

ICS 25.040

L 70

备案号:

DB32

江苏省地方标准

DB32/T XXXX—XXXX

工业嵌入式实时操作系统通用测试规范

Industrial embedded real-time operating system General testing
specification

(报批稿)

XX-XX-XX 发布

XX-XX-XX 实施

江苏省市场监督管理局 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号和缩略语 1

5 一般要求 2

 5.1 测试目的 2

 5.2 测试内容 2

 5.3 测试过程 2

 5.4 测试方法 2

 5.5 测试用例 2

 5.6 测试工具 2

 5.7 测试环境 2

 5.8 测试文档 3

6 技术要求 3

 6.1 功能性 3

 6.2 性能效率 7

 6.3 安全性 8

 6.4 可配置性 8

 6.5 兼容性 8

 6.6 易用性 9

 6.7 可靠性 9

 6.8 维护性 9

 6.9 可移植性 9

7 测试内容 10

 7.1 功能性 10

 7.2 性能效率 15

 7.3 安全性 16

 7.4 可配置性 17

 7.5 兼容性 18

 7.6 易用性 18

 7.7 可靠性 19

 7.8 维护性 19

7.9 可移植性 19

7.10 余量测试 19

7.11 文档审查 20

7.12 代码审查 20

8 终止条件 20

8.1 正常终止条件 20

8.2 异常终止条件 20

9 评价标准 20

参考文献 21

前 言

本文件依据 GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》编写。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省工业和信息化厅提出。

本文件由江苏省软件和信息技术服务标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：江苏省电子信息产品质量监督检验研究院（江苏省信息安全测评中心）、南京翼辉信息技术有限公司、国网江苏省电力有限公司信息通信分公司、国网江苏省电力有限公司、南京理工大学、南京大学、东南大学、中移物联网有限公司、江苏省软件行业协会、江苏省人工智能学会、镇江市京口区大禹山创意新社区管委会、中国船舶工业软件测试中心、航天中认软件测评科技（北京）有限责任公司、工业和信息化部电子第五研究所、中国软件评测中心。

本文件主要起草人：王坤、王鑫、夏飞、王凌、侯君、李千目、张腾标、程恺、吴兰、余波、李孝成、张阳、庄岭、陈欣、高阳、宋铁成、任星伟、何满怀、房伟、朱亚露、赵伟、许一鸣、王爱菲、车洵、王剑亮、肖威。

工业嵌入式实时操作系统通用测试规范

1 范围

本文件界定了工业嵌入式实时操作系统相关术语，规定了工业嵌入式实时操作系统的一般要求、技术要求，提供了工业嵌入式实时操作系统的测试内容、终止条件和评价标准。

本文件适用于工业嵌入式实时操作系统的测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T25000.51-2016系统与软件工程系统与软件质量要求和评价（SQuaRE）第51部分：就绪可用软件产品（RUSP）的质量要求和测试细则

GJB/Z 141—2004 军用软件测试指南

3 术语和定义

GB/T 22033-2017 和 GJB 7706—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业嵌入式实时操作系统 Industrial Embedded Real-time Operating System

一种用于控制工业嵌入式系统的操作系统，具有高度的实时性和可靠性，能确保对时间敏感的任务及时响应，提供严格的处理时间界限，并保证系统按预定顺序准确地执行任务。

3.2

系统时基 System Time Base

系统中用于测量和同步时间的基准，由系统时钟提供，确保各组件按协调的时间线执行任务。

3.3

周期任务抖动 Jitter in Periodic Tasks

系统执行周期性任务时，任务实际开始执行的时间与预期时间之间的差异。

4 符号和缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ARP：地址解析协议（Address Resolution Protocol）

CPU：中央处理单元（Center Processing Unit）

ICMP：网络控制报文协议（Internet Protocol）

IP：网络互连协议（Internet Protocol）

SMP：对称多处理器结构（Symmetric Multi-Processing）

TCP：传输控制协议（Transmission Control Protocol）

TELNET：远程登录服务协议（Telecommunication Network Protocol）

TFTP: 简单文件传输协议 (Trivial File Transfer Protocol)

UDP: 用户数据包协议 (User Datagram Protocol)

5 一般要求

5.1 测试目的

工业嵌入式实时操作系统测试的目的是:

- a) 发现工业嵌入式实时操作系统的缺陷或错误;
- b) 验证工业嵌入式实时操作系统是否满足软件任务书、软件需求规格说明及其他技术文件所规定的技术要求;
- c) 评价工业嵌入式实时操作系统的技术和质量。

