

针对 DLP® 的几何光学

Pascal Nelson

摘要

许多有关 DLP 应用的常见问题都涉及到几何光学。本应用报告讨论并回答了其中的一些问题。

目录

1	引言	2
2	宽高比	3
3	复合透镜与单透镜的比较	5
4	成像	7
5	偏移	7
6	孔径	8
7	焦距	10
8	投射比	11
9	放大倍数	13
10	结论	15

插图清单

1	宽高比	3
2	DLP DMD 及其宽高比	3
3	DLP5500 有效微镜阵列	4
4	DLP5500 微镜间距	4
5	DLP4500 菱形像素阵列	5
6	DLP4500 有效微镜阵列的外形尺寸	5
7	复合摄影镜头示例	6
8	聚焦某个点的薄透镜	6
9	薄透镜在两个距离 (d_2 和 d_2') 上形成目标的图像	7
10	偏移	8
11	相对于光轴的 DMD 安置	8
12	较小孔径的透镜聚集的光较少, 请注意被阻挡的光线	8
13	几种直径的孔径 (给出了面积)	9
14	显示透镜焦距的无穷远点的成像	10
15	成像的大小由透镜的焦距决定	11
16	投射比	12
17	DMD 与投射比之间的关系	13
18	投影图像的大小随投影距离而变化	14
19	DLP5500 微镜外形尺寸	15

1 引言

1.1 定义

几何光学 – 应用于光学分析的术语，其考虑了光线在普通三维空间里沿着射线路径的传播。它也被称为射线光学。它并未考虑光的波动本质，或者光的量子本质。它便于理解光学系统的空间特征，如投影图像尺寸和成像位置。另外，它还涉及了诸如图像亮度、聚焦和景深等因素。

投影机 – 一种光学器件，它能够在与其自身之间存在一定距离的物体（通常是某种类型的屏幕）上产生图像。屏幕并非任何时候都需要。如同在结构光应用中一样，投影机可用于场景照明。

屏幕 – 形成所需投影图像的表面。这通常是一种漫反射表面（朗伯反射）。

光引擎 (LE) – 一种包含了投影机所需的光学组件（透镜等）及照明器件（通常为 LED）的部件。一般认为 LE 与负责驱动显示器件的电子线路是分开的。对于 DLP 系统，显示器件是数字微镜芯片 (DMD)。

照明 – 负责对投影图像提供照明的光源。它可以是单个或多个灯泡、LED、激光器或混合型光源。常用的固态照明光源由一组红光、绿光和蓝光 LED 组成。

2 宽高比

宽高比给出了一个 DMD 的宽度与高度之比的数值。它可以用一个比值或十进制数来表示。图 1 示出了三种不同的宽高比。所有三种形状皆具有相同的高度，但宽度则不同。橙色的正方形（左上）具有 1:1 的宽高比。紫色的矩形（右上）具有 4:3 的宽高比，这是老式模拟电视屏幕典型的宽高比。绿色矩形（下方）的宽高比为 16:9，这是用于高清电视 (HDTV) 的宽高比之一。

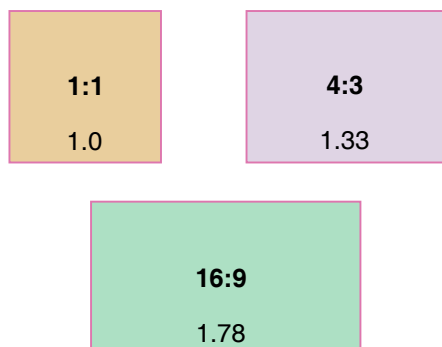


图 1: 宽高比



图 2: DLP DMD 及其宽高比

2.1 菱形像素阵列 DMD 与正交像素阵列 DMD 的宽高比

DMD 的微镜排列可以与芯片的侧边平行或垂直，也可以布置在对角线（相对于芯片的侧边）方向上。第一种排列（平行或垂直）被称为正交像素阵列 DMD。第二种排列（对角线）则被称作菱形像素阵列 DMD。对于正交 DMD，宽高比为水平微镜的数量与垂直微镜的数量之比。

