
半导体行业传感器/执行器网络标准

SEMI E54-0306 — Sensor/Actuator Network Standard

版本：SEMI E54-0306

日期：2006年

中文翻译版 | www.modbus.cn

本文件为 Modbus.org

官方规范文档的中文翻译版，仅供学习参考之用。官方英文原版请访问 www.modbus.org 获取。如翻译内容与英文原版存在歧义，以英文原版为准。

目录

编号	标准名称	版本
E54	传感器/执行器网络标准（主文档）	0306
E54.1	传感器/执行器网络通用设备模型标准	1000
E54.2	编写传感器/执行器网络（SAN）标准投票指南	0698
E54.3	质量流量设备特定设备模型规范	0698
E54.4	传感器/执行器网络 DeviceNet 通信标准	0704
E54.5	传感器/执行器网络 SDS 通信标准（已撤销）	0997
E54.6	传感器/执行器网络 LONWorks 通信标准	0997
E54.7	传感器/执行器网络 Seriplex 通信标准	0999
E54.8	传感器/执行器网络 PROFIBUS 通信规范	0305
E54.9	传感器/执行器网络 Modbus/TCP over TCP/IP 通信标准	0303
E54.10	原位粒子监测器特定设备模型规范	0600
E54.11	端点设备特定设备模型规范	1105
E54.12	传感器/执行器网络 CC-Link 通信标准	0701
E54.13	传感器/执行器网络 EtherNet/IP 通信标准	0303
E54.14	传感器/执行器网络 PROFINET 通信规范	0305
E54.15	传感器/执行器网络 SafetyBUS p 通信规范	0305
E54.16	传感器/执行器网络 LONWORKS 通信规范	0705
E54.17	传感器/执行器网络 A-Link 通信规范	0705
E54.18	真空泵设备特定设备模型规范	0306

标准概述

SEMI E54 标准套件定义了半导体制造设备中传感器/执行器网络 (SAN) 的通信规范。该标准套件由主文档 (SEMI E54)、通用设备模型 (CDM, SEMI E54.1)、多个特定设备模型 (SDM) 和多个网络通信标准 (NCS) 组成。

CDM 定义了所有 SAN 设备共有的对象模型, 包括设备管理器 (DM)、传感器/执行器/控制器 (SAC) 对象以及活动元素 (AE) 类层次结构。SDM 为特定设备类型 (如质量流量控制器、原位粒子监测器、端点设备、真空泵等) 定义了特定的属性、服务 行为扩展。NCS 将 CDM 和 SDM 映射到特定的网络技术 (如 DeviceNet、LONWorks、PROFIBUS、Modbus/TCP、EtherNet/IP、PROFINET、SafetyBUS p、CC-Link、A-Link 等)。

SEMI E54 — 传感器/执行器网络标准

本标准由全球信息与控制委员会技术重新批准，由北美信息与控制委员会直接负责。当前版本由北美区域标准委员会于2004年3月14日批准。最初于1997年发布，前一次发布为2003年3月。

通知：在0306发布周期中，SEMI E54的 designation 被更新以反映 SEMI E54.18 的创建。先前被指定为 SEMI E54（传感器/执行器网络通用设备模型标准）的文档被重新指定为 SEMI E54.1。由于传感器/执行器网络标准是父文档，它被指定为 SEMI E54。

1 目的

1.1 本规范提供了 SEMI 传感器/执行器网络 (SAN) 标准的结构。它提供了关于 SEMI SAN 标准兼容的传感器/执行器设备之间互操作性的定义。

2 范围

2.1 本标准规定了设备如何作为设备控制系统的一部分在网络中进行互操作。

2.2 本规范是 SAN 标准的根文档，定义了作为 SEMI SAN 标准组成部分的每个其他规范之间的关系。

通知：本标准不旨在解决与其使用相关的任何安全问题。本标准的用户有责任建立适当的安全和健康规范，并在使用前确定法规或其他限制的适用性。

3 引用标准

3.1 SEMI 标准

- SEMI E30 — SEMI 设备通信和控制通用模型 (GEM)
- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准

3.2 其他文档

- ISO 7498 — 开放系统互连 (OSI) 基本参考模型
- James Rumbaugh, Michael Blaha, William Premerlani, Frederic Eddy, William Lorensen, 《面向对象建模与设计》，Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1991。

通知：除非另有说明，所有引用文档均应为最新发布版本。

4 术语

4.1 缩写与首字母缩写

缩写	全称	说明
API	Applications Programming Interface	应用程序编程接口
CDM	Common Device Model	通用设备模型。传感器总线上设备的根对象应用模型。
DM	DeviceManager	设备管理器。在 SEMI E54.1 中规定的对象。
IDL	Interface Definition Language	接口定义语言。一种与编程语言无关的接口指定表示法。
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织。
NCS	Network Communication Standard	网络通信标准。提供 CDM 和 SDM 到特定网络技术的映射规范。
OEM	Original Equipment Manufacturer	原始设备制造商。通常是控制系统开发者。
OMT	Object Modeling Technique	对象建模技术。由 James Rumbaugh 等人开发的系统对象建模方法。
OSI	Open System Interconnection	开放系统互连。由 ISO 开发的七层通信模型。
OSS	Object Services Standard	对象服务标准。SEMI E39。
SAN	Sensor/Actuator Network	传感器/执行器网络。经常用于引用本标准。
SDM	Specific Device Model	特定设备模型。针对特定类型传感器、执行器或实体的应用模型。

4.2 定义

术语	定义
application (应用)	对于软件，这是提供终端用户服务的一系列可工作的计算机指令。
applications model (应用模型)	执行终端用户任务的软件元素及其交互的正式描述。
entity (实体)	在软件工程中，这是在构成软件系统或程序的其他事物中可识别为独立和特定的事物。
interface (接口)	在信息建模中，它是两个实体之间的边界，信息将从中流动。
user layer (用户层)	在通信中，这是连接到通信协议顶层（通常称为应用层）的软件功能集合，来自用户的应用环境。它通常允许用户应用独立于协议。

5 概述

5.1 参见图1，SAN 标准规定了覆盖 OSI 参考模型所有层的完整通信解决方案。CDM 和 SDM 一起规定了设备的一组协议无关的应用服务、属性和行为，这些必须由用户层支持。NCS 通过指定到网络技术接口的映射来完成用户层规范。NCS 必须参照 ISO OSI 参考模型规定其能力。NCS 可以利用开放或商业解决方案。在任何情况下，NCS 都将提供对这些解决方案规范的引用。

图1：SEMI SAN 协议层

5.2 通常，软件层的功能通过其提供的服务的定义来体现。其服务是它生成并响应的消息集合，以及接收任何特定消息后的后续行为。CDM 和 SDM 以平台和语言无关的形式提供完整的用户层规范（图1中的虚线）。目标是在应用层提供设备互操作性。NCS 将在网络层保证互操作性（即跨越单一类型的网络）。SAN 标准不要求实现 CDM 和 SDM 规定的到用户层的顶层接口。CDM 和 SDM 提供了开发 NCS 所需的信息，NCS 定义了用户层与特定网络技术通信层之间的接口需求（标为网络接口的实线）。这意味着 SAN 标准允许用户应用——无论是从设备还是控制器侧的实现视角——直接与网络技术接口交互。

5.3 网络技术供应商对 SAN 标准的视角

5.3.1 CDM 和 SDM 一起规定了设备类型在网络中可见的消息、行为和属性。在图1中，这是指示协议无关接口的线以上的区域。网络供应商将此信息映射到其协议的顶层。他们通过帮助开发和扩展其 NCS 来实现这一点。

5.3.2 大多数网络供应商已经为其协议定义了应用层。在这种情况下，SEMI SAN NCS 中规定的用户层非常薄。事实上，它只是 SDM 接口到网络提供的消息和数据的简单映射。因此，NCS（每个支持的网络一个）规定了位于网络供应商协议之上的用户层。

5.4 设备供应商对 SAN 标准的视角

5.4.1 不要求设备供应商实现特定设备模型 (SDM) 规范中说明的设计。设计使用对象建模表示法呈现，作为明确指定设备接口的手段。SDM 提供设备的模型，不是设备的设计。不期望设备供应商提供面向对象的实现。但是，为了确保设备接口按预期响应，设备供应商不仅需要提供对规定的服务和属性的支持，还需要确保在设备上实现的代码按照特定设备类型的应用模型所规定的行为运行。

5.5 设备供应商对 SAN 标准的视角

5.5.1 OEM 在采用 SAN 标准时承担最大的任务。他们必须实现使用构成典型设备控制系统的众多设备所定义的接口的应用。他们必须熟悉大量 SDM 的接口。另一方面，他们将免受许多设备内部工作的影响，以及免受他们过去为支持这些内部工作而编写的代码的影响。在许多情况下，他们可能必须实现不止一个网络通信标准。

5.5.2 在早期采用阶段，OEM 可能期望 SAN 作为内存映射离散有线 I/O 的替代品。采用这种方式，OEM 不会减轻控制代码的负担。

5.5.3 随着传感器总线的更广泛采用，OEM 可以利用智能设备提供的分布式处理能力来降低控制软件的复杂性。

5.6 SAN 标准结构

5.6.1 SAN 使用来自众多供应商的设备。SEMI SAN 标准提供了一个框架来确保这些设备在网络内的互操作性。该标准使设备供应商和设备控制系统开发者能够实现这一目标。SAN 标准包含五个规范。

5.6.2 第一个规范是本文档，它是根文档，规定了标准其他文档之间的连接关系。它还规定了每个其他文档的构造方式。

5.6.3 下一个规范是通用设备模型规范。SAN 上的每个设备必须符合此规范。

5.6.4 第三个规范定义了为特定设备模型创建投票和 NCS 添加的模板。

5.6.5 第四个规范是特定设备模型标准。这些标准包含各种类型传感器、执行器和实体的模型。例如，将规定质量流量控制器、压力计和热电偶的模型。

5.6.6 第五类规范是网络通信标准。每种网络技术都有自己的标准，作为 SAN 标准的附属规范。

5.6.7 应用说明可以随多个标准文档一起提供，旨在指导实施者应用标准。

6 概念

6.1 最小设备 — SAN 规范允许构建符合标准的简单和复杂设备。这是通过在 SDM 中规定最少的必需属性、服务和行为来实现的。SDM 还可以提供可选的服务定义，如果要在设备中构建扩展能力，则必须遵循这些定义。未实现扩展能力的设备必须以适当的响应代码响应扩展服务或访问请求，而不是不响应或发出异常或告警消息。

6.2 许多 SAN NCS
规范依赖商业技术。大量网络技术可现成使用。标准不规定选择。一旦选择了 NCS 中描述的技术，NCS 就规定了如何应用它。SAN 标准对于未来技术易于扩展。

6.3 设备供应商必须能够使用标准以对设备用户几乎没有歧义的方式描述设备。对于用户而言，这意味着他可以自信地选择设备，并且它可以轻松地与他的控制系统集成。用户必须根据供应商关于设备如何支持本标准的描述，了解设备支持的电气接口、能力和消息。

7 要求

7.1 SAN 规范的组织 — 图2和图3旨在帮助理解以下小节中规定的文档关系。在这些图中，所有作为标准的规范都绘制为圆角矩形。在图3中，阴影矩形表示包含实现符合本标准设备要求的标准。

图2：SAN 规范组织

图3：SAN 标准关系

7.1.1 CDM 规范是 SAN 套件的第一个附属文档。

7.1.2 SAN 标准的第二个附属规范提供了模板，作为向 SAN 标准添加特定设备模型和网络通信映射的指南。

7.1.3 所有类型设备的特定设备模型规范作为 SEMI SAN 标准的附加附属规范包含在内。特定设备模型按其开发和通过 SEMI 投票程序的顺序添加。

7.1.4 每种网络技术的用户层规范作为附属标准包含在内（见图3）。这些网络通信标准（NCS）为每个批准的特定设备模型提供映射。因此，每个 NCS 也是一个随时间增长的规范。随着新设备模型的开发和批准，模型到网络技术的映射被添加到 NCS 中。

7.1.5 辅助信息 —
辅助信息可以以附录或技术说明的形式包含在标准中。通常，这些信息不进行投票，但按照 SEMI 标准程序法规包含。辅助信息在随规范或投票一起提供时，应始终注明其性质。

7.2 互操作性

7.2.1 应用层 — SDM 用于推导每种设备类型独有的属性、服务和行为的定义。模型可以讨论设备内部的关系，为可以通过网络操作的服务和属性提供额外的含义。为这些模型编写的应用可以独立于它们通信的网络来操作设备。模型应确保不同类型的设备可以在应用层协同工作。

7.2.2 用户层以下 — 各 SANCS 规范描述设备在特定网络上通信的方法，使其能够满足其类型的要求。NCS 中描述的所有设备应在用户层以下的特定网络技术上协同工作。

7.2.3 SEMI SAN 标准不解决应用层以下的网络互连方法。应用实体可以连接到多个网络。这对于设备控制器上的应用实体可能是典型的。虽然 SAN 标准允许应用实体可以存在于任何网络节点，但它不要求从一个网络开始的消息被路由到另一个网络的机制。

7.3 SEMI SAN 合规性

7.3 要完整描述具备网络能力的设备的特性，应通过引用 SAN 附属标准来规定其合规性。因此，设备为其 SDM 和 NCS 同时指示其类型和网络技术。

7.3.1 要使设备符合 SAN 标准，它应实现 SAN CDM 中描述的所有必需属性、行为和服务。

7.3.2 类型或应用模型规范 — 设备的 SDM（即其类型，例如 MFC 或热电偶）应由 SEMI E54.y 表示，其中「y」表示 SDM 附属标准。

7.3.3 网络通信规范 — 设备的通信（协议）合规规范由 SEMI E54.x 表示，其中「x」是网络通信附属规范。

相关信息 1：应用说明

通知：这些应用说明中包含的材料不是 SEMI E54 的正式部分，不旨在修改或取代官方标准。这些说明是作为标准实施者的参考材料而包含的辅助信息。在所有情况下应参考标准。

R1-1 实现 SAN 标准兼容设备

R1-1.1 本相关信息部分描述了希望向市场提供 SEMI SAN 兼容设备的设备供应商如何使用 SAN 标准。

R1-1.2 虽然 SAN 标准在初次查看时可能看起来令人生畏，但它实际上由独立的组件构成。不需要理解或「了解」整个标准。它可以分小部分处理。对于设备供应商，只需要考虑与其特定设备类型相关的部分。实现特定设备的规范通常不超过三十页文本。标准的结构使其可扩展，同时能够通过引用标准来指定设备。

