

T/CIS

中国仪器仪表学会团体标准

T/CIS 35004.1—XXXX

生物样本制备与分析检测装备（BEPAI）智能通信协议技术规范 第1部分：总则

Technical specification of intelligent communication protocols for biological entity preparation and analysis instruments(BEPAI)—Part 1: General provisions

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国仪器仪表学会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 建模原则	3
5 建模要求	3
5.1 设备分类	3
5.2 节点空间结构	3
5.3 命名方法	4
5.4 数据类型	4
5.5 数据安全	4
6 测试方法	4
6.1 测试条件	4
6.2 测试软件	4
6.3 设备分类	5
6.4 节点空间结构	5
6.5 命名方法	7
6.6 数据类型	7
6.7 数据安全	8
附录 A（规范性） 设备分类依据	9
附录 B（规范性） Identification 节点（基本信息节点）	10
附录 C（规范性） 根节点命名规则	11
参考文献	12

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。

本文件是T/CIS 35004《生物样本制备与分析检测装备智能通信协议技术规范》的第1部分。T/CIS 35004由以下部分组成：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：通用仪器智能通信协议的信息模型构建；
- 第3部分：核酸分析设备智能通信协议的信息模型构建；
- 第4部分：细胞/组织获取培养仪器智能通信协议的信息模型构建；
- 第5部分：临床诊断仪器智能通信协议的信息模型构建；
- 第6部分：移液制备仪器智能通信协议的信息模型构建；
- 第7部分：组织样品制备仪器智能通信协议的信息模型构建；
- 第8部分：微流控芯片仪器智能通信协议的信息模型构建。

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。

本文件由中国仪器仪表学会提出并归口。

本文件起草单位：中国科学院广州生物医药与健康研究院等。

本文件主要起草人：万玉明等。

引 言

工业互联网与智能制造系统的集成复杂度很大程度上取决于各类工业设备数据模型的异构性。OPC（开放平台通信，Open Platform Communications）统一架构OPC UA（Unified Architecture）提供了强大的框架，但其本身并未规定特定领域或设备的标准化信息模型。

T/CIS 35004旨在建立一个基于OPC UA的、覆盖生物样本制备与分析检测装备中关键设备（以下简称“设备”）的通信协议技术规范。通过定义统一、一致的数据接口，实现设备间的无缝互操作与“即插即用”式快速组网。T/CIS 35004拟由以下部分组成：

- 第1部分：总则，目的在于为生物样本制备与分析检测装备智能通信协议建立一个通用的技术框架和规则；
- 第2部分：通用仪器智能通信协议的信息模型构建，目的在于给出通用仪器智能通信协议的信息模型构建要求；
- 第3部分：核酸分析设备智能通信协议的信息模型构建，目的在于给出核酸分析设备智能通信协议的信息模型构建要求；
- 第4部分：细胞/组织获取培养仪器智能通信协议的信息模型构建，目的在于给出细胞/组织获取培养仪器智能通信协议的信息模型构建要求；
- 第5部分：临床诊断仪器智能通信协议的信息模型构建，目的在于给出临床诊断仪器智能通信协议的信息模型构建要求；
- 第6部分：移液制备仪器智能通信协议的信息模型构建，目的在于给出移液制备仪器智能通信协议的信息模型构建要求；
- 第7部分：组织样品制备仪器智能通信协议的信息模型构建，目的在于给出组织样品制备仪器智能通信协议的信息模型构建要求；
- 第8部分：微流控芯片仪器智能通信协议的信息模型构建，目的在于给出微流控芯片仪器智能通信协议的信息模型构建要求。

本文件作为T/CIS 35004的第1部分，不针对任何特定设备，T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.8均需在本文所确立的原则和约定下进行制定，以确保整个系列标准的内在一致性和互操作性。

