



理论力学试验 (六)

刚性转子动平衡



一、概念

能够绕轴线旋转的构件——**回转体**。在理想的情况下**回转体旋转与不旋转，对轴承所产生的压力不变**，这样的回转体是**平衡回转体**。

刚性转子：转动过程中不变形

通常机械中的各种回转体，由于材质不均匀、毛坯缺陷、联轴器不平衡、键槽不对称、加工及装配中产生的误差、回转体在旋转过程中产生的腐蚀、磨损及热变形，甚至设计时就具有非对称的几何形状等多种因素，使得回转体在旋转时，其上每个微小质点所产生的离心惯性力不能相互抵消，这种不平衡的离心惯性力作用在轴承上，将引起振动，产生了噪音，加速轴承磨损，以致严重影响产品的性能和寿命，严重时会造成破坏性事故。这些因素所造成的不平衡量一般都是**随机**的，有很大危害。

不平衡是质心和几何中心线不重合所导致的一种故障状态。



一、概念

应用最广的动平衡方法有：工艺平衡法、现场动平衡法、振型平衡法、相对相位法、三点平衡法、划线法、两平面影响系数法等。

1、振型平衡法

将不平衡量按转子的各阶固有振型分解。若动平衡时的转速接近某临界转速，则这一阶固有振型突出于其他各阶之上。通过检测该振型，就可找到为消除这一阶不平衡分量所需的校正质量的大小和应放置的位置。逐阶进行，就可完成动平衡。

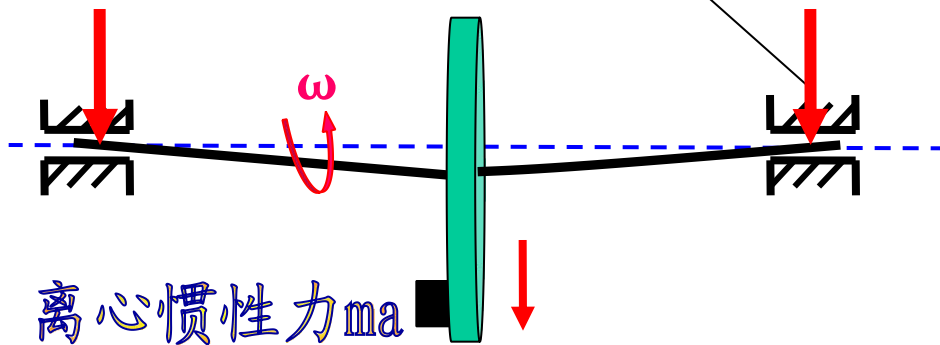
2、两平面影响系数法

在转子上选定若干个校正面和若干个测量面并进行多次运转校正。某校正面上单位校正量在一定转速下引起的某测量面的振动就是一个影响系数。通过测量或计算求出这些影响系数，便可根据不平衡量引起的振动，确定为将各测量面的振动限制在某量值以下，各校正面应加配重（或去重）的位置和大小。



