云南省第八届大学生工程实践与创新能力大赛暨全国大学生工程实践与创新能力大赛选拔赛

“智能+”赛道评分与规则

一、智能物流搬运项目

（一）智能物流搬运竞赛内容及资格要求

1．竞赛内容与资格要求

本赛项要求参赛队自主设计并制作一台按照给定任务自主完成物料搬运的低能耗的智能物流搬运机器人（简称：搬运机器人），除标准件外，非标零件应自主设计和制造，不允许使用购买的成品或采用成品套件拼装而成。搬运机器人能够通过扫描二维码的方式领取搬运任务，在指定的工业场景内按任务要求将物料搬运至指定地点且精准摆放（色环的颜色及环数或二维码、条形码指定的颜色及位置）。

2．资格要求

在比赛过程中，搬运机器人必须完全自主运行，应具有定位、移动、避障、读取二维码、无线通信、物料位置和颜色识别、物料抓取与载运、路径规划等功能。

（1）电控及驱动要求

搬运机器人所用传感器和电机的种类及数量不限，搬运机器人需配备任务码显示装置，显示装置必须放置在搬运机器人上部醒目位置，亮光显示，且不被任何物体遮挡，字体高度不小于 8mm，屏幕只能显示任务码，该装置能够持续显示所有任务信息直至比赛结束。搬运机器人只能使用一个随搬运机器人装载的电源（即装在搬运机器人内部），采用锂电池供电，比赛过程中（含调试）不能更换（考虑调试和比赛所需要的全部能源）。比赛过程中，不能通过其它交互手段与搬运机器人通信及控制搬运机器人（接收任务码除外），仅允许垂直向下补光，不允许对场地遮挡。

（2）机械结构要求

自主设计并制造搬运机器人的机械部分，搬运机器人的行走方式、机械手臂的结构形式均不限制。

（3）外形尺寸及要求

搬运机器人（含机械手臂）最大外形尺寸满足铅垂方向投影不大于边长为 300mm 的正方形，高度不超过 400mm 方可参赛。允许搬运机器人结构为可折叠形式，但出发后方可自行展开。

如果不符合上述各项要求，取消比赛资格；若已经参赛，发现或被投诉情况属实则取消比赛成绩。

（二） 赛程安排

智能物流搬运赛项由初赛和决赛组成。

初赛由任务命题文档和现场初赛两个环节组成，决赛由创新实践和现场决赛两个环节组成。各竞赛环节如表 1 所示。

表 1　智能物流搬运赛项各环节

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容	分数
1	第一环节	初赛	任务命题文档	10
2	第二环节		作品创意设计	10
3	第三环节		现场初赛	80
初赛总成绩				100
4	第四环节	决赛	创新实践	20
5	第五环节		现场决赛	80
决赛总成绩				100

智能物流搬运现场赛流程在第二轮通知公布。

（三） 运行环境

1．运行场地

整个赛场尺寸为 2400mm×2400mm 正方形平面区域（如图 1 所示），搬运机 器人只能在灰色车道上行驶，进入其它颜色区域（除启停区）均结束比赛。

赛道 地面有 450mm 和 400mm 两种宽度的灰色车道，其余区域为亚光白色或黄色等 底色。在比赛场地内， 设置启停区、原料区、粗加工区、暂存区、精加工区、成 品区等区域。其中启停区为蓝色， 用于搬运机器人往返的停放区域。初赛时， 主 要经过原料区、粗加工区和暂存区完成粗加工物料的搬运过程； 决赛时，所涉及 的区域、位置、形式、尺寸及相关参数以决赛现场公布为准。各区域尺寸说明如 表 2 所示。

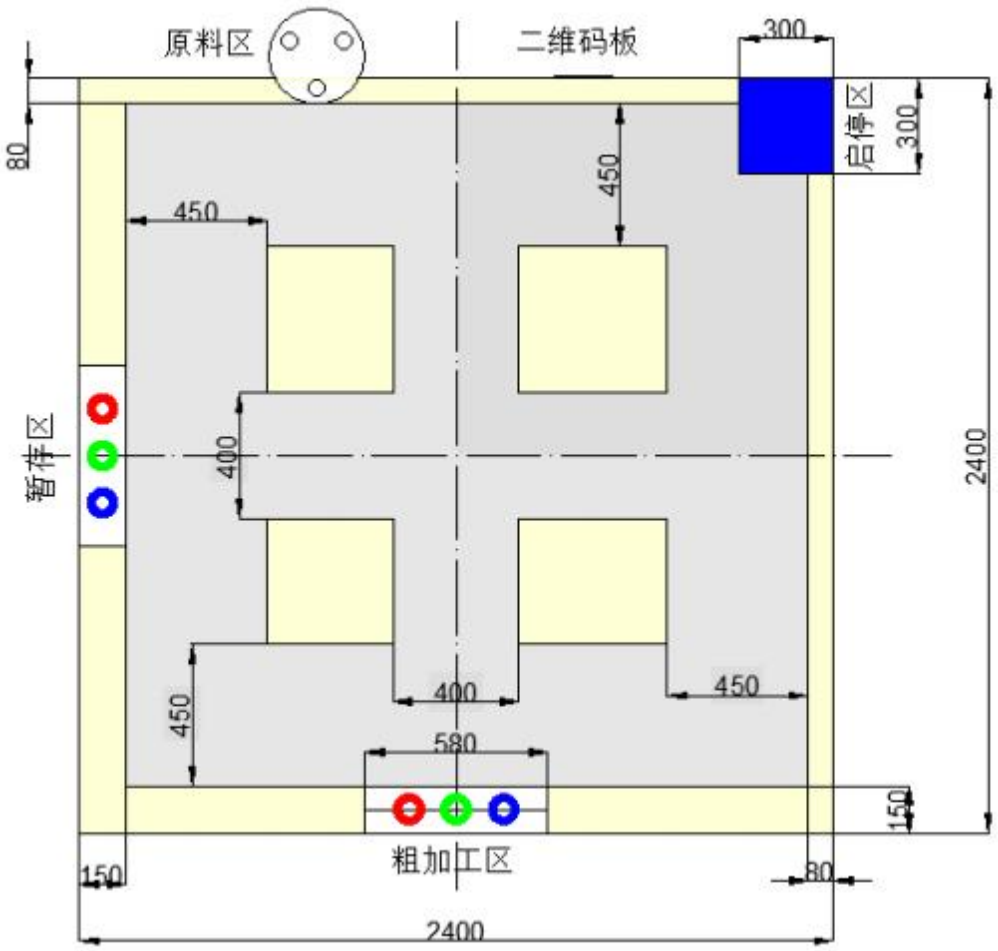


图 1　初赛赛场详细尺寸示意图

表 2　初赛各区域尺寸说明表

序号	区域	尺寸说明
1	启停区	长×宽：300×300（mm）
2	原料区	顶面为直径 300mm　的圆盘，总高度　80-100mm
3	暂存区、粗加工区	长×宽：　580×150（mm）

