

# 第十六届中国青少年机器人竞赛

## FLL 机器人挑战赛主题与规则

### 1 FLL 机器人挑战赛简介

FLL 机器人挑战赛是一项引进的青少年国际机器人比赛项目。要求参加比赛的代表队自行设计、制作机器人并进行编程。参赛的机器人可在特定的竞赛场地上，按照一定的规则进行比赛。在中国青少年机器人竞赛中设置 FLL 机器人挑战赛的目的是激发我国青少年对机器人技术的兴趣，为国际 FLL 机器人挑战赛选拔参赛队。

### 2 竞赛主题

本届 FLL 挑战赛的主题为“变废为宝”。

我们在享受大自然恩赐的丰富资源的同时，产生了大量的废物。如果任由它们充斥在我们美丽的地球，后果是不堪设想的。我们既要减少废物的生成，又要积极地处理那些不得不产生的垃圾。地球人要向垃圾宣战，尽一切可能把它们转变成对我们有用的东西。

科学与技术的飞速发展引发了知识与技能的爆发式增长，同时，也造就了很多减少废物的产生和回收、再生、利用废物的新方法。但是，我们现在能利用的废物与时刻在产生的废物相比，还是太少了。我们能充分利用自然界给予我们的宝贵资源吗？是的，肯定能！

FLL 参赛队员，让你们的创新思维沸腾起来为我们的世界更美好贡献聪明才智吧！在“变废为宝”挑战赛中，你们将研究新的垃圾处理方式。参赛队将认识到如何以这种方式掌握更多、更新的知识技能。在“变废为宝”挑战赛中行动起来吧！

参加挑战赛的孩子们要像科学家和工程师那样去思考。在“变废为宝”机器人比赛中，参赛队将用乐高的 MINDSTORM 构建和测试一台自主的机器人并编制其程序，完成一系列象征性任务。他们在课题研究中还要选择和解决现实世界的问题。

我们希望参与“变废为宝”挑战赛的孩子们在应对科学与技术的发展中表现得自信并与众不同。

### 3 比赛场地与环境

#### 3.1 场地

图 1 是比赛场地。一张印制的场地膜上散布着多种任务模型。有些任务模型是用子母扣固定在场地膜上的，在整个比赛期间，机器人不能挪动它们的位置，只能对模型上的可动部件进行操作；还有些模型是散放在场地膜上的，机器人在完成任务时通常（但不绝对）是要让它们或带它们回到基地的。



图 1 比赛场地

## 3.2 赛台

3.2.1 赛台是进行机器人比赛的地方。

3.2.2 单个赛台的内部尺寸长为 1143mm、宽 2362mm，四周装有边框，高为  $77\text{mm} \pm 13\text{mm}$ ，厚度为 38mm，赛台底板厚度为 18mm，如图 2 所示。边框内侧为黑色。组装好的赛台边框内高为  $77\text{mm} \pm 13\text{mm}$ 。

3.2.3 赛台底板上铺有亚光场地膜。场地膜上画有基地，比赛用的部分模型则布置在场地膜上。场地膜（含黑边）的尺寸为 1138mm、宽 2353mm。参赛队在设计机器人时必须充分考虑到场地膜的误差。

3.2.4 比赛时两张赛台背靠背放在一起，如图 2 所示。两支参赛队各占一张赛台。参赛队员面向赛台时，赛台左西右东，场地膜上有一个表示方向的标志。为了便于操作，赛台会架高 500~650mm。参赛队自己练习时可以只用一张赛台，称为“半台”。

3.2.5 场地上物品较多，比赛期间，参赛队和裁判员要共同维护好场上秩序。参赛队可以把基地内当前不动或机器人不用的物品放到基地外，只要这个动作不具有任何策略性。物品也可由赛台旁两名队员之一拿在手里或放在盒子里。如因其它原因而非机器人

的动作使模型断裂、失效、移动或被激活，如果可能，裁判员应尽快将它恢复。

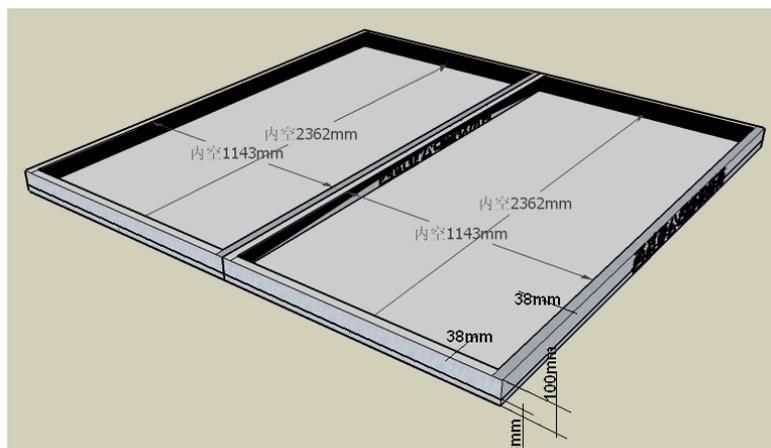


图2 赛台尺寸

### 3.3 基地和安全区

场地膜上有一块基地。基地是场地膜西南角一个四分之一圆弧（半径约 475mm）和赛台南、西边框内表面垂直向上延伸和一个 305mm 高的虚拟天花板组成的封闭空间，如图 3 所示。如果场地膜的尺寸有误差（一般是略小），不能与边框相配，则优先保证场地膜的南边缘与边框贴紧，东西向居中，基地会略有增大。机器人启动/重启时，基地是一个空间而不是平面。基地是机器人准备、启动和必要时维修的地方。

