，而在软件项目集成开发过程中，人员的能力和项目的有序进行极为重要，这些也是软件项目经理职责范围内，项目的开展顺利与否受到项目经理能力的深度影响[19]。因此，整个软件过程中对于软件项目经理这个角色提出很高的要求。

4.1 软件项目管理简介

项目管理是管理学科的分支，指在项目活动中运用专业的知识、技能、工具和方法，在有限的资源设定条件下，实现设定的需求与目标[20]。项目管理是有效整合资源、高效率地实现项目目标的一套独特的管理理念、方法论体系，其本质在于“在复杂多变的环境下，做好一件事”的理念与技术，应用于软件行业同样如此，一个软件项目是在指定的时间内依据特定的方

法执行以实现达到预期的软件产品。

软件项目管理也是一门运用系统科学的原理对项目建设进行规划、组织和控制的系统管理方法。其涉及到管理规范方法、人员组织形式等多方面问题，是一门知识密集、技术密集性的专业工作[21]。

软件项目管理中最重要的是质量、时间和成本三要素。质量包含质量计划、保证和控制等，是项目成功的必须；项目时间是项目能如期完成的所需，在大的计划下，各个单位分解计划，保证顺利进行；成本管理包括资源、预算和控制等，是保证项目在批准的预算范围内完成项目的过程。三要素相互约束，共同形成软件项目的重要组成部分，如下图7所示。



图7 软件项目管理三要素

软件项目三要素提供高质量产品、保持预算约束的成本以及按照预期约定的时间，其中一环因素受到影响，都会影响其他两方面。

4.2 软件项目经理的重要性

软件项目经理的工作质量和责任心直接影响到软件产品开发的成功与否[22]。随着现代软件项目管理发展，软件项目经理或许不直接参与技术开发活动，但会进行控制和管理整个生产过程。

软件项目经理准备和执行各种生产计划，安排必要的资源，负责团队组件和角色分配，以此解决产品、资源、成本、预算、时间及客户交流沟通等[23]。一个优秀的项目经理合理分配资源，把合适的人员配置到适宜的岗位，充分发挥团队的作用，把控项目进度，保证项目的高效运转。而不称职的项目经理会导致人力、物力的浪费，导致项目拖沓延期、产品不合格等问题。综上所述，软件项目经理在软件产品项目中作用举足轻重，是项目能否成功的关键所在。

4.3 软件项目经理的项目活动

互联网知识经济时代，人工智能、云计算、大数据等新技术进入传统软件公司，客户需求更加多元和定制化。并且软件项目的特点在于需求易变化、技术

更新迭代速度快、部分项目人员变动频繁等，这些因素就意味着软件项目的实施变数大、风险成本高[24]。因此对于软件项目经理而言，面临着新型开发管理模式和员工关系管理，对其专业能力提出新的挑战和要求，在软件项目管理包括一些系列活动，主要包括项目规划、项目估算、事务调度、资源管理、风险管理、沟通管理和配置管理等相关活动。

- 1) 项目管理活动，其中包括项目规划、范围管理和项目估算等内容。项目规划在软件生产实施的启动阶段进行，进行相关项目目标指定，预估可能遇到的问题，在此基础上提出相关方案措施；范围管理进行界定项目的范围，这使得项目是有限的，形成可量化的任务和指标，将整个项目分解为小的部分，容易进行操作记录，避免资源、成本以及时间等方面的溢出；项目估算对于有效管理和掌控进度是必须的，需要进行软件规模估算、总时间估算、人员工时工作量估算、软件成本估算等。
- 2) 项目调度活动，软件项目之间关系比较紧密，而软件开发人员的专业划分程度较高，因此需要区别与传统工程润屋的调度[25]。软件项目尽力需要进行整理项目分解为各个更小的项目任务，找出各个活动的路径和之间的关联，进行任务时序分配。
- 3) 资源管理活动，用于软件项目开发的所有元素均可被定义为项目资源。软件研发过程中，资源的供应量往往是有限的[25]，包括人力资源、资金资源、生产工具等等，为了保证项目任务能够顺利进行，需要对各类资源进行合理配置、组合和优化，以发挥有限资源的最大化效益。
- 4) 风险管理活动，贯穿整个软件项目的生命周期，涉及到软件项目中各类可预见和不可预见的风险。可能包括核心成员离开、组织管理改变、低估资源和成本、曲解软件需求、产品竞争、技术变化等等，其中有关流程包括：风险识别、风险归类、风险管理和风险监测[26]。风险识别，需要判断出可能的风险并记录其特征；风险归类，对于可能产生的影响进行分类，分为例如低、中、高的风险强度；风险管理，需要在不同软件过程不同阶段分析出发生不同程度风险的概率，进行相关规避、减弱、消除风险等等操作，最大程度减少风险的影响；风险监测，需要密切持续监测可能的风险和早期特

