

电机基础

- 空调用电机简介
- 交流电机基础
- 直流电机基础
- 电机安全规格
- 电机噪音，振动
- 电机的检测

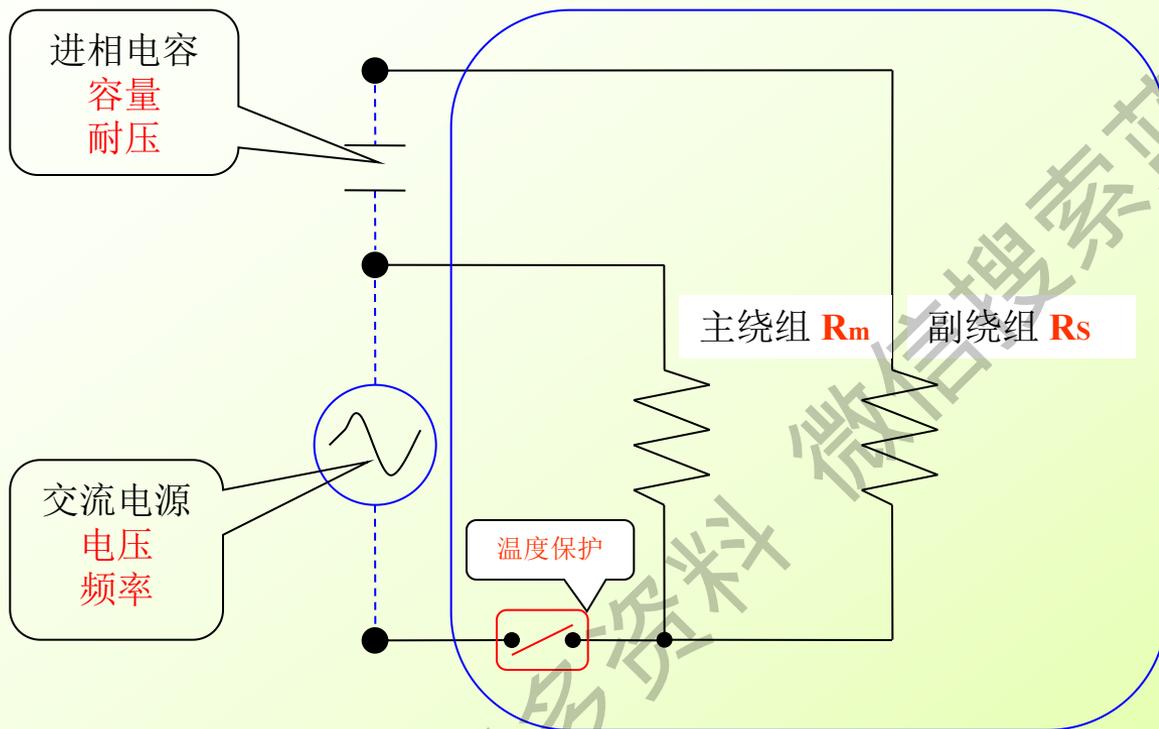
一：空调用电机简介

| 用途 | 电机种类 | 特征 |
|------------|------------------|---------|
| 室内机 送风用 | 4极AC电机（PG，抽头） | 低价格 |
| | 3相DC电机 | 高效率 |
| 室外机 冷却用 | 6极AC电机 | 低价格 |
| | 4极AC电机 | 低价格 |
| | 3相DC电机 | 高效率 |
| 窗机用 | 4极AC电机（单轴，双轴，抽头） | 低价格 |
| 换气用 | 3相DC电机风扇电机 | 高效率、低振动 |
| | 2相DC电机 | 效率低、振动大 |
| 导风板用 | 步进电机 | 价格低、精度低 |

二、交流AC电机的基础

- 电路原理
- 输出特性（功率 力矩）
- 转速及转速控制
- 交流电机温度上升

电容式交流电机电路原理



绕组参数:

铜线线径, 匝数, 耐热等级

绕组电阻: 20 度 $R \pm 5\%$

相间绝缘: 耐压, 泄漏电流

温度保护装置:

可恢复式: 断开, 恢复温度

熔断式: 熔断温度

进相电容:

容值: 微法

耐压: 250 — 450 VAC

容值偏差: $-10\% \text{—} +5\%$

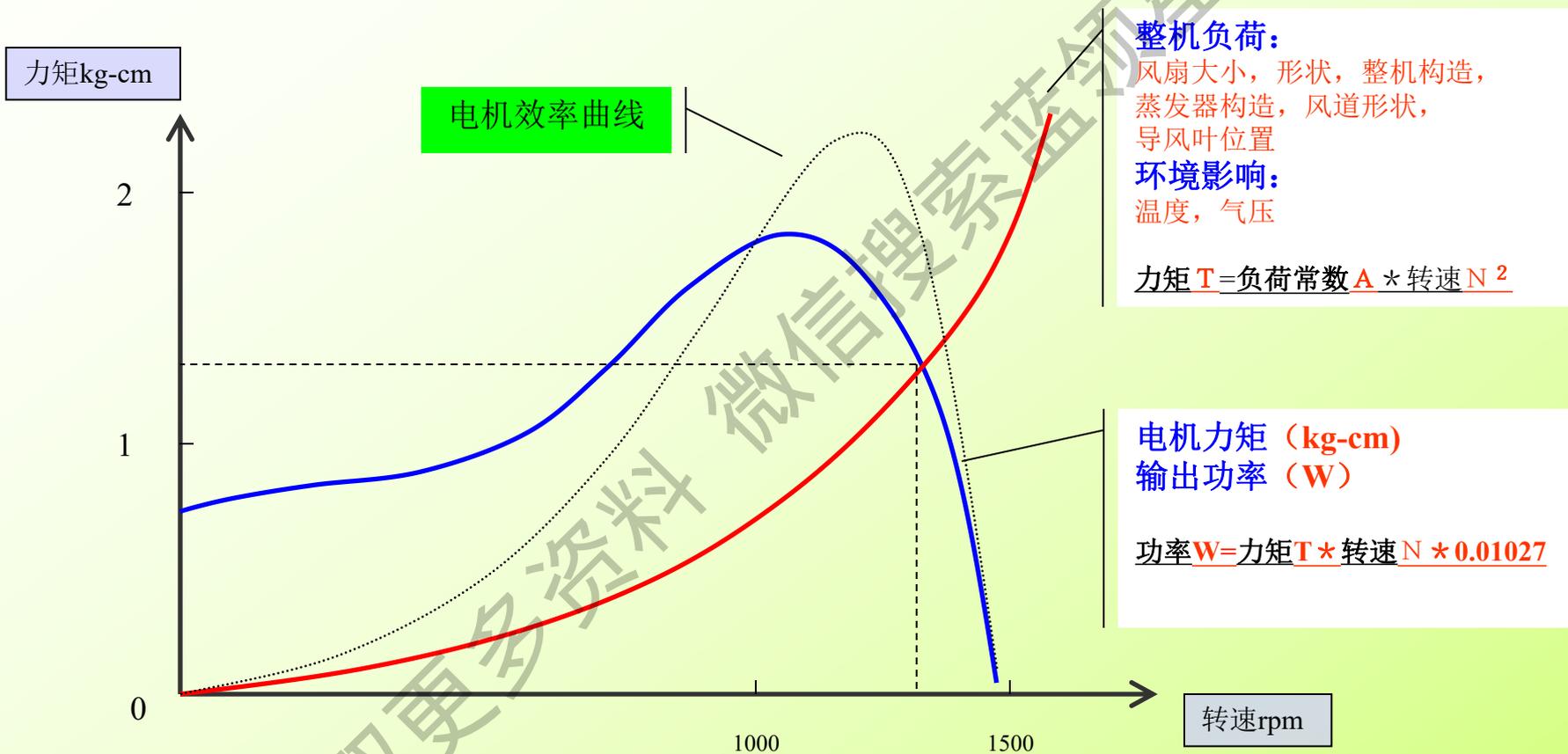
电源:

电压值: 100V, 110V, 220V 230、240V

频率: 50Hz, 60Hz

功率因数: 90%

电容式交流电机输出特性（功率 力矩）



交流 电机转速

➤转速 (RPM)：电机每分钟旋转的转数

电机的转速受负载（风扇）大小的影响，特别是负载为风扇的场合，使用环境的温度，气压都会影响到转速的大小

➤AC电机的同步转速（最大转速 Nm）

电机的极数与使用电源的频率决定电机能转到的最高转速

| 频率 | 极数 | 2极 | 4极 | 6极 |
|------|----|----------|----------|----------|
| 50Hz | | 3000 rpm | 1500 rpm | 1000 rpm |
| 60Hz | | 3600 rpm | 1800 rpm | 1200 rpm |

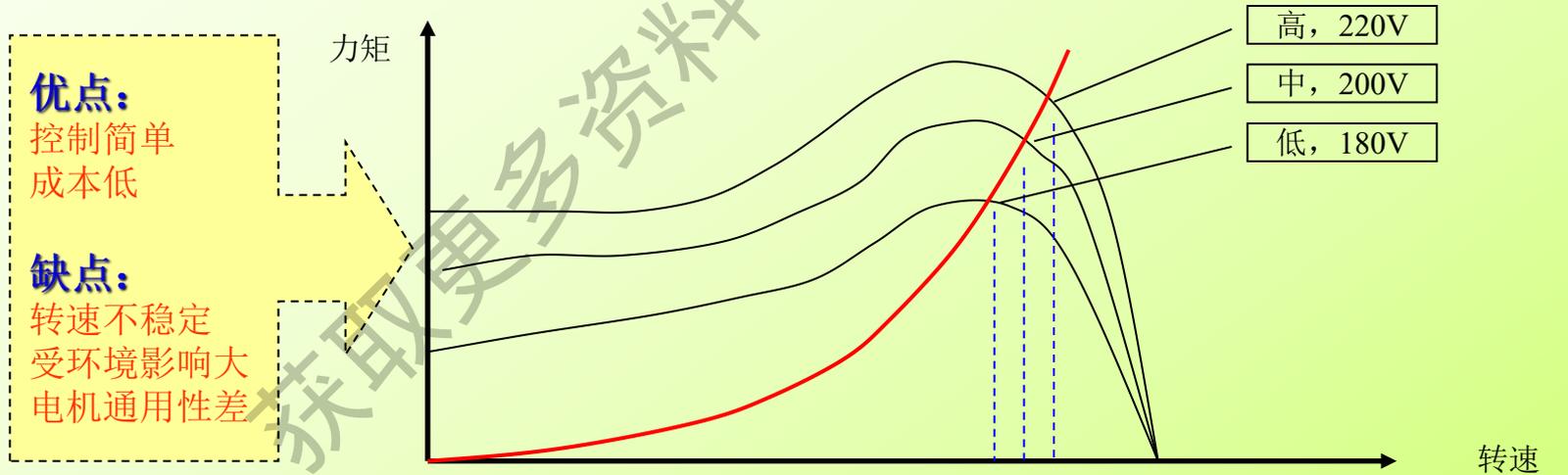
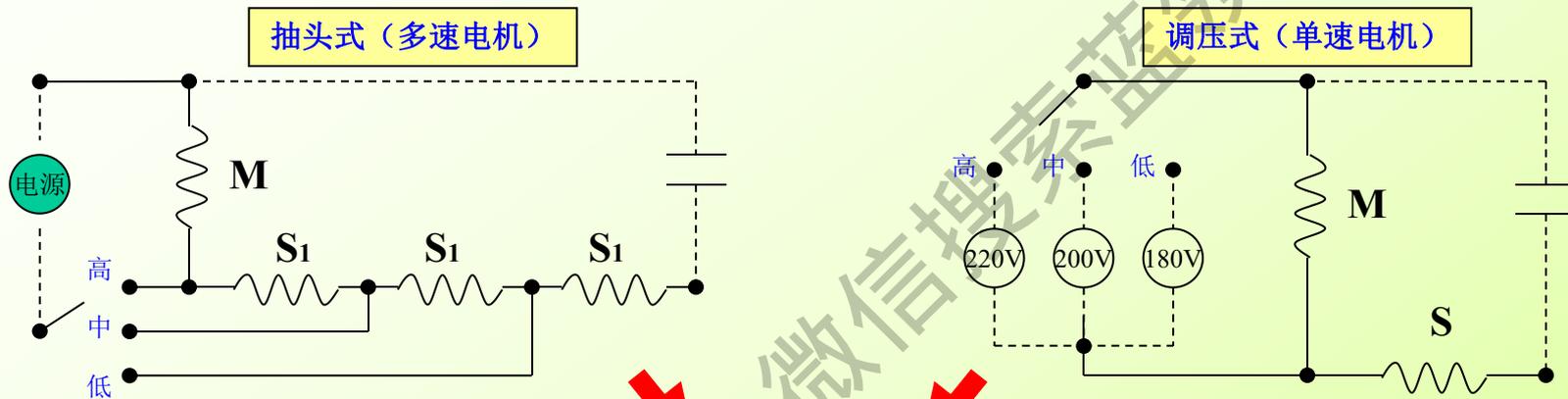
➤同步转速的计算方法

