

持续集成与自动化测试 在国家电网电力营销系统开发中的应用

侯桂波, 王喜伟, 于春玲, 佟雪松

(中国电力科学研究院 软件工程实验室, 北京市 海淀区 100192)

Application of Continuous Integration and Automated Testing in Development of Power Marketing System for State Grid Corporation of China

HOU Gui-bo, WANG Xi-wei, YU Chun-ling, TONG Xue-song

(China Electric Power Research Institute, Haidian District, Beijing 100192, China)

ABSTRACT: Through the practical experience of agile development, i.e., the continuous integration and automated testing, and combining with present situation of the project team of power marketing system of State Grid Corp. of China, the development approach suitable to project development team is researched to improve current development mode and testing process as well as to solve the defects due to traditional development modes, that is, low productivity, uncontrollable software quality, delay in the delivery of the developed software and high maintenance cost in later period. By means of the practice of agile development, the working efficiency, product quality and management efficacy are overall improved.

KEY WORDS: agile development; continuous integration (CI); automated testing; development mode

摘要:通过对敏捷开发实践——持续集成和自动化测试的研究与应用,结合国家电网电力营销系统项目组运作现状,寻找适合项目开发团队的开发方法,以改善当前开发模式与测试流程,解决项目组在传统的开发模式下生产力低下、软件质量不可控、软件延期交付和后期维护成本偏高的问题,实现了工作效率、产品质量和管理效力的整体提高。

关键词:敏捷开发;持续集成(CI);自动化测试;开发模式

0 引言

随着国家电网 SG186 工程的不断推进,电网内各业务系统的规模越来越大,功能越来越多,实现越来越复杂。营销业务应用系统是 SG186 工程八大业务系统之一,是为营销决策分析提供基础数据支撑的一体化大型 WEB 综合应用信息系统。其拥有 12 000 多个功能点,在应用上涵盖网省、地市、区县、供电所 4 级供电单位,在客户服务、业务处

理、管理监控的功能上涵盖营销各业务应用。

由于营销业务应用系统规模庞大、功能繁多、需求变更频繁,采用传统开发和管理模式运作的项目组在项目进展过程中遇到很多影响软件质量与管理效力的问题:1)无法更早判断已开发代码的有效性,无法更早验证不同子模块(子团队)间开发的相互影响;2)没有自动化的编译、构建和测试环境,需要大量的人工参与,这增加了引入人为失误的风险,重复执行也浪费了大量人力;3)测试工作以手工验证测试为主,且缺失回归测试,无法保证代码变更后系统整体功能的正确性;4)从代码到编译集成成功,以及从编译集成成功到可交付工作的软件,这 2 个过程的时间长短无法有效控制;5)手工操作增加了工作度量的难度,同时降低了项目管理效力。

为解决上述问题,提高工作效率、保证营销系统处于一个稳定可控的状态以及完善管理手段,项目组引入了持续集成与自动化测试方法。持续集成与自动化测试是敏捷开发方法的一种重要而实用的实践。持续集成要求开发团队每日至少进行 1 次产品级构建,多次个人构建,并对每次构建执行单元测试、集成测试以及功能测试等质量相关的软件过程,然后快速地给出本次构建的反馈。只有当构建中所有问题都处于已解决状态,才可以将代码提交到版本控制库。这样保证了每次提交的代码都是可交付的。

文献[1]提出了持续集成的概念、理论基础和行为规范,并对执行过程进行详细的阐述。文献[2-7]

从实践的角度阐述了敏捷方法的特点与应用，并对持续集成在实际项目中的价值进行了详尽的研究。持续集成与自动化测试在国外得到很快的发展与推广，国内一些大型企业也在积极引进并应用到相应的产品研发过程中。

本文将阐述敏捷方法、持续集成与自动化测试理论基础以及实现方式，并重点描述在国家电网电力营销系统项目开发中应用持续集成与自动化测试的过程，以及营销业务应用项目组在采用持续集成与自动化测试后发生的变化和收获。