R1-1.3 设备操作概要

SAN 上的所有设备都有类似的操作配置文件。该配置文件在 SEMI E54.1 和每个 NCS 的通用设备模型支持部分中规定。

操作	规范
上电	CDM
启用 SAC	CDM
启用 DM	CDM
启用通信	NCS
建立通信	NCS
发送事件	CDM
接收消息/应答	CDM
发送消息/接受	CDM

表 R1-1：设备操作规范位置

R1-1.4 设备类型

每种类型的设备在 SDM 规范中规定。每个设备类型有一个 SDM。SDM 始终是 CDM 的特化。SDM 提供除 CDM 中规定的之外的服务、行为和属性。例如，压力计的 SDM 可能规定当前压力和告警范围的属性。它可能具有执行校准所需的服务。

R1-1.5 网络技术

SAN 标准如何使用网络技术在 NCS 中规定。技术的 NCS 提供设备类型的 CDM 和 SDM 到特定网络协议的映射。

R1-1.5.1 设备只需要支持 NCS 和该 NCS 中其类型的部分。NCS 提供了确保设备能够在给定网络技术上通信和互操作所需的一切。关键是从线的另一侧看，与网络无关的接口是不可见的。该接口由网络接口的行为暗示。

R1-1.6 网络独立性

R1-1.6 设备供应商可以选择在协议无关的应用层提供接口，如图1所示。虽然这需要设备供应商更多的实现工作，但它加快了 OEM 的传感器和执行器集成。

R1-1.6.1 在这种情况下，设备仍然需要支持 NCS 以确保其设备与网络上其他设备互操作。

R1-1.6.2 要提供此选项，设备供应商需要向 OEM 提供类似设备驱动程序的接口（软件）。

R1-1.6.3 提供符合 SEMI SAN 标准的协议无关 API 的设备为设备和控制系统供应商都提供了优势。设备供应商可以确保其设备在网络接口层收到语法正确的消息。为协议无关接口编写的控制应用具有的优势是不需要为了更改到另一个网络而重写。为此，设备供应商需要以「设备驱动程序

」的形式提供软件，安装在控制供应商的平台上。

R1-1.7 可选和扩展设备能力的建议

期望设备供应商不会基于其网络接口进行竞争。设备传统上基于成本、服务、稳定性、可靠性、精度和重复性以及相关动态属性进行竞争。从网络角度来看，所有设备都有这些共同特征：周期性报告、轮询报告、异步事件报告、校准、健康和诊断报告。对共同特征的访问和控制应基于S AN 标准实现。对设备竞争性特征的访问和控制可以通过供应商特定的接口扩展实现。但是，强烈建议设备供应商谨慎使用这些扩展。大量使用扩展可能是严重的竞争劣势，除非供应商在所有竞争特征中明显胜出。

R1-1.8 SAN 标准的控制器侧使用

控制系统供应商（在许多情况下是 OEM）对 SEMI SAN 标准有不同的看法。他们不太关心网络技术，而是关心利用 CDM 和 SDM 规定的应用能力。强烈建议控制应用不具备网络感知能力。这可能会产生一些运行开销，但对于大多数应用来说，这是获得协议无关接口提供的灵活性的良好权衡。许多网络设备可能不带任何用户层（设备驱动程序）应用侧软件。对于这些设备，控制系统供应商需要做一些系统编程来为应用接口提供设备驱动程序。

R1-1.9 设备智能

这在设备类型之间和同类型设备之间差异很大。SEMI SAN 规范试图允许一定范围的智能设备，而不强制它们「高度」智能。为此，应用模型规定了设备必须支持的最小必需能力集。可选能力通常需要更智能的设备操作。不支持这些扩展能力的设备在请求访问这些能力时提供「未实现」指示。

R1-1.9.2 轮询输入是最简单的传感器设备要求。所有传感设备应满足此要求。在此操作模式下，设备仅在请求时报告其值。这种模式可能对网络带宽造成最大负担。但是，它是最兼容当前控制系统架构的能力级别。

R1-1.9.3 选通输出是最简单的执行器设备要求。所有执行设备应满足此要求。该设备仅在收到特定消息时才更改到新状态。

R1-1.9.4 周期性输入是编程输入设备以按计划或周期性发送其值的能力。网络带宽负担降低，因为不需要每次需要更新输入值时都发送请求。

R1-1.9.5 异步输入为传感设备提供了在检测到事件时提供其值的能力。这些事件通常被编程到设备中。可编程事件的示例包括值阈值跨越、值变化率、测量完成。

R1-1.9.6 编程输出为执行设备提供了遵循可编程操作序列的能力。例如，模拟输出可以被赋予一个斜坡曲线，以便在设定点之间移动时遵循。

R1-1.9.7 具有分布式处理能力的设备能够支持监控其健康状况、提供诊断和可编程数据预处理等特性。这些能力可以提高设备的可靠性和可维护性。

R1-1.9.8 具有分布式控制能力的设备能够被编程以与网络上的其他设备创建对等关系。在这些关系中，一个或多个对等方可以控制或调节设备内的子系统。例如，具有这些能力的蝶阀和压力计可以被编程以保持特定压力。

相关信息 2：传感器/执行器标准索引

R2-1.1 下表基于 SEMI E54.1 中的图1，旨在显示当前已发布标准之间的关系，以及描述 SEMI 标准中正在处理的文档（如果获得批准，将添加到 SEMI E54 中）。

R2-1.2 有五个类别：主文档、模板、特定设备模型、通用设备模型、网络通信标准。

类别	标准
主文档	SEMI E54，传感器/执行器网络 (SAN) 标准
模板	如何编写网络通信标准 (NCS) 和特定设备模型 (SDM)
特定设备模型	各种SDM标准 (质量流量控制器、压力传感器等)
通用设备模型	SEMI E54.1，传感器/执行器网络通用设备模型标准
网络通信标准	DeviceNet、LONWorks、PROFIBUS、Modbus/TCP等

表 R2-1：传感器/执行器网络 (SAN) 标准

SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准

本标准由全球信息与控制委员会技术批准，由北美信息与控制委员会直接负责。当前版本由北美区域标准委员会于2000年7月14日批准。最初发布于1996年。注：本文档以前被指定为 SEMI E54。由于本文档是一套文档的一部分，其 designation 已被重新分配以便于引用。

1 目的

本标准定义了一个由设备对象组成的模型，这些对象对于半导体设备传感器/执行器通信网络上的所有设备是通用的。

2 范围

2.1 本文档描述了通用设备结构和行为（即所有设备为在网络中运行必须支持的最小数据结构和行为）。这些设备可以从简单的传感器和执行器到主机、主站或控制器。

2.2 本文档中规定的模型与传感器/执行器网络特定设备模型结合使用，后者描述了特定设备的数据结构和行为特征。这两个模型一起足以完整描述从网络接口看到的设备。

2.3 本标准与传感器/执行器网络互操作性指南、传感器/执行器网络通信规范以及一个或多个特定设备模型规范一起，构成完整的互操作性规范。

2.4 要符合本标准，设备必须实现和支持本文档中确定的对象、对象属性、对象服务和对象行为的实例，除非另有明确说明。

3 限制

3.1 本标准是传感器/执行器网络通信网络规范套件的配套标准。因此，使用本标准中与网络通信相关的部分必然需要理解相关网络规范。

3.2 由于本文档是通用设备模型的标准，它不包含与特定设备或设备类型相关的任何信息（例如对象、属性、服务或行为描述）。

3.3 虽然图1中描述的标准足以完整描述从网络看到的设备，但它们没有完整描述从网络不可见的设备行为。标准对象内的一些行为细节有意留给制造商定义。这允许产品差异化的灵活性，并为技术演进创造了空间。

3.4 本标准与 SEMI E39 兼容但不合规。这意味着虽然本标准不要求符合 SEMI E39，但它是可扩展的，使得可以开发完全符合两个标准的实现。

4 引用文档

4.1 SEMI 文档

- SEMI E30 — SEMI 设备通信和控制通用模型 (GEM)
- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务

4.2 其他文档

- ISO 7498 — 开放系统互连基本参考模型
- David Harel, "Statecharts: A Visual Formalism for Complex Systems," Science of Computer Programming 8, 1987
- James Rumbaugh 等, 《面向对象建模与设计》, Prentice-Hall, 1991

5 术语

5.1 设备组件术语

术语	定义
attribute (属性)	关于对象的外部可见信息。
behavior (行为)	对象如何行动的规范。行为由对象检测到的不同事件产生，如接收服务请求、检测内部故障或定时器超时。
class (类)	对象的特定类型或分类。
device (设备)	由以下组成的实体：(1) 至少一个传感器和/或执行器和/或控制器，(2) 支持单一点网络访问的通信控制器，(3) 将(1)和(2)整合为系统的互连和管理硬件和软件。
device model (设备模型)	为了在构建或使用设备之前理解它而对设备进行的抽象。
embedded object (嵌入对象)	在功能或目的上类似于其所嵌入的对象，或支持其所嵌入对象功能的对象。
instance (实例)	对象的一个特定且实际的出现。
manufacturer (制造商)	在本文档上下文中，指设备的制造商。
object (对象)	具有特定数据和行为集合的实体。对象可以是物理的或概念的。
service (服务)	对象提供或支持的功能。服务由一系列服务原语组成，每个原语由参数列表描述。
state diagram (状态图)	表示状态转换的一种方式，其中方框表示状态，箭头表示状态之间的转换。

5.2 数据类型术语

数据类型	描述
Boolean (BOOL)	表示0和1的二进制位，分别对应 FALSE 和 TRUE 或 DISABLE 和 ENABLE。
byte (字节)	由八个相邻位组成的串，解释为一个单位。
character (字符)	用于表示、控制或组织信息的文本符号、字母、数字或标记，长度为一个字节。
character string (字符串)	文本字符串。
data type (数据类型)	格式化为枚举字节的无符号短整数，用于指定属性数据格式。0=INT, 1=REAL, 2=USINT, 3=SINT, 4=DINT, 5=LINT, 6=UINT, 7=UDINT, 8=ULINT, 9=LREAL, 10-99=保留给CDM, 100-199=保留给SDM, 200-255=制造商指定。
Double Integer (DINT)	四字节整数，范围 -2^{31} 到 $2^{31}-1$ 。
Long Integer (LINT)	八字节整数，范围 -2^{63} 到 $2^{63}-1$ 。
Long Real (LREAL)	双精度浮点数，8字节长，由 IEEE 754 定义。
Real (REAL)	浮点数，4字节长，由 IEEE 754 定义。
Short Integer (SINT)	一字节整数，范围 -128 到 127。
Signed Integer (INT)	两字节整数，范围 -32768 到 32767。
Unsigned Integer (UINT)	两字节无符号整数，范围 0 到 65535。
Unsigned Short Integer (USINT)	一字节无符号整数，范围 0 到 255。

6 约定

6.1 Harel 状态模型 — 本文档使用 Harel 状态图表示法来描述所定义对象的动态行为。此表示法的概述在 SEMI E30 的附录中介绍。正式定义在 D. Harel 的论文中。转换表（本文中称为「状态转换矩阵」）与状态图一起提供，以明确描述每个状态转换的性质。每个转换表包含转换编号、当前状态、触发器、新状态和动作的列。

6.2 OMT 对象信息模型 — 对象模型使用由 Rumbaugh 等人开发的对象建模技术 (OMT) 呈现。此表示法的概述在 SEMI E39 的附录中提供。

6.3 对象属性表示 — 标准化对象的对象信息模型将由属性定义表支持，包含以下列标题：属性定义、访问、需求、格式。访问列使用 RO（只读）或 RW（读写）来指示对象服务用户对属性的访问权限。需求列中的「Y」或「N」指示该属性是否必须被支持以满足服务的基本合规性。

7 设备高层结构

设备聚合的高层对象视图如图3所示。设备被描述为由传感器/执行器/控制器（SAC）对象、设备管理器（DM）对象和至少一个活动元素对象（即传感器或执行器或控制器对象）组成。这些对象各自具有属性、服务和行为。

图3：设备的高层对象视图

7.1 通用要求

对象通过其对象名称和实例标识符来定义。本文中描述的所有对象的标识符总结在表2中。

对象名称	对象标识符 (tag)	设备中要求支持	说明
Sensor/Actuator/Controller	SacI0*	是	每设备仅允许一个实例。
Sensor	SenIn**	否	每设备允许零个或多个实例。
Actuator	ActIn**	否	每设备允许零个或多个实例。
Controller	CntIn**	否	每设备允许零个或多个实例。
Device Manager	DmI0*	是	每设备仅允许一个实例。

表2：设备对象和标识符

7.2 传感器/执行器/控制器（SAC）对象

SAC 对象是负责协调设备与传感/执行/控制环境交互的设备组件。SAC 对象协调构成设备传感/执行/控制部分的一个或多个传感器、执行器和/或控制对象实例的运行，以实现所需的设备行为。例如，它可以协调设备传感器、执行器和/或控制元件的运行，以实现设备级数据报告或执行、告警检测和服务、状态报告、设备自检、设备关机等。运行设备应包含恰好一个 SAC 对象实例。

7.2.1 SAC 对象属性

属性名称	属性标识符	网络访问	必需	格式
Last Calibration Date	SacA1	RW	否	date
Next Calibration Date	SacA2	RW	否	date
Expiration Timer	SacA3	RW	否	signed integer
Expiration Warning Enable	SacA4	RW	否*	Boolean
Run Hours	SacA5	R	否	unsigned integer
Reserved	SacA7-SacA64	—	—	保留用于未来扩展

表4：SAC 对象属性

7.2.1.1 Last Calibration Date（上次校准日期，可选）— 标识设备上上次校准日期的属性。格式为第5.2节定义的日期。

7.2.1.2 Next Calibration Date（下次校准日期，可选）— 标识设备计划下次校准日期的属性。

7.2.1.3 Expiration Timer（到期计时器，可选）— 标识距下次建议校准剩余运行小时数的属性。为无符号整数，分辨率为1小时。

7.2.1.4 Expiration Warning Enable（到期告警启用，可选）— 指定校准到期计时器是否在DM对象实例的异常状态属性中设置特定告警状态位的属性。0=禁用，1=启用。

7.2.1.5 Run Hours（运行小时数，可选）— 标识设备已上电运行的小时数的属性。为无符号整数，分辨率为1小时。

7.2.2 SAC 对象服务

服务	服务标识符	必需	类型	描述
Reset	SacS1	是	R	用于将对象置于 INITIALIZING 状态。
Abort	SacS2	是	R	用于将对象置于 ABORT 状态。
Recover	SacS3	是	R	用于将对象从 ABORT 状态恢复。
Get Attribute	SacS4	是	R	用于通过网络读取对象实例属性的值。
Set Attribute	SacS5	是	R	用于通过网络写入对象实例属性的值。