$$N_m = 120 \cdot f / P$$

f：电源频率
P：极数

交流电机控制 -1

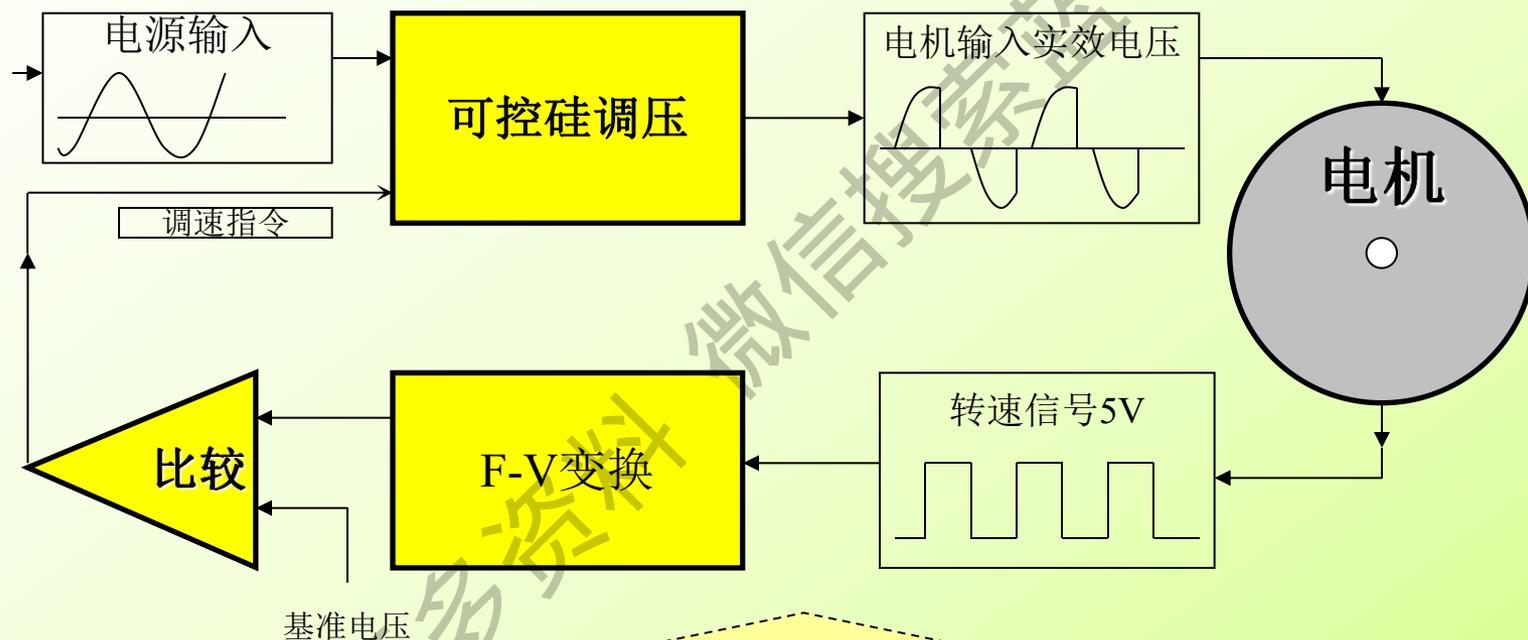
➤ 开环控制



- 优点:**
 - 控制简单
 - 成本低
- 缺点:**
 - 转速不稳定
 - 受环境影响大
 - 电机通用性差

交流 电机控制 -2

➤ 闭环控制



优点: 转速稳定, 电机通用性好, 转速不受环境变化影响
缺点: 控制复杂, 成本高

► 交流电机的温度上升

- 绝缘等级: 由所使用绝缘物的耐热温度决定

E级绝缘: 115°C B级绝缘: 120°C (此温度与环境温度无关)

(对于分体式空调、大部分要求E级绝缘、一部分也有要求B级绝缘)

