

# Programmer's Guide

## DLPC7540



### 摘要

本指南详细介绍了基于 DLPC7540 控制器的系统的软件接口要求。该指南包括通信协议、初始化、默认设置、常见用例和命令说明。

### 内容

<b>1 范围</b> .....	6
<b>2 参考资料</b> .....	6
<b>3 首字母缩写词</b> .....	6
<b>4 系统引导</b> .....	7
4.1 闪存中的数据.....	7
4.2 引导加载程序.....	7
4.3 主应用程序.....	8
4.4 引导加载程序和主应用程序支持的命令.....	8
4.5 调试终端.....	9
4.6 HOST_IRQ/SYSTEM_BUSY.....	9
4.7 心跳.....	9
4.8 低电平故障.....	9
<b>5 系统状态</b> .....	9
<b>6 版本</b> .....	9
<b>7 功耗模式</b> .....	9
<b>8 显示模式</b> .....	9
<b>9 源检测和配置</b> .....	9
<b>10 内部源</b> .....	10
10.1 测试图形 (TPG).....	10
10.2 纯色域 (SFG) 颜色.....	10
10.3 幕布.....	10
<b>11 显示格式</b> .....	10
<b>12 图像处理</b> .....	10
<b>13 变形</b> .....	12
13.1 控制点表.....	12
13.2 手动变形表.....	12
13.3 表约束.....	13
13.4 示例变形表.....	14
13.5 手动变形命令.....	15
13.6 光学 (镜头) 失真校正.....	22
<b>14 混合简介</b> .....	23
14.1 混合映射控制点.....	23
14.2 混合映射增益值.....	23
14.3 混合映射偏移值.....	23
14.4 约束条件.....	23
14.5 手动混合命令.....	23
14.6 手动混合应用命令.....	30
14.7 为混合设置裁剪输入图像.....	35
14.8 在 EEPROM 中存储边缘混合配置.....	36
14.9 存储在 EEPROM 或辅助闪存中.....	37
14.10 控制程序中的手动混合 GUI.....	38

<b>15 照明控制</b> .....	44
<b>16 外设</b> .....	44
16.1 GPIO.....	44
16.2 PWM.....	44
<b>17 接口协议</b> .....	44
17.1 支持的接口.....	44
17.2 I <sup>2</sup> C 目标.....	44
17.3 USB.....	45
<b>18 命令协议</b> .....	45
18.1 命令数据包.....	45
18.2 响应数据包.....	46
18.3 目标详细信息.....	47
18.4 错误处理和恢复.....	48
18.5 系统繁忙 - I <sup>2</sup> C 场景.....	48
18.6 支持可变数据大小.....	48
<b>19 自动初始化批处理文件</b> .....	49
<b>20 命令说明</b> .....	49
<b>21 系统命令</b> .....	50
21.1 3D.....	50
21.2 管理事务.....	53
21.3 自动锁定.....	69
21.4 引导加载程序.....	70
21.5 校准.....	79
21.6 混合.....	99
21.7 调试内部.....	106
21.8 调试.....	107
21.9 常规运行.....	121
21.10 照明.....	151
21.11 图像处理.....	153
21.12 手动 WPC.....	185
21.13 外设.....	187
21.14 视觉.....	201
21.15 变形.....	217
<b>修订历史记录</b> .....	226

## 插图清单

图 1-1. 典型投影仪系统方框图.....	6
图 4-1. 闪存更新流程图.....	8
图 13-1. 变形示例.....	12
图 13-2. 源控制点.....	13
图 13-3. 目标控制点.....	13
图 13-4. 变形示例.....	14
图 13-5. 示例输出.....	19
图 13-6. CMD_ConfigureSmoothWarp 示例输出 1.....	21
图 13-7. CMD_ConfigureSmoothWarp 示例输出 2.....	21
图 13-8. 镜头校正映射的存储.....	22
图 14-1. 混合示例.....	23
图 14-2. 混合系统图示例.....	32
图 14-3. 混合布局结果示例.....	36
图 17-1. USB 内核.....	45

## 表格清单

表 4-1. 支持的闪存更新命令.....	7
表 13-1. 手动变形表.....	15
表 13-2. 不由数组定义的控制点.....	15
表 13-3. 由数组定义的控制点.....	16
表 13-4. 示例命令数据包.....	19
表 13-5. 示例命令数据包.....	21

表 13-6. 示例 CMD_ApplyManualWarping 命令数据包.....	22
表 14-1. 示例 CMD_EnableEdgeBlending 命令数据包.....	24
表 14-2. 示例 CMD_SetBlendMapControlPoints 命令数据包.....	24
表 14-3. 示例 CMD_SetBlendMapGainValues 命令数据包.....	27
表 14-4. 示例 CMD_GetBlendMapGainValues 命令数据包.....	29
表 14-5. 示例 CMD_ApplyBlendMap 命令数据包.....	30
表 14-6. 2D 命令数据包示例.....	32
表 18-1. 命令数据包格式.....	45
表 18-2. 命令标头字节.....	46
表 18-3. 响应数据包格式.....	46
表 18-4. 响应标头字节.....	47
表 18-5. 错误代码定义.....	47
表 18-6. 目标编号.....	47
表 21-1. 启用 3D [操作码：B1h   目标：4].....	50
表 21-2. 3D 源配置 [操作码：B2h   目标：4].....	51
表 21-3. 左右信号极性 [操作码：B3h   目标：4].....	52
表 21-4. 模式 [操作码：00h   目标：1].....	53
表 21-5. 控制器信息 [操作码：00h   目标：4].....	54
表 21-6. 版本 [操作码：01h   目标：1].....	55
表 21-7. DMD 信息 [操作码：01h   目标：4].....	56
表 21-8. 切换模式 [操作码：02h   目标：1].....	57
表 21-9. DMD 分辨率 [操作码：02h   目标：4].....	58
表 21-10. 闪存版本 [操作码：03h   目标：4].....	59
表 21-11. 闪存布局版本 [操作码：04h   目标：4].....	60
表 21-12. 产品配置失败原因 [操作码：05h   目标：4].....	61
表 21-13. 系统状态 [操作码：06h   目标：4].....	62
表 21-14. EEPROM 数据存在 [操作码：07h   目标：4].....	63
表 21-15. 通用延迟命令 [操作码：08h   目标：4].....	64
表 21-16. EEPROM 失效 [操作码：0Ah   目标：4].....	65
表 21-17. 启动界面捕获 [操作码：0Bh   目标：4].....	66
表 21-18. 启动界面捕获状态 [操作码：0Ch   目标：4].....	67
表 21-19. 终止启动界面捕获 [操作码：0Dh   目标：4].....	68
表 21-20. 自动锁定控制 [操作码：24h   目标：4].....	69
表 21-21. 引导暂停原因 [操作码：12h   目标：1].....	70
表 21-22. 闪存信息 [操作码：20h   目标：1].....	71
表 21-23. 可编程闪存扇区信息 [操作码：21h   目标：1].....	72
表 21-24. 解锁闪存更新 [操作码：22h   目标：1].....	73
表 21-25. 擦除扇区 [操作码：23h   目标：1].....	74
表 21-26. 初始化闪存读写设置 [操作码：24h   目标：1].....	75
表 21-27. 闪存写入 [操作码：25h   目标：1].....	76
表 21-28. 校验和 [操作码：26h   目标：1].....	77
表 21-29. 复位闪存 [操作码：27h   目标：1].....	78
表 21-30. 初始化动态加载初始屏幕图像 [操作码：A9h   目标：4].....	79
表 21-31. 动态加载初始屏幕图像 [操作码：AAh   目标：4].....	80
表 21-32. XPR 校准图案显示 [操作码：ABh   目标：4].....	81
表 21-33. XPR 4Way 方向 [操作码：B4h   目标：4].....	82
表 21-34. XPR 执行器波形控制参数 [操作码：B5h   目标：4].....	83
表 21-35. DB 边框配置 [操作码：BBh   目标：4].....	86
表 21-36. DB 边框权重 [操作码：BCh   目标：4].....	87
表 21-37. DB 裁剪像素 [操作码：BDh   目标：4].....	88
表 21-38. DB 增益 [操作码：BEh   目标：4].....	89
表 21-39. DB 直方图 [操作码：C2h   目标：4].....	90
表 21-40. 当前 LED 色点 [操作码：C4h   目标：4].....	91
表 21-41. WPC 最佳占空比 [操作码：C5h   目标：4].....	92
表 21-42. WPC 校准数据 [操作码：C6h   目标：4].....	93
表 21-43. WPC 传感器输出 [操作码：CDh   目标：4].....	94
表 21-44. 最大 SSI 驱动电平 [操作码：CEh   目标：4].....	95
表 21-45. SSI 占空比索引 [操作码：CFh   目标：4].....	96

表 21-46. 启用 XPR 校准模式 [操作码：D1h   目标：4].....	97
表 21-47. WPC 校准结构覆盖 [操作码：D2h   目标：4].....	98
表 21-48. 混合映射增益值 [操作码：2Bh   目标：4].....	99
表 21-49. 应用混合映射 [操作码：2Ch   目标：4].....	100
表 21-50. 混合映射偏移值 [操作码：2Dh   目标：4].....	101
表 21-51. 混合映射控制点 [操作码：2Eh   目标：4].....	102
表 21-52. 启用边缘混合 [操作码：2Fh   目标：4].....	103
表 21-53. 边缘混合系统参数 [操作码：3Dh   目标：4].....	104
表 21-54. 边缘混合配置 [操作码：3Eh   目标：4].....	105
表 21-55. Vx1 硬件状态 [操作码：3Fh   目标：4].....	106
表 21-56. 存储器 [操作码：10h   目标：1].....	107
表 21-57. 存储器阵列 [操作码：11h   目标：1].....	108
表 21-58. 调试消息掩码 [操作码：E0h   目标：4].....	109
表 21-59. 启用 USB 调试日志 [操作码：E1h   目标：4].....	110
表 21-60. EEPROM 存储器 [操作码：E2h   目标：4].....	111
表 21-61. TI 执行器接口调试 [操作码：E4h   目标：4].....	112
表 21-62. Vsync 周期 [操作码：E5h   目标：4].....	113
表 21-63. DMD 电源 [操作码：E8h   目标：4].....	114
表 21-64. DMD 停止 [操作码：E9h   目标：4].....	115
表 21-65. DMD True Global 复位 [操作码：EBh   目标：4].....	116
表 21-66. 整型栈 [操作码：F0h   目标：4].....	117
表 21-67. 打印所有任务信息 [操作码：F1h   目标：4].....	118
表 21-68. 资源 [操作码：F2h   目标：4].....	119
表 21-69. EEPROM 自由区偏移 [操作码：FFh   目标：4].....	120
表 21-70. 电源 [操作码：10h   目标：4].....	121
表 21-71. 显示 [操作码：11h   目标：4].....	122
表 21-72. 启用低延迟模式 [操作码：12h   目标：4].....	123
表 21-73. 系统外观 [操作码：13h   目标：4].....	124
表 21-74. TPG 预定义图形 [操作码：14h   目标：4].....	125
表 21-75. TPG 边界 [操作码：15h   目标：4].....	126
表 21-76. TPG 分辨率 [操作码：16h   目标：4].....	127
表 21-77. TPG 帧速率 [操作码：17h   目标：4].....	128
表 21-78. SFG 颜色 [操作码：18h   目标：4].....	129
表 21-79. SFG 分辨率 [操作码：19h   目标：4].....	130
表 21-80. 幕布颜色 [操作码：1Ah   目标：4].....	131
表 21-81. 启动界面加载图像 [操作码：1Bh   目标：4].....	132
表 21-82. 启用图像翻转 [操作码：1Ch   目标：4].....	133
表 21-83. 启用冻结 [操作码：1Dh   目标：4].....	134
表 21-84. 梯形角度 [操作码：1Eh   目标：4].....	135
表 21-85. 梯形配置覆盖 [操作码：1Fh   目标：4].....	136
表 21-86. 启用变形缩放 [操作码：20h   目标：4].....	137
表 21-87. 显示图像尺寸 [操作码：21h   目标：4].....	138
表 21-88. 源配置 [操作码：22h   目标：4].....	139
表 21-89. 数据路径扫描状态 [操作码：25h   目标：4].....	143
表 21-90. 帧速率参数 [操作码：26h   目标：4].....	144
表 21-91. XPR 启用模式命令 [操作码：29h   目标：4].....	145
表 21-92. VBO 配置 [操作码：30h   目标：4].....	146
表 21-93. Fpd 配置 [操作码：31h   目标：4].....	147
表 21-94. 梯形角 [操作码：3Ah   目标：4].....	148
表 21-95. 变形时序验证启用调整变形 [操作码：3Bh   目标：4].....	149
表 21-96. 是否已修改扭曲几何形状 [操作码：3Ch   目标：4].....	150
表 21-97. 照明启用 [操作码：80h   目标：4].....	151
表 21-98. SSI 驱动电平 [操作码：8Ch   目标：4].....	152
表 21-99. 图像算法启用 [操作码：40h   目标：4].....	153
表 21-100. 图像亮度 [操作码：41h   目标：4].....	155
表 21-101. 图像对比度 [操作码：42h   目标：4].....	156
表 21-102. 图像色调和颜色控制 [操作码：43h   目标：4].....	157
表 21-103. 图像锐度 [操作码：44h   目标：4].....	158

表 21-104. 图像 RGB 偏移 [操作码：45h   目标：4].....	159
表 21-105. 图像 RGB 增益 [操作码：46h   目标：4].....	160
表 21-106. CSC 表 [操作码：47h   目标：4].....	161
表 21-107. 图像 CCA 坐标 [操作码：48h   目标：4].....	162
表 21-108. 图像 HSG [操作码：49h   目标：4].....	166
表 21-109. 图像伽马 LUT [操作码：4Ah   目标：4].....	168
表 21-110. 图像伽马曲线漂移 [操作码：4Bh   目标：4].....	169
表 21-111. 图像白色峰值因子 [操作码：4Ch   目标：4].....	170
表 21-112. XPR 滤波强度命令 [操作码：4Dh   目标：4].....	171
表 21-113. HDR 源配置 [操作码：4Eh   目标：4].....	172
表 21-114. HDR 强度设置 [操作码：4Fh   目标：4].....	173
表 21-115. 系统亮度范围设置 [操作码：50h   目标：4].....	174
表 21-116. 图像颜色配置 [操作码：51h   目标：4].....	175
表 21-117. 像点 HSG [操作码：52h   目标：4].....	176
表 21-118. Spcc 控制点 [操作码：53h   目标：4].....	180
表 21-119. Pcc 直接系数 [操作码：54h   目标：4].....	181
表 21-120. WPC 目标手动模式 [操作码：D4h   目标：4].....	185
表 21-121. WPC 目标色点 [操作码：D5h   目标：4].....	186
表 21-122. GPIO 引脚配置 [操作码：60h   目标：4].....	187
表 21-123. GPIO 引脚 [操作码：61h   目标：4].....	188
表 21-124. 通用时钟启用 [操作码：63h   目标：4].....	189
表 21-125. 通用时钟频率 [操作码：64h   目标：4].....	190
表 21-126. PWM 输出配置 [操作码：65h   目标：4].....	191
表 21-127. PWM 输入配置 [操作码：66h   目标：4].....	193
表 21-128. I2C Passthrough [操作码：67h   目标：4].....	194
表 21-129. DMD 温度 [操作码：69h   目标：4].....	195
表 21-130. EEPROM 锁定状态 [操作码：6Ch   目标：4].....	196
表 21-131. UART 配置 [操作码：6Dh   目标：4].....	197
表 21-132. 执行器 EEPROM 空闲存储器访问权限 [操作码：6Eh   目标：4].....	200
表 21-133. 执行器 EEPROM 空闲存储器信息 [操作码：6Fh   目标：4].....	200
表 21-134. 自动屏幕适应角 [操作码：81h   目标：4].....	201
表 21-135. 摄像机投影仪校准参数 [操作码：D6h   目标：4].....	202
表 21-136. 投影仪变化指数 [操作码：D7h   目标：4].....	204
表 21-137. 摄像机参数 [操作码：D8h   目标：4].....	205
表 21-138. 启用自动变形 [操作码：D9h   目标：4].....	206
表 21-139. 启用自动屏幕适应 [操作码：DAh   目标：4].....	207
表 21-140. 调整自动屏幕适应大小 [操作码：DBh   目标：4].....	208
表 21-141. 优化自动屏幕适应 [操作码：DCh   目标：4].....	209
表 21-142. Asf 模式 [操作码：DDh   目标：4].....	210
表 21-143. 启用自动曝光 [操作码：DEh   目标：4].....	211
表 21-144. 曝光时间 [操作码：DFh   目标：4].....	212
表 21-145. 启用自动 2D 梯形 [操作码：F7h   目标：4].....	213
表 21-146. 手动 V Bus [操作码：F8h   目标：4].....	214
表 21-147. 视觉状态 [操作码：F9h   目标：4].....	215
表 21-148. 手动变形表 [操作码：34h   目标：4].....	217
表 21-149. 手动变形控制点 [操作码：35h   目标：4].....	218
表 21-150. 应用手动变形 [操作码：36h   目标：4].....	219
表 21-151. 平滑变形表 [操作码：38h   目标：4].....	220
表 21-152. 手动变形表更新模式 [操作码：39h   目标：4].....	221
表 21-153. 未校正的点云 [操作码：ACh   目标：4].....	222
表 21-154. 已校正的点云 [操作码：ADh   目标：4].....	223
表 21-155. 质心 [操作码：AEh   目标：4].....	224
表 21-156. 表面变形映射 [操作码：AFh   目标：4].....	225
表 21-157. 点云尺寸 [操作码：B0h   目标：4].....	226

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 范围

本指南详细介绍了基于 DLPC7540 控制器的系统的软件接口要求，并将其作为软件版本 v5.0 的一部分。该指南包括通信协议、初始化、默认设置、常见用例和命令说明。

图 1-1 展示了使用 DLPC7540 控制器的典型投影仪系统，其中包括外部电源管理 IC 和 0.47 4K HSSI DMD。

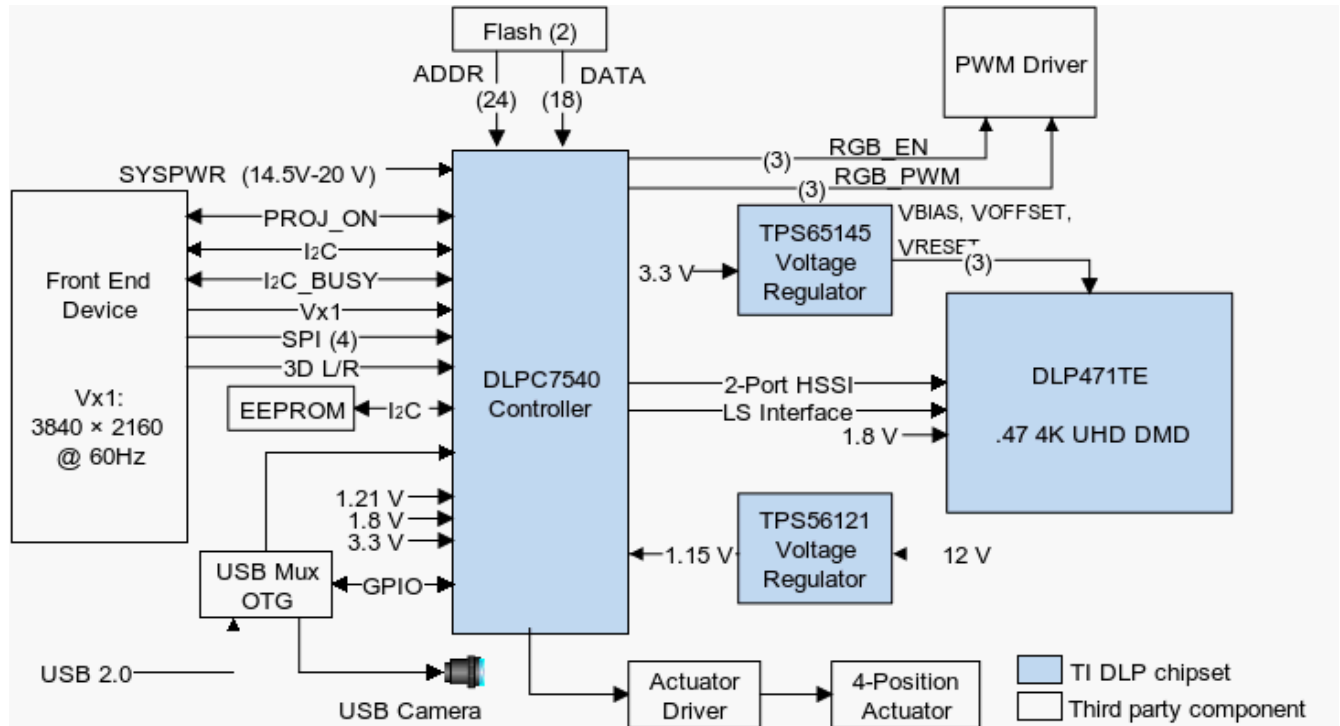


图 1-1. 典型投影仪系统方框图

## 2 参考资料

1. [DLPC7540 数据表](#)
2. I<sup>2</sup>C 总线规格
3. DLP Composer 工具用户指南

## 3 首字母缩写词

- CCA - 颜色坐标调整
- CFI - 通用闪存接口
- CSC - 颜色空间转换
- DB - 动态纯黑
- DLPC - DLP 控制器
- DMD - 数字微镜器件
- 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

这些是闪存中存在的主要部分。

- 引导加载程序
- 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。引导加载程序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）。而且在闪存中识别有效的主应用程序，然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 控制程序来更新闪存固件。

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	检索闪存的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，以便享有擦除/编程权限。这是为了防止意外擦除/编程闪存数据。
Erase Sector	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需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。此命令使用闪存地址和字节数来计算校验和。

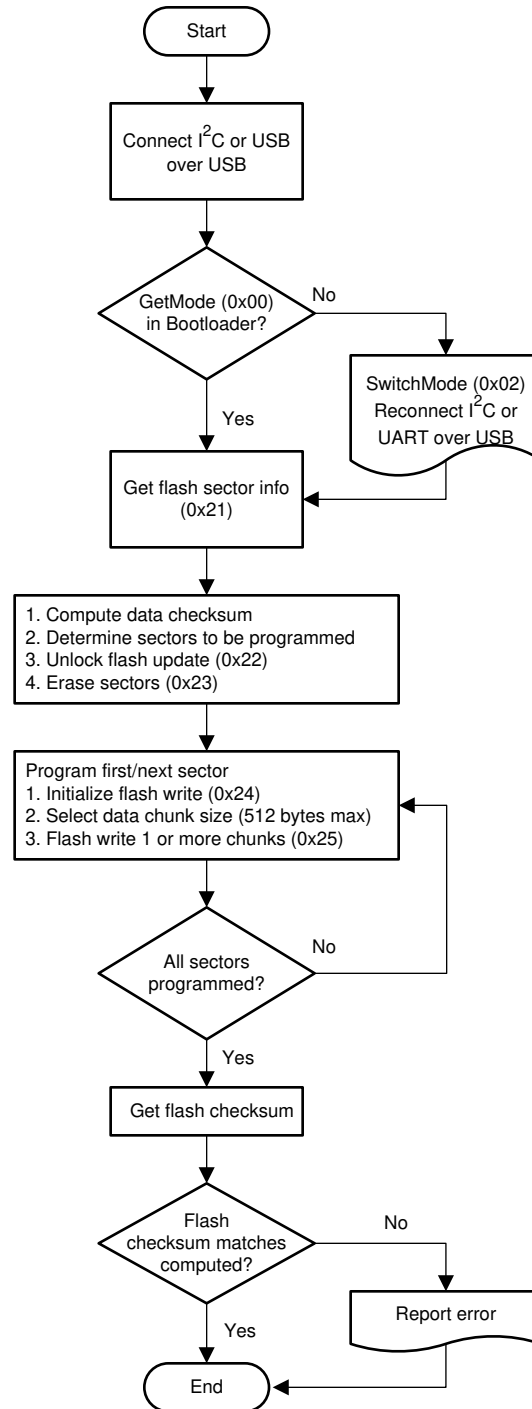


图 4-1. 闪存更新流程图

### 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，包括 DMD、照明子系统和外设。响应来自主机控制器的所有控制命令，然后采取适当的行动并发送响应。

### 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 - 引导加载程序或主应用程序
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 工具将该端口配置到其他端口。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。用户可以使用 DLP Composer 工具为此目的分配不同的引脚。GPIO 指示控制器何时空闲或何时繁忙。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，主机处理器才可以接收命令。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，重要的是先解决该问题才能继续操作。

## 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，占空比为 50%。前端元件可通过“System Status”命令进行读取。应使用 DLP Composer 工具为此目的分配不同的引脚和/或极性。

## 4.8 低电平故障

当控制器启动序列遇到某种错误情况时，控制器会转换到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获取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 处理器检测到其中一个数据中止、预取中止或未定义指令异常时，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系统状态读取命令，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“版本读取”命令查询应用程序软件和底层 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。使用设置电源命令在两种模式之间进行切换。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，状态转换可能需要几百毫秒才能完成。用户应使用“获取电源模式”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“Enable Freeze”命令 )、显示空白幕布或关闭照明器 ( 使用“Set Illumination Enable”命令 ) 以隐藏这些痕迹。

## 9 源检测和配置

按照具体步骤配置控制器以正确显示源。在外部显示模式下工作时，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“Display”命令时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 控制程序工具来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 至 20；边框颜色的可编程 (R,G,B) 值在 0 至 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 至 120Hz 之间）。TPG 分辨率与帧速率相关；例如，在 4K 分辨率情况下，最大帧速率限制为 60Hz；而在 1080p 分辨率情况下，最大帧速率限制为 240Hz。

### 10.2 纯色域 (SFG) 颜色

在 SFG 模式下工作时，控制器将整个显示图像区域填充为纯色。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。这用于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 梯形设置自动调整显示图像，其中需要俯仰、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。当投影到与投影仪未正交的表面/屏幕上时，此功能很有用。
梯形角	已知校正图像的角时，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。
手动变形表	发送用于图像变形的变形点。
手动变形表	定义使用“手动变形表”命令发送的二维点阵的宽度和高度。此命令还用于启用/禁用手动变形特性。

## 12 图像处理

控制器具有多种数字图像处理选项，汇总在下表中：

命令名称	说明
亮度调整	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。
对比度调整	提供将像素数据应用于增益的选项。
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。

命令名称	说明
图像锐度	提供应用水平和垂直锐度滤波器的选项。
RGB 偏移	在亮度、对比度、色调、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。
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。
色彩坐标调整 (CCA)	CCA 获取所需的和测量出的各个颜色 xyY 信息以进行颜色调整。
色相饱和度增益 (HSG)	与 CCA 相同，但颜色以 HSG 颜色空间表示。

