

# 第六届全国大学生工程训练综合能力竞赛广东省分赛 竞赛实施方案

## 一、竞赛命题

第六届全国大学生工程训练综合能力竞赛广东省分赛根据国赛的命题进行设置,包含两类4项,即无碳小车类和物料搬运机器人类。其中无碳小车3项为“S”型赛道常规赛、“8”字型赛道常规赛和“S环形”赛道挑战赛。

广东省分赛在国赛命题的基础上进行了调整,命题具体说明如下:

### 一、无碳小车避障行驶竞赛命题说明

#### 1.1 无碳小车竞赛命题

本届竞赛命题为“以重力势能驱动的具有方向控制功能的自行车”。

自主设计并制作一种具有方向控制功能的自行车,要求其行走过程中完成所有动作所需的能量均由给定重力势能转换而得,不可以使用任何其他来源的能量。该给定重力势能由竞赛时统一使用质量为1Kg的标准砝码( $\Phi 50 \times 65$  mm,碳钢制作)来获得,要求砝码的可下降高度为 $400 \pm 2$ mm。标准砝码始终由小车承载,不允许从小车上掉落。图1所示为小车示意图。

要求小车具有转向控制机构,且此转向控制机构需要具有可调节装置,以适应放有不同间距障碍物的竞赛场地。

要求小车为三轮结构。其中一轮为转向轮，另外两轮为行进轮，允许两行进轮中的一个轮为从动轮。具体设计、选材及加工制作均由参赛学生自主完成。

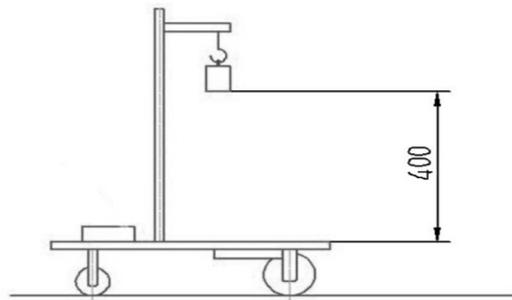


图1 无碳小车示意图

## 1.2 无碳小车常规竞赛项目

### 1.2.1 “S”型赛道避障行驶常规赛项

“S”型赛道如图2所示，赛道宽度为2米，沿直线方向水平铺设。按“隔桩变距”的规则设置赛道障碍物（桩），障碍物（桩）为直径20mm、高200mm的圆棒，竞赛小车在前行时能够自动绕过赛道上设置的障碍物。沿赛道中线从距出发线1米处开始按平均间距1米摆放障碍桩，奇数桩位置不变，根据经现场公开抽签的结果，第一偶数桩位置在±(200~300)mm范围内做调整（相对于出发线，正值远离，负值移近），随后的偶数桩依次按照与前一个偶数桩调整的相反方向做相同距离的调整（变化结果如图3所示）。以小车成功绕障数量和前行的距离来评定成绩。每绕过一个桩得8分（以小车整体越

过赛道中线为准), 一次绕过多个桩或多次绕过同一个桩均算作绕过一个桩, 障碍桩被推出定位圆或被推倒均不得分; 小车行走的距离每延长米得 2 分, 在中心线上测量。