示例：DLP5500 H = 1024，V = 768，宽高比为 1.33（即 4:3）。

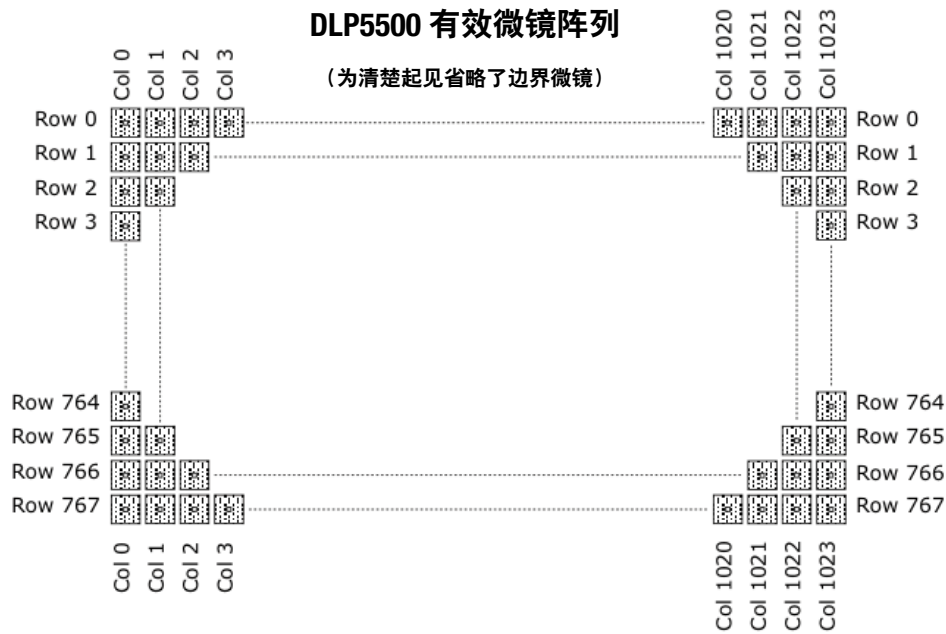


图 3: DLP5500 有效微镜阵列

微镜间距

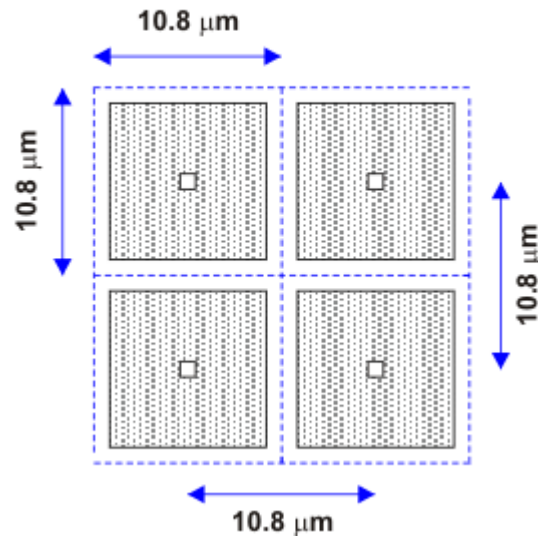


图 4: DLP5500 微镜间距

然而，对于菱形像素阵列来说，宽高比就不简单地是 x 方向上的微镜数量除以 y 方向上的微镜数量所得的商了。对于一个菱形像素阵列而言，行和列的意思是不同的（并不是因为微镜之间的间隔不同；整个阵列只是旋转了 45° ）。

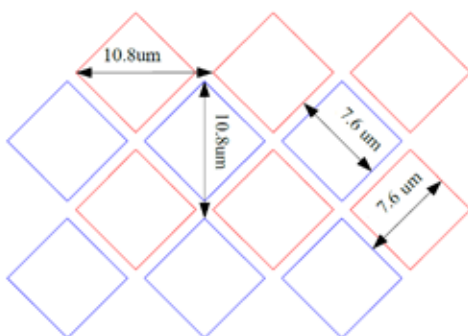


图 5: DLP4500 菱形像素阵列

对于菱形像素阵列，请登录 www.ti.com 网站查阅器件数据表，以了解 DMD 有效面积的线性尺寸。图 6 给出了 DLP4500 的示例。



图 6: DLP4500 有效阵列的外形尺寸

2.2 针对 DMD 的对角线测量

DMD 常常用其对角线的测量尺寸（单位：英寸）来表示。

例如：DLP4500 的对角线由其有效阵列外形尺寸来计算，采用的公式如下：

$$L = \sqrt{H^2 + V^2} = \sqrt{9855^2 + 6161.4^2} = 11622 \mu\text{m} = 0.4576 \text{ 英寸} \quad (1)$$

因此，DLP4500 被称为一款 0.45” DMD。这就是产品型号中“4500”的由来。

3 复合透镜与单透镜的比较

高质量的投影透镜（如摄影镜头）常常是复杂的光学组件。为了控制光学像差（球形、色度、像散、彗形和失真），它们在设计时采用了多个具有不同折射率和表面曲率（有些甚至可能是非球面）的透镜元件。

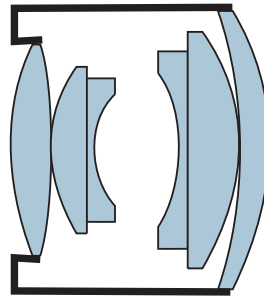


图 7：复合型摄影镜头实例

复合透镜的分析会非常复杂。然而，对于有些可视化 and 计算，通过仅考虑其入射光瞳的位置和有效孔径，就能以一种简化的方式来研究复合透镜。

入射光瞳是透镜的投影中心，是其观察点的中心。有效孔径是入射光瞳的尺寸，其决定了能够通过透镜的光量，也就是其“亮度”。

复合透镜具有一个入射光瞳和一个出射光瞳，它们在空间上可能并不对应（就是说，两者并不处在透镜光轴上的相同位置）。不过，利用入射光瞳的概念可以简单地计算透镜的有效焦距和有效孔径。于是，我们考虑最简单的透镜设计——薄透镜。对于薄透镜来说，入射光瞳和出射光瞳是对应的，而且与透镜的光阑孔径 (stopped aperture) 相同。虽然薄透镜过于简单化，但就我们目前的考虑而言则是足够的。

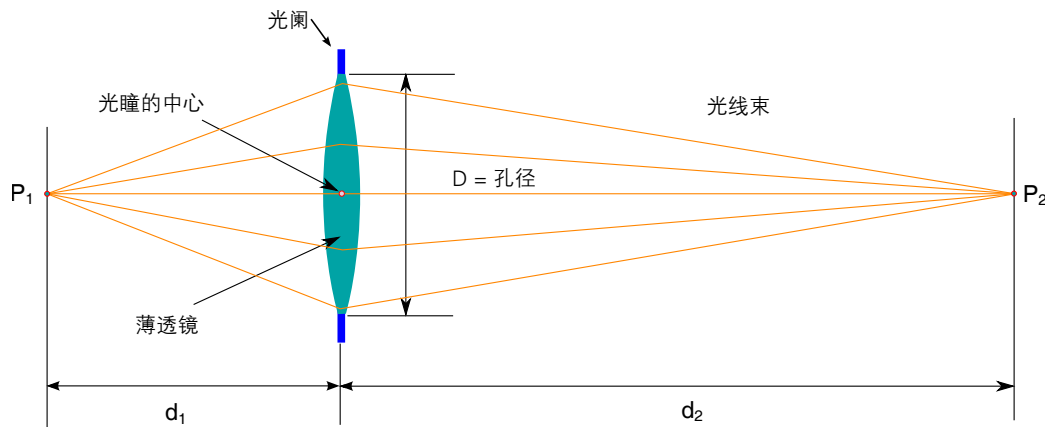


图 8：聚焦某个点的薄透镜

对于薄透镜，焦距和像距的关系式如下：

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

求解焦距，得出：

$$f = \frac{1}{\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}} \quad (3)$$

