

计算机图形学导论（2学时）

概念（定义）

- 用“计算机”表示、生成、处理、显示“图形”的一门学科
  - 关键词1：计算机 —— 硬件、软件
  - 关键词2：图形 —— 区分：图形、图像
  - 举例：(1)一条直线怎么画？ (2) 一个立方体怎么画？
- 本课重点
  - 以“真实感图形”为主线
    - 三维图形
      - 规则的多面体图形，例如立方体
      - 不规则图形，例如自由曲线曲面图形
    - 对于图形模型：建、动、亮、真
  - 要求：了解/理解图形学算法、熟悉图形学相关程序代码、编程实现简单应用

相关学科/课程

- 数字图像处理 —— 通过计算机对图像进行去除噪声、增强、复原、分割、提取特征等处理的方法和技术
- 计算机视觉 —— 使用计算机及相关设备对生物视觉的一种模拟，来获取所需的、被拍摄对象的数据与信息
- 多媒体技术 —— 通过计算机对文字、数据、图形、图像、动画、声音等多种媒体信息进行综合处理和管理，使用户可以通过多种感官与计算机进行实时信息交互的技术
- 虚拟现实技术 —— 创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统，利用计算机生成一种模拟环境，使用户沉浸到该环境中
- 游戏软件设计 —— 与游戏软件开发相关的软件技术（场景、渲染、动画等）、项目策划、开发步骤/流程等

发展脉络（显示器/真实感图形）

- 诞生及发展
  - 追溯至：20世纪60年代早期 —— 计算机硬件发展（显示器）
  - 关键节点
    - 1950年，美国麻省理工学院，“旋风一号”计算机 —— 世界上第一台显示器（阴极射线管） —— 可进行简单的图形显示
    - 1963年，麻省理工学院 —— Ivan E.Sutherland —— 第一个交互式绘图软件 —— 计算机图形学之父、图灵奖
    - 1969年，美国计算机协会，计算机图形学专业组 SIGGRAPH —— 1974年开始年会，CG顶级会议 —— 论文（算法）
  - 重要发展时期 —— 20世纪70年代 —— 光栅扫描显示器 —— 图形显示：从线框模型向表面模型转换、三维图形
- 真实感图形的发展
  - 逐步发展
    - 1970年 —— Bouknight，第一个光反射模型
    - 1971年 —— Gouraud，双线性插值模型，即 Gouraud明暗处理
    - 1975年 —— Phong，双线性法向插值模型，即Phong明暗处理
  - 趋于成熟
    - 1980年 —— Whitted，透射光模型，首次：光线跟踪算法的范例
    - 1985年 —— 将辐射度方法引入CG，模拟：理想漫反射表面间的多重反射效果

