
LAN9253 和 LAN9254 的并行接口

作者: Parthiv Pandya
Microchip Technology Inc.

简介

LAN9253和LAN9254器件可通过一种名为主机总线接口（Host Bus Interface, HBI）的并行总线接口实现EtherCAT®。该接口可用于连接单片机（MCU）或微处理器（MPU），并提供复用模式（地址和数据在同一引脚上传输）和解复用模式（地址和数据分别在地址引脚和数据引脚上传输）。

本应用笔记将探讨HBI及其各种模式，以及LAN9253与LAN9254器件的模式性能差异。

章节

本文档包含以下主题：

[主机总线接口（第2页）](#)

[HBI模式下的引脚连接（第2页）](#)

[HBI PDI配置（第11页）](#)

[HBI性能（第13页）](#)

[总结（第19页）](#)

参考资料

有关本文档中提及的特定器件的详细信息，请参见以下文档。

- *LAN9253 Data Sheet* (www.microchip.com/DS00003421)
- *LAN9254 Data Sheet* (www.microchip.com/DS00003422)

术语和缩写

- HBI——主机总线接口
- MCU——单片机
- MPU——微处理器
- PDI——过程数据接口

AN3764

主机总线接口

主机总线接口（HBI）属于SRAM型存储器接口，支持本机8位和16位周期的索引（地址指针寄存器）、解复用（仅限LAN9254）和复用访问。外部引脚通过引脚多路开关进行连接。

HBI特性

LAN9253和LAN9254 HBI的特性包括：

- 8位或16位外部总线（静态选择）
- 32位内部寄存器
- 索引寄存器访问
- 三个索引/数据寄存器组，每组均支持独立的BYTE/WORD到DWORD转换
- 直接FIFO数据寻址，支持独立的BYTE/WORD到DWORD转换
- 可通过寄存器配置每次访问数据寄存器和FIFO时的字节顺序
- 复用地址/数据总线
- 单地址或双地址阶段
- 直接FIFO数据寻址
- 动态字节顺序
- 解复用地址（仅限LAN9254）
- 缩短周期时间
- 动态字节顺序

HBI模式下的引脚连接

LAN9253 HBI引脚连接

表1： LAN9253 HBI引脚功能

引脚数	名称	符号	说明
1	读	RD	该引脚是主机总线读选通引脚。通常为低电平有效，极性可通过配置寄存器设置进行更改。
	读或写	RD_WR	该引脚是主机总线方向控制引脚。与ENB引脚配合使用，指示读或写操作。 正常极性是置1时为读，清零时为写（R/nW），但可通过配置寄存器设置进行更改。
1	写	WR	该引脚是主机总线写选通引脚。通常为低电平有效，极性可通过配置寄存器设置进行更改。
	使能	ENB	该引脚是主机总线数据使能选通引脚。与RD_WR引脚配合使用，指示操作的数据阶段。 通常为低电平有效，极性可通过配置寄存器设置进行更改。
1	片选	CS	该引脚是主机总线片选引脚，指示当前选择该器件进行传输。通常为低电平有效，极性可通过配置寄存器设置进行更改。

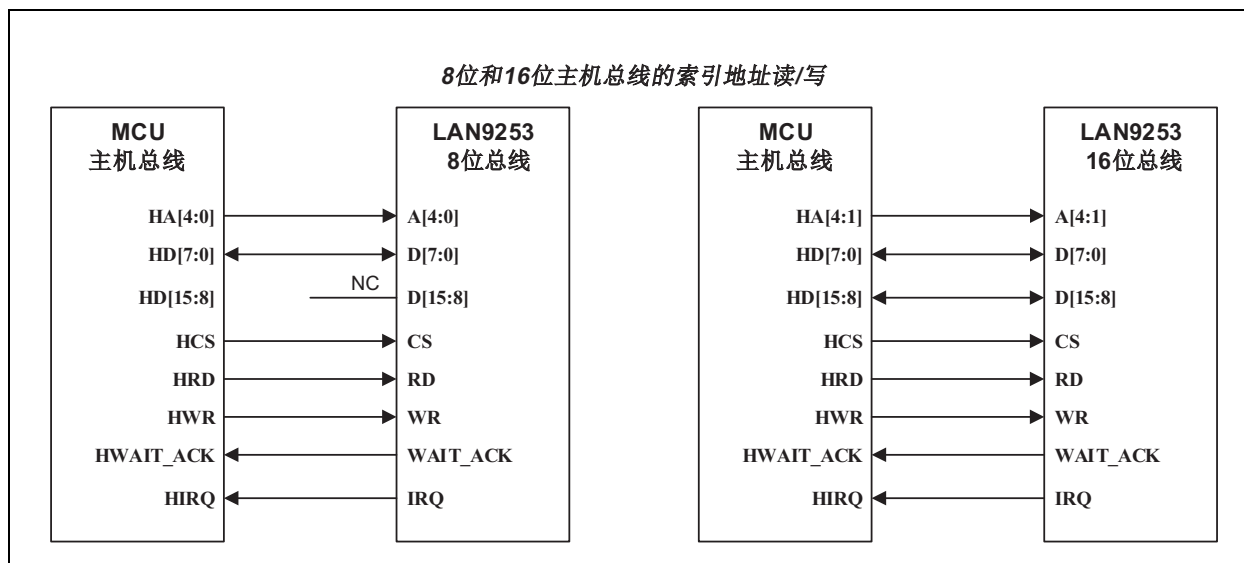
表1: LAN9253 HBI引脚功能 (续)

引脚数	名称	符号	说明
2	字节使能	BE1 BE0	在16位数据模式下，这些引脚指示要写入或读取的字节。在8位数据模式下，不使用这些引脚。这些引脚仅在复用模式下可用。通常为低电平有效，极性可通过配置寄存器设置进行更改。
5	地址	A[4:0]	这些引脚为索引地址模式提供地址。在16位数据模式下，不使用bit 0。地址bit 0与数据bit 15共用。
16	数据	D[15:0]	这些引脚是主机总线数据总线引脚，用于非复用地址模式。在8位数据模式下，不使用bit 15-8，并禁止其输入和输出驱动器。地址bit 0与数据bit 15共用。
	地址和数据	AD[15:0]	这些引脚是主机总线地址/数据总线引脚，用于复用地址模式。 bit 15-8在单阶段复用地址模式下提供地址高字节。 bit 7-0在单阶段复用地址模式下提供地址低字节，以及在双阶段复用地址模式下提供地址高字节和地址低字节。 在8位数据双阶段复用地址模式下，不使用bit 15-8，并禁止其输入和输出驱动器。
1	地址锁存器使能高字节	ALEHI	该引脚指示复用地址模式的地址阶段。在双阶段复用地址模式下用于装载地址高字节。通常为低电平有效（在上升沿保存地址），极性可通过配置寄存器设置进行更改。
	EEPROM 仿真ALELO 极性配置脚0	EE_EMUL_ ALELO_POL	在EEPROM 仿真模式下，如果默认的PDI选择设置为HBI 复用1阶段，则在装载EEPROM配置数据之前，可使用该配置脚来设置HBI ALE极性。
1	地址锁存器使能低字节	ALELO	该引脚指示复用地址模式的地址阶段。在单阶段复用地址模式下用于装载地址高字节和地址低字节，在双阶段复用地址模式下用于装载地址低字节。通常为低电平有效（在上升沿保存地址），极性可通过配置寄存器设置进行更改。
1	等待/应答	WAIT_ACK	该引脚指示何时可以结束主机总线周期。 当未选择该器件时，该引脚处于三态。 通常为推挽式，缓冲器类型可通过配置寄存器设置更改为漏极开路。 通常为低电平有效（指示等待，用于推挽式工作模式），极性可通过配置寄存器设置进行更改。 当两个位均为低电平时，该引脚被禁止。

LAN9253 主机总线接口索引模式和引脚

LAN9253 提供了一个 8 位或 16 位的索引模式 HBI。MCU 与 LAN9253 之间的连接如图 1 所示。

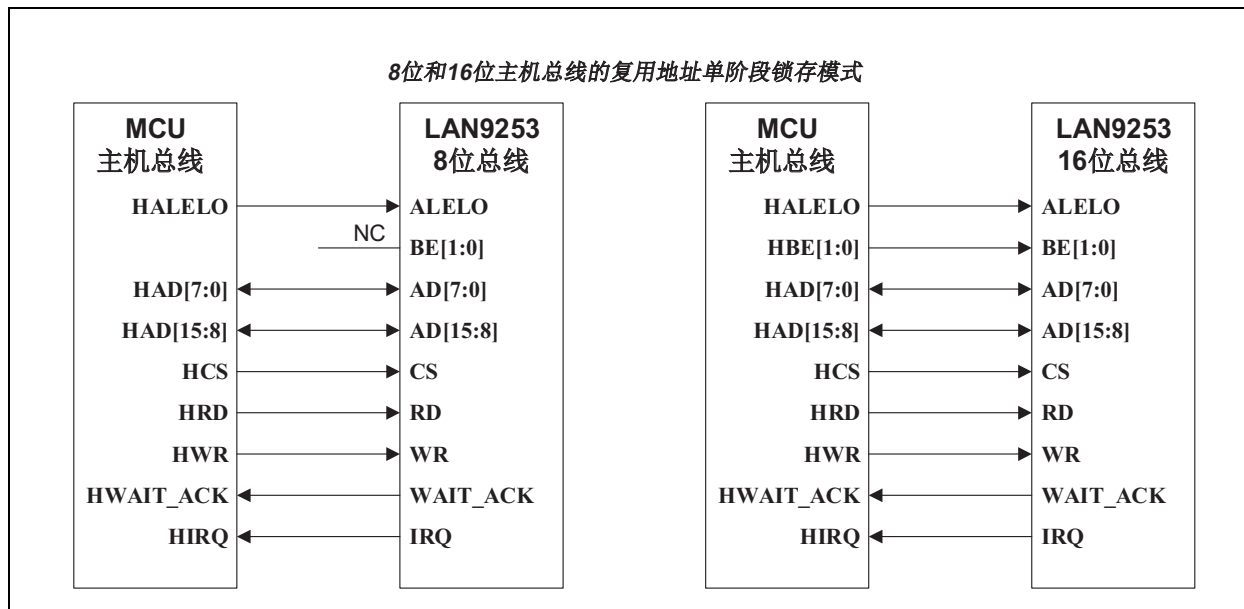
图 1: LAN9253 与 MCU 之间的连接 (使用 8 位和 16 位 HBI)