请注意，当 d_2 变至无穷大 (∞) 时， d_1 趋近于焦距 f 。

4 成像

透镜拥有形成目标图像或视场的出色能力。透镜的成像属性中有三个重要的特征：

透镜的两侧之间是互易的。这就是说：在图 9 中， O_1 可以是目标， O_2 为成像，或者正好相反。

成像或目标的取向通过穿越透镜而发生倒置。请注意，图 9 中示出的箭头在透镜的两侧具有不同的方向。这是光的射线本质的直接后果，追踪通过透镜从箭头至箭尾的射线即可看出这一点。

相对于目标尺寸的成像尺寸随着目标与成像之间距离的改变而变化。当然， d_1 、 d_1' 距离也将改变以实现聚焦。(2) 式中给出的聚焦方程适用。参见第 9 节。

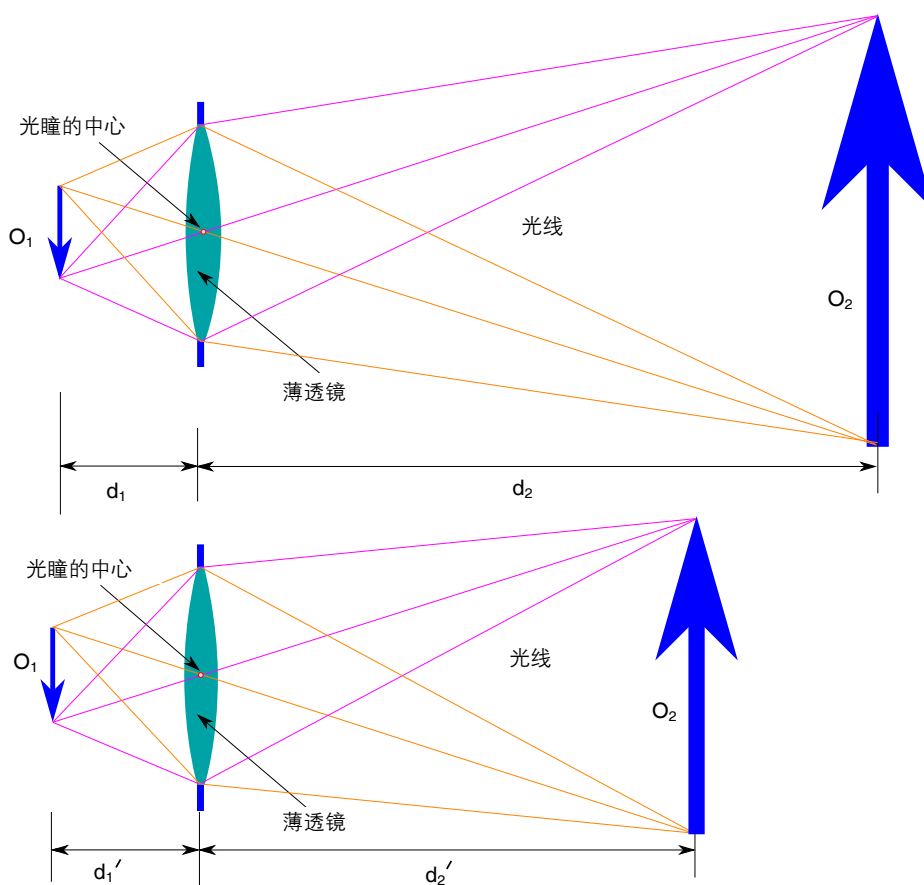


图 9：薄透镜在两个距离 (d_2 和 d_2') 上形成目标的图像

我们常常会看到规定了一个特定投射比的投影系统（投影机、光引擎）。这是一个简单的概念，其说明了投影图像的尺寸（相对于它和投影透镜之间的距离）。

5 偏移 (Offset)

偏移是一种用于衡量 DMD 相对于光轴产生的移位的尺度。偏移是在光引擎中引入的，旨在允许将投影单元放置于桌子上并完全在桌面的上方投射其图像。在 0% 偏移设计的光引擎中，DMD 的中心与投影透镜的光轴精确对准。这意味着所投射的 DMD 图像在光轴的上方和下方是相等的（投影透镜所指的方向）。这意味着：如果投影器置于桌子上，那么投影图像的下半部将被阻挡，只有上半部分图像到达屏幕。

与此相反，在 100% 偏移的光引擎中，使 DMD 的位置下降直至其上边缘（成像的下边缘 — 记住，投射的影像是倒置的）对准投影透镜的光轴为止。这意味着 DMD 的整幅图像都在桌面的上方投影，而且整幅图像能够到达屏幕。