1 持续集成的理论

持续集成^[8]是极限编程(extreme programming, XP)社区的 12 个重要实践之一。持续集成的最低要求是每日构建，并提倡利用一个全自动的过程，在一天中根据代码变化进行多次构建并执行其它必要的软件过程，如单元测试、功能测试等。自动化测试是 XP 的另一项核心价值，它可以提高测试的质量并保证软件产品的正确性。

敏捷开发强调以人为本，交流为主，以积极和热情响应变化，尽快提交可以工作的小版本软件。持续集成体现项目的可回归性与敏捷性，要求最大化地利用计算机价值来解放人的重复劳动，让开发团队将精力放在更重要的工作上面^[9]。

项目中重复劳动的提取是实现可回归性的前提，使用自动化是实现可回归性的手段。自动化是将项目中可重复的内容提取并交由计算机来完成的过程。软件开发过程中需要重复执行包括编译、执行单元测试、打包部署、执行功能测试、性能测试、代码审查等。

敏捷性与回归性相辅相成，没有可回归性，也就谈不上敏捷性。敏捷性可以有效地提升回归性。在项目中若要实现可回归性和敏捷性的最优化，必须引入持续集成的思想，见图 1。

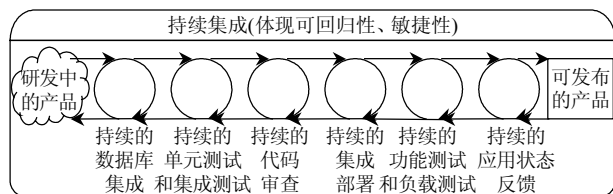


图 1 持续集成

Fig. 1 Continuous integration

2 持续集成的实现方式

持续集成倡导：以自动化为基础，测试优先，尽早而频繁地构建。

自动化测试是持续集成中相当重要的一环，通过自动、频繁地执行大量的自动化测试用例，来达到尽早发现系统问题、保证系统正确性的目的。

可以看出，持续集成与自动化测试都要求有自动执行的能力，且出于时间成本的考虑，持续集成的实现最好是可自动触发的、分布式的。持续集成服务器以软件配置管理(software configuration management, SCM)工具为中心，以自动化构建工具(ant, maven 等)为手段，通过对 SCM 中的软件工件的不断轮询，并根据工件状态的变化来触发构建，由自动化构建工具完成具体工作。目前开发团队广泛采用的持续集成服务器主要有 CruiseControl、Teamcity、Bamboo、anthill 及 Continuum 等。

图 2 展示了分布式集成服务器的工作方式与流程。当 server 轮询到 SCM 的变化后，会生成工作队列，并通知 Agent；Agent 将申请工作任务，然后连接到 SCM，并检出最新的变更，通过构建工具根据配置文件(如 ant 的 build.xml 或 maven 的 pom.xml 文件)中定义的过程依次执行。当执行过程中出现错误时，集成服务器将快速给出反馈并以集成服务器中设置的方式通知引起构建失败的责任人。

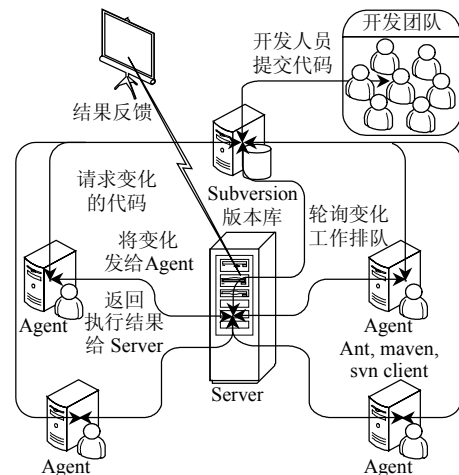


图 2 分布式持续集成服务器工作流程

Fig. 2 Work flow chart of distributed continuous integration server

集成服务器可以快速地反馈构建过程中的问题，同时也要求项目组对引起构建失败的原因尽快处理，以保障后续阶段的顺利进行。

3 项目实践及成果

3.1 整体方案

本文将采用 ThoughtWorks 公司的 Selenium 自动化测试框架和 Cruise 产品做持续集成服务器，以国家电网电力营销业务系统项目为实践对象。通过

