



# TI杯2019年全国大学生电子设计竞赛

## 赛题解析与技术交流研讨会

# 大学生电子设计竞赛

## 部分测控类赛题分析



东南大学 电工电子实验中心

胡仁杰 [hurenjie@seu.edu.cn](mailto:hurenjie@seu.edu.cn)

# 全国大学生电子设计竞赛

## ▶ 技术平台中TI元素将会增加

- ◆ TIVA-M4/MSP432/MSP430/DSP-C2000
- ◆ 运算放大器（高精度、高速）
- ◆ A/D、D/A
- ◆ 传感器（电感、电容、图像、距离、温度等）
- ◆ 电源控制器

# 全国大学生电子设计竞赛

## 竞赛题型

- **基本题：** 放大器、信号源
- **仪器仪表：** 电流、电压、频率、相位、失真度、  
元件参数、信号特征、频率特性
- **通信题：** 发射/接收、编/解码、信息通信
- **测控题：** 运动控制、位置控制、测量控制
- **电力电子：** 变流技术（AC/DC，DC/DC，DC/AC）  
多电源功率控制、负载特性控制
- **新增趋势：** 可编程器件、EDA设计、互联网+、  
大数据、人工智能

# 全国大学生电子设计竞赛

## 趋势分析

### ➤ 扩大自主创新设计空间

- 业界最新技术方案
- 接纳更高集成度技术平台
- 自主创新设计
- 提升现场考察力度
- 创新方法应用

# 全国大学生电子设计竞赛

## ➤ 2020 全国多赛区TI杯联赛

- 竞赛时间：2020年7月下旬，统一启动
- 竞赛组织：TI大学计划部&各赛区组委会
- 竞赛变化：模式，平台，限制
- 竞赛赛题：TI大学计划部提供参考赛题



# 全国大学生电子设计竞赛

---

## ➤ 2020 模拟电子系统设计邀请赛

- 2019.12发布竞赛启动通知
- 竞赛地点：江苏-南京
- 承办单位：南京邮电大学（仙林校区）
- 竞赛时间：2020年8月下旬

# 全国大学生电子设计竞赛

## ➤ 2020 模拟电子系统设计邀请赛

- 竞赛模式：命题式、全封闭
- 竞赛时长：两天一夜
- 邀请对象：双一流高校、电子、电气特色高校
- 邀请时间：3月份发通知，5月、8月邀请
- 竞赛日程：报到1天、竞赛2天、展示颁奖1天



# 知识准备

- 电子测量仪器（仪器功能）
  - 信号参数测量：波形、频率、幅度、相位、边沿、脉宽
  - 信号分析：频率谱、功率谱、失真度
  - 电子元件参数测量：电阻、电容、电感、增益
  - 电力参数测量：电压、电流、功率、功率因数、频率稳定度、电压稳定度、电压平衡度、谐波含量
  - 逻辑信号：占空比、边沿时间、数字调制

# 知识准备

## ➤ 非电信号检测

- 照度、光强度、声音、红外、温度、电场、磁场
- 压力、张力、距离、位移、振动、角度、速度
- 颜色、形状
- 生理参数

## ➤ 传感器

- 光敏、光电、热敏、热释、霍尔、码盘
- 超声波、红外、倾角、加速度
- 地磁（方向）、电子罗盘
- PT、CT、限位
- 摄像头、生物电



# 知识准备

## ➤ 执行机构

- 步进电机：功率（电流电压）  
相数、脉冲发生、细分  
驱动电路
- 直流电机：配减速器、舵机，功率  
电压线性控制、PWM
- 直流无刷电机：控制及驱动
- 电磁机构：继电器、电磁铁  
电磁线圈
- 设计要点：机械结构（改变运动方向、控制精度）  
开环/反馈