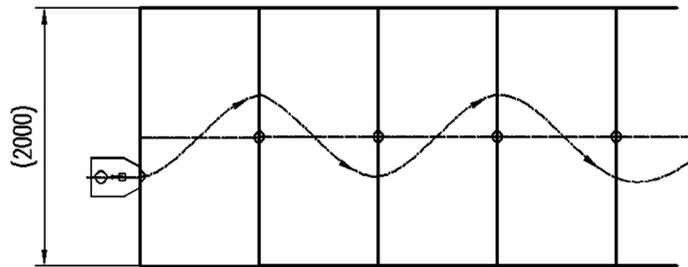


图 2 无碳小车在重力势能作用下自动行走 (S 赛道) 示意图

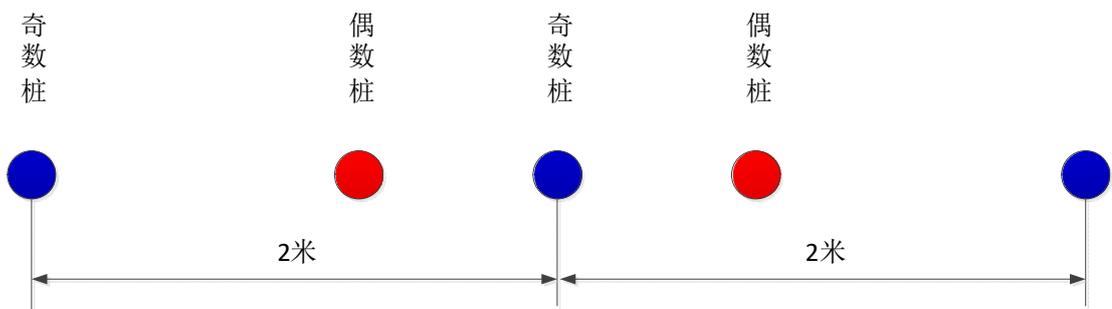


图 3 变桩距之后的结果示意图

各队使用竞赛组委会统一提供的标准砝码给参赛小车加载, 并在指定的赛道上进行比赛。小车在出发线前的位置自行决定, 不得越线。每队小车运行 2 次, 取 2 次成绩中的最好成绩。

小车绕障有效的判定为: 小车从赛道一侧越过一个障碍后, 整体越过赛道中线且障碍物未被撞倒或推出障碍物定位圆; 小车连续运行, 直至停止。小车有效的运行距离为: 停止时小车最远端与出发线之间的垂直距离。

### 1.2.2 “8”字型赛道避障行驶常规赛项

如图4所示,竞赛场地在半张标准乒乓球台(长1525mm、宽1370mm)上,有3个障碍桩沿中线放置,障碍桩为直径20mm、长200mm的3个圆棒,两端的桩至中心桩的距离为 $350\pm 50$  mm,具体数值由现场公开抽签决定。

小车需绕中线上的三个障碍桩按“双8”字型轨迹循环运行,以小车成功完成“双8”字绕行圈数的多少来评定成绩。

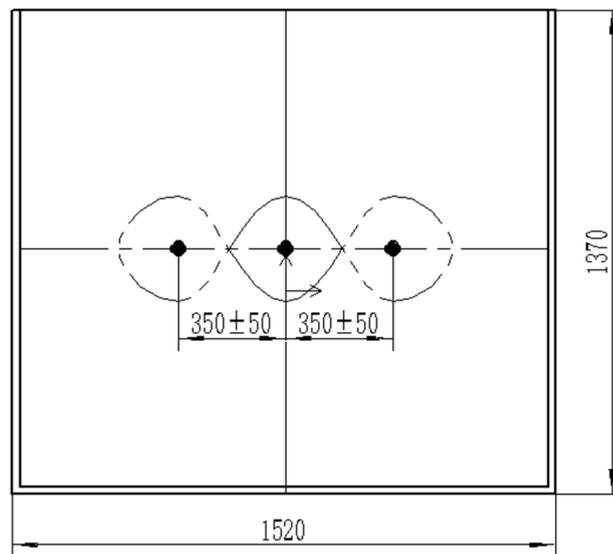


图4 “双8”字型赛道平面示意图

参赛时,要求小车以“双8”字轨迹交替绕过中线上3个障碍桩,保证每个障碍桩在“8”字形的一个封闭圈内。每完成1个“双8”字且成功绕过3个障碍,得12分。各队使用组委会统一提供的标准砝码参赛。每队小车运行2次,取2次成绩中最好成绩。

一个成功的“8”字绕障轨迹为:3个封闭圈轨迹和轨迹的4次变向交替出现,变向指的是:轨迹的曲率中心从轨迹的一侧变化到另一侧。

比赛中，小车需连续运行，直至停止。小车没有绕过障碍、碰倒障碍、将障碍物推出定位圆区域、砝码脱离小车、小车停止或小车掉下球台均视为本次比赛结束。

### 1.2.3 无碳小车挑战赛项目-“S 环形”赛道挑战赛

“S 环形”赛道如图 5 所示，由直线段和圆弧段组合而成一封闭环形赛道，沿赛道中线放置 12 个障碍物（桩），障碍桩为直径 20mm、高 200mm 的圆棒。竞赛小车能够在环型赛道上以“S 环形”路线依次绕过赛道上障碍桩，自动前行直至停止。赛道水平铺设，直线段宽度为 1200mm，两侧直线段赛道之间设有隔墙；沿赛道中线平均摆放 5 个障碍桩，奇数桩位置不变，偶数桩位置根据经现场公开抽签结果，在±（200~300）mm 范围内相对于中心桩做相向调整（相对于中心桩，正值远离，负值移近）。

