

应用于高速计数模块的编码器基础

Basic principle and usage of encoder in the application of HSC

Getting-started

Edition (3/2019)

<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109765999>

摘要 介绍了编码器的基础知识，增量式编码器主要的输出信号类型，高速计数模块与编码器的兼容性以及在编码器选型和使用过程中的一些常见问题。

关键词 编码器、高速计数、源型、漏型

Key Words Encoder、HSC、PNP、NPN

目 录

_Toc364856400

1	编码器基础	4
1.1	光电编码器	4
1.2	增量式编码器	4
1.3	绝对式编码器	5
2	编码器输出信号类型	6
2.1	集电极开路输出	6
2.2	电压输出型	8
2.3	推挽式输出	8
2.4	线驱动输出	9
3	高速计数模块与编码器的兼容性	9
4	编码器使用的常见问题	10
4.1	编码器选型时要考虑哪些参数	10
4.2	如何判断编码器的好坏	11
4.3	计数不准确的原因及相应的避免措施	11
4.4	空闲的编码器信号线该如何处理	12
4.5	增量信号多重评估能否提高计数频率	12

1 编码器基础

1.1 光电编码器

编码器是传感器的一种，主要用来检测机械运动的速度、位置、角度、距离和计数等，许多马达控制均需配备编码器以供马达控制器作为换相、速度及位置的检出等，应用范围相当广泛。按照不同的分类方法，编码器可以分为以下几种类型：

- 根据检测原理，可分为光学式、磁电式、感应式和电容式。
- 根据输出信号形式，可以分为模拟量编码器、数字量编码器。
- 根据编码器方式，分为增量式编码器、绝对式编码器和混合式编码器。

光电编码器是集光、机、电技术于一体的数字化传感器，主要利用光栅衍射的原理来实现位移——数字变换，通过光电转换将输出轴上的机械几何位移量转换成脉冲或数字量的传感器。典型的光电编码器由码盘、检测光栅、光电转换电路（包括光源、光敏器件、信号转换电路）、机械部件等组成。光电编码器具有结构简单、精度高、寿命长等优点，广泛应用于精密定位、速度、长度、加速度、振动等方面。

这里我们主要介绍 SIMATIC S7 系列高速计数产品普遍支持的增量式编码器和绝对式编码器。

1.2 增量式编码器

增量式编码器提供了一种对连续位移量离散化、增量化以及位移变化（速度）的传感方法。增量式编码器的特点是每产生一个输出脉冲信号就对应于一个增量位移，它能够产生与位移增量等值的脉冲信号。增量式编码器测量的是相对于某个基准点的相对位置增量，而不能够直接检测出绝对位置信息。

如图1-1所示，增量式编码器主要由光源、码盘、检测光栅、光电检测器件和转换电路组成。在码盘上刻有节距相等的辐射状透光缝隙，相邻两个透光缝隙之间代表一个增量周期。检测光栅上刻有A、B两组与码盘相对应的透光缝隙，用以通过或阻挡光源和光电检测器件之间的光线，它们的节距和码盘上的节距相等，并且两组透光缝隙错开1/4节距，使得光电检测器件输出的信号在相位上相差 90° 。当码盘随着被测转轴转动时，检测光栅不动，光线透过码盘和检测光栅上的透光缝隙照射到光电检测器件上，光电检测器件就输出两组相位相差 90° 的近似于正弦波的电信号，电信号经过转换电路的信号处理，就可以得到被测轴的转角或速度信息。

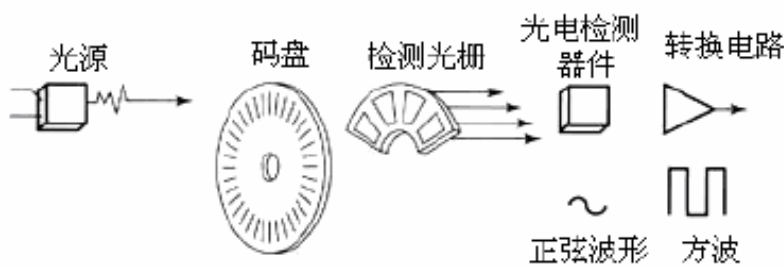


图1-1 增量式编码器原理图

一般来说，增量式光电编码器输出 A、B 两相相位差为 90° 的脉冲信号（即所谓的两相正交输出信号），根据 A、B 两相的先后位置关系，可以方便地判断出编码器的旋转方向。另外，码盘一般还提供用作参考零位的 N 相标志（指示）脉冲信号，码盘每旋转一周，会发出一个零位标志信号。

