

船舶动力装置监控软件工程化管理和质量监督 的几点思考

张 彬

(海军驻七一一研究所军事代表室, 上海 201108)

摘 要: 针对船舶动力装置监控软件开发过程中存在的几个普遍性问题, 重点从软件工程化管理与质量监督的必要性及方法等方面进行论述; 提出了软件工程化管理与质量监督的具体实施方案。该方法在实际项目应用中取得了明显成效。

关键词: 船舶动力装置; 监控软件; 工程化管理; 质量监督

中图分类号: TP311; U664.82⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2013)05-0022-03

Study on Engineering Management of Marine Power System Monitoring Software and its Quality Supervision

Zhang Bin

(Naval Deputy Office of Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 201108)

Abstract: Aiming at the common problems occurred during the development of marine power system monitoring software, discussions are made focusing on engineering management and quality supervision. The concrete implementation scheme is given, which are verified to be effective in application of actual program.

Keywords: marine power system; monitoring software; engineering management; quality supervision

0 引言

船舶动力装置监控软件是动力装置监控系统的重要组成部分, 它的质量直接关系到船舶动力装置的可靠、安全运行及船舶的航行安全, 因此在可靠性、稳定性等方面有很高的要求。但是目前承担动力装置监控系统软件开发的单位在软件开发方面缺乏统一的科学方法, 开发过程仍然处于手工作坊式的运营阶段, 许多经常遇到的问题, 缺乏一套行之有效的解决办法。因此, 开展软件工程化管理与质量监督工作显得尤为迫切与重要。

1 软件工程化管理与监督的必要性

船舶动力装置监控系统通常由监测系统、控制系统、安全保护系统等组成, 分别完成对动力装置及其辅助系统运行状态的监测、控制和安全保护等

任务。监控系统软件主要包括信号预处理站软件、网关软件、监测软件、控制软件等, 这些软件和监控系统硬件组合成一体, 肩负着重要的监测和控制任务, 一旦发生故障就无法完成对动力装置运行的操控和监测。目前, 在监控软件设计、开发过程中主要存在着以下几项共性问题亟需解决。

1.1 项目进度安排不合理

由于监控项目在资料沟通上存在一些制约, 往往在前期需求分析阶段耗费大量时间, 导致软件开发阶段的时间被挤压, 软件测试更是得不到充分验证, 不少软件在交付后仍存在一些小瑕疵, 从而直接导致后期维护成本大大增加。

1.2 软件开发缺乏计划性

软件开发的计划性不强, 项目缺乏完整的技术文档, 使后期维护及升级都比较困难。

(1) 需求评审不到位, “重设计、轻需求”。

收稿日期: 2013-07-30

作者简介: 张彬(1978-), 男, 工程师, 主要研究方向为船舶机舱自动化。

监控软件承制单位在设计初期对需求经常定义不明确或者不够准确，而在设计过程中不断对其进行补充、修正，给设计工作带来了大量修改，使得软件结构混乱，出错概率大大增加。

(2) 系统文档更新不及时，“重编程，轻文档”。监控软件承制单位在软件开发过程中，经常先编写程序，后补交文档。需求改变后，代码发生了修改，文档却经常没有及时修改，一方面导致后续项目开发和维护困难，另一方面增加开发人员依赖性，导致新进入项目的成员很难接手。

(3) 软件测试不够重视，“重调试、轻测试”。监控软件承制单位与专业软件公司的一个重要差别就是对软件测试不够重视。监控软件承制单位的软件测试，经常忽略测试评审，所谓软件测试只是最后整个系统的功能测试，对软件的性能、容错性等测试远远不够。

1.3 对开发人员的依赖性大

正常情况下，软件开发从需求分析、框架设计、代码编写、软件测试和后期维护应该由不同的人员来完成，但实际情况是，在监控软件开发过程中，这些工作往往由一两个人来负责，一方面给产品研制带来风险，万一这一两个人离职，容易导致产品的研制陷入困境；另一方面，不利于单位软件人才队伍培养，无法形成软件人才的专业团队。

