

T/CIS

中国仪器仪表学会团体标准

T/CIS 35004.6—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6部分：移液制备仪器智能通信协议的信息模型构建

Technical specification of intelligent communication protocols for biological entity preparation and analysis instruments (BEPAI)—Part 6: Information model construction of intelligent communication protocol for liquid handling instruments

（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 术语和定义 1

4 建模要求 1

 4.1 根节点名称 1

 4.2 节点空间结构 1

 4.3 命名方法 6

 4.4 数据类型 6

 4.5 数据安全 6

5 测试方法 6

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6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：深圳华大智造科技股份有限公司、苏州镁伽科技有限公司、杭州谱育科技发展有限公司等。

本文件主要起草人：杨梦、李士森、林思远、付深深、项光宏等。

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6部分，给出了移液制备仪器智能通信协议的信息模型构建要求，配合T/CIS 35004.1同时使用，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 6 部分：移液制备仪器智能通信协议的信息模型构建

1 范围

本文件规定了生物样本制备与分析检测装备中包括自动液体处理系统和机器人工作站等移液制备仪器的智能通信协议的OPC UA信息模型的建模要求，描述了这些要求的测试方法。
本文件适用于自动液体处理系统和机器人工作站等移液制备仪器的智能通信协议所采用的信息模型的数字化描述和关系构建。

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。
T/CIS 35004. 1-XXXX 生物样本制备与分析检测装备智能通信协议技术规范 第1部分：总则

3 术语和定义

T/CIS 35004. 1-XXXX界定的术语和定义适用于本文件。

4 建模要求

移液制备仪器除应符合T/CIS 35004. 1-XXXX的要求外，还应符合以下要求。

4.1 根节点名称

根据T/CIS 35004. 1-XXXX中附录C的规定，移液制备仪器的设备类别代号YY取值为05。表1给出了不同类型移液制备仪器的设备型号ZZ取值及其根节点名称。

表1 移液制备仪器根节点名称

设备型号ZZ取值	根节点名称	设备类型
01	OPC70501	自动液体处理系统
02	OPC70502	机器人工作站
注：本标准只给出自动液体处理系统和机器人工作站的根节点名称，其他移液制备仪器可在表1基础上顺序增加。		

4.2 节点空间结构

4.2.1 自动液体处理系统智能通信协议信息模型的节点空间结构

4.2.1.1 根节点

T/CIS 35004. 1-XXXX中5.2.1的要求适用于本文件。

4.2.1.2 Identification 节点（基本信息节点）

表2给出了自动液体处理系统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2 自动液体处理系统智能通信协议信息模型中的 Identification 节点

节点名称	节点类别	访问权限	变量类型	描述	数据维度
制造商 (Vendor)	属性 (Property)	只读 (CurrentRead)	字符串 (String)	设备厂商	标量 (Scalar)
型号 (Model)	属性	只读	字符串	设备型号	标量
序列号 (SerialNumber)	属性	只读	字符串	序列号	标量
硬件版本 (HardwareVersion)	属性	只读	字符串	硬件版本	标量
软件版本 (SoftwareVersion)	属性	只读	字符串	控制软件版本	标量
固件版本 (FirmwareVersion)	属性	只读	字符串	固件版本号	标量

4.2.1.3 Performance 节点（属性节点）

表3给出了自动液体处理系统智能通信协议信息模型中Performance节点（属性节点）包含的子节点及其属性。

表3 自动液体处理系统智能通信协议信息模型中的 Performance 节点

子节点名称	节点类别	访问权限	变量类型	描述	数据维度
体积范围 (VolumeRange)	属性 (Property)	只读 (CurrentRead)	长度为2的浮点列表 (Float[2])	移液体积范围	一维 (OneDimension)
最小体积 (MinVolume)	属性	只读	浮点型 (Float)	最小移液体积	标量 (Scalar)
最大体积 (MaxVolume)	属性	只读	浮点型	最大移液体积	标量
体积精度 (VolumeAccuracy)	属性	只读	浮点型	体积精度	标量
体积精密度 (VolumePrecision)	属性	只读	浮点型	体积精密度	标量
通道数 (ChannelCount)	属性	只读	无符号16位整型 (UInt16)	移液通道数量	标量
最大速度 (MaxSpeed)	属性	只读	浮点型	最大移液速度	标量
定位精度 (PositioningAccuracy)	属性	只读	浮点型	XYZ定位精度	标量
甲板容量 (DeckCapacity)	属性	只读	无符号16位整型	甲板位置数量	标量

4.2.1.4 Functional 节点（功能节点）

表4给出了自动液体处理系统智能通信协议信息模型中Functional节点（功能节点）包含的子节点及其属性。

表4 自动液体处理系统智能通信协议信息模型中的 Functional 节点

子节点名称	节点类别	访问权限	变量类型	描述	数据维度
移液模式 (PipetteMode)	属性 (Property)	读/写 (CurrentRead/Write)	字符串 (String)	移液模式（单通道/多通道/96通道）	标量 (Scalar)
吸头类型 (TipType)	属性	读/写	字符串	吸头类型（一次性/固定）	标量
液体类型 (LiquidClass)	属性	读/写	字符串	液体类型（水性/有机/粘性/挥发）	标量
吸液速度 (AspirateSpeed)	属性	读/写	浮点型 (Float)	吸液速度	标量
分液速度 (DispenseSpeed)	属性	读/写	浮点型	分液速度	标量

