

团 体 标 准

T/CERS 0045—2024

信息技术应用创新 Linux 服务器操作系统 测试技术要求

Information technology application innovation - Linux server operating system
testing technical requirements

2024 - 12 - 24 发布

2024 - 12 - 24 实施

中 国 能 源 研 究 会 发 布

目 次

前 言	II
1. 范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	1
4. 缩略语	2
5. 测试对象	3
6. 测试环境	3
7. 测试内容	4
7.1. 功能要求	4
7.1.1. 安装部署要求	4
7.1.2. 基本功能要求	4
7.1.3. 常用命令要求	4
7.2. 性能效率要求	5
7.3. 安全性要求	5
7.4. 兼容性要求	5
7.4.1. 向下兼容性测试要求	5
7.4.2. 向上兼容性测试要求	6
8. 测试方法	6
8.1. 功能测试	6
8.2. 性能测试	7
性能测试包括 CPU 性能测试、磁盘性能测试、内存性能测试、网络性能测试，具体测试方法详见表 3:	7
8.3. 安全性测试	8
8.4. 兼容性测试	9
9. 测试终止条件	9
9.1. 正常终止条件	9
9.2. 异常终止条件	9
10. 测试结论	9
10.1. 测试问题等级分类	9
10.2. 测试结果	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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。

本文件由中国能源研究会提出并归口。

本文件起草单位：国网江苏省电力有限公司信息通信分公司、南京南瑞瑞腾科技有限责任公司、湖南麒麟信安科技股份有限公司、国网河北省电力有限公司信息通信分公司。

本标准主要起草人：王凌、黎俊杰、何金陵、余竞航、邹昊东、陈欣、赵一辰、唐灏、单新文、汤铭、高文涛、赖毅鑫、王立晨、高若寒、张志、王攀、杨钰雪、石超。

信息技术应用创新 Linux 服务器操作系统测试技术要求

1. 范围

本文件规定了信息技术应用创新 Linux 服务器操作系统测试的测试对象、测试环境、测试内容、测试要求和测试方法。

本文件适用于信息技术应用创新 Linux 服务器操作系统的功能性、性能效率、安全性和兼容性等方面的测试。

2. 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。仅注日期的版本适用于本文件。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 25645-2010 信息技术 中文Linux服务器操作系统技术要求

GB/T 32394-2015 信息技术 中文Linux操作系统运行环境扩充要求

GB/T 37730-2019 Linux服务器操作系统测试方法

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

信息技术应用创新 information technology application innovation

依靠国家可掌控的研发和生产条件，主导核心技术及产品研发、生产、发展全过程的活动。

3.2

磁盘分区 Disk Partitioning

将磁盘划分为多个单独的、可管理的部分的过程，每个部分均可作为独立的单元来安装操作系统或存储数据。

3.3

系统安装 System Installation

将操作系统部署到计算机或服务器上的过程，通常涉及磁盘分区、文件系统和网络设置的配置。

3.4

逻辑卷 Logical Volume Manager

提供灵活磁盘存储管理的系统，允许在不中断系统的情况下动态调整文件系统大小和分区。

3.5

文件权限 File Permissions

一种访问控制机制，用于管理文件和目录的权限级别，明确谁可以读取、修改或执行文件。

3.6

系统内核 System Kernel

操作系统的核心组件，用于管理硬件和软件交互、系统资源和进程。

3.7**静态网络设置 Static Network Configuration**

手动配置网络参数（如 IP 地址、子网掩码、网关）以建立网络连接，而不依赖于 DHCP 等动态协议。

3.8**DHCP网络设置 DHCP Network Configuration**

一种网络管理协议，用于动态分配 IP 地址、网关和 DNS 等配置信息，确保设备的连接性和网络资源的高效利用。

3.9**软件包管理 Package Management**

使用包管理器处理软件的安装、更新和删除，确保跨系统的软件部署一致性。

3.10**防火墙功能 Firewall Capabilities**

安全机制用于监控、控制传入和传出的网络流量并防止未经授权的访问，通常通过iptables或等工具进行管理firewall

4. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BIOS: 基本输入输出系统 (Base Input Output System)

CPU: 中央处理单元 (Central Processing Unit)