原料区一次可以随机放置三个物料（红绿蓝各一个），物料中线呈 120°夹角， 转盘匀速的转动速度 6-10 秒/圈，每圈停 3 次，每次 4秒。暂存区和粗加工区等 顶面上均有用于测量物料摆放位置准确程度的色环，尺寸如表 3 和图 2 所示，其 中 φ 为物料最大直径（单位：mm）， φ 1-φ5 为色环 1-5 环的外径，色环线宽为 1.5mm。除标注尺寸外，其余色环的直径差为 10mm。

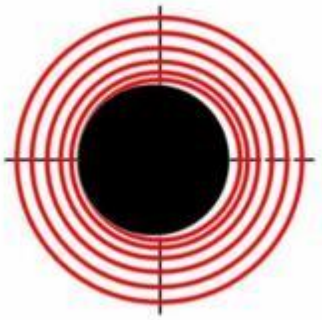


图 2　色环的尺寸

表 3　环号及环尺寸与分数对照

环号	1环（φ1）	2环（φ2）	3环（φ3）	4环（φ4）	5环（φ5）	6环（φ6）	6环外及物料倾倒
外径尺寸	φ+3	Φ1+5	Φ2+7	Φ3+10	Φ4+10	Φ5+10	
分数	15	10	7	5	3	1	0

2．物流搬运的物料

搬运机器人所搬运物料的材料为 3D 打印 ABS 或 PLA，物料尺寸限制在 30~100mm 范围，重量在 40～ 100g 范围内，三种颜色为： 红（ ABS/Red（ C- 21-03 ）)、绿（ABS/Green（C-21-06））、蓝（ABS/Blue（C-21-04））），每种颜色 两个(现场比赛的物料可能会有一定的色差）。初赛时， 物料使用同一种形状的三 种不同颜色物料（如图 3 所示）。

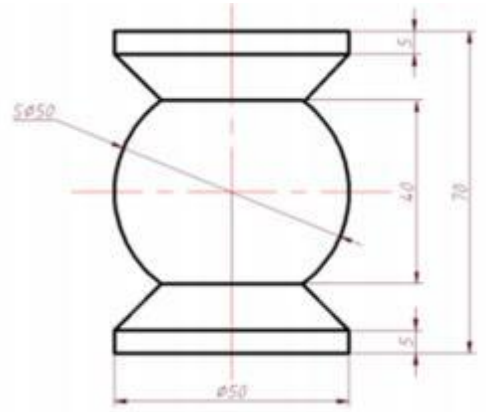


图 3　初赛搬运机器人搬运的物料形状

决赛时，搬运机器人待搬运物料的颜色、材料与初赛时相同， 形状可以多种，为简 单机械零件的抽象几何体（包括圆柱体、方形体、三角体、球体、锥体， 以及组合 体等），物料形状、尺寸等以决赛现场公布为准。

3．任务编码

任务编码被设置为“1”、“2”、“3”三个数字的组合，“123”“321” 等。其中，“1”为红色，“2”为绿色，“3”为蓝色。搬运机器人的任务码由两组 三位数组成，第一 组三位数表示第一批三个物料的搬运顺序，第二组三位数表示第 二批三个物料的 搬运顺序，两组三位数之间以“+”连接，例如 123+231。搬运机器人比赛中在每个赛场内侧垂直安装 1 个 A4 纸大小的二维码板（横 放）， 二维码（亚光）位于板的中间，尺寸为 80×80mm，用于搬运机器人读取任务 编码(编码随机产生）。

（四） 智能物流搬运竞赛规则

1．初赛

1) 第一环节（任务命题文档 A，满分 10 分）

参赛队按照决赛的任务命题文档模版提交决赛任务命题方案，包括策划决赛场景和规划决赛场地（包括放物料的区及位置、物料放置方式等），给出物料的形 状和尺寸以及零件图（工程图和三维图），其设计的物料要保证在创新实践环节必 须进行设计及制造，各队该项得分计入其初赛成绩。任务命题文档成绩不仅包括任 务命题文档的内容质量符合命题规则的程度，也包括文档的排版规范。

$$A = 10 - \text{扣分}$$

本环节扣分主要包括决赛任务命题文档的内容质量、排版规范，其中内容质量 占 5 分，排版规范占 5分；若文档雷同、文档出现校名和队员姓名等成绩为 0。

本环节采用扣分制，扣完为止。

2) 第二环节（作品创意设计 B，满分 10 分）

依据创新性、美观性和结构合理性等评价指标对本赛项所有作品创意（含外形 结构和内部结构）设计进行评价。创新性主要从符合主题要求，搬运机器人

的结构 有新意、创新等方面评价； 美观性主要从整体美观、实用等方面评价；合理性主要 从零部件的加工制作、机构选择的合理性、拆卸是否方便等方面评价。

本环节在比赛现场评价，按照组委会安排的时间分别进行评分，作品创意设计

成绩为所有专家分数的平均值。

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i}{n}$$

式中，p 为专家打分，n 为专家数量。

在作品可以清晰观察到内部结构的情况下，作品创意评价依据如表 4 所示。

表 4　　作品创意评分参考标准

序号	评价指标	指标含义	分数
1	创新性	符合主题，外形结构和内部结构有新意、创新	4
2	美观性	整体美观、合理、实用	3
3	合理性	外壳和内部结构制造精细、拆卸方便	3
总分			10

3) 第三环节（现场竞赛 C，满分 80 分）

现场抽签决定各参赛队比赛的场地、赛位号。

参赛队进入比赛场地进行调试，调试时间结束前，将搬运机器人放置在指定的 蓝色启停区，等待发车。抽签确定物料搬运任务编码，将物料随机摆放至转盘上， 启动转盘，现场裁判发出统一开始指令，计时开始。同时参赛队各派一名队员启动 搬运机器人，必须采用“一键式”启动方式（搬运机器人上必须有明确标识），在规 定启动时间内必须一键启动搬运机器人，且只有一次启动机会，启动时间到没有启 动，本轮比赛结束。在规定运行时间内，搬运机器人移动到二维码板前读取二维码， 获得搬运任务（三种颜色物料的搬运顺序）。然后搬运机器人移动到原料区按任务 码规定的顺序依次将原料区的第一批物料搬运到搬运机器人上（每次搬运的数量 1-3 个），再运至粗加工区并放置到对应的颜色区域内，将第一批共三个物料搬运 至粗加工区后，按照从原料区搬运至粗加工区的顺序将已搬到粗加工区的物料搬 运至暂存区对应的颜色区域，将粗加工区的第一批三个物料搬运至暂存区后，返回 原料区；按任务码规定的顺序依次

将原料区第二批的三个物料搬运到搬运机器人 上，再搬运到粗加工区对应的颜色区域内，将原料区第二批三个物料搬运至粗加工 区后，按照从原料区第二批搬运至粗加工区的顺序将已搬到粗加工区的物料搬运 至暂存区。该三个物料在暂存区只能在原来已经放置的物料上进行码垛放置（颜色 要一致且已经放置的物料放置正确），完成任务后搬运机器人回到启停区。粗加工 区和暂存区平面正确放置的度量标准均以各自每级色环外界垂直方向是否看到该 色环外圈来评分，码垛放置以是否平稳放置在已有的物料上来评分。

