

5. SD 总线能量控制流程

控制SD总线电源的流程，如图27-6所示。

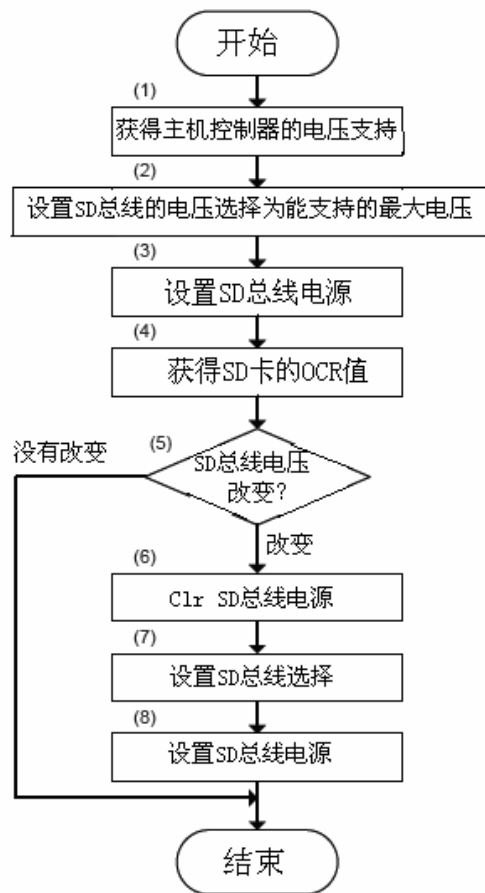


图 27-6 SD 总线控制流程

步骤如下：

- (1) 读容限寄存器，获得主机控制器的电压支持。
- (2) 在能量控制寄存器中设置SD总线电压选择主机控制器支持的最大电压。
- (3) 在能量控制寄存器中设置SD总线电源为1。
- (4) 获得SD卡内部功能的OCR值。
- (5) 判断是否必须改变SD总线电压。如果必须改变SD总线电压，则到步骤（6）；否则到‘结束’。

