

摘要

本指南详细介绍了 DLPC6540 基于控制器的系统的软件接口要求，包括通信协议、初始化、默认设置、常见用例和命令说明。

内容

1 范围	5
2 参考文献	5
3 首字母缩写词	5
4 系统引导	6
4.1 闪存中的数据	6
4.2 引导加载程序	6
4.3 主应用程序	7
4.4 引导加载程序和主应用程序支持的命令	7
4.5 调试终端	8
4.6 HOST_IRQ/SYSTEM_BUSY	8
4.7 心跳	8
4.8 低级故障	8
5 系统状态	8
6 版本	8
7 功耗模式	8
8 显示模式	8
9 源检测和配置	8
10 内部源	9
10.1 测试图形 (TPG)	9
10.2 纯色域 (SFG) 颜色	9
10.3 幕布	9
11 显示格式	9
12 图像处理	10
13 照明控制	10
14 外设	10
14.1 GPIO	10
15 接口协议	10
15.1 支持的接口	10
15.2 I ² C 目标	10
15.3 USB	11
16 命令协议	11
16.1 命令数据包	11
16.2 响应数据包	12
16.3 目标详细信息	13
16.4 错误处理和恢复	14
16.5 系统繁忙 - I ² C 场景	14
16.6 支持可变数据大小	14
17 自动初始化批处理文件	15
18 命令说明	15
19 系统命令	16
19.1 3D	16
19.2 管理事务	20

19.3 自动锁定.....	36
19.4 引导加载程序.....	37
19.5 校准.....	46
19.6 内部调试.....	62
19.7 调试.....	63
19.8 常规运行.....	76
19.9 照明.....	104
19.10 图像处理.....	106
19.11 外设.....	138
19.12 扭曲.....	148
19.13 手动 WPC.....	153
修订历史记录.....	155

插图清单

图 1-1. 典型投影仪系统方框图.....	5
图 4-1. 闪存更新流程图.....	7
图 15-1. USB 内核.....	11

表格清单

表 4-1. 支持的闪存更新命令.....	6
表 16-1. 命令数据包格式.....	11
表 16-2. 命令标头字节.....	12
表 16-3. 响应数据包格式.....	12
表 16-4. 响应标头字节.....	13
表 16-5. 错误代码定义.....	13
表 16-6. 目标号码.....	13
表 19-1. 启用 3D [操作码：B1h 目标：4].....	16
表 19-2. 3D 源配置 [操作码：B2h 目标：4].....	17
表 19-3. 左右信号极性 [操作码：B3h 目标：4].....	19
表 19-4. 模式 [操作码：00h 目标：1].....	20
表 19-5. 控制器信息 [操作码：00h 目标：4].....	21
表 19-6. 版本 [操作码：01h 目标：1].....	22
表 19-7. DMD 信息 [操作码：01h 目标：4].....	23
表 19-8. 切换模式 [操作码：02h 目标：1].....	24
表 19-9. DMD 分辨率 [操作码：02h 目标：4].....	25
表 19-10. 闪存版本 [操作码：03h 目标：4].....	26
表 19-11. 闪存布局版本 [操作码：04h 目标：4].....	27
表 19-12. 产品配置失败原因 [操作码：05h 目标：4].....	28
表 19-13. 系统状态 [操作码：06h 目标：4].....	29
表 19-14. EEPROM 数据存在 [操作码：07h 目标：4].....	30
表 19-15. 通用延迟命令 [操作码：08h 目标：4].....	31
表 19-16. EEPROM 失效 [操作码：0Ah 目标：4].....	32
表 19-17. 启动界面捕获 [操作码：0Bh 目标：4].....	33
表 19-18. 启动界面捕获状态 [操作码：0Ch 目标：4].....	34
表 19-19. 终止启动界面捕获 [操作码：0Dh 目标：4].....	35
表 19-20. 自动锁定控制 [操作码：24h 目标：4].....	36
表 19-21. 引导暂停原因 [操作码：12h 目标：1].....	37
表 19-22. 闪存信息 [操作码：20h 目标：1].....	38
表 19-23. 可编程闪存扇区信息 [操作码：21h 目标：1].....	39
表 19-24. 解锁闪存更新 [操作码：22h 目标：1].....	40
表 19-25. 擦除扇区 [操作码：23h 目标：1].....	41
表 19-26. 初始化闪存读写设置 [操作码：24h 目标：1].....	42
表 19-27. 闪存写入 [操作码：25h 目标：1].....	43
表 19-28. 校验和 [操作码：26h 目标：1].....	44
表 19-29. 复位闪存 [操作码：27h 目标：1].....	45
表 19-30. XPR 校准图案显示 [操作码：ABh 目标：4].....	46
表 19-31. XPR 4Way 方向 [操作码：B4h 目标：4].....	47
表 19-32. XPR 激励器波形控制参数 [操作码：B5h 目标：4].....	48

表 19-33. DB 边框配置 [操作码：BBh 目标：4].....	51
表 19-34. DB 边框权重 [操作码：BCh 目标：4].....	52
表 19-35. DB 裁剪像素 [操作码：BDh 目标：4].....	53
表 19-36. DB 增益 [操作码：BEh 目标：4].....	54
表 19-37. DB 直方图 [操作码：C2h 目标：4].....	55
表 19-38. 当前 LED 色点 [操作码：C4h 目标：4].....	56
表 19-39. WPC 最佳占空比 [操作码：C5h 目标：4].....	57
表 19-40. WPC 校准数据 [操作码：C6h 目标：4].....	58
表 19-41. WPC 传感器输出 [操作码：CDh 目标：4].....	59
表 19-42. 启用 XPR 校准模式 [操作码：D1h 目标：4].....	60
表 19-43. WPC 校准结构覆盖 [操作码：D2h 目标：4].....	61
表 19-44. Vx1 硬件状态 [操作码：3Fh 目标：4].....	62
表 19-45. 存储器 [操作码：10h 目标：1].....	63
表 19-46. 存储器阵列 [操作码：11h 目标：1].....	64
表 19-47. 调试消息掩码 [操作码：E0h 目标：4].....	65
表 19-48. 启用 USB 调试日志 [操作码：E1h 目标：4].....	66
表 19-49. DLPA3005 寄存器 [操作码：E3h 目标：4].....	67
表 19-50. TI 激励器接口调试 [操作码：E4h 目标：4].....	68
表 19-51. DMD 电源 [操作码：E8h 目标：4].....	69
表 19-52. DMD 停止 [操作码：E9h 目标：4].....	70
表 19-53. DMD True Global 复位 [操作码：EBh 目标：4].....	71
表 19-54. 整数栈 [操作码：F0h 目标：4].....	72
表 19-55. 打印所有任务信息 [操作码：F1h 目标：4].....	73
表 19-56. 资源 [操作码：F2h 目标：4].....	74
表 19-57. EEPROM 自由区偏移 [操作码：FFh 目标：4].....	75
表 19-58. 功耗 [操作码：10h 目标：4].....	76
表 19-59. 显示 [操作码：11h 目标：4].....	77
表 19-60. 启用低延迟模式 [操作码：12h 目标：4].....	78
表 19-61. 系统外观 [操作码：13h 目标：4].....	79
表 19-62. TPG 预定义图形 [操作码：14h 目标：4].....	80
表 19-63. TPG 边框 [操作码：15h 目标：4].....	81
表 19-64. TPG 分辨率 [操作码：16h 目标：4].....	82
表 19-65. TPG 帧速率 [操作码：17h 目标：4].....	83
表 19-66. SFG 颜色 [操作码：18h 目标：4].....	84
表 19-67. SFG 分辨率 [操作码：19h 目标：4].....	85
表 19-68. 幕布颜色 [操作码：1Ah 目标：4].....	86
表 19-69. 启动界面加载图像 [操作码：1Bh 目标：4].....	87
表 19-70. 启用图像翻转 [操作码：1Ch 目标：4].....	88
表 19-71. 启用冻结 [操作码：1Dh 目标：4].....	89
表 19-72. 梯形角度 [操作码：1Eh 目标：4].....	90
表 19-73. 梯形配置覆盖 [操作码：1Fh 目标：4].....	91
表 19-74. 启用变形缩放 [操作码：20h 目标：4].....	92
表 19-75. 显示图像尺寸 [操作码：21h 目标：4].....	93
表 19-76. 源配置 [操作码：22h 目标：4].....	94
表 19-77. 数据路径扫描状态 [操作码：25h 目标：4].....	98
表 19-78. 帧速率参数 [操作码：26h 目标：4].....	99
表 19-79. VBO 配置 [操作码：30h 目标：4].....	100
表 19-80. 梯形角 [操作码：3Ah 目标：4].....	101
表 19-81. 扭曲时序验证启用调整扭曲 [操作码：3Bh 目标：4].....	102
表 19-82. 是否已修改扭曲几何形状 [操作码：3Ch 目标：4].....	103
表 19-83. 照明启用 [操作码：80h 目标：4].....	104
表 19-84. DLPA3005 照明电流 [操作码：84h 目标：4].....	105
表 19-85. 图像算法启用 [操作码：40h 目标：4].....	106
表 19-86. 图像亮度 [操作码：41h 目标：4].....	108
表 19-87. 图像对比度 [操作码：42h 目标：4].....	109
表 19-88. 图像色调和颜色控制 [操作码：43h 目标：4].....	110
表 19-89. 图像锐度 [操作码：44h 目标：4].....	111
表 19-90. 图像 RGB 偏移 [操作码：45h 目标：4].....	112

表 19-91. 图像 RGB 增益 [操作码：46h 目标：4].....	113
表 19-92. CSC 表 [操作码：47h 目标：4].....	114
表 19-93. 图像 CCA 坐标 [操作码：48h 目标：4].....	115
表 19-94. 图像 HSG [操作码：49h 目标：4].....	119
表 19-95. 图像伽马 LUT [操作码：4Ah 目标：4].....	121
表 19-96. 图像伽马曲线漂移 [操作码：4Bh 目标：4].....	122
表 19-97. 图像白色峰值因子 [操作码：4Ch 目标：4].....	123
表 19-98. XPR 滤波强度命令 [操作码：4Dh 目标：4].....	124
表 19-99. HDR 源配置 [操作码：4Eh 目标：4].....	125
表 19-100. HDR 强度设置 [操作码：4Fh 目标：4].....	126
表 19-101. 系统亮度范围设置 [操作码：50h 目标：4].....	127
表 19-102. 图像颜色配置 [操作码：51h 目标：4].....	128
表 19-103. 像点 HSG [操作码：52h 目标：4].....	129
表 19-104. Spcc 控制点 [操作码：53h 目标：4].....	133
表 19-105. Pcc 直接系数 [操作码：54h 目标：4].....	134
表 19-106. GPIO 引脚配置 [操作码：60h 目标：4].....	138
表 19-107. GPIO 引脚 [操作码：61h 目标：4].....	139
表 19-108. 通用时钟启用 [操作码：63h 目标：4].....	140
表 19-109. 通用时钟频率 [操作码：64h 目标：4].....	141
表 19-110. I2C 直通 [操作码：67h 目标：4].....	142
表 19-111. DMD 温度 [操作码：69h 目标：4].....	143
表 19-112. EEPROM 锁定状态 [操作码：6Ch 目标：4].....	144
表 19-113. UART 配置 [操作码：6Dh 目标：4].....	145
表 19-114. 手动扭曲表 [操作码：34h 目标：4].....	148
表 19-115. 手动扭曲控制点 [操作码：35h 目标：4].....	149
表 19-116. 应用手动扭曲 [操作码：36h 目标：4].....	150
表 19-117. 平滑扭曲表 [操作码：38h 目标：4].....	151
表 19-118. 手动扭曲表更新模式 [操作码：39h 目标：4].....	152
表 19-119. WPC 目标手动模式 [操作码：D4h 目标：4].....	153
表 19-120. WPC 目标色点 [操作码：D5h 目标：4].....	154

商标

Composer™ is a trademark of Texas Instruments.

DLP® is a registered trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 范围

本指南详细介绍了 DLPC6540 控制器系统的软件接口要求，包括通信协议、初始化、默认设置、常见用例和命令说明。

图 1-1 显示了使用 DLPC6540 控制器的典型投影仪系统，其中包括 DLPA3005 电源管理 IC 和 0.47 4K HSSI DMD。

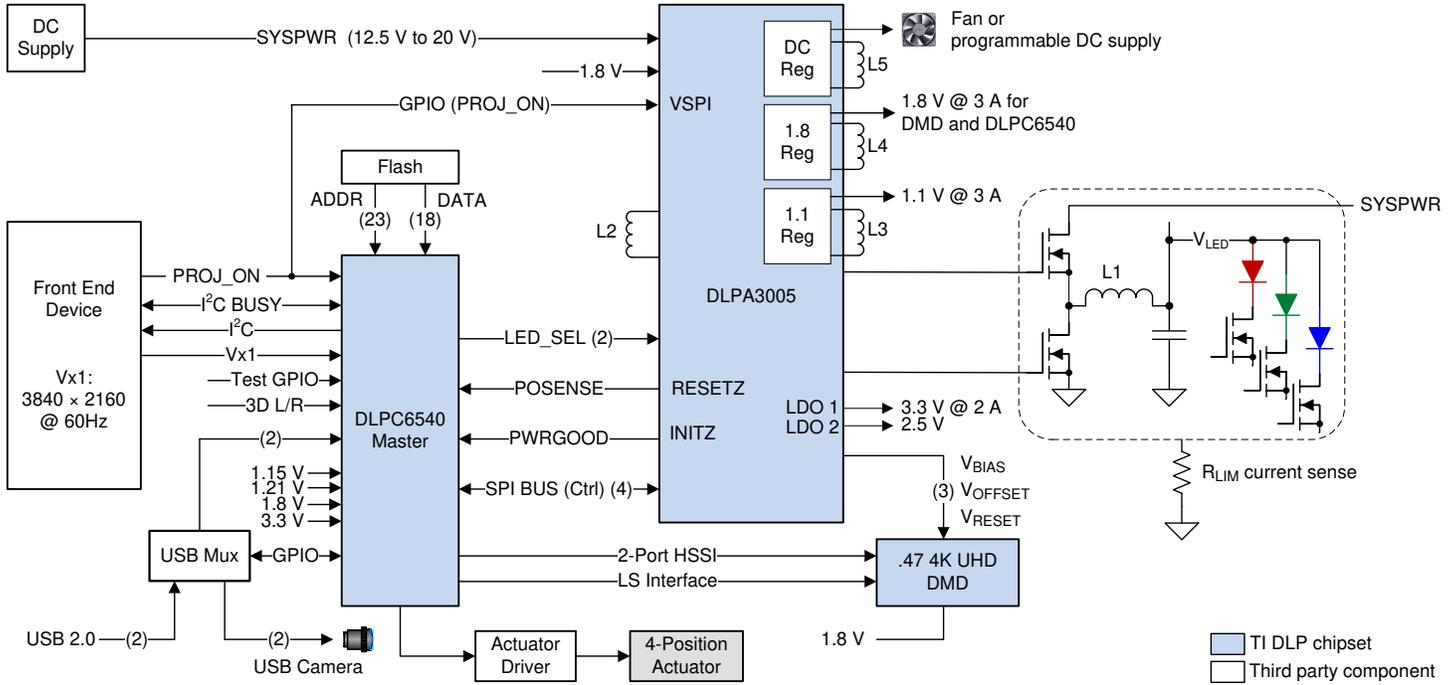


图 1-1. 典型投影仪系统方框图

2 参考文献

1. DLPC6540 数据表。
2. I²C 总线规范 - Philips Semiconductor 1994 桌面视频数据手册。
3. DLP® Composer™ 工具用户指南。

3 首字母缩写词

- CCA - 色彩坐标调整
- CFI - 通用闪存接口
- CSC - 颜色空间转换
- DB - 动态纯黑
- DLPC - DLP 控制器
- HSG - 色相饱和度增益
- SFG - 纯色域发生器
- GPIO - 通用输入/输出
- LUT - 查找表
- PWM - 脉宽调制
- SSI - 固态照明
- TPG - 测试图形发生器

4 系统引导

DLP 控制器从连接到 PM_CSZ_0 线路上的并行闪存引导。该控制器中没有内置 ROM 代码。必须在 CS0 片选线路上连接并行闪存。

4.1 闪存中的数据

闪存中主要存在以下数据类型。

- 引导加载程序应用程序
- 主应用程序
- 配置数据
- 显示序列
- 启动界面图像
- 自动初始化批处理文件

4.2 引导加载程序

引导加载程序是在系统开启或复位时从闪存中运行的第一个应用程序，它将自身从闪存复制到内部 RAM 后再执行。此应用程序会执行闪存更新（擦除、编程），而且在识别闪存中的主应用程序有效后，才开始运行该主应用程序。此应用程序在启动时读取 GPIO_64 (HOLD_BOOTZ) 信号，如果该信号为 0，则应用程序会一直处于引导应用程序模式。这个有用的选项会强制固件更新，以防闪存上的主应用程序损坏。使用 DLP 控制程序可更新闪存固件。

表 4-1 列出了引导加载程序支持的所有闪存更新命令。图 4-1 展示了用于更新闪存内容的引导加载程序命令的示例用法。

表 4-1. 支持的闪存更新命令

命令	说明
引导暂停原因	控制器处于引导应用程序模式的原因。
获取闪存 ID	返回闪存 ID
获取闪存扇区信息	检索闪存扇区数和扇区大小信息
闪存锁定/解锁	用户必须发送此命令来解锁闪存的擦除/编程权限。这是为了防止意外擦除/编程闪存数据。
擦除扇区	此命令用于擦除扇区 - 用户提供扇区地址作为输入
初始化闪存读取/写入	此命令用于指定闪存上的起始地址以及要写入或回读的字节数
获取校验和	此命令用于计算校验和并将其返回。此命令用于根据闪存地址和字节数来计算校验和。

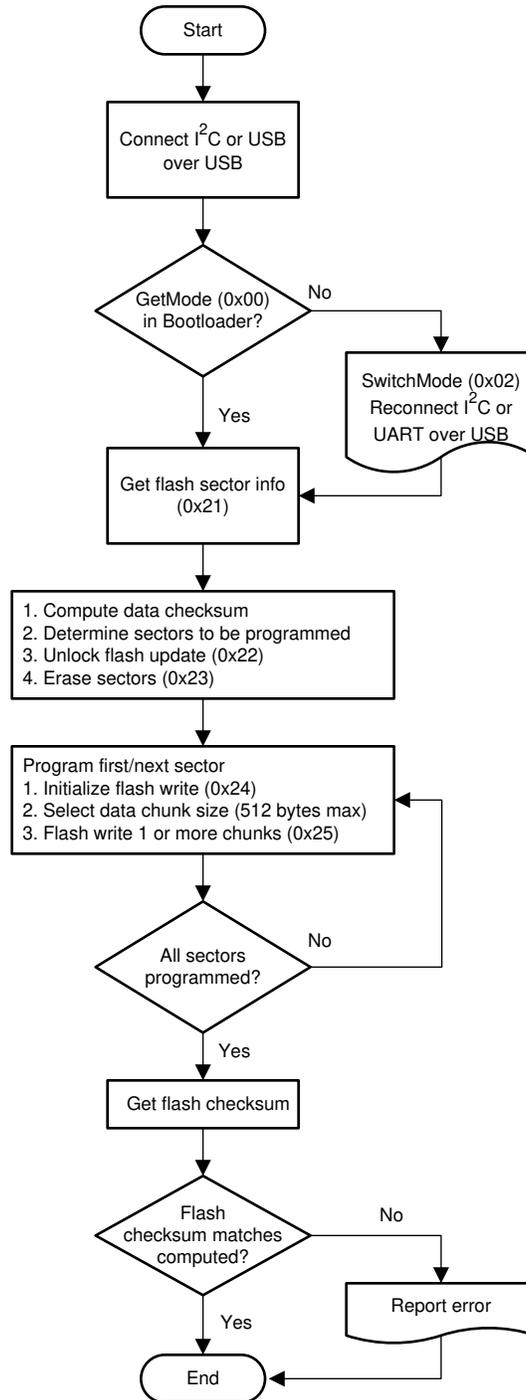


图 4-1. 闪存更新流程图

4.3 主应用程序

此应用程序在投影仪正常工作期间运行，并执行完整的系统初始化，涉及 DMD、照明子系统和外设。它会响应来自自主机控制器的所有控制命令，然后采取适当的措施并发送响应。