## 13 变形

DLPC7540 具有功能强大的变形引擎，可对输入视频帧执行任意几何调制。本节介绍了为客户使用此变形引擎并实施自定义变形应用而提供的 API。

手动变形可用于投影表面不均匀性校正、光学失真校正和非平面表面投影等应用。

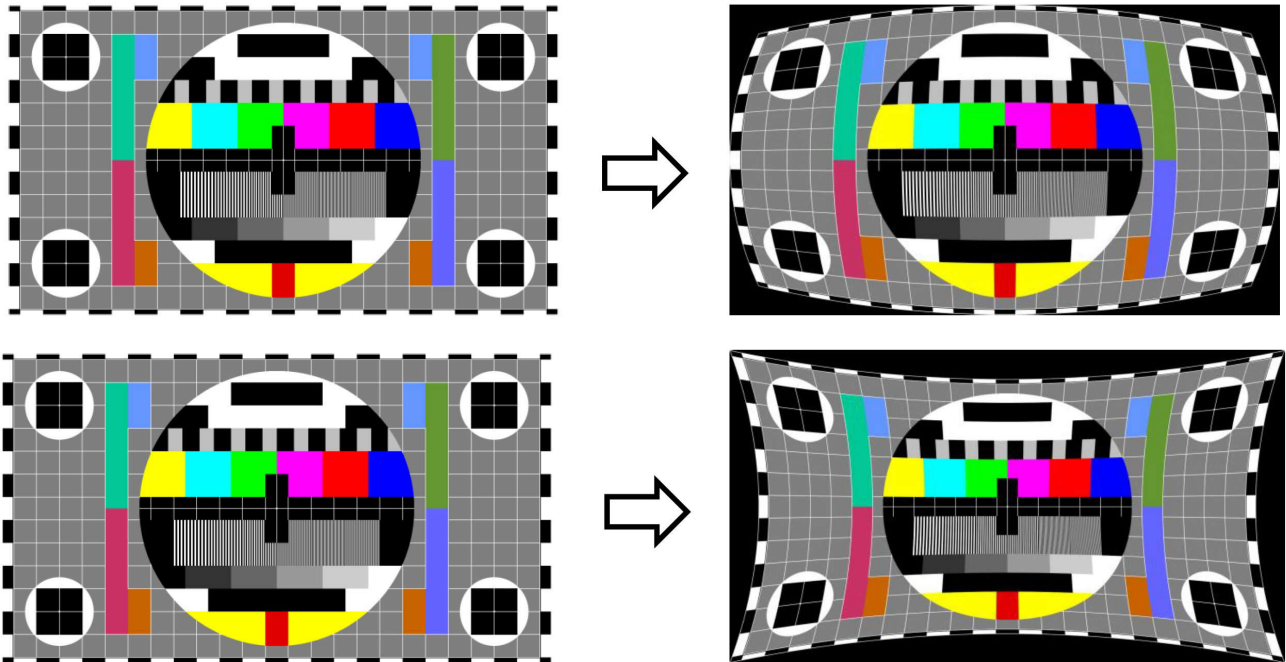


图 13-1. 变形示例

### 13.1 控制点表

控制点表用于配置源点的位置。这些源点由变形引擎移动到你各自的目标手动变形表。控制点表还用于确定手动变形表中的行数和列数。目标点数应与源点数相同。

### 13.2 手动变形表

手动变形表是一种使用称为变形映射的 2D 点数组来配置变形引擎的方法。这些点表示 DMD 上输入像素的目标位置。

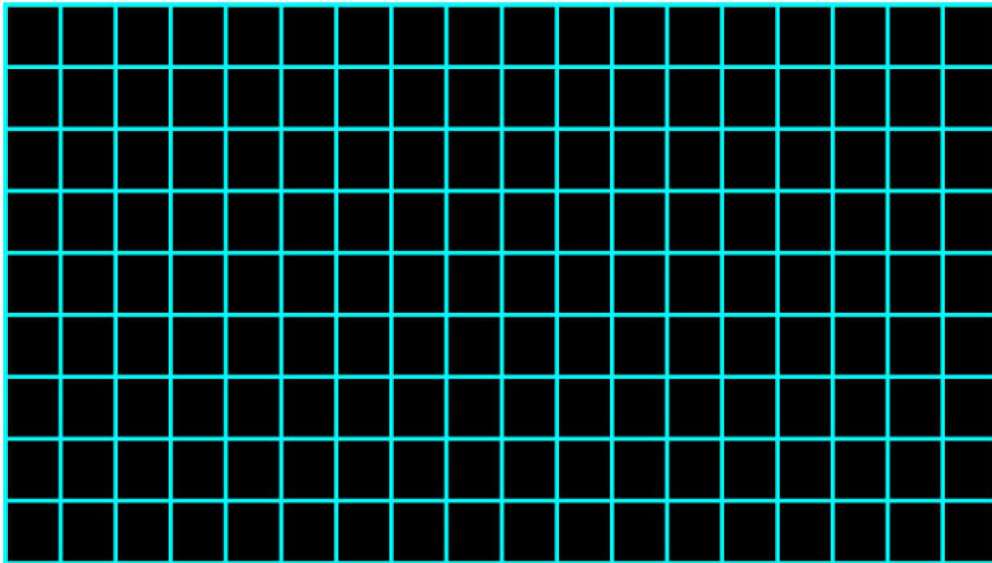


图 13-2. 源控制点

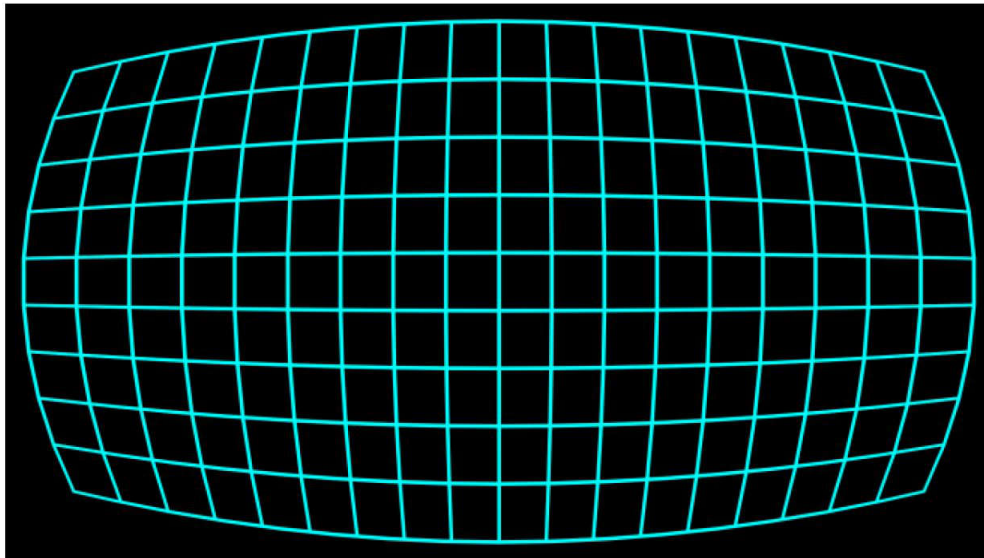


图 13-3. 目标控制点

上一图像中的交点表示位置的 2D 数组。图 13-2 表示要在输入帧中移动的原始像素位置 (控制点)。图 13-3 表示 DMD 上相应的像素目标位置 (变形映射)。

此变形映射作为线性数组 (称为变形表) 加载到系统。变形引擎根据此变形表移动网格点像素。所有中间像素都以双线性方式移动。

### 13.3 表约束

共有 62 个水平控制点和 32 个垂直控制点用于在输入图像上定义 62×32 映射。用户可以选择为源点的自定义映射定义全部 62 个水平点和 32 个垂直点。用户还可以选择定义水平点数和垂直点数, 范围分别为 2 至 62 和 2 至 32。在后一种情况下, 所有点都保持等距。对于不均匀的分布, 必须使用前一种模式。

用户定义表中的总点数不能超过控制点映射中的点数。62×32 控制点映射最为理想, 可提供 1984 个点。因为变形表代表整个输出矩形, 因此该表必须至少有 2 行和 2 列。变形表中的点必须从左到右和从上到下方向单调地增加 (即, 点不能相互交叉)。如果违反了这些条件中的任何一个, 该命令将返回失败。

### 13.4 示例变形表

图 13-4 展示了一个蝴蝶状变形用例，该用例有 4×3 个控制点，产品分辨率为 3840 × 2160。为简单起见，此示例使用对称变形和整数位置。客户可通过定点 13.3 格式定义非对称图和实数位置。

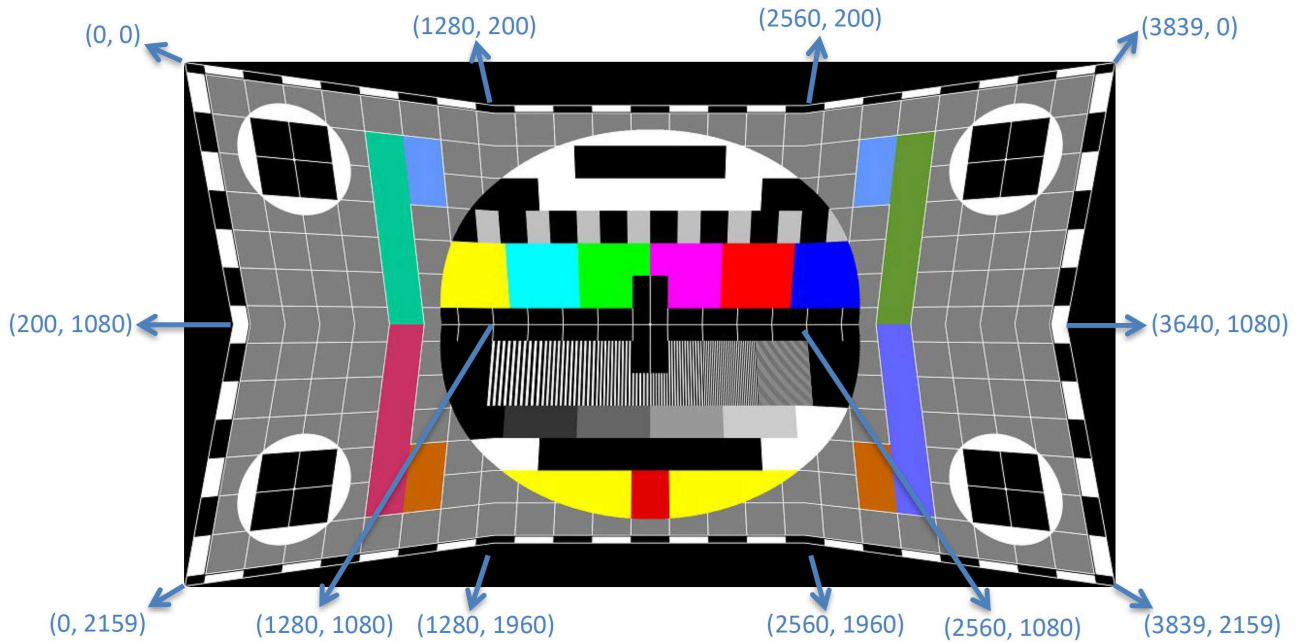


图 13-4. 变形示例

#### 表尺寸

行数：3

列数：4

#### 控制点/源点

水平控制点数量：4 (= 列数)

垂直控制点数量：3 (= 行数)

生成以下映射：

```
[0.0, 0.0] [1279.4, 0.0] [2559.6, 0.0] [3839.0, 0.0]
[0.0, 1079.0] [1279.4, 1079.0] [2559.6, 1079.0] [3839.0, 1079.0]
[0.0, 2159.0] [1279.4, 2159.0] [2559.6, 2159.0] [3839.0, 2159.0]
```

以下公式计算给定 DMD 分辨率和变形映射尺寸的控制点：

$$X_i = (\text{DMDWidth} - 1) / (\text{NumColumns} - 1) \times \text{ColumnNumber}$$

$$Y_i = (\text{DMDHeight} - 1) / (\text{NumRows} - 1) \times \text{RowNumber}$$

#### 变形映射点

```
[0.0, 0.0] [1280.0, 200.0] [2560.0, 200.0] [3839.0, 0.0]
[200.0, 1080.0] [1280.0, 1080.0] [2560.0, 1080.0] [3640.0, 1080.0]
[0.0, 2159.0] [1280.0, 1960.0] [2560.0, 1960.0] [3839.0, 2159.0]
```

表 13-1. 手动变形表

表索引	浮点格式	13.3 定点格式
0	0.0	0
1	0.0	0
2	1280.0	10240
3	200.0	1600
4	2560.0	20480
5	200.0	1600
6	3839.0	30712
7	0.0	0
8	200.0	1600
9	1080.0	8640
10	1280.0	10240
11	1080.0	8649
12	2560.0	20480
13	1080.0	8649
14	3640.0	29120
15	1080.0	8649
16	0.0	0
17	2159.0	17272
18	1280.0	10240
19	1960.0	15680
20	2560.0	20480
21	1960.0	15680
22	3839.0	30712
23	2159.0	17272

### 13.5 手动变形命令

以下各节介绍了可配置变形引擎的手动变形命令。

#### 13.5.1 CMD\_SetManualWarpControlPoints [命令 ID : 0x35 , 目标 : 4]

此命令用于配置变形引擎控制点。根据这些参数，变形表解释为 2D 变形映射。执行此操作后应使用 WriteManualWarpTable 命令配置手动变形表。始终假定变形表的变形点数与使用此命令设置的控制点数相同。

注 1：如果将“Control Points Defined By Array”设置为 True，则提供所有 62 个水平点和 32 个垂直点。如果设置为 false，则控制点的数量依照指定的列数和行数，且点之间会均匀分布（等距）。

注 2：对于需要避免任何插值误差的用例（即在不进行任何修改的情况下在控制器硬件中使用用户定义的控制点），TI 建议使用下表示例中所示的精确控制点值。这是因为，这些是 API 在内部用于缩放变形映射的控制点，这些变形映射最终与用户提供的手动变形映射合并。在将用户提供的映射与 API 内部缩放映射合并时，使用任何其他控制点值都可能导致出现插值误差。

#### 示例命令数据包

表 13-2. 不由数组定义的控制点

字节索引	值	说明
0	0x44	命令数据包标头（目标 4，需要响应）
1	0x35	命令操作码
2	0x0	由数组 = 0 定义的控制点
3	0x0004	等距水平控制点的数量
5	0x0003	等距垂直控制点的数量

表 13-3. 由数组定义的控制点

字节索引	值	说明
0	0x44	命令数据包标头 (目标 4, 需要响应)
1	0x35	命令操作码
2	0x1	由数组 = 1 定义的控制点
水平控制点		
3	0x0000	0
5	0x0040	64
7	0x0080	128
9	0x00BF	191
11	0x00FF	255
13	0x013E	318
15	0x017E	382
17	0x01BD	445
19	0x01FC	508
21	0x023C	572
23	0x027B	635
25	0x02BB	699
27	0x02FA	762
29	0x033A	826
31	0x0379	889
33	0x03B9	953
35	0x03F8	1016
37	0x0437	1079
39	0x0477	1143
41	0x04B6	1206
43	0x04F6	1270
45	0x0535	1333
47	0x0575	1397
49	0x05B4	1460
51	0x05F3	1523
53	0x0633	1587
55	0x0672	1650
57	0x06B2	1714
59	0x06F1	1777
61	0x0731	1841
63	0x0771	1905
65	0x0790	1936
67	0x07D0	2000
69	0x0810	2064
71	0x084F	2127
73	0x088F	2191
75	0x08CE	2254
77	0x090E	2318
79	0x094D	2381
81	0x098C	2444
83	0x09CC	2508
85	0x0A0B	2571



表 13-3. 由数组定义的控制点 (续)

字节索引	值	说明
87	0x0A4B	2635
89	0x0A8A	2698
91	0x0ACA	2762
93	0x0B09	2825
95	0x0B48	2888
97	0x0B88	2952
99	0x0BC7	3015
101	0x0C07	3079
103	0x0C46	3142
105	0x0C86	3206
107	0x0CC5	3269
109	0x0D05	3333
111	0x0D44	3396
113	0x0D83	3459
115	0x0DC3	3523
117	0x0E02	3586
119	0x0E42	3650
121	0x0E81	3713
123	0x0EC1	3777
125	0x0EFF	3839
127	0x0EC1	3777
129	0xOEFF	3839
垂直控制点		
131	0x0000	0
133	0x0046	70
135	0x008B	139
137	0x00D1	209
139	0x0117	279
141	0x015C	348
143	0x01A2	418
145	0x01E8	488
147	0x022D	557
149	0x0273	627
151	0x02B8	696
153	0x02FE	766
155	0x0344	836
157	0x0389	905
159	0x03CF	975
161	0x0415	1045
163	0x045A	1114
165	0x04A0	1184
167	0x04E6	1254
169	0x052B	1323
171	0x0571	1393
173	0x05B7	1463
175	0x05FC	1532
177	0x0642	1602



### 13.5.3 CMD\_WriteManualWarpTable [操作码：0x34，目标：4]

此命令用于将手动变形表加载到系统中。它具有起始索引和任意点数作为参数。起始索引是一个 16 位数字，表示 2D 变形表中的线性索引。始终假定变形表具有与使用 SetManualWarpControlPoints 命令设置的控制点相同的变形点数量。

每个点会作为两个 13.3 固定点数（表示 X 和 Y 坐标）来传递。由于命令数据包总大小不能超过 512 字节，加载该表时应使用不同的起始索引多次调用命令。如果在手动变形表中传递的点数小于  $62 \times 32$ ，则软件会通过输入均匀间隔控制点的变形映射来生成所有  $62 \times 32$  控制点的变形映射。对于每个  $62 \times 32$  控制点，它会在均匀间隔变形映射中找到四个最近的控制点，然后使用双线性插值计算输出位置。

#### 备注

在变形引擎执行任何缩放和梯形校正后应用手动变形映射。

使用此命令之前应设置手动变形控制点。

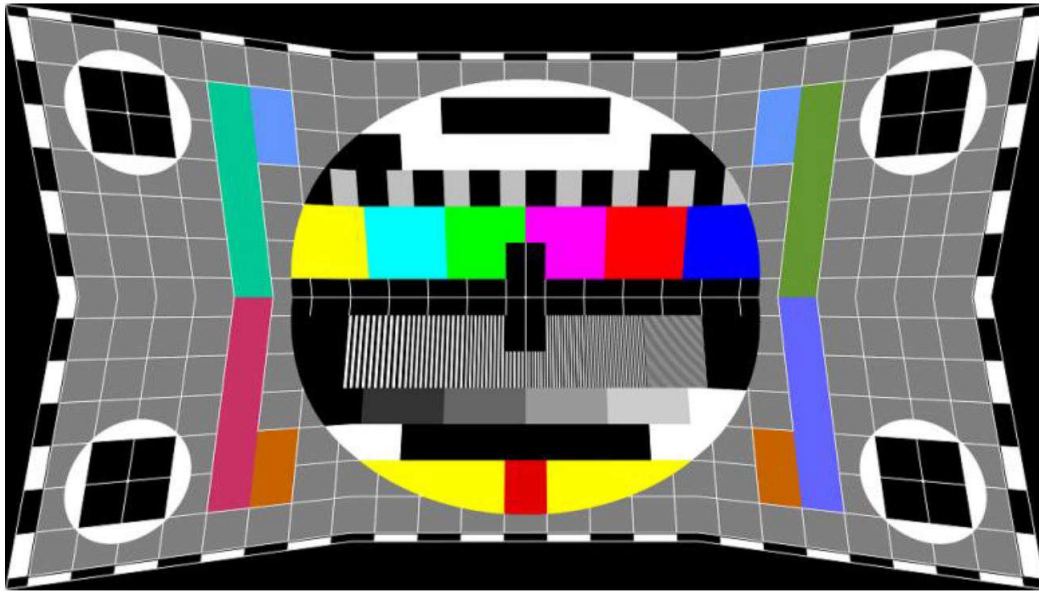


图 13-5. 示例输出

表 13-4. 示例命令数据包

字节索引	值	说明
0	0x54	命令数据包标头（目标 4，长度存在，需要响应）
1	0x34	命令操作码
2-3	0x0031	有效载荷中的字节数 (49)
4-5	0x0000	表中的起始索引 (0)
6-7	0x0000	X1 = 0.0
8-9	0x0000	Y1 = 0.0
10-11	0x2800	X2 = 1280.0
12-13	0x0640	Y2 = 200.0
14-15	0x5000	X3 = 2560.0
16-17	0x0640	Y3 = 200.0
18-19	0x77F8	X4 = 3839.0
20-21	0x0640	Y4 = 200.0
22-23	0x0000	X5 = 0.0
24-25	0x21C0	Y5 = 1080.0

表 13-4. 示例命令数据包 (续)

字节索引	值	说明
26-27	0x2800	X6 = 1280.0
28-29	0x21C0	Y6 = 1080.0
30-31	0x5000	X7 = 2560.0
32-33	0x21C0	Y7 = 1080.0
34-35	0x71C0	X8 = 3640.0
36-37	0x21C0	Y8 = 1080.0
38-39	0x0000	X9 = 0.0
40-41	0x4378	Y9 = 2159.0
42-43	0x2800	X10 = 1280.0
44-45	0x3D40	Y10 = 1960.0
46-47	0x5000	X11 = 2560.0
48-49	0x3D40	Y11 = 1960.0
50-51	0x77F8	X12 = 3839.0
51-52	0x4378	Y12 = 2159.0

### 发送大量变形点的方法

如前所述，一条命令中的字节数不能超过 512。要发送大量的变形点，请发送多个数据包。下面显示了发送 62×32 变形点的示例方法：

命令 1：索引 = 0，后跟 124 对 X、Y ( 124×2×2 = 496 字节 )

命令 2：索引 = 124，后跟下一个 124 对 X、Y

命令 3：索引 = 248，后跟下一个 124 对 X、Y

以此类推：

命令 16：索引 = 930，后跟最后 124 对 X、Y

### 优化以减少命令接口发送的数据

如果在 62×32 个变形点中，只有一些点发生了变化 ( 例如第 10 点、第 11 点、第 12 点和第 45 点 )，则可以使用以下方法。

命令 1：索引 = 0，后跟 ( X10、Y10、X11、Y11、X12、Y12 )

命令 2：索引 = 45，后跟 ( X45、Y45 )

命令 3：ApplyManualWarping 命令，启用 = 0

命令 4：ApplyManualWarping 命令，启用 = 1

当任何点发生变化时，可以使用此优化，而不是发送所有 62×32 个变形点。

#### 13.5.4 CMD\_ReadManualWarpTable [操作码：0x34，目标：4]

此命令用于读取变形点。

#### 13.5.5 CMD\_ConfigureSmoothWarp [命令 ID：0x38，目标：4]

此命令将手动变形表加载到系统中。在本例中，连接两个变形点的边缘不是直线，而是“更加平滑”，即在变形点边缘是连续的，不会形成顶点 ( 角除外 )。方法是拟合二次多项式曲线 (  $ax^2 + bx + c$  形式 ) 以将点变形，与通过拟合直线将点变形的“写入手动变形表”命令相反。

只能使用此命令定义最多 5 行和 5 列 ( 25 个点 ) 的变形表。

备注

手动变形映射应用于任何缩放和梯形校正之上。

因此此命令始终采用统一的 3x3 映射，因此在使用此命令之前不需要手动变形控制点命令。

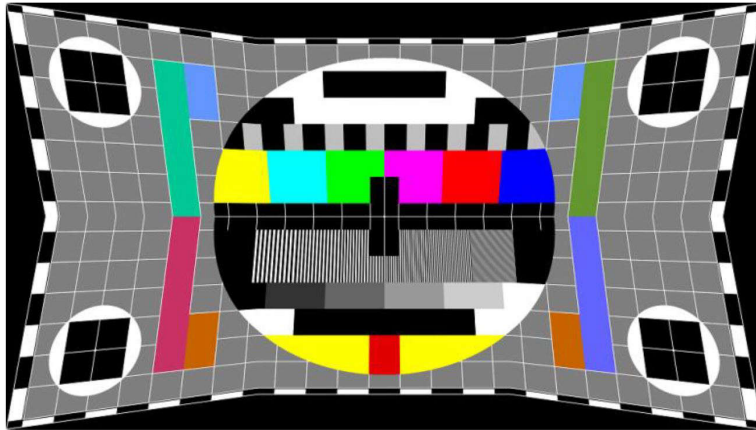


图 13-6. CMD\_ConfigureSmoothWarp 示例输出 1

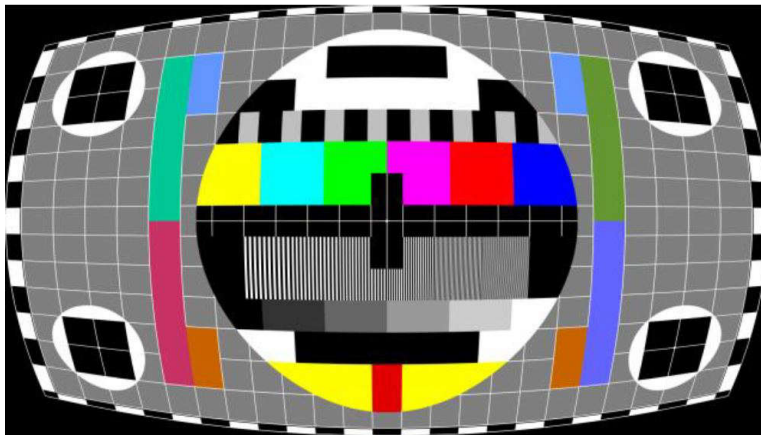


图 13-7. CMD\_ConfigureSmoothWarp 示例输出 2

表 13-5. 示例命令数据包

字节索引	值	说明
0	0x44	命令数据包标头 (目标 4, 需要响应)
1	0x38	命令操作码
3-4	0x01	X1 = 0.0
5-6	0x0000	Y1 = 0.0
7-8	0x3C00	X2 = 1920.0
9-10	0x0640	Y2 = 200.0
11-12	0x77F8	X3 = 3839.0
13-24	0x0000	Y3 = 0.0
15-16	0x0640	X4 = 200.0
17-18	0x21C0	Y4 = 1080.0
19-20	0x3C00	X5 = 1920.0
21-22	0x21C0	Y5 = 1080.0
23-24	0x71C0	X6 = 3640.0
25-26	0x21C0	Y6 = 1080.0

**表 13-5. 示例命令数据包 (续)**

字节索引	值	说明
27-28	0x0000	X7 = 0.0
29-30	0x4378	Y7 = 2159.0
31-32	0x3C00	X8 = 1920.0
33-34	0x3D40	Y8 = 1960.0
35-36	0x77F8	X9 = 3839.0
37-38	0x4378	Y9 = 2159.0

### 13.5.6 CMD\_ApplyManualWarping [命令 ID : 0x36 , 目标 : 4]

此命令用于启用或禁用系统中的手动变形功能。

#### 备注

在使用此命令启用变形之前，系统中必须存在手动变形映射。

**表 13-6. 示例 CMD\_ApplyManualWarping 命令数据包**

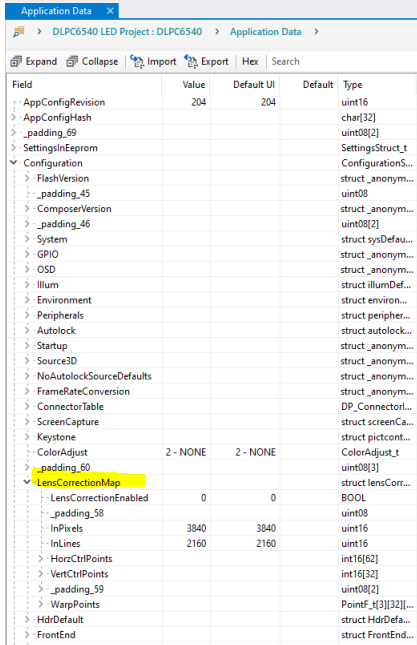
字节索引	值	说明
0	0x44	命令数据包标头 (目标 4, 需要响应)
1	0x36	命令操作码

### 13.6 光学 (镜头) 失真校正

前面几节中介绍的手动变形表访问命令通常用于需要根据投影表面条件进行调整的表面校正。

此外，一些与透镜相关的失真 (如几何失真和横向色差失真) 也可以使用变形映射来校正。可以根据校准在出厂时确定一次此类校正的变形映射。可以将该映射存储在系统的 EEPROM 或闪存中，然后使用 Set Manual Warp Table Update Mode 命令的 “Merge” 选项与表面校正变形表合并。

在 TI 参考应用中，TI 已安排将镜头校正映射存储在 EEPROM 中 (请参阅图 13-8)。



The screenshot shows the 'Application Data' window in TI Studio for a project named 'DLPC6540 LED Project'. The 'LensCorrectionMap' structure is expanded and highlighted. The structure contains the following fields:

Field	Value	Default UI	Default	Type
AppConfigRevision	204	204		uint16
AppConfigHash				char[32]
_padding_69				uint08[2]
SettingsInEeprom				SettingsStruct_t
Configuration				ConfigurationS...
FlashVersion				struct_anonym...
_padding_45				uint08
ComposerVersion				struct_anonym...
_padding_46				uint08[2]
System				struct sysDefau...
GPIO				struct_anonym...
OSD				struct_anonym...
Illum				struct illumDef...
Environment				struct environ...
Peripherals				struct peripher...
Autolock				struct autolock...
Startup				struct_anonym...
Source3D				struct_anonym...
NoAutolockSourceDefaults				struct_anonym...
FrameRateConversion				struct_anonym...
ConnectorTable				DP_ConnectorI...
ScreenCapture				struct screenCa...
Keystone				struct pictcont...
ColorAdjust	2 - NONE	2 - NONE		ColorAdjust_t
_padding_60				uint08[3]
LensCorrectionMap				struct lensCorr...
LensCorrectionEnabled	0	0		BOOL
_padding_58				uint08
InPixels	3840	3840		uint16
InLines	2160	2160		uint16
HorzCtrlPoints				int16[62]
VertCtrlPoints				int16[32]
_padding_59				uint08[2]
WarpPoints				PointF_{3}[32][...
HidDefault				struct HidDefa...
FrontEnd				struct FrontEnd...