DNS: 域名系统 (Domain Name System)

FC: 光纤信道 (Fibre Channel)

GPU: 图形处理器 (graphics processing unit)

LVM: 逻辑盘卷管理 (Logical Volume Manager)

NIC: 网卡 (Network Interface Card)

NTFS: 新技术文件系统 (New Technology File System)

NUMA: 非一致性内存访问架构 (Non Uniform Memory Access)

RAID: 独立磁盘冗余阵列 (Redundant Array of Independent Disks)

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

SAS: 串行连接SCSI (Serial Attached SCSI)

SATA: 串行ATA接口规范 (Serial Advanced Technology Attachment)

SSD: 固态硬盘 (Solid State Disk)

UDP: 用户数据报协议 (User Datagram Protocol)

USB: 通用串行总线 (Universal Serial Bus)

ECC: 纠错码 (Error-Correcting Code)

RDIMMECC: 注册式双列直插内存模块纠错码 (Registered DIMM Error-Correcting Code)

5. 测试对象

经中国信息安全测评中心和国家保密科技测评中心联合安全可靠测评结果公告范围内的Linux服务器操作系统。

6. 测试环境

服务器操作系统测试环境应至少包括：2台安装了信创操作系统的服务器作为被测服务器，1台测试终端作为测试客户端设备，应符合GB/T37730-2019中第4章的要求。测试环境如图1所示。

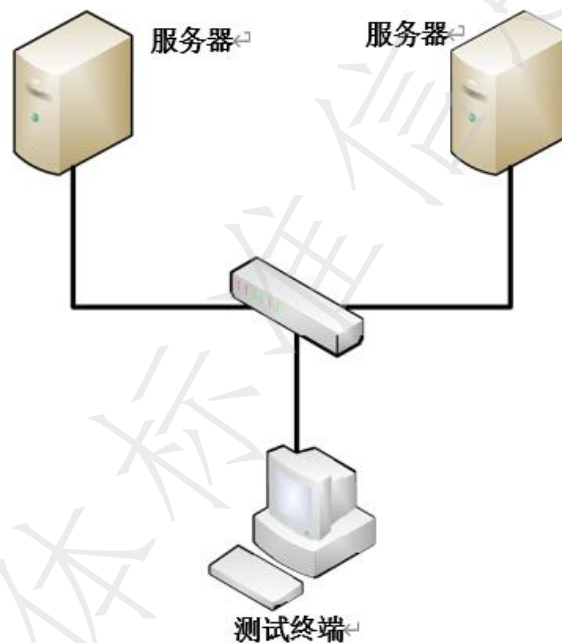


图 1 测试环境

测试环境的硬件配置要求如下表：

表 1 硬件要求

序号	类型	参数
1	CPU	核心数量 ≥ 16 核，主频 ≥ 2.0 GHz，应支持硬件虚拟化。
2	内存	内存通道数 ≥ 8 个，内存频率 ≥ 2666 MHz，RDIMMECC，最大支持 ≥ 512 GB。
3	硬盘	硬盘可用容量应不小于 600GB，固态硬盘单盘可用容量宜不小于 480GB，NVMe SSD 容量宜不小于 960GB。
4	存储接口	2.5 英寸 SAS 3.0/SATA 3.0 接口数 ≥ 2 个，可选支持 NVMe 硬盘，3.5 英寸 SAS 3.0/SATA 3.0 接口数 ≥ 8 个。
5	其他接口	USB 接口数 ≥ 4 个；VGA 接口数 ≥ 1 个；千兆 RJ45 网口数 2 个；千兆系统管理口数 1 个；万兆 FC 光口数 2 个。
6	其他	应支持单/双/冗余/热插拔电源，支持单/双/冗余/热插拔散热风扇，支持内置/热插拔硬盘。

7. 测试内容

7.1. 功能要求

7.1.1. 安装部署要求

操作系统需具备安装部署能力，应符合下列要求：

- a) 系统安装：应符合 GB/T25645-2010 中 4.2.1 的要求；
- b) 磁盘分区：支持自动和手动分区功能；
- c) 时区设置：支持日期、时间与世界时区（UTC、CST）设置；
- d) 网络设置：支持 DHCP、静态网络设置；
- e) 密码设置：支持 root 和普通用户密码设置；
- f) 语言设置：支持英文、中文最少两种语言；
- g) 安全设置：支持防火墙设置、用户和密码策略设置；
- h) RAID 设置：支持不同级别 RAID 的配置。