8 位和 16 位主机总线接口的单阶段锁存复用地址模式

LAN9253 为 8 位和 16 位 HBI 提供了一个单阶段锁存复用地址模式。MCU 与 LAN9253 之间的连接如图 2 所示。

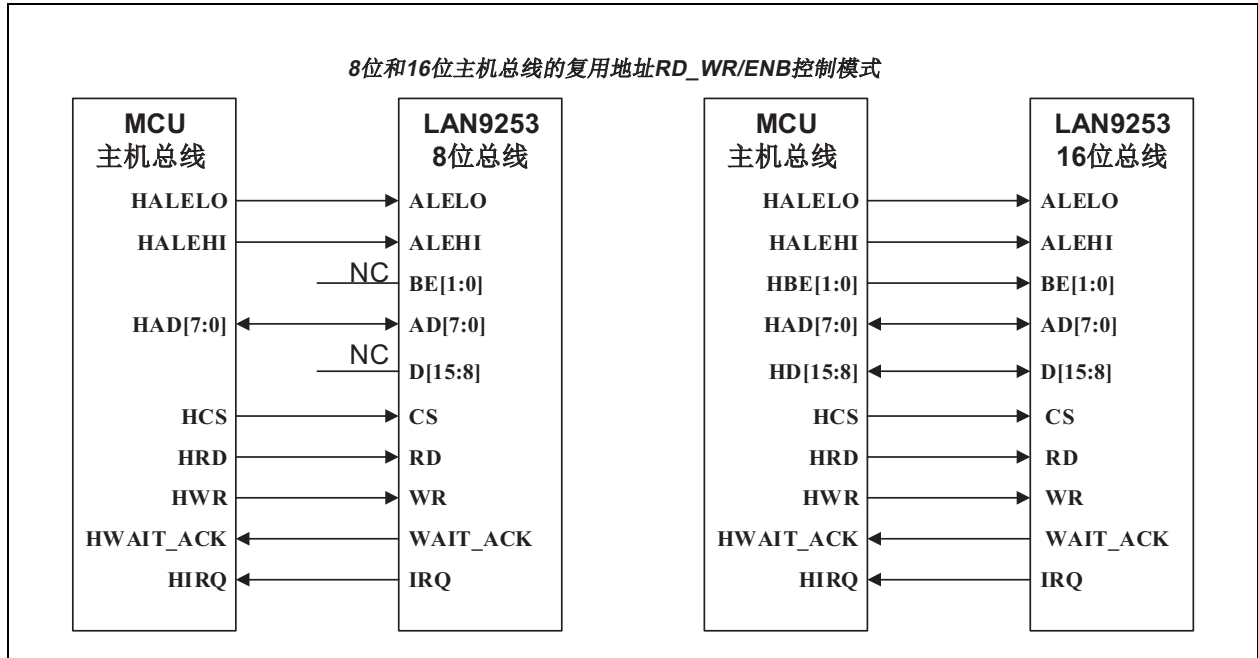
图 2: LAN9253 与 MCU 之间的连接 (使用 8 位和 16 位 HBI 的单阶段锁存复用地址模式)



8位和16位主机总线接口的双阶段锁存复用地址模式

LAN9253为8位和16位HBI提供了一个双阶段锁存复用地址模式。MCU与LAN9253之间的连接如图3所示。

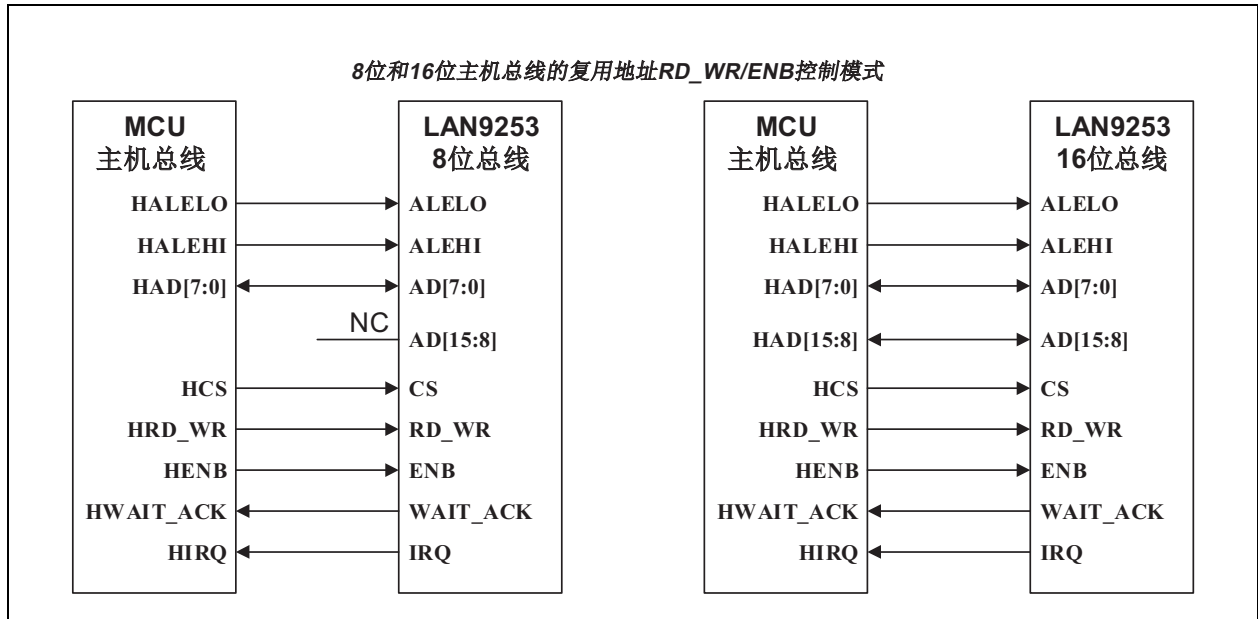
图3: LAN9253与MCU之间的连接（使用8位和16位HBI的双阶段锁存复用地址模式）



8位和16位主机总线接口的复用地址RD_WR/ENB控制模式

LAN9253为8位和16位HBI提供一个复用地址RD_WR/ENB控制模式。MCU与LAN9253之间的连接如图4所示。

图4: LAN9253与MCU之间的连接（使用8位和16位HBI的复用地址RD_WR/ENB控制模式）



AN3764

LAN9254 HBI 引脚连接

表2: LAN9254 HBI 引脚功能

引脚数	名称	符号	说明
1	读	RD	该引脚是主机总线读选通引脚。通常为低电平有效，极性可通过配置寄存器设置进行更改。
	读或写	RD_WR	该引脚是主机总线方向控制引脚。与ENB引脚配合使用，指示读或写操作。 正常极性是置1时为读，清零时为写（R/nW），但可通过配置寄存器设置进行更改。
1	写	WR	该引脚是主机总线写选通引脚。通常为低电平有效，极性可通过配置寄存器设置进行更改。
	使能	ENB	该引脚是主机总线数据使能选通引脚。与RD_WR引脚配合使用，指示操作的数据阶段。 通常为低电平有效，极性可通过配置寄存器设置进行更改。
1	片选	CS	该引脚是主机总线片选引脚，指示当前选择该器件进行传输。 通常为低电平有效，极性可通过配置寄存器设置进行更改。
2	字节使能	BE1 BE0	在16位数据模式下，这些引脚指示要写入或读取的字节。在8位数据模式下，不使用这些引脚。 这些引脚仅在复用模式下可用。通常为低电平有效，极性可通过配置寄存器设置进行更改。
16	地址	A[15:0]	这些引脚在索引地址模式和解复用地址模式下提供地址。 在16位数据模式下，不使用bit 0。地址bit 0与数据bit 15共用。 在索引地址模式下，不使用A[15:5]。
16	数据	D[15:0]	这些引脚是主机总线数据总线引脚，用于非复用地址模式。 在8位数据模式下，不使用bit 15-8，并禁止其输入和输出驱动器。 地址bit 0与数据bit 15共用。
	地址和数据	AD[15:0]	这些引脚是主机总线地址/数据总线引脚，用于复用地址模式。 Bit 15-8在单阶段复用地址模式下提供地址高字节。 Bit 7-0在单阶段复用地址模式下提供地址低字节，以及在双阶段复用地址模式下提供地址高字节和地址低字节。 在8位数据双阶段复用地址模式下，不使用bit 15-8，并禁止其输入和输出驱动器。

