

1.2 体型设计的原则

对于观演类厅堂的体型，应由建筑声学设计师根据声学原理和项目功能定位要求进行设计。对于功能、体积已经确定的观演空间，体型设计的结果直接决定早期反射声的时间和空间分布，甚至影响直达声的传播，将对厅堂内的听音效果、装修造价产生重大影响。因此，体型设计是厅堂音质设计的重要基础。

体型设计应满足以下几个要求。

- (1) 合适的容积控制。
- (2) 充分利用声源的直达声，依据声学原理使直达声能够传播到厅堂的每一处。
- (3) 通过合理的体型设计，去争取和控制厅堂内的早期反射声，使其满足合理的时间和空间分布要求。
- (4) 适当的声扩散处理，使厅堂内的声场达到好的扩散程度，以满足厅堂内声场均匀度的要求。
- (5) 防止厅堂内出现声聚焦、多重回声、声影区、驻波等声学缺陷。
- (6) 明确墙体的装修厚度、顶棚的装修高度及荷载，给建筑设计师、装饰设计师提供方便。

1.2.1 厅堂的容积控制

不同声学厅堂，对容积（每座容积）控制有不同的要求。比如：

歌舞剧场观众厅的每座容积建议为 $4.5 \sim 7.5\text{m}^3$ ；

话剧、戏曲剧场观众厅的每座容积建议为 $4.0 \sim 6.0\text{m}^3$ ；

电影院观众厅的每座容积建议为 $6.0 \sim 8.0\text{m}^3$ ；

会堂、报告厅、多功能厅观众厅的每座容积建议为 $3.5 \sim 5.0\text{m}^3$ ；

体育馆比赛大厅的每座容积建议为 $15.0 \sim 25.0\text{m}^3$ 。

1.2.2 声源直达声的利用

直达声强度的大小将影响观众席上声音的清晰度。由于观众席的吸声作用，直达声每经过一个观众席，强度都会有衰减，故而观众席的听音清晰度与声源距离成反比，距离越远清晰度越差。

演出时，演员和部分乐器发出的声音均有一定的指向性。高频声音的指向性强，低频声音的指向性弱。观众席不在声音辐射（指向性）的区域内时，听音清晰度较差。

以自然声演出为主的厅堂，体型设计应注意以下几点。

(1) 厅堂的纵向长度一般不宜超过 35m。

(2) 使观众席尽量靠近舞台。当观众席超过 1200 座时，宜增加一层悬挑式楼座；当观众席超过 1800 座时，宜采用两层或者多层悬挑式楼座。

(3) 观众席的平面布置，建议将绝大部分观众席置于以声源为顶点的 140° 角的区域内。

(4) 观众厅尽可能采用高低错落的梯田式布置。观众席的高差设计既可以满足视线的设计要求、高低错落的区域变化，也有利于加强观众厅的声扩散。

(5) 观众厅顶棚设计，既应满足声反射和声扩散的要求，还应满足混响设计、隔声设计的要求。

1.2.3 早期反射声的控制

比直达声滞后 50ms 以内到达的声音称为早期反射声。音乐演出，可以延长至 80ms。

观众厅的体型设计应该使厅内每个观众席都能够接收到丰富的早期反射声，尤其是侧向早期反射声。

依据声学原理，在对观众厅作平面、剖面图进行声线分析时，即可得到每种体型的观众厅的早期反射声的状况。声线分析时，建议声源的位置选择舞台大幕线中心后 3m、高于舞台地面 1.5m 处，分别对顶棚及侧墙的形状进行声线分析，以确定顶棚和侧墙的最佳造型。设有乐池时，应在乐池开口中心增设一个声源点再做声线分析。

案例 1-1 浙江省横店海晏堂 3030 座大剧场声线分析

图 1-1 ~ 图 1-3 为横店海晏堂大剧场声线分析图。声源位于大幕线中心后 3m，离舞台地面高 1.5m 处。从声源发出的声音，经观众厅吊顶及侧墙反射后，可到达池座和楼座观众席的各个区域，声场分布均匀，并给观众席提供了大量的早期反射声，为提高观众区域的听音清晰度、亲切感及空间环绕感发挥了重要作用。

