



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

透射电镜分析技术

电镜结构

主讲：杨治刚

目录



在线开放课程

- 透射电镜结构
- 电磁透镜
- 电子枪
- 成像系统



透射电镜的结构

- 电子光学部分
- 供电系统
- 真空系统



透射电镜的结构



在线开放课程

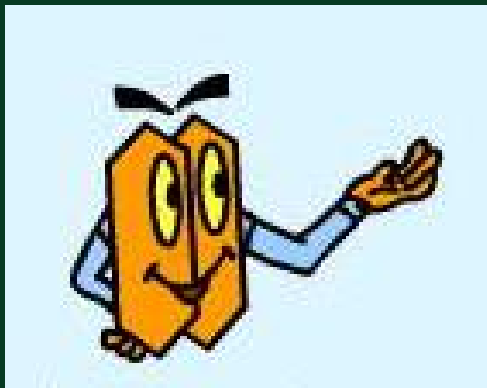
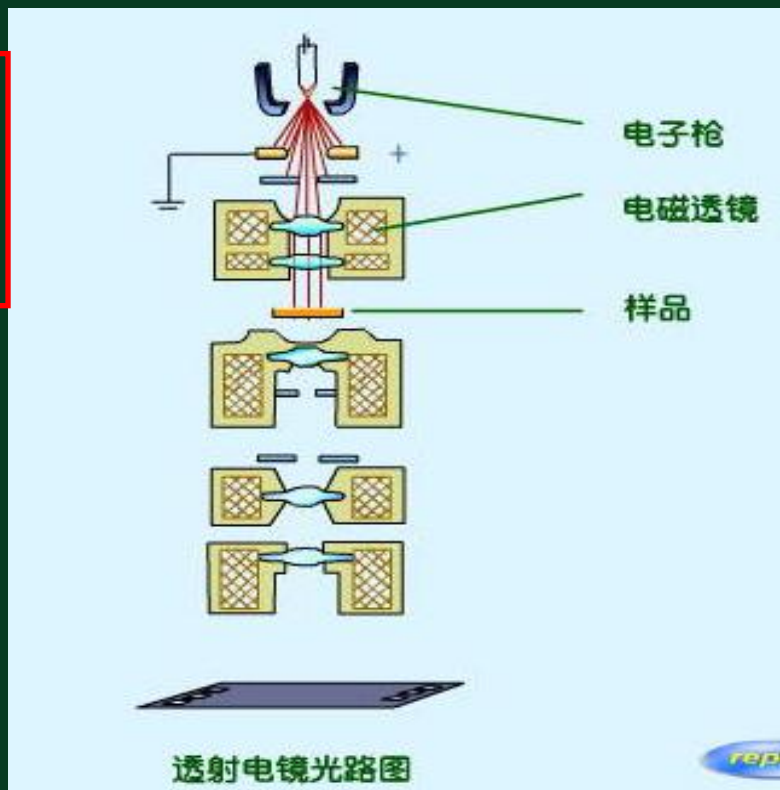
- **透射电镜：电子光学部分、真空系统和供电系统。**
- **电子光学部分：照明系统，成像系统和观察记录系统**