5.2 测试内容

工业嵌入式实时操作系统执行的测试类型包括功能性测试、性能效率测试、安全性测试、可配置性测试、兼容性测试、易用性测试、可靠性测试、维护性测试、可移植性测试、余量测试、文档审查和代码审查。本文件给出技术要求和对应测试内容的全集,分为核心要求和一般要求,核心要求为必选项,一般要求为可选项。测试时应依据具体情况选取或增补测试类型和测试项。

5.3 测试过程

工业嵌入式实时操作系统的测试过程应符合GJB/Z 141—2004对测试过程的要求。在测试执行过程中执行测试用例,获取测试结果后,针对发现的问题,与软件研制方进行沟通,需要时,由软件研制方对代码和相关的各阶段软件文档进行修改,修改后的代码进行回归测试,回归测试按GJB/Z 141—2004的规定执行。

5.4 测试方法

测试方法应采取动态测试和静态测试相结合的方式:

- a) 动态测试方法适用于功能性测试、性能效率测试、安全性测试、可配置性测试、兼容性测试、易用性测试、可靠性测试、维护性测试、可移植性测试、余量测试;
- b) 静态测试方法适用于文档审查和代码审查。

5.5 测试用例

应准备测试用例,并对其适用性进行评审,确保测试的覆盖率和充分性。测试用例的设计对需求的覆盖率应达到100%;基于代码的测试覆盖率应包括语句覆盖、分支覆盖和修正条件/判定覆盖(MC/DC覆盖)三个方面,宜依据应用的安全要求,选择代码测试覆盖的类型并确定覆盖率,覆盖率宜不低于30%。

5.6 测试工具

对工业嵌入式实时操作系统进行测试时,可以使用测试工具和测试包,应对其适用性进行评审,确保所选择的测试工具适用于相应类型的测试。

5.7 测试环境

对测试环境的要求如下:

- a) 硬件环境，包括宿主机、目标机、程序下载工具及供电电源；
- b) 软件环境，包括宿主机操作系统、工业嵌入式实时操作系统的开发环境、集成开发环境及编译器。

5.8 测试文档

测试文档的编写应符合GB/T 25000.51-2016测试文档要求或相关文档格式要求，测试文档主要包括：

- a) 测试计划；
- b) 测试说明；
- c) 测评报告；
- d) 测试记录；
- e) 测试问题报告单。

6 技术要求

6.1 功能性

6.1.1 任务管理

任务管理应提供任务调度、创建任务、删除任务、挂起任务、激活任务和任务优先级设置等功能。

工业嵌入式实时操作系统应至少支持就绪、运行和阻塞三种任务状态。

任务管理功能要求具体见表1。

表 1 任务管理功能要求

模块名称	技术要求	备注
任务管理	支持创建任务、删除任务、挂起任务、激活任务和任务优先级设置。	核心
	支持任务调度，提供禁止/使能调度的机制。	核心
	支持基于优先级抢占的调度算法，使优先级高的任务优先得到处理。	核心
	至少支持三种任务状态：就绪、运行和阻塞，支持任务在就绪、运行、阻塞三种状态间进行切换。	核心
	支持任务属性对象，允许根据指定属性创建任务。	核心
	支持针对相同优先级任务采用时间片轮转或先进先出等调度策略，保证相同优先级任务都能够得到合理调度。	核心
	支持任务属性的设置、查询等功能。	一般
	提供任务创建、任务删除、任务切换扩展点。	一般

6.1.2 任务同步与通信

任务同步主要用于协调多任务系统中任务的执行顺序和共享资源的互斥访问。任务通信主要用于在不同任务间传递数据。任务同步和通信的机制主要包括信号量、互斥量、消息队列、信号、条件变量、读写锁等。任务同步与通信功能要求具体见表2。

表 2 任务同步与通信功能要求

模块名称	技术要求	备注
信号量	支持二值信号量和计数信号量。	核心
	支持任务在等待信号量时采用优先级次序或先进先出的调度原则。	核心
	支持非阻塞方式锁定信号量。	核心
	支持任务以永久等待方式获取信号量。	核心
	支持任务以限时等待方式获取信号量。	核心
互斥量	支持互斥量，提供防止优先级反转机制。	核心
	支持任务以非阻塞方式获取互斥量。	核心
	支持任务以永久等待方式获取互斥量。	核心
	支持任务以限时等待方式获取互斥量。	核心
	支持互斥量嵌套访问，允许互斥量拥有者多次调用该互斥量。	核心
	支持确保持有互斥量的任务删除安全。	核心
消息队列	支持消息队列，支持同步、异步的通信机制。	核心
	支持阻塞、非阻塞的消息发送机制。	核心
	支持阻塞、非阻塞的消息接收机制。	核心
信号	支持采用异步的信号接收和发送机制。	核心
	支持向指定任务发送指定的信号。	核心
	支持阻塞等待指定信号发生。	核心
	提供系统信号的默认处理方式，并能够设置信号处理功能的扩展点以实现特定功能。	核心
	支持设置信号掩码，屏蔽信号送达。	核心
条件变量	支持条件变量，支持初始化、销毁条件变量。	核心
	支持永久阻塞方式等待条件变量。	核心
	支持限时阻塞方式等待条件变量。	核心
	支持同时唤醒一个或多个等待任务。	核心
读写锁	支持共享读锁和互斥写锁。	核心
	支持读写任务发生竞争时采用读任务优先或写任务优先策略。	一般