1.4 软件版本管理混乱

软件开发单位因为种种因素的制约，很难保证设计人员及时方便地将设计成果入库，有效实现软件产品的版本控制与管理。现实工作中，经常发生每个开发人员手头都有一个软件版本，而且每个版本都不一样，甚至不知道哪个才是最终版本，从而给二次开发和后期维护带来困难。

上述几个问题会直接导致监控软件产品的开发进度延误，软件质量差，开发效率低，最终造成整个项目的开发成本、维护成本和运行风险增大。因此，建立一套严格、正规、完善的符合监控软件开发工程化的管理机制，并将其纳入工程化管理与监督范畴十分重要且势在必行。

2 软件工程化管理和质量监督的方法探讨

目前各单位提供的动力装置监控系统，绝大部分功能都是由软件来实现，因此软件质量的好坏，直接决定了系统质量的好坏。考虑监控软件开发的特殊性，结合项目开发的实际情况，以《监控软件能力成熟度模型》(MS-CMM)作为指导性纲领

和准则，在开发过程中，采用以下软件工程化管理和质量监督的方法。

2.1 细化需求评审

质量监督员应全程参与监控软件的需求评审，并指导承制单位做好以下几方面工作。

(1) 分层次评审

将整个需求评审分成目标性需求、功能性需求和操作性需求。在目标性需求中，定义整个软件需要达到的目标。在功能性需求中，定义软件要完成的任务。在操作性需求中，定义完成每个任务的人机交互。

(2) 正式评审和非正式评审结合

正式评审是指通过开评审会的形式，组织多个专家，将需求涉及到的人员集合在一起，并定义好参与评审的人员的角色和职责，对需求进行正规的会议评审。而非正式的评审并没有这种严格的组织形式，一般也不需要人员集合在一起评审，而是通过文件会签等多种形式对需求进行评审。这两种形式各有利弊，但往往非正式的评审比正式的评审效率更高，更容易发现问题。因此在评审时，应该更灵活地利用这两种方式。

(3) 分阶段评审

将原本需要进行的大规模评审拆分成各个小规模评审，降低需求返工的风险，提高评审的质量。

(4) 选择合适的评审专家

为了保证评审的质量和效率，需要精心挑选评审专家。首先要保证不同类型的专家都要参与进来，否则很可能会遗漏重要的需求；其次在不同类型的人员中要选择那些真正和系统相关的，对系统有足够了解的人员参与进来，否则很可能使评审的效率降低或者最终不切实际的修改了系统的范围。

(5) 重视评审后的跟踪工作

在需求评审后，需要根据评审人员提出的问题，以评价，以确定哪些问题是必须纠正的，哪些可以不纠正，并给出充分的客观的理由与证据。当确定需要纠正的问题后，要形成书面的需求变更申请，进入需求变更的管理流程，并确保变更的执行，在变更完成后，要进行复审。切忌评审完毕后，没有对问题进行跟踪，而无法保证评审结果的落实，使前期的评审努力付之东流。

2.2 制定进度里程碑

进度管理与控制，其实就是确保软件里程碑的达到，因此，里程碑的设置要尽量符合实际，并且不轻易改变里程碑的时间，质量监督员应知晓项目

的各个里程碑时间点, 并进行检查; 对于存在的问题, 及时进行协调、解决。软件的范围变更和业务需求的变更, 是影响软件进度的主要因素, 因此, 要严格控制变更; 变更由变更流程进行控制, 质量监督员需知晓变更及该变更可能带来的影响。在软件的后期和软件完成时间不可更改时, 应冻结需求, 以保证软件按已确定的需求和规定的时间完成, 而需要新增的功能留待后一个版本。

在控制变更的过程中, 必须与业务部门(用户)进行沟通与协商, 确认需求是否必须被变更以及对进度和交付时间有何影响, 使得双方达成共识, 必要时应当提交给更高层机构进行控制与协调。

利用软件工程化系统的体系和工具建模, 从系统需求——软件需求——软件设计和源代码以及测试用例的跟踪链, 建立开发库以及测试用例库。当需求发生变更时, 能快速反应到设计; 当软件发生更改时, 能快速进行回归测试, 提高软件开发和测试的效率, 从而保障软件研制进度的要求。