4.4 引导加载程序和主应用程序支持的命令

引导加载程序和主应用程序支持以下命令：

命令名称	说明
获取模式	返回当前模式 - 引导加载程序还是主应用程序

命令名称	说明
获取版本	返回软件版本信息
开关模式	在引导加载程序模式和主应用程序模式之间切换

4.5 调试终端

应用程序在其 UART 端口 0 上打印多条状态消息和调试信息。用户可以选择使用 DLP Composer 工具将该端口配置为其他端口。此 UART 端口默认设置为 115200 波特率、8 个数据位、无奇偶校验、1 个停止位和无流量控制，这些参数可通过 DLP Composer 工具根据用户偏好进行更改。

调试终端上的消息级别可通过设置调试消息掩码命令进行配置。用户可以选择使用启用 USB 调试日志命令将调试消息发送到 USB 端口而不是 UART 端口。

4.6 HOST_IRQ/SYSTEM_BUSY

GPIO_58 提供 HOST_IRQ/SYSTEM_BUSY 信号，可从控制器端配置为开漏 GPIO。GPIO 指示控制器何时空闲或繁忙。上电复位期间，前端通信器件必须等到信号变为低电平状态，这时主机处理器可以接收命令。当信号持续保持高电平时，这表示控制器引导序列存在问题。在这种情况下，必须将该解决问题后再继续操作。（尝试读取获取引导暂停原因命令来缩小问题范围。）

4.7 心跳

成功启动后，控制器开始切换 GPIO_28。典型工作频率为 1Hz，占空比为 50%。如果器件检测到错误，信号将变为 5Hz、50% 占空比。前端元件可通过系统状态命令找出错误。此外，可以作为输入向前端发送 GPIO_28 信号来检测任何问题。

4.8 低级故障

当控制器启动序列遇到某种错误情况时，它会转换至引导加载程序模式并将 GPIO_23（连接到 LED）设置为高电平以指示低电平故障情况。请参阅 UART 调试终端中打印的调试消息或通过引导暂停原因命令来获取有关错误原因的更多详细信息。当 ARM 处理器检测到数据中止、预取中止或未定义指令这些异常中的一种时，它会开始以特定的十六进制代码格式使 GPIO_23 闪烁。在此错误情况下，无法与控制器进行通信。与控制器进行通信的唯一方式是分析图形的十六进制错误代码，然后通过调试硬件来解决问题。

5 系统状态

前端控制器可以轮询获取系统状态命令，以获取与系统状态和错误条件相关的信息。

6 版本

前端可以通过获取版本命令来查询应用软件和底层 API 库的版本信息。

7 功耗模式

DLP 控制器可以在正常或待机功耗模式下运行。使用设置电源命令可在两种模式之间切换。在待机状态下，控制器具有最低的功耗。当不使用系统时，用户可以将系统设置为待机状态。请注意，状态转换可能需要数百毫秒才能完成。用户应使用获取电源命令来确保电源模式转换完成。

8 显示模式

当系统在正常电源模式下运行时，用户可以使用设置显示命令更改系统的显示模式。支持显示不同来源的内容，例如测试图形（内部预编程）、纯色域、启动界面（标识图像）、幕布和外部来源。控制器固件旨在隐藏模式转换痕迹。但是，在转换痕迹未完全隐藏的情况下，用户可以选择冻结显示（使用启用冻结命令）、显示空白幕布或关闭照明器（使用设置照明启用命令）以隐藏这些痕迹。

9 源检测和配置

按照特定步骤配置控制器以正确显示源。在外部显示模式下运行时，控制器会自动扫描连接器的活动并运行自动源检测和锁定算法。

前端控制器使用获取数据路径扫描状态命令来获取有关扫描状态的信息。检测到源后，可以使用获取源配置命令来查询有关源的所有信息。检测到源后，用户随时都可以通过设置源配置命令来覆盖任何自动检测到的参数。

如果源检测不正确或任何源参数已更改，请使用自动锁定设置命令来启动重新同步。

10 内部源

本节讨论了使用设置显示命令显示的多个内部源选项。

10.1 测试图形 (TPG)

控制器具有多个预定义的图形，用户可以使用 TPG 预定义图形命令进行选择。使用 DLP Composer 工具可以配置这些预定义的图形。控制器 TPG 块会生成图形数据。此选项可用于：

- 在没有外部源的情况下测试 DLP 硬件
- 确定问题是由前端源引起的还是与控制器的图像处理有关

以下是专门用于测试图形的其他配置命令：

命令名称	说明
设置 TPG 边框	设置所选 TPG 周围的边框，边框宽度可以是 0-20；并设置边框颜色的可编程 (R,G,B) 值（在 0 - 1023 范围内）。
设置 TPG 分辨率	设置 TPG 图形分辨率。如果图形的分辨率小于 DMD 的显示分辨率，则控制器会用协调的颜色填充该区域。
设置 TPG 帧速率	配置 TPG 帧速率（范围在 30Hz - 120Hz 之间）。TPG 分辨率与帧速率相关；例如，在 4K 分辨率的情况下，最大帧速率将被限制为 60Hz；而在 1080p 分辨率的情况下，最大帧速率将被限制为 240Hz

10.2 纯色域 (SFG) 颜色

在 SFG 模式下运行时，控制器用纯色填充整个显示图像区域。使用设置 SFG 颜色命令来选择颜色。

10.3 幕布

幕布颜色类似于 SFG 颜色，但在控制器数据路径处理单元的最后一个块中生成。这非常适合隐藏幕后的所有痕迹。该命令可以生成设置幕布颜色命令中定义的固定颜色。

11 显示格式

控制器提供了几个与图像显示格式相关的函数，总结在下表中。

命令名称	说明
图像翻转	在水平和/或垂直方向翻转图像。
梯形角度	控制器根据 3D 梯形设置中关于俯仰、偏航和翻滚的三个坐标来自动调整显示图像；对于 1D 梯形，用户可将偏航和翻滚设置为 0。在不是与投影仪正交的表面/屏幕上投影时，此功能很有用。
梯形角	当校正图像的角已知时，配置 2D 梯形校正。
显示图像尺寸	定义自定义显示的图像尺寸。
手动扭曲表	发送用于图像扭曲的扭曲点。
手动扭曲控制点	定义使用“手动扭曲表”命令发送的二维点阵的宽度和高度。此命令还用于启用/禁用手动扭曲功能。

12 图像处理

控制器具有多种数字图像处理选项，总结在下表中：

命令名称	说明
图像亮度	提供在每个输入 R、G、B 通道上增加或减去固定偏置的功能。
图像对比度	提供将像素数据应用于增益的选项。
图像色调和颜色控制	提供为每个输入通道应用色调调整（以度为单位）和增益（以百分比表示）的选项。
图像锐度	提供应用水平和垂直锐度滤镜的选项。
图像 RGB 偏移	在亮度、对比度、色调和颜色、增益、CSC（颜色空间转换）之后偏移数据路径中 RGB 通道的级别
图像 RGB 增益	调整源图像的各个 R、G 和 B 增益。此函数通过改变颜色空间转换系数来调整 R、G 和 B 增益。
图像 CCA 坐标	色彩坐标调整 (CCA) 获取所需的和测量出的单个颜色 xyY 信息以进行颜色调整。
图像 HSG	与 CCA 相同，但颜色以色相饱和度增益 (HSG) 颜色空间表示。

13 照明控制

控制器内置驱动器功能，可控制不同类型的固态照明 (SSI) 系统。以下信号会进入照明系统：

- 电流控制信号：电流控制信号用于以特定电流电平驱动指定的照明模块。用户可以使用设置 DLPA3005 照明电流命令来指定电流电平。如果启用了 LED WPC（白点控制）和/或动态纯黑等算法，则照明电流值由这些算法确定。

设置照明启用命令用于开启或关闭照明器。

14 外设

本部分中列出的命令用于控制和配置 GPIO、PWM 和 UART 等外设。

14.1 GPIO

系统中共有 88 个 GPIO 引脚。其中一些引脚专用于系统特定操作。请参阅 DLPC6540 控制器数据表以了解可自由使用的 GPIO。下面列出的函数可用于设置可用的 GPIO。

命令名称	说明
GPIO 引脚配置	将 GPIO 配置为输入或输出；在输出的情况下，配置为 Standard（标准）或 OpenDrain（开漏）类型，默认值为 HIGH（高）或 LOW（低）。
GPIO 引脚	将输出 GPIO 的状态更改为高电平或低电平，并读取输入 GPIO 引脚的状态。

为避免出现问题，建议用户在 GPIO 引脚上设置适当的（默认）上拉电阻和下拉电阻，尤其是在控制器处于复位或启动状态时。默认情况下，所有可自由使用的 GPIO 都配置为 INPUT（输入）和三态。系统仅在收到这些命令后才会将它们重新配置。

15 接口协议

15.1 支持的接口

DLP 控制器支持的通信接口包括符合 Philips I²C 规范且频率高达 400KHz 的串行数据总线、USB 2.0 和 UART 接口。除了控制命令之外，还支持在这些接口上进行并行闪存编程。

15.2 I²C 目标

写入到以 I²C 目标配置运行的 DLPC 时，起始条件后的第一个字节应为 DLPC 器件写入地址 (34h)。可以使用 DLP Composer 工具将器件地址更改为任何其他所需的值。其余字节按照下面节 16 中的要求发送。

从 I²C 目标配置中的 DLPC 读取时，起始条件后的第一个字节应为 DLPC 器件写入地址 +1 (默认为 35h)，然后是标头和操作码字节 (如本文档后面所述)。通过 I²C 接口从 DLPC 进行的所有读取都是从写入开始 (如上所述) 并指定读取的操作码。然后，主机应通过 Restart-Read 继续 I²C 事务，然后是与命令关联的字节数，最后是 Stop。

15.3 USB

DLPC6540 控制器具有符合 USB OTG 2.0 标准的硬件。当连接到 USB 主机后，控制器配置为高速 (480Mbit/s) 运行的 USB 器件 (目标) 模式。控制器将其中一个接口枚举为具有两个批量端点的通用 WinUSB 器件。USB 批量传输功能通过这些端点发送命令和响应数据包。输出端点用于传输命令数据包，而输入端点用于传输响应数据包。USB 传输大小可以从 1 字节到 512 字节不等。当主机发送 USB 输入请求时，控制器发送 NAK 响应，直到软件的响应数据包准备就绪。

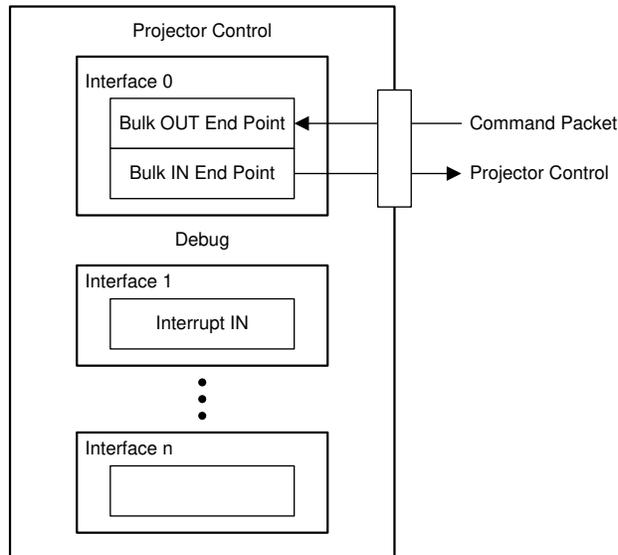


图 15-1. USB 内核

16 命令协议

本部分介绍了 DLPC6540 中实现的命令协议。此协议由外部控制器使用，通过任一支持的命令来控制 DLPC6540 控制器。同样的协议适用于所有支持的外设接口 (USB、I²C、UART) 和应用程序类型 (引导加载程序、参考应用程序)。

此协议指定灵活长度的标头。最小标头长度为一个字节。第一个标头字节指明如何解释剩余的字节，例如操作码、数据和校验和 (用于错误检测)。标头中还有一个目标参数用于将命令定向到投影仪应用程序中的不同实体。

对于需要最少开销字节的应用程序，使用这种灵活的标头长度方法可以选择一个字节的标头。对于更稳健的应用程序，可以配置一个包括数据长度和/或校验和的更大标头。

16.1 命令数据包

命令数据包定义了将命令发送到 DLP 控制器时要遵循的数据包格式。始终存在的字段以**粗体**显示，可选字段以正常字体显示。

关于存在哪些字段的定义基于 1 个字节的标头字段。如果命令被定义为具有可变数据大小，则必须具有长度字段。

表 16-1. 命令数据包格式

字段	大小 (字节)	说明
Header (标头)	1	请参见下方的表 16-2。

表 16-1. 命令数据包格式 (continued)

字段	大小 (字节)	说明
Opcode (操作码)	1 或 2, 基于标头中的操作码长度字段	命令操作码。大于 0xFF 的命令操作码数字应使用 2 个字节发送。其他操作码可以用 1 个字节或 2 个字节发送。如果是 2 个字节的操作码, 第一个字节为 LSB。
Length (长度)	2 或 0, 基于标头中的数据长度存在字段	此字节之后的命令数据长度 (以字节为单位)。校验和不包含在长度中。例如 length=10 表示在这个长度字段之后有 10 个字节的数据。应先发送长度 LSB, 然后是 MSB。
Data (数据)	0-511 (整个消息中包括标头和校验和在内存总计最多 512 个字节)	参数/数据
Checksum (校验和)	1 或 0 (可选, 作为标头字节的“校验和存在”字段)	消息中所有字节的校验和 (包括标头字节)。Fletcher 校验和实现方式如下: <pre>uint32 SimpleChecksum = 0; uint32 SumofSumChecksum = 0; uint08 *Addr = (uint08 *) StartAddress; while (NumBytes--) { SimpleChecksum += *Addr++; SumofSumChecksum += SimpleChecksum; }</pre>

表 16-2. 命令标头字节

位	字段名称	值
0:2	Destination (目标)	请参阅 节 16.3
3	Opcode Length (操作码长度)	1 = 两字节操作码 0 = 一字节操作码
4	Datalength Present (数据长度存在)	1 = 扩展标头中存在长度字段 0 = 无长度字段
5	Checksum Present (校验和存在)	1 = 数据字节后存在校验和 0 = 不存在校验和
6	Reply Requested (已请求应答)	1 = 器件将向每个写入命令发送一个响应数据包。此字段仅适用于写入命令 0 = 未向写入命令发送响应数据包
7	Read Command (读取命令)	1 = 读取命令 0 = 写入命令

16.2 响应数据包

响应数据包是 DLP 控制器应答主机的格式。写入响应和读取响应都遵循响应数据包格式。对于写入命令, 只有在命令标头中设置了“已请求应答”位时才会发送响应数据包。

DLP 控制器将响应标头匹配为与传入命令数据包标头相同的格式。但有一个例外: 如果响应数据包用于需要可变数据字节数的命令, 则响应数据包将始终包含长度字段 (无论命令数据包是否提及长度)。另请参阅有关可变大小命令的 节 16.6 部分。

与命令数据包的定义类似, **粗体** 字段表示始终存在的字段。

表 16-3. 响应数据包格式

字段	大小 (字节)	说明
Header (标头)	1	请参阅下面的表 16-4
Length (长度)	2 或 0 (可选, 根据标头中的“数据长度存在”字段而定)	此字节之后的命令数据长度 (以字节为单位)。校验和不包含在长度中。例如 length=10 表示在这个长度字段之后有 10 个字节的数据。应先发送长度 LSB, 然后是 MSB。
Data (数据)	0-511 (整个消息中包括标头和校验和在内存最多 512 个字节)	响应数据字节取决于命令代码。 如果设置了标头中的错误位, 则将只有一个数据字节。此字节将指示导致命令无应答的错误代码。表 16-5 列出了错误代码定义。

表 16-3. 响应数据包格式 (continued)

字段	大小 (字节)	说明
Checksum (校验和)	1 或 0 (可选, 根据标头字节的“校验和存在”字段而定)	消息中所有字节的校验和 (包括标头字节)。Fletcher 校验和。

表 16-4. 响应标头字节

位	字段名称	值
0:2	Destination (目标)	请参阅节 16.3
3	Reserved (保留)	不适用
4	Datalength Present (数据长度存在)	1 = 扩展标头中存在长度字段 0 = 无长度字段
5	Checksum Present (校验和存在)	1 = 数据字节后存在校验和 0 = 不存在校验和
6	Error (错误)	1 = 错误。第一个数据字节将包含错误代码, 此代码可提供有关失败的更多信息 0 = 无错误
7	Busy (繁忙)	1=系统繁忙/响应未准备就绪; 0=响应准备就绪。仅适用于基于 I2C 的通信

表 16-5. 错误代码定义

错误代码	含义
1	无效目标
2	无效/未知命令
3	无效长度
4	分配的缓冲区不足以存储命令
5	大小可变的命令缺少长度信息
6	校验和不匹配
7	控制器不兼容, 无法运行应用程序
8	不支持读取
9	不支持写入
10	执行失败
11	无效的响应长度
12	缓冲区已满

如上面的命令标头说明中所述, 写入响应是可选的。如果请求了响应, 则必须在相应的命令数据包之后立即读取响应 (包括写入响应和读取响应)。一旦 DLP 控制器从主机接收到另一组字节, 命令的响应就会丢失。

16.3 目标详细信息

下表列出了目标号码到应用程序的映射。目标值 0 是保留值, 不得被任何应用程序使用。引导加载程序和应用软件都采用 Destination (目标) 1, 因此可在应用程序之间共享通用命令。前 32 个命令 ID (0 到 31) 便是为此目的保留的。引导加载程序可以使用保留命令范围之外的命令 ID 来提供其支持的特定命令。请参阅命令说明以了解更多详细信息。

表 16-6. 目标号码

目标号码	目标
0	保留
1	引导加载程序和参考应用程序通用的命令。
2	扩展命令/投影仪控制
3	保留
4	系统命令

表 16-6. 目标号码 (continued)