**图 13-8. 镜头校正映射的存储**

## 14 混合简介

边缘混合功能 (EBF) 模块支持线性光空间中每个颜色通道在空间上可变的增益和偏移。本节介绍了为客户使用此 EBF 模块并实施自定义混合映射应用而提供的 API 和命令。

手动混合可用于实现两个或更多投影仪的无缝重叠，从而增加投影图像区域并提高屏幕上的分辨率和亮度。EBF 模块补偿了投影图像上不同区域因光线逐渐减弱或表面材料颜色而产生的颜色差异，或者在重叠两个或更多投影仪时提供一致的颜色和亮度。

图 14-1 展示了可以在左投影仪的右边缘和右投影仪的左边缘修改增益值，从而实现无缝的最终图像。

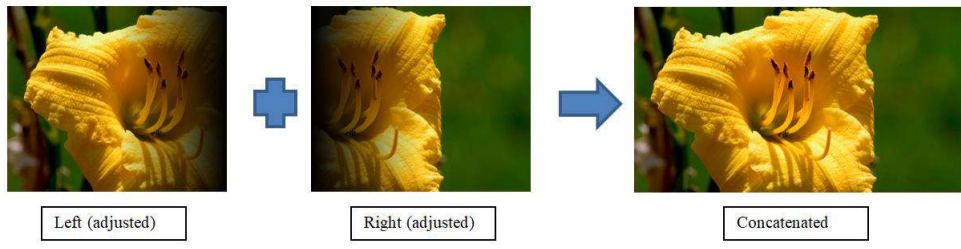


图 14-1. 混合示例

在考虑一个单色像素  $pin$  时，EBF 模块可以通过应用增益和偏移来修改此像素的强度：

$$POUT = pin + \text{增益} + \text{偏移}$$

### 14.1 混合映射控制点

应用必须提供由 63 个水平控制点和 32 个垂直控制点组成的位置。控制点必须位于图像分辨率范围内（即，对于水平控制点，为 0 到  $Hres - 1$ ，对于垂直控制点，为 0 到  $Vres - 1$ ，其中  $Hres$  和  $Vres$  分别为图像的水平分辨率和垂直分辨率）。这会导致图像上出现 2016 个控制点，并且必须为每个颜色通道 R、G 和 B 声明增益和偏移值。

### 14.2 混合映射增益值

此增益与该采样像素处的像素强度相乘。必须对每个采样像素的每个 RGB 通道应用增益。增益值介于 0 至 1.999 之间（精度：u1.12）。增益值必须采用 u1.12 的定点格式。

### 14.3 混合映射偏移值

偏移添加到每个采样像素。这是一个有符号数量。允许的偏移值范围为 -255 至 +255。在将值传递给命令之前，将该值转换为 s1m8e4 的内部浮点值。可以从 [http://software-dl.ti.com/secure/software/dlp\\_display/General/manual\\_blending\\_helpers.zip](http://software-dl.ti.com/secure/software/dlp_display/General/manual_blending_helpers.zip) 下载将标准浮点值转换为命令所需格式的 MATLAB 脚本。

### 14.4 约束条件

63 个水平控制点和 32 个垂直控制点在输入图像上定义了一个  $63 \times 32$  的映射。一半的控制点必须位于图像的左半部分，另一半控制点必须位于图像的右半部分。在总计 2016 个控制点中，当图像从水平分辨率中间垂直分为两半时，图像的每一半都需要有 1008 个控制点。

在声明水平控制点位置时，请确保将第 31 个控制点水平放置在图像的中心。

### 14.5 手动混合命令

以下手动混合命令可用于配置 DLPCx54x 控制器的 EBF 块。

#### 14.5.1 CMD\_EnableEdgeBlending [命令 ID : 0x2F]

此命令用于启用或禁用 EBF 模块。此命令也可用于获取 EBF 模块的当前状态。

表 14-1. 示例 CMD\_EnableEdgeBlending 命令数据包

字节索引	值	说明
0	0x44	命令数据包标头 (目标 4, 需要响应)
1	0x2F	命令操作码
2	0x01	启用边缘混合

#### 14.5.2 CMD\_SetBlendMapControlPoints [操作码 : 0x2E]

此命令用于传递图像的水平分辨率 (Hres) 和垂直分辨率 (Vres) 以及水平和垂直控制点的位置。

对于水平控制点, 控制点位置的值必须在 0 至 (Hres - 1) 范围内; 对于垂直控制点, 该值必须在 0 至 (Vres - 1) 范围内。

以下示例说明了如何将此命令用于分辨率为 1280×1080 且控制点间隔均匀的图像。

理想情况下, 在需要增益或偏移变化的区域内需要更多的控制点, 但要记住前面提到的限制条件。

#### 备注

第 31 个水平控制点位置在水平方向上位于图像的中心。

一半的控制点位置位于图像的左半部分, 另一半位于图像的右半部分。

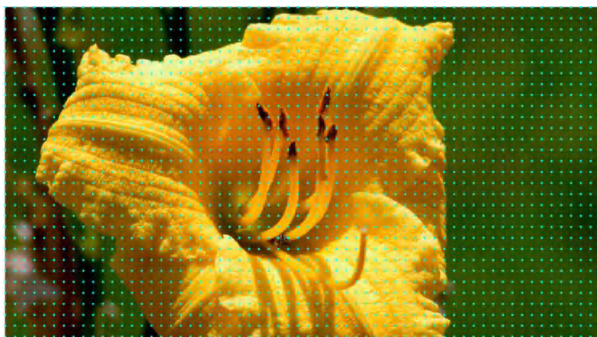


表 14-2. 示例 CMD\_SetBlendMapControlPoints 命令数据包

字节索引	值	说明
0	0x54	命令数据包标头 (目标 4, 需要响应)
1	0x2E	命令操作码
2-3	1280	水平图像分辨率
4-5	1080	垂直图像分辨率
水平控制点		
6-7	0x0000	水平控制点位置开始: H0 = 0
8-9	0x0016	H1 = 22
10-11	0x002A	H2 = 42
12-13	0x003F	H3 = 63
14-15	0x0054	H4 = 84
16-17	0x0068	H5 = 104
18-19	0x007D	H6 = 125
20-21	0x0091	H7 = 145
22-23	0x00A6	H8 = 166
24-25	0x00BB	H9 = 187
26-27	0x00CF	H10 = 207
28-29	0x00E4	H11 = 228
30-31	0x00F9	H12 = 248
32-33	0x010D	H13 = 269



表 14-2. 示例 CMD\_SetBlendMapControlPoints 命令数据包 (续)

字节索引	值	说明
34-35	0x0122	H14 = 290
36-37	0x0136	H15 = 310
38-39	0x014B	H16 = 331
40-41	0x0160	H17 = 352
42-43	0x0174	H18 = 372
44-45	0x0189	H19 = 393
46-47	0x019E	H20 = 414
48-49	0x01B2	H21 = 434
50-51	0x01C7	H22 = 455
51-52	0x01DB	H23 = 475
53-54	0x01F0	H24 = 496
55-56	0x0205	H25 = 517
57-58	0x0219	H26 = 537
59-60	0x022E	H27 = 558
61-62	0x0243	H28 = 579
63-64	0x0257	H29 = 599
65-66	0x0280	H30 = 640
67-68	0x0281	H31 = 641
69-70	0x0295	H32 = 661
71-72	0x02AA	H33 = 681
73-74	0x02BE	H34 = 682
75-76	0x02D3	H35 = 702
77-78	0x02E8	H36 = 723
79-80	0x02FC	H37 = 744
81-82	0x0311	H38 = 764
83-84	0x0326	H39 = 785
85-86	0x033A	H40 = 806
87-88	0x034F	H41 = 826
89-90	0x0363	H42 = 847
91-92	0x0378	H43 = 867
93-94	0x038D	H44 = 888
95-96	0x03A1	H45 = 909
97-98	0x03B6	H46 = 929
99-100	0x03CB	H47 = 950
101-102	0x03DF	H48 = 971
103-104	0x03FF	H49 = 991
105-106	0x0401	H50 = 1023
107-108	0x041D	H51 = 1053
109-110	0x0432	H52 = 1074
111-112	0x0446	H53 = 1094
113-114	0x045B	H54 = 1115
115-116	0x0470	H55 = 1136
117-118	0x0484	H56 = 1156
119-120	0x0499	H57 = 1177
121-122	0x04AD	H58 = 1197
123-124	0x04C2	H59 = 1218
125-126	0x04D7	H60 = 1239

表 14-2. 示例 CMD\_SetBlendMapControlPoints 命令数据包 (续)

字节索引	值	说明
127-128	0x04EB	H61 = 1259
129-130	0x04FF	H62 = 1279
垂直控制点		
131-132	0x0000	垂直控制点位置开始 : V0 = 0
133-134	0x0024	V2 = 36
135-136	0x0047	V3 = 71
137-138	0x0069	V4 = 105
139-140	0x008C	V5 = 140
141-142	0x00AF	V6 = 175
143-144	0x00D2	V7 = 210
145-146	0x00F5	V8 = 245
147-148	0x0117	V9 = 279
149-150	0x013A	V10 = 314
151-152	0x015D	V11 = 349
153-154	0x0180	V12 = 384
155-156	0x01A3	V13 = 419
157-158	0x01C5	V14 = 453
159-160	0x01E8	V15 = 488
161-162	0x020B	V16 = 523
163-164	0x022E	V17 = 588
165-166	0x0251	V18 = 593
167-168	0x0274	V19 = 628
169-170	0x0296	V20 = 662
171-172	0x02B9	V21 = 697
173-174	0x02DC	V22 = 732
175-176	0x02FF	V23 = 767
177-178	0x0322	V24 = 802
179-180	0x0344	V25 = 836
181-182	0x0367	V26 = 871
183-184	0x038A	V27 = 906
185-185	0x03AD	V28 = 941
187-186	0x03D0	V29 = 976
189-188	0x03F2	V30 = 1010
191-192	0x0415	V31 = 1045
193-194	0x0437	V31 = 1079

#### 14.5.3 CMD\_GetBlendMapControlPoints [命令 ID: 0x2E]

此命令可用于‘获取’由 CMD\_SetBlendMapControlPoints 命令设置的控制点位置的值。

示例：

字节索引	值	说明
0	0x44	命令数据包标头 (目标 4, 需要响应)
1	0x2E	命令操作码

#### 14.5.4 CMD\_SetBlendMapGainValues [命令 ID : 0x2B]

此命令用于设置 2016 (63x32) 个控制点的增益值。

必须为每个颜色通道指定增益值。

增益值必须介于 0 至 1.999 之间 (精度 : u1.12 )。增益值必须采用 u1.12 的定点格式。

**示例：**假设用户希望将特定控制点的增益设置为 1.25。若要转换为 u1.12 格式，需要将所需值乘以 4096，以便将其转换为所需格式，然后再将其传递给此命令。在 u1.12 格式中，1.25 是 5120。

此命令有两个功能。用户可以从“颜色通道选择”中选择广播值选项。广播的作用是，用户只需要传递一次值，它将广播到所有三个颜色通道 R、G、B 中。

否则用户需要分别传递 R、G、B 颜色通道的值。那么需要使用此命令 3 次，每个颜色通道使用一次。

支持的另一项功能是传递压缩值。所用的压缩方法为 RLE2 压缩。若要传递压缩值，用户需要选择“Compression Enabled”复选框。

**示例：**假设用户传递未压缩的增益值，则由于存在限制，用户需要多次使用此命令 (请参阅下面的注释)。

用户可通过以下选项使用命令来传递增益值：

1. 传递压缩值 (RLE2) 并将其广播到所有颜色通道
2. 传递未压缩值并将其广播到所有颜色通道
3. 为每个颜色通道传递单独的压缩值
4. 为每个颜色通道传递单独的未压缩值

**备注**

一次可以传递的最大字节数为 502 个字节，用户需要确保不超过此值。假设用户使用禁用压缩的选项，则用户必须将 2016 值传递给命令。由于不能同时传递所有值，因此用户必须多次使用相同的命令，并且每次更新用户要传递值的索引值。

下表是要传递到此命令的值的示例。使用启用压缩和启用广播选项。在本示例中，压缩后，单个颜色通道的 2016 个增益值减少到 64 个。

**表 14-3. 示例 CMD\_SetBlendMapGainValues 命令数据包**

字节索引	值	说明
0	0x54	命令数据包标头 (目标 4, 长度存在, 需要响应)
1	0x2B	命令操作码
2	0x01	启用压缩: 现在该命令可以接受 压缩值
3	0x00	在颜色通道选择中选择广播
4-5	0x0040	压缩值总数 = 64 (对于此示例)
6-7	0x0000	起始索引 = 0
压缩增益值		
8-9	0x003F	G0 = 63
10-11	0x1000	G1 = 4096
12-13	0x0000	G2 = 0
14-15	0x003F	G3 = 63
16-17	0x0000	G4 = 0
18-19	0x003F	G5 = 63
20-21	0x0000	G6 = 0
22-23	0x003F	G7 = 63
24-25	0x0000	G8 = 0
26-27	0x003F	G9 = 63
28-29	0x0000	G10 = 0
30-31	0x003F	G11 = 63

表 14-3. 示例 CMD\_SetBlendMapGainValues 命令数据包 (续)

字节索引	值	说明
32-33	0x0000	G12 = 0
34-35	0x003F	G13 = 63
36-37	0x0000	G14 = 0
38-39	0x003F	G15 = 63
40-41	0x0000	G16 = 0
42-43	0x003F	G17 = 63
44-45	0x0000	G18 = 0
46-47	0x003F	G19 = 63
48-49	0x0000	G20 = 0
50-51	0x003F	G21 = 63
51-52	0x0000	G22 = 0
53-54	0x003F	G23 = 63
55-56	0x0000	G24 = 0
57-58	0x003F	G25 = 63
59-60	0x0000	G26 = 0
61-62	0x003F	G27 = 63
63-64	0x0000	G28 = 0
65-66	0x003F	G29 = 63
67-68	0x0000	G30 = 0
69-70	0x003F	G31 = 63
71-72	0x003F	G32 = 63
73-74	0x0F7F	G33 = 3967
75-76	0x003F	G34 = 63
77-78	0x0E75	G35 = 3701
79-80	0x003F	G36 = 63
81-82	0x0D6C	G37 = 3436
83-84	0x003F	G38 = 63
85-86	0x0C6A	G39 = 3178
87-88	0x003F	G40 = 63
89-90	0x0B60	G41 = 2912
91-92	0x003F	G42 = 63
93-94	0x0A57	G43 = 2647
95-96	0x003F	G44 = 63
97-98	0x094D	G43 = 2381
99-100	0x003F	G4663
101-102	0x0844	G47 = 2116
103-104	0x003F	G48 = 63
105-106	0x0742	G49 = 1858
107-108	0x003F	G50 = 63
109-110	0x0638	G51 = 1592
111-112	0x003F	G52 = 63
113-114	0x052F	G53 = 1327
115-116	0x003F	G54 = 63
117-118	0x0425	G55 = 1061
119-120	0x003F	G56 = 63
121-122	0x031C	G57 = 796
123-124	0x003F	G58 = 63

**表 14-3. 示例 CMD\_SetBlendMapGainValues 命令数据包 (续)**

字节索引	值	说明
125-126	0x021A	G59 = 538
127-128	0x003F	G60 = 63
129-130	0x0111	G61 = 273
131-132	0x003F	G62 = 63
133-134	0x0007	G63 = 7

#### 14.5.5 CMD\_GetBlendMapGainValues [命令 ID : 0x2B]

该命令用于获取 CMD\_SetBlendMapGainValues 设置的增益值。选择在 CMD\_SetBlendMapGainValues 中使用的相同颜色通道选择选项，并传递要获取的值的索引和数量。

如果设置了压缩值，则此命令返回压缩值。如果设置了未压缩值，则此命令返回未压缩值。

**表 14-4. 示例 CMD\_GetBlendMapGainValues 命令数据包**

字节索引	值	说明
0	0x54	命令数据包标头 (目标 4, 长度存在, 需要响应)
1	0x2B	命令操作码
2	0x00	在颜色通道选择中选择广播
3-4	0x0000	起始索引 = 0
5-6	0x0040	要读取的值数量。此示例读取 64 个值。

#### 14.5.6 CMD\_SetBlendMapOffsetValues [命令 ID : 0x2D]

此命令用于设置 2016 (63x32) 个控制点的偏移值。

必须为每个颜色通道 (R、G 和 B) 指定偏移值。

#### 备注

在一个命令中可以传递的最大字节数为 502 字节。

标准浮点格式的偏移值范围为 -255 到 +255。以 s1m8e4 的内部浮点格式向命令提供偏移值。可从 [https://software-dl.ti.com/secure/software/dlp\\_display/General/manual\\_blending\\_helpers.zip](https://software-dl.ti.com/secure/software/dlp_display/General/manual_blending_helpers.zip) 下载将标准浮点值转换为命令所需格式的 MATLAB 脚本

此代码以 -255 至 +255 范围内的标准浮点格式获取用户的输入，并将其转换为此命令所需的内部浮点值。

此命令中有两个选项：

广播值：广播设置所有三个颜色通道 (R、G、B) 的相同偏移值。

压缩值：所用的压缩方法为 RLE2 压缩。要传递压缩值，请选择“Compression Enabled”。可从 [https://software-dl.ti.com/secure/software/dlp\\_display/General/manual\\_blending\\_helpers.zip](https://software-dl.ti.com/secure/software/dlp_display/General/manual_blending_helpers.zip) 下载 RLE2 压缩算法示例。

此命令使用以下选项来传递增益值：

- 传递压缩值 (RLE2) 并广播到所有颜色通道
- 传递未压缩值并广播到所有颜色通道
- 为每个颜色通道传递单独的压缩值
- 为每个颜色通道传递单独的未压缩值

该命令的使用方法与 CMD\_SetBlendMapGainValues 类似。

#### 14.5.7 CMD\_GetBlendMapOffsetValues [命令 ID : 0x2D]

此命令用于获取偏移值。选择在 CMD\_SetBlendMapOffsetValues (偏移值) 中使用的相同颜色通道选项，并传递要获得的索引和值数量。

此命令根据 `CMD_SetBlendMapOffsetValues` 设置的值返回压缩值或未压缩值。

此命令类似于 `CMD_GetBlendMapGainValues`。

#### 14.5.8 `CMD_ApplyBlendMap` [命令 ID : 0x2C]

此命令将混合映射应用于 EBF 模块。此命令用于将混合映射的值传递给 API。

**表 14-5. 示例 `CMD_ApplyBlendMap` 命令数据包**

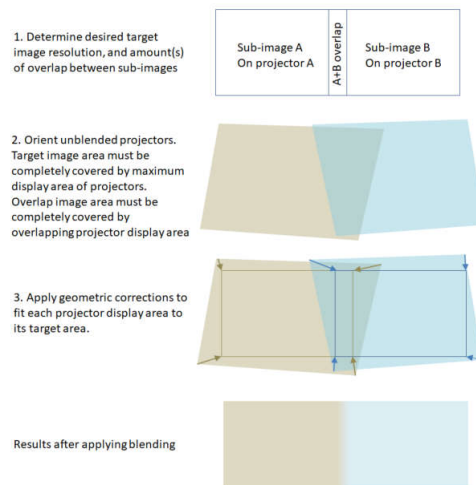
字节索引	值	说明
0	0x44	命令数据包标头 (目标 4, 需要响应)
1	0x2C	命令操作码
2	0x01	启用边缘混合

### 14.6 手动混合应用命令

通过手动混合应用命令提供两种混合模式：2D 亮度和简单 1D RGB。

简单 1D RGB 模式旨在支持不需要扭曲的简单混合用例。这意味着混合投影仪显示区域必须以正交方式重叠。任何扭曲都会导致出现视觉伪影。用户可直观地为每个投影仪手动配置增益和偏移，从而匹配投影仪之间的黑白电平。此模式支持控制 RGB 增益，以便匹配投影仪之间的白色和亮度。增益自动从重叠区域开头的满值线性斜升至结束时的零值，以便在投影仪之间实现平滑过渡。还支持非重叠区域、重叠区域以及来自相邻投影仪的 POM 重叠时的区域的 RGB 偏移。重叠量由用户指定，并通过硬件配置自动检测 POM 宽度。

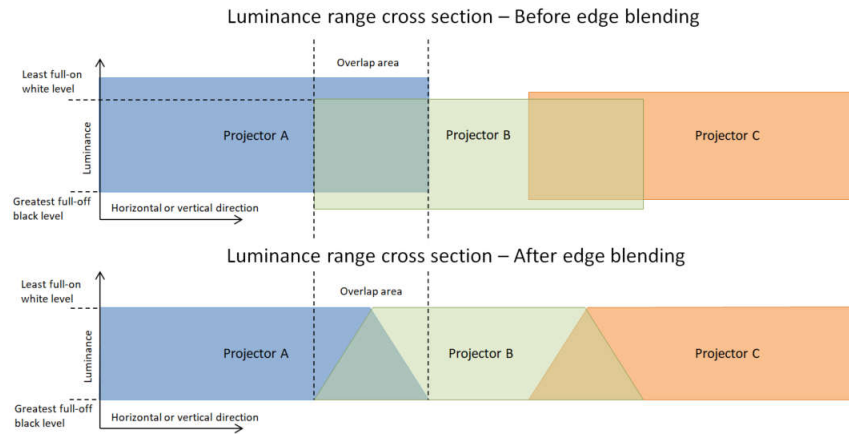
2D 亮度混合支持由  $N \times M$  个投影仪组成的矩形网格混合，最多可混合 27 个投影仪。此模式可以按如下方式使用扭曲和混合 (两个投影仪用例的图示)：



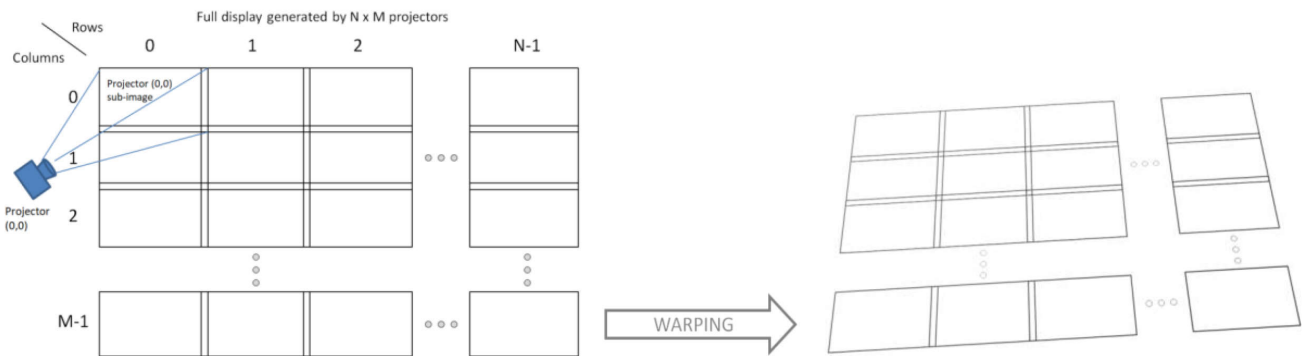
对于简单 1D RGB 模式，不允许扭曲。因此，投影仪必须重叠并正交对齐。可配置水平 (X) 方向和垂直 (Y) 方向上所有投影仪之间的重叠。对于简单 1D RGB 模式，用户直接确定混合系统中任何给定投影仪的混合映射的增益和偏移值。对于 2D 亮度模式，增益和偏移通过计算以下项得出：

