



工业互联网产业联盟  
Alliance of Industrial Internet

# 工业互联网产业联盟标准

AII/013-2022

---

## 工业互联网信息模型 系统应用测试 要求

Industrial Internet information model:

Application test requirements for system

Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟

(2022年5月16日)





---

## 声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：a ii@caict.ac.cn



## 目 次

目 次	I
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 测试总体要求	2
5.1 测试范围要求	2
5.2 测试流程要求	2
6 测试内容要求	3
6.1 系统基础能力测试要求	3
6.2 信息建模及模型部署能力测试要求	4
6.3 模型存储管理能力测试要求	6
6.4 互操作及应用服务能力测试要求	8
6.5 安全可信能力测试要求	10
参考文献	13

## 前 言

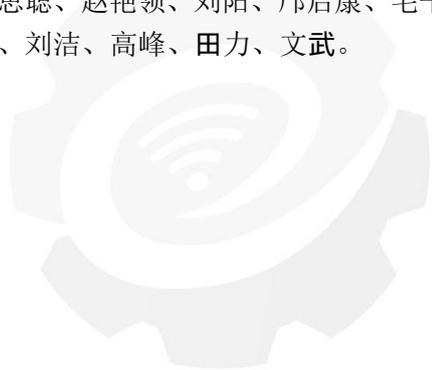
本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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这些专利的责任。

随着技术的发展,本文件会作适当的修订。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、中国科学院沈阳自动化研究所、深圳前海禾盈科技有限公司、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司。

本文件主要起草人：余思聪、赵艳领、刘阳、邝启康、毛平、黄颖、程春卯、沈彬、闫霞、高腾、公彦杰、王挺、夏豪、张誉、刘洁、高峰、田力、文武。



工业互联网产业联盟  
Alliance of Industrial Internet

# 工业互联网信息模型 系统测试要求

## 1 范围

本文件规定了系统应用工业互联网信息模型的测试规范，涉及系统基础能力、信息建模及模型部署、模型存储管理、互操作及应用服务和安全可信等测试项目，适用于系统应用工业互联网信息模型的功能和性能测试验证。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本检测细则的引用而成为本检测细则的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本检测细则。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本检测细则。

XXX 《工业互联网信息模型 系统应用要求》

## 3 术语和定义

### 3.1

**工业互联网信息模型**（Industrial Internet Information Model, 3IM）

主要指工业互联网全要素、全价值链、全产业链在信息空间的标准化表达。

### 3.2

**数字孪生模型**（Digital Twin Model）

在工业互联网系统上建立物理实体、流程或者系统等虚拟映射，虚实之间能够实现双向控制和模拟的模型。

### 3.3

**物模型**（Thing Model）

以系统接入的各类硬件资源为建模对象建立的信息模型。

### 3.4

**过程控制信息模型**（Process Control Information Model）

以上传至系统的生产、业务过程产生的各类控制信息为建模对象建立的信息模型。

### 3.5

### 过程管理信息模型 (Process Management Information Model)

以上传至系统的生产、业务等过程产生的各类管理信息为建模对象建立的信息模型。

#### 3.6

### 服务信息模型 (Service Information Model)

面向生产、业务等阶段需求的生产决策、数字孪生、资产管理壳、可视化等各类服务建立的信息模型。

#### 3.7

### 知识信息模型 (Knowledge Information Model)

以生产管理的知识和经验等各类信息为建模对象建立的信息模型。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

3IM 工业互联网信息模型 (Industrial Internet Information Model)

ASCII 美国信息交换标准代码 (American Standard Code for Information Interchange)

CPU 中央处理器 (central processing unit)

ID 身份标识号 (Identity Document)

JSON JavaScript对象记法 (JavaScript Object Notation)

MTBF 平均无故障工作时间 (Mean Time Between Failure)

NAS 网络附属存储 (Network Attached Storage)

OPC UA 开放平台通信统一架构 (Open Platform Communications Unified Architecture)