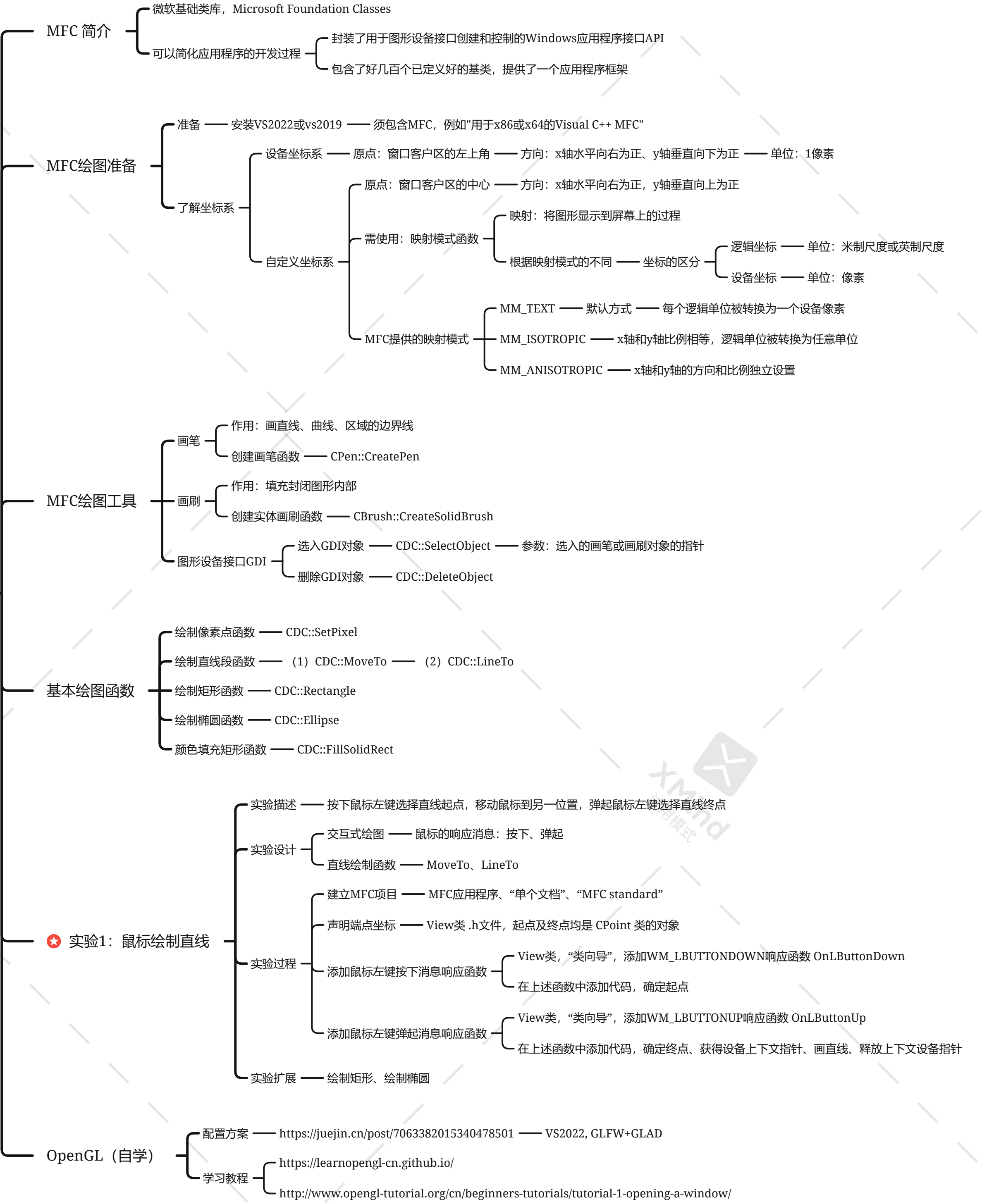
应用领域

- 计算机辅助设计 —— 应用最早的领域、目前最成熟的领域之一 —— 例如建筑、轮船、电子器件等产品的开发 —— 软件：AutoCAD、SolidWorks等
- 计算机艺术 —— 计算机科学+艺术学 —— 典型代表：动画 —— 应用：影视特效、商业广告、游戏开发和辅助教学等
- 虚拟现实技术 —— VR\AR\MR、数字孪生、元宇宙 —— 沉浸感、交互性、构想性
- 计算机游戏 —— 核心技术来源于CG —— 例如：角色动画、碰撞检测、粒子系统、交互技术、实时绘制等
- 计算机辅助教学 —— 例如：课程内容模型展示、3D打印等