电子枪、聚光镜、样品室、物镜、中间镜、
投影镜、观察室、荧光屏、照相机构等装置

。

照明系统

作用：提供亮度高、相干性好、束流稳定的照明电子束。



照明系统

阴极：又称灯丝，一般是由0.03~0.1毫米的钨丝作成V或Y形状。

控制极：会聚电子束；控制电子束电流大小，调节象的亮度。

阳极：加速从阴极发射出的电子。为了安全，一般都是阳极接地，阴极带有负高压。

会聚从电子枪发射出来的电子束，控制照明孔径角、电流密度和光斑尺寸。

阴极（接
负高压）

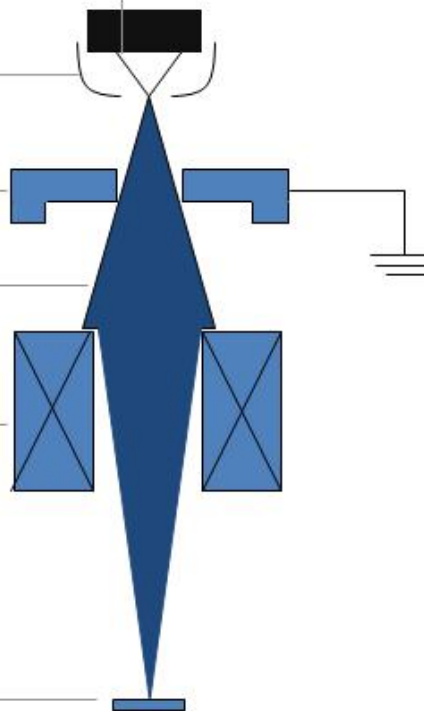
控制极（比
阴极负100
~1000伏）

阳极

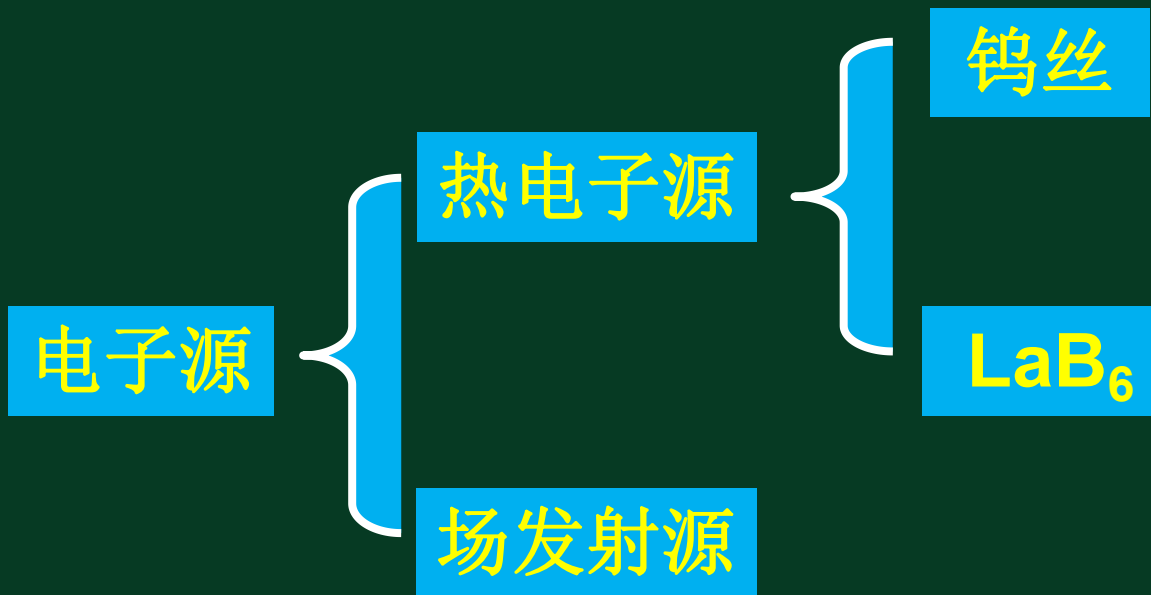
电子束

聚光镜

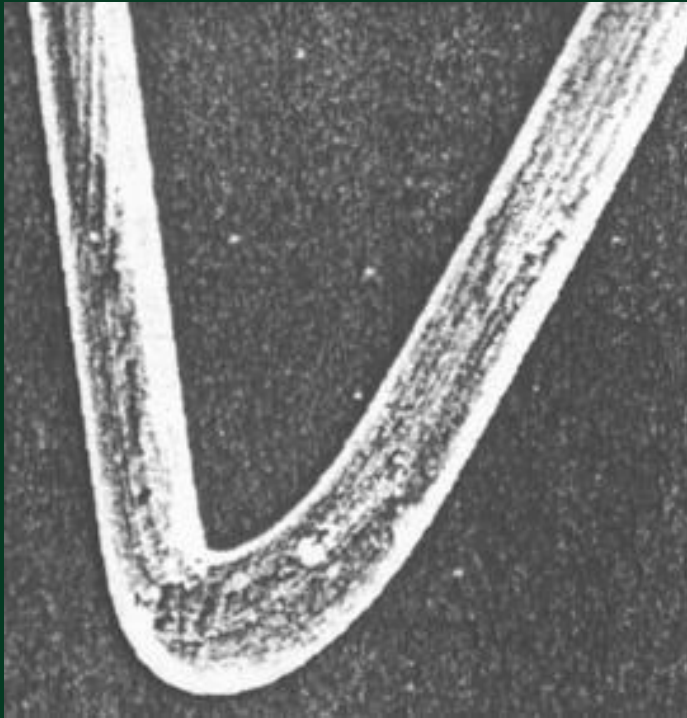
试样



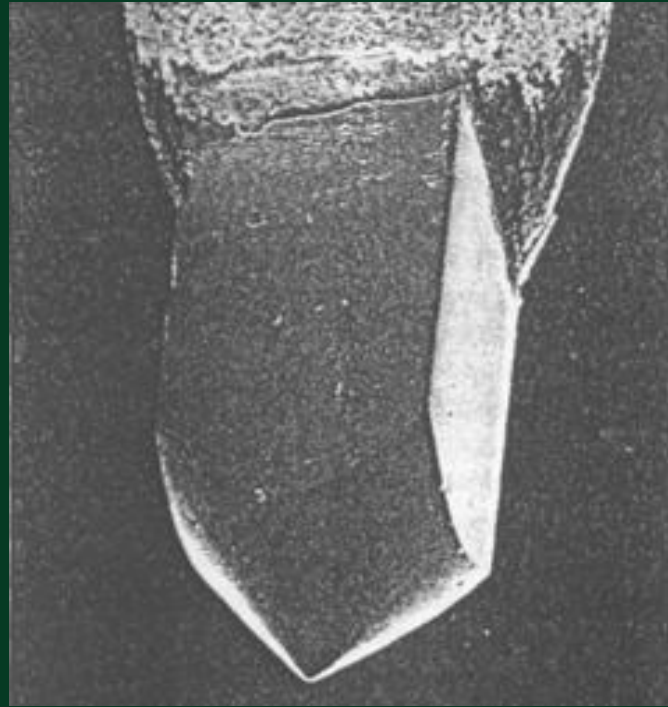
电子枪



电子枪

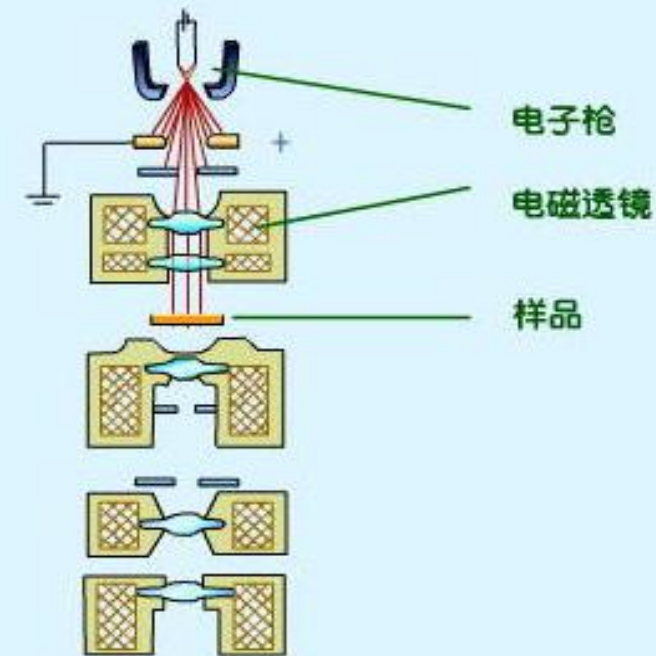