XML 可扩展置标语言 (Extensible Markup Language)

## 5 测试总体要求

### 5.1 测试范围要求

测试覆盖范围满足《工业互联网信息模型 系统应用要求》中的功能和性能测试，且测试项目与该标准中所标识的技术要求相对应。

### 5.2 测试流程要求

测试流程如图1所示，测试流程分为系统信息模型读取及解析，功能性能测试，出具测试报告。首先，确定合适的测试方法读取信息模型并进行解析，必要时可根据测试方法，选取合适的测试工具。其次，功能性能测试包括五个部分：系统基础能力测试模块、信息建模及模型部署能力测试模块、模型存储管理能力测试模块、互操作及应用服务能力测试模块、安全可信能力测试模块。最后，测试报告应记录测试对象、测试工具、测试原始记录、测试结果。

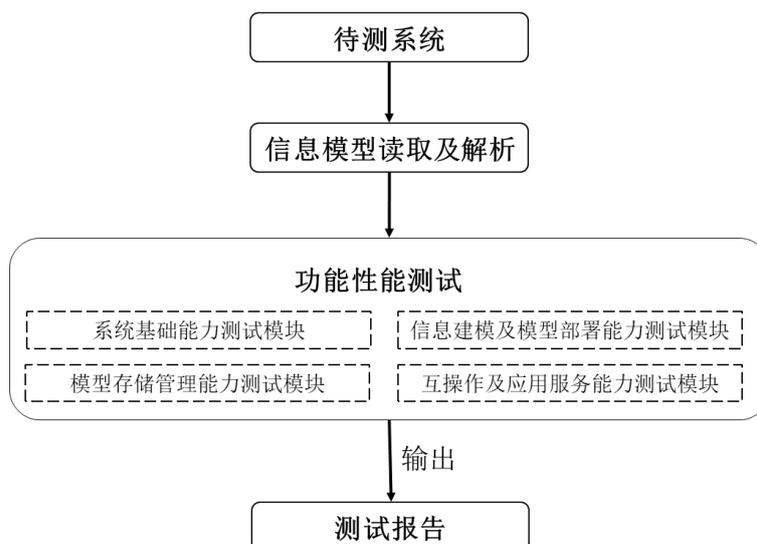


图 1 测试流程图

## 6 测试内容要求

### 6.1 系统基础能力测试要求

#### 6.1.1 多源数据接入能力要求

测试编号	6.1.1
测试项目	数据接入能力。
测试目的	1) 测试系统接入多源异构数据的能力; 2) 验证系统信息模型的数据处理功能。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境; 2) 提取系统测试数据集; 3) 遍历测试数据集数据格式, 验证数据格式的多样性; 4) 向系统发送字数据、字节数据、ASCII 数据、OPC UA 数据等不同格式的数据。
预期结果	1) 系统能够识别接收到的数据; 2) 系统支持 2 种以上数据格式的接入。

#### 6.1.2 服务稳定性测试要求

测试编号	6.1.2.1
测试项目	服务稳定性。
测试目的	验证系统实现模型服务的稳定性。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境; 2) 测试系统配置链路带宽资源的能力;

	3) 测试带宽等资源升级过程中数据是否丢失; 4) 模拟故障, 测试应用服务自愈情况。
预期结果	1) 连接资源可配置; 2) 连接异常数据不丢失; 3) 系统应用能自愈。

测试编号	6.1.2.2
测试项目	故障恢复。
测试目的	验证系统故障恢复能力。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境; 2) 非正常关闭计算机; 3) 启动计算机, 并启动系统。
预期结果	系统在遇突发停电、非正常关机时, 重启计算机后系统能够正常启动。

