

规划指南

（学校音乐设施）

Wenger®

您精彩演出的理想合作伙伴

简介

本规划指南旨在帮助音乐教育者、管理者、设施规划师、建筑师和顾问重点了解音乐套间基本要求。虽然是从音乐教育者角度编写，但整个规划团队均可使用此信息打造效果出众，又令人心驰神往的音乐套间。

如下准则是 Wenger 60 多年丰富经验的结晶。我们拜访数千位音乐教育者，了解到如何才能打造出令人满意的音乐套间，以及看似无关紧要的设计元素对其效果有何影响。

敬请采用我们的专业技术。如有问题，可随时致电联系 Wenger 代表。



作为 AIA/CES 注册提供商，Wenger 与美国建筑师协会继续教育系统长期保持合作关系。

本指南用途

本指南简要介绍影响音乐场的关键因素。运用此信息满足需求并使用文中所含工作表，能够更加快速、明确地与建筑师和管理层沟通音乐套间基本要求。按以下方式使用本指南效果最佳：

- 仔细阅读指南全文。
- 使用文中信息，确定音乐设施基本需求。
- 将这些基本因素运用于具体项目。
- 使用规划指南工作表，作为与建筑师分享的基本策划文档。
- 最重要的是立即开始。最关键的决策通常早在开工前数年便已确定。随着项目的进展，改动将会困难重重并且费用高昂。

目 录

| | |
|-----------------|---------|
| 音乐套间 | 3 - 4 |
| 施工流程 | 5 - 6 |
| 四大关键因素 | 7 |
| 关键因素 • 声学 | 8 - 17 |
| 关键因素 • 布局 | 18 - 25 |
| 关键因素 • 储存 | 26 - 31 |
| 关键因素 • 设备 | 32 - 33 |
| 演出区域 | 34 - 42 |
| 术语表 | 44 |
| 策划工作表 | 45 |
| 设备工作表 | 46 |
| 演出区域策划工作表 | 47 |
| 参考文献和资源 | 48 |
| 空间要求 | 49 |
| 经验法则 | 封底内页 |

音乐套间

考虑因素

定义 设计用于音乐教育的所有房间或区域统称音乐套间。

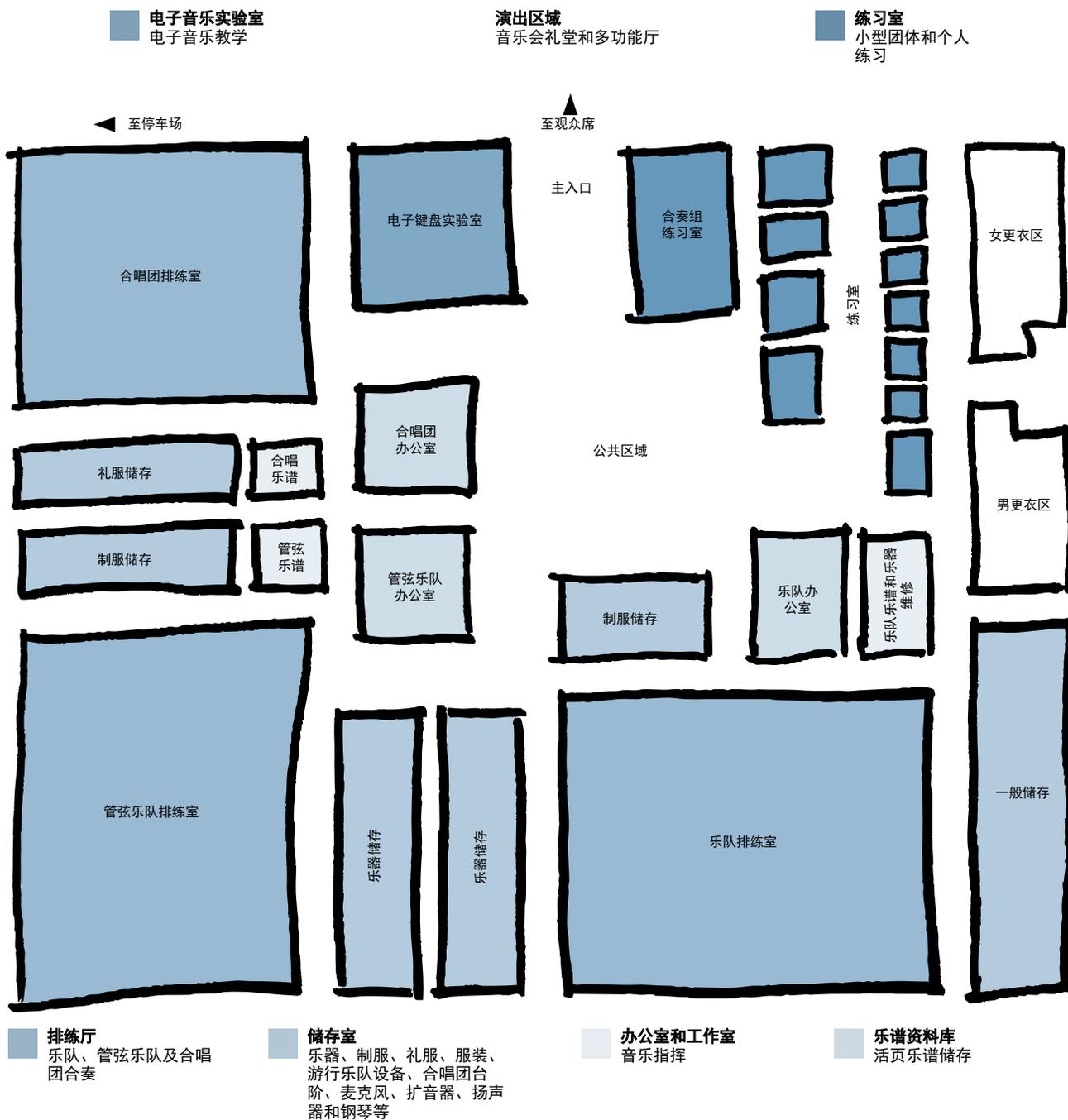
首要因素 在音乐套间里进行鉴定聆听才能完成学习；设计成功与否取决于老师和学生在这个特殊环境下的聆听效果。排练场所各个方面的设计都应当使人听得清楚。因此，音乐套间声学因素是需要考虑的首要方面。

空间要求 由于音乐教育的学生数量众多及其体能活动的特性，音乐活动比其他教室需要更多空间、更大灵活性和更多新鲜空气。

实际成本 隔音、静音机械系统、更大房间体积及其他特殊的需求，使得音乐套间每平方英尺造价通常是其他教学区域的两倍。本指南将说明为何削减音乐套间成本也会削弱音乐教育课程的效果。

音乐套间布局

音乐套间包括很多不同区域的复杂环境，具有独特动态性。本规划指南旨在帮助您了解这些动态性和需求，以使音乐套间设计确保教育效果，防止一些意想不到的缺点。



施 工 流 程

参与其中

适当规划和持续参与对打造理想音乐套间至关重要。使用此信息提早参与，可使项目步入并保持正轨。

施工阶段

以下各阶段是新建工程或翻新项目的基本步骤。



第 1 阶段 前期规划：

在此阶段，组建规划委员会，明确设施目标。委员会最好由学校管理者、地方官员和教育者组成。切记，将来自美术、体育和音乐等非典型环境的教师代表包括在内至关重要。



第 2 阶段 策划：

策划是建筑学术语，表示要设计的空间活动和要求定义过程。**这是委员会最重要的阶段，应尽快开始征询意见。等待时间越长，成本越高，音乐套间符合需求的可能性越小。**

此时应该确定您对音乐套间的各方面基本要求。使用本指南中的策划文档，向建筑师提议，说明预期用途和场所特性。虽然项目规模最终取决于预算，但每个参与这个过程的人都会认同一句话：“你永远得不到你不要求的东西”。

建筑师要了解您需要多大空间，音乐套间内每处空间有何用途以及各处空间互相之间有何关系。我们专为面积考虑因素制作的经验法则图表有助于确定此类需求。这也是编制设备清单的最佳时机，以便了解要为采购固定装置、家具和设备 (FF&E) 划拨多少资金。



第 3 阶段 方案设计：

根据策划文档和预算限制，建筑师接下来将继续绘制设施图。他们会在不同阶段提供不同图纸，以便规划委员会调整设计。务必就最终方案达成一致，因为任何后续变更难度更大。

项目顺序



在初期任一阶段，均可批准契约。

音乐教育者应在初期投入主要精力。这是音乐套间设计成型期，此后改变设计或融入其他理念就要付出高昂成本。

1. 前期规划

组建规划委员会，确定设施需求。

2. 策划

建筑师就项目要求，征询学校人员的意见。

3. 方案设计

建筑师考虑意见和预算，初步完成拟建设施制图。

4. 设计开发

建筑师调整设计并绘制蓝图。



**第4阶段
设计开发:**

接下来，建筑师绘制蓝图。最终确定具体房间尺寸、顶棚高度、门窗位置以及电气、水暖和机械系统。必须仔细检查这些蓝图，因为所有招标和施工都要严格遵守这一计划。未来变更成本高昂。



**第5阶段
施工文件:**

建筑师与承包商洽谈前，要编制明确规定拟建设施及其规范的施工文件。



**第6阶段
招标:**

完成最终蓝图和施工文件后，便应公开招标项目总包商和电工、木工及其他分包商。经过招标审核，确定中标的总包商。然后应该采购在施工期间安装的产品，例如储存柜、声学处理装置和预制练习室等。



**第7阶段
施工:**

这是确保音乐套间建造符合规范的最后机会。常去现场实地视察。如有不符合商定计划的事项，务必与建筑师和管理层讨论问题。



**第8阶段
设备采购:**

建筑施工期间，对于在第2阶段确定的家具和设备，应完成指定、招标和采购工作，以在开学前及时交付。



**第9阶段
开学竣工:**

恭喜。



5. 施工文件

准备所需文件，概述施工要求。

6. 招标

项目公开招标，选定承包商。

7. 施工

设施实际建造。

8. 设备采购

设备规范、招标和采购，开学前及时交付。

9. 开学竣工

恭喜！

四大关键因素

场所要点

下列四大关键因素将确定设施效果。涉及音乐套间的每项决策都必须以四大关键因素为首要考虑事项。除以下简要说明，本指南还会详细介绍四大因素。

声学

设施对鉴定聆听的促进作用与其效果成正比。

布局

布局将确定音乐套间效果良好、不佳还是无法使用。

储存

储存不仅影响设备，而且影响声学、人流通行和安全。

设备

选择适当设备是确保音乐套间令人满意的最后一步。

音乐学习取决于能够听出并学习音准、动态、分节和均衡差异。这一能力称为鉴定聆听，只有在具备适当声学条件的学习环境下才能培养。

为确保声学促进鉴定聆听和有效音乐教育，设施必须密切关注以下元素：

- 建筑总体积和房间形状。
- 房间隔音。
- 墙壁、顶棚和家具声学处理装置。
- 设计适当的机械系统。

下文有助于了解如何有效增强声学效果，以及如何减小影响高素质音乐教育的噪声和干扰。

建筑总体积和形状

考虑因素

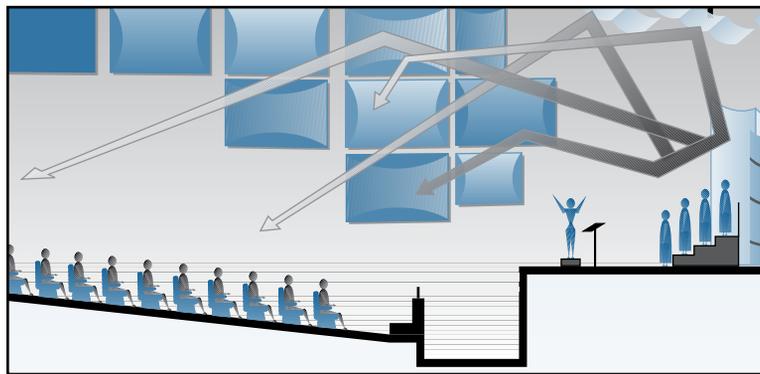
排练厅的建筑总体积和墙壁形状对其声学质量影响重大。要确保音效出色，首先遵守以下基本原则：

建筑总体积

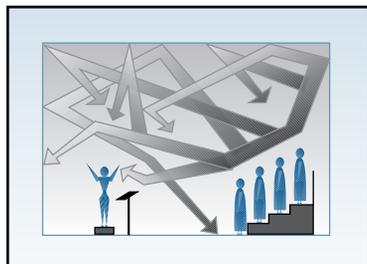
- 建筑总体积是音乐套间投资最重要的部分，不能试图走捷径。
- 建筑总体积等于占地面积乘以顶棚高度。减小这一空间会导致房间反应滞后、过于嘈杂，还可能无法达到理想效果。
- 顶棚过低是音乐室声学效果不佳的常见原因。
- 使用移动式台阶替代浇灌混凝土层。混凝土会导致房间体积大幅度降低，提升响度，而移动式台阶下方空间（如果保持开放）则不会减小建筑总体积。

