



**第 19 届全国三维数字化创新设计大赛**  
**具身智能机器人技术与工程应用场景大赛**

# **竞赛手册**

**Kuavo 赛项**

**（研究生/本科生组、高职高专生组）**

全国三维数字化创新设计大赛组委会  
具身智能机器人技术与工程应用场景大赛技术专家委员会

## 注意事项与相关条款

1. 请参赛选手详细了解竞赛任务书，竞赛过程需按竞赛任务书内容及要求完成。

2. 参赛选手在竞赛过程中应该遵守相关的规章制度和安全守则，如有违反，则按照相关规定在比赛总成绩中扣除相应分值；若情节严重或造成严重事故者，由此引起的相关法律后果均由参赛团队承担。

3. 参赛选手应严格按照设备的安全操作流程规范进行使用。因操作不当导致设备破坏性损坏或造成事故，视情节扣分，情况严重者取消比赛资格。

4. 各参赛队在规定的时间内完成分拣任务规定内容。当竞赛时间截止时，竞赛将立即终止，参赛选手必须立即停止所有操作活动，并按照裁判的指示迅速有序地离开竞赛场地，不得有任何拖延或滞留行为。

5. 参赛队需自带安装工具、末端执行器及相关零配件，责权由团队承担。

6. 参赛选手在进入赛场时，携带身份证、学生证等有效身份证明文件进行检录登记。如有代赛等作弊者，将一律取消其竞赛资格并通报给所在院校。

7. 参赛选手在竞赛中出现扰乱赛场秩序、干扰裁判正常工作的行为，将依据规则扣除 10 分以示惩戒。对于情节严重者，须经执委会审慎批准后，由裁判长郑重宣布，取消其参赛资格，以维护竞赛的公正与秩序。

8. 若发现有任何舞弊行为的存在，将立即取消其参赛资格与成绩。

9. 参赛设计项目不得包含违反中华人民共和国法律法规的内容，不得违反公共道德习俗，如由此引起的相关法律后果均由参赛团队承担。

10. 参赛设计项目的真实性、合法性、合规性提出严苛要求。抄袭、造假、侵权等行为一经查实，将直接取消资格并追究法律责任！请所有参赛者务必高度重视，严守规则，以诚信为本，以创新为魂。

11. 全国 3D 大赛组委会和大赛技术专家委员会对大赛提交的项目/作品，有进行学术交流、商展、宣传等权利。

12. 全国 3D 大赛组委会拥有大赛的最终解释权。

## 一、竞赛概述

### （一）背景与意义

当前，全球人工智能正从“感知智能”向“行动智能”加速跃迁，具身智能（Embodied Intelligence）是人工智能的重要分支，核心是让智能拥有“物理身体”，而机器人作为具身智能的核心载体，承载着将智能从“算法”落地为“行动”的使命，二者深度融合，推动机器人从“执行程序”向“自主智能”跨越。

新一轮科技革命与产业变革加速演进，具身智能机器人/人形机器人作为人工智能与机器人技术深度融合的前沿方向，正成为全球科技竞争的战略制高点，更是培育新质生产力、推动产业高端化、智能化、绿色化发展的核心引擎。具身智能被写入政府工作报告，多部门也相继出台指导意见，推动其产业化发展。教育部增设“具身智能”工学专业、“具身智能工程技术”职业本科专业和“具身智能机器人技术”高职专业。而随着人形机器人的大规模量产，2026年具身智能将迈入应用元年，全球机器人+具身智能技术已进入爆发期，中国在相关领域已形成产业链优势，但同时也面临真实应用场景落地困难、运动控制精度及操作柔性不足、核心部件（一体化关节与灵巧手）设计创新与制造能力弱、技术人才与产业链整合瓶颈等挑战，亟需通过应用场景创新与项目实战验证实现突破。

在此背景下，具身智能机器人技术与工程应用大赛应运而生，成为促进产业发展、检验技术突破、应用场景落地、培养创新人才的战略平台。是打造系列化真实应用场景，聚焦于机器人+具身智能与数智技术深度融合发展高水平科技创新赛事，推动机器人从实验室走向工业制造、家庭服务、安全处置等真实应用场景，实现从“舞台炫技”到“工厂量产”、从“能走会动”到“实际干活”的稳定、可靠、经济且能完成真实有用工作的具身智能机器人的终极目标。同时搭建产学研用深度融合的赛事平台，促进创新链、产业