生物样本制备与分析检测装备（BEPAI）智能通信协议技术规范

第1部分：总则

1 范围

本文件确立了基于OPC UA（Open Platform Communications Unified Architecture，开放平台通信统一架构）的生物样本制备与分析检测装备（以下简称“设备”）智能通信协议所采用的信息模型的建模原则，规定了建模要求，给出了建模要求对应的测试方法。

本文件适用于以下设备智能通信协议信息模型的关系构建：

- 通用仪器；
- 核酸分析设备；
- 细胞/组织获取培养仪器；
- 临床诊断仪器；
- 移液制备仪器；
- 组织样品制备仪器；
- 微流控芯片仪器。

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/T 33863.3-2017 OPC统一架构 第3部分：地址空间模型

GB/T 33863.6-2017 OPC统一架构 第6部分：映射

IEC 62541（所有部分） OPC 统一架构（OPC Unified Architecture）

IEC 62541-5 OPC统一架构 第5部分：信息模型（OPC Unified Architecture-Part 5: Information Model）

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

地址空间 address space

OPC UA服务器中对于客户端可见的信息集合。

[来源：GB/T 33863.1-2017，3.2.1]

3.1.2

服务器 server

执行IEC 62541系列标准规定的服务的软件应用。

[来源：GB/T 33863.1-2017，3.2.28]

3.1.3

变量 variable

包含值的节点。

[来源：GB/T 33863.1-2017，3.2.33]

3.1.4

对象 object

表示系统的物理或抽象元素的节点。

注：使用OPC UA对象模型为对象建模。系统、子系统和设备是对象实例。对象可以作为对象类型（ObjectType）的实例来定义。

[来源：GB/T 33863.1-2017，3.2.20]

3.1.5

特性 **property**

用户HasProperty引用的目标节点的变量，它描述了节点的特征。

[来源：GB/T 33863.3-2017，3.1.7]

3.1.6

属性 **attribute**

节点（Node）的原始特性。

注：所有属性由 OPC UA 定义，不能由客户端或服务端定义。属性是地址空间中唯一被允许具有数据值的元素。

[来源：GB/T 33863.1-2017，3.2.3]

3.1.7

客户端 **client**

向符合IEC62541系列标准规定的OPC UA服务器发送消息的软件应用。

[来源：GB/T 33863.1-2017，3.2.5]

3.1.8

节点 **node**

地址空间的基础组件。

[来源：GB/T 33863.1-2017，3.2.16]

3.1.9

信息模型 **information model**

定义、特征化、关联给定系统或一组系统的信息资源的组织框架。

注：核心地址空间支持地址空间内信息模型的表示。见IEC 62541-5中OPC UA基本信息模型的描述。

[来源：GB/T 33863.1-2017，3.2.12]

3.1.10

数据类型 **data type**

数据类型节点的实例，与ValueRank属性一起用来定义变量的数据类型。

[来源：GB/T 33863.3-2017，3.1.1]

3.1.11

变量类型 **variable type**

表示变量的类型定义的节点。

[来源：GB/T 33863.3-2017，3.1.11]

3.1.12

地址空间模型 **address space model**

OPC UA中描述节点结构及其关系的元模型，包括节点类型、节点属性和节点关系。

3.1.13

根节点 **root node**

层次结构中起始节点或顶层节点。

注：OPC UA 地址空间的根节点（root node）在IEC 62541-5中定义。

[来源：GB/T 33863.1-2017，3.2.27]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BEPAI：生物样本制备与分析检测装备（Biological Entity Preparation and Analysis Instruments）

OPC：开放平台通信（Open Platform Communications）

OPC UA：OPC统一架构（OPC Unified Architecture）

UTC：世界统一时间（Coordinated Universal Time）

UA: 统一架构 (Unified Architecture)

4 建模原则

不同类型设备通信协议的信息模型建模应遵循以下原则:

- a) 一致性: 信息模型的结构、命名方法、数据类型的使用保持一致。
- b) 可扩展性: 信息模型允许设备制造商在 5.2 规定的节点空间结构基础上进行扩展。
- c) 可复用性: 通用的程序类型组件和数据类型能被抽象为可复用的形式。
- d) 面向对象性: 充分利用 OPC UA 的类型层次结构, 通过继承来扩展和特化信息模型。