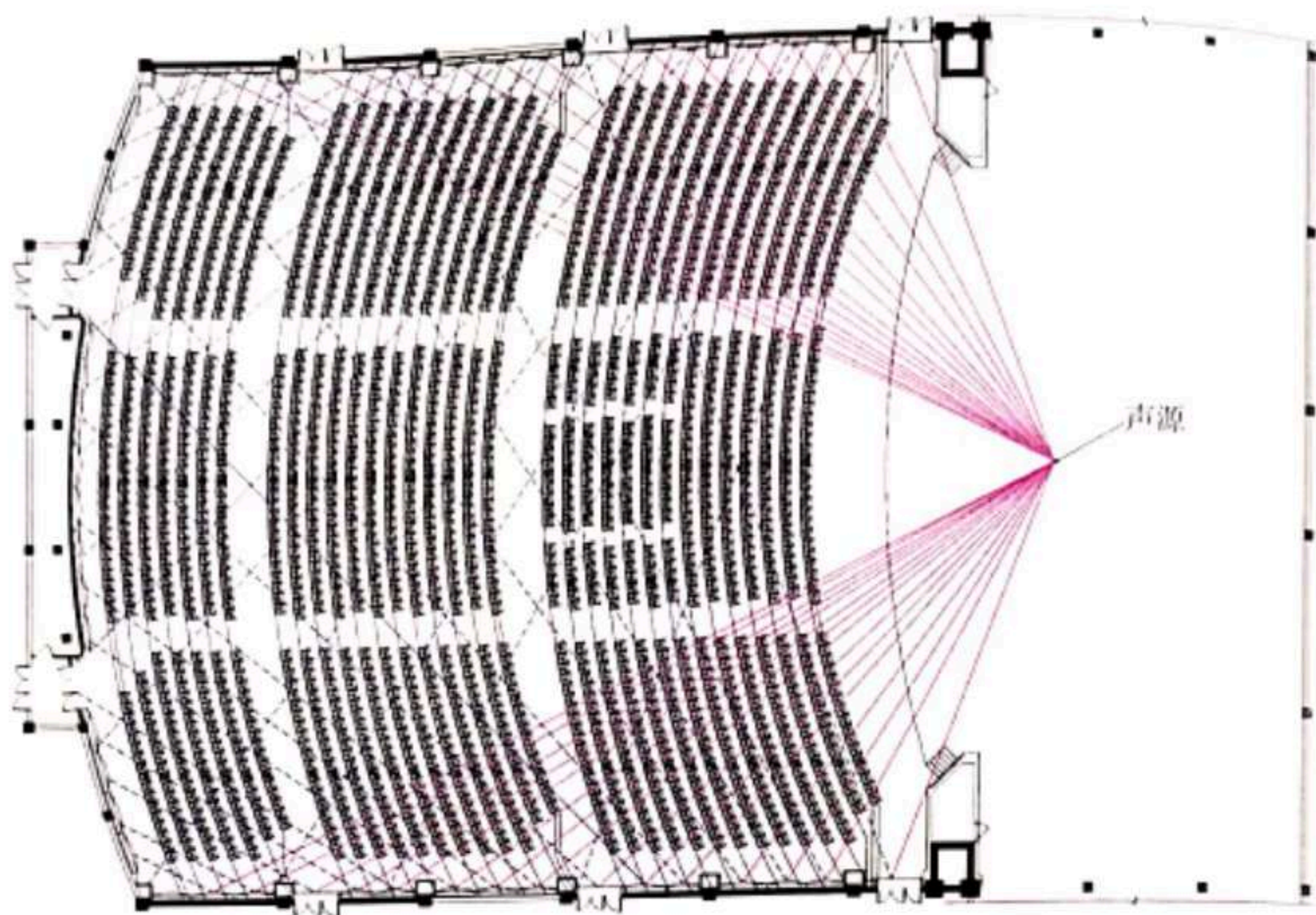


图 1-1 横店海晏堂大剧场池座声线分析平面图

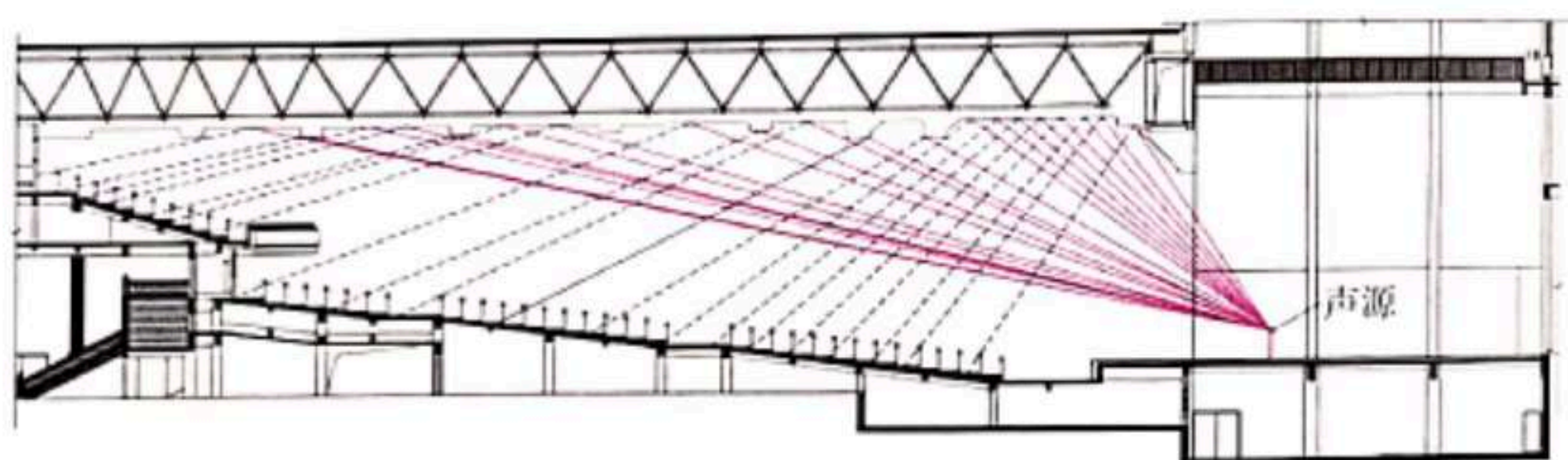


图 1-2 横店海晏堂大剧场声线分析剖视图

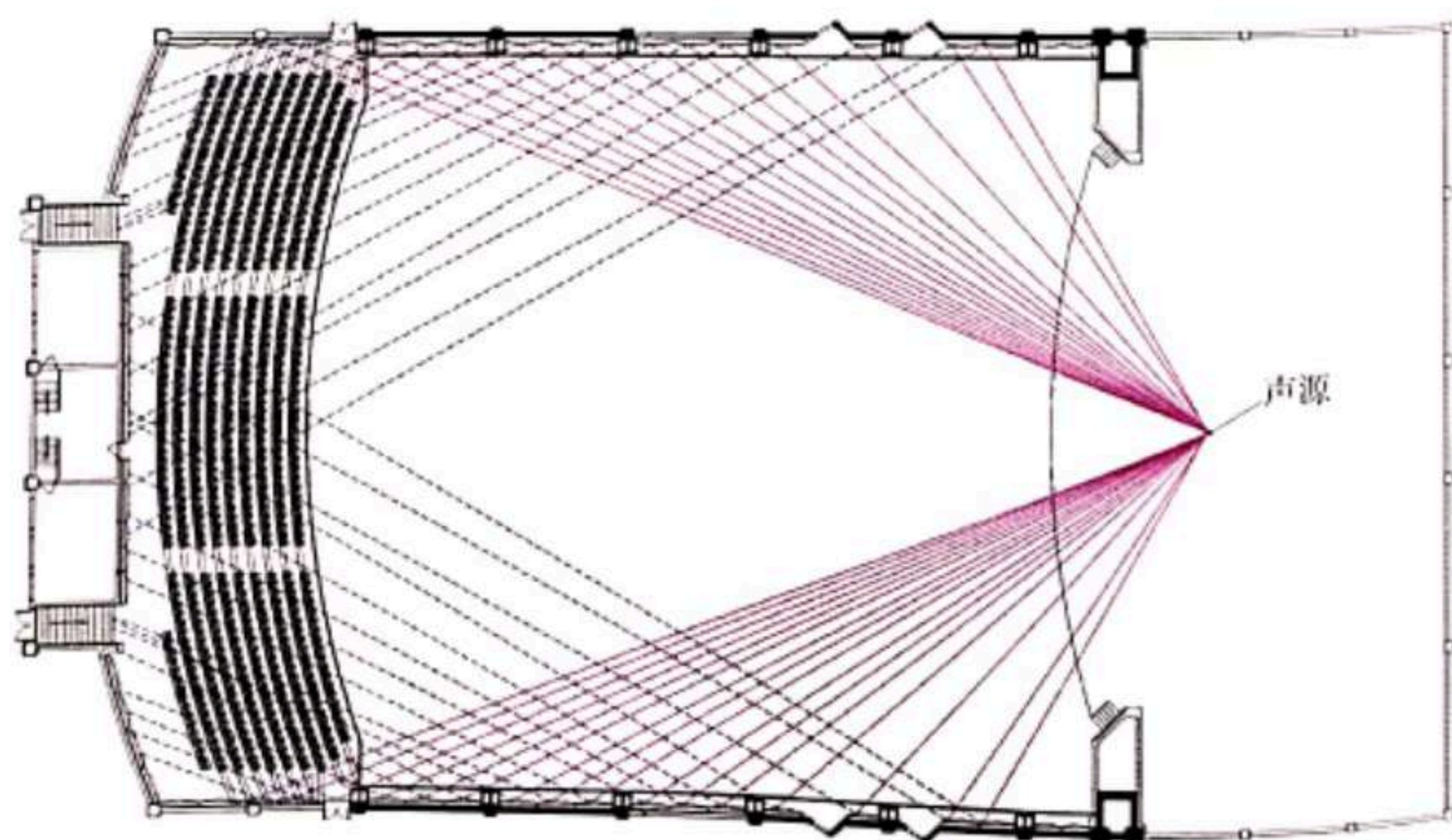


图 1-3 横店海晏堂大剧场楼座声线分析平面图

案例 1-2 江西省上高县艺术中心剧场声线分析

图 1-4~图 1-6 为上高县艺术中心剧场声源 1 的声线分析图。舞台内设有音乐罩, 声源 1 位于大幕线中心后 3m, 离舞台地面高 1.5m 处 (音乐罩中心位置)。从声源发出的声音, 经音乐罩、观众厅吊顶及侧墙反射后, 可到达池座和楼座观众席的各个区域, 声场分布均匀, 并给观众席提供了大量的早期反射声。