链、教育链、人才链的深度融合，以教育、科技、人才的良性循环赋能新质生产力高质量发展。

本赛项采用 **Kuavo** 全尺寸人形机器人作为竞赛平台，围绕末端执行器机械结构创新设计、机电系统集成、末端控制器开发和任务执行表现设置竞赛任务，重点考察选手在三维数字化设计、结构设计、电气集成、通信控制、系统调试与自主化实现等方面的综合应用能力。

## （二）竞赛目标

总体竞赛目标如下：

### 1. 技术能力培养

（1）掌握基于人形机器人本体进行二次设计的方法，能够围绕机械连接、驱动方式与夹持结构，自主研发适配多类型操控任务的末端执行器；

（2）掌握针对不同物体形态（硬质、软质和线材等）的末端执行器设计方法，理解夹持机构与被夹持物之间的力学关系；

（3）掌握基于 **ROS** 话题订阅与串口通信的末端控制方法，能够将赛项提供的控制消息稳定映射为末端执行器动作；

（4）具备末端执行器全流程自主开发能力：从需求分析、三维建模、工程图纸输出到实物制造、电气集成、控制开发与安装调试，形成完整的工程设计闭环；

（5）能够基于赛项提供的控制接口，完成末端控制器逻辑开发、联调与现场应用，并具备向自主模式扩展的实现能力。

### 2. 工程素养培养

（1）培养面向复杂工程问题的系统性分析与分解能力，强化稳定性优先、安全第一的工程实践理念；

（2）强化三维设计、快速制造、控制开发与实物集成调试的全流程工程实践能力；

(3) 提升在答辩环节的技术表达与创新汇报能力。

### 3. 创新素质培养

(1) 鼓励在末端执行器机械结构设计、末端控制器方案、通信逻辑、自主模式实现与任务执行策略等方面提出具有独创性、实用性的解决方案；

(2) 强化对通用化、模块化设计理念的理解与应用，为人形机器人工业落地打基础。

## 二、竞赛环节安排

本赛项由现场竞赛与场外答辩两个环节组成，具体安排如下：

| 环节   | 形式   | 时长    | 备注                                                 |
|------|------|-------|----------------------------------------------------|
| 第一环节 | 现场竞赛 | 10 分钟 | 挑战任务为零件分类，每次挑战限时 5 分钟，共有两次挑战机会，取两次挑战中的最高得分为现场竞赛得分。 |
| 第二环节 | 场外答辩 | 10 分钟 | 含末端执行器演示视频+技术文档+选手 PPT 讲解+专家问答                     |

注：如因竞赛现场不可抗力因素（如意外断电等）造成中断，裁判组可酌情补时，最多不超过 10 分钟。

## 三、竞赛平台与末端接口说明

### （一）Kuavo 人形机器人平台

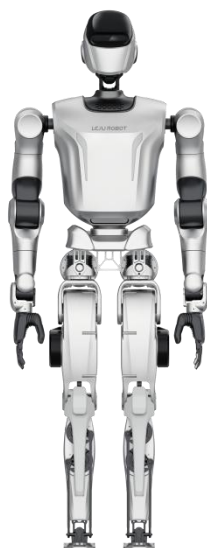
本赛项竞赛平台为 Kuavo 全尺寸人形机器人，由乐聚智能（深圳）股份有限公司研发制造。本赛项支持 Kuavo 4Pro 与 Kuavo 5 两种机型，参赛选手可自主选用，两种机型可参加的赛项任务相同，评分标准一致。机器人本体主要技术参数如下：

#### Kuavo 4Pro



| 技术参数项       | 规格说明                                          |
|-------------|-----------------------------------------------|
| 机器人型号       | Kuavo 4Pro                                    |
| 机身高度 / 重量   | 1.66 m / 55 kg                                |
| 全身自由度（不含末端） | 22（单臂 5 自由度，单腿 6 自由度）                         |
| 行走速度 / 跑步速度 | 0.4 m/s / 5 km/h                              |
| 电池          | 60V, 6Ah, 行走续航约 1h, 充电≤1.5h                   |
| 深度相机        | Gemini-335L, 双目视觉, 90°×65°视场角, 1280×800@30fps |
| 激光雷达        | mid-360, 360°×59°视场角, 测距 40m@10%反射率           |
| 单臂额定负载      | 2.5 kg                                        |

