



垂吊扬声器 设计指南

简体中文

概述	3
简介	3
系统设计资源	3
概述	3
设计准则	3
设计工作表	4
选择型号	4
第 1 步:响度	4
第 2 步:安装高度	4
第 3 步:响应	5
第 4 步:覆盖范围	5
第 5 步:计算所需的功放大小	8
抽头图表	9
FS2P	9
DM3P	9
DM5P	9
DM6PE	10
DML88P	10
坐标纸	11

概述

简介

使用此设计指南，您将能够设计使用垂吊扬声器的应用。我们为壁装和吸顶扬声器提供额外的设计指南，还为 EdgeMax 和 FreeSpace 3 卫星低音箱系统提供专门的设计指南。如欲了解有关扬声器、技术功能以及获取其他培训和教程的更多信息，请访问 BoseProfessional.com。

系统设计资源

除本指南外，我们还在 BoseProfessional.com 的软件和单个扬声器的产品页面提供以下工具：

Modeler: 高级声学设计模拟工具，可计算直达和反射声能量以及语音传输指数 (STI)。

BoseProfessional.com/Modeler 提供免费下载

EASE GLL 文件: 用于 AFMG EASE 应用和 EASE GLL Viewer 应用。EASE 能模拟混响时间、语音清晰度和其他声学参数。下载 EASE 需要付费。EASE GLL Viewer 免费。

EASE Address 文件: 用于 AFMG EASE Address (2D 工具、直达声场覆盖) 或 EASE Evac。EASE Address 免费。

BIM 文件: 含 Revit 格式。下载 Revit 需要付费。

概述

所有系统设计都需遵循以下要求。简单来说，系统要求便是“听起来必须好听”，更加详细的说法是“播放背景音乐时，必须高出餐厅主厅环境噪声水平 (65 dB) 5 dB。”困难的是，收集正确的数据，然后将其转化为一套可以用来进行设计的标准。需要记住，您是设计师，在规划项目时，除了计算仿真，还应该听从自己的直觉、运用决策能力。安装高度介于 2.4 米至 10 米 (8 英尺至 32 英尺) 之间的应用可选择本指南中列出的垂吊扬声器。

要提供正确的系统，需要确定四个关键要求：

响度: 应用需要多大的声压级 (SPL)？

安装高度: 哪些扬声器最适合我规划的安装高度？

响应: 将要使用的项目材料类型需要多少带宽？

覆盖: 声音在整个覆盖区域的一致性如何？

这些要求都可以轻松转换为标准，从而用来创建系统设计。如果我们了解客户在这四个方面的需求，我们就可以提供一种至少能满足其需求，甚至能超出其期望的设计。

在本设计指南中，我们假设您已经熟悉了商业音频系统的系统要求，并准备把重点放在扬声器的选择、扬声器布局的创建，以及确定所需的功放功率上。

设计准则

在进行设计时，您应考虑以下事项：

安装高度 (网罩至地板的距离)

所需的最大 SPL (例如 70 dB-SPL, Z 计权)

设计工作表

使用以下工作表,利用 Bose Professional 扬声器进行设计。

选择型号

第 1 步: 响度

最大 SPL

确认您选择的扬声器型号满足您对音量的要求。找到安装高度,然后顺着列向下移动,直至达到所需的最大连续声压级输出。灵敏度和抽头设置更高的型号将能够提供更高的声压级。本文档末尾提供了各个型号的抽头图表。