征,以尽早采取相应措施。

- 5) 沟通管理活动,软件项目经理合理有效的沟通对于项目的成功必不可少,包括与客户、团队成员以及项目相关利益者的沟通。项目经理需要在这样的过程中,起到纽带作用,协调需求、技术、供应商等等各方面关系,实现有效的分享项目信息和反馈机制。

5 结论

首先,由于软件项目的自身特性如抽象性、不确定性等导致其过程管理工作的复杂,需要对其整个过程和过程管理体系分析。本文中,进行梳理软件过程的若干相关概念,如软件过程、软件过程管理、软件过程模型等。其次,提供多种软件过程管理方式,如CMM、PSP、TSP 以及其组合的有机模型和基于 RUP 的软件过程方法,涵盖了各个规模大小的软件过程,提供了选择、组合以及定制的思路。最后,进行分析软件项目管理,概括了软件项目经理这一重要角色,提炼出其相关活动方法,需要根据不同环境进行灵活合理运用,才能适应当今软件项目灵活、多样、定制化的软件项目需求。

参考文献

- [1] 荣国平,张贺,邵栋,王青. 软件过程与管理方法综述[J]. 软件学报, 2019, 30 (01): 62-79.
- [2] (美)弗雷德里克·布鲁克斯著. 人月神话 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 40-48.
- [3] 刘璘,周明辉,尹刚. 大数据时代软件工程专题前言[J]. 软件学报, 2017, 28 (06): 1327-1329.
- [4] 张友生,李雄. 软件开发模型研究综述 [J]. 计算机工程与应用, 2006 (03): 109-115.
- [5] 孙丽. 经典软件开发模型综述[J]. 产业与科技论坛, 2014, 13 (15): 94-95.
- [6] 林正奎,杨德礼. 软件开发模型研究: 发展、问题与挑战 [J]. 计算机应用研究, 2005 (03): 6-9.
- [7] 姚正亚,王响雷. 软件过程改进方法的研究与设计 [J]. 中国新通信, 2020, 22 (03): 55.
- [8] 万江平,孔学东,杨建梅. 集成能力成熟度模型(CMMI)的研究[J]. 计算机应用研究, 2001 (10): 10-13.
- [9] 刘原序. 面向 CMMI 模型的软件项目开发质量管理方法研究 [D]. 战略支援部队信息工程大学, 2018: 3-6.
- [10] 何新贵等编. 软件能力成熟度模型, 北京:清华大学出版社, 2001: 203-233.
- [11] 杨丽华. 软件项目成本管理的相关技术研究与实现[D]. 大连海事大学, 2005: 10-11.
- [12] Pekka Abrahamsson, Karlheinz Kautz. The Personal Software Process, Experiences from Denmark. [J]. CoRR, 2019, abs / 1903. 10893.
- [13] 陈娟秀. 合理的软件过程管理是软件质量的基础 [J]. 情报探索, 2008 (3): 47-49.
- [14] 周伯生. 群组软件过程 TSP[J]. 中国计算机用户, 2000 (24): 27-29.
- [15] 秦胜勇. 统一软件过程 RUP 的研究与实践[J]. 电脑知识与技术, 2016, 12 (04): 99-100.
- [16] 吴家菊,席传裕,姜龙. 基于 RUP 的迭代式软件开发研究及应用[J]. 现代电子技术, 2009, 32 (16): 95-99.
- [17] 李雪晖,宋健. 基于 RUP 方法的大型复杂工程进度管控模型研究[J]. 项目管理评论, 2021 (05): 52-56.
- [18] 金兰. RUP 核心思想在软件建模中的应用[J]. 计算机与数字工程, 2017, 45 (03): 453-458+468.
- [19] 孙亮. S 软件公司 IT 项目经理胜任力评价研究[D]. 山东大学, 2020. 1-10.
- [20] Nidhi S. Natrajan and Tuhin Chattopadhyay. Leading to the Success: Assessing the Impact of Leadership Skill of Project Managers on Success of a Software Project [J]. International Journal on Leadership, 2014, 2 (2): 1-8.
- [21] 王采玲. 软件项目经理重要性分析及实践探讨 [J]. 科技资讯, 2007 (33): 171.
- [22] Hans Robert and Mnkandla Ernest. A model for assisting software project managers to treat project teams as key stakeholders: What do experts say? [J]. Procedia Computer Science, 2021, 181: 1105-1113.
- [23] 李辉. 软件项目经理胜任力特征及案例研究 [D]. 北京邮电大学, 2007: 9-22.
- [24] 张文英. DW 公司软件项目经理胜任力模型构建及应用研究 [D]. 中国政法大学, 2020.
- [25] 郭研. 资源受限的软件项目群调度问题研究[D]. 南京航空航天大学, 2013: 2-18.
- [26] 刘鹏,周霞,张毅,涂彦君. 浅谈软件项目管理[J]. 信息系统工程, 2022, (04): 81-84.