

# 规范化的投影变换

华中科技大学软件学院 万琳



## 提纲

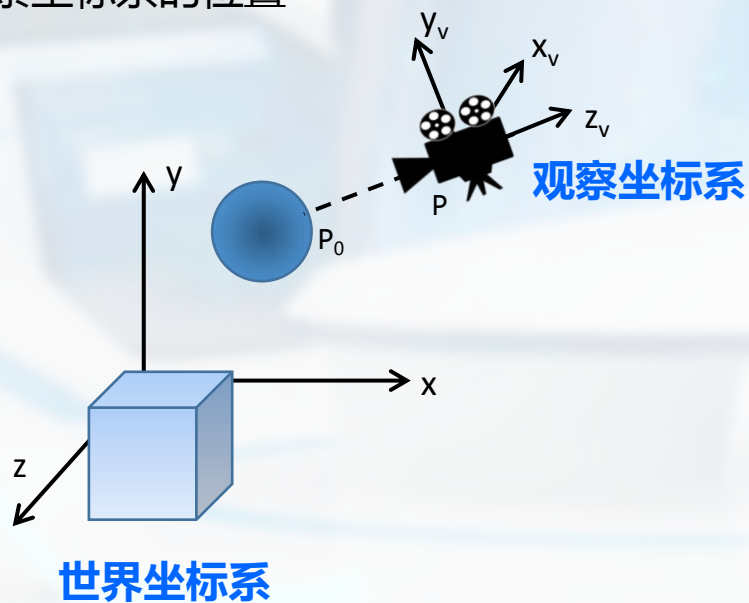
- ① 观察的要素
- ② 观察空间
- ③ 规范化的投影变换

## 1

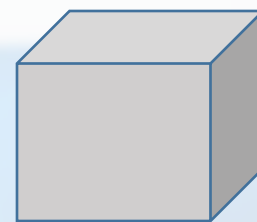
# 观察的要素

- ◆观察坐标系的位置：取决于视点的位置 $P$ 、焦点的位置 $P_0$ 和向上的正方向 $y_v$
- ◆观察方式：平行投影、透视投影

观察坐标系的位置

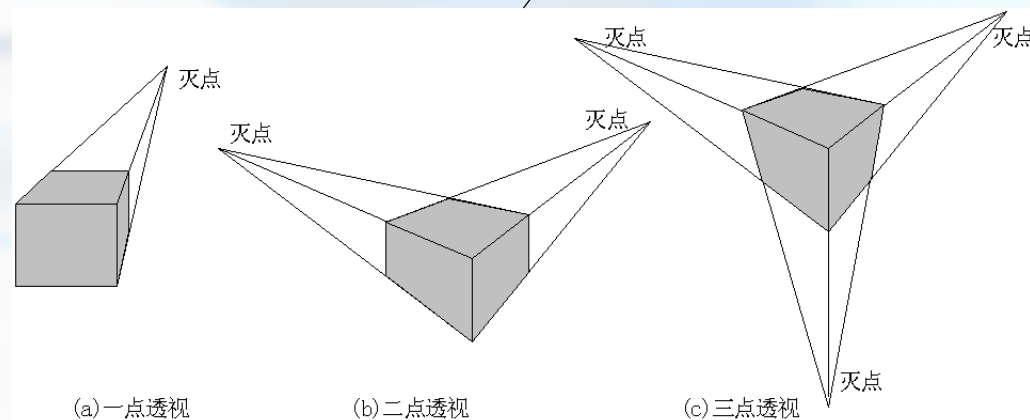


平行投影



感觉有一个与观察方式相关的观察空间

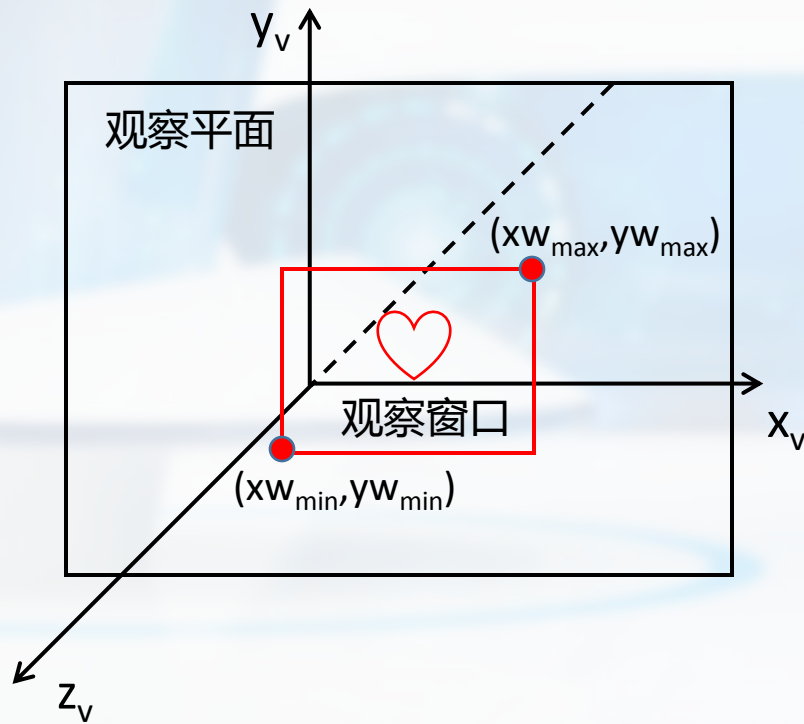
透视投影



## 2

## 观察空间

观察窗口 ( View Window ) , 即观察平面上的一个有限区域。



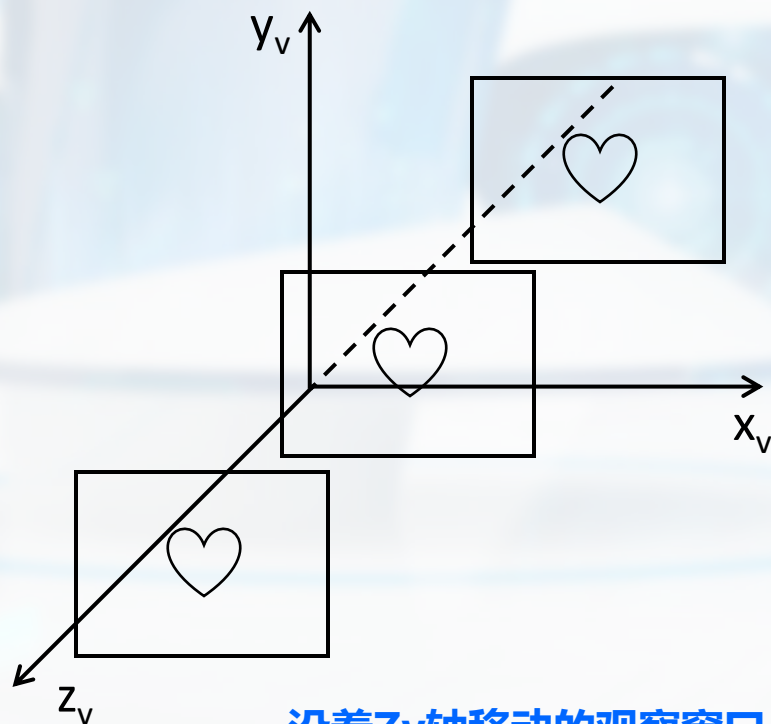