墙壁形状

- 未经处理的平行墙壁会产生颤动回声。可通过扩散和吸收声音的声学处理装置解决这种噪声问题。
- 不平行的喇叭状墙壁可减小颤动回声，但与声学处理装置相比，这种解决方案的每平方英尺成本高出许多。将在喇叭状墙壁上节省的资金用于增加建筑总体积，提高隔音效果或改善 HVAC 系统。
- 避免视觉声学。此类设计（例如曲面墙壁或圆拱）看似外表美观、声学性能良好，但在实际上，经常对声学环境造成灾难性后果。
- 带有平行墙壁的正方形或立方体房间会产生加性波长（称为“驻波”），造成特定频率的声音强烈、过于嘈杂。将房间某一尺寸改变 30% 或以上，打造矩形房间，是一种典型的解决方案。



65 人乐团发出的声能足以覆盖礼堂。

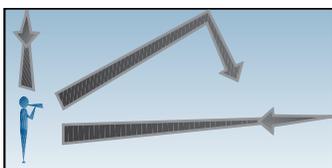


如果排练厅的建筑总体积不够大，而且未经声学处理，其产生的声能对室内空间而言不堪重负。

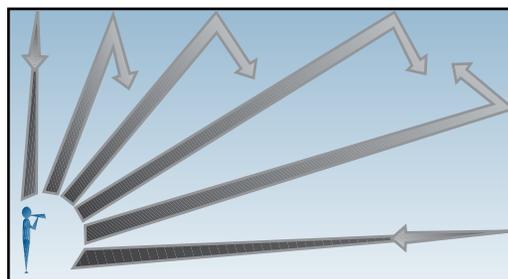
出色的声学效果需要足够的建筑总体积，后者需要更高的房间顶棚且宽敞的占地面积。

如果房间太小，第一次返回至音乐家耳中的声音反射速度太快，以至于无法听清室内声音。但在建筑总体积足够大的情况下，反射声音的墙壁和表面距离更远，反射所需时间更长，音乐家能够获得环绕感和临场感的声音。在这种富有环绕感的房间中，音乐家聆听效果更好，这就打造出通过聆听实现真正学习的良好环境。这是设计音乐教育（无论乐器还是合唱）空间的最低要求。排练厅经常设计得太小，以至于音乐家听不到完整乐声。切记，音乐学习以听为主。

房间太小还会导致声压级过高的危险。如果空间不足，就无法消散和吸收音乐合奏产生的响度。在响度过大的房间内排练，会使学生和教师承受极大压力，长此以往将造成其永久性听力损伤。管乐团、游行乐队、管弦乐队和爵士乐队产生的声压级特别高，在这些乐队排练和演出场所，应特别注意控制响度。



小排练厅
主反射 30 毫秒内返回，造成房间响度过大、反应滞后，甚至还会损害听力。



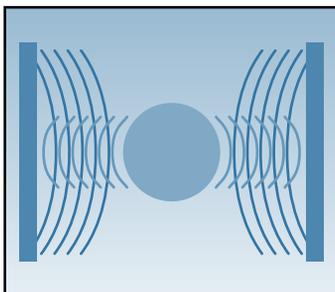
大排练厅
主反射稍许延迟，音乐家能够获得环绕感。响度消散。

建筑总体积要求

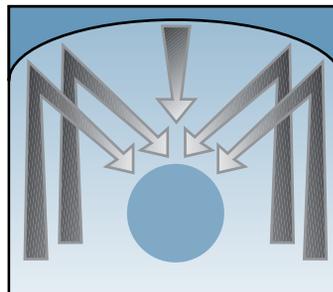
| 房间 | 班级规模 | 顶棚高度 | 典型占地面积 | 得出的每个音乐家建筑总体积 |
|-----------|-----------|------------------------|------------|---------------|
| 合唱团排练 | 60-80 名学生 | 16'-20' (4877-6096 mm) | 1,800 平方英尺 | 350-500 立方英尺 |
| 乐队/管弦乐队排练 | 60-75 名学生 | 18'-22' (5486-6706 mm) | 2,500 平方英尺 | 550-700 立方英尺 |

墙壁和顶棚形状

墙壁和顶棚形状能够确定所在环境下的声音反射和扩散方式，因而在声学方面发挥重要作用。



颤动回声
未经处理的平行表面造成多余的颤动回声和驻波。在对面加装声音反射和声音扩散镶板，可显著增强声学效果。



视觉声学
凹面和圆顶是代表性的视觉声学形状，这种设计看似外表美观，但经常对声学环境造成灾难性后果。

例如，声音经过凹面和圆顶反射，产生集中的声音热点。

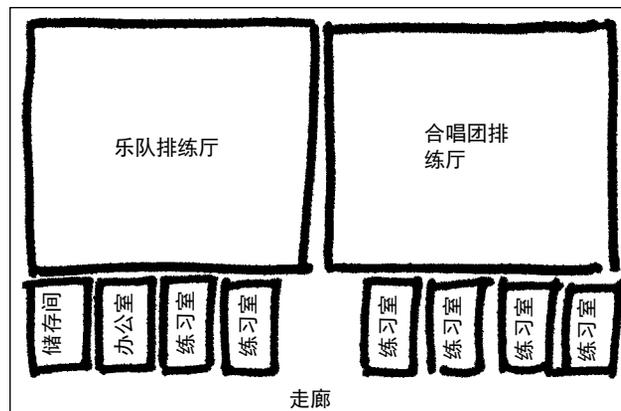
隔音

考虑因素

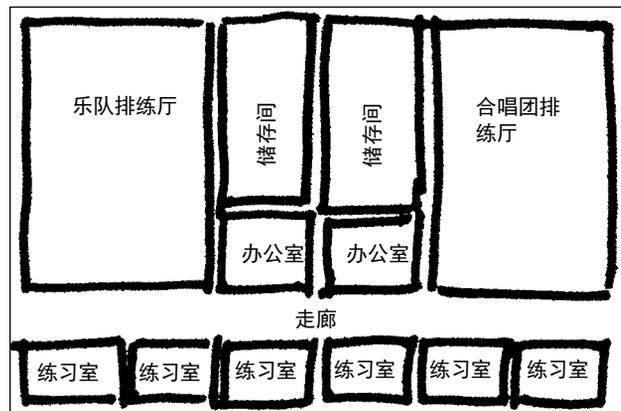
有效阻隔房间之间的传声才能实现良好隔音效果。这是充分利用音乐套间投资的最可靠、最具成本效益的一种方法。首先遵守以下基本原则：

- 使用全长隔音墙壁，并在地板和顶板处密封建筑结构（气密隔音）。
- 与仅采用墙壁相比，走廊和储存室等缓冲区隔音效果更好。
- 练习室应该安静，也不是有效缓冲，所以应尽可能远离主要排练厅。
- 如果单独练习室必须紧邻排练厅，通过隔音墙壁和缓冲区将其隔离。
- 与大多数内置练习室相比，模块化练习室都隔音效果更好，灵活性更高。成本不相上下，隔音效果有保障，并可随着需求变化转移位置或调整大小。
- 规定门窗的声学等级必须与墙壁结构相同。
- 门窗数量保持最低水平，尽量减少声音泄漏。

房间邻接



房间邻接不当
在排练与练习空间相邻而立的情况下，如不经过成本高昂的复杂施工，无法实现隔音。



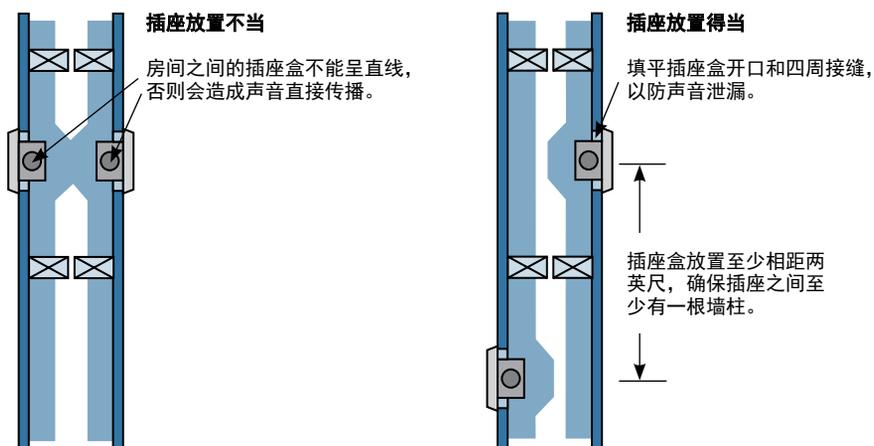
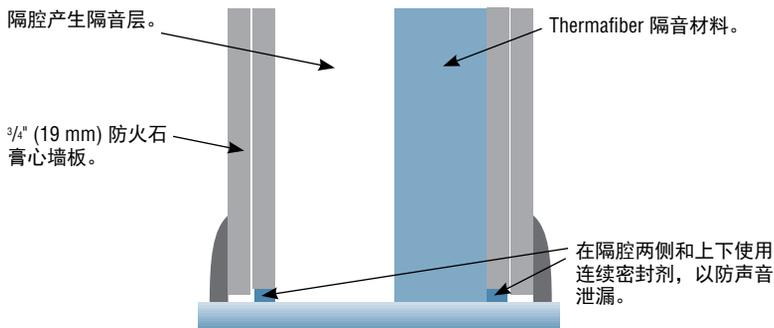
房间邻接得当
非演奏区域（例如储存间、办公室和走廊）用作缓冲区的隔音效果明显更好。

墙缝

墙缝是常见的声音泄漏源。确保在设计中注明密封结构。

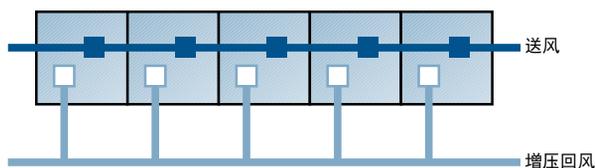
- 检查顶板、地板、电插座和通风管等处是否存在墙缝。
- 能在房间之间传送气流的空间，也能在房间之间传播声音。
- 注释：即使看似无关紧要（例如穿墙而过的电箱，或只有一平方英寸的缝隙），也可造成隔音墙壁彻底失效。

墙缝结构

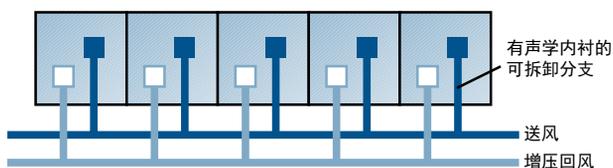


通风

通风系统往往是房间之间传声的罪魁祸首，练习室与排练厅之间通风系统尤为如此。从室外送风源头开始，向每个房间单独敷设带吸声衬垫的可拆卸分支，此为最有效的解决方案。有关机械系统的详细信息，请参见第 17 页。



通风不当
直送通风管道传递机械噪声，直接造成各房间交叉串音。



通风得当
单独可拆卸分支从室外送风管道为各房间分别送风。

声学要求

考虑因素

良好的声学效果取决于声音吸收与扩散组合是否理想。首先遵守基本原则：

- 必须根据形状和体积等条件，单独处理声学环境。
- 环境仅仅经过吸收器镶板处理，只会降低响度。扩散表面对声音散射至关重要，并可改善室内各部分之间声音交融。

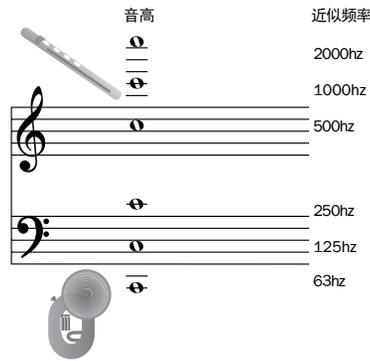
| 混响时间 | |
|-----------|---------------|
| 房间 | 班级规模 |
| 合唱团排练 | 最长 1.3 秒 |
| 乐队/管弦乐队排练 | 0.8 - 1.0 秒 |
| 演出区域 | 1.25 - 2.25 秒 |

房间各有不同，但理想的混响时间符合这些准则。

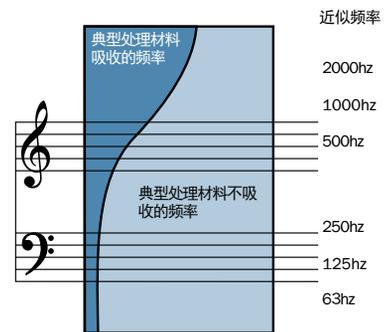
频率范围

音乐套间内的声音频率范围与校内其他区域的频率大不相同，必须区别对待。

- 地毯、窗帘和软垫等普通处理材料吸收高频，但不吸收低频。
- 在只使用高频吸收的室内，长笛、小提琴、高音乐器及其他高频声音（包括大多数乐器的高频泛音）都可能听不到，音准、分节和定时可能模糊不清，根本无法鉴定聆听。
- 同样，未被吸收的低频变得强烈，环境声学缺乏清晰度，变得嘈杂、嗡嗡作响。
- 所有处理材料对音乐环境中发出的不同频率的影响必须予以评估。