以小车前行的距离和成功绕障数量来评定成绩。每绕过一个桩的 8 分（以小车整体越过赛道中线为准），一次绕过多个桩或多次绕过同一个桩均算作绕过一个桩，障碍桩被推出定位圆或被推倒均不得分；小车行走的距离每延长米得 2 分，在中心线上测量。

各队使用竞赛组委会统一提供的标准砝码给参赛小车加载，并在指定的赛道上进行比赛。小车在出发线前的位置自行决定，不得越线。每队小车运行 2 次，取 2 次成绩中的最好成绩。

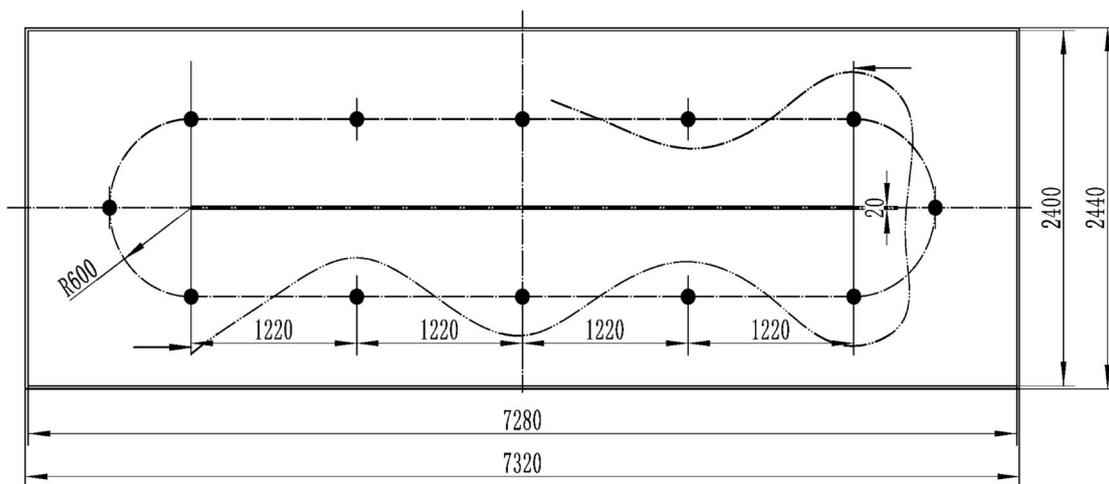


图4 “S环形”赛道示意图

### 1.3 三维设计及3D打印制作环节

由1名参赛队员参与竞赛；经抽签，按照大赛统一规定要求，在计算机上设计3D打印图样，并用3D打印制作出来。本项内容在规定时间内完成得满分，违规或延时完成者减分，不能完成者不得分。

#### (1) 三维设计及3D打印

每队其中1名选手自行带电脑，按照题目中的要求完成设计工作，生成STL格式文件，选手将设计文件复制到3D打印机的电脑中，按要求进行3D打印操作，要求在60分钟内完成，满分10分。60分钟无法完成者，每超5分钟，扣2分；超过20分钟未完成者，终止此环节比赛，不得分。制作结束时，选手需将作品提交给裁判，装袋并贴上队号。评分标准：依据作品质量和制作时间综合评定，制作质量不符合要求的，每发现一处扣1分。设备采用北京太尔时代UP BOX+三维打印机。

## 1.4 工程设计方案

各参赛队需做出针对参赛项目的工程设计方案文件，包括结构设计方案、工艺设计方案、创业企划书等共 3 种文件，并在参赛报到时提交，每种文件纸质版一式一份，电子版提前一周发至组委会秘书处用于评审，文件按本竞赛秘书处发布的统一格式编写，具体要求见竞赛网站。