对营销业务应用系统项目组的工作模式实施持续集成改造，来考察持续集成和自动化测试在国家电网项目中的适用程度以及给项目带来的好处。

根据营销业务应用系统项目的现状，制定引入自动化测试和持续集成的实施方案。由于营销业务应用系统规模十分庞大，所以采用“先部分后整体”的方式：先在某一个子系统内实施持续集成与自动化测试改造；然后评估对子系统的改造过程和完成后对开发团队带来的影响，根据评估结果制定对整个产品进行持续集成和自动化测试改造的计划，最终达到优化开发过程、提高软件质量和提供支持管理决策所需客观数据的目的。

3.2 实施过程

1) 目的。获得管理所需的项目统计数据，根据代码库中代码的变化进行集成，并对集成后的代码进行编译与部署，然后执行自动化测试并产出相应报告。

2) 环境准备。根据分布式持续集成工作流程可以看出，需要 1 台计算机作为主控制机，多个客户机来完成主控机分发的任务。根据实施目的，我们准备了 3 台机器来搭建持续集成环境：1 台用作主控制机，1 台用作代码统计与审查，1 台做编译、部署以及执行自动化测试。

3) 编写并调试 ant 脚本。该脚本是持续集成中

的各环节能够自动运行的关键。

4) 编写自动化测试脚本。测试脚本可以包括单元测试的脚本、功能测试的脚本以及性能测试的脚本。本次主要编写了基于用户界面(user interface, UI)的功能测试脚本。

5) 开始运行，收集结果并对此做评估。

6) 重复以上几步完成整个产品的持续集成与自动化测试改造。

3.3 价值产出

通过为期 6 周的实施改造，最终以局部带动整体的方法实现了整个项目持续集成与自动化测试环境的搭建，并对相关人员进行持续集成理念的培训，成功传达了持续集成与自动化测试倡导的理念。同时在实施过程中通过结对工作的方式培养了 2 个可以专注于持续集成工作与推广的人员，为以后的深入应用奠定了基础。

通过这次实施，实现了营销业务系统的编译自动化、代码审查自动化和功能测试自动化，具备了敏捷软件过程的回归性和敏捷性特征，为开发模式的优化提供了参考。以下为实施成功后的产出物，可以直观地了解持续集成带来的价值：