# 知识准备

## ➤ 电力电子技术

- 变流方式：AC/DC、DC/DC、DC/AC
- 实现功能：交直流电源、变频、逆变  
负荷控制、功率因数调整
- 电路结构：全桥/半桥，可控/不控，  
升压Boost、降压Buck、升降压
- 性能指标：电压、电流精度及范围，波形质量，  
谐波含量，功率、效率，功率因数
- 关键技术：电路选型、建模仿真**matlab/simulink**  
变压器、电感设计、驱动电路，保护电路  
输出功率控制、负载特性控制（相位角）



# 知识准备

---

## ➤ 系统电源

- 电源的用途：数字/模拟电路电源，  
隔离电压源、精密参考源
- 电源实现方法：线性电源、开关电源  
DC/DC变换、自适应电源

无指定要求时可用现有设备提供



# 知识准备

---

- 单片机、DSP、嵌入式系统设计
  - ▣ 高速/高精度A/D、D/A应用方法
  - ▣ 图形显示、菜单设计
- FPGA应用技能（真实性考核）
  - ▣ 高速数据采集、存储、发送
  - ▣ 数据信息硬件处理
- 通信接口技术
  - ▣ I<sup>2</sup>C, SPI, USB, VGA
  - ▣ RS-485, CAN
  - ▣ RFID、蓝牙、Wifi、可见光



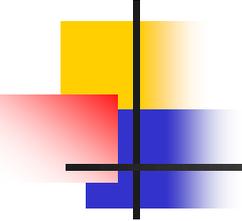
# 竞赛前培训-赛前准备

## □ 赛前训练

- 完成模块的调试
- 完成各模块的驱动程序设计
- 综合电子系统训练

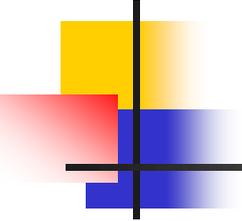
## □ 赛期工作

- 利用自制模块构建系统
- 在系统中直接嵌入驱动模块，节约软件设计调试时间（赛题允许时，如直流无刷电机、步进电机、伺服控制等）
- 制板、焊接安装、调试、测试



# 竞赛前培训-强化训练

- 强化训练题—测量控制类
  - 手写绘图板
  - 悬挂运动控制系统
  - 自动射击报靶装置
  - 四旋翼自主飞行器
  - 基于自由摆的平板控制系统
  - 无线环境监测模拟装置



# 竞赛前培训-强化训练

---

- 强化训练题—变流技术
  - ❑ 开关电源模块并联供电系统
  - ❑ 光伏并网发电模拟装置
  - ❑ 数控直流电流源
  - ❑ 双向DC-DC变换器
  - ❑ 单相 AC-DC 变换电路