### 6.1.3 服务易用性测试要求

测试编号	6.1.3
测试项目	服务易用性。
测试目的	1) 系统信息模型应能导入导出; 2) 系统应设置有信息模型查询功能。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 在系统中进行导入导出信息模型操作; 2) 进行模型只读、隐藏、显示等操作; 3) 设置查询条件, 并进行查询操作。
预期结果	1) 信息模型能够被一键导入和导出; 2) 系统提供模型只读、隐藏、显示等数据安全保护选项。 3) 查询操作均被成功执行。

### 6.1.4 环境兼容性测试要求

测试编号	6.1.4
测试项目	环境兼容性。
测试目的	验证系统系统与多种信息模型建模环境对接的能力。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境; 2) 分别导入 XML、JSON 格式的信息模型; 3) 在系统中对导入的模型进行查看、调用等操作。
预期结果	1) 信息模型成功导入; 2) 操作指令均被成功执行。

## 6.2 信息建模及模型部署能力测试要求

## 6.2.1 模型架构完整性测试要求

测试编号	6.2.1
测试项目	模型架构完整性。
测试目的	信息模型应包括标识、类、属性、关系、事件、服务、参数等关键要素。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境； 2) 读取系统信息模型文件； 3) 解析信息模型。
预期结果	1) 建模过程考虑标识、类、属性、关系、事件、服务、参数等关键要素； 2) 模型包括标识、类、属性、关系、事件、服务、参数等关键要素。

## 6.2.2 建模要素标准化测试要求

测试编号	6.2.2
测试项目	建模要素标准化。
测试目的	1) 系统应提供模型建模工具或建模方法； 2) 建模要素应满足标准化要求。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常
测试步骤	1) 在系统中进行模型建模操作； 2) 随机抓取系统已有的信息模型，对模型关系、属性、事件、服务、参数进行标准化比对。
预期结果	1) 系统具有可视化模型建模能力； 2) 对关系的描述覆盖关系类型、关联方式等信息； 3) 对属性描述覆盖 ID、名称、生产日期、状态、类型等信息； 4) 对事件的描述覆盖 ID、类型、内容等信息； 5) 对服务的描述覆盖 ID、类型、内容等信息； 6) 对参数的数据类型、取值范围等信息进行了约束。

## 6.2.3 模型兼容能力测试要求

测试编号	6.2.3
测试项目	模型兼容能力。
测试目的	1) 验证系统建模数据格式的兼容性； 2) 验证系统读取标准信息模型的能力。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 提取系统测试数据集； 2) 遍历测试数据集数据格式，验证数据格式的兼容性； 3) 向系统导入标准信息模型。
预期结果	1) 系统建模数据能够相互兼容； 2) 标准信息模型与系统信息模型数据互认。

## 6.2.4 模型部署能力测试要求

测试编号	6.2.4
测试项目	模型部署能力。
测试目的	系统应能够至少支持物模型、过程控制信息模型、过程管理信息模型、服务信息模型和知识信息模型其中一种模型的运行和部署。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境； 2) 向系统导入标准信息模型； 3) 在系统上进行模型分布式运行操作。
预期结果	1) 系统能够读取标准信息模型，并进行解析； 2) 信息模型能够为系统提供相应的业务需求。

## 6.3 模型存储管理能力测试要求

## 6.3.1 存储持久性测试要求

测试编号	6.3.1
测试项目	模型存储持久性。
测试目的	验证系统管理的信息模型存储持久性。
测试方式	抽象测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 存储的总体实现方式：本地磁盘，NAS，网络块设备等； 2) 硬盘平均故障间隔时间：MTBF； 3) 检测时间：多久检测一次故障； 4) 与推算方法相关的证明材料：存储架构、保障机制等等； 5) 提供材料证明实际执行中持久性的情况：即每月有多少用户可以达到承诺的持久性数值； 6) 近6个月的用户实际情况：可以是运行报告，也可以是故障报告。
预期结果	1) 计算合理； 2) 运行报告符合持久性指标。