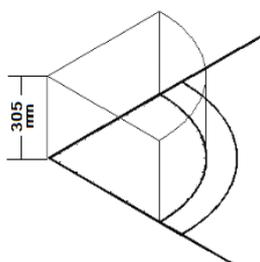
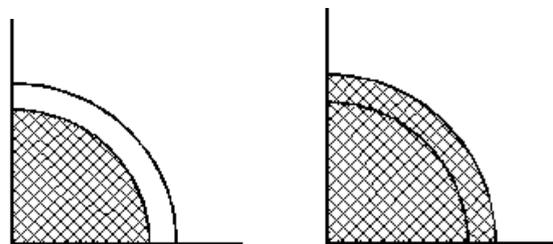


图3 基地



基地的范围

安全区的范围

图4 基地和安全区

安全区包括基地，并延伸到基地外的黑色圆弧(半径约 565mm)，如图 4 所示。对于安全区来说，没有虚拟天花板，它只是场地膜上的一个平面范围。

### 3.4 填埋区、分类区、发运区及收运区

场地膜上有四块用白色条带（为了明显，图中涂成红色）划出的区域，它们分别是东南角的填埋区、西北角的发运区、东北角的收运区和中部偏北的分类区，如图 5 所示。

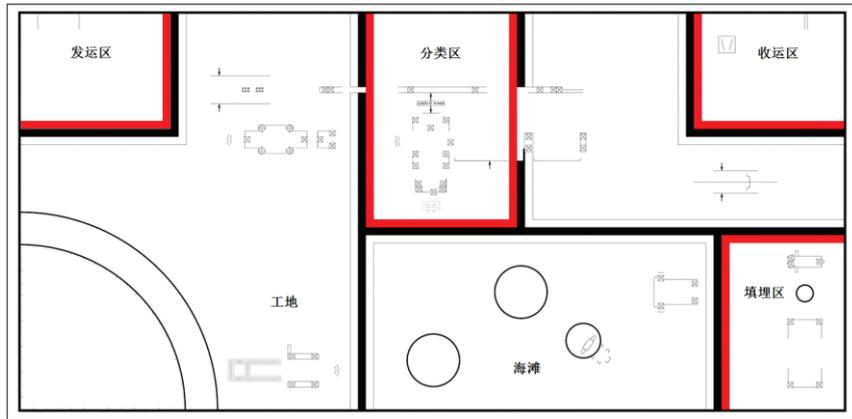


图 5 填埋区、分类区、发运区和收运区

### 3.5 任务模型

本节的图中，照片表示的是模型的放置状态。

#### 3.5.1 甲烷模型

填埋区北侧的标记上，用子母扣固定着一个夹持器。其上松动地放着表示甲烷的两个圆环，朝向如图6所示。

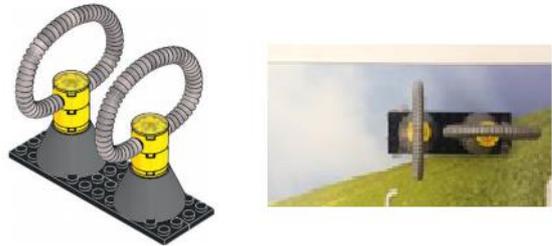


图6 放在夹持器中的甲烷

#### 3.5.2 垃圾箱模型

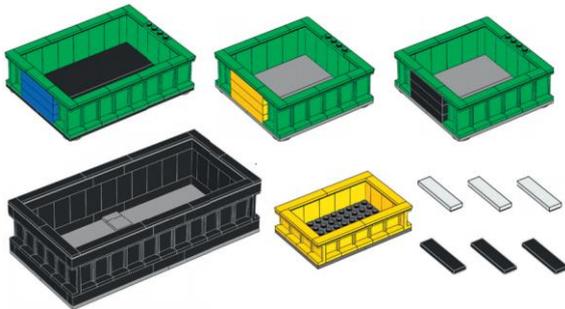


图 7 垃圾箱



图 8 垃圾箱托架

垃圾箱共有五种，如图 7 所示。三种垃圾箱是绿色的，其侧面分别有蓝、黄、黑色标记，以下分别简称为蓝标、黄标、黑标垃圾箱。黄标、黑标垃圾箱放在分类器滑道下方，黄标、黑标朝南；蓝标垃圾箱在滑道东端，蓝标朝东。三个垃圾箱北边斜搁在垃圾箱托架的轴上。托架子母扣固定在场膜上。图 8 所示为垃圾箱托架。托架的较大空档处放黑标、黄标垃圾箱；较小空档处放蓝标垃圾箱。三个垃圾箱侧边上端面可以扣上白色或黑色薄片作为参赛队的标记。自己练习时这个标记不重要，比赛时一个参赛队的垃圾箱上应有白色标记，另一队的垃圾箱则用黑色标记。

黑色垃圾箱用子母扣固定在填埋区南侧的标记上。比赛开始前，黄色垃圾箱是放

在分类器模型上的。

### 3.5.3 动物、塑料袋模型

有章鱼、母鸡和海龟三种动物，如图 9 所示。它们也只有它们才是第 5 节任务中提到的动物。

比赛开始前，章鱼和母鸡放在基地里。海龟放在海滩靠东边小圆的东南方的标记上。小圆里放一个塑料袋模型，如图 10 所示。



图 9 三种动物

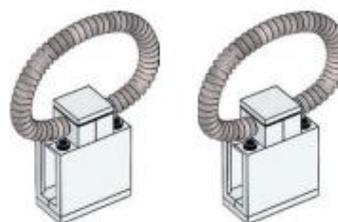


图 10 塑料袋

### 3.5.4 建筑物模型

在场地南边靠近基地的地方，一个建筑物模型的地基用子母扣固定在它的标记上，红杆（可用来掀翻建筑物）在西北角，地基上放着贵重物品，用黄、蓝、黑色各 4 根长条搭起一个建筑物，如图 11 所示。



图 11 有贵重物品的建筑物模型

### 3.5.5 工厂模型

由建筑物模型向北，便是用子母扣固定在场地膜上的工厂模型。工厂模型由厂房和电站组成。厂房中还要插入一个装着玩具飞机的大包装箱（见后面的飞机和包装箱），如图 12 所示。