热发射阴极W丝



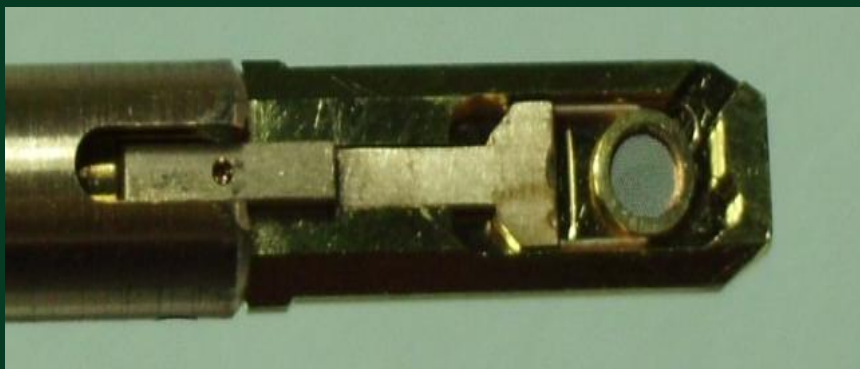
热发射阴极LaB₆单晶

样品室



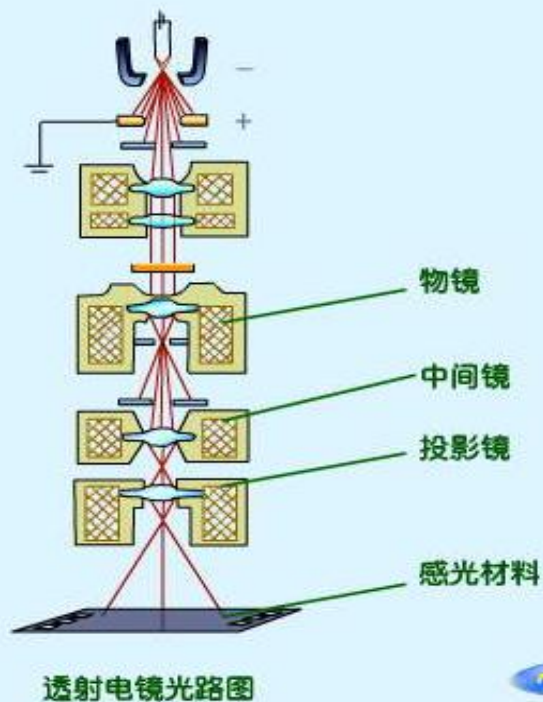
透射电镜光路图

样品室



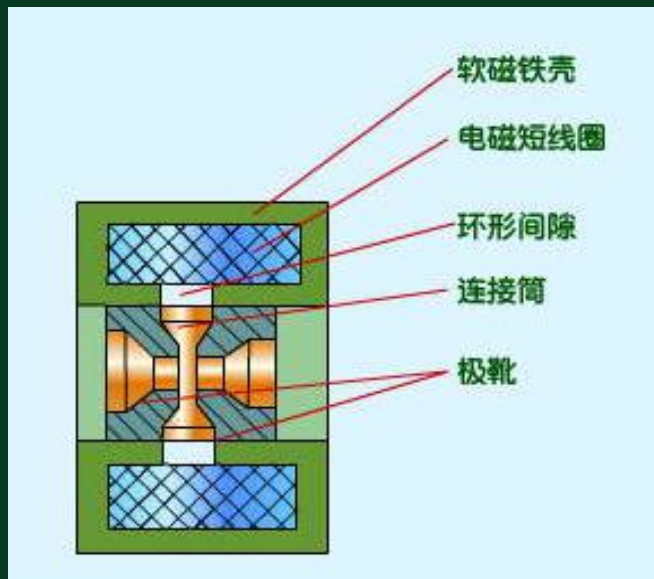
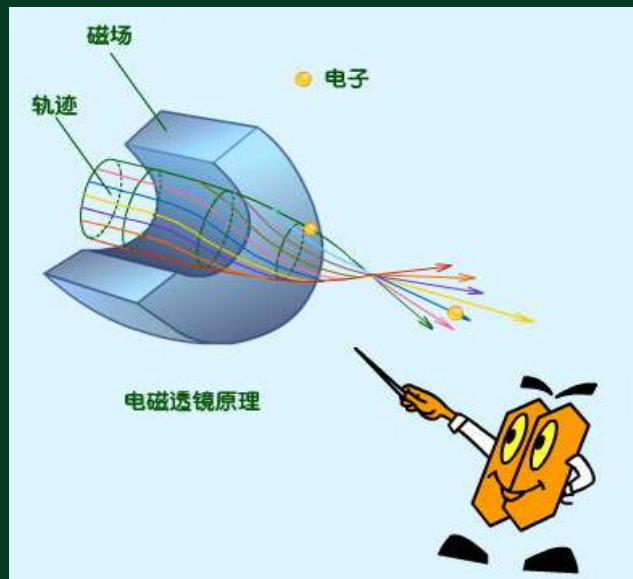
成像系统