# 2016模拟电子系统设计邀请赛

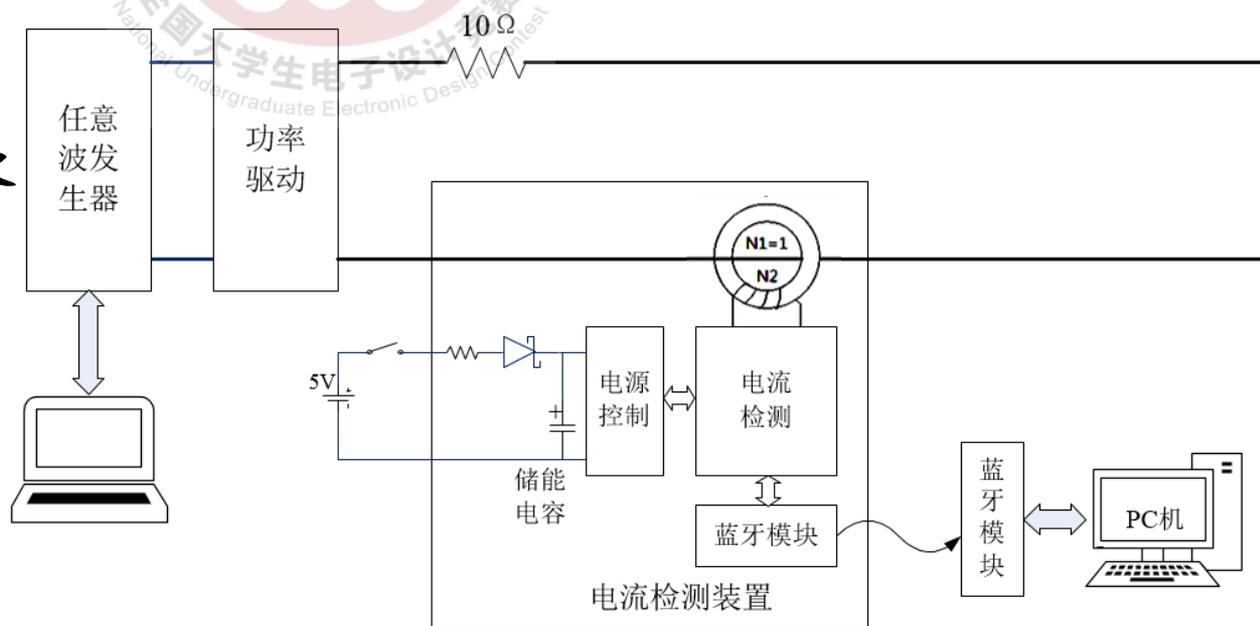
## --无线电流传感装置

### 一、任务

低功耗非接触式电流检测，通过蓝牙传输给PC，通过Lan汇集数据。

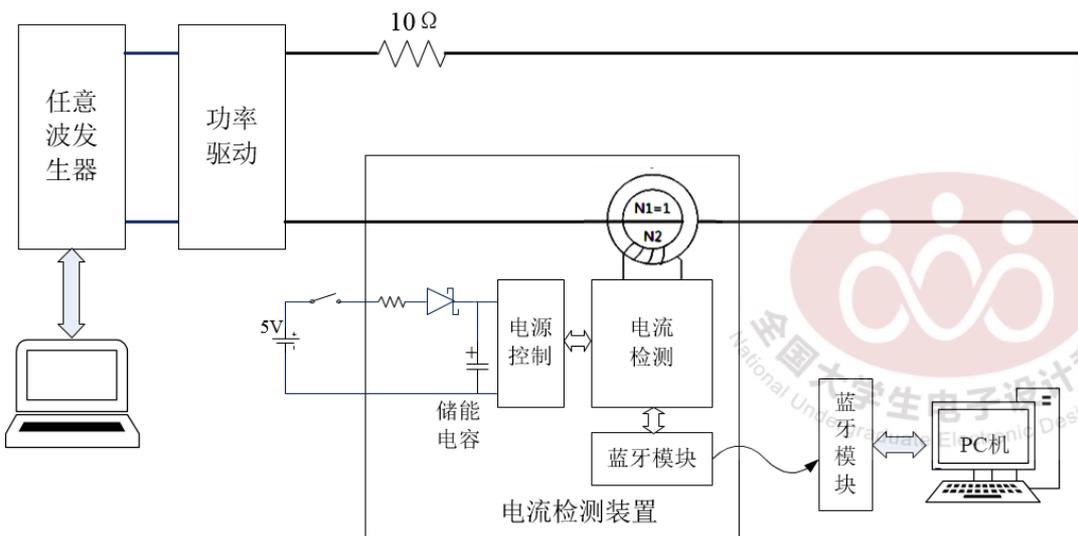
### 二、要求

- ◆ 设计制作传感器
- ◆ 测量基波及2、3次谐波分量幅度；  
10mA~1000mA，  
测量精度优于1%
- ◆ 用蓝牙传输数据
- ◆ 用储能电容供电
- ◆ 考察持续工作时间