(6) 在能量控制寄存器中设置SD总线的能量为0来清除这位。卡要求电压从0上升到正确值，主机驱动器将在被通过SD总线设置选择改变电压前清除SD总线能量。

(7) 在能量控制寄存器中设置SD总线电压选择。

(8) 在能量控制寄存器中设置SD总线能量为1。

注：步骤（2）和步骤（3）能同时进行。同样，步骤（7）和步骤（8）也能同时进行。

6. 改变总线宽度流程

SD卡总线中改变位模式流程，如图27-7所示。

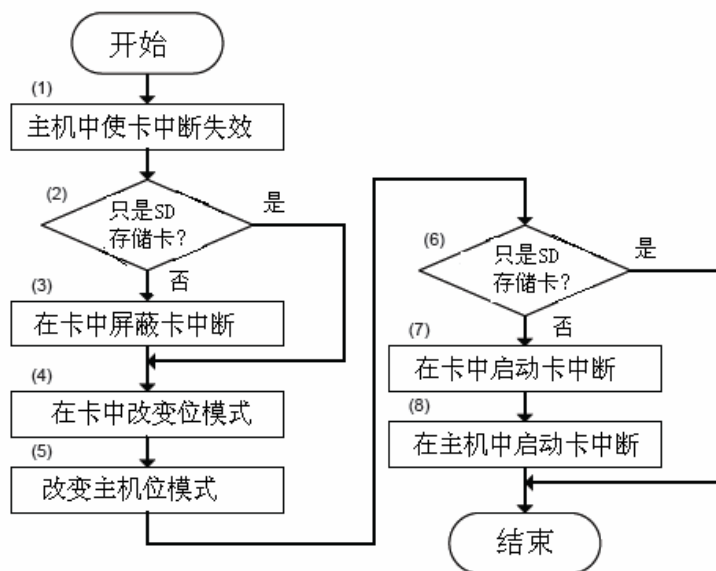


图 27-7 改变总线宽度的流程

步骤如下：

(1) 在正常中断状态启动寄存器中设置卡中断状态启动为0，用于屏蔽在改变总线宽度时可能发生的不正常的中断。

(2) 如果是SD存储卡，那么到步骤（4）；如果是其它的卡则进行步骤（3）。

(3) 在SDIO或者SD组合解码/编码卡中通过CMD52设置CCCR的“IENM”为0。

(4) 改变位模式为SD卡。通过ACMD6改变SD存储卡的总线宽度和通过设置总线接口控制器的总线宽度来改变SDIO卡总线宽度。

(5) 如果想改成4位模式，在主机控制寄存器中设置数据传输宽度为1。其它情况（1位模式），设置为0。

(6) 如果是SD存储卡，那么到“结束”；如果是其它卡，到步骤（7）。

(7) 在SDIO卡或者SD解码/编码卡中，通过CMD52设置CCCR的“IENM”为1。

(8) 在正常中断状态启动寄存器中设置卡中断状态启动为1。

7. 为数据线设置超时

为了对数据检测超时错误，在SD卡的处理之前，如图27-8所示。

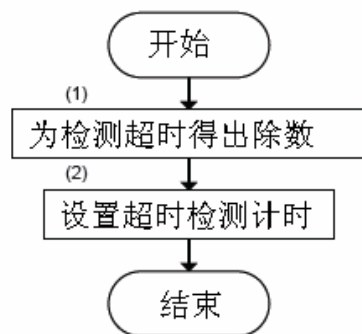


图 27-8 超时设置流程

主机驱动器将执行下面的步骤：

(1) 读容限寄存器中的超时时钟频率和超时时钟单元，计算除数以检测超时错误。如果时钟频率是000000b, 主机系统将通过其它方式向主机驱动器提供信息。

(2) 在时间控制寄存器中设置数据超时计数器的值，使其和步骤（1）中的值相符。

8. SD处理产生

下面介绍产生的流程和SD处理控制的种类。SD处理种类分为以下三中情况：