（1）计分办法

①搬运机器人正确读取二维码并在显示装置上显示顺序码，得4 分。

②搬运机器人显示装置将读取正确的顺序码显示到本轮比赛结束，得2 分。

③根据正确读取的二维码所确定的搬运顺序，搬运机器人每正确抓取一个物料并放到搬运机器人上，得 2 分。

④搬运机器人在粗加工区和暂存区（平面放置）的物料放置必须按照顺序码的顺序垂直放置在对应的色环上，然后根据物料放置的准确度计算得分。物料底面 与色环线位置如图 4 所示（环号从内向外为 1-6），得分细则如表 5 所示，该评判 标准为非线性评分。在放置过程中， 只要物料底面与地面接触即为放置完毕，并按 照此位置确定环数，如果将物料在场地推行移动，结束比赛。

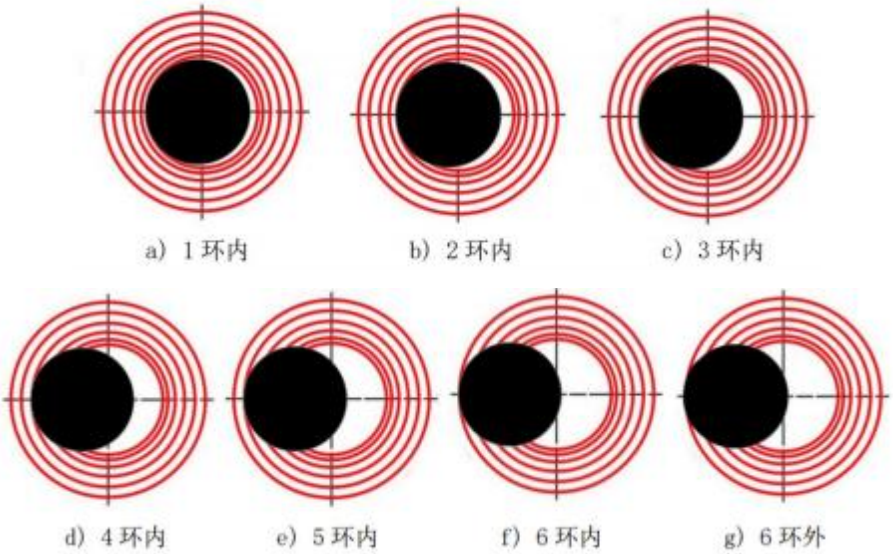


图 4　物料在粗加工区和暂存区放置准确度示意图

表 5　在粗加工区和暂存区物料的放置位置及对应成绩对照表

环号	1　环	2　环	3　环	4　环	5　环	6　环	6　环外及物料倾倒

分数	15	10	7	5	3	1	0

⑤暂存区物料放置分为平面和码垛两种放置：平面放置时，按照“（4）”计算 成绩；码垛放置时，将第二层物料按照顺序码的顺序放置在已经放置的第一层物料 上，颜色一致且第一层物料放置正确且物料不掉下即得分（不影响第一层平面放置 的成绩），分数同第一层物料分数。

⑥在规定的时间内，完成比赛任务后回到启停区，得4 分。

（2）竞赛规则

①比赛分两轮进行，每轮调试时间3 分钟，每轮运行时间3 分钟。

②在规定时间内运行成绩有效。

③比赛指令发出后，搬运机器人停止运行 15 秒（不包括等待转盘转动时间），本轮比赛结束。

④比赛过程中，物料底面一旦与地面接触，即视为放置完毕，搬运机器人不能 再移动此物料，并按照此位置确定成绩；若故意再次移动此物料，本轮成绩无效。

⑤比赛开始后，参赛队员不得再次接触搬运机器人，否则本轮比赛结束。

⑥比赛过程中，搬运机器人在原地高速打滑，为了避免损坏比赛场地，裁判员 有权终止比赛。若出现场地被破坏，取消比赛资格。

⑦搬运机器人投影越过车道（不包括手臂）进入其它颜色区域，本轮比赛结束。

⑧搬运机器人的结构、尺寸、相关参数等不符合命题要求不能参加比赛；若已 经参加比赛，则成绩无效。

（3）现场初赛成绩（80 分）

本队得分

$$C = 80 \times \frac{\text{本队得分}}{\text{现场初赛参赛队最高得分}}$$

4）初赛总成绩 P1（100 分）

$P1 = A + B + C$

2 ．决赛

决赛将抽取任务命题即搬运区域位置和物料形状，并在规定时间内根据所抽取的任务完成创新实践 D 和现场决赛 E 的相关任务。

1） **第一环节（创新实践 D，满分 20 分）**

创新实践环节考核内容包括结构设计与制作、编程能力等。在规定时间内，各参赛队按照决赛现场发布的决赛任务命题，完成相关零部件的制作。各参赛队需自备允许范围内的设备和工具，有安全隐患的物品以及不允许带的 物品不能带入现场，否则取消比赛资格。具体要求如下：

1. 拆除规定的原有部件，更换备用部件。

2. 各参赛队自备更换与调试中所用的工具、电烙铁、焊锡、万用表、电脑、等，不能携带有安全隐患的工具，否则取消比赛资格。

3. 完成规定零件的三维建模设计，并进行3D打印。

在创新实践过程中， 因安全、诚信、纪律及打扫卫生等因素由现场裁判判决 扣分，可根据情节严重程度每次扣 2-10 分（由现场裁判确定），特别严重者取消比赛资格。

2） **第二环节（现场决赛 E，满分 80 分）**

现场抽签决定各参赛队比赛的场地、赛位号和顺序。 **现场决赛流程参照现场初赛流程，但会根据抽取的任务命题对搬运区域进行调整。**每个参赛队可以有两次运行机会，取两次现场运行的最好成绩作为现场决赛成绩，评分规则和初赛一致。

3）决赛总成绩 P2（ 100 分）

$$P2 = D + E$$

3 ．总成绩 P

总成绩 P=初赛总成绩 P1*40%+决赛总成绩 P2*60%

总成绩排序说明：

（1）若参赛队总成绩相同，则按现场决赛成绩得分高者优先排序；

（2）如仍旧无法区分排序，依次按现场决赛期间所有轮次比赛完成时间短者优先 排序；

（3）如仍旧无法区分排序，依次按创新实践环节得分高者优先排序；

（4）如果仍旧不能区分名次顺序，则抽签决定；

二、生活垃圾智能分类项目

（一）生活垃圾智能分类项目对参赛作品/内容的要求

1. 垃圾分类竞赛内容

本赛项要求参赛队自主设计并制作一款外观精致时尚、分类标识简洁醒目的单 投入口生活垃圾智能分类装置（简称：垃圾分类装置）， 除标准件外，非标零件应 自主设计和制造，不允许使用购买的成品套件拼装而成，该装置实现“可回收垃 圾、厨余垃圾、有害垃圾和其他垃圾” 等四类城市生活垃圾的智能判别、分类与储存。