注1: 程序类型组件是由一组对共同义该程序有限状态机 (FSM) 的 StateTypes, TransitionTypes, EventTypes 和 Methods 的对象实例的引用组成。

注2: 继承是可以使用已有类型的所有功能, 并在不重新编写原来类型的情况下对这些功能进行扩展。

5 建模要求

5.1 设备分类

按照设备核心数据交互特征分类。附录A给出了设备分类依据。

5.2 节点空间结构

5.2.1 根节点

设备 OPC UA 服务器的根节点空间应符合 GB/T 33863.3-2017 中定义的地址空间模型。图1给出了设备 OPC UA 服务器根节点的组成。

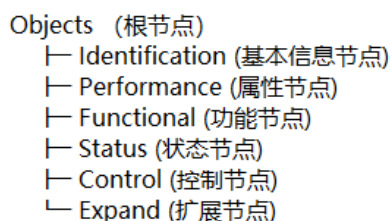


图1 根节点模型

5.2.2 标准子节点

5.2.2.1 概述

标准子节点是本文件规定的根节点中必须包含的子节点, 包括: 基本信息节点、属性节点、功能节点、状态节点、控制节点和扩展节点。

5.2.2.2 Identification 节点 (基本信息节点)

该节点用于描述设备的基本信息, 节点类型为 Object。附录B给出了该节点的相关内容。

注: 在 OPC UA 地址空间中, 根据节点的用途不同, 节点类型可以是对象 (Object), 属性 (Property) 和变量 (Variable)。

5.2.2.3 Performance 节点 (属性节点)

该节点用于描述设备的性能属性, 节点类型为对象 (Object)。T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 给出了该节点必须包含的子节点信息。

5.2.2.4 Functional 节点 (功能节点)

该节点用于描述设备的功能配置属性, 节点类型为对象 (Object)。T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 给出了该节点必须包含的子节点信息。

5.2.2.5 Status 节点 (状态节点)

该节点用于描述设备的实时状态属性，节点类型为对象(Object)。T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10给出了该节点必须包含的子节点信息。

5.2.2.6 Control 节点（控制节点）

该节点用于描述设备的控制方法属性。节点类型为对象(Object)。T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10给出了该节点必须包含的子节点信息。

5.2.2.7 Expand 节点（扩展节点）

设备制造商可根据新节点的功能和用途划分节点所属的类别，优先在5.2.2.1~5.2.2.5中描述的五类节点下添加新节点。如果新的节点不属于5.2.2.2~5.2.2.6中描述的任意一类节点，则可在扩展(Expand)节点下添加新节点。新的节点应遵循5.3中描述的命名方法，同时应在节点的描述(Description)属性中给出描述性注释，说明其用途和数据含义。

注：OPCUA中，所有的节点都会有描述(Description)属性。

5.3 命名方法

所有节点名称应使用英文命名，采用帕斯卡命名法，首字母大写，不包含特殊字符。节点名称应清晰反应其功能，避免使用缩写。附录C给出了根节点的命名规则。

注：帕斯卡命名法也叫大驼峰命名法，如：UserName, StudentAge。

5.4 数据类型

OPC UA服务器应使用符合GB/T 33863.6-2017规定的数据类型，包括但不限于：Int32（32位整型）、Float（浮点型）、String（字符串型）、Boolean（布尔型）、DateTime（日期时间型）等。时间戳应使用UTC时间。