表6：SAC 服务

7.2.3 SAC 实例行为

SAC 对象实例行为由状态图和状态转换矩阵描述。SAC 对象具有以下状态：INITIALIZING（初始化）、OPERATING（运行）、ABORT（中止）。

7.2.4 SAC 对象中的嵌入对象

SAC 对象中嵌入了处理特定任务的其他对象：Assembly（组件）对象和 Local Link（本地链接）对象。

对象名称	对象标识符(tag)	设备中要求支持	说明
Assembly	AsmIn*	否	每设备允许零个或多个实例。
Local Link	LnkIn*	否	每设备允许零个或多个实例。

表3：SAC 对象中嵌入的对象和标识符

7.3 设备管理器 (DM) 对象

DM 对象是设备组件，负责管理与设备网络行为相关的功能。每个设备应包含恰好一个 DM 对象实例。

7.3.1 DM 对象属性

属性名称	属性标识符	网络访问	必需	格式
Device Type	DmA1	R	是	enumerated byte
Standard Revision Level	DmA2	R	是	USINT
Vendor Name	DmA3	R	是	text string
Manufacturer Model Number	DmA4	R	是	text string
Software/Firmware Revision Level	DmA5	R	是	text string
Hardware Revision Level	DmA6	R	是	text string
Serial Number	DmA7	R	否	text string
Device Configuration	DmA8	RW	否	byte
Device Status	DmA9	R	是	enumerated byte
Exception Status	DmA12	R	是	byte
Exception Detail Alarm	DmA13	R	否	byte array
Exception Detail Warning	DmA14	R	否	byte array
Visual Indicator	DmA15	RW	否	enumerated byte
Alarm Enable	DmA16	RW	否	byte
Warning Enable	DmA17	RW	否	byte
Exception Detail Type	DmA18	RW	否	byte array

表16 : DM 对象属性

7.3.1.1 Device Type (设备类型) — 唯一标识网络上设备类型的属性。

7.3.1.2 Standard Revision Level (标准修订级别) — 标识设备所符合的 SAN 标准修订级别的属性。

7.3.1.3 Vendor Name (供应商名称) — 标识设备制造商的属性。

7.3.1.4 Manufacturer Model Number (制造商型号) — 标识制造商定义和分配的设备型号的属性。

7.3.1.5 Software/Firmware Revision Level (软件/固件修订级别) — 标识设备上安装的软件或固件版本的属性。

7.3.1.6 Hardware Revision Level (硬件修订级别) — 标识设备硬件版本的属性。

7.3.1.7 Serial Number (序列号, 可选) — 标识制造商定义和分配的序列号的属性。

7.3.1.8 Device Configuration (设备配置, 可选) — 标识设备当前配置的属性。

7.3.1.9 Device Status (设备状态) — 标识设备当前状态的属性。状态值包括：0=NON-EXISTENT, 1=INITIALIZING, 2=OPERATING, 3=ABORT, 4=ABORT_PENDING, 5=ABORTED。

7.3.1.14 Exception Status (异常状态) — 一个字节属性，其各位指示特定的异常条件。

7.3.1.23 Date-and-Time — 标识日期和时间数据的属性。支持多种格式类型。

7.3.2 DM 对象服务

服务	服务标识符	必需	类型	描述
Reset	DmS1	是	R	用于将对象置于 INITIALIZING 状态。
Abort	DmS2	是	R	用于将对象置于 ABORT 状态。
Recover	DmS3	是	R	用于将对象从 ABORT 恢复。
Get Attribute	DmS4	是	R	用于读取对象实例属性的值。
Set Attribute	DmS5	是	R	用于写入对象实例属性的值。
Execute	DmS6	否	R	用于请求设备执行特定操作。
Perform Diagnostics	DmS7	否	R	用于请求设备执行诊断。
Publish Attribute	DmS8	否	N	用于发布属性的值。
Lock	DmS9	否	R	用于限制对所有只读属性的网络访问。
Unlock	DmS10	否	R	用于解除对只读属性网络访问的限制。
Get Exception Queue	DmS11	否	R	用于获取异常队列。
Clear Exception Queue	DmS12	否	R	用于清除异常队列。

表24：DM 服务

7.3.2.9 Lock（锁定，可选）

此服务用于限制对所有对象只读属性的网络访问。一旦锁定，只读属性不能通过网络读取，直到执行 Unlock 服务。

7.4 活动元素（AE）对象

AE 对象是设备组件，是设备中传感器、执行器和控制器对象的基类。AE 对象定义了所有活动元素共有的属性、服务和行为。AE 对象的子类包括 Sensor（传感器）、Actuator（执行器）和 Controller（控制器）。

7.4.1 AE 类属性

属性名称	属性标识符	网络访问	必需	格式
Name	AeA1	R	否	text string
Safe State	AeA2	R	否	enumerated byte
Data Type	AeA3	R	否	data type
Data Units	AeA4	R	否	data units
Full Scale	AeA5	R	否	data type dependent

表34：AE 类属性

7.4.2 Sensor 类属性

Sensor 类继承 AE 类。Sensor 类属性包括 Value（值）、Reading Valid（读数有效）、Full Scale（满量程）等。

7.4.3 Actuator 类属性

Actuator 类继承 AE 类。Actuator 类属性包括 Value（值）、Safe State（安全状态）等。

7.4.4 Controller 类属性

Controller 类继承 AE 类。Controller 类属性包括 Setpoint（设定点）、Process Variable（过程变量）、Control Variable（控制变量）等。

SEMI E54.2 —

编写传感器/执行器网络 (SAN) 标准投票指南

本指南由全球信息与控制委员会技术重新批准。最初发布于1998年6月。

1 目的

1.1 本指南推荐了向 SEMI 传感器/执行器网络 (SAN) 标准添加特定设备模型和相关传感器执行器网络通信标准 (SANCS) 扩展的方法、形式和内容。本指南促进了这些投票的一致性，从而使生成的规范具有更好的一致性和清晰度，并使 SAN 标准兼容设备的开发更容易，达到更高的互操作性。

2 范围

2.1 本指南提供了投票的书面模板，用于添加特定设备模型 (SDM)、SANCS 附属标准或 SANCS 扩展以支持 SDM 到 SEMI SAN 标准。本指南提供了使用模板的指导。

2.2 物理设备不会符合本指南；它们将符合从本文规定的模板派生的标准。

3 引用标准

3.1 SEMI 标准

- SEMI E5 — SEMI 设备通信标准2消息内容 (SECS-II)
- SEMI E30 — SEMI 设备通信和控制通用模型 (GEM)
- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54 — 传感器/执行器网络标准
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准
- SEMI E54.3 — 传感器/执行器网络质量流量设备特定设备模型标准

4 术语

4.1 缩写和首字母缩写

缩写	全称	说明
A	Actuator	执行器 (CDM 类定义)
AE	Active Element	活动元素 (CDM 类定义)
C	Controller	控制器 (CDM 类定义)
CDM	Common Device Model	通用设备模型
DM	Device Manager	设备管理器 (CDM 类定义)
ISO-OSI	ISO - Open Systems Interconnect	国际标准化组织-开放系统互连 (模型)
NCS	Network Communications Standard	网络通信标准
OMT	Object Modeling Technique	对象建模技术
S	Sensor	传感器 (CDM 对象)
SAC	Sensor/Actuator/Controller	传感器/执行器/控制器 (CDM 类定义)
SAN	Sensor/Actuator Network	传感器/执行器网络 (或传感器总线)
SANCS	SAN Communications Standard	传感器/执行器网络通信标准, 常缩写为 NCS
SDM	Specific Device Model	特定设备模型

5 背景

5.1 SEMI 传感器总线 (SAN) 通信模型由三个组件组成: CDM、SDM 和 SANCS (NCS)。以下小节提供了定义这些组件的规范的简要描述:

5.1.1 网络通信标准规范

每种网络技术需要一个 NCS 规范。每个 NCS 由两大部分组成:

5.1.1.1 第1部分, 启用协议和 CDM 对象表示 — SANCS 规范的这一部分应实现以下目标: 提供协议的 ISO-OSI

分层规范；指定面向对象的通信环境；指定 CDM 对象如何从网络表示和寻址；指定 AE 类和子类对象如何从网络表示和寻址。

5.1.1.2 第2部分，启用特定设备模型 — 本部分提供 SANCS 规范的 SDM 对象映射。每个 SDM 应有一个部分，标识必须支持的特定对象以启用 SDM，以及 SDM 结构如何适配协议应用层基础。

5.1.2 通用设备模型

每个设备在网络上的功能应符合通用设备模型 SEMI E54.1 的规范。可以组合三种类型或类的对象来创建真实设备的模型。类型为活动元素 (AE) 及其子类、传感器/执行器控制器 (SAC) 及其嵌入对象、以及设备管理器 (DM)。

5.1.3 特定设备模型

SDM 用于指定每种类型的设备，例如质量流量控制器或热电偶。SDM 提供的模型是 CDM 中定义的通用结构的特化，添加了特定于设备类型的属性、服务和行为。

8 协议合规性

8.1 设备应符合适用的 NCS 规范。合规性应包括 NCS 规范中定义的所有必需对象类型、属性和服务。合规性测试应由相关的网络技术组织执行。

SEMI E54.3 — 质量流量设备特定设备模型规范

本规范由全球信息与控制委员会技术重新批准。最初发布于1998年6月。

1 目的

1.1 本规范是规定 SEMI 传感器/执行器网络标准实现的标准套件的一部分。本规范的具体目的是描述一个与网络无关的应用模型，由半导体设备传感器/执行器通信网络上所有质量流量设备通用的设备对象组成。

2 范围

2.1 本规范具体规定了质量流量控制器（MFC）和质量流量计（MFM）设备在传感器/执行器网络上互操作必须支持的最小属性、服务和行为。

2.2 本规范旨在确保传感器/执行器网络上设备的高度互操作性，同时仍允许产品差异化和技术演进的灵活性。

2.3 本规范中规定的模型与传感器/执行器网络通用设备模型（CDM）结合使用，以完整描述从网络接口看到的 MFC 或 MFM。

2.4 本规范与传感器/执行器网络标准、传感器/执行器网络通用设备模型和传感器/执行器网络通信规范一起，构成 MFC 和 MFM 的完整互操作性规范。

3 限制

3.1 本规范是传感器/执行器网络通信标准规范套件的配套规范。使用本规范中与网络通信相关的部分必然需要理解相关网络规范。

3.2 由于本文档是质量流量设备模型的规范，它不包含在传感器/执行器网络通用设备模型（CDM）中已定义的任何对象、属性、服务或行为定义。

3.4 本规范与 SEMI E39 兼容但不合规。这意味着虽然本规范不要求符合 SEMI E39，但它是可扩展的，使得可以开发完全符合两个标准的实现。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E12 — 质量流量计和质量流量控制器中使用的标准压力、温度、密度和流量单位标准
- SEMI E18 — 质量流量控制器温度规范指南

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E52 — 数字质量流量控制器中使用的参考气体和气体混合物实践
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准

4.2 IEEE 文档

- IEEE 754 — 浮点数定义

5 术语

5.1 在传感器/执行器网络通用设备模型标准（SEMI E54.1）中定义的术语适用于本规范。以下定义是质量流量设备特有的：

术语	定义
Mass Flow Controller (MFC)	质量流量控制器 — 一种测量并控制气体或液体质量流量的设备。
Mass Flow Meter (MFM)	质量流量计 — 一种测量气体或液体质量流量的设备，不具备控制功能。
Full Scale	满量程 — 属性在其指定单位下的定义100%值。
Last Valid Value (LVV)	最后有效值 — 最近成功分配给属性的值。
Flow Totalizer	流量累计器 — 维护累计流量值的属性。

8 质量流量设备模型

8.1 通用要求 — 本节详细定义了质量流量设备（MFD）特有的要求和组件对象。质量流量设备包括质量流量控制器（MFC）和质量流量计（MFM）。

8.2 设备对象

所有对象通过其对象名称和实例标识符来定义。质量流量设备的对象标识符总结如下：

引用文档	对象名称	对象标识符	最小实例数	最大实例数
8.4	Sensor-AI-MF	MFD3	0	制造商指定
8.5	Actuator-AO-MF	MFD7	0	制造商指定
8.6	Controller	MFD8	0	制造商指定
8.8	SISO-Setpoint	MFD11	0	制造商指定

引用文档	对象名称	对象标识符	最小实例数	最大实例数
8.9	Sensor-AI-AT	MFD4	0	制造商指定

8.4 Sensor-AI-MF 对象

Sensor-AI-MF 对象继承 Sensor-AI 对象的属性、服务和行为。Sensor-AI-MF 是负责维护测量的质量流量值的设备组件。

8.4.1 Sensor-AI-MF 对象属性

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Value	SaiA16	R	是	REAL
Data Type	SaiA66	R	是	USINT
Data Units	SaiA67	R	是	Enumerated, UINT
Reading Valid	MfdA1	R	是	Enumerated, Byte
Full Scale	MfdA2	R	是	REAL
Alarm Settling Time	MfdA3	R	否	UINT
Warning Settling Time	MfdA4	R	否	UINT
Flow Totalizer	MfdA5	R	否	UDINT

8.4.1.1 Value — 维护测量的质量流量值的属性。

8.4.1.2 Data Type — 定义与 Value 属性关联的数据格式的属性。

8.4.1.3 Data Units — 指定 Value 属性单位的属性。枚举 UINT 可取值之一：参见 SEMI E54.1 附录1中的分配值。

8.4.1.4 Reading Valid — 指定 Value 属性是否包含有效值的属性。0=无效，1=有效。

8.4.1.5 Full Scale — 指定 Value 属性允许的最大值的属性。

8.4.2 Sensor-AI-MF 对象服务

Sensor-AI-MF 对象提供的服务继承自 SEMI E54.1 中定义的 Sensor-AI 对象。此外，Sensor-AI-MF 对象支持以下附加服务：

服务	服务标识符	类型	描述
Query-Supported Gas Types	MfdS1	R	查询设备支持的气体类型。
Insert Gas Type	MfdS2	R	向设备的气体列表中添加气体类型。
Delete Gas Type	MfdS3	R	从设备的气体列表中删除气体类型。
Get Calibration Data Value	MfdS4	R	获取气体校准数据值。
Set Calibration Data Value	MfdS5	R	设置气体校准数据值。