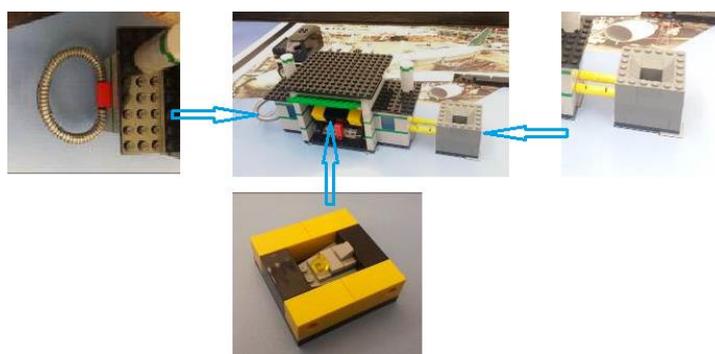


图 12 完整的工厂模型

将工厂模型西边的圆环向西拉，可使装着玩具飞机的大包装箱滑出。

### 3.5.6 卡车和导轨模型

工厂模型的北面放着“翻斗式”卡车模型，车头向西，前轮与场地膜上的箭头对准即可，如图 13 所示。

一根长长的导轨模型用 7 个子母扣固定在卡车东面的场地膜上，如图 14 所示。

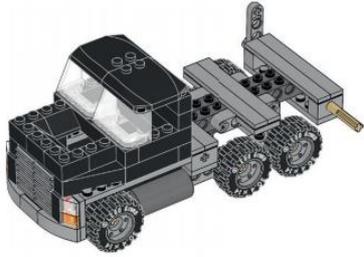


图 13 卡车



图 14 导轨

### 3.5.7 分类器模型

分类器模型在分类区中，用子母扣固定在场地膜上，滑道向东。滑道东边是蓝标垃圾箱，滑道下方是由西向东放着黑标和黄标垃圾箱。滑道的地脚要搁置在用子母扣固定于场地膜的垃圾箱托架上的两个突起之间，如图15所示。

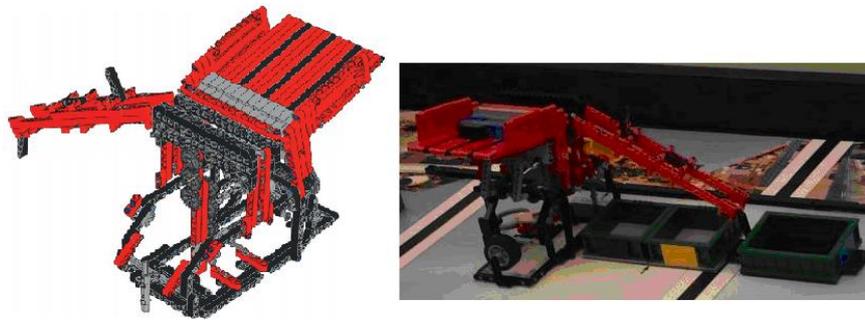
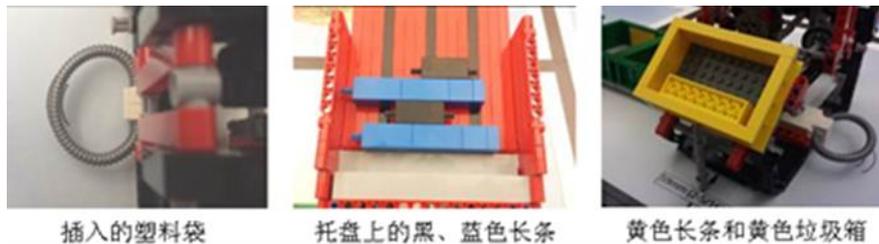


图15 分类器模型



插入的塑料袋

托盘上的黑、蓝色长条

黄色长条和黄色垃圾箱

图16 分类器上的物品

一个塑料袋模型完全插入分类器西侧下部两根红杆之间，分类器上部的红色托盘中按模型南面场地膜上的图形提示放好黑、蓝、黑、蓝四根长条。北面的斜坡上放着一个内有一根黄色长条的黄色垃圾箱，长条的光面向下，如图16所示。

这个模型的搭建要保证机器人在适当转动模型南边的轮胎时排出垃圾袋和使托架中的两个灰色长条交替上下（注意，完成这两个动作时轮胎的转动方向不同），把托架中的蓝、黑色长条逐一顺利地推上滑道并分别落入蓝标、黑标垃圾箱。

### 3.5.8 转运器模型

场地东北角收运区内有一个用子母扣固定在北边墙内表面的转运器模型，如图 17

所示。模型脚对准场地膜上的标记。应确保模型是水平的。机器人将红色推杆向北，可使模型倾斜，便于机器人接收另一队转运的物品。在发运区也有一个转运器，另一队就可以在它的收运区接收。如果参赛队只用“半台”练习，可以在场地的西北角（即比赛时另一队场地的东北角）边墙外做一段“假边墙”，将另一个转运器固定在那里。