目标号码	目标
5-7	保留

16.4 错误处理和恢复

所有物理接口都支持相同的协议，因此很难支持每个接口都支持的启动条件。此外，根据有效载荷大小，一个命令数据包可以通过多个数据包发送。

DLP 控制器了解命令从何处开始也很重要，这样才能够成功解析和执行命令。这意味着主机和 DLP 控制器应始终同步。如果主机和 DLP 控制器均复位并一同上电，就会出现这种情况。但是，如果任一端发生错误，或者主机/DLP 控制器之一发生异步复位，则将失去同步。器件不会监控特定于物理接口的启动条件，因此当发生此类错误时，我们需要另一种恢复机制。

为了支持这种用例，DLP 控制器会监控每组字节的到达时间。如果任何一组字节与上一组相比超出了定义的超时时间 (750ms)，则会将其视为新命令的开始。

该超时时间始终从最后接收的字节组而不是从遇到错误的字节组开始算起。这意味着，如果主机一个接一个地发送命令而没有发生超时，则所有命令都将被丢弃。

将多个命令包含在单个组中或将命令背靠背发送而不等待定义的超时时间是有效的做法。这两种情况都由命令处理程序进行控制，命令处理程序将按照接收到的顺序执行所有此类链接命令。

16.5 系统繁忙 - I²C 场景

当使用 I²C 协议时，目标组件在需要指明自身正在忙于执行处理而无法接收来自主机的更多数据时，将时钟线路拉至低电平。请注意，当同一总线上有多个目标器件时，总线上的整个通信将暂停，直到繁忙的从组件将总线释放。为了防止发生这种不良影响，控制器支持主机的以下选项：

16.5.1 GPIO 实现

单独的 GPIO 线路 (默认为 GPIO 58) 向主机组件报告控制器是否处于繁忙状态。上电复位后，前端通信器件在信号变为低电平状态前，必须一直处于等待状态。如果信号持续保持在高电平，则表示控制器引导序列有问题。必须从源头解决该问题后再继续操作。

发送一条命令后，I²C Busy GPIO 被拉至高电平，直到命令完成执行。如果器件在执行第一条命令时尝试发送另一条命令，系统会确认 I²C Busy GPIO 是处于高电平还是低电平，然后决定是否发送该命令。此过程不仅确保没有时钟拉伸且 I²C 总线上的其他器件不受影响，还保证了命令处理程序被占用，此时不能发送其他命令。应使用 DLP Composer 工具为此目的分配 GPIO。

16.5.2 短缺状态响应

当 I²C 主机请求读取数据时，Busy 标志 (标头字节中的第 7 位) 指示短缺状态。如果设置了该位，则表示 DLPC 正忙，还没有发回任何响应；主机可以使用系统繁忙引脚来检查控制器是否已准备好进行接收。而响应标头的其余位将视为无关位，无需读取更多字节。期望的结果是主机将继续从控制器读取响应，直到该位被清除。发生这种情况时，响应标头有效，其余数据根据命令而定。

如果主机在中途放弃读取命令或在发送读取命令后立即发送另一条命令，则控制器缓冲区中的响应字节将被丢弃并会处理新命令。

对于 USB 通信层，控制器通过对读取请求发出 NAK 响应来指示繁忙状态。

16.6 支持可变数据大小

对于闪存下载和闪存读取等大型数据处理命令，用户能够发送一些命令来支持可变数量的数据字节。为了支持这种用例，那些需要可变数据大小的命令会被强制要求将长度作为命令数据包标头的一部分。命令处理程序使用给定的长度对接收到的命令数据包进行解码并正确执行。与命令数据包类似，响应数据包中的数据也可以是可变的。命令处理程序在这些命令的响应数据包标头中包含长度。

命令协议旨在支持最长为 65535 字节 (2 字节长度的字段) 的命令。但是，由于存储器限制，命令处理程序实现方案会将命令数据包中的最大大小限制为 512 字节 (这包括命令中的所有字节，如标头、校验和等)。

17 自动初始化批处理文件

DLPC6540 系统提供了自动初始化批处理文件的选项，可以使用 DLP 控制程序的高级模式将该文件包含在闪存图像中。自动初始化批处理文件允许用户指定一组命令（按本文档所述）在系统启动时执行（例如以启动界面显示模式或固定视频输入启动以缩短启动时间等）。固件在完成自己的初始化过程后，按照指定的顺序执行此批处理文件中指定的命令。

此功能使用户能够将系统预配置为一组一致的上电条件。

18 命令说明

请注意以下适用于本文档后续所有命令说明的指南。

- 字节顺序。只要参数被指定为长度超过 1 个字节，就必须按照 LSB 在前、MSB 在后的顺序进行发送/读取。
- 读取命令的参数：在命令说明中未明确提及读取参数的所有读取命令意味着这些命令不接受读取参数。只会针对某些读取命令来定义读取参数，从而指定要读取内容的详细信息。
- 当命令的输入参数为定点格式时，需要将输入参数指定为格式 = s8.2 或格式 = u12.4 等，其中 s 代表有符号，u 代表无符号。

定点表示法：

这种表示法对于整数部分和小数部分都具有固定的位数。负数以二进制补码格式表示。

定点表示法 - [整数][小数]

示例：假设格式为有符号并使用 32 位格式，其中整数部分为 16 位，小数部分为 16 位。这种格式被称为 s15.16 格式。

在这种情况下，-43.625 和 43.625 表示如下：

[111111111010101][1010000000000000] = 0xFFD5A000 = -43.625

[000000000101011][1010000000000000] = 0x002BA000 = +43.625

19 系统命令

19.1 3D

3D

表 19-1. 启用 3D [操作码 : B1h | 目标 : 4]

设置启用 3D	
写入参数	
字节	说明
字节 0	启用 位 0 : TRUE - 启用处理 , FALSE - 禁用处理。
启用 3D 功能。	
获取启用 3D	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回是否已启用 3D。	

表 19-2. 3D 源配置 [操作码 : B2h | 目标 : 4]

设置 3D 源配置	
写入参数	
字节	说明
字节 0	格式 0 = 保留。 1 = VSync 分隔 (帧序列渐进) 格式。 2 = 保留。 3 = 保留。 4 = 保留。 5 = 保留。 6 = 未定义格式。
字节 1	LR 参考 0 = 来自帧的 3D LR 确定左/右 (高电平 = 左)。 1 = GPIO 确定左/右 (高电平 = 左)。 2 = Vsync/Hsync 对齐情况确定左/右。 3 = LR 第一个帧 4 = LR 参考嵌入在视频数据中。 5 = 未定义的 LR 参考。
字节 2	帧显性 0 = VSync 单独源仅左眼图是 3D 图像对中的第 1 帧。 1 = VSync 单独源仅右眼图是 3D 图像对中的第 1 帧。 2 = 未定义的帧显性。
字节 3	LR 编码 0 = 单色线路编码。 1 = 无编码 2 = L/R 75 25 编码 3 = 未定义的 L/R 编码。
字节 4	TB 基准 0 = 顶部是左眼图。 1 = 顶部是右眼图。 2 = 没有可用的顶部/底部参考。 3 = 未定义的顶部/底部参考。
字节 5	OE 参考 0 = 奇数图场为左眼图。 1 = 奇数图场为右眼图。 2 = 没有奇/偶参考。 3 = 未定义的奇/偶参考。
字节 6	有效消隐行数
字节 7	编码行数
字节 8-9	左侧编码行位置
字节 10-11	右侧编码行位置

表 19-2. 3D 源配置 [操作码 : B2h | 目标 : 4] (continued)

设置 3D 源配置	
字节 12	消隐颜色 0 = 通道 A=0 通道 B=1023 通道 C=0 (对于 RGB 源) YUV 源将会转换。 1 = 通道 A=1023 通道 B=0 通道 C=0 (对于 RGB 源) YUV 源将会转换。 2 = 通道 A=0 通道 B=0 通道 C=1023 (对于 RGB 源) YUV 源将会转换。 3 = 通道 A=1023 通道 B=0 通道 C=1023 (对于 RGB 源) YUV 源将会转换。 4 = 通道 A=0 通道 B=1023 通道 C=1023 (对于 RGB 源) YUV 源将会转换。 5 = 通道 A=1023 通道 B=1023 通道 C=0 (对于 RGB 源) YUV 源将会转换。 6 = 通道 A=1023 通道 B=1023 通道 C=1023 (对于 RGB 源) YUV 源将会转换。 7 = 通道 A=0 通道 B=0 通道 C=0 (对于 RGB 源) YUV 源将会转换。 8 = 75% 行为蓝色 , 25% 为黑色 9 = 25% 行为蓝色 , 75% 为黑色 10 = 未定义的颜色。
获取 3D 源配置	
返回的数据与写入参数的格式相同。	

表 19-3. 左右信号极性 [操作码：B3h | 目标：4]

设置左右信号极性	
<i>写入参数</i>	
字节	说明
字节 0	左右极性反转 位 0：TRUE - 交换左/右帧，FALSE - 左/右帧正常
此命令用于反转左/右信号极性。	
获取左右信号极性	
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>	
此命令告知是否已反转左/右信号极性。	

19.2 管理事务

管理事务

表 19-4. 模式 [操作码 : 00h | 目标 : 1]

获取模式	
返回参数	
字节	说明
字节 0	模式信息 位 0 : 应用程序模式 0 = 引导加载程序 1 = 主应用程序 位 1 : 控制器配置 0 = 单个 1 = 多个
此命令用于返回我们是位于引导加载程序中还是位于主应用程序中。	

表 19-5. 控制器信息 [操作码 : 00h | 目标 : 4]

获取控制器信息	
<i>返回参数</i>	
字节	说明
字节 0-3	控制器 ID
字节 4-12	控制器名称
返回 DLP 控制器信息。	

表 19-6. 版本 [操作码 : 01h | 目标 : 1]

获取版本	
返回参数	
字节	说明
字节 0	应用主要版本
字节 1	应用次要版本
字节 2-3	应用补丁
字节 4	0-量产 ; A- α ; B- β
字节 5	(0-量产 ; 1-255- α / β)
字节 6	(0-非测试构建 ; 1-255-测试构建编号)
字节 7	API 主要版本
字节 8	API 次要版本
字节 9-10	API 补丁
字节 11	0-量产 ; A- α ; B- β
字节 12	(0-量产 ; 1-255- α / β)
字节 13	(0-非测试构建 ; 1-255-测试构建编号)

此命令用于返回当前活动应用程序的版本和底层 API 库的版本。可以使用获取模式命令来查询当前处于活动状态的应用程序。

表 19-7. DMD 信息 [操作码 : 01h | 目标 : 4]

获取 DMD 信息	
<i>返回参数</i>	
字节	说明
字节 0-3	DMD 器件 ID
字节 4-7	DMD 保险丝 ID
字节 8-25	保险丝位字符串
字节 26-33	DMD 名称
返回 DMD 信息。	

表 19-8. 切换模式 [操作码 : 02h | 目标 : 1]

设置切换模式	
写入参数	
字节	说明
字节 0	要切换到的应用程序 0 = 切换到引导加载程序 1 = 通过复位 2 = 无论 BOOT_HOLD GPIO 状态如何，都切换到应用程序。此选项仅用于调试用途 3 = 无论 BOOT_HOLD GPIO 状态如何，均切换到应用程序并启用 DMD True Global。
此命令用于在引导加载程序和应用程序模式之间进行切换。	

表 19-9. DMD 分辨率 [操作码 : 02h | 目标 : 4]

获取 DMD 分辨率	
返回参数	
字节	说明
字节 0-1	DMD 的有效宽度 (以像素为单位)。
字节 2-3	DMD 的有效高度 (以行数为单位)。
返回 DMD 宽度和高度 (分别以像素数和行数为单位)。	

表 19-10. 闪存版本 [操作码 : 03h | 目标 : 4]

获取闪存版本	
返回参数	
字节	说明
字节 0	闪存版本主要版本
字节 1	闪存版本次要版本
字节 2	闪存版本子次要版本
返回唯一标识闪存图像的版本号。	

表 19-11. 闪存布局版本 [操作码 : 04h | 目标 : 4]

获取闪存布局版本	
返回参数	
字节	说明
字节 0-1	闪存配置布局版本
字节 2-33	闪存配置布局哈希
字节 34-35	应用程序配置布局版本
字节 36-67	应用程序配置布局哈希
返回闪存配置和应用配置布局支持的布局修订号和哈希。	

表 19-12. 产品配置失败原因 [操作码 : 05h | 目标 : 4]

获取产品配置失败原因	
返回参数	
字节	说明
字节 0	产品配置失败的原因。 0 = 产品配置的控制器无效 1 = 产品配置的 DMD 无效 2 = DMD 工程数据与实际 DMD 不符 3 = 在 ECD 系统中无法使用 PAD 来驱动 SSI 或 DMD 4 = 焊盘配置无效
如果系统状态命令中设置了“Product Configuration Failed”（产品配置失败），则可使用此命令来获取产品配置失败的原因。	

表 19-13. 系统状态 [操作码 : 06h | 目标 : 4]

获取系统状态	
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	系统状态字 0 位 0 : 保留 位 1 : 保留 位 2 : 保留 位 3 : 保留 位 4 : 内部 DRAM 存储器测试通过 位 10 : 帧速率转换启用 位 11 : 序列锁相 位 12 : 序列锁频 位 13 : 序列搜索 位 29 : 系统色点校准启用 位 30 : 可变照明校准启用 位 31 : 绚丽色彩校准启用
字节 4-7	系统状态字 1 位 0 : 序列错误 位 1 : 像素时钟超出范围 位 2 : Vsync 有效 位 6 : UART 端口 0 通信错误 (如果启用端口) 位 7 : UART 端口 1 通信错误 (如果启用端口) 位 8 : UART 端口 2 通信错误 (如果启用端口) 位 9 : SSP 端口 0 通信错误 (如果启用端口) 位 10 : SSP 端口 1 通信错误 (如果启用端口) 位 11 : SSP 端口 1 通信错误 (如果启用端口) 位 12 : I2C 端口 0 通信错误 (如果启用端口) 位 13 : I2C 端口 1 通信错误 (如果启用端口) 位 14 : I2C 端口 2 通信错误 (如果启用端口) 位 15 : DLPC 初始化错误 位 16 : 保留 位 17 : 保留 位 19 : 未找到所选模式的频率间隔 位 20 : DLPA3005 通信错误 (如果存在 DLPA3005) 位 21 : UMC 刷新带宽下溢 位 22 : DMD 初始化错误 位 23 : DMD 断电错误 位 24 : 源定义不存在 位 25 : 序列二进制不存在 位 26 : 产品配置失败 位 27 : 未加载抖动掩码
字节 8-11	系统状态字 2 位 0 : EEPROM 初始化失败
此命令用于从 DLP 控制器读取状态信息。如果已启用状态中断功能 (可通过 DLP Composer 中的默认 UI 工具配置) , 回读此命令将确认/停用中断引脚, 直到下一次状态改变。	

表 19-14. EEPROM 数据存在 [操作码 : 07h | 目标 : 4]

获取 EEPROM 数据存在	
返回参数	
字节	说明
字节 0-1	校准数据块 位 0 : 保留 位 1 : SSI 校准数据存在 位 2 : ADC 校准数据存在 位 3 : WPC 传感器校准数据存在 位 4 : WPC 亮度表数据存在 位 5 : XPR 校准数据存在 位 6 : XPR 波形校准数据存在 位 7 : 边缘融合数据存在 位 8 : 表面校正数据存在
报告 EEPROM 中存在哪些校准数据块。在发送 EEPROM 失效命令 (0x0A) 之前使用此命令。	

表 19-15. 通用延迟命令 [操作码 : 08h | 目标 : 4]

设置通用延迟命令	
写入参数	
字节	说明
字节 0-3	以毫秒为单位的延迟
<p>收到此命令后，控制器在执行下一条命令之前等待指定的时间段。此命令用于“自动初始化”批处理文件配置。使用此命令可在两条命令的执行之间插入延迟。</p>	

表 19-16. EEPROM 失效 [操作码 : 0Ah | 目标 : 4]

设置 EEPROM 失效	
写入参数	
字节	说明
字节 0	使设置数据无效 位 0 : 使设置无效
字节 1-2	使校准数据无效 位 0 : 保留 位 1 : 使 SSI 校准数据无效 位 2 : 使 ADC 校准数据无效 位 3 : 使 WPC 传感器校准数据无效 位 4 : 使 WPC 亮度表数据无效 位 5 : 使 XPR 校准数据无效 位 6 : 使 XPR 波形校准数据无效 位 7 : 使边缘融合数据无效 位 8 : 使表面校正数据无效
根据输入参数使 EEPROM 数据的用户设置部分和/或 EEPROM 数据的校准部分无效，并重新启动系统。如果未选择任何设置或校准数据，该命令将不执行任何操作。注意：选择获取 EEPROM 数据存在命令中返回的有效标志。	

表 19-17. 启动界面捕获 [操作码 : 0Bh | 目标 : 4]

设置启动界面捕获
写入参数
捕获屏幕上显示的当前外部图像，并将其作为启动界面图像存储到闪存中。

表 19-18. 启动界面捕获状态 [操作码：0Ch | 目标：4]

获取启动界面捕获状态	
返回参数	
字节	说明
字节 0	捕获状态 0 = 由于存在错误或超时，图像捕获终止 1 = 正在将外部图像写入内部 DRAM 启动界面缓冲区 2 = 已成功将图像捕获到内部 DRAM 启动界面缓冲区中 3 = 正在将图像编程到闪存中 4 = 已成功将图像编程到闪存中
字节 1	完成状态 (百分比)
返回启动界面捕获的当前状态。	

表 19-19. 终止启动界面捕获 [操作码 : 0Dh | 目标 : 4]

设置终止启动界面捕获
写入参数
终止任何正在进行的启动界面捕获

19.3 自动锁定

自动锁定

表 19-20. 自动锁定控制 [操作码：24h | 目标：4]

设置自动锁定控制	
写入参数	
字节	说明
字节 0	自动锁定控制 0 = 重新同步 1 = 启动 2 = 停止
此命令用于提供用户控制以重新锁定到源或启动/停止自动锁定算法。	

19.4 引导加载程序

引导加载程序

表 19-21. 引导暂停原因 [操作码 : 12h | 目标 : 1]

获取引导暂停原因	
返回参数	
字节	说明
字节 0	原因代码 0x00 BOOT_HOLD 跳线处于 HOLD 位置 0x01 已切换到由主要应用启动的编程模式 0x02 读取闪存信息失败 0x03 闪存布局不匹配 0x04 无法初始化 ARM 外设 0x05 无法分配存储器池 0x06 初始化任务失败 0x07 控制器无效，无法运行应用程序 0x08 USB 初始化错误 0x09 i2c 初始化错误 0x0A 获取应用配置时出错 0x0B 应用配置布局不匹配
返回指明处于引导加载程序模式的原因的代码。	

表 19-22. 闪存信息 [操作码 : 20h | 目标 : 1]