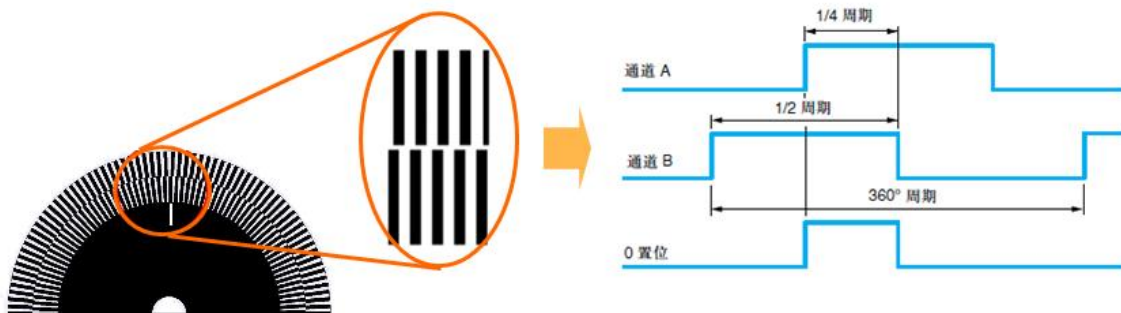


图1-2 增量式编码器输出信号

1.3 绝对式编码器

绝对式编码器的原理及组成部件与增量式编码器基本相同，与增量式编码器不同的是，绝对式编码器用不同的数码来指示每个不同的增量位置，它是一种直接输出数字量的传感器。

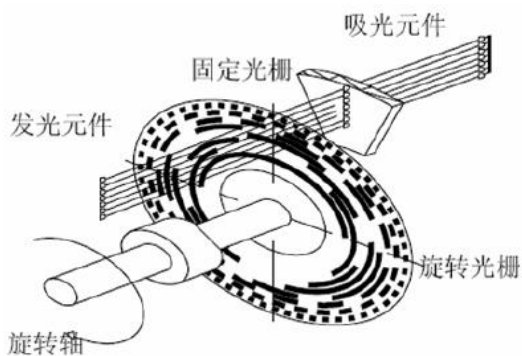


图1-3 绝对式编码器原理图

如图1-3所示，绝对式编码器的圆形码盘上沿径向有若干同心码道，每条码道上由透光和不透

光的扇形区相间组成，相邻码道的扇区数目是双倍关系，码盘上的码道数就是它的二进制数码的位数。在码盘的一侧是光源，另一侧对应每一码道有一光敏元件。当码盘处于不同位置时，各光敏元件根据受光照与否转换出相应的电平信号，形成二进制数。显然，码道越多，分辨率就越高，对于一个具有 n 位二进制分辨率的编码器，其码盘必须有 n 条码道。根据编码方式的不同，绝对式编码器的两种类型码盘（二进制码盘和格雷码码盘），如图1-4所示。

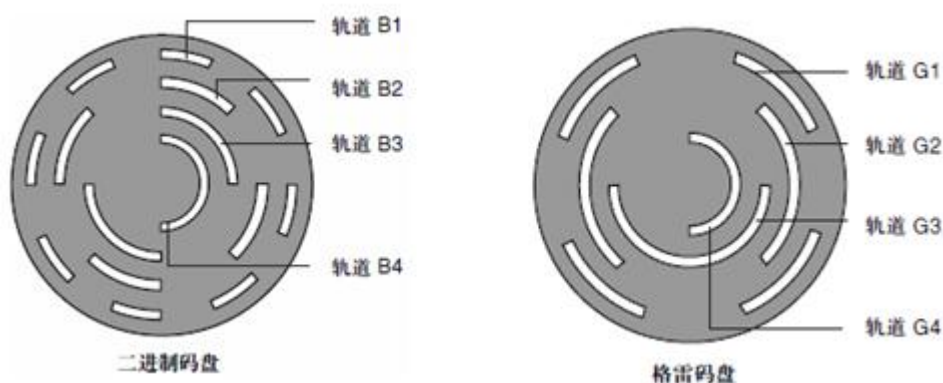


图 1-4 绝对式编码器码盘

绝对式编码器的特点是不需要计数器，在转轴的任意位置都可读出一个固定的与位置相对应的数字码，即直接读出角度坐标的绝对值。另外，相对于增量式编码器，绝对式编码器不存在累积误差，并且当电源切除后位置信息也不会丢失。

