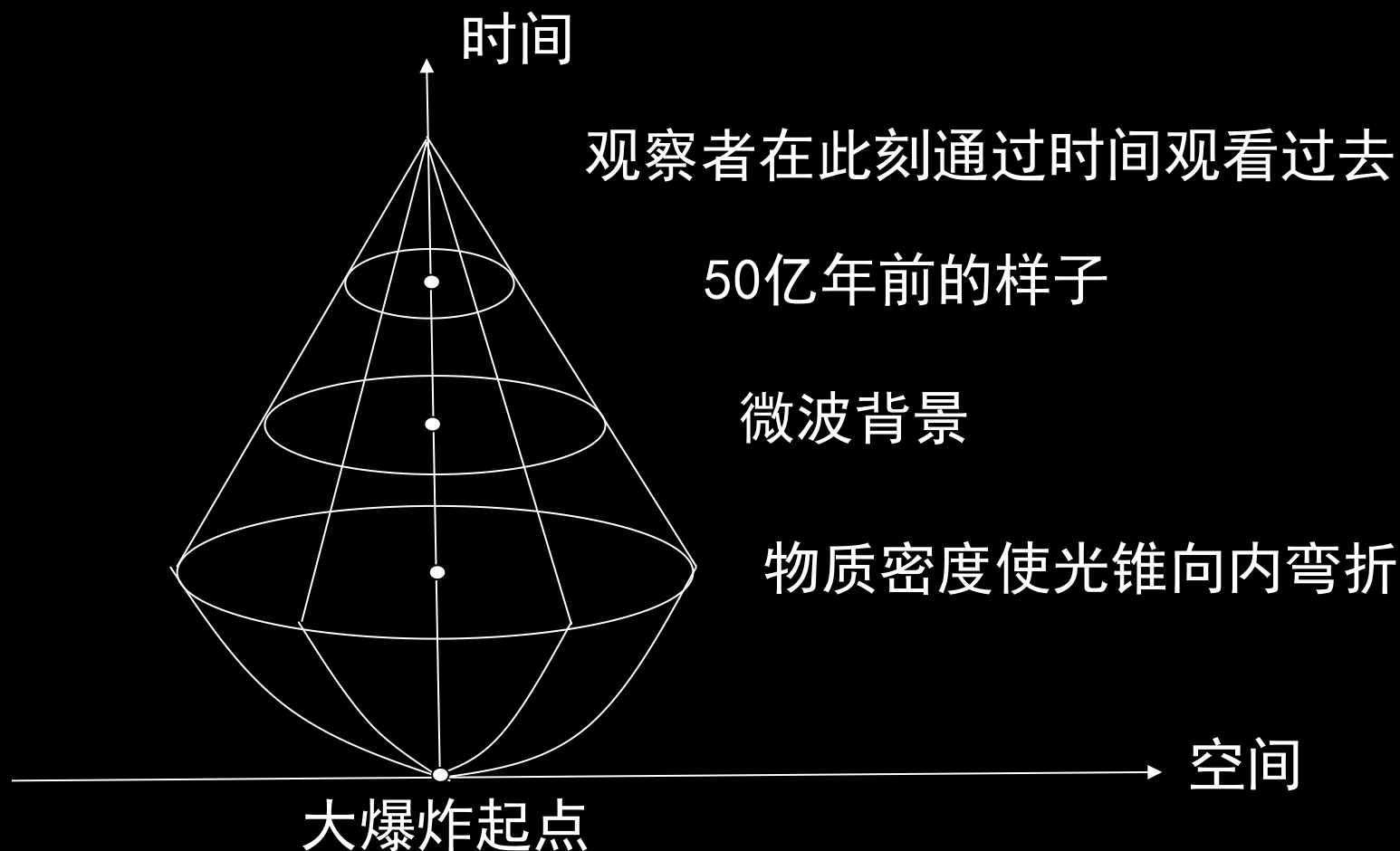


# § 8.4 时空再认识

## 一、时间的形态：梨形



# § 8.4 时空再认识

## 二、虚时间

虚时间是用虚数度量的时间。时间模型的规则是：按照在实时间中的历史确定在虚时间中的历史，反之亦然。

有些学者发现牵涉到虚时间的一种数学模型不仅预言了我们已经观测到的效应，而且预言了我们尚未能观测到但因为其他原因仍然坚持其存在的效应。