表2: LAN9254 HBI引脚功能 (续)

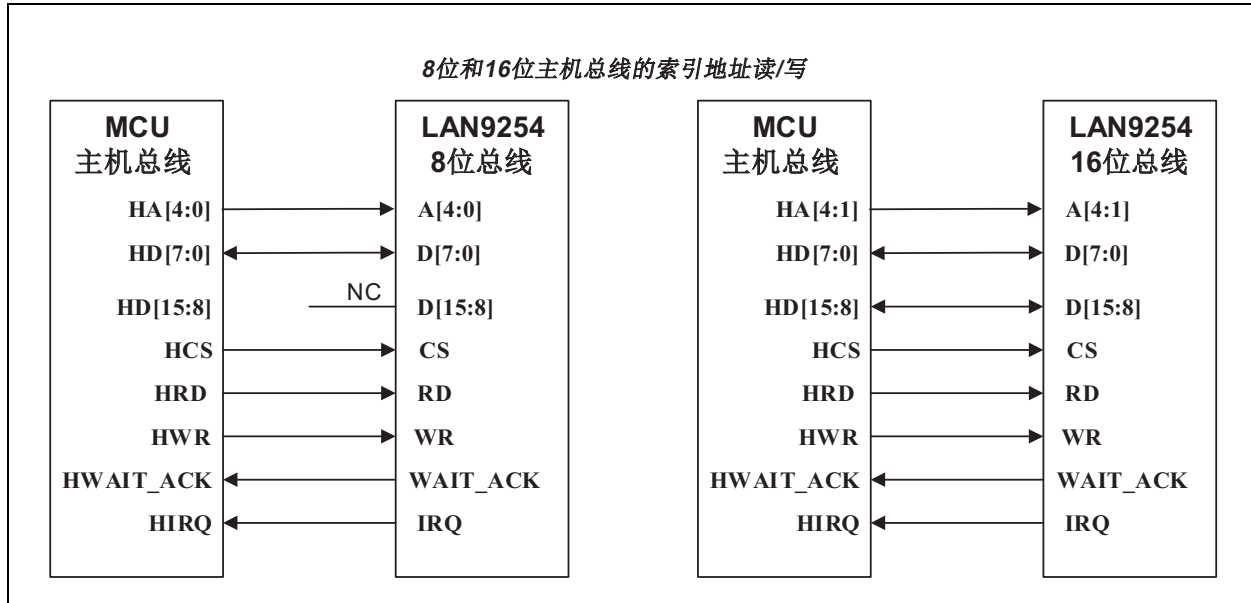
引脚数	名称	符号	说明
1	地址锁存器使能高字节	ALEHI	该引脚指示复用地址模式的地址阶段。在双阶段复用地址模式下用于装载地址高字节。 通常为低电平有效（在上升沿保存地址），极性可通过配置寄存器设置进行更改。
	EEPROM 仿真ALELO 极性配置脚0	EE_EMUL_ALELO_POL	在EEPROM 仿真模式下，如果默认的PDI选择设置为HBI复用1阶段，则在装载EEPROM配置数据之前，可使用该配置脚来设置HBI ALE极性。
1	地址锁存器使能低字节	ALELO	该引脚指示复用地址模式的地址阶段。在单阶段复用地址模式下用于装载地址高字节和地址低字节，在双阶段复用地址模式下用于装载地址低字节。 通常为低电平有效（在上升沿保存地址），极性可通过配置寄存器设置进行更改。
1	等待/应答	WAIT_ACK	该引脚指示何时可以结束主机总线周期。 当未选择该器件时，该引脚处于三态。 通常为推挽式，缓冲器类型可通过配置寄存器设置更改为漏极开路。 通常为低电平有效（指示等待，用于推挽式工作模式），极性可通过配置寄存器设置进行更改。 当两个位均为低电平时，禁止该引脚。
1	字节顺序选择	END_SEL	该引脚在解复用地址模式下控制字节顺序。 当该引脚为高电平时，选择大尾数法；当该引脚为低电平时，选择小尾数法。既可以动态更改，也可以保持静态。

AN3764

LAN9254 主机总线接口索引模式和引脚

LAN9254 提供了一个8位或16位的索引模式HBI。MCU与LAN9254之间的连接如图5所示。

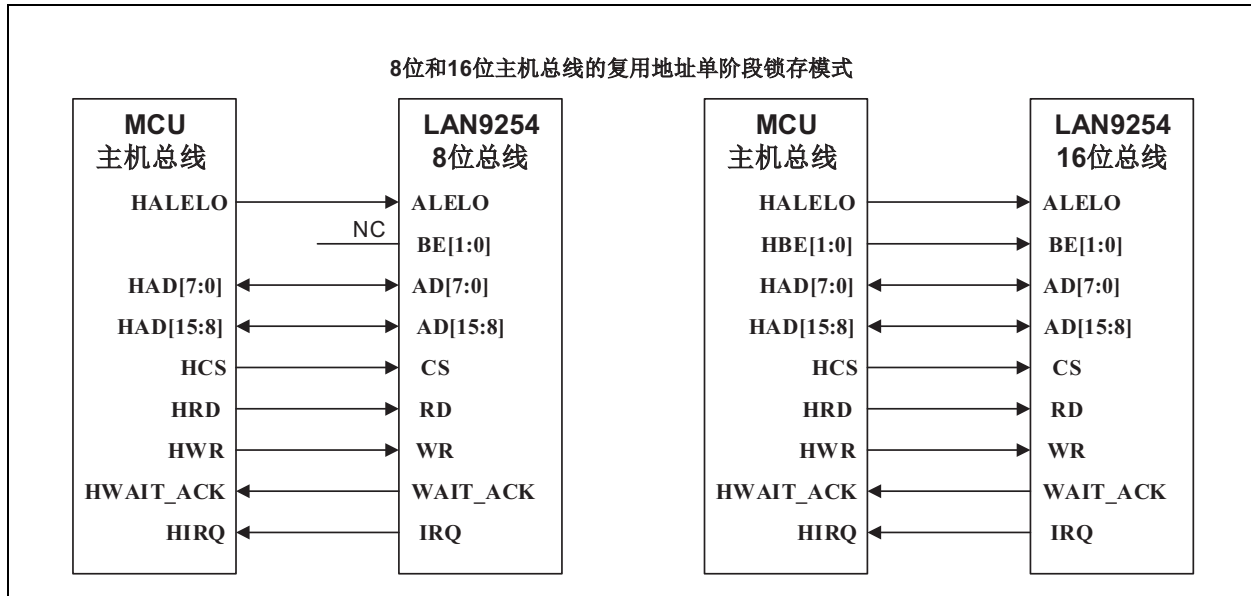
图5: LAN9254与MCU之间的连接（使用8位和16位HBI）



8位和16位主机总线接口的单阶段锁存复用地址模式

LAN9254 为8位和16位HBI提供了一个单阶段锁存复用地址模式。MCU与LAN9254之间的连接如图6所示。

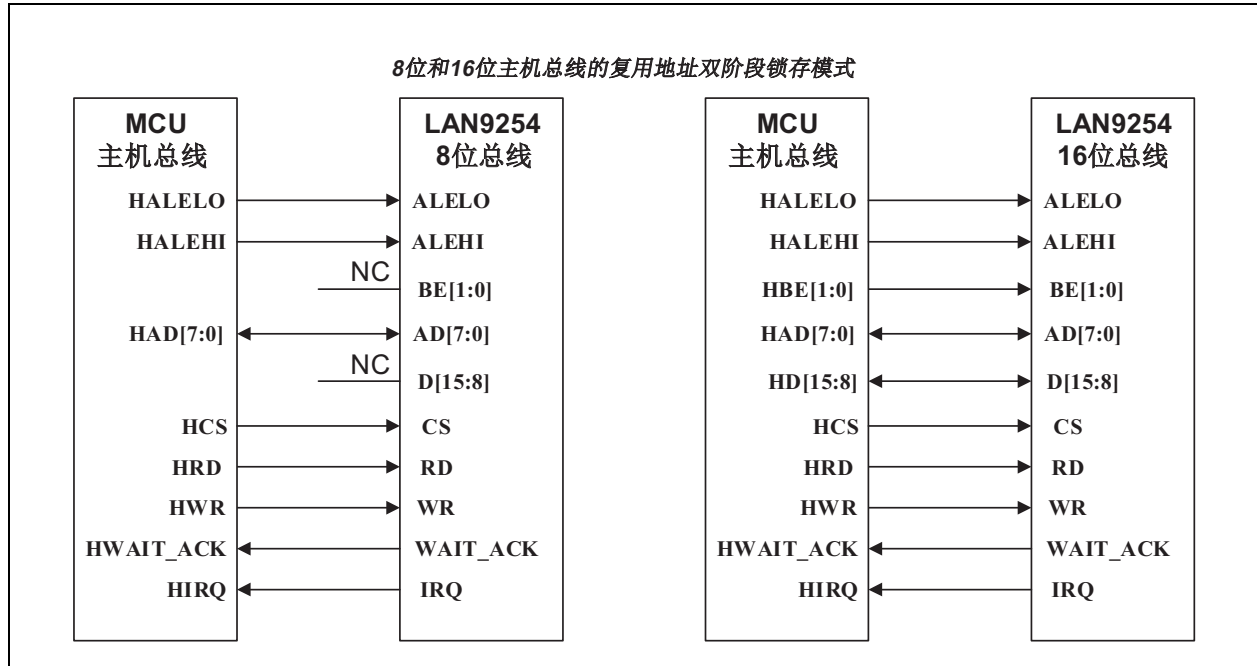
图6: LAN9254与MCU之间的连接（使用8位和16位HBI的单阶段锁存复用地址模式）