## 6.3.2 可销毁性测试要求

测试编号	6.3.2
测试项目	模型可销毁性。
测试目的	验证系统管理的信息模型的可销毁性。
测试方式	遍历测试。
前置条件	1) 分配测试账户； 2) 准备测试数据。
测试步骤	1) 测试系统模型删除、销毁的设计说明文档；存储介质报废前人工销毁的实现方法说明和操作记录文档； 2) 使用测试账户登录被测平台； 3) 使用测试系统删除测试账户下的数据； 4) 测试管理员实际删除操作和日志，检验数据是否被删除，日志是否齐全。

预期结果	1) 操作记录齐全，用户可以彻底删除数据； 2) 系统删除日志齐全。
------	---------------------------------------

### 6.3.3 可迁移性测试要求

测试编号	6.3.3
测试项目	模型可迁移性。
测试目的	验证系统用户能够控制模型的迁移。
测试方式	遍历测试。
前置条件	被测系统提供测试账户，开放相应模型迁移服务接口，访问地址等，允许测试系统远程接入。
测试步骤	1) 使用测试账户登录被测系统； 2) 使用测试系统模拟进行模型迁出； 3) 使用测试系统模拟进行模型迁入； 4) 遍历所有系统支持的模型迁移方式。
预期结果	1) 迁移操作成功； 2) 信息模型完整可用。

### 6.3.4 模型管理能力测试要求

测试编号	6.3.4
测试项目	模型管理能力。
测试目的	1) 系统应具备信息模型的增、删、改、查能力； 2) 系统应能够对信息模型进行分级分类管理。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境； 2) 在系统中对信息模型进行增、删、改、查操作； 3) 遍历系统模型，查看模型管理规范。
预期结果	1) 操作指令均被成功执行； 2) 系统能够根据模型创建、使用和管理的需要对模型进行分类和编码。

### 6.3.5 隐私性测试要求

测试编号	6.3.5
测试项目	信息模型隐私性。
测试目的	系统在访问用户的敏感模型或数据时应提供隐私保护功能。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境； 2) 测试用户身份认证的控制方式，如：用户名+密码等。 3) 测试用户在平台访问权限的控制方式，如：设定用户级别，确定增、删、改、查等不同的权限。 4) 测试系统不同租户的隔离方式。

预期结果	系统对敏感模型有相应的保护措施。
------	------------------

### 6.3.6 知情权测试要求

测试编号	6.3.6
测试项目	模型知情权。
测试目的	验证工业互联网系统服务商是否承诺用户有权利了解模型存储位置、使用的程度等信息，并告知用户模型存储位置和使用的程度。
测试方式	抽样测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	<p>系统提供信息模型服务时，应明确：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 数据的类型；</li> <li>2) 数据存储位置；</li> <li>3) 数据备份情况及备份存储位置，如：有几份拷贝，是否有冷备份，备份的数据存储的数据中心位置；</li> <li>4) 数据存储位置是否可选，如果可选，可选的方式；</li> <li>5) 数据的使用原则，如：除了用户自己的程序会访问自己的数据外，是否还会有其他访问来源，如果有，6) 需要说明在什么情况下；</li> <li>7) 查看有无跨境流动，是否用于国外业务，哪些数据类型有跨境流动；</li> <li>8) 有无数据分析及其用途，如：PLC 控制数据用于机器数据分析提供设计建议等。</li> </ol>
预期结果	模型及数据符合知情权要求。