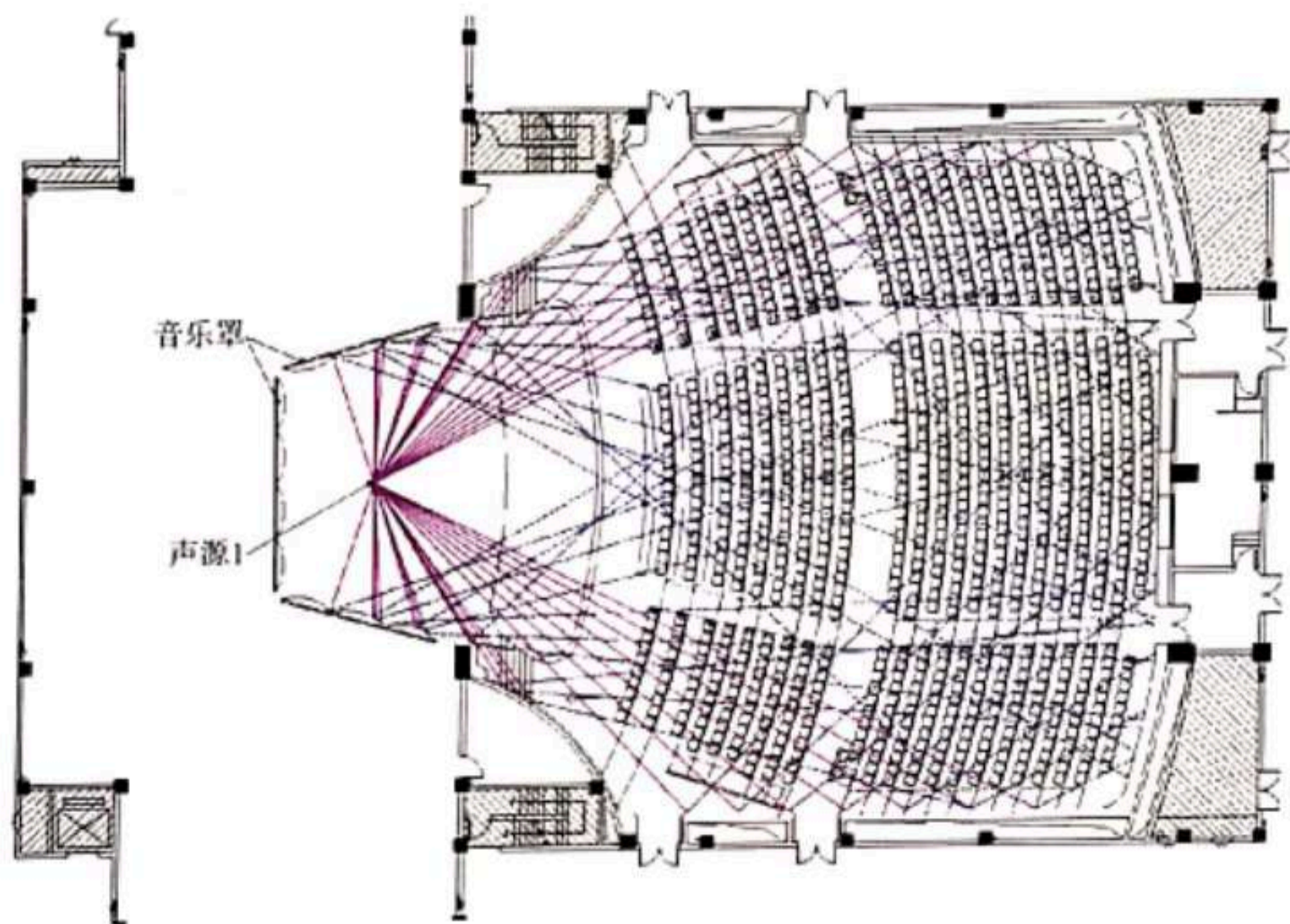


图 1-4 上高县艺术中心剧场池座声线分析平面图 (设音乐罩)