8位和16位主机总线接口的双阶段锁存复用地址模式

LAN9254为8位和16位HBI提供了一个双阶段锁存复用地址模式。MCU与LAN9254之间的连接如图7所示。

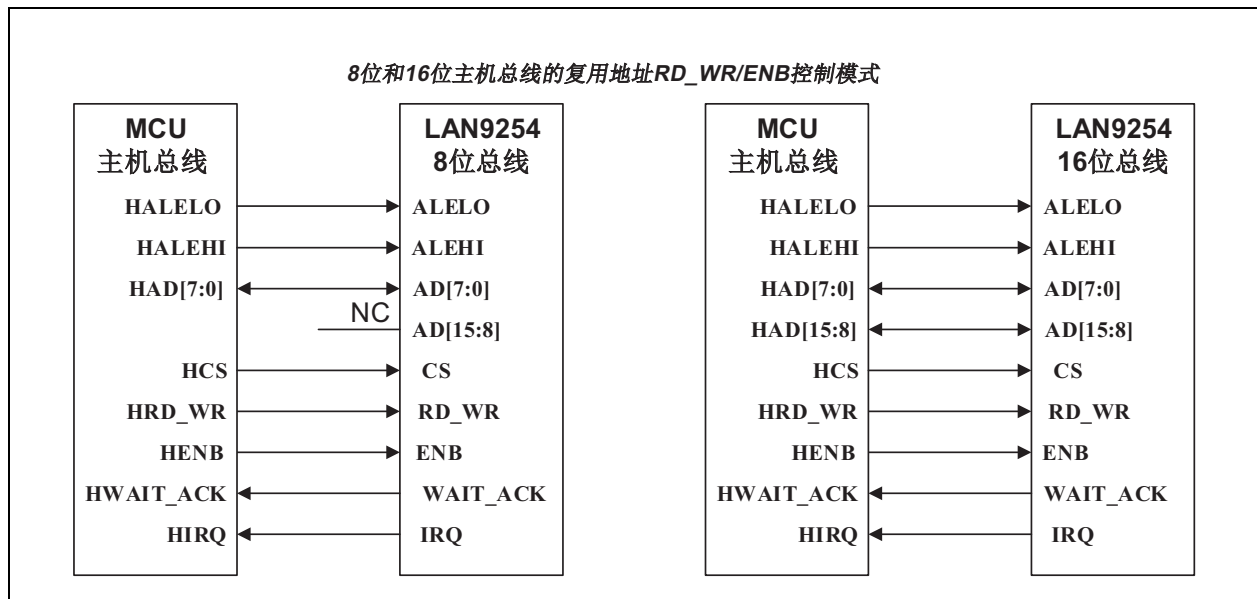
图7: LAN9254与MCU之间的连接（使用8位和16位HBI的双阶段锁存复用地址模式）



8位和16位主机总线接口的复用地址RD_WR/ENB控制模式

LAN9254为8位和16位HBI提供一个复用地址RD_WR/ENB控制模式。MCU与LAN9254之间的连接如图8所示。

图8: LAN9254与MCU之间的连接（使用8位和16位HBI的复用地址RD_WR/ENB控制模式）

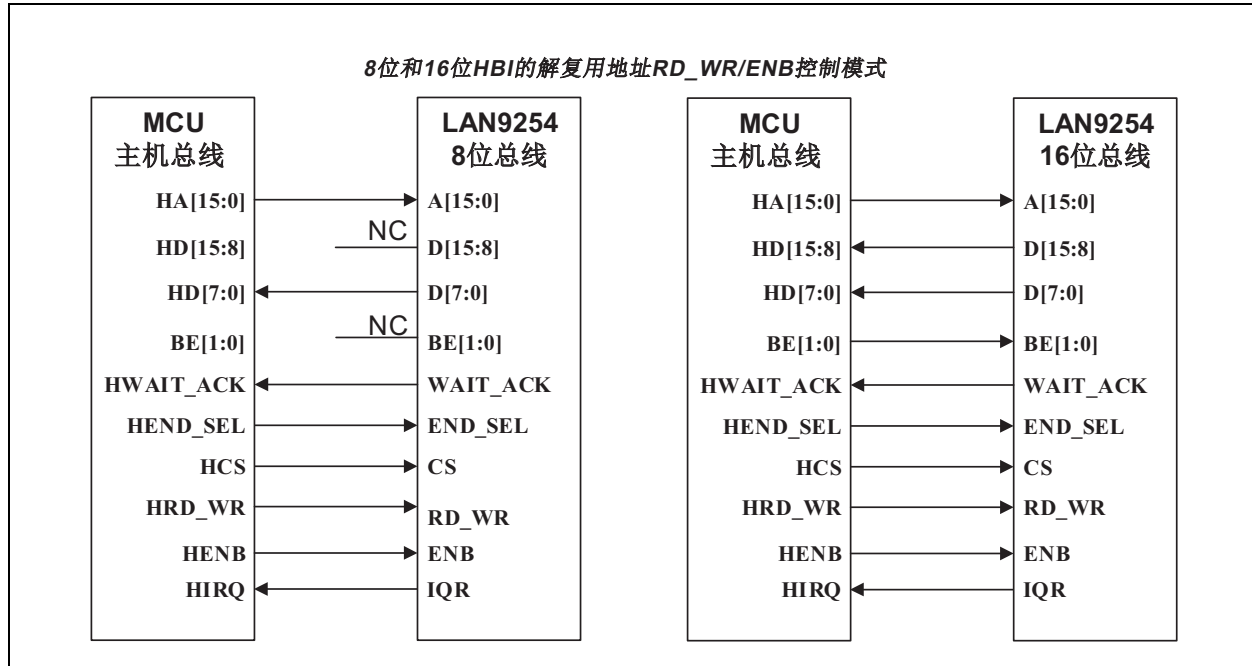


AN3764

8位和16位HBI的解复用地址RD_WR/ENB控制模式

LAN9254为8位和16位HBI提供一个解复用地址RD_WR/ENB控制模式。MCU与LAN9254之间的连接如图9所示。

图9: LAN9254与MCU之间的连接（使用8位和16位HBI的解复用地址RD_WR/ENB控制模式）



HBI PDI配置

过程数据接口（PDI）寄存器

PDI 配置寄存器（0x0150）和PDI 扩展配置寄存器（0x0152:0x0153）根据EEPROM 的内容初始化。LAN9253 和LAN9254 数据手册详细介绍了这两个寄存器。

HBI配置

必须首先使用芯片模式配置选择2端口或3端口配置。芯片模式由CHIP_MODE[1:0]配置脚控制，如表3所示。

表3： 芯片模式选择

CHIP_MODE[1:0]	模式
0x	2端口模式：端口0 = PHY A，端口1 = PHY B
10	3端口下行模式：端口0 = PHY A，端口1 = PHY B，端口2 = MII
11	3端口上行模式：端口0 = MII，端口1 = PHY B，端口2 = PHY A

注 1： 并行接口不支持芯片模式10和11。

选择芯片模式后，通过PDI控制寄存器的过程数据接口（PDI_SELECT）位域选择使用的PDI。表4列出了有效选择。

表4： PDI模式选择

PDI_SELECT	PDI模式	EtherCAT [®] 直接映射模式
0x88	HBI复用1阶段8位	否
0x89	HBI复用1阶段16位	否
0x8A	HBI复用2阶段8位	否
0x8B	HBI复用2阶段16位	否
0x8C	HBI索引8位	否
0x8D	HBI索引16位	否
0x8E	HBI解复用8位	否
0x8F	HBI解复用16位	否
0x90	HBI复用1阶段8位	是
0x91	HBI复用1阶段16位	是
0x92	HBI复用2阶段8位	是
0x93	HBI复用2阶段16位	是
0x94	HBI复用2阶段16位	是
0x95	HBI索引16位	是
0x96	HBI解复用8位	是
0x97	HBI解复用16位	是

AN3764

HBI子配置

PDI配置寄存器和扩展PDI配置寄存器用于HBI配置脚，如表5所示。PDI配置寄存器和扩展PDI配置寄存器根据EEPROM的内容初始化。数据手册提供了这两个配置寄存器的相关信息。