## 2

## 观察空间

**观察空间：**定义了观察窗口后，可以利用窗口边界来定义观察空间。

将观察窗口沿 $z_v$ 轴方向作平移运动，产生的三维形体称为观察空间。



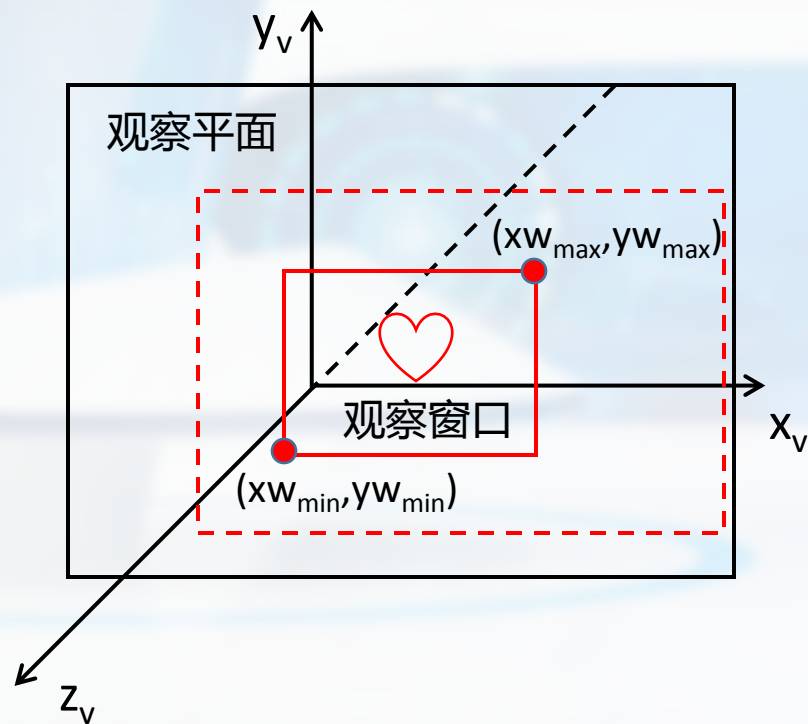
沿着 $z_v$ 轴移动的观察窗口

## 2

## 观察空间

影响观察空间的要素：

◆ 观察窗口的大小

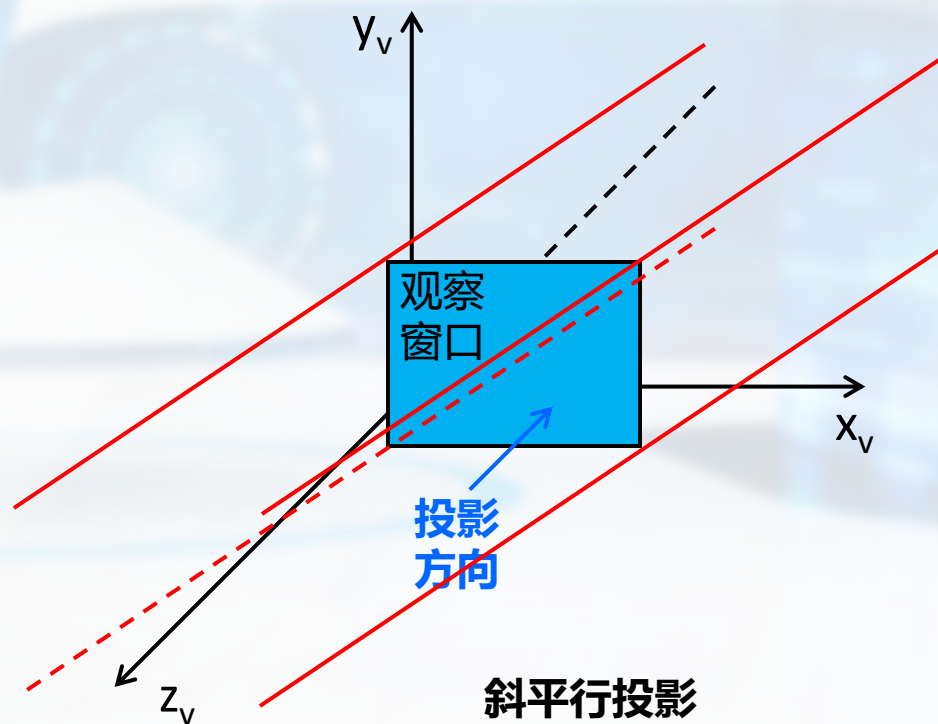
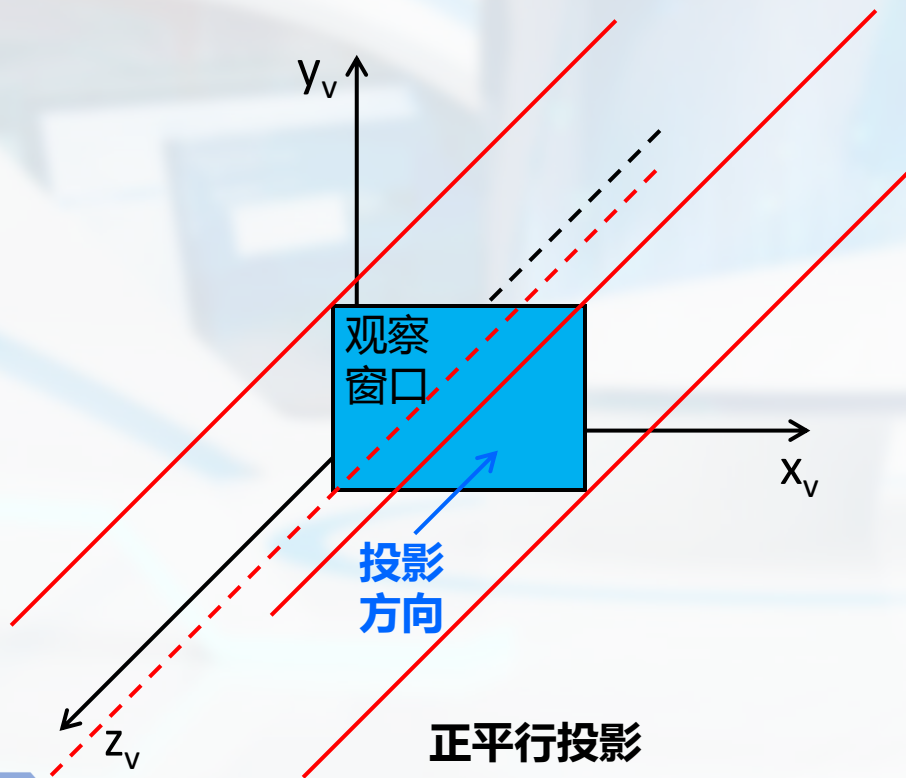


## 2

## 观察空间

影响观察空间的要素：

◆ 投影方式的不同

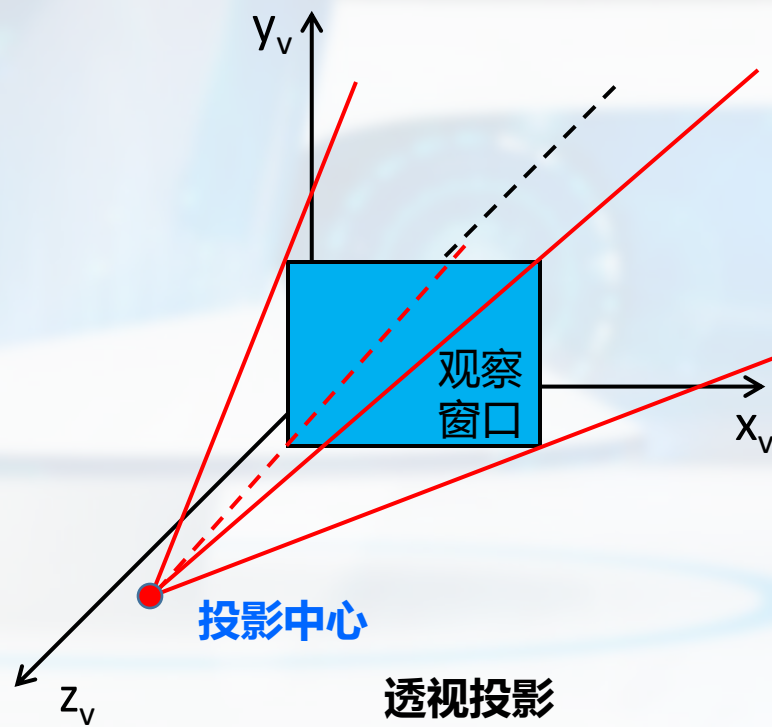


## 2

## 观察空间

影响观察空间的要素：

◆ 投影方式的不同

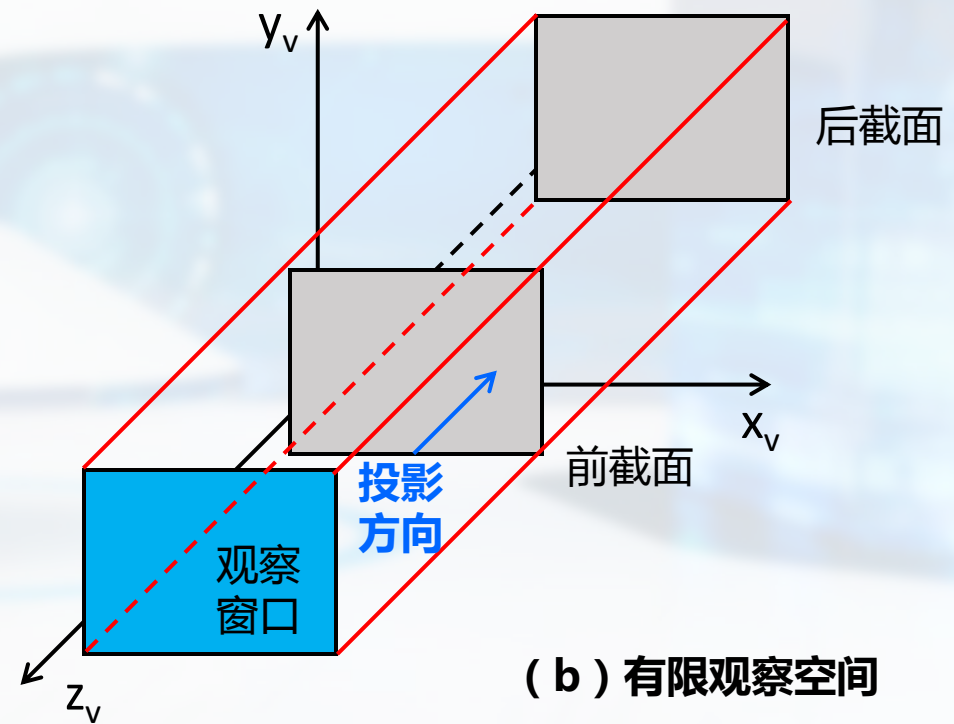
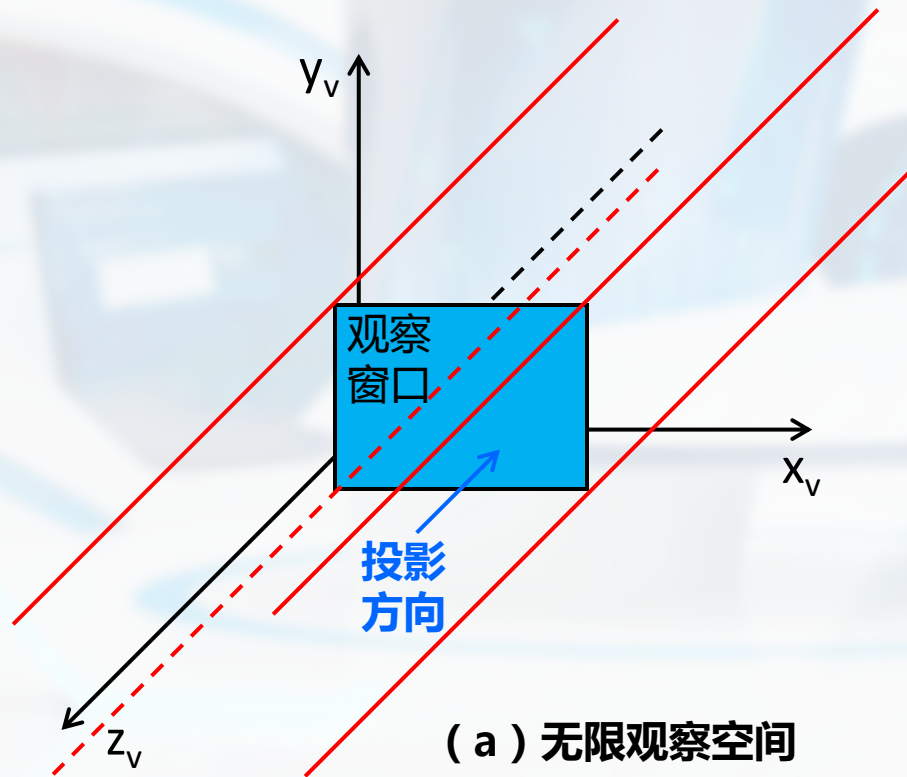