5.5 数据安全

为保障数据安全，服务器应遵循以下原则：

- 服务器启用加密（即安全模式选为非 None）功能，并且配置了相应的用户名密码或证书；
- 不同角色（如操作员、维护人员、管理员）应具有不同的访问权限。

6 测试方法

6.1 测试条件

除非另有规定，测试应在下述条件下进行：

- 网络环境：测试应在与被测设备直连或通过单一网络交换机的独立局域网中进行，网络带宽不低于 1000 Mbit/s；
- 时间同步：测试网络中所有设备应通过 NTP 服务器进行时间同步，时间同步精度应在 100 ms 以内；
- 软件环境：用于测试的计算机应安装主流操作系统（如 Windows 10/11 或 Linux 发行版），并已安装必要的 OPC UA 驱动程序或运行环境。

6.2 测试软件

表1给出了测试软件清单，所有测试软件均应为正式发布版本。

表1 测试软件清单

序号	测试软件	要求
1	OPC UA客户端仿真器	支持OPC UA协议版本1.04及以上；支持二进制(Binary)和XML编码；支持UA-TCP协议；支持多种安全策略（如Basic256Sha256, Aes128_Sha256_RsaOaep）；具备浏览地址空间、订阅数据、读写变量、调用方法等完整功能

序号	测试软件	要求
2	OPC UA服务器软件	支持模拟OPC UA服务器，能自定义加载5.2的节点空间结构（如XML或NodeSet文件导出格式）；支持模拟不同设备状态和生成动态数据；支持多客户端连接测试
3	协议分析仪软件	支持OPC UA协议深度解析，能捕获并分析UA-TCP数据包，能清晰展示并过滤出OPC UA的Hello、OpenSecureChannel、Read、Write、Publish等报文；时间戳精度不大于1 ms，支持数据流跟踪和会话重组功能

6.3 设备分类

对照设备说明书查看设备功能特征，检查设备的主要特征是否与附录A中设备分类所描述的特征一致。

6.4 节点空间结构

6.4.1 根节点

按下述步骤进行测试：

- a) 使用 OPC UA 客户端仿真器连接到被测服务器，浏览对象（Objects）文件夹，检查是否存在一个类型为基础设备类型（BaseEquipmentType）或其子类型的设备根节点。

注：OPCUA支持基础设备类型(BaseEquipmentType)，或用户自定义类型，只要该个类型“继承”基础设备类型，则即为子类型，子类型也是BaseEquipmentType类型，也可作为根节点使用。

- b) 在客户端查看该根节点的浏览名称(BrowseName)是否符合 5.3 的命名格式(如“Equipment”)，以及其显示名称(DisplayName)是否与设备节点名称一致。显示名称不应为空或使用默认占位符。

6.4.2 标准子节点

6.4.2.1 Identification 节点（基本信息节点）

按下述步骤进行测试：

- a) 使用 OPC UA 客户端仿真器浏览被测设备服务器的设备根节点，查找是否存在唯一的名为“Identification”的节点，判定该节点类型是否为对象（Object）。
- b) 展开 Identification 节点，按照附录 B，检查 Identification 节点及其子节点的浏览名称（BrowseName）和描述（Description）属性是否一致。依次读取其各子节点的值（如制造商、型号、序列号、硬件版本、软件版本等），查看是否能读取成功，且返回的数据类型（如 String、Int32 等）是否与附录 B 规定一致。对照设备铭牌、设备说明书或制造商提供的数据，查看返回的值是否与被测设备服务器的实际信息相符。

6.4.2.2 Performance 节点（属性节点）

按下述步骤进行测试：

- a) 使用 OPC UA 客户端仿真器浏览被测设备服务器的设备根节点，查找是否存在名为“Performance”的节点，判定该节点类型是否为对象（Object）。
- b) 展开 Performance 节点，检查其包含的子节点是否与 T/CIS 35004.2～T/CIS 35004.10 规定的性能属性项一致。
- c) 对于每个子节点，使用 OPC UA 客户端仿真器执行读取操作，确认读取操作是否成功，返回的数据类型（如 Float、Int32、String 等）是否符合 T/CIS 35004.2～T/CIS 35004.10 的规定。
- d) 对照设备铭牌、说明书或按照制造商提供的数据，查看读取的数值或内容是否与被测设备标称的性能参数相符。如果某些性能参数为动态测量值（例如实时输出功率、当前频率等），则应连续多次读取（至少 3 次），取其算术平均值。查看设备刷新周期是否符合设备特性。
- e) 按照 T/CIS 35004.2～T/CIS 35004.10，检查 Performance 节点及其子节点的浏览名称（BrowseName）和描述（Description）属性是否一致。