获取闪存信息	
读取参数	
字节	说明
字节 0	闪存器件的片选 0 = 闪存片选 0 存储器域 1 = 闪存片选 1 存储器域 2 = 闪存片选 2 存储器域
返回参数	
字节	说明
字节 0-1	制造商 ID
字节 2-9	器件 ID
字节 10-13	器件大小 (以字节为单位)
字节 14 - *	扇区信息 位 0-31 : 扇区大小 位 32-47 : 扇区数量
字节 14	可用性 位 0 : 0 = 闪存可用于编程 ; 1 = 闪存不可用于编程。
<p>此命令用于返回闪存器件和制造商 ID。仅支持符合 CFI 标准的闪存器件。系统可以具有多个闪存器件。该命令用于返回在给定片选位置存在的闪存的信息。</p> <p>注意：系统运行需要片选 0 闪存。其他闪存片选在技术上是可选的，但却是启动界面捕获和扭曲操作所需的。</p>	

表 19-23. 可编程闪存扇区信息 [操作码 : 21h | 目标 : 1]

获取可编程闪存扇区信息	
<i>返回参数</i>	
字节	说明
字节 0 - *	扇区信息 位 0-31 : 扇区大小 位 32-47 : 扇区数量
<p>此命令用于返回从符合 CFI 标准的闪存器件读取的闪存扇区信息。如果闪存不符合 CFI 标准，此命令将失败。此命令返回的扇区是唯一可用于闪存图像编程的扇区。根据系统设计，闪存图像位于连续的存储器空间中。如果系统具有多个闪存部件，则软件会检查 ChipSelect 0 处的闪存大小。如果此大小等于支持的最大大小 (32MB)，则 ChipSelect 1 处的闪存器件 (如果存在) 也将支持闪存编程。同样，如果 ChipSelect 0 和 1 处的闪存器件大小均为 32MB，则 ChipSelect 2 处的闪存器件 (如果存在) 也将支持闪存编程。该命令用于附加每个部件的扇区信息以用于闪存编程，并将它们作为输出提供。</p>	

表 19-24. 解锁闪存更新 [操作码 : 22h | 目标 : 1]

设置解锁闪存更新	
写入参数	
字节	说明
字节 0-3	闪存更新锁定/解锁 0 = 锁定 4154802215 = 解锁
此命令用于解锁闪存更新操作 (下载、擦除)。默认情况下, 闪存更新操作是锁定的。这是为了防止意外修改闪存内容。若要进行解锁, 应发送预定义的密钥作为解锁码。使用任何其他参数来调用此命令将锁定闪存更新命令。	
获取解锁闪存更新	
返回参数	
字节	说明
字节 0	0 = 已锁定 1 = 未锁定
此命令用于返回闪存是否处于未锁定状态。	

表 19-25. 擦除扇区 [操作码 : 23h | 目标 : 1]

设置擦除扇区	
写入参数	
字节	说明
字节 0-3	扇区地址
<p>此命令用于擦除指定地址所在的闪存扇区。此命令是一种闪存更新命令，需要使用解锁闪存更新命令来解锁闪存操作。扇区地址应指定为相对于闪存起始地址的偏移量。例如，在所有扇区大小均为 64KB 的闪存器件中，扇区地址应指定为如下形式：</p> <p>扇区 0 = 0 扇区 1 = 0x10000 扇区 2 = 0x20000 依此类推...</p>	

表 19-26. 初始化闪存读写设置 [操作码：24h | 目标：1]

设置初始化闪存读写设置	
写入参数	
字节	说明
字节 0-3	用于数据编程的起始地址偏移量，其中偏移量 0 表示闪存中的第一个字节，1 表示第二个字节，依此类推。此偏移量必须是偶数。
字节 4-7	这用于指定闪存写入命令需要的字节数或闪存读取命令应该返回的字节数。必须是偶数。
此命令用于初始化闪存读取/写入操作。应在发送闪存写入命令之前调用此命令。 注意：对于“闪存写入”，“地址”和下载大小设置均应为偶数。	

表 19-27. 闪存写入 [操作码 : 25h | 目标 : 1]

设置闪存写入	
写入参数	
字节	说明
字节 0 - *	要写入闪存的数据
<p>此命令用于将数据编程到闪存。只有在使用初始化闪存读写设置命令设置起始地址和大小后，才能调用此命令。此命令是一种闪存更新命令，需要使用解锁闪存更新命令来解锁闪存操作。</p> <p>可以链接闪存写入命令，直到初始化的字节数完成编程。引导加载程序将自动递增每条命令的地址和大小。即使提供了更多数据，也只会对初始化的字节数进行编程。</p> <p>为确保写入所有字节，仅为每条闪存写入命令发送偶数个字节非常重要。这样做是为了根据闪存器件支持的多字写入来优化所有闪存写入。此命令用于支持可变大小的有效载荷。</p>	
获取闪存写入	
读取参数	
字节	说明
字节 0-1	要在此命令中读取的字节数
返回参数	
字节	说明
字节 0 - *	从闪存读取的字节数
<p>此命令用于从闪存中读取数据。只有在使用初始化闪存读写设置命令设置起始地址和大小后，才能调用此命令。</p> <p>可以链接闪存读取命令，直到返回初始化的字节数。引导加载程序将自动递增每条命令的地址和大小。只会返回初始化的字节数。在返回请求的数据后调用该函数将返回命令失败的信息。此命令用于支持可变大小的响应。</p>	

表 19-28. 校验和 [操作码 : 26h | 目标 : 1]

获取校验和	
读取参数	
字节	说明
字节 0-3	用于校验和计算的起始地址偏移量，其中偏移量 0 表示闪存中的第一个字节，1 表示第二个字节，依此类推。
字节 4-7	要计算校验和的字节数
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	简单加法校验和
字节 4-7	在每个地址计算的简单加法校验和的总和
<p>此命令用于计算并返回从给定地址开始的指定字节数的校验和。校验和的计算方式如下：</p> <pre> uint32 SimpleChecksum = 0; uint32 SumofSumChecksum = 0; uint08 *Addr = (uint08 *) StartAddress; while (NumBytes--) { SimpleChecksum += *Addr++; SumofSumChecksum += SimpleChecksum; } </pre>	

表 19-29. 复位闪存 [操作码 : 27h | 目标 : 1]

设置复位闪存	
写入参数	
字节	说明
字节 0	片选 0 = 闪存片选 0 存储器域 1 = 闪存片选 1 存储器域 2 = 闪存片选 2 存储器域
此命令用于将连接给定片选信号的闪存器件复位。给定的任何不完整命令都会被重置，并且将闪存置于读取模式下。	

19.5 校准

校准

表 19-30. XPR 校准图案显示 [操作码 : ABh | 目标 : 4]

设置 XPR 校准图案显示
写入参数
此命令会将预定义的 XPR 校准图案作为闪存图像加载并显示在屏幕上。在 3840x2160 显示区域上会重复显示一个 64x64 图案。

表 19-31. XPR 4Way 方向 [操作码 : B4h | 目标 : 4]

设置 XPR 4Way 方向	
写入参数	
字节	说明
字节 0	方向编号。范围 0 - 23。
<p>此命令用于设置激励器位置的方向编号 (会存储在 EEPROM 中)。共有 24 个可能的选项 0 - 23。在使用 TI 提供的 XPR 校准启动界面图像来执行 XPR 校准时，请使用此命令。</p> <p>注意：请使用显示图像尺寸命令来确保显示区域为 3840x2160。如果报告的显示分辨率小于或等于 1080p，此命令不会对显示的图像产生任何影响。</p>	
获取 XPR 4Way 方向	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
此命令用于检索最后设置的方向编号或子帧顺序	

表 19-32. XPR 激励器波形控制参数 [操作码 : B5h | 目标 : 4]

设置 XPR 激励器波形控制参数	
写入参数	
字节	说明
字节 0	XPR 命令 0 = 固定输出启用 1 = DAC 增益 2 = 子帧延迟 3 = 激励器类型 (只读) 4 = 输出启用/禁用 5 = 时钟宽度 6 = DAC 偏移 7 = 段数 8 = 段长 9 = 反转 PWM A 10 = 反转 PWM B 11 = 子帧过滤值 12 = 子帧看门狗 13 = 固定输出值
字节 1	需要应用命令参数的激励器波形控制通道编号 (0 或 1)
字节 2-5	需要传递给命令的数据

表 19-32. XPR 激励器波形控制参数 [操作码：B5h | 目标：4] (continued)

设置 XPR 激励器波形控制参数
<p>此命令用于配置/设置激励器波形控制 (AWC) 块。此处，AWCx 可以是 AWC 0 或 1。字节 2-5 包含字节 0 中提到的 XPR 命令数据。字节 1 包含 AWC 通道编号，可能的值为 0 或 1。</p> <p>固定输出启用：将激励器配置为固定输出模式。</p> <p>字节 2：0x00 - 禁用 0x01 - 启用</p> <p>字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p>增益：设置波形发生器 DAC/PWM 增益。</p> <p>字节 2：范围 0 - 255 格式 u1.7 (0 至 1.9921875)</p> <p>字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p>子帧延迟：子帧延迟字节 2-5；范围 0 - 262143 且 lsb = 133.333ns</p> <p>执行器类型 (只读)：激励器类型</p> <p>字节 2：</p> <p>0x00 - 无</p> <p>0x01 - Optotune (XPR-25 型号)</p> <p>0x80 - TI 激励器接口 (EEPROM)</p> <p>0x81 - TI 激励器接口 (MCU)</p> <p>字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p>输出启用/禁用：激励器输出启用/禁用</p> <p>字节 2：0x00 - 禁用 0x01 - 启用</p> <p>字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p>注意：AWC0 和 AWC1 两者同时禁用/启用</p> <p>时钟宽度：定义输出时钟的高低宽度 (时钟周期将为 $2*(ClkWidth+1)$)</p> <p>0 = 1 (时钟周期为两个时钟)；lsb = 8.33ns</p> <p>字节 2-5：ClkWidth</p> <p>示例：ClkWidth = 0；将生成时钟 $2*(0+1) * 8.33 = 16.66ns$</p> <p>偏移：DAC/PWM 输出偏移</p> <p>字节 2：范围 -128 - +127 格式 S7 (-128 至 +127)</p> <p>字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p>段数：定义段数</p> <p>字节 2：范围 2 - 255</p> <p>字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p>段长：定义段的大小</p> <p>字节 2-3：范围 19 - 4095</p> <p>字节 4-5：保留，必须设置为 0x0000</p> <p>反转 PWM A：将 AWC 配置为 PWM 类型而不是 DAC 时适用</p> <p>字节 2：0x00 - 无反转</p> <p>0x01 - 已反转</p> <p>字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p>反转 PWM B：将 AWC 配置为 PWM 类型而不是 DAC 时适用</p> <p>字节 2：0x00 - 无反转，0x01 - 已反转</p> <p>字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p>子帧过滤值：设置子帧过滤值 - 定义子帧边沿之间的最短时间。比设定值更近的边沿将被过滤掉</p> <p>字节 2：0 = 禁用过滤，0 = 过滤时间将为 Val x 60us；范围：0 - 255</p> <p>字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p>子帧看门狗：定义子帧边沿之间的最长时间；如果计时器超时，则 WG 将自动输出固定输出值，并将在下一个子帧边沿恢复正常输出。</p> <p>字节 2-3：0 = 禁用子帧看门狗，0 = 看门狗时间，即“时间 x 60us”；范围：范围：0 - 1023</p> <p>字节 4-5：保留，必须设置为 0x0000</p> <p>固定输出值：定义在选择固定输出模式时要在 DAC/PWM 上输出的值。</p> <p>字节 2：要在 DAC/PWM 上输出的值；范围 - 128 至 127 字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p>注意：若要使用子帧过滤值和子帧看门狗，必须小心设置一个比工作频率的 2 倍大 10% 左右的值。例如，对于 4K @ 60Hz，该值可以设置为 $(1/(60*2)) * 1.10 * 10^6 = 9166us$。</p>

获取 XPR 激励器波形控制参数	
读取参数	
字节	说明
字节 0	XPR 命令 0 = 固定输出启用 1 = DAC 增益 2 = 子帧延迟 3 = 激励器类型 (只读) 4 = 输出启用/禁用 5 = 时钟宽度 6 = DAC 偏移 7 = 段数 8 = 段长 9 = 反转 PWM A 10 = 反转 PWM B 11 = 子帧过滤值 12 = 子帧看门狗 13 = 固定输出值
字节 1	要回读命令参数的激励器波形控制块的通道编号
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	为传递的命令获取的参数值
此命令用于获取设置到 AWC 波形发生器的参数。 注意：此命令仅在正常运行模式期间使用，不能在待机状态期间使用。	

表 19-33. DB 边框配置 [操作码 : BBh | 目标 : 4]

设置 DB 边框配置	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	边框顶部的行数。范围 0 - 4095
字节 2-3	边框底部的行数。范围 0 - 4095
字节 4-5	左边框的像素数。范围 0 - 4095
字节 6-7	右边框的像素数。范围 0 - 4095
<p>此命令用于为边框排除函数配置 DynamicBlack 边框区域的面积。边框排除函数使用户能够减少信箱区域 (黑色边框) 对主要明亮图像的影响 (信箱区域降低了算法的整体场景亮度)。该函数还有助于算法更好地处理带有明亮字幕的图像 (其中 , 字幕增加了整体场景的亮度)。此命令还将用于具有多个控制器的配置 , 以便排除任何图像重叠问题 , 这是其他图像处理算法所需的功能。</p>	
获取 DB 边框配置	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
此命令用于返回 DynamicBlack 边界排除函数的边框区域面积。	

表 19-34. DB 边框权重 [操作码 : BCh | 目标 : 4]

设置 DB 边框权重	
写入参数	
字节	说明
字节 0	边框像素的权重值, 0 = 0% 加权; 1 = 25% 加权; 2 = 50% 加权; 3 = 75% 加权 0 = 加权 0% 1 = 加权 25% 2 = 加权 50% 3 = 加权 75%
获取 DB 边框权重	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
为边界排除函数设置 DynamicBlack 边框区域的权重值	

表 19-35. DB 裁剪像素 [操作码 : BDh | 目标 : 4]

设置 DB 裁剪像素	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	可裁剪的像素数。范围 = 0 至 65535。
此命令用于返回为了让 DynamicBlack 光圈移动而在当前配置的步数。	
获取 DB 裁剪像素	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
此命令用于返回当前选定的可裁剪像素数。	

表 19-36. DB 增益 [操作码 : BEh | 目标 : 4]

设置 DB 增益	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	增益值。典型值范围为 1.0 至 8.0。 格式 = u4.12
此命令用于控制 DynamicBlack 增益值。典型值范围为 1.0 至 8.0。需要启用手动模式来设置增益，因为它会覆盖每帧计算的增益值。	
获取 DB 增益	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
此命令用于获取 DynamicBlack 增益值。典型值范围为 1.0 至 8.0	

表 19-37. DB 直方图 [操作码 : C2h | 目标 : 4]

获取 DB 直方图	
返回参数	
字节	说明
字节 0-135	DB 直方图数组的起始地址。数组大小为 34。每个区间的 LSB 代表 32 个像素。每个区间在 0x0003FFFF 处饱和。
<p>此命令用于返回 DynamicBlack(DB) 直方图数据的起始地址。直方图包含来自前一帧的场景亮度数据。DB 直方图包含的 34 个区间用于测量所示图像中的非重叠强度范围。每个区间的值等于区间强度范围内的像素数。每个像素的强度计算为该像素的红色、绿色和蓝色值的最大值。换言之，像素强度 = MAX(R, G, B)。每个像素的格式为无符号 8.8，生成 16 位值。区间 32 和 33 是特殊区间，分别代表值恰好为零和只有小数值值的像素。此函数的使用独立于光圈控制之外，可改善黑暗场景中的图像。</p>	

表 19-38. 当前 LED 色点 [操作码 : C4h | 目标 : 4]

获取当前 LED 色点	
返回参数	
字节	说明
字节 0-1	色度 x 坐标 (以 u1.15 格式传输) 格式 = u1.15
字节 2-3	色度 y 坐标 (以 u1.15 格式传输) 格式 = u1.15
字节 4-7	亮度 Y 坐标
获取系统当前白点的 x,y 坐标。调用此命令前应初始化 WPC 并设置校准数据。	

表 19-39. WPC 最佳占空比 [操作码 : C5h | 目标 : 4]

设置 WPC 最佳占空比	
写入参数	
搜索可用占空比并设置正确 LED 白点的理想占空比。使用此命令前应设置传感器校准数据。	
获取 WPC 最佳占空比	
返回参数	
字节	说明
字节 0-1	红色理想占空比 (以 u8.8 格式传输) 格式 = u8.8
字节 2-3	绿色理想占空比 (以 u8.8 格式传输) 格式 = u8.8
字节 4-5	蓝色理想占空比 (以 u8.8 格式传输) 格式 = u8.8
字节 6-7	红色最佳占空比 (以 u8.8 格式传输) 格式 = u8.8
字节 8-9	绿色最佳占空比 (以 u8.8 格式传输) 格式 = u8.8
字节 10-11	蓝色最佳占空比 (以 u8.8 格式传输) 格式 = u8.8
获取当前目标色点的理想占空比和最接近的可用占空比。使用此命令前应设置传感器校准数据。	

表 19-40. WPC 校准数据 [操作码 : C6h | 目标 : 4]

设置 WPC 校准数据	
写入参数	
字节	说明
字节 0	LED 颜色 0 = 红色 1 = 绿色 2 = 蓝色
字节 1-2	色度 x 坐标 (采用 u1.15 格式)
字节 3-4	色度 y 坐标 (采用 u1.15 格式)
字节 5-8	亮度 Y 坐标
通过此命令设置 WPC 传感器校准数据。应在调用此命令前成功完成 WPC_Init()。	

获取 WPC 校准数据	
读取参数	
字节	说明
字节 0	LED 颜色 0 = 红色 1 = 绿色 2 = 蓝色

返回参数	
字节	说明
字节 0-1	色度 x 坐标 (采用 u1.15 格式)
字节 2-3	色度 y 坐标 (采用 u1.15 格式)
字节 4-7	亮度 Y 坐标
字节 8-11	红色传感器输出
字节 12-15	绿色传感器输出
字节 16-19	蓝色传感器输出
字节 20-21	占空比 格式 = u8.8
通过此命令获取 WPC 传感器校准数据	

表 19-41. WPC 传感器输出 [操作码 : CDh | 目标 : 4]

获取 WPC 传感器输出	
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	红色
字节 4-7	绿色
字节 8-11	蓝色
返回红色、蓝色和绿色积分传感器的输出	

表 19-42. 启用 XPR 校准模式 [操作码 : D1h | 目标 : 4]

设置启用 XPR 校准模式	
写入参数	
字节	说明
字节 0	1 - 启用校准模式
<p>此命令用于将系统设置为旁路模式。将系统设置为旁路模式会禁用任何图像处理功能，以在输入源图像和显示图像上的像素之间建立一对一对应的关系。希望看到 XPR 子帧清晰分割。不能退出校准模式。请重新启动系统。</p>	
获取启用 XPR 校准模式	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
<p>此命令用于获取 XPR 校准模式的状态。是否已启用。</p>	