8.5 Actuator-AO-MF 对象

Actuator-AO-MF 对象继承 Actuator-AO 对象的属性、服务 行为。Actuator-AO-MF 是负责维护质量流量控制器设定点的设备组件。

8.6 Controller 对象

Controller 对象继承 Controller 类的属性、服务 行为。质量流量设备中的 Controller 对象负责控制质量流量控制器的操作。

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Setpoint	CA16	RW	是	data type dependent
Process Variable	CA17	R	是	data type dependent
Control Variable	CA18	R	是	data type dependent
Data Type	CA19	R	否	USINT
Data Unit	CA20	R	否	USINT
Alarm Settle Time	CA21	R	否	UINT
Alarm Error Band	CA22	R	否	data type dependent
Warning Settle Time	CA24	R	否	UINT

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Warning Error Band	CA25	R	否	data type dependent

表：Controller 对象属性

8.8 SISO-Setpoint 对象

SISO-Setpoint（单输入单输出设定点）对象为质量流量控制器提供设定点斜坡控制能力。

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Ramp Type	A33	RW	否	Enumerated, Byte
Ramp Rate	A34	RW	否	REAL
Ratio	A35	RW	否	REAL

8.8.1.1 Ramp Type

指定设定点变化时使用的斜坡类型的属性。0=无斜坡，1=线性斜坡，2=指数斜坡。

8.8.1.2 Ramp Rate — 指定设定点变化速率的属性。

8.8.1.3 Ratio — 指定实际流量与设定流量之比的属性。

SEMI E54.4 — 传感器/执行器网络 DeviceNet 通信标准

本标准由全球信息与控制委员会技术批准。最初发布于1997年9月。

1 目的

1.1 本标准定义了基于 DeviceNet 协议的通信规范，使半导体制造工具中按照 SEMI 规定的设备模型（通用和设备特定）运行的传感器/执行器网络（SAN）上的智能设备之间能够通信。

1.2 背景和动机 — DeviceNet 提供了简单工业设备（例如传感器和执行器）和更高级设备（如控制器）之间的网络连接。DeviceNet 提供：低级设备网络解决方案；对低级设备中智能的访问；主/从和对等能力。

1.2.1 DeviceNet 基于控制器局域网（CAN）技术。CAN 定义了媒体访问控制（MAC）方法和物理信令特性。DeviceNet 在 CAN 之上封装了通信模型和协议以及完整的物理层定义，以提供完整的网络定义。

2 范围

2.1 本文档规定了合规智能设备必须支持的协议和服务，以在此半导体设备传感器/执行器网络上交换信息。

2.2 本文档规定了 DeviceNet 协议的使用，以在 DeviceNet 网络上呈现通用设备模型（CDM）和适当特定设备模型（SDM）中规定的外部可见设备结构和行为。

2.5 文档结构 — DeviceNet 网络通信标准符合 SEMI SAN NCS 模板文档结构。标准文档由两大部分组成。第一部分（第1至8节）规定了 SAN 启用协议以及 CDM 对象结构和行为到网络的表示（即映射）（称为「CDM 映射」）。第二部分（第9节）规定了每个 SEMI 规定的 SDM 的 SDM 对象结构和行为到网络的表示（称为「SDM 映射」）。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 DeviceNet 的半导体设备 SAN，是 DeviceNet 规范的配套文档。因此，本标准的完整规范必然包括 DeviceNet 规范。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准

4.2 其他文档

- ISO 7498 — 开放系统互连基本参考模型
- ISO 11898 — 道路车辆 — 数字信息交换 — 高速通信控制器局域网 (CAN)
- DeviceNet Specification, Volume I: Communication Model and Protocol
- DeviceNet Specification, Volume II: Device Profiles and Object Library

5 术语

5.1 本标准基于传感器/执行器网络通用设备模型 (SEMI E54.1) 文档中开发的概念，并使用其中定义的以下术语：设备、设备模型、对象、实例、属性、行为、服务、状态图、字节、半字节、字符串。

6 通信协议高层结构

6.1 DeviceNet 协议基于三层架构。这三层构成了 OSI 七层架构的折叠形式，映射到 OSI 基本参考模型的物理层、数据链路层和应用层。

6.2 物理层 — DeviceNet 物理层基于 CAN 规范。

6.3 数据链路层 — DeviceNet 数据链路层使用 CAN 的媒体访问控制 (MAC)。

6.4 网络和传输层 — DeviceNet 网络和传输层基于连接的概念。

6.9 应用层 — DeviceNet 应用层规定了对象模型、消息协议和连接管理。

7 必需对象类型

7.1 DeviceNet 规范标识并描述了所有 DeviceNet 兼容设备中必须存在的对象（即类）。通用设备模型 (CDM) 规范还标识了两个对象——设备管理器 (DM) 和传感器执行器控制器 (SAC) 对象——这些必须存在于所有 SEMI 兼容的 SAN 设备中。

对象类型	EIP Class ID	CDM Tag	EIP 必需	CD M 必需	NCS 必需
Identity	01	—	是	否	是
Message Router (MR)	02	—	是	否	是
Connection (Conn)	05	—	是	否	是

对象类型	EIP Class ID	CDM Tag	EIP 必需	CD M 必需	NCS 必需
Connection Manager (CM)	06	—	条件性	否	条件性
Device Manager (DM)	—	Dml0	否	是	是
SAC	—	Sacl0	否	是	是
Sensor	—	SenIn	否	否	可选
Actuator	—	ActIn	否	否	可选
Controller	—	CntIn	否	否	可选

表2：必需和可选对象类型

9 特定设备模型映射

9.1 以下各节规定了传感器/执行器网络特定设备模型的映射。每个小节专门用于一个 SDM 规范（例如，第9.1节：质量流量控制器）。

SEMI E54.5 — 传感器/执行器网络 SDS 通信标准（已撤销）

本标准由全球信息与控制委员会技术重新批准。最初发布于1997年9月。注：本标准已于2004年7月撤销。

1 目的

1.1 本标准定义了基于智能分布式系统（SDS）协议的通信规范，使半导体制造工具中按照 SEMI 规定的设备模型运行的传感器/执行器网络（SAN）上的智能设备之间能够通信。

2 范围

2.1 本文档规定了合规智能设备必须支持的协议和服务，以在此半导体设备传感器/执行器网络上交换信息。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准
- SEMI E54.3 — 质量流量设备特定设备模型规范

4.2 ISO 标准

- ISO 7498 — 开放系统互连基本参考模型
- ISO 11898 — 控制器局域网（CAN）

4.3 其他文档

- SDS 应用层协议规范, Honeywell MICRO SWITCH
- SDS 物理层规范, Honeywell MICRO SWITCH

5 术语

5.1 设备组件定义

本标准基于传感器/执行器网络通用设备模型（SEMI E54.1）文档中开发的概念，并使用其中定义的术语。

5.2 SDS 特定定义

术语	定义
actions (动作)	客户端可以请求嵌入对象执行的操作。动作通常修改设备的状态。
controller area network (CAN)	由 Bosch 公司为汽车车内网络开发的协议。
embedded objects (嵌入对象)	每个 SDS 逻辑设备包含至少一个、最多32个嵌入对象。
events (事件)	对象用于异步报告嵌入对象内事件发生的机制。

SEMI E54.6 — 传感器/执行器网络 LONWorks 通信标准

本标准由全球信息与控制委员会技术重新批准。最初发布于1997年9月。

1 目的

1.1 本标准定义了基于 LonWorks 技术的通信规范，使半导体制造工具中按照 SEMI 规定的设备模型运行的传感器/执行器网络 (SAN) 上的智能设备之间能够通信。

2 范围

2.1 本文档规定了合规智能设备必须支持的服务，以在此半导体设备传感器/执行器网络上交换信息。本规范基于 LonWorks 技术。

2.2 本文档规定了 LonWorks 技术的使用，以在 LonWorks 网络上呈现 CDM 和适当 SDM 中规定的外部可见设备结构和行为。

2.5 文档结构 — LonWorks 网络通信标准符合 SEMI SAN NCS 模板文档结构。标准文档由两大部分组成。第一部分（第1至8节）规定了 SAN 启用协议以及 CDM 对象结构和行为到网络的映射。第二部分（第9节）规定了每个 SEMI 规定的 SDM 的 SDM 对象结构和行为到网络的映射。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 LonWorks 的半导体设备 SAN，是 LonWorks 协议规范的配套文档。因此，本标准的完整规范必然包括 LonWorks 规范。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E30 — SEMI 设备通信和控制通用模型 (GEM)
- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准

4.2 其他文档

- ISO 7498 — 开放系统互连基本参考模型
- LonTalk Protocol Specification
- LonMark Interoperability Guidelines

5 术语

5.1 本标准基于 SEMI E54.1 中开发的概念。以下是 LonWorks 特有的定义：

术语	定义
Neuron Chip	Neuron 芯片是 ANSI/EIA/CEA-709.1 (LONWORKS) 控制网络协议的8位硬件实现。
NV	Network Variable — 网络变量。
NVI	Network Variable Input — 网络变量输入。
NVO	Network Variable Output — 网络变量输出。
SNVT	Standard Network Variable Type — 标准网络变量类型。

6 通信协议高层结构

6.1 LonWorks 协议基于七层 OSI 架构。LonTalk 协议规范定义了所有七层。

OSI 层	LonTalk 实现
7 应用层	LonMark 应用层互操作性指南
6 表示层	网络变量
5 会话层	请求/响应
4 传输层	确认/非确认/重复
3 网络层	寻址和路由
2 数据链路层	冲突检测/避免
1 物理层	各种介质

7 必需对象类型

7.1 服务请求 — 通用设备模型服务请求实现为 LonTalk 外部帧消息，使用 LonTalk 请求/响应协议传送到应用。事务层协议确保响应消息与原始请求消息相关联。

字段名称	大小(位)	值
Message Code	8	4D (hex)。指示 SEMI SAN 兼容的外部帧消息。
Object ID	16	目标对象的 ID 编号。
Service Code	8	定义请求的服务。
Request Parameters	可选	服务特定的请求参数。

表3：SEMI SAN 请求消息 APDU 格式

7.2 对象属性 — GetAttribute 和 SetAttribute 服务请求也可以实现为网络变量获取、轮询和更新请求。Publish 通知服务在输出网络变量更新时是隐式的。设备将输出网络变量的值传播到任何绑定的输入网络变量。LonTalk 协议仅支持输出网络变量的传播。用 CDM 术语来说，这意味着只有只读属性可以被发布。

9 特定设备类型信息

9.1 本节提供了 SEMI 标准 SDM 规范中规定的网络可见特定设备结构和行为到 LonWorks 网络的映射。每个子节专门用于一个 SDM 规范（例如，第9.1节：质量流量控制器）。

SEMI E54.7 — 传感器/执行器网络 Seriplex 通信标准

本标准由全球信息与控制委员会技术批准。当前版本由北美区域标准委员会于1999年7月15日批准。

1 目的

1.1 本标准定义了基于 Seriplex 协议的通信规范，使半导体制造工具中按照 SEMI 规定的设备模型运行的传感器/执行器网络 (SAN) 上的智能设备之间能够通信。

1.2 背景和动机 — Seriplex 是一种组件级网络，提供控制级工业设备（例如传感器和执行器）和更高级设备（如控制器）之间数据交换的简单、廉价、快速和确定性的方式。Seriplex 提供：低级设备网络解决方案；对低级设备中智能的访问；高级控制器之间的网络连接；主/从和对等能力。

2 范围

2.1 本文档规定了合规智能设备必须支持的协议和服务，以在此半导体设备传感器/执行器网络上交换信息。

2.2 本文档规定了 Seriplex 协议的使用，以在 Seriplex 网络上呈现 CDM 和适当 SDM 中规定的外部可见设备结构和行为。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 Seriplex 的半导体设备 SAN，是 Seriplex 标准规范的配套文档。因此，本标准的完整规范必然包括 Seriplex 标准规范。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准
- SEMI E54.3 — 质量流量设备特定设备模型规范

4.2 其他文档

- Seriplex Standard Specification

6 通信协议高层结构

6.1 Seriplex 协议定义了 OSI 参考模型第1层和第2层的功能。Seriplex 指定了通信模型和协议以及完整的物理层定义。

7 必需对象类型

7.1 Seriplex 规范标识和描述了 Seriplex 兼容设备中必须存在的对象。CDM 规范还标识了 DM 和 SAC 对象，这些必须存在于所有 SEMI 兼容的 SAN 设备中。

SEMI E54.8 — 传感器/执行器网络 PROFIBUS 通信规范

本规范由全球信息与控制委员会技术批准。最初发布于1999年。

1 目的

1.1 本规范是 SEMI 传感器/执行器网络 (SAN) 标准套件的一部分，定义了基于 PROFIBUS 标准的特定通信协议。本网络通信标准 (NCS) 与 SEMI 传感器/执行器网络标准套件和 PROFIBUS 标准一起，完整且明确地定义了一个开放标准，为半导体制造设备中网络设备的现成互操作性提供行业特定的解决方案。

1.2 PROFIBUS 是一种与供应商无关的开放现场总线标准，适用于制造、过程和楼宇自动化中的广泛应用。PROFIBUS-DP 是 PROFIBUS 的一个版本，针对自动化控制系统和设备级分布式 I/O 之间高速和低成本连接进行了优化。

2 范围

2.1 本文档规定了基于 PROFIBUS-DP 规范的 SAN 通信标准，符合 SEMI E54.1。因此，它规定了合规智能设备必须支持的协议、服务行为，以按照与 SEMI E39 兼容的方式在此 SAN 上交换信息。

2.2 结合 SEMI 标准 SAN 通用设备模型 (CDM) 规范和一个或多个 SEMI 标准特定设备模型 (SDM) 规范（例如质量流量控制器、原位粒子监测器或端点设备），本网络通信标准 (NCS) 与相关的 PROFIBUS-DP 标准描述了网络上各种设备的数据结构、交互和行为特征。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 PROFIBUS-DP 的半导体设备 SAN，是 PROFIBUS-DP 规范的配套文档。因此，本标准的完整规范必然包括 PROFIBUS-DP 规范。

3.3 合规性测试程序的完整规范应包括 PROFIBUS-DP 协议合规性测试规范。合规性测试还应包括本标准要求的对 PROFIBUS-DP 规范的增强和限制。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准
- SEMI E54.3 — 质量流量设备特定设备模型规范
- SEMI E54.10 — 原位粒子监测器特定设备模型规范

- SEMI E54.11 — 端点设备特定设备模型

4.2 ISO 标准

- ISO 7498 OSI — 开放系统互连基本参考模型

4.3 IEC 标准

- IEC 61158-2 — 物理层规范
- IEC 61158-3 — 数据链路层服务定义
- IEC 61158-4 — 数据链路层协议规范
- IEC 61158-5 — 应用层服务定义
- IEC 61158-6 — 应用层协议规范
- IEC 61784-1 — profile 集