7.1.2. 基本功能要求

操作系统需具备如下基本功能：

- a) 文件系统支持：支持多类型文件系统，支持 ext3、NTFS、VFAT、ext4、xfs、btrfs 等类型文件系统；
- b) 文件权限：支持变更、修改文件或者目录权限；
- c) 磁盘分区：支持创建、删除、格式化磁盘分区；
- d) 逻辑卷管理：支持 LVM 功能、支持创建、删除逻辑卷；
- e) 备份能力：具备完全备份、增量备份功能；
- f) 网络配置：支持网络配置管理，包括 IP 地址、子网掩码、网关、DNS 等；
- g) 网卡管理：支持启用、禁用、绑定网卡；
- h) 账号管理：支持创建、修改、删除用户；支持修改用户口令；
- i) 软件管理：支持软件包管理功能，支持软件包的查找、安装、信息查询、依赖关系、升级、卸载；
- j) 系统内核管理：支持系统内核管理，支持补丁包更新、系统版本升级；
- k) 进程服务管理：支持系统进程管理，支持系统服务的启动停止；
- l) 虚拟化能力：支持常用的虚拟化软件安装，操作系统支持识别硬件虚拟化技术。
- m) 远程管理：支持 SSH 服务的配置和管理、支持 SFTP、SCP 等远程文件传输功能；
- n) 系统资源管理：支持查看和管理内存使用、支持存储性能分析、支持调整进程优先级等；
- o) 日志管理：支持日志服务（如 syslog），提供系统日志记录和查询功能、支持日志轮转与压缩；
- p) 时间管理：支持系统时间配置和同步（如 NTP、Chrony）、支持时区设置和修改；
- q) 硬件调用能力：支持 CPU、磁盘、内存、网卡的查看、配置。

7.1.3. 常用命令要求

操作系统需具备对如下常用命令（常用命令符合性和执行正确性、可靠性应符合 GB/T25656-2010 中 4.3 章节和 GB/T32394-2015 中 4.1 章节的要求）的使用能力：：

- a) 文件系统相关：系统提供 ls、cd、pwd、mkdir、mv、rmdir、cp、vi、cat、touch、file、ln、grep、chown、chmod、sort、wc、fdisk、df、mount、mkfs、tar、dd、zip、unzip、gzip、

sed、awk、tail、more、less、find、cpio、parted、chroot、rm、echo、lscpu、free、lspci、lsblk 等命令；

- b) 进程、监控相关：系统提供 ps、vmstat、top、iotop、iostat、sar、netstat、lsof 等命令；
- c) 网络相关：系统提供 ping、ssh、scp、telnet 等命令；
- d) 系统管理相关：系统提供 kill、man、who、date、more、su、sudo 等命令；
- e) 服务管理相关：系统提供 systemctl 命令；
- f) 用户管理相关：系统提供 useradd、userdel、usermod、groupadd、groupdel、groupmod、id 等命令。

7.2. 性能效率要求

测试操作系统调度和使用系统资源完成特定任务的能力，应符合以下要求：

- a) 硬盘读写性能：支持大小文件进行连续的顺序读写和随机读写，支持多个并发用户或应用程序同时读写文件系统，测试硬盘读写性能，包括随机和顺序读写平均读写速度；
- b) CPU 任务处理性能：测试单进程及多进程的 CPU 运行能力；
- c) 内存读写性能：支持 ECC 内存、多通道内存配置，测试单线程和满进程读写性能；
- d) 网络性能：支持单向和双向网络传输，TCP 和 UDP 网络传输，支持多个并发连接或线程网络传输，测试网络传输速率、网络吞吐率、网络响应时间。

