

基于设备类产品嵌入式系统的质量控制

方晶晶

中国电子科技集团公司第二十八研究所 江苏南京

【摘要】以设备类产品嵌入式系统的特点为基础,从需求管理、测试方法、研制过程管理、标准化管理等各方面,分析了嵌入式系统研制、生产过程中质量控制的重难点,并结合自身质量控制工作的经验教训,对嵌入式系统的质量控制做了一些总结和探讨。

【关键词】质量控制;质量策划;需求管理;软件测试

Quality Control Based on Embedded System of Equipment Products

Jingjing Fang

The 28th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation Nanjing, Jiangsu

【Abstract】Based on the characteristics of the embedded system of equipment products, from the aspects of demand management, testing methods, development process management, standardization management, etc., the key and difficult points of quality control in the development and production process of embedded systems are analyzed, and combined with Based on the experience and lessons of its own quality control work, I have made some summaries and discussions on the quality control of embedded systems.

【Keywords】quality control; quality planning; requirements management; software testing

引言

嵌入式系统的开发平台和运行平台一般不同,其中嵌入式软件需要使用交叉开发环境开发、调试,开发完成后再导入运行平台。由于嵌入式软件开发环境与实际的运行环境差异化明显,如果仅仅在开发环境下进行嵌入式软件测试。那么难以保障其测试结果的有效性;而在目标机上进行测试,由于软件运行的不可视性,又使得测试者难以知晓程序当前运行状态,以及代码的覆盖情况。再加上码量小,周期短,很难得到控制,不能充分发现其特点,因此,嵌入式软件的特点决定了嵌入式系统质量控制的复杂性。

本文主要针对嵌入式系统的形成、发展、分析过程,比较了纯硬件设备、纯软件产品及包含有嵌入式软件的电子产品的主要特点。针对嵌入式软件的代码量、研发周期、配置项更新频率以及与承载平台、嵌入式系统的匹配性等因素,实现嵌入式系统全覆盖的质量控制。

1 嵌入式系统的特点及控制难点

以计算机为核心的嵌入式技术伴随着微处理器的诞生而诞生,随着微电子、网络及通信技术的高速发展及向其他领域的高速渗透,嵌入式技术的应用范围也急速扩大,并不断地改变人类的生活、生产方式,嵌入式技术发展的同时,也极大丰富、衍生了嵌入式系统的概念。

1.1 系统专用性强,质量控制无迹可寻

嵌入式系统作为一种计算机系统,具有计算机的一般特点,拥有中央处理器、存储设备、输入输出设备等,它服务于所嵌入的应用对象,其功能、尺寸、功耗、可靠性及成本等方面受到应用需求及对象的约束。从嵌入式系统所运行的嵌入式软件来看,嵌入式系统的软件固化在硬件系统中,与硬件形成一个不可分割的整体,所执行的功能也是面向特定要求,同一个长入式系统一般很难采用更改软件的方式用于其他要求。这就意味着长入式系统是一种专用的计算机系统,需要根据具体的使用要求去量身定制,导致质量控制人员需要针对每型产品的用户需求重新进行质量策划,明确项目的质量目

标、质量保证组织，确定质量控制的内容，无法统一使用相同的质量管控方法，加大了质量成本。

1.2 软件开发与硬件开发同步进行，测试的方法单一

嵌入式系统通常采用“软硬件协同设计”的方法实现。在系统目标要求的指导下，通过综合分析系统软硬件功能及现有资源，协同设计软硬件体系结构，以最大限度地挖掘系统软硬件能力，从而避免独立设计软硬件体系结构而带来软硬件适配性差、协作能力弱等特点。而现在的测试方法往往遵循于瀑布模型，本身不利于质量的保障与过程改进，这是因为：第一，瀑布模型的性质是串行模型。在瀑布模型中，测试已经被定义为编码实现阶段之后和验收维护阶段之前的一个独立阶段，施实的时机常常在软件开发的后期，忽略了软件开发前期和中期，导致测试不具备实时性；第二，测试起始时间晚，忽略了需求及设计中的缺陷与错误，不利于及早发现问题，容易造成错误级联；第三，仅关注代码测试过程，没有对软件的全过程进行考虑，不利于软件过程的改进；第四，瀑布模型的测试方法偏重于硬件或软件其中一方面，对软硬件的匹配性无法进行有效的控制^[1]。

1.3 软件标准化程度较低，版本控制难度大

由于嵌入式系统是一种专用的系统，所以对软件有一些特殊的要求，软件开发通常以个人开发为主，缺乏阶段性评审，软件工程规范程度不高。另外，设计人员的文档编写意识相对薄弱，对于各阶段的文档编写普遍存在缺乏统一标准的现象。部分软件甚至缺乏需求分析文档，随意更改软件、调试时任意灌装软件等现象屡见不鲜，使得软件版本无统一标准。部分软件甚至连设计人员本身也不太清楚其中所包含的实际内容，这在很大程度上也加大了对软件版本的控制难度。

1.4 系统开发环境专业，测试困难度高

由于嵌入式软件运行环境与实际运行环境存在较大差异，如果仅仅在开发环境下进行嵌入式软件测试，那么难以保障其测试结果的有效性^[2]。因此，在进行正式测试之前，首先应建立仿真模式，以应用于进行概念的验证与设计的优化；其次，要利用原型实施各项测试，括单元测试、软件集成测试与软硬件集成测试；最后，需利用最终产品实施系统