# 2016模拟电子系统设计邀请赛

## --无线电流传感装置



设计制作电流传感器  
获取电流波形信息

设计信号处理电路，检  
测获取电流频率、幅度  
信息

从电流波形中分析各次  
谐波信息：频率及幅度

设计制作DC/DC变  
换器，利用储能电  
容电量为系统供电

设计低功耗系统，  
尽量延长系统工作  
时间

学习使用蓝牙模块传递  
电流信息。在PC上编程  
通过网络实时传递信号

# 2016模拟电子系统设计邀请赛

## --无线电流传感装置

- 现场学习使用TI CC2650蓝牙通信模块。
- 用磁芯及漆包线制作电流传感器，实现检测电流功能；处理好量程与灵敏度关系。
- 测量基波及2、3次谐波电流幅度；软件分析计算或硬件滤波。
- 宽输入范围升压型DC/DC变换器设计；效率。
- 测量节点的低功耗工作模式

# 2018多赛区联赛

## -无线充电电动小车

### 一、任务

设计并制作一个无线充电电动车

### 二、要求

- ◆ 无线充电装置限发射电压及电流，小车能开启；
- ◆ 超级电容限时充电储能驱动小车地面行驶
- ◆ 超级电容限时充电储能驱动小车爬坡

# 2018多赛区联赛

## -无线充电电动小车

### 三、设计要求

◆ 电动车大小质量：质量轻惯性小行驶远

◆ 电动车工作电压范围

◆ 超级电容选择：

DC/DC变换器能否驱动小车爬坡？

限时限功率条件下，容量大者电压低；

升压型DC/DC变换器有最低工作电压；

◆ 超级电容充电模式、工作模式工作：

如何尽量利用充电功率

如何尽量利用电容电能

◆ 斜坡倾斜角选取

倾斜角小时爬升高度小，倾斜角大时爬升能力不足

◆ 爬坡能力提升：电动车电机功率、克服打滑

# 2018多赛区联赛

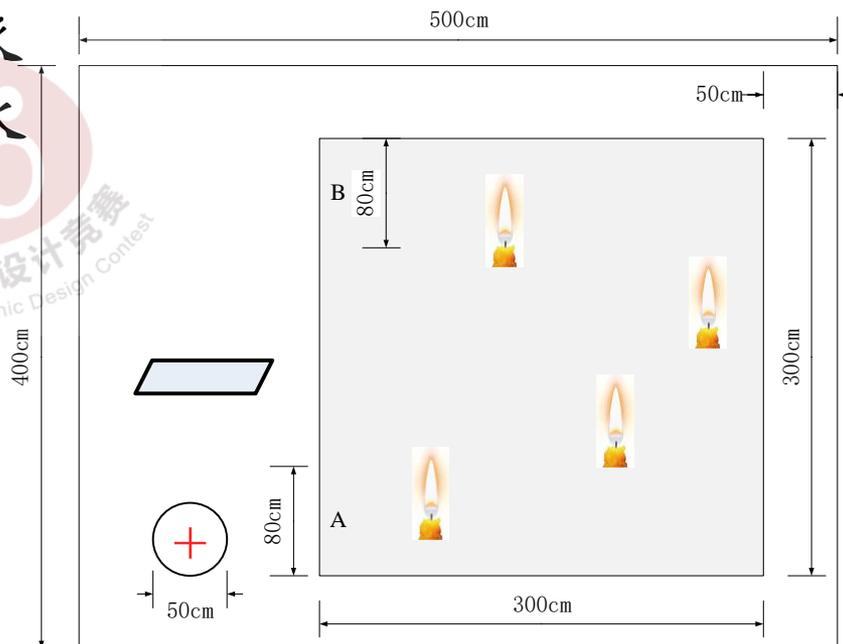
## —灭火机器人

### 一、任务

基于四旋翼飞行器设计一个灭火飞行器（简称飞行器）。发现火源灭火后，穿越矩形框返航。

### 二、飞行控制要求

- ◆ 垂直起飞升到指定高度悬停；
- ◆ 从指定区域进入防区定高巡航；
- ◆ 发现火源后模拟灭火；
- ◆ 从指定区域出防区；
- ◆ 穿越障碍物（矩形框）返航；
- ◆ 垂直降落。
- ◆ 整个飞行过程计时。