## Kuavo 5



| 技术参数项       | 规格说明                                       |
|-------------|--------------------------------------------|
| 机器人型号       | Kuavo 5                                    |
| 机身高度 / 重量   | 1.73 m / 63.5 kg                           |
| 全身自由度（不含末端） | 29（头部 2，腰部 1，单臂 7 自由度，单腿 6 自由度）            |
| 行走速度 / 跑步速度 | 0.4 m/s / 5 km/h                           |
| 电池          | 60V，6Ah，行走续航约 1h，充电≤1.5h                   |
| 深度相机        | Gemini-335L，双目视觉，90°×65°视场角，1280×800@30fps |
| 激光雷达        | mid-360，360°×59°视场角，测距 40m@10%反射率          |
| 单臂额定负载      | 2.5 kg                                     |

## （二）末端接口与结构要求

参赛选手须围绕赛项提供的机械安装接口、24V 电源接口和控制串口，自主完成末端执行器的机械结构设计、执行机构集成与控制实现，具体夹持形式不作限制。末端控制可采用串口通信与 VR 控制链路连接，也可以自行设计“末端控制器”，与机器人本体的 VR 控制链路相互独立。

### 1. 机械安装接口说明

赛项提供灵巧手版机器人和夹爪版机器人的腕部 yaw 轴机械安装孔位、对应螺丝规格和机械连接部位三维模型，选手可根据实际情况和需求适配设计安装接口。末端机械安装接口工程图见图 1、图 2，手臂部分机械结构示意图见图 3、图 4，末端机械安装效果示意图见图 5、图 6。相关结构模型见附件压缩包。机器人本体控制以 VR 遥操作方式执行。选手须在设计图纸中明确安装孔位、连接空间、线束布置和维护方式，并严格按照要求进行结构设计。