- 混合系统中所有投影仪的全开白电平
- 混合系统中所有投影仪的全关黑电平
- 相邻投影仪之间的垂直和水平重叠的像素数
- 几何校正信息

混合映射中的增益和偏移值可确保所有投影仪都具有单一亮度范围，并且在重叠区域内，从一个投影仪到另一个投影仪有一个斜升转换。



几何校正只能通过梯形角实现，这意味着扭曲只能适应平面表面。



这里给出了一个 2D 亮度模式的示例 Python 脚本，其中描述了一个 3x3 混合投影仪系统。该脚本可在 DLP 控制程序中使用：

```

from dlpc754x.commands import *
from System.Threading import *
#Enable edge blending
writeEnableEdgeBlending(1)
#Enable manual warping
writeApplyManualWarping(1)
#Assign number of projectors in system
NumProjectorsColumns = 3
NumProjectorsRows = 3
#Assign index of self projector
SelfProjectorColumn = 1
SelfProjectorRow = 1
#Assign white and black luminance levels for all projectors in blending system
#These are specified in white_level/black_level pairs, in order of the projectors from upper left
to bottom right
#This means size of the array must be 2*NumProjectorsColumns*NumProjectorsRows
WhiteBlackLevels = [
999,1, 1000,1, 999,1,
1000,1, 999,1, 1000,1,
999,1, 1000,1, 1000,1
]
#Write blending system parameters
print writeEdgeBlendingSystemParams(NumProjectorsColumns, NumProjectorsRows, SelfProjectorColumn,
SelfProjectorRow, WhiteBlackLevels)
#Assign horizontal and vertical overlaps
OverlapHorizontal = 500
OverlapVertical = 200
#Assign geometric adjustment type to keystone corners
GeometricAdjustmentType = DispEdgeBlendGeometryModeT.KeystoneCorners
#Assign coordinates to keystone corners (unwarped default for 3840x2160)
KeystoneTopLeftX = 0
KeystoneTopLeftY = 0
KeystoneTopRightX = 3839
KeystoneTopRightY = 0
    
```

```

KeystoneBottomLeftX = 0
KeystoneBottomLeftY = 2159
KeystoneBottomRightX = 3839
KeystoneBottomRightY = 2159
GeometryParams = [KeystoneTopLeftX, KeystoneTopLeftY, KeystoneTopRightX, KeystoneTopRightY,
KeystoneBottomLeftX, KeystoneBottomLeftY, KeystoneBottomRightX, KeystoneBottomRightY]
#write edge blending configuration
print WriteEdgeBlendingConfiguration(OverlapHorizontal, OverlapVertical, GeometricAdjustmentType,
GeometryParams)
  
```

#### 14.6.1 CMD\_SetEdgeBlendingSystemParams [命令 ID : 0x3D]

此命令用于为手动边缘混合设置混合系统参数。所需信息包括混合在一起形成一个显示的投影仪行和列的总数，以及自身投影仪在显示中的位置。仅支持投影仪的矩形数组。投影仪的行数或列数的可接受值范围是 1-32。自身投影仪的行或列的可接受索引范围是 0-31。对于简单 1D RGB 模式，为每个投影仪指定的增益参数决定了非重叠区域的增益，以及从增益值到 0 的线性斜坡范围。为活动的重叠区域 (1 或 2)、重叠 POM 区域 (1 或 2) 和非重叠区域指定偏移。这使得要调整的唯一区域总数为 3 或 5，具体取决于所配置的投影仪是具有一个相邻投影仪还是两个相邻投影仪。因此，对于任何尺寸的 1D 系统，具有 2 个相邻投影仪的投影仪 (“内部” 投影仪) 需要 5 组偏移值。具有 1 个相邻投影仪的投影仪 (“外部” 投影仪) 需要 3 组偏移值。指定的增益和偏移具有红、绿和蓝 (RGB) 三种颜色，这意味着分别需要指定 3 个不同的值。因此，所需的光度参数总数始终为 12 或 18 (3 增益 + 9 偏移或 3 增益 + 15 偏移)。参数集中的偏移值 (0...n) 顺序指定为从左到右或从上到下 (从像素为 0,0 的屏幕一侧开始)。增益和偏移是从 [0 到 1] 的值，采用 10:22 定点格式。

外部投影仪参数 : {Gain\_R、Gain\_G、Gain\_B、Offset\_0\_R、Offset\_0\_G、Offset\_0\_B、Offset\_1\_R、Offset\_1\_G、Offset\_1\_B、Offset\_2\_R、Offset\_2\_G、Offset\_2\_B}

内部投影仪参数 : {Gain\_R、Gain\_G、Gain\_B、Offset\_0\_R、Offset\_0\_G、Offset\_0\_B、Offset\_1\_R、Offset\_1\_G、Offset\_1\_B、Offset\_2\_R、Offset\_2\_G、Offset\_2\_B、Offset\_3\_R、Offset\_3\_G、Offset\_3\_B、Offset\_4\_R、Offset\_4\_G、Offset\_4\_B}

默认情况下，增益应从 1 开始，且用户应将其降低来平衡白电平。默认情况下，偏移应从 0 开始，并升高来平衡黑电平。因为重叠区域的总亮度偏移是重叠投影仪的组合，因此每个投影仪对该区域提供或多或少的偏移，从而获得相同的结果。对于 2D 亮度模式，必须提供所有投影仪的白电平和黑电平的亮度值 (以尼特为单位)，从而确保整个显示实现均匀的亮度。此命令不更改变形映射或混合映射的状态，而是更改

CMD\_SetEdgeBlendingConfiguration 用于创建混合和变形映射的参数。此命令不会写入非易失性存储。要将配置写入非易失性存储，必须在运行此命令后调用 CMD\_SetEdgeBlendingConfiguration。

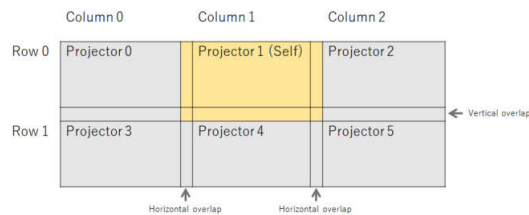


图 14-2. 混合系统图示例

表 14-6. 2D 命令数据包示例

字节索引	值	说明
0	0x54	命令数据包标头 (目标 4, 长度存在, 需要响应)
1	0x3D	命令操作码
2-3	0x0003	混合系统中投影仪的列数 = 3
4-5	0x0002	混合系统中投影仪的行数 = 2
6-7	0x0001	混合系统中列的自索引 = 1
8-9	0x0000	混合系统中行的自索引 = 0
10	0x00	2D 亮度模式
11-14	0x03EF	混合系统中投影仪 0 的白色亮度级别



表 14-6. 2D 命令数据包示例 (续)

字节索引	值	说明
15-18	0x0003	混合系统中投影仪 0 的黑色亮度级别
19-22	0x03E0	混合系统中投影仪 1 的白色亮度级别
23-26	0x0009	混合系统中投影仪 1 的黑色亮度级别
27-30	0x03E3	混合系统中投影仪 2 的白色亮度级别
31-34	0x0004	混合系统中投影仪 2 的黑色亮度级别
35-38	0x03EF	混合系统中投影仪 3 的白色亮度级别
39-42	0x0003	混合系统中投影仪 3 的黑色亮度级别
43-46	0x03E0	混合系统中投影仪 4 的白色亮度级别
47-50	0x0009	混合系统中投影仪 4 的黑色亮度级别
51-54	0x03E3	混合系统中投影仪 5 的白色亮度级别
55-58	0x0004	混合系统中投影仪 5 的黑色亮度级别

#### 14.6.2 CMD\_GetEdgeBlendingSystemParams [命令 ID : 0x3D]

此命令获取用于半手动边缘混合的混合系统参数。有关各参数的说明，请参阅 CMD\_SetEdgeBlendingSystemParams。此命令不会从非易失性存储中读取。要从非易失性存储中读取配置，必须在运行此命令之前调用 CMD\_GetEdgeBlendingConfiguration。

#### 14.6.3 CMD\_SetEdgeBlendingConfiguration [命令 ID : 0x3E]

此命令用于为手动边缘混合设置投影仪重叠和几何校正参数。它为给定的混合输入创建并应用混合和变形映射。若要使结果生效，必须单独调用相应的命令，以便启用手动变形和启用边缘混合。

与相邻投影仪的重叠必须以像素为单位指定。水平重叠有一个值，垂直重叠也有一个值。这意味着在给定方向（水平或垂直）下所有投影仪之间的重叠必须相同。重叠设置为零会导致不发生混合。暂时将重叠保持为零对于初始几何调整非常有用。

存储选项提供了将配置存储到非易失性存储的功能，以及在启动时启用存储混合配置应用的功能。存储的信息包括通过 CMD\_SetEdgeBlendingConfiguration 和 CMD\_SetEdgeBlendingSystemParams 提供的信息。可以使用任何有效的混合配置更改存储选项，包括无混合的简单情况：1x1 系统、零重叠、无几何校正。

几何参数取决于几何调整类型。几何调整类型选项为梯形角或无几何校正。不进行几何校正时，不需要额外参数。使用简单 1D RGB 模式时，不应使用几何校正。

字节索引	值	说明
0	0x54	命令数据包标头 (目标 4, 长度存在, 需要响应)
1	0x3E	命令操作码
2-3	0x0050	与其他投影仪的水平重叠 = 80 像素
4-5	0x0040	与其他投影仪的垂直重叠 = 64 像素
6	0x01	几何调整类型: 1 = 梯形角
7	0x02	存储选项: 2 = 存储在非易失性存储器中并在启动时应用
8-9	0x0064	投影仪 0: 左上角 X 坐标 = 100
10-11	0x006F	投影仪 0: 左上角 Y 坐标 = 111
12-13	0x0EE2	投影仪 0: 右上角 X 坐标 = 3810
14-15	0x0001	投影仪 0: 右上角 Y 坐标 = 1
16-17	0x000A	投影仪 0: 左下角 X 坐标 = 10
18-19	0x0870	投影仪 0: 左下角 Y 坐标 = 2160
20-21	0x0F00	投影仪 0: 右下角 X 坐标 = 3840
22-23	0x0834	投影仪 0: 右下角 Y 坐标 = 2100
24-25	0x0064	投影仪 1: 左上角 X 坐标 = 100

字节索引	值	说明
26-27	0x006F	投影仪 1：左上角 Y 坐标 = 111
28-29	0x0EE2	投影仪 1：右上角 X 坐标 = 3810
30-31	0x0001	投影仪 1：右上角 Y 坐标 = 1
32-33	0x000A	投影仪 1：左下角 X 坐标 = 10
4-35	0x0870	投影仪 1：左下角 Y 坐标 = 2160
36-37	0x0F00	投影仪 1：右下角 X 坐标 = 3840
38-39	0x0834	投影仪 1：右下角 Y 坐标 = 2100
40-41	0x0064	投影仪 2：左上角 X 坐标 = 100
42-43	0x006F	投影仪 2：左上角 Y 坐标 = 111
44-45	0x0EE2	投影仪 2：右上角 X 坐标 = 3810
46-47	0x0001	投影仪 2：右上角 Y 坐标 = 1
48-49	0x000A	投影仪 2：左下角 X 坐标 = 10
50-51	0x0870	投影仪 2：左下角 Y 坐标 = 2160
52-53	0x0F00	投影仪 2：右下角 X 坐标 = 3840
54-55	0x0834	投影仪 2：右下角 Y 坐标 = 2100
56-57	0x0064	投影仪 3：左上角 X 坐标 = 100
58-59	0x006F	投影仪 3：左上角 Y 坐标 = 111
60-61	0x0EE2	投影仪 3：右上角 X 坐标 = 3810
62-63	0x0001	投影仪 3：右上角 Y 坐标 = 1
64-65	0x000A	投影仪 3：左下角 X 坐标 = 10
66-67	0x0870	投影仪 3：左下角 Y 坐标 = 2160
68-69	0x0F00	投影仪 3：右下角 X 坐标 = 3840
70-71	0x0834	投影仪 3：右下角 Y 坐标 = 2100
72-73	0x0064	投影仪 4：左上角 X 坐标 = 100
74-75	0x006F	投影仪 4：左上角 Y 坐标 = 111
76-77	0x0EE2	投影仪 4：右上角 X 坐标 = 3810
78-79	0x0001	投影仪 4：右上角 Y 坐标 = 1
80-81	0x000A	投影仪 4：左下角 X 坐标 = 10
82-83	0x0870	投影仪 4：左下角 Y 坐标 = 2160
84-85	0x0F00	投影仪 4：右下角 X 坐标 = 3840
86-87	0x0834	投影仪 4：右下角 Y 坐标 = 2100
88-89	0x0064	投影仪 5：左上角 X 坐标 = 100
90-91	0x006F	投影仪 5：左上角 Y 坐标 = 111
92-93	0x0EE2	投影仪 5：右上角 X 坐标 = 3810
94-95	0x0001	投影仪 5：右上角 Y 坐标 = 1
96-97	0x000A	投影仪 5：左下角 X 坐标 = 10
98-99	0x0870	投影仪 5：左下角 Y 坐标 = 2160
100-101	0x0F00	投影仪 5：右下角 X 坐标 = 3840
102-103	0x0834	投影仪 5：右下角 Y 坐标 = 2100

#### 14.6.4 CMD\_GetEdgeBlendingConfiguration [命令 ID : 0x3E]

此命令获取半手动边缘混合的重叠和几何参数。有关各参数的说明，请参阅 CMD\_SetEdgeBlendingConfiguration。

## 14.7 为混合设置裁剪输入图像

根据最小和最大重叠 (混合区域)、显示分辨率和布局尺寸, 计算在发送到每个投影仪之前必须裁剪的所需输入图像尺寸:

投影仪显示分辨率 (W × H)

- 3840 × 2160
- 1920 × 1080

重叠: 最小 10% 和最大 45% 用于显示宽度和高度

投影仪布局 (M × N)

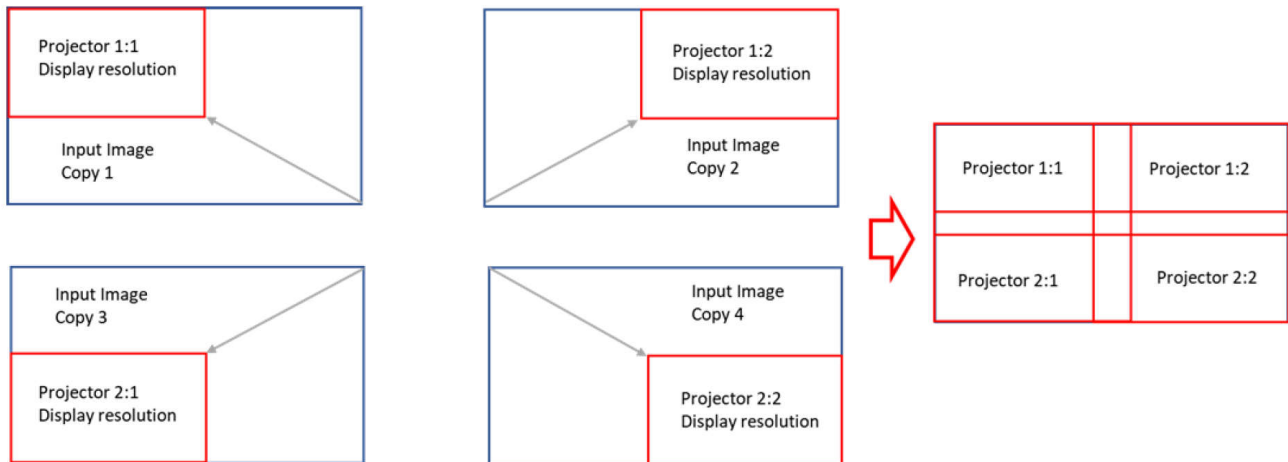
- 最大 5 × 5

输入图像尺寸 (所有混合投影仪要显示的期望图像):

- 计算输入图像宽度:
  - 最大宽度:  $(W \times M) - (W \text{ 的 } 10\%) \times (M - 1)$
  - 最小宽度:  $(W \times M) - (W \text{ 的 } 45\%) \times (M - 1)$
- 计算输入图像高度:
  - 最大高度:  $(H \times N) - (H \text{ 的 } 10\%) \times (N - 1)$
  - 最小高度:  $(H \times N) - (H \text{ 的 } 45\%) \times (N - 1)$

为混合布局中的每个投影仪裁剪输入图像。以下示例适用于 2 × 2 布局:

- 制作 4 份输入 (原始) 图像
- 将每个副本裁剪到投影仪显示
- 在混合布局尺寸中将每个裁剪后的副本输入到适当的投影仪中



示例:

W × H = 3840 × 2160 且 M × N = 2 × 2 布局和 10% 重叠 (混合区域)

- 重叠计算:
  - 宽度重叠: 10% (384)
  - 高度重叠: 10% (216)
- 输入图像尺寸计算:
  - 最大宽度  $(3840 \times 2) - (3840 \text{ 的 } 10\%) \times (2 - 1) = 7680 - 384 \times 1 = 7296$
  - 最大高度  $(2160 \times 2) - (2160 \text{ 的 } 10\%) \times (2 - 1) = 4320 - 216 \times 1 = 4104$
- 为布局中的每个投影仪裁剪输入图像

生成的布局如下：

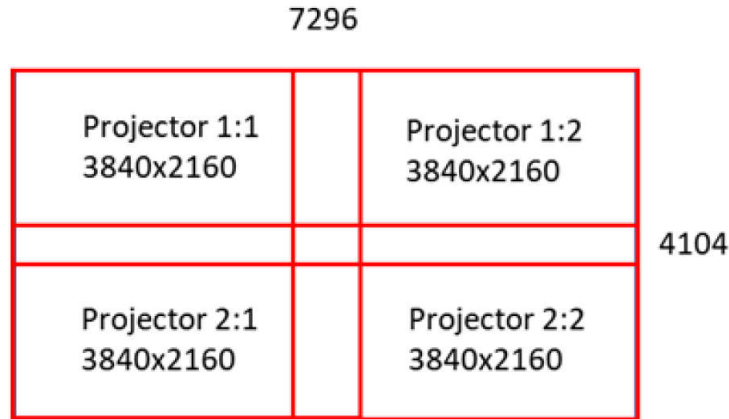


图 14-3. 混合布局结果示例

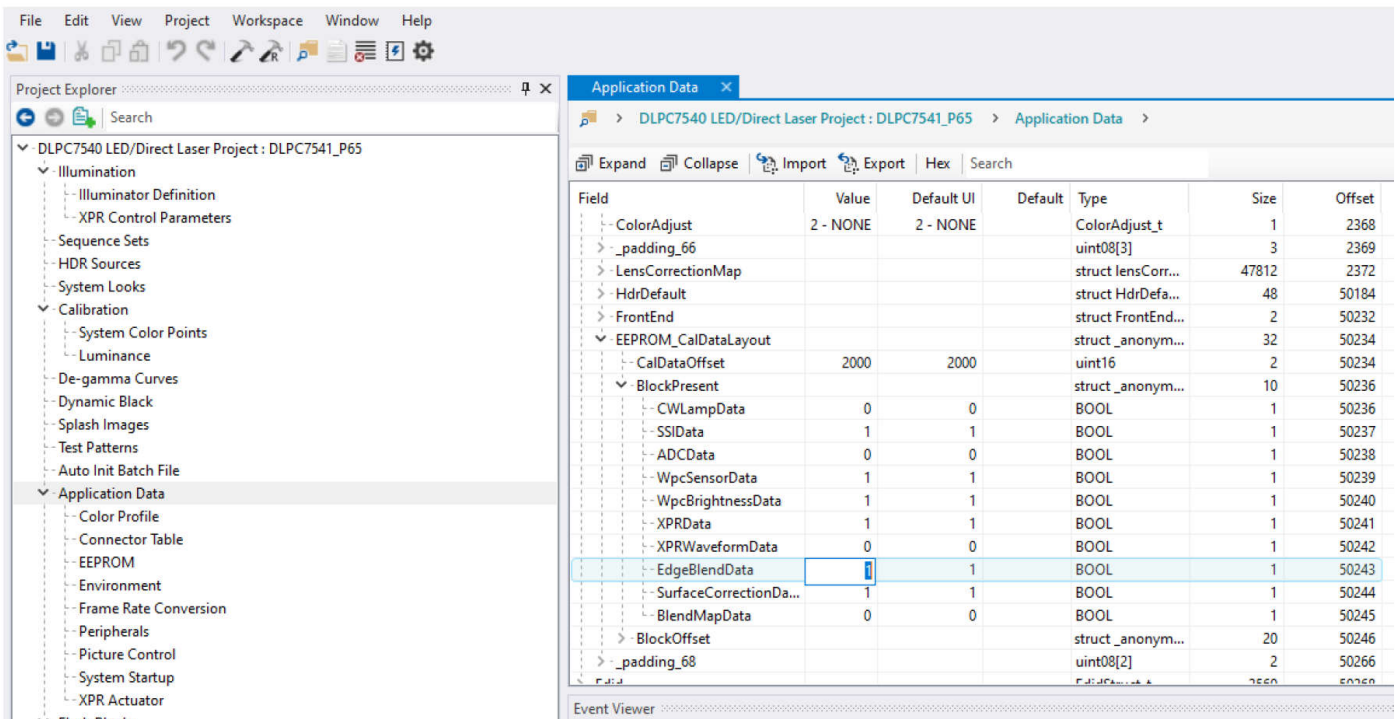
### 14.8 在 EEPROM 中存储边缘混合配置

可以选择在 EEPROM 中存储边缘混合配置。下面显示了如何将存储设置为 EEPROM。

存储在 EEPROM 中

1. 打开 DLP Composer 软件并选择所需的 DLP Composer 工程文件，然后将其打开。在右侧的工程资源管理器选项中，点击“Application Data”选项。
2. 在“Application Data”字段树中，展开“Configuration”选项。
3. 在这里，展开“EEPROM\_CalDataLayout”选项。
4. 在这里，展开“Block Present”选项。
5. 对于 EdgeBlendData，将该值设置为 1 来启用在 EEPROM 中存储。

下图展示了需要将其值指定为 1 的 EdgeBlendData。



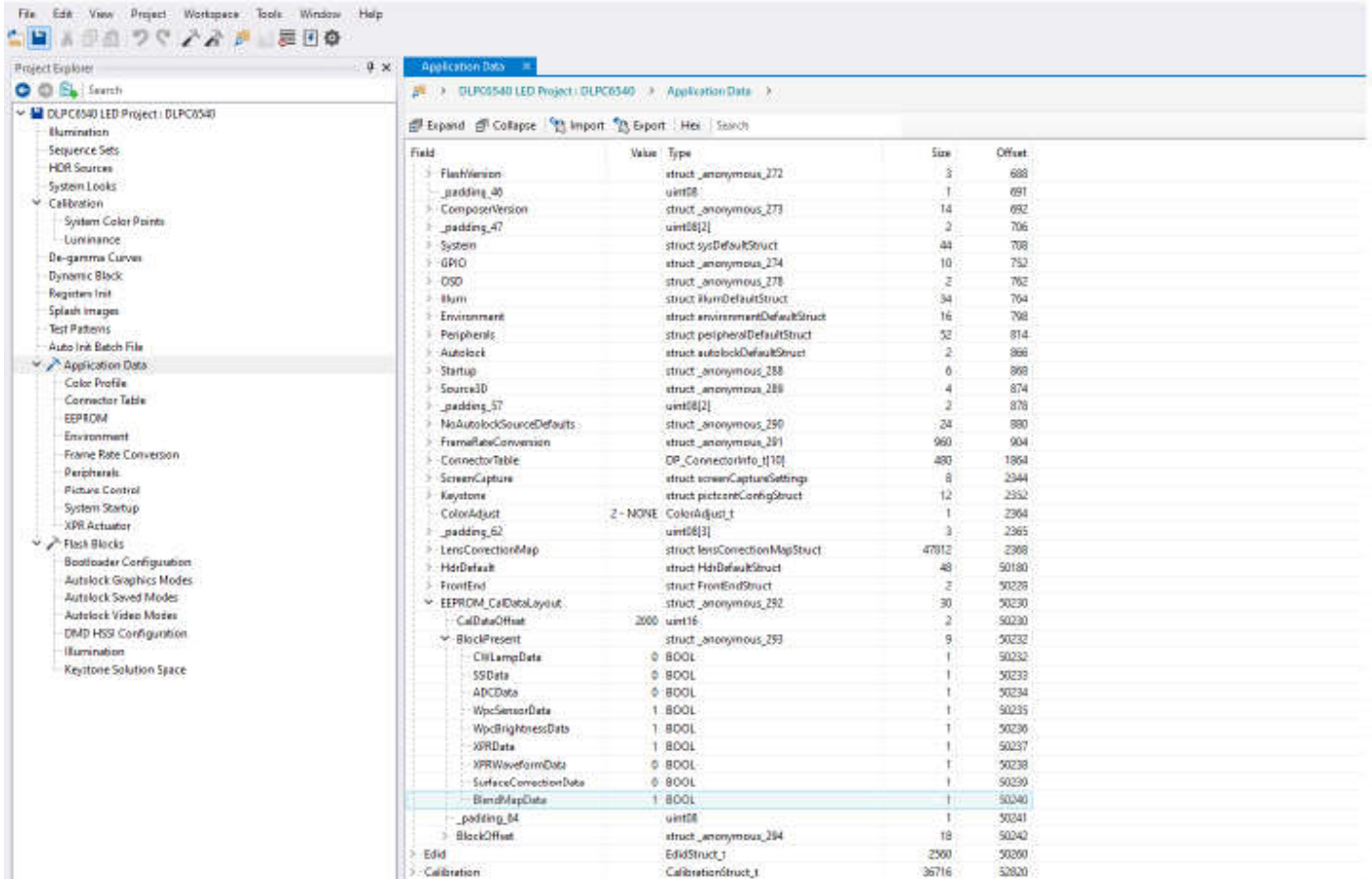
## 14.9 存储在 EEPROM 或辅助闪存中

边缘混合配置数据可存储在 EEPROM 或辅助闪存中。

### 存储在 EEPROM 中

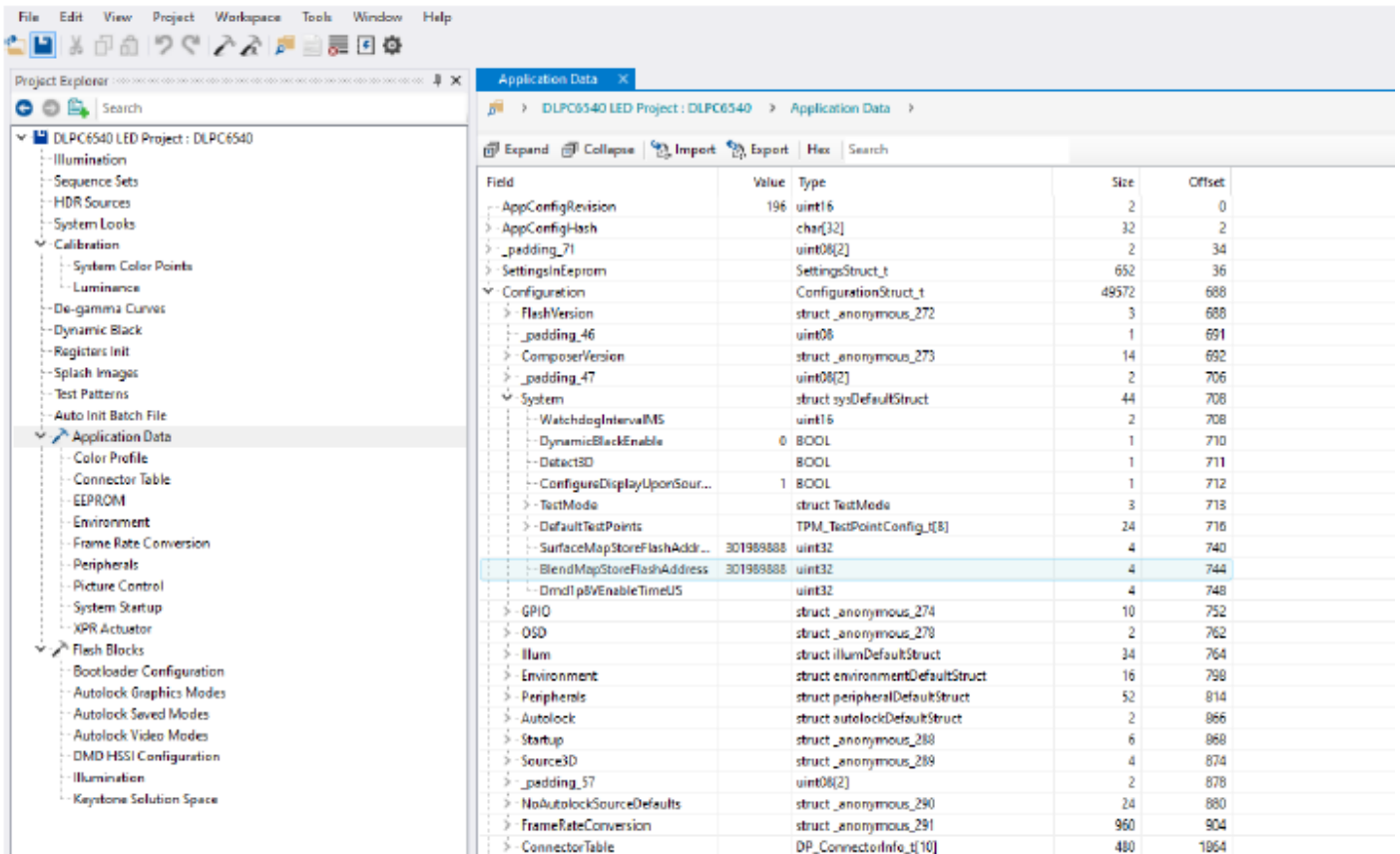
1. 打开 DLP Composer 软件，选择所需的 DLP Composer 工程文件，然后打开工程。
2. 在右侧的工程资源管理器选项中，点击“Application Data”选项。
3. 展开 EEPROM\_CalDataLayout 选项。
4. 展开“Block Present”选项。
5. 对于 BlendMapData，将该值设置为 1 以将存储设置为 EEPROM。

