
2020 年中山大学电子设计校内赛

目录

A	信号发生与放大电路	2
B	二端器件测试仪	3
C	运动小球指示系统	6
D	多彩调光灯	8
E	模拟门禁系统	10
F	智能车方向	11
G	终极大乐透（自由题）	14

A 信号发生与放大电路

设计任务

设计并制作一个晶体管信号发生电路，产生多种信号波形，并用其测试自己设计的晶体管信号放大电路，演示多种失真现象。

基本要求

1、设计并制作一个信号发生器，能够产生范围至少为 1kHz~10kHz 的正弦波，调节频率时波形无失真。对峰峰值无要求。

2、制作一个信号分压模块，可以手动调节并将正弦波信号衰减为约 100mV 峰峰值（须测量）。然后制作一个信号放大电路，将衰减后的 100mV 正弦波信号放大到 3V 峰峰值。使用 1kHz、3kHz、10kHz 进行测试。可以根据需要添加额外的输入衰减电路、偏置调节电路等。

3、调节频率至 1kHz 左右，使用该放大电路，演示缩顶失真、削底失真、双向失真。其示意图如图 1。使用示波器测量输出时，应将输入作为对照。

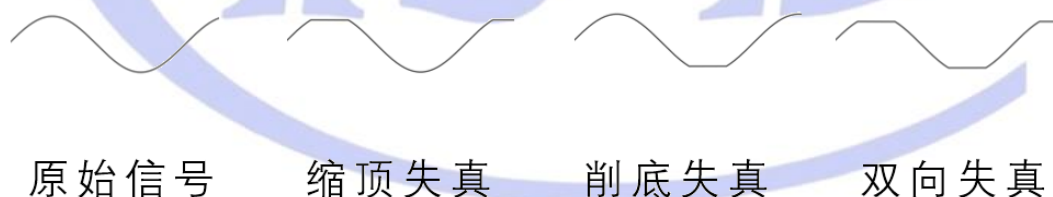


图 1 - 失真示意图

发挥部分

1、添加一路与正弦波同频率的方波输出，峰峰值至少为 2V。对相位无要求。调节频率至 1kHz 左右，连接阻抗不超过 32 Ω 的扬声器，听扬声器的发出的声音，观察扬声器两端的信号波形。

2、添加一路与正弦波同频率的三角波输出，峰峰值至少为 2V。对相位无要求。调节频率至 10kHz 左右，使用其演示三种失真现象。



3、添加一路与正弦波同频率的余弦波输出，峰峰值为 2~8V 可调（或更宽范围）。将其波形与正弦波对比，测量相位差。

4、给放大器添加自动增益控制电路，输入为上述余弦波。当改变余弦波峰峰值时，放大器输出峰峰值稳定在 3V 左右。

说明

1、所有电路供电应为 3~6V 的单直流电源（如 5V USB 电源、电池组等）。不得使用双电源或超过 6V 的电源。

2、可以用已有波形输出来产生另一路波形，多路波形的发生顺序无规定，如可以先产生方波再产生正弦波。只需最终能够产生符合要求的频率均相同的输出即可。未完成的部分不影响其他部分得分，如产生的正弦波有问题但方波没有问题，则方波部分依然可得分。

3、除晶体管（含双极晶体管、场效应管等）和二极管（含整流、稳压、发光二极管等）外，不得使用其他有源器件（如运算放大器、单片机等集成电路）。无源器件（电阻、电容、电感、变压器、晶振、开关、跳线等）的使用无限制。使用的晶体管或二极管总数超过 10 只，需要扣除一定分数。