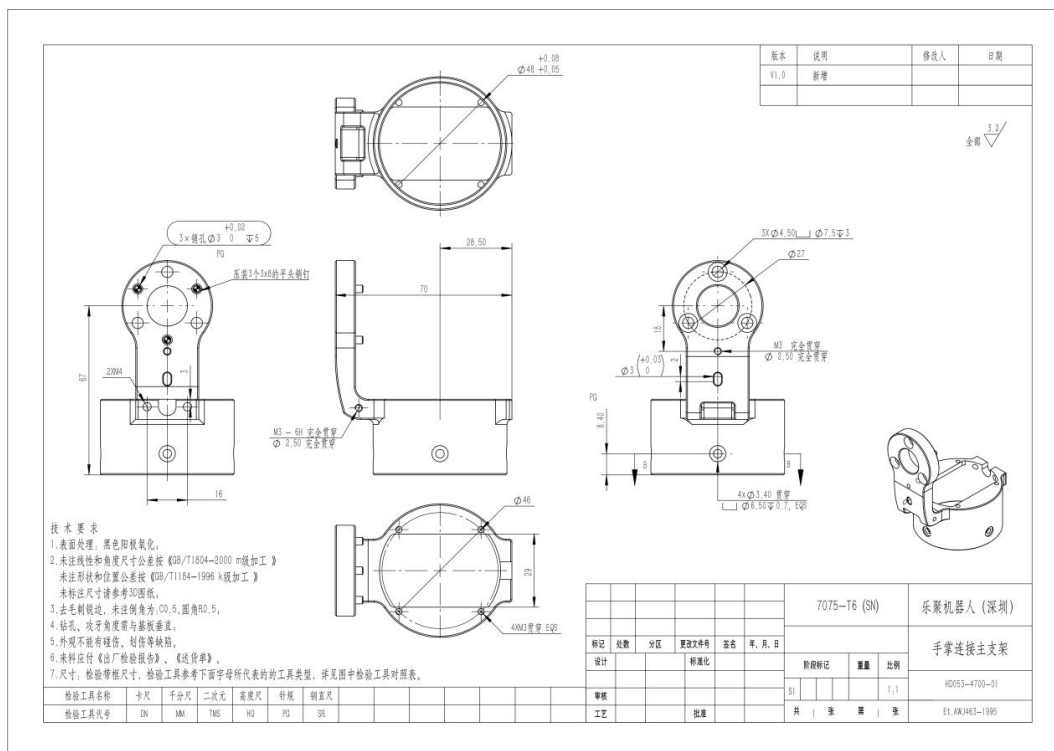


图 1 灵巧手末端机械安装接口工程图

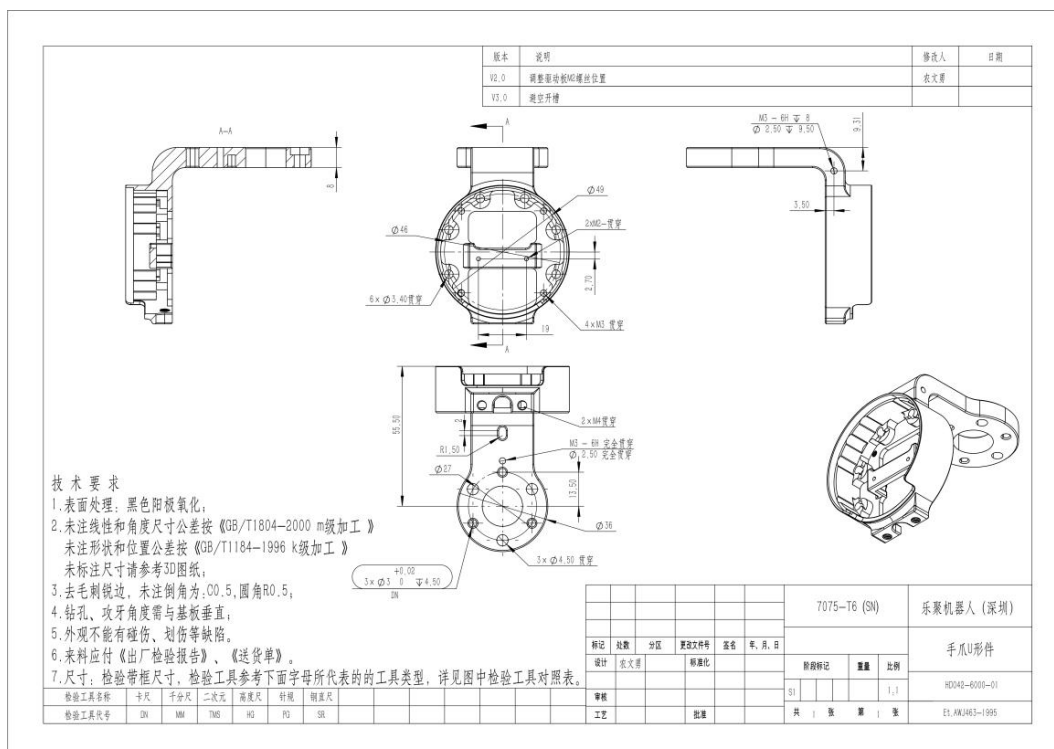


图 2 夹爪末端机械安装接口工程图

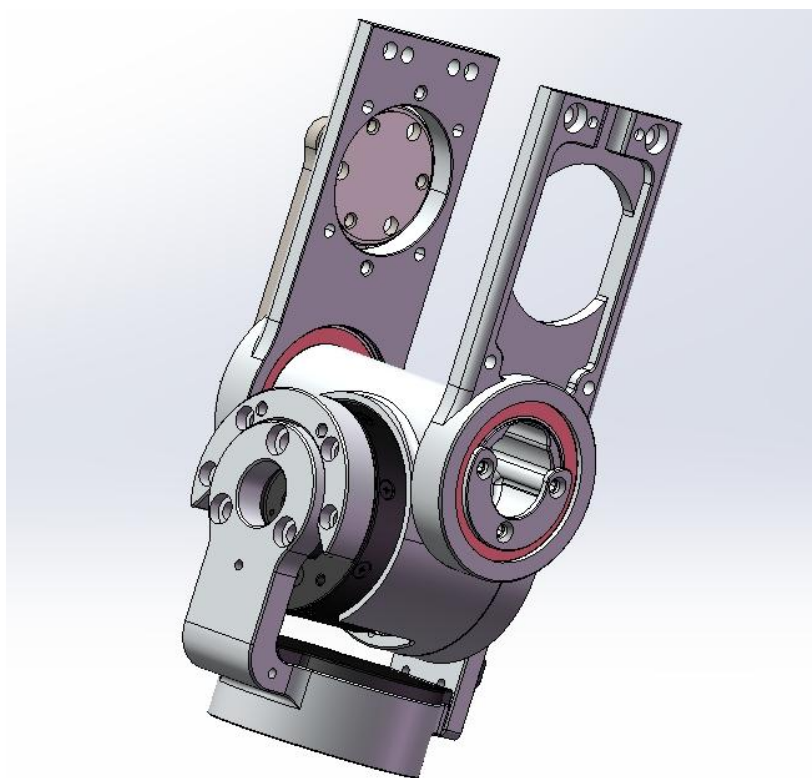


图 3 夹爪版手臂部分机械结构示意图

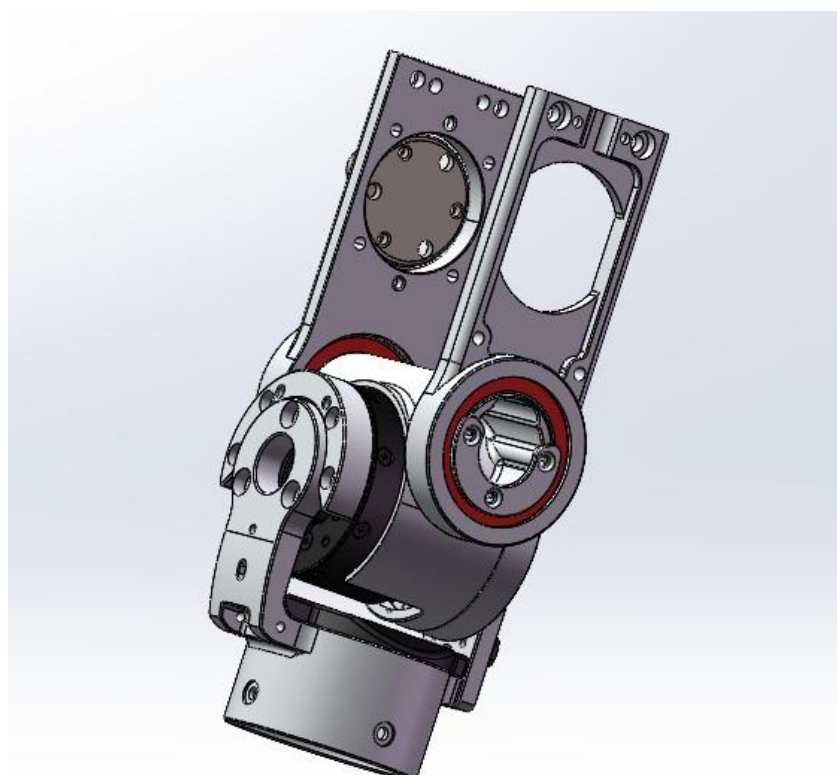


图 4 灵巧手版手臂部分机械结构示意图



图 5 夹爪版末端机械安装效果示意图



图 6 灵巧手版末端机械安装效果示意图

| 关节名称 | 位置下限<br>(°) | 位置上限<br>(°) | 额定扭矩<br>(N*m) | 额定速度<br>(rpm) |
|------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 左腕前摆 | -40         | 40          | 8             | 50            |

表 1 末端机械接口对应 Pitch 轴关节数据表

## 2. 电源接口和通信接口说明

电源为 XT30 公头接口，输出电压 24V，最大电流 4.6A；通信接口为 Type-c，与 VR 遥操杆的通信方式为机器人下位机 ROS 通信，需要自行编写适配 Ubuntu20.04 系统、ROS-noetic 的功能包，msg 文件见附件，遥操话题信息如下：

话题：/quest\_joystick\_data

消息类型：kuavo\_msgs/JoySticks

字段：

左手上扳机：left\_trigger (float32, 0.0 ~ 1.0)

右手上扳机：right\_trigger (float32, 0.0 ~ 1.0)