## 2

## 观察空间

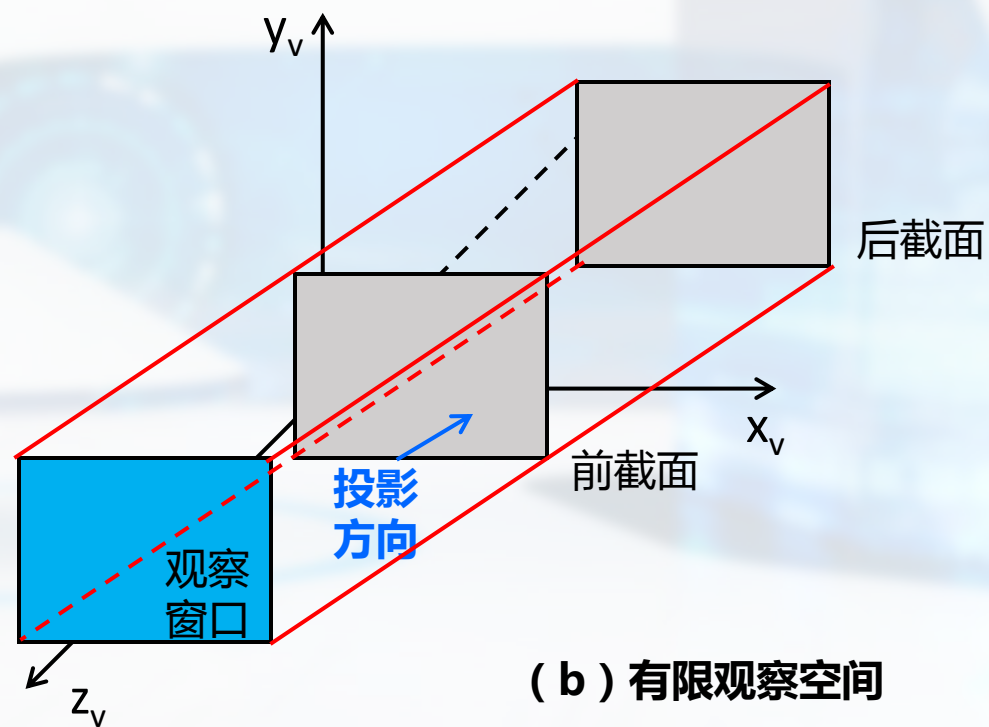
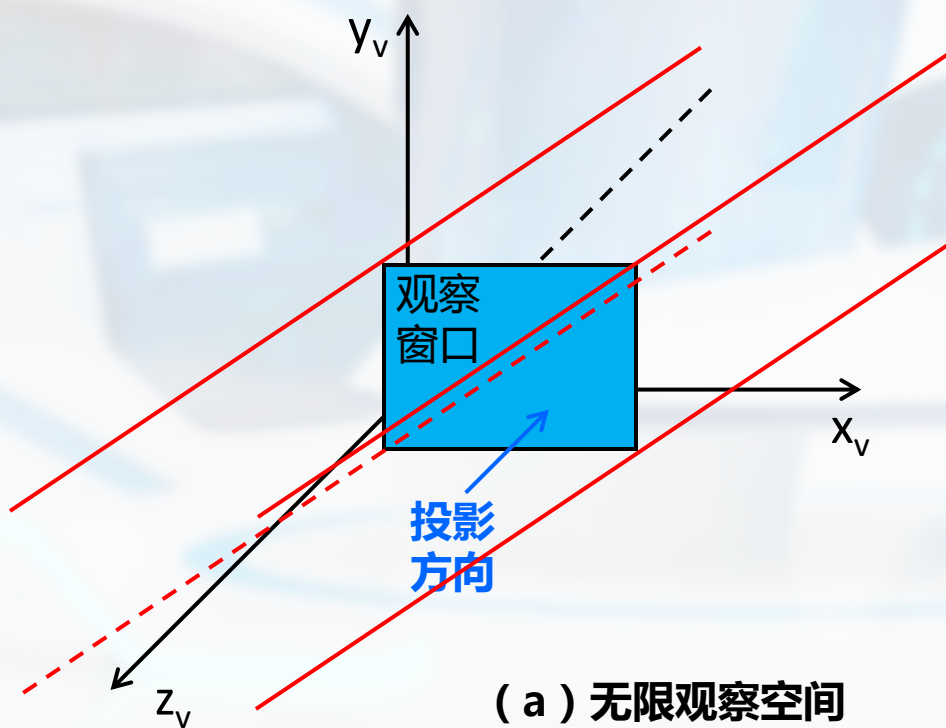
正平行投影的观察空间：



## 2

## 观察空间

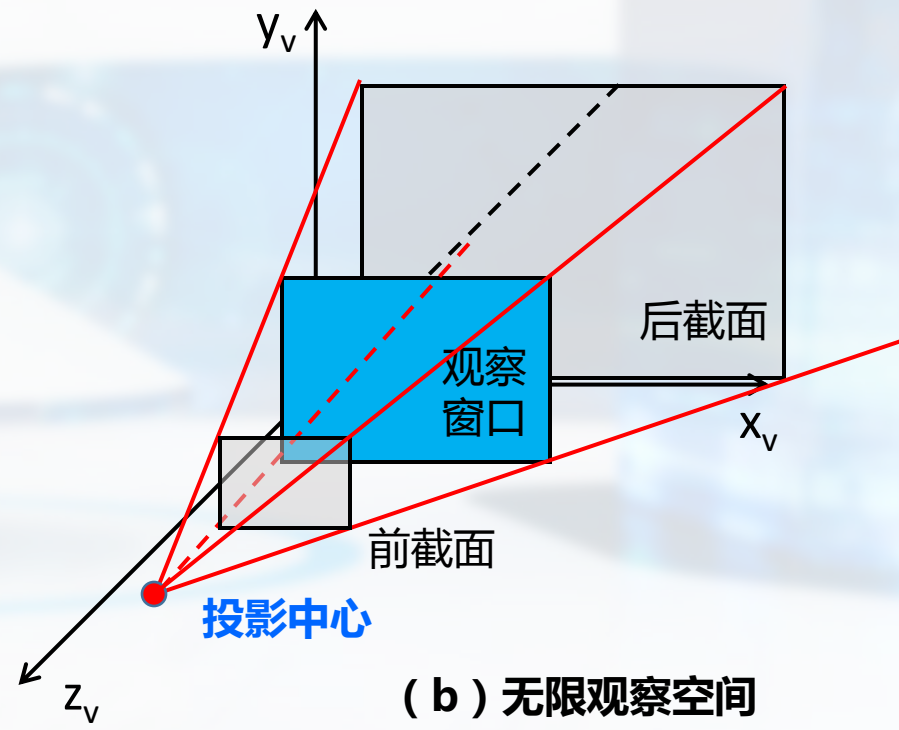
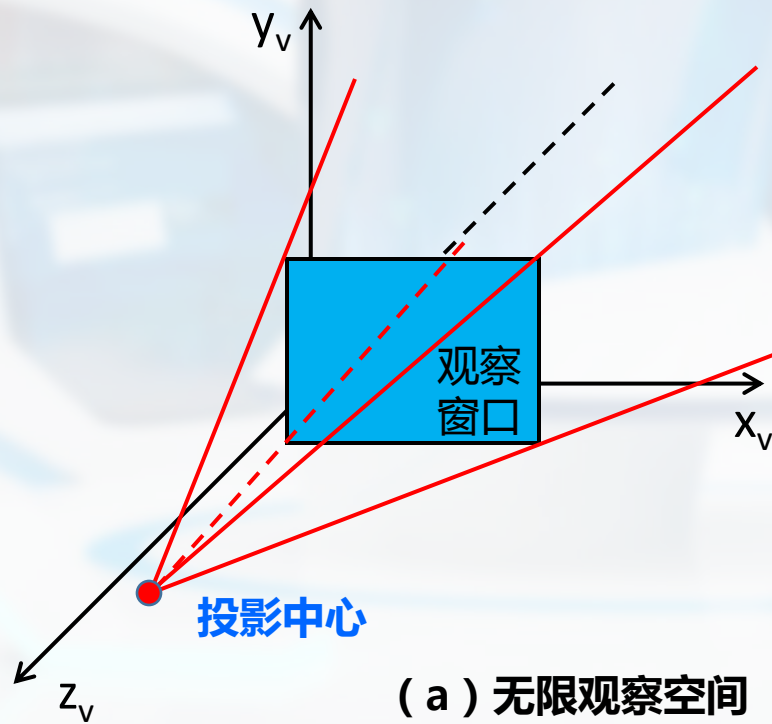
斜平行投影的观察空间：