# 2018多赛区联赛

## —灭火机器人

### 三、设计要求

- ◆ 对于设计平台的要求：用TI处理器平台完成飞行控制：
  - 飞行姿态检测
  - 环境状态检测
  - 飞行状态分析
  - 飞行控制命令发送
- ◆ 飞行控制功能要求：垂直起飞、降落；定高巡航；悬停；
- ◆ 提出高度检测、飞行稳定的要求；
- ◆ 提出航路状态检测要求。

# 2019全国竞赛

## —巡线机器人

### 一、设计构思

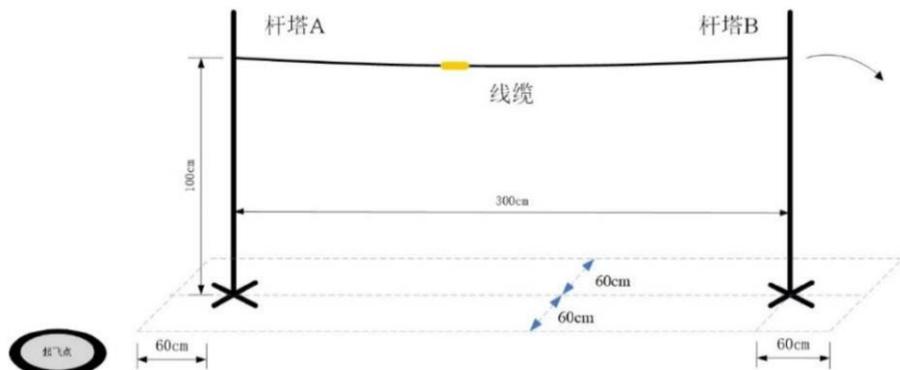
- ◆ 观测航路状态
- ◆ 飞行精确度与稳定度
- ◆ 自主设计能力

### 二、任务要求

- ◆ 巡线：起飞→杆塔A→电力线缆→绕杆塔B→电力线缆→杆塔A→稳定降落
- ◆ 发现、拍摄目标

### 现场设计编程与实现

- 起飞/降落方向
- 飞行/悬停高度
- 飞行方向/距离



# 2019全国竞赛

## —巡线机器人

### 三、任务分析

- ◆ 飞行器:轴距、桨叶长、电机转速范围、防护
- ◆ 载荷能力与载荷裕度、电池续航能力
- ◆ 姿态检测方法选择
- ◆ 测高:光流传感器、超声波传感器、激光雷达、气压计、光流传感器(稀疏光流与稠密光流)
- ◆ 发现目标:摄像头、超声波传感器、激光传感器;颜色与尺度
- ◆ 采用滤光片减小环境光干扰
- ◆ 要点:寻找杆塔、线缆确定飞行方向,定高、稳定飞行,寻找二维码、条形码

# 2019全国竞赛

## —巡线机器人

### 四、趋势与问题

- ◆ 地面与航路状态兼顾，地面为辅、航路为主
- ◆ 提升对飞行状态控制与飞行质量的要求
- ◆ 与行业应用背景相结合
- ◆ 环境光照条件对飞行检测的影响
- ◆ 地面敷设材料对飞行定位、定高的影响
- ◆ 飞行质量、动作完成度对成绩的影响
- ◆ 对题目要求的理解：如，测试中起飞点的指定，杆塔直径、线缆直径