例如:如果项目的安装高度为 5 米(16 英尺),需要 90 dB 声压级,您可以选择 DM5P。

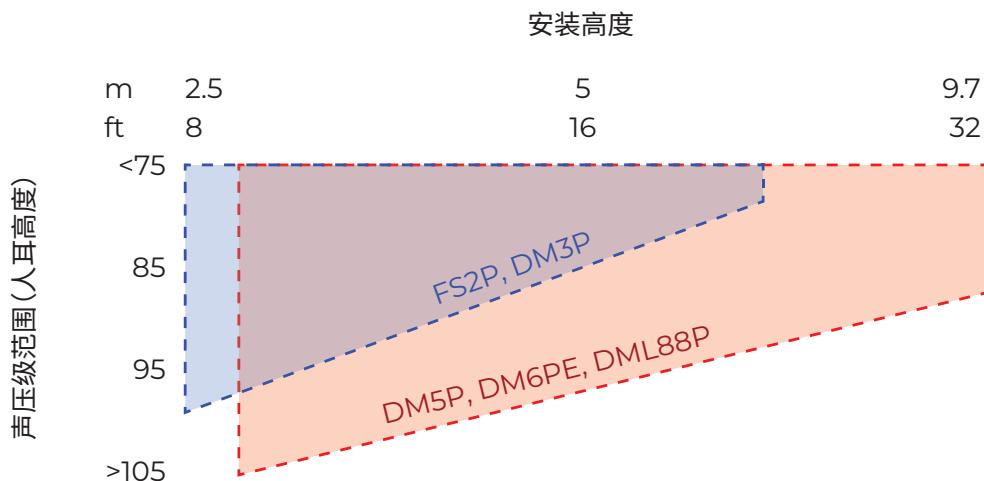
垂吊型号:最大连续声压级														dB-SPL
安装高度	米	2.4	2.7	3	3.7	4	4.3	5	5.5	6	6.7	8	9.8	
		英尺	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	
DM3P	25W 抽头	99	96	94	91	90	89	87	86	85	84	82	80	
FS2P	16W	100	97	95	92	91	90	88	87	86	85	83	81	
DM5P	50W	105	102	100	97	96	95	93	92	91	90	88	86	
DML88P	100W	107	105	103	100	99	98	96	95	94	93	91	89	
DM6PE	80W	109	106	104	101	100	99	97	96	95	94	92	90	
	8Ω	110	107	105	102	101	100	98	97	96	95	93	91	

注意:上表假定在最小重叠配置下,站着时听音高度为 1.5 米(5 英尺)。场地内的混响可能会增加多达 4dB 的系统增益,这并没有计入上述测量。如果是 70V/100V 定压系统,变压器的使用会导致 1-2dB 的损耗。

第 2 步: 安装高度

平均锥形覆盖和低音单元尺寸

低音单元较小的型号具有更宽的平均锥形覆盖范围,为低安装高度带来更好的效果。具有较窄平均覆盖角度的大低音型号更适合较高的安装高度。选择适合您安装高度的型号,排除其他型号。



低音单元尺寸	型号	灵敏度 (dB)	最大抽头/功率处理能力	建议的安装高度
2 - 4 英寸	DM3P	84	25W	2.5 米 - 6.1 米 (8 英尺 - 20 英尺)
	FS2P	87	16W	
5 - 6.5 英寸	DM5P	87	50W	3 米 - 10 米 (10 英尺 - 32 英尺)
	DM6PE (70/100V)	89	80W	
	DM6PE (8Ω)		100W	
8 英寸	DML88P	85	100W	5.5 米 - 10 米 (12 英尺 - 32 英尺)