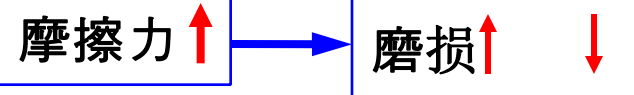
二、动不平衡危害

圆盘转动时由于质量偏心而引起不平衡的惯性力对轴承产生交变的**附加动压力**，使支承座系统产生剧烈振动。

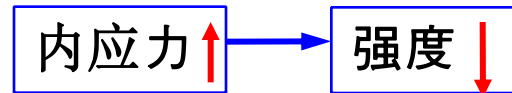


离心惯性力的危害性：

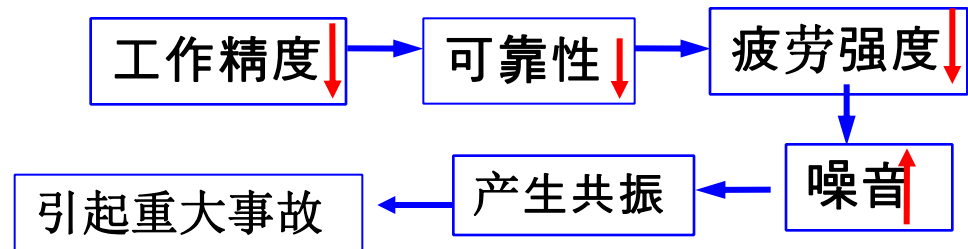
1、在运动副中引起附加动压力



2、增加构件的内应力



3、使机械及基础产生振动



1、气轮发电机组；风机

2、机床主轴；传动轴

3、汽车轮胎；砂轮



二、动不平衡危害

不平衡带来的后果：

增加附加载荷，是设备和零部件损坏的最常见的**四大故障之一**。