## 二、智能物料搬运机器人竞赛项目命题说明

### 2.1 竞赛命题

本项竞赛题目为“智能物料搬运机器人竞赛”。

自主设计并制作一款能执行物料搬运任务的智能移动机器人。该机器人能够在规定场地内自主行走，通过扫描阅读二维码领取任务，自主寻找、识别任务指定的物料，按任务要求的顺序将其搬运至指定的存放地点，并按照要求的位置和方向摆放。

根据现场抽签决定抓取物料的类型，现场设计机器人末端抓取装置（手爪），使用 3D 打印设备完成制造，安装于参赛机器人手臂末端后进行现场运行比赛。

本项目参赛所要求的实物和文件均由参赛学生自主完成。

### 2.2 题目要求

#### 2.2.1 参赛机器人的功能要求

应具有场地目标位置识别、自主路径规划、自主移动、二维码读取、物料颜色识别或形状识别、物料抓取和搬运等功能；全部竞赛过程由机器人自主运行，不允许使用遥控等人工交互手段及除机器人本体之外的任何辅助装置。

### **2.2.2 参赛机器人的电控及驱动要求**

主控电路采用嵌入式解决方案（包括嵌入式微控制器等），实现二维码读取、自主定位、物料识别、以及路径规划及运动控制等功能，所用传感器和电机的种类及数量不限。自行设计制作主控电路版，其上须带有任务内容显示装置，该显示装置能够明显、持续显示二维码任务（便于评判读取任务是否正确）直至比赛结束。机器人驱动电源供电电压限制在 12V 以下（含 12V），电池随车装载，场内赛程中不能更换。

### **2.2.3 参赛机器人的机械结构要求**

自主设计并制造机器人的机械部分，该部分允许采用标准紧固件、标准结构零件及各类商品轴承。机器人的行走方式、机械手臂的结构形式均不限制。机器人腕部与末端抓取装置（手爪）的连接界面结构自行确定。

除末端抓取装置（手爪）在竞赛现场设计制作外，其他均在校内完成，所用材料自定。

### **2.2.4 参赛机器人的外形尺寸要求**

进入场地参赛的机器人（含末端抓取装置（手爪））应能够通过

一个尺寸与一张 A4 纸相当的门框方可参加比赛。“A4 门框”横向或竖向放置均可。允许机器人结构设计为可折叠形式，但通过“A4 门框”后应能自行展开。

### 2.2.5 搬运物料

待搬运物料的形状为圆柱体或正方体，直径或底边长为 50mm，高度为 80mm，重量约为 60g。以上形状的具体选择将通过现场抽签决定，物料的材料为塑料或铝合金或木材。物料有颜色区别：颜色为红（RGB 值为 255, 0, 0）、绿（RGB 值为 0, 255, 0）、蓝（RGB 值为 0, 0, 255）三种颜色。由于制作和打印所用的系统和色板不同，会有色差（**公司制作时**用的是 CMYK 颜色，同 RGB 颜色会有差异，电脑上观看和实际打印出来实物会有色差）。

在比赛场地内固定位置设有物料提取区和物料存放区。物料提取区长×宽×高为 500×160×80（mm），木质或塑木材料，白色亚光表面。物料存放区为长×宽×高为 800×300×0（mm）区域，白色亚光表面。物料存放位置由三组不同颜色（与物料相同）的同心圆和十字线构成，每组同心圆和十字线为同一种颜色，同心圆的内径分别为 70 mm、120 mm、170 mm，线宽 5mm。

### 2.2.6 竞赛场地

赛场图根据国赛标准绘制（见图 6），适当进行了细化。场地尺寸为 2400mm×2400mm 方形平面区域，周围设有高度为 100mm 的白色围挡，并以高度和宽度均为 20mm 的白色挡板将场地一分为二，机

机器人只能在挡板所围区域内活动。赛道地面为人造板或合成革铺就而成，贴有基色为浅黄色亚光场地图；地面划有间隔为 300mm 的黑色方格线，经线为线宽 20mm 的单线，纬线线宽为 15+10（间隔）+15mm 的双线，可用于机器人行走的地面坐标位置判断，出发区为黄色。参考场地示意图见文档后面的附图。