第 3 步：响应

确认所选扬声器满足您的低频响应要求。

人声频段	低频 (-10 dB)
FS2P	83 Hz
DM3P	75 Hz

全频段	低频 (-10 dB)
DM5P	65 Hz
DM6PE	62 Hz

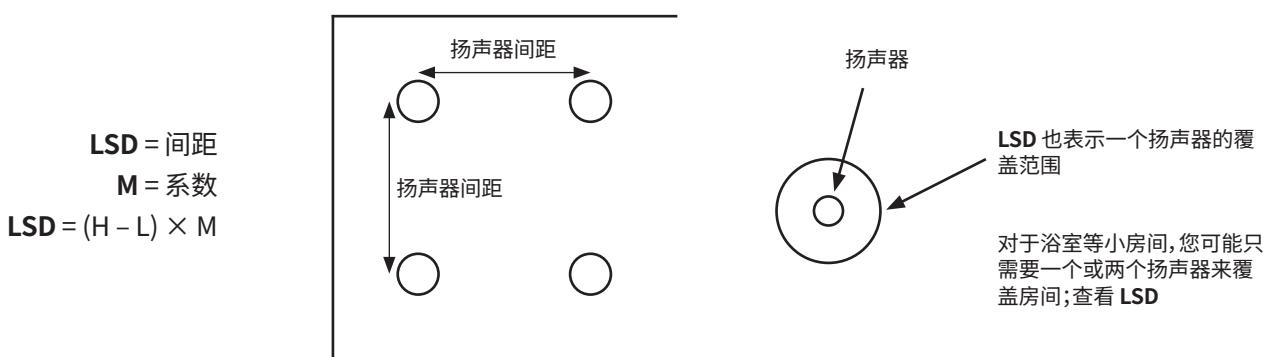
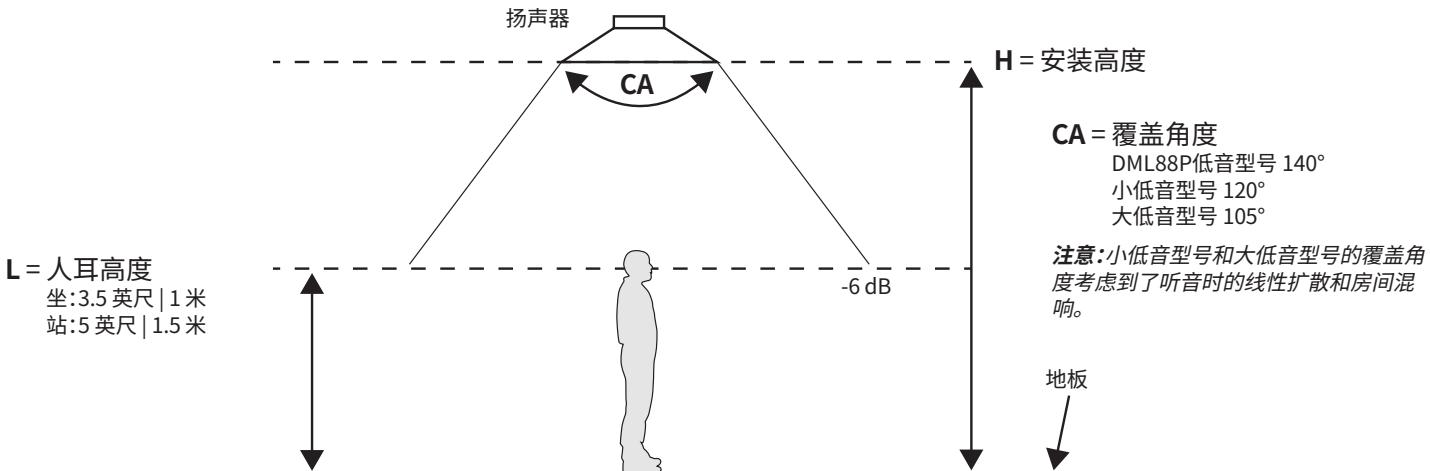
扩展频段	低频 (-10 dB)
DML88P或任何人声或全频扬声器组合使用 DM10P-SUB 低音箱	40 Hz

第 4 步：覆盖范围

确定扬声器数量和间距

目标是在所需密度条件下，用覆盖圆填充矩形房间。使用最后一页的坐标纸创建房间的布局草图。使用房间草图，按照以下步骤创建布局，让扬声器间距符合您的覆盖要求。计算器或软件可以简化此流程。用于背景音乐或人声的中型或大型分布式安装系统通常在一个房间内配备四个或更多的垂吊扬声器。对于只需要一个扬声器的小房间，使用**扬声器间隔距离 (LSD)**。

