

# 现代应用程序的维护与技术支持

姜 文,刘立康

(西安电子科技大学 通信工程学院,陕西 西安 710071)

**摘 要:**软件维护作为软件生命周期的最后一个环节,需要提供高质量的软件维护工作和技术支持。文中叙述了软件维护包括的内容,介绍了应用程序维护的组织方式,给出了应用程序维护的角色和用例图。软件维护涉及的角色包括客户、售后服务人员、软件维护项目组成员。文中详细介绍了各个角色在软件维护过程中的职责和任务,以及相关的工作流程。最后介绍了一些典型维护工作案例。长期的工作实践表明,该软件维护组织方式可以有效地完成大型应用程序的维护工作和技术支持。

**关键词:**软件维护;角色;用例图;运维工程师;维护流程

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)04-0116-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.04.027

## Maintenance and Technical Support of Modern Application Software

JIANG Wen,LIU Li-kang

(School of Telecommunication Engineering,Xidian University,Xi'an 710071,China)

**Abstract:**The software maintenance,as the last step of the software life cycle,is needed to provide the high quality work of the maintenance and the technical assistance. In this paper,describe the contents of the software maintenance,introduce the organization of application software maintenance and give the roles of the application software maintenance and the case diagram. The roles of the software maintenance contains the customer,the after-sales service personnel and the members of the software project team. The responsibilities and tasks in the software maintenance process of all kinds of the roles and the related work process is introduced in detail in this paper. At the end,some typical maintenance work case is introduced. Long work practice shows the organization of the software maintenance can finish the work of the large applied software maintenance and the technical assistance.

**Key words:**software maintenance;roles;case diagram;operation and maintenance engineer;maintenance process

## 0 引言

随着计算机技术在各行各业的应用普及,各类型的软件越来越多,对于各类软件维护的工作量也越来越大。因此,近几年来国内外的软件研究人员更加重视软件维护过程的管理和软件维护技术的研究。软件维护作为软件生命周期的最后一个环节<sup>[1-5]</sup>,是软件生命周期中持续时间最长的阶段。对于大型软件而言,软件维护的成本是开发成本的4倍左右,目前大约6成的开发人员从事软件维护的工作。在软件开发完成并投入使用后,由于多方面的原因,需要软件不断持续适应用户的要求,要延续软件的使用寿命,就必须根据客户的需求,高质量地完成软件维护的工作。

## 1 软件维护内容

软件的维护包括以下几方面:改正性维护、适应性维护、完善性维护和预防性维护。

改正性维护是指改正软件系统开发阶段已发生而系统测试阶段尚未发现的错误。

适应性维护是指软件系统适应信息技术变化和管理需求变化而进行的修改。

完善性维护是指软件系统扩充功能和改善性能而进行的修改,主要是指对已有的软件系统增加一些在系统分析和设计阶段中没有规定的功能与性能。

预防性维护是指为了改进应用软件系统的可靠性和可维护性,为适应未来的软硬件环境的变化,主动增

收稿日期:2014-05-21

修回日期:2014-08-24

网络出版时间:2015-02-23

基金项目:国家部委基础科研计划;国防预研基金项目(A1120110007)

作者简介:姜 文(1986-),女,硕士研究生,CCF 会员,研究方向为图像处理与分析、文字信息分析处理、数据库应用和软件工程;刘立康,副教授,研究方向为数字通信、图像传输与处理、图像分析与图像识别等。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150223.1233.015.html>

加预防性的新的功能,以使应用系统适应各类变化而不被淘汰。

## 2 软件维护的角色和用例图

大型软件交付使用后通常软件公司需要组建该软件维护项目组负责提供多个客户方的软件维护和技术支持。软件维护涉及的角色包括客户方人员、售后服务人员、软件维护项目组成员。