表5: EtherCAT® 内核EEPROM可配置寄存器

寄存器	Bit	EEPROM字/[Bit]
PDI控制寄存器 (0140h)	[7:0]过程数据接口 (PDI_SELECT)	0/[7:0]
ESC配置寄存器 (0141h)	[7] (未使用)	—
	[6]增强型链路端口2	0/[14]
	[5]增强型链路端口1	0/[13]
	[4]增强型链路端口0	0/[12]
	[3]分布式时钟锁存输入单元 注: Bit 3并非由EEPROM置1。	—
	[2]分布式时钟同步输出单元 注: Bit 2并非由EEPROM置1。	—
	[1]增强型链路检测所有端口	0/[9]
[0]器件仿真 (AL状态寄存器控制)	0/[8]	
PDI配置寄存器 (0150h) HBI模式	[7] HBI ALE资格认证	1/[7]
	[6] HBI读/写模式	1/[6]
	[5] HBI片选极性	1/[5]
	[4] HBI读和读/写极性	1/[4]
	[3] HBI写和使能极性	1/[3]
	[2] HBI ALE极性	1/[2]
	[1] HBI WAIT_ACK极性	1/[1]
[0] HBI WAIT_ACK缓冲器类型	1/[0]	
同步/锁存PDI配置寄存器 (0151h)	[7] SYNC1映射	1/[15]
	[6] SYNC1/LATCH1配置	1/[14]
	[5:4] SYNC1输出驱动器/极性	1/[13:12]
	[3] SYNC0映射	1/[11]
	[2] SYNC0/LATCH0配置	1/[10]
[1:0] SYNC0输出驱动器/极性	1/[9:8]	
同步信号脉冲长度寄存器 (0982h – 0983h)	[15:0]同步信号脉冲长度	2/[15:0]
扩展PDI配置寄存器 (0152h – 0153h) HBI模式	[15:3]保留	3/[15:3]
	[2] HBI BE1/BE0极性	3/[2]
	[1]执行内部写操作	3/[1]
	[0]读WAIT_ACK消除延迟	3/[0]
已配置站点别名寄存器 (0012h – 0013h)	[15:0]已配置站点别名地址	4/[15:0]

表5: EtherCAT® 内核EEPROM可配置寄存器 (续)

寄存器	Bit	EEPROM字/[Bit]
MII管理控制/状态寄存器 (0510h – 0511h)	[2] MI链路检测	5/[15]
ASIC配置寄存器 (0142h – 0143h)	[15] MI链路检测	
	[14] ERRLED使能	5/[14]
	[13:8] 保留	5/[13:8]
	[7] MI写千兆位寄存器9使能	5/[7]
	[6] STATE_RUNLED模式选择	5/[6]
	[5:0] 保留	5/[5:0]
RESERVED寄存器 (0144h – 0145h)	[15:0] 保留	6/[15:0]

HBI性能

本部分介绍LAN9253与LAN9254器件的复用和解复用接口之间的性能差异。

HBI性能的影响因素包括所访问寄存器的位数、HBI配置模式以及对EtherCAT内核寄存器使用直接寻址映射还是间接寻址映射模式。

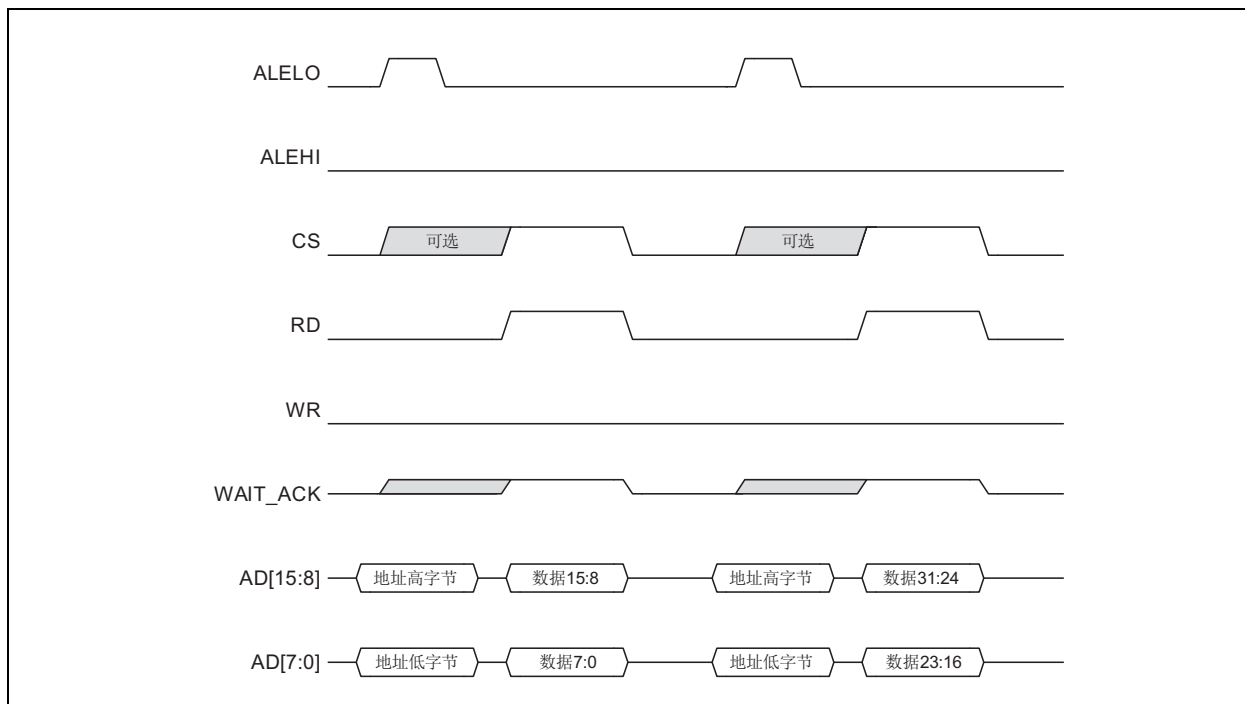
下面将在LAN9254器件最快速的HBI模式（即，解复用寻址和直接寻址映射模式）与LAN9253器件最快速的HBI模式（即，复用寻址和直接寻址映射模式）下探讨这些影响因素。示例均为16位寄存器寻址。