## 2

## 观察空间

透视投影的观察空间：

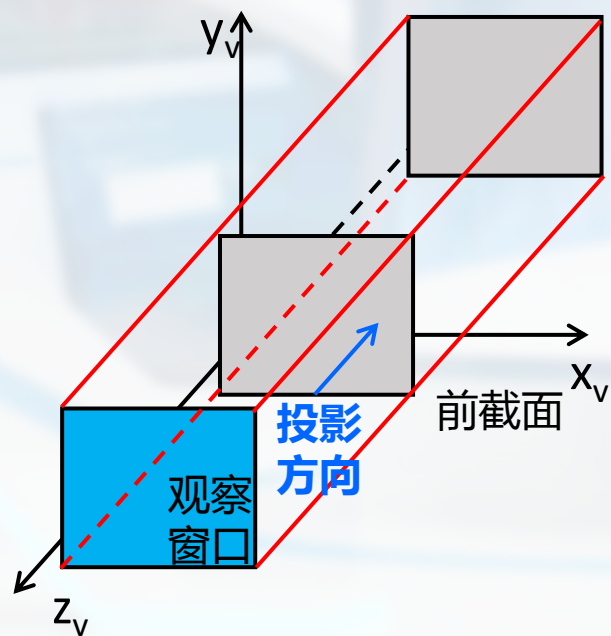


## 2

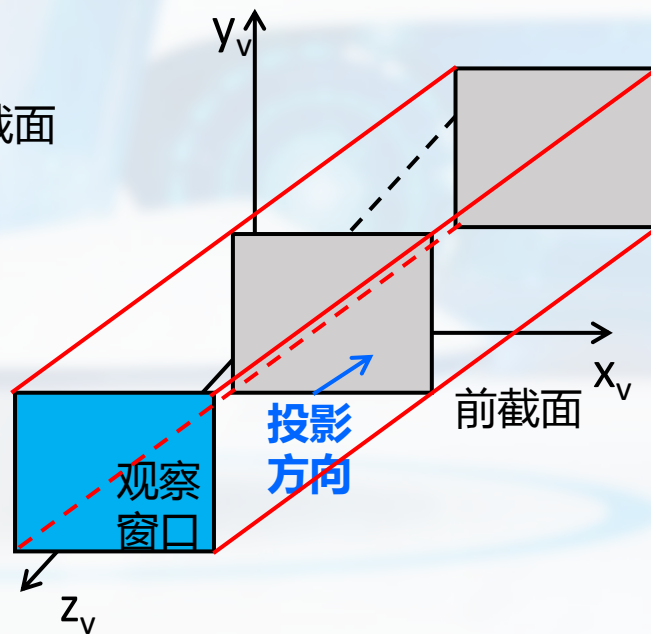
## 观察空间

有限观察空间又称为**裁剪空间**，也叫**视景体**。

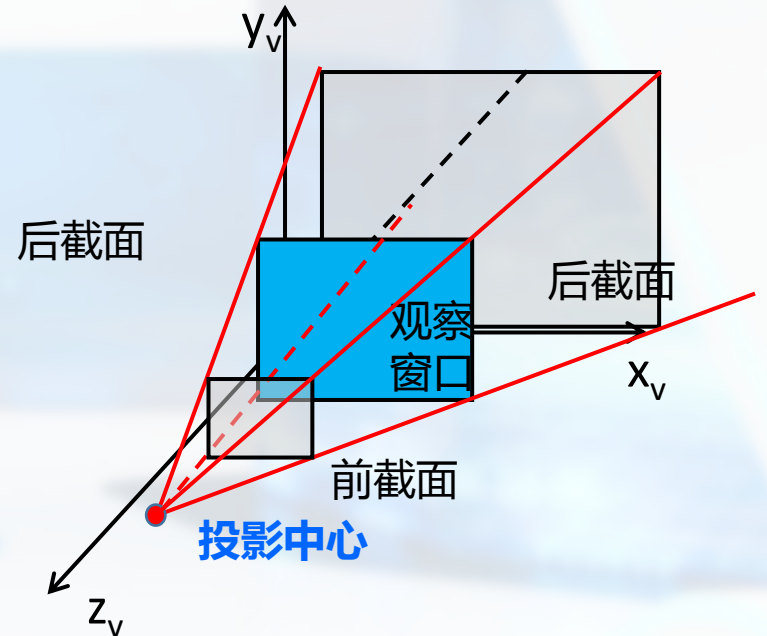
以下是不同投影方式的视景体：



正平行投影



斜平行投影



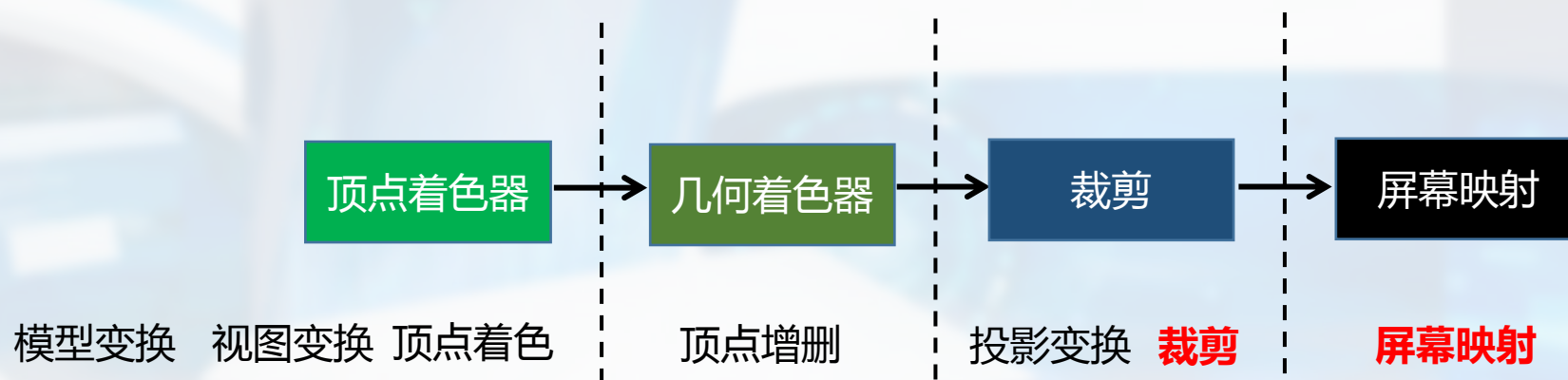
透视投影



## 3

## 规范化投影变换

几何阶段后续的工作：

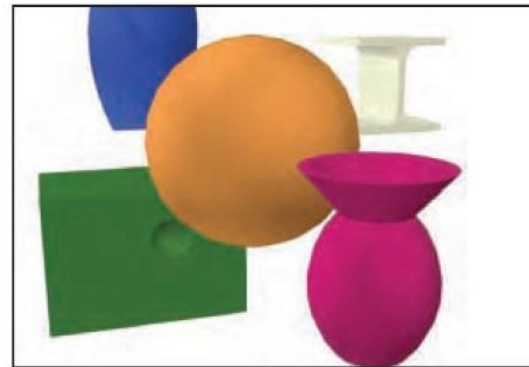
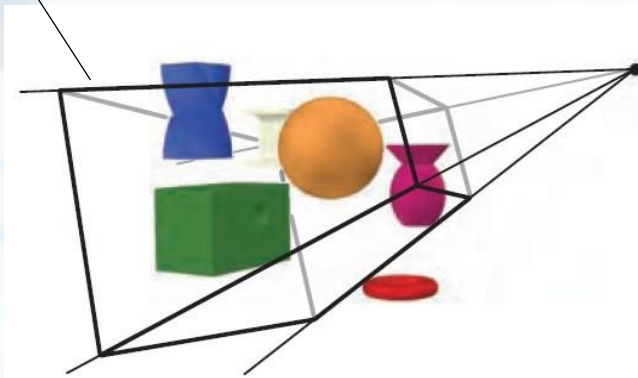
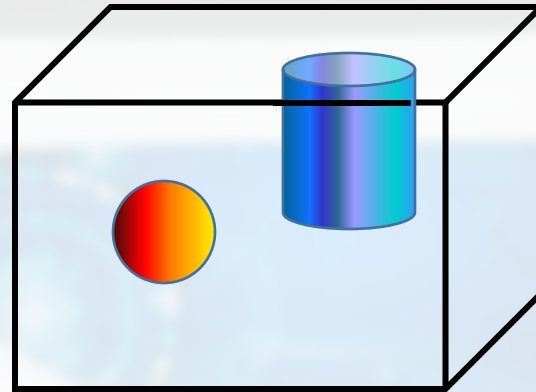
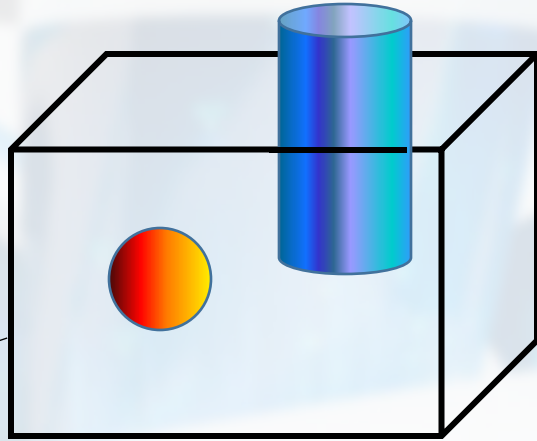


3

## 规范化投影变换

观察空间不同，裁剪和屏幕映射的方法不同！

能否有一个规范化  
的观察空间？



3

## 规范化投影变换

规范化后的好处！

顶点着色器

几何着色器

裁剪

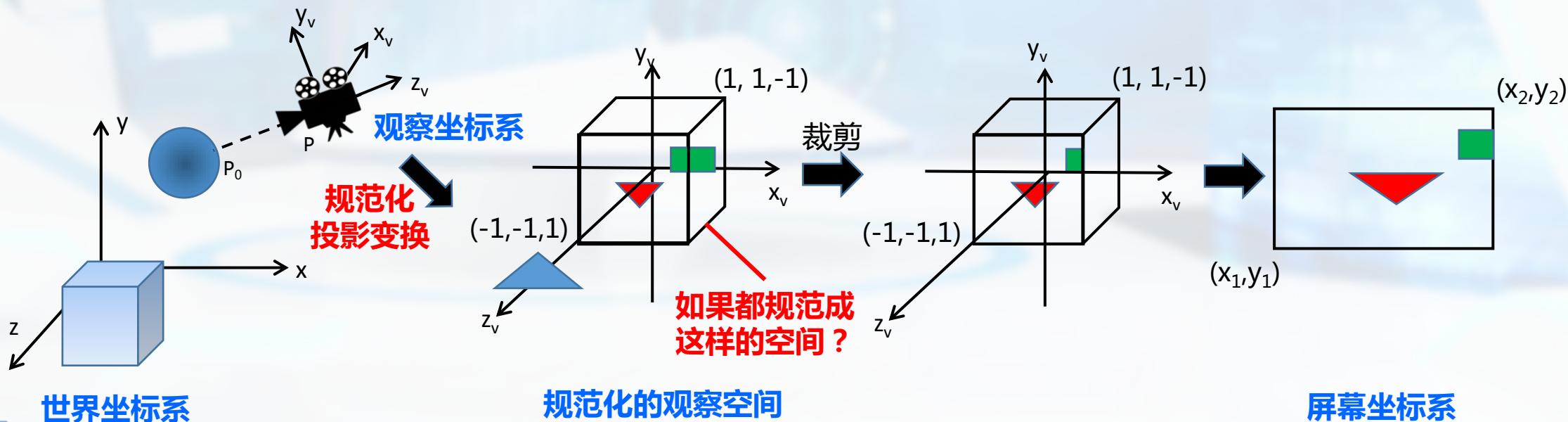
屏幕映射

模型变换 视图变换 顶点着色

顶点增删

投影变换 裁剪

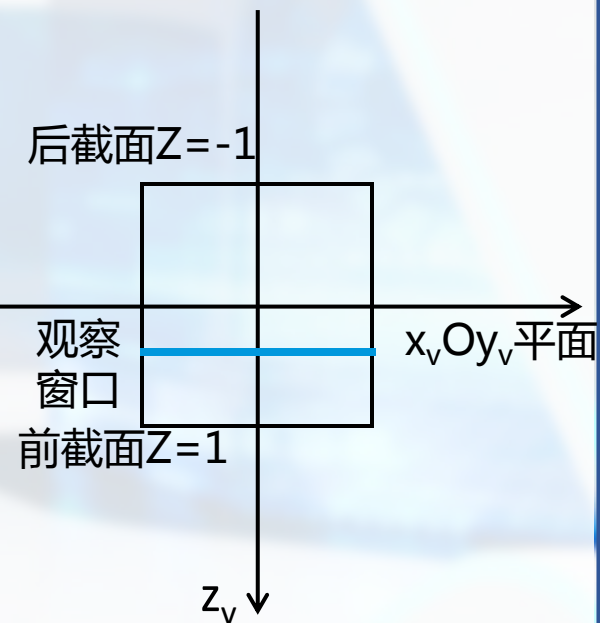
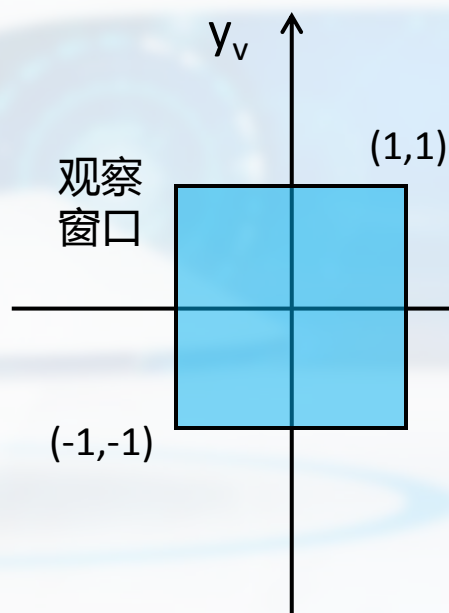
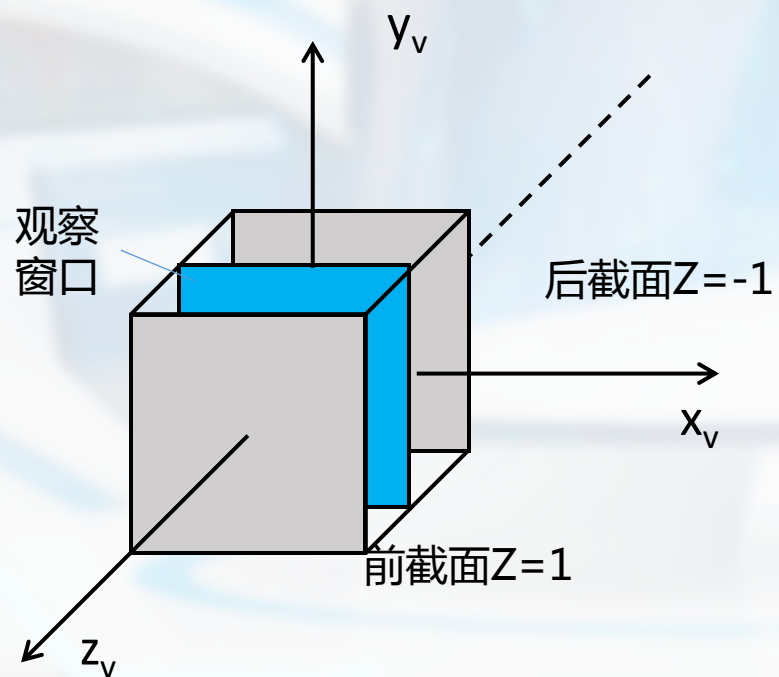
屏幕映射