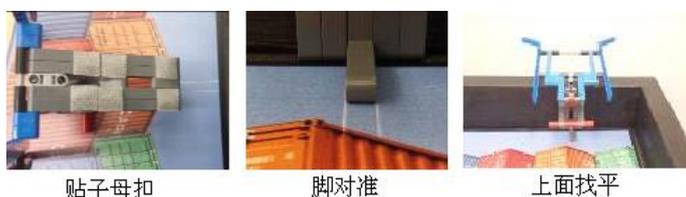


图 17 转运器模型

### 3.5.9 玩具飞机和包装箱

一个装有玩具飞机的小包装箱放在收运区中，机头向南。这个模型与放在工厂模型中的大包装箱形状不同，但在任务中所起的作用是相同的。

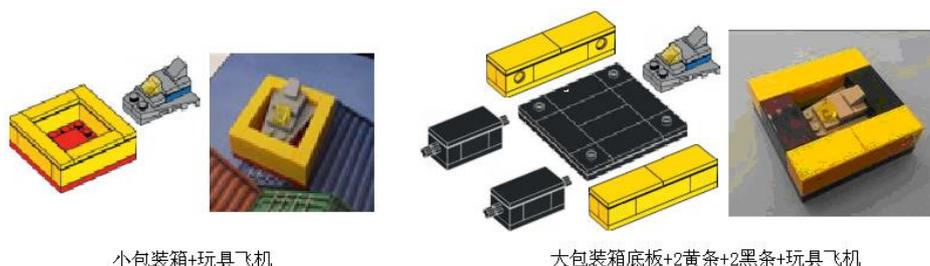


图 18 包装箱和玩具飞机

FLL 的模型搭建说明中只有大包装箱的黑色底板，需要用小部件（见 3.5.12）中的 2 根黑色长条和 2 根黄色长条与底板组成大包装箱，如图 18 所示。

### 3.5.10 轿车模型

在收运区南边，放着一个轿车模型，车头向西，前轮与场地膜上的箭头对准。比赛开始前，轿车模型上的风挡/引擎卸下，放在基地里，如图 19 所示。

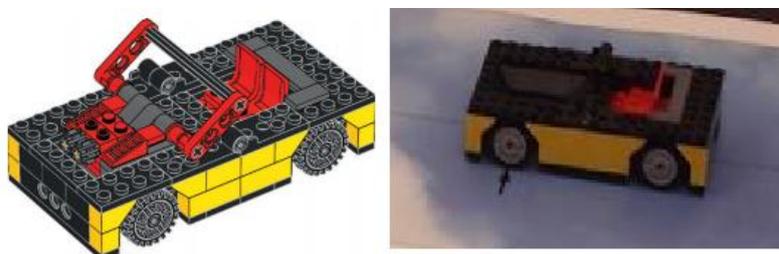


图 19 轿车模型

轿车模型是可以折叠的，表示轿车被压缩、报废。

### 3.5.11 混合器模型

混合器模型用子母扣固定在填埋区西边。首先，向西转动红色推杆锁；然后，把黑色摇臂及橡胶轮胎向北推，使它们脱离红十字叉。再慢慢地把黑色的厨余垃圾箱完全

升起并保持在那里，这时，把黑色摇臂及橡胶轮胎拉回正常位置，恢复红色推杆锁，再把橡胶轮胎向东推，然后使黄色柱塞向西滑动，离开并挡住橡胶轮胎。最后，把绿色盖子推向厨余垃圾箱，如图 20 所示。插入混合肥料饼，凸点向上。

这个模型的搭建要保证机器人向东推动黄色柱塞后橡胶轮胎能像单摆一样自由摆动，带动红十字叉和黑色的擒纵机构运动，使得厨余垃圾箱逐渐下降（约需 18 秒钟），混合肥料饼滑出。

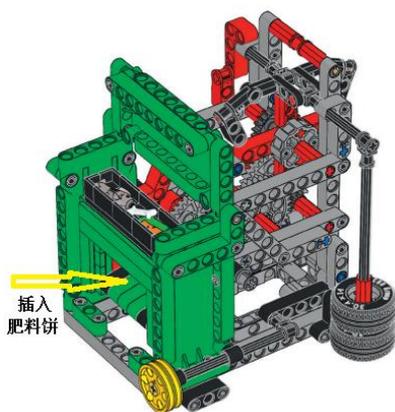


图 20 混合器模型

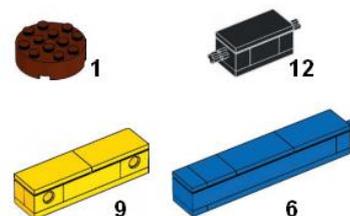


图 21 小部件

### 3.5.12 小部件

小部件包括1个混合肥料饼，12根黑色长条，9根黄色长条和6根蓝色长条，如图21所示。

混合肥料饼要装在混合器中。

下表说明了黑、黄、蓝色长条在比赛开始前所处的位置。

长条的颜色和数量	比赛开始前所处的位置
黑色12根	4根在建筑物上，2根在分类器的托盘里，2根用在大包装箱上，4根由裁判员控制
黄色9根	4根在建筑物上，1根在分类器的黄色垃圾箱里，2根用在大包装箱上，2根在基地里
蓝色6根	4根在建筑物上，2根在分类器的托盘里

## 3.6 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，场地膜下面有纹路和不平整；场地膜本身有皱褶；尺寸有误差；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。

## 4 机器人和器材

本节提供设计和构建机器人的原则和使用器材的要求。机器人在比赛中可以完成特定的任务。参赛前，所有机器人必须通过检查。为了帮助机器人完成任务，参赛队还需要自己设计一些器械（以前称为策略物品），对这些器械所用器材的要求与机器人相同。

4.1 参赛的机器人只允许使用一个 LEGO NXT 或 RCX 或 EV3 控制器，它们的外形如图 20 所示。脱离机器人的物体不属于机器人的一部分。被机器人携带或与机器人接触的器械可以当成是机器人的一部分。



图 20 允许使用的控制器的外形

4.2 竞赛用到的每种器材必须使用原始出厂状态的 LEGO 元件制作，导线和软管可以剪成需要的长度。

4.3 除不允许用发条/回力“马达”外，对非电气 LEGO 元件的数量及来源没有限制。气动元件是允许的。

4.4 所用的电气元件必须为 LEGO 生产的正规 MINDSTORMS 型元件。参赛报名结束后，不符合此要求的参赛队会被取消参赛资格。比赛时，凡是组委会不能认定来源的器材，参赛队应提供采购合同、发票等文件，证明所用的器材来自正规渠道。组委会有权对来自非正规渠道的器材做出相应的处理。



图21 允许使用的电机的外形

4.5 允许参赛队最多只使用四个LEGO MINDSTORMS电机。例如，如果你的机器人上有四个电机，就不能再把其它电机带到比赛区，即使该电机只是用于配重或装饰或放在场外的盒子里。再如，如果你的机器人上有三个电机，但是你有多个附属装置要用电机带动，你必须设计一种方法将第四个电机从一个附属装置取出迅速装到另一装置中。图21示出了允许使用的电机的外形。