下图展示了需要将其值指定为 1 的 BlendMapData。



### 存储在辅助闪存中

1. 打开 DLP Composer 软件，选择所需的 DLP Composer 工程文件，然后打开工程。
2. 在右侧的工程资源管理器选项中，点击“Application Data”选项。
3. 展开 EEPROM\_CalDataLayout 选项。
4. 展开“Block Present”选项。
5. 对于 BlendMapData，请确保将其值设为 0。
6. 在“Application Data”选项中，展开“Configuration”，然后展开“System”。
7. 在 BlendMapStoreFlashAddress 中设置要存储混合映射数据的地址。



## 14.10 控制程序中的手动混合 GUI

GUI 中的前两个步骤侧重于从用户处获取前提条件信息，接下来的两个步骤侧重于边缘混合。

用户可以在手动混合 GUI 页面进行光度校正（重叠区域中的亮度调整）和几何校正（投影图像中梯形角的角度调整）。

### 备注

根据算法限制，GUI 支持最多 5×5 个投影仪布局的边缘混合。

### 步骤 0：先决条件

在使用“Manual Blending”GUI 页面之前，请确保已满足以下先决条件。

1. 需要设置所需数量的投影仪，并确保它们在物理上布置到所期望的重叠区域。
2. 尽可能对投影仪进行物理调整，确保投影图像正确重叠并几何对齐。
3. 将其中一个（要混合的）投影仪连接到控制程序并建立命令接口连接。

当连接就绪时，从步骤 1 开始使用手动混合页面，并按照步骤顺序进行操作。

### 步骤 1：读取参数

#### (A) 读取输出分辨率

这是手动混合过程中从投影仪系统读取输出分辨率信息的第一步，也是最重要的一步。输出宽度的默认值为 0，输出高度的默认值为 0。只有在建立了与投影仪系统的连接时，点击“Read Output Resolution”按钮才会填充有效 (>0) 输出分辨率信息。

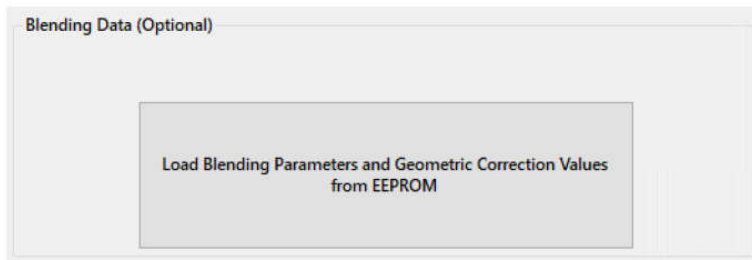


从投影仪系统读取输出分辨率信息后，将启用与下一个操作步骤相关的所有其他 GUI 元素。

**注意：**除非已填入输出分辨率信息，否则 GUI 中的以下功能都不会按预期运行。

### (B) 读取混合数据 ( 可选 )

用户有两个选项：读取 EEPROM 中存储的手动混合参数值并使用按钮“Load Blending Parameters and Geometric Correction Values from EEPROM”填充到页面中的字段，或者在步骤 2 中在 GUI 中手动输入数据。当 EEPROM 中的混合参数值加载到 GUI 中时，用户可以通过在步骤 2 中点击“Initialize and Apply”按钮，在屏幕上应用相同的值。



## 步骤 2：混合参数的初始化

此步骤侧重于从用户处获取多个系统信息来初始化以下步骤中的边缘混合所需的参数。用户应输入以下信息：

### 投影仪布局

排列投影仪的布局，即通过水平堆叠（列）或垂直堆叠（行）来组合投影图像。

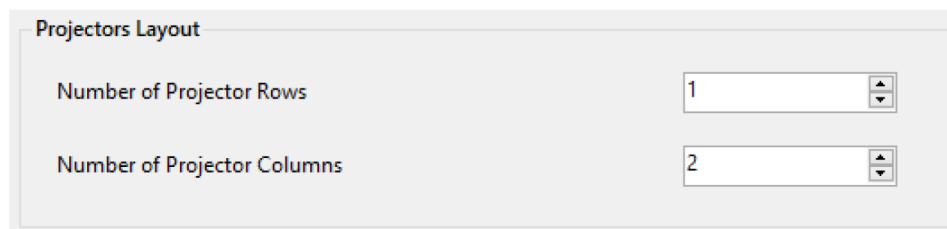
根据用户提供的值，“布局中的当前投影仪”、“黑色亮度值（尼特）”和“白色亮度值（尼特）”部分中描述投影仪布局的行列列表更改为直观地展示投影仪布局。

---

#### 备注

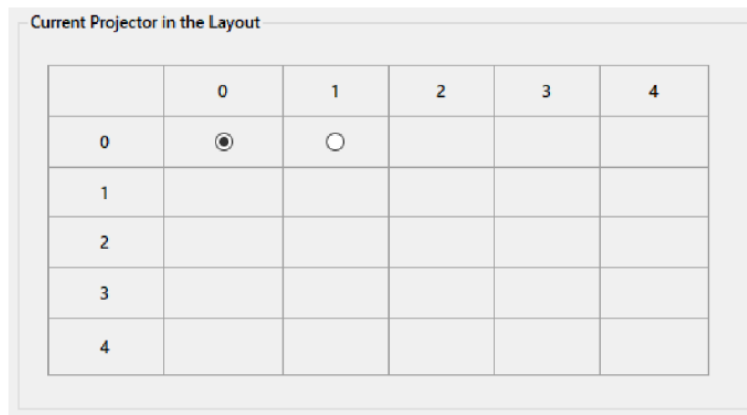
不支持 1x1 布局（即一行和一列），这意味着只有一个投影仪。

---



### 布局中的当前投影仪

在描述投影仪布局的行列列表中，确定当前正在混合的投影仪系统，即控制程序的当前实例连接到的投影仪系统。

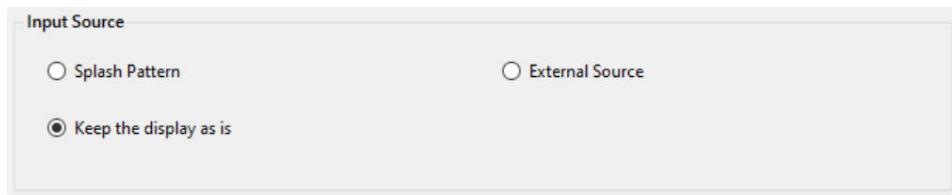


## 输入源

选择用于显示应该用于校准的图形或图像的输入源。此校准图形或图像必须与步骤 1 中标识的系统的输出分辨率相匹配。

默认情况下，“启动界面图形”是显示用于手动混合过程的内置默认校准图形的输入源。

如果选择的输入源为“外部源”，则用户需要通过外部视频输入显示自定义校准模式。“Keep the display as is”选项将不会对显示进行更新。这是对简单 1D RGB 模式的 RGB 值进行快速调优的有用选项。



## 重叠信息

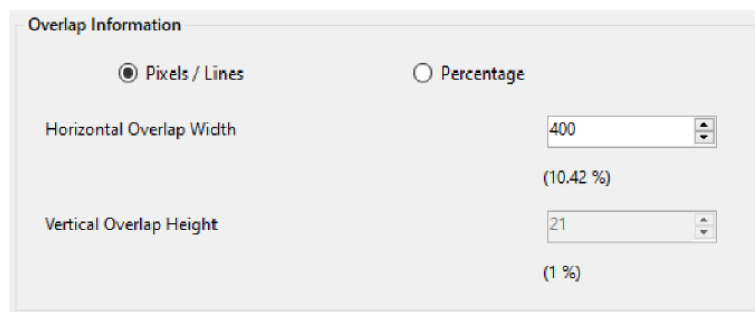
用户可以按准确的像素数或行数，或按水平和垂直方向的百分比形式给出重叠和融合区域信息。

当“投影仪布局”：

- 有多行时，用户必须输入“Vertical Overlap Height”。
- 有多列时，用户必须输入“Horizontal Overlap Width”。

当不需要或不使用这些值时，将禁用 GUI 控制。

1. 注意：支持的最小重叠为 1%。
2. “转角”系统最多可支持 60% 的重叠。
3. “非转角”系统（边缘或中间系统）最多可支持 49% 的重叠。



## 光度校正模式

对于 2D 情况以及包含变形的情况，必须选择“Use Black / White Luminance Values”。对于没有变形的 1D 情况，可以选择“Use Simple 1D RGB Gain / Offset Values”。



Photometric Correction

Use Black / White Luminance Values

Use Simple 1D RGB Gain / Offset Values

黑色亮度值 (尼特)

- 2D 亮度模式所需。
- 布局中所有投影仪的黑色亮度值均输入到此处的表格中。
- 突出显示当前正在校准的投影仪的黑色亮度值。
- 最小值和默认值均为 0.0000。
- 最多支持精确到小数点后 4 位的浮点值。
- 最大值不能大于或等于相应投影仪的白色亮度值，即  $0 \leq \text{黑色亮度值} < \text{相应投影仪的白色亮度值}$ 。

备注

显示投影仪系统中的黑色幕布并使用照度计测量亮度，来获得以尼特为单位的值。

Black Luminance Values (Nits)

	0	1	2	3	4
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

白色亮度值 (尼特)

- 2D 亮度模式所需
- 布局中所有投影仪的白色亮度值均输入到此处的表格中。
- 突出显示当前正在校准的投影仪的白色亮度值。
- 默认值是 1000.0000。
- 最多支持精确到小数点后 4 位的浮点值。
- 最小值不能小于或等于相应投影仪的黑色亮度值，即  $0 \leq \text{黑色亮度值} < \text{相应投影仪的白色亮度值}$ 。

White Luminance Values (Nits)

	0	1	2	3	4
0	1000.0000	1000.0000	1000.0000	1000.0000	1000.0000
1	1000.0000	1000.0000	1000.0000	1000.0000	1000.0000
2	1000.0000	1000.0000	1000.0000	1000.0000	1000.0000
3	1000.0000	1000.0000	1000.0000	1000.0000	1000.0000
4	1000.0000	1000.0000	1000.0000	1000.0000	1000.0000

简单 1D RGB 值

在以下字段中输入投影仪的 RGB 增益和偏移值。对于所有字段，可接受的值范围都在 0 到 1 之间。TI 建议先将增益字段全部设置为 1，然后将偏移字段全部设置为 0。应降低增益值，以便白场亮度看起来与系统中亮度最低的投影仪相同。提高偏移值，使所有投影仪的黑场亮度相同。

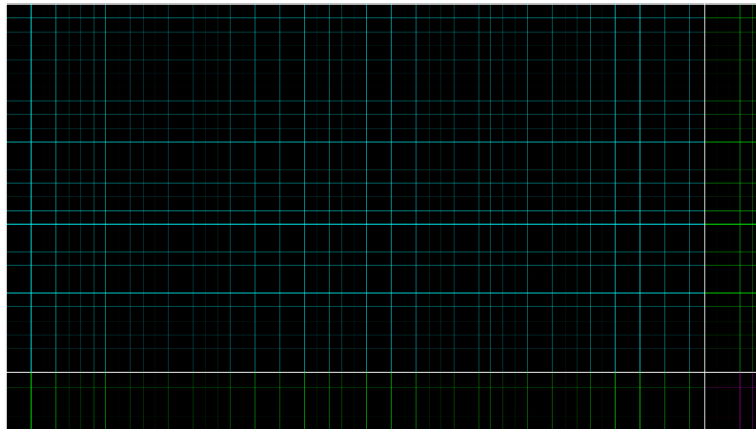
**Simple 1D RGB Gain/Offset Values**

Gain	Left Overlap Offset	Left POM Offset	Non-Overlap Offset	Right POM Offset	Right Overlap Offset
R 1.0000	R 0.0000	R 0.0000	R 0.0000	R 0.0000	R 0.0000
G 1.0000	G 0.0000	G 0.0000	G 0.0000	G 0.0000	G 0.0000
B 1.0000	B 0.0000	B 0.0000	B 0.0000	B 0.0000	B 0.0000

输入上述所有值后，点击“Initialize and Apply”按钮来初始化所有混合参数并在屏幕上应用这些值。

#### 备注

初始化完成后，默认的“启动界面图形”输入源在屏幕上看起来像这样。绿线表示只有 2 个投影仪重叠的地方，品红色线表示有 2 个以上投影仪重叠的地方。



### 步骤 3：几何校正

初始化混合参数后，允许用户仅对梯形角执行几何校正。

- 当用户更改任何梯形角值时，更新的值通过 ESW 命令发送到投影仪系统，并且可以在屏幕上的投影图形/图像上立即看到直观的变化。
- 点击“Reset to Default Values”按钮会将到目前为止所做的所有值更改恢复为相应的默认值。
- 点击“Enable Edge Blending”按钮，用户可以在所显示图形的重叠区域中启用边缘混合，也就是说，重叠区域的图形中的线条看起来不会过于锐利。
  - 默认情况下，禁用边缘混合，以便确保用户首先进行几何校正，在重叠区域的图形中显示看起来更锐利的线条。
  - 几何校正完成后，用户可以点击此按钮来启用重叠区域中的边缘混合。
  - 启用边缘混合后，此按钮将切换为“Disable Edge Blending”。

#### 步骤 4：输入相邻的投影仪几何参数

为了使 2D 亮度模式算法正确计算重叠区域的形状，必须输入相邻投影仪的梯形值。这些值可以保持为默认值（未变形），直至系统中的所有投影仪都完成变形阶段

#### 步骤 5：对 EEPROM 应用手动混合校正

- 对目前为止已完成的手动混合校正感到满意并准备好其存储在 EEPROM 中时，选择是否需要在启动时应用待存储在 EEPROM 中的混合数据。可以通过使用“Enable Blending At Startup”复选框来完成此操作。默认情况下，未选中此复选框。
  - 如果选中此复选框，则在系统启动时应用存储在 EEPROM 中的混合数据。
  - 如果未选中此复选框，则在系统启动时不应用存储在 EEPROM 中的混合数据。
- 点击“Save to EEPROM”按钮，将页面中的手动混合参数值写入 EEPROM，并根据“Enable Blending at Startup”复选框的状态在启动时应用或不应用混合数据。

Enable Blending At Startup

Save to EEPROM

## 15 照明控制

控制器具有内置驱动器功能，可控制不同类型的固态照明 (SSI) 系统。两种类型的信号进入照明系统：

- 启用频闪灯：启用频闪灯是指单独打开/关闭红色、绿色和蓝色照明模块。这些信号由 PWM 序列生成。
- 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 DLPA3005 设置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。

提供了用于三种类型系统电流控制的命令：

- 基于常规 PWM
- 基于 DLPA3005 PMIC

使用设置的照明启用命令打开或关闭照明器。

## 16 外设

本章节中列出的命令用于控制和配置 GPIO、PWM 和 UART 等外设。

### 16.1 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。有关可自由使用的 GPIO，请参阅 DLPC7540 控制器数据表。下述列出的函数可用于设置可用的 GPIO。

命令名称	说明
GPIO 配置	将 GPIO 配置为输入或输出；在输出的情况下，配置为 Standard 或 OpenDrain 类型，默认值为 HIGH 或 LOW。
设置/获取 GPIO	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 都配置为输入和三态。系统仅在收到这些命令后才会重新配置这些命令。

### 16.2 PWM

控制器有 3 个通用的 PWM 输出引脚和 2 个通用的输入引脚。用户可以选择配置 PWM 引脚，如下所述。

命令名称	说明
PWM 输出配置	端口号、频率、占空比、启用/禁用
PWM 输入配置	端口号、采样率、启用/禁用

## 17 接口协议

### 17.1 支持的接口

DLP 控制器支持的通信接口包括符合 I<sup>2</sup>C 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，这些接口还支持并行闪存编程。

### 17.2 I<sup>2</sup>C 目标

写入到在 I<sup>2</sup>C 目标配置中运行的 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。其余字节按照节 18 命令协议部分中的规定发送。

从 I<sup>2</sup>C 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 )。所有通过 I<sup>2</sup>C 接口从 DLPC 读取的操作都是从写入开始 ( 如上所述 ) 并指定了读取的操作码。然后，主机应通过 Restart-Read 继续 I<sup>2</sup>C 事务，然后是与命令关联的字节数，最后是 Stop。

### 17.3 USB

DLPC7540 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。输出端点用于命令数据包，而输入端点用于响应数据包。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，控制器采用 NAK 响应，直到软件的响应数据包准备就绪。

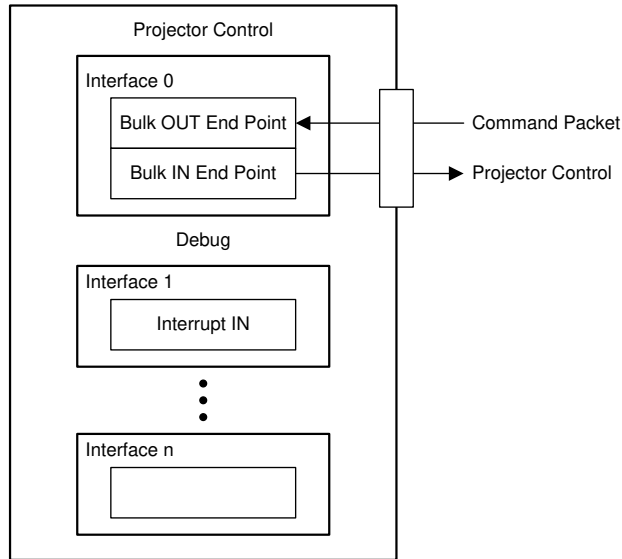


图 17-1. USB 内核

## 18 命令协议

本部分介绍了 DLPC7540 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 DLPC7540 控制器。该协议适用于所有支持的外设接口 ( USB、I<sup>2</sup>C、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其余字节，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。

### 18.1 命令数据包

命令数据包定义了将命令发送到 DLP 控制器时需遵循的数据包格式。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 18-1. 命令数据包格式

字段	大小 ( 字节 )	说明
<b>标头</b>	1	请参阅表 18-2。

表 18-1. 命令数据包格式 (续)

字段	大小 (字节)	说明
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。
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, 长度 = 10 表示在这个长度字段之后有 10 个字节的数据。首先发送长度的 LSB, 然后发送 MSB。
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)	参数和数据
校验码	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 18-2. 命令标头字节

位	字段名称	值
0:2	目标	请参阅节 18.3。
3	操作码长度	1 = 两字节操作码 0 = 一字节操作码
4	存在数据长度	1 = 扩展标头中存在长度字段 0 = 无长度字段
5	存在校验和	1 = 数据字节后存在校验和 0 = 不存在校验和
6	已请求回复	1 = 器件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 = 不针对写入命令发送响应数据包。
7	读取命令	1 = 读取命令 0 = 写入命令

## 18.2 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输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)。另请参阅与大小可变命令相关的节 18.6。

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 18-3. 响应数据包格式

字段	大小 (字节)	说明
标头	1	请参阅表 18-4
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。首先发送长度的 LSB, 然后发送 MSB。
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。 如果在标头中设置了错误位, 则将有一个数据字节。此字节指示导致命令无应答的错误代码。表 18-5 列出了错误代码定义。

**表 18-3. 响应数据包格式 (续)**

字段	大小 (字节)	说明
校验码	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 18-4. 响应标头字节**

位	字段名称	值
0:2	目标	请参阅 <a href="#">节 18.3</a>
3	保留	不适用
4	存在数据长度	1 = 扩展标头中存在长度字段 0 = 无长度字段
5	存在校验和	1 = 数据字节后存在校验和 0 = 不存在校验和
6	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	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 18-5. 错误代码定义**

错误代码	说明
1	无效目标
2	无效或未知命令
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。

### 18.3 目标详细信息

下表列出了目标编号到应用程序的映射。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。保留前 32 个命令 ID (0 到 31) 用于此目的。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。详细信息, 请参阅 [节 20](#)。

**表 18-6. 目标编号**

目标编号	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	扩展命令或投影仪控制
3	远程函数调用 (仅用于内部测试目的)
4	系统命令
5-7	保留

## 18.4 错误处理和恢复

所有物理接口都支持相同的协议，因此很难对每个接口的启动条件提供支持。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。

对于 DLP 控制器来说，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 控制器应始终保持同步。如果主机和 DLP 控制器同时复位并一同上电，就会出现这种情况。但是，如果任一侧发生错误，或者主机/DLP 控制器之一发生异步复位，则将失去同步。由于未监控物理接口专用的启动条件，因此当发生此类错误时，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开始算起，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，都是有效的做法。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。

## 18.5 系统繁忙 - I<sup>2</sup>C 场景

当使用 I<sup>2</sup>C 协议时，目标元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，直到繁忙的目标元件将总线释放。为了防止发生这种不良影响，控制器支持主机的以下选项：

### 18.5.1 GPIO 实施

单独的 GPIO 线路 (默认为 GPIO 58) 向主机元件报告控制器是否处于繁忙状态。上电复位后，前端通信器件必须等待，直到信号变为低电平状态。当信号持续保持高电平时，这表示控制器引导序列有问题。再继续操作之前，必须解决问题的根源。

发送命令后，HOST\_IRQ/SYSTEM\_BUSY 信号会拉至高电平，直至命令完成执行。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 HOST\_IRQ/SYSTEM\_BUSY 是处于高电平还是低电平，然后决定是否发送该命令。此过程不仅确保时钟没有延长，I<sup>2</sup>C 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。使用 DLP Composer 工具为此目的分配 GPIO。

### 18.5.2 短缺状态响应

当 I<sup>2</sup>C 主器件请求读取数据时，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可以接收。当该位被设置，响应标头的其余位将视为无关位，无需读取更多字节。预期主机将继续从控制器读取响应，直到清除该位。发生这种情况时，响应标头是有效的，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。

## 18.6 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，用户可以允许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)。



## 19 自动初始化批处理文件

DLPC7540 系统提供了自动初始化批处理文件的选项，可以使用 DLPDLC-GUI 将该文件包含在闪存映像中。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该批处理文件中指定的命令。

此功能使用户能够预告配置系统，使其具有一致的上电条件。

## 20 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

## 21 系统命令

本指南中介绍的命令与软件版本 5.1.0 兼容。

### 21.1 3D

#### 3D

表 21-1. 启用 3D [操作码 : B1h | 目标 : 4]

设置启用 3D	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	启用 bit0 : TRUE - 启用处理 , FALSE - 禁用处理。
启用 3D 功能。	
获取启用 3D	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回是否已启用 3D。	

表 21-2. 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 = VSync 分隔 (场序列) 格式。 1 = VSync 分隔 (帧序列渐进) 格式。 2 = 上下 (垂直打包) 半分辨率格式。 3 = 上下 (垂直打包) 全分辨率格式。 4 = 并排 (水平打包) 半分辨率格式。 5 = 并排 (水平打包) 全分辨率格式。 6 = 未定义格式。
字节 1	LR 基准 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 = 未定义的帧优势。
字节 3	LR 编码 0 = 单色线路编码。 1 = 无编码 2 = LR 75 25 编码 3 = 未定义的 LR 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 基准 0 = 奇数图场为左眼图。 1 = 奇数图场为右眼图。 2 = 无奇/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 21-2. 3D 源配置 [操作码 : B2h | 目标 : 4] (续)

设置 3D 源配置	
字节 12	消隐颜色 对于 RGB 源, 0 = 通道 A=0 通道 B=1023 通道 C=0YUV 源将被转换。 对于 RGB 源, 1 = 通道 A=1023 通道 B=0 通道 C=0YUV 源将被转换。 对于 RGB 源, 2 = 通道 A=0 通道 B=0 通道 C=1023YUV 源将被转换。 对于 RGB 源, 3 = 通道 A=1023 通道 B=0 通道 C=1023YUV 源将被转换。 对于 RGB 源, 4 = 通道 A=0 通道 B=1023 通道 C=1023 (对于 RGB 源), YUV 源将被转换。 对于 RGB 源, 5 = 通道 A=1023 通道 B=1023 通道 C=0YUV 源将被转换。 对于 RGB 源, 6 = 通道 A=1023 通道 B=1023 通道 C=1023YUV 源将被转换。 对于 RGB 源, 7 = 通道 A=0 通道 B=0 通道 C=0YUV 源将被转换。 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 21-3. 左右信号极性 [操作码 : B3h | 目标 : 4]

设置左右信号极性	
写入参数	
字节	说明
字节 0	左右极性反转 bit0 : TRUE - 左/右帧交换。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	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
此命令告知左/右信号极性是否已反转。	

## 21.2 管理事务

### 管理事务

表 21-4. 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 bit0 : 应用程序模式 0 = 引导加载程序 1 = 主应用程序 2 = 主应用程序 True Global bit1 : 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 21-5. 控制器信息 [操作码：00h | 目标：4]