子节点名称	节点类别	访问权限	变量类型	描述	数据维度
混合次数 (MixCycles)	属性	读/写	无符号16位整型 (UInt16)	混合循环次数	标量
混合体积 (MixVolume)	属性	读/写	浮点型	混合体积	标量
吹吸功能 (BlowoutEnable)	属性	读/写	布尔 (Boolean)	吹吸功能开关	标量
触壁功能 (TouchOffEnable)	属性	读/写	布尔	触壁功能开关	标量
液面检测 (LiquidLevelDetection)	属性	读/写	布尔	液面检测功能开关	标量

4.2.1.5 Status 节点（状态节点）

表5给出了自动液体处理系统智能通信协议信息模型中Status节点（状态节点）包含的子节点及其属性。

表5 自动液体处理系统智能通信协议信息模型中的 Status 节点

子节点名称	节点类别	访问权限	变量类型	描述	数据维度
设备状态 (CurrentState)	变量 (Variable)	只读 (CurrentRead)	字符串 (String)	设备状态 (Idle: 空闲/Running: 运行中/Paused: 暂停/Fault: 错误)	标量 (Scalar)
当前位置 (CurrentPosition)	变量	只读	浮点型 (Float)	当前XYZ位置	标量
任务进度 (Progress)	变量	只读	浮点型	任务进度百分比	标量
吸头状态 (TipStatus)	变量	只读	字符串	吸头状态 (Loaded: 装载/Empty: 空置/Error: 错误)	标量
吸头使用计数 (TipUsageCount)	变量	只读	无符号32位整型 (UInt32)	吸头使用计数	标量
错误代码 (ErrorCode)	变量	只读	字符串	错误代码	标量

4.2.1.6 Control 节点（控制节点）

表6给出了自动液体处理系统智能通信协议信息模型中Control节点（控制节点）包含的子节点及其属性。

表6 自动液体处理系统智能通信协议信息模型中的 Control 节点

子节点名称	节点类别	访问权限	描述	输入参数	返回值
初始化 (Initialize)	方法 (Method)	可执行的 (Executable)	设备自检与归零	——	布尔 (Boolean)
启动运行 (StartRun)	方法	可执行的	启动移液任务	String: 任务ID	布尔
暂停 (Pause)	方法	可执行的	暂停操作	——	布尔
停止 (Stop)	方法	可执行的	停止操作	——	布尔
恢复 (Resume)	方法	可执行的	恢复操作	——	布尔
吸液 (Aspirate)	方法	可执行的	执行吸液操作	Float: 体积, Float: 速度, String: 源位置	布尔
分液 (Dispense)	方法	可执行的	执行分液操作	Float: 体积, Float: 速度, String: 目标位置	布尔

子节点名称	节点类别	访问权限	描述	输入参数	返回值
混合 (Mix)	方法	可执行的	执行混合操作	Float: 体积, UInt16: 次数, String: 位置	布尔
拾取吸头 (PickupTip)	方法	可执行的	拾取吸头	String: 吸头架位置	布尔
弹出吸头 (EjectTip)	方法	可执行的	弹出吸头	String: 废弃桶位置	布尔
移动位置 (MoveToPosition)	方法	可执行的	移动至指定位置	Float: X, Float: Y, Float: Z	布尔
清除错误 (ClearError)	方法	可执行的	清除错误状态	——	布尔

4.2.2 机器人工作站智能通信协议信息模型的节点空间结构

4.2.2.1 根节点

T/CIS 35004.1-XXXX中5.2.1的要求适用于本文件。

4.2.2.2 Identification 节点（基本信息节点）

表7给出了机器人工作站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7 机器人工作站智能通信协议信息模型中的 Identification 节点

节点名称	节点类别	访问权限	变量类型	描述	数据维度
制造商 (Vendor)	属性 (Property)	只读 (CurrentRead)	字符串 (String)	设备厂商	标量 (Scalar)
型号 (Model)	属性	只读	字符串	设备型号	标量
序列号 (SerialNumber)	属性	只读	字符串	序列号	标量
硬件版本 (HardwareVersion)	属性	只读	字符串	硬件版本	标量
软件版本 (SoftwareVersion)	属性	只读	字符串	控制软件版本	标量
固件版本 (FirmwareVersion)	属性	只读	字符串	固件版本号	标量