4.6 对机器人使用的外部传感器数量没有限制。但只能使用接触、光电、颜色、转角、超声或陀螺/角度传感器。要注意的是，LEGO专卖店销售的或贴有LEGO标志的传感器不一定是LEGO生产的。允许使用的传感器的外形如图22所示。

4.7 LEGO 导线和转接线可以随意使用。

4.8 在准备区可以有备份/替换的电气元件。

4.9 不允许将计算机带入比赛区。不能在比赛区内给机器人下载程序，可以在准备区中

进行。



图 22 允许使用的传感器

4.10 在比赛区，不允许使用有遥控功能或与机器人有信息交互的物品。

4.11 只允许在机器人的不外露位置使用辨别身份的标记。

4.12 不允许使用油漆、胶带、粘合剂、润滑剂、扎紧带等。

4.13 除了可按 LEGO 说明书使用 LEGO 的不干胶标签外，其它标签均不可使用。

4.14 注意，在单场比赛中同时使用多台机器人是违规的，但是，在不同场次的比赛中可使用不同的机器人。

4.15 如果机器人违反本规则且无法纠正，裁判长可以决定它如何参赛，但此机器人不能获奖。

4.16 可以使用 LEGO MINDSTORMS、RoboLab、NXT-G 或 EV3 软件（任何已发布的版本）给机器人编程。允许使用由制造商（LEGO 和 NI 公司）提供的补丁、插件和新版本软件。不允许使用工具包（LabVIEW）、基于文本的编程软件或“外部”软件。

## 5 任务说明

5.1 本节规定了机器人要完成的 12 种任务。这里所说的机器人应符合 4.1 的要求。某些任务有两个以上用“或”连在一起的得分条件，对于任务所涉及的某个模型来说，它不可能既满足这个得分条件，又满足那个得分条件，只能得到一个分数；有的任务有两种用“及”连在一起的得分条件，它们是二合一的，有可能被同时满足，得到两个分数。除特别限定了方法的任务外，完成其它任务的方法不受限制。

### 5.2 规定的任务

(1) 利用回收材料

机器人应收运区取得另一队放在其转运器上的有效绿色垃圾箱并送回本队的的安全区。有效的意思是垃圾箱内至少有一根颜色相配的黄色或蓝色长条（即黄标垃圾箱内放黄色长条，蓝标垃圾箱内放蓝色长条，下同）。

每个完全在安全区内的绿色垃圾箱记 60 分。

这是一个合作任务，另一队也会因你们队在安全区内得分的绿色垃圾箱而获得同样的分数（见“分类”任务）。

#### (2) 利用甲烷

机器人要把垃圾填埋区中表示甲烷的圆环，放到卡车发动机舱和/或工厂的电站里，不要求完全和准确地进入。

放进去的每个甲烷模型记 40 分。

#### (3) 运输（限定方法）

机器人要把分类器模型上的黄色垃圾箱装上卡车，向东运输（即使卡车沿导轨向东运动），然后卸车。

比赛过程中，如果卡车支撑黄色垃圾箱的全部重量，记 50 分；比赛结束时，如果黄色垃圾箱完全在卡车导轨的东边，记 60 分。

#### (4) 分类（限定方法）

机器人要用分类器处理各种颜色的长条，让它们从分类器的东滑道直接进入绿色垃圾箱，或利用“入职”任务的奖励，用手把长条放进绿色垃圾箱或疏通滑道上的堵塞。黄色或蓝色长条表示可回收、利用的材料，应尽可能把装有黄色或蓝色长条的绿色垃圾箱放到发运区的转运器上，由另一队接收。在该队的合作下垃圾箱可能被该队的机器人带回其安全区。此外，黑色长条是有杂质的材料，现在还无法再利用，应予适当处理。因此，比赛结束时，场地上可能看到多种情况。

对于装有颜色相配的黄或蓝色长条的绿色垃圾箱来说，如果另一队把它带回了它的安全区，如“利用回收材料”任务所述，你们的每个垃圾箱记60分；如果另一队的垃圾箱完全在你们东边的收运区内，里面的每根长条记7分；如果另一队垃圾箱在你们收运区的转运器上，垃圾箱和长条均不记分；如果你们队的垃圾箱在发运区内，里面的每根长条记6分；如果在转运器上，里面的每根长条记7分。

对于无法回收利用的黑色长条来说，如果它是花箱的一部分且花箱得分（见“再利用”任务），或它们仍在原来的地方，每根长条记8分；如果长条在与之颜色相配的绿色垃圾箱内，或在填埋区垃圾箱内，每根长条记3分；如果长条在别的任何地方，每根长条（包括处罚用的黑色长条）记-8分。

#### (5) 入职

机器人要把小人模型移动到分类区，表示它入职从事分类工作。如果比赛结束时至

少有一个小人完全在分类区内，记 60 分，加上对用手放宽的奖励：参赛队的技术队员和/或裁判员（如果需要或要求）可以用手疏通西边滑道上的阻塞物，和/或把错分的长条（包括未落入任何垃圾箱的长条）放入正确的垃圾箱。但这种用手的动作仅限于以上两项。

#### (6) 报废轿车（限定方法）

机器人要修理或处理轿车。如果比赛结束时引擎/风挡装置以适当位置和方向（不需要特别准确）装入未折叠的轿车里，且轿车从未完全或部分地穿越过安全区，记 65 分；或者，如果轿车被完全折叠并完全在收运区内，则记 50 分。