# 2019全国竞赛

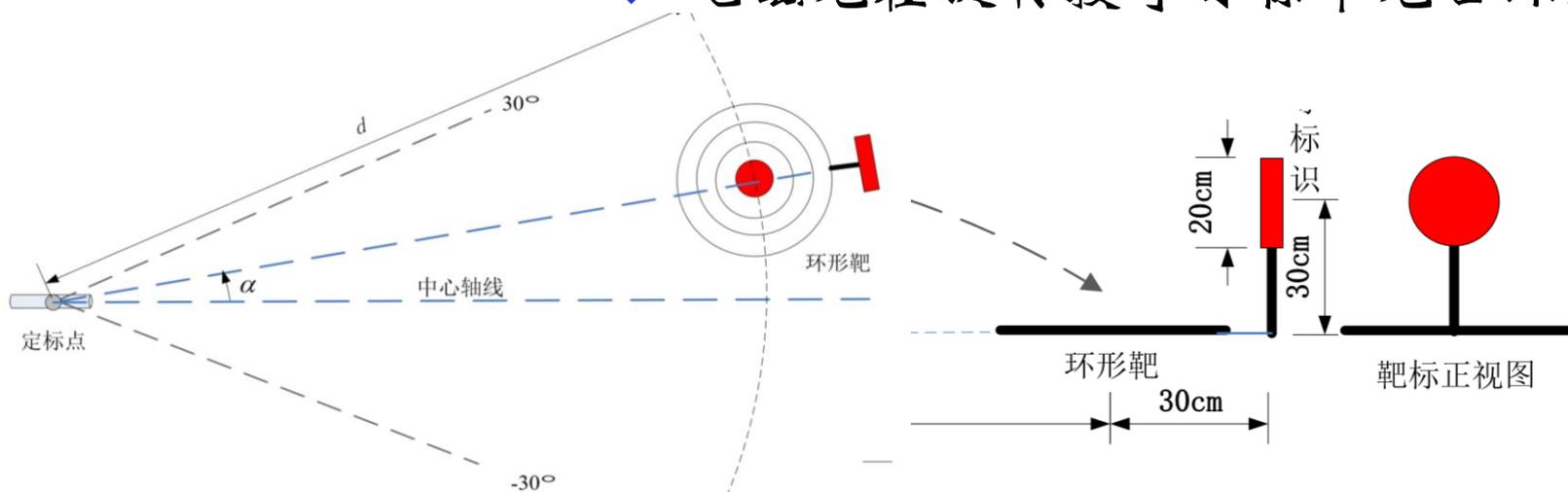
## —模拟电磁曲射炮

### 一、设计构思

- ◆ 增大口径、直射改曲射
- ◆ 避开商业产品
- ◆ 提升难度、降低危险

### 二、任务要求

- ◆ 用键盘设定环形靶中心定标点电磁炮自动瞄准射击
- ◆ 电磁炮自动搜寻目标并炮击环形靶
- ◆ 电磁炮在旋转搜寻目标中炮击环形靶



# 2019全国竞赛

## —模拟电磁曲射炮

### 三、任务分析

- ◆ 线圈炮:单线圈、多线圈, 线圈电流可控/不可控
- ◆ 炮台结构:水平及垂直两维旋转, 云台、舵机
- ◆ 炮台驱动:伺服电机、步进电机、舵机(数字)
- ◆ 弹丸选择:铁质、永磁体, 球状、柱状
- ◆ 线圈设计:漆包线线径(电流); 单线圈、多线圈
- ◆ 测距方式:红外、激光、TOF、超声波、摄像头
- ◆ 供电方式:AC/DC、DC/DC、电压源直供; 电容储能/放电、电压源直接驱动

# 2019全国竞赛

## —模拟电磁曲射炮

### 三、任务分析

- ◆ 电流控制: MOSFET, 继电器,
- ◆ 位置测量: 6维、九维角度传感器
- ◆ 分析计算: 仰角、初速、弹道; 质量/动能、电磁力; 磁场强度、电流、电压; 距离、高度差;
- ◆ 铁质弹丸: 吸力、有效行程、线圈切换、电流控制/仰角控制
- ◆ 永磁体弹丸: 吸力/斥力(电流方向)、有效行程、线圈切换、电流控制/仰角控制