客户方人员:即应用软件管理和操作人员,负责软件的日常运营,在软件运营过程中经常会遇到各种技术问题。

售后服务人员:通常称为现场工程师,负责新开局(软硬件环境的安装配置,该应用软件的安装配置),客户方人员技术培训和现场维护。

软件维护项目组:项目组由运维工程师组成,负责应用软件的技术支持,及时解决客户和现场工程师反映的各种技术问题。

软件维护与技术支持用例图如图1所示<sup>[6-14]</sup>。

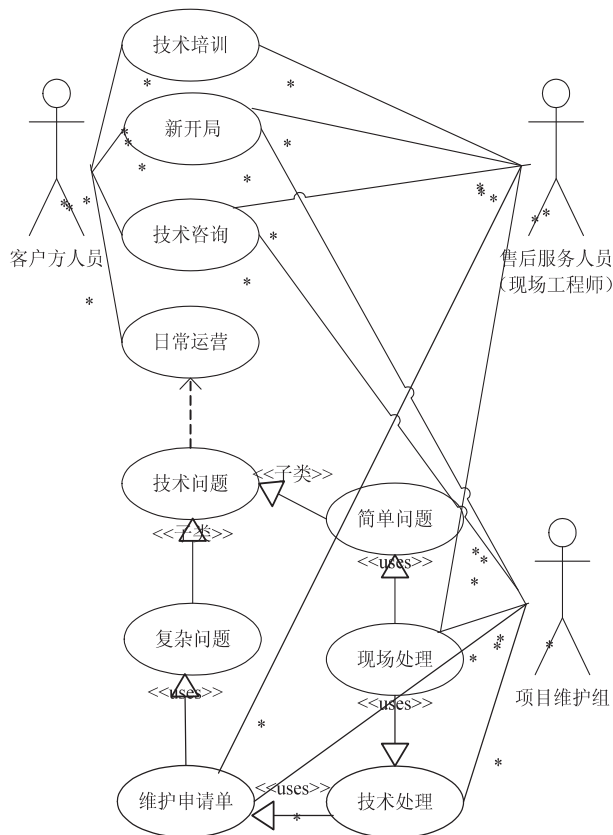


图1 软件维护与技术支持用例图

## 3 客户方人员

客户指应用软件购买和使用单位,客户方人员是指该单位的软件系统管理员和软件操作员。客户方人员应该认真参加相关技术培训,努力掌握应用软件及其软硬件环境的安装配置,软件系统管理和正确操作,

从而保证软件系统的正常运营。

在日常的运营工作中可能遇到以下问题:  
软件系统的管理不善和误操作;  
软硬件环境的升级更新和安装配置问题;  
应用软件的功能扩展和提升问题;  
应用软件的故障和缺陷问题。

客户方人员需要及时和售后服务人员联系解决存在的问题。也可以向软件维护项目组成员咨询技术问题。

## 4 售后服务人员(现场工程师)

软件正式交付用户后,企业应根据合同提供技术培训和售后技术支持服务。复杂的大型软件系统牵涉到大量的软硬件资源,要求使用者有相应的知识,才能更好地使用该软件系统。培训的内容和深度可根据实际情况相应调整,培训方式可多种多样,一般包括现场培训和课堂培训两种。通过培训用户能熟练管理和操作该软件,解决一些常规的问题。

售后技术支持服务采用两种方式:

(1)现场技术支持,根据合同派出专职工程师全年在现场进行技术支持。

(2)本部技术支持,公司提供每天24小时的全年电话、E-mail技术支持,当比较复杂的问题发生时,根据需要派出专职工程师在现场解决技术问题。

售后服务人员通常归属软件销售部门,负责客户方人员的技术培训,新开局点技术服务(软硬件环境的安装配置和该应用软件的安装配置),在现场解决各种技术问题。

售后服务人员遇到一些不能解决的技术问题通过电话、E-mail向软件维护项目组请求技术支持,咨询解决问题的方法,对于一些复杂的问题需要向软件维护项目组提交问题申请单,详细叙述问题的情况。软件维护项目组给出解决问题的方案后,提供相应的文档资料,售后服务人员现场处理该问题。