与不同表面接触时，不同乐器发出的声音频率也会发生不同反应。例如，长笛和小提琴发出的高频声音，可被多种普通材料轻易便可吸收。而低音号和鼓则发出比较难以吸收的低频声音，同时还发出的易于吸收高频泛音，后者对于良好音准至关重要。



深色区域代表地毯和窗帘等典型处理材料吸收的频率。浅色区域代表不易吸收，导致空间嘈杂、嗡嗡作响的低频。由于乐声的复杂性，以及吸收和扩散特定频率的需要，处理必须经过专门设计，充分满足如此大范围的需求，还要根据设计用途，对应使用按频率划分等级的声学材料。

效果理想的音乐套间吸收与扩散组合得宜，可在整个环境下控制过大响度和散射声音，进而营造出“合奏感”。

吸收

声音吸收通常可定义为在声音接触表面材料时发生的声能衰减。声音触碰硬质、密实表面（例如体育馆地板）时，就会产生名义上的吸收。在声音与厚纤维材料（例如剧院幕墙和声学镶板）发生接触时，可吸收大量声能，反射回声源的声音减少。

扩散

声音扩散通常可定义为声学反射表面产生的声音散射和变向。乐声扩散非常必要，如此才能保证设施各处听得清楚。例如，在历史悠久的剧院中，奢华的装饰、立柱和粉刷具有多角度声学反射表面，从而产生出色的扩散效果。

- 根据形状和体积等条件，不同的音乐环境需要不同的吸收和扩散程度。
- 吸收与扩散的适当平衡对于合适的混响时间亦至关重要，从而使指挥能更准确地掌握学生的表现和进步。



房间未经处理

- 平行墙壁产生颤动回声。
- 地毯、窗帘和软垫只吸收高频。
- 未被吸收的低频变得强烈、混响过大、模糊不清。
- 响度过大，几乎无法控制。



只能使用吸收器镶板处理

- 镶板吸收高频和低频，减少颤动回声和嗡嗡作响的噪声。
- 响度也有所下降，但整体声学仍不平衡。
- 如果缺少扩散器镶板，声音反射遭到严重限制，不利于乐团内沟通。



还可使用扩散器镶板处理

- 吸收器与扩散器镶板的理想组合营造出声学平衡环境。
- 颤动回声、混响和嗡嗡作响的噪声得以消除。
- 可在完整可听范围内控制和平衡响度。
- 表演者听到自身和他人声音。
- 指挥听到平衡、准确的声音。

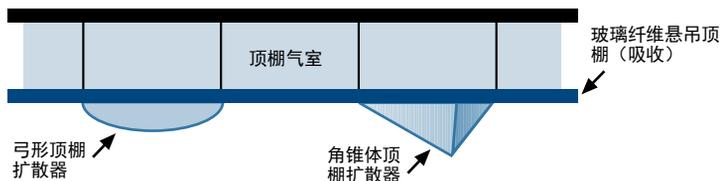
被动声学处理装置

考虑因素

在音乐环境下，每个表面都对声音和声学效果发挥直接作用。这对听出并学习音准、动态、分节和均衡差异的能力（鉴定聆听）产生重大影响。以下处理影响室内声学。

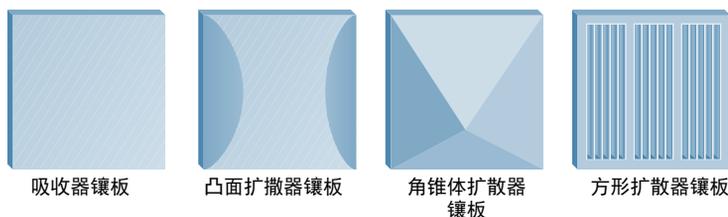
顶棚处理

- 顶棚是可用于声学处理，是不受阻碍面积最大的区域。
- 悬吊顶棚处理产生吸收低频声音所需气室。
- 悬吊玻璃纤维镶板使乐队排练厅具备所需的大范围频率吸收，吸音效果是典型矿棉板的两倍，还可利用吊顶龙骨悬挂扩散器镶板。
- 吸音玻璃纤维板，外观上通常与矿棉板一样，因此要注意分辨。
- 注释：时终应从地板到吊顶测量顶棚高度。



墙壁处理

- 墙壁必须采用吸收器与扩散器镶板组合处理。
- 打击乐器和低音铜管乐器部分后墙下方吸音镶板会显著降低响度。
- 玻璃纤维处理厚度越大，可以吸收的频率越低。如需大范围有效吸收音乐频率，玻璃纤维厚度至少应为三英寸。
- 反射扩散器有多种形状和尺寸可供选择。



地板处理

- 地毯吸收高频声音。如果必须使用地毯，选择几乎透声的工业薄毯。
- 即使薄毯，过度使用也会减弱对高频声音的听力。
- 出于以下各种原因，大多数音乐家都倾向于实木或其他硬面地板：
 - 未铺地毯的地板更易于清洁。
 - 大多数演出区域都有硬质表面。
 - 铜管乐器滴水会使地毯变质发霉。

- 装有实心门的乐器储存柜会减小建筑总体积，占用本可供声学处理装置使用的墙壁空间。如有可能，应将储存柜放在排练厅外。
- 必须留在排练厅内的储存柜应使用格栅门。与减小体积的实心门不同，格栅门既可敞开柜内空间，又可用作扩散表面。
- 如果排练厅顶棚高度低于建议值（第 50 页），考虑使用声学乐器储存柜提供吸收和扩散能力。
- 谨慎使用可能与高声级产生共振的家具（发出嗡嗡声和咯咯声等各种噪声）。这可造成干扰，响度变化剧烈的乐章演奏期间尤为如此。

吸收

声音吸收是在声音接触表面材料时发生的声能衰减。有关详细信息和图示，请参见《声学入门》第 5 页。

扩散

扩散是在声音碰到声学反射表面时发生的声音散射和衰减。

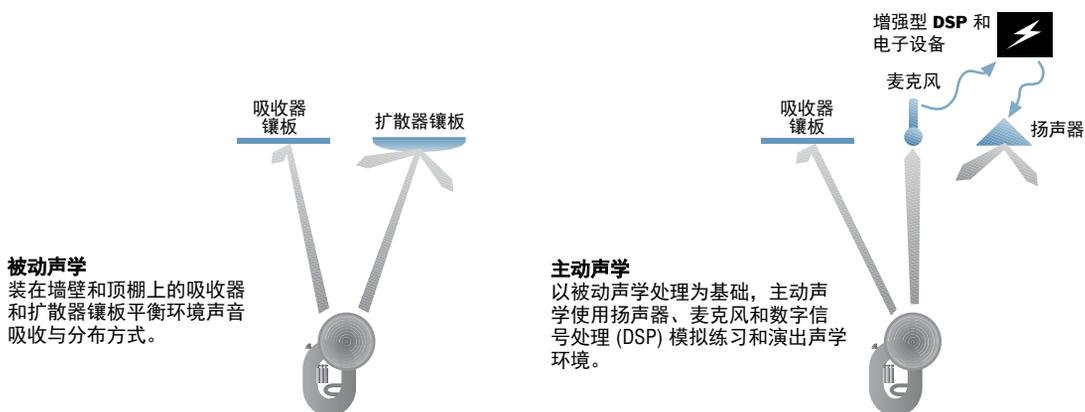
主动声学处理装置

考虑因素

主动声学使用电子声学元件（高级麦克风、扬声器和数字信号处理 (DSP)）主动处理声学效果。

重要的是，在安装主动声学处理设备前，还要对空间进行行之有效的被动处理。环境必须隔音良好，建筑总体积足够。

- 主动声学系统以被动吸收器镶板为基础。
- 扬声器取代扩散器镶板，提升整个环境下的扩散效果。
- 只需按钮操作，数字信号处理 (DSP) 即可改变室内声学。
- 可切换室内声学场景，模拟礼堂中心舞台、演奏厅或任何其他环境。
- 这种灵活性使教师和学生能够在模拟常用演出空间声学的环境下进行练习。



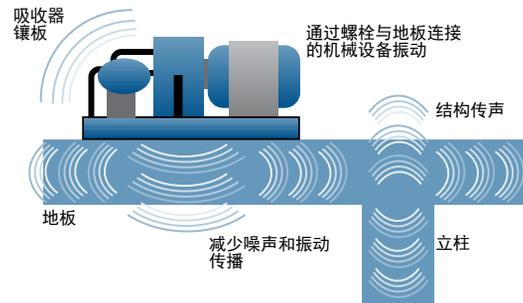
机械系统

考虑因素

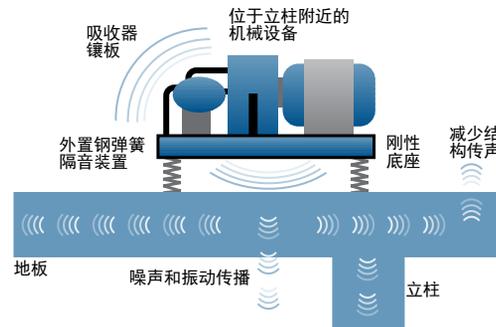
嘶嘶声、嗡嗡声、漏气声和 振动声响等 典型机械噪声非常司空见惯，以至于我们很少受其干扰。但其对音乐套间影响很大。

设施规划必须避免这些噪声干扰，否则就会彻底掩蔽教师和学生演奏的音乐。

- 音乐套间属于体力活动环境，换气率需要达到其他教室的两倍。
- 使用大尺寸通风管道、风口和格栅，减小因风量和风速提高而产生的嘶嘶声。
- 机械设备容易产生振动，不得与音乐套间结构直接连接。HVAC 承包商必须提供低振动备选方案。
- 计算机和电子设备实验室也需要更大气流，才能冷却设备产生的高温。
- 通风系统往往是房间之间传声的罪魁祸首，使其静音的有效方法是向每个房间单独敷设消声隔音可拆卸分支。
- 音乐套间要有 70-100 英尺烛光照度，才能让音乐家看清乐谱。
- 某些荧光灯会发出轻微的降 B 调，造成一种始终不和谐感，使学生无法调音到 A 小调或 B 小调。使用带静音级电子镇流器的荧光灯，或将镇流器置于室外。
- 将饮水喷头等装置设在排练厅外，以免压缩机噪声造成干扰。



不正确



正确

可将设备安装在钢质弹簧隔音装置上，减少机械系统振动。

与校内其他区域不同，音乐套间要求更高。按每位学生平均来说，与校内任何其他区域相比，音乐套间都需要更大面积，设施布局必须体现这一点。

空间只是众多关注点之一。效果良好的音乐套间设计还必须成功融入以下元素：

- 占地面积
- 通行流量
- 相关区域出入
- 教师监控
- 多项活动和未来需求灵活性

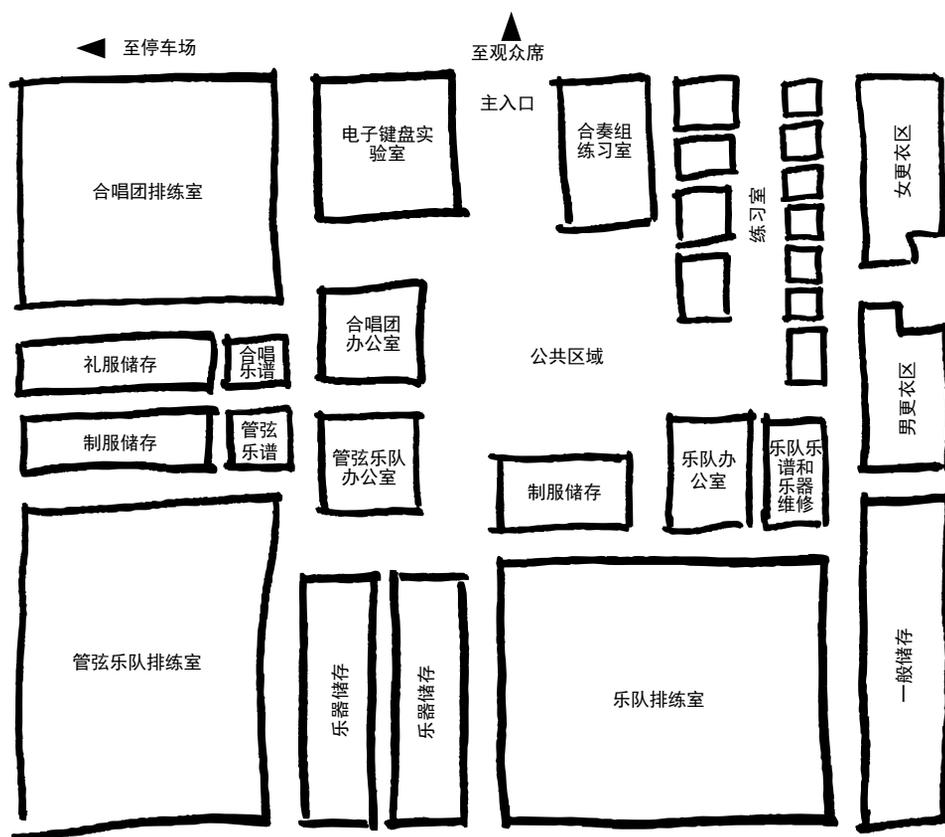
下文说明需要多大空间，为何需要以及如何将以上所有元素整合成一套行之有效的布局方案。