2. 垃圾分类功能要求

生活垃圾智能分类装置对投入的垃圾具有自主判别、分类并投放到相应的垃圾 桶、垃圾压缩、满载报警、播放自主设计制作的垃圾分类宣传片等功能，不允许采用任 何交互手段与分类装置进行通信及控制比赛装置。具体要求如下：

（ 1）采用传感与检测技术，实现对投放垃圾的自动判别与分类，并自动存放到正确的垃圾存放桶垃圾分类装置上表面（智能垃圾分类装置的最高表面）需设 计一个固定投入口，用于选手投入垃圾。

（2） 每次由裁判按照要求将垃圾通过投入口投入垃圾箱内，不能以任何方式提示垃圾的种类， 只能由智能分类箱自动判别与分类，并自动存放到正确的垃圾存放桶。

（3）为宣传和引导垃圾分类，参赛作品上面板需安装有一块仅具有显示功能的高亮显示屏固定在上面板上， 支持各种格式的视频和图片播放，并能够显示垃圾分类的各种数据，如投放顺序、垃圾名称、数量、任务完成提示、 满载情况等。

（4）生活垃圾智能分类装置在待机状态时，显示屏能够循环播放由参赛队自主 创作的“垃圾分类宣传视频”。

3. 垃圾分类种类

初赛时生活垃圾智能分类装置识别的四类垃圾主要包括：

（1）有害垃圾：电池（1 号、2 号、5 号）、过期药品或内包装；

（2）可回收垃圾：纸杯、100ml 以下塑料瓶或金属罐/瓶；

（3）厨余垃圾：小土豆或土豆块、切过的白萝卜、胡萝卜；

（4）其他垃圾：瓷片、鹅卵石（小土豆大小）、砖块等，厨余垃圾和其他垃圾的尺寸在一号电池和七号电池之间，每次投入一件垃圾。

决赛时， 四类垃圾的种类、形状、数量现场公布，同时投入的垃圾数量两件 以上（含两件垃圾）。

4. 垃圾分类电控及驱动要求

生活垃圾智能分类装置所用传感器和电机种类及数量不限， 鼓励采用 AI 技术，所用控制系统种类不限，控制系统必须安装在比赛装置内，不能具有 无线通讯功能。在该装置的各机构只能使用一块锂电池供电（即装在装置内 部），单个电池电压不大于 24 伏。比赛过程中（含调试） 不能更换（考虑调 试和比赛所需要的全部能源），且方便检录时的电压测量。

5. 垃圾分类机械结构要求

自主设计并制造生活垃圾智能分类装置的机械部分，除标准件外，非标 零件应自主设计和制造，不允许使用购买的成品套件拼装而成。

6. 垃圾分类外形尺寸要求

（1）生活垃圾智能分类装置外形尺寸（长×宽×高）限制在 400×400×600（mm ） 内方可参加比赛。

（ 2 生活垃圾智能分类装置有四个单独 的垃圾桶，垃圾桶尺寸和 容 积不小于 Φ100mm （仅用于计算横截面积， 截面形状不限） ×100mm（高）。 生活垃圾智能分类装置应有美观、完整的外壳（包括四周及上表面），且外壳表面 以外不能有任何其它装置、零部件等与垃圾分类装置连接， 否则不能参加现场比赛。该装置的上面板应方便打开和拆卸，便于进行创意设计的评价。装 置内部垃圾桶形状自行确定， 每个垃圾桶朝外的表面要透明， 能看清楚该桶内的垃圾。该装置的正上方（顶部）应设有一个独立的垃圾投入口，尺寸在 100-150mm 正方形范围内，初赛垃圾口大小的尺寸为边长 110mm 的正方形。选手将 垃圾根据现场裁判的要求或使用现场投放装置从该投入口投入到垃圾分类装 置中（比赛过程中手不能进入垃圾投入口）， 垃圾投入后， 只能落入唯一一个 不存在任何间隔的垃圾暂存空间，装置后续的结构和机构不做任何限制，然 后由垃圾智能分类装置对投入到分类装置中的垃圾进行识别、自动分类和投放到相应的垃圾桶（每个垃圾桶必须贴有垃圾类别的明显标签）。

如果控制系统独立在生活垃圾智能分类装置外、有无线通讯功能、没有 高亮显示屏、高亮显示屏不在该装置的顶面、电池没有安装在该装置上、电 池不方便电压测量、供电电压大于 24 伏、没有独立的垃圾投入口、垃圾投入 口尺寸不符合要求、手进入垃圾投入口等不符合上述各项要求的，取消比赛 资格；若已经参赛，取消比赛成绩。

（二）垃圾分类竞赛环节及分值与参赛流程

1. 垃圾分类竞赛环节及分值

竞赛共分 5 个环节，各竞赛环节评分项目及分值如表 1 所示。

表 1 生活垃圾智能分类竞赛各环节评分项目及分值

序号	环节	评分项目/赛程内容	分数
1	第一环节	任务命题文档 A	10
2	第二环节	作品创意设计 B	10
3	第三环节	现场初赛 C	80
初赛总分			100
4	第四环节	创新实践环节 D	30
5	第五环节	现场决赛 E	70
决赛总分			100

2. 垃圾分类参赛流程

详细流程将在第二轮通知进行公布。

（三）垃圾分类竞赛规则

1.初赛（100 分）

（1）第一环节（任务命题文档 A，满分 10 分）

参赛队按照决赛的任务命题文档模版提交决赛任务命题方案。根据命题规则和决赛的任务命题文档模版等要求，给出所策划垃圾投放任务，包括垃圾数量、四类垃圾的种类、四类垃圾的投放顺序、 全部垃圾的投放时间， 每次同时投入的 件数、垃圾投入口的尺寸， 以及可回收垃圾压缩方案等， 各队该项得分计入其初赛成绩。初赛的任务命题文档成绩不仅包括任务命题文档的内容质量符合命题规 则的程度，也包括文档的排版规范。具体规则如下：本环节扣分主要包

括初赛任 务命题文档的内容质量、排版规范,其中内容质量占 7 分，排版规范占 3 分；若文 档雷同、文档出现校名和队员姓名等成绩为 0。

本环节在线上评价， 按照组委会安排的时间分别进行评分， 任务命题文档成绩为所有专家分数的平均值。

$$A=\frac{\sum_i^n p_i}{n}$$

式中，p 为专家打分， n 为专家数量。具体评分细节如表 2 所示。

表2 任务命题文档评分表

序 号	评价指标	指标含义	满分
1	内容质量	符合主题，内容有新意、创新	7
2	排版规范	标点符号、字号、字体、行距， 图 表 和公式使用规范	3
总分			10

（2）第二环节（作品创意设计 B，满分 10 分）

依据创新性、美观性和结构合理性等评价指标对本赛项所有作品创意 （含外形结构和内部结构） 设计进行评价。本环节在比赛现场评价， 按照组 委会安排的时间分别进行评分， 作品创意设计成绩为所有专家分数的平均值。

$$B=\frac{\sum_i^n p_i}{n}$$

式中，p 为专家打分，n 为专家数量。在作品可以观察到内部结构的情况下， 作品创意评价依据如表3 所示。

表3 作品创意评分表

序号	评价指标	指标含义	满分
1	创新性	符合主题，外形结构和内部结构有新 意、创新	4
2	美观性	整体美观、合理、实用	3
3	合理性	外壳和内部结构合理、制造精细、拆 卸方便	3
总分			10