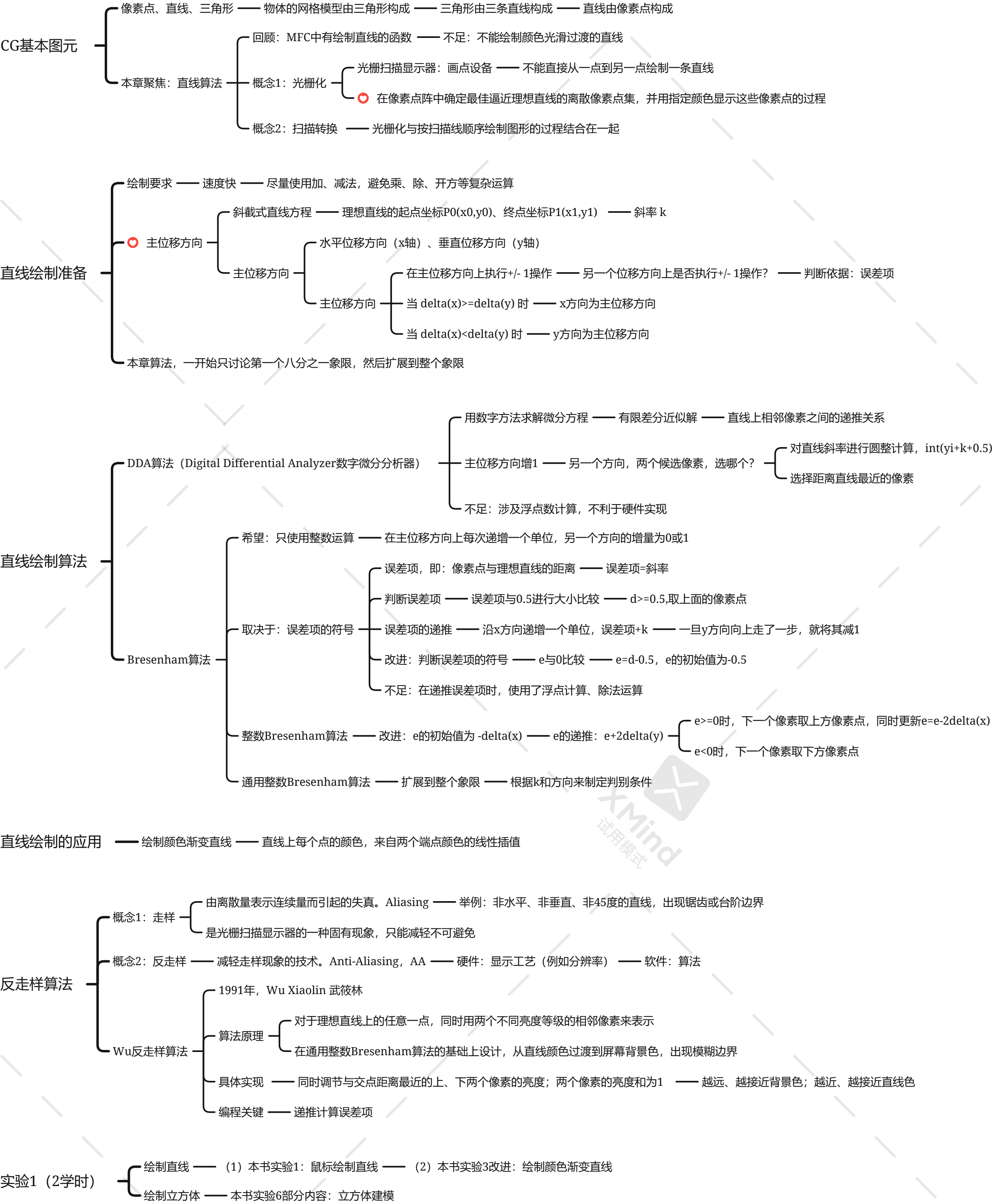
绘制图形

- 本课学习方式 —— 编程绘图，而不是使用现有绘图软件 —— 绘图工具
  - MFC —— 本书重点 —— 在此基础上，编程实现图形学算法
  - OpenGL —— 课余自主学习 —— <https://learnopengl-cn.github.io/>
- MFC绘图基础
  - 建立MFC绘图项目
  - ★ 本书实验1：鼠标绘制直线
    - 延伸：绘制矩形、圆形
    - 延伸：以不同的方式绘制直线？ —— 直线绘制算法：下节课内容