2.3 强化软件测试

增加单元软件测试, 对于监控软件承制单位, 要加强软件测试, 首先要把握测试评审。质量监督员要全程参与软件测试评审, 关注测试计划和测试用例, 明确以下几点:

- (1) 明确测试范围、测试方法和策略;
- (2) 明确测试环境, 包括硬件、软件、数据和网络等环境;
- (3) 明确功能测试用例的输入输出, 而且测试用例要覆盖需求规格说明;
- (4) 测试过程中, 填写测试报告。

软件的开发过程中, 如果条件允许, 要求承制单位分派不同的软件工程师分别承担开发和测试的工作, 尽量在软件的开发过程中就发现软件单元的潜在错误。另外, 在进行系统功能性测试前, 如果条件允许, 应请专业的软件测试机构对软件进行整体的软件测试。测试过程中, 对于存在的问题, 质量监督员要督促修改。

2.4 加强版本管理

版本管理包括项目文档管理和软件工程文件管理, 明确文档和软件同步版本管理的重要原则。质量监督员要监督软件承制单位做好版本管理, 在开发过程中和软件测试结束交付后, 做好以下几点:

- (1) 在软件开发过程中, 文档与程序同步, 甚至文档要先于程序。文档必须按照规范编写, 内容必须与程序一致。要求承制单位指定专人负责管理

文档的编写工作, 并不定期进行检查, 不符合条件的, 由该负责人承担责任。做好这点, 可保障项目开发的可控性。即使在开发过程中该软件的开发人员发生人事调动, 新进入项目的开发人员根据文档便可很快接手软件开发工作, 不会导致项目陷入困境。

- (2) 采用专业的版本管理工具, 在开发过程和最后交付产品后, 做好源代码和产品的出库和入库工作, 质量监督员应要求承制单位指派专人负责该工作。做好这点, 可基本杜绝每个开发人员手中都有一个版本, 且每个版本都不一样这类版本混乱问题。

3 软件工程化在实际项目中的应用情况

以某船动力装置监控分系统研制项目为例, 在该项目的实施过程中:

- (1) 质量监督员全程参与需求评审, 严格控制需求变更。

- (2) 根据需求评审合理建立软件里程碑, 并严格按照里程碑执行, 质量监督员对项目的各个里程碑时间点进行检查。如果遇到需求变更, 质量监督员对变更及该变更可能带来的影响进行评估, 并负责进行协调、沟通。

- (3) 加强软件测试。单元软件测试, 指派专人负责, 最后对软件代码进行容错性等方面测试。

系统功能测试, 根据功能需求逐一进行测试评审, 质量监督员全程参与系统功能测试评审, 对于出现的问题监督改正。

- (4) 版本管理。指派专人负责软件版本的管理工作, 确保文档和源代码同步。质量监督员负责监督和定期检查。

采取软件工程化管理后, 该项目的软件开发周期明显缩短, 开发效率明显提高。并且, 因为增加了单元软件测试环节, 软件的可靠性得到了更大的保障, 功能测试中的出错率大大降低。另外, 版本管理让软件维护工作更加轻松, 虽然版本管理是个后期见效果的工作, 但是由于版本统一、文档规范, 项目调试人员的依赖性明显降低。由于实施了软件工程化管理, 质量监督员参与了各个环节的监督评审工作, 在整个项目开发过程中起到了更加重要的作用, 在后期开发过程中, 个别需求修改在质量监督员的大力协调下得到了顺利解决, 从而保证了项目进度里程碑按要求完成。

(下转第 49 页)

考温度(热应变为 0 时的温度), T 是施加的温度。

热应力方程如下:

$$[\delta_{th}] = [D][\varepsilon_{th}]$$

图 4 是模拟分配管与本体粘接固定的状态下, 通过仿真计算得到的综合变形和综合应力结果。由图 4 可知, 变形最大值 $DMX = 2.619 \text{ mm}$, 位于氧分配管与氧喷嘴连接部位的过渡段。最大综合应力位于分配管与引射器本体粘接处, 分配管此处应力最大值约为 500 MPa , 且已经发生塑性变形。以上计算结果与故障件解剖结果基本一致。