4、所有信号输出至少可带动 10k Ω 电阻负载。对输出信号的直流分量无要求。使用示波器交流耦合测试并查看波形。

5、实验所用示波器为双路通道示波器。测量放大器的输出时，另一路应连接放大器的输入，以做对比。注意示波器两个通道探头的地是连在一起的。

6、所有信号输出均需要留出测试端子，以便连接示波器。

7、信号放大电路可采用单 NPN 双极晶体管共发射极放大或其他放大电路。

B 二端器件测试仪

设计任务

设计并制作一个二端器件测试仪，示意图如图 2 所示。测试仪使用两支鳄鱼夹连接被测器件，两支鳄鱼夹分别为测试端的正端和负端。可通过输入装置设

置或调节测试内容，并将结果显示在显示装置上。系统使用单一直流电源供电。

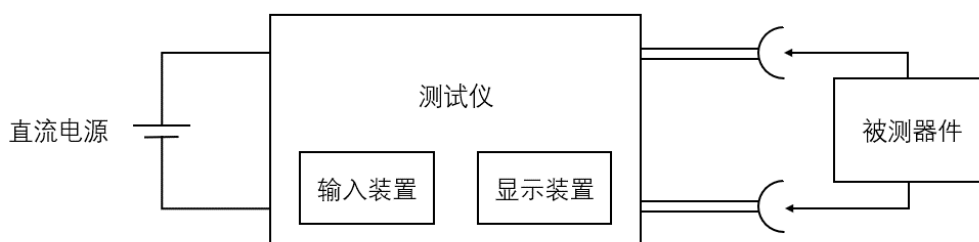


图 2 - 测试仪连接示意图

基本要求

- 1、测试仪能够检测测试端为开路或短路，并给出提示。
- 2、在测试端保持开路状态下，可通过输入装置手动调节并输出固定的直流电压。使用实验室的台式多用电表（下称万用表）测量输出值，设定值与输出值偏差不超过万用表测量值的 2%。
- 3、被测器件为电阻时，手动调节输出电压，测试仪能够在显示装置上显示当前被测电阻两端的电压、流过被测电阻的电流、被测电阻的阻值、被测电阻消耗的功率。以万用表测量值为基准，显示的电流值偏差不应超过万用表测量值的 5%，显示的电阻值偏差不超过万用表测量值的 10%。
- 4、被测器件为电阻时，手动调节输出电压，测试仪能够在显示装置上绘制电压、电流对应的点，并连接成 U-I 曲线。
- 5、被测器件为电阻时，手动调节的输出电压可正可负。
- 6、被测器件为直流电压源时，能够设置并限制输出电流在一定范围内。手动调节输出电流，测试仪能够测量电压电流值并绘制 U-I 曲线，电压误差不超过万用表测量值的 2%，电流误差不超过万用表测量值的 5%。

发挥部分

- 1、暂停测试后，可以回查 U-I 曲线上任意一点的电压、电流等参数值。
- 2、可以自动测量电阻的 U-I 曲线。
- 3、可以自动测量电压源的 U-I 曲线。电压源可能被人为添加一定内阻，需要测出电压值和内阻值。电压误差不超过万用表测量值的 2%，内阻值精度不作

要求。

4、可以自动测量常见整流二极管、稳压二极管、发光二极管的 U-I 曲线，并能给出二极管的阳极和阴极。发光二极管在正向导通时应能发光。测试时应开启电流限制功能，将正向电流限制在 100mA 以内，以免烧坏二极管。

5、可以自动测量电流源的 U-I 曲线。仅测试恒流值即可。

6、可以给铝电解电容放电，并自动测量铝电解电容的电容值。

7、其他，如可以在上位机上显示上述测量结果。

提示

1、可以使用现成的模块。

2、输入装置可自定，如电位器、旋转编码器、按键、开关、矩阵键盘、红外遥控器等。

3、显示装置（如屏幕）应能展示设计各项要求。可外接实验室的示波器作为显示装置。若使用示波器显示，可以使用示波器自带的统计工具，但开始测量各要求时不可再操作示波器。需要提示时，可使用发光二极管、蜂鸣器进行提示，也可直接在显示装置上显示提示。若上位机具有显示/控制功能，可将上位机作为显示/输入装置，而无需外接屏幕、按键等。

4、开路 and 短路的测试和判定方法自定，且测试仪应对过高电压或过大电流准备保护方案，如在测试电流超过 500mA 时启动保护电路。

5、要求中既有手动调节的部分，又有自动测量的部分，因此测试仪应能够切换手动调节与自动测量模式。

6、被测电阻为 $\frac{1}{4}$ W 直插碳膜或金属膜电阻，精度为 5%。被测电容为铝电解电容。计算相对误差时，均将万用表的实际测量值作为标准值，以使各队伍标准统一。

7、测试时电流源时，应考虑在鳄鱼夹并联短路开关，并考虑较高电压的影响。考虑测试其他器件时，输出短路的影响。

C 运动小球指示系统

设计任务

设计并制作一个能够对摆动的小球进行非接触式测量和指示的系统。

使用的小球直径为 2-10cm，材质、颜色自定，通过一根细线系在支架上，如图 3。细线可为刚性细线或弹性细线。支架自制，使得小球可以自由摆动。若背景颜色对识别有干扰，或者有测距需求，可以自制合适的背景挡板。

