

白皮书

ASi-5 通过功能丰富和易用的集成选项，为工业 4.0 应用的发展提供有力支持

Knut Dettmer, 高级经理, 物联网基础设施业务部门, 瑞萨电子株式会社

2021 年 1 月

概要

如今, 工业自动化设备需要处理比以往更多的数据。传统的设备仅侧重于实际任务所需的数据, 而当今的设备还要处理用于配置、诊断、警报、参数化等用途的辅助数据。为此, 我们需要新的通信系统来满足这些不同级别的信息需求。Actuator-Sensor-Interface version 5 (执行器-传感器-接口版本 5, 简称 ASi-5) 有利于建立相应的机制, 以满足这种信息处理需求, 同时达到传统系统的可靠性, 提升周期时间性能。由于 ASi-5 是一种真正的总线系统, 因而它在线缆安装方面有很高的灵活性, 从而降低了整体系统成本。ASI4U-V5 芯片解决方案为 ASi-5 提供了一体化系统解决方案, 确保提供简单的集成选项, 在 ASi-5 规范定义的所有模式下支持 ASi-5。

本白皮书将探讨 ASi-5 技术的一些细节, 概述如何在 ASI4U-V5 芯片解决方案中实施这种技术。

关于 ASI4U-V5

瑞萨电子利用其在传输方法和半导体技术领域的专业知识, 为 ASi-5 标准制定及其在芯片解决方案中的技术实施做出了贡献。特别是在模拟技术方面, 瑞萨利用大量技术创新, 实施了高度可靠的先进技术。除了 ASI4U-V5 半导体产品之外, 开发联盟还为 IC 提供了经过验证的固件。由于开发人员无需处理 ASI4U-V5 芯片的内部细节, 可以极大地简化 ASi-5 的实施。所有芯片功能都通过固件集成在一起。该固件涵盖在 ASi-5 标准中定义的两类器件实施 (见图 1)。在“简易从站”模式下, 进程数据仅通过数字 I/O 传输至芯片, 然后再通过 ASi-5 协议传输。

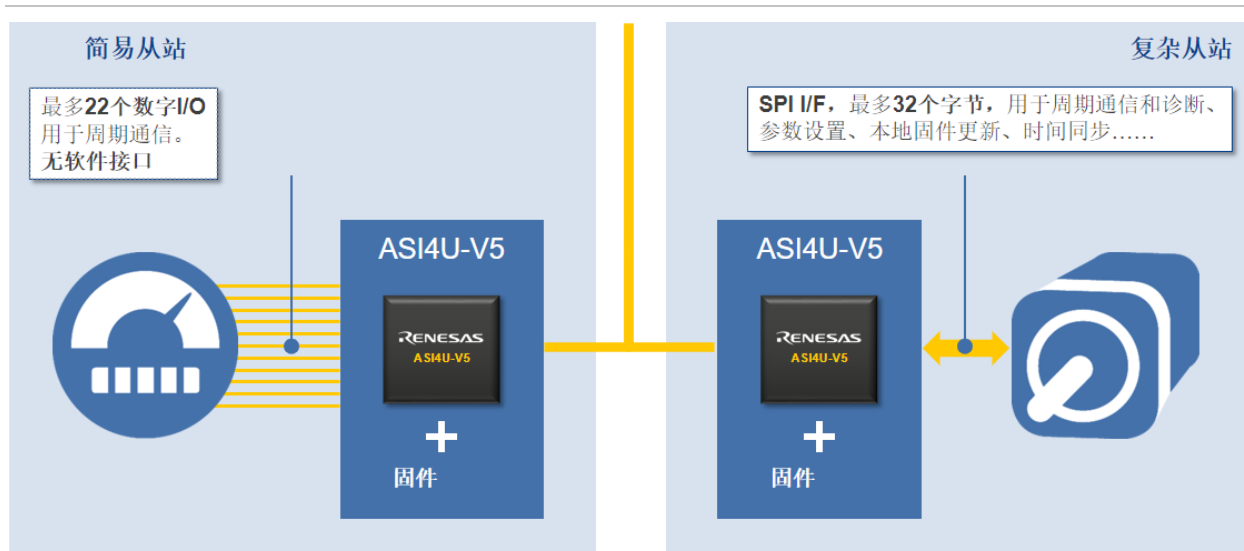


图 1: ASi-5 从站选项

相反的，在“复杂从站”模式下，则通过 SPI 接口为 IC 传输数据。每个周期最多可以交换 32 个字节的数据，这样可以实现复杂的应用，并扩展 ASi-5 的功能