Msg 格式：

float32 left\_trigger                      # 左上扳机（食指） (0.0 ~ 1.0)

float32 right\_trigger                      # 右上扳机（食指） (0.0 ~ 1.0)

## 3. 末端控制器设计说明

参赛选手可选择自行设计末端控制器连接自主设计的末端执行器进行控制，连接方式为无线，实现方式、末端控制器机械结构不作限制。若自行设计末端控制器，提交比赛文件时需要附带末端控制器 STEP/STL 格式的数字建模文件。

## 4. 末端执行器设计说明

参赛选手可围绕机械安装接口，自主设计夹爪、包夹、拨片、托举、柔性接触面等各类末端执行器，并自行集成电机、气动或其他合规执行机构。供电与通信可使用赛项提供的 24V 电源接口和控

制串口。重点考察结构连接合理性以及对任务物体的夹持稳定性。

## 四、竞赛命题

### （一）赛前设计

参赛选手须在现场竞赛前完成单侧或双侧末端执行器的创新设计、实物制造与控制系统开发；如采用自研末端控制器方案，还须同步完成末端控制器设计与联调，并携带模型、技术文档、实物及程序参加比赛。设计、制造与控制实现须满足以下要求：

（1）末端执行器须与赛项提供的机械安装接口稳固连接，安装后无松动；选手设计部分须在结构上预留连接、安装和线束布置空间，末端执行器重量仅计算选手自制部分，且单侧重量控制在 1000 g 以内；

（2）末端执行器须具备完整的三维数字模型（.STEP/.STL 格式）、工程图纸及电气/接线说明；如采用自研末端控制器方案，末端控制器亦须提供相应模型文件与说明材料，并携带至比赛现场供裁判核验设计合规性；

（3）末端执行器须能适应零件分类任务中各类目标物体的形态、尺寸与操控需求，并能够稳定完成任务；如采用赛项提供供电与通信接口或自研末端控制器方案，相关系统应工作稳定、安全可靠；

（4）末端执行器及其控制程序应由参赛选手团队独立完成设计、制造与开发；如采用自研末端控制器方案，末端控制器亦应由参赛队独立完成，并形成完整、可核验的设计、制作与联调过程记录；

### （二）现场竞赛命题

现场竞赛任务为零件分类，有两次挑战机会，每次挑战限时 5 分钟。

挑战前可将机器人移动至任务场景前。现场竞赛采用遥控控制：机器人本体双臂按 VR 方式控制，选手末端控制器负责驱动末端执行器完成任务。赛项提供手柄键位消息话题说明，供选手实现串口通