## 5 软件维护项目组

软件维护项目组由软件维护技术人员(即运维工程师)组成,项目组组长为项目经理负责日常的工作安排和技术管理。项目组有专用的实验设备,可以安装运行当前版本的应用软件,不仅熟悉该软件的功能和运行环境,而且也要熟悉该软件的内部程序结构和各种相关文档。项目组通常为多个客户方局点提供应用软件的维护和技术支持。

项目组的工作包括以下几个方面:

### 5.1 客户和现场工程师反馈的日常技术问题处理

运维工程师的日常工作中需要对各软件局点的客

户反映至现场工程师处的软件故障与技术问题进行定位,并快速给出解决方案。对于问题解决可以分为以下几类:

(1)售后人员与客户方人员技术问题咨询的处理。

对售后人员和客户方人员提出的关于软件使用和一些常见技术问题的咨询要给出耐心、细致的解答,将客户和售后人员经常问到的问题记录下来,不断刷新软件产品文档的 FAQ(Frequently Asked Questions)。

(2)软件管理不善和误操作导致的问题。

对于软件管理不善和误操作导致的问题,需要根据软件自身的相关文档向客户解释清楚,并告知如何正确管理和操作软件,避免如何出现类似问题。定期向客户方人员进行相关培训。

(3)软件中存在的需要改进的缺陷。

若定位出故障确实属于软件中存在的需要改进的缺陷,运维工程师应该将软件缺陷原因向客户方人员说明。针对该问题,运维工程师需要对软件代码进行问题定位,并开发代码解决该问题,并将问题的处理合入补丁版本。通常积累一定数量的问题生成一个补丁版本。对于某些重大或急迫的问题可以单独生成补丁版本。

软件补丁的制作流程如图 2 所示。  
将补丁和补丁安装文档传给现场工程师,根据文档提供的方案处理存在的软件缺陷。

(4)客户现场突发问题处理。

对于某些客户方出现的软件故障,现场工程师不能解决时,就需要运维工程师前往出现故障的所在局点协助解决软件故障。此时,整个运维团队作为技术支持。随时协助处理故障局点的突发问题。

5.2 新开局点技术支持

新开局点是指为新的客户方安装和开通软件运营,需要非常熟悉从发售软件到新局点开局完成的一系列流程,相关软硬件的安装调试。当软件、相关硬件设备、配套操作系统和周边配套软件提供给客户之后,需要协助现场工程师完成客户方的所有硬件设备、配套操作系统、周边配套软件和相关软件的安装、配置与调试,需要随时解决现场工程师在配置与调试过程中遇到的问题,保证客户方软件能够正常完成开局,并稳定运行。