ASi-5 传输功能

- 传输技术

兼容传统 ASi 实施是 ASi-5 规范的一个关键要求。为了确保在同一线缆上保持与 ASi-3 的兼容性，开发团队决定在 ASi-3 通道以上的频谱中传输 ASi-5 数据。ASi-3 使用时分多路复用方法，在 5 ms 的周期时间内按顺序交换数据，最多有 31 个从机（使用 A/B 寻址时有 62 个从机）。ASi-3 占用从 50 kHz 至 500 kHz 的频段。在实际执行中，ASi-5 数据在 2 至 8 MHz 之间的频率下进行调制。这里使用了正交频分复用方法。也就是将频段分成若干个子频段，每个子频段用于传输单独的数据流。

使用 ASi-5 技术时，这些频段之间的间隔为 58.59 kHz。正常工作条件下，至少有 136 个通道可用于 ASi-5 通信。在所有这些通道中，我们使用时分复用方法，首先在 1.2 ms 内将数据从主机传输到从机，然后再将数据由从机传输到主机。我们使用的这种调制方法称为差分四相相移键控 (DQPSK)。使用 DQPSK 方法时，每传输一个符号，要传输两个数据位。

▪ 时间通道冗余概念

- 1. 时域：
每个符号发送两次
- 2. 时域：
每个数据帧上的CRC
- 3. 频域：
2003冗余传输通道

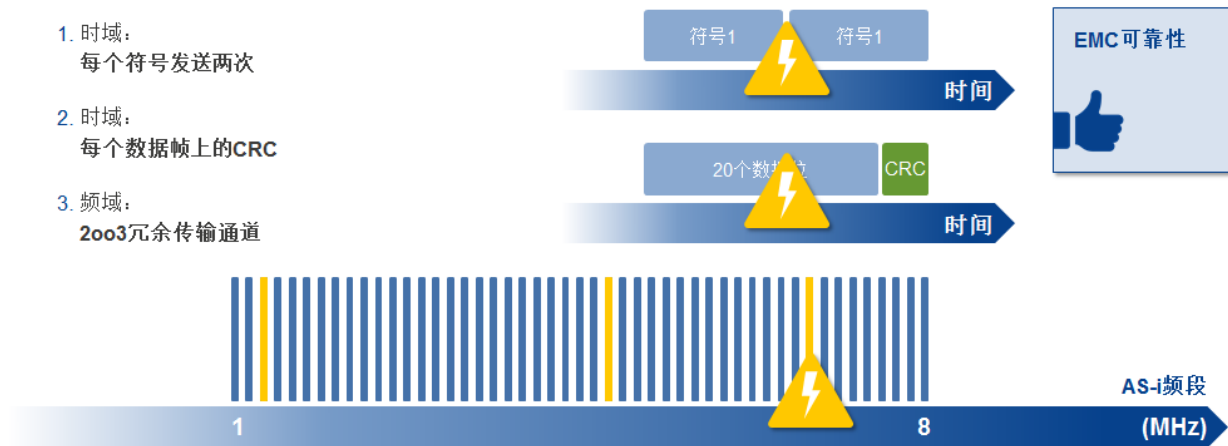


图 2: 出色的 EMC 可靠性

• 出色的 EMC 可靠性

在每个周期中，要双向传输 20 位数据，每个数据通道采用循环冗余校验 (CRC) 进行保护，这样可以有效发现错误。所有进程数据传输同时在三个通道上发生。接收器必须在至少两个通道上接收到相同的数据，才会将进程数据识别为有效（2003 保护）。另外一种保护手段是每个符号连续传输两次，这样可以进一步防止短期电磁干扰。我们采用了上述三种不同方法来保护数据传输，防止外部干扰。总而言之，这样可以实现稳定的数据传输，甚至在不利的传输条件下也能做到。