- 温度上升: 在实际使用状态、电机达到温度饱和时, 此电机的温度与基准温度的绝对值

温度饱和(定义): 30分钟以内温度的变化在2°C以内。

- 温度上升
- 卷线温度上升: 电机的效率与周围放热条件决定
 - 滚动轴承温度上升: 轴承内使用的润滑油特性决定能使用到最大的温度

温度上升公式

$$\Delta T = \frac{234.5(R_2 - R_1)}{R_1} - (T_2 - T_1)$$

T2: 温度饱和时的环境温度

R2: 温度饱和时绕组的电阻

T1: 测量开始时环境的温度

R1: 测量开始时绕组的电阻

234.5: 铜的电阻为零时的绝对温度

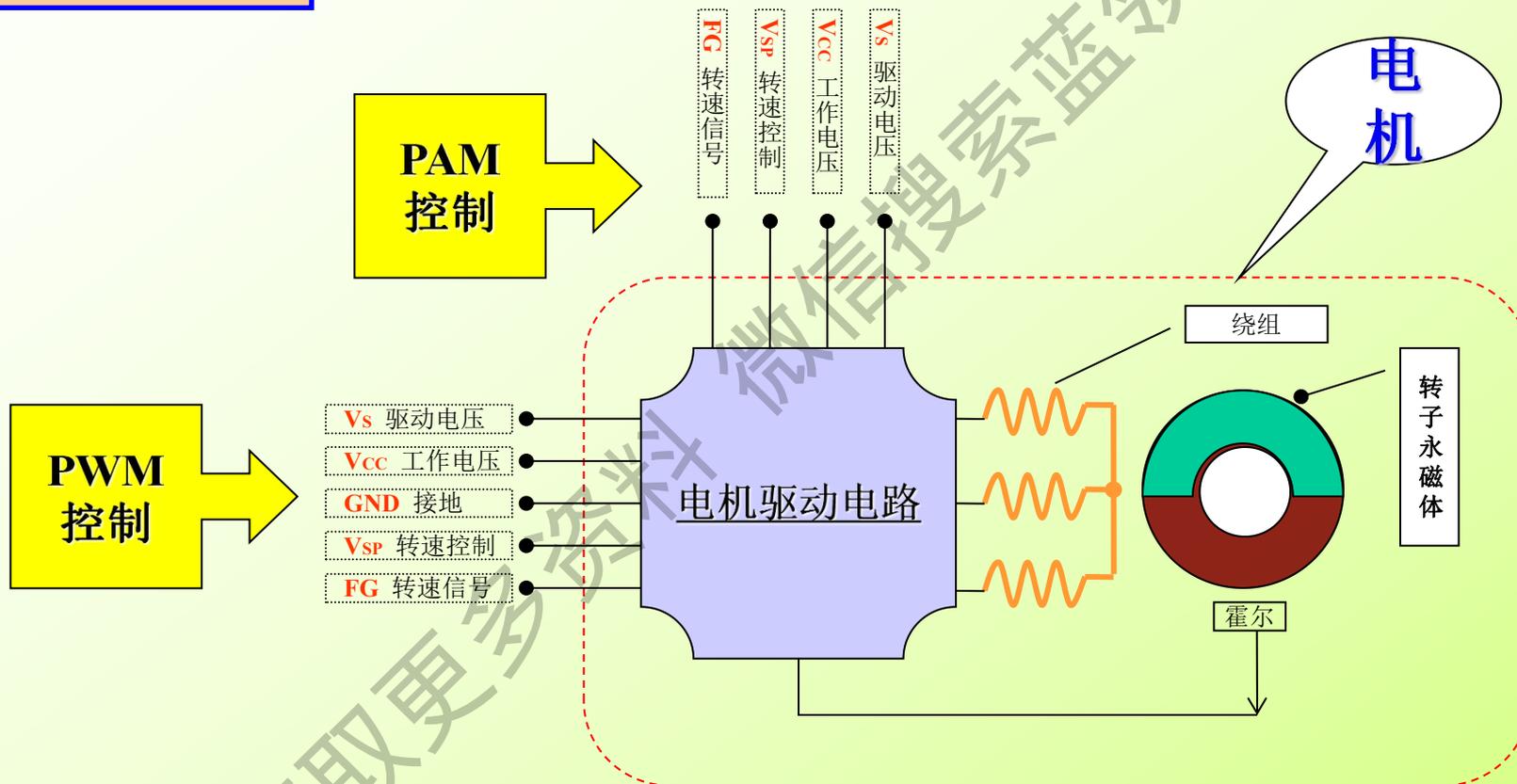
注: 负载变动及测定方法对温度上升的结果影响很大

三、直流DC电机的基础

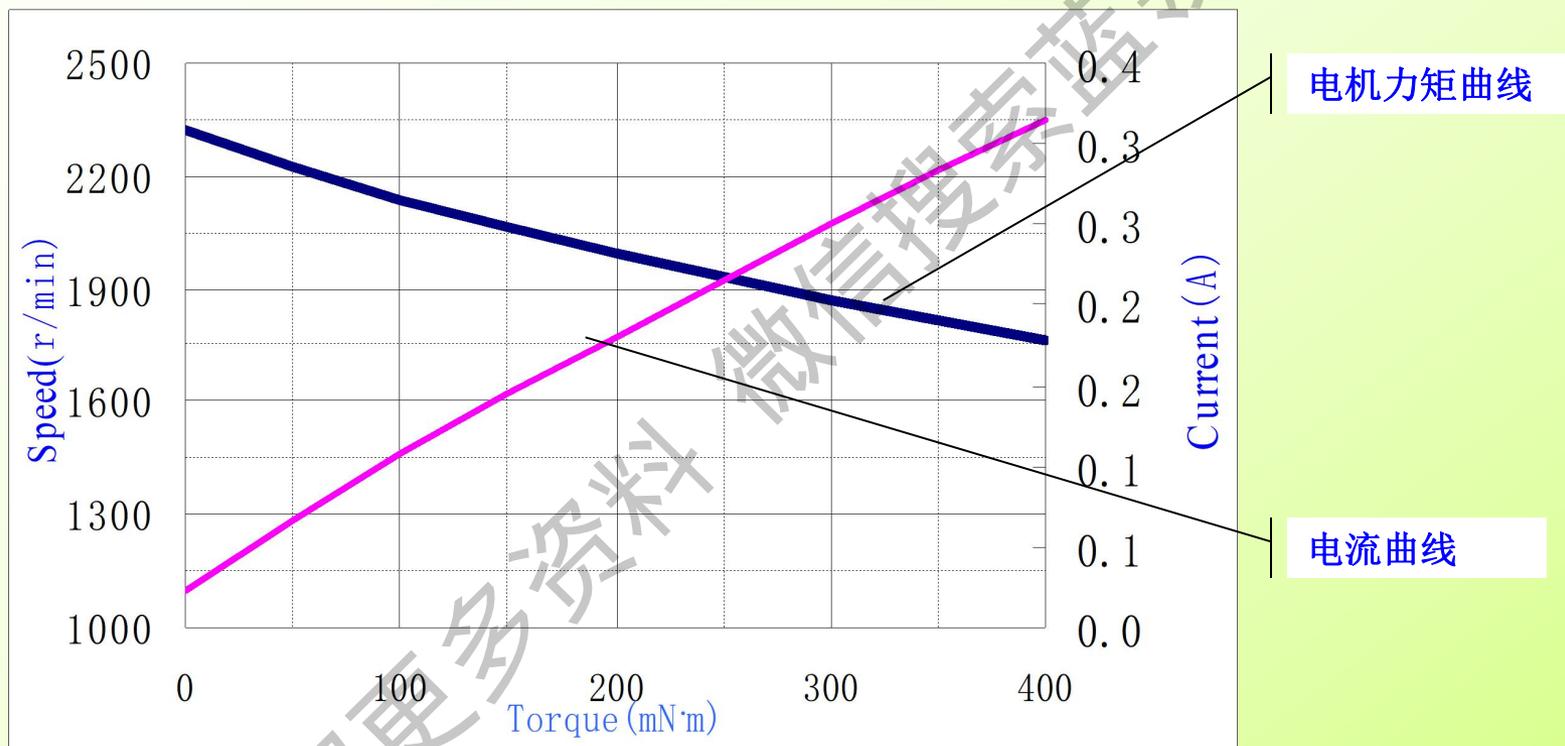
- 电路原理
- 输出特性（功率 电流）
- 转速及转速控制

空调用三相直流无刷电机原理

电机原理



直流无刷电机输出特性（电流 力矩）



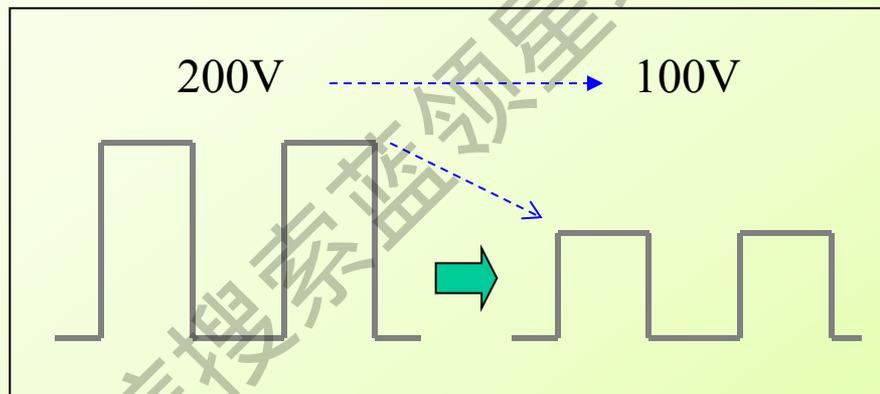
电机力矩曲线

电流曲线

PAM, PWM 转速控制

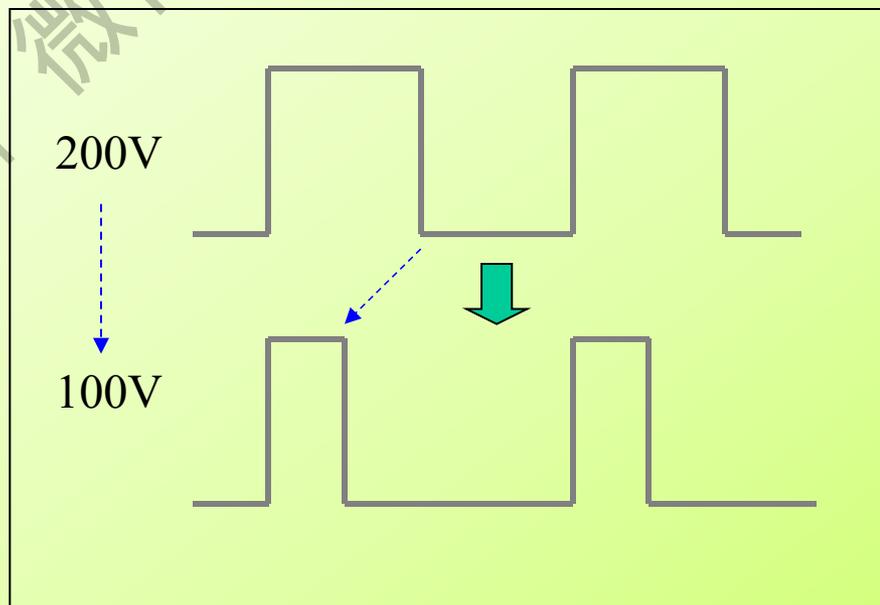
PAM (Pulse Amplitude Modulation)

脉幅调制控制



PWM (Pulse Width Modulation)

脉宽调制控制



➤ 转速控制

| 驱动方式 | | 成本 | 效率 | 振動 騒音 | 转速 控制 | SKY对应 可否 | 備 考 |
|---------------------|-----------|----|----|----------|----------|-------------|-------------------------------|
| 驅動回路 内置 矩形波驅動 | 低压 PAM | ○ | △ | △ | × | ○ | 电机成本高 顾客电路简单 中国的现状普及速度快 |
| | 低压 PWM | △ | △ | △ | △ | ○ | |