6.4.2.3 Functional 节点（功能节点）

按下述步骤进行测试：

- a) 使用 OPC UA 客户端仿真器浏览被测设备服务器的设备根节点, 查找是否存在名为“Functional”的节点。判定其节点类型是否为对象 (Object)。
- b) 展开 Functional 节点, 检查其包含的子节点是否与 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 规定的性能属性项一致。
- c) 对于每个子节点, 使用 OPC UA 客户端仿真器执行读取操作, 确认读取操作是否成功, 返回的数据类型 (如 Boolean、Int32、Float、String 等) 是否符合 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 的规定。
- d) 对于不同类型的变量按下述步骤进行测试:
 - 1) 对于布尔型变量 (如“支持某功能”), 检查能否读取到 true 或 false 值, 且能否反映设备所具备的功能;
 - 2) 对于枚举型或整型变量 (如“支持的功能模式列表”、“功能版本号”), 检查读取到的值是否在制造商允许的范围内;
 - 3) 对于字符串型变量 (如“功能描述”), 检查能否读取到非空的内容描述;
 - 4) 对于数组型变量 (如“支持的采样率列表”), 检查能否读取到完整的数组内容。
- e) 对于 Functional 节点下各子节点的访问级别, 对于只读属性的, 使用 OPC UA 客户端仿真器尝试写入任一值, 检查是否会被被测设备服务器拒绝 (返回访问拒绝错误码); 对于写属性的, 尝试用客户端写入一个值, 然后刷新客户端, 查看读取到的值是否和写入的值相同。
- f) 对照 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10, 检查 Functional 节点及其子节点的浏览名称 (BrowseName) 和描述 (Description) 属性是否一致。

6.4.2.4 Status 节点 (状态节点)

按下述步骤进行测试:

- a) 使用 OPC UA 客户端仿真器浏览被测设备服务器的设备根节点, 查找是否存在名为 “Status” 的节点, 确认该节点类型为是否对象 (Object)。
- b) 展开 Status 节点, 检查其包含的子节点是否与 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 规定的性能属性项一致。
- c) 对于每个子节点, 使用 OPC UA 客户端仿真器执行读取操作, 确认读取操作是否成功, 返回的数据类型 (如 Boolean、Int32、Float、String、DateTime 等) 是否符合 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 的规定。
- d) 根据数据类型验证读取值的合理性:
 - 1) 对于表示运行状态、报警状态的布尔型或枚举型变量, 检查读取到的值是否在 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 规定的 Status 集合内;
 - 2) 对于表示实时测量值 (如温度、电压、频率) 的数值型变量, 通过与设备本地显示或其他监测手段比对检查读取到的值是否在设备正常工作范围内;
 - 3) 对于表示时间戳的日期时间 (DateTime) 变量, 检查读取到的时间值是否与当前 UTC 时间相差不超过 30s, 且格式正确;
 - 4) 对于表示设备状态的文本描述字符串变量, 检查是否能读取到相应内容。
 - 5) 对于反映实时变化的状态量 (如测量值、动态状态标志), 应连续多次读取 (至少 3 次, 间隔适当时间), 检查读取到的量是否随时间变化或在设备状态改变时发生相应变化; 对于不会变化的状态量, 检查读取值是否保持稳定。

注: 适当时间取决于反映实时变化的量的刷新频率, 其值由设备制造商决定。

- e) 对于 Status 节点下各子节点的访问级别, 使用 OPC UA 客户端仿真器尝试写入任一值, 检查是否会被被测设备服务器拒绝 (返回访问拒绝错误码)。
- f) 对照 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10, 检查 Status 节点及其子节点的浏览名称 (BrowseName) 和描述 (Description) 属性。