A. 计算扬声器间隔 (LSD)

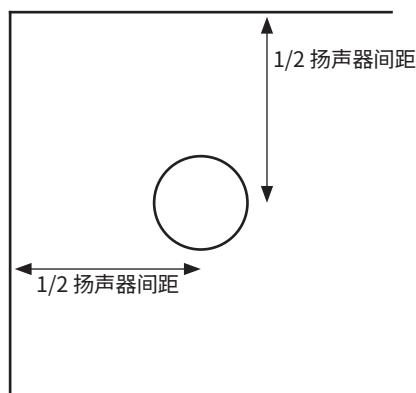


覆盖范围	M (系数)		
	FS2P DM3P	DM5P DM6PE	DML88P
边到边	3.46	2.61	5.49
最小重叠	2.45	1.84	3.89
中心至中心	1.73	1.30	2.75

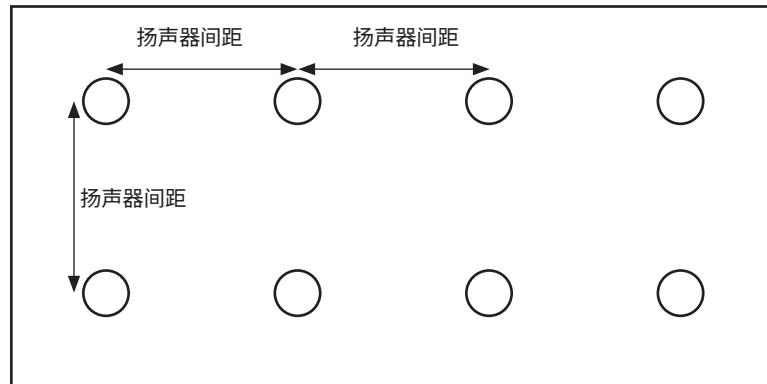
系数是根据覆盖角 (CA) 创建的。这些是我们发现的适用于大多数应用的系数。要获得更精确的结果，并针对障碍物进行调整，请使用 **Modeler**、**EASE**、**EASE Address**、**EASE Evac** 或其他计算器。

边到边覆盖可以为固定的座位/站立位置带来全频段出色表现；一般来说，非常适合预算有限的应用。它还适用于氛围音乐和低声压级背景音乐。中心到中心的安装密度更高，由于覆盖范围一致，能够满足各不同位置和四处走动的人群的收听需求。死角也会更少。如果要通过系统进行重要沟通，也可能需要最小重叠（或中心到中心）。**Modeler** 或 **EASE Evac** 有助于评估语言清晰度。

B. 将第一个扬声器放在距离房间任一角落的 $\frac{1}{2}$ LSD 的位置。

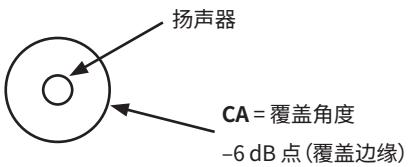


C. 其余扬声器使用 LSD 以方形网格形式排列。如果一个扬声器将被放置在房间边缘或超出边缘，请删除该行/列的扬声器。



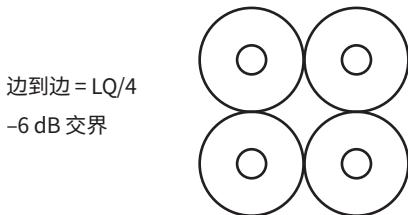
D. 放置好最后一个扬声器后，将那行的扬声器居中排列，让扬声器与墙形成新的补偿距离，这个距离可能不同于 $\frac{1}{2}$ LSD。

E. (可选) 不使用坐标纸, 快速计算覆盖矩形房间所需的**扬声器总数量 (LQ)**, 请遵循此方法。在矩形布局中, 当布局行时, 最终总数有时会略微减少。您也可以按照坐标纸上的步骤 B 确定最终数量, 达到覆盖整个房间的要求。

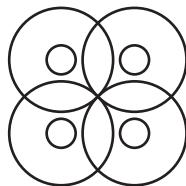


Area = 房间面积
(长度 × 宽度)

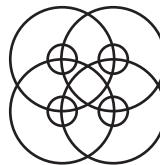
$$LQ = \frac{\text{面积}}{[(H - L)\frac{M}{2}]^2}$$