(1) 不使用线的处理。

(2) 对于繁忙信号使用数据线的处理。

(3) 使用数据线用于传输数据的处理。

在上述情况中第一种和第二种情况被分类为“数据传输没有使用数据线的传输控制”，第三种情况被分类为“数据传输使用数据线的传输控制”。

9. SD指令发出流程

如图27-9所示，显示了指令发出的流程图。

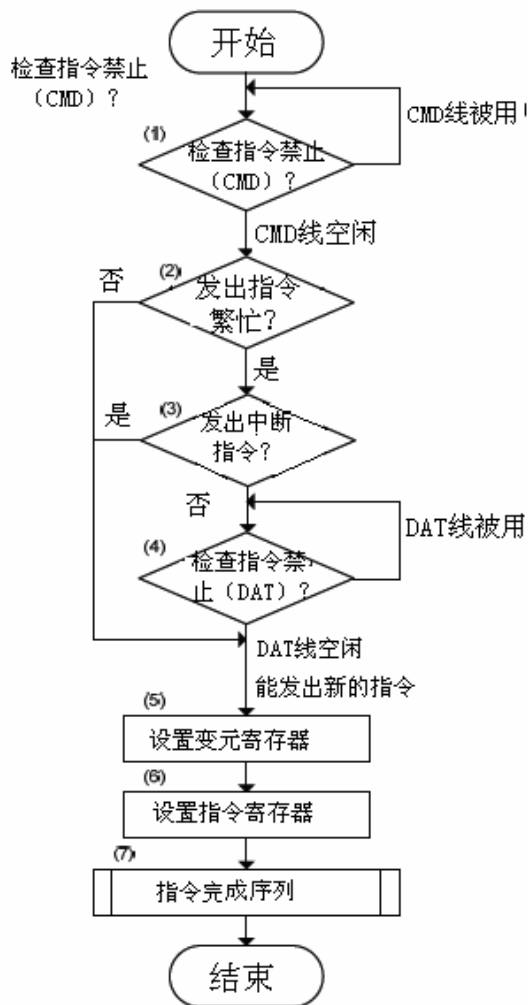


图 27-9 指令发出流程

其步骤如下：

(1) 重复查看当前状态寄存器中指令禁止 (CMD)，直到指令禁止 (CMD) 是0。也就是，指令禁止 (CMD) 是1时，主机驱动器不会发出SD指令。

(2) 如果主机驱动器发出SD指令伴有繁忙信号，则进行步骤(3)。如果没有繁忙信号则进行步骤(5)。

(3) 如果主机驱动器是一个中断指令，进行步骤(5)。如果没有中断信号，进行步骤(4)。

(4) 检查当前状态寄存器指令禁止 (DAT)。重复操作，直到指令禁止 (DAT) 是0。

(5) 在变源寄存器设置相应的值来发出指令。

(6) 在指令寄存器设置相应的值来发出指令。

注：在指令寄存器中写上面的字节来是SD指令发出。

(7) 执行指令完成顺序。

10. 指令完成流程

完成SD卡指令，如图27-10所示。

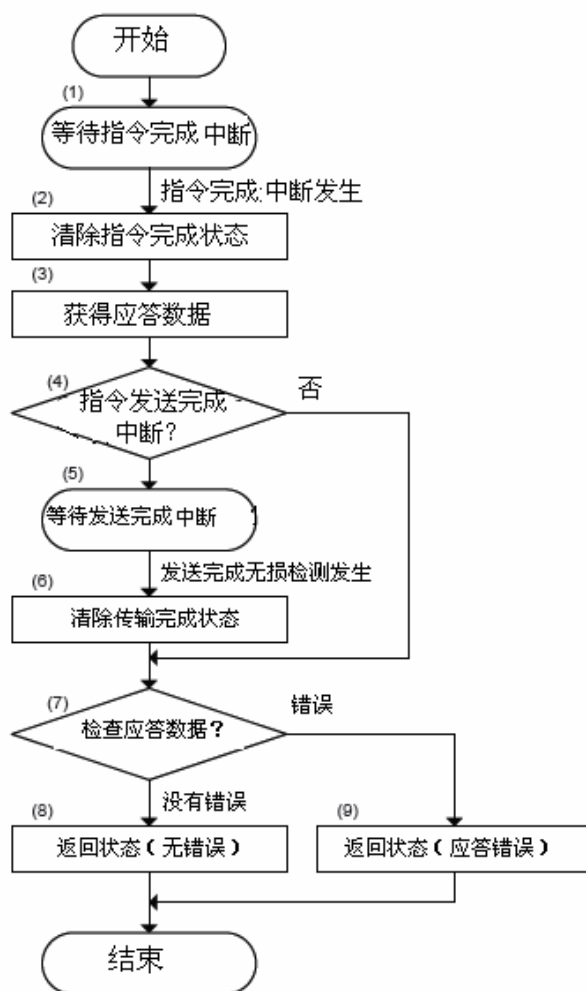


图 27-10 指令完成流程

流程中可能会有错误（指令索引/结束位/超时错误）发生。

- (1) 等待指令完成中断。如果完成中断发生，执行步骤(2)。
- (2) 在正常中断状态寄存器写1到指令完成来清除这位。
- (3) 读应答寄存器，并且根据发出的指令得到信息。
- (4) 判断指令是否使用传输完成中断。如果是，则继续执行步骤(5)；否则执行步骤(7)。
- (5) 等待传输完成中断，如果传输完成中断发生，执行步骤(6)。
- (6) 在正常中断状态寄存器中写1到传输完成来清除位。
- (7) 检查应答数据错误。如果没有错误，执行步骤(8)；否则，执行步骤(9)。
- (8) 返回“无错误”状态。
- (9) 返回“应答内容错误”状态。