| | 高压 PWM | △ | ○ | △ | ○ | ○ | |
| | 高压 PAM | × | △ | ○ | △ | × | |

安全规格 及 电机的温度规格

电机的绝缘等级和温度上限

安全规格

| 名称 | 地区 |
|-------|------|
| CCC | 中国 |
| 电取法 | 日本 |
| UL | 美国 |
| CAS | 加拿大 |
| VDE | 德国 |
| IEC | 国际标准 |
| DEMKO | 丹麦 |
| 其他 | |

| 电机部位 | 绝缘等级 | 测量法 | 温度限度(°C) | 使用绝缘材料耐温(°C) |
|------|------|------|----------|--------------|
| 绕组 | A 级 | 电阻法 | 100 | 105 |
| | E 级 | 电阻法 | 115 | 120 |
| | B 级 | 电阻法 | 120 | 130 |
| | F 级 | 电阻法 | 140 | 155 |
| | H 级 | 电阻法 | 165 | 180 |
| 铁心 | A 级 | 温度计法 | 100 | |
| | E 级 | 温度计法 | 115 | |
| | B 级 | 温度计法 | 120 | |
| | F 级 | 温度计法 | 140 | |
| | H 级 | 温度计法 | 165 | |
| 电刷 | A 级 | 温度计法 | 100 | |
| | E 级 | 温度计法 | 110 | |
| | B 级 | 温度计法 | 120 | |
| | F 级 | 温度计法 | 130 | |
| | H 级 | 温度计法 | 140 | |
| 轴承 | 滑动轴承 | 温度计法 | 80 | |
| | 滚珠轴承 | 温度计法 | 85-95 | |

电机的振动、噪音

- **振动**: 由构造设计、零部件精度、组装精度等来决定
- **噪音**
 - 电磁音: 卷线励磁所产生的声音
 - 机械噪音: 摩擦音、轴承转动音、震动等产生的声音
- **共振**: 实机安装时、马达固有的周波数和实机固有的周波数重叠而产生的声音
- **噪音、震动的测试**: 马达单品测试(作为参考)
整机装载测试(与所有部件精度的以及装配有关)