制作的系统（下称：系统）需使用摄像头及其他非接触式方式得到所有信息（如小球位置），并控制激光笔指向小球。应选择恰当的摄像头焦距，调整摄像头与小球的距离，从而使得摄像头视野覆盖小球大部分运动范围。系统组件连接、固定、供电方式任意，但需要能够完成题目任务。可以连接电脑以处理复杂任务。

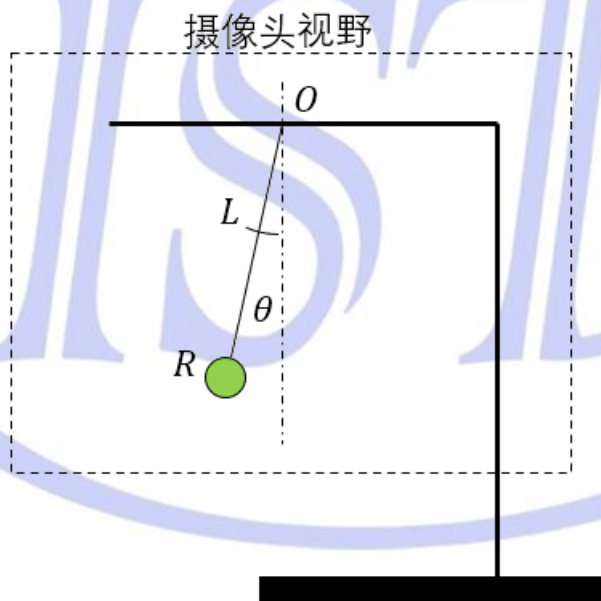


图 3 - 小球及支架示意图

基本要求

- 1、系有小球的细线在摄像头视野内自然下垂时，系统能查找到小球，并在显示屏或上位机上指示出小球的位置。
- 2、系有小球的细线在摄像头视野内自然下垂时，系统能将激光照到小球上。



3、小球在与摄像头中心轴垂直的平面内摆动（摆动角度不超过 15° 。若有必要，可使用挡板限制小球的摆动平面），系统能持续跟踪小球，并在显示屏上指示小球的位置。

4、小球在与摄像头中心轴垂直的平面内摆动，系统能计算小球的摆动周期。（测试时，志愿者会在细线上粘贴磁片使用霍尔传感器接触式测量实际周期，或使用光电门测量实际周期，作为对比。）

5、小球在与摄像头中心轴垂直的平面内摆动，系统能非接触式测量细线长度等必要信息，并计算出当地的重力加速度。须在屏幕或上位机上可视化测量原理，如使用最小二乘法线性拟合时需要描绘出各数据点和拟合直线。

6、小球在与摄像头中心轴垂直的平面内摆动，系统能持续控制激光照在小球上。

7、调节细线的长度再让小球摆动，系统能持续控制激光照在小球上。

发挥部分

1、小球在与摄像头中心轴垂直的平面内摆动，摆动角度不超过 60° 。系统能持续控制激光照在小球上。

2、小球在任意平面内摆动，摆动角度不超过 60° 。系统能持续控制激光照在小球上。

3、小球做任意摆动，摆动角度不超过 60° 。系统能持续控制激光照在小球上。

4、使用弹性绳，拉动小球使其边弹跳边任意摆动。系统能持续控制激光照在小球上。若能完成此项，则发挥部分前 3 项可不测试，以满分计。

5、小球做任意摆角不超过 60° 的摆动，系统能测量得到重力加速度。

6、其他。

提示

1、实验室提供 3.3V 和 5V 供电的红色激光头，可作为激光笔使用。测试时注意保障人身安全，避免长时间注视激光/激光直射眼睛。

2、摄像头、激光笔等可以使用云台进行控制。建议可在水平 $-45^\circ \sim 45^\circ$ ，



竖直 $0 \sim 45^\circ$ 范围内运动。主控板可以放在地上或其他支架上。为便于接线和避免干扰，建议自备电源。

3、若无法完成非接触测量，可以提前储存或手动输入所需参数（如线长），但非接触测量部分不得分。

4、可以使用树莓派、OpenMV、电脑等集成度比较高的设备。计算量大的部分（如图像识别）可以在电脑或其他合适的设备上运算。

D 多彩调光灯

设计任务

设计一个多彩调光灯，使用手机充电器或其他单 5V 电源适配器供电，颜色和亮度可调，光线适合阅读、书写。灯的最小发光单位（如发光二极管）至少应有 40 个，且散热良好。应设计支撑或固定方案使得所有灯发光面朝下，防止直视炫光，且距离支撑面有合适的高度。