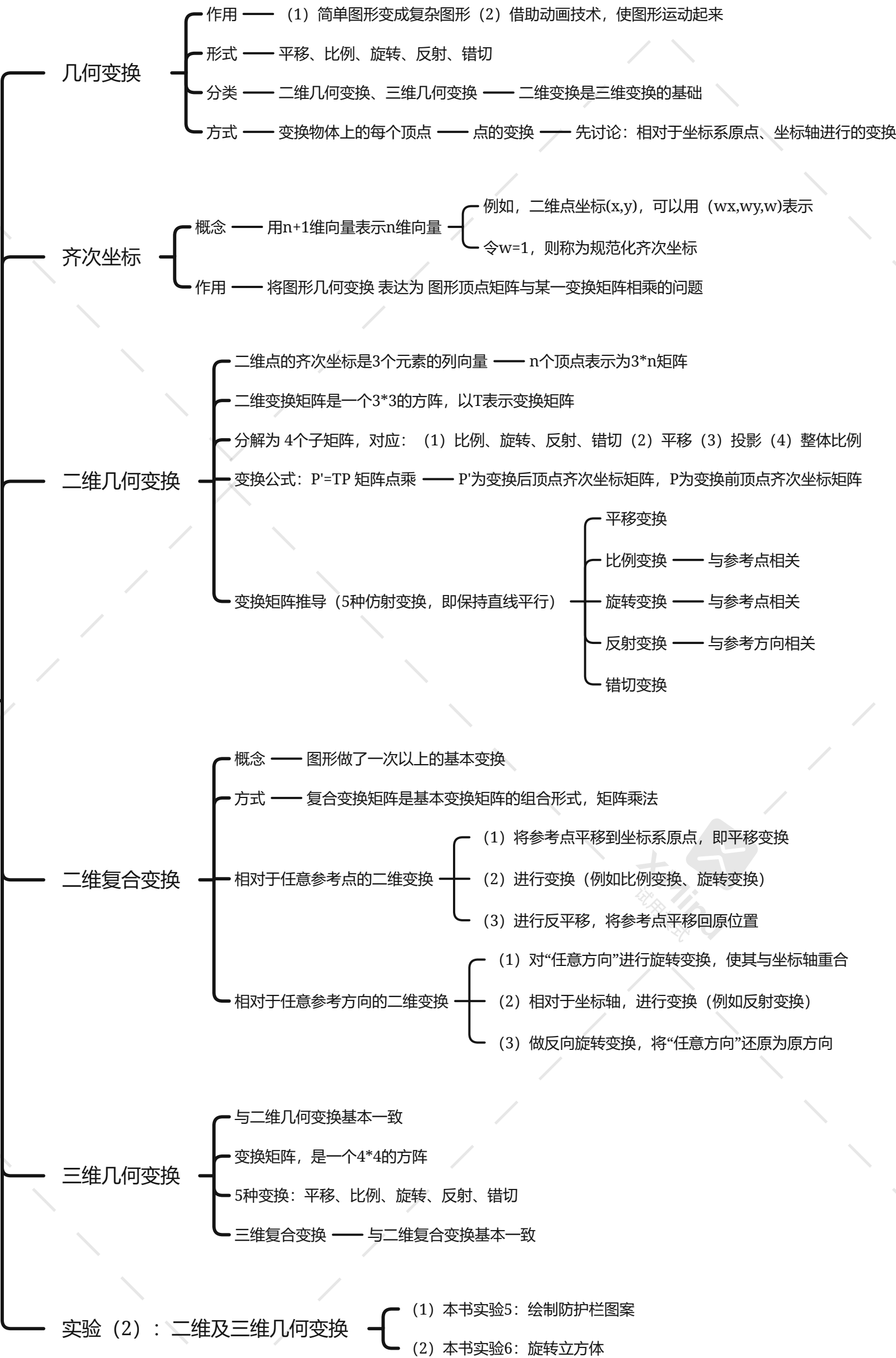
绘图基础（2学时）



基本图形的扫描转换（2学时+2学时）



几何变换 (3学时+2学时)





# 自由曲面建模 (3学时+2学时)

## 曲面建模

- 案例：飞机机翼、汽车车身、轮船船体等 —— 相关学科：CAGD计算机辅助几何设计
- 区分2个概念
  - 插值：用一组数据点来指定曲线的形状，曲线精确地通过给定的数据点且形成光滑的曲线
  - 逼近：用一组控制点来指定曲线的形状，曲线被每个控制点所吸引，但实际上并不经过这些控制点
- 方案之一：Bezier曲线，然后，Bezier曲面 —— 来源：法国雷诺汽车公司的Bezier、雪铁龙汽车公司的de Casteljau

## Bezier曲线

- 给定 $n+1$ 个控制点，来定义 $n$ 次Bezier曲线
  - 控制点（控制多边形）、Bernstein基函数
  - 控制点关于Bernstein基函数的加权和
- 一次Bezier曲线 —— 两个控制点（与插值形式一致） —— 几何意义：直线
- 二次Bezier曲线 —— 三个控制点
  - 几何意义：抛物线 —— 缺少灵活性
  - 连续插值递归：de Casteljau算法
- 三次Bezier曲线
  - 四个控制点 —— 几何意义：自由曲线（多边形凸包） —— 最灵活（多种形状）、最常用
  - 切向量 —— 求导
  - 应用
    - 使用一段三次Bezier曲线可模拟 $1/4$ 单位圆弧
    - 复杂曲线：多段三次Bezier曲线的光滑拼接