7.3. 安全性要求

测试操作系统保护数据安全能力、抵御网络攻击和非授权访问的能力，应符合以下要求：

- a) 安全审计：操作系统需具备安全审计功能，对关键操作和事件做审计记录，支持审计日志规则配置及日志查看；
- b) 用户认证：操作系统需具备登陆失败处理能力，限制非法登录次数和当登陆连接超时自动退出能力，鉴别口令复杂度能力，验证系统的用户认是否安全可靠；
- c) 加密算法：操作系统需具备加密算法能力，支持使用 openssl 命令加密、解密文件，支持国密算法要求，如 SM2(非对称)、SM3(摘要)、SM4(对称)算法，支持国密算法开源密码库，如 opensm、sm-crypto、gm-crypto；
- d) 防火墙功能：操作系统支持防火墙管理工具，支持基于协议、网络地址、和端口的访问控制规则配置，支持黑白名单功能，支持端口过滤功能；
- e) 管理员分权能力：操作系统需具备管理员分权功能，支持管理员分权机制，修订只允许审计管理员具有审计服务管理权限和审计规则修改权限；
- f) 应用安全管理：操作系统需支持应用权限管理能力，支持应用隔离，支持提供模块将每个程序与一个安全配置文件关联，限制程序的功能；
- g) 漏洞管理：操作系统需支持漏洞查看和扫描，支持潜在的安全漏洞提醒，支持漏洞修复。

7.4. 兼容性要求

7.4.1. 向下兼容性测试要求

测试操作系统与硬件产品和服务器整机的匹配程度和协调能力，应符合以下要求：

- a) 硬件产品兼容性：支持海光、兆芯、飞腾、鲲鹏、龙芯、申威等国产 CPU 及 NIC、GPU、SSD、Raid、FC 等主流硬件的能力；

- b) 服务器整机兼容性：支持华为、浪潮、曙光等主流国产品牌服务器的兼容能力；
- c) 外围设备兼容性：支持打印机、扫描仪等外设的兼容能力。

7.4.2. 向上兼容性测试要求

测试操作系统与软件产品的匹配程度和协调能力，应符合以下要求：

- a) 数据库兼容性：支持安装、部署、启动、运行国内主流数据库；
- b) 中间件兼容性：支持安装、部署、启动、运行国内主流中间件；
- c) 云和大数据兼容性：支持安装、部署、启动、运行国内主流云和大数据平台；
- d) 开发语言兼容性：支持涵盖主流编程语言（如 C/C++、Java、Python、Go 等）及其运行时环境、开发工具链和依赖库，支持高效开发、多平台部署及持续扩展。

8. 测试方法

8.1. 功能测试

功能测试包括安装部署、基本功能、常用命令三部分测试，具体测试方法详见表2：

表 2 功能测试

序号	测试项	测试内容	测试方法
1	安装部署	系统安装	a) 安装过程验证：执行操作系统安装程序，验证能否正确安装系统，确保安装过程没有错误或异常； b) 引导测试：重启服务器后，从操作系统引导，验证操作系统是否能够成功引导，并且不返回到安装媒介或之前的操作系统； c) 基本功能测试：进行一些基本功能测试，如磁盘分区、时区设置、网络设置、密码设置、语言设置、安全设置等。
2		磁盘分区	
3		时区设置	
4		网络设置	
5		密码设置	
6		语言设置	
7		安全设置	
8		RAID 设置	操作系统安装前，在服务器的 RAID 控制器上进行相关配置，包括创建 RAID 阵列、选择 RAID 级别（如 RAID0、RAID1、RAID5 等），配置热备份等，验证 RAID 配置的稳定性和正确性。
9	基本功能	文件系统管理	通过命令分别创建、删除、格式化、挂载 ext3、NTFS、VFAT、ext4、xfs、btrfs 等类型文件系统。
10		文件权限管理	通过 chmod、chown 命令工具修改文件和目录权限。
11		磁盘管理	通过命令操作磁盘分区，包括添加主分区和逻辑分区、编辑分区、格式化分区、删除分区、挂载分区、卸载分区等，验证磁盘管理功能的正确性。
12		逻辑卷管理	通过逻辑卷管理工具，分别创建、删除、调整逻辑卷大小，验证操作是否成功。
13		备份管理	通过系统提供的工具，分别完全备份、增量备份特定目录，操作成功后检查该备份是否存在。
14		网络配置	通过网络配置工具，配置网络接口、IP 地址、DNS 以及网关，通过命令验证 IP 的连通性。
15		网卡管理	通过命令启用、禁用网卡，绑定单个 IP 地址到多块网卡，通过命令验证每块网卡的连通性。