6.4.2.5 Control 节点 (控制节点)

按下述步骤进行测试:

- a) 使用 OPC UA 客户端仿真器浏览被测设备服务器的设备根对象, 查找是否存在名为 “Control” 的节点。判定其节点类型是否为对象 (Object)。

- b) 展开 Control 节点，检查其包含的子节点是否与 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 规定的性能属性项一致。
- c) 对于每个子节点，使用 OPC UA 客户端仿真器调用该方法。根据方法的定义执行以下验证：
注：方法代表在服务器中能被客户端调用的基本功能。详见 GB/T 33863.10-2021 中第 4 章。
 - 1) 如果方法无输入参数，直接调用，检查方法是否执行成功，服务器是否返回成功状态码。
 - 2) 如果方法有输入参数，按照 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 规定的合法参数组合进行调用，检查方法执行结果，返回值和输出参数是否符合 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 的相应规定。
 - 3) 如果方法有输入参数，尝试使用非法参数（如超出范围的值、错误类型等）调用，检查服务器是否返回相应的错误代码，并查看设备状态是否发生变化。
 - 4) 如果方法的执行会改变设备状态或产生可观测的物理动作（如启动、停止、复位等），观察设备实际动作或读取相关状态节点（如 Status 节点），检查执行效果是否符合预期。
- d) 对于支持方法调用的节点，验证其访问权限是否符合 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 的要求：
 - 1) 使用不具备调用权限的角色（如操作员）尝试调用需要管理员权限的方法，检查是否会被服务器拒绝（返回访问拒绝错误码）；
 - 2) 使用具备调用权限的角色调用，检查是否能成功执行。
- e) 对照 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10，检查 Control 节点及其子节点的浏览名称(BrowseName)和描述(Description)属性是否一致。

6.4.2.6 Expand 节点（扩展节点）

按下述步骤进行测试：

- a) 使用 OPC UA 客户端仿真器浏览被测设备服务器的设备根节点，分别进入 Identification、Performance、Functional、Status、Control 五个标准子节点（5.2.2.2~5.2.2.6），检查各标准子节点下是否存在制造商自定义的 Expand（扩展）子节点。
- b) 对于在标准子节点下发现的每一个扩展子节点，读取其描述（Description）属性。检查该属性是否为空，且描述内容是否能够清晰说明该节点的用途和数据含义（例如，变量的单位、取值范围，对象的组成等）。

注：如果不存在扩展子节点，则不做此项测试。

- c) 如果设备根对象下的“Expand”节点存在，查看其节点类型是否为对象（Object）。展开该节点，检查其包含的所有子节点是否不属于 5.2.2.2~5.2.2.6 中定义的任何一类。
- d) 检查所有 Expand 节点的数据类型是否符合 5.4 的规定。对于用户自定义的数据类型，检查其是否在地址空间中被正确定义并可解析。
- e) 对于扩展节点中的变量节点，尝试读取其值，验证读取操作是否成功且返回值类型是否与 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10 规定的内容一致。对于可写的扩展变量，尝试是否能写入合法值。

6.5 命名方法

按下述步骤进行测试：

- a) 使用 OPC UA 客户端仿真器连接被测服务器，按照 T/CIS 35004.2~T/CIS 35004.10，遍历地址空间中的所有节点，查看其浏览名称（BrowseName）和显示名称（DisplayName）是否一致。
- b) 检查每个节点的浏览名称（BrowseName）是否全部由英文单词（或英文单词和数字）组成，且每个单词首字母大写，其余字母小写；单词之间不使用分隔符（如下划线、连字符、空格），且名称中不包含特殊字符（如@、#、\$、%、^、&、*等）。

