

# 机器人综合技能比赛——文明城市 智能环卫

## 1 比赛主题

本届机器人综合技能比赛的主题为“文明城市 智能环卫”。

随着我国城市化进程的加快、城市规模的不断扩大，居民对居住环境要求的提高，城市管理和升级已日益成为我国城市现代化建设的新亮点。作为城市管理的重要环节，环卫工作也面临诸多新的问题和挑战。科技的飞速发展成为环卫工作品质和效率提升的助力，利用5G网络、物联网技术，多种智能感知设备的应用，实现环卫作业“投”、“收”、“运”、“处”全流程的高效协同，实现设施工作智能化、运营管理信息化、分析决策智慧化、充分促进行业智慧升级。

本届比赛通过用机器人模拟智能环卫，加深青少年对城市管理中环卫工作的了解，培养青少年的创新科技探索能力，为改善生活环境、为绿色可持续发展作贡献。

## 2 比赛场地

### 2.1 场地

图1是比赛场地的示意图，待命区的位置将在赛前发的赛题中确定。

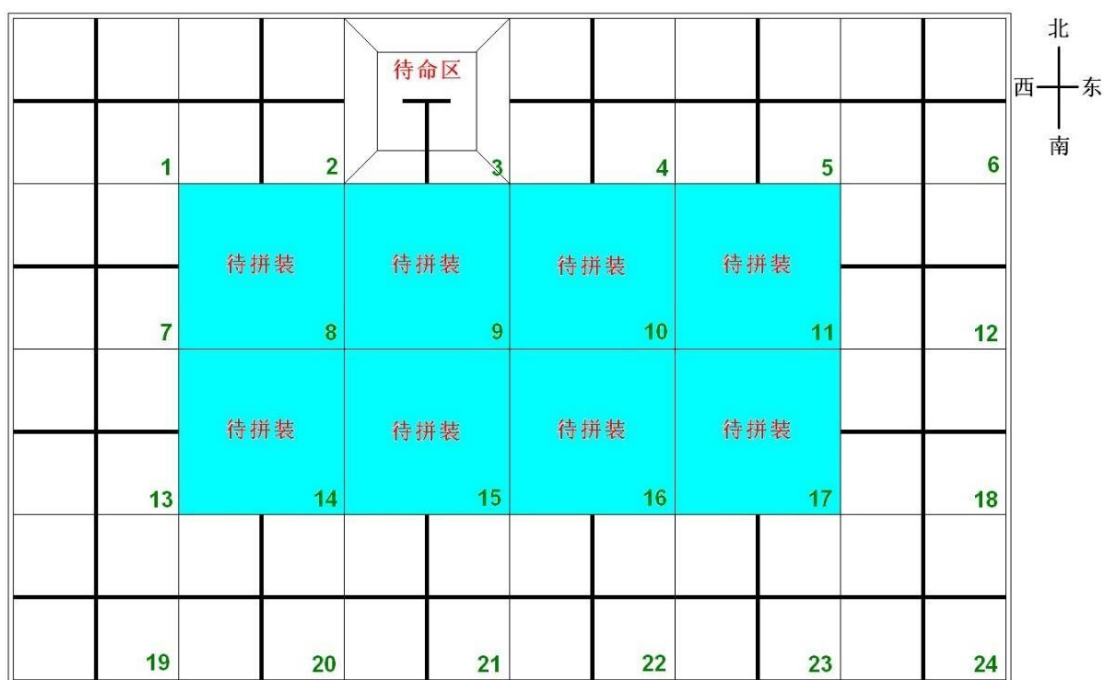


图1 比赛场地示意

## 2.2 赛场规格与要求

2.2.1 机器人比赛场内部是拼装块拼接而成。场地四周装有白色木质围栏，栏高200mm，厚15~20mm。为提高参赛队应变能力，正式比赛的场地会有变化，场地长度为3000~6000mm，宽度2000~4000mm；基础拼装块为用厚15~20mm、长500mm、宽500mm的木工板，有可能进行100%~200%的等比例放大，场地道具尺寸不变，淡蓝色的8块拼装块可换。机器人要完成的任务一般分布在场地周围的固定拼装块上。

2.2.2 两种拼装块刷白色亚光漆，用黑色亚光漆画出（或用黑色胶纸粘贴）宽度为20~25mm的引导线；以下凡是涉及黑线的尺寸，均指其中心线。固定拼装块上的引导线是连接对边中点的直线。可换拼装块的图形在赛前公布。

2.2.3 每个固定拼装块被黑色引导线分为东北、东南、西南、西北四个分区。

2.2.4 场上有一块长500mm、宽500mm刷白色亚光漆的锥台，是机器人的待命区，如图2所示。机器人要从待命区启动，完成任务后还要回到待命区。锥台上虽画有黑色引导线，但机器人可以从任何一边上下。

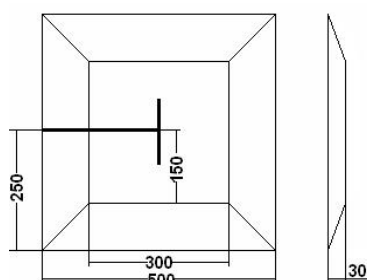


图2 锥台尺寸 (mm)

2.2.5 在黑色引导线的十字或丁字交叉处，可能会出现50mm×50mm的深蓝色转弯标志。机器人在遇到转弯标志时的正确动作方式如图3所示。

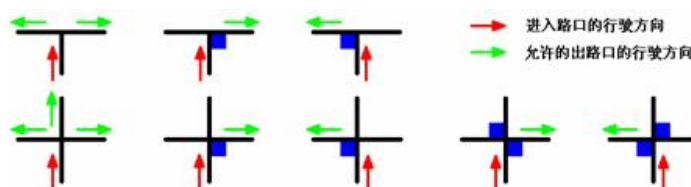


图3 转弯标志及允许的出口口行驶方向

2.2.6 往届机器人竞赛中所用的部分可换拼装块的图形可能沿用，但也会有一些新的图形。有些可换拼装块上可能有6mm高的突起、坡度约12°的坡道、宽320mm高320mm的涵洞，也可能出现没有引导线的空白或者有彩色图案的拼装块，等等。

2.2.7 比赛场地尺寸的允许误差是±5mm，拼装块尺寸的允许误差是-3mm，对此，参赛队设计机器人时必须充分考虑。

2.2.8 拼装的场地尽可能平整，但接缝处可能有2mm的高低差和2mm的间隙。

2.2.9 待命区、转弯标志的位置、非十字引导线拼装块的图形以及位置和方向，等等，在赛前

准备时公布。场地一经公布，在该组别的整个比赛过程中不再变化。

### 2.3 赛场环境

机器人比赛场地环境为冷光源、低照度、无磁场干扰。但由于一般赛场环境的不确定因素较多，例如，场地表面可能有纹路和不平整，边框上有裂缝，光照条件有变化等等。参赛队在设计机器人时应考虑各种应对措施。

## 3 机器人

本节提供设计和构建机器人的原则和要求。参赛前，所有机器人必须通过检查。参加机器人综合技能比赛的机器人限用竞赛组委会指定的机器人套材。只要有可能，也允许套材的混合使用。

3.1 每支参赛队只能使用一台按程序运行的机器人。

3.2 在待命区内，机器人外形最大尺寸不得超过长250mm、宽250mm、高300mm。在比赛开始后，机器人可以变形超出此尺寸限制。

3.3 机器人上必须展示参赛队编号。在不影响正常比赛的基础上，机器人可进行个性化的装饰，以增强其表现力和容易被识别。

3.4 每台机器人所用的控制器、电机、传感器及其它结构件，数量不限。但机器人的控制器、电机、传感器必须是独立的模块。机器人的重量不得超过3kg。

3.5 机器人上的所有零部件必须可靠固定，不允许分离或脱落在场地上。

3.6 为了安全，机器人所使用的直流电源电压不得超过12V。

3.7 不允许使用有可能损坏比赛场地的危险元件。

3.8 机器人必须设计成只用一次操作（如，按一个按钮或拨一个开关）就能启动。

3.9 机器人必须能原地旋转，旋转的次数可控。机器人还应在明显位置装一个可见光LED（颜色不限），它的开/关应可控。

3.10 参赛队不得使用遥控调试并记录数据的方式完成编程。

## 4 比赛

### 4.1 机器人的任务

#### 4.1.1 开始行动

4.1.1.1 比赛开始前，机器人上预装有 1 个“环卫工人”模型，模型如图 4 所示。

4.1.1.2 机器人要把 1 名“环卫工人”，送到某个固定拼装块上的规定分区内，运送过程中，“环卫工人”可以与地面接触。到规定分区后，“环卫工人”模型不能压住黑色引导线。

4.1.1.3 将“环卫工人”送到规定分区且直立的“环卫工人”记 60 分，送到但模型倒下扣 10 分，“环卫工人”模型压住黑色引导线扣 10 分，机器人完全脱离该任务拼装块后裁判员记分。

4.1.1.4 获得 50 分就算完成“开始行动”任务。

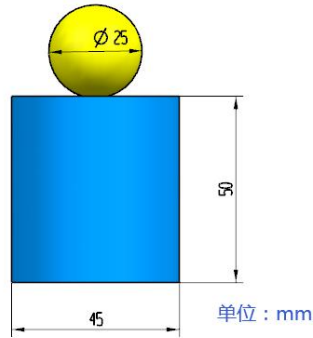


图4 环卫工人模型

#### 4.1.2 全城动员

4.1.2.1 机器人沿黑色引导线从非十字线拼装块的一口进入，从另一口出去，如果遇到转弯标志，应按 2.2.5 的规定通过。完成全城动员任务可与其它任务混合完成，不需要是连续的。在全城动员过程中也可以通过十字线拼装块。如果不指定全城动员任务，通过所有非十字线拼装块和转弯标志均不记分。

4.1.2.2 通过一个非十字拼装块记 8 分，通过一个转弯标志记 5 分，通过转弯标志不正确扣 3 分。

4.1.2.3 在全城动员任务中获得 50 分就算完成了任务。

#### 4.1.3 垃圾桶投放

4.1.3.1 在某一块十字拼装块上放置有 6 个直径和高度均为 45 mm 的白色木质圆柱体代表“空垃圾桶”，6个木质圆柱体摆放的方式及间距如图 10所示。机器人行驶到该拼装块内，将尽可能多的白色圆柱体装入到机器人上，使得这些圆柱体与该拼装块不再接触，并将这些白色圆柱体运送到对应的放置区内。白色圆柱体的放置区为某十字拼装块内。机器人可多次进出任务拼装块进行投放，但不能穿插除“全城动员”外的其它任务，机器人最后一次完全脱离该任务拼装块裁判员记分。

4.1.3.2 6 个白色木质圆柱体放置的十字拼装块由赛题公布。

4.1.3.3 指定的十字拼装块内至多只能放置两个白色木质圆柱体，白色木质圆柱体的垂直投影完全位于该十字拼装块内，每个记 10 分，每个拼装块最多得 20 分。白色木质圆柱体与该拼装块外得场地接触则不得分。

4.1.3.4 获得50分就算完成“垃圾桶投放”任务。

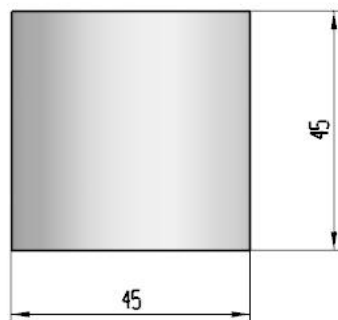


图 5 白色木质垃圾桶模型

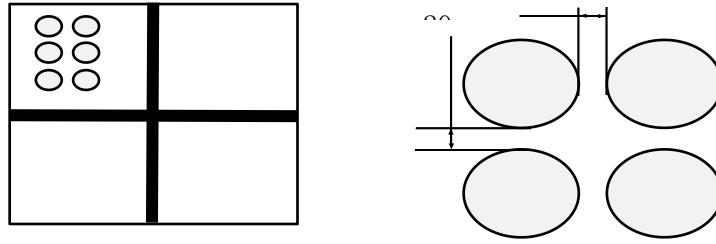


图 6 空垃圾桶的摆放方式及间距

#### 4.1.4 巧妙躲避

4.1.4.1 在某个十字拼装块中有5根直径40mm，高为100mm的木质圆柱。圆柱的放置位置要保证其轴线与地面的五个交点之间的连线有10条，且至少有5条连线的长度不小于320mm，如图10所示。

4.1.4.2 机器人尽可能多地穿过这些连线，尽量不碰到圆柱。机器人成功穿越一条连线（机器人的大部分从一条连线的一侧到另一侧）记15分，对一条连线的重复穿越只记分一次。机器人与任何一个圆柱接触一次，则与该圆柱相关的连线就不算被成功穿越。穿越时机器人不得完全脱离该任务拼装块。

4.1.4.3 获得50分就算完成巧妙穿越任务。

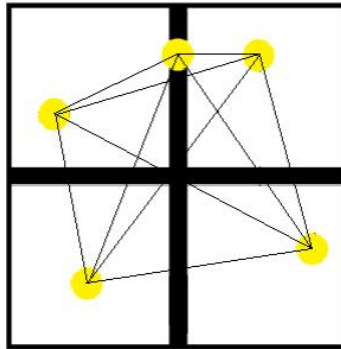


图 7 巧妙躲避圆柱道具摆放示意图

#### 4.1.5 神秘任务

神秘任务的具体要求由比赛现场赛题给出，要求参赛机器人能够实现基本的巡线、抓取、放置、声光指示、颜色识别等功能。

#### 4.1.6 返回

4.1.6.1 “返回”必须是最后一个完成的比赛任务。

4.1.6.2 “返回”的标准是机器人登上锥台并不再运动，且与锥台以外的任何表面(含围栏表面)没有接触。机器人完成任务过程中通过待命区和重试时机器人回到待命区不属于完成“返回”任务。

4.1.6.3 按要求完成“返回”任务可获得50分。

### 4.2 参赛队

4.2.1 每支参赛队应由 2 名学生和2名教练员（教师或学生）组成。学生必须是 2023年 6 月前在学校注册的在读学生。

4.2.2 参赛队员应以积极的心态面对和自主地处理在比赛中遇到的所有问题，自尊、自重，友善地对待和尊重队友、对手、志愿者、裁判员和所有为比赛付出辛劳的人，努力把自己培养成为有健全人格和健康心理的人。

#### 4.3 赛制

4.3.1 机器人综合技能比赛按小学组、初中组、高中组(含中职组)三个组别分别进行。

4.3.2 比赛不分初赛与复赛。组委会保证每支参赛队有相同的上场次数，且不少于 2 次，每次均记分。

4.3.3 比赛场地上规定了机器人要完成的任务(在 4.1.1~4.1.6 的任务中选定，也可能有一些临时设定的任务)。小学组、初中组、高中组(含中职组)三个组别要完成的任务数可能不同。

4.3.4 所有场次的比赛结束后，每支参赛队各场得分之和作为该队的总成绩，按总成绩对参赛队排名。

4.3.5 竞赛组委会有可能根据参赛报名和场馆的实际情况变更赛制。

#### 4.4 比赛过程

##### 4.4.1 搭建机器人与编程

4.4.1.1 搭建机器人与编程只能在准备区进行。

4.4.1.2 参赛队的学生队员检录后方能进入准备区。检录时，裁判员对选手携带的器材进行检查，内容包括但不限于生产厂家的知识产权授权、器材来源的合法性证明、机器人的安全性等，所有器材必须是符合大赛参赛要求的。同时，所有器材必须是散件入场，除控制器和电机可维持出厂时的状态外，其它所有零件不得以焊接、铆接、粘接等方式组成部件。队员不得携带 U 盘、光盘、无线路由器、手机、相机等存储和通信器材。所有参赛学生在准备区就座后，裁判员把场地图和比赛须知发给参赛队。

4.4.1.3 参赛选手在准备区不得上网和下载任何程序，不得使用相机等设备拍摄比赛场地，不得以任何方式与教练员或家长联系。

4.4.1.4 参赛学生在准备区有 2 小时的调试和编制程序的时间。结束后，各参赛队把机器人排列在准备区的指定位置，封场，上场前不得修改程序和硬件设备。

4.4.1.5 参赛队在每轮比赛结束后，允许在准备区简单地维修机器人和修改控制程序，但不能打乱下一轮出场次序。

##### 4.4.2 赛前准备

4.4.2.1 准备上场时，队员领取自己的机器人，在引导员带领下进入比赛区。在规定时间内未到场的参赛队将被视为弃权。

4.4.2.2 上场的 2 名学生队员，站立在待命区附近。

4.4.2.3 队员将自己的机器人放入待命区。机器人的任何部分及其在地面的投影不能超出待命区。

4.4.2.4 到场的参赛队员应抓紧时间(不超过 1 分钟)做好启动前的准备工作，准备期间不得启动机器人，不能修改程序和硬件设备。完成准备工作后，队员应向裁判员示意。

##### 4.4.3 启动

4.4.3.1 裁判员确认参赛队已准备好后，将发出“5，4，3，2，1，开始”的倒计时启动口令。随着倒计时的开始，队员可以用一只手慢慢靠近机器人，听到“开始”命令的第一个字，队员

可以触碰一个按钮或给传感器一个信号去启动机器人。

4.4.3.2 在“开始”命令前启动机器人将被视为“误启动”并受到警告或处罚。

4.4.3.3 机器人一旦启动，就只能受自带的控制器中的程序控制。队员一般不得接触机器人（重试的情况除外）。

4.4.3.4 启动后的机器人不得故意分离出部件或把机械零件掉在场上。偶然脱落的机器人零部件，由裁判员随时清出场地。为了策略的需要而分离部件是犯规行为。

4.4.3.5 启动后的机器人如因速度过快或程序错误将所携带的物品抛出场地，该物品不得再回到场上。

4.4.3.6 机器人进入某个有任务的拼装块即为执行该任务的开始，一旦离开该拼装块即为执行任务的结束，立即对完成任务的情况记分。留在场上的可活动的任务模型可由队员移至不影响机器人运动的场边或场外，此拼装块不再是有任务的拼装块。

4.4.3.7 机器人在进入任务拼装块后为完成任务需要可以短暂脱离黑色引导线，执行完动作后要回到原来的轨道上继续前进。比赛中除了“全城动员”任务外，不允许穿插其它任务。

#### 4.4.4 重试

4.4.4.1 机器人在运行中如果出现故障或未完成某项任务，参赛队员可以向裁判员申请重试。

4.4.4.2 裁判员同意重试后，场地状态原则上保持不变。如果因为未完成某项任务而重试，该项任务所用的道具可以由参赛队员恢复到比赛开始前的状态。重试时，队员可将机器人搬回待命区，重新启动。

4.4.4.3 每场比赛重试的次数不限。

4.4.4.4 重试期间计时不停止，也不重新开始计时。重试前机器人已完成的任务有效，但是，如果参赛队员要求恢复某项任务的道具，即使该项任务已经完成或部分完成，相应的得分不再有效。

#### 4.4.5 比赛结束

4.4.5.1 每场比赛时间为 150 秒钟。

4.4.5.2 参赛队在完成一些任务后，如不准备继续比赛，应向裁判员示意，裁判员据此停止计时，结束比赛；否则，等待裁判员的终场哨音。

4.4.5.3 裁判员吹响终场哨音后，参赛队员除应立即关断机器人的电源外，不得与场上的机器人或任何物品接触。

4.4.5.4 本届比赛将用手持式平板计算机记分。裁判员有义务将记分结果告知参赛队员。参赛队员有权利纠正裁判员记分操作中可能的错误，并应刷卡确认已经知晓自己的得分。如有争议应提请裁判长仲裁，裁判员填写记分表，参赛队员应确认自己的得分。

4.4.5.5 参赛队员将场地恢复到启动前状态，并立即将自己的机器人搬回准备区。

#### 4.5 记分

4.5.1 每场比赛结束后，按完成任务的情况计算得分。完成任务的记分标准见第4节。

4.5.2 完成任务的次序不影响单项任务的得分。

4.5.3 如果完成了规定的所有任务且比赛结束的时间不超过150秒，额外加记时间分。时间分为（150—结束比赛实际所用秒数）。

4.5.4 如果在比赛中没有重试，机器人动作流畅，一气呵成，加记流畅奖励50分。

## 4.6 排名

### 4.6.1 每个组别按总成绩排名。

如果出现局部并列的排名，按如下顺序决定先后：

- (1) 所有场次中完成单项任务总数多的队在前；
- (2) 最低分高的队在前；
- (3) 次最低分高的队在前；
- (4) 机器人重量小的队在前，或由裁判确定。

## 5 犯规和取消比赛资格

5.1 未准时到场的参赛队，每迟到1分钟则判罚该队10分。如果2分钟后仍未到场，该队将被取消比赛资格。

5.2 第1次误启动将受到裁判员的警告，机器人回到待命区再次启动，计时重新开始。第2次误启动将被取消比赛资格。

5.3 为了策略的需要而分离部件是犯规行为，视情节严重的程度可能会被取消比赛资格。

5.4 机器人以高速冲撞场地设施导致损坏将受到裁判员的警告，第2次损坏场地设施将被取消比赛资格。

5.5 除机器人在十字线拼装块中完成任务外，机器人未按黑色引导线运动，为技术性犯规，应重试。机器人未按转弯标志转弯，为技术性犯规，无需重试，但每次应扣3分。

5.6 比赛中，参赛队员有意接触比赛场上的物品或机器人，将被取消比赛资格。偶然的接触可以不当作犯规，除非这种接触直接影响到比赛的最终得分。

5.7 不听从裁判员的指示将被取消比赛资格。

5.8 参赛队员在未经裁判长允许的情况下私自与教练员或家长联系，将被取消比赛资格。

## 6 其它

6.1 比赛期间，凡是规则中没有说明的事项由裁判委员会决定。竞赛组委会委托裁判委员会对此规则进行解释与修改。

6.2 本规则是实施裁判工作的依据。在比赛中，裁判有最终裁定权。他们的裁决是最终裁决。裁判不会复查重放的比赛录像。关于裁判的任何问题必须由一名学生代表在两场比赛之间向裁判长提出。组委会不接受教练员或学生家长的投诉。



## 机器人综合技能比赛记分表

参赛队：\_\_\_\_\_

组别：\_\_\_\_\_

事项		分值	数量	得分	完成任务标准
开始行动	环卫工人模型在规定分区直立且不压黑线	60分			50
	如模型倒下(基础分60)	-10分			
	如压住黑色引导线(基础分60)	-10分			
全城动员	通过非十字拼装块	8分/个			50
	转弯正确	5分/个			
	转弯不正确	-3分/次			
巧妙躲避	成功穿越一条连线	15分/条			50
垃圾桶投放	白色垃圾桶位于指定放置区	10分/个			50
	指定区内两个以上得垃圾桶	0分/个			
	与接触指定区外得垃圾桶	0分/个			
神秘任务	完成	200分			100
返回	机器人回到待命区	50分			50
节省的时间(秒)		1分/秒			
流畅奖励分		50分			
犯规罚分					
总分					

关于取消比赛资格记录：

裁判员：\_\_\_\_\_

记分员：\_\_\_\_\_

参赛队员：\_\_\_\_\_

裁判长：\_\_\_\_\_

数据录入：\_\_\_\_\_