表 19-43. WPC 校准结构覆盖 [操作码 : D2h | 目标 : 4]

设置 WPC 校准结构覆盖	
写入参数	
字节	说明
字节 0	LED 颜色 0 = 红色 1 = 绿色 2 = 蓝色
字节 1-2	色度 x 坐标 (采用 u1.15 格式)
字节 3-4	色度 y 坐标 (采用 u1.15 格式)
字节 5-8	亮度 Y 坐标
字节 9-12	红色传感器输出
字节 13-16	绿色传感器输出
字节 17-20	蓝色传感器输出
字节 21-22	占空比 格式 = u8.8
通过此命令设置整个 WPC 传感器校准数据结构。应在调用此命令前成功完成 WPC_Init()。	

19.6 内部调试

内部调试

表 19-44. Vx1 硬件状态 [操作码 : 3Fh | 目标 : 4]

获取 Vx1 硬件状态	
返回参数	
字节	说明
字节 0	是否锁定源 位 0 : 已锁定源
字节 1	是否锁定位 位 0 : 已锁定位
字节 2	是否锁定字节 位 0 : 已锁定字节
字节 3	是否锁定数据 位 0 : 已锁定数据
字节 4	垂直同步是否稳定 位 0 : 垂直同步稳定
字节 5	水平同步是否稳定 位 0 : 水平同步稳定
字节 6-7	每行有效像素 (APPL) (像素)
字节 8-9	每帧有效扫描行数 (ALPF) (行)
字节 10-11	每行总像素数 (TPPL) 最大 (像素)
字节 12-13	每帧总行数 (TLPF) (行)
字节 14-15	最小 TPPL (像素)
字节 16-17	垂直前沿 (VFP) (行)
字节 18-19	垂直后沿 (VBP) (行)
字节 20-21	Vsync 脉宽 (VSW) (行)
字节 22-23	水平前沿 (HFP) (像素)
字节 24-25	水平后沿 (HBP) (像素)
字节 26-27	Hsync 脉宽 (HSW) (像素)
字节 28-29	HSync 至 VSync 像素时钟计数 (Hs2Vs)
字节 30-31	VSync 至 HSync 像素时钟计数 (Vs2Hs)
字节 32	水平同步极性 位 0 : 水平同步极性为正
字节 33	垂直同步极性 位 0 : 垂直同步极性为正
字节 34-37	捕获的频率 (kHz)
报告 Vx1 源硬件接口状态。	

19.7 调试

调试

表 19-45. 存储器 [操作码 : 10h | 目标 : 1]

设置存储器	
写入参数	
字节	说明
字节 0-3	存储器地址，必须是 4 的倍数。
字节 4-7	要写入的值
此命令尝试将给定的 32 位值直接写入给定的 32 位存储器地址。不会验证存储器地址是否为有效位置。	
获取存储器	
读取参数	
字节	说明
字节 0-3	存储器地址，必须是 4 的倍数。
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	从地址读取的值
此命令返回存储在给定 32 位存储器地址处的 32 位值。	

表 19-46. 存储器阵列 [操作码：11h | 目标：1]

设置存储器阵列	
写入参数	
字节	说明
字节 0-3	要写入数据的起始地址
字节 4	访问信息 位 0-5：地址增量步长。0 - 无增量 位 6-7：写入访问宽度 0 = Uint32 1 = Uint16 2 = Uint08
字节 5-6	要写入的字数
字节 7	每个字的字节数 范围 = 1 至 2，步长为 4
字节 8 - *	要写入的数据
从指定的地址开始将字流写入 RAM 存储器 (DRAM 或 IRAM)。不检查给定的指定存储器地址是否有效。	
获取存储器阵列	
读取参数	
字节	说明
字节 0-3	要读取数据的起始地址
字节 4	访问信息 位 0-5：地址增量步长。0 - 无增量 位 6-7：读取访问宽度 0 = Uint32 1 = Uint16 2 = Uint08
字节 5-6	要读取的字数
字节 7	每个字的字节数 范围 = 1 至 4，步长为 1
返回参数	
字节	说明
字节 0 - *	数据
从存储器中的指定地址开始读取字流。不检查给定的指定存储器地址是否有效。	

表 19-47. 调试消息掩码 [操作码 : E0h | 目标 : 4]

设置调试消息掩码	
写入参数	
字节	说明
字节 0-3	调试掩码 位 0-10 : 保留 位 11 : 与通信相关 位 13 : 3D 位 14 : RFC 消息 位 15 : I2C 处理程序 位 17 : 隐藏式字幕 位 18 : 保留 位 19 : GUI 位 20 : 环境 位 21 : 照明 位 22 : 系统功能 位 23 : EEPROM 位 24 : 数字路径 位 25 : 自动锁定 位 26 : 投影仪控制 位 27 : 外设 位 28 : 红外 位 29 : USB 位 30 : 邮箱
设置调试消息的启用掩码。该掩码确认了允许在 UART 调试端口上打印的调试消息的来源。必须设置与来源相对应的掩码位才能启用掩码。	

获取调试消息掩码	
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	调试掩码 位 11 : 与通信相关 位 13 : 3D 位 14 : RFC 消息 位 15 : I2C 处理程序 位 17 : 隐藏式字幕 位 18 : DDC CI 位 19 : GUI 位 20 : 环境 位 21 : 照明 位 22 : 系统功能 位 23 : EEPROM 位 24 : 数字路径 位 25 : 自动锁定 位 26 : 投影仪控制 位 27 : 外设 位 28 : 红外 位 29 : USB 位 30 : 邮箱
检索当前调试消息掩码。掩码决定了启用哪些调试消息来源。与来源对应的掩码位中的值为 1 表示该来源已启用。	

表 19-48. 启用 USB 调试日志 [操作码 : E1h | 目标 : 4]

设置启用 USB 调试日志	
写入参数	
字节	说明
字节 0	1 = 在 USB 端口上启用调试日志 0 = 在 USB 端口上禁用调试日志
启用或禁用消息的 USB 日志记录。启用 USB 日志记录后，UART 日志记录将停止。	

表 19-49. DLPA3005 寄存器 [操作码 : E3h | 目标 : 4]

设置 DLPA3005 寄存器	
写入参数	
字节	说明
字节 0	寄存器地址
字节 1	寄存器值
此命令将指定值写入指定寄存器地址。更多信息，请参阅 DLPA30005 数据表。 (https://www.ti.com.cn/product/cn/DLPA3005)	
获取 DLPA3005 寄存器	
读取参数	
字节	说明
字节 0	寄存器地址
返回参数	
字节	说明
字节 0	寄存器值
从 DLPA3005 返回指定的寄存器值。更多信息，请参阅 DLPA30005 数据表。 (https://www.ti.com.cn/product/cn/DLPA3005)	

表 19-50. TI 激励器接口调试 [操作码：E4h | 目标：4]

设置 TI 激励器接口调试	
写入参数	
字节	说明
字节 0	查询类型 0 = 从接下来两个字节 (即字节 1-2) 中提供的偏移地址查询 N 个字节 1 = 查询也打印在 UART 调试端口上的激励器信息 2 = 根据接下来两个字节 (即字节 1-2) 中提供的索引号查询 AWG 数据集 3 = 根据接下来两个字节 (即字节 1-2) 中的索引号查询 AWG Edge 表头
字节 1-2	字节 0 中提供的查询类型；查询类型 = 1 时不适用
字节 3-4	查询类型 = 0 时要读取的字节数。注意，一次最多可以读取 32 个字节。
此命令用于查询激励器相关信息以进行调试。当激励器未运行或系统处于待机状态时，可使用此命令来检索信息。	
获取 TI 激励器接口调试	
返回参数	
字节	说明
字节 0-31	激励器数据
此命令根据设置命令中进行的设置返回查询的数据	

表 19-51. DMD 电源 [操作码 : E8h | 目标 : 4]

获取 DMD 电源	
返回参数	
字节	说明
字节 0	启用状态 位 0 : 0 = 禁用 ; 1 = 启用
返回 DMD 电源启用状态	

表 19-52. DMD 停止 [操作码：E9h | 目标：4]

设置 DMD 停止	
写入参数	
字节	说明
字节 0	停止状态 位 0：0 = 解除停止；1 = 停止
停止/解除停止 DMD	
获取 DMD 停止	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
如果 DMD 已停止，则返回 1，否则返回 0	

表 19-53. DMD True Global 复位 [操作码 : EBh | 目标 : 4]

设置 DMD True Global 复位	
写入参数	
字节	说明
字节 0	True Global 模式 位 0 : 0 = 禁用 True Global 复位模式 ; 1 = 启用 True Global 复位模式。
仅在工厂/组装时才能将 TrueGlobalMode 设置为 TRUE。	
获取 DMD True Global 复位	
返回的数据与写入参数的格式相同。	

表 19-54. 整数栈 [操作码 : F0h | 目标 : 4]

获取整数栈	
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	堆栈大小
字节 4-7	堆栈使用
字节 8-11	自由储存堆栈

表 19-55. 打印所有任务信息 [操作码 : F1h | 目标 : 4]

设置打印所有任务信息
写入参数
在 UART 上打印由 RTOS 定义/创建的所有任务的信息。

表 19-56. 资源 [操作码 : F2h | 目标 : 4]

获取资源	
返回参数	
字节	说明
字节 0	任务高计数
字节 1	事件高计数
字节 2	组事件高计数
字节 3	邮箱高计数
字节 4	存储器池高计数
字节 5	信标高计数
字节 6	任务当前计数
字节 7	事件当前计数
字节 8	组事件当前计数
字节 9	邮箱当前计数
字节 10	存储池当前计数
字节 11	信标当前计数
给出应用程序的最大 RTOS 资源使用量。	

表 19-57. EEPROM 自由区偏移 [操作码 : FFh | 目标 : 4]

获取 EEPROM 自由区偏移	
返回参数	
字节	说明
字节 0-1	自由区偏移
此功能指示相对于自由区起始位置的 EEPROM 地址偏移。	

19.8 常规运行

常规运行

表 19-58. 功耗 [操作码 : 10h | 目标 : 4]

设置功耗	
写入参数	
此命令用于将当前功耗模式从待机切换到工作或从工作切换到断电。待机状态对应于低功耗模式。	
获取功耗	
返回参数	
字节	说明
字节 0	功耗状态 0 = 复位 1 = 待机 2 = 工作 3 = 冷却 4 = 加热
返回当前系统功耗状态。	

表 19-59. 显示 [操作码：11h | 目标：4]

设置显示	
写入参数	
字节	说明
字节 0	来源 0 = 显示外部 1 = 测试图形 2 = 纯色域 3 = 启动界面 4 = 幕布
显示指定的源。 注意：如果选择了显示外部投影模式，并且没有来源，则会显示启动界面或纯色域，具体取决于系统中的默认设置。	
获取显示	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当前正在显示的源。	

表 19-60. 启用低延迟模式 [操作码：12h | 目标：4]

设置启用低延迟模式	
写入参数	
字节	说明
字节 0	启用状态 位 0 : 1 = 低延迟模式启用 0 = 低延迟模式禁用
启用或禁用低延迟工作模式，在该模式下，控制器的处理延迟（从输入源到发送至 DMD 的帧）限制为最大 1.5 帧延迟。	
获取启用低延迟模式	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回是否已启用低延迟模式的相关信息。	

表 19-61. 系统外观 [操作码 : 13h | 目标 : 4]

设置系统外观	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	外观索引
<p>此命令用于设置当前系统外观。系统外观应该通过 DLP Composer 工具进行设计和配置。系统外观确定要加载的当前一组序列和色点。此命令还用于启动与新外观索引相对应的源定义更改。</p>	
获取系统外观	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
<p>此命令用于获取当前系统外观。</p>	

表 19-62. TPG 预定义图形 [操作码：14h | 目标：4]

设置 TPG 预定义图形	
写入参数	
字节	说明
字节 0	要显示的预定义测试图形编号
此命令将用于设置其中一种预定义测试图形。该函数用于选择要从闪存加载到测试图形生成器硬件中的图形设置。从闪存中检索到的信息包括图形定义、颜色定义和分辨率。预定义的图形包含在闪存配置数据中。在使用此命令之前或之后，必须调用设置显示命令以将显示模式从其他模式切换到 TPG。	
获取 TPG 预定义图形	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回预定义测试图形的当前选择。	

表 19-63. TPG 边框 [操作码 : 15h | 目标 : 4]

设置 TPG 边框	
写入参数	
字节	说明
字节 0	边框宽度 范围 = 0 至 20，步长为 1
字节 1-2	边框颜色红色值 范围 = 0 至 1023，步长为 1
字节 3-4	边框颜色绿色值 范围 = 0 至 1023，步长为 1
字节 5-6	边框颜色蓝色值 范围 = 0 至 1023，步长为 1
<p>在给定宽度和颜色的测试图形周围绘制边框。这支持可对图像进行削波处理的光学元件调试。 注意：仅在“显示”设置为“测试图形”时使用。</p>	
获取 TPG 边框	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回测试图形的边框宽度（以像素数为单位）和颜色。	

表 19-64. TPG 分辨率 [操作码 : 16h | 目标 : 4]

设置 TPG 分辨率	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	测试图形的水平分辨率 (像素) 范围 = 640 至 4096 , 步长为 1
字节 2-3	测试图形的垂直分辨率 (行) 范围 = 480 至 2400 , 步长为 1
设置当前测试图形的水平和垂直分辨率 (以像素数为单位) 。	
获取 TPG 分辨率	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当前测试图形的水平和垂直分辨率 (以像素数为单位) 。	

表 19-65. TPG 帧速率 [操作码 : 17h | 目标 : 4]

设置 TPG 帧速率	
写入参数	
字节	说明
字节 0	测试图形的帧速率 (Hz) 范围 = 30 至 240，步长为 1
设置当前测试图形的帧速率 (以 Hz 为单位)。	
获取 TPG 帧速率	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当前测试图形的帧速率 (以 Hz 为单位)。	

表 19-66. SFG 颜色 [操作码 : 18h | 目标 : 4]

设置 SFG 颜色	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	红色电平。 范围 = 0 至 1023，步长为 1
字节 2-3	绿色电平。 范围 = 0 至 1023，步长为 1
字节 4-5	蓝色电平。 范围 = 0 至 1023，步长为 1
配置当显示设置为纯色域发生器 (SFG) 时要显示的纯色。此命令仅用于设置 SFG 颜色而不显示该颜色。为了显示 SFG，“显示”需要设置为将 SFG 作为源 (使用设置显示命令)。	
获取 SFG 颜色	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当显示设置为 SFG 时需要显示的纯色。	

表 19-67. SFG 分辨率 [操作码 : 19h | 目标 : 4]

获取 SFG 分辨率	
返回参数	
字节	说明
字节 0-1	SFG 的水平分辨率 (像素) 范围 = 0 至 4096 , 步长为 1
字节 2-3	SFG 的垂直分辨率 (行) 范围 = 0 至 2160 , 步长为 1
获取所显示 SFG 图像的分辨率。	

表 19-68. 幕布颜色 [操作码：1Ah | 目标：4]

设置幕布颜色	
写入参数	
字节	说明
字节 0	要设置为幕布的背景颜色。 0 = 黑色 1 = 保留 2 = 白色 3 = 绿色 4 = 红色 5 = 蓝色 6 = 黄色 7 = 青色 8 = 洋红色 9 = 保留 10 = 保留
此命令用于设置在幕布模式下使用的颜色。使用设置显示命令切换到幕布模式。 注意：幕布处理发生在控制器数据路径的后端，并会覆盖冻结视频数据来隐藏痕迹。	
获取幕布颜色	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
此命令用于返回在幕布模式下使用的颜色。	

表 19-69. 启动界面加载图像 [操作码：1Bh | 目标：4]

设置启动界面加载图像	
写入参数	
字节	说明
字节 0	启动界面图像基于 0 的索引 (0xff 表示捕获的启动界面)。 范围 = 0 至 255，步长为 1
<p>设置要加载和显示的启动界面图像的索引。如果已经处于启动界面模式，则会显示请求的启动界面图像。</p> <p>注意：应该在过渡到显示之前设置启动界面图像，因为在已显示时进行更改会导致过渡图像痕迹。</p>	
获取启动界面加载图像	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
获取要加载和显示的启动界面图像的索引。	

表 19-70. 启用图像翻转 [操作码：1Ch | 目标：4]

设置启用图像翻转	
写入参数	
字节	说明
字节 0	翻转 位 0 : 0 = 禁用图像垂直翻转 ; 1 = 启用图像垂直翻转。 位 1 : 0 = 禁用图像水平翻转 ; 1 = 启用图像水平翻转。
垂直或水平翻转输出到显示器的数据。提供此功能是为了支持天花板安装和背投等用例。	
获取启用图像翻转	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回是否已启用图像翻转的相关信息。	

表 19-71. 启用冻结 [操作码：1Dh | 目标：4]

设置启用冻结	
写入参数	
字节	说明
字节 0	冻结状态 位 0：0 = 禁用显示冻结；1 = 启用显示冻结。
<p>此命令用于启用或禁用显示冻结，从而冻结显示在屏幕上的当前帧。</p> <p>注意：设置幕布或任何需要幕布的操作将覆盖冻结，使得墙壁上的冻结图像丢失。</p> <p>以下操作需要幕布（并将覆盖冻结）：</p> <ul style="list-style-type: none"> 源类型切换（标准 - XPR - 3D） 源类型切换（隔行 - 非隔行） 切换到启动界面显示 启动界面捕获 低延迟模式切换 源重新锁定 切换到待机/低功耗模式 	
获取启用冻结	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当前显示是否已冻结。	

表 19-72. 梯形角度 [操作码 : 1Eh | 目标 : 4]

设置梯形角度	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	俯仰角 (度) 范围 = -128 至 127.9960375, 步长为 0.00390625 格式 = s8.8
字节 2-3	偏航角 (度) 设置为 0 以进行 1D 校正 范围 = -128 至 127.9960375, 步长为 0.00390625 格式 = s8.8
字节 4-5	翻滚角 (度) 设置为 0 以进行 1D/2D 校正 范围 = -128 至 127.9960375, 步长为 0.00390625 格式 = s8.8
<p>当校正图像的俯仰、偏航、翻滚、投射比和垂直偏移已知时, 配置梯形校正。</p> <p>梯形校正用于消除投影仪与投影面 (屏幕) 不正交时造成的失真。</p> <p>执行此命令时将自动启用梯形校正功能。</p> <p>注意: 这些参数的实际范围取决于光引擎 (投影光学元件); 俯仰角、偏航角和翻滚角根据光引擎的垂直偏移和投射比得出。(最大范围: -40 度至 +40 度)</p>	

备注

并非所有梯形角度都受支持。请参阅以下各表以了解支持的范围。

自动化 3D 梯形测试标准										
	TR : 0.153 至 < 0.2		TR : 0.2 至 < 0.4		TR : 0.4 至 < 0.75		TR : 0.75 < 1.5		TR : 1.5 <= 2.0	
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值
投射比	0.153	0.19	0.2	0.39	0.4	0.74	0.75	1.49	1.5	2
垂直偏移	0	1.5	-1.5	1.5	-1.5	1.5	-1.5	1.5	-1.5	1.5
俯仰角	-40	5	-40	10	-40	15	-40	25	-40	40
偏航角	-5	5	-10	10	-20	20	-30	30	-40	40
翻滚角	-3	3	-5	5	-10	10	-20	20	-25	25