5.3 软件性能改进

软件性能改进包括两个方面:软件性能自主改进和根据客户方提出的要求进行软件性能改进。

(1)软件特性自主改进。

软件特性自主改进包括两个方面:潜在故障、已存在缺陷的自主改进与软件代码质量、安全性的自主

改进。

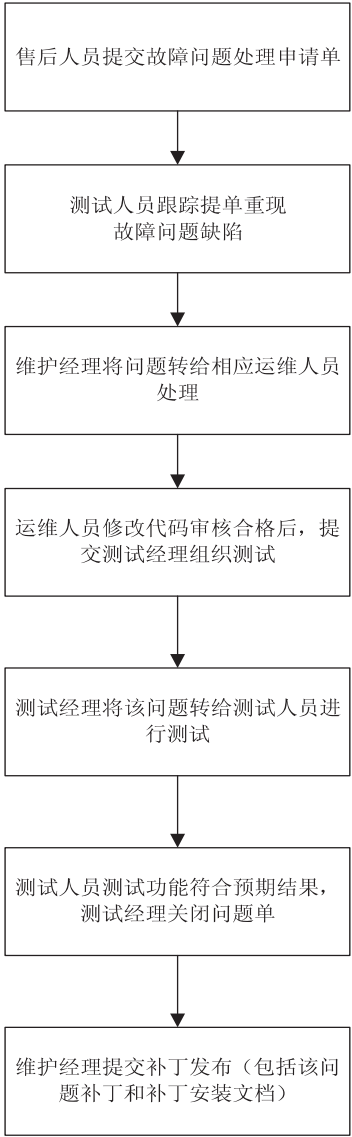


图 2 软件补丁制作发布流程图

①潜在故障、已存在缺陷的自主改进。

运维工程师在对软件故障和缺陷的定位过程中,发现一些潜在的软件缺陷或者可能造成软件故障的问题,需要与维护经理、软件设计人员沟通后,确认是需要改正的缺陷或潜在故障之后,由软件设计人员给出设计方案,运维工程师根据设计方案完成编码解决潜在故障或者存在的缺陷,并将问题合入补丁版本。

②软件代码质量、安全性的自主改进。

目前在软件开发过程中,持续集成的使用愈来愈广泛了,代码的各项度量指标直接反映着软件质量的优劣。目前代码的静态检查结果、重复率、圈复杂度以及代码缺陷度量值在软件开发的各阶段都极为重视,运维工程师根据对代码进行持续集成的各项度量值,修改代码来进一步提高软件质量与安全性。

(2)根据客户方提出的要求进行软件改进。

客户在对软件的使用过程中,会对一些故障出现



比较频繁的地方和使用不便的地方,向软件的开发方提出软件功能改进或者增加新功能的需求。经过软件设计人员对客户方提出改进点或新增功能的分析后给出可行的设计方案,运维工程师根据设计方案完成编码对软件进行改进,并将该问题合入补丁版本。对于针对某些客户需要的新增功能,软件开发方可以使用产品软件的 License 许可来控制。

#### 5.4 局点软件系统安全性维护

很多局点为了保证软件、操作系统与配套软件的安全性,会阶段性地使用如绿盟扫描的软件来扫描软件、操作系统和配套软件,并将扫描报告发给运维工程师来协助处理扫描出来的问题。运维工程师根据扫描结果报告中的问题提出解决方案,对于配套软件和操作系统需要实施相关补丁安装或者实施版本升级。在实验环境中实施相应补丁安装后,根据测试用例对产品进行功能验证,如果补丁不会对产品软件功能产生影响时,将补丁提供给客户方,并支持客户方实施补丁安装;对于配套的第三方软件版本升级在实验环境上实施验证后,根据测试用例对产品进行功能验证,如果产品升级不会对产品软件功能产生影响时,将第三方软件加入产品软件补丁发布给客户方。

#### 5.5 问题案例收集与故障问题定位过程说明文档

运维工程师对于每个处理过的问题都需要记录到规定格式的文档中,作为资料积累。

运维工程师对于每一个案例的局点信息、软件版本、故障原因、定位过程以及解决方案都需要在问题定位清楚之后撰写成规定格式的文档。对于改动的产品软件代码需要将该文档加入维护问题单处理流程。与此同时,还需要保留定位过程中现场工程师提供的日志等文件以及软件系统健康检查的结果文件。以上这些将作为整个运维团队共同的案例资料积累。

#### 5.6 辅助定位工具开发

为了方便软件故障的定位,软件系统在开发的同时都会开发对应的软件健康检查工具来帮助用户完成软件系统的定期安全性检查,做到对软件故障的早发现早解决。健康检查工具会覆盖到软件的方方面面,且执行一次检查之后,软件进程、Oracle 数据库、Linux 系统的磁盘空间等内容都会有相应的提示信息显示在操作界面上,另外,也会在固定的路径下生成对应的日志,这些日志文件可以由现场工程师转给运维工程师来协助定位软件问题。软件健康检查工具的功能也会根据软件的需求的变化增加或减少部分功能,更方便运维工程师完成对软件故障的定位,进一步提高工作效率。