2 编码器输出信号类型

一般情况下，从编码器的光电检测器件获取的信号电平较低，波形也不规则，不能直接用于控制、信号处理和远距离传输，所以在编码器内还需要对信号进行放大、整形等处理。经过处理的输出信号一般近似于正弦波或矩形波，因为矩形波输出信号容易进行数字处理，所以在控制系统中应用比较广泛。

增量式光电编码器的信号输出有集电极开路输出、电压输出、线驱动输出和推挽式输出等多种信号形式。

2.1 集电极开路输出

集电极开路输出是以输出电路的晶体管发射极作为公共端，并且集电极悬空的输出电路。根据使用的晶体管类型不同，可以分为 NPN 集电极开路输出（也称作漏型输出，当逻辑 1 时输出电压为 0V，如图 2-1 所示）和 PNP 集电极开路输出（也称作源型输出，当逻辑 1 时，

输出电压为电源电压，如图 2-2 所示）两种形式。在编码器供电电压和信号接受装置的电压不一致的情况下可以使用这种类型的输出电路。

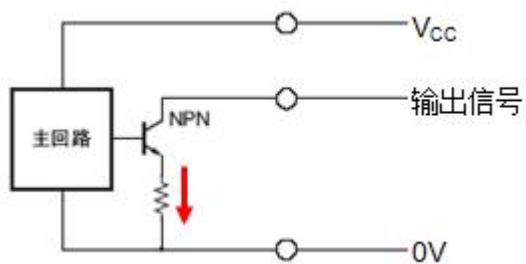


图 2-1 NPN 集电极开路输出

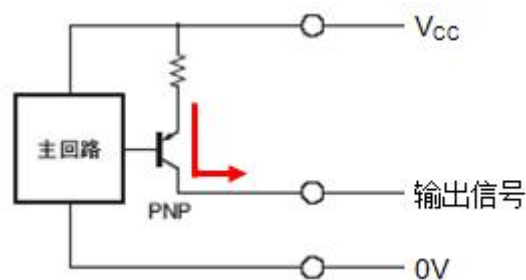


图 2-2 PNP 集电极开路输出

对于 PNP 型的集电极开路输出的编码器信号，可以接入到漏型输入的模块中，具体的接线原理如图 2-3 所示。

注意：PNP 型的集电极开路输出的编码器信号不能直接接入源型输入的模块中。

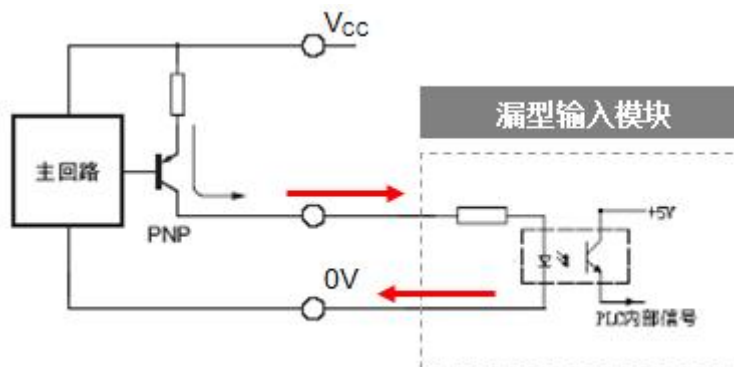


图 2-3 PNP 型输出的接线原理

对于 NPN 型的集电极开路输出的编码器信号，可以接入到源型输入的模块中，具体的接线原理如图 2-4 所示。

注意：NPN 型的集电极开路输出的编码器信号不能直接接入漏型输入的模块中。