占地面积

考虑因素

Wenger 面积建议以令人满意的设施效果和音乐教育的硬性要求为依据。可以确定，缩小建议面积会对场所造成不利影响。考虑以下因素：

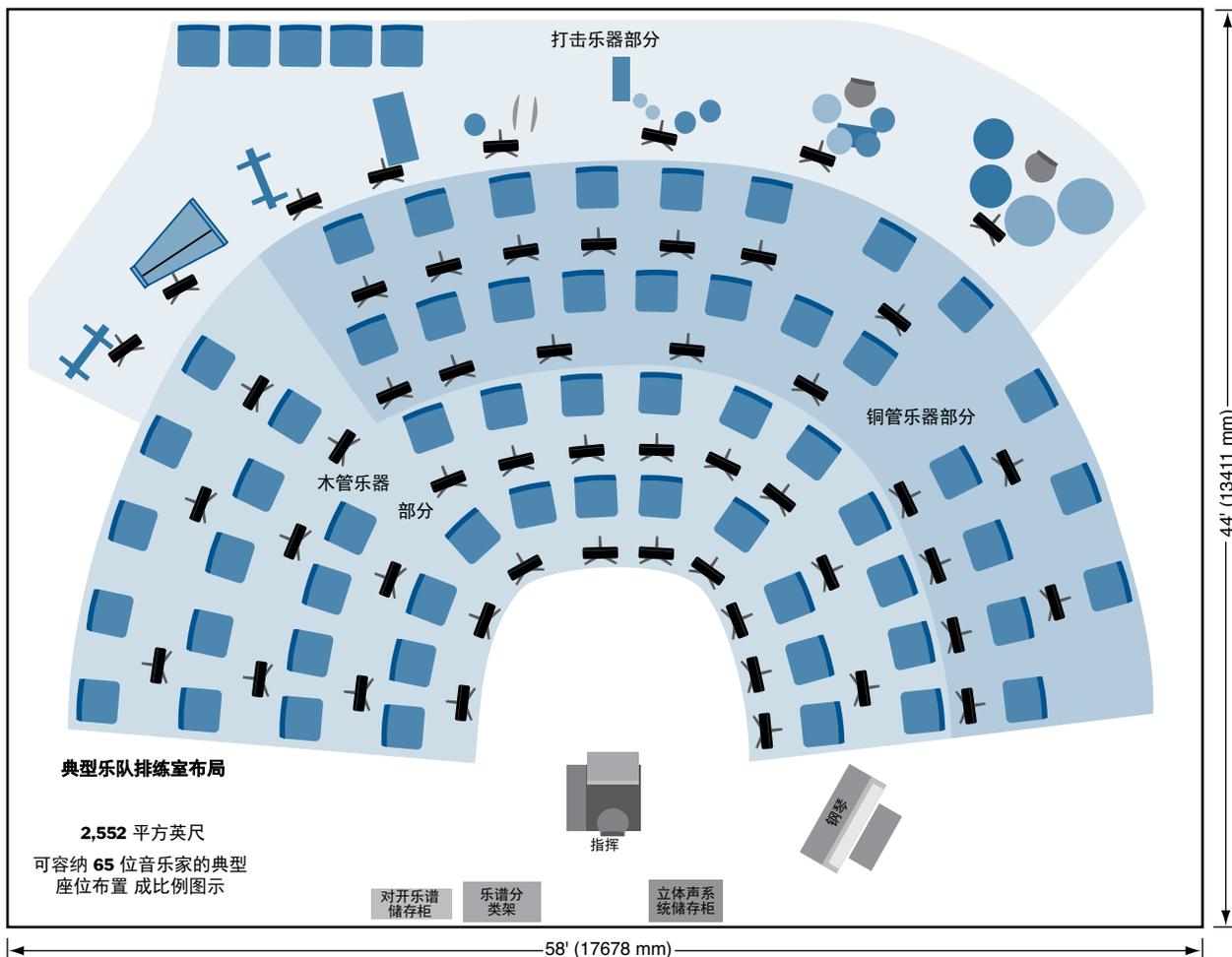
- 足够的房间是达到良好声学效果的必要条件。
- 音乐教育属于体能活动，演唱者和乐器演奏者需要活动空间。
- 与演唱者相比，乐器演奏者需要更大空间来容纳乐器和乐谱架。
- 在音乐套间，学生走动通行更加集中、急促，因为学生要在一节课期间，快速完成储存与排练区域之间来回转移。
- 在排练厅内，钢琴、指挥台、台阶及其他设备需要占用固定空间。
- 活页乐谱、服装和乐器等其他物品也需要更多储存空间。
- 规划该场所未来三到五年的活动，包括项目拓展、课程改动、日程变动，电脑科技和扩修等等。



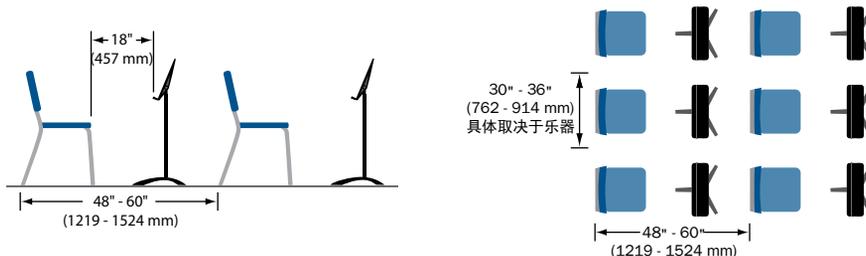
通过有效布局，需要演出空间的演唱者和乐器演奏者可获得充足空间。空间还要容纳设备，适应储存和学生通行，并针对适当声学，提供所需建筑总体积。

在设计排练厅时，切记音乐是体能活动。乐器演奏者需要乐器摆放空间，以及可供施展的演奏空间。合唱团成员需要练歌和编排空间。空间还必须容纳设备，并适应通行流量。因此，为满足声学要求，建议遵守以下指南。

首先，即使乐团规模很小，合唱所需场地面积也应至少为 1,800 平方英尺，乐队所需场地面积为 2,500 英尺。此外，如果团队的规模超过 60-75 位乐器演奏者或 60-80 位演唱者，应按“平均每位演唱者”数字计算。

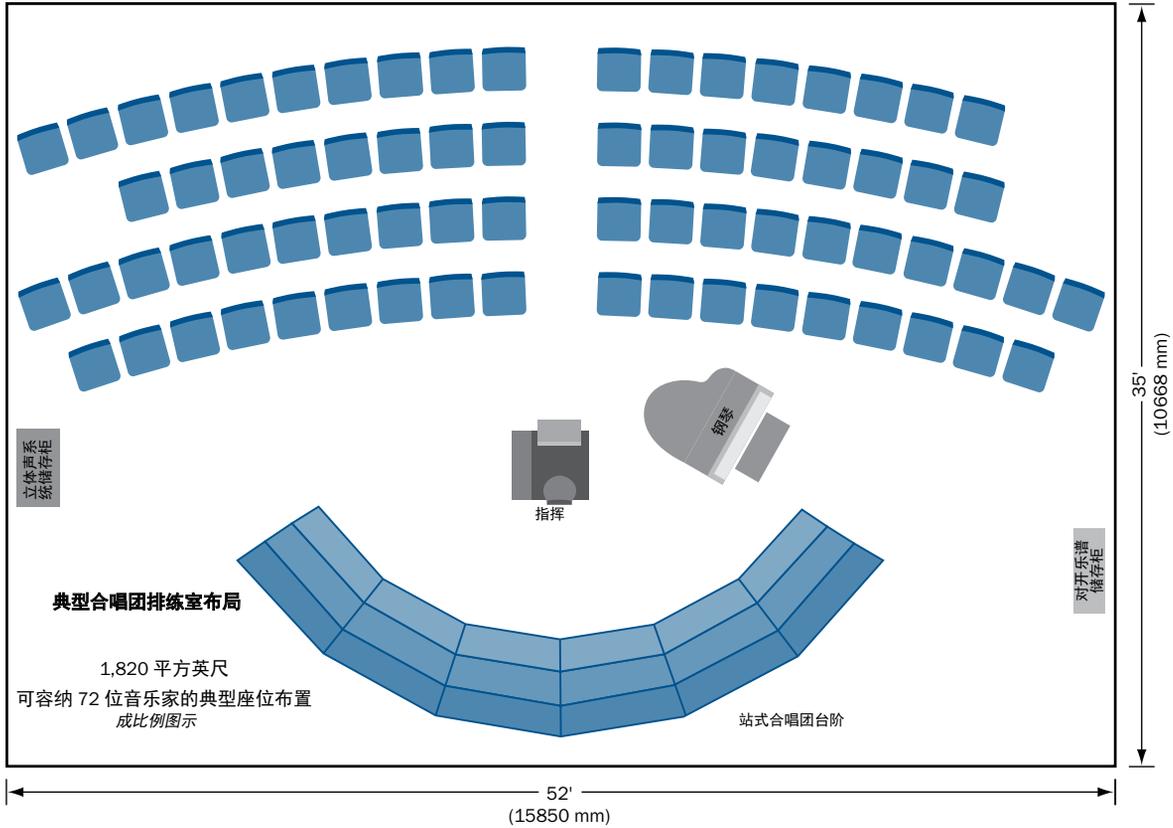


乐队排练厅典型座椅与乐谱架间距

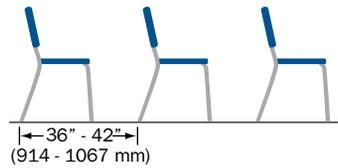


| 乐队排练厅指南 | | |
|------------|--------------------------|-----------------------|
| 房间 | 建议占地面积 | 公式 |
| 乐队/管弦乐队排练厅 | 60-75 名学生需要至少 2,500 平方英尺 | 平均每位乐器演奏者 30-35 平方英尺* |

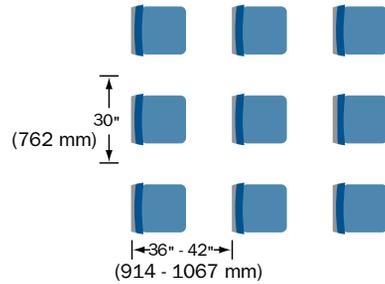
*每人总面积（平方英尺）的要求不等于每人室内的占用面积。相反，应当采用计算较大团体排练厅总附加面积的方法，将走廊和储存等附加空间要求考虑在内。



合唱排练厅典型座椅间距



钢琴



排练厅指南

| 房间 | 建议占地面积 | 公式 |
|--------|--------------------------|------------------|
| 合唱团排练厅 | 60-80 名学生需要至少 1,800 平方英尺 | 每位演唱者 20-25 平方英尺 |

*每人总面积（平方英尺）的要求不等于每人室内的占用面积。相反，应当采用计算较大团体排练厅总附加面积的方法，将走廊和储存等附加空间要求考虑在内。

练习室

高质量预制练习室能确保隔音并且随需求变化，可转移或更改，因而效果优于大多数固定练习室。内置练习室如果要达到同等程度的隔音效果，其施工改造的成本通常要比预制练习室更高。

设计得宜音乐套间需要不同大小的练习室相结合，以用于各项音乐活动。

练习室指南

| 房间 | 用途 | 最大容量 | 占地面积 |
|-------|--------------|-------|--------------|
| 小规模练习 | 个人练习 | 1名学生 | 35-40平方英尺 |
| 键盘 | 私人课程，键盘练习 | 2名学生 | 55-60平方英尺 |
| 小型团体 | 小型团体练习和排练 | 4名学生 | 75-80平方英尺 |
| 中型团体 | 中型团体练习和排练 | 6名学生 | 5-100平方英尺 |
| 乐团练习 | 集体排练和课程，部分单练 | 15名学生 | 350-450平方英尺* |