（3）第三环节（现场初赛 C，满分 80 分）

现场初赛包括垃圾分类、满载检测两环节，垃圾分类环节有两次运行机会，取两次成绩中的最好成绩作为现场初赛成绩 C1，满载检测环节有一次运行 机会 ,成绩为 C2 ，现场初赛成绩为 C1， C2 之和。现场抽签决定各参赛队 竞赛任务及“满载检测”的垃圾种类，投放的垃圾总数。具体如下： 开启电源，使设备处于待机模式，实现“垃圾分类宣传视频”循环播放功能。各参赛队按统一指令启动生活垃圾智能分类装置，计时开始。在规定的时间内, 由裁判每次将一件垃圾按照竞赛要求放入该装置的垃圾投入口，待该装置将垃圾投入到垃圾桶和分类信息（格式为：序号、垃圾种类、数量、分类成功与否等， 如： 1 有害垃圾 1 OK！） 显示， 然后再投放下一件垃圾到该装置的垃圾投入口，直至完成所有垃圾的分类，超过 15 秒没有显示本次投入信息， 本轮比赛结束。

每个参赛队有两轮运行机会，取两次成绩中的最好成绩。垃圾分类比赛结束后进行一轮垃圾满载检测，各参赛队必须在规定时间内完成。具体评分说明如下：

1）比赛投放垃圾共 10 件（赛前在垃圾分类装置封存之后，竞赛组委会提供 4 大类共 12 小类不同垃圾物料作为初赛可选垃圾物料，可压缩垃圾纸杯为必选垃圾 ,其他垃圾抽签决定）。

注： 垃圾类别：① 有害垃圾： 电池（ 1 号、2 号、5 号）、过期药品或内 包装；② 可回收垃圾：纸杯、100ml 以下塑料瓶或金属罐/瓶；③ 厨余垃圾：小 土豆或土豆块、切过的白萝卜、胡萝卜； ④ 其他垃圾： 瓷片、鹅卵石（小土 豆大小）、砖块等，厨余垃圾和其他垃圾的尺寸在一号电池和七号电池之间。每 次 投入一件垃圾。

2 ）组委会确定各参赛队比赛场地， 在每个场地按上述抽取的结果各准备 1 份分类垃圾物料和满载检测用垃圾物料。（注：每轮比赛结束后，工作人员需 现场回收垃圾物料）。

3）现场由裁判随机从垃圾桶上方一个一个投入垃圾。

4）满载测试由裁判从垃圾桶中随机抽取一种垃圾桶进行满载检测， 垃圾箱里存放的实际垃圾数量应超过垃圾箱容量的 75% 时满载检测提示有效， 同时“ 满载”提示显示正确，满载检测可不经过分类机构直接将垃圾放入垃圾桶。

5）各参赛队按组委会分配队号依序完 成两轮垃圾分类和 一 轮满载检 测比赛。

①垃圾分类：参赛队需按统一指令启动生活垃圾智能分类装置（比赛开 始后，参赛队员不得再次操作比赛装置， 两轮比赛期间回收垃圾除外），计时 开始，如 2 分钟内装置无任何动作，则该轮比赛结束。每件垃圾正确分类并投 放后，装置能正确显示垃圾对应的分类信息（格式为：“序号、垃圾种类， 数量、分类成功与否等， 如： 1 有害垃圾 1 OK!）， 然后才投入下一件垃圾，直至完成所有垃圾的分类。

②各参赛队垃圾分类环节完成后， 继续进行满载检测比赛，满载检测前，按照抽签的结果确定满载检测垃圾类别。满载检测比赛准备时间不超过 3 分钟，比赛时间不超过 5 分钟。

③垃圾分类和满载检测比赛结束后， 参赛队队长签字确认成绩，其他队 员配合工作人员将垃圾桶内垃圾悉数回收， 垃圾分类装置则由队员原路送回 封存处封存。

④各队上述两环节最高得分之和即为现场初赛的本队得分。关于具体分值设置 如下：

a.共分成两轮，每轮比赛时间 5 分钟。每轮准备时间3 分钟；

b.循环播放自主创作“垃圾分类宣传视频”，得 2 分；

c.各类垃圾能够正确分类并存储， 每个得 6 分；没有显示上个投入的垃圾分类信息前将而投入下个垃圾不得分；

d.分别显示垃圾对应分类信息（格式为“序号、垃圾类别、数量、分类成 功与否等，如：1 有害垃圾 1 OK！）， 每个得 1 分。上述信息出现任何错误不得 分；

e.压缩装置需要有明显的压缩动作，压缩率超过 70%可得3 分；以上得分总和列 为C1；

以（a—e）上得分总和列为C1。

f.满载检测正确，得 4 分，垃圾箱里存放的实际垃圾数量应超过垃圾箱容量的 75%；

g.“满载提示”显示正确，得 1 分；

以上（f——g）得分总和列为C2。

现场初赛成绩 C 的计算方法：现场初赛取最好的一轮 C1 成绩与 C2 得分 之和即为初赛成绩。

本队得分 C=C1+C2

（4）初赛总成绩 P1

P1 = A+ B + C

2.决赛（100 分）

（1）第四环节（创新实践环节 D，满分 20 分）

各参赛队需自备决赛使用的垃圾分拣装置的零部件（除标准件外， 非标零件 应自主设计和制造，不能购买成品套件拼装，否则取消决赛参赛资格）。在规定时间内， 各参赛队按照决赛现场发布的决赛任务命题，完成相关零部件的制作。具体要求如下：

1. 拆除规定的原有部件，更换备用部件。

2. 各参赛队自备更换与调试中所用的工具、电烙铁、焊锡、万用表、电脑、等，不能携带有安全隐患的工具，否则取消比赛资格。

3.完成规定零件的三维建模设计，并进行3D打印。

在创新实践过程中， 因安全、诚信、纪律及打扫卫生等因素由现场裁判判决 扣分，可根据情节严重程度每次扣 2-10 分（由现场裁判确定），特别严重者取消 比赛资格。

（2）第五环节（现场决赛 E，满分80 分）

垃圾抽签决定，不再进行满载检测， 但要同时投放多个垃圾，具体规则和初赛一致。

（3）决赛总成绩 P2

P2= D + E

3.垃圾分类竞赛总成绩 P

（1）总成绩 P

P=P1*40%+ P2*60%

（2）总成绩排序说明

1）若出现参赛队总成绩相同，则现场决赛环节成绩高者排序在前；

2）如成绩仍旧相同，则按决赛分类正确率高者排序在前；

3）如仍旧相同，则按决赛分类用时短者排序在前；

4）如以上方法都无法区分排序，则抽签决定；

三、智能救援项目

（一）智能救援项目对参赛作品/内容的要求

本赛项要求参赛队自主设计并制作一台在指定模拟救援场景内按照要求完成救援任务的智能救援机器人（简称：救援机器人），除标准件外，非标零件应自主设计和制造，不允许使用购买的成品套件拼装而成。每场比赛同时上场两个队各一台救援机器人，要求救援机器人能够在保护自己免受对方干扰和碰撞的情况下，尽可能多的救援目标（含核心救援目标）转移至指定的安全区内。