获取控制器信息	
返回参数	
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 21-6. 版本 [操作码 : 01h | 目标 : 1]

获取版本	
返回参数	
字节	说明
字节 0	应用程序主要版本
字节 1	应用程序次要版本
字节 2-3	应用程序补丁
字节 4	0-量产 ; A- $\alpha$ ; B- $\beta$
字节 5	( 0-量产 ; 1-255- $\alpha / \beta$ )
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- $\alpha$ ; B- $\beta$
字节 12	( 0-量产 ; 1-255- $\alpha / \beta$ )
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 21-7. DMD 信息 [操作码 : 01h | 目标 : 4]

获取 DMD 信息	
返回参数	
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	保留
字节 26-33	DMD 名称
返回 DMD 信息。	



**表 21-8. 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。提供此选项仅用于调试用途 3 = 无论 BOOT_HOLD GPIO 状态如何，都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 21-9. 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	以像素为单位的 DMD 的有效宽度。
字节 2-3	以行数为单位的 DMD 的有效高度。
分别以像素数和行数为单位返回 DMD 宽度和高度。	

**表 21-10. 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 21-11. 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	闪存配置布局哈希值
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值
返回闪存配置和应用配置布局支持的布局修订号和哈希值。	

表 21-12. 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 = PAD 不能用于驱动 ECD 系统中的 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 21-13. 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 bit0 : 色轮旋转 bit1 : 色轮锁相 bit2 : 色轮锁频 bit3 : 灯亮起 bit4 : 内部 DRAM 存储器测试通过 bit10 : 帧速率转换启用 bit11 : 序列锁相 bit12 : 序列锁频 bit13 : 序列搜索 bit29 : 系统色点校准启用 bit30 : 可变照明校准启用 bit31 : 绚丽色彩校准启用
字节 4-7	系统状态字 1 bit0 : 序列错误 bit1 : 像素时钟超出范围 bit2 : Vsync 有效 bit6 : UART 端口 0 通信错误 ( 如果启用端口 ) bit7 : UART 端口 1 通信错误 ( 如果启用端口 ) bit8 : UART 端口 2 通信错误 ( 如果启用端口 ) bit9 : SSP 端口 0 通信错误 ( 如果启用端口 ) bit10 : SSP 端口 1 通信错误 ( 如果启用端口 ) bit11 : SSP 端口 1 通信错误 ( 如果启用端口 ) bit12 : I2C 端口 0 通信错误 ( 如果启用端口 ) bit13 : I2C 端口 1 通信错误 ( 如果启用端口 ) bit14 : I2C 端口 2 通信错误 ( 如果启用端口 ) bit15 : DLPC 初始化错误 bit16 : 发生灯硬件错误 bit17 : 灯 PPRF 超时 bit19 : 未找到所选模式的频率间隔 bit20 : DLPA3005 通信错误 ( 如果 DLPA3005 存在 ) bit21 : UMC 刷新带宽下溢 bit22 : DMD 初始化错误 bit23 : DMD 断电错误 bit24 : 源定义不存在 bit25 : 序列二进制不存在 bit26 : 产品配置失败 bit27 : 未加载抖动掩码
字节 8-11	系统状态字 2 bit0 : EEPROM 初始化失败
从 DLP 控制器读取状态信息的命令。如果已启用状态中断功能 ( 可通过 DLP Composer 中的默认 UI 工具进行配置 ) , 回读此命令将确认/停用中断引脚, 直到下一次状态改变。	

**表 21-14. 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 bit0 : 色轮灯数据存在 bit1 : SSI 校准数据存在 bit2 : ADC 校准数据存在 bit3 : WPC 传感器校准数据存在 bit4 : WPC 亮度表数据存在 bit5 : XPR 校准数据存在 bit6 : XPR 波形校准数据存在 bit7 : 边缘融合数据存在 bit8 : 表面校正数据存在
报告哪些校准数据块存在于 EEPROM 中。在发送 EEPROM 失效命令 (0x0A) 之前使用此命令。	

表 21-15. 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
收到此命令后，控制器等待指定的时间段，再执行下一条命令。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。	



**表 21-16. 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	使设置数据失效 bit0 : 使设置失效
字节 1-2	使校准数据失效 bit0 : 使色轮灯数据失效 bit1 : 使 SSI 校准数据失效 bit2 : 使 ADC 校准数据失效 bit3 : 使 WPC 传感器校准数据失效 bit4 : 使 WPC 亮度表数据失效 bit5 : 使 XPR 校准数据失效 bit6 : 使 XPR 波形校准数据失效 bit7 : 使边缘融合数据失效 bit8 : 使表面校正数据失效
根据输入参数使 EEPROM 数据的用户设置部分和/或 EEPROM 数据的校准部分或两者都失效，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 21-17. 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 21-18. 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	
<i>返回参数</i>	
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 21-19. 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

## 21.3 自动锁定

### 自动锁定

表 21-20. 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。	

## 21.4 引导加载程序

### 引导加载程序

**表 21-21. 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 已切换到主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 21-22. 闪存信息 [操作码 : 20h | 目标 : 1]

获取闪存信息	
<b>读取参数</b>	
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
<b>返回参数</b>	
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
字节 14	可用性 bit0 : 0 = 闪存可用于编程 ; 1 = 闪存不可用于编程。
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。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变形操作所需的。	

表 21-23. 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	
返回参数	
字节	说明
字节 0 - *	扇区信息 位 0-31 : 扇区大小 位 32-47 : 扇区数
<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编程闪存图像的扇区。该系统的设计使闪存图像位于连续的内存空间中。如果系统具有多个闪存器件，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。该命令用于为支持闪存编程的每个器件附加扇区信息，并将其作为输出提供。</p>	



**表 21-24. 解锁闪存更新 [操作码 : 22h | 目标 : 1]**

设置解锁闪存更新	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-3	闪存更新锁定/解锁 0 = 锁定 4154802215 = 解锁
<p>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。如需解锁，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。</p>	

获取解锁闪存更新	
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0	0 = 已锁定 1 = 未锁定
<p>此命令用于返回闪存是否处于未锁定状态。</p>	

表 21-25. 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，扇区地址应指定如下：</p> <p>扇区 0 = 0            扇区 1 = 0x10000            扇区 2 = 0x20000            依此类推...</p>	

**表 21-26. 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	用于指定闪存写入命令需要的字节数或闪存读取命令返回的字节数。必须是偶数。
<p>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。</p> <p>注意：对于“闪存写入”，设置的“地址”和下载大小都应为偶数。</p>	

表 21-27. 闪存写入 [操作码 : 25h | 目标 : 1]

设置闪存写入	
<b>写入参数</b>	
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。引导加载程序会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，这些非常重要。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。</p> <p>此命令支持可变大小的有效载荷。</p>	
获取闪存写入	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	此命令中待读取的字节数
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。引导加载程序会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 21-28. 校验和 [操作码 : 26h | 目标 : 1]

获取校验和	
<b>读取参数</b>	
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	用于计算校验和的字节数
<b>返回参数</b>	
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 21-29. 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。	

## 21.5 校准

### 校准

**表 21-30. 初始化动态加载初始屏幕图像 [操作码：A9h | 目标：4]**

设置初始化动态加载初始屏幕图像	
写入参数	
字节	说明
字节 0-19	图案图像的标题（格式与初始屏幕标题相同）
字节 20-21	向其复制给定图案的初始屏幕图像的宽度，以像素为单位
字节 22-23	向其复制给定图案的初始屏幕图像的高度，以像素为单位

此命令初始化动态初始屏幕加载操作。它用于提供有关图像的信息（尺寸、像素格式、使用的压缩比等）并为初始屏幕加载操作设置数据路径。其还重置之前的操作。在动态加载图像之前应调用一次该命令。

表 21-31. 动态加载初始屏幕图像 [操作码：AAh | 目标：4]

设置动态加载初始屏幕图像	
写入参数	
字节	说明
字节 0 - *	图像数据

此命令接收图像数据并将其写入 VPS DRAM 缓冲区。需要时，该命令会执行解压。由于 USB 的限制，可能无法一次性发送整个图像数据。因此，必须多次调用此命令来加载整个图像。其还存储 API 未处理的任何字节（如果 API 没有执行操作所需的所有字节）。这些未处理的字节将在下次接收到数据时发送给回调函数。一旦将整个图像加载到存储器后，API 即会显示已加载的初始屏幕。加载图像的剩余像素也由回调函数返回。



**表 21-32. XPR 校准图案显示 [操作码 : ABh | 目标 : 4]**

<b>设置 XPR 校准图案显示</b>
<b>写入参数</b>
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。3840x2160 显示区域上重复显示 64x64 图案。

表 21-33. XPR 4Way 方向 [操作码 : B4h | 目标 : 4]

设置 XPR 4Way 方向	
<b>写入参数</b>	
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 ( 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: 请使用显示图像大小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, 此命令将不会对显示的图像产生任何影响。</p>	
获取 XPR 4Way 方向	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
此命令用于检索最后设置的方向编号或子帧顺序	

**表 21-34. XPR 执行器波形控制参数 [操作码 : B5h | 目标 : 4]**

设置 XPR 执行器波形控制参数	
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 = 执行器类型 ( 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执行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 21-34. XPR 执行器波形控制参数 [操作码：B5h | 目标：4] (续)**

设置 XPR 执行器波形控制参数
<p>此命令用于配置/设置执行器波形控制 (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><b>固定输出启用</b>：将执行器配置为固定输出模式。 字节 2：0x00 - 禁用 0x01 - 启用 字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p><b>增益</b>：设置波形发生器 DAC/PWM 增益。 字节 2：范围 0 - 255 格式 u1.7 ( 0 至 1.9921875 ) 字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p><b>子帧延迟</b>：子帧延迟字节 2-5；范围 0 - 262143 且 lsb = 133.333ns</p> <p><b>执行器类型 (只读)</b>：执行器类型 字节 2： 0x00 - 无 0x01 - Optotune ( XPR-25 型号 ) 0x80 - TI 执行器接口 (EEPROM) 0x81 - TI 执行器接口 (MCU) 字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p><b>输出启用/禁用</b>：执行器输出启用/禁用 字节 2：0x00 - 禁用 0x01 - 启用 字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000 注意：AWC0 和 AWC1 两者同时禁用/启用</p> <p><b>时钟宽度</b>：定义输出时钟的高低宽度 ( 时钟周期将为 <math>2*(ClkWidth+1)</math> ) <math>0 = 1</math> ( 时钟周期为两个时钟 )；lsb = 8.33ns 字节 2-5：ClkWidth 示例：ClkWidth = 0；将生成时钟 <math>2*(0+1) * 8.33 = 16.66ns</math></p> <p><b>偏移</b>：DAC/PWM 输出偏移 字节 2：范围 -128 - +127 格式 S7 ( -128 至 +127 ) 字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p><b>段数</b>：定义段数 字节 2：范围 2 - 255 字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p><b>段长</b>：定义段的大小 字节 2-3：范围 19 - 4095 字节 4-5：保留，必须设置为 0x0000</p> <p><b>反转 PWM A</b>：将 AWC 配置为 PWM 类型而不是 DAC 时适用 字节 2：0x00 - 无反转 0x01 - 已反转 字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p><b>反转 PWM B</b>：将 AWC 配置为 PWM 类型而不是 DAC 时适用 字节 2：0x00 - 无反转，0x01 - 已反转 字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p><b>子帧过滤值</b>：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 字节 2：0 = 禁用过滤，0 = 过滤时间将为 Val x 60us；范围：0 - 255 字节 3-5：保留，必须设置为 0x000000</p> <p><b>子帧看门狗</b>：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，并在下一个子帧边沿恢复正常输出。 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 字节 4-5：保留，必须设置为 0x0000</p> <p><b>固定输出值</b>：选择固定输出模式时，定义需要在 DAC/PWM 上输出的值。 字节 2：需要在 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><b>注意</b>：要使用子帧过滤值和子帧看门狗，必须注意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 <math>(1/(60*2)) * 1.10 * 10^6 = 9166us</math>。</p>

获取 XPR 执行器波形控制参数	
<b>读取参数</b>	
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 = 执行器类型 ( 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	要回读命令参数的执行器波形控制块的通道编号
<b>返回参数</b>	
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 21-35. DB 边框配置 [操作码 : BBh | 目标 : 4]

设置 DB 边框配置	
<b>写入参数</b>	
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, 在这种情况下, 字幕会增加整体场景的亮度。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	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
此命令用于返回 DynamicBlack 边界排除函数的边框区域面积。	

**表 21-36. 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 21-37. 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 21-38. DB 增益 [操作码 : BEh | 目标 : 4]**

设置 DB 增益	
<b>写入参数</b>	
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，因为该模式会覆盖每帧计算的增益值。	
获取 DB 增益	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
此命令用于获取 DynamicBlack 增益值。典型值范围为 1.0 至 8.0	

表 21-39. DB 直方图 [操作码：C2h | 目标：4]

获取 DB 直方图	
<b>返回参数</b>	
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的像素和只有小数值值的像素。此函数可独立于光圈控制使用，以改善黑暗场景中的图像。</p>	

**表 21-40. 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 21-41. WPC 最佳占空比 [操作码 : C5h | 目标 : 4]

设置 WPC 最佳占空比	
<b>写入参数</b>	
搜索可用的占空比，并为正确的 LED 白点设置最佳占空比。使用此命令前应设置传感器校准数据。	
获取 WPC 最佳占空比	
<b>返回参数</b>	
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 21-42. WPC 校准数据 [操作码 : C6h | 目标 : 4]**

设置 WPC 校准数据	
<b>写入参数</b>	
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。在调用此命令前应已成功完成 WPC_Init()。	

获取 WPC 校准数据	
<b>读取参数</b>	
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 21-43. 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 21-44. 最大 SSI 驱动电平 [操作码 : CEh | 目标 : 4]**

设置最大 SSI 驱动电平	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	颜色 0 = 红色的 SSI SPI/PWM 指示符 1 = 绿色的 SSI SPI/PWM 指示符 2 = 蓝色的 SSI SPI/PWM 指示符 3 = SPI 系统的样片 1。 4 = Sample2 C2 5 = PWM 系统的 SSI SPI 黄色/红外 6 = 对于 PWM 系统, 对 SPI 感应使用 SSI 青色使用 SSI 青色 7 = 对于 PWM 系统, 对 SPI/频率使用 SSI 品红色 8 = 白色的 SSI SPI 指示符 9 = 黑色的 SSI SPI 指示符 10 = 红外的 SSI SPI 指示符
字节 1-2	最大驱动电平
设置最大驱动电平	
获取最大 SSI 驱动电平	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0	颜色 0 = 红色的 SSI SPI/PWM 指示符 1 = 绿色的 SSI SPI/PWM 指示符 2 = 蓝色的 SSI SPI/PWM 指示符 3 = SPI 系统的样片 1。 4 = Sample2 C2 5 = PWM 系统的 SSI SPI 黄色/红外 6 = 对于 PWM 系统, 对 SPI 感应使用 SSI 青色使用 SSI 青色 7 = 对于 PWM 系统, 对 SPI/频率使用 SSI 品红色 8 = 白色的 SSI SPI 指示符 9 = 黑色的 SSI SPI 指示符 10 = 红外的 SSI SPI 指示符
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	最大驱动电平
获取最大驱动电平	

表 21-45. SSI 占空比索引 [操作码 : CFh | 目标 : 4]

设置 SSI 占空比索引	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	索引
选择 SSI 的占空比索引	
获取 SSI 占空比索引	
返回参数	
字节	说明
字节 0-1	占空比数
字节 2-3	当前占空比索引
字节 4-5	当前红色占空比 格式 = u8.8
字节 6-7	当前绿色占空比 格式 = u8.8
字节 8-9	当前蓝色占空比 格式 = u8.8
字节 10-11	当前黄色占空比 格式 = u8.8
字节 12-13	当前青色占空比 格式 = u8.8
字节 14-15	当前品红色占空比 格式 = u8.8
字节 16-17	当前白色占空比 格式 = u8.8
获取所选占空比的详细信息和当前系统外观中可用的占空比数	



**表 21-46. 启用 XPR 校准模式 [操作码 : D1h | 目标 : 4]**

设置启用 XPR 校准模式	
<i>写入参数</i>	
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下，就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的对应关系。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	
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>	
<p>此命令用于获取 XPR 校准模式的状态。是否已启用。</p>	

表 21-47. 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。在调用此命令前必须已成功完成 WPC_Init()。	

## 21.6 混合

### 混合

**表 21-48. 混合映射增益值 [操作码 : 2Bh | 目标 : 4]**

设置混合映射增益值	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	压缩值传递 位 0 : 1 = 为增益值传递压缩数据。 0 = 为增益值传递未压缩数据。
字节 1	颜色通道选择 0 = 广播 1 = 绿色 2 = 红色 3 = 蓝色
字节 2-3	此处，仅当启用了 <b>CompressionEnable</b> 时才需要传递压缩值的总数，否则，此处传递 0
字节 4-5	用于在增益数组中填充增益值的起始索引
字节 6 - *	控制点的增益。输入格式应是这样的，所需增益 ( 0 到 1.99 之间的值 ) 在通过命令传递之前乘以 4096。
<p>此命令从用户处获取控制点的增益值作为混合映射的一部分。用户可使用此命令传递 2016 (63x32) 个控制点的增益值。需要为每个颜色通道指定增益值。此命令有两个功能。用户可以从“颜色通道选择”中选择广播值选项。广播会将相同的值发送到全部三个颜色通道 R、G、B。否则需要分别传递 R、G、B 颜色通道的值。那么需要使用此命令 3 次，每个颜色通道使用一次。支持的另一项功能是传递压缩值。所用的压缩方法为 RLE2 压缩。若要传递压缩值，用户需要启用“Compression Enabled”位。</p>	

获取混合映射增益值	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0	颜色通道选择 0 = 广播 1 = 绿色 2 = 红色 3 = 蓝色
字节 1-2	要从中读取数据的混合映射通道增益值中的起始索引
字节 3-4	待读取的条目数

返回参数	
字节	说明
字节 0	此字节指示所获得的增益值是否为压缩数据。
字节 1 - *	所选颜色通道的增益值
<p>此命令使用“设置混合映射增益值”命令从已加载的混合映射表中读取数据。可以从表内的任何位置一次性读取 N 个混合映射增益值 ( 不超过命令数据包大小 )。</p>	

表 21-49. 应用混合映射 [操作码 : 2Ch | 目标 : 4]

设置应用混合映射	
写入参数	
字节	说明
字节 0	混合映射上传 位 0 : 1 = 启用并应用混合映射值。 0 = 禁用混合映射值。
此命令用于将整个混合映射传递给较低层 - API	

**表 21-50. 混合映射偏移值 [操作码 : 2Dh | 目标 : 4]**

设置混合映射偏移值	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	压缩值传递 位 0 : 1 = 为偏移值传递压缩数据。 0 = 为偏移值传递未压缩数据。
字节 1	颜色通道选择 0 = 广播 1 = 绿色 2 = 红色 3 = 蓝色
字节 2-3	此处, 仅当第一个参数为 1 时才需要传递压缩值的总数, 否则, 此处传递 0
字节 4-5	用于在数组中填充偏移值的起始索引
字节 6 - *	控制点的偏移。输入格式应使偏移值使用内部浮点格式 <b>s1m8e4</b> 。
<p>用户可使用此命令传递 <b>2016 (63x32)</b> 个控制点的偏移值。需要为每个颜色通道 ( R、G、B ) 指定偏移值。标准浮点格式的偏移值范围为 <b>-255 到 +255</b>。</p> <p>此命令有两个功能。用户可以从“颜色通道选择”中选择广播值选项。广播会将相同的值发送到全部三个颜色通道 R、G、B。否则需要分别传递 R、G、B 颜色通道的值。那么需要使用此命令 <b>3</b> 次, 每个颜色通道使用一次。</p> <p>支持的另一项功能是传递压缩值。所用的压缩方法为 <b>RLE2</b> 压缩。若要传递压缩值, 用户需要启用“<b>Compression Enabled</b>”位</p>	

获取混合映射偏移值	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0	颜色通道选择 0 = 广播 1 = 绿色 2 = 红色 3 = 蓝色
字节 1-2	要从中读取数据的混合映射通道偏移值中的起始索引
字节 3-4	待读取的条目数

返回参数	
字节	说明
字节 0	此字节指示所获得的偏移值是否为压缩数据。
字节 1 - *	所选颜色通道的偏移
<p>此命令使用“设置混合映射偏移值”命令从已加载的混合映射压缩偏移值中读取数据。可以从表内的任何位置一次性读取 <b>N</b> 个混合映射偏移值 ( 不超过命令数据包大小 )。</p>	

表 21-51. 混合映射控制点 [操作码：2Eh | 目标：4]

设置混合映射控制点	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	投影仪的水平显示分辨率
字节 2-3	投影仪的垂直显示分辨率
字节 4 - *	混合映射水平控制点位置数组 此数组中的点数等于 63。这些控制点都是基于 0 的。
字节 4 - *	混合映射垂直控制点位置数组 此数组中的点数等于 32。这些控制点都是基于 0 的。
此命令用于将水平和垂直方向上用户定义控制点位置的输入作为混合映射的一部分	
获取混合映射控制点	
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0-125	混合映射水平控制点位置数组。 此数组中的点数等于混合映射控制点 X。
字节 126-189	混合映射垂直控制点位置数组。 此数组中的点数等于混合映射控制点 Y。
此命令用于获取 EEPROM 中存储的用户定义混合映射控制点位置。	

**表 21-52. 启用边缘混合 [操作码 : 2Fh | 目标 : 4]**

设置启用边缘混合	
写入参数	
字节	说明
字节 0	EBF 状态 位 0 : 1 = 启用边缘混合 0 = 禁用边缘混合
此命令用于启用或禁用边缘混合功能	
获取启用边缘混合	
返回的数据与上述写入参数的格式相同。	
返回是否已启用边缘混合功能。	

表 21-53. 边缘混合系统参数 [操作码 : 3Dh | 目标 : 4]

设置边缘混合系统参数	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	混合系统中投影仪的列数 范围 = 1 至 32，步长为 1
字节 2-3	混合系统中投影仪的行数 范围 = 1 至 32，步长为 1
字节 4-5	混合系统中列的自索引 范围 = 0 至 31，步长为 1
字节 6-7	混合系统中行的自索引 范围 = 0 至 31，步长为 1
字节 8-9	计算增益和偏移时要使用的光度参数类型
字节 10 - *	混合系统中投影仪的白色和黑色亮度级别，按光栅扫描顺序。格式为定点 16.16 (尼特)
此命令用于为半手动边缘混合设置混合系统参数。此命令不会更改变形映射或混合映射的状态	
获取边缘混合系统参数	
<b>返回的数据与上述写入参数的格式相同。</b>	
此命令用于获取半手动边缘混合的混合系统参数	



**表 21-54. 边缘混合配置 [操作码：3Eh | 目标：4]**

设置边缘混合配置	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	与其他投影仪的水平重叠 ( 像素 )
字节 2-3	与其他投影仪的垂直重叠 ( 像素 )
字节 4	几何调整类型 0 = 无几何校正 1 = 梯形角
字节 5	存储选项 0 = 不存储 1 = 写入存储空间 2 = 写入存储空间，启动时应用
字节 6 - *	几何调整参数。取决于使用的调整类型
<p>此命令用于为半手动边缘混合设置重叠和几何参数，为给定的混合输入创建并应用混合和变形映射。若要使结果生效，必须调用相应的命令，以便单独启用手动变形和启用边缘混合。几何参数取决于几何调整类型。不进行几何校正时，不使用参数。对于梯形角校正，8 个参数是梯形角的 (x,y) 坐标 ( 基于零 )，按光栅扫描顺序：左上角、右上角、左下角、右下角。</p>	

获取边缘混合配置
<b>返回的数据与上述写入参数的格式相同。</b>
<p>此命令用于获取可进行半手动边缘混合的几何和重叠参数。几何参数取决于几何调整类型。不进行几何校正时，不使用参数。对于梯形角校正，8 个参数是梯形角的 (x,y) 坐标 ( 基于零 )，按光栅扫描顺序：左上角、右上角、左下角、右下角。</p>

## 21.7 调试内部

### 调试内部

**表 21-55. 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。	

## 21.8 调试

### 调试

表 21-56. 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	需写入的值
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。未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 21-57. 存储器阵列 [操作码：11h | 目标：1]

设置存储器阵列	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-3	需写入数据的起始地址
字节 4	访问信息 位 0-5：地址增量步数。0 - 无增量 位 6-7：写入访问宽度 0 = Uint32 1 = Uint16 2 = Uint08
字节 5-6	需写入的字数
字节 7	每个字的字节数 范围 = 1 至 2，步长为 4
字节 8 - *	需写入的数据
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	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0-3	需读取数据的起始地址
字节 4	访问信息 位 0-5：地址增量步数。0 - 无增量 位 6-7：读取访问宽度 0 = Uint32 1 = Uint16 2 = Uint08
字节 5-6	需读取的字数
字节 7	每个字的字节数 范围 = 1 至 4，步长为 1
<b>返回参数</b>	
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 21-58. 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 bit11 : 通信相关的 bit13 : 3D bit14 : RFC 消息 bit15 : I2C 处理程序 bit17 : 隐藏式字幕 bit18 : 保留 bit19 : GUI bit20 : 环境 bit21 : 照明 bit22 : 系统功能 bit23 : EEPROM bit24 : 数字路径 bit25 : 自动锁定 bit26 : 投影仪控制 bit27 : 外设 bit28 : 红外 bit29 : USB bit30 : 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 bit11 : 通信相关的 bit13 : 3D bit14 : RFC 消息 bit15 : I2C 处理程序 bit17 : 隐藏式字幕 bit18 : DDC CI bit19 : GUI bit20 : 环境 bit21 : 照明 : DMD , 轮 , 灯 bit22 : 系统功能 bit23 : EEPROM bit24 : 数字路径 bit25 : 自动锁定 bit26 : 投影仪控制 bit27 : 外设 bit28 : 红外 bit29 : USB bit30 : 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 21-59. 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 USB 消息日志记录。启用 USB 日志记录后，UART 日志记录将停止。	

**表 21-60. EEPROM 存储器 [操作码 : E2h | 目标 : 4]**

设置 EEPROM 存储器	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	需写入的存储器的索引 ( 0 表示 EEPROM 中的第一个字节, 1 表示第二个字节, 依此类推 )
字节 2-3	需写入的字节数
字节 4-7	EEPROM 密码 ( 如果用户需要写入 TI 指定的存储器空间 )
字节 8 - 传递的字节数	数据
<p>将数据写入与控制器相连的 EEPROM。</p> <p>EEPROM 保存设置和校准数据。此函数的主要目的是让用户向 EEPROM 区域写入设置和校准数据。如果用户想要覆盖设置/校准数据, 随命令发送的密码应与预期密码匹配。这是一种防止意外覆盖设置/校准数据的保护机制。</p>	
获取 EEPROM 存储器	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	需读取的存储器索引
字节 2-3	需读取的字节数
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0 - 传递的字节数	数据
<p>此函数从连接到控制器且包含设置和校准数据的 EEPROM 读取数据。</p> <p>注意: 可以在不解锁的情况下读取 EEPROM 数据。</p>	