*应计划为大型练习室增加顶棚高度。

储存室

与学校的其他区域相比，音乐套间需要更大的储存空间，因为其中存有各式各样的设备、乐器和服装。有关详细的储存信息，请参见第 26-31 页。

储存室指南

| 储存类型 | 占地面积 |
|------|---|
| 乐器 | 600-800平方英尺* |
| 合唱礼服 | 2.5平方英尺（每套服装）或 150-250平方英尺*（每套悬挂礼服 2-4英寸） |
| 乐队制服 | 3平方英尺（每套服装）或 300-400平方英尺*（每套悬挂制服 4-5英寸） |

*所述面积要求适用于 60-80 人课程。

计算机实验室

计算机实验室需要容纳乐器数字接口 (MIDI) 设备和计算机工作台，因此面积要求较高。还需要浪涌保护电源、多电源插座和间接照明，以消除屏幕反光。实验室的设计必须提供电话线、同轴电缆和 LAN（局域网）等多种连接方式。

计算机实验室指南

| 储存类型 | 要求 | 工作台 | 占地面积 |
|---------|-------------------------------|------------|--------------------------------------|
| 电子键盘实验室 | 用于课堂和独立学习的安全空间，需要多种带浪涌控制的电源插座 | 11-21 个工作台 | 至少 500-750 平方英尺 或每个工作台 35-45 平方英尺 |

其他房间

最成功的布局各种专用房间放在首要位置。您的计划必须至少为每个房间提供足够大的占地面积。

其他房间指南

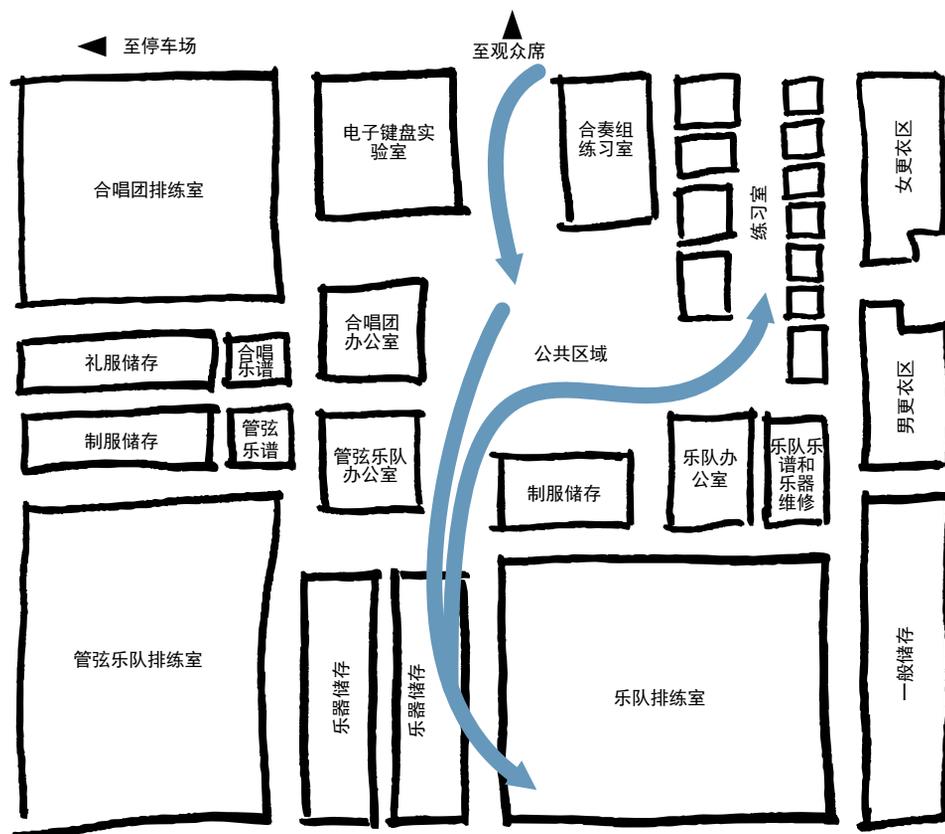
| 房间 | 用途 | 容纳 | 建议 占地面积 |
|-------|---------------------------------------|-----------|-------------|
| 办公室 | 行政管理需求、私人课程、设备和钢琴等 | 1位教师 | 100-200平方英尺 |
| 乐谱资料库 | 活页乐谱储存 | 150名学生的乐谱 | 150-200平方英尺 |
| 乐器维修 | 用于小型维修的水槽和 8' (2438 mm) 台面以及零件和工具储存空间 | 1-3人 | 50-75平方英尺 |
| 公共区域 | 用于宣传音乐教育的聚集场所，设有对话交流区域，还可展示奖项 | 大型团体活动 | 500-700平方英尺 |

通行流量

考虑因素

音乐套间是活动中心，布局必须便于随时出入。

- 很多学生在几分钟之内集体出入，良好的通行流量必须为群体提供自然路线和充足空间。
- 上课时可能比较忙乱，学生要找出乐谱，从储存室取出乐器，就座排练，这一切都要在短短 4 分钟内完成。
- 下课时，时间同样紧迫，因为学生忙着收好乐器和乐谱，为下一节课准备书本。
- 而在相同的时间内，小型团体经常从大型排练区域赶到小型练习室。
- 全天都有多人使用场所完成私人课程和学习。
- 在音乐套间的各部分之间，设备和乐器不断转移。
- 在音乐套间，许多活动同时进行，必须精心设计通行流量，以免干扰室内任何活动或区域。
- 通行流量解决方案包括独立出入口（减少拥挤），避开排练区域的引流设计（减少干扰）以及门廊、走廊、拐角和坡道设计（便于转移大型设备）。



良好的通行流量必须为大型团体提供便捷路线，使其能够尽可能快速、安静地从储存室取出所需之物并找到自身所在位置。

相关区域出入

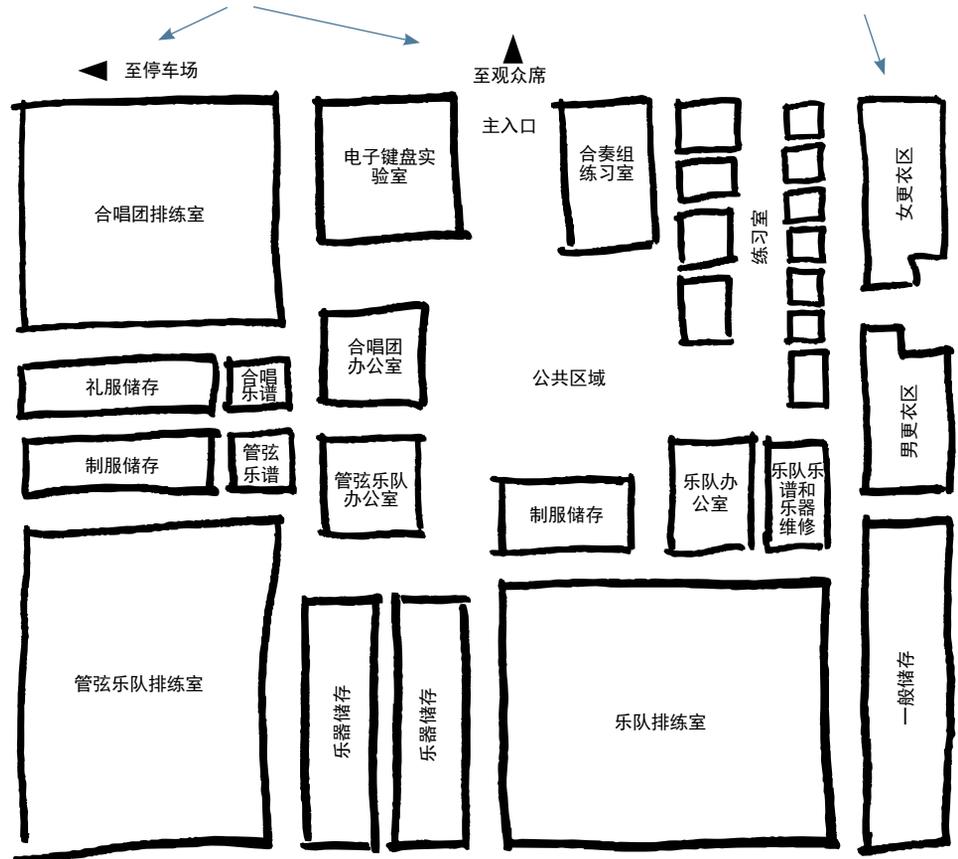
考虑因素

有效布局将音乐套间内部相关区域相连，并将音乐套间本身设在校内关键位置。

- 场所应该设在坡道（而不是阶梯）附近，便于大型设备和乐器（例如定音鼓和钢琴）转移。
- 门廊应该宽敞，畅通无阻。走廊和拐角应该够宽，能让大型钢琴通过。
- 在课后和周末休息时间，音乐套间经常开展多种活动。在此期间，学生和教师必须能在无需开放全校的情况下进入场所。卫生间和演出区域也必须在附近并可使用。
- 音乐套间位置应该远离普通学生通行流量，以降低噪声以及防范破坏和扰乱。

音乐套间最好设在操场附近（便于游行乐队排练）、礼堂附近（便于演出）以及停车场附近（便于乘车巡演）。

卫生间或更衣室应在场所附近，使学生能够快速完成制服和礼服换装。



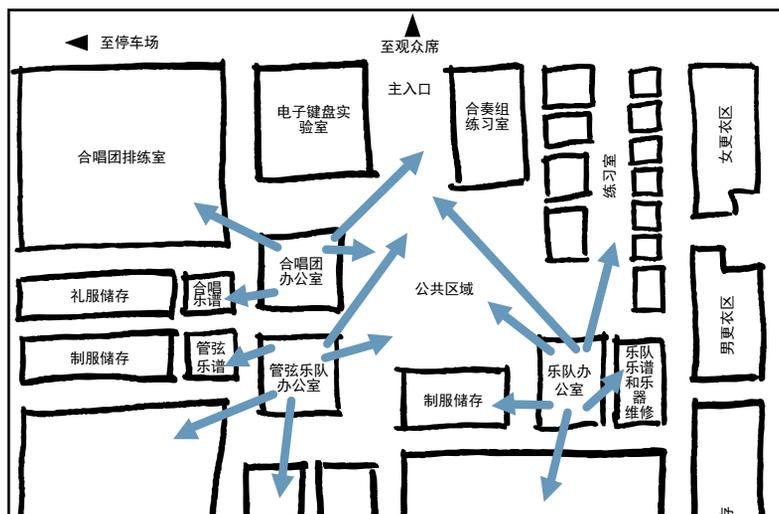
乐队乐器毗邻制服储存室和乐队排练厅。同样，合唱乐谱资料库和礼服储存室也应与合唱排练厅相邻。

教师监控

考虑因素

音乐教师经常同时指导许多学生和多项活动。教师需要随时都能最大程度上掌控场所情况，扩大监督和控制的范围。

- 理想情况下，应该可从场所办公室看到音乐套间的所有区域。
- 办公室应该设在中心位置，装有大窗以使视线清晰无阻。
- 办公室应该还可清晰查看出入口。



为扩大监控范围，音乐套间办公室应该随时均可清晰查看出入口。

灵活性

考虑因素

满足多种活动的灵活性

除日常活动外，有效布局还必须适应游行乐队演练、音乐剧编舞练习、舞蹈排练，甚至社区活动。场所灵活性至关重要。

- 应该可为多种用途轻松布置排练厅。
- 使用便携坐式台阶（而不是内置分层座位），以提高灵活性。
- 平整开阔地板可为更多活动提供更大空间。
- 移动式设备也有利于充分利用空间。

满足未来需求的灵活性

首先要估计今后招生人数，还要认识到技术将对场所产生影响。制定计算机房以及电缆、电话和网线连接计划。

在音乐套间，储存需求很大且各不相同，布局必须为乐器、礼服、制服和乐谱提供充足的储存空间。

由于大多数音乐设备都很脆弱、贵重并易受盗窃和破坏，储存空间必须牢固且安全。还要重点关注以下要素：

- 储存类型
- 通行流量
- 安全

下文有助于制定出音乐套间最佳布局方案。

储存类型

考虑因素

低估储存需求是很常见的问题。确保留出充足空间，所选储存设备牢固耐用且安全。

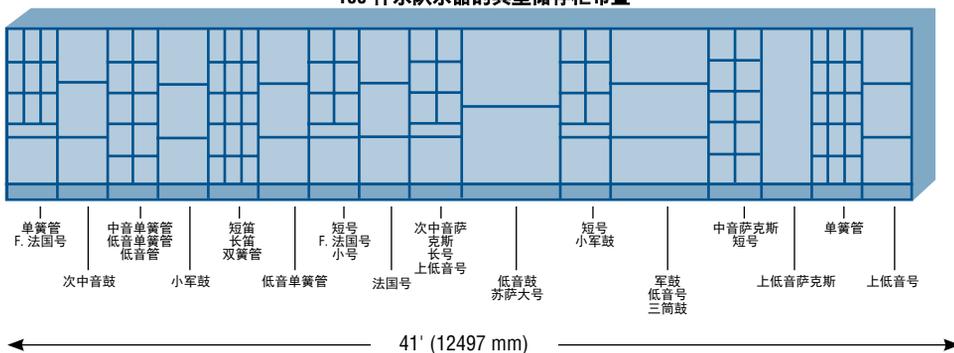
乐器储存

- 乐器储存空间也要够大，足以存放学生书本和衣服等。
- 储存区域应全年保持恒定温度和相对湿度，以防乐器出现包括开裂、胶接松动和腐蚀在内的损坏。
- 温度始终均应保持在 65° 至 72°F 的范围，相对湿度应保持在 35% 至 50% 的范围。