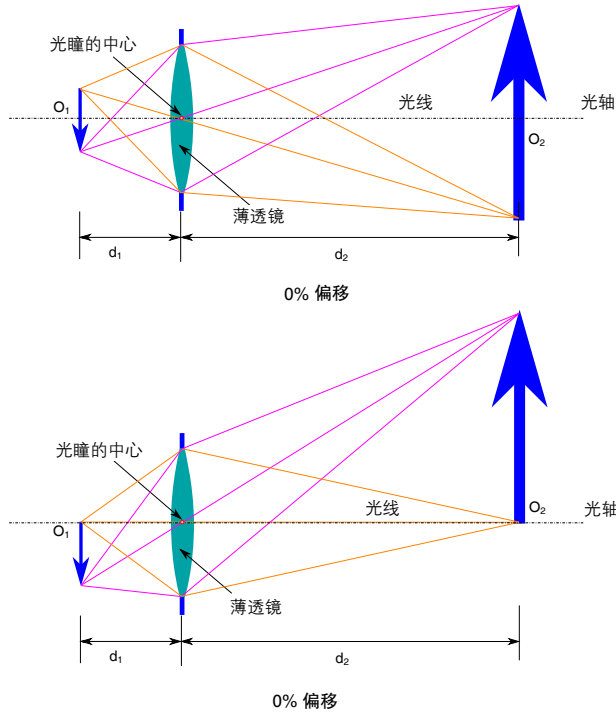


图 10：偏移

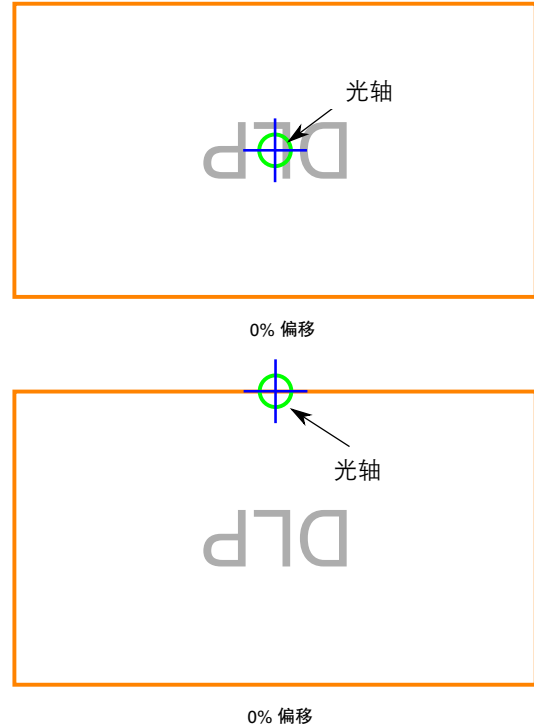


图 11：相对于光轴的 DMD 安置

DLP LightCrafter™ 和 DLP LightCrafter 4500™ 光引擎均为 100% 偏移。

6 孔径

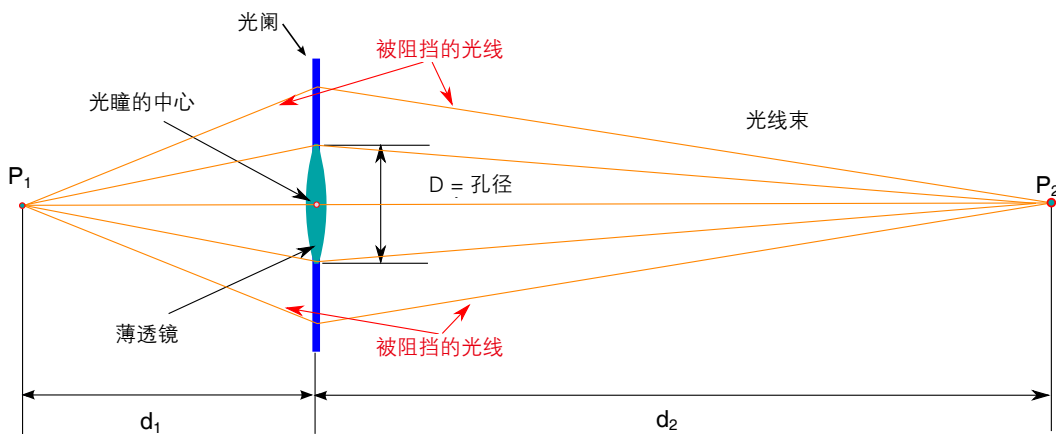


图 12：较小孔径的透镜聚集的光较少，请注意被阻挡的光线

通过透镜的光量取决于光瞳的面积，后者由孔径的大小决定。孔径的决定因素可以是透镜的尺寸，抑或是负责限制孔径大小的光阑。光瞳的面积 A 由下式给出：

$$A = \pi r^2$$

式中：

- A 是光瞳的面积
- r 是孔径的半径

(4)

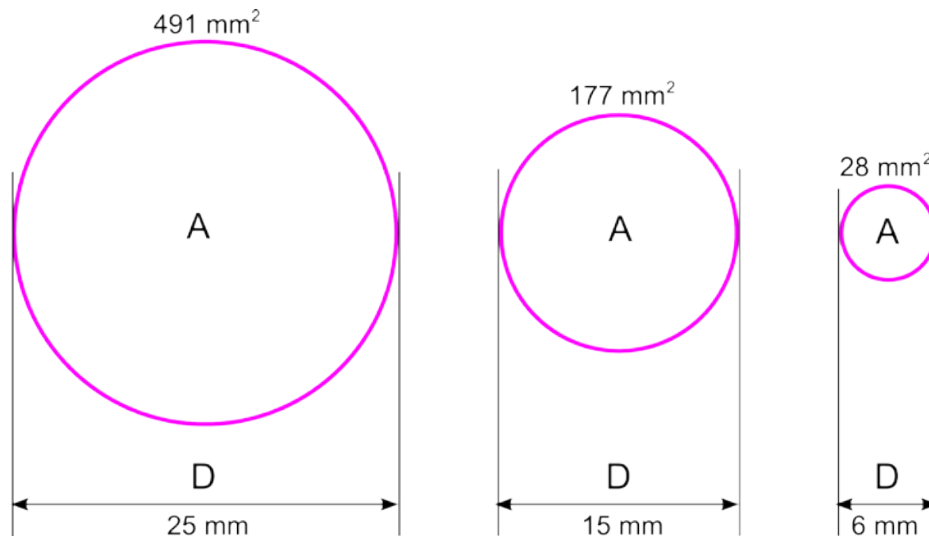


图 13: 几种直径的孔径 (给出了面积)