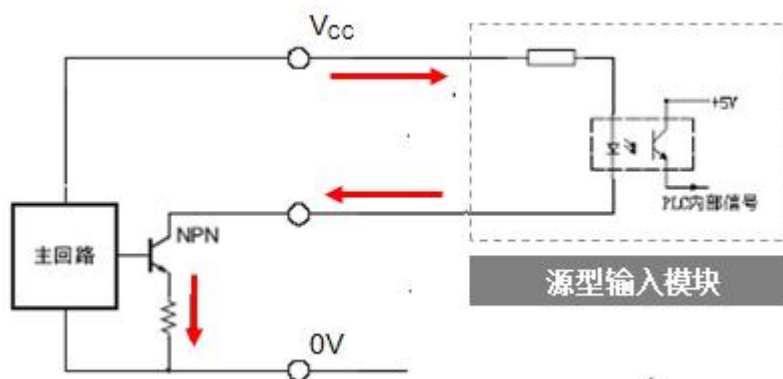


图 2-4 NPN 型输出的接线原理

2.2 电压输出型

电压输出是在集电极开路输出电路的基础上，在电源和集电极之间接了一个上拉电阻，这样就使得集电极和电源之间能有了一个稳定的电压状态，如图 2-5。一般在编码器供电电压和信号接受装置的电压一致的情况下使用这种类型的输出电路。

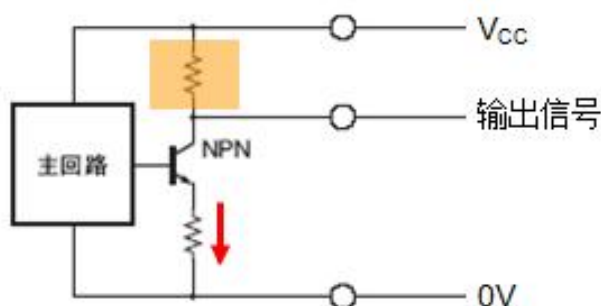


图 2-5 电压输出型

2.3 推挽式输出

推挽式输出方式由两个分别为 PNP 型和 NPN 型的三极管组成，如图 2-6 所示。当其中一个三极管导通时，另外一个三极管则关断，两个输出晶体管交互进行动作。

这种输出形式具有高输入阻抗和低输出阻抗，因此在低阻抗情况下它也可以提供大范围的电源。由于输入、输出信号相位相同且频率范围宽，因此它还适用于长距离传输。

推挽式输出电路可以直接与 NPN 和 PNP 集电极开路输入的电路连接，即可以接入源型或漏型输入的模块中。

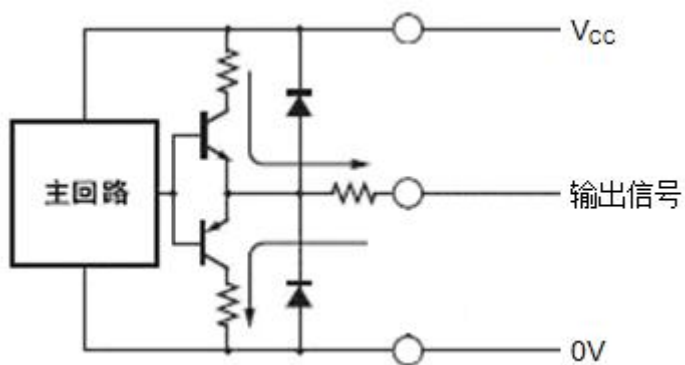


图 2-6 推挽式输出

2.4 线驱动输出

如图 2-7所示，线驱动输出接口采用了专用的 IC 芯片，输出信号符合 RS-422 标准，以差分的形式输出，因此线驱动输出信号抗干扰能力更强，可以应用于高速、长距离数据传输的场合，同时还具有响应速度快和抗噪声性能强的特点。

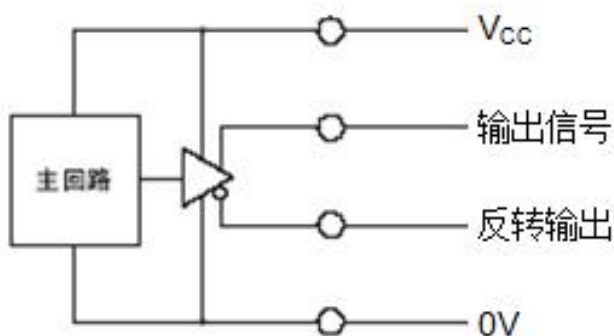


图2-7 线驱动输出

说明：除了上面所列的几种编码器输出的接口类型外，现在好多厂家生产的编码器还具有智能通信接口，比如PROFIBUS总线接口。这种类型的编码器可以直接接入相应的总线网络，通过通信的方式读出实际的计数值或测量值，这里不做说明。