#### (7) 清理

机器人要从分类器和海滩上移除塑料袋模型（圆环），并把动物送到圆圈内。

每个完全在安全区内的塑料袋记 30 分。完全在没有塑料袋的任何圆圈里的每个动物（海龟、章鱼或母鸡）记 20 分。完全在小圆里的母鸡记 35 分。

#### (8) 制肥

机器人向西推动黄色柱塞，启动混合器，过一段时间（约 18 秒钟）后，混合肥料饼从混合器滑出。如果滑出的混合肥料没有完全在安全区内，记 60 分；如果它完全在安全区内，则记 80 分。

#### (9) 回收

机器人要把建筑物模型中的贵重物品移至安全区。如果比赛结束时贵重物品完全在安全区内，则记 60 分。

#### (10) 拆除建筑物

机器人要把建筑物拆除，建筑物原有的 12 根梁与地基均未接触，则记 85 分。

#### (11) 采购决策

机器人要把大、小包装箱中的玩具飞机拿回安全区。如果比赛结束时玩具飞机完全在安全区内，每个飞机记 40 分。

#### (12) 再利用

机器人要把混合肥料放在大或小包装箱里，做成一个花箱。如果比赛结束时混合肥料饼完全放入移出玩具飞机的两个包装箱之一，而该包装箱处于原始状态（即，小包装箱在收运区的转运器旁，或大包装箱插在工厂模型中），则记 40 分。这个任务意味着混合肥料饼肯定不在安全区内，也就是说，要完成这个任务，那么，“制肥”任务最多可以获得 60 分。

12 种任务的得分条件归纳于表 1 中。

5.3 机器人从基地出发，出去走一圈或多圈，每次完成一个或多个任务。

5.4 完成任务不必按照某种特定的顺序，可以反复尝试完成某个任务，但场上物体不会

按照参赛队员的要求归位。

表1 任务得分条件

序号	任务名称	涉及的模型	得分条件	分值	
1	利用回收材料	长条、绿色垃圾箱	另一队放在转运器上的有效绿色垃圾箱完全在本队安全区内	60/箱	
2	利用甲烷	甲烷、卡车、工厂	甲烷模型在卡车发动机舱或工厂的电站里	30/个	
3	运输	黄色垃圾箱、卡车、 卡车导轨	卡车支撑黄色垃圾箱的全部重量	50	
			或，黄色垃圾箱完全在卡车导轨的东边	60	
4	分类	分类器、垃圾箱 黄、蓝、黑色长条	对于有效的绿色垃圾箱	本队垃圾箱由另一队完全带回其安全区 及，本队垃圾箱在本队发运区内 及，本队垃圾箱在发运区的转运器上 及，另一队的垃圾箱完全在本队收运区内	60/箱 6/根 7/根 7/根
			对于黑色长条	是得分的花箱的一部分，或在原来的地方 及，在绿色或黑色垃圾箱内 及，在其它地方	8/根 3/根 -8/根
			至少有一个小人完全在分类区内	60	
			引擎/风挡装置装入轿车	65	
			或，完全折叠的轿车完全在收运区内	50	
			塑料袋完全在安全区内	30/个	
7	清理	垃圾袋、海龟、章鱼、母鸡	及，动物完全在没有塑料袋的任何圆圈内	20/个	
			及，母鸡完全在小圆内	35	
			推出的混合肥料没有完全在安全区内	60	
8	制肥	混合器	或，推出的混合肥料完全在安全区内	80	
			贵重物品完全在安全区内	60	
9	回收	建筑物、贵重物品	贵重物品完全在安全区内	60	
10	拆除建筑物	建筑物	12根梁均未留在原地	85	
11	采购决策	包装箱	玩具飞机完全在安全区内	40/个	
12	再利用	包装箱、混合肥料	混合肥料饼完全放入移出玩具飞机但仍在原地的两个包装箱之一	40	

5.5 除特别说明的任务外，完成任务的结果必须一直保留到比赛结束，即，所要求的结果在场上仍能看到，这是得分的必要条件。机器人要完成的任务虽然是独立的，但是，如果在完成任务 B 时破坏了已经完成过的任务 A 的得分条件，任务 A 将不能得分。

5.6 参赛队进入赛场后，由抽签确定的数名队员代表将抽签确定撤消几项规定的任务。比赛中，机器人不能再去完成已撤消的任务。被撤消的任务一旦宣布，不再变化。未撤消的任务的属性值为 1，已撤消的任务的属性值为-2。

## 6 比赛

### 6.1 赛制

FLL 机器人工程挑战赛按小学、初中、高中三个组别分别进行比赛。比赛不分初赛

和复赛，采用大循环制。组委会将保证每支参赛队至少有 3 次与不同对手比赛的机会。参赛队以抽签方式确定编号。以参赛队编号排的对阵图将在抽签后公布。在某些情况下，某支参赛队可能没有对手，它单独在赛台上完成任务的得分仍然有效。

## **6.2 参赛队**

6.2.1 每支参赛队可以由 4 名学生和 1 名教练员（教师或学生）组成。学生必须是 2016 年 6 月前仍然在校的学生。

6.2.2 每支参赛队可以有 2 名技术队员。每场比赛中，除紧急修理外，只能有 2 名技术队员在赛台边负责操作。其他队员可站在附近，具体位置由裁判长确定，以便需要时介入，但他们不得拿着比赛器材。

6.2.3 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。

## **6.3 比赛过程**

### **6.3.1 赛前检查**

参赛队的机器人在比赛前需要接受裁判员的检查，检查内容包括器材来源、机器人安全性等。

### **6.3.2 赛前准备**

6.3.2.1 参赛队按比赛时间表提前半小时检录进入准备区，赛前有 2 小时的准备时间。在此期间，组委会为各参赛队安排相同次数在赛台上运行的短暂调试时间，参赛队要做好调试计划，有效地利用这段时间。参赛队应自带便携式计算机并可携带维修用的备件。参赛队员在进入准备区前应将自己的手机、无线路由器、无线网卡等通信设备及 U 盘、光盘等存储介质交本队的教练员或家长保管。参赛队员在赛场内不得以任何方式与本队的教练员或家长联系，如果违反此规定，立即取消比赛资格。