1) 代码统计结果报表。见图 3。通过图 3 展示的报表，可以查看最近一周内 Subversion(SVN)版本库中代码的变化。报表提供了多种查看条件，如

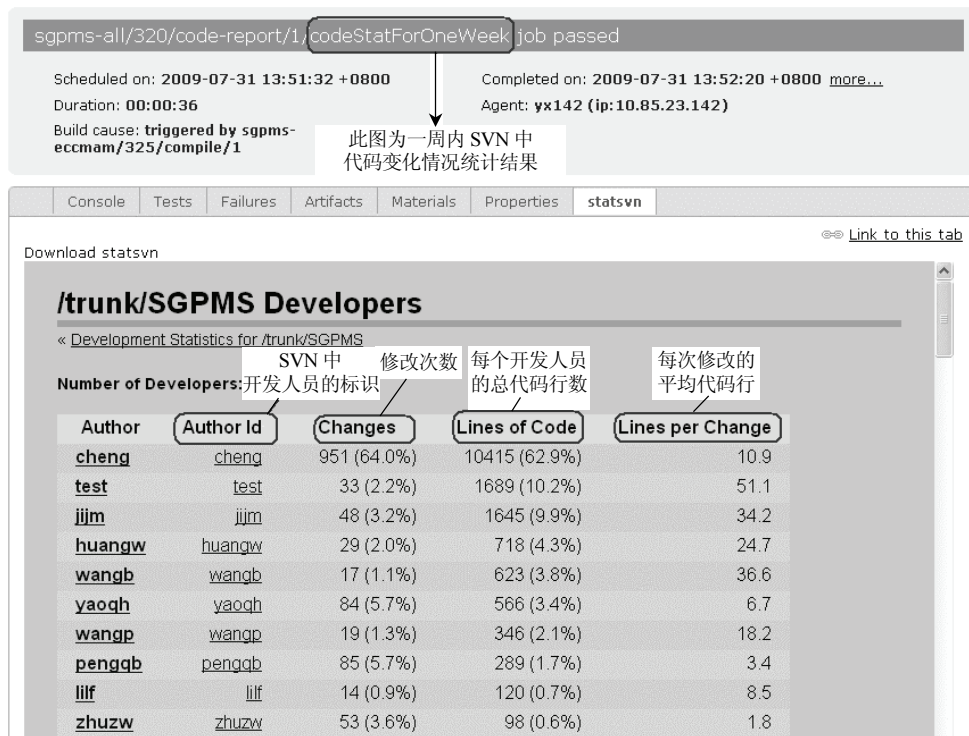


图 3 周代码变化统计报表
Fig. 3 Statistic report of weekly changed code

以开发人员进行的统计、以模块进行的统计等。通过这个报表,领导层可以清楚地了解当前项目的进展情况和项目内成员的工作量,为日常评价和管理决策提供客观依据。

2) 圈复杂度检查结果报表。通过本报表,开发人员可以了解到自己所编写的代码的复杂度。由于随着代码中路径数量的增加,理解和维护该代码的难度也随之增加,同时出现缺陷的可能性也会变大。所以开发人员可以通过改进复杂度较高的代码,降低潜在的代码风险。

3) 编码标准检查结果。此项结果使项目领导或开发人员都可以了解当前提交到 Subversion 版本库中的代码是否符合公司或项目制定的编码规范。

4) 依赖关系检查。通过此项检查,开发人员可以查看项目中类与类之间的依赖关系,并要根据结果来重构依赖关系过于复杂的代码。

5) 自动化功能测试结果。图4展示了自动化测试结果报表,项目组成员通过它可以清楚看到哪些测试通过了,哪些没有通过,没有通过的原因是什么。这样开发人员可以有针对地对代码进行调整。



图4 自动化测试结果报表

Fig. 4 Result report of automated testing

4 结语

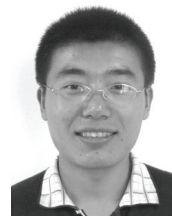
持续集成不仅是一种开发技术上的实现,也是一种组织上和文化上的实现。所以要让组织内的人接受持续集成与自动化测试实践,最佳方式是逐步推进实现——由易到难地推进自动化进程,最终实现整体的自动化。这次实施正是基于以上方式,从持续编译开始到自动化的代码审查,再到自动化的测试,逐步地让项目组成员认识与接受。最终使得持续集成与自动化测试在营销项目中应用顺利完成,并达到了项目组预期的结果,为营销项目的管理与开发维护开启了全新一页。

参考文献

- [1] Fowler M. Continuous integration[EB/OL]. 2006-05-01. <http://www.martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html>.
- [2] Martin R C. 敏捷软件开发: 原则、模式与实践[M]. 邓辉, 译. 北京: 清华大学出版社, 2003: 2-27, 79-86.
- [3] Duvall P M, Matyas S, Glover A. 持续集成: 软件质量改进和风险降低之道[M]. 王海鹏, 贾立群, 译. 北京: 机械工业出版社,

2008: 4-222.

- [4] <http://www.infoq.com>.
- [5] 张海藩. 软件工程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009: 20-186.
- [6] Tong ka lok, Kent. 敏捷开发的必要技巧[Z]. 王伟杰, 译.
- [7] Jim Highsmith. Agile project management: creating innovative products[M]. 2004: Chapter 1-4.
- [8] 罗时飞. 持续集成及 CruiseControl 技术交流[Z].
- [9] 罗时飞. 敏捷持续集成(CruiseControl 版): 高效研发之道[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 1-146.



收稿日期: 2009-09-15.

作者简介:

侯桂波(1984—), 男, 性能测试工程师, 主要从事基于 B/S 架构的系统性能测试工作, E-mail: houguibo@cpri.sgcc.com.cn;

王喜伟(1967—), 男, 高级工程师, 从事电力自动化和信息化的相关研究工作;

于春玲(1976—), 女, 硕士, 工程师, 负责“SG186 工程”信息类项目测试管理工作;

佟雪松(1976—), 男, 项目经理, 高级性能测试工程师, 主要负责“SG186 工程”信息类项目的性能测试和项目的组织管理工作。

(责任编辑 李兰欣)