5 术语

5.2 缩写和首字母缩写

缩写	全称	说明
CDM	Common Device Model	通用设备模型
DM	Device Manager	设备管理器
GSD	Geraetestammdaten	设备数据库文件
NCS	Network Communication Standard	网络通信标准
OSI	Open Systems Interconnect	开放系统互连
SAC	Sensor, Actuator, Controller	传感器/执行器/控制器（对象）
SAN	Sensor/Actuator Network	传感器/执行器网络
SDM	Specific Device Model	特定设备模型

6 通信协议高层结构

6.1 PROFIBUS-DP 协议基于三层架构，映射到 OSI 参考模型的物理层、数据链路层和应用层。PROFIBUS-DP 使用 IEC 61158-2 中定义的物理层。

7 必需对象类型

7.1 PROFIBUS-DP 规范标识了 PROFIBUS-DP 兼容设备中必须存在的对象。CDM 规范还标识了 DM 和 SAC 对象。本规范将 CDM 对象映射到 PROFIBUS-DP 的设备模型和 slot/index 模型。

7.4 对象标识符

CDM 对象映射到 PROFIBUS-DP 设备模型。DM 和 SAC 对象被标识为 Object 1 和 Object 2。

7.5 属性映射

7.5.1 CDM 属性映射到 PROFIBUS-DP 的过程数据对象。Slot 号使用设备中的实例号。Index 是 CDM 属性标识符的数值加上偏移量64。

SEMI CDM 属性 ID	PROFIBUS Index	属性详情/替代访问方法
nA16	80	Value — 可映射为输入数据对象
nA17	81	Report Inhibit Time
nA18	82	Enable Report Rate
nA19	83	Report Rate

表7：传感器对象属性标识符

7.5.6 Actuator 属性 — 执行器的属性映射到 PROFIBUS 的过程数据对象。

SEMI CDM 属性 ID	PROFIBUS Index	属性详情/替代访问方法
nA16	80	Setting — 可映射为输出数据对象
nA17	81	Safe State
nA18	82	Watch Rate
nA19	83	Watch Dog — 反映 PROFIBUS 的 WD_Factor 参数

表8：执行器对象属性标识符

7.5.8 Sensor Analog Input 属性 — 传感器模拟输入的的属性映射到 PROFIBUS 的过程数据对象。

SEMI CDM 属性 ID	PROFIBUS Index	属性详情
SaiA64	128	Offset
SaiA65	129	Gain
SaiA66	130	Data Type
SaiA67	131	Data Units
SaiA68	132	Safe State
SaiA69	133	Enable Report Delta
SaiA70	134	Report Delta
SaiA71	135	Enable Report ROC
SaiA72	136	Report ROC
SaiA73	137	Alarm Trip Point High
SaiA74	138	Alarm Trip Point Low
SaiA75	139	Alarm Hysteresis
SaiA76	140	Warning Trip Point High
SaiA77	141	Warning Trip Point Low
SaiA78	142	Warning Hysteresis

表10：传感器模拟输入对象属性标识符

9 特定设备模型映射

9.1 以下各节规定了 SDM 对象到 PROFIBUS-DP 网络的映射。

SEMI E54.9 — 传感器/执行器网络 Modbus/TCP over TCP/IP 通信标准

本标准由全球信息与控制委员会技术批准。最初发布于2000年。

1 目的

1.1 本标准定义了基于 Modbus/TCP 协议的通信规范，使半导体制造工具中按照 SEMI 规定的设备模型运行的传感器/执行器网络（SAN）上的智能设备之间能够通信。

1.2 背景和动机 — Modbus/TCP 是基于 Modbus 协议的以太网 TCP/IP 上的实现。Modbus 自1979年以来一直是工业串行通信的事实标准。Modbus/TCP 提供了：低级设备网络解决方案；对低级设备中智能的访问；使用标准以太网基础设施。

2 范围

2.1 本文档规定了合规智能设备必须支持的协议和服务，以在此半导体设备传感器/执行器网络上交换信息。

2.2 本文档规定了 Modbus/TCP 协议的使用，以在 Modbus/TCP 网络上呈现 CDM 和适当 SDM 中规定的外部可见设备结构和行为。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 Modbus/TCP 的半导体设备 SAN，是 Modbus/TCP 规范的配套文档。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准
- SEMI E54.3 — 质量流量设备特定设备模型规范
- SEMI E54.10 — 原位粒子监测器特定设备模型规范
- SEMI E54.11 — 端点设备特定设备模型

4.2 其他文档

- RFC 791 — Internet Protocol

- RFC 793 — Transmission Control Protocol
- Modbus Application Protocol Specification V1.1a
- Modbus Messaging Implementation Guide V1.0a

5 术语

缩写	全称	说明
API	Applications Programming Interface	应用程序编程接口
CDM	Common Device Model	通用设备模型
DM	Device Manager	设备管理器
IP	Internet Protocol	互联网协议
MAC	Media Access Control	媒体访问控制
NCS	Network Communication Standard	网络通信标准
OSI	Open Systems Interconnect	开放系统互连
SAC	Sensor, Actuator, Controller	传感器/执行器/控制器（对象）
SAN	Sensor/Actuator Network	传感器/执行器网络
SDM	Specific Device Model	特定设备模型
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议

6 通信协议高层结构

6.1 Modbus/TCP 协议基于以太网 TCP/IP 协议栈。Modbus/TCP 使用标准以太网物理层和数据链路层（IEEE 802.3），TCP/IP 网络层和传输层，以及 Modbus 应用层。

6.6 传输层 — 传输层使用传输控制协议（TCP）（RFC 793）。Modbus/TCP 使用 TCP 端口502。

6.9 应用层 — Modbus/TCP 应用层基于 Modbus 应用协议。设备应使用 Modbus 功能码来访问CDM 和 SDM 对象的属性和服务。

7 必需对象类型

7.1 Modbus/TCP 规范要求所有 SEMI 兼容的 SAN 设备中必须存在 CDM 规定的 DM 和 SAC 对象。这些对象通过 Modbus 寄存器映射来呈现。

7.2 设备管理器 (DM) 对象

DM 对象实例属性和服务如表3所示呈现到 Modbus/TCP 网络。

ID	属性名称	CDM Tag
01	Device Type	DmA1
02	Standard Revision Level	DmA2
03	Vendor Name	DmA3
04	Manufacturer Model Number	DmA4
05	Software/Firmware Revision Level	DmA5
06	Hardware Revision Level	DmA6
07	Serial Number	DmA7
08	Device Configuration	DmA8
09	Device Status	DmA9
12	Exception Status	DmA12
13	Exception Detail Alarm	DmA13
14	Exception Detail Warning	DmA14
15	Visual Indicator	DmA15
16	Alarm Enable	DmA16
17	Warning Enable	DmA17
18	Exception Detail Type	DmA18

表3：DM 对象实例属性和服务

7.3 传感器、执行器、控制器 (SAC) 对象

ID	属性名称	CDM Tag
01	Last Calibration Date	SacA1
02	Next Calibration Date	SacA2
03	Expiration Timer	SacA3
04	Expiration Warning Enable	SacA4
05	Run Hours	SacA5

表4：SAC 对象实例属性和服务

7.4 Assembly (组件) 对象

Assembly (Asm) 对象实例可用于将设备中一个或多个对象实例的多个属性分组为单一数据结构，以便通过 Modbus/TCP 网络通信。

7.5 Local Link (本地链接) 对象

Local Link (Lnk) 对象实例可用于「链接」一个对象实例的属性到另一个对象实例的属性。有关此对象的进一步说明和使用，请参阅 CDM。

ID	属性名称	CDM Tag
01	Source Object Class	LnkA1
02	Source Object Instance	LnkA2
03	Source Object Attribute	LnkA3
04	Destination Object Class	LnkA4
05	Destination Object Instance	LnkA5
06	Destination Object Attribute	LnkA6
07	Commit	LnkA7

表6：Local Link 对象实例属性和服务

9 特定设备模型映射

9.2 质量流量设备 — 本节详细说明支持质量流量设备特定设备模型所需的网络映射。

9.3 原位粒子监测器设备

9.3 本节详细说明支持原位粒子监测器（ISPM）设备特定设备模型所需的网络映射。

SDM 对象标识符	对象名称	Modbus Class ID
ISPMD1	(DM) Device Manager	1
ISPMD2	(SAC) Sensor Actuator Controller	2
ISPMD3	Sensor-AI-LCS	137
ISPMD4	Sensor-AI-SLS	138
ISPMD5	Sensor-AI-MNS	139
ISPM16	Sensor-AI-Counter	140
ISPMD17	Assembly-ISPM#1	141
ISPMD18	Assembly-ISPM#2	142
ISPMD19	Assembly-ISPM#3	143
ISPMD20	Assembly-ISPM#4	144
ISPMD21	Assembly-ISPM#5	145
ISPMD22	Assembly-ISPM#6	146
ISPMD23	Assembly-ISPM#7	147
ISPMD24	Assembly-ISPM#8	148
ISPMD25	Assembly-ISPM#9	149

表25：原位粒子监测器设备对象类型

9.4 端点设备

9.4 本节详细说明支持端点设备（EPD）特定设备模型所需的网络映射。

SEMI E54.10 — 原位粒子监测器特定设备模型规范

本规范由全球信息与控制委员会技术批准。最初发布于2000年。

1 目的

1.1 本规范是规定 SEMI 传感器/执行器网络标准实现的标准套件的一部分。本规范的具体目的是描述一个与网络无关的应用模型，由半导体设备传感器/执行器通信网络上所有原位粒子监测器 (ISPM) 设备通用的设备对象组成。

2 范围

2.1 本规范具体规定了原位粒子监测器 (ISPM) 设备在传感器/执行器通信网络上互操作必须支持的最小属性、服务和行为。

2.2 本规范旨在确保传感器/执行器通信网络上设备的高度互操作性，同时仍允许产品差异化和技术演进的灵活性。

2.3 本规范中规定的 ISPM 设备模型与传感器/执行器网络通用设备模型 (CDM) 结合使用，以完整描述从网络接口看到的 ISPM 设备。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54 — 传感器/执行器网络标准
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准

5 术语

缩写	全称	说明
ISPM	In-Situ Particle Monitor	原位粒子监测器
CDM	Common Device Model	通用设备模型
DM	Device Manager	设备管理器
SAC	Sensor/Actuator/Controller	传感器/执行器/控制器
SDM	Specific Device Model	特定设备模型
LCS	Laser Current Sensor	激光电流传感器
SLS	Stray Light Sensor	杂散光传感器
MNS	Median Noise Sensor	中值噪声传感器

8 原位粒子监测器设备模型

8.1 通用要求 — 本节详细定义了 ISPM 设备特有的要求和组件对象。

8.2 设备管理器对象

8.2.1 DM 对象属性 — DM 对象提供的属性在 SEMI E54.1 中定义。ISPM 设备的 DM 对象需要以下附加属性：

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Device Type	DmA1	R	是	enumerated byte
Laser Status	DmA16	R	是	enumerated byte
Flow Path	DmA17	RW	否	enumerated byte
Volume	DmA18	R	否	REAL
Volume Units	DmA19	R	否	enumerated UINT
Leak Status	DmA20	R	否	enumerated byte
Time Stamp	DmA21	R	否	date-and-time
Duration	DmA22	R	否	UDINT

表5：DM 对象属性

8.2.1.8 Laser Status (激光状态，必需) — 标识激光器当前状态的属性。枚举字节，可取以下值之一：0=LASER OFF (必需)，1=LASER TURNING ON (可选)，2=LASER ON BUT NOT STABLE (可选)，3=LASER ON AND STABLE (必需)，4=LASER INTERLOCKED (可选)，5=SENSOR MISSING (必需)，6-63=保留，64-255=制造商指定 (可选)。

8.2.1.9 Flow Path (流路，可选) — 标识当前使用的流路 (来自多个源) 的属性。源可以由主机随时修改。更改「流路」属性将 ISPM 设备连接到不同的源。

8.2.1.10 Volume (体积，可选) — 维护样品体积的属性。主要由利用小容器中采样技术的液体粒子计数器使用，以推断关注体积中的粒子计数。

8.2.1.12 Leak Status (泄漏状态，可选) — 指示哪个潜在泄漏位置实际泄漏的属性。

8.2.1.13 Time Stamp (时间戳，可选) — 记录最后一次计数事件完成时间的属性。

8.2.1.14 Duration (持续时间，可选) — 定义收集粒子计数并放入 bin 组件的时间间隔的属性。

8.2.2 DM 对象服务

服务	服务标识符	类型	描述
Laser On	S1	R	提示设备将激光器从 LASER OFF 状态变为 LASER ON AND STABLE 状态。
Laser Off	S2	R	提示设备立即将激光器变为 LASER OFF 状态。
Reserved	S3-S64	—	保留用于未来扩展
Manufacturer Specified	> S64	—	制造商特定服务

表7：DM 对象服务

8.2.2.1 Laser On (激光开启，可选) — 此服务用于提示设备将激光器从 LASER OFF 状态通过支持的激光状态1和/或2转变为状态3。如果激光器成功开启，返回「成功」响应代码。如果传感器缺失或联锁关闭，返回「对象状态冲突」错误响应。

8.2.2.2 Laser Off (激光关闭，可选) — 此服务用于提示设备立即将激光器变为 LASER OFF 状态。如果激光器成功关闭，返回「成功」响应。如果传感器处于联锁状态，返回「对象状态冲突」错误响应。

8.2.3 DM 对象行为

8.2.3.1 DM EXECUTING 状态行为 — EXECUTING 状态内的必需子状态、这些子状态的描述以及与这些子状态关联的转换矩阵分别在图2、表8和表9中给出。

图2：EXECUTING 状态内 DM 对象行为

状态	描述
EXECUTING	激光器处于以下枚举状态之一（由 Laser Status DM 属性指示）：LASER INTERLOCKED（可选）、LASER MISSING（可选）或 LASER OFF。设备将响应 Laser On 和 Laser Off 服务。
LASER ADDRESSABLE	激光器处于以下枚举状态之一：LASER OFF、LASER ON AND STABLE、LASER TURNING ON（可选）或 LASER ON BUT NOT STABLE（可选）。
LASER OFF	LASER ADDRESSABLE 的入口子状态；激光器关闭；设备不执行「计数」过程。
LASER ON AND STABLE	LASER ADDRESSABLE 的子状态；设备正在「计数」；激光器正在执行「计数」过程。
LASER INTERLOCKED	激光器联锁关闭；设备不执行「计数」过程。传感器可能缺失也可能不缺失。
SENSOR MISSING	激光传感器缺失；设备不执行「计数」过程。设备在传感器更换前不能进入 LASER ADDRESSABLE 状态。