3 高速计数模块与编码器的兼容性

高速计数模块主要用于评估接入模块的各种脉冲信号，用于对编码器输出的脉冲信号进行计数和测量等。西门子 SIMATIC S7 的全系列产品都有支持高速计数功能的模块，可以适应于各种不同场合的应用。

根据产品功能的不同，每种产品高速计数功能所支持的输入信号类型也各不相同，在系统设计或产品选型时要特别注意。下表 3-1 给出了西门子高速计数产品与编码器的兼容性信息，供选型时参考。

表 3-1 高速计数产品与编码器的兼容性

SIMATIC S7 系列产品		增量型编码器				绝对值编码器
		24V PNP	24V NPN	24V 推挽式	5V 差分	SSI
S7-200 / S7-200 Smart	CPU 集成的 HSC	✓	✓	✓	-	-
S7-1200	CPU 集成的 HSC	✓	✓	✓	✓*	-
S7-300	CPU31xC 集成的 HSC	✓	-	✓	-	-
	FM350-1	✓	✓	✓	✓	-
	FM350-2	✓	-	✓	-	-
	SM338	-	-	-	-	✓
S7-400	FM450-1	✓	✓	✓	✓	-
ET200S	1Count 24V	✓	✓	✓	-	-
	1Count 5V	-	-	-	✓	-
	1SSI	-	-	-	-	✓
S7-1500	CPU 集成的 HSC	✓	-	✓	-	-
	TM Count 2x24V	✓	✓	✓	-	-
	TM PosInput2	-	-	-	✓	✓
	TM Timer DIDQ	✓	-	✓	-	-
ET200SP	TM Count 1x24V	✓	✓	✓	-	-
	TM PosInput1	-	-	-	✓	✓

✓ 兼容； - 不兼容

* 只有 CPU1217C 支持

4 编码器使用的常见问题

4.1 编码器选型时要考虑哪些参数

在编码器选型时，可以综合考虑以下几个参数：

- 编码器类型：根据应用场合和控制要求确定选用增量型编码器还是绝对性编码器。

- 输出信号类型：对于增量型编码根据需要确定输出接口类型（源型、漏型）。
- 信号电压等级：确认信号的电压等级（DC24V、DC5V 等）。
- 最大输出频率：根据应用场合和需求确认最大输出频率及分辨率、位数等参数。
- 安装方式、外形尺寸：综合考虑安装空间、机械强度、轴的状态、外观规格、机械寿命等要求。

4.2 如何判断编码器的好坏

可以通过以下几种方法判断编码器的好坏：

- 将编码器接入 PLC 的高速计数模块，通过读取实际脉冲个数或码值来判断编码器输出是否正确。
- 通过示波器查看编码器输出波形，根据实际的输出波形来判断编码器是否正常。
- 通过万用表的电压档来测量编码器输出信号电压来判断编码器是否正常，具体操作方法如下：
 - 1) 编码器为 NPN 晶体管输出时，用万用表测量电源正极和信号输出线之间的电压
 - 导通时输出电压接近供电电压
 - 关断时输出电压接近 0V
 - 2) 编码器为 PNP 晶体管输出时，用万用表测量测量电源负极和信号输出线之间的电压
 - 导通时输出电压接近供电电压
 - 关断时输出电压接近 0V

4.3 计数不准确的原因及相应的避免措施

在实际应用中，导致计数或测量不准确的原因很多，其中主要应注意以下几点：

- 编码器安装的现场环境有抖动，编码器和电机轴之间有松动，没有固定紧。
- 旋转速度过快，超出编码器的最高响应频率。
- 编码器的脉冲输出频率大于计数器输入脉冲最高频率。
- 信号传输过程中受到干扰。

针对以上问题的避免措施：

- 检查编码器的机械安装，是否打滑、跳齿、齿轮齿隙是否过大等。
- 计算一下最高脉冲频率，是否接近或超过了极限值。
- 确保高速计数模块能够接收的最大脉冲频率大于编码器的脉冲输出频率。
- 检查信号线是否过长，是否使用屏蔽双绞线，按要求做好接地，并采取必要抗干扰措施。