为了能够快速定位问题,运维工程师也需要自己开发一些健康检查日志的解析工具来帮助解决定位问

题。为了定位软件故障,需要现场工程师收集健康检查的日志,健康检查日志包含软件各进程日志、数据库日志、单据、设备组网结构解析、IP 地址转换、时间戳转换等数据资料。辅助定位工具可以根据软件健康检查工具增加或减少功能,更方便运维工程师完成对各局点软件故障的定位。

## 6 典型案例

以下是软件维护项目组工作中的一些实际案例。

### 6.1 客户反馈的日常故障问题处理

(1) 软件误操作导致的问题。

客户 1 的机房由于软件系统管理员工作交接不彻底,软件系统因多次输入密码错误导致管理员账号被锁定,反馈至现场工程师无法解决,最终由运维工程师协助删除软件系统原有密码相关的配置文件,恢复软件系统管理员账号的初始密码,使软件系统管理员能够正常登入软件系统,并提醒软件系统管理员及时修改管理员账号的密码。

(2) 软件中存在的需要改进的缺陷。

客户 2 的软件系统在使用时发现一个问题:在使用过程中某些地区的中继群名称不能显示,只能显示一串对应的中继群号。该问题由现场工程师反馈至运维工程师处,由运维工程师搭建实验环境重现出该问题之后,定位出该问题是软件系统中一个需要改进的缺陷。该软件系统与 Oracle 11g 配套使用,由于软件系统中一次最多只能获取到 2 000 条记录,对于大于 2 000 条记录时只能取到 2 000 条处,从而导致部分中继群名称不能被取到并显示出来。由于通信规模发展,获取的记录数必然会大于 2 000 条,运维工程师提出的解决方案是,先获取中继群号相关数据表的总数据条数,再使用循环读取的方法来解决该问题。该问题通过软件补丁制作流程合入版本对应的补丁。该问题补丁安装成功后,从根本上解决这个问题。

### 6.2 新开局点支撑

客户 3 的局点开局时出现按照产品文档操作软件安装成功之后对应的软件进程不能启动,导致软件系统无法正常使用的情况。现场工程师无法解决,经运维工程师定位之后,确认是由于服务器的磁盘根分区划分失败导致的,重新划分了磁盘根分区之后,再按照产品文档所述,重新安装 Oracle 数据库,再安装软件,软件系统就可以正常使用了。

### 6.3 软件性能改进

(1) 软件性能自主改进。

运维工程师在日常维护中发现对某种类型的网元命名之后,在查询时,查询结果中不显示已命名的网元名称,只显示网元号。经定位之后,发现网元号与网元

名称根据网元类型不同存放在不同的视图中,之前的版本修改了代码后不能正确地取到对应网元类型视图中数据,导致某种类型的网元命名后,查询结果中不能显示网元名称。运维工程师修改了软件系统中该网元视图的对应关系后,该问题通过软件补丁制作流程合入版本对应的补丁。以后出现此类问题的局点可以获取并安装该补丁来解决这一问题。

(2) 据客户方提出的需求进行软件改进。

客户 4 的局点曾出现过在单据入库时,没有网元号的单据不能入 Oracle 数据库的问题,经过定位之后是由网元的故障引起的。对于软件系统,客户方提出需求,需要将因为网元故障而没有网元号的单据添上对应数据表中第一条记录的网元号之后,再完成这类单据入 Oracle 数据库。经过设计人员对方案设计之后,由运维工程师完成编码,测试人员验证功能满足设计需求之后,合入对应的补丁版本中,以后出现此类问题的局点可以获取并安装该补丁来解决这一问题。由于这一功能属于为特定局点开发的,对于不需要此功能的局点可以在 license 申请时,不申请此功能。