例如：假设孔径（光瞳的直径）为 25 mm，则：

$$A = \pi \left(\frac{25}{2} \right)^2 = 156.25 \pi = 491 \text{ mm}^2$$
 (5)

对于给定的应用，所选的孔径（透镜）大小取决于 DMD 的尺寸和光引擎的光输出。例如，DLP LightCrafter 光引擎具有一个孔径约为 6 mm 的透镜，这对应于图 13 中的最小孔径。DLP LightCrafter 4500 则具有一个孔径约为 15 mm 的透镜，对应于图 13 中的中间图像。在较大的光引擎中将采用 25 mm 孔径，并很可能配有一个对角线较大的 DMD，如 DLP5500 或 DLP7000。

6.1 光圈 (F-Number)

显然，把孔径尺寸增加 1 倍可使光瞳的面积增加 4 倍。反之，把孔径尺寸减半将使光瞳面积缩小 75%。相比于较小的孔径，较大的孔径所聚集的光更多。然而，透镜形成的图像的亮度并不仅仅与孔径的面积有关。它还取决于透镜的焦距。透镜的成像尺寸由其焦距决定。请见第 4 节以了解有关成像的更多详情。

透镜所形成图像的相对亮度由透镜的焦距与孔径之比来决定。这一数值常常表示为透镜的光圈 (f-number)。

$$\text{f-number} = \frac{f}{D}$$
 (6)

比如，倘若透镜的孔径为 20 mm，焦距为 40 mm，则其具有的焦距比数为 2.5。这常常被写作 $f / 2.5$ 。透镜的相对亮度与其焦距比数之比的平方成反比。例如：

透镜 1: $f / 2.5$

透镜 2: $f / 1.8$

$$I\left(\frac{\text{Lens1}}{\text{Lens2}}\right) = \left(\frac{1}{\left(\frac{2.5}{1.8}\right)}\right)^2 = \left(\frac{1.8}{2.5}\right)^2 = 0.5 \quad (7)$$

该例表明：光圈 = $f/2.5$ 的透镜其亮度为光圈 = $f/1.8$ 的透镜的二分之一。

严格地讲，以上计算的光圈只在成像或目标位于无穷远 (∞) 时才是有效的。不过，在投影所涉及的距离上进行思考仍然是很有帮助的。

DLP LightCrafter 4500 具有一个 $f/2.1$ 的光圈。DLP LightCrafter 的光圈未在其相关文档中给出。

7 焦距

透镜的焦距是：透镜将一个位于无穷远 (∞) 的点聚焦到轴线上，从这个焦点到透镜中心的距离。这被视作给定透镜的基本特征。请注意，焦距就是当 d_2 趋近于无穷大时针对 d_1 的限值（采用前文给出的焦距方程）。