最小重叠 = $LQ/4$
-3 dB 交界



中心至中心 = $LQ 4$
-1.5 dB 交界



低音箱: 低音箱的数量和摆放

低音箱的使用数量、位置、音量设置都根据实际情况而变化。应考虑摆放位置、边界负载、房间大小、多个扬声器与低音箱的耦合数量、音乐类型、活动类型、预算以及听众的期望等细节。以下准则是要遵循的一般规则。

为每四个人声频段或全频段扬声器添加一个低音箱。

低音箱的间距应尽可能的远。同一区域内, 低音箱之间的距离应该为 12.2 米 (40 英尺) 或更远。

如果建议在一个区域内使用两个低音箱, 最好是在角落里放置一个, 以避免可闻干涉; 或将低音数量增加到三个, 虽然这会产生更多的干涉位置, 但能够将这些位置限制在更小的尺寸里, 混响声场 (增加的房间反射) 往往能够掩盖干扰。

将吸顶低音箱放在离墙 0.9 米 (3 英尺) 的范围内, 其输出会增加 3 dB。将其放置在离角落 0.9 米 (3 英尺) 的范围内, 可将输出再增加 3 dB (共 6 dB), 还可减少反射声, 从而减少干涉 (会抵消低音)。

低音箱下方的听音位置应该由就近的人声频段或全频段扬声器来提供支持, 以便在低频压力区域提供更好的音调平衡。

第 5 步：计算所需的功放大小

所有 FreeSpace FS 和 DesignMax 扬声器均与 70 伏、100 伏和定阻功放兼容。

使用抽头图表确定此设计需要哪种扬声器抽头

- 找到扬声器的抽头图表和该设计的安装高度列。
- 顺着列找到所需的最大 SPL。
- 按照图表上的行确定所需的扬声器抽头。
- 计算所需的功放功率：

$$\frac{\text{所需的扬声器数量}}{\times} \quad \frac{\text{所需的扬声器抽头}}{=} \quad \frac{\text{所需功率}}{}$$

- 计算所需的功放大小：

$$\frac{\text{所需功率}}{\times} \quad \frac{1.10}{\text{动态余量}} \quad = \quad \frac{\text{功放大小}}{}$$

功放：功放配置示例

现代功放提供多种通道数和配置选项，可用于不同的输出配置、分区选项和不同的扬声器数量。经过适当优化的系统可能只需要一个低至 1 或 2 瓦的抽头，就可以在一个普通房间里达到 70 dB。以下示例列出了在扬声器最高抽头设置 (70/100V) 下可以驱动的 FS2P 扬声器数量。

FreeSpace FS2P 扬声器 功放举例	较高抽头设置时，可驱动的扬声器最大数量	均衡预设	平均 SPL*
FreeSpace IZA 190-HZ	16W 抽头 5 个扬声器, 8W 抽头 10 个扬声器	FS2C/SE/P	16W 88 dB, 8W 85 dB
FreeSpace IZA 2120-HZ	16W 抽头 6 个扬声器, 8W 抽头 13 个扬声器	FS2C/SE/P	
PowerShare PS404D	16W 抽头 22 个扬声器, 8W 抽头 45 个扬声器	FS2P	
PowerSpace P4150+	16W 抽头 8 个扬声器, 8W 抽头 17 个扬声器	FS2P	
Veritas 1100BH	16W 抽头 5 个扬声器, 8W 抽头 11 个扬声器	FS2P	
Veritas 2160BH	16W 抽头 18 个扬声器, 8W 抽头 36 个扬声器	FS2P	

* 3 米 (10 英尺) 安装高度、边到边覆盖模式密度，站立倾听，粉红噪声/压缩音乐的峰值因数为 12 dB，直达声场，无房间增益。

SmartBass：SmartBass 处理的应用

如果您的设计使用 PowerSpace+ 功放；或您的设计采用了专用的 Bose Professional DSP，如商用音频处理器 CSP 型号；或任何 ControlSpace ESP 或 EX 型号；您可以选择将 SmartBass 应用于扬声器输出通道。这使用了 Bose Professional 均衡预设、动态均衡以及根据每个型号和房间校准而调整的冲程限制。避免较低水平的背景音乐听起来很单薄，但也可确保各种 SPL 级别的声音保持一致。在较大音量下，SmartBass 还允许比传统电压限幅器更多的音乐限幅。