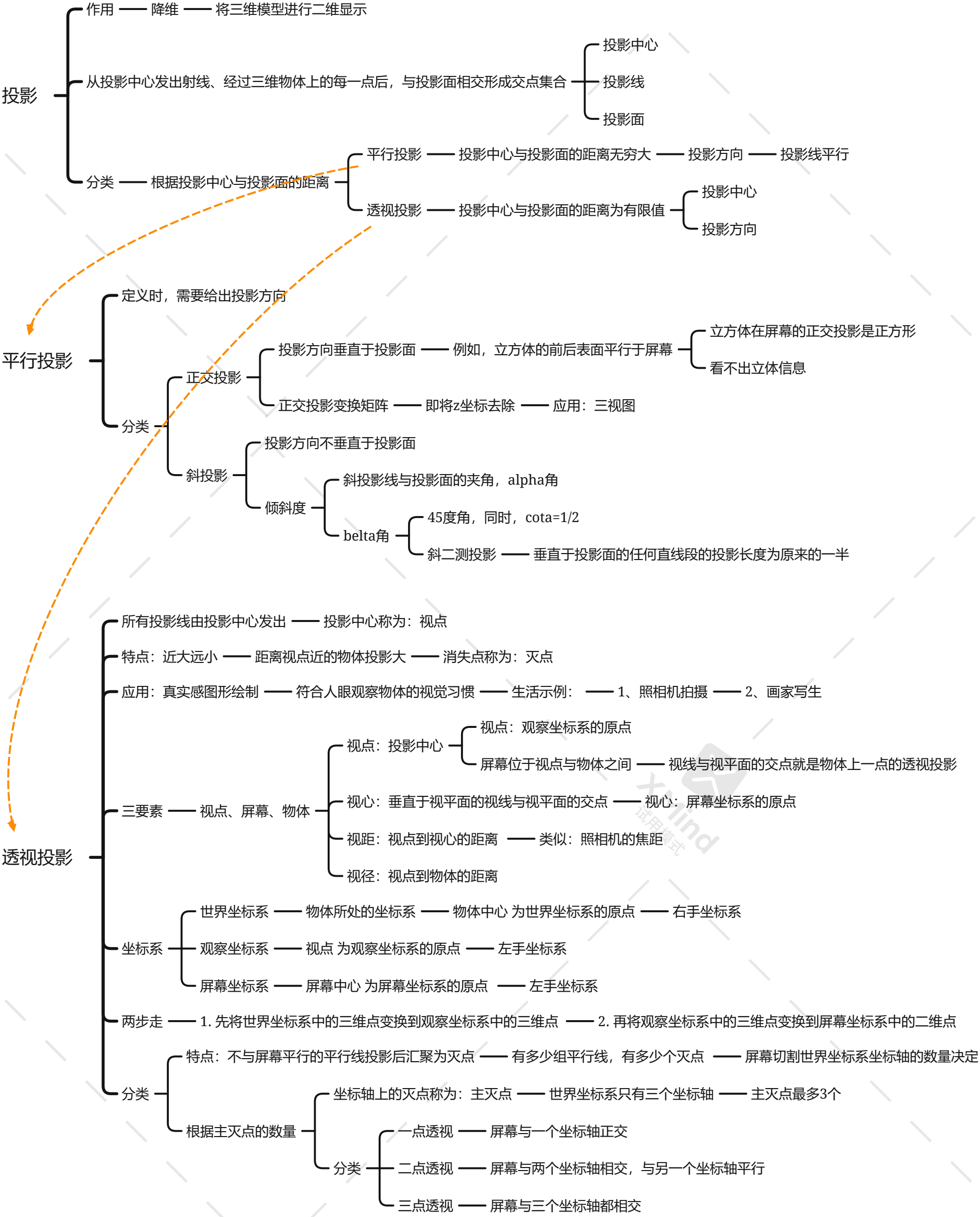
## Bezier曲面

- 曲面由曲线拓广而来，即 双参数曲面 —— 最常用：双三次Bezier曲面 —— 应用：拼接双三次Bezier曲面来构造复杂曲面
- 双三次Bezier曲面
  - $u, v$ 两个方向的两组三次Bezier曲线交织而成
    - 16个控制点 —— 角上的4个控制点位于曲面上
    - 曲面的边界由4条三次Bezier曲线组成
  - 曲面递归细分 —— 四叉树递归划分法
    - 直到：分割出的子曲面近似为平面四边形
    - 或需要着色，将每个四边形再转换为两个小三角形
  - 法向量
    - 应用：为曲面添加光照或纹理效果 —— 采用：每个细分网格点的法向量
    - 计算：曲面上一个细分点的法向量，是该点两个方向切向量的叉积