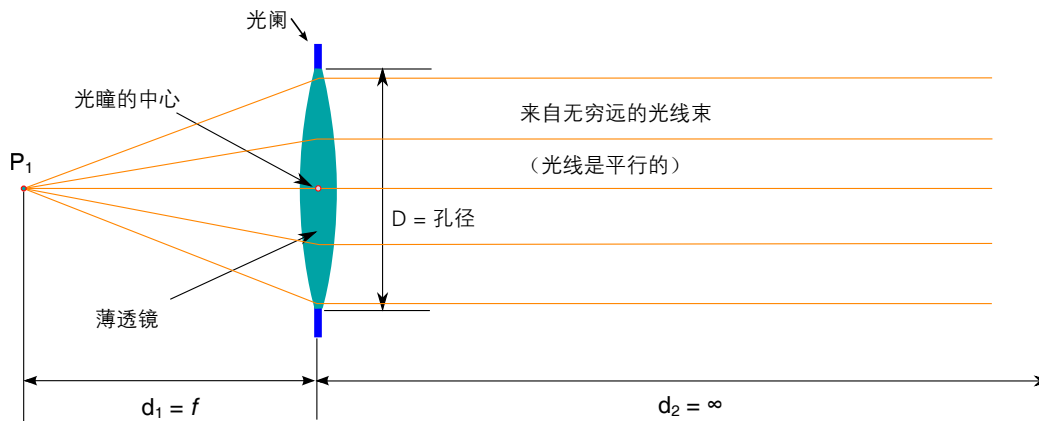


图 14: 显示透镜焦距的无穷远点的成像

另外，焦距也决定了透镜所形成的图像的大小。

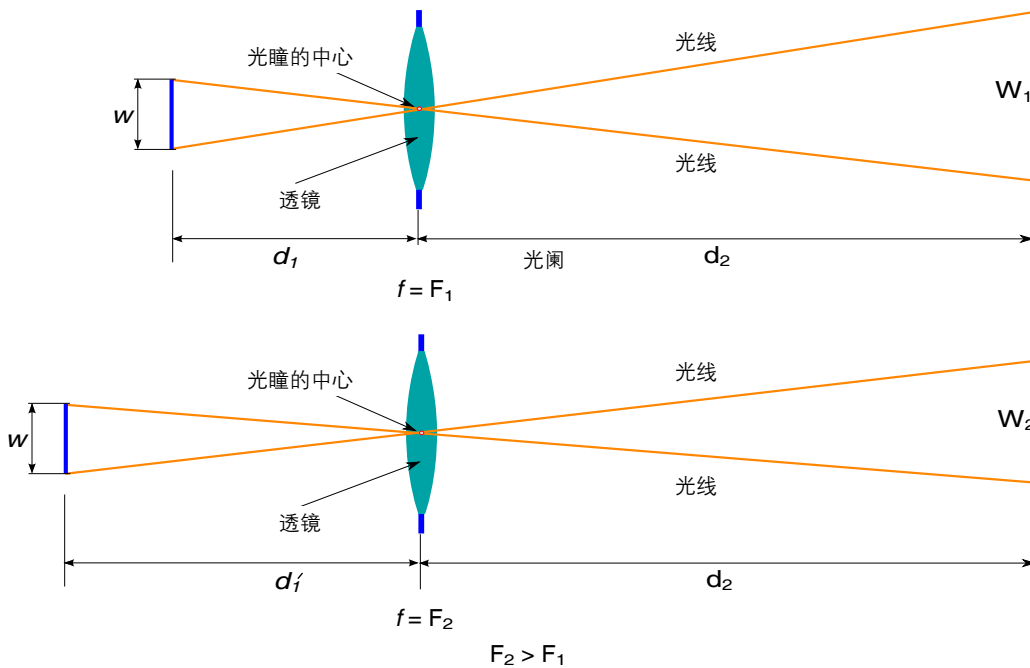


图 15: 成像的大小由透镜的焦距决定

请注意，当 $F_2 > F_1$ 时，虽然位于透镜左侧的目标 (DMD) 尺寸不变，但位于透镜右侧相同距离上的成像（在屏幕上）则较小。这就是说：相对于焦距较短的透镜，焦距较长的透镜所具有投射比较小（见第 8 节）。

8 投射比

投射比为至投影屏幕的距离除以投影屏幕上的成像的宽度：

$$T = \frac{D}{W}$$

式中：

- T 为投射比
- D 为至屏幕上的成像的距离
- W 为屏幕上的成像的宽度

(8)

实例：

至屏幕的距离 = 1.5 m

成像的宽度 = 1 m

$$T = \frac{1.5 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 1.5$$

(9)

请注意，对于某个给定的投影距离，如果成像的宽度较大，那么投射比将是一个较小的数值。而对于给定的成像宽度，倘若投影距离较长，则投射比是一个较大的数值。需要注意的是，投射比是无量纲的。

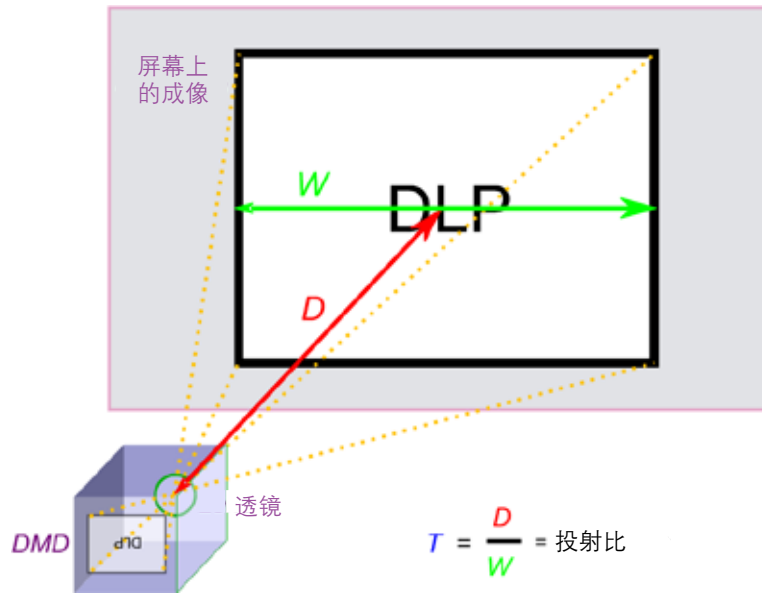


图 16: 投射比

DLP LightCrafter 光引擎具有一个投射比 $T = 1.66$ 。DLP LightCrafter 4500 光引擎具有一个投射比 $T = 1.4$ 。

8.1 利用投射比来确定焦距

许多光引擎在产品规格中对于其光学设计的细节披露极少。通常情况下，给出的参数总共也只有投射比和投影透镜的焦距比数。了解投影透镜的焦距往往是很有帮助的。该数值可利用投射比来确定。

例如，假设光引擎规格给出的投射比为 1.8，就能够据此概略地描绘投影系统的几何结构。首先，必须获知特定 DMD 的宽度。如在前面的图 6 中所讨论的那样，通过 www.ti.com 网站可在 DMD 有效阵列的规格书中获得其宽度数据。