表8：DM 行为 EXECUTING 子状态描述

8.7 Sensor-AI-MNS 对象

8.7 Sensor-AI-MNS（中值噪声传感器）对象继承 Sensor-AI 对象的属性、服务行为。Sensor-AI-MNS 是负责维护中值噪声传感器值的设备组件。

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Value	SaiA16	R	是	REAL
Gain	SaiA64	RW	否	REAL
Data Type	SaiA66	R	是	USINT
Data Units	SaiA67	R	是	Enumerated, UINT
Reading Valid	MnsA1	R	是	Enumerated, Byte

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Full Scale	MnsA2	R	是	REAL
Alarm Settling Time	MnsA3	R	否	UINT
Warning Settling Time	MnsA4	R	否	UINT

表17：Sensor-AI 和 Sensor-AI-MNS 对象属性

8.7.1.1 Value — 维护中值噪声传感器值的属性。这是传感器放大器输出端的噪声电平。该值通过取最近制造商指定数量的滚动样本的中值来计算。该值始终以毫伏读取。

8.8 Sensor-AI-Counter 对象

8.8 Sensor-AI-Counter 对象继承 Sensor-AI 的属性、服务 行为。Sensor-AI-Counter 是负责维护每个 bin 中沉积的粒子计数并通过 Value 属性提供该值的设备组件。

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Value	SaiA16	R	是	UDINT
Data Type	SaiA66	R	是	USINT
Data Units	SaiA67	R	是	Enumerated, UINT
Reading Valid	Counter A1	R	是	Enumerated, Byte
Full Scale	Counter A2	R	是	UDINT
Alarm Settling Time	Counter A3	R	是	UINT
Warning Settling Time	Counter A4	R	是	UINT
Upper Size	Counter A5	RW	是	REAL
Lower Size	Counter A6	RW	是	REAL

表19 : Sensor-AI 和 Sensor-AI-Counter 对象属性

8.8.1.8 Upper Size — 指定 bin 计数中包含的粒子上限尺寸（以微米为单位）的属性。

8.8.1.9 Lower Size — 指定 bin 计数中包含的粒子下限尺寸（以微米为单位）的属性。

8.8.3.1.4 所有 Sensor-AI-Counter 对象的 Value 属性应保持为零，除非设备激光器开启且稳定（即 DM 对象的 Laser Status 属性值指示「LASER ON AND STABLE」）。任何 Sensor-AI-Counter 对象的 Value 属性在读取后可以被清除（为零）。Value 也应通过 SAC 对象的有效「Clear Counts」服务或发给 Sensor AI 类对象的「Reset」服务清除（为零）。

8.9 Assembly-ISPM 对象

Assembly-ISPM 对象继承 Assembly 对象的属性、服务行为。Assembly 对象是提供将多个对象的多个属性分组为单一数据结构以通过网络通信的机制的设备组件。

SEMI E54.11 — 端点设备特定设备模型规范

本规范由全球信息与控制委员会技术批准。最初发布于2001年11月。

1 目的

1.1 本规范是规定 SEMI 传感器/执行器网络标准实现的标准套件的一部分。本规范的具体目的是描述一个与网络无关的应用模型，由半导体设备传感器/执行器通信网络上所有端点设备（EPD）通用的设备对象组成。

2 范围

2.1 本规范具体规定了端点设备（EPD）在传感器/执行器通信网络上互操作必须支持的最小属性、服务和行为。

2.3 本规范中规定的 EPD 模型与传感器/执行器网络通用设备模型（CDM）结合使用，以完整描述从网络接口看到的端点设备。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54 — 传感器/执行器网络标准
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准

5 术语

缩写	全称	说明
EPD	Endpoint Device	端点设备
CDM	Common Device Model	通用设备模型
DM	Device Manager	设备管理器
SAC	Sensor/Actuator/Controller	传感器/执行器/控制器
SDM	Specific Device Model	特定设备模型

8 端点设备模型

8.1 通用要求 — 本节详细定义了端点设备（EPD）特有的要求和组件对象。

8.2 设备管理器对象

8.2.1 DM 对象属性 — DM 对象提供的属性在 SEMI E54.1 中定义。EPD 设备的 DM 对象需要以下附加属性：

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Device Type	DmA1	R	是	enumerated byte
Manufacturer Exception Detail Size	DmA21	R	否	USINT

8.2.1.4 Manufacturer Exception Detail Size（制造商异常详细信息大小，可选） — 指定告警或告警详细信息中包含的异常详细信息字节数的属性。

8.3 传感器执行器控制器对象（SAC）

8.3.1 SAC 对象属性 — SAC 对象提供的属性在 SEMI E54.1 中定义。EPD 的 SAC 对象需要以下附加属性：

属性名称	属性标识符	访问	网络必需	格式
Number of Endpoint Objects	SacA65	R	否	UINT

表7：SAC 对象属性

8.3.1.1 Number of Endpoint Objects（端点对象数） — 指定设备中端点对象数量的属性。此值表示设备中 Sensor-BI-TH-EP 对象的数量。如果不支持此属性，则默认支持1个端点对象。

8.3.2 SAC 对象服务

服务	服务标识符	类型	描述
Reset Endpoint	S33	R	用于「重置」所有 Sensor-BI-TH-EP 传感器对象。
Download Recipe	S34	R	用于向 Sensor-BI-TH-EP 传感器对象下载制造商特定的配方数据。
Upload Recipe	S35	R	用于从设备上传制造商特定的配方数据。
Calibrate	S36	R	用于执行设备制造商特定的校准程序。

表9：SAC 对象服务

8.3.2.1 Reset Endpoint (重置端点，可选) — 此服务用于指示所有 Sensor-BI-TH-EP 对象执行其端点监控和测量事件的「重置」。执行一次性重置。

8.3.2.2 Download Recipe (下载配方，可选) — 此服务用于设置与端点传感器或特定 Sensor-BI-TH-EP 对象关联的配方参数。配方数据的格式和类型以及中断配方数据并将其内容分发给适当 Sensor-BI-TH-EP 对象的实现机制是制造商特定的。

8.3.2.3 Upload Recipe (上传配方，可选) — 此服务用于读取与端点传感器或特定 Sensor-BI-TH-EP 对象关联的配方参数。

8.4 Sensor-BI-TH-EP 对象

8.4 Sensor-BI-TH-EP 对象继承 Sensor-BI 对象的属性、服务 行为。Sensor-BI-TH-EP 是负责维护端点检测信息的设备组件。

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Minimum Time	EpA1	R	否	UINT
Maximum Time	EpA2	R	否	UINT
Target Time	EpA3	RW	否	UINT
Elapsed Time	EpA4	R	否	UINT
Time Stamp	EpA5	R	否	date-and-time
Recipe Identifier	EpA6	RW	否	UINT
Step Identifier	EpA7	RW	否	UINT

- 8.4.1.1 Minimum Time (最小时间) — 指定端点事件预期不发生的最小时间的属性。
- 8.4.1.2 Maximum Time (最大时间) — 指定等待端点事件的最大时间的属性。
- 8.4.1.3 Target Time (目标时间) — 指定端点事件的预期目标时间的属性。
- 8.4.1.4 Elapsed Time (经过时间) — 指定自端点事件过程开始以来经过的时间的属性。
- 8.4.1.5 Time Stamp (时间戳) — 记录端点事件检测时间的属性。
- 8.4.1.6 Recipe Identifier (配方标识符) — 标识与端点事件过程关联的当前配方的属性。
- 8.4.1.7 Step Identifier (步骤标识符) — 标识与端点事件过程关联的当前配方步骤的属性。

8.4.2 Sensor-BI-TH-EP 对象服务

服务	服务标识符	类型	描述
Endpoint On	S1	R	用于开启端点检测过程。
Endpoint Off	S2	R	用于关闭端点检测过程。
Endpoint Start	S3	R	用于启动端点检测过程。
Endpoint Suspend	S4	R	用于暂停端点检测过程。
Endpoint Resume	S5	R	用于恢复暂停的端点检测过程。

- 8.4.2.1 Endpoint On — 此服务用于使对象进入 ENDPOINT ON 状态，准备检测端点事件。
- 8.4.2.2 Endpoint Off — 此服务用于使对象进入 ENDPOINT OFF 状态，关闭端点检测过程。
- 8.4.2.3 Endpoint Start — 此服务用于从 ENDPOINT ON 状态启动端点检测事件过程。
- 8.4.2.4 Endpoint Suspend — 此服务用于将对象从 ENDPOINT IN PROCESS 状态带到 ENDPOINT SUSPENDED 状态，关闭端点事件过程。所有活动端点定时器保持当前值。
- 8.4.2.5 Endpoint Resume — 此服务用于将对象从 ENDPOINT SUSPENDED 状态带到 ENDPOINT IN PROCESS 状态，从暂停点恢复端点检测事件过程。

8.6 Assembly-EP 对象

Assembly-EP 对象继承 Assembly 对象的属性、服务 行为。Assembly 对象是提供将多个对象的多个属性分组为单一数据结构以通过网络通信的机制的设备组件。

对象	网络访问	必需	格式
Assembly-EPD#1	R	是	Status ; 默认 Assembly

对象	网络访问	必需	格式
Assembly-EPD#2	R	否	Value, Reading Valid
Assembly-EPD#3	R	否	Status, Number of Endpoint Objects and Value (Values <= 1024)
Assembly-EPD#4	R	否	Status, Exception Detail Alarm and Exception Detail Warning

表18 : Assembly 列表

SEMI E54.12 — 传感器/执行器网络 CC-Link 通信标准

本标准由全球信息与控制委员会技术批准。最初发布于2001年。

1 目的

1.1 本标准定义了基于 CC-Link 协议的通信规范，使半导体制造工具中按照 SEMI 规定的设备模型运行的传感器/执行器网络（SAN）上的智能设备之间能够通信。

2 范围

2.1 本文档规定了合规智能设备必须支持的协议和服务，以在此半导体设备传感器/执行器网络上交换信息。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 CC-Link 的半导体设备 SAN，是 CC-Link 规范的配套文档。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准
- SEMI E54.3 — 质量流量设备特定设备模型规范
- SEMI E54.10 — 原位粒子监测器特定设备模型规范
- SEMI E54.11 — 端点设备特定设备模型

5 术语

缩写	全称	说明
CDM	Common Device Model	通用设备模型
DM	Device Manager	设备管理器
NCS	Network Communication Standard	网络通信标准
SAC	Sensor, Actuator, Controller	传感器/执行器/控制器（对象）
SAN	Sensor/Actuator Network	传感器/执行器网络
SDM	Specific Device Model	特定设备模型

6 通信协议高层结构

6.1 CC-Link 协议基于三层架构，映射到 OSI 参考模型的物理层、数据链路层和应用层。CC-Link 提供高速数据传输，适用于设备级自动化控制。

7 必需对象类型

7.1 CC-Link 规范要求所有 SEMI 兼容的 SAN 设备中必须存在 CDM 规定的 DM 和 SAC 对象。DM 和 SAC 对象被标识为 Object 1 和 Object 2。

7.3 对象标识符

对象名称	CDM Tag	CC-Link Object ID
Device Manager (DM)	DmI0	1
Sensor/Actuator/Controller (SAC)	SacI0	2

7.4 属性

7.4.1 属性映射 — CDM 属性标识符映射到 CC-Link 的寄存器地址。Object ID 确定高字节，Attribute ID 确定低字节。

7.6 服务

7.6.1 服务标识符 — CDM 的必需服务在此标识。SDM 中包含的附加服务在 Device Profile 中给定标识符。

Service ID	服务
0	Invalid
1	Reset
2	Abort
3	Recover
4	Get Attribute
5	Set Attribute

Service ID	服务
6	Execute
7	Perform Diagnostics

表3：服务标识符

7.6.2.1 Reset — Reset 请求不指定参数。除了显式的 Reset 服务请求外，CC-Link 还规定了其他从站设备复位方法。

7.6.2.4 Get Attribute — Get Attribute 请求指定两个参数：Object ID 和 Attribute ID。当前定义范围为1-255。两者均可扩展到65,535。

7.6.2.5 Set Attribute — Set Attribute 请求指定三个参数：Object ID、Attribute ID 和要设置的 Attribute Value。

8 协议合规性

8.1 CC-Link 合作伙伴协会已建立了合格的认证系统，在日本设有测试实验室，包括一致性测试和互操作性测试。

9 特定设备模型映射

9.2 质量流量设备 — 参考 SEMI E54.3 获取质量流量设备 SDM 的完整规范。

SDM 对象名称	SDM 对象 ID	Inst.	ID
Sensor-AI-MF	MFD3	1	3
Actuator-AO-MF	MFD7	1	4
Controller	MFD8	1	5
SISO-Setpoint	MFD11	1	6
Sensor-AI-AT	MFD4	1	7

表4：MFD 对象标识符

9.3 原位粒子监测器 — 参考 SEMI E54.10 获取 ISPM 设备 SDM 的完整规范。

9.4 端点检测器 — 参考 SEMI E54.11 获取端点设备 SDM 的完整规范。

SEMI E54.13 — 传感器/执行器网络 EtherNet/IP 通信标准

本标准由全球信息与控制委员会技术批准。最初发布于2003年。

1 目的

1.1 本标准定义了基于 EtherNet/IP 协议的通信规范，使半导体制造工具中按照 SEMI 规定的设备模型运行的传感器/执行器网络（SAN）上的智能设备之间能够通信。

2 范围

2.1 本文档规定了合规智能设备必须支持的协议和服务，以在此半导体设备传感器/执行器网络上交换信息。

2.2 本文档规定了 EtherNet/IP 协议的使用，以在 EtherNet/IP 网络上呈现 CDM 和适当 SDM 中规定的外部可见设备结构和行为。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 EtherNet/IP 的半导体设备 SAN，是 EtherNet/IP 规范的配套文档。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准

6 通信协议高层结构

6.1 EtherNet/IP 协议基于以太网 TCP/IP 协议栈和 CIP（通用工业协议）应用层。EtherNet/IP 使用 IEEE 802.3 物理层和数据链路层，TCP/IP 网络层和传输层，以及 CIP 应用层。

6.6 传输层 — 传输层需要支持传输控制协议（TCP）（RFC 793）以及用户数据报协议（UDP）（RFC 768）。

6.9 应用层 — 设备应符合 EtherNet/IP 应用层规范，用于定义和寻址对象，包括其属性和服务，并启用指定的网络行为。设备应符合 EtherNet/IP 规范中提供的对象模型规范。