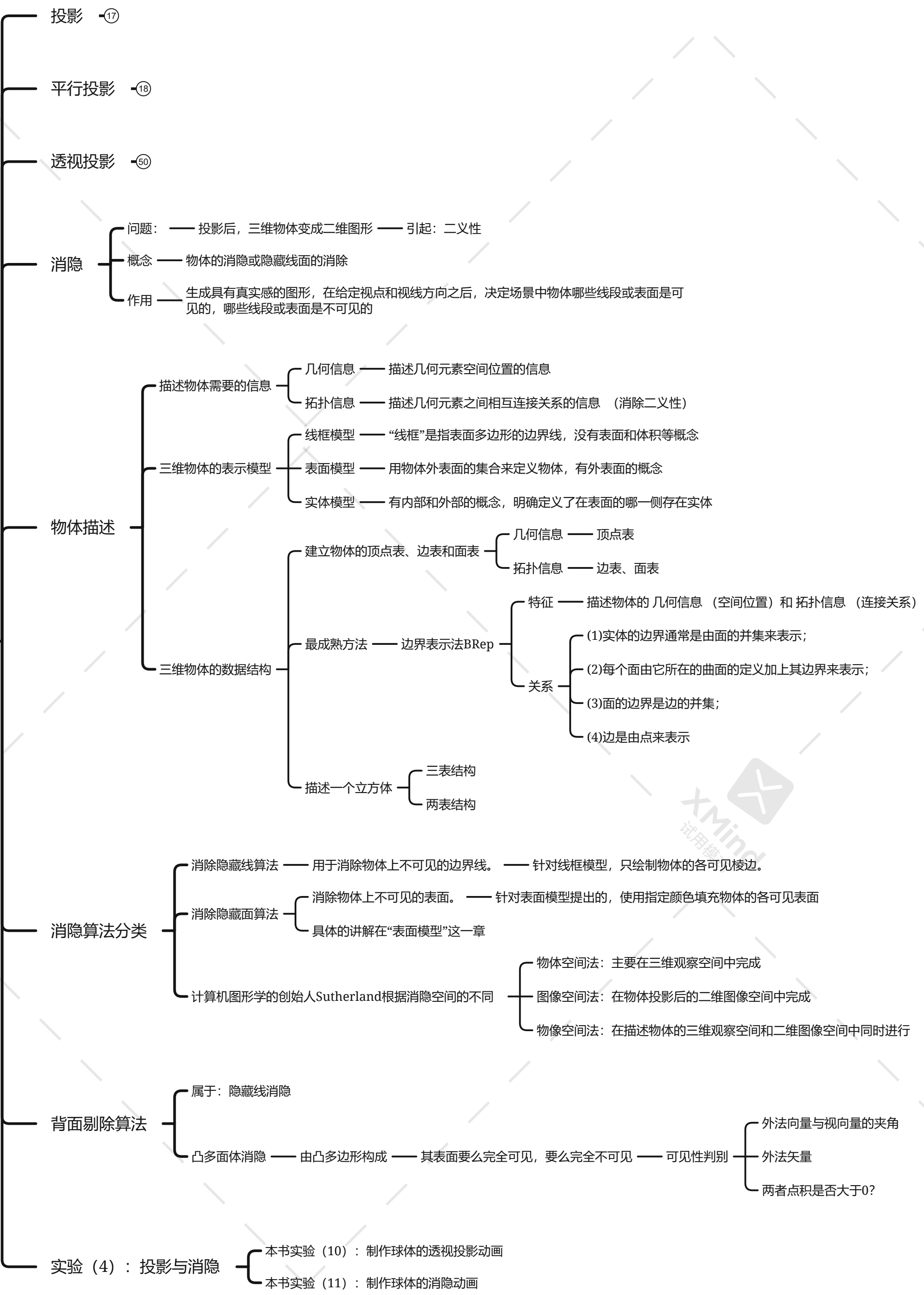
## 实验 (3) : Bezier曲线与曲面

- (1) 本书实验7：使用三次贝赛尔曲线绘制圆