3

## 规范化投影变换

定义了一个规范化投影空间



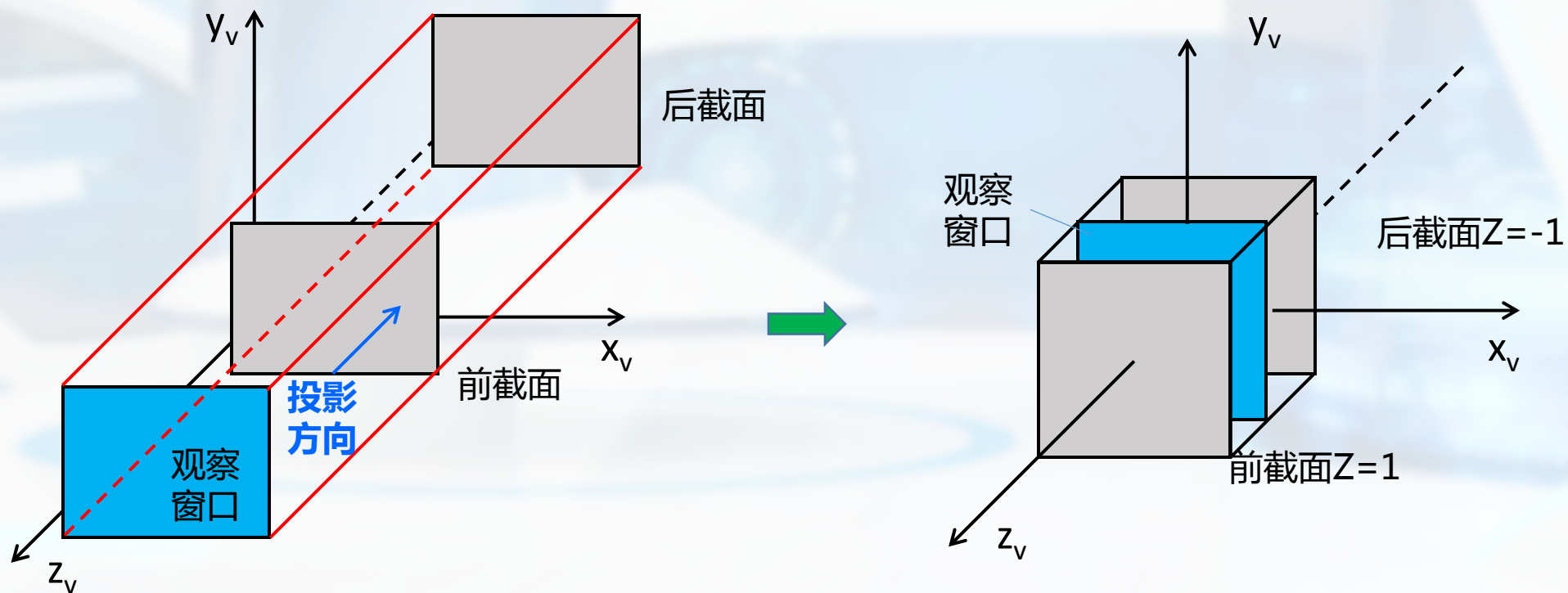


## 3

## 规范化投影变换

怎么进行规范化投影变换？

首先考虑平行投影中最简单的正平行投影

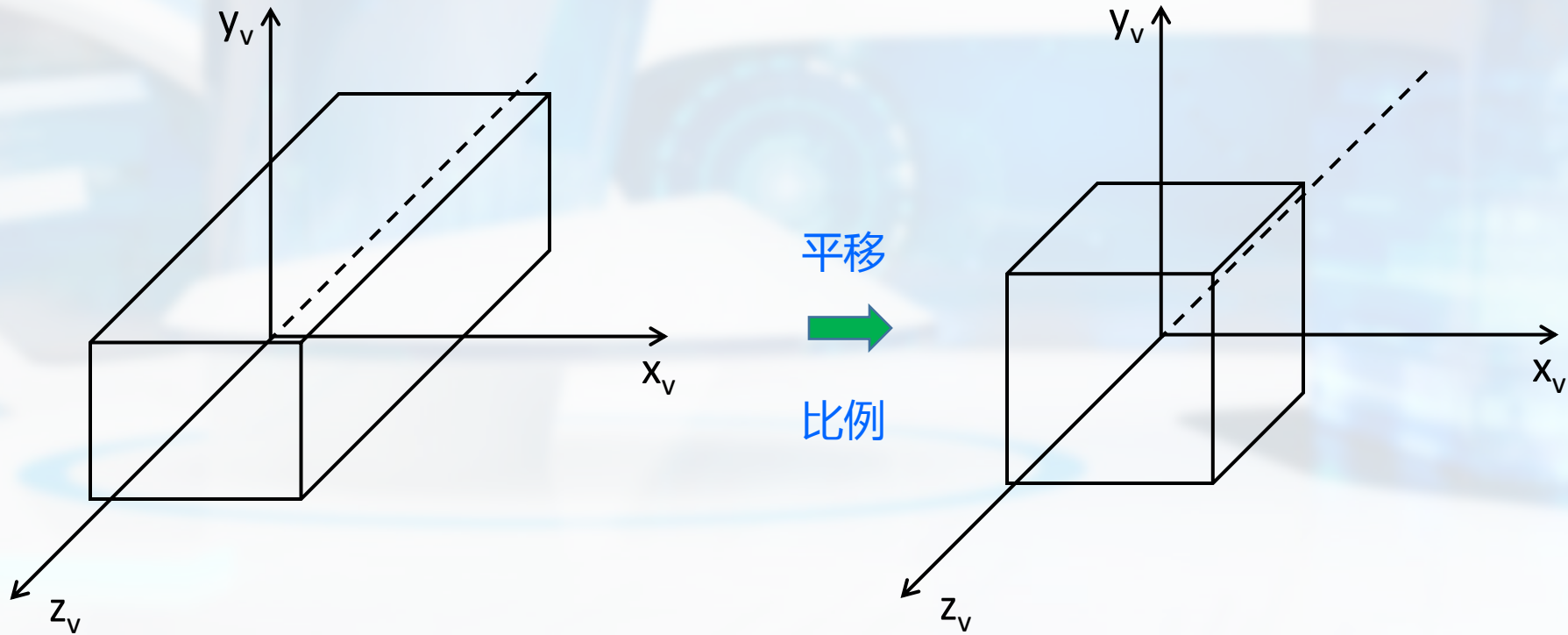


## 3

## 规范化投影变换

怎么进行规范化投影变换？

首先考虑平行投影中最简单的正平行投影

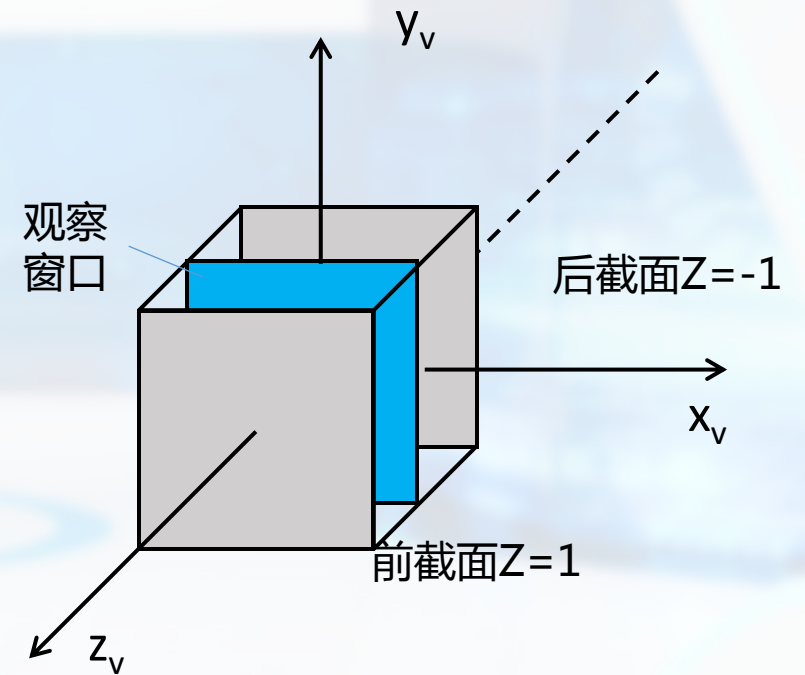
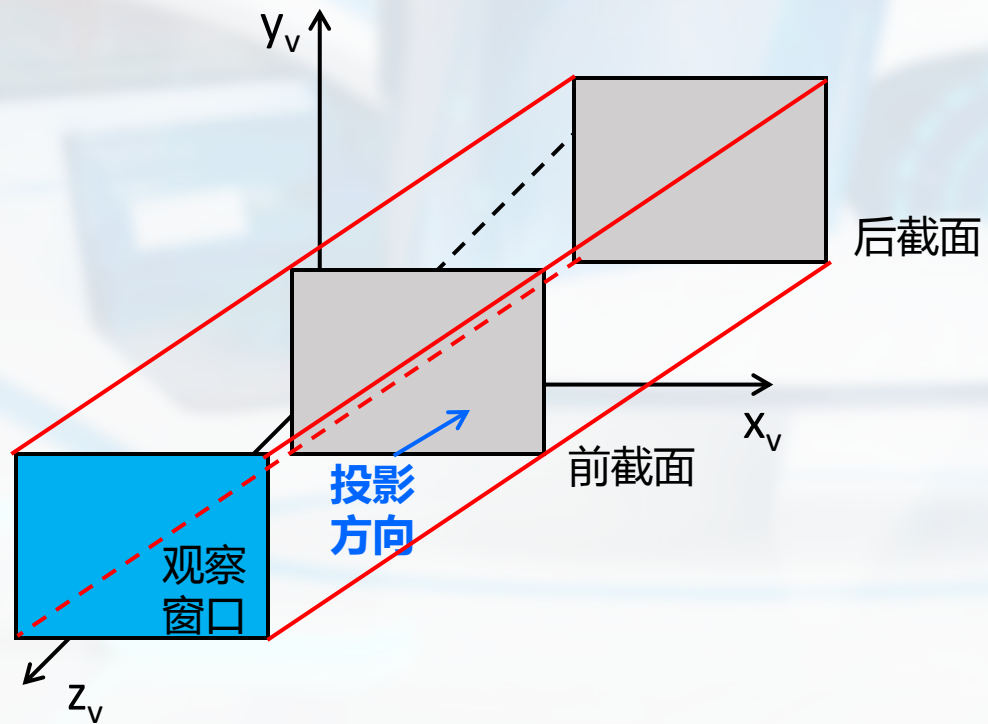


