

## SD NAND 应用存储功能描述（6）读写数据

### 宽总线选择/取消

选择宽总线(4 位总线宽度)操作模式可以使用 AcMD6 选择/取消选择。默认总线上电或 GO IDLE (CMD0)后的宽度为 1 位总线宽度。

要改变总线宽度需要满足两个条件:

- a)卡处于“传输状态”。
- b)卡未锁定被锁定的卡将响应 ACMD6 为非法命令。

### 2GB 卡

要制作 2GByte 卡,最大块长度(READ BL LEN- write BL LEN)应设置为 1024 字节。但是, CMD16 设置的块长度最多为 512 字节,以保持与 512 字节最大块长度卡(小于等于 2GByte 卡)的一致性。

### 数据读取

当没有数据传输时,通过上拉使数据总线电平高。传输的数据块由起始位(低 1 位或低 4 位)和连续数据流组成。数据流包含有效载荷数据(如果使用 off-card ECC is used, 则包含纠错位)。数据流以 end1 位结束(1 位或 4 位 HIGH)。

数据传输与时钟信号同步。面向块的数据传输的有效载荷由 1 位或 4 位 CRC 校验和保护。关闭电源可能会中断 SD 存储卡的读取操作。SDI 存储卡确保在主机发出的除写或擦除操作外的所有情况下,即使在突然关闭或删除的情况下,数据也不会被破坏。如果发生 BLOCK\_LEN\_ERROR 或 ADDRESS\_ERROR, 并且没有进行数据传输,则拒绝读取命令。

### 块读取

块读取是面向块的数据传输。数据传输的基本单位是一个块,其最大大小始终为 512 字节。较小的块,其起始和结束地址完全包含在 512 字节边界内,可以传输。

CMD16 设置的块长度可以设置为 512 字节,与 READ\_BL\_LEN 无关。CRC 被附加到每个块的末尾,以确保数据传输的完整性。CMD17 (READ\_SINGLE\_BLOCK)发起一个块读取,完成传输后,卡返回到传输状态。CMD18 (READ\_MULTIPLE\_BLOCK)启动几个连续块的传输。块将持续传输,直到发出停止传输命令(CMD12)。I 由于串行命令传输, stop 命令有执行延迟。数据传输在 stop 命令结束位之后停止。

当使用 CMD18 读取用户区的最后一块时,即使顺序正确,主机也应该忽略可能发生的 OUT\_OF\_RANGE 错误。

如果主机使用的部分块的累积长度不是块对齐的,并且不允许块错位,卡应该在第一个错位块的开始处检测到块错位,在状态寄存器中设置 ADDRESS\_ERROR 错误位,中止传输,并在 Data State 中等待停止命令。

下方图格定义了当局部块访问被启用时的卡片行为。

如果不对齐的块是命令的第一个数据块(即在对命令的实际响应中报告了 i.e.ADDRESS\_ERROR),则不传输数据,卡保持在 TRAN 状态。

Max block size READ_BL_LEN	CSD value		Current Blocklen <sup>*1</sup>	Read CMD Start Address
	Misalign	Partial		
512Bytes	0 (Disable)	1 (Enable)	1- 512 bytes	Any address is accepted. <sup>*2</sup>
1kBytes	0 (Disable)	1 (Enable)	1- 512 bytes	Any address is accepted. <sup>*2</sup>
2kBytes	0 (Disable)	1 (Enable)	1- 512 bytes	Any address is accepted. <sup>*2</sup>

### Read Command Blocklen

\*1: “当前块栏”大小由 CMD16 设置或更改。如果 value 小于或等于 512 字节(与 Misalign 和 Partial 选项没有关系), 则设置无错误。

\*2:当 Blocklen 大小数据范围超过 512 字节的块边界时, 卡片输出数据直到 512 字节的块边界, 此时数据无效, 也可能出现 CRC 错误。卡将在下一个命令响应中发送“ADDRESS\_ERROR”。主机应该发出 CMD12 来恢复。

### 数据写入

数据传输格式与数据读取格式类似。对于面向块的写数据传输, CRC 校验位被添加到每个数据块中。在写操作之前, 卡对每个接收到的数据块执行 1 位或 4 位 CRC 奇偶校验。通过这种机制, 可以防止写入错误传输的数据。如果发生 BLOCK\_LEN\_ERROR 或 ADDRESS\_ERROR, 并且没有进行数据传输, 则拒绝写命令。