## § 8.4 时空再认识

### 三、 $p$ -膜理论

弦是一维延伸的物体，只有长度。弦理论中的弦在时空背景中运动，弦上的涟漪被解释为粒子。

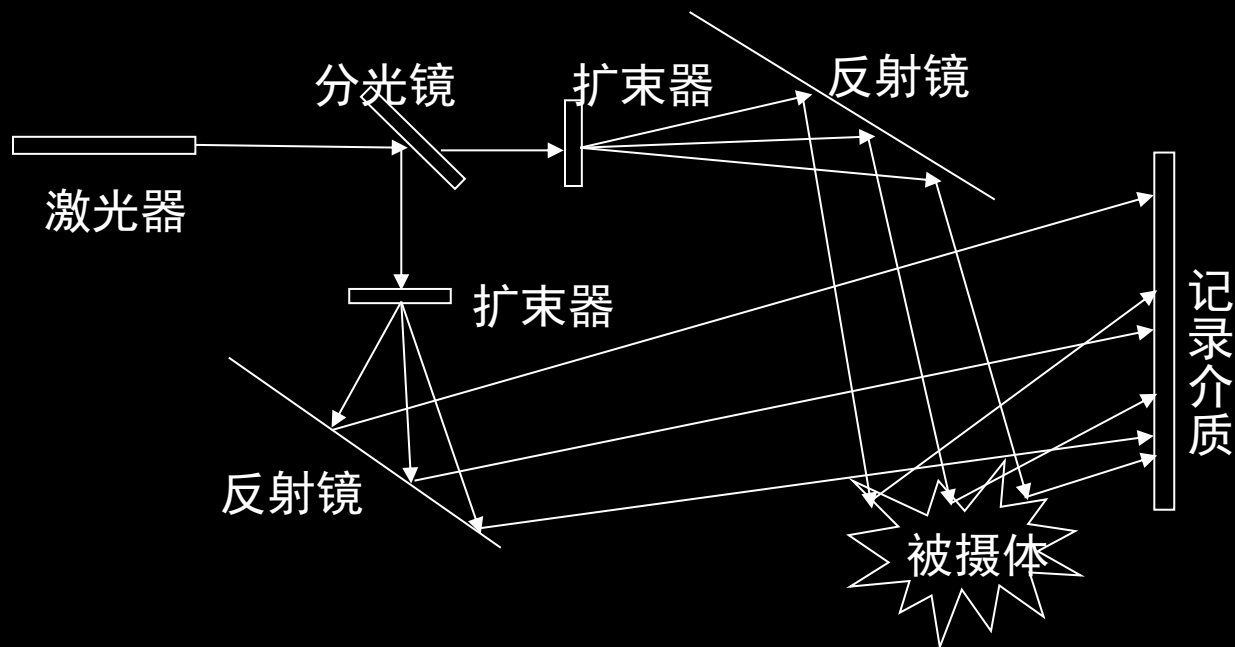
保罗·汤森将弦理论发展成  $p$ -膜理论：一个  $p$ -膜在  $p$  方向上有长度， $p=1$  时的膜就是弦， $p=2$  时的膜是面或者薄膜。在十维或者十一维的超引力理论的方程中可以找到所有  $p$ -膜的解。