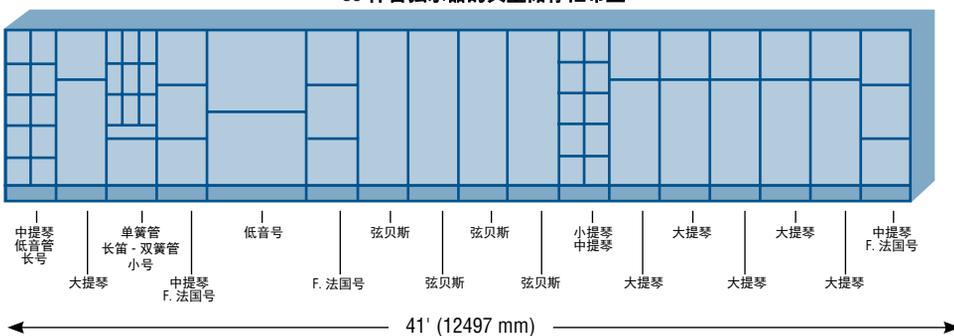
乐队乐器平均分布

| 乐器 | 百分比 |
|--------|-----|
| 短笛 | 1% |
| 双簧管 | 3% |
| 长笛 | 12% |
| 单簧管 | 24% |
| 中音单簧管 | 3% |
| 低音单簧管 | 3% |
| 低音管 | 4% |
| 中音萨克斯 | 5% |
| 次中音萨克斯 | 1% |
| 上低音萨克斯 | 1% |
| 短号/小号 | 14% |
| 法国号 | 6% |
| 上低音号 | 4% |
| 长号 | 6% |
| 低音号 | 4% |
| 小军鼓 | 6% |
| 次中音鼓 | 2% |
| 低音鼓 | 1% |
| 100% | |

100 件乐队乐器的典型储存柜布置



50 件管弦乐器的典型储存柜布置



管弦乐器平均分布

| 乐器 | 百分比 |
|------|-----|
| 小提琴 | 25% |
| 中提琴 | 19% |
| 大提琴 | 14% |
| 低音提琴 | 8% |
| 长笛 | 3% |
| 单簧管 | 3% |
| 小号 | 6% |
| 长号 | 4% |
| 低音号 | 1% |
| 法国号 | 11% |
| 双簧管 | 3% |
| 低音管 | 3% |
| 100% | |

乐器储存指南

| 储存类型 | 容纳 | 占地面积 |
|------|-------------|-----------------------------|
| 乐器 | 150-200 件乐器 | 4 平方英尺（每件乐器）或 600-800 平方英尺* |

*所述面积要求适用于 60-80 人课程。

服装储存

通风良好的安全储存空间可以防止发霉，保护礼服、制服及其他服装。

服装储存指南

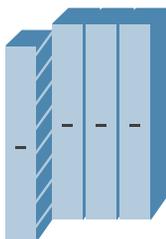
| 储存类型 | 服装数量 | 占地面积 |
|------|----------|--|
| 合唱礼服 | 100 套礼服 | 2.5 平方英尺 (每套服装) 或 150-250 平方英尺* (每套悬挂礼服 2"-4" (51-102 mm)) |
| 乐队制服 | 100 每套制服 | 3 平方英尺 (每套服装) 或 300-400 平方英尺* (每套悬挂制服 4"-5" (102-127 mm)) |

*所述面积要求适用于 60-80 人课程。

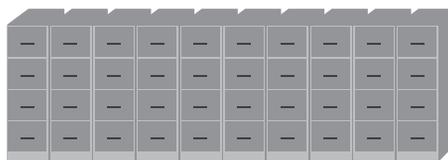
乐谱资料库

除音乐教职员工外，很少有人知道储存活页乐谱需要多大空间。乐谱资料库应当便于使用，从而轻松、快速且安静地找到乐谱。

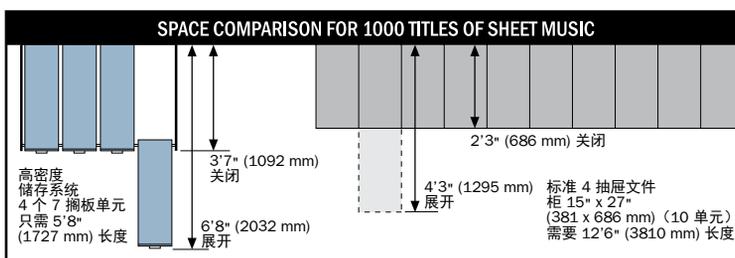
- 将活页乐谱储存室设在音乐指挥办公室内或其附近，以控制其使用，保证其安全。
- 将储存系统置于房间角落，在最大程度上充分利用空间。
- 抽拉式乐谱储存设计最适合瓷砖、实木或其他硬面地板。
- 做好邻近区域规划，利于您轻松快捷整理、收集和分发乐谱。



高密度储存



标准 4 抽屉文件柜



与典型储存解决方案相比，高密度储存相同份数需要的空间不到一半。

活页乐谱储存指南

| 份数 | 高密度储存系统 所需占地面积 | 标准文件柜 所需占地面积 |
|-------|----------------|--------------|
| 500 | 35 平方英尺 | 65 平方英尺 |
| 1,000 | 70 平方英尺 | 130 平方英尺 |
| 2,000 | 140 平方英尺 | 260 平方英尺 |
| 3,000 | 210 平方英尺 | 390 平方英尺 |

其他储存需求

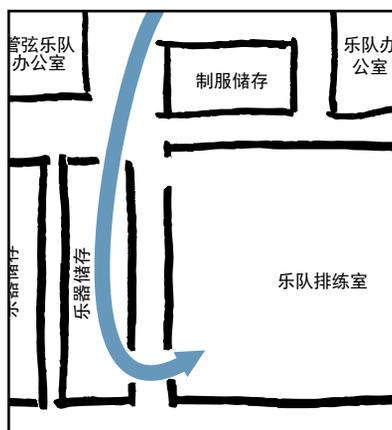
- 在主要排练厅内，为乐谱、小型打击乐器和立体声/录音设备制定移动式储存空间计划。
- 移动式储存装置使您可在音乐区域之间轻松转移乐器和设备。

通行流量

考虑因素

音乐套间储存区域容易拥挤。如果没有促进流畅通行的布局，可能浪费宝贵的课堂学习时间。

- 乐器应储存在排练厅外单独区域，以便学生在不干扰排练的情况下拿取乐器。
- 乐器储存和礼服/制服储存室如果用作排练厅之间缓冲区，隔音效果极佳。
- 如果乐器必须储存在乐队或排练厅内，则将储存柜相应放在乐器区域附近，以防混淆和拥挤。
- 排练厅内乐器储存柜还应使用格栅门，以便扩散声音和消除颤动回声。与实心门不同，格栅门不会减小建筑总体积。
- 格栅门还可实现目视检查和改善通风。
- 储存柜布置始终均应减少任一区域拥挤。
- 乐器储存室每一端门均可促进流畅通行，并消除上下课时拥挤。
- 储存柜与对面墙壁之间至少留出 3' (914 mm) 距离，正对两排储存柜之间留出 6' (1829 mm) 距离，以减小乐器损坏的可能性。
- 双门储存柜避免相邻摆放，以防柜门相互碰撞。这也会确保学生不必等到其他柜门关闭，才有充足空间打开自己的柜门。



乐器储存室每一端门均可促进流畅通行，并有助于消除上下课时拥挤。

安全

考虑因素

音乐套间各处存放着昂贵的设备和乐器，因此安全是所有一流设施的重中之重。

- 为达到最大程度的安全性，需在可以上锁的单间内放置可以上锁的储存柜。
- 运动探测器有助于防止擅自闯入电子媒体实验室和破坏起重键盘和计算机。
- 将储存室设在音乐套间办公室的视线范围内。
- 在课后和周末活动期间，音乐套间应与校内其他区域隔离，以达到最大程度的安全性。

| 设备 | 投资金额 |
|----------|------------|
| 乐器 | \$100,000 |
| 合唱礼服 | \$20,000 |
| 乐队制服 | \$50,000 |
| 活页乐谱 | \$100,000 |
| 乐谱架 | \$3,000 |
| 音乐座椅 | \$10,000 |
| 合唱团台阶 | \$3,000 |
| 立体声设备 | \$2,000 |
| CD、磁带和唱片 | \$1,000 |
| 声学罩 | \$15,000 |
| 计算机 | \$20,000 |
| 电子键盘 | \$8,000 |
| 总计 | \$332,000* |

音乐套间储存学校投资金额最高的一些器材，因此优先考虑对于安全性的高要求。

*根据典型音乐课程配备计算

音乐套间规划的最后一步是选择专为音乐活动设计的设备。虽然家具和设备通常并不包括在建筑总包合同之内，但通过提前规划，从而确保预算足以采购所需设备。

下文提供基本工作表，有助于满足高素质音乐教育对音乐套间设备的各项要求。

演出区域

无论是大型合奏、室内音乐会、独奏还是任何其他演出，设施中的演出区域都是呈现艺术作品的场所。精心规划对于打造功能最完备空间而言必不可少，如果要让演出空间令人满意，您必须承认一些事实：

- 这是复杂的设计任务，需要专业人士帮助。
- 要打造共享而非单独专用的空间。
- 即使最基本的礼堂，造价也很高。
- 礼堂要存放大量昂贵设备。

多 用 性

考虑因素

演出空间不同于练习和排练空间，后者通常供特定使用者使用，前者通常由众多团体出于不同目的而进行使用。TM

- 音乐师生使用这些空间完成乐队、管弦乐团以及合唱团演出。
- 戏剧师生使用这些空间完成戏剧和歌舞剧演出。
- 学校管理人员使用这些空间举行文艺活动和会议。
- 外校甚至社区使用这些空间满足多种其他需求。
- 打造行之有效的多用途设施需要校内多方协作，共同尽可能满足更多使用需求。这也更有可能获得足以建造有效设施的充足资金。
- 由于此类空间比较复杂，应聘请建筑师及其他顾问，在适当的预算和策划指导下设计设施。
- 演出空间必须还可容纳多种设备，其中一些尺寸较大、价格昂贵。
- 确定音乐师生具体需求需要深入分析空间预期用途（策划）。
- 这些空间的其他使用者应从类似观点出发，具体沟通策划需求。

策划

确定需求

最好先从整理近期演出规模列表开始分析对演出空间的音乐要求，特别注意演出团体和观众人数。使用下表创建具体需求列表。首先列出所有演出，然后指明预期增长或新用途。还要单独创建一份其他空间（例如体育馆和兼作食堂的礼堂）演出列表，以便全面了解演出空间预期要求。

| 演出区域 策划工作表 | | | | | | | | | |
|---------------|-----|-------|------|------|------|------|----------------|--------|------------------|
| 使用日期 | 使用者 | 演出 | 乐团人数 | 观众人数 | 搭建时间 | 拆卸时间 | 设备 | 排练时间 | 注释 |
| 3月15日 | 管乐团 | 春季音乐会 | 80 | 450 | 3小时 | 2小时 | 声学罩、座椅、乐谱架和指挥台 | 音乐会前一天 | 观众过多，无法容纳。需要改善照明 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

有关完整工作表，请参见第 47 页。

随着设施计划进展，演出空间最终设计将由策划需求和预算确定。

- 计划深入开展之前，必须确定设施内演出空间总数。
- 在剧院、咖啡馆、体育馆以及场外分配特定类型的演出空间，通常是巧妙利用空间和资金的方法。

其他用途

演出空间的其他使用者也应填写同一张表，并回答相同的问题。可能的使用者包括：

- 戏剧师生、学校管理人员、大班授课师生、当地其他学校、社区组织以及音乐会系列主办方。
- 如果要打造多用途空间（例如体育馆或兼作食堂的礼堂），应将非演出用途包括在为建筑师准备的策划文档之内。

具体变化

自问以下问题并写出答案有助于明确演出空间真正所需和多余之处：

- 对于现有空间，最欣赏什么？
- 最想改变现有空间的哪些功能？
- 按照重要性顺序，最希望新空间具备哪些常规功能？

礼堂声学

考虑因素

声学应成为所有音乐教育设计要求的重中之重。要了解声学需求，就要在提出适当设计和施工建议之前，分析空间的不同用途。

- 演出空间声学极其复杂。建议聘请声学顾问。
- 对于学校演出空间，声学需求差异极大。声学顾问有助于确保充分利用空间和资金。
- 学校设施设计既可采用可变声学元素（称为主动声学），又可通过专用设备满足更高的使用需求。