序号	测试项	测试内容	测试方法
16		用户管理	通过命令分别添加、删除用户，设置用户管理权限、用户口令，验证权限控制和口令设置是否有效。
17		软件管理	a) 通过软件包分别安装、升级软件后，使用软件包管理工具检查能否显示软件的名称、版本、大小、安装位置等信息； b) 分别安装、升级满足依赖关系的软件包和不满足依赖关系的软件包，验证能否检测软件包版本及检查其依赖性； c) 查看相关日志，检查软件安装过程中是否有日志记录； d) 卸载软件包，在卸载过程中，检查不存在依赖关系的软件包能否卸载成功，存在依赖关系的软件包能否给予正确提示。
18		系统内核管理	通过相应的工具加载新模块、卸载模块、查看已加载模块，验证操作是否成功。
		进程服务管理	a) 通过服务配置工具，配置系统服务的启动、停止、自动启动，验证系统服务的状态和开机自动启动是否成功； b) 通过进程工具，启动、停止进程，验证进程的状态。
19		虚拟化功能	a) 安装所选的虚拟化软件； b) 按照要求进行正确的配置； c) 测试国产服务器虚拟化功能与主机硬件的兼容性，包括处理器、内存、存储和网络适配器等组件的兼容性。
20	常用命令	文件系统相关命令	在终端执行 GB/T25656-2010 中要求的命令及 GB/T32394-2015 中要求的扩展命令；对于合法输入，验证命令运行是否正确；对于非法输入，验证是否给出错误提示，系统是否出现异常现象。
21		系统管理相关命令	
22		服务管理相关命令	
23		用户管理相关命令	
24		网络管理相关命令	
25		进程监控相关命令	

8.2. 性能测试

性能测试包括 CPU 性能测试、磁盘性能测试、内存性能测试、网络性能测试，具体测试方法详见表 3：

表 3 性能效率测试

序号	测试项	测试内容	测试方法
1	CPU 性能测试	测试 CPU 任务处理能力	a) 检查 BIOS 配置，确认设置满足场景要求（比如 Turbo 是否打开，Numa 是否生效）； b) 安装 SPEC CPU 工具及相关的依赖文件； c) 配置一致的工具运行环境； d) 按测试参数规范组合测试参数，进行多核测试； e) 按测试参数规范组合测试参数，进行单核测试； f) 查看 CPU 性能数值。

序号	测试项	测试内容	测试方法
2	内存性能测试	测试内存读写性能	a) 安装 sysbench 工具及相关的依赖文件； b) 配置一致的工具运行环境； c) 按测试参数规范组合测试参数，进行单进程测试； d) 按测试参数规范组合测试参数，进行满进程测试； e) 查看总耗时、传输速度、所有 events 最小、最大、平均耗时、平均每线程完成 events 数/标准差、平均每线程耗时/标准差。
3	硬盘性能测试	测试硬盘随机和顺序读写性能	a) 确保机器驱动以及 FW 版本为配置需求配套版本（接有阵列卡时 OS 下以加载对应阵列卡驱动）； b) 安装 fio 工具及相关的依赖文件； c) 配置一致的工具运行环境； d) 使用 fio 脚本或 dd 命令对硬盘进行大数据块（1M）的顺序写擦写 3 至 5 次（SSD 擦写 6 次），使硬盘在正式测试之前达到稳定状态； e) 按测试参数规范组合测试参数，进行随机读写测试； f) 按测试参数规范组合测试参数，进行顺序读写测试； g) 查看磁盘的 iops 和平均带宽。
4	网络性能	测试网络传输速率、网络吞吐率、网络响应时间	a) 安装 iperf 工具及相关的依赖文件； b) 配置一致的工具运行环境； c) 按测试参数规范组合测试参数，进行 tcp 测试； d) 按测试参数规范组合测试参数，进行 udp 测试； e) 查看网络性能测试结果。