- (2) 本书实验8：：回转法构造球

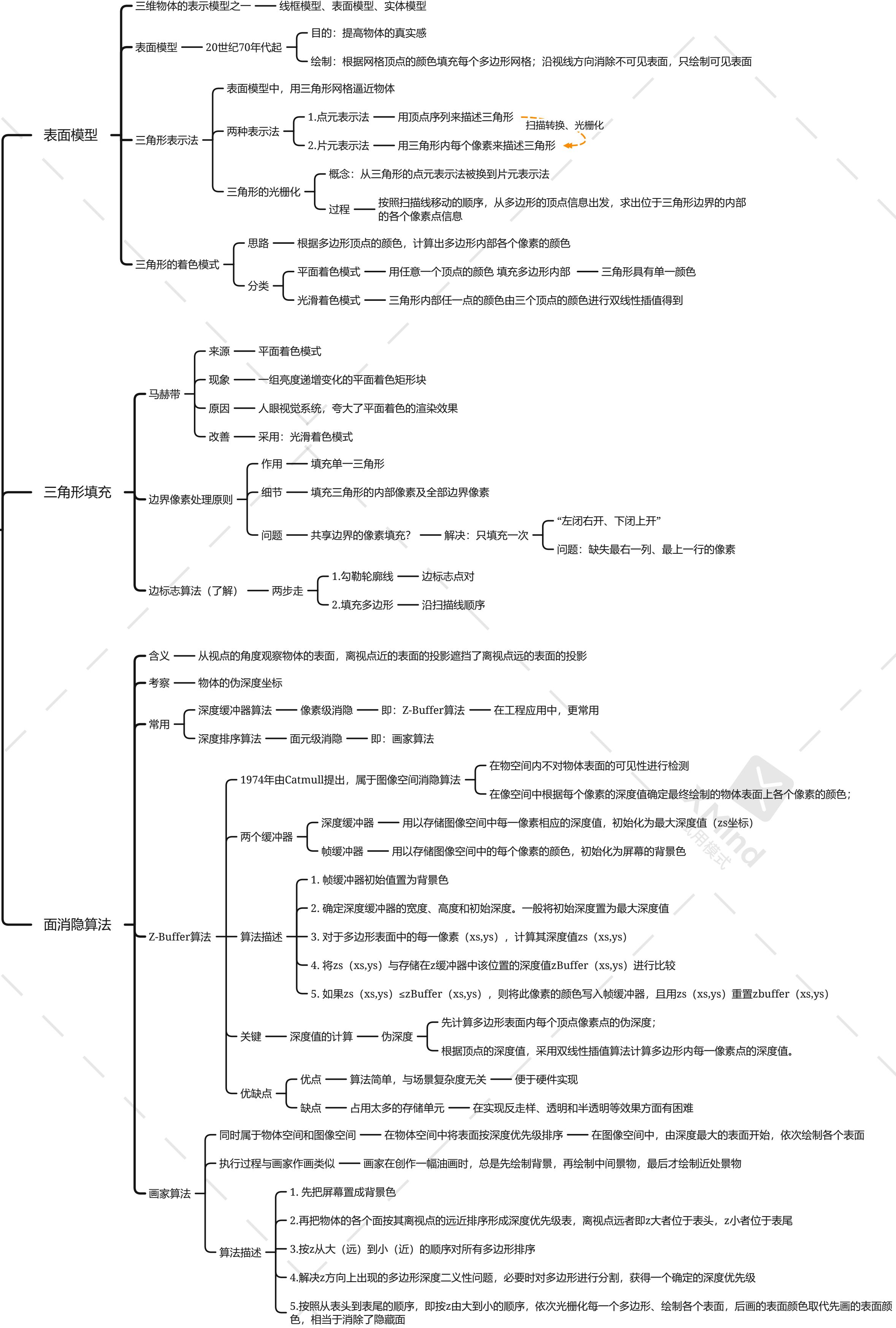
投影 (2学时+2学时)