引起振动，产生了噪音，加速轴承磨损，缩短了机械寿命，严重时能造成破坏性事故，有**50%左右**的机械振动是由不平衡力引起的。

汽车车轮不平衡，引起车辆振动。

- 1、每半年要做一次动平衡
- 2、几万公里需换一次轮胎





三、动平衡应用



汽车车轮动平衡





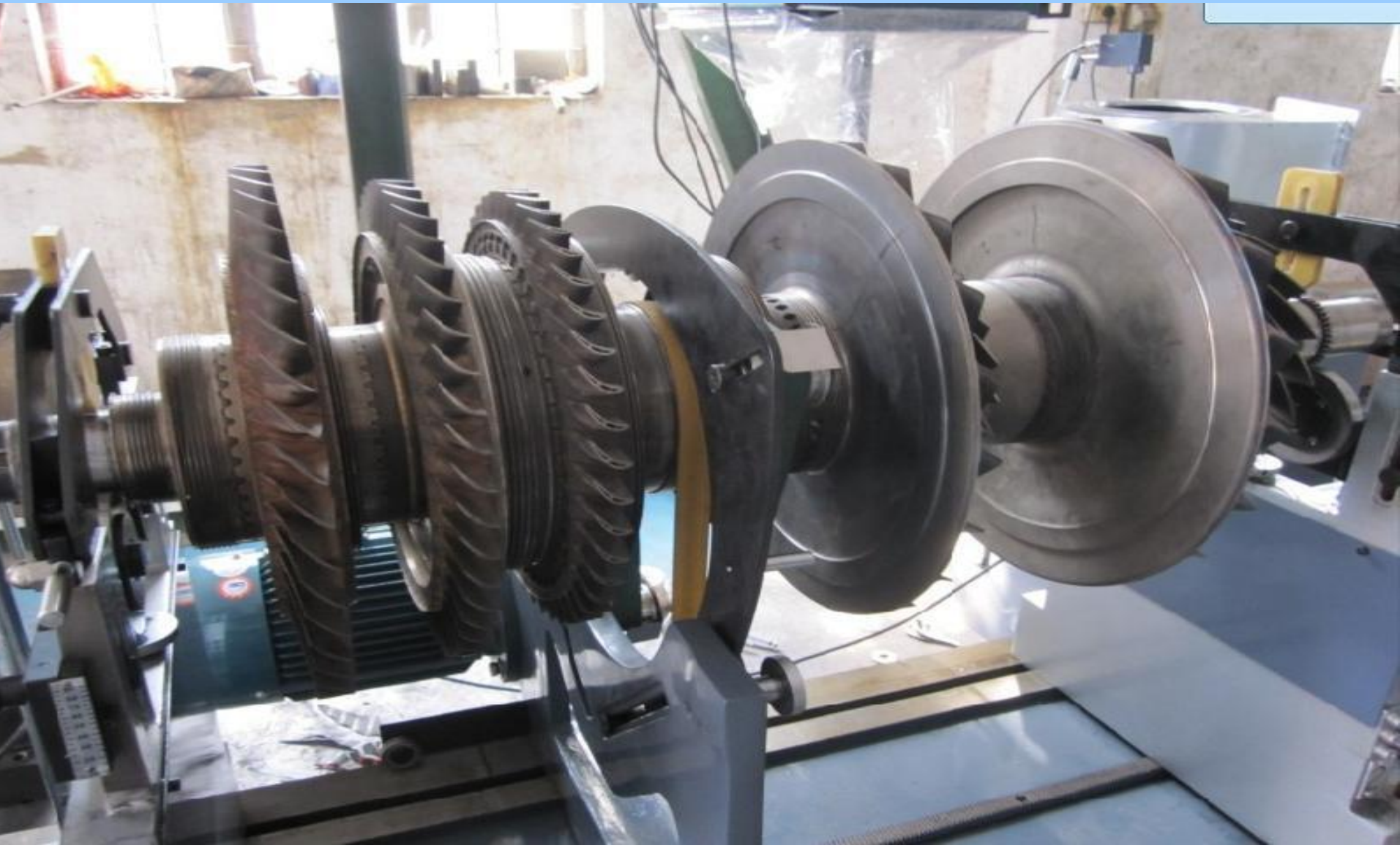
三、动平衡应用



机械转子

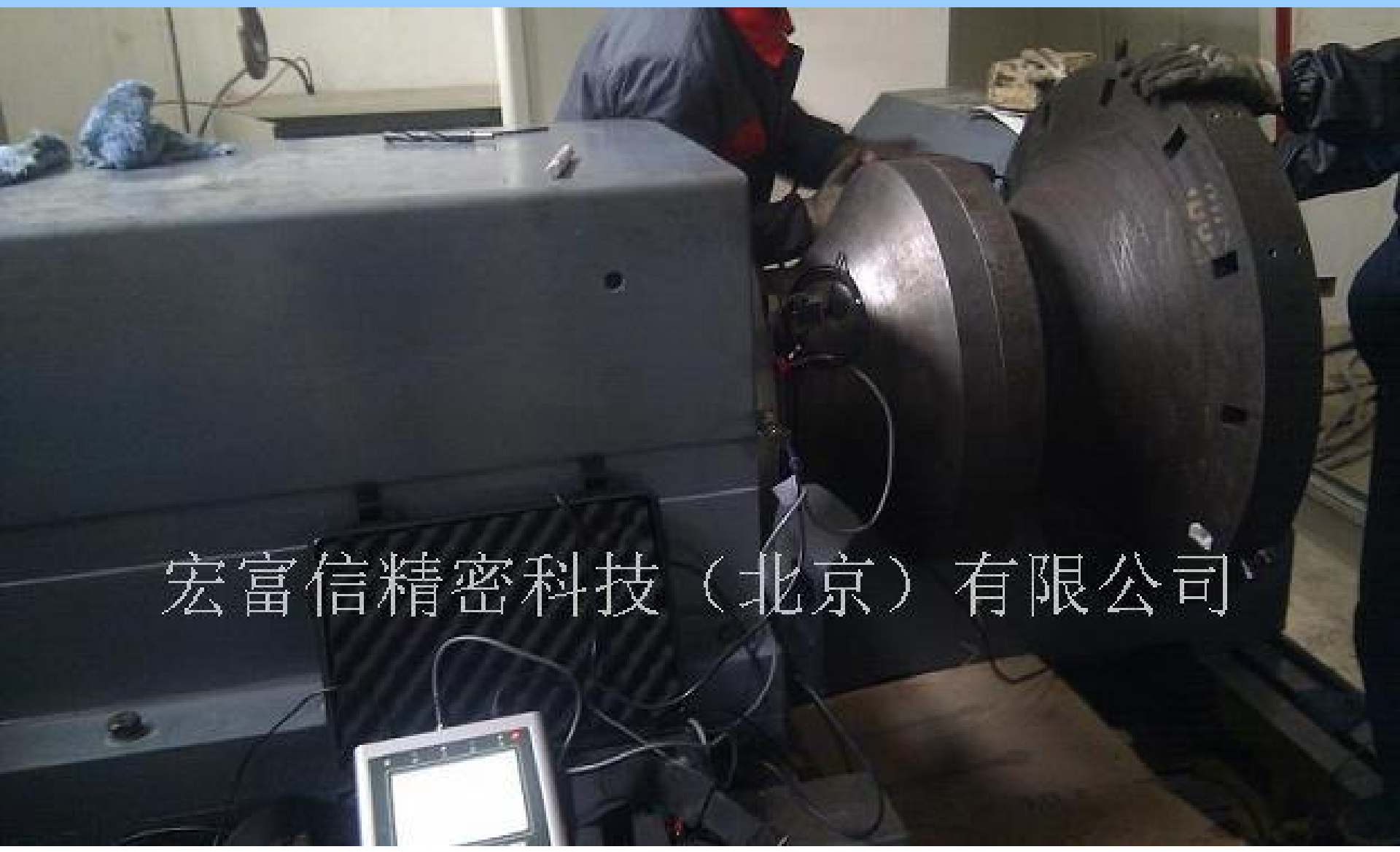


三、动平衡应用





三、动平衡应用



宏富信精密科技（北京）有限公司



三、动平衡应用





四、试验目的

- 1、了解刚性转子动平衡的工程应用。
- 2、掌握刚性转子动平衡的基本概念、原理和试验方法。