竞赛时，2 台机器人同时进入上述场地并在各自区域内定位和运行。

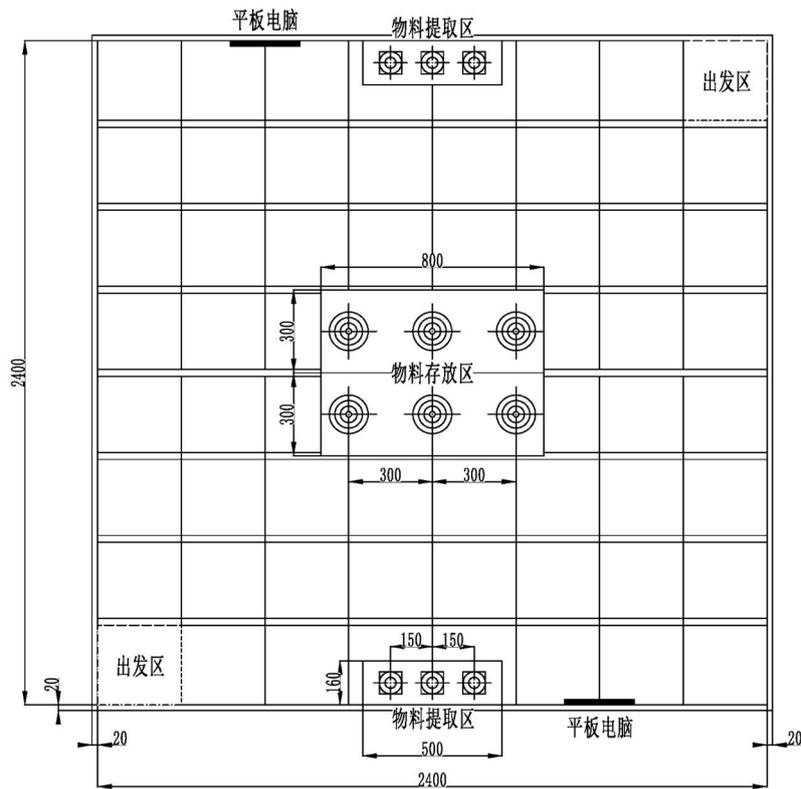


图 6 智能物料搬运机器人建赛场地设置平面图

### 2.2.7 任务二维码

在赛场围挡内侧垂直安装 2 个放置二维码的装置，用于放置给机器人读取任务的二维码，二维码通过抽签的方式确定。二维码分辨率为 100 像素/英寸，尺寸为 80\*80mm。二维码信息被设置为“1”、“2”、“3”三个数字的组合，如“123”、“321”等。其中，“1”对应红色，“2”对应绿色，“3”对应蓝色。数字组合表明了物料搬运过程中不同颜色物料的搬运顺序。比赛现场有不少于 6 种任务的二维码，比赛时由选手抽签决定。