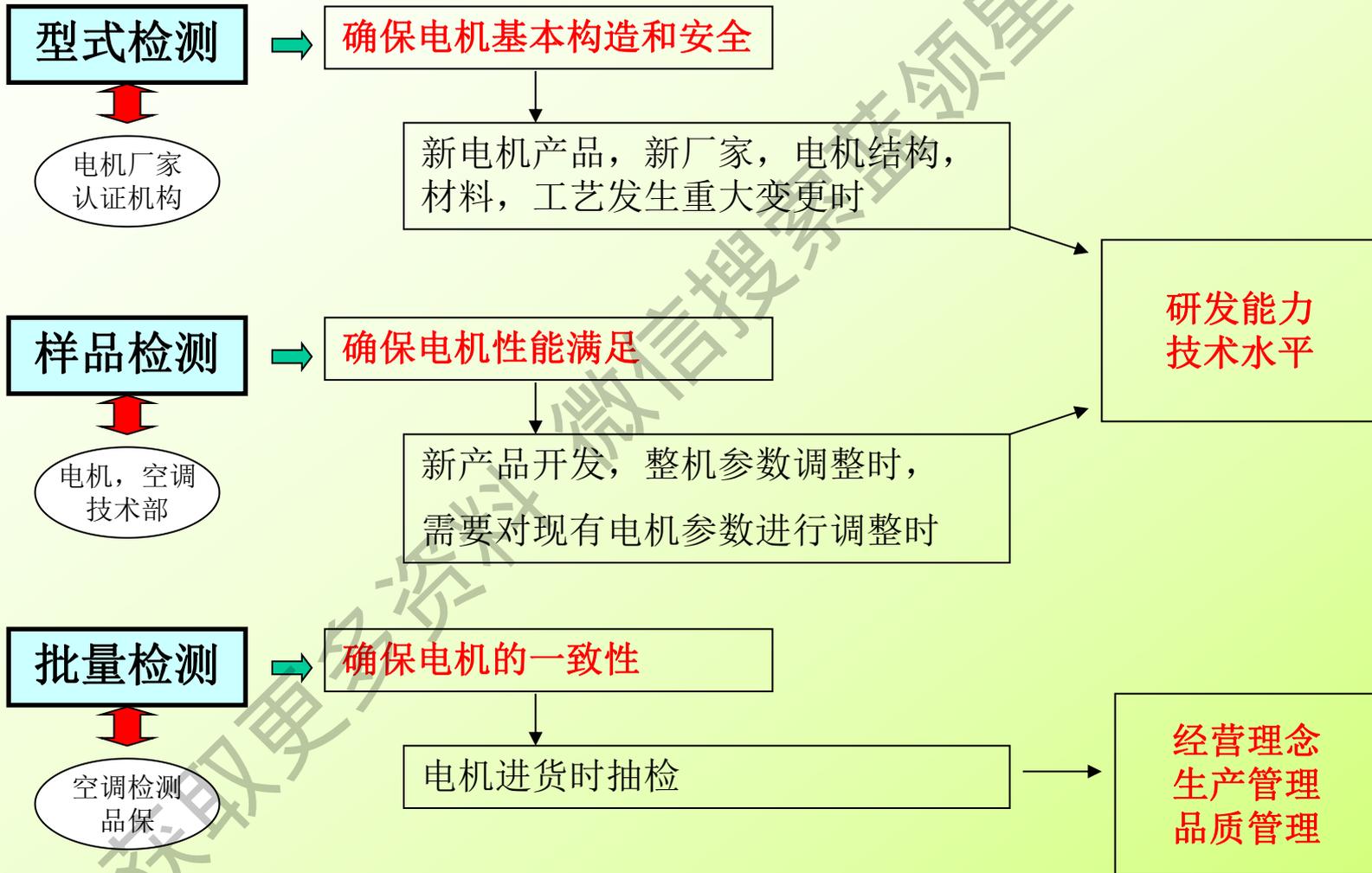
注: 电机振动和噪音在无负荷(单独测试)和负荷状态(实机装载时)会发生变化。

四、关于电机的检测

- 检测流程
- 检测项目及重点
- 国外企业的作法

检测流程

电机检测



检测项目及重点

| 检测区分 | 检测项目 | 形式 | 样品 | 批量 | 直流 | 交流 | 备注 |
|------|------------|----|----|----|----|----|------------|
| 静态检测 | 外观 | | ○ | ○ | ○ | ○ | 安全，使用上有无问题 |
| | 机械尺寸 | | ○ | ○ | ○ | ○ | 安全，使用上有无问题 |
| | 绕组电阻 | | 确认 | ○ | ○ | ○ | 电机一致性项目 |
| | 零部件构成 | ○ | ○ | | ○ | ○ | 定期抽检 |
| 动态监测 | 输出功率 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 电机一致性项目 |
| | 转速（空载，负载） | | ○ | ○ | ○ | ○ | 模拟负载，实际负载 |
| | 电流（空载，负载） | | 确认 | ○ | ○ | ○ | 电机一致性项目 |
| | 空载振动，噪音 | | 测量 | 异音 | ○ | ○ | 空载时异音为重点 |
| | 负载振动，噪音 | | 测量 | 异音 | ○ | ○ | 整机时听感为重点 |
| | 转速信号输出（FG） | | ○ | ○ | ○ | ○ | 有信号输出检查 |
| 安全检测 | 绝缘耐压 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 最重要 |
| | 温度上升 | | ○ | | ○ | ○ | 直流电机主要是IC部 |
| | 异常工况 | ○ | ○ | | ○ | ○ | 保护消费者出发 |
| | 环境实验 | ○ | ○ | | ○ | ○ | 整机实装 |

▶ 国外企业的方法

中国

国标，行标 GB CCC

企业标准 (铁壳，塑封，直流等)

一个型号 企业标准图纸 (详细)