在图 17 中我们注意到，由从 DMD 的边缘至屏幕上 DMD 成像边缘的光线所形成的三角形是全等的。这意味着：

$$T = \frac{d_1}{w} = \frac{D}{W} \tag{10}$$

对于给定的投射比，从 DMD 至光瞳中心的距离可采用下式计算：

$$d_1 = T \times w \tag{11}$$

即：投射比与 DMD 的宽度相乘可得出 d_1 。如果已知 d_1 和 d_2 ，则可利用下式计算焦距：

$$f = \frac{1}{\frac{1}{d_1} + \frac{1}{D}} \tag{12}$$

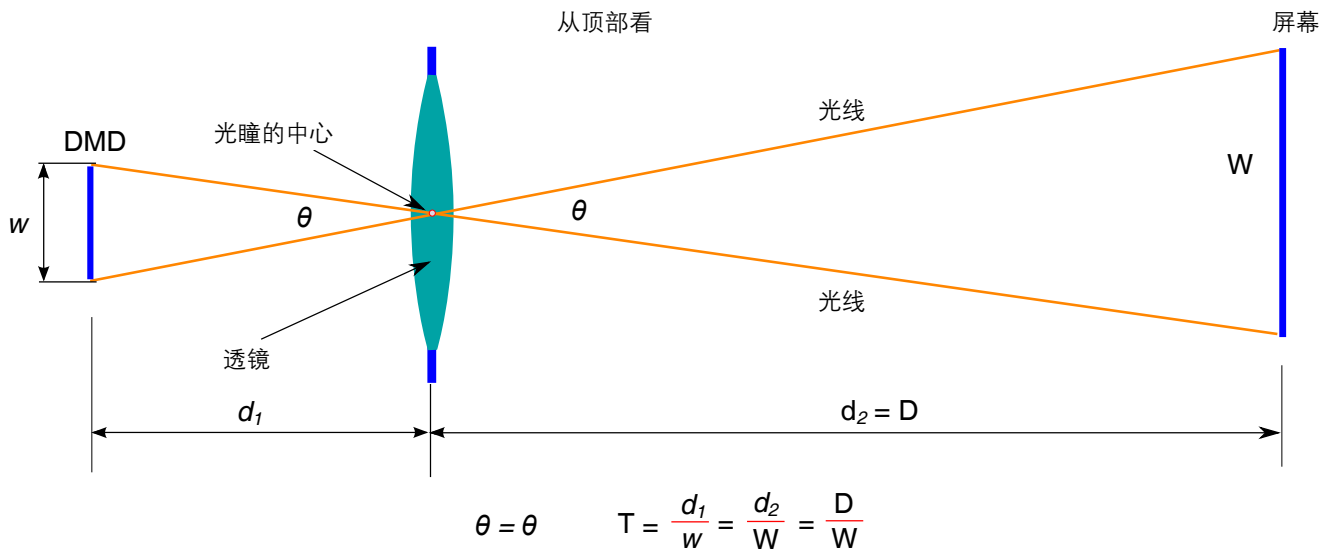


图 17: DMD 与投射比之间的关系

例如，假设一个具有投射比 = 2 的光引擎和一个 DLP4500 DMD。DLP4500 具有 $9855 \mu\text{m} = 9.855 \text{ mm}$ 的宽度。

$$d_1 = 9.855 \times 2 = 19.7 \text{ mm} \tag{13}$$

现在，我们必须假设测量屏幕上 DMD 成像的宽度以确定投射比的距离。产品规格中很少提供该参数。因此，我们假设从投影透镜至屏幕的距离为 1000 mm。

$$f = \frac{1}{\frac{1}{19.71} + \frac{1}{1000}} = 19.32 \text{ mm} \tag{14}$$

这虽然是一个估计值，但应该非常接近投影透镜的实际焦距。

9 放大倍数

放大倍数是一个使屏幕成像的大小与 DMD 尺寸相关联的数值。屏幕上的投影图像越大，放大倍数就越大；DMD 尺寸保持不变。投射比使成像宽度与投影距离相关联。这意味着成像大小随投影距离线性地变化。如果投影距离为 1 m，则成像宽度为 66.7 cm ($T = 1.5$)，当距离为 2 m 时，成像宽度为 1.33 m。请注意，此时投影图像单位面积的亮度也将为投影距离为 1 m 时的四分之一。这是因为投影图像的面积扩大了四倍，而照度（DMD 上的光量）保持恒定。