7 必需对象类型

7.1 EtherNet/IP 规范标识和描述了所有 EtherNet/IP 兼容设备中必须存在的对象（即类）。CDM 规范还标识了 DM 和 SAC 对象，这些必须存在于所有 SEMI 兼容的 SAN 设备中。SEMI 兼容 SAN 设备的必需对象类型必然包含上述两个要求的并集。

7.4 列出的对象类型包括：Identity、Message Router (MR)、Connection (Conn)、Connection Manager (CM)、Ethernet Link (EL)、TCP/IP Interface (TCP/IP)、S-Device Supervisor (S-DS)、Device Management (DM)、Sensor Actuator Controller (SAC)、Sensor、Actuator 和 Controller。

对象	EIP Class ID	CDM Tag	EIP 必需	CDM 必需	NCS 必需
Identity	01	—	是	否	是
MR	02	—	是	否	是
Conn	05	—	是	否	是
CM	06	—	条件性	否	条件性
EL	F6	—	是	否	是
TCP/IP	F5	—	是	否	是
S-DS	—	—	是	否	是
DM	—	Dml0	否	是	是
SAC	—	Sacl0	否	是	是

表2：对象类型

7.5 此外，虽然不是网络可寻址对象，每个设备应支持 EtherNet/IP 定义的 Unconnected Message Manager (UCMM)。

SEMI E54.14 — 传感器/执行器网络 PROFINET 通信规范

本规范由全球信息与控制委员会技术批准，由欧洲设备自动化委员会直接负责。当前版本由欧洲区域标准委员会于2004年11月10日批准。

1 目的

1.1 本规范是 SEMI 传感器/执行器网络 (SAN) 标准套件的一部分，定义了基于 PROFINET 标准的特定通信协议。本网络通信标准 (NCS) 与 SEMI SAN 标准套件和 PROFINET 标准一起，完整且明确地定义了一个开放标准。

1.2 PROFINET 是一种与供应商无关的开放现场总线标准，适用于制造、过程和楼宇自动化中的广泛应用。

1.3 PROFINET 的应用模型与 PROFIBUS 的模型兼容。相同的映射规则适用。

1.4 PROFINET 针对自动化控制系统和设备级分布式 I/O 之间高速和低成本连接进行了优化。

2 范围

2.1 本文档规定了基于 PROFINET 规范的 SAN 通信标准，符合 SEMI E54.1。因此，它规定了合规智能设备必须支持的协议、服务行为。

2.2 结合 SEMI 标准 SAN CDM 规范和一个或多个 SEMI 标准 SDM 规范，本 NCS 与相关的 PROFINET 标准描述了网络上各种设备的数据结构、交互和行为特征。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 PROFINET 的半导体设备 SAN，是 PROFINET 规范的配套文档，包括通过引用的 PROFINET 标准。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准
- SEMI E54.3 — 质量流量设备特定设备模型规范
- SEMI E54.10 — 原位粒子监测器特定设备模型规范
- SEMI E54.11 — 端点设备特定设备模型

4.2 IEC 标准

- IEC 61158-5 — 应用层服务定义
- IEC 61158-6 — 应用层协议规范

4.3 IEEE 标准

- IEEE 802.3 — CSMA/CD 访问方法和物理层规范

5 术语

缩写	全称	说明
CDM	Common Device Model	通用设备模型
DM	Device Manager	设备管理器
GSD	Geraetestammdaten	设备数据库文件
NCS	Network Communication Standard	网络通信标准
OSI	Open Systems Interconnect	开放系统互连
SAC	Sensor, Actuator, Controller	传感器/执行器/控制器（对象）
SAN	Sensor/Actuator Network	传感器/执行器网络
SDM	Specific Device Model	特定设备模型

7 必需对象类型

7.1 PROFINET 规范标识了 PROFINET 兼容设备中必须存在的对象。CDM 规范还标识了 DM 和 SAC 对象。DM 和 SAC 对象被标识为 Object 1 和 Object 2。

7.5 属性 — CDM 属性映射到 PROFINET 的过程数据对象。Slot 号使用设备中的实例号。Index 是 CDM 属性标识符的数值加上偏移量64。

9 特定设备模型映射

9.1 质量流量设备

9.1 参考 SEMI E54.3 获取质量流量设备 SDM 的完整规范。

9.5 原位粒子监测器

9.5 参考 SEMI E54.10 获取 ISPM 设备 SDM 的完整规范。

SEMI SDM 属性 ID	PROFINET Index	属性
LcsA1	160	Reading Valid
LcsA2	161	Full Scale
LcsA3	162	Alarm Settling Time
LcsA4	163	Warning Settling Time
SlsA1	160	Reading Valid
SlsA2	161	Full Scale
MnsA1	160	Reading Valid
CounterA1	160	Reading Valid
CounterA5	164	Upper Size
CounterA6	165	Lower Size

9.5.4.2 DM 的附加服务映射如下表所示：

SEMI SDM 服务 ID	服务	Write Value to Index 96
DmS1	Laser On	11
DmS2	Laser Off	12

表32：DM 附加服务映射

9.5.4.3 SAC 的附加服务映射如下表所示：

SEMI SDM 服务 ID	服务	Write Value to Index 64
SacS1	Clear Counts	11

表33：SAC 附加服务映射

9.6 端点设备

9.6.1 参考 SEMI E54.11 获取端点设备 SDM 的完整规范。

9.6.2 Date-and-Time 数据结构应映射到 PROFINET 数据类型 Time Of Day。需要在 Time Of Day 的 day 值上加上偏移量4383以获得自1972年1月1日以来的天数（Time Of Day 基准为1984年1月1日）。

SDM 对象名称	SDM 对象 ID	NCS Module ID
Sensor-BI-TH-EP	EPD3	203
Assembly-EPD#1	EPD4	204
Assembly-EPD#2	EPD5	205
Assembly-EPD#3	EPD6	206
Assembly-EPD#4	EPD7	207

表34：端点设备对象标识符

SEMI SDM 属性 ID	PROFINET Index	属性
SacA65	129	Number of Endpoint Objects
EpA1	160	Minimum Time
EpA2	161	Maximum Time
EpA3	162	Target Time
EpA4	163	Elapsed Time
EpA5	164	Time Stamp
EpA6	165	Recipe Identifier
EpA7	166	Step Identifier

SEMI E54.15 — 传感器/执行器网络 SafetyBUS p 通信规范

本规范由全球信息与控制委员会技术批准。当前版本由北美区域标准委员会于2005年12月10日批准。

1 目的

1.1 本标准定义了基于 SafetyBUS p 协议的通信规范，使半导体制造设备中按照 SEMI 规定的设备模型运行的传感器/执行器网络 (SAN) 上的智能设备之间能够通信。

1.2 背景和动机 — SafetyBUS p 是一种设备级网络，提供工业设备（例如传感器和执行器）和更高级设备（如控制器）之间数据交换的简单、廉价、快速和确定性的方式，同时提供高优先级信息通信以支持可靠运行。SafetyBUS p 提供：低级设备网络解决方案；对低级设备中智能的访问；高级控制器之间的网络连接；主/从和对等通信能力；设备关键信息的串行通信。

1.2.2 SafetyBUS p 规定了通信模型和协议。物理层和数据链路层定义由控制器局域网 (CAN) 技术定义。CAN 规范提供媒体访问控制 (MAC) 方法和物理信令特性。

2 范围

2.1 本文档规定了合规智能设备应支持的协议和服务，以在 SafetyBUS p 半导体设备传感器/执行器网络上交换信息。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 SafetyBUS p 的半导体设备 SAN，是 SafetyBUS p 规范的配套文档。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准

5 术语

缩写	全称	说明
CAN	Controller Area Network	控制器局域网
CDM	Common Device Model	通用设备模型
MAC	Media Access Control	媒体访问控制
NCS	Network Communication Standard	网络通信标准
OCS	Object Communications Specification	对象通信规范
OSI	Open Systems Interconnect	开放系统互连
SAC	Sensor, Actuator, Controller	传感器/执行器/控制器（对象）
SAN	Sensor/Actuator Network	传感器/执行器网络
SDM	Specific Device Model	特定设备模型

5.4 SafetyBUS p 特定定义

术语	定义
Server Class	提供类似功能并以统一方式提供固定定义功能的设备子集。
master/slave	SafetyBUS p 网络上的通信由「主站」或「主机」设备提供数据的独占控制。
peer-to-peer	在 SafetyBUS p 网络上，按 SafetyBUS p 协议格式化的消息嵌入到 CAN 网络上使用的 SafetyBUS p 数据包结构中。
SafetyBUS p	由 Pilz GmbH & Co 维护的开放协议，由 SafetyBUS p Club International 分发，作为简单现场设备互连的可靠和标准方式。

6 通信协议高层结构

6.1 SafetyBUS p 协议松散地基于三层架构。这三层构成了七层 OSI 架构的折叠形式，映射到 OSI 基本参考模型的物理层、数据链路层和应用层。

图1：SafetyBUS p 分层视图

6.1.2 应用层在 SafetyBUS p OCS 中规定，允许将 SafetyBUS p 应用定义为可寻址对象的集合。

7 必需对象类型

7.1 SafetyBUS p OCS 规范标识和描述了 SafetyBUS p 兼容设备中必须存在的对象。CDM 规范还标识了 DM 和 SAC 对象。

SEMI E54.16 — 传感器/执行器网络 LONWORKS 通信规范

本规范由全球信息与控制委员会技术批准。最初发布于2005年。

1 目的

1.1 本规范是 SEMI 传感器/执行器网络 (SAN) 标准套件的一部分，定义了基于 LONWORKS 标准(ANSI/EIA/CEA-709.1) 的特定通信协议。本 NCS 与 SEMI SAN 标准套件和 LONWORKS 标准一起，完整且明确地定义了一个开放标准。

2 范围

2.1 本文档规定了基于 LONWORKS 规范的 SAN 通信标准，符合 SEMI E54.1。因此，它规定了合规智能设备必须支持的协议、服务行为。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 LONWORKS 的半导体设备 SAN，是 LONWORKS 规范的配套文档。

3.3 合规性测试程序的完整规范应包括适用的 LONMARK 互操作性合规性测试规范。

4 引用标准和文档

4.2 SEMI 标准

- SEMI E30 — SEMI 设备通信和控制通用模型 (GEM)
- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54 — 传感器/执行器网络标准
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准
- SEMI E54.3 — 质量流量设备特定设备模型规范
- SEMI E54.10 — 原位粒子监测器特定设备模型规范
- SEMI E54.11 — 端点设备特定设备模型

4.3 ISO 标准

- ISO 7498 — 开放系统互连基本参考模型
- ISO/CEN EN14908 — 控制网络协议规范
- ANSI/EIA/CEA-709.1 (LONWORKS) 控制网络协议规范

4.4 其他文档

- LONMARK 第1-6层互操作性指南
- LONMARK 应用层互操作性指南
- Neuron Chip 数据手册
- Smart Transceiver 数据手册

5 术语

缩写	全称	说明
APDU	Application Protocol Data Unit	应用协议数据单元
CDM	Common Device Model	通用设备模型
CP	Configuration Parameter	配置参数
DM	Device Manager	设备管理器
DS	Device Status	设备状态
NCS	Network Communications Standard	网络通信标准
Neuron	Neuron Chip	Neuron 芯片是 ANSI/EIA/CEA-709.1 (LONWORKS) 控制网络协议的8位硬件实现
NV	Network Variable	网络变量
NVI	Network Variable Input	网络变量输入
NVO	Network Variable Output	网络变量输出
OSI	Open Systems Interconnect	开放系统互连
OSS	Object Services Standard	对象服务标准
RO	Read Only	只读
RW	Read/Write	读/写
SAC	Sensor, Actuator, Controller	传感器/执行器/控制器 (对象)
SAN	Sensor/Actuator Network	传感器/执行器网络
SCPT	Standard Configuration Parameter Type	标准配置参数类型
SDM	Specific Device Model	特定设备模型
SNVT	Standard Network Variable Type	标准网络变量类型
SPID	Standard Program ID	标准程序标识

5.3 设备组件定义

由于本标准定义了 CDM 数据结构和行为在网络上的表示或映射，它使用了 SEMI E54.1 CDM 文档中的许多术语。表1提供了 CDM 文档的基本术语到本文档和 LONWORKS 定义的映射。符号「=」表示定义完全按照 CDM 规范使用。

CDM 术语	NCS 等效	LONWORKS 等效
Device	=	Device 或 node
Device Model	=	Device interface
Object	=, Class	Functional profile, Class
Instance	=	Functional block
Attribute	=	Network variable 或 configuration property
Behavior	=	=
Service	=	Network variable function 或 application message
State Diagram	=	=
Byte	=	=
Nibble	=	=
Character String	=	ASCII 字符串或国际字符字符串

表1：CDM 到 NCS 术语映射

5.4.1 attribute (属性) — 属性要么是输入网络变量 (NVI)、输出网络变量 (NVO)，要么是配置属性 (CP)。输入和输出网络变量和配置属性可以由设备本身读取和/或写入，所有属性都可以通过网络轮询。此外，输入网络变量和配置属性可以通过网络更新。这对应于拥有该网络变量的对象的 RW (读写) 属性。输出网络变量不能通过网络更新，对应于 RO (只读) 属性。

9 特定设备模型映射

9.1 质量流量设备

9.1 参考 SEMI E54.3 获取质量流量设备 SDM 的完整规范。

9.3 原位粒子监测器

9.3 参考 SEMI E54.10 获取 ISPM 设备 SDM 的完整规范。

9.3.1 ISPM 的扩展 DM 对象实例网络变量如下：

序号	名称	存储类	SDM Tag	标准 NV/CP	数据类型
128	Laser Status	NVO	DmA16	SNVT_switch	—
129	Flow Path	CP	DmA17	SCPTflowPath	—
130	Volume	CP	DmA18	SCPTvolume	—

表51：扩展 DM 对象实例网络变量

9.3.2 服务请求代码 — 服务请求实现为包含文件请求的网络变量更新，通过 nviSemiReq 输入发送到设备的扩展 DM 对象功能块。

9.4 端点检测器

9.4 参考 SEMI E54.11 获取端点设备 SDM 的完整规范。

SEMI E54.17 — 传感器/执行器网络 A-Link 通信规范

本规范由全球信息与控制委员会技术批准。最初发布于2005年。

1 目的

1.1 本规范是 SEMI 传感器/执行器网络 (SAN) 标准套件的一部分，定义了基于 A-Link 标准的特定通信协议。本 NCS 与 SEMI SAN 标准套件和 A-Link 标准一起，完整且明确地定义了一个开放标准。