测试。整个过程当中，每个阶段及每个项目的测试均需处特定的测试环境下，利用专业的测试工具，同时不同测试阶段与项目所使用的测试技术也有所不同。这些都加大了软件测试的难度，也正是基于此，现嵌入式软件的测试多采取调试方式。

2 嵌入式系统的质量控制措施

2.1 加强产品质量策划

嵌入式系统的质量策划应该依据合同及协议要求进行分解，策划的重点一般包括四个方面：一、制定产品的质量目标，建立质量保证组织，明确人员的职责、产品接收准则；二、讨论并确定质量控制点；三、依据协议要求对系统的通用质量特性进行策划；四、配套元器件、原材料的选用需满足系统的指标要求。需要注意的是，嵌入式系统的需求并不固定，会随着开发过程而有所变更，这就要求我们的策划随着需求的变化而进行删减。如可以采用质量属性、用户场景和业务逻辑 EFG 设计方法，并引入思维导图工具进行测试设计，即采用 QUB 设计方法框架进行探索式测试^[3]。

2.2 明确软件等级，对软件实行分级管理

了解和分析用户需求，定义和记录系统软件运行方案说明，定义和记录系统要满足的需求，以及需求确认：外部接口需求、内部接口需求、适应性需求、环境需求、计算机资源需求的合理性、需求追踪性、软件需求规格说明、软件接口需求说明。在系统需求分析阶段应根据软件失效后对系统安全性和性能的不同影响程度，将软件划分为若干个等级。例如：一般，可根据软件的安全性、重要性将软件划分为关键软件、重要软件和一般软件^[4]。在软件研制过程中，可以视软件的等级对部分工作进行剪裁。对于关键软件，应安排能力水平较高的人员进行开发，除按常规要求进行软件测试外，还应按有关软件测试要求实施代码走查等测试活动，必要时进行独立测试。

2.3 加强对软件版本控制

软件版本控制是实现嵌入式软件统一管理的重要措施，也是保障嵌入式软件质量的重要手段。为保证嵌入式软件的质量，就必须加强对软件版本的控制。首先，应依软件的技术状态管理相关规定，及时建立软件的功能基线，并对代码基础进行强化管理。其次，建立“三库管理要求”，开发人员需在

开发库完成开发任务，或对因变更 / 缺陷对受控的软件版本进行修改。软件编码完成后进行单元测试，通过单元测试或完成受控软件的修改后入软件受控库。受控库的出入库管理由项目主管把握。在进行集成、联试验证、考核等活动时，软件必须从受控库灌装，考核结束后，软件及时入产品库，并确保交付软件均出自产品库。最后，在对软件进行检验、试验与联试的过程当中，若要对软件进行更改，应依配置管理需求实施更改、测试与出入库操作，以强化对软件更改的管理，保证软件的质量。

2.4 提高软件测试覆盖范围

软件测试是在软件投入运行之前，对软件需求分析、设计规格说明和编码实现的最终审查，他是保证软件质量的关键步骤，在整个系统开发过程中测试已经不应该只是基于代码的活动，而是一个基于整个产品生命周期的质量控制活动，贯穿于产品研发的生命周期。针对我国当前嵌入式软件的测试状况，一方面，应该在项目初期，系统需求得到确认后，软件的概要设计工作和测试软件的计划工作就可以并行进行。而系统模块建立以后，针对模块软件的详细开发、编码、单元测试工作又可以并行，等每个模块完成后，则可以进行集成测试、系统测试。另一方面，增加专业化测试软件工具的使用，专业化的测试工具能够更好的针对嵌入式软件的特点进行检查，目前使用范围广泛的测试工具主要有：1、ATU Logiscope 软件测试工具集，它可以从软件的编程规则、静态特征和动态测试覆盖等多方面，量化地定义质量模型，并在开发、评审、测试维护等各阶段检查、评估软件质量；2、IcCabe IQ 静态分析 / 软件质量度量工具集，它能够保证覆盖到每一条独立的路径，找到更多的错误，从而提高被测软件的可靠性；3、；Cantatet+单元测试 / 集成测试工具，提供了动态测试、代码覆盖率分析、静态分析等功能，可验证被测软件是否满足设计要求；4、Uni Tester 汇编语言单元测试工具，可以在不增添任

何硬件仿真器或数据发生器的情况下，完成对汇编语言软件的单元测试任务。

3 结束语

随着 Post-PC 时代的到来，嵌入式技术已成为 21 世纪最热门的技术之一，应用范围正在不断地拓展，使用的频率越来越高，更多的人认识到嵌入式系统的的质量的重要性，文中针对嵌入式系统测试的难点，提出了嵌入式系统质量控制的几点想法，加强重视对嵌入式系统的质量管理，使得产品质量保证起到更加有效的效果。

参考文献

- [1] 代睿，基于并行工程的嵌入式软件质量控制方法的研究[J].现代导航,2014,(06):462-465.
- [2] 杨俊 张倩 林依刚，一种嵌入式软件覆盖测试方法[A].指挥信息系统与技术,2010,(12):24-27.
- [3] 尚洁 李春雷，快速迭代开发模式下系统测试方法[A].指挥信息系统与技术,2017,(06):93-98.
- [4] 梁志君，军用嵌入式系统软件过程与产品质量保证管理浅析[J].科学技术创新 2096-4390 (2018) 33-0074-02

收稿日期：2022 年 8 月 19 日

出刊日期：2022 年 9 月 7 日

引用本文：方晶晶，基于设备类产品嵌入式系统的
质量控制[J]. 国际计算机科学进展, 2022, 2(2): 71-73.

DOI: 10.12208/j. aics.20220028

检索信息：RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明：©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS