

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛

2026 年度赛事规则

赛项：灵巧操作与具身智能

项目：三指灵巧操作——球塔挑战

灵巧操作与具身智能赛项技术委员会

I. 填表说明

1. 表中所列各项须详细填写;
2. 技术参数需精确到小数点后一位;
3. 时间安排需明确具体;
4. 在规则文件中用红色字体清晰标明较以往规则新增或变更的内容

。

II.重要更新记录

简要描述近两年规则中的重要更新，并用红色字体标注变更的内容
2026 年度： 赛项以机械臂与三指灵巧手的精准操作为主题，聚焦机器人视觉识别、运动规划与灵巧手控制三大核心技术，设置三维空间异构球体（网球、棒球、乒乓球）自主视觉识别、实时路径最优规划与灵巧手精准堆叠三大核心考核阶段，旨在通过标准化的堆叠任务检验参赛队伍的系统集成与算法优化能力，推动机器人灵巧操作技术在工业装配、物流分拣等领域的应用跨越。 负责人签字： 2026 年 6 月

一、联系方式

1.1 技术委员会

负责人：曹其新 上海交通大学
成 员：冷春涛 上海交通大学
 薛万坤 上海交通大学
 刘大成 清华大学
 曾国辉 上海工程技术大学

1.2 组织委员会

负责人：刘华涛
成 员：朱笑笑 上海交通大学，15921155665
 郑凯宇

1.3 竞赛组织讨论

为方便赛前赛后信息沟通，特设立技术交流 QQ 群：1062438256。

群内由技术委员会与组织委员会负责解答参赛队疑问，并发布裁判软件及相关技术资料。

二、赛项规则

2.1.任务描述

简要概括近两年规则中的任务描述，并用**红色**字体标注变更的内容

2026 年度：

参赛队伍操控搭载三指灵巧手的六自由度机械臂，在 180 秒（**暂定**）内，根据赛前随机生成的 3D 堆叠模型（颜色分布、形状不同），将托盘内不同颜色（黄、白、橙）、不同类型（网球、棒球、乒乓球）的球体精准堆叠成指定的塔状结构。

整个任务包含以下三个连续阶段：

视觉识别阶段：机器人自主识别工作区内球体的颜色、类型、位置与姿态。

路径规划阶段：实时规划最优抓取与放置路径。

堆叠操作阶段：**参赛队伍按自定策略完成堆叠任务。**

整个赛项分为三轮独立任务，每轮单独搭建、单独测试、单独计时、单独计分：

第一轮：梅花桩矩阵精准放置，限时 180 秒。任务场地由组委会按统一图纸搭建，赛队无场地搭建环节，仅进行 5 分钟场地适应与设备确认；

第二轮：静态托盘归置与堆叠，限时 180 秒。初始供球托盘与目标放置托盘的位置已知，摆放完成后不得再移动，经裁判确认并封存场地后开始比赛；

第三轮：动态旋转盘面精准堆叠，限时 180 秒。场地设备由组委会统一搭建，旋转圆盘在比赛开始前由裁判启动并稳定至规定转速后方可发令计时。

每轮比赛前，赛队可申请不超过 2 分钟的赛前确认（检查机械臂原点、灵巧手上电状态等），该时间不计入正式比赛时长。

本赛项允许两种操控方式：（A）全自主模式：机器人全程自主完成识别、规划与操作，不接收任何人工干预指令；（B）遥操作模式：允许操作员通过组委会统一提供的遥操作设备，通过本地通信链路对机器人进行人工操控。两种模式均要求所有感知与计算在本地平台完成，严禁接入任何形式的云端算力或远程服务器。

注：180 秒为暂定时长，技术委员会将根据赛前集中调试的实际运行情况评估并更新最终时长；如有更新，将通过技术交流 QQ 群（1062438256）与赛事通知渠道提前发布。桩\托盘\旋转盘参数以及标定误差范围，会在规则说明会上公布，同时发布在 QQ 群中。

2.2 考查的核心技术点

简要说明赛项考查的核心技术点	
1.	三维空间多目标精准视觉感知： 检验机器人对三维空间内不同颜色（黄、白、橙）、不同类型（网球、棒球、乒乓球）物体的精准视觉识别能力，以及对其位置与姿态的实时计算。
2.	多自由度机械臂实时运动规划与轨迹优化： 考核多自由度机械臂在复杂工作空间内的运动规划水平，要求系统能够实时规划出最优的抓取与放置路径。
3.	三指灵巧手纯机械抓取与稳定性控制： 验证三指灵巧手在不得使用粘性材料或磁吸装置的严格限制下，通过控制最大抓取力（ $\leq 50\text{N}$ ，最大抓取力为静态力）实现稳定抓取的能力。
4.	高精度空间堆叠与释放定位控制： 重点考核灵巧手的释放精度与堆叠稳定性：比赛计时结束后，已堆叠的球体结构须保持静止稳定，在完赛后且球体结构保持稳定的状态下，30 秒后对最终球体结构高度进行测量；在此期间若球体出现倒塌，则须等待球体重新静止稳定后，重新开始 30 秒计时，再进行测量。坍塌后重新等 30 秒的总上限是 60s（也就是比赛结束后 60s 时，如果球体仍然不能稳定下来，本次比赛最终得分按照 0 分计）。
5.	复杂空间约束下的避障与安全控制： 考验系统对机械臂运动边界和环境障碍的认知规避能力，确保在高速运行操作中避免发生机械臂越界或碰撞工作台等动作。
6.	全本地化系统集成与算法部署： 检验参赛队伍将视觉硬件、机械臂与灵巧手进行软硬件系统集成的能力；无论采用全自主还是遥操作模式，所有算法均须在本地计算平台上高效运行。
7.	限时动态任务调度与节拍控制： 要求机器人系统在限定的 180（暂定）秒内自主完成从识别、规划到多层嵌套堆叠的全流程，考查算法优化对整体运行效率与任务连贯性的提升。

2.3 机器人参赛要求

详细描述赛项机器人的尺寸、重量、电源、速度、负载能力约束，通信方式、传感器及控制器等技术参数和规格。

一、机械臂系统

- 1.型号：六轴协作机械臂
- 2.自由度：6 自由度
- 3.有效负载： $\leq 3\text{kg}$
- 4.重复定位精度： $\pm 0.02\text{mm}$
- 5.最大臂展： $\leq 930\text{mm}$
- 6.安装方式：固定安装于工作台后侧中央
- 7.供电：220VAC，由组委会统一提供

二、三指灵巧手系统

- 1.型号：三指
- 2.自由度：8 自由度
- 3.指尖力： $> 10\text{N}$ （指尖力为对指夹取模式产生的最大相互作用力）
- 4.力控精度：法向力分辨率 0.1N
- 5.位置重复精度： $\pm 0.5\text{mm}$
- 6.传感器：集成位置传感器、力矩传感器
- 7.通信方式：CAN FD/RS485 通信
- 8.安装方式：固定安装于机械臂末端法兰

三、视觉系统（组委会统一提供，参赛队不得调整硬件，视觉传感器和机械臂之间的相对位置关系，如果参赛队对该精度不满意可以在调试阶段自行标定。）

- 1.相机：深度相机，固定安装于工位上方，俯拍视角
- 2.分辨率： ≥ 90 万像素
- 3.帧率： $\geq 15\text{fps}$
- 4.镜头：定焦镜头，视场覆盖整个工作台
- 5.光源：环形 LED 光源，确保光照均匀
- 6.标定：组委会赛前统一标定，提供标定参数
- 7.通信：USB3.0 接口

2.4 场地描述

详细描述比赛场地的面积规格、地面材质、围栏设置等基础设施及照明系统、通信设备等附属设备。

比赛场地规格：

- 1) 比赛工位及附属设备： 操作工作台： 尺寸为 $1200\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 750\text{mm}$ 。 球体托盘： 共 1 种。 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 。
- 2) 堆叠底座： 直径为 300mm 的圆形平台。
- 3) 标准球体套件： 包括黄色网球（直径 $67\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ）、白色棒球（直径 $73\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ）、橙色乒乓球（乒乓球为 43mm 直径球体,直径公差小于等于 1mm ）。 [购买链接后续在 QQ 群内发布更新。](#)
- 4) 视觉与光照系统： 组委会比赛现场统一提供视觉硬件设备与照明条件，禁止参赛队额外加装光源，同时禁止使用主动标记（如 ArUco 码）辅助定位。赛场另配有计时与计分显示系统及全程录像监控系统。
- 5) 比赛设备套数： 组委会统一提供完整比赛场地设备，包括第一、二、三轮竞赛场景。
- 6) 供球托盘、梅花桩、旋转托盘、视觉、光源等各类场地设备设施具体参数和信息，[将后续在 QQ 群内发布更新。](#)



图 1 第一轮竞赛 操作台示意图（AI 生成，仅参考）



图 2 第二轮竞赛 操作台示意图 (AI 生成, 仅参考)



图 3 第三轮竞赛 操作台示意图 (托盘在旋转圆盘上, AI 生成, 仅参考)

2.5 评分标准

明确规定各任务的完成条件与分值、时间奖励或效率分值计算方式、设计评审（如资格认证文档/答辩）细则、违规与扣分项。评分标准应具备可操作性，避免主观判断。制作打分表（可另起一页）。

三轮总分各 100 分，赛项总成绩 = 第一轮得分 + 第二轮得分 + 第三轮得分（满分 300 分）。每轮得分 = 按本条 1—3 点计算的得分 × 操控方式系数（全自主 × 1.0，遥操作 × 0.5）- 违规扣分。单轮得分最低为 0 分。

1、 第一轮：梅花桩矩阵精准放置（总分 100 分）

（1）任务说明：场地设置 4×4 阵列的指定高度梅花桩，每个桩顶部装有指定尺寸与形状接收托盘。供球托盘及其位置、梅花桩矩阵位置和形状均由组委会统一固定（将在 QQ 群内后续更新发布），所有参赛队一致，参赛队不得自行调整。参赛队伍需控制机器人将乒乓球放置于托盘内。每轮 2 次机会，取最高分和最高分那次的计时。

（2）计分规则：

基础放置分：每成功将 1 个乒乓球稳定放置入规定托盘内，记 4 分；

连线附加分：若成功放置的乒乓球在 4×4 矩阵中连成一条完整直线（四条梅花桩矩阵最外围的边线，每条连线由 4 个球组成），每达成一条连线额外奖励 9 分。

2、 第二轮：静态托盘归置与堆叠（总分 100 分）

（1）任务说明：本轮由参赛队伍自主规划并抓取，由组委会摆放好的初始供球托盘内的球体，摆放目标放置托盘，目标是尽可能在球体不与桌面接触的条件下，实现堆叠更多数量的球到更高的高度（指最高点高度，测量方法由组委会统一，后续在 QQ 群内发布）。每轮 2 次机会，取最高分和最高分那次的计时。

(2) 计分规则：采用相对归一化计分模型（不得分别拼接同队两次的最高数量与最高高度，分母均指定取所有参赛队伍全部有效尝试，遥控操作/违规队也纳入分母进行计算）：

第二轮总得分 = 数量分 × 60% + 高度分 × 40%

数量分 = (本队成功摆放的有效球体总数 ÷ 所有参赛队伍全部有效尝试中成功摆放的有效球体总数最大值) × 100

高度分 = (本队成功摆放的球体结构总高度 ÷ 所有参赛队伍全部有效尝试中成功摆放的球体结构总高度最大值) × 100

(3) 有效球体与结构高度认定：以比赛计时结束（或赛队举手示意结束）后，球体结构经 30 秒稳定观察期未倒塌的状态为最终有效状态；稳定期内倒塌的，待重新稳定后重新计时 30 秒。

(4) 当所有队数量或高度均为 0 时，无法计算，定义对应分为 0。

3、 第三轮：动态旋转盘面精准堆叠（总分 100 分）

(1) 任务说明：底层目标托盘放置于持续旋转的圆盘设备上，考察机器人对动态目标的视觉追踪、轨迹预测与放置能力。圆盘转速等参数以 QQ 群内后续发布为准。每轮 2 次机会，取最高分和最高分那次的计时。裁判叫停比赛后，将停止动态盘旋转。如果观察期间球塔坍塌，稳定后重新计时时出现二次坍塌，则最多再次延迟计时 30 秒，最终成绩以重新计时 30 秒后球塔状态为准。

(2) 计分规则：计分模型与第二轮一致：总得分 = 数量分 × 60% + 高度分 × 40%，数量分与高度分计算方式同第二轮。

(3) 有效状态认定同第二轮第 (3) 点。

(4) 当所有队数量或高度均为 0 时，无法计算，定义对应分为 0。

4、 同分判定规则：

(1) 总成绩相同时，依次比较第三轮、第二轮、第一轮得分；

(2) 仍相同者，比较三轮总用时，用时短者靠前，每轮用时由赛队举手示意、裁判停表记录，未示意者记满时长 180 秒；

(3) 再相同者，依次比较第三轮、第二轮、第一轮用时；

(4) 还相同者，抽签决定排序。

5、 操控方式加权系数：全自主 $\times 1.0$ ，遥操作 $\times 0.5$ ；每次开始前申报，中途不得切换。

6、 违规处理：

(1) 球体掉落台面内可继续抓取，不扣分；掉落台面外该球不得再用；

(2) 碰撞工作台/设备未致损坏，每次扣 5 分，碰撞的次数由现场裁判统计；

(3) 严重破坏场地及道具物者取消本轮比赛成绩（本轮记 0 分），碰撞的严重程度由现场裁判判断；多次严重破坏场地且不服从裁判指挥者，裁判有权直接取消其比赛资格。

(4) 碰撞致结构倒塌，按最终稳定状态重新认定成绩；

(5) 比赛结束或者 180 秒后，裁判给出比赛停止的指令，选手在接到指令后 3 秒内，控制设备停止一切与得分相关的动作，然后在裁判给出设备复位指令后，控制设备在 30 秒内恢复赛前初姿。设备复位期间应保证设备安全，如果裁判给出设备复位指令 30 秒后，选手仍未完成设备复位动作（任意机械关节角度偏差 $>15^\circ$ ）或因出现危险动作导致急停，视为未完成复位指令，扣除本轮未扣分成绩的 50%；如果设备过程中破坏球塔，则将等待球塔再次稳定 30 秒后的新高度和数量计算得分；如果过程

中参赛队恶意违规继续进行得分动作，由现场裁判判定后，参赛队本次得分按照 0 分计。

7、 单轮最低得分 0 分，不得出现负分。

8、 高度说明：

指球塔最高点到托盘最上面的距离，不计算托盘及转盘本身高度。有效球无需保持连通结构，但是不能借助除托盘外的任何支撑物保持稳定，否则视为无效球。

2.6 参赛人员要求

详细描述赛项参赛人员的学历、年龄、人数及赛队规模等要求。

1、队伍组成

- 1) 每支参赛队由 1-3 名队员组成
- 2) 可设指导教师 1 名，比赛期间不得进入比赛区域
- 3) 队员身份：全日制在校本科生、研究生或职业院校学生

2、 队员资格

- 1) 参赛队员必须为正式注册在校学生
- 2) 每人限报 1 支队伍，不得跨队参赛
- 3) 报名时需提供学生证或在校证明

2.7. 参赛流程说明

详细说明赛队报到、领队会、调试、比赛的时间、时长、轮次等重要流程信息。

1、赛前流程：

- 1) 签到：参赛队伍凭参赛证签到，领取工位号
- 2) 设备检录：技术裁判对机器人进行规格检查，确认符合技术规范
- 3) 场地适应：每队**指定时间**在场地进行**适应性调试**
- 4) 抽签分组：确定比赛顺序

2、比赛流程：

- 1) 准备阶段（5 分钟，**暂定**）：队伍进入工位，完成机器人启动与初始化
- 2) 正式比赛（180 秒，**暂定**）：裁判发令后开始计时，机器人**运行（全自主或遥控操作）**
- 3) 结束判定：完成堆叠或时间到，裁判确认最终状态
- 4) 现场评分（2 分钟）：裁判组完成结构测量与评分记录
- 5) **用时计量（每轮）：比赛结束后，赛队完成全部操作并确认场地状态后，由队员举手向裁判示意结束，裁判随即停表并记录该轮用时；未主动示意者，该轮用时记为满时长 180 秒（暂定）。**
- 6) **设备更换：每轮比赛全部结束后，由组委会工作人员集中统一更换至下一轮场景设备并恢复初始状态，不计入任何参赛队的比赛时间；比赛期间参赛队不得自行触碰、调整任何场地设备。**

3、比赛流程：

- 1) 参赛队伍签字确认得分
- 2) 设备断电并清理工位
- 3) 按秩序离场
- 4) 成绩公示于赛场公告栏

2.8. 安全要求

安全类别	具体要求	应急措施
机器人安全	机械臂须在机体明显位置安装红色急停按钮；须确保运动稳定性；电路系统须具备过流、过压保护，电池须为合格产品。	若机械臂失控或跌倒，裁判或助理裁判立即按下急停按钮；若电池冒烟或起火，立即切断电源并使用现场配备的灭火器处理。
场地安全	比赛期间严格保护场地与组委会统一提供的设施设备。	比赛过程中人工触碰机械臂或场地设备，本轮成绩记 0 分。破坏场地或设备将直接取消参赛资格。
人员安全	比赛开始后除裁判外任何人不得进入场地；助理裁判须熟悉急停操作。	若机械臂突然启动或者对人有伤害，裁判迅速按下急停按钮；若有人受伤，现场医疗人员立即救治。
设备安全	赛前技术委员会检查机械臂尺寸、重量、急停装置等；	若机械臂设备故障无法继续比赛，队伍可申请更换备用机械臂（须通过检查）。
环境安全	比赛区域保持整洁，不得遗留工具、零件、线缆。	若发现杂物影响比赛，裁判暂停比赛并清理；若发生火情，立即疏散人员并使用灭火器。
数据安全	参赛队伍自行备份机械臂控制程序；严禁抄袭复制他队代码或设计；采购成品机械臂须提供自主开发的算法代码。	若程序丢失或崩溃，队伍使用备用程序重新加载；若发现代码抄袭，技术委员会调查核实后取消涉事队伍参赛资格。

2.9 其他技术附属材料说明

技术资格认证材料提交要求、demo 文件、影音文件、ppt 模版等。

本赛项有资格认证环节，每支报名的参赛队伍必须在报名的同时提交资格认证材料到指定邮箱（robot_2026@126.com，邮件主题请按“球塔之颠赛项_队伍名_学校名”格式填写）。不提交资格认证材料的队伍不具备比赛资格；资格认证所需提交材料内容以及评分标准详见本文档最后的附件（球塔之颠赛项参赛队伍资格认证模板）；

技术委员会将后续通过技术交流 QQ 群（1062438256）发布暂定至少包含以下内容：

（1）三轮比赛的最终场景布置图与关键尺寸（含固定供球装置与托盘位置坐标、旋转圆盘尺寸与位置）；

（2）旋转圆盘的转速范围、转向及启停方式；

（3）比赛用球的最终规格（含采购链接）；

（4）梅花桩矩阵的高度分布、托盘尺寸与位置公差；

（5）单轮比赛最终时长（暂定 180 秒的更新结果）；

（6）组委会提供的遥操作全部设备的具体参数及使用方法；

（7）相机安装位置与标定参数的说明。

规则最终解释权归灵巧操作与具身智能-三指灵巧操作-球塔挑战赛项技术委员会

附件：参赛队伍资格认证模板

2026 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界 杯中国赛

灵巧操作与具身智能 球塔之巅赛项 参赛队资格认证

参	赛	学	校
队	伍	名	称
参	赛	队	员
指	导	教	师
(姓名/联系方式)			

参	赛	项	目
---	---	---	---

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛
灵巧操作与具身智能赛项技术委员会

2026 年 3 月

资格认证材料提交说明

一技术认证文档要求

特别注意：每支报名的参赛队伍必须在报名的同时提交资格认证材料到指定邮箱（robot_2026@126.com），不提交资格认证材料的队伍不具备比赛资格；资格认证材料内容包括三个部分（着重声明：资格认证材料中必须包含第一部分，如果提交的材料没有第一部分，不能获得比赛资格）：

① 队伍介绍，主要包括成员介绍，以前的参赛介绍等等，正文字体为宋体小四，1.5 倍行距，应尽量保证排版美观且不少于 4 页。

② 机器人功能展示视频，时长应在 2 分钟到 3 分钟之间，主要内容为：

- 机器人视觉自主识别不同类型球体（网球、棒球、乒乓球）及三维空间位姿计算的视频
- 三指灵巧手进行柔性抓取与精准微力控释放的视频
- 机械臂系统完成指定球塔结构连续堆叠或动态旋转盘面放置任务的连续测试视频

③ 参赛软硬件系统介绍相关材料，特别强调，技术委员会关注各参赛队队员的自我创新，不能抄袭，不能与他队雷同，否则有可能被取消比赛资格。主要内容：机器人软硬件平台及灵巧手配置说明；三维空间多模态视觉感知与定位系统说明；机械臂运动学轨迹规划与灵巧手协同控制的主程序处理流程、核心算法、测试结果等，（正文字体为宋体小四，1.5 倍行距）应尽量保证排版美观且不少于 4 页。

关于技术报告使用授权的说明

本人完全了解 2026 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛关于保留、使用技术报告和研究论文的规定，即：参赛作品著作权归参赛者本人所有，比赛组委会可以在相关主页上收录并公开参赛作品的设计方案、技术报告以及参赛模型的视频、图像资料，并将相关内容编纂收录在组委会出版论文集中。

参赛队员签名：

带队教师签名：

日期：

一、基本信息（必填）

1、队伍介绍

2、机器人功能展示视频介绍

3、参赛软硬件系统介绍