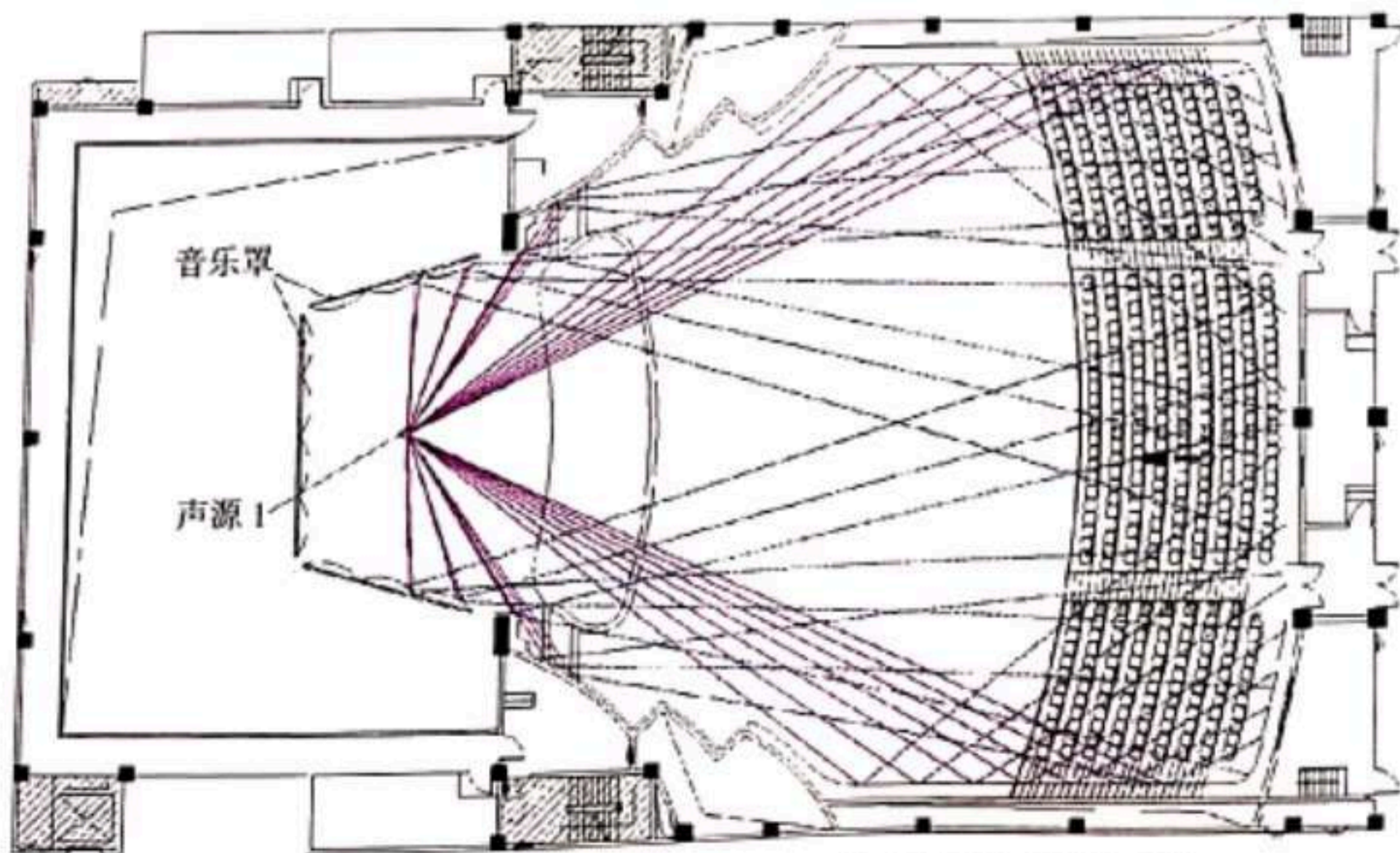


图 1-5 上高县艺术中心剧场楼座声线分析平面图 (设音乐罩)