1. 功能要求

在比赛过程中，救援机器人采用自主或自主+遥控两种运行模式（要求必须首先自主启动运行，第一个救援目标必须自主运送至本方安全区，否则比赛结束），应具备高速移动、避障、无线通讯(遥控)、救援目标的搜集与转运（除机械臂抓取），并具有碰撞保护、失控保护等功能。开始比赛后，任何一个环节使用了遥控装置(包括进行无线通讯），现场运行模式认定为遥控。

2. 电控及驱动要求

救援机器人所用传感器和电机的种类及数量不限，比赛过程中不能更换任何电子元器件。机器人只能采用电驱动，采用锂电池供电，随车装载。

3. 机械结构要求

自主设计并制造救援机器人的机械部分，应方便拆装和更换。两台救援机器人在同一场地比赛，相互间会产生接触和碰撞，救援机器人结构应具有一定强度，提升机器人的抗干扰能力，从而保护救援机器人内部零件和电子元器件等在受到碰撞翻倒、跌落等情况下仍然不影响正常工作，比赛过程中不能更换任何元器件。

4. 外形尺寸及重量要求

救援机器人重量不超过 1.5 千克， 出发时最大外形尺寸（铅垂方向投影）不 大于 300mm 的正方形、高度不超过 200mm 方可参赛。

5. 安全性要求

（1）禁用有伤害、破坏、易燃、易爆等危险机构或装置。

（2）不允许使用 EMP 发生器等任何可以干扰对方的电子干扰设备，以及强光、激光等妨碍视线或视力的发射器，妨碍视线的烟雾发生器。

（3）救援机器人除行驶轮以外的所有露在救援机器人外的高速旋转的结构件必须采用非金属材质，禁止使用可能造成人身伤害的锋利结构。

如果不符合上述各项要求，取消比赛资格；若已经参赛，取消比赛成绩。

（二）智能救援项目赛程安排

1 竞赛环节及分值

竞赛共分 5 个环节，各竞赛环节评分项目如表 1 所示。

表 1　智能救援竞赛各环节

序号	环节	评分项目/赛程内容
1	第一环节	任务命题文档
2	第二环节	作品创意设计
3	第三环节	现场初赛
4	第四环节	创新实践环节
5	第五环节	现场决赛

2 赛事流程

详细流程将在第二轮通知进行公布。

（三）对运行环节的要求

1. 运行场地

赛场尺寸约为 2400mm 正方形平面区域（以现场提供为准），救援机器人只 能在赛场内行驶，赛场四周有一定厚度和高度的相对坚固的安全防护墙。赛场主 要由出发区、安全区和救援目标组成； 安全区是双方把救援目标运送到安全地方 的区域，其形状为长方形，安全区面向救援场地的围栏截面为直角三角形，便于 从外面将救援目标推进去，同时避免里面的救援目标滚出。安全区的颜色分为红 色及蓝色两种，比赛中抽签确定双方各自的颜色。

2. 救援目标

救援目标包括普通救援目标、核心救援目标和危险救援目标三种， 总数量不 超过 40 个，救援目标可以是不同的抽象几何体（包括圆柱体、方形体、三角形、 球体、锥体等），材料 ABS，其直径不超过 140mm 和重量不超过 800g。普通救 援目标有红色和蓝色两种，由双方各自独立完成；核心救援目标和危险救援目标 为双方的公共救援目标。

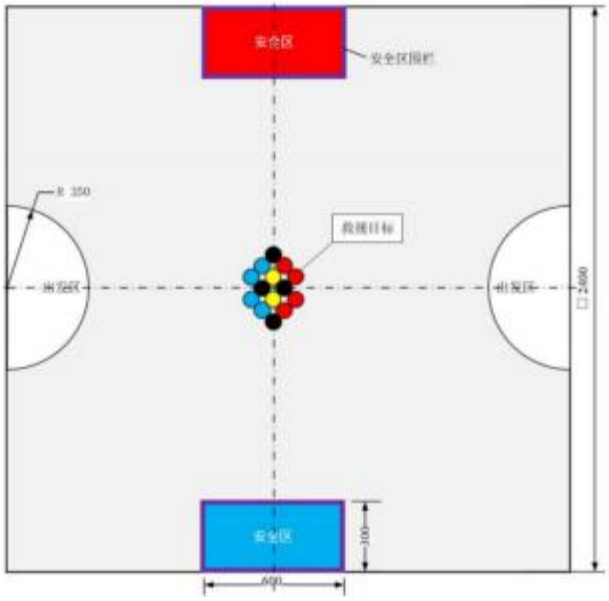


图 1　　救援机器人现场运行示意图

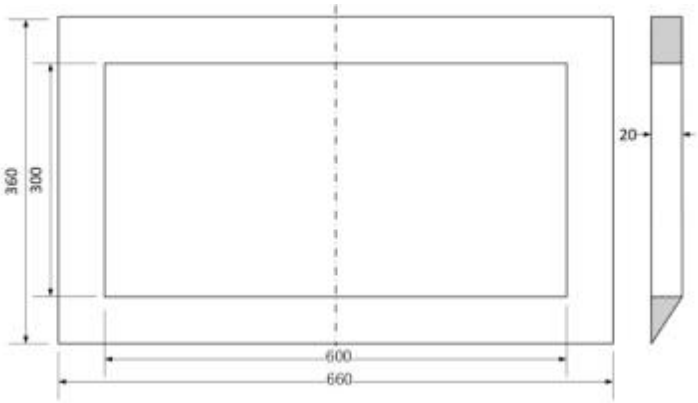


图 2　　安全区围栏示意图

初赛时，救援目标均为球体，其直径约 φ40mm、重约 3-10g，数量 14 个，其中 8 个普通救援目标（红色 4 个和蓝色 4 个）、4 个核心救援目标（黑色），2 个危险救援目标（黄色）；救援目标位于场地中心，摆放位置及姿态如图 1 所示。

3. 竞赛提供的设备

在创新实践环节，将提供 220V 交流电，3D 打印机（打印材料 PLA）、激光 切割机（非金属切割机功率 150W，加工幅面 400*400mm，亚克力材料最大加工 厚度 8mm)设备，现场提供亚克力板厚度规格 2 、3mm 、4mm 、5mm，椴木板厚 度规格 2 、3mm、4mm， 竞赛所需的笔记本电脑、相关软硬件、零部件、元器件 以及安装调试工具、电烙铁、焊锡、万用表等各参赛队自备。