8.3. 安全性测试

安全性测试的具体内容与方法详见下表 4：

表 4 安全性测试

序号	测试项	测试内容	测试方法
1	用户认证	密码安全	a) 通过密码工具设置一个不合规的密码，确保系统拒绝； b) 通过密码工具设置一个合规的密码，确保用户验证通过； c) 通过密码工具修改用户口令过期策略，确保策略生效。
2		身份鉴别	a) 使用 root 用户远程登录，确保系统拒绝； b) 使用普通用户远程登录，确保不显示明文密码。
3		账户锁定	a) 使用普通用户多次登录失败后，确保系统自动锁定用户账户； b) 手动配置锁定账户，确保系统无法登录。
4	加密算法	加密能力	a) 使用工具对文件进行加密和解密，验证加密解密的成功性； b) 操作系统需默认支持国密算法（如 SM2, SM3, SM4），使用加密库的 API 编写测试程序，验证 SM2（公钥加密）、SM3（哈希算法）、SM4（对称加密）算法的正确性。
5	安全审计	审计日志	a) 检查系统是否具备审计功能，查看审计项； b) 检查审计记录是否包含事件发生时间、事情类型、事件主体、事件描述及结果信息。

序号	测试项	测试内容	测试方法
6	应用安全管理	安全模块	通过配置文件，指定应用可以读、写或运行文件，指定可访问网络端口等，验证应用功能，确保安全模块生效。
7	防火墙	防火墙管理能力	a) 使用工具查看防火墙状态和防火墙规则； b) 通过工具添加访问控制规则，确保生效； c) 通过命令添加黑白名单，确保生效； d) 通过命令添加端口过滤规则，确保生效。
8	漏洞管理	系统安全补丁更新能力	a) 使用工具检查系统中是否存在已知的安全漏洞； b) 通过补丁工具修复漏洞，确保漏洞修复成功。

8.4. 兼容性测试

兼容性测试的具体内容与方法详见下表 5：

表 5 兼容性测试

序号	测试项	测试内容	测试方法
1	向下兼容性	硬件产品兼容性	通过命令工具查看 CPU、NIC、GPU、SSD、Raid、FC 等主流硬件信息，验证信息的正确性。
2		服务器整机兼容性	通过在国产刀片、高密度、机架式等主流品牌服务器上部署，验证部署的成功性。
3		外围设备兼容性	通过工具驱动安装打印机、扫描仪、高拍仪等外设，验证外设的功能。
4	向上兼容性	数据库兼容性	通过相应的工具安装部署数据库软件，验证数据库软件功能。
5		中间件兼容性	通过相应的工具安装部署数据库软件，验证中间件软件功能。
6		云和大数据兼容性	通过相应的工具安装部署数据库软件，验证云和大数据软件功能。

9. 测试终止条件

9.1. 正常终止条件

按照本文件的要求完成所有规定的测试，或送检方提出终止，则测试正常终止。

9.2. 异常终止条件

出现安装部署问题，或重要功能项缺失，或系统不稳定影响测试工作，或致命问题等重大错误无法继续测试，则测试异常终止。

10. 测试结论

10.1. 测试问题等级分类

针对测试中发现的问题，按照问题严重程度定义四级问题：

- a) 致命性问题：导致测试工作无法继续，包含但不限于设备宕机或异常重启等情形；
- b) 严重性问题：在测试工作可继续的情况下出现影响系统功能或操作，包含但不限于功能缺失、系统崩溃、关键服务包含但不限于网络服务失效、接口失效等情形；
- c) 一般性问题：不影响操作系统的正常使用，可通过其他操作避免的问题，包含但不限于特定条件下的功能失效等情形；
- d) 建议性问题：为提高系统的质量提出的建议，包含但不限于用户手册说明描述不清楚、提示异常等情形。

10.2. 测试结果

测试过程中出现以下问题，测试结果为不合格：

- a) 功能测试要求对应的任一测试项在测试和回归测试之后未通过测试；
- b) 性能效率测试要求对应的任一测试项在测试和回归测试之后未通过测试；
- c) 安全性测试要求对应的任一测试项在测试和回归测试之后未通过测试；
- d) 兼容性测试要求对应的任一测试项在测试和回归测试之后未通过测试；
- e) 导致数据丢失，无法恢复；
- f) 其他对被测系统造成致命影响的问题。

测试过程中未出现 a) ~f) 的问题，测试结果为合格。