6.1.3 时钟/定时器管理

时钟管理主要用于维护系统时基，设置和获取时间信息。定时器管理主要用于支持指定函数与一个特定的时间间隔相关联，当间隔时间结束时指定函数立刻被调用。定时器根据其触发类型可分为单次定时器和周期性定时器。时钟/定时器管理功能要求具体见表 3。

表 3 时钟/定时器管理功能要求

模块名称	技术要求	备注
时钟管理	支持内核节拍(tick)计数值的获取。	核心
	支持系统时钟的设置和控制。	核心
	支持系统范围内的实时时钟、记录系统启动时间的单调时钟。	核心
	支持任务执行时间计时，支持任务延时等待。	核心
定时器管理	支持以系统范围内的实时时钟、记录系统启动时间的单调时钟进行计时的定时器。	核心
	支持单次定时器，定时器设置一次触发后不会自动装载原有的设置。	核心
	支持周期性定时器，定时器触发后自动装载原有设置的时间间隔，并周期性的触发。	核心

6.1.4 中断/异常管理

中断管理主要用于为系统可能发生的中断事件提供默认的中断处理程序，并提供用户定义的中断服务程序安装接口。异常管理主要用于为系统可能发生的异常事件提供默认异常处理程序，并提供用户定义的异常处理程序安装接口。中断/异常管理功能要求具体见表 4。

表 4 中断/异常管理功能要求

模块名称	技术要求	备注
中断管理	提供中断处理程序接口。	核心
	缺省情况下提供默认中断处理程序。	核心
	支持使能和屏蔽系统中断或者某一特定中断。	核心
	支持中断嵌套。	核心
	支持中断处理程序具有独立的栈空间，用户可配置栈空间大小。	核心
异常管理	支持异常处理的触发。	核心
	缺省情况下提供异常中断处理程序。	核心

6.1.5 内存管理

内存管理用于提供内存的分配和回收等管理功能。内存管理功能要求具体见表 5。

表 5 内存管理功能要求

模块名称	技术要求	备注
内存管理	支持内存动态分配和回收。	核心
	支持按照指定边界对齐进行内存分配。	核心
	支持内存分区管理，实现内存分区的创建、删除等操作。	核心
	支持内存映射。	核心
	提供内存使用统计信息便于调试和系统状态跟踪。	核心

表 5 内存管理功能要求（续）

模块名称	技术要求	备注
内存管理	支持冗余内存块管理，支持冗余内存块分配、冗余内存块读写一致性以及冗余内存块校验，提供数据完整性保护功能和冗余容错功能支持。	核心

6.1.6 文件系统

文件系统以一定的格式组织文件和目录，对文件和目录进行打开、关闭、读、写和删除等操作。文件系统功能要求具体见表 6。

表 6 文件系统功能要求

模块名称	技术要求	备注
文件系统	支持动态创建文件和目录。	核心
	支持根据文件名或者描述符打开、关闭和删除文件。	核心
	支持记录文件属性，并允许对其进行查询。	核心
	支持按照指定的方式读出文件指定长度的数据。	核心
	支持将数据写入到文件的指定位置。	核心
	支持文件控制命令。	核心
	支持卷的创建、格式化、挂载和卸载操作。	一般
文件系统管理 框架	提供统一的文件系统访问接口，包括打开、关闭、读、写、删除、挂载和卸载等基本操作。	一般

6.1.7 设备管理

设备管理实现操作系统对外部设备的管理，为用户提供统一的设备访问接口，屏蔽外部设备的访问细节。设备管理功能要求具体见表 7。

表 7 设备管理功能要求

模块名称	技术要求	备注
设备管理	当系统提供终端设备管理功能时，支持终端设备的打开、关闭、读、写、控制操作。	核心
	当系统提供字符设备管理功能时，支持字符设备的打开、关闭、读、写、控制操作。	核心
	当系统提供块设备管理功能时，支持块设备的打开、关闭、读、写、控制操作。	核心
	支持查看指定设备信息的功能。	核心
	支持设备的异步访问功能。	一般
扩展功能模块	当系统提供设备管理功能时，支持工业嵌入式常用协议。	一般

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/336214151002010140>