3

## 规范化投影变换

怎么进行规范化投影变换？

再看斜平行投影

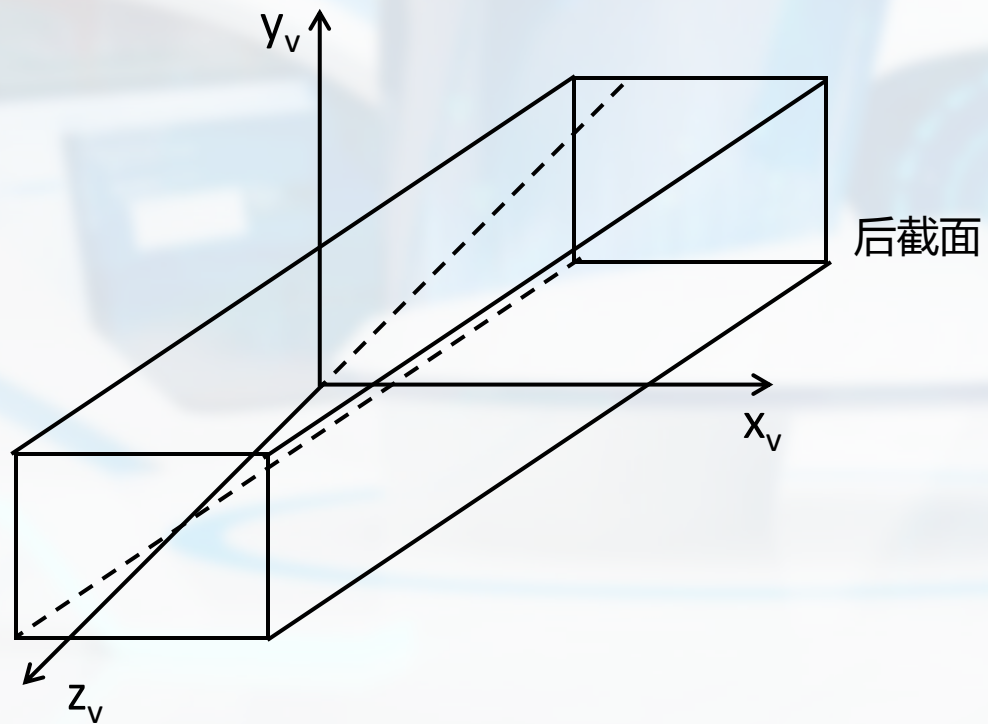


3

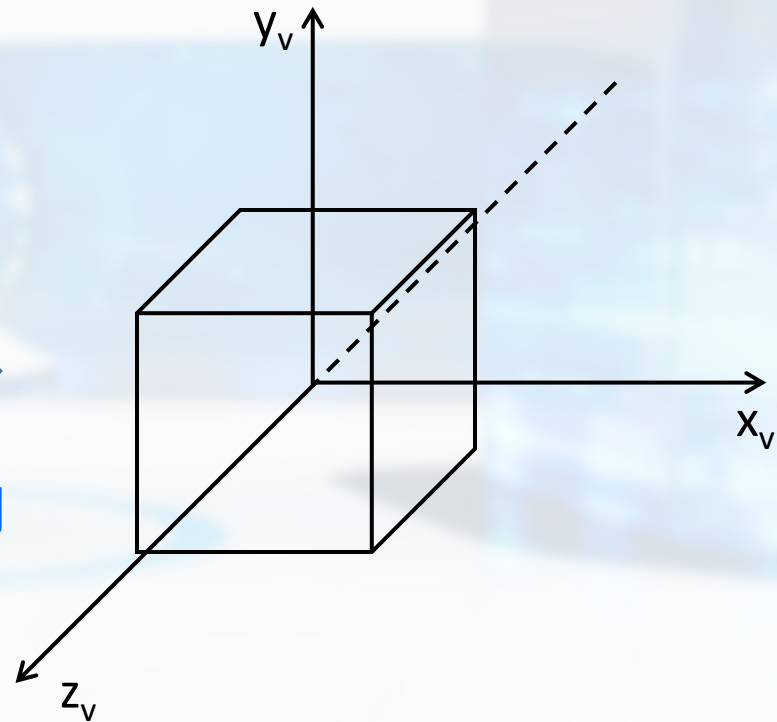
## 规范化投影变换

怎么进行规范化投影变换？

再看斜平行投影



→  
平移  
比例



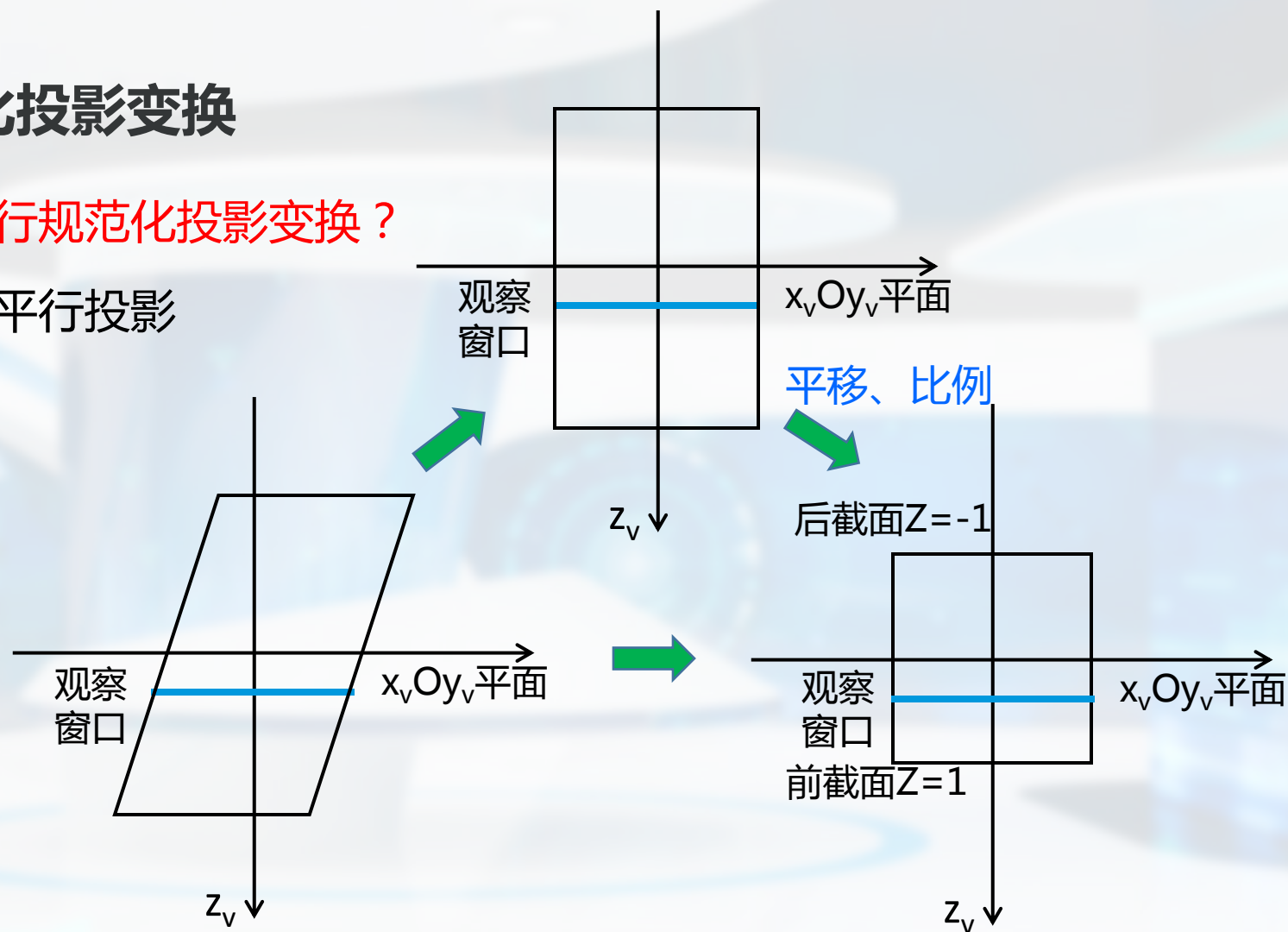


3

## 规范化投影变换

怎么进行规范化投影变换？

再看斜平行投影

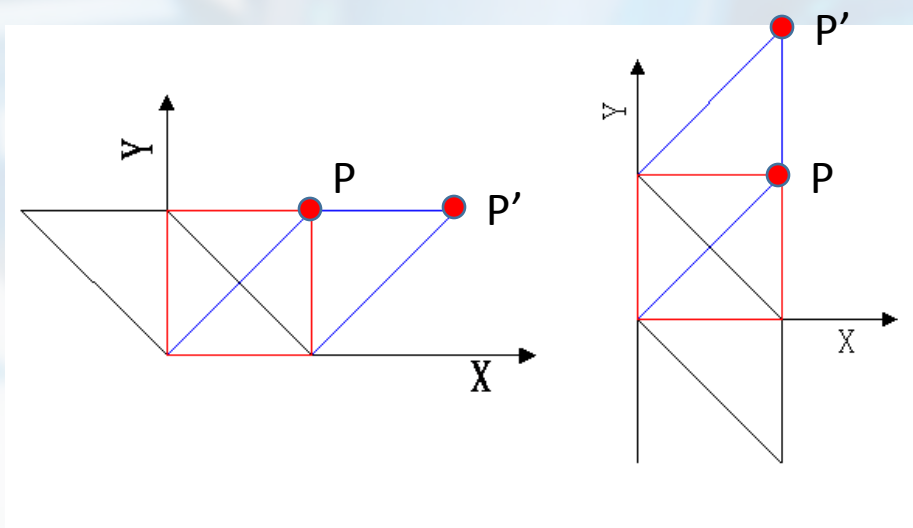


## 3

## 规范化投影变换

大家还记得《6.1神奇的齐次坐标》中的错切变换吗？

**错切：**也称为剪切、错位变换，用于产生弹性物体的变形处理。



$$P(x, y) \rightarrow P'(x', y')$$

$$x' = x + cy$$

$$y' = bx + y$$

$c$  :  $x$ 方向的错切因子