LAN9253 复用地址模式配置

LAN9253 复用读时序

读16位数据的读访问时间如图10所示。

图10: 单阶段锁存复用寻址——16位读



AN3764

读16位数据的读周期时间如图11所示。

图11: 复用寻址读周期时序

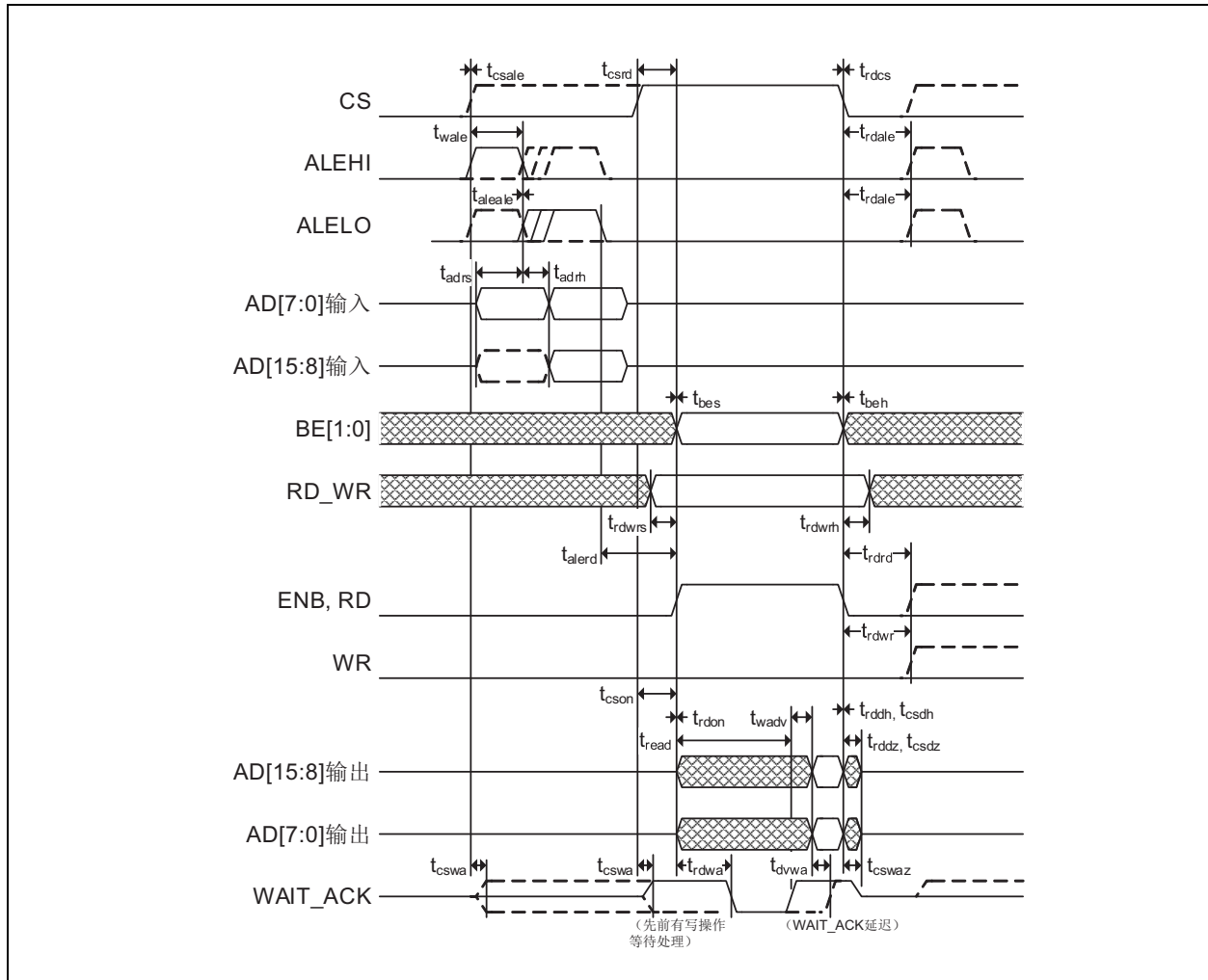


表6列出了读16位数据所需的时序。

表6: 复用寻址读周期时序

符号	说明	时间 (ns)
t_{adrs}	地址建立到ALELO和ALEHI无效的时间	10
t_{aldrd}	ALELO和ALEHI无效到RD或ENB有效的的时间	5
t_{read}	RD或ENB有效到WAIT_ACK无效的时间 (16位读, 之前无写操作等待处理)	315
t_{wadv}	WAIT_ACK无效到数据有效的的时间 (正常WAIT_ACK)	5
t_{rdrd}	下一次RD或ENB有效之前RD或ENB置为无效的时间	13
总计		348

LAN9253 复用写时序（非报告的写操作）

图12和图13分别给出了使用非报告的写操作写入16位数据时的访问时间和周期时间。

图12： 单阶段锁存复用寻址——16位写

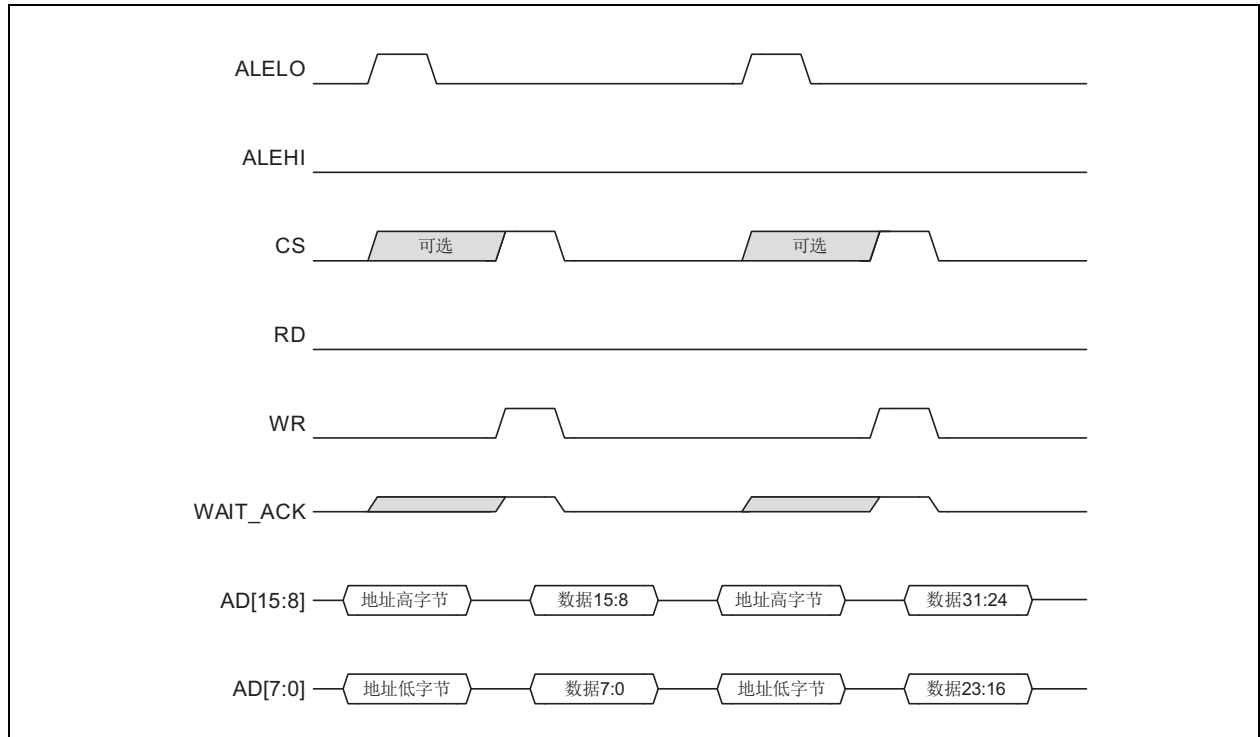
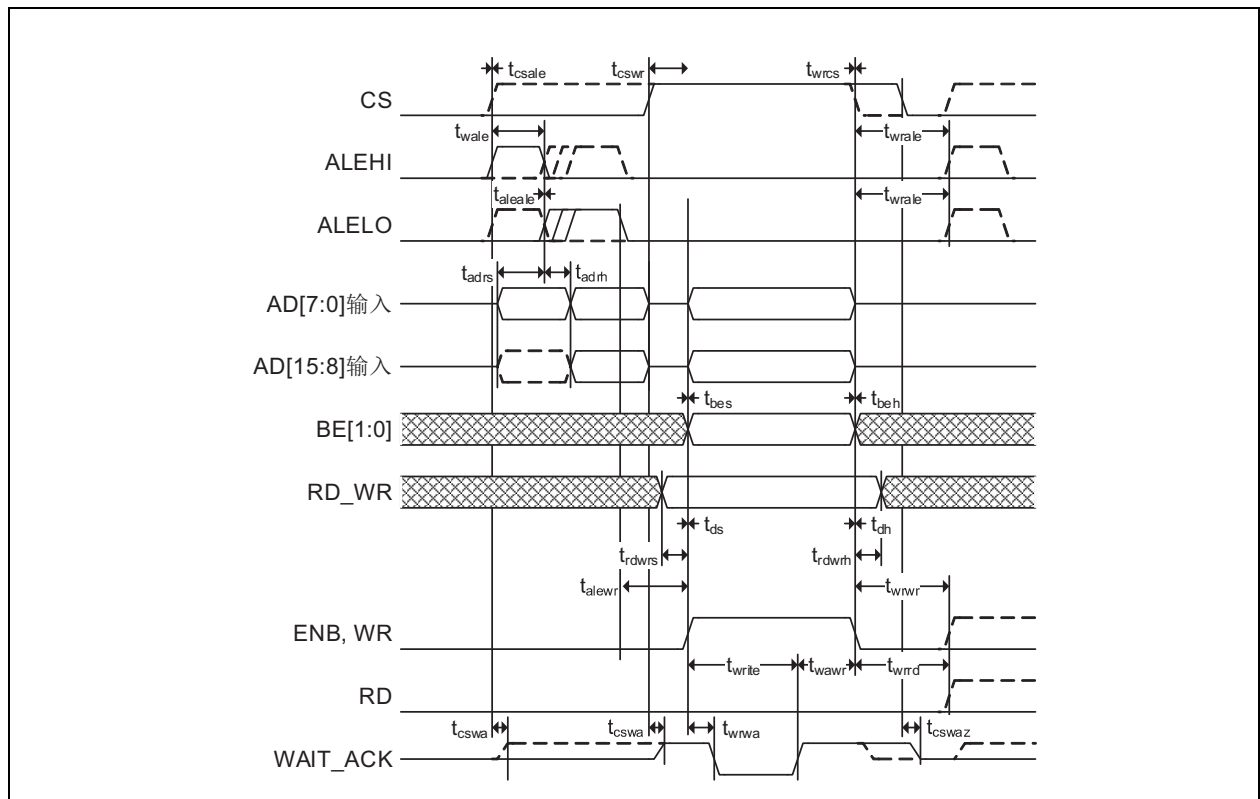


图13： 复用寻址写周期时序



AN3764

表7列出了写16位数据所需的时序。

表7: 复用寻址写周期时序

符号	说明	时间 (ns)
t_{adrs}	地址建立到ALELO和ALEHI无效的时间	10
t_{alewr}	ALELO和ALEHI无效到WR或ENB有效的时间	5
t_{write}	WR或ENB有效到WAIT_ACK无效的时间 (之前有16位写操作等待处理)	280
t_{wawr}	WAIT_ACK无效到WR或ENB无效的时间	0
t_{wrwr} (注 1)	下一次WR或ENB有效之前WR或ENB置为无效的时间	13
总计		308