6.3.2.2 某一组别的全部参赛队在准备区就位后，裁判长根据抽签结果宣布本次比赛要撤消的任务。撤消任务的任务模型仍保留在赛台上，但机器人不能去完成已撤消的任务。参赛队应根据撤消的任务修改自己的机器人的结构和程序。

6.3.2.2 参赛队准时到比赛区后，至少有一分钟时间去准备和安排未加电的机器人以及将要移动和使用的物品。

6.3.2.3 参赛队必须使用比赛提供的任务模型，不能携带自己的模型到比赛区。参赛队员与裁判员一起核查赛台上的模型的数量和位置。

6.3.2.4 赛前准备中，参赛队不能为满足自己的需要而拆下任务模型，把任务模型固定到机器人上，把任务模型相互连接，将任何东西固定到任务模型上，为策略的需要接触基地外的任务模型，以及在竞赛区附近下载程序。

6.3.2.5 在准备时间内，参赛队员可以在基地外校准所使用的外部传感器。

6.3.2.6 在准备启动时，机器人必须在启动位置不动，参赛队员不能接触机器人和将要移动或使用的任何物品。机器人的任何部分以及将要移动或使用的任何物品必须完全纳入基地，不允许任何东西超出虚拟的基地空间。机器人可以（但不要求）与将要移动或使用的物品接触。

6.3.2.7 准备一台尚未加电的机器人时，参赛队可以用自己准备的器械（为了策略的需要而准备的物品，不是机器人）使它对准某个目标，但是在机器人启动前，必须松开器械。

6.3.2.8 完成准备工作后，队员应向裁判员示意。

### 6.3.3 启动

6.3.3.1 裁判员确认两个参赛队均已准备好后，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，操作手可以用一只手慢慢靠近机器人，听到“开始”命令的第一个字，操作手可以触碰一个按钮或给传感器一个信号去启动机器人。

6.3.3.2 负责启动机器人的参赛队员对机器人所做的唯一动作是让程序运行。在倒计时期间，参赛队员不能触摸机器人或将要使用或移动的物品。如果触摸了，裁判会重新开始倒计时。

6.3.3.3 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。

6.3.3.4 一旦比赛开始，不得以任何理由暂停比赛。

### 6.3.4 对比赛动作的规定

6.3.4.1 一般来说，完成任务并不需要使用特定的方法，也鼓励参赛队自由创造。但是，如果规则要求用某种特定方法完成某个任务，就必须用那个方法，否则裁判不认为是完成任务。

6.3.4.2 如果机器人要从基地移出一个任务模型，该模型必须能拿起而没有带起其它任何物品。否则，裁判员将不允许机器人启动。

6.3.4.3 机器人一经启动，就被认为是“自主的”，这种状态一直保持到参赛队员下一次接触不完全在安全区的机器人或任何模型或正在移动或使用的物品。发生上述接触动作时，机器人就立刻被认为是“被中断的”，如果它不在基地，就必须拿回基地调整、重新配置并准备重新启动。

6.3.4.4 如果接触自主的机器人时它正在策略性地移动某个模型或器械，从基地移出的物品随机器人一起拿回基地，继续使用；裁判员将把那些在基地外遇到的物品拿出场外，不再使用。

6.3.4.5 只有在显然是要让机器人出基地的时候，参赛队员才可以将要移动的物品完全放到基地里，让自主的机器人与它相互作用。然而，把物品放到自主的机器人上，被认为是间接接触，必须重新启动。

6.3.4.6 不管因为什么原因而重新启动，应按照 6.3.2.4 的要求在基地内摆放机器人与物品。

6.3.4.7 如果未被接触的自主机器人与所移动或使用的物品脱离了接触，则该物品应留在原地，直到机器人重新与它接触。这类物品不能用手去恢复。

6.3.4.8 被自主机器人改变了的场地状态，不能恢复。参赛队员接触自主的机器人时，机器人必须立即停止。如果在机器人停止期间改变了场地状态，裁判会尽力恢复。如果无法恢复场地，就只能保持“原样”。

6.3.4.9 比赛可能会有一些偶然事故导致场地的状态发生变化。如果裁判员觉得不难恢复，就立即恢复原状；否则不予恢复。如果场地状态的变化是参赛队的过失造成的，变化导致的得分无效，变化导致的扣分有效；如果场地状态的变化不是参赛队的过失，参赛队将在得分上获得从宽的裁决。

6.3.4.10 基地内可得分的任务模型或物品，应一直在裁判员视线之内。

6.3.4.11 在比赛过程中，对于显然不是故意损坏而导致脱落的机器人零件，参赛队可请求裁判帮助先移出场外，在机器人回到基地后，可将脱落的零件恢复。

6.3.4.12 参赛队的机器人不能以任何方式干扰对方的机器人、场地或策略。

6.3.4.13 只在机器人（或与它接触的物体）的完全进入安全区后才可以用手将它们拿到基地里。但是，对这个机器人上所携带的从基地外拿回的任务模型，要按 6.3.4.4 处理。

6.3.4.14 如果机器人停在即将获得一个任务得分的状态，即使策略性地拿回机器人，这个任务也不能得分。

## 6.3.5 比赛结束

6.3.5.1 每场比赛时间为 150 秒钟，裁判员以哨音结束比赛。此后，参赛队员应立即停止自主的机器人。因停止不及时造成的得分无效。在裁判员确认得分前，任何人不能接触和移动场上的得分物品和改变得分状态。

6.3.5.2 参赛队在完成所有规定任务后应立即向裁判员举手示意，裁判员将记录完成任务的时间。同一组赛台上的另一支参赛队可以继续执行任务，直到 150 秒钟。

6.3.5.3 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。

6.3.5.4 参赛队员应协助裁判员将任务模型和物品恢复到启动前状态，立即将自己的机器人搬回准备区并注意不要带走任务模型和比赛用物品。

## 6.4 确定获胜队

6.4.1 每场比赛后，参赛队的最终得分为各种动作的得分扣除罚分，按最终得分多少确定胜负。

6.4.2 挑战赛结束后，按每支参赛队在各场次的一个最高分和一个最低分的总和作为挑战赛成绩，并依此成绩排名。如果出现局部并列的情况，以参赛队的一个次高分确定先后；如果仍然并列，以参赛队的一个次低分确定先后；如果仍然并列，由裁判长根据参赛队的场上表现确定先后。