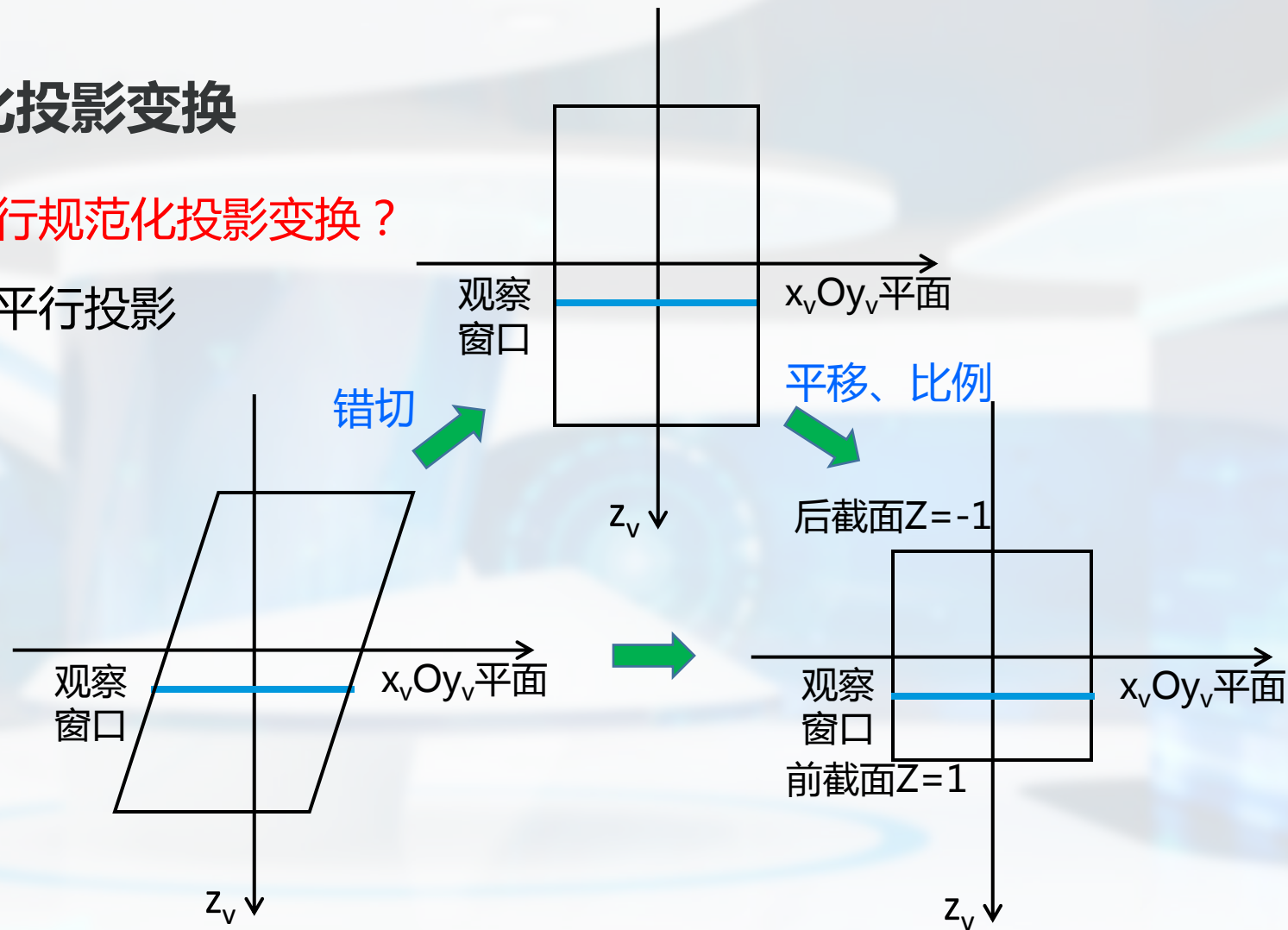
$b$  :  $y$ 方向的错切因子

3

## 规范化投影变换

怎么进行规范化投影变换？

再看斜平行投影

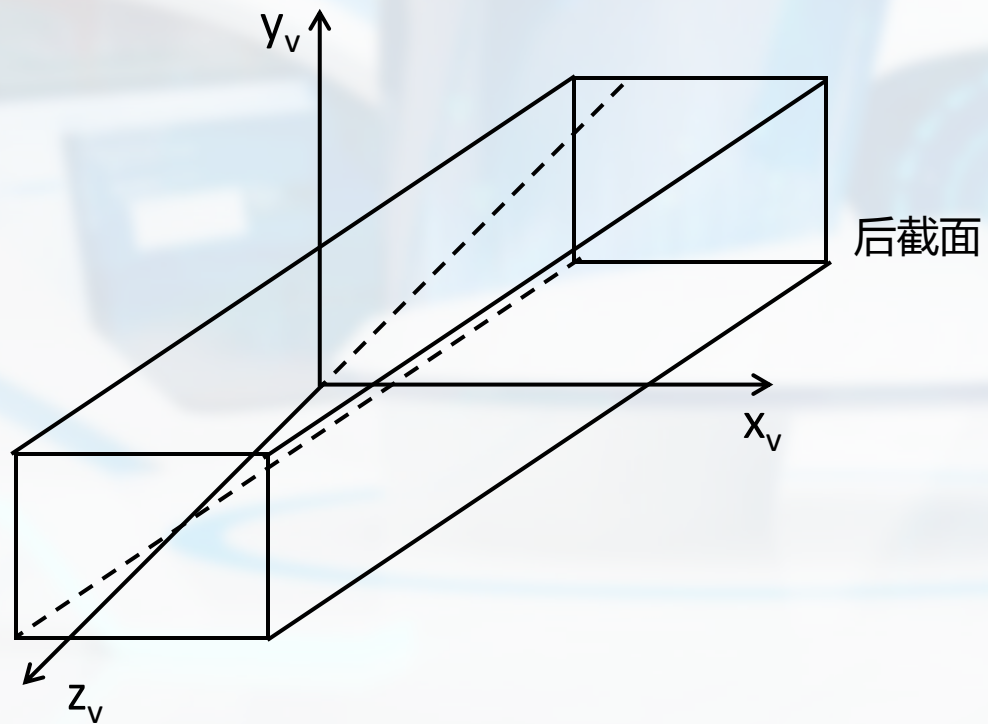


3

## 规范化投影变换

怎么进行规范化投影变换？

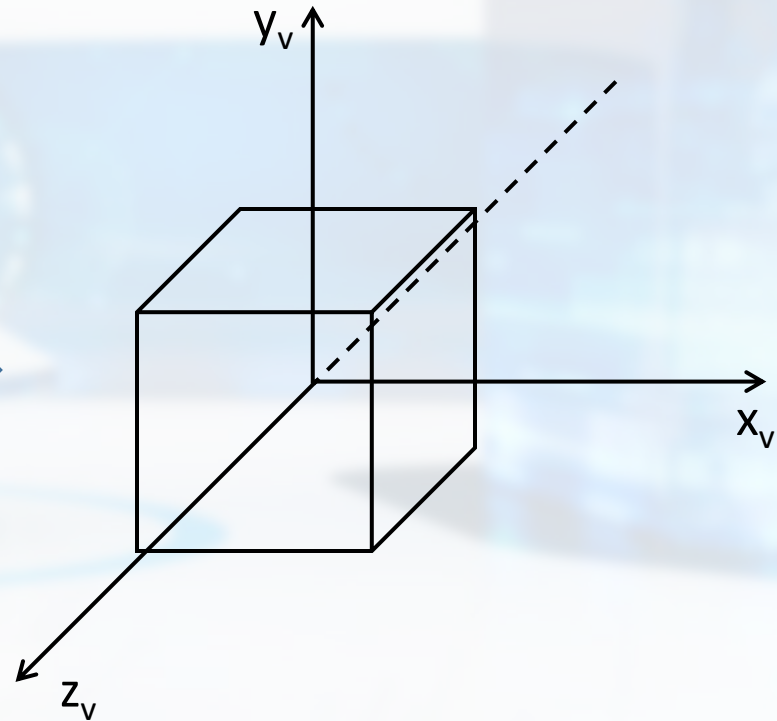
再看斜平行投影



错切



平移  
比例



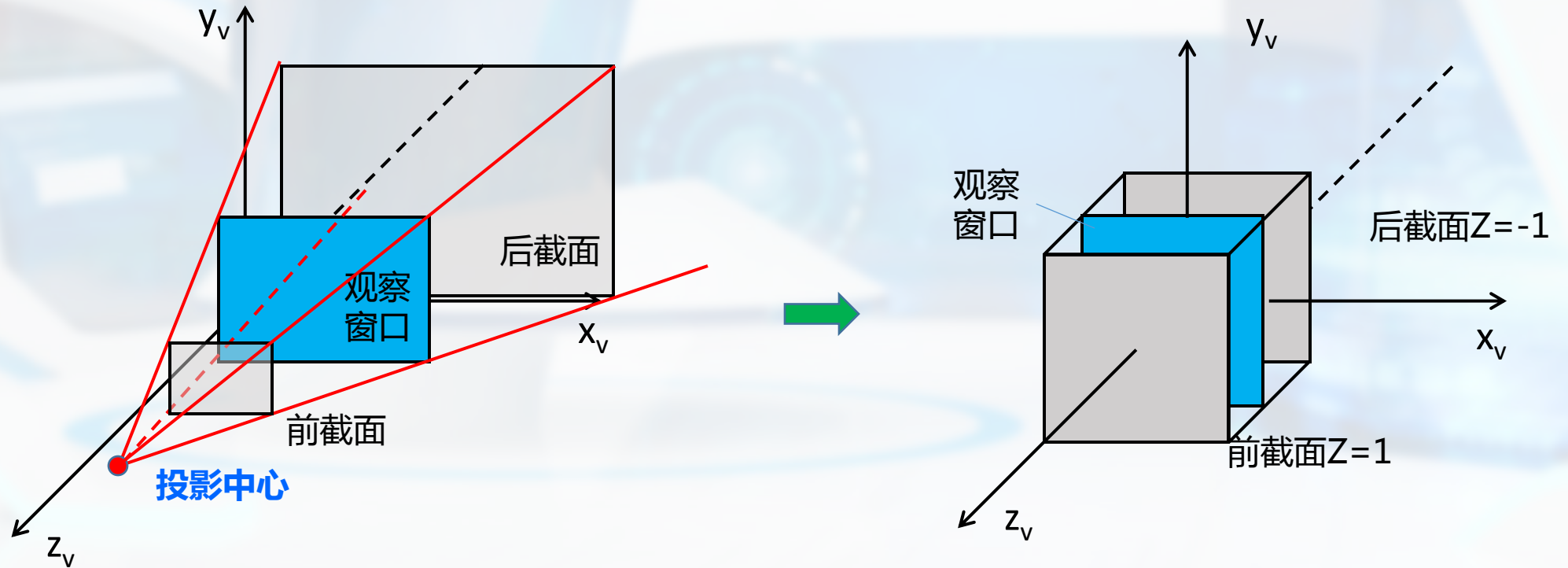


3

## 规范化投影变换

怎么进行规范化投影变换？

最后看透视投影

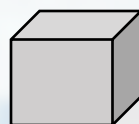


3

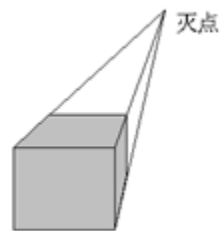
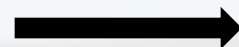
## 规范化投影变换