- 存在多重标注
- 新产品经常无标准
- 新供应商采用时困难

外企

JIS VDE UL

一个型号 企业标准图纸 (只标需要内容)
供应商根据自己产品的特征提供详细的规格书 (包含安全标准，企业要求，产品的特殊要求等) 企业确认

- 效率高
- 新产品开发时速度快
- 新供应商导入快
- 问题发生时责任明确

电机中有害物质

交流电机



板金电镀
6价Cr

电容端子
镉Cd

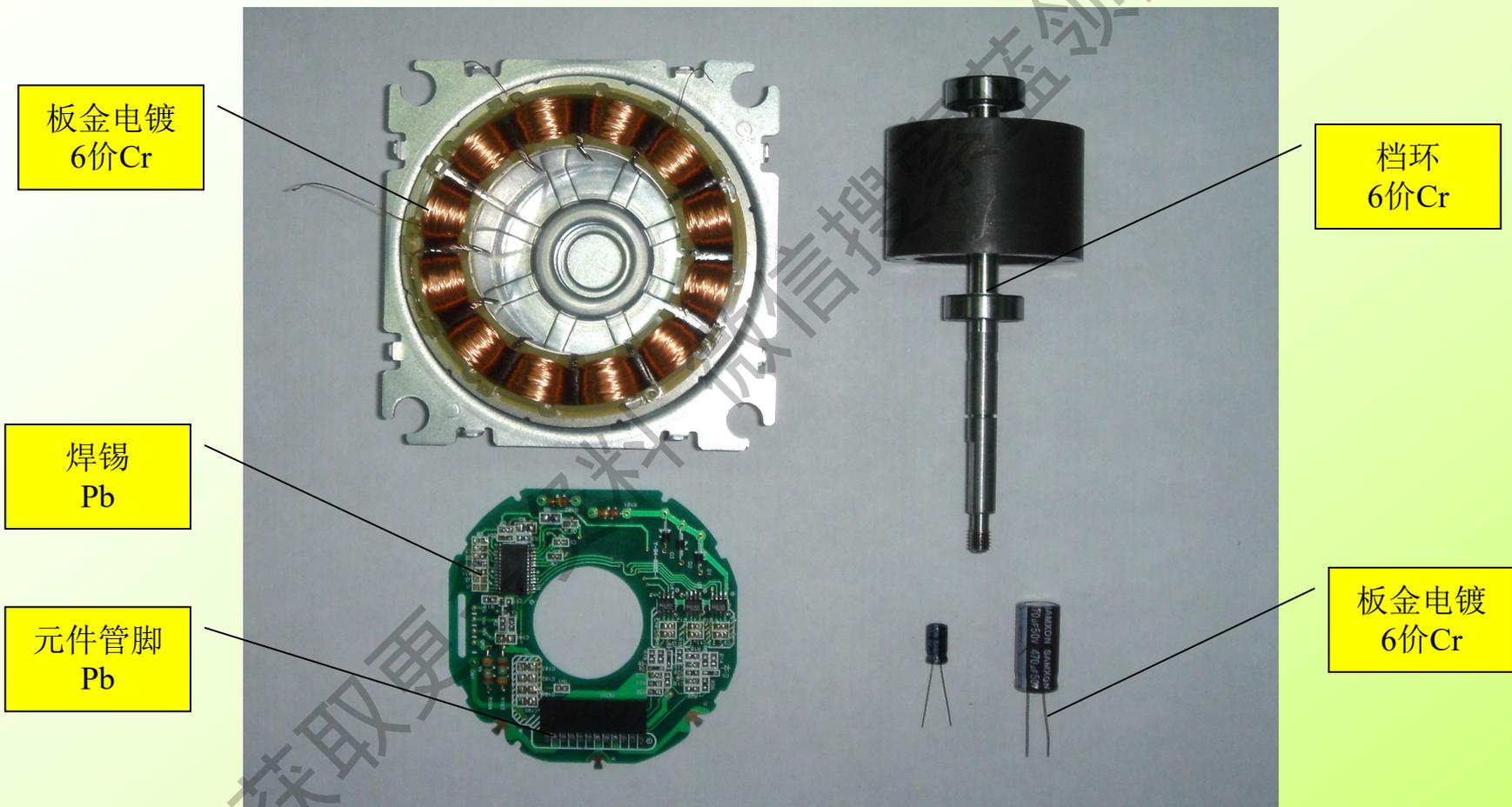
环氧树脂
PBB, PBDE

涂料
镉Cd

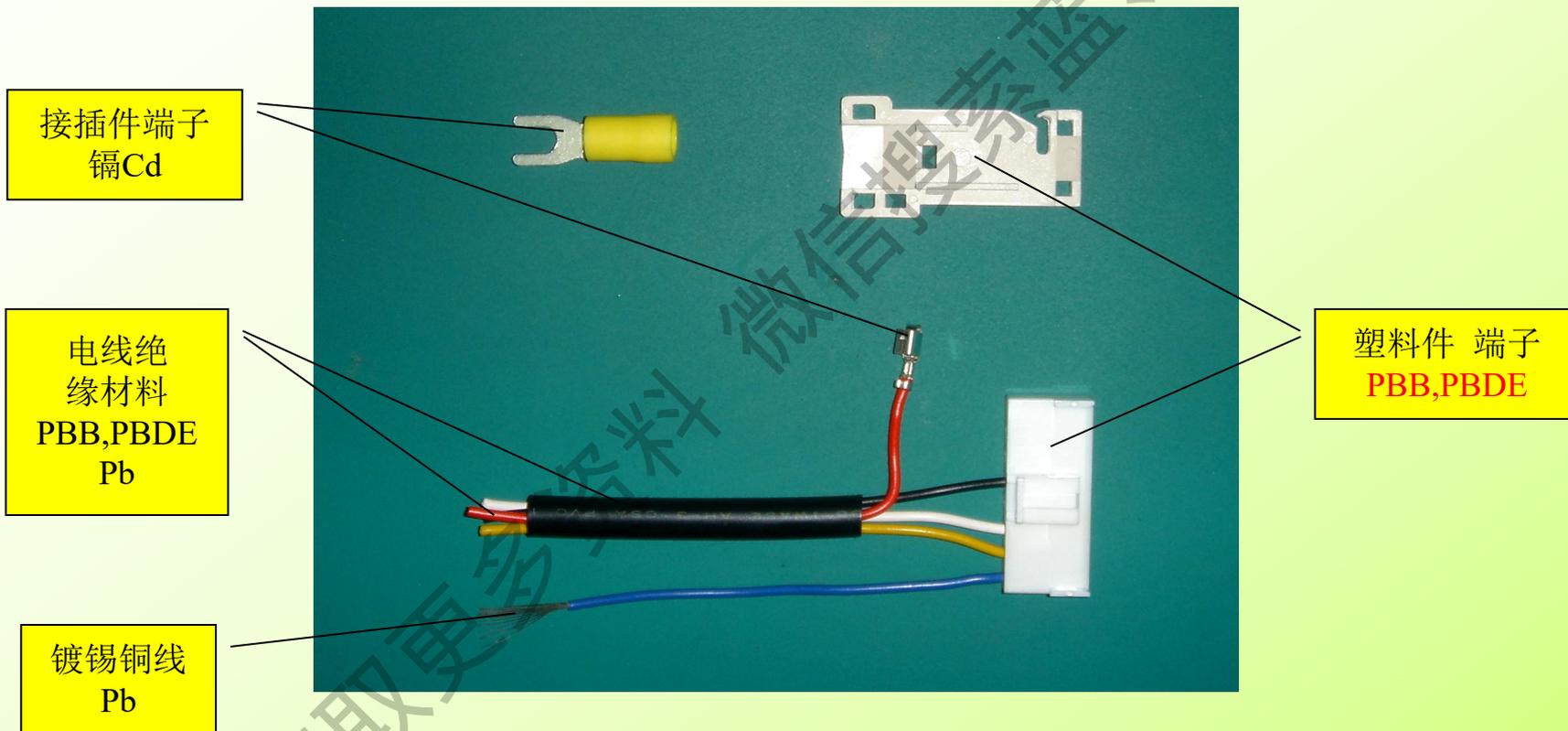
绝缘材料
PBB, PBDE

轴 Pb