表 21-61. TI 执行器接口调试 [操作码：E4h | 目标：4]

设置 TI 执行器接口调试	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	查询类型 0 = 从接下来的两个字节 ( 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 调试端口上的执行器信息 2 = 查询 AWG 数据集, 获取接下来的两个字节 ( 即字节 1-2 ) 中提供的索引号 3 = 查询 AWG Edge 表标头, 获取接下来的两个字节 ( 即字节 1-2 ) 中的索引号
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 时需读取的字节数。( 注意: 一次最多可以读取 32 个字节。 )
此命令用于查询执行器相关信息以进行调试。当执行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 执行器接口调试	
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0-31	执行器数据
此命令根据设置命令中进行的设置返回查询的数据	



**表 21-62. Vsync 周期 [操作码 : E5h | 目标 : 4]**

获取 Vsync 周期	
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0-3	帧周期，以微秒为单位
返回最近的 VSync 周期测量	

表 21-63. 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 bit0 : 0 = 禁用 ; 1 = 启用
返回 DMD 电源启用状态	

**表 21-64. DMD 停止 [操作码：E9h | 目标：4]**

设置 DMD 停止	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	停止状态 bit0 : 0 = 解除停止 ; 1 = 停止
停止/解除停止 DMD	
获取 DMD 停止	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
如果 DMD 已停止，则返回 1，否则返回 0	

表 21-65. 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 bit0 : 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 21-66. 整型栈 [操作码 : F0h | 目标 : 4]

获取整型栈	
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	栈大小
字节 4-7	已使用的栈
字节 8-11	空闲栈
提供当前的栈使用信息	

表 21-67. 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
打印 ( 在 UART 上 ) 所有用 RTOS 定义/创建的任务的信息。

表 21-68. 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 21-69. EEPROM 自由区偏移 [操作码 : FFh | 目标 : 4]

获取 EEPROM 自由区偏移	
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	自由区偏移
此函数指示相对于自由区起始位置的 EEPROM 地址偏移。	



## 21.9 常规运行

### 常规运行

**表 21-70. 电源 [操作码 : 10h | 目标 : 4]**

设置电源	
写入参数	
此命令用于将当前电源模式从待机切换到运行或从运行切换到断电。待机状态对应于低功耗模式。	
获取电源	
返回参数	
字节	说明
字节 0	电源状态 0 = 复位 1 = 待机 2 = 运行 3 = 冷却 4 = 加热
返回当前系统电源状态。	

表 21-71. 显示 [操作码：11h | 目标：4]

设置显示	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	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，则根据系统中的默认设置显示启动界面或纯色域。	
获取显示	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回当前正在显示的源。	

**表 21-72. 启用低延迟模式 [操作码：12h | 目标：4]**

设置启用低延迟模式	
<i>写入参数</i>	
字节	说明
字节 0	启用状态 bit0 : 1 = 启用低延迟模式, 0 = 禁用低延迟模式
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 DMD 的帧) 限制为最大 1.5 帧延迟。	
获取启用低延迟模式	
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>	
返回是否启用低延迟模式。	

表 21-73. 系统外观 [操作码 : 13h | 目标 : 4]

设置系统外观	
<b>写入参数</b>	
<b>字节</b>	<b>说明</b>
字节 0-1	外观索引
此命令用于设置当前系统外观。通过 DLP Composer 工具设计和配置系统外观。系统外观决定了需加载的当前序列组和色点。此命令还用于启动与新外观索引相对应的源定义更改。	
获取系统外观	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
此命令用于获取当前系统外观。	

**表 21-74. TPG 预定义图形 [操作码：14h | 目标：4]**

设置 TPG 预定义图形	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	要显示的预定义测试图形编号
<p>此命令将设置存储在闪存中的预定义测试图形之一（使用 DLP Composer 工具进行配置）。该函数用于选择要从闪存加载到测试图形发生器硬件中的图形。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。</p>	
获取 TPG 预定义图形	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回预定义测试图形的当前选择。	

表 21-75. TPG 边界 [操作码 : 15h | 目标 : 4]

设置 TPG 边框	
<b>写入参数</b>	
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
在给定宽度和颜色的测试图形周围绘制边框。 注意：仅在“显示”设置为“测试图形”时使用。	
获取 TPG 边框	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回测试图形的边框宽度（以像素数为单位）和颜色。	

**表 21-76. TPG 分辨率 [操作码 : 16h | 目标 : 4]**

设置 TPG 分辨率	
<b>写入参数</b>	
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	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
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 21-77. 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 21-78. SFG 颜色 [操作码 : 18h | 目标 : 4]**

设置 SFG 颜色	
<b>写入参数</b>	
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) 时待显示的纯色。此命令仅用于设置 SFG 颜色而不显示该颜色。为了显示 SFG，需要将“显示”设置为将 SFG 作为源 ( 对此使用“设置显示”命令 )。	
获取 SFG 颜色	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回当显示设置为 SFG 时需要显示的纯色。	

表 21-79. SFG 分辨率 [操作码 : 19h | 目标 : 4]

获取 SFG 分辨率	
<b>返回参数</b>	
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 21-80. 幕布颜色 [操作码：1Ah | 目标：4]**

设置幕布颜色	
<i>写入参数</i>	
字节	说明
字节 0	待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
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。	
获取幕布颜色	
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>	
此命令用于返回在幕布模式下使用的颜色。	

表 21-81. 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	
<b>写入参数</b>	
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
设置待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。	
获取启动界面加载图像	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
获取待加载和显示的启动界面图像的索引。	

**表 21-82. 启用图像翻转 [操作码：1Ch | 目标：4]**

设置启用图像翻转	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	翻转 bit0 : 0 = 禁用图像垂直翻转；1 = 启用图像垂直翻转。 bit1 : 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。提供此特性是为了支持天花板安装和背投等用例。	
获取启用图像翻转	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回是否已启用图像翻转。	

表 21-83. 启用冻结 [操作码：1Dh | 目标：4]

设置启用冻结	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	冻结状态 bit0 : 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都将覆盖冻结，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"> <li>源类型切换（标准 - XPR - 3D）</li> <li>源类型切换（隔行 - 逐行）</li> <li>切换到启动界面显示</li> <li>启动界面捕获</li> <li>低延迟模式切换</li> <li>源重新锁定</li> <li>切换到待机/低功耗模式</li> </ul>	
获取启用冻结	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回是否已冻结当前显示。	

**表 21-84. 梯形角度 [操作码 : 1Eh | 目标 : 4]**

设置梯形角度	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	俯仰角 ( 以度为单位 ) 范围 = -128 至 127.9960375 , 步长为 0.00390625 格式 = s8.8
字节 2-3	偏航角 ( 以度为单位 ) 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 ( 以度为单位 ) 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>已知校正图像的俯仰、偏航、翻滚、投射比和垂直偏移时，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）未正交时造成的失真。</p> <p>执行此命令时将自动启用梯形校正特性。</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>	
获取梯形角度	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回当前设置的梯形配置参数。	

表 21-85. 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
字节 4-5	水平偏移 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 21-86. 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 bit0 : 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。	

表 21-87. 显示图像尺寸 [操作码 : 21h | 目标 : 4]

设置显示图像尺寸	
<b>写入参数</b>	
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 的有效像素数和行数范围内。注意：1.只有当图像大小类型设置为“手动”时，“裁剪区域”和“显示区域”参数才有效。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，裁剪区域会如下所述自动设置： <ol style="list-style-type: none"> <li>对于 TPG，将裁剪区域设置为 TPG 分辨率。</li> <li>对于启动界面，将裁剪区域设置为启动界面图像尺寸。</li> <li>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。</li> </ol>	
获取显示图像大小	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回当前图像大小、裁剪和显示设置。	

**表 21-88. 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 = 未修改输入端口同步 (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 = 未修改输入端口同步 (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 = 未修改输入端口同步 (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 - 配置硬件以进行下采样。启用下采样时, ASIC 将 PixelClockFreqInkHz 减半。这会影响 SRC 结构中的其他参数, 例如 TotalArea.PixelsPerLine、ActiveArea.PixelsPerLine 和 ActiveArea.FirstPixel。 0 = 禁用下采样操作 (数据未修改直通)。 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	启用 3D bit0 : 0 = 3D 已禁用 1 = 3D 已启用
字节 5	时钟极性 bit0 : 0 = 在端口时钟的下降沿上记录数据 1 = 在端口时钟的上升沿上记录数据
字节 6	像素格式 0 = Rgb 1 = Yuv444 2 = Yuv422 3 = Yuv420
字节 7	外部数据启用 bit0 : 0 = 未使用“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 bit0 : 0 = 逐行 1 = 隔行
字节 9	偏移二进制 bit0 : 0 = 输入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。 bit0 : 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	有效区域第一个像素

表 21-88. 源配置 [操作码 : 22h | 目标 : 4] (续)

设置源配置	
字节 17-18	有效区域第一行
字节 19-20	有效区域每行像素数
字节 21-22	有效区域每帧行数
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) 有效行。有效范围是 TopFieldFirstLine 到每帧的有效行数。对于场相关组帧, BottomFieldFirstLine >= TopFieldFirstLine (= ActiveArea.FirstLine)
字节 25-28	像素时钟频率 (以 kHz 为单位)
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)。调整黑电平以消除硬件引起的偏差和/或源中嵌入的台阶电平。如只更改偏移, 请调用 SetImageOffset 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
配置当前有效端口上源的特性。注意: 1. 发送 CMD_SetSourceConfiguration 命令后, 必须发送 CMD_SetDisplayImageSize 命令才能使更改生效。2. CSC 只有在发送 CMD_SetDisplayImageSize 命令后才会生效。3. 当将“显示”设置为 TPG 时, 不应使用 CMD_SetSourceConfiguration 命令。	

获取源配置	
返回参数	
字节	说明
字节 0	0 = 未修改输入端口同步 (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 = 未修改输入端口同步 (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 = 未修改输入端口同步 ( 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 ( 数据未修改直通 ) 。 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	启用 3D bit0 : 0 = 3D 已禁用 1 = 3D 已启用
字节 5	时钟极性 bit0 : 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 bit0 : 0 = 禁用外部数据 1 = 启用外部数据
字节 8	隔行 bit0 : 0 = 逐行 1 = 隔行
字节 9	偏移二进制 bit0 : 0 = 输入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。 bit0 : 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	有效区域第一个像素
字节 17-18	有效区域第一行
字节 19-20	有效区域每行像素数
字节 21-22	有效区域每帧行数
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 ) 有效行。有效范围是 TopFieldFirstLine 到每帧的有效行数。对于场相关组帧，BottomFieldFirstLine >= TopFieldFirstLine ( = ActiveArea.FirstLine )
字节 25-28	像素时钟频率 ( 以 kHz 为单位 )
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

获取源配置	
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 )。调整黑电平以消除硬件引起的偏差和/或源中嵌入的台阶电平。如只更改偏移，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
检索当前有效端口的源特性。	

**表 21-89. 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 21-90. 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	<p>FRC 模式</p> <p>0 = 47-63Hz 的固定输出帧速率范围。</p> <p>1 = FRC 与输入帧速率同步。</p> <p>2 = FRC 是输入帧速率的两倍。</p> <p>3 = FRC 是输入帧速率的三倍。</p> <p>4 = FRC 是输入帧速率的 4 倍。</p> <p>5 = FRC 是输入帧速率的 6 倍。</p> <p>6 = FRC 是输入帧速率的 8 倍。</p> <p>7 = FRC 是输入帧速率的 10 倍。</p>
返回当前输入帧速率、输出帧速率和 FRC 模式	



**表 21-91. XPR 启用模式命令 [操作码 : 29h | 目标 : 4]**

设置 XPR 启用模式命令	
写入参数	
字节	说明
字节 0	模式 0 = 基于源分辨率来决定是否启用 XPR 1 = 应始终开启 XPR 2 = 应始终关闭 XPR
获取 XPR 启用模式命令	
返回的数据与写入参数的格式相同。	

表 21-92. 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 bit0 : 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 21-93. Fpd 配置 [操作码 : 31h | 目标 : 4]**

设置 Fpd 配置	
写入参数	
字节	说明
字节 0	Fpd 模式 0 = 30 位模式 0 1 = 30 位模式 1 2 = 30 位模式 2 3 = 24 位模式 0 4 = 24 位模式 1 5 = 不是有效的 FPD-Link 数据模式或未使用模式
字节 1	数据接口模式 0 = 单端口 (A) FPD-link 接口 1 = 单端口 (B) FPD-link 接口 2 = 双端口 FPD (AB) (如果端口 A 传输偶数数据, 端口 B 传输奇数数据) 3 = 双端口 FPD (AB) (如果端口 A 传输奇数数据, 端口 B 传输偶数数据) 4 = 无效输入类型
字节 2	3D L/R 基准 (启用 FPD 端口数据位或强制为 0) bit0 : 启用 3D 基准
字节 3	场 3D 启用 (启用 FPD 端口数据位或强制为 0) bit0 : 启用场
字节 4	像素重复 bit0 : 1 = 启用像素重复模式 0 = 禁用像素重复模式
配置 FPD 源的特性。	
获取 Fpd 配置	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
返回 FPD 源的特性。	

表 21-94. 梯形角 [操作码 : 3Ah | 目标 : 4]

设置梯形角	
<b>写入参数</b>	
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
已知校正图像的角时，配置 2D 梯形校正。梯形校正用于消除投影仪与投影面（屏幕）未正交时造成的失真。如需产生效果，必须启用梯形特性。	
获取梯形角	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
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。即使参数配置正确，也只有在启用梯形特性时才会观察到梯形校正。	

**表 21-95. 变形时序验证启用调整变形 [操作码 : 3Bh | 目标 : 4]**

设置变形时序验证启用调整变形	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	启用状态 bit0 : 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	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回是否已启用自动扭曲调整。	

表 21-96. 是否已修改扭曲几何形状 [操作码 : 3Ch | 目标 : 4]

获取扭曲几何形状是否已修改	
返回参数	
字节	说明
字节 0	不记名 1 bit0 : 1 = 真 0 = 假
返回扭曲几何形状是否已修改。	

## 21.10 照明

### 照明

**表 21-97. 照明启用 [操作码 : 80h | 目标 : 4]**

设置照明启用	
<b>写入参数</b>	
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
<p>启用或禁用照明系统。此外，对于带有色轮的系统：- 仅当系统已指示色轮正在旋转时才会开启照明。为了避免烧毁玻璃上的涂层，此互锁很有必要。对于基于灯且启用了灯冲击复位功能的系统：- 在运行期间仅支持照明禁用。若要再次启用照明，系统应断电，然后再次通电。为了保护 DMD 免受灯冲击事件期间产生的 EMI 影响，这一操作很有必要。</p>	
获取照明启用	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
获取灯/SSI 照明的启用状态。	

表 21-98. SSI 驱动电平 [操作码：8Ch | 目标：4]

设置 SSI 驱动电平	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	仅适用于基于 PWM 的 LED 驱动器
字节 1-2	驱动电平红色
字节 3-4	驱动电平绿色
字节 5-6	驱动电平蓝色
字节 7-8	驱动电平 C1
字节 9-10	驱动电平 C2
字节 11-12	驱动电平感应
设置基于 SSI 的照明的所有通道的驱动电流。适用于 DLPA3005 或基于 PWM 的 LED 驱动器。如果启用了动态纯黑或白点校正，则不应使用此命令	
获取 SSI 驱动电平	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0	仅适用于基于 PWM 的 LED 驱动器
返回参数	
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
字节 6-7	驱动电平 C1
字节 8-9	驱动电平 C2
字节 10-11	驱动电平感应
获取基于 SSI 的照明的所有通道的驱动电流。适用于 DLPA3005 或基于 PWM 的 LED 驱动器	



## 21.11 图像处理

### 图像处理

**表 21-99. 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	启用 HDR 位 0：HDR 启用位
<p>为所有图像算法设置启用标志。</p> <p>0 = 禁用 1 = 启用</p> <p><b>色度瞬态改进：</b> 此函数可启用/禁用对 4 进行滤波的色度瞬态改进 (CTI) 功能：4：B 和 C 数据通道上的 4 次采样色度 (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。该函数对滤波后的输出执行限制和核化功能。</p> <p><b>伽马校正：</b> 此函数用于启用/禁用伽马校正函数，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，对 10 位 RGB 输入进行去伽马转换，使之成为常见的 12 位浮点 (S0M8E4) RGB 输出。禁用后，输入到伽马校正函数的每个数据的全部 10 位均被填充为零，并使 MSB 对齐为 12 位，并在未修改的情况下通过。</p> <p><b>颜色坐标调整：</b> 此函数用于启用/禁用“空间自适应七原色校正函数启用”。禁用时使用标识强制实施 3x3 CSC (颜色空间转换)。</p> <p><b>绚丽色彩：</b> 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><b>白点校正：</b> 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><b>动态纯黑：</b> 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><b>HDR：</b> 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 受照明特性、占空比分布和电流流动顺序等多种因素的影响。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，启用时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 21-100. 图像亮度 [操作码：41h | 目标：4]**

设置图像亮度	
<b>写入参数</b>	
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	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回图像亮度级别。	

表 21-101. 图像对比度 [操作码 : 42h | 目标 : 4]

设置图像对比度	
<b>写入参数</b>	
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	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回图像对比度 (以百分比表示)。	

**表 21-102. 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	
<i>写入参数</i>	
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	
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>	
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 21-103. 图像锐度 [操作码：44h | 目标：4]

设置图像锐度	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	要应用的锐度值。 范围 = 0 至 31，步长为 1
配置锐度滤波器。值 0 表示最不清晰（最平滑），而值 31 表示最清晰。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波器（锐度值=16）。	
获取图像锐度	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回当前锐度值	

**表 21-104. 图像 RGB 偏移 [操作码 : 45h | 目标 : 4]**

设置图像 RGB 偏移	
<b>写入参数</b>	
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，对数据路径中的某个点偏移 RGB 通道的电平进行源偏移、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	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回红色、绿色和蓝色通道偏移设置。	

表 21-105. 图像 RGB 增益 [操作码 : 46h | 目标 : 4]

设置图像 RGB 增益	
<b>写入参数</b>	
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	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回红色、绿色和蓝色通道的增益设置（以百分比表示）。	



**表 21-106. 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 视频解码器 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。	
获取当前配置供使用的颜色空间转换矩阵的索引。	

表 21-107. 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	原点坐标绿色亮度 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	原点坐标蓝色亮度 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	原点坐标白色亮度 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 21-107. 图像 CCA 坐标 [操作码 : 48h | 目标 : 4] (续)**

设置图像 CCA 坐标	
字节 28-29	原点坐标 C1 亮度 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 亮度 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 亮度 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 亮度 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 亮度 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 21-107. 图像 CCA 坐标 [操作码 : 48h | 目标 : 4] (续)

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 21-107. 图像 CCA 坐标 [操作码 : 48h | 目标 : 4] (续)**

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坐标、次坐标和白色坐标。 注意：此调用将覆盖先前调用所进行的任何 CCA 设置。	
获取图像 CCA 坐标	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回当前颜色坐标配置。	

表 21-108. 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 21-108. 图像 HSG [操作码 : 49h | 目标 : 4] (续)**

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。该命令不会影响增益为零的颜色。            注意：此调用将覆盖先前调用所进行的任何 CCA 设置。</p>	

获取图像 HSG
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>
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 HSG 不会应用于该颜色。

表 21-109. 图像伽马 LUT [操作码 : 4Ah | 目标 : 4]

设置图像伽马 LUT	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	需加载的伽马查找表。
此命令用于将指定的伽马查找表从闪存加载到存储器中。通过加载红色、绿色和蓝色查找表的数据来完成单次加载。使用 DLP Composer(tm) 来创建新的伽马表或修改现有的伽马表	
获取图像伽马 LUT	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回当前加载到存储器中的伽马查找表的表号。	



**表 21-110. 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	
<b>写入参数</b>	
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。有效亮度随左漂移增加，随右漂移而降低。	
获取图像伽马曲线漂移	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
返回红色、绿色和蓝色的图像伽马漂移以及需传播到所有颜色的漂移	

表 21-111. 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 到 MaxValue ( 通过 IMG_SetWhitePeakingRange() 来设置 )。MaxValue 的默认值为 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 21-112. 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	滤波强度设置决定了需过滤掉的高频内容容量。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 21-113. HDR 源配置 [操作码：4Eh | 目标：4]

设置 HDR 源配置	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	传递函数 0 = Trad Gam Sdr 1 = Trad Gam Hdr 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来分别定义 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近的源组进行映射。	
获取 HDR 源配置	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
包含元数据信息。	

**表 21-114. 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 强度会随环境亮度水平而变化。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 21-115. 系统亮度范围设置 [操作码 : 50h | 目标 : 4]

设置系统亮度范围	
<b>写入参数</b>	
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 )。这些用于确定需应用于 HDR 源上的相应 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	
返回的数据与写入参数的格式相同。	

**表 21-116. 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 21-117. 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 = Row0 Col0 1 = Row0 Col1 2 = Row0 Col2 3 = Row0 Col3 4 = Row0 Col4 5 = Row1 Col0 6 = Row1 Col1 7 = Row1 Col2 8 = Row1 Col3 9 = Row1 Col4 10 = Row2 Col0 11 = Row2 Col1 12 = Row2 Col2 13 = Row2 Col3 14 = Row2 Col4
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
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



**表 21-117. 像点 HSG [操作码 : 52h | 目标 : 4] (续)**

设置像点 HSG	
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。该命令不会影响增益为零的颜色。注意：此调用将覆盖先前调用所进行的任何 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 = Row0 Col0 1 = Row0 Col1 2 = Row0 Col2 3 = Row0 Col3 4 = Row0 Col4 5 = Row1 Col0 6 = Row1 Col1 7 = Row1 Col2 8 = Row1 Col3 9 = Row1 Col4 10 = Row2 Col0 11 = Row2 Col1 12 = Row2 Col2 13 = Row2 Col3 14 = Row2 Col4

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
<p>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 HSG 不会应用于该颜色。</p>	

表 21-118. Spcc 控制点 [操作码 : 53h | 目标 : 4]

设置 Spcc 控制点	
<b>写入参数</b>	
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 )
为多点 sPCC 设置控制点的位置。	
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 的控制点的位置	

**表 21-119. 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 = Row0 Col0 1 = Row0 Col1 2 = Row0 Col2 3 = Row0 Col3 4 = Row0 Col4 5 = Row1 Col0 6 = Row1 Col1 7 = Row1 Col2 8 = Row1 Col3 9 = Row1 Col4 10 = Row2 Col0 11 = Row2 Col1 12 = Row2 Col2 13 = Row2 Col3 14 = Row2 Col4
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
字节 19-20	Pcc 青色 R 范围 = 0.0 至 1.99951171875, 步长为 0.00006103515 格式 = s2.14

表 21-119. Pcc 直接系数 [操作码 : 54h | 目标 : 4] (续)

设置 Pcc 直接系数	
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所进行的任何 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 = Row0 Col0 1 = Row0 Col1 2 = Row0 Col2 3 = Row0 Col3 4 = Row0 Col4 5 = Row1 Col0 6 = Row1 Col1 7 = Row1 Col2 8 = Row1 Col3 9 = Row1 Col4 10 = Row2 Col0 11 = Row2 Col1 12 = Row2 Col2 13 = Row2 Col3 14 = Row2 Col4

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所进行的任何 CCA 设置。</p>	



## 21.12 手动 WPC

### 手动 WPC

**表 21-120. 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。设置手动模式时，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。设置手动模式时，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 21-121. WPC 目标色点 [操作码 : D5h | 目标 : 4]

设置 WPC 目标色点	
<b>写入参数</b>	
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 目标手动模式下，设置目标色点。	
获取 WPC 目标色点	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
获取 WPC 的当前活跃目标色点。	

## 21.13 外设

### 外设

**表 21-122. GPIO 引脚配置 [操作码 : 60h | 目标 : 4]**

设置 GPIO 引脚配置	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	范围 = 0 至 87。
字节 1	输入/输出 bit0 : 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 bit0 : 1 = LogicVal 1 0 = LogicVal 0
字节 3	开漏配置 bit0 : 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	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0	范围 = 0 至 87。
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0	输入/输出 bit0 : 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 bit0 : 1 = LogicVal 1 0 = LogicVal 0
字节 2	开漏配置 bit0 : 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 21-123. GPIO 引脚 [操作码 : 61h | 目标 : 4]

设置 GPIO 引脚	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	范围 = 0 至 87。
字节 1	逻辑值 bit0 : 1 = LogicVal 1 0 = LogicVal 0
设置指定 GPIO 引脚的输出逻辑值。	
获取 GPIO 引脚	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0	范围 = 0 至 87。
返回参数	
字节	说明
字节 0	逻辑值 bit0 : 1 = LogicVal 1 0 = LogicVal 0
返回指定 GPIO 引脚的逻辑值。	

**表 21-124. 通用时钟启用 [操作码 : 63h | 目标 : 4]**

设置通用时钟启用	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	需配置的时钟
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。如需禁用时钟，则忽略此参数。范围 2-127。
获取通用时钟启用	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0	DDP 时钟输出。
返回参数	
字节	说明
字节 0	已启用

表 21-125. 通用时钟频率 [操作码 : 64h | 目标 : 4]

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

表 21-126. PWM 输出配置 [操作码 : 65h | 目标 : 4]

设置 PWM 输出配置	
写入参数	
字节	说明
字节 0	端口 0 = 输出 PWM 0 1 = 输出 PWM 1 2 = 输出 PWM 2 3 = 输出 PWM 3 4 = 输出 PWM 4 5 = 输出 PWM 5 6 = 输出 PWM 6 7 = 输出 PWM 7 8 = 色轮 0 PWM 9 = 色轮 1 PWM 10 = 色轮 2 PWM 11 = 输入 PWM 0 12 = 输入 PWM 1 13 = 用于在不使用 DB PWM 时设置 DynamicBlack PWM 端口 14 = 无效的 PWM 端口
字节 1-4	频率 范围 = 20 至 10390000, 步长为 1
字节 5	占空比 范围 = 0 至 100, 步长为 1
字节 6	输出启用字节 bit0 : 1 = 已启用 0 = 已禁用
设置指定 PWM 端口的占空比和频率。还会启用或禁用该端口。 注意 : LED PWM 端口的频率是固定的, 不能更改。	

获取 PWM 输出配置	
读取参数	
字节	说明
字节 0	端口 0 = 输出 PWM 0 1 = 输出 PWM 1 2 = 输出 PWM 2 3 = 输出 PWM 3 4 = 输出 PWM 4 5 = 输出 PWM 5 6 = 输出 PWM 6 7 = 输出 PWM 7 8 = 色轮 0 PWM 9 = 色轮 1 PWM 10 = 色轮 2 PWM 11 = 输入 PWM 0 12 = 输入 PWM 1 13 = 用于在不使用 DB PWM 时设置 DynamicBlack PWM 端口 14 = 无效的 PWM 端口