怎么进行规范化投影变换？

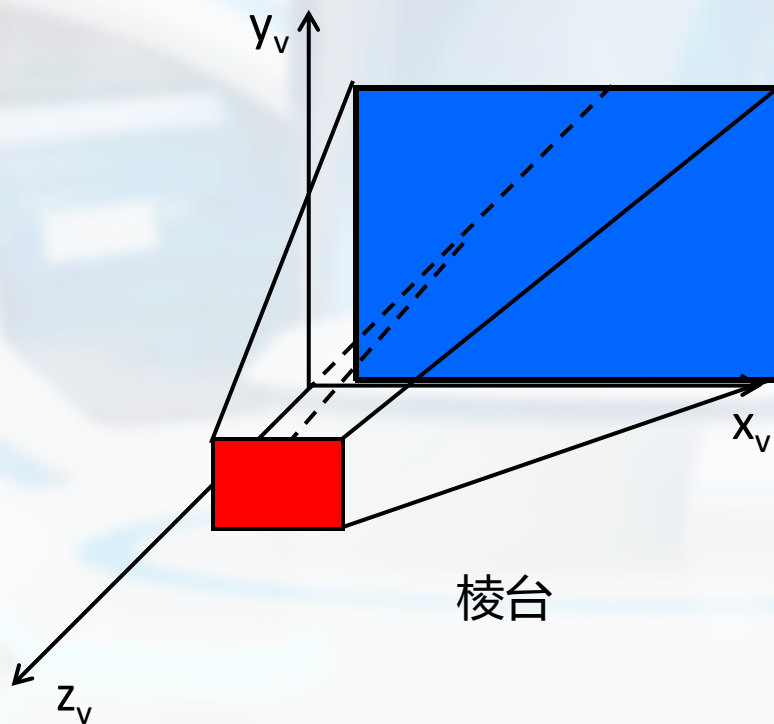
最后看透视投影



一点透视之后



《7.1有趣的投影》

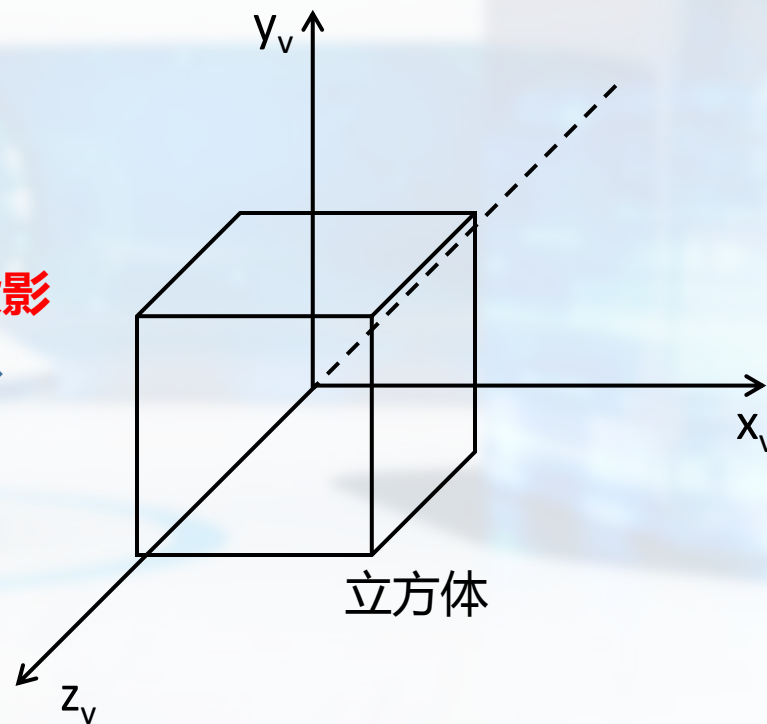


棱台

透视投影



平移  
比例  
错切



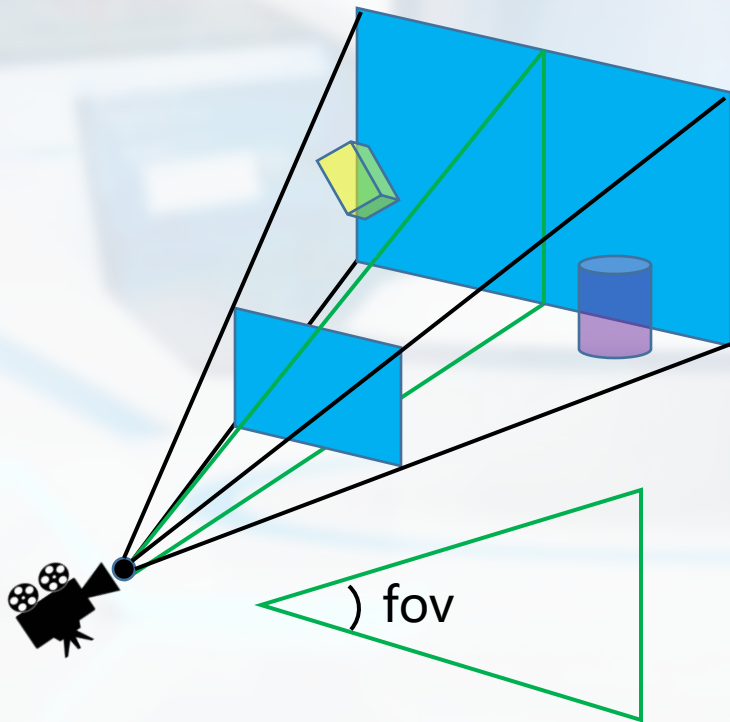
立方体

## 3

## 规范化投影变换

规范化投影空间的过程：矩阵运算

OpenGL中的投影矩阵



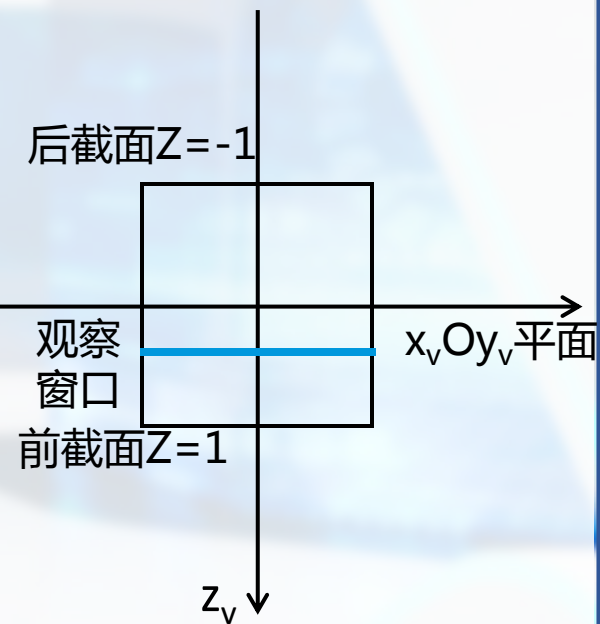
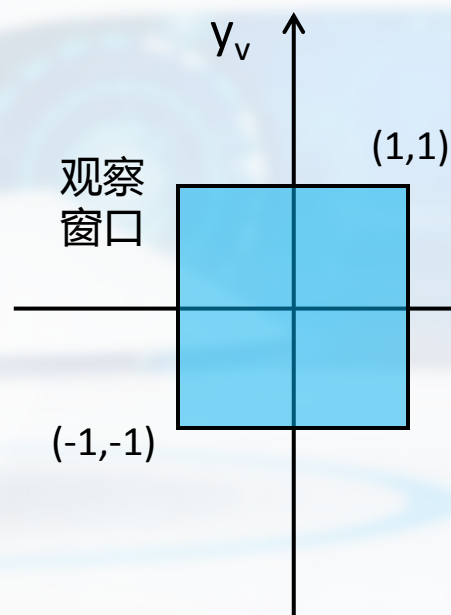
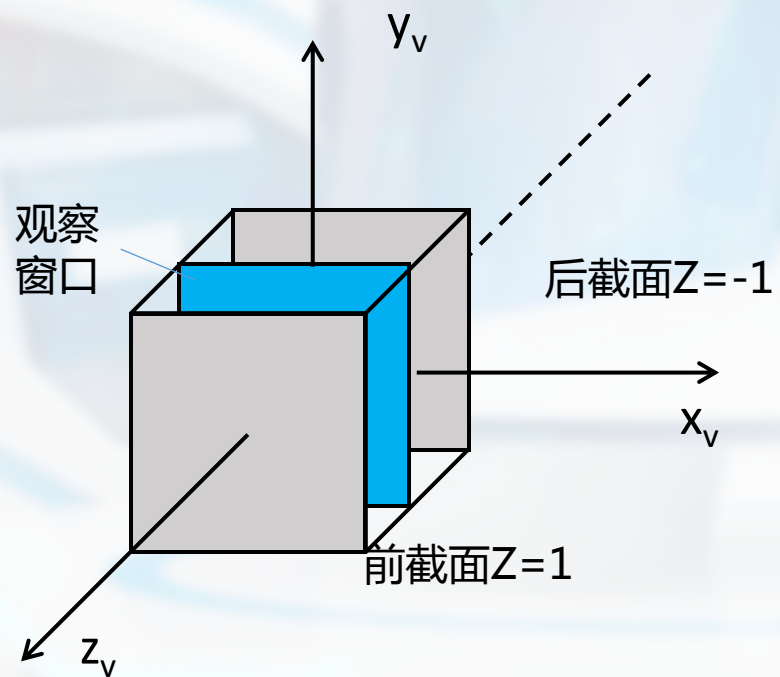
```
glm::mat4 proj = glm::perspective(45.0f, 1.3f, 0.1f, 100.0f);
```

- 第一个参数定义了fov的值，它表示的是视野(Field of View)，并且设置了观察空间的大小。对于一个真实的观察效果，它的值经常设置为45.0，但想要看到更多结果你可以设置一个更大的值。
- 第二个参数设置了宽高比，就是宽度和高度的比例。
- 第三和第四个参数设置了近截面和远截面的位置。我们经常设置近距离为0.1而远距离设为100.0。所有在近平面和远平面的顶点且处于平截头体内的顶点都会被渲染。

3

## 规范化投影变换

便于后续的裁剪和屏幕映射







# 谢谢

软件学院 万琳