### 6.3.7 资源弹性配置能力测试要求

测试编号	6.3.7
测试项目	资源弹性配置能力。
测试目的	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 验证当系统访问量高峰出现时，及时调用后端空闲资源，创建容器实例，提供更高的处理能力；</li> <li>2) 当访问量少时，及时销毁容器实例，回收资源。</li> </ol>
测试方式	抽象测试。
前置条件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 具备测试账号；</li> <li>2) 具备创建普通应用或微服务应用的权限；</li> <li>3) 具备应用部署的压缩包或 Java 归档文件。</li> </ol>
测试步骤	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 应用支撑子平台；</li> <li>2) 按照普通应用和微服务应用的部署流程，创建应用-&gt;选择运行环境或镜像-&gt;容器配置-&gt;开始创建容器，创建一个应用服务；</li> <li>3) 运行步骤 2) 创建的应用，进行扩容操作处理，设置“自动扩容”，配置 CPU 和内存的使用量，对应不同的应用实例数量。</li> </ol>
预期结果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 应用按照配置情况，在 CPU 和内存使用量很大（即访问量高峰）时，能够及时调用后端空闲资源，创建多实例，提供更高的处理能力；</li> <li>2) 在 CPU 和内存使用量小（即访问量少）时，销毁容器实例，回收资源。</li> </ol>

## 6.4 互操作及应用服务能力测试要求

### 6.4.1 模型调用能力测试要求

测试编号	6.4.1
测试项目	模型调用能力。
测试目的	1) 验证系统是否具备信息模型调用访问的机制; 2) 验证系统能够对外提供信息模型访问的接口。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境; 2) 在系统上应用不同的权限账户访问信息模型; 3) 通过不同的权限调用信息模型访问接口。
预期结果	1) 模型调用成功,能够返回数据处理的结果; 2) 具备访问权限的账户能够访问信息模型,不具备访问权限的账户无法访问到信息模型; 3) 通过外部能够正常访问信息模型,并且返回结果正确。

#### 6.4.2 数据处理能力测试要求

测试编号	6.4.2
测试项目	数据处理能力。
测试目的	1) 系统应具备多源异构数据的标准化处理能力; 2) 验证模型全生命周期的处理能力。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常
测试步骤	1) 准备测试环境; 2) 基于拖、拉、拽等方式调用系统上的模型,对测试数据集进行处理; 3) 导出经过处理的模型。
预期结果	1) 异构数据能够被标准化建模; 2) 信息模型能够被标准化环境识别。

#### 6.4.3 互操作性测试要求

测试编号	6.4.3
测试项目	互操作性。
测试目的	验证系统与标准测试环境间的互操作能力。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境; 2) 面向被测系统发布数据调用指令,利用通信技术和共享数据库技术,在共享信息模型的支持下,实现不同环境信息系统之间的信息共享; 3) 面向被测系统输出数据结果。
预期结果	1) 数据被成功调用; 2) 数据被成功共享,并实现数据互认。

#### 6.4.4 模型准确性测试要求

测试编号	6.4.4
测试项目	模型准确性。
测试目的	模型面向工业生产和管理提供服务时，应能满足准确性要求。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境； 2) 在系统上对信息模型进行开发、训练、测试、部署和优化，抓取模型准确性。
预期结果	信息模型的准确性满足工业互联网系统的业务要求。

#### 6.4.5 可扩展能力测试要求

测试编号	6.4.5
测试项目	可扩展能力。
测试目的	1) 验证系统是否能够提供数字孪生构建的工具； 2) 验证系统是否能够支持数字孪生组件与系统上各种数据源的对接； 3) 验证系统是否能够支持数字孪生组件与系统模型的对接。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	1) 准备测试环境； 2) 构建数字孪生模型； 3) 将构建的数字孪生模型与实时数据进行对接操作； 4) 在系统上将构建的数字孪生模型与其他模型进行对接操作。
预期结果	1) 系统具备提供数字孪生应用的能力； 2) 数字孪生组件与系统上各种数据源成功对接； 3) 数字孪生组件与系统上其他模型成功对接。

#### 6.5 安全可信能力测试要求

##### 6.5.1 接入可信测试要求

测试编号	6.5.1
测试项目	模型接入安全。
测试目的	系统应提供加密机制，对连接对象（设备、系统、智能产品、边缘网关等）传送的数据进行加解密。
测试方式	遍历测试。
前置条件	1) 被测系统正常运行； 2) 为测试分配测试账户； 3) 为测试准备可连接到系统的设备。
测试步骤	1) 设备向系统传输数据； 2) 测试传输是否使用安全协议； 3) 测试传输数据是否加密处理。
预期结果	1) 系统支持安全传输协议； 2) 系统支持数据信息传输加密技术。