基本要求

1、接通电源，灯能够照亮暗处纸张上的文字，1 分钟之不应观察到控制板发热、灯珠颜色改变或其他即将损坏的征兆。所有发光器件亮度应近似相同。若系统具备熄灭部分灯珠（包括但不限于时间、空间上）以改变亮度的功能，应准备并开启灯测试模式，使得所有灯均点亮且均保持在系统允许的最大亮度。

2、能够通过输入装置调节灯的整体亮度，调节级数应为连续调节或至少 30 级。亮度稳定后，不出现发热等不良征兆。灯全部熄灭时，不应观察到漏光，且整机电流不应超过 20mA。应提供测试端口用于串入电流表测试。

3、能够展示单向(a)或循环的流水灯花样、整体呼吸灯花样(b)和流水呼吸灯(c)等多种亮度花样中至少两种花样，如图 4(绿色表示点亮)；或自己设计其他至少两种规律。

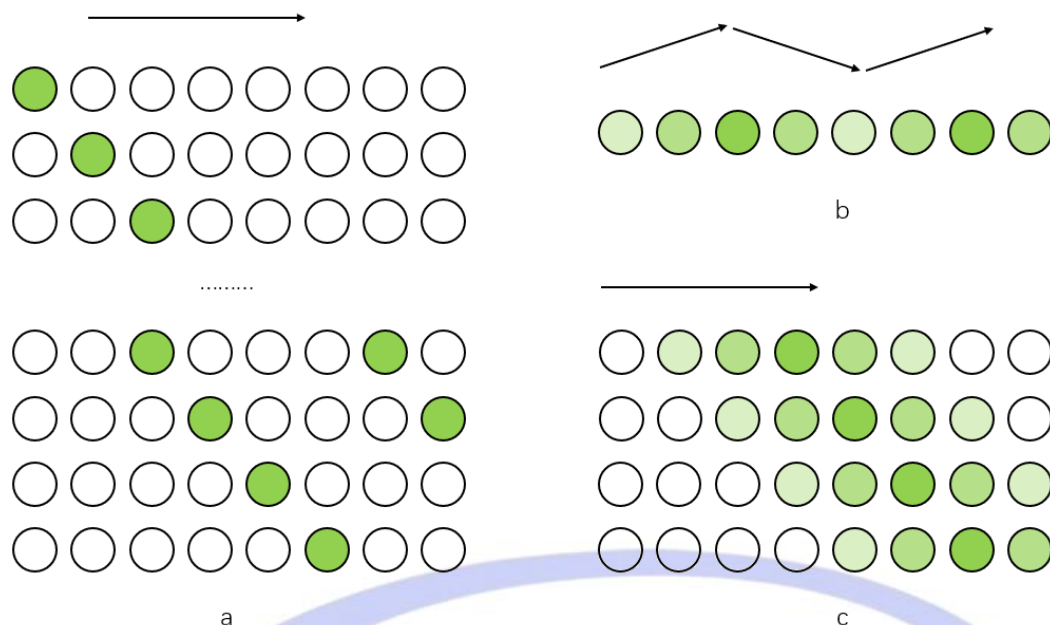


图 4 - 灯的花样

- 4、能够通过输入装置调节灯的整体颜色。
- 5、完全断电后，能够记忆上次调节的亮度和颜色。
- 6、能够提供多个配置记忆存档。

发挥部分

- 1、能够跟随环境光自动调节亮度和颜色。
- 2、发光部分能够短时间忍耐浸水。
- 3、可以使用遥控器或手机 App 远程控制。
- 4、可以跟随麦克风或音频输入插孔收到的音乐信号律动。
- 5、添加一路或多路的无线开关量控制，当对应信号触发（如温度过冷过热、洗衣机漏水等）时，灯能够自动调节到预设的亮度和颜色。

说明

- 1、对照明术语（亮度、色温等）无要求，仅人眼可判别、符合直观认知、调节方式友好且自洽即可，效果好坏由评委主观判定。
- 2、可考虑彩色串行发光器件 WS2812。可以使用不止一块电路板。
- 3、可使用电位器、按键开关、触摸屏等作为输入。