注：浏览名称尽量避免使用缩写，除非该缩写在行业内已成为标准术语且在其描述属性中进行了明确说明；若使用缩写，也需遵循首字母大写规则。

- c) 验证节点名称能否清晰反映其功能。可结合节点的描述属性（Description）或实际数据含义进行人工判断（例如，“Manufacturer”表示制造商，“Temperature”表示温度）。

6.6 数据类型

按下述步骤进行测试：

- a) 使用 OPC UA 客户端仿真器连接被测设备服务器，按照 T/CIS 35004.2～T/CIS 35004.10，遍历地址空间中的所有节点，查看其数据类型是否符合要求。
- b) 对于数据类型为 DateTime 的变量节点（包括任何包含时间戳的属性，如变量的 SourceTimestamp），读取其值，按下述步骤检查该值是否以 UTC 格式表示：
 - 1) 若客户端软件能够显示时区信息，检查时区偏移是否为+00:00 或显示为 UTC；
 - 2) 将读取到的时间与当前 UTC 时间（可通过访问服务器的时间节点或外部 NTP 时间源获得）进行比较，其差值是否不超过 30s；
 - 3) 若设备允许设置本地时间，可尝试更改设备本地时间设置，观察读取的 DateTime 变量值是否仍以 UTC 输出，且不应随本地时区变化。
- c) 对于数值型变量（Int32、Float 等），读取其值，依据设备制造商提供的信息，检查该值是否在合理范围内（如设备温度值不应超过物理极限）。
- d) 对于枚举型变量，通过客户端查看枚举值的显示名称（DisplayName）或描述是否能明确每个取值对应的含义。

6.7 数据安全

按下述步骤进行测试：

- a) 验证被测设备服务器加密策略：
 - 1) 使用 OPC UA 客户端仿真器配置不同安全策略（如 None、Basic128Rsa15、Basic256Sha256 等），尝试与被测设备服务器建立连接。检查客户端是否在安全策略为非 None 下建立与服务器的连接）。
 - 2) 对于配置了安全策略（如 Basic256Sha256）的客户端，检查是否能够成功建立安全通道，完成会话建立，并能够浏览和读取 5.2.2.2～5.2.2.6 中定义的节点。
 - 3) 检查服务器是否支持用户令牌（如，用户名/密码、X.509 证书等）的加密传输。

注：X.509 证书是一种数字证书的国际标准格式，由国际电信联盟（ITU-T）定义。它在网络安全通信中扮演着“数字身份证”的角色，用于在网络中验证通信双方的身份并建立加密连接。

- b) 验证不同角色的访问权限：
 - 1) 准备至少三种不同角色的测试账户：操作员账户（仅具有读取权限）、维护人员账户（具有读写权限，可修改配置）、管理员账户（具有所有权限，包括调用控制方法等）。
 - 2) 分别使用不同角色的账户登录被测设备服务器，进行读取操作，检查所有角色是否均能成功读取 5.2.2.2～5.2.2.6 中定义的节点。如果某些节点需要特定权限才能读取，验证操作员账户是否无法读取，而维护人员账户或管理员账户是否可以读取。
 - 3) 分别使用不同角色的账户登录被测设备服务器，选取一个可写的节点（如 Functional 下的某个配置参数），使用操作员角色尝试写入，是否会被服务器拒绝（返回访问拒绝错误码）；使用维护人员或管理员角色写入，能否成功执行。
 - 4) 分别使用不同角色的账户登录被测设备服务器，选取一个方法节点（如 Control 下的方法），使用操作员角色尝试调用，是否被拒绝；使用管理员角色调用，能否成功执行。如果维护人员角色也被授权调用某些方法，则验证该方法能否被执行。
- c) 验证被测设备服务器对未经授权的操作是否会返回明确的错误码（如 Bad_UserAccessDenied），且设备状态是否不发生改变。