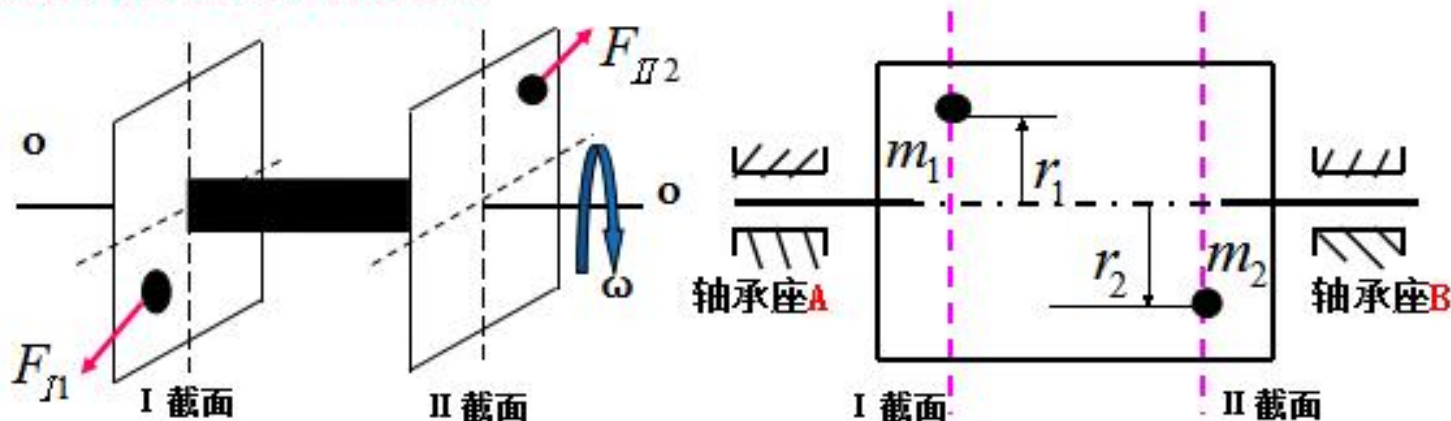


五、实验原理

两平面影响系数法：

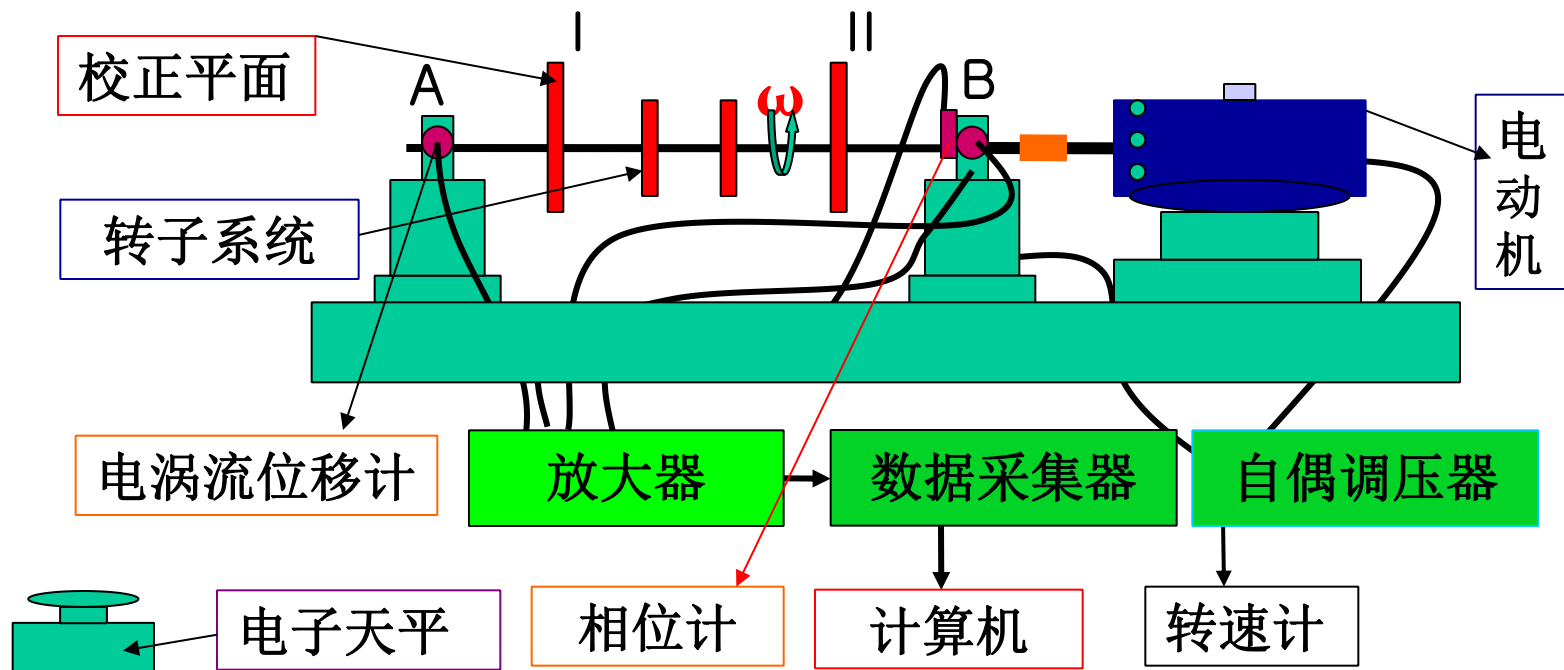
- 1、在转子上任意选定两个截面I、II称为**校正面**；
- 2、在离轴心一定距离上选定 r_1 和 r_2 为半径称为**校正半径**；
- 3、在与转子某一参考标记成 θ_1 和 θ_2 夹角处，分别附加一块质量为 m_1 和 m_2 的重块称为**校正质量**。

如能使两质量 m_1 和 m_2 所产生的离心惯性力的**合力**和**合力偶矩**正好与原不平衡转子的离心惯性力系相平衡，那么就实现了刚性转子的动平衡而**该实验方法称为两平面影响系数法**。