设施规模

设施规模应以策划需求和可用预算为主导。

- 在确定房间体积和声学设计时，应该优先考虑主要用途。
- 例如，如果器乐是主要用途，则乐团声学需求应为整体设计的优先考虑重点。

舞台大小

参照以下指南确定舞台所需空间。

| 舞台大小指南 | |
|---------|---------------|
| 演出 | 面积要求* |
| 管弦乐团和乐队 | 每人 20-30 平方英尺 |
| 合唱团 | 每人 3-4 平方英尺 |
| 坐立合唱团 | 每人 7-9 平方英尺 |

* 摘自 *Planning New or Renovated Music Facilities*, 作者: Howard, Boner, Holden 和 Wetherill。

- 以上数字并不是指整个舞台大小，而是演出空间要求指南，仅供参考。还要考虑其他空间需求。
- 戏剧和音乐剧通常需要更大空间。
- 还要考虑后台、副舞台和储存等空间。

舞台声学

- 上方反射器增强听觉效果。
- 舞台墙壁改善混合与均衡。
- 台阶改善合奏视听。
- 舞台声学罩有助于增强剧院空间声学效果。
- 大舞台上的小型团体需要室内声学罩。

观众声学

- 适当体积对此空间至关重要。
- 倾斜地面通常增强视听效果。
- 包厢可增加距离舞台不远的座位。
- 空间基本形状（扇形和鞋盒状等）会产生重大影响。

早期反射

演出空间声学设计必须确保声音在特定时间间隔内反射。

- 早期反射对清晰度和分节至关重要。
- 舞台周围区域、侧壁形状、包厢细节和顶棚都会反射直达声，并对观众听觉效果产生重大影响。

混响

适当混响产生环绕感、丰富感和温暖感。

- 适当使用声音吸收和扩散/反射材料，能够实现有效混响。
- 为满足多种声学需求，可使用活动吸音板、幕布和挡板，调整混响和更改策划。



各种奏乐与演讲相对理想混响。

图表摘自Theater Design, 作者: George C. Izenour,
出版: McGraw Hill, 1977年, B.B.N. 作图

隔音

需要隔音才能消除演出噪声和干扰。

- 有效设计消除室外干扰，包括通行和风雨声。
- 相邻空间（例如教室、公共区域或其他演出空间）必须与演出空间隔离。
- 机械和 HVAC 系统必须隔音，在演出空间隔绝前者产生的噪声。有关机械系统的详细信息，请参见第 17 页。

主动声学系统可以用于一些建筑场所。

- 电子设备在设有超大观众席和悬垂包厢的演出空间有助于声音分布。
- 电子设备可增强声学效果，改善不可变的房间体积条件。
- 电子设备可实现声学性质的重大调整。

设备

考虑因素

学校音乐演出需要数量庞大、种类繁多的设备。

- 声学和音响设备可包括用于多种演出的移动式声学罩和音响系统。
- 平台和台阶常用于大小器乐与合唱团合奏，以及小型爵士乐乐团和表演合唱团。
- 家具要求包括表演者座椅和乐谱架、指挥台和乐谱架及其他各种音乐设备。
- 要有适当照明，音乐表演着才能看清乐谱，观众才能欣赏演出。
- 立式钢琴和大钢琴常用于演出场所。

布局 和 储 存

考虑因素

有效布局全面考虑演出区域及其相邻区域的所有用途。还要制定各种设备的储存和转移计划。

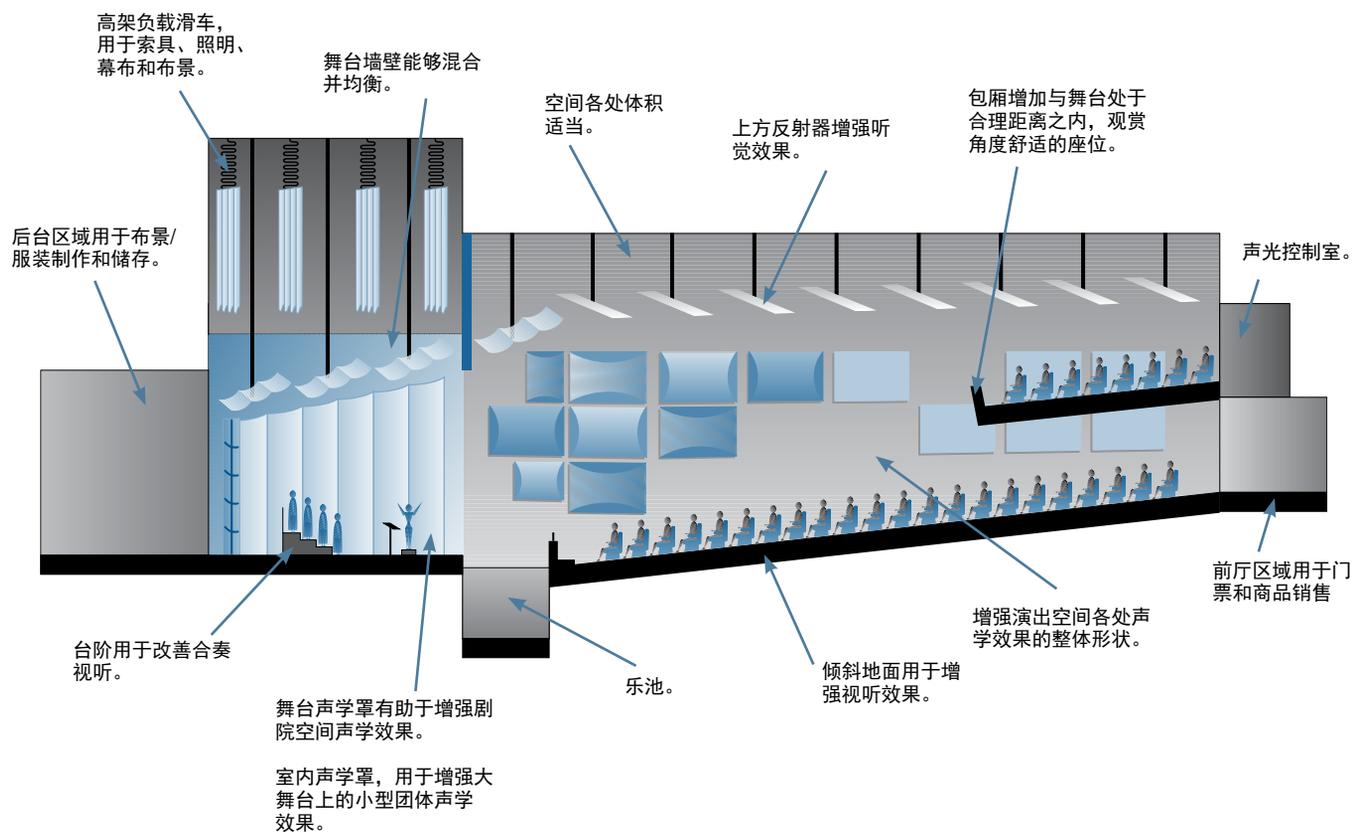
- 在排练与演出场所之间，设备和材料经常来回转移。
- 学生、乐器和家具经常在排练厅和更衣室附近转移，因此演出区域应该设在这附近。
- 后台区域时常用作预演准备场所。表演者还使用后台区域更衣换装，存放乐器和等待上台演出。
- 整场演出期间，台上台下通行流量络绎不绝。相邻区域应与观众席和门厅隔离以防干扰。
- 要为许多大型设备（包括舞台、台阶、声学罩、家具和钢琴）提供专用储存区域。
- 这些设备必须频繁转移到其他区域，才可供各种团体登台表演使用。
- 如果音乐剧、轻歌剧和歌剧也是剧院策划的一部分，还需要乐池。利用伸缩和覆盖装置，可在舞台和不同地面高度上使用乐池。
- 其他演出区域使用者各自也有很大的设备需求。

专用空间

台口剧院

在美国各地高中学校，这种剧院可能是最常见的专用演出空间，因为它可满足非常多的使用需求。

- 内在灵活性为戏剧和器乐创作提供支持。
- 空间效果出色，广泛适用于多种其他用途。

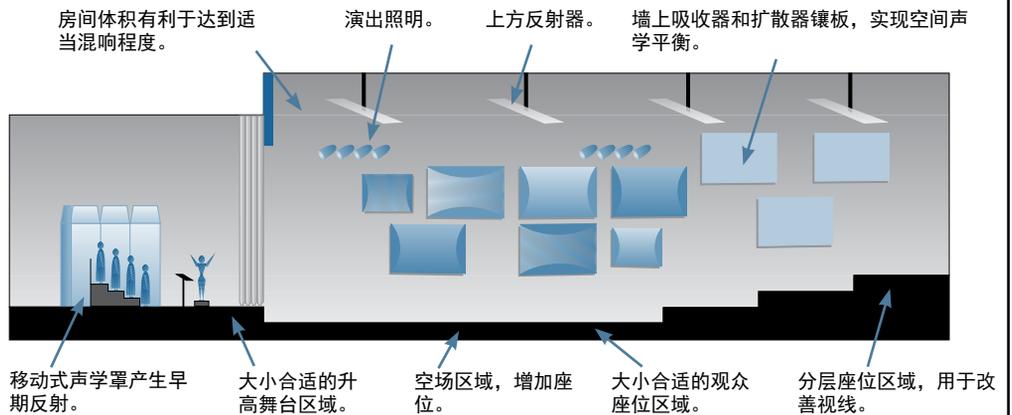


多用空间

兼作食堂的礼堂

许多学校（特别是中学）都使用这种多用空间，因为兼具诸多功能，充分利用设施资金。

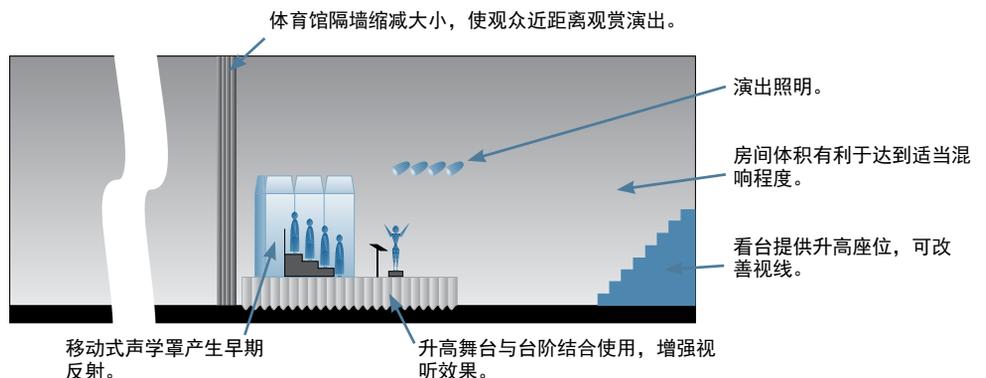
- 通过创新之举，食堂、公共区域、演出区域和大型集会区域均可兼作他用，打造出的空间符合使用和预算指导原则，同时灵活多样、功能齐全。
- 此类空间通常无法达到音乐表演所需声学效果。但采用适当的设计元素和材料（包括吸收器和扩散器镶板以及声学罩），此类空间也可成为非常实用的演出区域。
- 此类空间一般也没有适合观众视线的座位以及能够满足表演者和观众照明需求。
- 移动式设备（包括声学罩、台阶和分层座位）也有助于此类空间实现音乐功能，并可转移到其他区域实现其他用途。确保为这些设备规划舞台。



体育馆

与此相比，很少有其他校内空间需要满足如此多需求。

- 除了日程紧凑的篮球、摔跤、体操、排球和体育课等众多体育活动之外，体育馆还常用于舞蹈、集会和音乐会。
- 这种做法的好处在于，体育馆为大量观众提供宽敞空间，看台也可有效容纳观众座位。
- 这种做法的缺点在于，原始设计经常忽视声学 and 照明。
- 虽然体育馆并不是理想的演出环境，但适当规划也可提高其实用性。



注 释

吸收

声音吸收是在声音接触表面材料时发生的声能衰减。在声音与厚纤维材料（例如帷幕）发生接触时，可吸收大量声能，反射回声源的声音更少。

主动声学

主动声学以被动声学为基础，但也使用电子声学元件（扬声器、麦克风和数字信号处理），对环境声学产生有利影响。

扩散

扩散是在声音碰到声学反射表面时产生的声音散射和变向。扩散非常必要，如此才能保证设施各处听得清楚。例如，在历史悠久的剧院中，奢华的装饰具有多角度声学反射表面，从而产生出色的扩散效果。

回声

在已经听到声源发出的直达声很久之后，不同表面又将声波反射到听众耳中，此时即产生回声。在舞台上吹号，经常会通过礼堂后墙产生回声。虽然吸收器和扩散器均可用于控制回声，但通常首选扩散器。