##### 6.5.2 存储可信测试要求

测试编号	6.5.2
测试项目	模型库安全
测试目的	验证系统应用模型库提供服务时的可信能力。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 准备测试环境；</li> <li>2) 测试系统对各种操作行为、操作结果的记录能力；</li> <li>3) 调用模型库接口，测试接口记录日志；</li> <li>4) 测试信息模型数据存储位置。</li> </ol>
预期结果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 系统对应用数据的各种操作行为、操作结果予以完整记录，操作行为可追溯；</li> <li>2) 日志记录了接口调用的成功/失败，包括记录接口调用量、网络流量、响应时间及接口状态信息；</li> <li>3) 应用的模型数据未存放于容器中。</li> </ol>

### 6.5.3 管理可信测试要求

测试编号	6.5.3
测试项目	模型管理安全。
测试目的	验证系统对接入对象的认证鉴权和防篡改能力。
测试方式	遍历测试。
前置条件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 被测系统正常运行；</li> <li>2) 为测试分配测试账户；</li> <li>3) 为测试准备可连接到系统的设备。</li> </ol>
测试步骤	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 使用测试账户登陆被测系统；</li> <li>2) 使用测试环境连接系统；</li> <li>3) 如果系统提供多种鉴权方式，遍历所有鉴权方式；</li> <li>4) 使用管理员账户对用户连接的设备进行交互权限设置；</li> <li>5) 使用第三方设备对用户连接的交互信息进行篡改，并验证是否篡改成功。</li> </ol>
预期结果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 系统支持设备连接的认证鉴权功能；</li> <li>2) 系统支持配置接入对象的交互权限；</li> <li>3) 系统支持配置接入对象的防篡改能力。</li> </ol>

### 6.5.4 服务可信测试要求

测试编号	6.5.4
测试项目	模型服务安全。
测试目的	验证系统应用信息模型提供服务时的可信能力。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 查看系统在发布服务调用接口时的后端服务响应时间及结果反馈情况；</li> <li>2) 查看系统提供数据服务的使用管理功能是否有相关的约束条件；</li> <li>3) 查看系统应用服务条件；</li> <li>4) 查看系统的容器信息；</li> <li>5) 查看系统应用服务可用性数据；</li> </ol>
预期结果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 系统在发布服务调用接口时明确定义后端服务响应时间，且在规定的响应时间内返回请求结果；</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>2) 系统提供数据服务的使用管理功能，可接受和记录用户的服务访问申请信息，设置或修改用户的服务访问权限；</li> <li>3) 应用服务符合多实例部署条件；</li> <li>4) 使用被广泛证明可靠、可信的容器，在容器环境出现异常时，环境应具备自我修复的能力；</li> <li>5) 应用服务可用性达到 99.9%以上。</li> </ul>
--	---

#### 6.5.5 权益保障测试要求

测试编号	6.5.5
测试项目	权益保障。
测试目的	验证系统权益保障能力。
测试方式	遍历测试/动态测试。
前置条件	系统运行正常。
测试步骤	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 系统服务运营主体应具备合格的经营资质及运营能力。</li> <li>2) 系统服务运营主体应制定服务变更和终止条款，并承担相应的权利和义务。</li> <li>3) 系统服务运营主体应制定服务赔偿条款，约定具体赔偿方式。</li> <li>4) 系统服务运营主体应明确用户约束的范围，比如相关法律法规禁止的内容和行为。</li> <li>5) 系统服务运营主体应明确服务商免责条款。</li> </ul>
预期结果	系统提供商提供相关的证明文件。

### 参考文献

- [1] 工业互联网产业联盟报告,《工业互联网信息模型白皮书》(征求意见稿).
  - [2] 2020-1868T-YD 物联网开放平台物模型技术要求.
-