4.2.2.3 Performance 节点（属性节点）

表8给出了机器人工作站智能通信协议信息模型中Performance节点（属性节点）包含的子节点及其属性。

表8 机器人工作站智能通信协议信息模型中的 Performance 节点

节点名称	节点类别	访问权限	变量类型	描述	数据维度
夹爪宽度最小值 (DistanceMin)	属性 (Property)	只读 (CurrentRead)	字符串 (String)	夹爪宽度最小值	标量 (Scalar)
夹爪宽度最大值 (DistanceMax)	属性	只读	字符串	夹爪宽度最大值	标量
抓取力最小值 (ForceMin)	属性	只读	字符串	抓取力最小值	标量
抓取力最大值 (ForceMax)	属性	只读	字符串	抓取力最大值	标量
最小运动速率 (MixSpeed)	属性	只读	字符串	最小运动速率	标量
最大运动速率 (MaxSpeed)	属性	只读	字符串	最大运动速率	标量

4.2.2.3.1 Functional 节点（功能节点）

表9给出了机器人工作站智能通信协议信息模型中Functional节点（功能节点）包含的子节点及其属性。

表9 机器人工作站智能通信协议信息模型中的 Functional 节点

子节点名称	节点类别	访问权限	变量类型	描述	数据维度
机器人移动速度 (MoveSpeed)	属性	只读 (CurrentRead)	浮点型 (Float)	机器人移动速度系 数×默认速率	标量 (Scalal)
夹爪抓放速度 (GripSpeed)	属性	只读	浮点型	夹爪抓放速度系数 ×默认速率	标量
夹爪抓取方向 (GripOrientations)	属性	只读	字符串 (String)	夹爪抓取方向， Narrow默认方向	标量

4.2.2.4 Status 节点（状态节点）

表10给出了机器人工作站智能通信协议信息模型中Status节点(状态节点)包含的子节点及其属性。

表10 机器人工作站智能通信协议信息模型中的 Status 节点

子节点名称	节点类别	访问权限	变量类型	描述	数据维度
设备状态 (CurrentState)	变量 (Variable)	只读 (CurrentRead)	字符串 (String)	设备状态	标量 (Scalal)
夹爪松开夹紧状态 (GripState)	变量	只读	字符串	夹爪松开夹紧状态	一维 (OneDimension)
机器人是否在安全位 (SafeArea)	变量	只读	布尔型 (Boolean)	机器人是否在安全 位	标量
错误代码 (ErrorCode)	变量	只读	字符串	错误代码	标量

4.2.2.5 Control 节点（控制节点）

表11给出了机器人工作站智能通信协议信息模型中Control节点（控制节点）包含的子节点及其属性。

表11 机器人工作站智能通信协议信息模型中的 Control 节点

子节点名称	节点类别	访问权限	描述	输入参数	返回值
建立通信连接 (Connect)	方法 (Method)	可执行的 (Executable)	建立通信连接	string: ip (互联网协议地址)， string: Port (端口号)	布尔 (1=成 功)
复位 (Reset)	方法	可执行的	复位	string: RequestId (请求地址)， string: DeviceId (设备地址)	布尔 (1=成 功)
转移微孔板 (RoboticArm)	方法	可执行的	转移微孔板	string: FromDeviceId (来源设备地 址)， string: FromGripOrientation (来 源抓取方向)， float: FromNest (来源位置)， double: FromZOffset (来源Z轴偏 移量)， string: ToDeviceId (目标设备地 址)， string: ToGripOrientation (目标抓 取方向)， float: ToNest (目标位置)， double: ToZOffset (目标Z轴方向)， string: ScannerDeviceId (扫描设备 地址)， string: ScannerGripOrientation (扫描设备抓取方向)，	布尔 (1=成 功)

子节点名称	节点类别	访问权限	描述	输入参数	返回值
				float:ScannerNest (扫描设备位置), double:GripForce (抓取力)	
机器人去 (RoboticGo)	方法	可执行的	机器人去	string:DeviceId (设备地址), string:GripOrientation (抓取方向), float:Nest (位置)	布尔 (1=成功)
机器人回 (RoboticBack)	方法	可执行的	机器人回	——	布尔 (1=成功)
夹爪抓 (Grab)	方法	可执行的	夹爪抓	double:GripDistance (爪距), double:GripForce (抓取力), string:GripOrientation (抓取方向)	布尔 (1=成功)
夹爪放 (Release)	方法	可执行的	夹爪放	double:ReleaseDistance (释放间距)	布尔 (1=成功)
机器人去-扫码-回 (ScanGroup)	方法	可执行的	机器人去-扫码-回	string:DeviceId (设备地址), string:NestGroupId (目标组地址), float:Nest (位置), double:Zoffset (Z轴偏移量)	布尔 (1=成功)
停止移动 (Abort)	方法	可执行的	停止移动	——	布尔 (1=成功)
获取所有状态属性 (QueryStatus)	方法	可执行的	获取所有状态属性	——	布尔 (1=成功)

4.3 命名方法

T/CIS 35004. 1-XXXX中5.3的要求适用于本文件。

4.4 数据类型

T/CIS 35004. 1-XXXX中5.4的要求适用于本文件。

4.5 数据安全

T/CIS 35004. 1-XXXX中5.5的要求适用于本文件。

5 测试方法

T/CIS 35004. 1-XXXX中第6章的方法适用于本文件。