六、实验框架图



A轴承座；B轴承座；I和II为校正平面



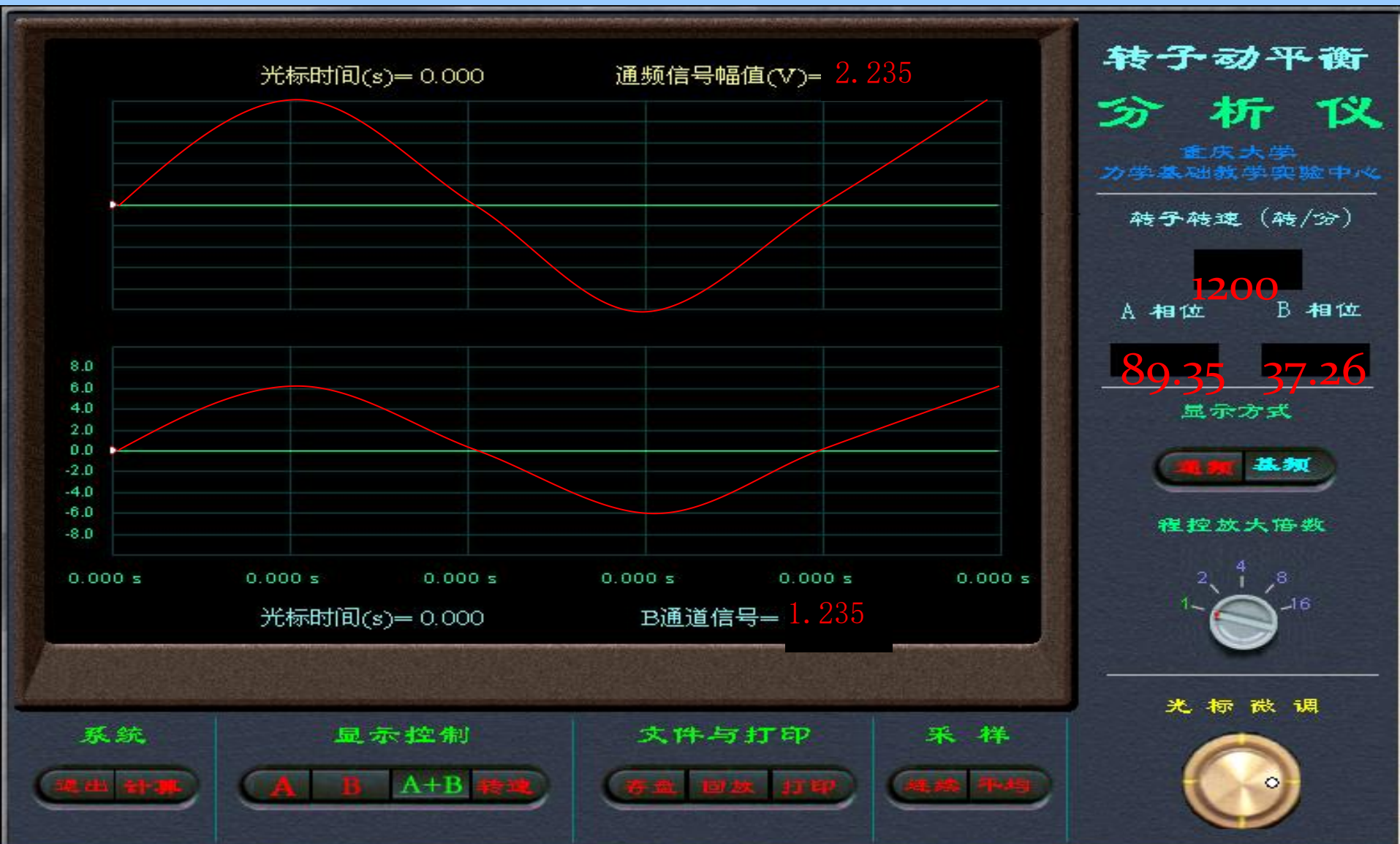
七、实验步骤

两平面影响系数法：

- 1、在每分钟1200转下，检测原始不平衡系统引起的轴颈A、B在某方位的振动量的幅值以及振动信号对于转子上参考标记有关的参考脉冲的相位角。
- 2、根据转子的结构，选定两个校正面 I、II，并确定校正半径 r_1, r_2 。先在平面 I 的 β_1 相位角上加一试重为 m_1 的质量块。在相同转速下测量轴颈A、B的振动量。
- 3、取走 m_1 ，在平面 II 的 β_2 角上加试重为 m_2 质量块。以同样转速测得轴颈A、B的振动量。
- 4、在计算机上算出平面I、平面II上的校正质量 P_1, P_2 及试重方位角 α_1, α_2 ；
- 5、根据计算结果，在 I 面上的角度 α_1 上安装校正质量 P_1 ，在 II 面上的角度 α_2 上安装校正质量 P_2 ，重新起动转子，如振动幅值已减小到满意程度，则平衡结束，否则可重复上面步骤，再进行一次修正平衡。