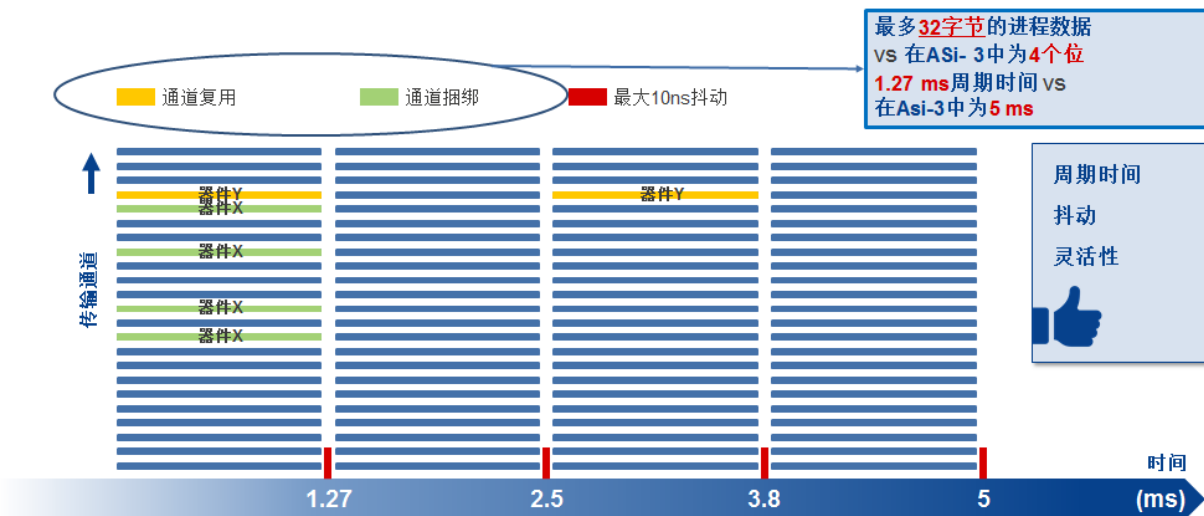


图 3: 子周期/通道捆绑和复用/抖动

- 取决于具体应用的总线配置

如图 3 所示，在 1.2 ms 周期内可以处理最多 24 个逻辑传输通道。这意味着可对最多 24 个从机进行寻址。如果要连接更多从机，可以通过时分复用过程，共享相同的传输频率。这样可以达到 2.5 ms、3.8 ms 或 5 ms 的周期时间，最多连接 48 个、72 个或 96 个从机。

- 灵活配置每个网络节点的数据速率

如果每个周期要传输 16 位以上的 I/O 数据，可通过通道捆绑和复用来实现。通道捆绑可在一个子周期中连接多个通道。使用复用技术，可在多个子周期中连接多个通道。通过这种方式，可在一个周期中交换最多 32 个字节。

除了循环数据之外，还有一个称为异步管理通道(AMC)的异步通道。这个通道耦合四个载波频率用于进行通信，提供 5 倍的冗余。因此 AMC 占用 20 个载波频率。从机的初始激活是通过 AMC 进行协商的。此外，AMC 实现了很多新机制，例如诊断和参数化。

ASI4U-V5: ASi-5 芯片解决方案传输功能

- 功能和接口

ASI4U-V5 芯片解决方案满足了 ASi-5 的所有要求。客户只需专注于各个应用的正确连接，从而轻松地集成 ASi-5 收发器。图 4 显示了典型应用中的芯片连接。