# 2019全国竞赛

## —模拟电磁曲射炮

### 三、任务分析

- ◆ 寻的发射:扫描、测距、控制仰角发射;
- ◆ 弹丸口径与炮管配合。炮管口径偏小; 弹丸形状呈不规则或杆状、直径偏小;
- ◆ 自主发挥:自动跟踪移动靶(小车); 自动装弹机构; 炮击稳定性及精度高; 自主设计电源。

# 竞赛测试评审要点

- ▶ 难易是相对的
- ▶ 仔细审题，分析核心技术
- ▶ 了解自身优势、特长，前期准备、支持条件
- ▶ 全局观念
  - 同校、同题全国奖不超过4项，一等奖不超过2项
- ▶ 需求分析研究
  - 目标：功能、指标
  - 方法：技术方法限定、实现方法限定
  - 条件：仪器、器件、模块、组件、软件、程序



# 竞赛测试评审要点

---

## ➤ 抬头看路+埋头拉车

- 理论分析、实现机理、技术方案

- 设计、实现、调试、测试

## ➤ 进程安排

- 结构设计、外部协作、采购

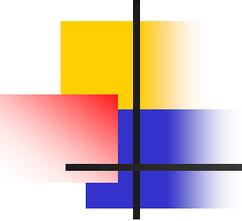
- 硬件设计实现，软件模块调试

- 系统联调测试、总结

# 竞赛测试评审要点

## ❖ 审题

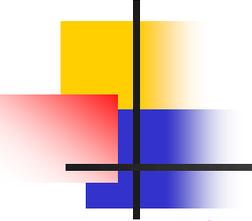
- 竞赛题提供：**任务、要求、评分、说明**
- 了解题目明确要求完成的工作；
- 仔细阅读**任务、说明**部分文字，往往对题目的实现方法、测试方法、元器件有限定；
- **任务**中的要求一般是全局性的
- **任务**部分的图往往给定系统结构，**说明**中的图一般是解释性或建议性的



# 竞赛测试评审要点

## ❖ 审题

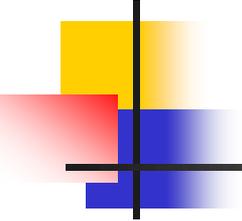
- 任务中往往会指定结构及测量方法。
- 注意测量方法限定，负载的接入方式与更换便利，留出电流、电压测量点。
- 注意对实现方法、模块、驱动、电源的限制。
- 尽量使机械结构与电路的分离。



# 竞赛测试评审要点

## ❖ 审题

- 对任务(全局性要求)、基本/发挥(局部, 两者要用不同方法)、说明(解释技术方法, 提出明细要求, 指定测量方法)的理解
- 对任务性价比的掌控(发挥部分高难度低分值)
- 对指标的理解, 达到即满分(带宽达到), 或者未达到则不得分(在100秒内完成, 最低达到, 至少, 幅度在 $3 \pm 10\%$ 以内)



# 竞赛测试评审要点

## ❖ 实现

- 尽量将作品模块化，制定好接口规范参数，模块设计、实现、调试，再联调，系统软件调试，系统测试。
- 作品的稳定可靠性：固定、连接、焊接；尽量少用、不用杜邦线，使用导线焊接，使用标准有方向限制的接插件。
- 安装、接线、配件、封装

# 赛题重点分析

## ❖ 自主发挥创新

- 主要精力放在**基本要求与发挥部分**
- **功能**：题目中没有要求的，又与题目相关；实现具有难度。**一般情况下，参数输入、显示方式不算；**
- **指标**：速度、精度、量程明显超出题目要求；
- **技术路线、实现方法**与众不同，有创意；

# 赛题重点分析

## ❖ 提示

- 成品部件的使用：
  - 一般可以使用最小系统
  - 集成器件可以使用
  - 尽量使用自制部件
  - 注意题目提出的限制
- 杜绝“复制”、“移植”、“拆机”
- 做好测试“条件”、“思想”准备
- 切忌“小聪明”、不要“钻空子”
- 注意把握“临场发挥”的度及时机