投影与消隐（4学时+2学时）

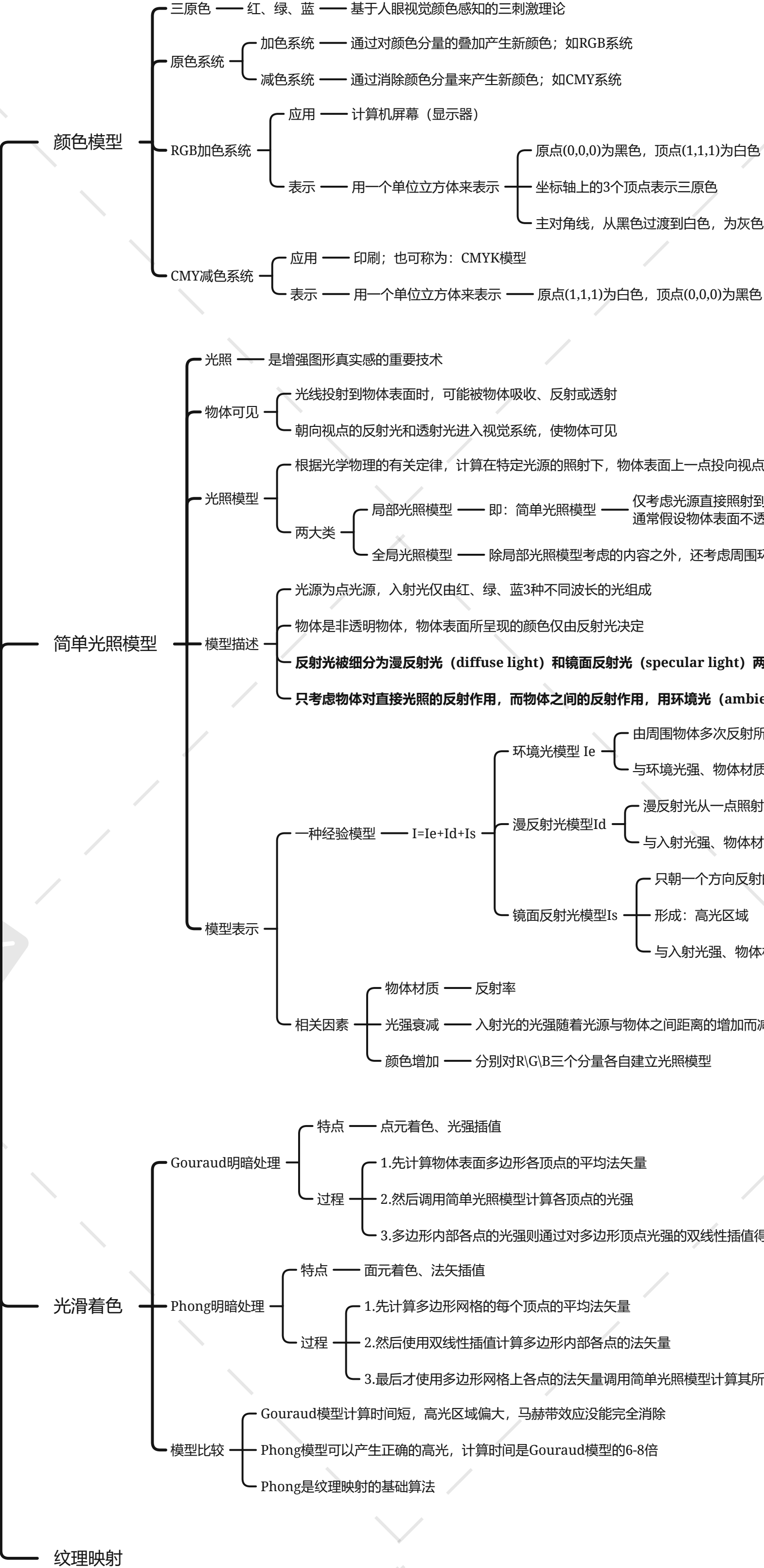


表面模型（含面消隐2学时+2学时）





真实感图形（4学时+2学时）



真实感图形 (4学时+2学时)