信功能；现场竞赛成绩取两次挑战中的最高得分，具体挑战与计时规则见“（三）比赛流程与计时规则”。

**现场竞赛任务：零件分类**

任务背景：模拟工业仓储场景中，人形机器人对混合堆放的工业零件进行分拣归档。

场景描述：工作台上一侧混合放置 5 类工业零件，每类 2 件，共 10 件；工作台另一侧放置一个带有六个分类格的收纳盒。每类零件对应收纳盒的一个分类格。

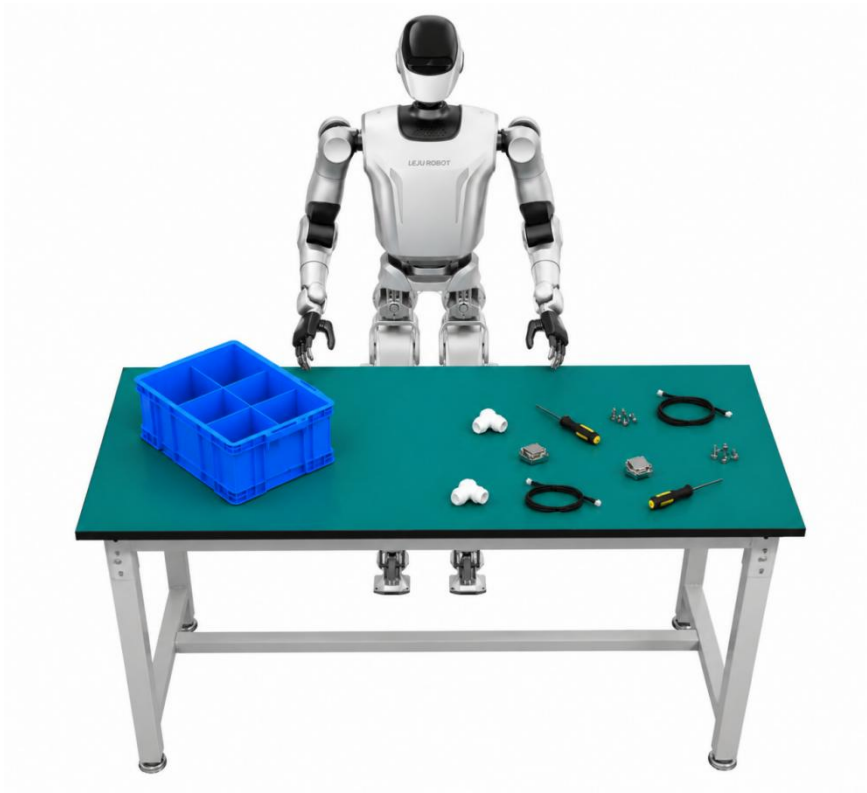


图 8 零件分类场景示意图（仅供参考）

场景物料尺寸：

| 物料名称 | 数量 | 尺寸（长宽高）              | 示意图 |
|------|----|----------------------|-----|
| 工作台  | 1  | 约<br>140cm*80cm*75cm |     |

|       |   |                       |                                                                                       |
|-------|---|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 收纳盒   | 1 | 约<br>41cm*28cm*19cm   |    |
| 尼龙水管件 | 2 | 约 4cm*2cm*2cm         |    |
| 螺丝刀   | 2 | 约<br>15cm*0.5cm*0.5cm |    |
| 插座模块  | 2 | 约 4cm*4cm*3cm         |   |
| 膨胀螺栓  | 2 | 约<br>18cm*2.8cm*2.8cm |  |
| 线缆    | 2 | 拉开后约 1m               |  |

任务描述：选手控制机器人完成零件判断、夹取与分类放置，同一分类格只能存放单一种类的零件。本任务满分 100 分，重点考察末端执行器对多种工业零件的适应性设计能力、控制稳定性及任务执行能力。

零件分类与分值设置：

| 零件类型  | 数量  | 单件分值 | 该类满分 |
|-------|-----|------|------|
| 尼龙水管件 | 2 件 | 8 分  | 16 分 |
| 螺丝刀   | 2 件 | 8 分  | 16 分 |

|      |     |      |       |
|------|-----|------|-------|
| 插座模块 | 2 件 | 10 分 | 20 分  |
| 膨胀螺栓 | 2 件 | 10 分 | 20 分  |
| 线缆   | 2 件 | 14 分 | 28 分  |
| 合计   |     |      | 100 分 |

得分规则：

| 得分项目          | 分值          | 备注                 |
|---------------|-------------|--------------------|
| 每件零件放入正确分类格   | 按对应零件单件分值计  | 满分 100 分；零件须位于分类格内 |
| 分类格中含有两种不同的零件 | 该分类格所有零件不得分 | 一旦混放，整个分类格失分       |

注：以任务结束时零件的状态为准。

### （三）比赛流程与计时规则

单次任务挑战计时至 5 分钟或选手完成任务并举手示意裁判确认时结束，取当次已完成得分记录。选手在任务限时内可随时举手示意提前结束本次挑战，以节省时间进行下一次挑战。

比赛结束条件：

- （1）10 分钟总时间届满，比赛结束；
- （2）选手在任一挑战轮次中完成当前任务并主动确认结束时，该轮挑战结束；若已完成两次挑战或确认不再继续挑战，则比赛结束；
- （3）机器人出现摔倒、末端执行器异常或系统无法继续运行时，裁判判定当次挑战结束，选手可重新挑战。

最终得分：

以两次挑战中的最高得分计入现场竞赛成绩。现场竞赛满分 100 分。

## 五、场外答辩评审要求

## （一）提交材料

各参赛队须按赛事要求提交以下材料：

（1）技术文档（含末端执行器的设计思路、技术迭代路线、材料选型思路、工程图纸，以及如采用自研末端控制器方案时的控制逻辑与联调说明）；

（2）末端执行器三维模型文件（.STEP/.STL 格式）；如采用自研末端控制器方案，末端控制器三维模型文件一并提交；

（3）演示视频文件电子版（时长 1-2 分钟），须含末端执行器的制作过程、安装调试及实物测试片段；如采用自研末端控制器方案，视频中还须包含末端控制器制作与联调内容；