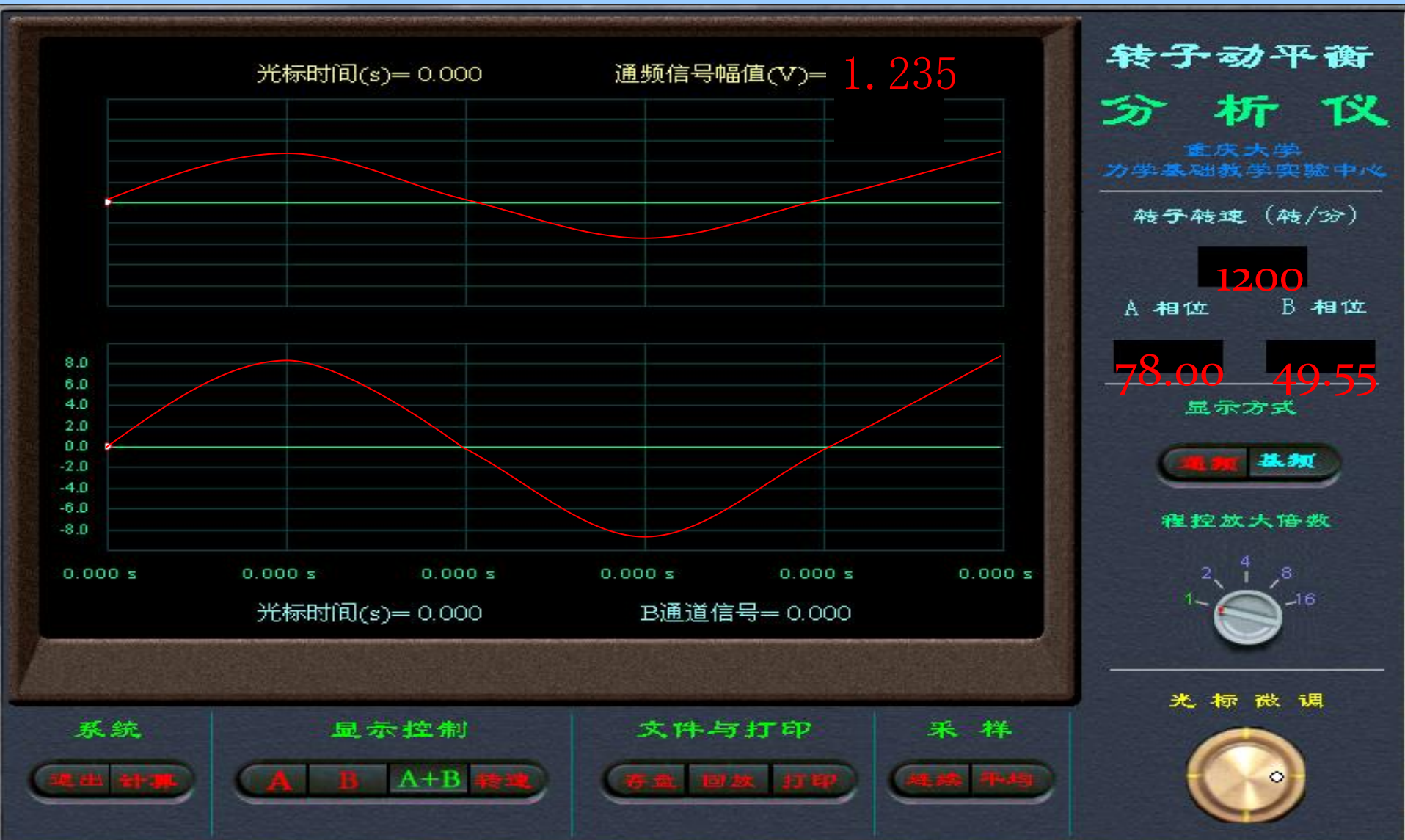


七、实验步骤：初始状态参数



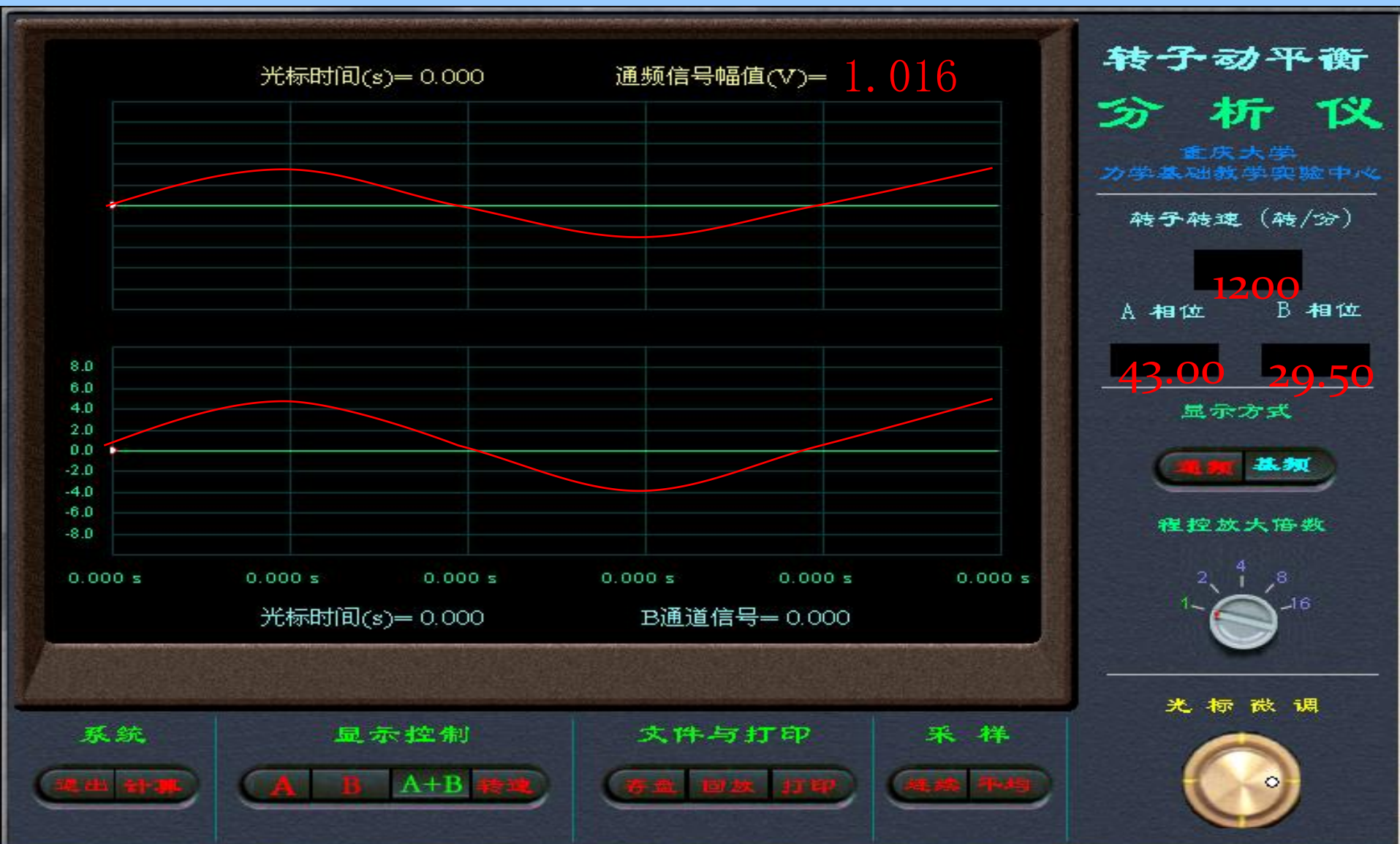


七、实验步骤：I平面 β_1 角加质量 m_1 参数





七、实验步骤：除去 m_1 ，II平面 β_2 角加质量 m_2 参数





七、实验步骤：带入计算

转子动平衡 分析仪

重庆大学
力学基础教学实验中心

转子转速 (转/分)

A 相位 B 相位

显示方式

通频 基频

程控放大倍数



光标微调



初始不平衡量

A 通道 振幅 (um)= 1 相位 (度)= 2
B 通道 振幅 (um)= 3 相位 (度)= 4

返回

第一次试加重及残余不平衡量

试加质重 (克) = 5 相位 (度)= 6

A 通道 振幅 (um)= 7 相位 (度)= 8
B 通道 振幅 (um)= 9 相位 (度)= 10

清空

第二次试加重及残余不平衡量

试加质重 (克) = 11 相位 (度)= 12

A 通道 振幅 (um)= 13 相位 (度)= 14
B 通道 振幅 (um)= 15 相位 (度)= 16

计算

校正质量 (克)