## 7 记分

7.1 为减少比赛期间的争议，该场比赛结束后只根据当时场地上的情况来判定得分。比赛结束时，裁判会仔细检查赛场并记下物品的状态和位置。这就是说，如果已经完成的任務被机器人在比赛结束前破坏了，就无法得到该分数。

7.2 对于每项已完成的任務所记的分数，参见“5 任务说明”一节。由于某些任务是限定方法的，没有采用规定的方法即使处于得分状态不予记分。

7.3 未撤消的任務的属性值为 1，已撤消的任務的属性值为-2。得分为“5 任务说明”一节的完成任务的得分乘该任務的属性值。就是说，如果完成了已撤消的任務，得分加倍且为负。

7.4 对完成所有未撤消任務且没有完成任何一个已撤消任務的参赛队加记时间分。时间分等于 150-完成任务时间（秒）。如果参赛队示意已完成任务，但赛后核查时发现参赛队并未完成所有未撤消任務，或完成了任何一个已撤消任務，不记时间分。

7.5 比赛结束时，遗留在基地外的每件器械被认为是丢弃物，要受到丢弃物处罚。

## 8 犯规和取消比赛资格

8.1 未准时到达的参赛队，每迟到 1 分钟则判罚该队 10 分。如果比赛开始 2 分钟后参赛队仍未到场，该队将被取消比赛资格。

8.2 第一次误启动的参赛队将受到裁判员的警告，第二次误启动的参赛队将被取消比赛资格。

8.3 违反对器材和软件的规定，又无法纠正，由裁判长决定处理办法，但是，无论怎样处理，该参赛队不能获奖。

8.4 本届比赛中的“中断处罚”、“丢弃处罚”用处罚模型（一共 4 个黑色长条）实施。如果发生一次这类处罚，裁判员就要把一个处罚模型放在不妨碍机器人运动且得-8 分的地方。比赛结束后按所放模型的多少记罚分。

8.5 如果任务模型损坏显然是参赛队或机器人造成的，无论是有意还是无意，将警告一次。即使再次完成任务也不能得分。

8.6 如果从机器人上分离出来的部件或机构妨碍对方得分，该队将被取消比赛资格。多次故意犯规可能导致取消该队的参赛资格。

8.7 不听从裁判员的指示将被取消比赛资格。

8.8 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。

8.9 比赛中总会产生一些难以估计的问题，裁判员遵循的原则是“疑问从无，裁定从宽”。

## 9 奖励

由于 FLL 机器人工程挑战赛包括机器人挑战赛（选取的有效得分总和）、课题研究（100 分）、技术问辩（100 分）、团队合作（100 分）四个部分。参赛队按这四部分得分的总和排名。如果出现局部并列的情况，按并列参赛队在机器人挑战赛结束后的排名确定先后。

按照参赛队排名确定获奖等级，前 6 名获一等奖，颁发金牌和证书；前 3 名为冠军、亚军和季军，冠军队颁发奖杯；其余参赛队伍（上场参赛并获成绩者）的前 40% 获二等奖，后 60% 获三等奖，分别颁发银牌、铜牌和证书。

## 10 其它

10.1 本规则是实施裁判工作的依据。在竞赛中，裁判长有最终裁定权，他的裁决是最终裁决。处理争议时不会复查重放的比赛录像。组委会不接受教练员或家长的投诉。

10.2 中国青少年机器人教育在线网站 <http://robot.xiaoxiaotong.org/> 的 Q&A 栏目中可能以“重要通知”的形式发布关于比赛规则的任何修订。关于规则的问题可通过该网站答疑。

10.3 比赛期间，凡是规则中未予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。在大多数参赛队伍同意的前提下，针对特殊情况（例如一些无法预料的问题和/或机器人的性能问题等），规则可作特殊修改。

## 附录 记分表

### 第十六届中国青少年机器人竞赛 FLL 机器人挑战赛记分表

参赛队：\_\_\_\_\_

完成的任务		分值	数量	得分
利用回收材料	另一队的有效绿色垃圾箱完全在本队安全区内	60/箱		
利用甲烷	甲烷在卡车机舱或电站里	30/个		
运输	装车	50		
	卸车	60		
分类	有效的绿色垃圾箱	本队垃圾箱完全在另一队安全区	60/箱	
		本队垃圾箱完全在本队发运区或转运器	7/根	
		本队垃圾箱在本队发运区的转运器上	6/根	
		另一队垃圾箱在本队收运区内	7/根	
	黑色长条	在得分花箱或原地	8/根	
		在绿色或黑色垃圾箱内	3/根	
在其它地方		-8/根		
入职	分类区中有小人	60		
报废轿车	风挡/引擎装入轿车	60		
	折叠的轿车完全在收运区内	50		
清理	塑料袋完全在安全区内	30/个		
	动物完全在无塑料袋任何圆圈内	20/个		
	母鸡完全在小圆内	35		
制肥	混合肥料完全在安全区内	80		
	混合肥料未完全在安全区内	60		
回收	贵重物品完全在基地里	60		
拆除建筑物	12 根梁均未留在原地	85		
采购决策	玩具飞机完全在基地里	40/个		
再利用	混合肥料完全在一个空包装箱里	40		
总分				

团队合作得分（满分 20 分）：

裁判员：\_\_\_\_\_

记分员：\_\_\_\_\_

参赛队员：\_\_\_\_\_

参赛队员：\_\_\_\_\_

裁判长：\_\_\_\_\_

数据录入：\_\_\_\_\_