放大倍数由下式计算：

$$M = -\frac{d_2}{d_1} = -\frac{W}{w} \tag{15}$$

放大倍数的符号为负，因为成像相对于目标是倒置的。

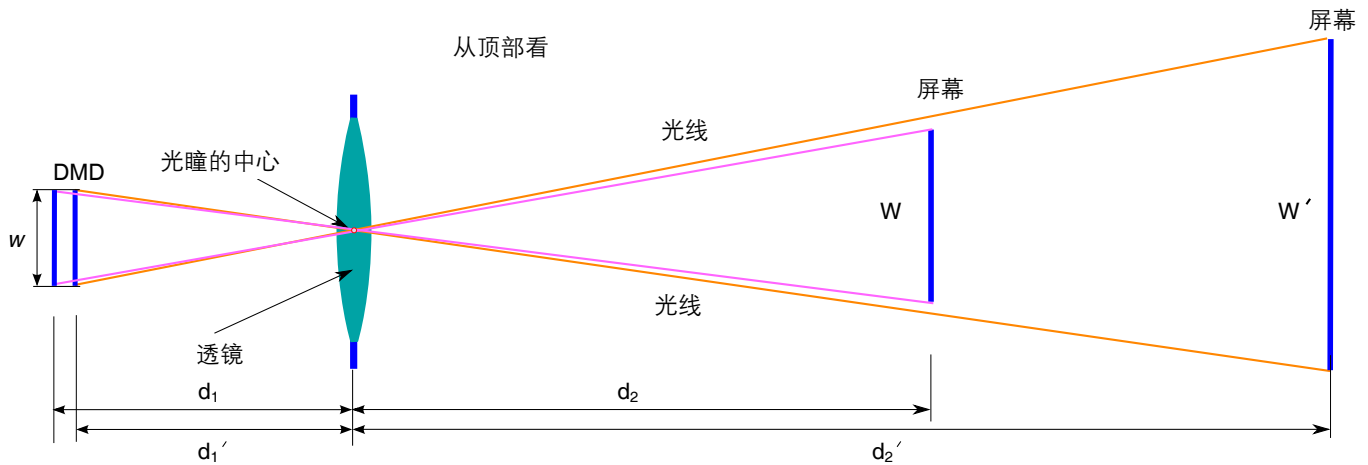


图 18: 投影图像的大小随投影距离而变化

在下文中，我们只关注绝对放大倍数，因此我们将忽略图像翻转（负号）。图 18 中每种场合的绝对放大倍数为：

$$M_1 = \frac{W}{w} = \frac{d_2}{d_1} \quad (16)$$

$$M_1 = \frac{W'}{w} = \frac{d_2'}{d_1'} \quad (17)$$

比如，若 DMD 为 DLP5500，而且宽度 W' 为 1 m，则：

$$w = 11.059 \text{ mm} \quad (18)$$

$$W' = 1000 \text{ mm} \quad (19)$$

$$M_2 = \frac{1000 \text{ mm}}{11.059 \text{ mm}} = 90.4 \quad (20)$$

9.1 屏幕上的像素尺寸

屏幕成像所展现出来的分辨率取决于屏幕成像是上个别像素的尺寸。这取决于放大倍数（如前文所述）和 DMD 上的实际像素尺寸。每个像素是 DMD 上的单个微镜。

以放大倍数 $M_2 = 90.4$ 来考虑一下前面的例子。DMD 为 DLP5500，其具有 $10.8 \mu\text{m}$ 的微镜尺寸。

微镜间距 $\times 90.4 =$ 屏幕上的像素间距

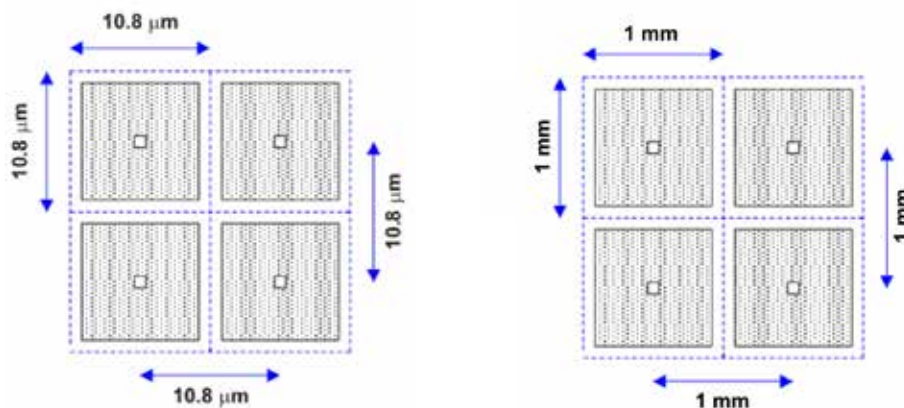


图 19: DLP5500 微镜外形尺寸

在本例中，屏幕上的像素尺寸 P 为：

$$P = 10.8 \mu\text{m} \times 90.4 = 976 \mu\text{m} = 0.976 \text{ mm} = 1 \text{ mm} \quad (21)$$

该像素尺寸非常接近于 1 mm。鉴于光引擎中采用了非常优良的光学器件，仔细检查时可以很容易地在投影屏幕上看到微镜，但是在正常的观看距离上很可能是看不到的。对于结构光等应用，工作距离（等同于上面的屏幕距离）上的像素尺寸计算是决定整体系统测量能力过程中的一个重要考虑因素。

9.2 缩倍

可以投射一个比实际 DMD 小的 DMD 图像。这在光刻及其他希望缩小像素尺寸和覆盖非常小的像场的应用中使用。通过查阅透镜方程（(2) 式）我们发现：如果至 DMD 的距离 d_1 增加至恰好为透镜焦距的两倍，那么在 d_2 的成像将正好为 DMD 的尺寸。就是说：放大倍数将为 1 ($1\times$)，即实际大小。如果 DMD 移动至更远的距离 ($d_1 \gg f$)，则在 d_2 的成像将小于 DMD。这意味着缩倍是可行的。实际上，缩倍值的限制因素包括：DMD 能与透镜分开的物理距离、数值孔径 (NA) 考虑因素、以及光的波动本质（衍射）。

10 结论

几何光学可对 DLP 系统的构思及初步设计有所帮助。几何光学完全基于光线跟踪过程，并提供了基于 DLP 之投影系统特性的良好近似。关于光学的知识还有很多，比如衍射、像差、反射率、吸光性和波长（彩色）等等。然而，熟悉几何光学能够帮助设计人员“草拟出”DLP 系统的总体尺寸。为此，本应用报告的内容应该是很有裨益的。

重要声明

德州仪器(TI)及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准,对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改,并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息,并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内,且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定,否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险,客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或间接含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息,不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可,或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分,仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时,如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分,则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权,且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意,尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供,但他们将独立负责满足与其产品及其在其应用中使用 TI 产品相关的所有法律、法规和安​​全相关要求。客户声明并同意,他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识,可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中,为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此,此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备)的授权许可,除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意,对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用,其风险由客户单独承担,并且由客户独立负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品,这些产品主要用于汽车。在任何情况下,因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2014 德州仪器 半导体技术(上海)有限公司

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

产品	应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio 通信与电信 www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers 计算机及周边 www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters 消费电子 www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com 能源 www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp 工业应用 www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers 医疗电子 www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface 安防应用 www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic 汽车电子 www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power 视频和影像 www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys
OMAP应用处理器	www.ti.com/omap
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity 德州仪器在线技术支持社区 www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道1568号, 中建大厦32楼邮政编码: 200122
Copyright © 2014, 德州仪器半导体技术(上海)有限公司