2 范围

2.1 本文档规定了基于 A-Link 规范的 SAN 通信标准，符合 SEMI E54.1。因此，它规定了合规智能设备必须支持的协议、服务行为。

3 限制

3.1 本文档规定了仅基于 A-Link 的半导体设备 SAN，是 A-Link 规范的配套文档。

4 引用标准

4.1 SEMI 标准

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准
- SEMI E54.3 — 质量流量设备特定设备模型规范
- SEMI E54.10 — 原位粒子监测器特定设备模型规范
- SEMI E54.11 — 端点设备特定设备模型

5 术语

缩写	全称	说明
CDM	Common Device Model	通用设备模型
DM	Device Manager	设备管理器
NCS	Network Communication Standard	网络通信标准
SAC	Sensor, Actuator, Controller	传感器/执行器/控制器（对象）
SAN	Sensor/Actuator Network	传感器/执行器网络
SDM	Specific Device Model	特定设备模型

6 通信协议高层结构

6.1 A-Link 协议定义了 OSI 参考模型各层的功能。A-Link 提供高速数据传输，适用于设备级自动化控制。

7 必需对象类型

7.1 A-Link 规范要求所有 SEMI 兼容的 SAN 设备中必须存在 CDM 规定的 DM 和 SAC 对象。DM 和 SAC 对象被标识为 Object 1 和 Object 2。

7.4 对象标识符

对象名称	CDM Tag	A-Link Object ID
Device Manager (DM)	DmI0	1
Sensor/Actuator/Controller (SAC)	SacI0	2

9 特定设备模型映射

9.1 质量流量设备

9.1 参考 SEMI E54.3 获取质量流量设备 SDM 的完整规范。

9.3 原位粒子监测器

9.3 参考 SEMI E54.10 获取 ISPM 设备 SDM 的完整规范。

9.3.3.3 ISPM 的附加属性映射如下：

属性 ID	SDM A-LINK 属性名称
LcsA1	192 Reading Valid
LcsA2	193 Full Scale
LcsA3	194 Alarm Setting Time
LcsA4	195 Warning Setting Time
SlsA1	192 Reading Valid
SlsA2	193 Full Scale
MnsA1	192 Reading Valid
CounterA1	192 Reading Valid
CounterA5	196 Upper Size
CounterA6	197 Lower Size

9.4 端点检测器

9.4.1 参考 SEMI E54.11 获取端点设备 SDM 的完整规范。

SDM 对象名称	SDM 对象 ID	ID	Instance
Device Manager (DM)	EPD1	1	1
Sensor Actuator Controller (SAC)	EPD2	2	1
Sensor-BI-TH-EP	EPD3	36	0 或 n*
Assembly-EPD#1	EPD4	32	1
Assembly-EPD#2	EPD5	33	0 或 1
Assembly-EPD#3	EPD6	34	0 或 1
Assembly-EPD#4	EPD7	35	0 或 1

表28：EPD 对象标识符

9.4.3.3.1 SAC 对象的附加属性和服务映射如下：

属性 ID	SDM A-LINK 属性名称
SacA65	33 Number of Endpoint Objects

服务 ID	SDM A-LINK 服务名称
S33	33 Reset Endpoint
S34	34 Download Recipe
S35	35 Upload Recipe
S36	36 Calibrate

表30 : SAC 对象服务标识符

9.4.3.3.2 Sensor-BI-TH-EP 对象的附加属性和服务映射如下 :

属性 ID	SDM A-LINK 属性名称
EpA1	192 Minimum Time
EpA2	193 Maximum Time
EpA3	194 Target Time
EpA4	195 Elapsed Time
EpA5	196 Time Stamp
EpA6	197 Recipe Identifier
EpA7	198 Step Identifier

表31 : Sensor-BI-TH-EP 对象属性标识符

服务 ID	SDM A-LINK 服务名称
S1	16 Endpoint On
S2	17 Endpoint Off
S3	18 Endpoint Start
S4	19 Endpoint Suspend
S5	20 Endpoint Resume

表32 : Sensor-BI-TH-EP 对象服务标识符

SEMI E54.18 — 真空泵设备特定设备模型规范

本标准由全球信息与控制委员会技术批准。本版本由全球审计和审查小组委员会于2005年11月29日批准出版。

1 目的

1.1 本规范是规定 SEMI 传感器/执行器网络标准实现的标准套件的一部分。本规范的具体目的是描述一个与网络无关的应用模型，由半导体设备传感器/执行器通信网络上所有真空泵设备（VPD）通用的设备对象组成。

2 范围

2.1 本规范具体规定了真空泵设备（VPD）在传感器/执行器通信网络上互操作必须支持的最小属性、服务和行为。基本真空泵（BVP）设备是机械粗抽泵、涡轮分子泵和低温泵作为真空泵设备的最简单形式。BVP 描述的属性、服务行为是每种泵类型所必需的。每种泵类型独有的附加属性、服务行为将在本规范的未来版本中详细说明。

2.3 本规范中规定的真空泵设备模型与传感器/执行器网络通用设备模型（CDM）结合使用，以完整描述从网络接口看到的基本真空泵。

3 限制

3.1 本规范是传感器/执行器网络通信标准规范套件的配套规范。

3.4 本规范与 SEMI E39 兼容但不合规。这意味着虽然本规范不要求符合 SEMI E39，但它是可扩展的，使得可以开发完全符合两个标准的实现。

4 引用标准和文档

4.1 SEMI 标准

- SEMI E39 — 对象服务标准：概念、行为和服务
- SEMI E54 — 传感器/执行器网络标准
- SEMI E54.1 — 传感器/执行器网络通用设备模型标准

5 术语

5.1 缩写和首字母缩写

缩写	全称	说明
VPD	Vacuum Pump Device	真空泵设备
BVP	Basic Vacuum Pump	基本真空泵
RVP	Roughing Vacuum Pump	粗抽真空泵
TVP	Turbo Molecular Vacuum Pump	涡轮分子真空泵
CVP	Cryogenic Vacuum Pump	低温真空泵
RM	Routine Maintenance	例行维护

5.2 定义

术语	定义
Basic Vacuum Pump Device (BVP)	基本真空泵设备 — 一种自包含设备，由设备特定电子器件组成，能够泵送空气和其他气体，以在其入口端口产生负压。

8 真空泵设备模型

8.2.1 通用要求 — 本节详细定义了 BVP 设备特有的要求和组件对象。VPD 的未来扩展以描述和包含粗抽真空泵、涡轮分子真空泵和低温真空泵的附加要求可能作为本节和本文档的扩展和修订提供。

8.2.1.1 设备对象

所有对象通过其对象名称和实例标识符来定义。本文档中描述的所有对象的标识符总结在表 1 中。

引用文档	对象名称	对象标识符	BVP 最小实例	BVP 最大实例
8.2.2	Sensor Actuator Controller (SAC)	VPD1	1	1
8.2.3	Device Manager (DM)	VPD2	1	1

引用文档	对象名称	对象标识符	BVP 最小实例	BVP 最大实例
8.2.4	Actuator-VP	VPD3	1	1
8.2.5	Sensor-AI-VP-SPEED	VPD4	0	制造商指定
8.2.6	Sensor-AI-VP-PRES	VPD5	0	制造商指定
8.2.7	Sensor-AI-VP-TEMP	VPD6	0	制造商指定
8.2.8	Sensor-AI-VP-CURRENT	VPD7	0	制造商指定
8.2.9	Sensor-AI-VP-POWER	VPD8	0	制造商指定
8.2.10	Sensor-AI-VP-COOLANT-FLOW	VPD9	0	制造商指定
8.2.11	Sensor-AI-VP-PURGE-GAS-FLOW	VPD10	0	制造商指定
8.2.12	Assembly-VP#1	VPD11	1	1
—	Reserved	VPD12-VPD64	—	—
—	Manufacturer-Specified	> VPD64	—	—

表1：基本真空泵设备对象

8.2.2 SAC 对象

8.2.2.1 SAC 对象属性 — SAC 对象提供的属性在 SEMI E54.1 中定义。BVP 的 SAC 对象需要以下附加属性：

属性名称	属性标识符	网络访问	必需	格式
Hours To Next Routine Maintenance	SacA65	R	否	INT

属性名称	属性标识符	网络访问	必需	格式
Hours To Next Overhaul	SacA66	R	否	INT
Process Gas Flowing	SacA67	RW	否	Enumerated Byte
Process Cycles To Next Routine Maintenance	SacA68	R	否	INT
Process Cycles To Next Overhaul	SacA69	R	否	INT

表2：SAC 对象属性

8.2.2.1.1 Hours To Next Routine Maintenance（距下次例行维护小时数，可选）— 指定距下次计划例行维护周期的时间（小时）的属性。此属性值每小时减一，可能变为负值。负值表示维护周期已到期，并已超过指示的负小时数。当达到最大负数时，该值被保持不再递减。

8.2.2.1.2 Hours To Next Overhaul（距下次大修小时数，可选）— 指定距下次计划设备大修周期的时间（小时）的属性。大修是需要物理拆除泵进行维修的事件。此属性值每小时减一，可能变为负值。

8.2.2.1.3 Process Gas Flowing（工艺气体流动，可选）— 唯一标识工艺气体正在流动的属性。此属性通常设置为向真空泵设备指示它正在泵送工艺气体。此信息的解释是制造商特定的。枚举字节，可取以下值：0=无工艺气体流动，1=工艺气体流动，2-63=保留，64-255=制造商指定。

8.2.2.1.4 Process Cycles To Next Routine Maintenance（距下次例行维护工艺周期数，可选）— 记录在设备需要计划例行维护之前可以完成的工艺周期数的属性。此属性由泵设备根据工具调用「工艺周期完成」服务的次数以及泵设备监控的任何其他制造商特定操作条件来维护。

8.2.2.1.5 Process Cycles To Next Overhaul（距下次大修工艺周期数，可选）— 记录在泵设备需要计划大修之前可以完成的工艺周期数的属性。大修是需要物理拆除泵进行维修的事件。

8.2.4 Actuator-VP 对象

8.2.4 Actuator-VP 对象继承 Actuator 对象的属性、服务 行为。Actuator-VP 是负责维护真空泵运行状态的设备组件。

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Pump State	ActA16	R	是	Enumerated Byte

8.2.4.1.1 Pump State (泵状态) — 指定泵的当前运行状态的属性。枚举字节，可取以下值：0=Non-Existent, 1=Off, 2=Normal Operation, 3=Idle, 4=Fail, 5-63=保留, 64-255=制造商指定。

8.2.5 Sensor-AI-VP-SPEED 对象

Sensor-AI-VP-SPEED 对象继承 Sensor-AI 对象的属性、服务 行为。Sensor-AI-VP-SPEED 是负责维护泵速度测量值的设备组件。

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Value (Speed Actual)	SaiA16	R	是	REAL
Speed Target	SaiA64	RW	否	REAL
Speed Status	SaiA65	R	否	Enumerated Byte
Speed Scale Factor	SaiA68	RW	否	REAL
Over Speed Warning Limit	SaiA76	RW	否	REAL
Over Speed Alarm Limit	SaiA73	RW	否	REAL
Under Speed Warning Limit	SaiA77	RW	否	REAL
Under Speed Alarm Limit	SaiA74	RW	否	REAL

8.2.6 Sensor-AI-VP-PRES 对象

Sensor-AI-VP-PRES 对象继承 Sensor-AI 对象的属性、服务 行为。Sensor-AI-VP-PRES 是负责维护排气压力测量值的设备组件。

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Value (Exhaust Pressure)	SaiA16	R	是	REAL
Exhaust Pressure Units	SaiA67	R	否	Enumerated, UINT
Exhaust Pressure Scale Factor	SaiA68	RW	否	REAL

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Exhaust Pressure Warning Limit	SaiA76	RW	否	REAL
Exhaust Pressure Alarm Limit	SaiA73	RW	否	REAL

8.2.7 Sensor-AI-VP-TEMP 对象

Sensor-AI-VP-TEMP 对象继承 Sensor-AI 对象的属性、服务 行为。Sensor-AI-VP-TEMP 是负责维护泵壳温度测量值的设备组件。

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Value (Case Temperature)	SaiA16	R	是	REAL
Case Temperature Target	SaiA64	RW	否	REAL
Case Temperature Warning Limit	SaiA76	RW	否	REAL
Case Temperature Alarm Limit	SaiA73	RW	否	REAL
Case Temperature Scale Factor	SaiA68	RW	否	REAL

8.2.11 Sensor-AI-VP-PURGE-GAS-FLOW 对象

Sensor-AI-VP-PURGE-GAS-FLOW 对象继承 Sensor-AI 对象的属性、服务 行为。Sensor-AI-VP-PURGE-GAS-FLOW 是负责维护吹扫气体流量测量值的设备组件。

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Value (Purge Gas Flow)	SaiA16	R	是	REAL
Purge Gas Flow Target	SaiA64	RW	否	REAL
Purge Gas Flow Units	SaiA67	R	否	Enumerated, UINT
Purge Gas Flow Scale Factor	SaiA68	RW	否	REAL

属性名称	属性标识符	访问	必需	格式
Purge Gas Flow Warning Limit	SaiA76	RW	否	REAL
Purge Gas Flow Alarm Limit	SaiA73	RW	否	REAL

8.2.12 Assembly-VP#1 对象

Assembly-VP#1 对象继承 Assembly 对象的属性、服务 行为。Assembly 对象是提供将多个对象的多个属性分组为单一数据结构以通过网络通信的机制的设备组件。

对象	网络访问	必需	格式
Assembly-VP#1 (Default Assembly)	R	是	Device Status, Pump State, Alarm Exception Detail, Warning Exception Detail

表35：Assembly-VP 对象列表

8.2.12.1.1 Data — Assembly-VP#1 对象的 data 属性是一个结构化属性，包含其结构内的有序属性列表。

数据索引	源对象 ID	源属性 ID	描述
1	DM	DmA12	Device Manager Exception Status
2	VPD3	ActA16	Actuator-VP Pump State
3	DM	DmA13	Device Manager Exception Detail Alarm
4	DM	DmA14	Device Manager Exception Detail Warning

表37：Assembly-VP#1 对象数据列表

8.2.12.2 Assembly-VP#1 对象服务 — Assembly-VP#1 对象不需要附加服务。

8.2.12.3 Assembly-VP#1 对象行为 — Assembly-VP#1 对象不需要附加行为。