（四）赛项具体要求

1. 初赛

（1）第一环节（任务命题文档 A，满分 10 分）

参赛队按照决赛的任务命题文档模版提交决赛任务命题方案。根据命题和决赛的任务命题文档模版要求，策划决赛场景和规划决赛场地（包括安全区、出发区，三种救援目标的各自数量、形状、材质、颜色、重量、大小、位置和姿态等)， 以及救援机器人转移救援目标的方式等，保证在创新实践环节中必须进行救援机 器人设计及制造（若不需修改结构，须详细分析不需修改结构的理由）。

决赛的任务命题文档成绩不仅包括任务命题文档的内容质量符合命题规则的程度，也包括文档的排版规范。

（2）第二环节（作品创意设计 B，满分 10 分）

依据创新性、美观性和可行性等评价指标对本赛项所有作品创意（含外形结构和内部结构）设计进行评价。

创新性主要从符合主题要求，外形和内部结构有新意、创新等方面评价；美 观性主要从整体美观、实用等方面评价； 可行性主要从零部件的加工制作、机构选择的合理性、拆卸是否方便等方面评价。

（3）第三环节（现场初赛 C，满分 80 分）

1）报到时组织参赛队现场抽签决定各参赛队各场比赛的场地、赛位号，按对阵图及出场顺序参加竞赛。同时在存放比赛作品时， 并将作品编号贴于比赛作 品顶部明显位置，并且无遮挡。检录时检查机器人的重量、尺寸等是否符合要求。

2）进入现场初赛时，进行比赛的两队进行救援目标颜色抽签，并将颜色标识卡放于车体上。

3）每支参赛队最多各派两名队员进入比赛场地进行调试。

4）调试时间 3 分钟，剩余 30 秒提示参赛队将救援机器人放置在指定出发区，等待发车，选手不得再接触救援机器人。

5）调试时间结束，现场裁判发出统一开始指令，开始计时，比赛时间 3 分钟，比赛开始后，再次接触救援机器人则比赛结束。

6）两支参赛队一键启动救援机器人，在规定启动时间（15s） 内须离开出发 区，否则本轮比赛结束。

7）参赛队至少将场地上本队一个普通救援目标转运至本队安全区围栏内侧后，才可以转运核心救援目标和危险救援目标到本队的安全区。若首次救援同时包含核心、危险救援目标，则核心、危险救援目标救援无效，并由裁判员取出，放置备赛处，本场比赛不再放回比赛场地。

8）不能采用机械臂抓取救援目标。

9）不能将救援目标放置在机器人上，不得将救援目标抬起转运（可采用推入、弹射、吹扫等方式运送救援目标）。

10）救援机器人一次转移救援目标的数量不能超过 3 个，一次转移救援目标 (本队普通、核心)的数量超过 3个， 本队伍即刻结束比赛。必须单独转运危险救 援目标，一次不超过一个，若超过一个出现混运，本队伍即刻结束比赛，并且本 次转运成绩无效。

11）比赛期间，对于普通救援目标，若出现将本队的救援目标移到对方安全 区则计入对方成绩，将对方救援目标移到对方安全区则计入对方成绩，将对方的 救援目标移至本方安全区扣 5 分。对于核心、危险救援目标， 救援目标被移动到 哪方安全区，则成绩记录到该安全区对应的参赛队。

12）救援机器人不能进入对方安全区内侧；

13）不能恶意进攻对方；两台救援机器人发生接触时长不能超过 10 秒/次，超过 10 秒强制分离，并放置在各自出发区继续运行，计时不中断。规定运行时间到或救援目标被全部移至安全区内，均比赛结束。

14）比赛过程中（含调试），救援机器人不得损坏场地等赛场设施，为了避 免损坏比赛相关设施，裁判员有权终止比赛。若出现被破坏，取消比赛资格。

15）采用自主运行模式运行的救援机器人是自主+遥控运行模式成绩的 4 倍。

16）普通救援目标得 5 分、核心救援目标得 10 分、危险救援目标得 15 分。

17）若比赛双方，在现场初赛中，有一方未到场，则由另一方按要求单独开 始救援比赛，并取消未到场参赛队另一场现场初赛资格。

18）任何一个队比赛结束，需将救援机器人移出比赛现场。

19）在赛场上，不管什么原因导致救援机器人出现安全事故(例如:起火、破坏赛场或地面等)，取消比赛资格。

20）报到时采用随机抽签确定队伍编号，并按照编排好的对阵图及出场顺序 每个参赛队 3 场比赛，按照最后安全区的救援目标数量及“评分与规则”计算参赛 队每场比赛成绩之和的平均值作为现场初赛成绩。

2. 决赛

（1）第四环节（创新实践环节 D，满分 20 分）

在规定时间内，各参赛队按照决赛现场发布的决赛任务命题，对救援机器人末端执行装置进行设计及优化，根据现场命题进行设计制作。对参赛队的技术能力、工程知识、诚信意识、协作意识等方面进行评价， 给出该环节最终成绩，详见评分规则。具体要求如下：

1. 拆除规定的原有部件，更换备用部件。

2. 各参赛队自备更换与调试中所用的工具、电烙铁、焊锡、万用表、电脑、等，不能携带有安全隐患的工具，否则取消比赛资格。

3. 完成规定零件的三维建模设计，并进行3D打印。

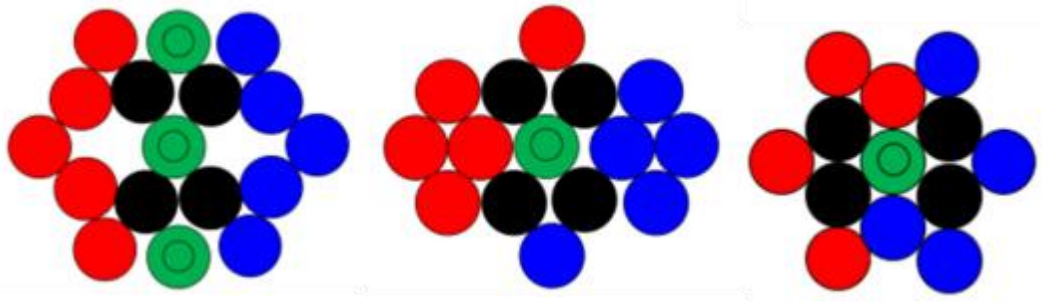
自带拆装工具和调试工具等，有安全隐患的物品以及不允许带的物品不能带入创新实践环节现场，否则取消比赛资格。

（2）第五环节（现场决赛 E，满分 80 分）

1）根据实践环节抽签编号，进行比赛准备。

2）决赛所有场次和参赛队伍用相同的救援目标，救援目标形状为立放的圆柱体，材料为 ABS/PLA，尺寸不超过 80mm，重量不超过 100g，3D 打印制作而成，救援目标摆放位置位于场地中心。其中，普通救援目标颜色为红、蓝两种、核心救援目标颜色为黑色、危险救援目标颜色为绿色。普通救援目标由双方各自独立完成，核心救援目标和危险救援目标为双方公共救援目标。

3）决赛竞赛场地同初赛，救援目标的具体布置方式在创新实践环节开始时抽签公布，救援目标的数量和布置方式在以下的三种方式中抽取：



B

A C

图 3 救援目标摆放图

普通救援目标增加至五个、危险救援目标增加至三个， 布置方式如图 3 中 A 所示；普通救援目标增加至五个、危险救援目标变为一个，布置方式如图 3 中 B 所示；普通救援目标四个、危险救援目标变为一个，布置方式如图 3 中 C 所示。