抽头图表

单个扬声器的连续输出声压级

注意:以下抽头图表假设听音高度为1.5米(5英尺),覆盖模式为最小重叠间距。场地内的混响可能会增加多达4dB的系统增益,这并没有计入测量。无房间增益的设计将确保您的设计效果到位,如果您测量得到的结果超出所需SPL,则可衰减功放输出。低于70dB的值将被忽略,请选择一个更高的抽头。

FS2P

安装高度 英尺	米	2.4	2.7	3	3.7	4	4.3	5	5.5	6	6.7	8	9.8	
	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	32		
抽头	1W	88	85	83	80	79	78	76	75	74	73	71	—	dB-SPL
	2W	91	88	86	83	82	81	79	78	77	76	74	76	
	4W	94	91	89	86	85	84	82	81	80	79	77	79	
	8W	97	94	92	89	88	87	85	84	83	82	80	82	
	16W	100	97	95	92	91	90	88	87	86	85	83	85	
	16Ω	100	97	95	92	91	90	88	87	86	85	83	81	

DM3P

安装高度 英尺	米	2.4	2.7	3	3.7	4	4.3	5	5.5	6	6.7	8	9.8	
	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	32		
抽头	3W	89	87	85	82	81	80	78	77	76	74	73	70	dB-SPL
	6W	92	90	88	85	84	83	81	80	79	77	76	73	
	12W	95	93	91	88	87	86	84	83	82	80	79	76	
	25W	99	96	94	91	90	89	87	86	85	84	82	80	
	8Ω	99	96	94	91	90	89	87	86	85	84	82	80	

DM5P

安装高度 英尺	米	2.4	2.7	3	3.7	4	4.3	5	5.5	6	6.7	8	9.8	
	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	32		
抽头	3W	92	90	88	85	84	83	81	80	79	77	76	73	dB-SPL
	6W	95	93	91	88	87	86	84	83	82	80	79	76	
	12W	98	96	94	91	90	89	87	86	85	83	82	79	
	25W	102	99	97	94	93	92	90	89	88	87	85	83	
	50W	105	102	100	97	96	95	93	92	91	90	88	86	
	8Ω	105	102	100	97	96	95	93	92	91	90	88	86	

DM6PE

安装高度 英尺	米	2.4	2.7	3	3.7	4	4.3	5	5.5	6	6.7	8	9.8	dB-SPL
	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	32		
抽头	2.5W	94	91	89	86	85	84	82	81	80	79	77	75	dB-SPL
	5W	97	94	92	89	88	87	85	84	83	82	80	78	
	10W	100	97	95	92	91	90	88	87	86	85	83	81	
	20W	103	100	98	95	94	93	91	90	89	88	86	84	
	40W	106	103	101	98	97	96	94	93	92	91	89	87	
	80W	109	106	104	101	100	99	97	96	95	94	92	90	
	8Ω	110	107	105	102	101	100	98	97	96	95	93	91	

DML88P

安装高度 英尺	米	2.4	2.7	3	3.7	4	4.3	5	5.5	6	6.7	8	9.8	dB-SPL
	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	32		
抽头	12W	98	96	94	91	90	89	87	86	85	84	82	80	dB-SPL
	25W	101	99	97	94	93	92	90	89	88	87	85	83	
	50W	104	102	100	97	96	95	93	92	91	90	88	86	
	100W	107	105	103	100	99	98	96	95	94	93	91	89	
	8Ω	107	105	103	100	99	98	96	95	94	93	91	89	

Bose 是 Bose Corporation 的商标。ControlSpace、DesignMax、EdgeMax、FreeSpace、Modeler、PowerSpace 和 SmartBass 是 Transom Post OpCo LLC 的商标。其他所有商标均是其各自所有者的财产。

©2025 Transom Post OpCo LLC。保留所有权利。

BoseProfessional.com

版本 02, 2025 年 12 月

坐标纸