## § 8.4 时空再认识

### 四、全息术在量子引力论中的应用

全息照相分成两步：

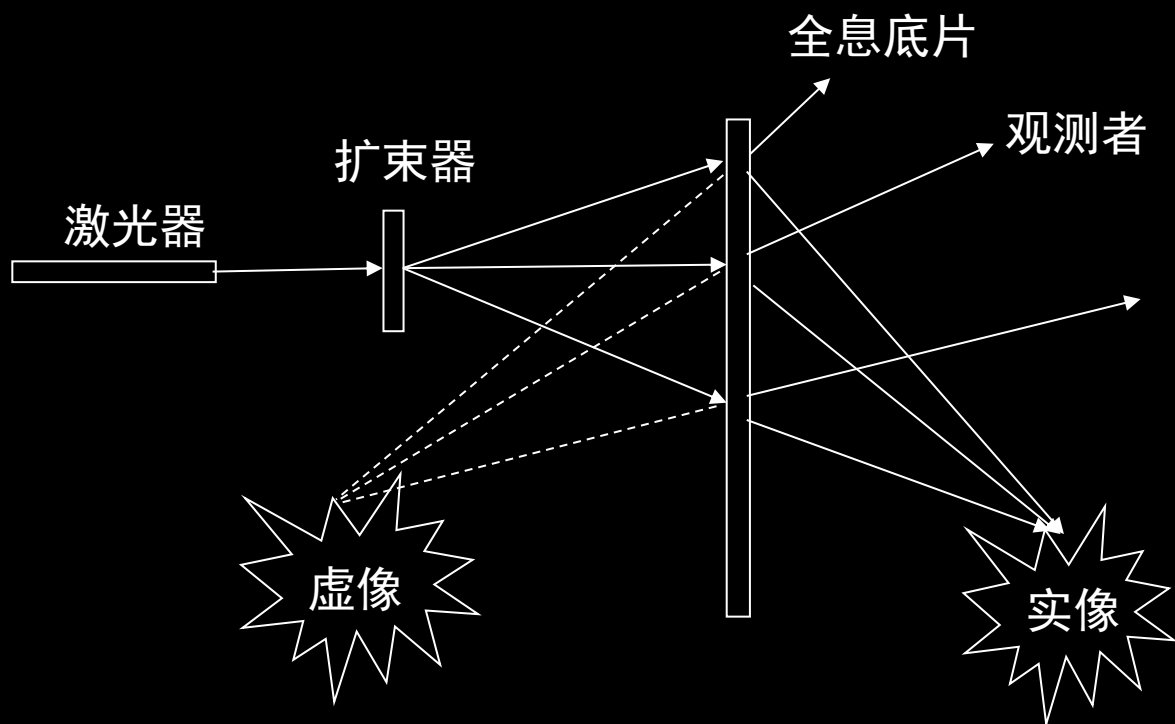
第一步为全息记录



## § 8.4 时空再认识

### 四、全息术在量子引力论中的应用

第二步为波前再现：



## § 8.4 时空再认识

我们生活其上的膜是一个四维球面，它是一个五维泡泡的边界。四维球面不再是空心的，而是被第五维充满的。全息术把一个时空区域的信息编码排列在一个低一维的面上。在膜世界模型中，全息术使四维世界的态和五维或更高维的态之间一一对应。发生在时空的五维的一切信息被编码在四维的边界上。这个实心的果壳就是一个泡泡，我们所观测到的宇宙就是泡泡内部的东西在膜上的投影，所以我们自以为是生活在四维的世界中。

# § 8.4 时空再认识

## 五、从膜到泡泡

膜的外面是什么，霍金给出了三种可能性：

- 1、外面可能没有任何东西，是绝对的无，甚至连“空”的空间也没有。
- 2、外面也可以建立一个数学模型。在该模型中一个泡泡的外面被粘到一个类似的泡泡的外面。
- 3、泡泡也许会膨胀进入一个空间，该空间不是在泡泡内部空间的镜像。如果它们和我们在其中生活的泡泡碰撞并合并，其结果将是灾难性的。有人甚至提出，大爆炸本身也许是由膜之间的碰撞产生的。

# § 8.4 时空再认识

## 六、回到从前

根据爱因斯坦的理论，空间飞船必须以低于光的局部速度旅行并沿着所谓的类时轨迹通过时空。霍金把封闭的类时曲线（它可以一次又一次地返回其出发点）称为“时间圈环”。霍金证明，在狭义相对论和广义相对论中沿“时间圈环”地时间旅行是行不通的。

霍金假定在遥远的过去没有时间圈环，从而必须存在称为时间旅行的“视界”，这个视界是把时间圈环区域和没有圈环的区域分隔开来的边界。