注：

等待传输完成中断，主机驱动器将只发出没有使用繁忙信号的指令。

主机驱动器通过监控传输完成来判断自动 CMD12 完成。

当使用存储器多时钟模块读指令 (CMD18) 读最后一块无保护区域，即使流程正确的情况下，超出范围的错误也可能发生。主机驱动器必须屏蔽它。这种错误可能发生在自动 CMD12 应答或者下一条指令的应答。

11. 用DAT线传输数据的处理控制

是否使用DMA (可选)，有两种执行方法。不使用DMA的流程如图27-11所示，使用DMA的流程如图27-12所示。

另外，根据指定区段的数量将SD传输流程分类。分成的三类如下：

(1) 单区段传输

在传输前，向主机控制器指定传输的区段数量。这类中指定的传输数量总是1。

(2) 多区段传输

在传输前，向主机控制器指定传输的数量。指定的传输数量是一个或者多个。

(3) 无限制区段传输

在传输前，不向主机控制器指定区段传输的数量。在异常中断处理执行前，传输一直进行。在SD存储器卡中通过CMD12或者在SDIO卡中通过CMD52，处理这个异常中断。

不使用 DMA 控制流程

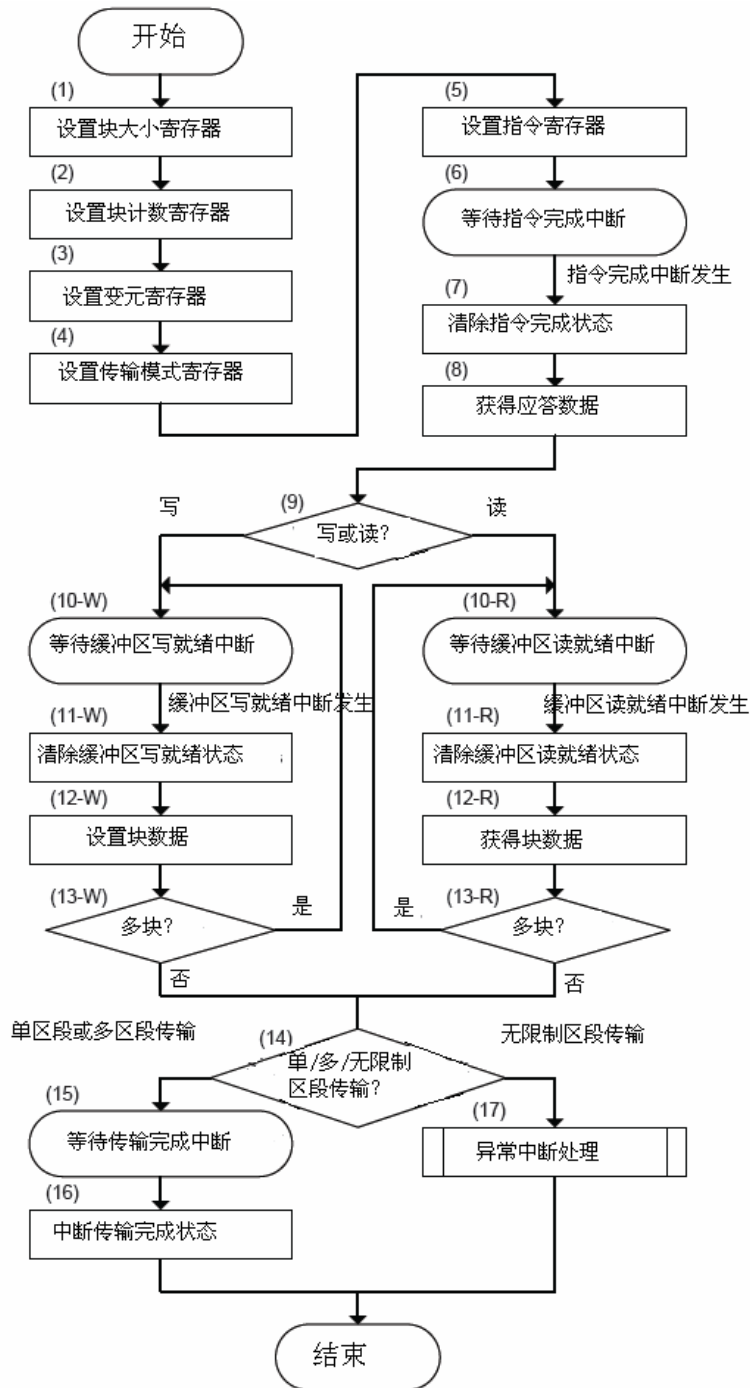


图 27-11 用 DAT 线进行数据传输的处理控制流程(不使用 DMA)