### 块的写入

在块写入(CMD24 - 27,42,56 (w))期间, 一个或多个数据块从主机传输到卡, 主机在每个块的末尾附加 1 或 4 位 CRC。无论 WRITE\_BL\_LEN 设置为 1k 还是 2k 字节, 支持块写的卡都要求 CMD16 设置的 block Length 为 512 字节。下方表格定义了当部分块访问被禁用(WRITE\_BL\_PARTIAL = 0)时卡的行为。

Max block size WRITE_BL_LEN	CSD value		Current Blocklen <sup>*1</sup>	Write CMD Start Address
	Misalign	Partial		
512Bytes	0 (Disable)	0 (Disable)	512 bytes <sup>*2</sup>	n * 512 bytes <sup>*3</sup> (n: Integer)
1kBytes	0 (Disable)	0 (Disable)	512 bytes <sup>*2</sup>	n * 512 bytes <sup>*3</sup> (n: Integer)
2kBytes	0 (Disable)	0 (Disable)	512 bytes <sup>*2</sup>	n * 512 bytes <sup>*3</sup> (n: Integer)

### Write Command Blocklen

\*1: “当前块栏”大小由 CMD16 设置或更改。如果 value 小于 512 字节(与 Misalign 和 Partial 选项没有关系), 则设置无错误。然后在写命令执行时测试“当前 Blocklen”大小。

\*2:如果当前的 Blocklen 不是这个值, 卡在写命令响应上指示“BLOCK\_LEN\_ERROR”。

\*3:如果起始地址不是这个值, 卡将在写命令响应中发送“ADDRESS\_ERROR”。

如果允许 WRITE\_BL\_PARTIAL(=1), 那么也可以使用更小的块, 最高分辨率为一个字节。如果 CRC 失败, 卡应在 DAT 线上指示失败;传输的数据将被丢弃而不被写入, 所有进一步传输的块(在多个块中)将被写入模式)将被忽略。

为了提高写操作的速度，建议使用多个块写命令，而不是连续的单个写命令。如果主机使用的部分块的累计长度没有块对齐，并且不允许块错位(CSD 参数 WRITE\_BLK\_MISALIGN 未设置)，则卡应在第一个错位块开始之前检测到块错位错误并中止编程。

卡应该在状态寄存器中设置 ADDRESS\_ERROR 错误位，同时忽略所有进一步的数据传输，在 Receive-data-State 中等待停止命令。

注意，第一个数据块对于写命令是不对齐的(即在写命令的实际响应中报告 i.e.ADDRESS\_ERROR)，卡保持在 tran 状态，没有数据被编程。如果主机试图在写保护区域上写，写操作也会被终止。然而，在这种情况下，卡应该设置 WP\_VIOLATION 位。

CSD 寄存器的编程不需要先前的块长度设置。传输的数据也受 CRC 保护。如果 CSD 寄存器的一部分存储在 ROM 中，那么这个不可改变的部分应与接收缓冲区的相应部分相匹配。如果匹配失败，那么卡将报告一个错误，并且不会更改任何寄存器内容。

有些卡可能需要很长且不可预测的时间来写入数据块。在接收到数据块并完成 CRC 检查后，如果写缓冲区已满并且无法接受来自新 WRITE\_BLOCK 命令的新数据，则卡将开始写入并保持 DAT0 低电平。主机可以在任何时候用 SEND\_STATUS 命令(CMD13)轮询卡片的状态，卡片将用它的状态进行响应。状态位 READY\_FOR\_DATA 表示卡是否可以接受新数据，或者写过程是否仍在进行中。

主机可以通过发出 CMD7(选择不同的卡)来取消卡的选择，这将使卡进入断开状态并释放数据线而不中断写操作。当重新选择卡时，如果编程仍在进行中并且写缓冲区不可用，它将通过将 DAT 拉到低来重新激活忙指示。

实际上，主机可以同时多张卡进行写操作，并有互留过程。交错过程可以通过在其他卡忙时单独访问每个卡来完成。这个过程可以通过适当的 CMD 和 DAT0-3 线操作(断开忙卡)来完成。