自动化 1D 梯形测试标准 [仅翻滚]										
	TR : 0.153 至 < 0.2		TR : 0.2 至 < 0.4		TR : 0.4 至 < 0.75		TR : 0.75 < 1.5		TR : 1.5 <= 2.0	
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值
投射比	0.153	0.19	0.2	0.39	0.4	0.74	0.75	1.49	1.5	2
垂直偏移	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
翻滚角	-60	60	-60	60	-60	60	-60	60	-60	60

获取梯形角度	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当前设置的梯形配置参数。	

表 19-73. 梯形配置覆盖 [操作码 : 1Fh | 目标 : 4]

设置梯形配置覆盖	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	投射比 格式 = u8.8
字节 2-3	垂直偏移 格式 = s8.8
获取梯形配置覆盖	
返回的数据与写入参数的格式相同。	

表 19-74. 启用变形缩放 [操作码 : 20h | 目标 : 4]

设置启用变形缩放	
写入参数	
字节	说明
字节 0	启用状态 位 0 : 0 = 禁用变形缩放 ; 1 = 启用变形缩放。
启用或禁用变形缩放	
获取启用变形缩放	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回是否已启用变形缩放的相关信息。	

表 19-75. 显示图像尺寸 [操作码 : 21h | 目标 : 4]

设置显示图像尺寸	
写入参数	
字节	说明
字节 0	图像尺寸类型 0 = 填充 (使用 DMD 图像尺寸) 1 = 原生 (与源尺寸相同) 2 = 手动 3 = 图像尺寸保持源的宽高比并在至少一个方向上填充 DMD 4 = 图像尺寸保持宽高比 5 = 图像尺寸保持宽高比
字节 1-2	裁剪区域第一个像素
字节 3-4	裁剪区域第一行
字节 5-6	裁剪区域每行像素数
字节 7-8	裁剪区域每帧行数
字节 9-10	显示区域第一个像素
字节 11-12	显示区域第一行
字节 13-14	显示区域每行像素数
字节 15-16	显示区域每帧行数
配置输入图像的裁剪和所显示图像的尺寸调整。裁剪区域可以等于或小于输入图像尺寸。显示区域必须在 DMD 有效像素数和行数内。 注意 : 1. “裁剪区域”和“显示区域”参数仅在将图像尺寸类型设置为“手动”时有效。2. 对于 TPG、SFG 和启动界面, “裁剪区域”参数将被忽略。对于这些源, 裁剪区域会如下文所述自动设置 : a. 对于 TPG, 将裁剪区域设置为 TPG 分辨率。 b. 对于启动界面, 将裁剪区域设置为启动界面图像尺寸。 c. 对于 SFG, 将裁剪区域设置为 SFG 分辨率, 等于最后一个稳定外部源或 TPG 的源区域。	
获取显示图像尺寸	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当前图像尺寸、裁剪和显示设置。	

表 19-76. 源配置 [操作码 : 22h | 目标 : 4]

设置源配置	
写入参数	
字节	说明
字节 0	0 = 不修改输入端口同步 (直通)。 1 = 反转输入端口同步。 2 = 选择 ALF 同步作为端口同步源。在使用“自动锁定”进行源检测时使用。 3 = 仅适用于 Topfield。TopField 由 HSync 和 VSync 解码。
字节 1	水平同步配置 0 = 不修改输入端口同步 (直通)。 1 = 反转输入端口同步。 2 = 选择 ALF 同步作为端口同步源。在使用“自动锁定”进行源检测时使用。 3 = 仅适用于 Topfield。TopField 由 HSync 和 VSync 解码。
字节 2	顶场配置 0 = 不修改输入端口同步 (直通)。 1 = 反转输入端口同步。 2 = 选择 ALF 同步作为端口同步源。在使用“自动锁定”进行源检测时使用。 3 = 仅适用于 Topfield。TopField 由 HSync 和 VSync 解码。
字节 3	下采样配置 - 启用下采样操作后, 控制器使像素时钟频率 (kHz) 减半。这会影响源结构中的其他参数, 例如“总体区域每行像素数”、“活动区域每行像素数”和“活动区域第一个像素”。 0 = 禁用下采样操作 (数据直通未修改)。 1 = 启用下采样操作。从样本位置参考中选择第一个数据样本位置。 2 = 启用下采样操作。从样本位置参考中选择第二个数据样本位置。
字节 4	3D 启用 位 0 : 0 = 3D 已禁用 1 = 3D 已启用
字节 5	时钟极性 位 0 : 0 = 数据在端口时钟的下降沿进行定时 1 = 数据在端口时钟的上升沿进行定时
字节 6	像素格式 0 = RGB 1 = YUV444 2 = YUV422 3 = YUV420
字节 7	外部数据启用 位 0 : 0 = 不使用“外部数据启用” 1 = 使用“外部数据启用” (通常适用于数字源)
字节 8	隔行 位 0 : 0 = 非隔行 1 = 隔行
字节 9	偏移二进制 位 0 : 0 = 传入的数据是有符号的二进制补码; 通常适用于 RGB 源 1 = 偏移二进制; 通常适用于 YUV 源
字节 10	顶场反转 - 仅适用于使用场依存性缩放的隔行源。对于模拟隔行图形, 设置为 0。对于 DVI 源, 设置为 1。 位 0 : 0 = 不在定标器处反转顶场 1 = 在定标器处反转顶场
字节 11-12	总体区域每行像素数
字节 13-14	总体区域每帧行数
字节 15-16	活动区域第一个像素

表 19-76. 源配置 [操作码 : 22h | 目标 : 4] (continued)

设置源配置	
字节 17-18	活动区域第一行
字节 19-20	活动区域每行像素数
字节 21-22	活动区域每帧行数
字节 23-24	底场第一行 - 仅适用于隔行源。该术语指的是底场中的第一个 (起始) 活动行。有效范围是顶场第一行到每帧活动行数。对于场依存性帧, 底场第一行 \geq 顶场第一行 (= 活动区域第一行)
字节 25-28	像素时钟频率 (kHz)
字节 29-30	颜色空间转换系数 0 - 用于将 YUV 源转换为 RGB 的系数。对于 RGB 源, 这应是一个单位矩阵。所有系数都定义为有符号的二进制补码, 具有 2 个有效位和 10 个小数位 (s2.10)。例如, $1.0 = 0x0400$ 。
字节 31-32	色彩空间转换系数 1
字节 33-34	色彩空间转换系数 2
字节 35-36	色彩空间转换系数 3
字节 37-38	色彩空间转换系数 4
字节 39-40	色彩空间转换系数 5
字节 41-42	色彩空间转换系数 6
字节 43-44	色彩空间转换系数 7
字节 45-46	色彩空间转换系数 8
字节 47-48	偏移红色 - 也被称为黑电平调整。范围: -256 至 255.75 有符号 8.2 格式 (符号 + 8 个整数位和 2 个小数位)。调整黑电平以消除控制器引起的偏差和/或源中嵌入的台阶电平。若只需更改偏移, 请调用设置图像偏移命令。
字节 49-50	偏移绿色
字节 51-52	偏移蓝色
字节 53	表示视频
字节 54	表示高清视频
字节 55-58	帧速率 范围 = 0 至 65536, 步长为 0.00390625 格式 = u16.16
配置当前活动端口上源的特性。 注意: 1. 发送设置源配置命令后, 必须发送设置显示图像尺寸命令才能使更改生效。 2. CSC (色彩空间转换) 只有在发送设置显示图像尺寸命令后才会生效。 3. 当将“显示”设置为 TPG 时, 不应使用设置源配置命令。	

获取源配置	
返回参数	
字节	说明
字节 0	0 = 不修改输入端口同步 (直通)。 1 = 反转输入端口同步。 2 = 选择 ALF 同步作为端口同步源。在使用“自动锁定”进行源检测时使用。 3 = 仅适用于 Topfield。TopField 由 HSync 和 VSync 解码。
字节 1	水平同步配置 0 = 不修改输入端口同步 (直通)。 1 = 反转输入端口同步。 2 = 选择 ALF 同步作为端口同步源。在使用“自动锁定”进行源检测时使用。 3 = 仅适用于 Topfield。TopField 由 HSync 和 VSync 解码。

获取源配置	
字节 2	顶场配置 0 = 不修改输入端口同步 (直通) 。 1 = 反转输入端口同步。 2 = 选择 ALF 同步作为端口同步源。在使用“自动锁定”进行源检测时使用。 3 = 仅适用于 Topfield。TopField 由 HSync 和 VSync 解码。
字节 3	下采样配置 0 = 禁用下采样操作 (数据直通未修改) 。 1 = 启用下采样操作。从样本位置参考中选择第一个数据样本位置。 2 = 启用下采样操作。从样本位置参考中选择第二个数据样本位置。
字节 4	3D 启用 位 0 : 0 = 3D 已禁用 1 = 3D 已启用
字节 5	时钟极性 位 0 : 0 = 时钟极性为负极 1 = 时钟极性为正极
字节 6	像素格式 0 = RGB 1 = YUV444 2 = YUV422 3 = YUV420
字节 7	外部数据启用 位 0 : 0 = 禁用外部数据 1 = 启用外部数据
字节 8	隔行 位 0 : 0 = 非隔行 1 = 隔行
字节 9	偏移二进制 位 0 : 0 = 传入的数据是有符号的二进制补码；通常适用于 RGB 源 1 = 偏移二进制；通常适用于 YUV 源
字节 10	顶场反转 - 仅适用于使用场依存性缩放的隔行源。对于模拟隔行图形，设置为 0。对于 DVI 源，设置为 1。 位 0 : 0 = 不在定标器处反转顶场 1 = 在定标器处反转顶场
字节 11-12	总体区域每行像素数
字节 13-14	总体区域每帧行数
字节 15-16	活动区域第一个像素
字节 17-18	活动区域第一行
字节 19-20	活动区域每行像素数
字节 21-22	活动区域每帧行数
字节 23-24	底场第一行 - 仅适用于隔行源。该术语指的是底场中的第一个 (起始) 活动行。有效范围是顶场第一行到每帧活动行数。对于场依存性成帧，底场第一行 >= 顶场第一行 (= 活动区域第一行)
字节 25-28	像素时钟频率 (kHz)
字节 29-30	色彩空间转换系数 0
字节 31-32	色彩空间转换系数 1
字节 33-34	色彩空间转换系数 2
字节 35-36	色彩空间转换系数 3
字节 37-38	色彩空间转换系数 4

获取源配置	
字节 39-40	色彩空间转换系数 5
字节 41-42	色彩空间转换系数 6
字节 43-44	色彩空间转换系数 7
字节 45-46	色彩空间转换系数 8
字节 47-48	偏移红色 - 也被称为黑电平调整。范围：-256 至 255.75 有符号 8.2 格式（符号 + 8 个整数位和 2 个小数位）。调整黑电平以消除控制器引起的偏差和/或源中嵌入的台阶电平。若只需更改偏移，请调用 <code>SetImageOffset</code> 命令。
字节 49-50	偏移绿色
字节 51-52	偏移蓝色
字节 53	表示视频
字节 54	表示高清视频
字节 55-58	帧速率 范围 = 0 至 65536，步长为 0.00390625 格式 = u16.16
检索当前活动端口的源特性。	

表 19-77. 数据路径扫描状态 [操作码：25h | 目标：4]

获取数据路径扫描状态	
返回参数	
字节	说明
字节 0	扫描状态 0 = 检测稳定视频 1 = 正在搜索 2 = 检测到同步 3 = 已锁定 4 = 已暂停
字节 1	数据路径状态 0 = 待机 1 = 正在初始化 2 = 启动时的启动界面 3 = 闲置中 4 = 正在扫描 5 = 自动锁定 6 = 正在监控
返回源检测的当前状态。	

表 19-78. 帧速率参数 [操作码 : 26h | 目标 : 4]

获取帧速率参数	
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	输入帧速率 格式 = u16.16
字节 4-7	输出帧速率 格式 = u16.16
字节 8	帧速率转换 (FRC) 模式 0 = 47-63Hz 的固定输出帧速率范围。 1 = FRC 与传入帧速率同步。 2 = FRC 是传入帧速率的两倍。 3 = FRC 是传入帧速率的三倍。 4 = FRC 是传入帧速率的 4 倍。 5 = FRC 是传入帧速率的 6 倍。 6 = FRC 是传入帧速率的 8 倍。 7 = FRC 是传入帧速率的 10 倍。
返回当前输入帧速率、输出帧速率和 FRC 模式	

表 19-79. VBO 配置 [操作码 : 30h | 目标 : 4]

设置 VBO 配置	
写入参数	
字节	说明
字节 0	数据映射模式 0 = 36bpp/30bpp RGB/YCbCr444 1 = 27bpp RGB/YCbCr444 2 = 24bpp RGB/YCbCr444 3 = 32bpp/24bpp/20bpp YCbCr422 4 = 18bpp YCbCr422 5 = 16bpp YCbCr422 6 = 12bpp/10bpp YCbCr420 配置 1 7 = 8bpp YCbCr420 配置 1 8 = 10bpp YCbCr420 配置 2 9 = 8bpp YCbCr420 配置 2 10 = 不是有效的 V-by-one 数据模式或未使用模式
字节 1	字节模式 1 = 8 位模式 (= 3 字节模式) 2 = 10 位模式 (= 4 字节模式) 3 = 12 位模式 (=5 字节模式) (12 位模式会在内部减少为进行 10 位处理)
字节 2	通道数可以是 1、2、4 或 8
字节 3	启用像素重复 位 0 : 启用像素重复
配置 Vx1 源的特性。	
获取 VBO 配置	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回 Vx1 源的特性。	

表 19-80. 梯形角 [操作码 : 3Ah | 目标 : 4]

设置梯形角	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	左上角的 X 位置
字节 2-3	左上角的 Y 位置
字节 4-5	右上角的 X 位置
字节 6-7	右上角的 Y 位置
字节 8-9	左下角的 X 位置
字节 10-11	左下角的 Y 位置
字节 12-13	右下角的 X 位置
字节 14-15	右下角的 Y 位置
当校正图像的角已知时，配置 2D 梯形校正。梯形校正用于消除投影仪与投影面（屏幕）不正交时造成的失真。若要产生效果，必须启用梯形功能。	
获取梯形角	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当前设置的梯形配置参数。当已使用校正图像的四个角来配置梯形校正时，应使用此命令。仅当启用梯形功能时才会观察到梯形校正，即使参数配置正确也是如此。	

表 19-81. 扭曲时序验证启用调整扭曲 [操作码：3Bh | 目标：4]

设置扭曲时序验证启用调整扭曲	
写入参数	
字节	说明
字节 0	启用状态 位 0 : 1 = 启用自动扭曲几何形状调整 0 = 禁用自动扭曲几何形状调整
此命令用于设置是否应允许自动扭曲几何形状调整。	
获取扭曲时序验证启用调整扭曲	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回是否已启用自动扭曲调整的相关信息。	

表 19-82. 是否已修改扭曲几何形状 [操作码 : 3Ch | 目标 : 4]

获取是否已修改扭曲几何形状的相关信息	
返回参数	
字节	说明
字节 0	匿名 1 位 0 : 1 = 真 0 = 假
返回扭曲几何形状是否已修改的相关信息。	

19.9 照明

照明

表 19-83. 照明启用 [操作码 : 80h | 目标 : 4]

设置照明启用	
写入参数	
字节	说明
字节 0	0 - 已禁用 1 - 仅启用红色 LED 2 - 仅启用绿色 LED 3 - 启用红色和绿色 LED 4 - 仅启用蓝色 LED 5 - 启用红色和蓝色 LED 6 - 启用绿色和蓝色 LED 7 - 启用所有 LED
启用或禁用照明。	
获取照明启用	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
获取照明的启用状态。	

表 19-84. DLPA3005 照明电流 [操作码：84h | 目标：4]

设置 DLPA3005 照明电流	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	驱动电平红色
字节 2-3	驱动电平绿色
字节 4-5	驱动电平蓝色
<p>将 DLPA3005 驱动电流电平输入设置为每个 LED 10 位驱动电平，范围为 0 - 874 (实际范围为 0-1023，但该值会受到限制，以减少可损坏参考 LED 的变化)。如果启用了动态纯黑或白点校正，则不应使用此命令。</p> <p>以安培为单位的电流输出计算如下。</p> <p>$OutputCurrent = ((DriveLevel + 1)/1024) * ((0.15/0.004)) \text{ Amps}$</p> <p>示例：For DriveLevel = 874; OutputCurrent = 32.04345703Amps</p> <p>注意：计算基于 32A 的最大驱动电平且使用 4mΩ RLIM 电阻器；请参阅 DLPA3005 数据表来针对要驱动的 LED 进行优化。</p>	
获取 DLPA3005 照明电流	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
获取 DLPA3005 驱动电流电平。	

19.10 图像处理

图像处理

表 19-85. 图像算法启用 [操作码：40h | 目标：4]

设置图像算法启用	
写入参数	
字节	说明
字节 0	色度瞬态改进启用 位 0：色度瞬态改进启用位
字节 1	伽马校正启用。 位 0：伽马校正启用位
字节 2	颜色坐标调整启用 位 0：颜色坐标调整启用位
字节 3	绚丽色彩启用 位 0：绚丽色彩启用位
字节 4	白点校正启用 位 0：白点校正启用位
字节 5	动态纯黑启用 位 0：动态纯黑启用位
字节 6	HDR 启用 位 0：HDR 启用位
<p>为所有图像算法设置启用标志。 0 = 禁用 1 = 启用</p> <p>色度瞬态改进： 此函数用于启用/禁用色度瞬态改进 (CTI) 功能，从而过滤 B 和 C 数据通道上的 4:4:4 采样色度 (Cr 和 Cb) 数据。色度瞬态函数执行带通滤波 (支持两个中心频率) 和中值滤波以尽可能减小振铃。它对滤波后的输出执行限制和核化降噪函数。</p> <p>伽马校正： 此函数用于启用/禁用伽马校正功能，该函数通过被称为“去伽玛” (de-gamma) 的表查找过程去除应用在源上的伽马传递函数。启用后，执行 10 位 RGB 输入到通用 12 位浮点 (S0M8E4) RGB 输出的去伽马转换。禁用后，伽马校正函数的每个数据输入的全部 10 位均为零填充并将 MSB 对齐到 12 位，并在未修改的情况下进行直通。</p> <p>颜色坐标调整： 此函数用于启用/禁用“空间自适应七基色颜色校正函数启用”。禁用时使用标识强制实施 3x3 CSC (颜色空间转换)。</p> <p>绚丽色彩： 此函数用于启用/禁用 BrilliantColor (绚丽色彩) 技术，涉及使用多达五种颜色，而不仅仅是红、绿、蓝三基色，用以提高色彩准确度并提亮二次色。这将实现更高水平的颜色性能，增加颜色的亮度。</p> <p>白点校正： 此函数用于启用/禁用白点校正功能，通常用于 LED 类型照明系统。有时，LED 工作温度升高或 LED 老化会使 LED 输出波长漂移，从而导致系统白点发生偏移。这种使用主动光传感器反馈和工厂校准值的算法有助于维持系统的白点。</p> <p>动态纯黑： 动态纯黑 (DB) 算法通过电流控制使用 LED 输出功率来减少到达投影路径的光量，并通过增加 RGB 信号来补偿减少的光量。</p> <p>HDR： 高动态范围 (HDR) 算法将 HDR 源更宽的亮度和颜色范围映射到投影仪显示范围。HDR 受多种因素的影响，例如照明特性、占空比分布和电流流动顺序。在启用 HDR 处理之前，应通过 HDR_SetHdrSourceConfiguration() 设置有效的 HDR 源。 注意：色度瞬态改进仅适用于模拟 SDTV 源。DLPC6540 控制器不支持模拟源。即使在 DLPC6540 控制器上启用，启用后显示的图像也没有变化。</p>	
获取图像算法启用	
返回的数据与写入参数的格式相同。	