(1) 设置符合一个区段的执行数据字节长度值到块大小寄存器。

(2) 设置符合执行的数据区段计数的值到块计数寄存器。

(3) 设置符合发出指令的值到变元寄存器。

(4) 设置值到多个/单个区段选择和区段计数启动。同时，设置符合发出指令的值到数据传输流向，启动自动CMD12和DMA。

(5) 设置符合发出指令的值到指令寄存器。注：当写指令寄存器高位的字节，SD指令发出。

(6) 等待指令完成中断。

(7) 在正常状态寄存器将指令完成置1以清除这位。

(8) 读应答寄存器和获得与发出指令一致的必要信息。

(9) 如果是向卡中写入则执行步骤(10-W)；如果是从卡中读取则执行步骤(10-R)。

(10-W) 等待缓冲区的写就绪中断。

(11-W) 在正常中断状态寄存器中将缓冲区写就绪置1以清除这位。

(12-W) 写区段数据(根据步骤(1)指定的字节数)到缓冲区数据端口寄存器。

(13-W) 重复操作直到所有区段发送完毕，执行步骤(14)。

(10-R) 等待缓冲区读就绪中断。

(11-R) 在正常中断状态寄存器中将缓冲区读就绪置1以清除这位。

(12-R) 从缓冲区数据端口寄存器读数据(根据步骤(1)指定的字节数)。

(13-R) 重复操作直到所有的区段被接收，进入步骤(14)。

(14) 如果是单区段或者多区段传输，进入步骤(15)，如果是无限区段传输，进入步骤(17)。

(15) 等待发送完成中断。

(16) 在正常中断状态寄存器中将发送完成置1，以清除这位。

(17) 为异常中断处理执行这个流程。

注：步骤(1)和步骤(2)能同时执行，步骤(4)和步骤(5)能同时执行。

使用 DMA 控制流程

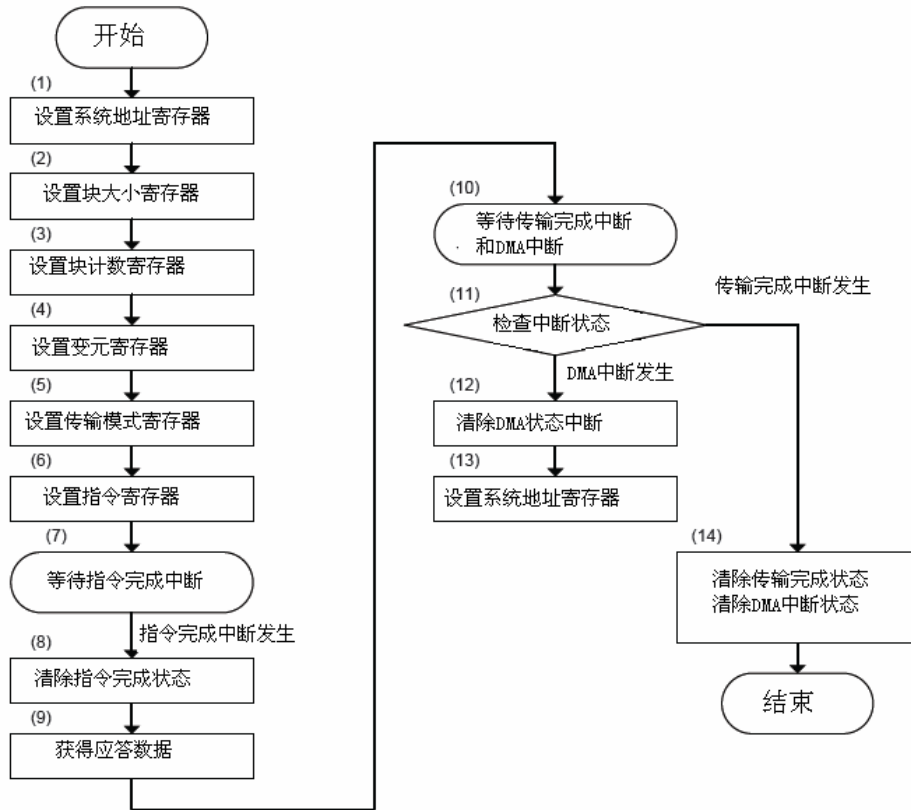


图 27-12 用 DAT 线进行数据传输的处理控制流程(使用 DMA)

- (1) 在系统地址寄存器中为DMA设置系统地址。
- (2) 在块大小寄存器中设置符合一个区段被执行数据的字节长度的值。
- (3) 在块计数寄存器中设置符合被执行数据区段计数的值。
- (4) 在变元寄存器中设置符合发出指令的值。
- (5) 为单/多区段选择和区段计数启动设置值。同时，用于数据传输流向设置符合发出指令的值，启动自动CMD12和DMA。