#### 6.4 应用软件系统安全维护

客户 5 的局点曾经使用绿盟软件进行软件、操作系统与配套软件的扫描,并将扫描出来的结果发送给运维工程师进行处理。某次绿盟扫描的结果显示 Oracle 数据库有不少软件漏洞,会影响软件系统的安全性。解决该问题需要对相应版本的 Oracle 数据库实施补丁安装。运维工程师在 Oracle 官方网站上提问题单咨询 Oracle 的专家后,从 Oracle 官方网站上下载了 Oracle 专家推荐的补丁版本,在实验环境中实施该补丁安装,并测试和验证软件系统功能均正常之后,将 Oracle 补丁与操作指导书提供至局点,安装 Oracle 补丁升级成功后,解决了该问题。

综合以上案例,表明该软件维护组织方式可以有效地完成应用软件的各种维护工作。

## 7 结束语

长期的工作实践表明,文中的软件维护组织方式可以有效地完成大型应用软件的维护工作和技术支

持。软件系统维护作为软件工程的最后一部分,在软件的生命周期中占有很重要的一席之地。无论对软件的质量、成本和企业的声誉都会产生很大影响。应用软件的维护工作做好了,将很大程度上提高软件的质量,降低软件的成本,推动软件产业的健康发展。

#### 参考文献:

- [1] Pfleeger S L, Atlee J M. 软件工程[M]. 杨卫东,译. 第 4 版. 北京:人民邮电出版社,2010.
- [2] 许家珩. 软件工程:方法与实践[M]. 第 2 版. 北京:电子工业出版社,2011.
- [3] 郑人杰,马素霞,麻志敏. 软件工程[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.
- [4] Grubb P, Takang A A. 软件维护:概念与实践[M]. 韩柯,孟海军,译. 第 2 版. 北京:电子工业出版社,2004.
- [5] 李东生,崔冬华,李爱萍. 软件工程—原理、方法和工具[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
- [6] 吴建,郑潮,汪杰. UML 基础与 Rose 建模案例 UML[M]. 第 3 版. 北京:人民邮电出版社,2012.
- [7] 刁成嘉,刁奕. UML 系统建模与分析设计课程设计 UML[M]. 北京:机械工业出版社,2008.
- [8] 曾映雪. 基于 C/S 的远程软件维护系统的研究与实现[D]. 南京:河海大学,2003.
- [9] 黄琦嵘,周敏,周长浩. 现代软件系统的维护[J]. 电信快报,2001(3):9-11.
- [10] Ghods M, Nelson K M. Contributors to quality during software maintenance[J]. Decision Support Systems, 1998, 23(4):361-369.
- [11] Pfleeger S L, Atlee J M. Software engineering: theory and practice[M]. New Jersey: Prentice-Hall, Inc, 2006.
- [12] Sneed H M, Anecon G H, Vienna A. A cost model for software maintenance & evolution[C]//Proc of 20th IEEE international conference on software maintenance. [s. l.]: IEEE, 2004: 264-273.
- [13] Muthanna S, Knotogiannis K, Ponnambalam K, et al. A maintainability model for industrial software systems using design level metrics[C]//Proc of 7th working conference on reverse engineering. Brisbane: IEEE, 2000: 248-256.
- [14] 何进,苏秦,高杰,等. 软件维护的系统模型[J]. 计算机应用研究, 2005, 22(1): 16-19.

# 现代应用程序的维护与技术支持

作者：[姜文](#)，[刘立康](#)，[JIANG Wen](#)，[LIU Li-kang](#)  
作者单位：[西安电子科技大学 通信工程学院, 陕西 西安, 710071](#)  
刊名：[计算机技术与发展](#)[ISTIC](#)  
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)  
年，卷(期)：2015(4)

引用本文格式：[姜文](#). [刘立康](#). [JIANG Wen](#). [LIU Li-kang](#) [现代应用程序的维护与技术支持](#) [期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(4)