获取图像算法启用

返回所有图像算法的启用标志
'0' - 已禁用或算法功能不可用。
'1' - 已启用

表 19-86. 图像亮度 [操作码 : 41h | 目标 : 4]

设置图像亮度	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	亮度调整 范围 = -256.00 至 255.75 , 步长为 0.25 格式 = s14.2
亮度控制提供了在每个输入通道上增加或减去固定偏置的功能。这可用于去除任何固有偏移和/或调整亮度级别。亮度系数是有符号的 11 位 (s8.2) 二进制补码值, 介于 -256 (含) 和 255.75 (含) 之间。亮度控制在颜色空间转换后使用。	
获取图像亮度	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回图像亮度级别。	

表 19-87. 图像对比度 [操作码：42h | 目标：4]

设置图像对比度	
<i>写入参数</i>	
字节	说明
字节 0-1	对比度 (%) 范围 = 0 至 200，步长为 1
设置图像对比度（以百分比表示）。每个对比度字节将控制应用于给定数据通道的输入图像数据的增益。对比度增益的范围为 0 至 200（0% 至 200%），其中 100（100%）为标称值（默认值）。	
获取图像对比度	
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>	
返回图像对比度（以百分比表示）。	

表 19-88. 图像色调和颜色控制 [操作码 : 43h | 目标 : 4]

设置图像色调和颜色控制	
写入参数	
字节	说明
字节 0	色调调整角度 (度) 范围 = -45 至 45 , 步长为 1
字节 1-2	颜色控制增益 (%) 范围 = 0 至 200 , 步长为 1
设置图像色调调整角度 (以度为单位) 和颜色控制增益 (以百分比表示) 。	
获取图像色调和颜色控制	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回图像色调调整角度 (以度为单位) 和颜色控制增益 (以百分比表示) 。	

表 19-89. 图像锐度 [操作码 : 44h | 目标 : 4]

设置图像锐度	
写入参数	
字节	说明
字节 0	要应用的锐度值。 范围 = 0 至 31，步长为 1
配置锐度滤镜。值 0 表示最不锐利（最平滑），而值 31 表示最为锐利。此滤镜位于数据路径的后端，因此视频和图形都会受到影响。TI 建议禁用图形源的锐度滤镜（锐度值=16）。	
获取图像锐度	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当前锐度值	

表 19-90. 图像 RGB 偏移 [操作码：45h | 目标：4]

设置图像 RGB 偏移	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	红色通道偏移设置。 范围 = -256.00 至 255.75，步长为 0.25 格式 = s14.2
字节 2-3	绿色通道偏移设置。 范围 = -256.00 至 255.75，步长为 0.25 格式 = s14.2
字节 4-5	蓝色通道偏移设置。 范围 = -256.00 至 255.75，步长为 0.25 格式 = s14.2
应用以下图像处理函数后在数据路径中的某个点偏移 RGB 通道的电平：源偏移、对比度、RGB 增益、亮度和颜色空间转换（包括色调和颜色调整）。	
获取图像 RGB 偏移	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回红色、绿色和蓝色通道偏移设置。	

表 19-91. 图像 RGB 增益 [操作码 : 46h | 目标 : 4]

设置图像 RGB 增益	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	红色通道增益设置。 范围 = 0 至 200，步长为 1
字节 2-3	绿色通道增益设置。 范围 = 0 至 200，步长为 1
字节 4-5	蓝色通道增益设置。 范围 = 0 至 200，步长为 1
调整源图像的各个 R、G 和 B 增益。增益指定为 0% - 200% 的百分比，100% 为标称值（无增益变化）。0% 将使通道归零。此函数通过改变颜色空间转换 (CSC) 系数来调整 R、G 和 B 增益。此函数仅适用于 RGB 源。	
获取图像 RGB 增益	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回红色、绿色和蓝色通道的增益设置（以百分比表示）。	

表 19-92. CSC 表 [操作码：47h | 目标：4]

设置 CSC 表	
写入参数	
字节	说明
字节 0	闪存中预定义的 CSC 表的索引。 范围 = 0 至 7，步长为 1 0 = 表格全范围 Rgb 1 = 表格 Bt601 Yuv 视频编码器 2 = 表格全范围 Yuv1 3 = 表格偏移 Rgb 4 = 表格 Bt601 偏移 Yuv 5 = 表格全范围 Yuv 6 = 表格 Bt709 偏移 Yuv 7 = 表格 Smppte 240m 8 = 表格 Bt2020 9 = 最大表
使用闪存中存储的其中一个 CSC 表来设置颜色空间转换矩阵。	
获取 CSC 表	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
获取当前为特定用途配置的颜色空间转换矩阵的索引。	

表 19-93. 图像 CCA 坐标 [操作码 : 48h | 目标 : 4]

设置图像 CCA 坐标	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	原点坐标红色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 2-3	原点坐标红色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 4-5	原点坐标红色亮度 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 6-7	原点坐标绿色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 8-9	原点坐标绿色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 10-11	原点坐标绿色照明 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 12-13	原点坐标蓝色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 14-15	原点坐标蓝色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 16-17	原点坐标蓝色照明 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 18-19	原点坐标白色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 20-21	原点坐标白色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 22-23	原点坐标白色照明 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 24-25	原点坐标 C1 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 26-27	原点坐标 C1 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15

表 19-93. 图像 CCA 坐标 [操作码：48h | 目标：4] (continued)

设置图像 CCA 坐标	
字节 28-29	原点坐标 C1 照明 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 30-31	原点坐标 C2 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 32-33	原点坐标 C2 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 34-35	原点坐标 C2 照明 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 36-37	原点坐标 DRA A x 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 38-39	原点坐标 DRA A y 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 40-41	原点坐标 DRA A 照明 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 42-43	原点坐标 DRA B x 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 44-45	原点坐标 DRA B y 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 46-47	原点坐标 DRA B 照明 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 48-49	原点坐标 DRA C x 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 50-51	原点坐标 DRA C y 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 52-53	原点坐标 DRA C 照明 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 54-55	目标坐标红色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 56-57	目标坐标红色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15

表 19-93. 图像 CCA 坐标 [操作码 : 48h | 目标 : 4] (continued)

设置图像 CCA 坐标	
字节 58-59	目标坐标红色增益 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 60-61	目标坐标绿色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 62-63	目标坐标绿色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 64-65	目标坐标绿色增益 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 66-67	目标坐标蓝色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 68-69	目标坐标蓝色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 70-71	目标坐标蓝色增益 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 72-73	目标坐标青色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 74-75	目标坐标青色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 76-77	目标坐标青色增益 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 78-79	目标坐标洋红色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 80-81	目标坐标洋红色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 82-83	目标坐标洋红色增益 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 84-85	目标坐标黄色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 86-87	目标坐标黄色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242, 步长为 0.00003051757 格式 = u1.15

表 19-93. 图像 CCA 坐标 [操作码：48h | 目标：4] (continued)

设置图像 CCA 坐标	
字节 88-89	目标坐标黄色增益 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 90-91	目标坐标白色 x 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 92-93	目标坐标白色 y 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
字节 94-95	目标坐标白色增益 范围 = 0.0 至 1.99996948242，步长为 0.00003051757 格式 = u1.15
此命令允许独立调整主要、次要和白色坐标。 注意：此调用将覆盖先前调用执行的任何 CCA 设置。	
获取图像 CCA 坐标	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当前颜色坐标配置。	

表 19-94. 图像 HSG [操作码 : 49h | 目标 : 4]

设置图像 HSG	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	HSG 红色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 2-3	HSG 红色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 4-5	HSG 红色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 6-7	HSG 绿色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 8-9	HSG 绿色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 10-11	HSG 绿色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 12-13	HSG 蓝色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 14-15	HSG 蓝色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 16-17	HSG 蓝色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 18-19	HSG 青色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 20-21	HSG 青色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 22-23	HSG 青色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 24-25	HSG 洋红色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 26-27	HSG 洋红色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14

表 19-94. 图像 HSG [操作码 : 49h | 目标 : 4] (continued)

设置图像 HSG	
字节 28-29	HSG 洋红色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 30-31	HSG 黄色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 32-33	HSG 黄色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 34-35	HSG 黄色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 36-37	HSG 白色红色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 38-39	HSG 白色绿色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 40-41	HSG 白色蓝色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
<p>此命令用于为所有颜色应用给定的色调、饱和度和增益值。它不会影响增益为零的颜色。 注意：此调用将覆盖先前调用执行的任何 CCA 设置。</p>	

获取图像 HSG

返回的数据与写入参数的格式相同。

此命令用于返回当前为所有颜色应用的色调、饱和度和增益值。如果颜色的增益为零，则不会对颜色应用 HSG。

表 19-95. 图像伽马 LUT [操作码 : 4Ah | 目标 : 4]

设置图像伽马 LUT	
写入参数	
字节	说明
字节 0	要加载的伽马查找表。
此命令用于将指定的伽马查找表从闪存加载到存储器中。单次加载是通过加载红色、绿色和蓝色查找表的数据来完成的。	
获取图像伽马 LUT	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回当前加载到存储器中的伽马查找表的表号。	

表 19-96. 图像伽马曲线漂移 [操作码 : 4Bh | 目标 : 4]

设置图像伽马曲线漂移	
写入参数	
字节	说明
字节 0	红色伽马曲线漂移。 范围 = -128 至 127，步长为 1
字节 1	绿色伽马曲线漂移。 范围 = -128 至 127，步长为 1
字节 2	蓝色伽马曲线漂移。 范围 = -128 至 127，步长为 1
字节 3	将漂移传播到所有颜色的伽马曲线。 范围 = -128 至 127，步长为 1
用于指定红色、绿色和蓝色伽马曲线的漂移。左漂移是正偏移，右漂移是负偏移。左漂移使有效亮度增加，右漂移使有效亮度降低。	
获取图像伽马曲线漂移	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回红色、绿色和蓝色的图像伽马漂移以及要传播到所有颜色的漂移	

表 19-97. 图像白色峰值因子 [操作码 : 4Ch | 目标 : 4]

设置图像白色峰值因子	
写入参数	
字节	说明
字节 0	白色处理量。范围 0 至 10。

获取图像白色峰值因子	
返回的数据与写入参数的格式相同。	

表 19-98. XPR 滤波强度命令 [操作码：4Dh | 目标：4]

设置 XPR 滤波强度命令	
写入参数	
字节	说明
字节 0	滤波强度设置确定要过滤掉的高频内容量。有效范围为 0-7。设置为 0 表示过滤掉的高频内容最少（图像最清晰；闪烁噪声较多）；设置为 7 表示过滤掉的高频内容最多（图像最平滑；闪烁噪声最少）
获取 XPR 滤波强度命令	
返回的数据与写入参数的格式相同。	

表 19-99. HDR 源配置 [操作码 : 4Eh | 目标 : 4]

设置 HDR 源配置	
写入参数	
字节	说明
字节 0	传递函数 0 = 保留 1 = 保留 2 = PQ 3 = HLG
字节 1-4	主显示黑电平 (尼特) 范围 = 0.0000 至 10000.0 格式 = u16.16
字节 5-8	主显示白电平 (尼特) 范围 = 0.0000 至 10000.0 格式 = u16.16
字节 9-10	主显示色域红色 x 轴 范围 = 0.0000 至 1.0000 格式 = u1.15
字节 11-12	主显示色域红色 y 轴 范围 = 0.0000 至 1.0000 格式 = u1.15
字节 13-14	主显示色域绿色 x 轴 范围 = 0.0000 至 1.0000 格式 = u1.15
字节 15-16	主显示色域绿色 y 轴 范围 = 0.0000 至 1.0000 格式 = u1.15
字节 17-18	主显示色域蓝色 x 轴 范围 = 0.0000 至 1.0000 格式 = u1.15
字节 19-20	主显示色域蓝色 y 轴 范围 = 0.0000 至 1.0000 格式 = u1.15
字节 21-22	主显示色域白色 x 轴 范围 = 0.0000 至 1.0000 格式 = u1.15
字节 23-24	主显示色域白色 y 轴 范围 = 0.0000 至 1.0000 格式 = u1.15
HDR 将 HDR 源更宽的亮度和颜色范围映射到投影仪亮度和颜色范围。映射需要多个源组和系统组分别定义 HDR 源和投影设备属性。此命令用于设置源属性，并根据此信息选择最接近的源组进行映射。	
获取 HDR 源配置	
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>	
包含元数据信息。	

表 19-100. HDR 强度设置 [操作码：4Fh | 目标：4]

设置 HDR 强度	
写入参数	
字节	说明
字节 0	HDR 强度 范围 = 0 至 10
设置 HDR 强度以调整应用于输入 HDR 视频信号的电光传递函数。HDR 强度会随着环境亮度级别而变化。HDR 强度不适用于由 HDR 源配置设置的 HLG 传递函数。	
获取 HDR 强度设置	
返回的数据与写入参数的格式相同。	

表 19-101. 系统亮度范围设置 [操作码 : 50h | 目标 : 4]

设置系统亮度范围	
写入参数	
字节	说明
字节 0-3	最小亮度 (尼特) 范围 = 0.0000 至 10000.0 格式 = u16.16
字节 4-7	最大亮度 (尼特) 范围 = 0.0000 至 10000.0 格式 = u16.16
设置系统亮度范围 (以尼特为单位)。这些用于确定要应用于 HDR 源的相应 EOTF 和 OOTF 函数。只需要为 HDR 功能进行此设置。	
获取系统亮度范围设置	
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>	

表 19-102. 图像颜色配置 [操作码 : 51h | 目标 : 4]

设置图像颜色配置	
写入参数	
字节	说明
字节 0	颜色配置
设置预配置的伽马表格系数和存储在闪存映像中的 HSG。	

表 19-103. 像点 HSG [操作码 : 52h | 目标 : 4]

设置像点 HSG	
写入参数	
字节	说明
字节 0	点 0 = 行 0 列 0 1 = 行 0 列 1 2 = 行 0 列 2 3 = 行 0 列 3 4 = 行 0 列 4 5 = 行 1 列 0 6 = 行 1 列 1 7 = 行 1 列 2 8 = 行 1 列 3 9 = 行 1 列 4 10 = 行 2 列 0 11 = 行 2 列 1 12 = 行 2 列 2 13 = 行 2 列 3 14 = 行 2 列 4
字节 1-2	HSG 红色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 3-4	HSG 红色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 5-6	HSG 红色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 7-8	HSG 绿色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 9-10	HSG 绿色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 11-12	HSG 绿色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 13-14	HSG 蓝色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 15-16	HSG 蓝色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 17-18	HSG 蓝色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14

表 19-103. 像点 HSG [操作码 : 52h | 目标 : 4] (continued)

设置像点 HSG	
字节 19-20	HSG 青色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 21-22	HSG 青色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 23-24	HSG 青色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 25-26	HSG 洋红色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 27-28	HSG 洋红色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 29-30	HSG 洋红色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 31-32	HSG 黄色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 33-34	HSG 黄色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 35-36	HSG 黄色色调 范围 = -1.0 至 1.0, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 37-38	HSG 白色红色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 39-40	HSG 白色绿色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 41-42	HSG 白色蓝色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
此命令用于为指定采样点的所有颜色应用给定的色调、饱和度和增益值。点为 0-15 之间的数字，对应于光栅扫描顺序中 5 x 3 个 PCC 采样点之一。它不会影响增益为零的颜色。注意：此调用将覆盖先前调用执行的任何 CCA 设置。	

获取像点 HSG	
读取参数	
字节	说明

获取像点 HSG	
字节 0	点 0 = 行 0 列 0 1 = 行 0 列 1 2 = 行 0 列 2 3 = 行 0 列 3 4 = 行 0 列 4 5 = 行 1 列 0 6 = 行 1 列 1 7 = 行 1 列 2 8 = 行 1 列 3 9 = 行 1 列 4 10 = 行 2 列 0 11 = 行 2 列 1 12 = 行 2 列 2 13 = 行 2 列 3 14 = 行 2 列 4

返回参数	
字节	说明
字节 0-1	HSG 红色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 2-3	HSG 红色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 4-5	HSG 红色色调 范围 = -1.0 至 1.0，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 6-7	HSG 绿色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 8-9	HSG 绿色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 10-11	HSG 绿色色调 范围 = -1.0 至 1.0，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 12-13	HSG 蓝色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 14-15	HSG 蓝色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 16-17	HSG 蓝色色调 范围 = -1.0 至 1.0，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14

字节 18-19	HSG 青色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 20-21	HSG 青色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 22-23	HSG 青色色调 范围 = -1.0 至 1.0，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 24-25	HSG 洋红色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 26-27	HSG 洋红色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 28-29	HSG 洋红色色调 范围 = -1.0 至 1.0，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 30-31	HSG 黄色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 32-33	HSG 黄色饱和度 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 34-35	HSG 黄色色调 范围 = -1.0 至 1.0，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 36-37	HSG 白色红色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 38-39	HSG 白色绿色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 40-41	HSG 白色蓝色增益 范围 = 0.0 至 1.99993896485，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
此命令用于返回当前为指定采样点的所有颜色应用的色调、饱和度和增益值。点为 0-15 之间的数字，对应于光栅扫描顺序中 5 x 3 个 PCC 采样点之一。如果颜色的增益为零，则不会对颜色应用 HSG。	

表 19-104. Spcc 控制点 [操作码 : 53h | 目标 : 4]

设置 Spcc 控制点	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	为 (行, 列) 采样点 (1,0)、(1,1)、(1,2)、(1,3)、(1,4) 设置垂直位置 (像素)
字节 2-3	为 (行, 列) 采样点 (0,1)、(1,1)、(2,1) 设置水平位置 (像素)
字节 4-5	为 (行, 列) 采样点 (0,3)、(1,3)、(2,3) 设置水平位置 (像素)
设置多点 sPCC 的控制点位置。	
获取 Spcc 控制点	
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>	
返回多点 sPCC 的控制点位置	

表 19-105. Pcc 直接系数 [操作码 : 54h | 目标 : 4]