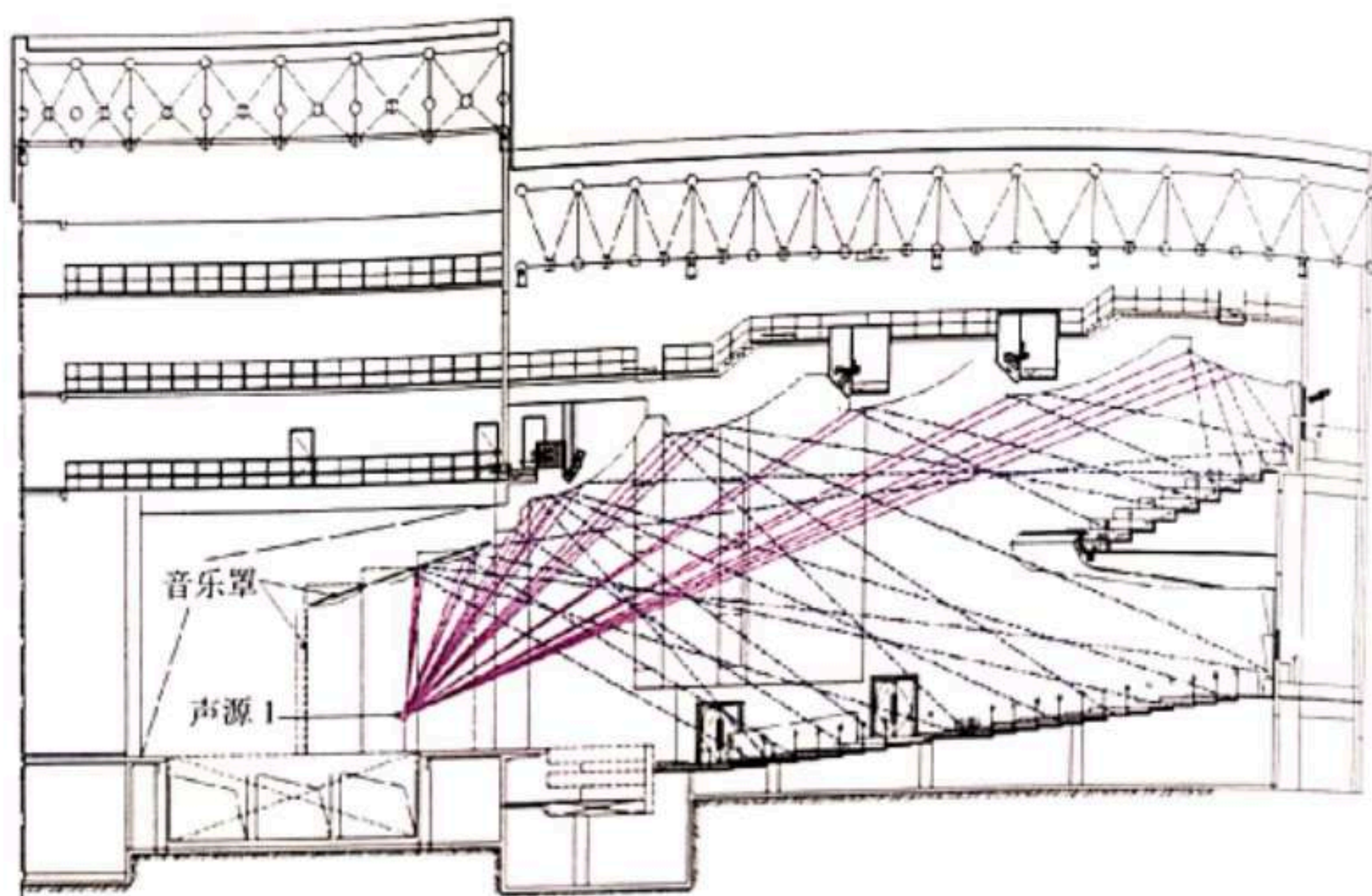


图 1-6 上高县艺术中心剧场声线分析剖视图 (设音乐罩)

图 1-7~图 1-9 为上高县艺术中心剧场声源 2 的声线分析图。声源 2 位于乐池开口中心，离乐池地面高 1.5m 处。从声源发出的声音，经观众厅吊顶及侧墙反射后，可到达池座和楼座观众席的各个区域，声场分布均匀，并给观众席提供了大量的早期反射声。