颤动回声

如果声源位于平行的声音反射表面之间，就会产生颤动回声。在未经处理的长方形教室内，敲击小军鼓边缘会产生长时间的嘈杂声，也就是颤动回声。扩散器通常是颤动回声问题的最佳解决方案。

频率

频率是音高的物理描述。厚地毯吸收一部分高频笛声，但对低音号的低频声能基本没有影响。

响度

在空间太小或未经声学处理的室内，合奏即可产生过大响度。吸收器镶板有助于控制过大响度。

掩蔽

在噪声与音高类似或更高的乐声发生冲突时，即产生掩蔽。在管弦乐队排练厅内，建筑机械系统噪声很容易遮蔽贝斯和大提琴声。

噪声标准 (NC)

环境背景噪声以噪声系数 (NC) 为衡量标准。不同的空间要求不同的 NC 值。

被动声学

被动声学是使用专门设计的产品处理室内声学。应用于或摆放在空间内的吸收和扩散产品平衡经过处理的环境声音吸收与分布方式。

临场感

声音经过墙壁和顶棚等房间表面主反射，然后在 30 至 80 毫秒（千分之一秒）之内返回音乐家耳中，即产生临场感。如果房间不够大（音乐家与墙壁和顶棚距离不够远），或未经主动声学处理，无法产生这一延迟。

反射

声的硬质、光滑表面反射类似于光的镜面反射。演唱者通常站在远离舞台边缘的位置，使其声音可从平台反射向观众。

共振

共振是指特定频率加强。在暴露于高声级的材料或家具发生振动时，可能产生共振。共振本身也可发声。

混响

混响是反射声音在封闭空间中持续累积对音乐特性和品质产生影响。在室内运动场内进行乐队演奏就会产生声音混响，因为声音经过多次反射才能消散。而在室外演奏相同的音乐就不会产生混响，因为没有墙壁或顶棚反射声音。需要吸收器才能控制过大混响。

传声

传声可发生在空气一样轻质或像混凝土和钢铁一样密实的材料。体育馆内拍球声主要通过建筑结构传入相邻的合唱室，而在邻接走廊听到的大部分合唱声都是通过排练厅房门四周缝隙传播。

视觉声学

视觉声学是音乐套间室内设计，以看似外表美观的元素为特点，但对声学效果造成不利影响。例如，曲面墙壁和圆顶天花板会产生热点，造成声音聚集，严重影响音质。圆顶和凹面墙壁虽然外表美观，但对声学环境造成灾难性后果。

策 划 工 作 表

使用这一策划工作表，确定令人满意的音乐套间面积需求。务必遵守封底内页经验法则图表。

| 策划工作表 | | |
|-----------------|-------------|------|
| 主要教学区域 | 相关邻近空间 | 估算面积 |
| 乐队排练厅 | | |
| | 练习室数量 _____ | |
| | 乐队办公室 | |
| | 乐器维修 | |
| | 乐器储存室 | |
| | 乐队乐谱资料库 | |
| | 合奏室 | |
| | 游行乐队设备储存 | |
| | 制服储存 | |
| | 其他 | |
| 合唱团排练厅 | | |
| | 练习室数量 _____ | |
| | 合唱团办公室 | |
| | 合唱乐谱资料库 | |
| | 合奏室 | |
| | 合唱团礼服储存 | |
| | 其他 | |
| 管弦乐队排练厅 | | |
| | 练习室数量 _____ | |
| | 管弦乐队办公室 | |
| | 乐器储存室 | |
| | 管弦乐队乐谱资料库 | |
| | 合奏室 | |
| | 制服储存 | |
| | 其他 | |
| 电子音乐实验室 | | |
| 公共区域/主入口 | | |

设备工作表

使用这一设备工作表，确定整个音乐套间所需设备类型和数量。
使用第 33 页示例工作表作为指南。

| 设备规划工作表 | 乐队排练厅 | 合唱团排练厅 | 管弦乐队排练厅 | 合奏室 | 练习室 | 电子音乐实验室 | 办公室 | 演出区域 | 乐器储存室 | 乐谱资料库 | 服装储存室 | 总计 | 预算 |
|-----------------|-------|--------|---------|-----|-----|---------|-----|------|-------|-------|-------|----|----|
| 最大班级规模 | | | | | | | | | | | | | |
| 学校自有乐器 | | | | | | | | | | | | | |
| 音乐坐姿椅 | | | | | | | | | | | | | |
| 座椅储存推车 | | | | | | | | | | | | | |
| 带平板扶手的音乐坐姿椅 | | | | | | | | | | | | | |
| 乐谱架 | | | | | | | | | | | | | |
| 乐谱架储存推车 | | | | | | | | | | | | | |
| 便携坐式台阶 | | | | | | | | | | | | | |
| 便携站式合唱团台阶（6 件套） | | | | | | | | | | | | | |
| 指挥座椅、乐谱架和指挥台 | | | | | | | | | | | | | |
| 钢琴/键盘 | | | | | | | | | | | | | |
| 移动式乐谱储存柜（每个房间） | | | | | | | | | | | | | |
| 立体声设备组件 | | | | | | | | | | | | | |
| 立体声设备储存柜 | | | | | | | | | | | | | |
| 移动式声学罩（12 件套） | | | | | | | | | | | | | |
| 计算机 | | | | | | | | | | | | | |
| 电子键盘 | | | | | | | | | | | | | |
| 计算机/键盘工作台 | | | | | | | | | | | | | |
| 教师讲台（每位教师） | | | | | | | | | | | | | |
| 教师文件柜（每位教师） | | | | | | | | | | | | | |
| 乐器储存 | | | | | | | | | | | | | |
| 活页乐谱储存 | | | | | | | | | | | | | |
| 礼服和制服 | | | | | | | | | | | | | |
| 其他 | | | | | | | | | | | | | |

后 记

参考文献

- Acoustical Design of Music Educational Facilities, 编辑: E. McCue 和 R.H., Talasee, 出版: Acoustical Society of America (经由 American Institute of Physics), 纽约州纽约市, 1990 年
- Architectural Acoustics, 作者: M. David Egan, 出版: McGraw Hill Co., 纽约州纽约市, 1988 年
- Music Facilities: Building, Equipping, and Renovating, 作者: Harold P. Geerdes, 出版: MENC, 1987 年
- NASM Guide to New and Renovated Music Facilities
- Planning New or Renovated Music Facilities, 作者: Michael R. Howard、Charles R. Boner、Mark A. Holden 和 Ewart A. Wetherill, National Association of Schools of Music 研讨会上发表, 达拉斯, 1996 年 11 月
- The School Music Program: Description and Standards (第二版), 发表: Music Educators National Conference (MENC), 1986 年
- Theater Checklist, 发表: American Theater Planning Board, 出版: Wesleyan University Press, 康涅狄格州米德尔敦, 1969 年
- Theater Design, 作者: George C. Izenour, 出版: McGraw Hill, 1977 年

资源

有关声学 and 剧院专业人士姓名、电话号码和地址, 请查阅以下资源。

- NCAC Directory, National Council of Acoustical Consultants, 66 Morris Ave., Suite 1A, Springfield, NJ 07081-1409, (201) 564-5859, FAX (201) 564-7480
- ASTC Directory of Theater Consultants, American Society of Theater Consultants, 12226 Mentz Hill Road, St. Louis, MO 63128. (314) 843-9218, FAX (314) 843-4955

其他 WENGER 出版物

以下是可向 Wenger 代表索取的其他资源。

- 声学入门
- 声学问题及其解决方案
- 小学规划指南
- 演出空间 (即将发布)

空间要求

考虑因素

Wenger 面积建议以令人满意的音乐设施为依据。虽然在缺乏经验的人士看来可能过于高深，但这些建议是我们五十年来深入研究世界各地音乐套间的经验荟萃。以任何方式缩小建议数字都会对场所效果造成不利影响。考虑以下因素：

- 适当的声学效果要求特定空间大小（以建筑总体积为测量单位）。
- 音乐教育属于体能活动，需要比其他课程更大的空间，演唱者和乐器演奏者需要活动和演出空间。
- 教师也需要展示、观察和演出空间。
- 与演唱者相比，乐器演奏者需要更大空间来容纳乐器和乐谱架。
- 学生在音乐套间的走动更加集中、急促，布局必须提供充足空间，以消除拥挤，确保通行流量流畅。
- 大量贵重设备需要安全储存。
- 必须为满足扩展需求而规划空间。
- Wenger 面积建议全面考虑各项因素，通过非常具体并经实践证明的空间要求，打造出独一无二的音乐套间。
- 无论人数多少，专为合唱音乐设计的房间的面积至少为 1,800 平方英尺，体积至少为 28,800 立方英尺。同样无论人数多少，乐队排练厅的面积至少为 2,500 平方英尺，体积至少为 45,000 立方英尺。如果组员规模超过 60 位学生，则应参照经验法则图表确定足够的面积。

经验法则

参照以下经验法则确定音乐套间面积和体积。这些数字以 Wenger 在世界各地成功打造音乐套间的 60 多年丰富经验为基础，减小数字会严重影响设施有效性。为方便起见，有关大中小班级规模的排练厅经验法则同样包括在内，以供参考。

| 排练厅 | | | | | |
|-----------|-----------|------------|-------------------------------|----------|--------------------|
| 房间 | 班级规模 | 总占地面积 | 人均占地面积 | 顶棚高度 | 得出的建筑总体积 |
| 合唱团排练 | 60-80 名学生 | 1,800 平方英尺 | 20-25 平方英尺* (4877-6096 mm) | 16-20 英尺 | 28,800-36,000 立方英尺 |
| 乐队/管弦乐队排练 | 60-80 名学生 | 2,500 平方英尺 | 0-35 平方英尺* (5486-6706 mm) | 18-22 英尺 | 45,000-55,000 立方英尺 |

*每人总面积（平方英尺）的要求不等于每人室内的占用面积。相反，应当采用计算较大团体排练厅总附加面积的方法，将走廊和储存等附加空间要求考虑在内。

| 练习室 | | |
|-------|--------|---------------|
| 房间 | 容纳 | 占地面积 |
| 小规模练习 | 2 名学生 | 35-40 平方英尺 |
| 键盘 | 2 名学生 | 55-60 平方英尺 |
| 小型团体 | 4 名学生 | 75-80 平方英尺 |
| 中型团体 | 6 名学生 | 95-100 平方英尺 |
| 中型团体 | 15 名学生 | 350-450 平方英尺* |

*应计划为大型练习室增加顶棚高度。

| 计算机实验室 | | |
|---------|------------|--------------|
| 储存类型 | 工作台 | 占地面积 |
| 电子键盘实验室 | 11-21 个工作台 | 500-750 平方英尺 |

| 其他房间 | | |
|-------|------------|--------------|
| 房间 | 容纳 | 建议占地面积 |
| 办公室 | 1 位教师 | 100-200 平方英尺 |
| 乐谱资料库 | 150 名学生的乐谱 | 150-200 平方英尺 |
| 乐器维修 | 1-3 人 | 50-75 平方英尺 |
| 公共区域 | 大型团体活动 | 500-700 平方英尺 |

| 储存区域 | | |
|------|-------------|--|
| 储存类型 | 容纳 | 占地面积 |
| 乐器 | 150-200 件乐器 | 4 平方英尺（每件乐器）或 600-800 平方英尺* |
| 合唱礼服 | 100 套礼服 | 2.5 平方英尺（每套服装）或 150-250 平方英尺*（每套悬挂礼服 2-4 英寸） |
| 乐队制服 | 100 每套制服 | 3 平方英尺（每套服装）或 300-400 平方英尺*（每套悬挂制服 4-5 英寸） |

*面积要求适用于 60-80 人课程。

| 活页乐谱储存 | | |
|--------|---------------|-------------|
| 份数 | 高密度储存系统所需占地面积 | 标准文件柜所需占地面积 |
| 500 | 35 平方英尺 | 65 平方英尺 |
| 1,000 | 70 平方英尺 | 130 平方英尺 |
| 2,000 | 140 平方英尺 | 260 平方英尺 |
| 3,000 | 210 平方英尺 | 390 平方英尺 |



© 2018 Wenger Corporation
USA/2-18/200/W/LT0071E



WENGER CORPORATION 电话 800.4WENGER (493-6437) 全球 +1.507.455.4100 | 零件与服务 800.887.7145 | 加拿大办事处 800.268.0148 | wengercorp.com
555 Park Drive, PO Box 448 | Owatonna | MN 55060-0448

JR CLANCY 电话 800.836.1885 全球 +1.315.451.3440 | jrclancy.com | 7041 Interstate Island Road | Syracuse | NY 13209-9713

GEARBOSS 电话 800.493.6437 | 电子邮件 gearboss@wengercorp.com | gearboss.com | 555 Park Drive, PO Box 448 | Owatonna | MN 55060-0448