设置 Pcc 直接系数	
写入参数	
字节	说明
字节 0	点 0 = 行 0 列 0 1 = 行 0 列 1 2 = 行 0 列 2 3 = 行 0 列 3 4 = 行 0 列 4 5 = 行 1 列 0 6 = 行 1 列 1 7 = 行 1 列 2 8 = 行 1 列 3 9 = 行 1 列 4 10 = 行 2 列 0 11 = 行 2 列 1 12 = 行 2 列 2 13 = 行 2 列 3 14 = 行 2 列 4
字节 1-2	Pcc 红色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 3-4	Pcc 红色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 5-6	Pcc 红色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 7-8	Pcc 绿色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 9-10	Pcc 绿色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 11-12	Pcc 绿色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 13-14	Pcc 蓝色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 15-16	Pcc 蓝色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 17-18	Pcc 蓝色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14

表 19-105. Pcc 直接系数 [操作码：54h | 目标：4] (continued)

设置 Pcc 直接系数	
字节 19-20	Pcc 青色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 21-22	Pcc 青色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 23-24	Pcc 青色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 25-26	Pcc 洋红色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 27-28	Pcc 洋红色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 29-30	Pcc 洋红色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 31-32	Pcc 黄色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 33-34	Pcc 黄色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 35-36	Pcc 黄色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 37-38	Pcc 白色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 39-40	Pcc 白色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 41-42	Pcc 白色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875，步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
<p>此命令通过直接访问为指定采样点的所有颜色应用原始 PCC 系数。点为 0-15 之间的数字，对应于光栅扫描顺序中 5 x 3 个 PCC 采样点之一。</p> <p>注意：此调用将覆盖先前调用执行的任何 CCA 设置。</p>	

获取 Pcc 直接系数	
读取参数	
字节	说明

获取 Pcc 直接系数	
字节 0	点 0 = 行 0 列 0 1 = 行 0 列 1 2 = 行 0 列 2 3 = 行 0 列 3 4 = 行 0 列 4 5 = 行 1 列 0 6 = 行 1 列 1 7 = 行 1 列 2 8 = 行 1 列 3 9 = 行 1 列 4 10 = 行 2 列 0 11 = 行 2 列 1 12 = 行 2 列 2 13 = 行 2 列 3 14 = 行 2 列 4

返回参数	
字节	说明
字节 0-1	Pcc 红色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 2-3	Pcc 红色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 4-5	Pcc 红色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 6-7	Pcc 绿色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 8-9	Pcc 绿色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 10-11	Pcc 绿色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 12-13	Pcc 蓝色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 14-15	Pcc 蓝色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 16-17	Pcc 蓝色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14

字节 18-19	Pcc 青色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 20-21	Pcc 青色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 22-23	Pcc 青色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 24-25	Pcc 洋红色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 26-27	Pcc 洋红色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 28-29	Pcc 洋红色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 30-31	Pcc 黄色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 32-33	Pcc 黄色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 34-35	Pcc 黄色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 36-37	Pcc 白色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 38-39	Pcc 白色 G 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
字节 40-41	Pcc 白色 B 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14
<p>此命令通过直接访问为指定采样点的所有颜色获取原始 PCC 系数。点为 0-15 之间的数字，对应于光栅扫描顺序中 5 x 3 个 PCC 采样点之一。</p> <p>注意：此调用将覆盖先前调用执行的任何 CCA 设置。</p>	

19.11 外设

外设

表 19-106. GPIO 引脚配置 [操作码 : 60h | 目标 : 4]

设置 GPIO 引脚配置	
写入参数	
字节	说明
字节 0	要选择的 GPIO。 范围 = 0 至 87。
字节 1	输入/输出 位 0 : 1 = 输出 (启用输出缓冲器) 0 = 输入 (输出缓冲器高阻抗)
字节 2	逻辑值 位 0 : 1 = LogicVal 1 0 = LogicVal 0
字节 3	开漏配置 位 0 : 1 = 开漏输出 0 = 标准输出
对单个通用 I/O 引脚的方向、逻辑值和开漏特性进行编程。	
获取 GPIO 引脚配置	
读取参数	
字节	说明
字节 0	要选择的 GPIO。 范围 = 0 至 87。
返回参数	
字节	说明
字节 0	输入/输出 位 0 : 1 = 输出 (启用输出缓冲器) 0 = 输入 (输出缓冲器高阻抗)
字节 1	逻辑值 位 0 : 1 = LogicVal 1 0 = LogicVal 0
字节 2	开漏配置 位 0 : 1 = 开漏输出 0 = 标准输出
返回单个通用 I/O 引脚的方向、逻辑值和开漏配置。	

表 19-107. GPIO 引脚 [操作码 : 61h | 目标 : 4]

设置 GPIO 引脚	
写入参数	
字节	说明
字节 0	要选择的 GPIO。 范围 = 0 至 87。
字节 1	逻辑值 位 0 : 1 = LogicVal 1 0 = LogicVal 0
设置指定 GPIO 引脚的输出逻辑值。	

获取 GPIO 引脚	
读取参数	
字节	说明
字节 0	要选择的 GPIO。 范围 = 0 至 87。

返回参数	
字节	说明
字节 0	逻辑值 位 0 : 1 = LogicVal 1 0 = LogicVal 0
返回指定 GPIO 引脚的逻辑值。	

表 19-108. 通用时钟启用 [操作码 : 63h | 目标 : 4]

设置通用时钟启用	
写入参数	
字节	说明
字节 0	要配置的时钟
字节 1	TRUE = 启用时钟。 FALSE = 禁用时钟。
字节 2-5	对选定时钟进行分频的量。如果要禁用时钟，则忽略此参数。范围 2-127。

获取通用时钟启用	
读取参数	
字节	说明
字节 0	DLPC 时钟输出。

返回参数	
字节	说明
字节 0	已启用

表 19-109. 通用时钟频率 [操作码 : 64h | 目标 : 4]

获取通用时钟频率	
读取参数	
字节	说明
字节 0	需要返回频率配置的时钟。
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	时钟频率 (以 kHz 为单位) 。范围 = 787KHz 至 50,000 kHz。

表 19-110. I2C 直通 [操作码 : 67h | 目标 : 4]

设置 I2C 直通	
写入参数	
字节	说明
字节 0	端口 0 = I2C 端口 0 1 = I2C 端口 1 2 = I2C 端口 2 3 = 仅支持三个端口
字节 1	7 位地址 - 0 = 10 位地址 ; 1 = 7 位地址
字节 2	子地址存在 0 = 不存在子地址 ; 1 = 存在子地址
字节 3-6	时钟速率 - 支持 100Khz 或 400Khz
字节 7-8	器件地址
字节 9 - 传递的字节数	子地址 (如果存在)
字节 9 - *	数据字节
将数据写入指定的 I2C 器件地址。	

获取 I2C 直通	
读取参数	
字节	说明
字节 0	端口 0 = I2C 端口 0 1 = I2C 端口 1 2 = I2C 端口 2 3 = 仅支持三个端口
字节 1	7 位地址 0 = 10 位地址 1 = 7 位地址
字节 2	子地址存在 0 = 不存在子地址 ; 1 = 存在子地址
字节 3-6	时钟速率
字节 7-8	器件地址
字节 9-10	字节计数
字节 11 - 传递的字节数	子地址 (如果存在)

返回参数	
字节	说明
字节 0 - 传递的字节数	数据字节
从指定的 I2C 器件地址读取数据。	

表 19-111. DMD 温度 [操作码 : 69h | 目标 : 4]

获取 DMD 温度	
返回参数	
字节	说明
字节 0-1	摄氏温度值 注意：默认情况下，固件配置为使用 I2C 端口 2 来读取 TMP411A 输出。 范围 = -256 至 255，步长为 1
此命令仅适用于系统中安装了 TMP411A 温度传感器的情形。	

表 19-112. EEPROM 锁定状态 [操作码 : 6Ch | 目标 : 4]

设置 EEPROM 锁定状态	
写入参数	
字节	说明
字节 0	0 - 未锁定 1 - 已锁定
设置 EEPROM 的锁定状态。设置锁定后，从应用软件写入的所有 EEPROM 设置和/或校准数据都不会保存到 EEPROM。锁定模式仅供在工厂内使用，方便用户测试各种不同的设置，而不将这些设置实际写入 EEPROM。在正常使用模式下，不应修改锁定状态参数。	
获取 EEPROM 锁定状态	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
获取 EEPROM 的锁定状态。	

表 19-113. UART 配置 [操作码 : 6Dh | 目标 : 4]

设置 UART 配置	
写入参数	
字节	说明
字节 0	UART 端口 0 = 端口 0 1 = 端口 1 2 = 端口 2
字节 1	启用状态 位 0 : 0 = 禁用 1 = 启用
字节 2	波特率 0 = 1200 1 = 2400 2 = 4800 3 = 9600 4 = 14400 5 = 19200 6 = 38400 7 = 57600 8 = 115200 9 = 230400 10 = 460800 11 = 921600
字节 3	数据位 0 = 5 1 = 6 2 = 7 3 = 8
字节 4	停止位 0 = 1 1 = 2
字节 5	奇偶校验 0 = 既不传输也不检查奇偶校验位 1 = 传输并检查偶校验 2 = 传输并检查奇校验
字节 6	流控 0 = 关 1 = 硬件流控制
字节 7	Rx 触发电平 0 = 八分之一满 1 = 四分之一满 2 = 二分之一满 3 = 四分之三满 4 = 八分之七满
字节 8	Tx 触发电平 0 = 八分之一满 1 = 四分之一满 2 = 二分之一满 3 = 四分之三满 4 = 八分之七满

表 19-113. UART 配置 [操作码 : 6Dh | 目标 : 4] (continued)

设置 UART 配置	
字节 9	Rx 数据极性 0 = 提供 UART_RXD 输入的同相版本 1 = 提供 UART_RXD 输入的反相版本
字节 10	Rx 数据源 0 = UART_x.RXD 来源于 UART_x_RXD 引脚 1 = UART_x.RXD 来源于 LAMPSTAT 引脚
初始化指定 UART 端口的所有可编程参数。	

获取 UART 配置	
读取参数	
字节	说明
字节 0	UART 端口 0 = 端口 0 1 = 端口 1 2 = 端口 2

返回参数	
字节	说明
字节 0	启用状态 位 0 : 0 = 禁用 1 = 启用
字节 1	波特率 0 = 1200 1 = 2400 2 = 4800 3 = 9600 4 = 14400 5 = 19200 6 = 38400 7 = 57600 8 = 115200 9 = 230400 10 = 460800 11 = 921600
字节 2	数据位 0 = 5 1 = 6 2 = 7 3 = 8
字节 3	停止位 0 = 1 1 = 2
字节 4	奇偶校验 0 = 既不传输也不检查奇偶校验位 1 = 传输并检查偶校验 2 = 传输并检查奇校验
字节 5	流控 0 = 关 1 = 硬件流控制

字节 6	Rx 触发电平 0 = 八分之一满 1 = 四分之一满 2 = 二分之一满 3 = 四分之三满 4 = 八分之七满
字节 7	Tx 触发电平 0 = 八分之一满 1 = 四分之一满 2 = 二分之一满 3 = 四分之三满 4 = 八分之七满
字节 8	Rx 数据极性 0 = 提供 UART_RXD 输入的同相版本 1 = 提供 UART_RXD 输入的反相版本
字节 9	Rx 数据源 0 = UART_x.RXD 来源于 UART_x_RXD 引脚 1 = 保留
获取指定 UART 端口的当前配置。	

19.12 扭曲

扭曲

表 19-114. 手动扭曲表 [操作码 : 34h | 目标 : 4]

设置手动扭曲表	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	要写入的数据的表内起始索引
字节 2 - *	以 X、Y 对表示的扭曲映射点，其中 X、Y 采用 13.3 定点格式 范围 = 13 至 3
此命令用于写入可使用应用手动扭曲命令启用的扭曲映射表。N 扭曲映射点可以一次性加载到表内的任何位置。使用此命令可以设置的最大点数为水平方向 62 点和垂直方向 32 点。总共最多 1984 点。此命令设置的点数应与使用设置手动扭曲控制点命令指定的控制点数相匹配。	
获取手动扭曲表	
读取参数	
字节	说明
字节 0-1	要从中读取数据的表内起始索引
字节 2-3	要读取的条目数
返回参数	
字节	说明
字节 0 - *	以 X、Y 对表示的扭曲映射点，其中 X、Y 采用 13.3 定点格式
此命令用于从已使用设置手动扭曲表加载的扭曲映射表中读取。N 扭曲映射点（不超过命令数据包大小）可以从表内的任何位置一次性读取。最大表大小为 1952。	

表 19-115. 手动扭曲控制点 [操作码 : 35h | 目标 : 4]

设置手动扭曲控制点	
写入参数	
字节	说明
字节 0	指示扭曲控制点是否由水平和垂直控制点数组显式定义。 0 = 输入图像被均匀划分以创建维度为 ((水平控制点数) x (垂直控制点数)) 的扭曲控制点。使用设置手动扭曲命令加载的扭曲映射表用作维度为 (扭曲列 x 扭曲行) 的两维阵列。 1 = 扭曲控制点由此命令的 Horizontal Control Points (水平控制点) 和 Vertical Control Points (垂直控制点) 参数定义。使用设置手动扭曲表命令加载的扭曲映射表用作维度为 (62 x 32) 的二维阵列。
字节 1 - *	如果控制点由阵列 = 0 定义, 则此处发送水平控制点数。 如果控制点由阵列 = 1 定义, 则此处发送 uint16 格式的 62 个水平控制点
字节 1 - *	如果控制点由阵列 = 0 定义, 则此处发送垂直控制点数。 如果控制点由阵列 = 1 定义, 则此处发送 uint16 格式的 32 个垂直控制点。
<p>此命令用于设置用户定义的扭曲映射控制点, 如果启用, 这些控制点应该应用在梯形校正、变形缩放和其他扭曲相关功能设置之上。使用手动扭曲表写入命令加载的扭曲映射表用作维度由此命令第一个参数定义的二维阵列:</p> <p>TRUE = (水平控制点数) x (垂直控制点数)</p> <p>FALSE = (62 x 32) 映射中的点应当位于显示图像尺寸命令定义的显示区域内。任何位于显示区域外的点都将被裁剪掉。</p>	
获取手动扭曲控制点	
返回参数	
字节	说明
字节 0	指示扭曲控制点是否由水平和垂直控制点数组显式定义。
字节 1 - *	如果控制点由阵列 = 0 定义, 此处会返回水平控制点数, 后跟垂直控制点数。 如果控制点由阵列 = 1 定义, 此处会返回 Actual(62) 水平控制点, 后跟 Actual(62) 垂直控制点。
此命令用于获取用户定义的扭曲映射控制点。	

表 19-116. 应用手动扭曲 [操作码 : 36h | 目标 : 4]

设置应用手动扭曲	
写入参数	
字节	说明
字节 0	启用 位 0 : 启用扭曲
此命令用于将手动扭曲控制点和映射表应用于分别由设置手动扭曲控制点和设置手动扭曲表定义的扭曲硬件。	
获取应用手动扭曲	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
此命令用于返回是否已启用或禁用手动扭曲。	

表 19-117. 平滑扭曲表 [操作码 : 38h | 目标 : 4]

设置平滑扭曲表	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	左上角 X
字节 2-3	左上角 Y
字节 4-5	中上方 X
字节 6-7	中上方 Y
字节 8-9	右上角 X
字节 10-11	右上角 Y
字节 12-13	左侧中心 X
字节 14-15	左侧中心 Y
字节 16-17	中部中心 X
字节 18-19	中部中心 Y
字节 20-21	右侧中心 X
字节 22-23	右侧中心 Y
字节 24-25	左下方 X
字节 26-27	左下方 Y
字节 28-29	底部中心 X
字节 30-31	底部中心 Y
字节 32-33	右下角 X
字节 34-35	右下角 Y
此命令用于设置用户定义的 3x3 扭曲映射以创建参数化平滑曲线。	
获取平滑扭曲表	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
此命令用于返回用户定义的 3x3 扭曲映射点	

表 19-118. 手动扭曲表更新模式 [操作码 : 39h | 目标 : 4]

设置手动扭曲表更新模式	
写入参数	
字节	说明
字节 0	0 = 覆盖现有 1 = 与现有合并
此命令用于设置手动扭曲表写入模式	
获取手动扭曲表更新模式	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
此命令用于返回是否已启用或禁用手动扭曲。	

19.13 手动 WPC

手动 WPC

表 19-119. WPC 目标手动模式 [操作码 : D4h | 目标 : 4]

设置 WPC 目标手动模式	
<i>写入参数</i>	
字节	说明
字节 0	0 = 禁用手动模式 1 = 启用手动模式
设置/复位手动模式以在运行时指定 WPC 目标色点。设置手动模式后，工程中指定的所有目标色点都会被忽略。软件将只设置由用户指定的目标色点，直到使用这一相同命令复位手动模式为止。	
获取 WPC 目标手动模式	
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>	
获取用于在运行时指定 WPC 目标色点的手动模式是否处于活跃状态。设置手动模式后，工程中指定的所有目标色点都会被忽略。软件将只设置用户指定的目标色点，直到手动模式复位为止。	

表 19-120. WPC 目标色点 [操作码 : D5h | 目标 : 4]

设置 WPC 目标色点	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	CIE X 范围 = 0.0000 至 1.0000 格式 = u0.16
字节 2-3	CIE Y 范围 = 0.0000 至 1.0000 格式 = u0.16
在 WPC 目标手动模式期间设置目标色点。	
获取 WPC 目标色点	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
获取 WPC 的当前活跃目标色点。	

修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (April 2021) to Revision A (February 2022)	Page
• 添加了“3D 源配置 (B2h)”	16
• 在版本 (01h) 命令中添加了新的参数	20
• 对 EEPROM 数据存在 (07h) 命令进行了更改	20
• 对 EEPROM 失效 (0Ah) 命令进行了更改	20
• 添加了 XPR 校准图案显示 (ABh) 命令	46
• 添加了 WPC 校准数据 (C6h) 命令	46
• 添加了最大 SSI 驱动电平 (CEh) 命令	46
• 添加了 WPC 校准结构覆盖 (D2h) 命令	46
• 对 DB 边框配置 (BBh) 命令进行了更改	46
• 删除了所有 DB 光圈相关命令	46
• 更改了 Vx1 硬件状态命令的操作码	62
• 添加了 EEPROM 自由区偏移 (FFh) 命令	63
• 添加了启用低延迟模式 (12h) 命令	76
• 添加了扭曲时序验证启用调整扭曲 (3Bh) 命令	76
• 添加了扭曲几何形状是否已修改 (3Ch) 命令	76
• 添加了图像白色峰值因子 (4Ch) 命令	106
• 添加了 XPR 滤波强度 (4Dh) 命令	106
• 添加了图像颜色配置 (51h) 命令	106
• 添加了像点 HSG (52h) 命令	106
• 添加了 Spcc 控制点 (53h) 命令	106
• 添加了 PCC 直接系数 (54h) 命令	106
• 添加了 EEPROM 锁定状态 (6Ch) 命令	138
• 删除了 PWM 输出配置 (65H) 命令	138
• 删除了 PWM 输入配置 (66h) 命令	138
• 删除了 CW PWM 配置 (68h) 命令	138
• 此类别中的所有命令都是新添加的。	153

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司