- 4、考虑大电流驱动。
- 5、尽量避免热熔胶的使用。

E 模拟门禁系统

背景

众所周知，中山大学是一所双一流大学，但是中大东校区的宿舍门锁显然不是很优秀，作为中大优秀的 EE 人，让我们宿舍的门锁变得智能是我们义不容辞的责任。

设计任务

设计一个智能门锁系统，能够实现通过多种方式打开宿舍的门锁，使舍友们能够在忘记带钥匙的情况下，仍然能够顺利进入宿舍。

基本要求

- 1、系统易于安装和拆卸，能够在不破坏宿舍原本的门以及门锁的情况下，实现门锁的开启与关闭，结构合理（不然可能会被宿管阿姨锤爆）。
- 2、系统具备识别 IC 卡的能力，能够通过刷校园卡/手机 NFC 的方式解锁宿舍门。
- 3、系统具备一定鲁棒性，即需要设计反制措施以应对暴力破解门锁系统的行为，如在尝试超过一定次数之后使用声/光等形式警告、远程上报侵入行为等。

发挥部分

- 1、能够通过 IC 卡以外的方式解锁，包括但不限于蓝牙、Wi-Fi、红外线、超声波等。
- 2、能够远程检测门锁的状态（开启或者关闭）。同时，能够远程控制门锁的开启与关闭，忘记锁门也不慌。



3、开锁之后，系统能够自动旋转门并将门打开。当门已打开时，系统能够根据指令自动旋转门将门关闭。

4、系统不影响原有的钥匙解锁和开锁。即，在系统故障时，能够通过钥匙手动解锁或上锁，不会出现拧不动的情况。

5、在宿舍相关人员接近宿舍时，系统能够自动解锁并打开门，并记录引起开门的人员及时间。在门锁附近没有人时，系统自动锁门，并记录自动锁门时间。

6、其他你认为会方便大家门锁使用的想法或功能，如开门时可以附加进入理由。

说明

1、本题目将作为电设培训的内容之一。

2、评测时，评委将会通过各种方式入侵你的系统，考察系统的鲁棒性，请提前做好准备。

3、参赛队伍需要录制 2 分钟以内的视频，以证明系统能够正常在宿舍使用。评测时，将使用北实验楼 C301 的门作为实际的应用场景，此门具有电磁锁，请提前做好准备测试。

4、可使用切断系统所有电源的方式来模拟系统故障。

F 智能车方向

任务

设计并制作一个电动小车，其能沿着指定路线在地面上自动循迹行驶。小车必须独立运行，不能使用任何遥控设备。小车（含电池）总质量小于 1.5kg，外形尺寸在地面投影不大于 25cm×25cm。

小车行驶线路如图 5 所示。赛道总长约 9.35m，最大转弯角度约 320°。循迹实线使用黑色电工胶布（宽度约为 2cm）贴成。发车标记和停车标记为宽 1cm、长 10cm 的黑色线条，垂直于循迹线。小车投影必须压住循迹线（除非需要绕过路障），否则结束本次测试。