附 录 A
(规范性)
设备分类依据

表A. 1给出了设备按照其核心数据交互特征的分类依据。

表A. 1 设备分类依据

设备类别	核心数据交互特征	典型设备
通用仪器	温度控制精度、转速、容量范围	恒温培养箱、磁力搅拌器、离心机、冻干机
核酸分析仪器	扩增曲线、基因序列、荧光强度、突变位点位置	全自动核酸检测分析系统、DNA测序仪
细胞与组织培养设备	pH值、CO ₂ 浓度、温度稳定性、细胞活率	CO ₂ 培养箱、生物摇床、组织切片机、细胞离心机
临床诊断仪器	心率、血氧饱和度、CT值、影像分辨率、生化指标	超声诊断仪、心电监护仪、血液分析仪、数字X光机
移液制备仪器	移液精度、液体粘度	电动移液器、多通道移液器、自动液体分配器
组织样品制备仪器	切片厚度、组织完整性、破碎效率	组织包埋机、石蜡切片机、超声波组织破碎仪
微流控芯片仪器	流体控制精度、反应时间	数字微流控平台、器官芯片系统

附 录 B
(规范性)
Identification 节点（基本信息节点）

表B.1给出了设备智能通信协议信息模型中Identification节点（基本信息节点）包含的子节点及其属性。

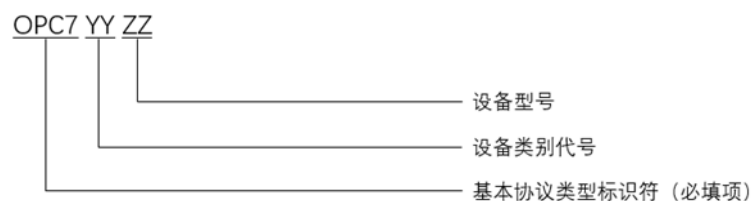
表B.1 Identification 节点（基本信息节点）的子节点及其属性

子节点浏览名称 (BrowseName)	节点类别 (NodeClass)	访问权限 (AccessLevel)	变量类型 (DataType)	描述 (Description)	数据维度 (ValueRank)
Vendor	属性 (Property)	只读 (CurrentRead)	字符串 (String)	设备厂商	标量 (Scalar)
Model	属性	只读	字符串	设备型号	标量
SerialNumber	属性	只读	字符串	设备序列号	标量
HardwareVersion	属性	只读	字符串	硬件版本号	标量
SoftwareVersion	属性	只读	字符串	控制软件版本	标量
FirmwareVersion	属性	只读	字符串	固件版本号	标量

附录 C (规范性) 根节点命名规则

C.1 根节点名称结构

图B.1给出了设备智能通信协议信息模型中根节点的名称结构，其中基本协议类型标识符为固定必填项。



图C.1 根节点名称结构

C.2 设备类别代号

C.2.1 表B.1给出了设备类别代号YY的取值。

表C.1 设备类别代号 YY 的取值

设备类别	YY取值
通用仪器	01
核酸分析设备	02
细胞/组织获取培养仪器	03
临床诊断仪器	04
移液制备仪器	05
组织样品制备仪器	06
微流控芯片仪器	07

C.2.2 设备类别代号YY可根据需求扩展，扩展时应遵循以下规则：

- a) 新增类别：如果表 B.1 中的设备类别不足以覆盖使用，则新增类别的 YY 取值由供需双方协商解决；
- b) 代码冲突：出现代码冲突时，由供需双方协商解决。

C.3 设备型号

设备型号ZZ特指某一类设备下的典型设备（通常由2-4位数字组成），其分配规则如下：

- a) ZZ 由设备供应商自行分配，可采用产品的序列号；
- b) 同一设备类别（YY）下，不同型号设备需分配唯一的 ZZ 代码。

参 考 文 献

- [1]GB/T 33863.1-2017 OPC统一架构 第1部分：概述和概念
 - [2]GB/T 33863.2-2017 OPC统一架构 第2部分：安全模型
 - [3]GB/T 33863.5-2017 OPC统一架构 第5部分：信息模型
 - [4]GB/T 33863.10-2021 OPC统一架构 第10部分：程序
-