4）现场决赛参照现场初赛流程，各参赛队按照现场发布的决赛任务完成救援目标转运任务。

（五）其他要求

1. 机器人采用“ 一键式” 启动方式（必须明确标记“ 启动”按钮且只能有一个，不能被任何物品遮挡）。

2. 机器人一旦开始运行，参赛队员不得再次接触机器人，否则比赛结束。

3. 比赛开始后，机器人 15 秒没有移动，该队本轮比赛结束。

4. 比赛过程中允许干扰对方，不能实施恶意进攻。

5. 比赛中需要改变运行模式时，参赛队与裁判举手示意，经裁判员确认后，可以开始遥控运行模式。

6. 遥控运行模式所使用的遥控装置，要放置在比赛场地区域，自主模式下不 得使用，否则判定该队比赛结束。

7. 救援比赛开始时，进入赛场队员，手中不得拿任何物品（包括手机、平板 电脑等），否则判定该队比赛结束。

（六）评分规则

智能救援赛项各竞赛环节评分比例如表 2 所示。

表 2 智能救援竞赛各环节分数及比例

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容	分数	占总成绩比例
1	第一环节	初赛	任务命题文档	10	40%
2	第二环节		作品创意设计	10	
3	第三环节		现场初赛	80	
4	第四环节	决赛	创新实践环节	30	60%
5	第五环节		现场决赛	70	

1. 任务命题文档 A（ 10 分）

A = 10 － 扣分

本环节扣分主要包括决赛任务命题文档的内容质量、排版规范， 其中内容质 量占 7 分，排版规范占 3 分；若文档雷同、文档出现校名和队员姓名等成绩为 0。

本环节采用扣分制，扣完为止。

本环节在线上，按照组委会安排的时间分别进行评分，任务命题文档成绩为所有专家分数的平均值。

$$A = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i}{n}$$

式中， p 为专家打分， n 为专家数量。

2. 作品创意设计 B（ 10 分）

本环节在比赛现场评价，按照组委会安排的时间分别进行评分，作品创意设计成绩为所有专家分数的平均值。

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i}{n}$$

式中， p 为专家打分， n 为专家数量。

在作品可以清晰观察到内部结构的情况下，作品创意评价依据如表 3 所示。

表 3　作品创意评分参考标准

序号	评价指标	指标含义	分数
1	创新性	符合主题，外形结构和内部结构有新意 、创新	4
2	美观性	整体美观、合理、实用	3
3	可行性	外壳和内部结构合理、制造精细、拆卸 方便	3
总分			10

注：同校作品出现外形雷同全部给 0 分。

3. 现场初赛 C（ 80 分）

参与两场比赛的平均成绩作为本队现场运行成绩，现场初赛成绩计算如下：

本队得分

$$C = 80 \times \frac{\text{本队得分}}{\text{现场初赛参赛队最高得分}}$$

计分办法与竞赛规则：

（ 1）采用自主运行模式运行的救援机器人成功转移一个救援目标的成绩是自主+遥控运行模式成功转移一个救援目标的成绩的 4 倍。

（2）对于自主+遥控运行模式，在自主运行时没有完成一个普通救援目标进 入本队安全区内侧，就转成遥控运行模式，成绩无效，本轮成绩记为 0 分。

（3）首次自主运行时，若转运救援目标包含有核心救援目标、危险救援目标，该两类救援无效，并由裁判员取出，放置备赛区，本场比赛不再放回比赛区。

（4）在规定运行时间内，按照移入本队安全区规定的救援目标数量计分：每个普通救援目标得 5 分、核心救援目标得 10 分、危险救援目标得 15 分，此为自主+遥控运行模式的得分。

（5）在规定运行时间内，对于普通救援目标，将对方的救援目标移至本队安全区内，每个扣 5 分（与运行模式无关）；将本方的救援目标移至对方的安全 区内，每个对方得 5 分（按照对方运行模式计分）；将对方救援目标移至对方安 全区域，每个对方得 5 分（按照对方运行模式计分）。对于核心救援目标和危险 救援目标，救援目标被移动到哪方的安全区，则成绩记录到该安全区对应的参赛 队（按照安全区所在参赛队的运行模式计分）。

（6）救援目标从安全区被弹出，不得分。若救援目标被弹出比赛区域（安全围栏外含围栏上），由裁判员取出，放置备赛区，本场比赛不再放回比赛区。

（7）在比赛过程中，救援机器人进入对方安全区（包括压在安全区围栏上），扣 5 分/次，直至成绩扣完为止。

（8）救援机器人一次转移救援目标的数量不能超过 3 个， 一次转移救援目标(本队普通、核心)的数量超过 3个， 本队伍即刻结束比赛。必须单独转运危险救援目标，一次不超过一个，若超过一个出现混运，本队伍即刻结束比赛，并且本次转运成绩无效。

（9）恶意进攻：任何一方救援机器人属于下列情况，主动向对方实施阻挡干扰，视为恶意进攻，实施恶意进攻的一方该轮比赛成绩为 0 分：

①对方从没有接触过救援目标。

②对方翻倒或出现故障还没有恢复正常行驶。

③救援目标已被全部移到安全区(含围栏上)后。

（10）每轮调试时间 3 分钟，每轮运行时间 3 分钟。

（11）在规定时间内运行成绩有效。

（12）比赛指令发出后，搬运机器人停止运行 15 秒，本轮比赛结束。

（13）比赛开始后，再次接触救援机器人本方结束比赛。

（14）任何一个队比赛结束，需将救援机器人移出比赛现场。

（15）在赛场上，不管什么原因导致救援机器人出现安全事故（例如：起火、 破坏赛场或地面等），取消比赛资格。

初赛成绩：

初赛成绩 P1=任务命题文档 A+作品创意设计 B+现场初赛 C

决赛（100 分）

4. 创新实践环节 D（20 分）

在规定时间内，各参赛队按照决赛现场发布的决赛任务命题，完成相应任务。

在创新实践环节中因安全、诚信、纪律等因素由现场裁判判决扣分的， 可根 据情节严重程度每次扣 2-10 分（由现场裁判确定），特别严重者取消比赛资格。

5. 现场决赛 E（ 80 分）

现场决赛的评分与规则与现场初赛一致。

决赛成绩：

决赛成绩 P2=创新实践环节 D+现场决赛 E

6. 总成绩 P

总成绩 P=初赛成绩 P1*40%+决赛成绩 P2*60%

总成绩排序说明：

（1）若参赛队总成绩相同，则按现场决赛成绩得分高者优先排序；

（2）如仍旧无法区分排序，依次按现场决赛期间所有轮次比赛完成救援目标总数、危险救援目标总数、核心救援目标总数多者优先排序；

（3）如仍旧无法区分排序，依次按创新实践环节得分高者优先排序；

（4）如果仍旧不能区分名次顺序，则抽签决定。