（4）答辩 PPT 文件电子版；

（5）若使用串口通信将末端执行器连接至 VR 遥操设备，须提供基于 ROS 的末端控制器相关源码、串口通信包源码及使用说明。

## （二）场外答辩时间安排

各参赛队选派学生代表参加答辩，答辩时长 10 分钟。其中选手讲解 6 分钟（包含播放视频的时间），专家提问 4 分钟。

## （三）场外答辩评分细则

场外答辩总分 100 分，具体评分规则如下：

| 评分项         | 评分要点                                                                                        | 权重  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 末端执行器设计创意性  | 1. 结构方案独创性<br>2. 多形态物体夹持兼容性<br>3. 鼓励加分项：设计自研末端控制器且联调稳定                                      | 25% |
| 工程实现质量      | 1. 三维模型规范性、图纸与接线说明完整性<br>2. 制造工艺水平、实物与模型一致性<br>3. 功能性和实用性<br>4. 鼓励加分项：设计三自由度以上末端执行器且任务适应性突出 | 25% |
| 答辩表达与任务复盘能力 | 1. 设计思路讲解清晰度<br>2. 末端执行器设计逻辑说明完整性<br>3. 专家问答准确性                                             | 20% |

|             |                                                       |     |
|-------------|-------------------------------------------------------|-----|
| 技术文档完整性和规范性 | 1. 末端执行器的设计说明、技术迭代路线、材料选型思路的完整性<br>2. 工程图纸规范性         | 20% |
| 现场竞赛        | 1. 现场竞赛末端执行器是否与机器人通讯进行连接，由机器人下发末端执行器的控制指令（是则得分，否则不得分） | 10% |

## 六、比赛成绩和名次

比赛成绩由现场竞赛评分和场外答辩评分构成。

本科生、研究生组：总成绩 = 现场竞赛评分 × 40% + 场外答辩评分 × 60%。

高职高专组：总成绩 = 现场竞赛评分 × 60% + 场外答辩评分 × 40%。

比赛名次按本科生、研究生组和高职高专组分别评定，两个组分开评奖。

本科生、研究生组：比赛成绩高者排名靠前；若比赛成绩相同，则场外答辩评分高者排名靠前；若场外答辩评分相同，则场外答辩评分鼓励加分项得分高者排名靠前，若以上皆相同，则并列排名。

高职组：比赛成绩高者排名靠前；若比赛成绩相同，则现场竞赛评分高者排名靠前；若现场竞赛评分仍相同，则现场竞赛用时少者排名靠前；若现场竞赛用时相同，则得分零件个数多者排名靠前；若以上皆相同，则并列排名。

## 七、“龙鼎大奖”争夺赛

在国赛阶段增设“龙鼎大奖”争夺赛，不纳入常规总成绩排序，也不直接替代上述名次评定。参赛队可在完成现场竞赛常规要求基础上，自主选择是否参与“龙鼎大奖”争夺赛，相关时间安排和具体细则后续发布。

“龙鼎大奖”争夺赛要求参赛队通过任意合规方式实现机器人的自主模式，使机器人在全程自主、无人实时干预的情况下完成现

场竞赛任务。自主模式可基于视觉识别、状态机、轨迹规划、传感反馈、预设程序或其他自主控制方案实现。

“龙鼎大奖”评审重点关注自主模式的完整性、自主决策合理性、任务完成质量、运行稳定性与工程创新水平。

## 八、相关条款

1、作品不得包含违反中华人民共和国法律法规的内容，不得违反公共道德习俗，如由此引起的相关法律后果均由参赛团队承担；

2、参赛者团队提交的作品不得侵犯第三方的任何著作权、商标权或其他权利。凡涉及抄袭、剽窃等作品，组委会有权取消其参赛资格；

3、全国 3D 大赛组委会和大赛技术专家委员会对大赛提交的作品，有进行学术交流、商展、宣传等权利；

4、全国 3D 大赛组委会拥有大赛的最终解释权。

全国三维数字化创新设计大赛组委会

2026 年 5 月