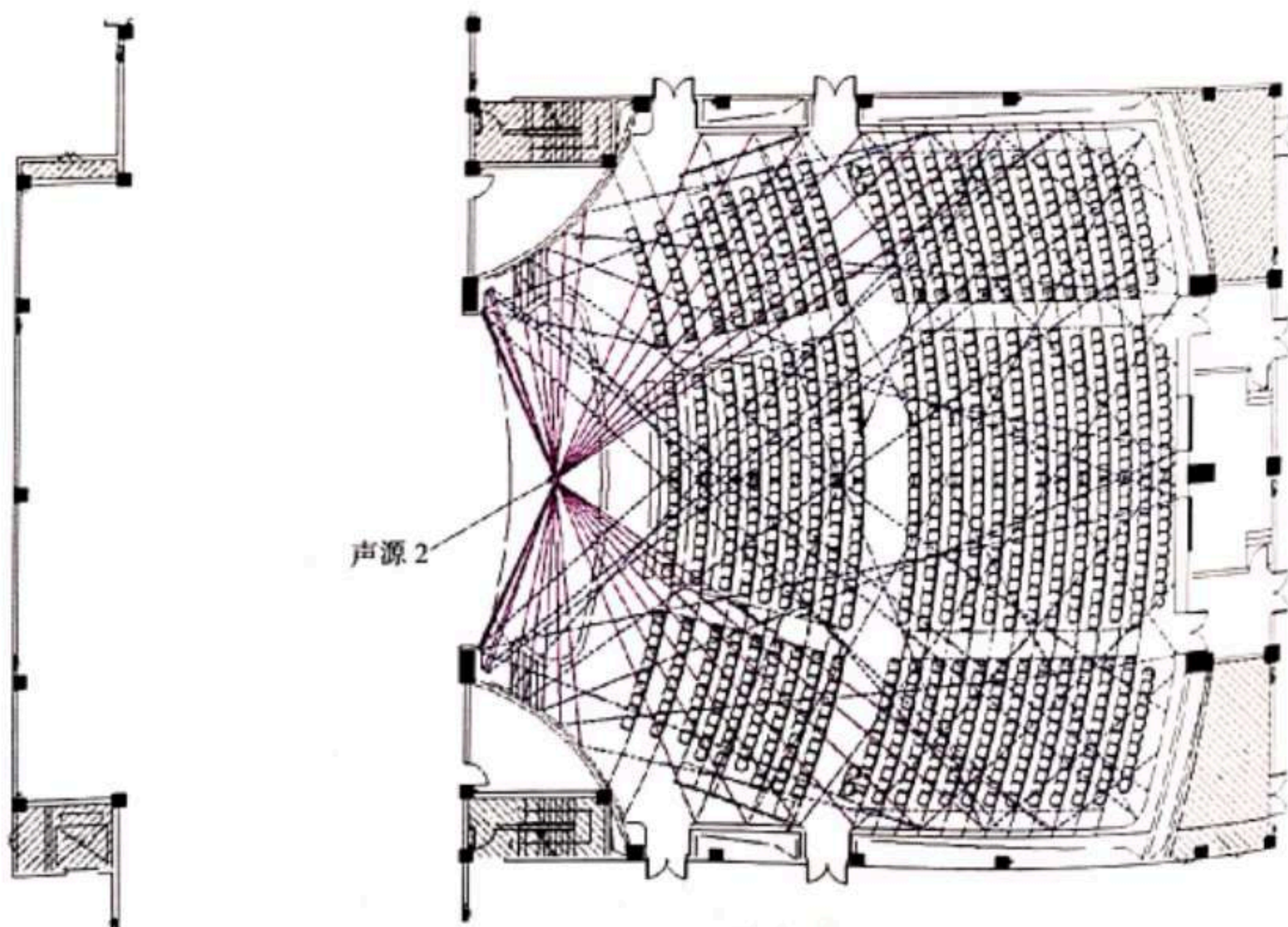


图 1-7 上高县艺术中心剧场池座声线分析平面图 (乐池)