## 2.3 竞赛环节

### 2.3.1 智能物料搬运机器人场地竞赛环节

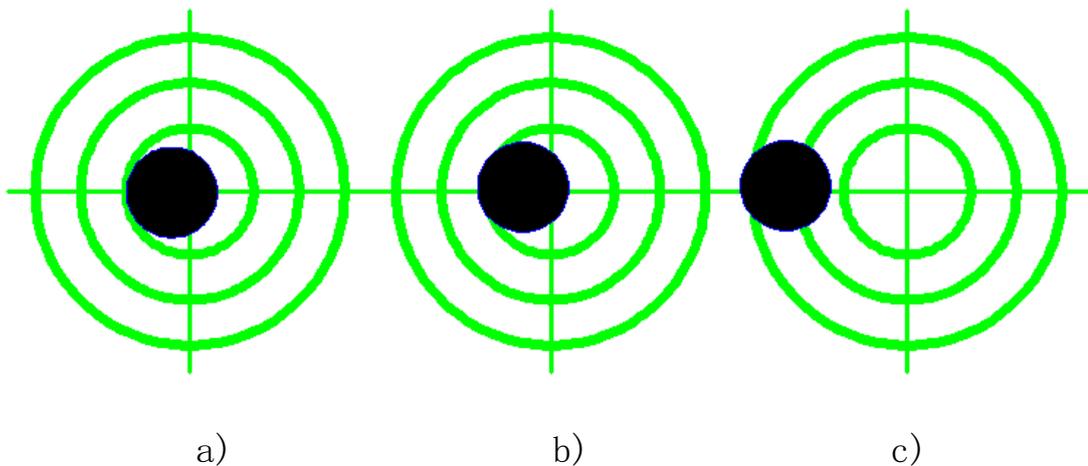
经现场抽签决定待搬运物料的形状组别（圆柱体、正方体）以及各参赛队的赛场号位。

三种不同颜色的物料放置在物料提取区，物料间距为 150mm。

参赛队将其参赛机器人放置在指定出发位置。按统一号令启动，计时开始。机器人行至二维码识别区，通过二维码读取需要搬运的三种颜色物料的顺序，再移动到物料提取区按照任务要求的顺序依次将物料搬运并准确放置到物料存放区对应的颜色区域内，完成任务后机器人回到出发区域。记录完成比赛所耗用的时间及物料放置的准确性。机器人需在 5 分钟时间内完成比赛，用时少者得分高，物料放置位置的精确程度也影响得分。每队有 2 次机会，取 2 次成绩中的最好成绩。

具体评分标准：正确识别二维码得 2 分；每正确抓取一个物料得 2 分；根据物料正确放置的准确度，分别得 12 分（最小圆内），8 分

(中间圆内), 4分(最外圆内), 物料的任何部分位于最大圆外不得分, 均以圆的外圆为界(如下图), a)为放在了最小圆内, b)为放在了中间圆内, c)为放在了圆外; 正确完成任务后回原位得3分, 再根据完成时间进行排序, 时间分为(参赛队数-名次)/10。物料必须垂直放置。



### 2.3.2 机器人手爪的设计及制作环节

经抽签确定一种搬运物料的形状组别(圆柱体、方形体)。

每支参赛队派出1名队员, 针对抽取的物料, 根据题目的要求进行机器人末端工具(机器人手爪)的设计, 参赛队员须自带笔记本电脑和自装设计软件。设计完毕之后在3D打印机上完成机器人手爪的制作。要求设计和制作完整的手爪, 不允许仅设计和制作手爪的一部分, 制作之后再装配其它零件而形成手爪, 否则按照违规处理。本项内容在60分钟内完成得满分10分, 60分钟无法完成者, 每超5分钟, 扣2分; 超过20分钟未完成者, 终止此环节比赛, 不得分。制作结束时, 选手需将作品提交给裁判, 装袋并贴上队号。评分标准:

依据作品质量和制作时间综合评定，制作质量不符合要求的，每发现一处扣 1 分。设备采用北京太尔时代 UP BOX+三维打印机。

## 2.4 工程设计方案

各参赛队需做出针对参赛项目的工程设计方案文件，包括结构设计方案、控制及电路设计方案、创业企划书等共 3 种文件，并在参赛报到时提交，每种文件纸质版一式一份，电子版提前一周发至组委会秘书处用于评审，文件按本竞赛秘书处发布的统一格式编写，具体要求见竞赛网站。

### 三 方案文件要求

#### 1) 结构设计方案文件

##### 完整性要求：

作品装配图 1 幅、要求标注所有零件（A3 纸 1 页）；

传动机构展开图 1 幅（A3 纸 1 页）；

设计说明书 1-2 页（A4）。

##### 正确性要求：

传动原理与机构设计计算正确，选材和工艺合理。

##### 创新性要求：

有独立见解及创新点。

##### 规范性要求：

图纸表达完整，标注规范；文字描述准确、清晰。

## 2) 控制及电路设计方案

### 完整性要求:

控制程序流程图 1 幅 (A4 纸 1 页);

电路原理图 1 幅, 要求标注所有电子元器件 (A4 纸 1 页);

主控板 PCB 板图 1 幅 (A4 纸 1 页);