返回参数

字节	说明
字节 0-3	频率 范围 = 20 至 10390000，步长为 1
字节 4	占空比 范围 = 0 至 100，步长为 1
字节 5	输出启用 bit0 : 1 = 已启用 0 = 已禁用
获取指定 PWM 端口的占空比和频率。还会返回端口当前是启用还是禁用状态。	



**表 21-127. PWM 输入配置 [操作码 : 66h | 目标 : 4]**

设置 PWM 输入配置	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	端口 0 = PWM 输入计数器 0 1 = PWM 输入计数器 1
字节 1-4	采样速率
字节 5	启用输入计数器
设置指定 PWM 输入计数器端口的采样速率、占空比、高脉宽和低脉宽。还会启用或禁用该端口。	

获取 PWM 输入配置	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0	端口 0 = PWM 输入计数器 0 1 = PWM 输入计数器 1

返回参数	
字节	说明
字节 0-3	采样速率 范围 = 317 至 20780000，步长为 1
字节 4	启用输入计数器
字节 5-6	高脉宽
字节 7-8	低脉宽
字节 9	占空比 范围 = 0 至 100，步长为 1
获取指定 PWM 输入计数器端口的采样速率、占空比、高脉宽和低脉宽。还会返回端口当前是启用还是禁用状态。	

表 21-128. I2C Passthrough [操作码 : 67h | 目标 : 4]

设置 I2C Passthrough	
<b>写入参数</b>	
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 = 子地址不存在 ; 1 = 子地址存在
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 Passthrough	
<b>读取参数</b>	
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 = 子地址不存在 ; 1 = 子地址存在
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 21-129. DMD 温度 [操作码 : 69h | 目标 : 4]**

获取 DMD 温度	
<b>返回参数</b>	
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。这可以根据需要进行更改。使用最新的 DLP Composer 软件，可重建固件以通过 I2C 在需要配置硬件的端口 1 和 2 上接收串行数据。 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 21-130. EEPROM 锁定状态 [操作码 : 6Ch | 目标 : 4]

设置 EEPROM 锁定状态	
<b>写入参数</b>	
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/或校准数据都不会实际写入到 EEPROM。锁定模式只能在工厂内使用，方便用户使用各种不同的设置，而不将这些设置实际记录到 EEPROM 中。在正常使用模式下，不应设置锁定。	
获取 EEPROM 锁定状态	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
获取 EEPROM 的锁定状态。	

表 21-131. 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 = Port0 1 = Port1 2 = Port2
字节 1	启用状态 bit0 : 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 21-131. UART 配置 [操作码 : 6Dh | 目标 : 4] (续)

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 = Port0 1 = Port1 2 = Port2

返回参数	
字节	说明
字节 0	启用状态 bit0 : 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 = UART_x.RXD 来源于 LAMPSTAT 引脚
获取指定 UART 端口的当前配置。	

表 21-132. 执行器 EEPROM 空闲存储器访问权限 [操作码 : 6Eh | 目标 : 4]

设置执行器 EEPROM 空闲存储器访问权限	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	偏移
字节 2-3	大小
字节 4 - *	数据字节
将数据写入执行器 EEPROM 可用存储器。	
获取执行器 EEPROM 空闲存储器访问权限	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	偏移
字节 2-3	大小
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0 - 传递的字节数	数据字节
此命令从执行器 EEPROM 空闲存储器读取数据。	

表 21-133. 执行器 EEPROM 空闲存储器信息 [操作码 : 6Fh | 目标 : 4]

获取执行器 EEPROM 空闲存储器信息	
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	偏移
字节 2-3	大小
此命令返回相对于空闲存储器起始位置的 XPR EEPROM 地址偏移和可用大小。	



## 21.14 视觉

### 视觉

**表 21-134. 自动屏幕适应角 [操作码 : 81h | 目标 : 4]**

获取自动屏幕适应角	
返回参数	
字节	说明
字节 0-3	左上角 X 格式 = s16.16
字节 4-7	左上角 Y 格式 = s16.16
字节 8-11	右上角 X 格式 = s16.16
字节 12-15	右上角 Y 格式 = s16.16
字节 16-19	右下角 X 格式 = s16.16
字节 20-23	右下角 Y 格式 = s16.16
字节 24-27	左下方 X 格式 = s16.16
字节 28-31	左下方 Y 格式 = s16.16
获取自动屏幕适应角	

表 21-135. 摄像机投影仪校准参数 [操作码 : D6h | 目标 : 4]

获取摄像机投影仪校准参数	
返回参数	
字节	说明
字节 0	摄像机失真模型, FALSE = 使用 Brown 的失真模型, TRUE = 使用鱼眼失真模型
字节 1	RGB 或单色摄像头
字节 2-3	摄像机水平分辨率
字节 4-5	摄像机垂直分辨率
字节 6-9	x 方向的摄像机焦距 格式 = s16.16
字节 10-13	y 方向的摄像机焦距 格式 = s16.16
字节 14-17	X 方向的摄像机主点 格式 = s16.16
字节 18-21	Y 方向的摄像机主点 格式 = s16.16
字节 22-25	摄像机失真系数 K1 格式 = s16.16
字节 26-29	摄像机失真系数 K2 格式 = s16.16
字节 30-33	摄像机失真系数 P1 格式 = s16.16
字节 34-37	摄像机失真系数 P2 格式 = s16.16
字节 38-41	摄像机失真系数 K3 格式 = s16.16
字节 42-45	摄像机失真系数 K4 格式 = s16.16
字节 46-49	摄像机失真系数 K5 格式 = s16.16
字节 50-53	摄像机失真系数 K6 格式 = s16.16
字节 54-55	投影仪水平分辨率
字节 56-57	投影仪垂直分辨率
字节 58-61	x 方向的投影仪焦距 格式 = s16.16
字节 62-65	y 方向的投影仪焦距 格式 = s16.16
字节 66-69	X 方向的投影仪主点 格式 = s16.16
字节 70-73	Y 方向的投影仪主点 格式 = s16.16
字节 74-77	投影仪失真系数 K1 格式 = s16.16

**表 21-135. 摄像机投影仪校准参数 [操作码 : D6h | 目标 : 4] (续)**

获取摄像机投影仪校准参数	
字节 78-81	投影仪失真系数 K2 格式 = s16.16
字节 82-85	投影仪失真系数 K3 格式 = s16.16
字节 86-89	投影仪失真系数 K4 格式 = s16.16
字节 90-93	投影仪失真系数 K5 格式 = s16.16
字节 94-97	投影仪失真系数 K6 格式 = s16.16
字节 98-101	投影仪失真系数 P1 格式 = s16.16
字节 102-105	投影仪失真系数 P2 格式 = s16.16
字节 106-109	摄像机旋转矩阵 [0][0] 格式 = s16.16
字节 110-113	摄像机旋转矩阵 [0][1] 格式 = s16.16
字节 114-117	摄像机旋转矩阵 [0][2] 格式 = s16.16
字节 118-121	摄像机旋转矩阵 [1][0] 格式 = s16.16
字节 122-125	摄像机旋转矩阵 [1][1] 格式 = s16.16
字节 126-129	摄像机旋转矩阵 [1][2] 格式 = s16.16
字节 130-133	摄像机旋转矩阵 [2][0] 格式 = s16.16
字节 134-137	摄像机旋转矩阵 [2][1] 格式 = s16.16
字节 138-141	摄像机旋转矩阵 [2][2] 格式 = s16.16
字节 142-145	摄像机平移矢量 [0] 格式 = s16.16
字节 146-149	摄像机平移矢量 [1] 格式 = s16.16
字节 150-153	摄像机平移矢量 [2] 格式 = s16.16
获取摄像机和投影仪的校准参数	

表 21-136. 投影仪变化指数 [操作码 : D7h | 目标 : 4]

设置投影仪变化指数	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	摄像机投影仪变化指数
设置投影仪的当前变化指数	

获取投影仪变化指数	
返回的数据与写入参数的格式相同。	
获取投影仪的当前变化指数。	

表 21-137. 摄像机参数 [操作码 : D8h | 目标 : 4]

设置摄像机参数	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	水平捕获分辨率
字节 2-3	垂直捕获分辨率
字节 4-5	每像素字节数
字节 6	摄像机测试，仅用于调试目的 位 0 : 启动或停止摄像机测试，仅用于调试目的
设置摄像机分辨率和 BPP	

获取摄像机参数	
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	水平捕获分辨率
字节 2-3	垂直捕获分辨率
字节 4-5	每像素字节数
获取摄像机分辨率和 BPP	

表 21-138. 启用自动变形 [操作码 : D9h | 目标 : 4]

设置启用自动变形	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	水平分辨率 范围 = 0 至 7680, 步长为 10
字节 2-3	垂直分辨率 范围 = 0 至 4320, 步长为 10
字节 4-5	X 样本数 范围 = 2 至 62, 步长为 1
字节 6-7	Y 样本数 范围 = 2 至 32, 步长为 1
字节 8	过滤器标志
字节 9-12	CCA 检测阈值 范围 = 0.0000 至 1.0000, 步长为 0.0001 格式 = u16.16
字节 13-14	高斯分布的半径
字节 15-16	高斯质心偏移量, 单位为像素 (相对于 DMD 边沿)
字节 17-20	俯仰偏差 (以度为单位) 范围 = -10 至 10, 步长为 0.00390625 格式 = s16.16
字节 21-24	偏航偏差 (以度为单位) 范围 = -10 至 10, 步长为 0.00390625 格式 = s16.16
字节 25	摄像机捕获的数字抽取级别 范围 = 0 至 2, 步长为 1
字节 26	启用或禁用摄像机捕获的 ROI 处理 bit0 : 像素采样启用
设置配置和启用自动变形	

**表 21-139. 启用自动屏幕适应 [操作码 : DAh | 目标 : 4]**

设置启用自动屏幕适应	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	宽高比宽度
字节 2-3	宽高比高度
字节 4-7	CCA 功能检测阈值 范围 = 0.0000 至 1.0000，步长为 0.0001 格式 = u16.16
字节 8-9	2x2 高斯图形的垂直偏移，以像素为单位 范围 = -300 至 300，步长为 1
字节 10-13	检测到的待填充屏幕帧百分比 范围 = 80.0 至 120.0，步长为 0.1 格式 = u16.16
字节 14-17	灰色纯色域的强度，用于图形生成* 范围 = 0.0 至 100.0，步长为 0.1 格式 = u16.16
字节 18	像素采样差异 范围 = 1 至 2，步长为 1
字节 19	可变像素采样 bit0 : 像素采样启用
设置配置和启用自动屏幕适应	

表 21-140. 调整自动屏幕适应大小 [操作码 : DBh | 目标 : 4]

设置调整自动屏幕适应大小	
写入参数	
字节	说明
字节 0-3	检测到的待填充屏幕帧百分比 范围 = 80.0 至 120.0 , 步长为 0.1 格式 = u16.16
调整自动屏幕适应大小	



表 21-141. 优化自动屏幕适应 [操作码 : DCh | 目标 : 4]

设置优化自动屏幕适应	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	水平偏移，以像素为单位 范围 = -300 至 300，步长为 1
字节 2-3	垂直偏移，以像素为单位 范围 = -300 至 300，步长为 1
字节 4-5	水平偏移，以像素为单位 范围 = -300 至 300，步长为 1
字节 6-7	垂直偏移，以像素为单位 范围 = -300 至 300，步长为 1
字节 8-9	水平偏移，以像素为单位 范围 = -300 至 300，步长为 1
字节 10-11	垂直偏移，以像素为单位 范围 = -300 至 300，步长为 1
字节 12-13	水平偏移，以像素为单位 范围 = -300 至 300，步长为 1
字节 14-15	垂直偏移，以像素为单位 范围 = -300 至 300，步长为 1
优化自动屏幕适应	

表 21-142. Asf 模式 [操作码 : DDh | 目标 : 4]

设置 Asf 模式	
写入参数	
字节	说明
字节 0	图形编号
字节 1-2	2x2 高斯图形的垂直偏移，以像素为单位 范围 = -300 至 300，步长为 1
字节 3-6	灰色纯色域的强度，用于图形生成 范围 = 0.0 至 100.0，步长为 0.1 格式 = u16.16
使用指数定义的投影高斯图形	

**表 21-143. 启用自动曝光 [操作码 : DEh | 目标 : 4]**

设置启用自动曝光	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	水平分辨率 范围 = 0 至 7680，步长为 10
字节 2-3	垂直分辨率 范围 = 0 至 4320，步长为 10
字节 4	摄像机支持的每像素字节数
字节 5	1 : 启用 0 : 禁用
字节 6	投影变暗，直至图像饱和度低于阈值 范围 = 0 至 100，步长为 1
字节 7	更改曝光时间，直至图像饱和度低于阈值 范围 = 0 至 100，步长为 1
启用自动曝光	

表 21-144. 曝光时间 [操作码 : DFh | 目标 : 4]

设置曝光时间	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	时间 范围 = 0 至 10000，步长为 1
设置摄像机的绝对曝光时间。符合 UVC 标准的曝光时间。值 166 表示 16.6ms	
获取曝光时间	
<b>返回的数据与写入参数的格式相同。</b>	
获取摄像机的绝对曝光时间。此值是 0.1ms 的倍数。例如，166 为 16.6ms。	

表 21-145. 启用自动 2D 梯形 [操作码 : F7h | 目标 : 4]

设置启用自动 2D 梯形	
写入参数	
字节	说明
字节 0-1	水平分辨率 范围 = 0 至 7680，步长为 10
字节 2-3	垂直分辨率 范围 = 0 至 4320，步长为 10
字节 4-7	CCA 检测阈值 范围 = 0.0000 至 1.0000，步长为 0.0001 格式 = u16.16
字节 8-9	高斯分布的半径
字节 10-11	高斯质心偏移量，单位为像素 ( 相对于 DMD 边沿 )
字节 12	摄像机捕获的数字抽取级别 范围 = 0 至 2，步长为 1
字节 13	启用或禁用摄像机捕获的 ROI 处理 bit0 : 像素采样启用
设置配置和启用自动 2D 梯形	

表 21-146. 手动 V Bus [操作码 : F8h | 目标 : 4]

设置手动 V Bus	
写入参数	
字节	说明
字节 0	V Bus bit0 : 手动 V Bus 启用

获取手动 V Bus
返回的数据与写入参数的格式相同。

表 21-147. 视觉状态 [操作码 : F9h | 目标 : 4]

设置视觉状态	
写入参数	
字节	说明
字节 0-3	视觉状态字 0 bit0 : 用于图像捕捉的帧缓冲区未设置或缓冲区大小不够。 bit1 : 连接的摄像机不支持未压缩的帧格式。 bit2 : 摄像机不支持选定的帧分辨率。 bit3 : 摄像机参数设置失败。 bit4 : 摄像机探头提交协商失败。 bit5 : 视觉模式的内存池失败。 bit6 : 图像参数失败。 bit7 : 内存请求失败。 bit8 : 找不到摄像机。 bit9 : 图像捕获失败。 bit10 : 摄像机的 FOV 不在图像的中心 bit11 : 未满足图像饱和度阈值标准 bit12 : 自动变形的存储器请求失败 bit13 : 自动变形的存储器释放失败 bit14 : 计划适应错误 bit15 : 孔适应校正错误 bit16 : 孔适应未校正错误 bit17 : TODO bit18 : TODO bit19 : TODO bit20 : TODO bit21 : TODO bit22 : TODO bit23 : VIS AUTO SCREEN FIT ERR MEM REQUEST FAIL bit24 : VIS AUTO SCREEN FIT ERR MEM RELEASE FAIL bit25 : VIS AUTO SCREEN FIT ERR CAM2PROJ HOMOGRAPHY FAIL bit26 : VIS AUTO SCREEN FIT ERR GAUSSIAN PAT NOT DETECTED bit27 : VIS AUTO SCREEN FIT ERR GRAY SOLID PAT NOT DETECTED bit28 : VIS AUTO SCREEN FIT ERR NOT ENOUGH CENTROIDS FOUND bit29 : VIS AUTO SCREEN FIT ERR WARP MAP CREATION FAIL bit30 : VIS AUTO SCREEN FIT ERR REFINE HOMOGRAPHY FAIL bit31 : VIS AUTO SCREEN FIT ERR RESIZE HOMOGRAPHY FAIL
字节 4-7	视觉状态字 1 bit0 : VIS AUTO SCREEN FIT ERR FILL FACTOR PROC FAIL bit1 : VIS AUTO 2DK ERR MEM REQUEST FAIL bit2 : VIS AUTO 2DK ERR MEM RELEASE FAIL bit3 : VIS AUTO 2DK ERR INCORRECT PAT INDEX bit4 : VIS AUTO 2DK ERR GAUSSIAN PAT NOT DETECTED BLK bit5 : VIS AUTO 2DK ERR GAUSSIAN PAT NOT DETECTED FLT bit6 : VIS AUTO 2DK ERR NOT ENOUGH CENTROIDS FOUND bit7 : VIS AUTO 2DK ERR CORRESPONDENCES NOT FOUND bit8 : VIS AUTO 2DK ERR IVALID OPTICAL RAY bit9 : VIS AUTO 2DK ERR INVALID CLOUD ELEMENT bit10 : VIS AUTO 2DK ERR PLANE FIT FAIL bit11 : VIS AUTO 2DK ERR MAP HOMOGRAPHY CALC FAIL bit12 : VIS AUTO 2DK ERR SUBSAMPLING PTR NULL bit13 : VIS AUTO 2DK ERR WARP MAP CREATION FAIL bit14 : 视觉模式中的未知错误。

表 21-147. 视觉状态 [操作码 : F9h | 目标 : 4] (续)

设置视觉状态
从视觉模块读取状态信息的命令。

获取视觉状态
<i>返回的数据与写入参数的格式相同。</i>
从视觉模块读取状态信息的命令。



## 21.15 变形

### 变形

**表 21-148. 手动变形表 [操作码 : 34h | 目标 : 4]**

设置手动变形表	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	待写入数据的表内起始索引
字节 2 - *	以 X、Y 对表示的变形映射点，其中 X、Y 采用 13.3 定点格式
<p>此命令用于写入可使用应用手动变形命令启用的变形映射表。N 个变形映射点可以一次性加载到表内的任何位置。使用此命令可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变形控制点命令指定的控制点数相匹配。每个点会作为两个 13.3 固定点数（表示 X 和 Y 坐标）来传递。由于命令数据包总大小不能超过 512 字节，加载该表时应使用不同的起始索引多次调用命令。</p>	
获取手动变形表	
<b>读取参数</b>	
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	待读取的条目数
返回参数	
字节	说明
字节 0 - *	以 X、Y 对表示的变形映射点，其中 X、Y 采用 13.3 定点格式
<p>此命令用于从已使用设置手动变形表加载的变形映射表中读取。可以从表内的任何位置一次性读取 N 个变形映射点（不超过命令数据包大小）。最大表大小为 1952。</p>	

表 21-149. 手动变形控制点 [操作码 : 35h | 目标 : 4]

设置手动变形控制点	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	指示变形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)) 的变形控制点。将使用设置手动变形命令加载的变形映射表用作维度为 (变形列 x 变形行) 的两维阵列。 1 = 变形控制点由此命令的 <b>Horizontal Control Points</b> 和 <b>Vertical Control Points</b> 参数定义。将使用设置手动变形表命令加载的变形映射表用作维度为 (62 x 32) 的两维阵列。
字节 1 - *	如果控制点由数组 = 0 定义，则此处发送水平控制点的数量。 如果控制点由数组 = 1 定义，则此处发送 uint16 格式的 62 个水平控制点
字节 1 - *	如果控制点由数组 = 0 定义，则此处发送垂直控制点的数量。 如果控制点由数组 = 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变形映射控制点，如果启用，这些控制点将用于设置梯形校正、变形缩放和其他变形相关功能。将手动变形表写入命令加载的变形映射表用作二维阵列，其维度由此命令的第一个参数定义：</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由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>	
获取手动变形控制点	
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0	指示变形控制点是否由水平和垂直控制点数组显式定义。
字节 1 - *	如果控制点由数组 = 0 定义，此处会返回水平控制点的数量和垂直控制点的数量。 如果控制点由数组 = 1 定义，此处会返回 Actual(62) 水平控制点和 Actual(32) 垂直控制点。
此命令用于获取用户定义的变形映射控制点。	

**表 21-150. 应用手动变形 [操作码 : 36h | 目标 : 4]**

设置应用手动变形	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	启用 位 0 : 启用变形
此命令用于将手动变形控制点和映射表应用于分别由设置手动变形控制点和设置手动变形表定义的变形硬件。	

获取应用手动变形	
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0	启用 bit0 : 启用手动变形 bit1 : 启用表面校正变形 bit2 : 启用透镜校正变形
此命令返回在各种用例中变形功能是否已启用或禁用。	

表 21-151. 平滑变形表 [操作码 : 38h | 目标 : 4]

设置平滑变形表	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	平滑变形表的列数在下方指定 ( 范围 3-5 )
字节 1	平滑变形表的行数在下方指定 ( 范围 3-5 )
字节 2 - *	以 X、Y 对表示的变形映射点，其中 X、Y 采用 13.3 定点格式
<p>此命令用于设置用户定义的 MxN 变形映射以创建参数化平滑曲线。在本例中，连接两个变形点的边缘不是直线，而是“更加平滑”，即在变形点边缘是连续的，不会形成顶点（角除外）。方法是拟合二次多项式曲线以将点变形，与通过拟合直线将点变形的“写入手动变形表”命令相反。</p>	
获取平滑变形表	
<b>返回的数据与上述写入参数的格式相同。</b>	
此命令可返回用户定义的 MxN 变形映射点	

**表 21-152. 手动变形表更新模式 [操作码 : 39h | 目标 : 4]**

设置手动变形表更新模式	
<b>写入参数</b>	
字节	说明
字节 0	0 = 覆盖现有 1 = 与现有合并
<p>此命令用于配置变形引擎的变形点更新模式。只有一个手动变形可以应用于变形引擎。因此，如果需要多个手动变形映射，它们应在应用前合并。</p> <p>此命令用于启用或禁用合并模式中的“手动变形合并模式”，写入的任何新映射将与现有手动变形映射合并。映射可以逐个合并。对于每个映射，需要使用“设置手动变形控制点”命令设置控制点，应使用“写入手动变形”命令写入变形点。</p>	
获取手动变形表更新模式	
<b>返回的数据与上述写入参数的格式相同。</b>	
此命令返回设置变形表写入模式	

表 21-153. 未校正的点云 [操作码 : ACh | 目标 : 4]

获取未校正的点云	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	数据检索的起始索引
字节 2-3	待返回的条目数
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0 - *	未校正的点云数据 范围 = -32768 至 32767，步长为 1
获得预处理的 3D 点云坐标，从索引开始，在返回 NumEntries 后结束	

**表 21-154. 已校正的点云 [操作码 : ADh | 目标 : 4]**

获取已校正的点云	
<i>读取参数</i>	
字节	说明
字节 0-1	数据检索的起始索引
字节 2-3	待返回的条目数
<i>返回参数</i>	
字节	说明
字节 0 - *	已校正的点云数据 范围 = -32768 至 32767，步长为 1
获得后处理的 3D 点云坐标，从索引开始，在返回 NumEntries 后结束	

表 21-155. 质心 [操作码 : AEh | 目标 : 4]

获取质心	
<b>读取参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	数据检索的起始索引
字节 2-3	待返回的条目数
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0 - *	未校正的摄像机点数据 范围 = -32768 至 32767，步长为 1
获取 2D 质心数组，从索引开始，并在检索 NumEntries 后结束	



**表 21-156. 表面变形映射 [操作码 : AFh | 目标 : 4]**

获取表面变形映射	
<i>读取参数</i>	
字节	说明
字节 0-1	数据检索的起始索引
字节 2-3	待返回的条目数
<i>返回参数</i>	
字节	说明
字节 0 - *	表面变形映射数据 范围 = -32768 至 32767 , 步长为 1
获取重新分配的 2D 表面变形映射数据	

**表 21-157. 点云尺寸 [操作码：B0h | 目标：4]**

获取点云尺寸	
<b>返回参数</b>	
字节	说明
字节 0-1	点云的水平分辨率
字节 2-3	点云的垂直分辨率
检索点云的尺寸，最小 8x8，最大 62x32	

## 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 B (August 2022) to Revision C (March 2024)	Page
• 添加了节 13 “变形” .....	12
• 添加了节 14 “混合简介” .....	23
• 修改了“边缘混合系统参数”命令.....	99
• 更新了“梯形配置覆盖 (1Fh)”命令.....	121
• 添加了“未校正的点云 (ACH)”、“已校正的点云 (ADH)”、“质心 (Aeh)”、“表面变形映射 (Afh)”、“点云尺寸 (B0h)”命令.....	217

Changes from Revision A (February 2022) to Revision B (August 2022)	Page
• 添加了软件版本兼容性的说明.....	50
• 添加了混合部分。此类别中的所有命令都是新的。.....	99
• 修改了对混合映射增益和混合偏移命令的描述.....	99
• 添加了表 21-66 的描述.....	107
• 添加了“执行器 EEPROM 空闲存储器访问权限”和“执行器 EEPROM 空闲存储器信息”命令.....	187
• 更新了“获取应用手动变形”命令 (36h) 的返回参数.....	217
• 添加了对“平滑变形”命令、“设置手动变形更新模式 (39h)”和“设置手动变形表 (34h)”命令的详细描述.....	217

Changes from Revision * (August 2021) to Revision A (February 2022)	Page
• 新增了“3D 源配置 (B2h)”命令.....	50
• 在“版本 (01h)”命令中添加了新的参数。.....	53
• 对“EEPROM 数据存在 (07h)”命令进行了更改。.....	53
• 对“EEPROM 失效 (0Ah)”命令进行了更改。.....	53
• 添加了“XPR 校准图案显示 (ABh)”命令.....	79
• 添加了“WPC 校准数据 (C6h)”命令.....	79
• 添加了“WPC 校准结构覆盖 (D2h)”命令.....	79
• 对“DB 边框配置 (BBh)”命令进行了更改.....	79
• 删除了所有 DB 光圈和 CW 相关命令.....	79
• 更改了 Vx1 硬件状态命令的操作码.....	106
• 添加了 EEPROM 自由区偏移 (FFh).....	107
• 删除了 DLPA3005 寄存器 (E3h).....	107
• 添加了“启用低延迟模式 (12h)”命令.....	121
• 添加了“变形时序验证启用调整变形 (3Bh)”命令.....	121
• 添加了“变形几何形状是否已修改 (3Ch)”命令.....	121
• 添加了图像白色峰值因子 (4Ch) 命令.....	153
• 添加了 XPR 滤波强度 (4Dh) 命令.....	153

---

• 添加了图像颜色配置 (51h) 命令.....	153
• 添加了像点 HSG (52h) 命令.....	153
• 添加了 Spcc 控制点 (53h) 命令.....	153
• 添加了 PCC 直接系数 (54h) 命令.....	153
• 此类别中的所有命令都是新添加的。.....	185
• 添加了 EEPROM 锁定状态 (6Ch).....	187
• 删除了所有指示灯和 CW 相关命令.....	187

---

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司