- (6) 在指令寄存器中设置符合发出指令的值。注：向指令寄存器高位字节写入时，SD指令被发送和DMA开始。
- (7) 等待指令完成中断。
- (8) 在正常中断状态寄存器中将指令完成置1来清除这位。
- (9) 读应答寄存器，获得与发出指令一致的必要信息。
- (10) 等待传输完成中断和DMA中断。

(11) 如果传输完成被置1，那么进入步骤(14)；如果DMA中断被置1，进入步骤(12)。较DMA中断，传输完成中断优先。

(12) 在正常中断状态寄存器将DMA中断置1，来清除这位。

(13) 设置下一个数据位置的系统地址，到系统地址寄存器，并且进入步骤(10)。

(14) 在正常中断状态寄存器中将传输完成置1，来清除这位。

注：步骤(2)和步骤(3)能同时执行。步骤(5)和步骤(6)能同时执行。

12. 异常中断处理

对于SD存储卡通过发出CMD12，对于SDIO卡通过发出CMD52来进行异常处理。有两种情况需要，主机驱动器需要做中断处理。第一种情况是主机驱动器停止无限驱动器传输；第二种情况是主机驱动器停止传输时多区段传输执行。

有两种方式来发送一个异常处理命令，第一种是异步中断，第二种是同步中断。对于异步中断，主机驱动器能发出异常中断命令，除非在当前状态寄存器中将命令禁止(CMD)设置为‘1’。对于同步异常中断，在块间隔控制寄存器通过使用停止块间隔请求停止数据传输后，主机驱动器将发出一个异常中断命令。

27.3 DMA 处理

DMA允许外设(在没有CPU干涉的情况下)来读和写存储器。只有一个SD指令处理能通过DMA执行。支持DMA的主机驱动器，支持单区段和多区段传输。

系统地址寄存器指向第一个数据地址，然后从这个地址连续地访问数据。主机控制寄存器将为在DMA传输期间发送non-DAT线指令保持可存取。不管系统总线使用的传输方式是哪一种，DMA传输结果是一样的。DMA不支持无限传输。

通过在块间隔控制寄存器中使用控制位，能启动和停止DMA传输。当停止块间隔被设置，DMA传输将暂停；当继续请求被设置或者发出一个恢复指令，DMA将继续执行传输。如果SD总线错误发生，SD总线传输和DMA传输将被停止。在软件复位寄存器为DAT线设置软件复位中断DMA传输。