电路设计说明书 1-2 页 (A4)。

### 正确性要求:

控制原理与电路设计正确, 器件选则合理。

### 创新性要求:

有独立见解及创新点。

### 规范性要求:

图纸表达完整, 标注规范; 文字描述准确、清晰。

## 3) 创业企划书

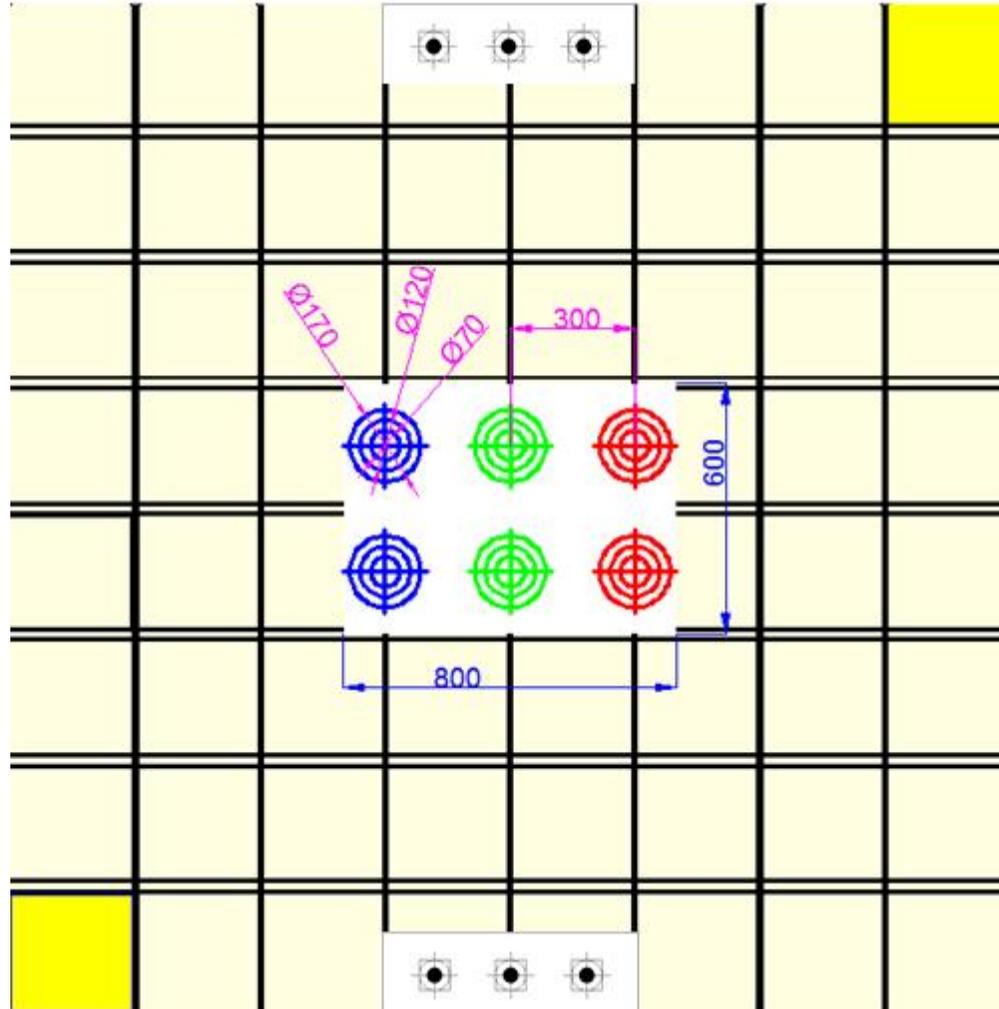
按照中批量 (5000 台/年) 对作品做创业企划书 (A4, 3-4 页), 内容包括工艺成本核算、生产成本分析以及综合成本分析, 还包括市场预测分析、人力资源和工程管理可行性综合分析等。要求创业企划设计目标明确, 文件完整, 测算合理, 表达清楚。

所有的文件采用组委会提供的统一文件格式 (网上下载)。

2018 年全国大学生工程训练综合能力竞赛

广东省分赛组委会

2018 年 11 月 30 日



智能物料搬运机器人建赛场地具体参数示意图（未注尺寸按国赛要求）