穿过样品薄片的电子携带了样品本身的结构信息，经物镜、中间镜和投影镜所组成的成像系统的接力聚焦放大最终以图像或衍射谱的形式显示于荧光屏或感光材料上。



物镜

- 第一个电磁透镜，强励磁短焦距($f=1\sim 3\text{mm}$)，放大倍数 M_0 一般为 $100\sim 300\text{X}$ ，分辨率高的达到 0.1nm 。



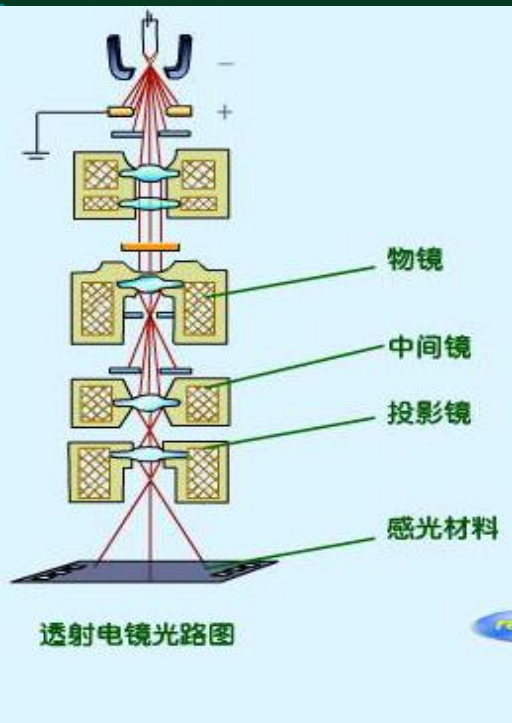
物镜

- 第一个电磁透镜，直接影响整个系统的成像质量。
- 物镜的分辨本领决定了电镜的分辨本领。
- 提高物镜分辨率是提高整个系统成像质量的关键！！！！



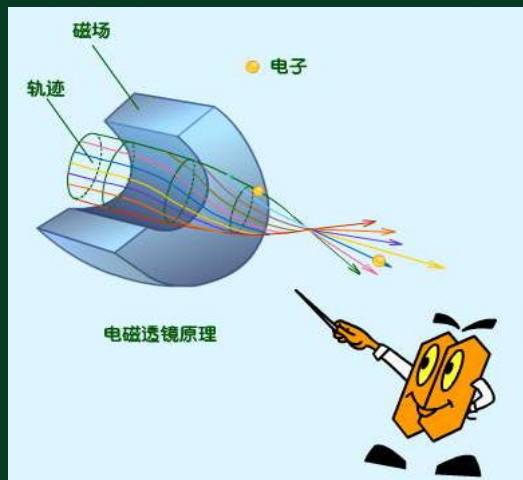
中间镜

- 物镜和投影镜之间，弱励磁，长焦距。0~20X
- 作用：
 - 调节系统放大倍数：
($M=M_0 \times M_i \times M_p$)
 - 进行成像操作和衍射操作