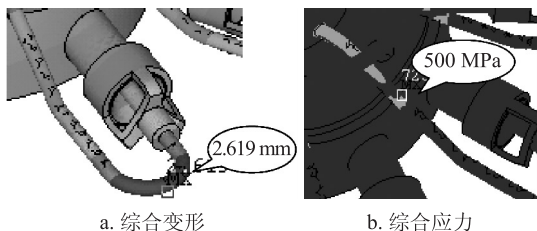


图 4 分配管与本体粘接时热态下综合变形和综合应力计算结果

要消除分配管和本体粘结处的应力集中, 首先从结构上进行改进设计, 增加分配管与引射器本体之间的间隙, 避免分配管与本体粘结, 使分配管在发生热变形时有移动空间, 避免形成应力集中。本体和分配管不粘接时在热态下的仿真计算结果如图 5 所示, 气体引射器变形最大值 $DMX = 1.615 \text{ mm}$, 位于喷嘴支架处。最大的综合应力点是位于分配管上端与高压气体均流室结合处, 约为 139 MPa , 而不是分配管与引射器本体结合处。

由以上结果可以看出, 当分配管与本体粘接后, 综合应力最大值位于两者的结合处, 使分配管发生塑性变形。当分配管与本体之间不粘接时, 分配管受热变形时可以相对引射器本体产生移动, 消除了分配管上的应力集中, 且引射器的最大综合应力只有粘结状态下的 $1/4$, 整体应力水平大幅下降。

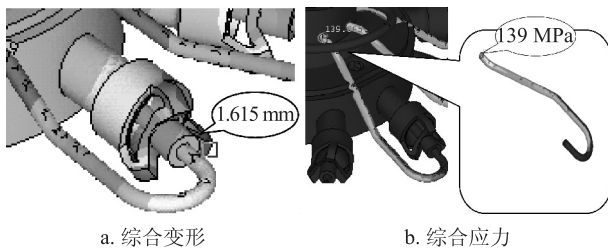


图 5 分配管与本体不粘接时热态下综合变形和综合应力计算结果

3 改进设计及验证结果

根据以上故障原因分析结果, 对该气体引射器的结构和加工工艺采取了以下改进措施:

- (1) 修改引射器本体结构和尺寸, 增加分配管与引射器本体之间的间隙, 避免应力集中;
- (2) 对引射器的加工工艺规程进行完善, 改进压圈的焊接工艺, 避免将分配管与引射器本体、压圈焊接成一体。

根据以上改进设计新加工生产的该型号气体引射器, 在整机试验台位上经过数千小时的连续运行试验, 拆检后进行泵压测试未发现泄漏。表明此次改进措施可靠有效。后续批次的改进型气体引射器在配机试验和交付使用过程杜绝了此类故障的发生。

4 结 论

由以上分析可知: 由于引射器加工过程中分配管与引射器本体被焊接成一体, 使分配管因热变形产生的应力集中在两者的结合部位, 造成局部应力过大, 长时间工作后使其局部发生腐蚀断裂失效。

参考文献

- [1] 张鲲鹏. 基于燃气再循环的高压燃烧技术[D]. 哈尔滨工程大学. 2004.

(上接第 24 页)

4 结 论

本文所提出的软件工程化管理和监督规范, 适用性和灵活性较强, 充分发挥了质量监督员在软件项目研制、开发中的作用, 有效提高了软件开发的效率和软件质量, 并从人员和软件版本两个主要方面降低了软件维护成本, 为监控软件开发开创了一个崭新的工作方法, 使软件工程管理日常工作渐趋于制度化、正规化。

参考文献

- [1] 董慧萍. 航空产品研制中软件质量与可靠性管理[J]. 弹舰与制导学报, 2005, 25(3): 125-127.
- [2] 郑人杰, 殷人昆. 软件工程概论[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.
- [3] 耿聪. 软件工程化管理方法在武器装备软件研制中的应用研究[D]. 西安: 西北大学, 2007.
- [4] 田继鑫. 软件工程化研究[D]. 郑州: 河南大学, 2001.