4.4 空闲的编码器信号线该如何处理

在实际的应用中，可能会遇到不需要或者模块不支持的信号线，例如：

- 对于带零位信号的 AB 正交编码器（A、B、N），模块不支持 N 相输入或者不需要 Z 信号。
- 对于差分输出信号（A、/A，B、/B，N、/N），模块不支持反向信号（/A，/B，/N）的输入。

对于这些信号线，不需要特殊的处理，可以直接放弃不用！

4.5 增量信号多重评估能否提高计数频率

对于增量信号，可以组态多重评估模式，包括双重评估和四重评估。四重评估是指同时对信号 A 和 B 的正跳沿和负跳沿进行判断，进而得到计数值，如图 4-1 所示。对于四重评估的模式，因为对一个脉冲进行了四倍的处理（四次评估），所以读到的计数值是实际输入脉冲数的四倍，通过对信号的多重评估可以提高测量的分辨率。

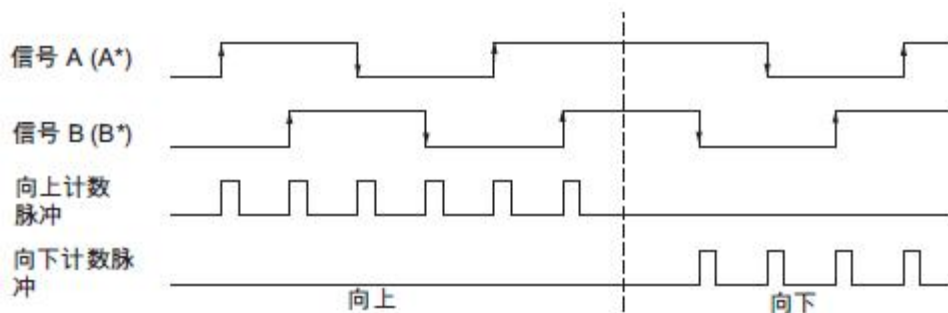


图 4-1 四重评估原理图

通过以上对增量信号多重评估原理的分析可以看出，多重评估只是在原计数脉冲的基础上对计数值作了倍频处理，而实际上对实际输入脉冲频率没有影响，所以也不会提高模块的最大计数频率。例如，FM350-2 的最大计数频率为 10kHz，那么即使配置为四重评估的模式，其最大的计数频率还是 10kHz。

如果您对该文档有任何建议，请将您的宝贵建议提交至[下载中心留言板](#)。

该文档的文档编号：

附录一 推荐网址

自动化系统

西门子（中国）有限公司 工业业务领域 支持中心

网站首页: www.4008104288.com.cn

自动化系统 下载中心: <http://www.ad.siemens.com.cn/download/SearchResult.aspx?pid=1>

自动化系统 全球技术资源:

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10805045/130000>

基于产品的支持与服务主页: <http://www.ad.siemens.com.cn/productportal/Default.aspx>

通信/网络

西门子（中国）有限公司 工业业务领域 支持中心

网站首页: www.4008104288.com.cn

通信/网络 下载中心:

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/SearchResult.aspx?pid=408>

通信/网络 全球技术资源:

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10805868/130000>

注意事项

应用示例与所示电路、设备及任何可能结果没有必然联系，并不完全相关。应用示例不表示客户的具体解决方案。它们仅对典型应用提供支持。用户负责确保所述产品的正确使用。这些应用示例不能免除用户在确保安全、专业使用、安装、操作和维护设备方面的责任。当使用这些应用示例时，应意识到西门子不对在所述责任条款范围之外的任何损坏/索赔承担责任。我们保留随时修改这些应用示例的权利，恕不另行通知。如果这些应用示例与其它西门子公司出版物(例如，目录)给出的建议不同，则以其它文档的内容为准。

声明

我们已核对过本手册的内容与所描述的硬件和软件相符。由于差错难以完全避免，我们不能保证完全一致。我们会经常对手册中的数据进行检查，并在后续的版本中进行必要的更正。欢迎您提出宝贵意见。

版权© 西门子（中国）有限公司 2001-2013 版权保留

复制、传播或者使用该文件或文件内容必须经过权利人书面明确同意。侵权者将承担权利人的全部损失。权利人保留一切权利，包括复制、发行，以及改编、汇编的权利。

西门子（中国）有限公司