注 1: 对于EtherCAT内核寄存器, t_{wrwr} 应为160 ns。

LAN9254解复用地址模式配置

LAN9254解复用读时序

图14给出了读16位数据所需的读访问时间。

图14: 解复用寻址——16位读

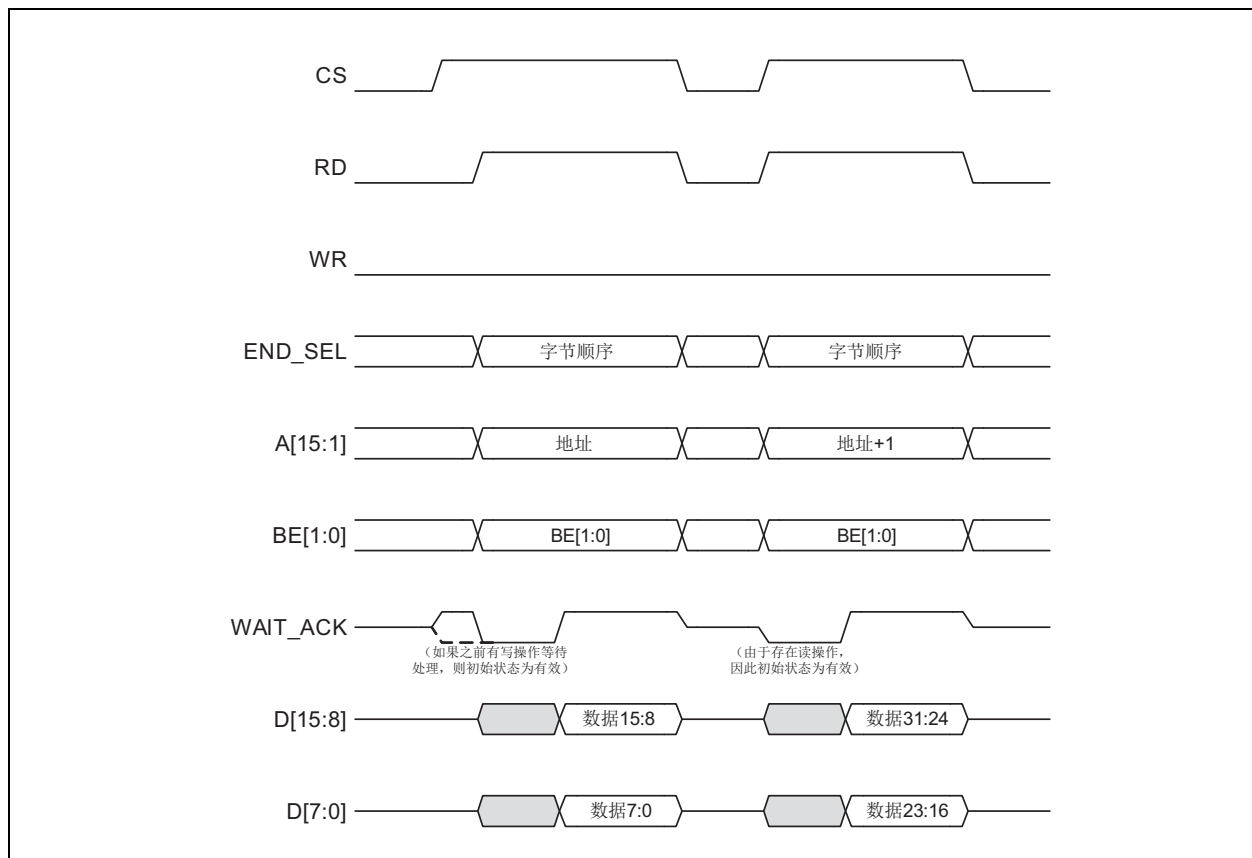


图15给出了读16位数据所需的读周期时间。

图15: 解复用寻址读周期时序

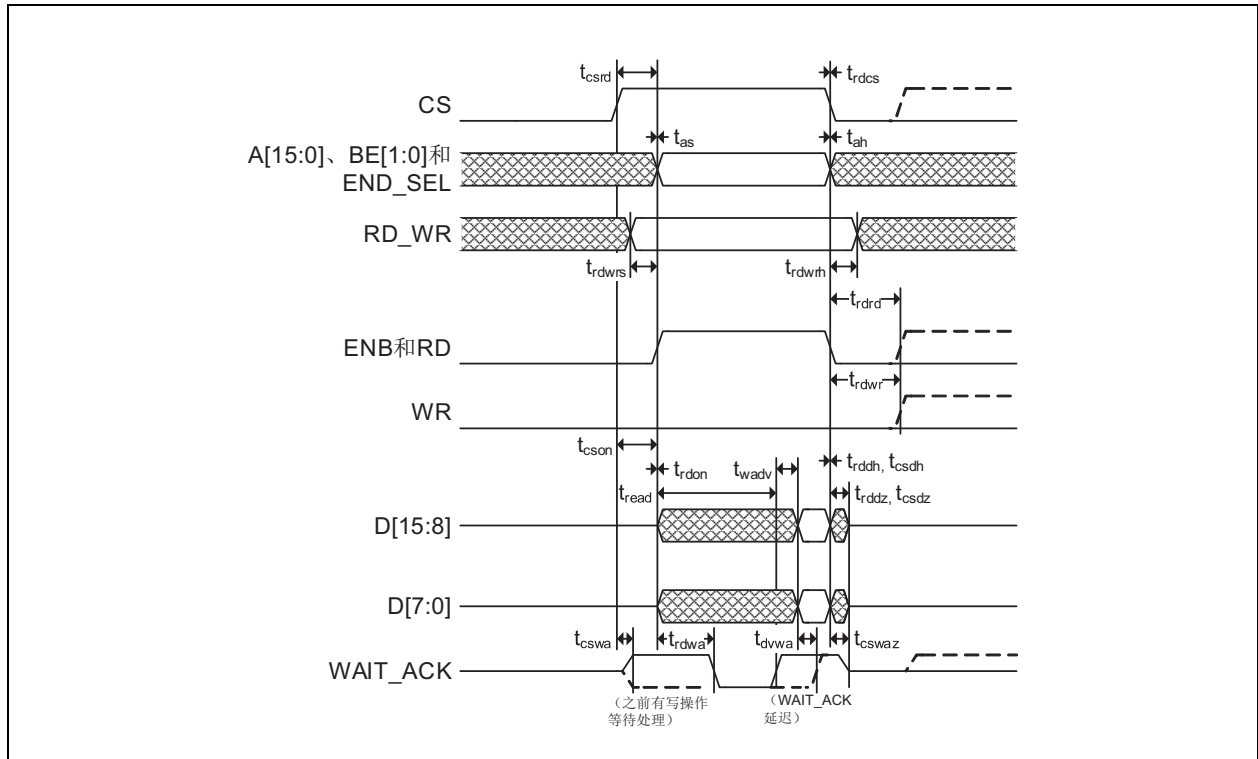


表8列出了读16位数据所需的时序。

表8: 解复用寻址读周期时序

符号	说明	时间 (ns)
$t_{csrđ}$	CS建立到RD或ENB有效的时间	0
t_{read}	RD或ENB有效到WAIT_ACK无效的时间 (16位读, 之前无写操作等待处理)	315
t_{wadv}	WAIT_ACK无效到数据有效的时间 (正常WAIT_ACK)	5
$t_{rđrd}$	下一次RD或ENB有效之前RD或ENB置为无效的时间	13
总计		333