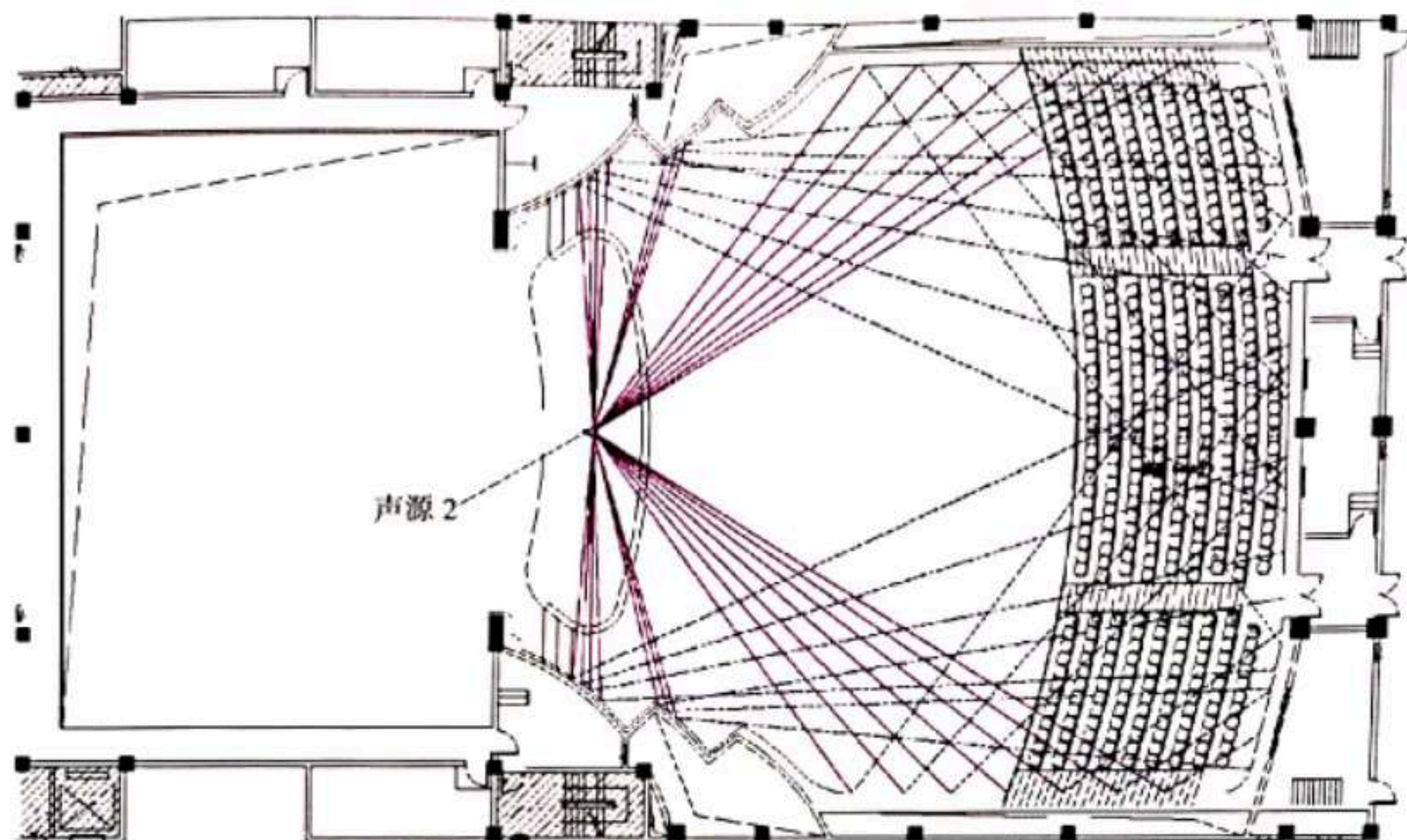


图 1-8 上高县艺术中心剧场楼座声线分析平面图（乐池）

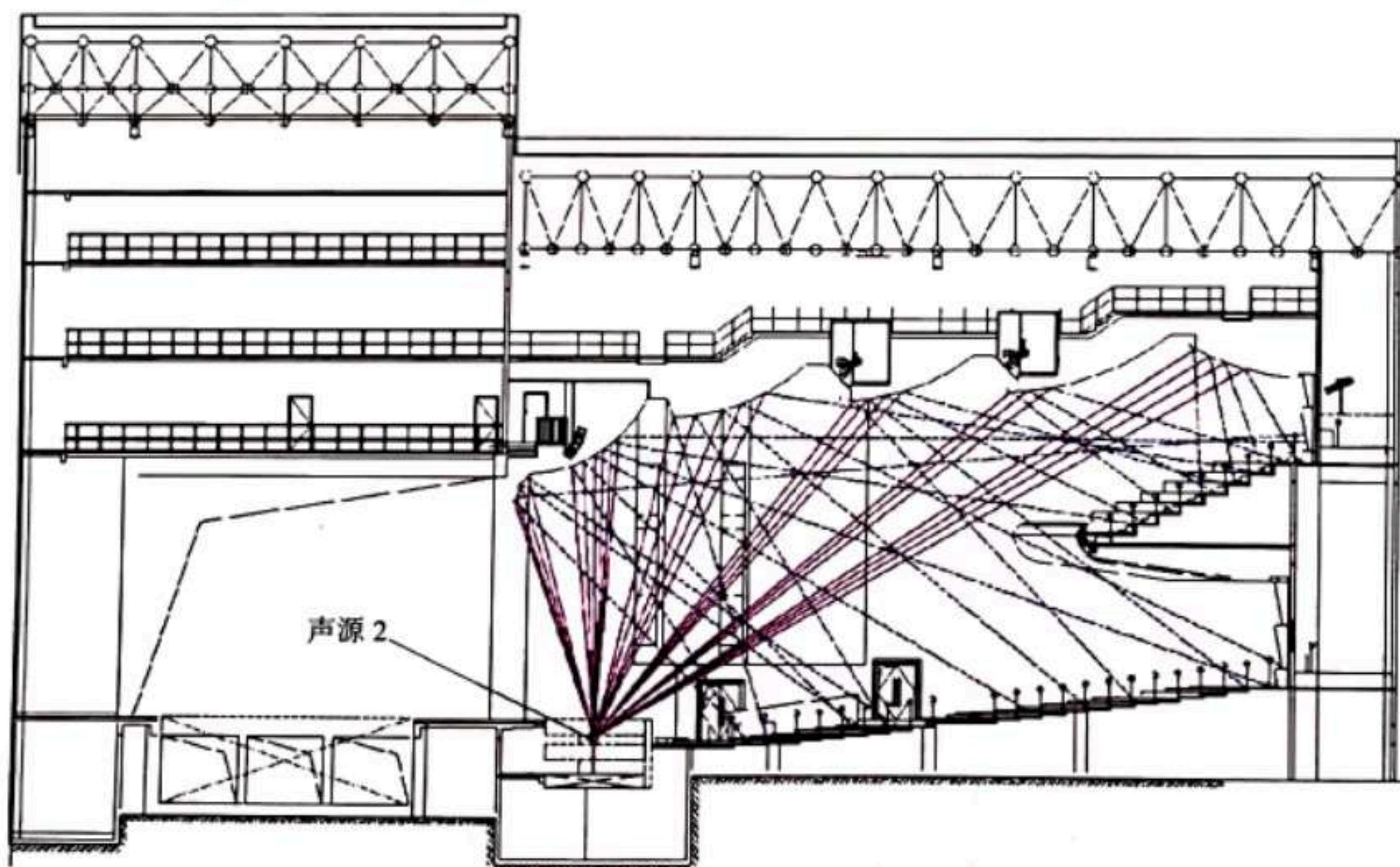


图 1-9 上高县艺术中心剧场声线分析剖视图（乐池）