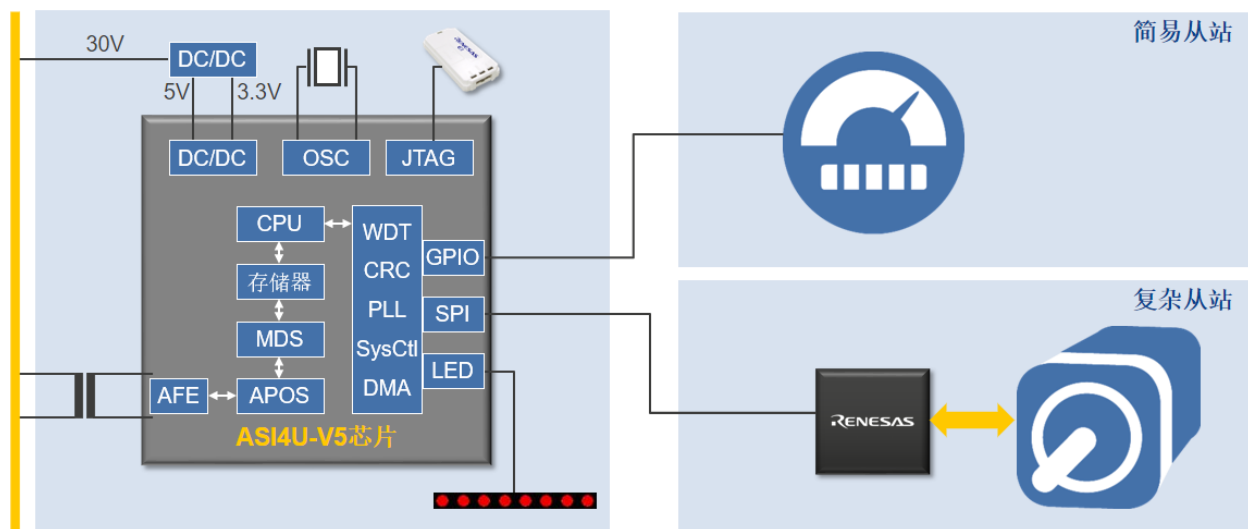


图 4: 主要接口和应用示例

固件存储在芯片内部的非易失性存储器上。传感器/器件制造商通过调试接口，将取决于具体应用的 ASi-5 配置存储在指定的可编程闪存位置，并由固件相应地进行解析。

线路上的 ASi-5 信号通过变换器，耦合到芯片内部的模拟、电源和振荡器模块 (APOS)。在 APOS 模块中，高精度模数转换器的信号通过不同的放大器级和信号滤波器提供给接收器单元。在模数转换器后，一个数字模块会对信号进行解调，并将已解调数据存储在内部存储器中。当接收路径因外部干扰而过驱动时，突发检测器会检测到，并标记产生的错误数据。使用上文描述的机制，通常可以解决这个问题。

内部 CPU 会接管所有后续处理步骤。在相反方向上，发送也通过类似方式实施。CPU 将要发送的数据存储在内部存储器中。调制器单元通过数字方式调制信号，然后将数据值传输到 APOS 中的模数转换器。后续的信号路径通过阻抗变换器，再到滤波器和线路驱动器，后者在 ASi 线路上传输信号。

电源电压来自于 ASi 线路上的 24 V 至 30 V 电压。此外，还通过芯片中的内部 LDO 产生另外四个电压。

在“简易从站”应用中，最多可有 22 个 I/O 数据通过 GPIO 直接连接到相应的应用。GPIO 直接耦合到相应的 ASi-5 传输通道。要让整个系统正常工作，必须将相应的配置存储在 ASI4U-V5 器件的闪存中。“简易从站”的所有特定属性都可以通过片上配置部分进行配置。在工作过程中，应用不需要任何软件组件来对 ASI4U-V5 器件进行寻址。这让“简易从站”模式非常容易实施。

相反的，在“复杂从站”模式下，应用接口是芯片上的 SPI 接口。器件上包含了固件，因而非常复杂。在这种模式下，每个周期最多可以传输 32 字节的进程数据。与“简易从站”相反，它可以通过 SPI 接口来进行诊断和事件处理。LED 接口按照标准，独立地控制状态 LED 指示灯。

结论

ASi-5 提供丰富的功能来支持工业 4.0 应用。它不仅支持实时通信，还支持各种辅助功能，例如参数化、诊断和警报。它采用的传输技术非常先进，而且极其稳定可靠。瑞萨提供的 ASI4U-V5 器件能够尽可能地减少 ASi-5 接口集成的工作量。复杂传输方法的实施要分为硬件和固件这两个部分。在“简易从站”应用中，仅为芯片提供进程数据。紧凑节能的设计有利于开发尺寸更小的设备。统一固件可以保证 ASi-5 器件的互操作性，同时保证与 ASi-3 的兼容性，实现了现有系统的简易扩展。除了芯片、固件和开发板之外，瑞萨还提供有关芯片解决方案及其应用的大量文档。

瑞萨提供的这款芯片采用 64 引脚 QFN 封装（9 x 9 mm，0.5 mm 间距），在典型应用中的功耗不足半瓦特。该芯片可在 -40° C 至 85° C 的温度范围内工作。瑞萨还提供参考电路、IC 样品和入门套件。

了解更多

[ASI4U-V5](#)：完全兼容 ASi-5 的收发器 ASSP

© 2021 Renesas Electronics Corporation or its affiliated companies (Renesas). All rights reserved. 所有商标或商业名称均是其各自所有者的资产。瑞萨电子认为本文档所含的信息在提供时准确无误，但对其质量或使用不承担任何风险。所有信息均按原样提供，不作任何形式的担保，无论是明示、暗示、法定担保，还是因交易、使用或贸易惯例引发的担保，包括但不限于对适销性、对特定目的适宜性或非侵权性的担保。瑞萨电子对因使用或依赖本文档所含信息造成的任何直接、间接、特殊、结果、偶然或其他损失概不负责，即使已提示相关损失的可能性亦不例外。瑞萨电子保留停止这些产品或更改其产品设计或规范或本文档其他信息的权利，恕不另行通知。所有内容均受美国和国际版权法保护。除非本文档特别准许，否则未经瑞萨电子事先书面许可，不得以任何形式或通过任何方式复制本材料的任何部分。访客或用户不得因任何公开或商业目的而修改、分发、发布、传送本材料的任何内容，亦不得对其创建衍生作品。