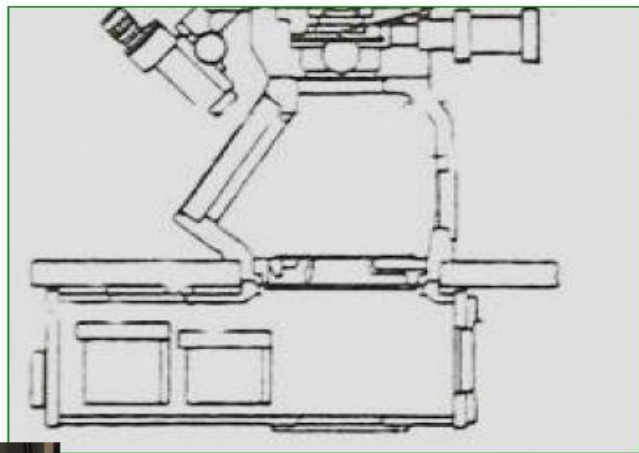
投影镜

- 最后一个**电磁透镜**，**强励磁短焦距**
- 作用：**将中间镜像进一步放大并投影到荧光屏上**
- **景深较大**，即使中间镜像发生移动，也不会影响在荧光屏上得到清晰地图像。



图像观察与记录系统

观察、记录系统



真空系统

- 电镜真空系统一般是由**机械泵、油扩散泵、离子泵、阀门、真空测量仪和管道**等部分组成。
- 作用：排除镜筒内气体，使镜筒真空度至少要在 **10^{-4} pa**以上。
- 如果真空度不够，就会出现下列问题：
 - 1) 高压加不上去
 - 2) 成像衬度变差
 - 3) 极间放电
 - 4) 使灯丝迅速氧化，缩短寿命。

供电控制系统

- **加速电压**和**透镜电流**的稳定性是衡量电镜性能好坏的一个重要标准。
- 透射电镜的电路主要由**高压直流电源**、**透镜励磁电源**、**偏转器线圈电源**、**电子枪灯丝加热电源**，以及**真空系统控制电路**、**真空泵电源**、**照相驱动装置**及**自动曝光电路**等部分组成。
- 另外，许多高性能的电镜上还装备有**扫描附件**、**能谱仪**、**电子能量损失谱**等仪器。

光阑

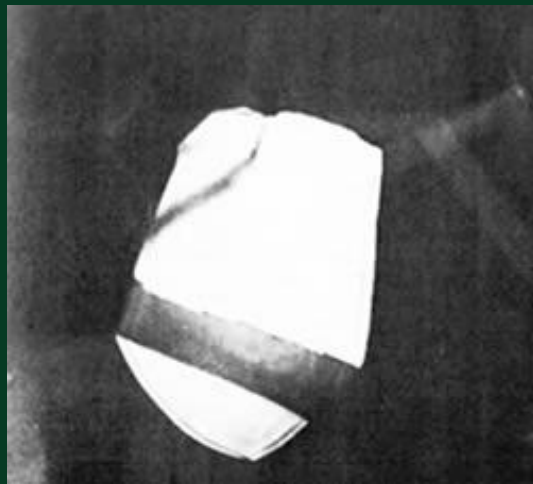
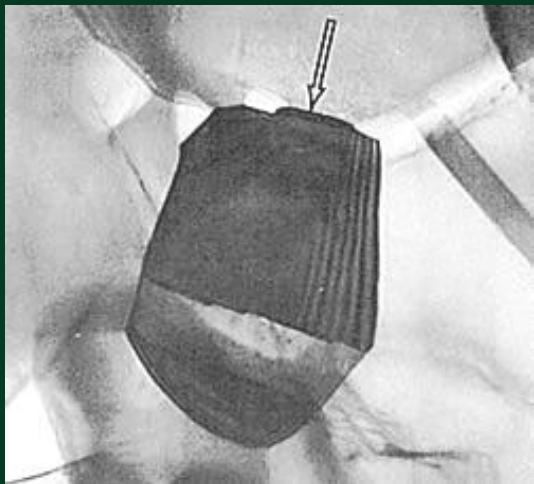
- 形状：带孔小片
- 作用：
 1. 挡掉发散电子。保证电子束相干性
 2. 电子束照射选区



光阑

- 分类：

1. 聚光镜光阑：限制孔径半角
2. 物镜光阑：限制孔径半角，明场/暗场操作
3. 中间镜光阑：选区



小结



在线开放课程

- 透射电镜成像系统

物镜-中间镜-投影镜