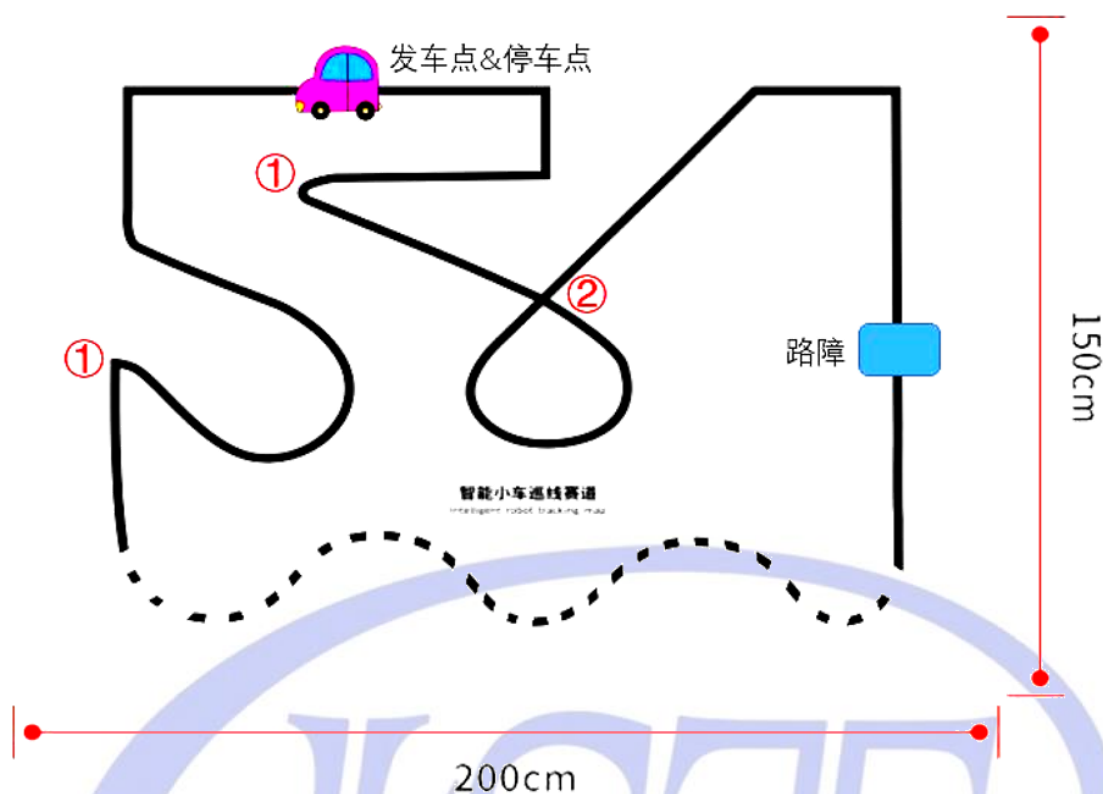


图 5 - 小车赛道

图 5 中，下方的连续 U 型弯为虚线，其并非间断粘贴的黑色电工胶布，而是覆盖有白色电工胶布的连续黑色电工胶布。虚线中每段黑色方块长 2-3cm，宽为一个电工胶布的宽度，方块之间间隔 2-3cm，如图 6。



图 6 - 虚线尺寸

图 5 右侧的直道处设置有路障，路障长宽高约为 $15\text{cm} \times 2\text{cm} \times 10\text{cm}$ ，小车需要识别路障，并用蜂鸣器提示。识别路障后，应绕过路障回到黑色直道上。最终，小车在终点处停下，并再次发出声音提示。

基本要求

1、小车在起始点任意选择一个方向发车，小车能够识别黑线并循迹。小车行驶过程中，除路障段外，小车地面投影不得脱离循迹线。



2、小车能够成功通过①处弯道。若小车冲出赛道（即地面投影脱离循迹线），视为本次测试失败（下同）。

3、小车能够完成连续 U 型弯黑色虚线循迹，并到达路障直道上。

4、小车能够识别路障直道上的路障，并用蜂鸣器提示。

5、小车识别路障后，能够绕过路障直道上的路障并回到赛道上继续行驶。

6、小车能够成功通过②处弯道。

7、小车最终在停车点停车，并再次发出声音提示。

发挥部分

1、小车驱动板为自制。使用 BTS 或 BTN 系列驱动、4N-MOS 独立式或半桥式驱动电路并最终成功驱动小车者，此项以满分计。

2、使用 STM32 系列单片机。

3、自制上位机（如电脑）串口通信程序，由上位机向小车发出起跑指令。

4、增加测速模块和蓝牙模块，能向上位机发送实时速度。

说明

1、小车模型可以淘宝购买，也可以玩具车改装。

2、自制硬件电路（小车驱动板等）非常重要，即使自制不成功也可以得分。请尽可能不要购买现成的驱动模块。

3、每人有 3 次测试机会，取最优成绩。若小车冲出赛道（即地面投影脱离循迹线），视为本次测试失败。

4、本题赛道类型较多，为了能准确识别各类赛道，应慎重考虑传感器的排布，结合使用多种传感器，如超声波传感器、MPU6050 系列九轴或六轴运动传感器等。

5、本赛题委托智能车队按照车队考核标准设计，智能车队会考虑吸纳完成优秀者。



G 终极大乐透（自由题）

设计任务

设计一个你自己得意、认为可以和以上题目一起评比的作品。

基本要求

作品需要体现一定的趣味性，并在某些场合具备一定的使用价值。

需要一份提交设计报告。

发挥部分

作品需要有一定创新内容，不可照搬网上开源的项目，并且能够体现一定技术含量。