AN3764

LAN9254 解复用写时序（非报告的写操作）

图 16 给出了写 16 位数据所需的非报告的写访问时间。

图 16: 解复用寻址——16 位非报告写操作

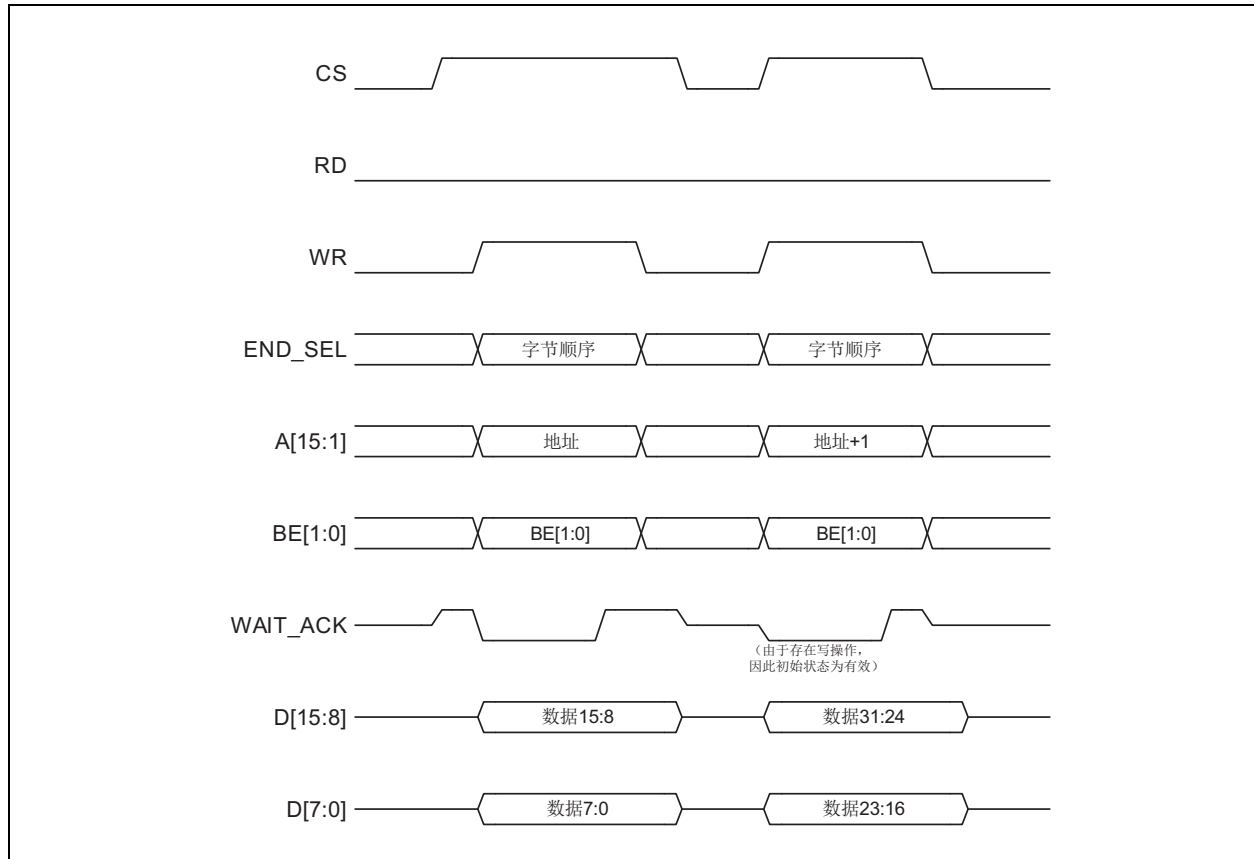


图17给出了写16位数据所需的非报告的写周期时间。

图17: 解复用寻址非报告写周期时序

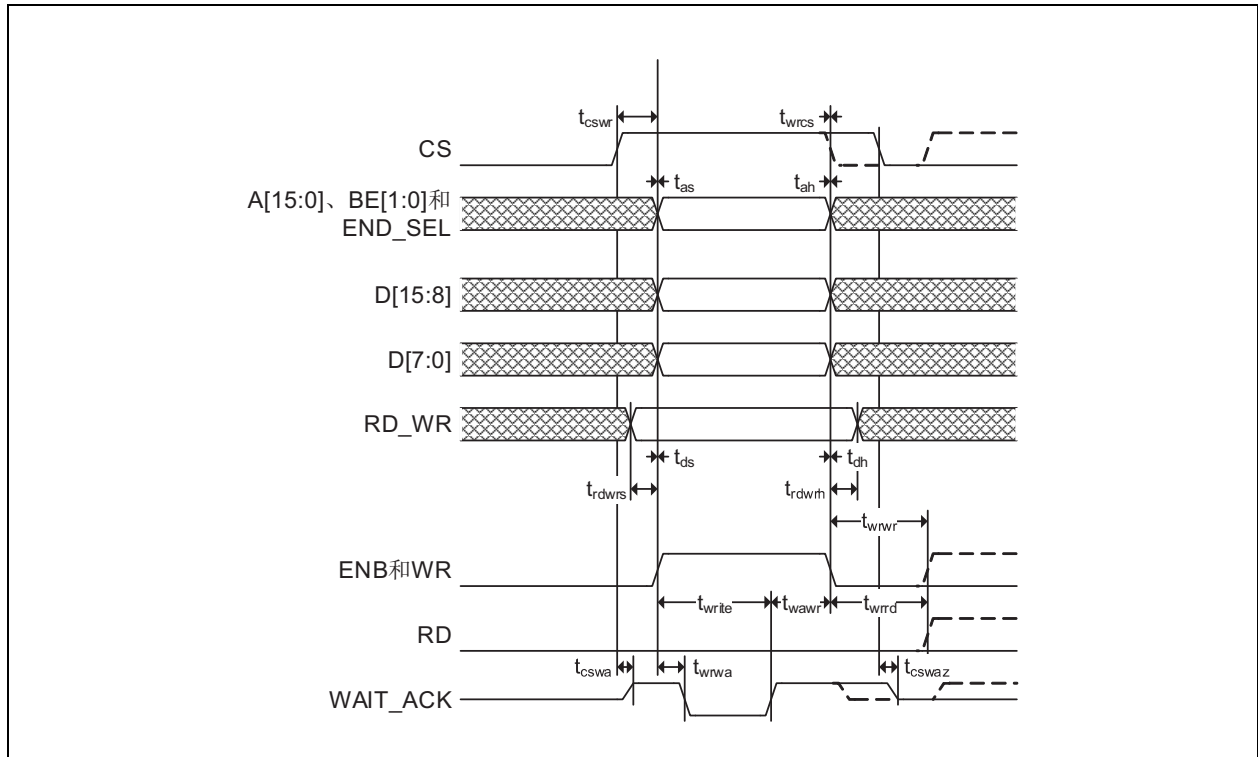


表9列出了写16位数据所需的时序。

表9: 解复用寻址写周期时序

符号	说明	时间 (ns)
t_{cswr}	CS建立到WR或ENB有效的时间	0
t_{write}	WR或ENB有效到WAIT_ACK无效的时间（之前有16位写操作等待处理）	280
t_{wawr}	WAIT_ACK无效到WR或ENB无效的时间	0
t_{wrrr}	下一次WR或ENB有效之前WR或ENB置为无效的时间	13
总计		293

总结

本应用笔记介绍了HBI PDI读写访问时序，结果表明解复用EtherCAT直接映射寄存器读写访问时间是所有可用选项中最短的。

AN3764

附录 A: 应用笔记版本历史

表 A-1: 版本历史

版本与日期	节/图/条目	更正
DS00003764A (12-17-20)		初始版本

注:

MICROCHIP 网站

Microchip 网站 (www.microchip.com) 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。我们的网站提供以下内容：

- **产品支持** —— 数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持** —— 常见问题解答 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 设计伙伴计划成员名单
- **Microchip 业务** —— 产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请访问 www.microchip.com/pcn，然后按照注册说明进行操作。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 (ESE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或 ESE 寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 <http://microchip.com/support> 获得网上技术支持。

请注意以下有关 Microchip 产品代码保护功能的要点:

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术规范。
- Microchip 确信: 在正常使用且符合工作规范的情况下, Microchip 系列产品非常安全。
- Microchip 注重并积极保护其知识产权。严禁任何试图破坏 Microchip 产品代码保护功能的行为, 这种行为可能会违反《数字千年版权法案》(Digital Millennium Copyright Act)。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。代码保护功能处于持续发展之中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。

提供本档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分, 因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物及其提供的信息仅适用于 Microchip 产品, 包括设计、测试以及将 Microchip 产品集成到您的应用中。以其他方式使用这些信息都将被视为违反条款。本出版物中的器件应用信息仅为您提供便利, 将来可能会发生更新。如需额外的支持, 请联系当地的 Microchip 销售办事处, 或访问 <https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-supportservices>。

Microchip “按原样”提供这些信息。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保, 包括但不限于针对非侵权性、适销性和特定用途的适用性的暗示担保, 或针对其使用情况、质量或性能的担保。

在任何情况下, 对于因这些信息或使用这些信息而产生的任何间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或间接的损失、损害或任何类型的开销, **Microchip 概不承担任何责任, 即使 Microchip 已被告知可能发生损害或损害可以预见。在法律允许的最大范围内, 对于因这些信息或使用这些信息而产生的所有索赔, Microchip 在任何情况下所承担的全部责任均不超出您为获得这些信息向 Microchip 直接支付的金额 (如有)。**如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用, 一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切损害、索赔、诉讼或费用时, 会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任。除非另外声明, 在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗中以其他方式转让任何许可证。

有关 Microchip 质量管理体系的更多信息, 请访问 www.microchip.com/quality。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Adaptec、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MedialB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、TrueTime、WinPath 和 ZL 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、GridTime、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、maxCrypto、maxView、memBrain、MindI、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、NVM Express、NVMe、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICKtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect 和 ZENA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的服务标记。

Adaptec 徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcom 和 Trusted Time 均为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2022, Microchip Technology Incorporated 及其子公司版权所有。
ISBN: 978-1-5224-9567-3

全球销售及服务中心

美洲

公司总部 **Corporate Office**
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://www.microchip.com/support>

网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA

Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453
Tel: 1-317-536-2380

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608
Tel: 1-951-273-7800

罗利 Raleigh, NC
Tel: 1-919-844-7510

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-695-1980
Fax: 1-905-695-2078

亚太地区

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 广州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 苏州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

亚太地区

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631

印度 India - Pune
Tel: 91-20-4121-0141

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-7651-7906

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351

越南 Vietnam - Ho Chi Minh
Tel: 84-28-5448-2100

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark - Copenhagen
Tel: 45-4485-5910
Fax: 45-4485-2829

芬兰 Finland - Espoo
Tel: 358-9-4520-820

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Garching
Tel: 49-8931-9700

德国 Germany - Haan
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Heilbronn
Tel: 49-7131-72400

德国 Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

德国 Germany - Rosenheim
Tel: 49-8031-354-560

以色列 Israel - Ra'anana
Tel: 972-9-744-7705

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Padova
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

挪威 Norway - Trondheim
Tel: 47-7288-4388

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

罗马尼亚 Romania - Bucharest
Tel: 40-21-407-87-50

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Gothenberg
Tel: 46-31-704-60-40

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820