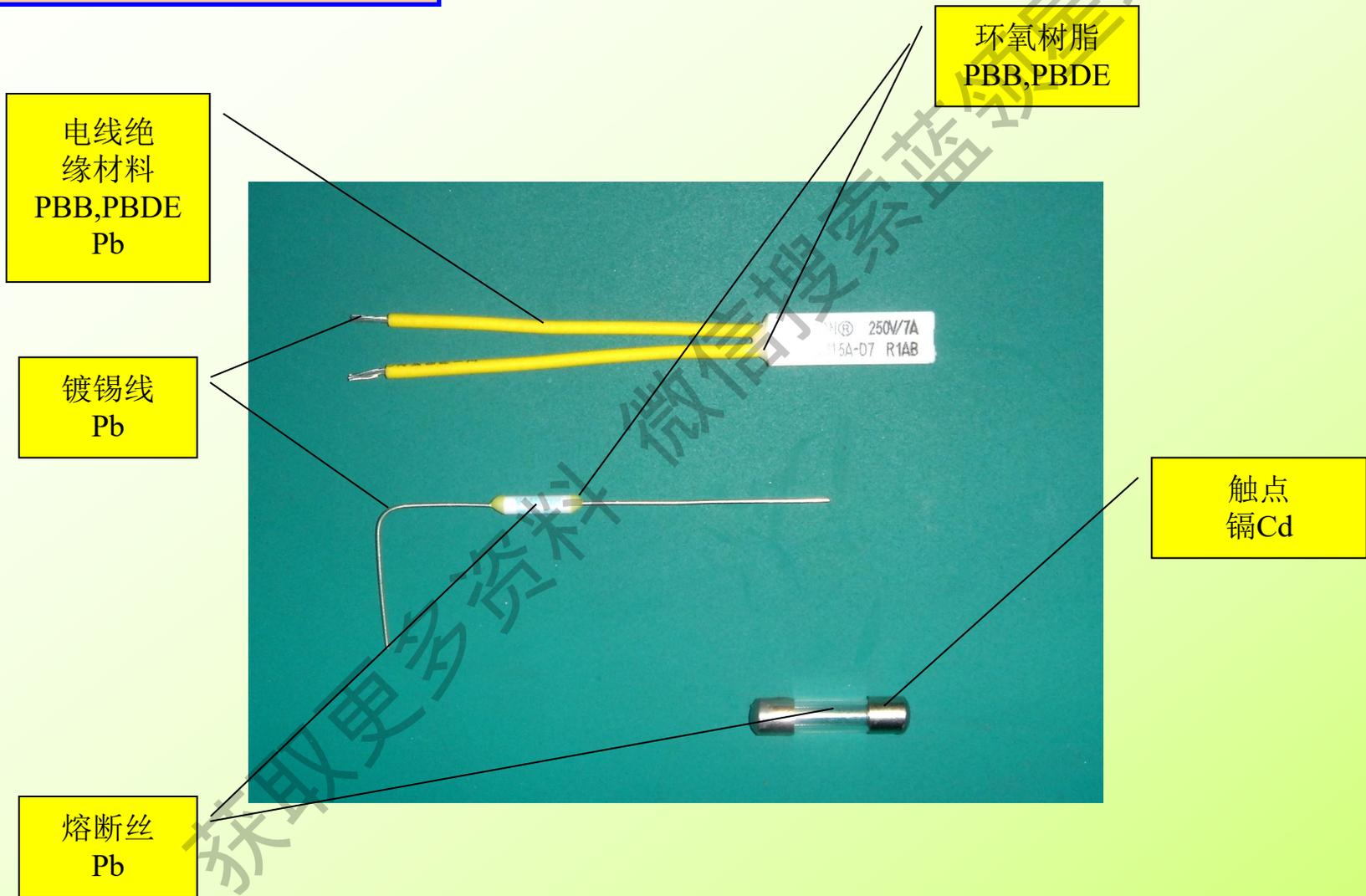
➤ 直流无刷电机



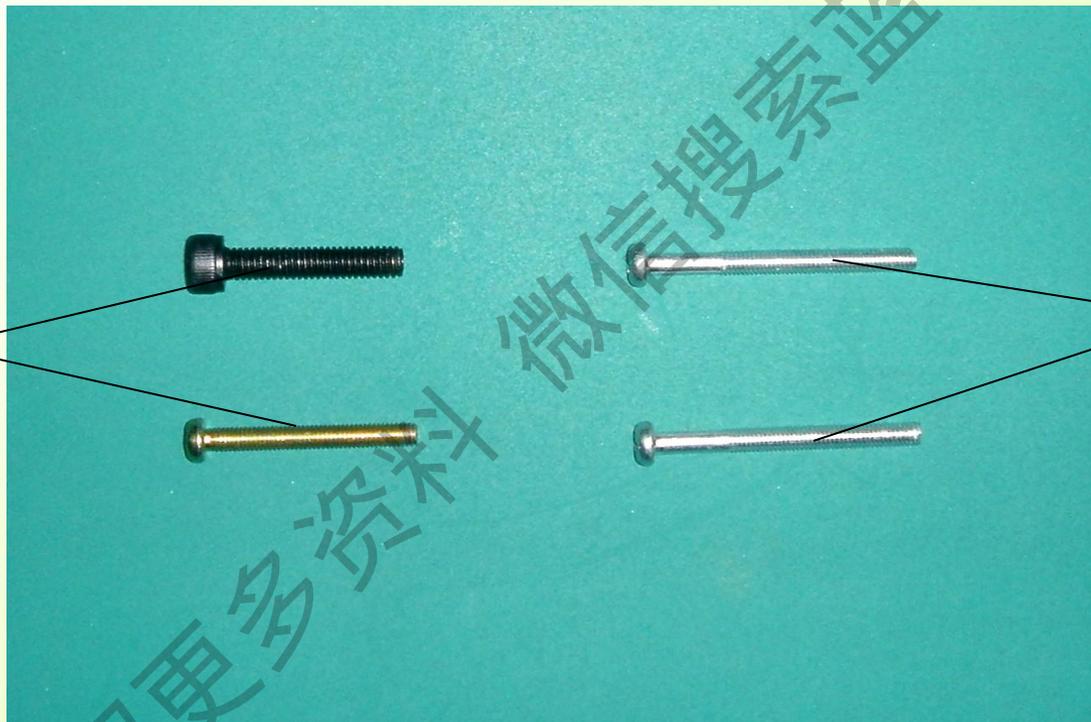
电机零件 引线类



电机零件 保护器类



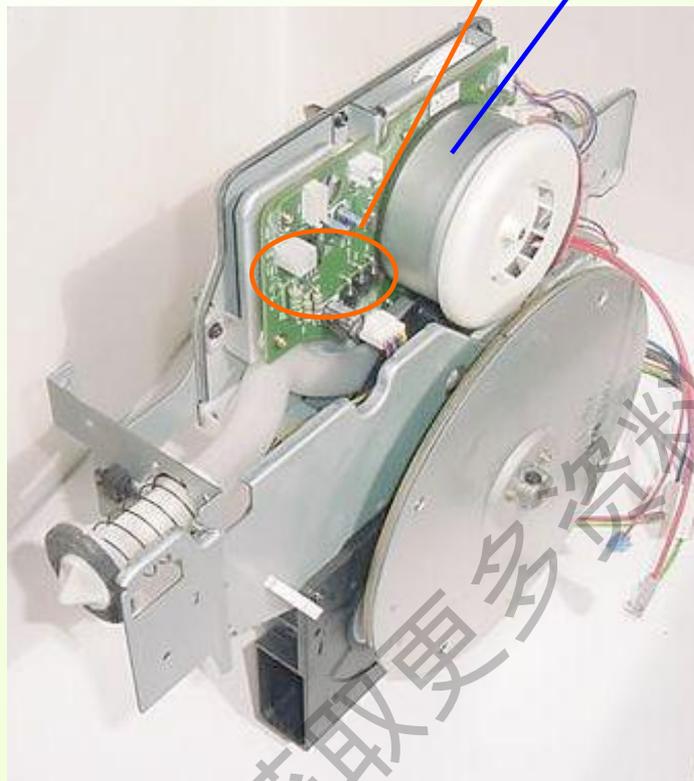
电机零件 螺丝类



表面处理
6价Cr

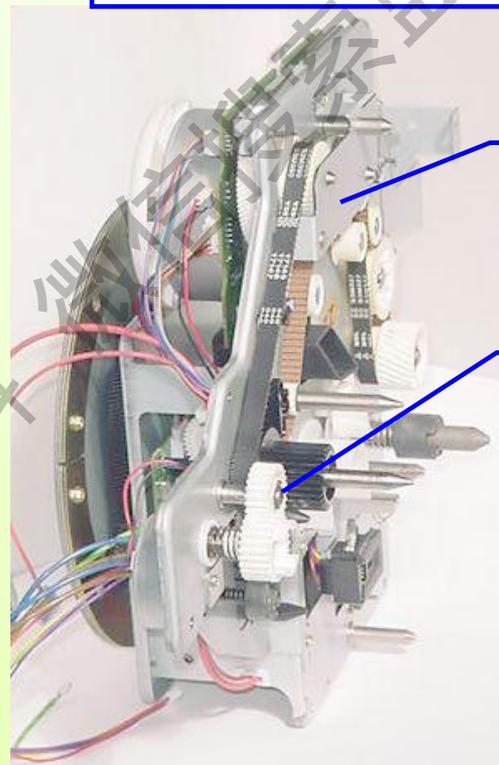
表面处理
6价Cr

► 电机组件



电子部品焊锡部 (铅)

转子铁芯 (端盖)
(6 价镭)



安装板 (6 价镭)

螺丝 (6 价镭)

谢谢使用，再见！

获取更多资料 微信搜索蓝领星球