A 平衡面平衡质量 = 9 相位 (度)= 69
B 平衡面平衡质量 = 12 相位 (度)= 148

系统

显示控制

文件与打印

采样

退出 计算

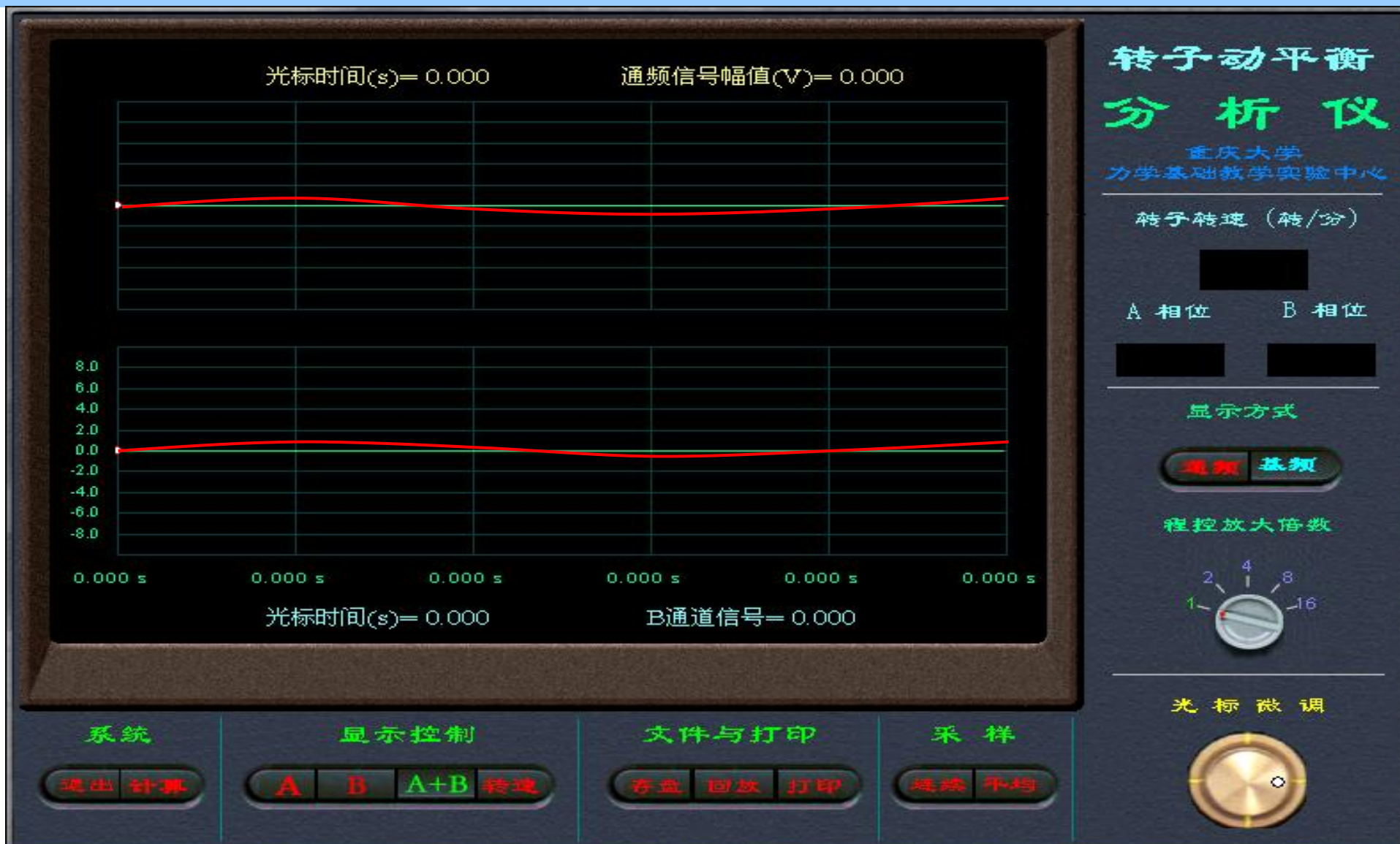
A B A+B 转速

存盘 回放 打印

连续 平均



七、实验步骤：加入计算结果，看动平衡效果





八、实验测量数据

第一步：测试原始不平衡量

A通道： 振幅= () μm ； 相位 (度) = () ；

B通道： 振幅= () μm ； 相位 (度) = () ；

第二步：在 **I 平面** 试加质量并测试残余不平衡量：

试加质量 m_1 = () 克； 相位 (度) = () **+180度**

A通道： 振幅= () μm ； 相位 (度) = () ；

B通道： 振幅= () μm ； 相位 (度) = () ；

第三步：在 **II 平面** 试加质量并测试残余不平衡量：

试加质量 m_2 = () 克； 相位 (度) = () **+180度**

A通道： 振幅= () μm ； 相位 (度) = () ；

B通道： 振幅= () μm ； 相位 (度) = () ；

第四步：计算校正质量和角度：

I 平面 校正质量 () = 克； 相位 (度) = () ；

II 平面 校正质量 () = 克； 相位 (度) = () ；



九、平衡率计算

计算 A 支承座的平衡率：
$$\eta_A = \left| \frac{h_{A0} - h_{A1}}{h_{A0}} \right| \times 100\%$$

计算 B 支承座的平衡率：
$$\eta_B = \left| \frac{h_{B0} - h_{B1}}{h_{B0}} \right| \times 100\%$$

h_{A0} 和 h_{B0} 分别表示 A 和 B 支承座的原始振幅

h_{A1} 和 h_{B1} 分别表示 A 和 B 支承座平衡后的振幅

如果平衡率 η_A 和 η_B 达到预期的要求实验完成，否则重做。



十、注意事项

- 1、注意转子加上防护罩
- 2、人站侧面
- 3、长头发需挽好，防止被夹
- 4、转子不超过1500r/min