

第十八届中国青少年机器人竞赛

FLL 机器人工程挑战赛主题与规则

1 FLL 机器人工程挑战赛简介

FLL 机器人工程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“细水长流”。

水是地球上最常见的物质之一，是包括人类在内所有生命生存的重要资源，也是生物体最重要的组成部分。人类对水的需要不仅是饮用以保持体内水分、维系生命，为保证人类赖以生存的农作物生长环境的湿润，也需要大量水的浇灌。所有，远古时代人们就知道逐水而居的道理。为了满足人类社会不断增长的需要而发展起来的各种现代产业，也几乎全需要水。

地球是极为秀丽的蔚蓝色球体。水是地球表面数量最多的天然物质，它覆盖了地球 71% 以上的表面。但是，这并不是我们高枕无忧的理由。海洋和某些湖泊里是咸水，不能被直接利用。加之滥伐森林导致水土流失、河道和水库淤塞、旱灾频仍，严重破坏了地球的生态系统，同时，环境污染使水质不断下降，严重威胁着人类的生存。水是生命之源，是全球生态系统中最关键的环节，如果人类不能有效管理水资源，不能保证饮水的安全，那么遭殃的将是人类自身。

我们能应对水危机吗？答案：是的！本年度“细水长流”机器人比赛所展示的只是人类所做努力的一部分。当你完成任务时，要注意多种创新和技术，你会看到，在人类发现、运输、利用和处理水方面还有许多有趣的问题要解决！

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，也造就了很多人类利用水资源、避免水危机的新方法。我们能充分利用科学技术手段使人类发现和利用水资源更合理吗？是的，肯定能！

FLL 参赛队员，让你们的创新思维沸腾起来，为我的世界更美好贡献聪明才智吧！在“细水长流”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“细水长流”机器人比赛中，参赛队将用乐高的 MINDSTORM 器材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“细水长流”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 比赛场地全景

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，四周装有边墙，厚度为 38mm，内高为 77mm±13mm，如图 2 所示。边墙内侧为黑色。

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。

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赛台外或由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。

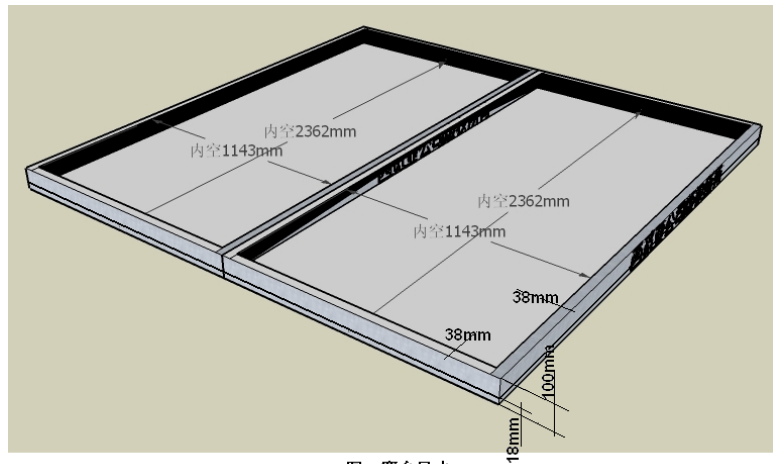


图2 赛台尺寸

3.3 基地

场地膜上有一块基地。它是机器人准备、启动和必要时维修的地方。基地是场地膜西南角一道 1/4 圆弧（粗黑线的外缘）和赛台南、西边墙内沿围成的闭合图形向上无限延伸所包含的空间，如图 3 所示。如果场地膜的尺寸有误差（一般是略小），不能与边墙相配，则优先保证场地膜的南边缘与边墙贴紧，东西向居中，基地会略有增大。

对于基地与某个物体的相对位置，规则中常常会提到“在里面”或“在外面”。图 3 以黑线围成的区域表示基地，红线围成的范围表示物体，分别定义了“完全在里面”、“部分在里面”和“在外面”。这个定义也完全适用于下一节中的任何区域。

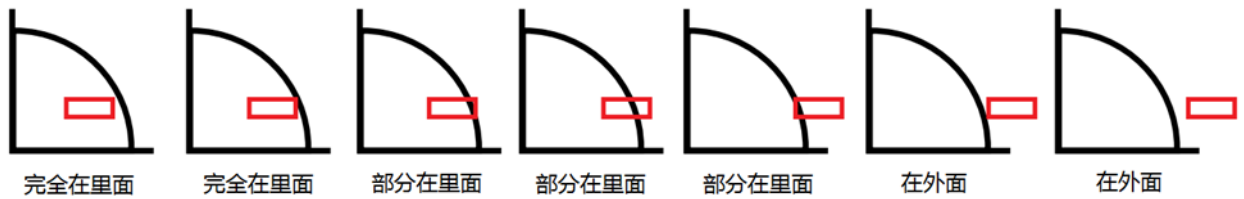


图3 基地

3.4 目标区

有些比赛任务会要求机器人把某个任务模型运送到某个指定的区域，这些区域称为运送目标区。图 4 画出了六个目标区。



图4 六个目标区

(1)三脚架目标区。有两个三脚架目标区，它们是图中粗黑线大圆外缘所围成的区域。实际上只有一个三脚架，三脚架放在这两个目标区之一就是有效的。

(2)水井目标区。这是场地膜中部偏西粗黑线大圆外缘所围成的区域。

(3)水泵部件目标区。这是场地西北部紧靠北边墙的一个黑色矩形区域。它的东南方有放置水泵部件的标记。

(4)蒸馏器目标区。这是场地东南部紧靠东边墙的一个黑色矩形区域，不包括路障模型。

(5)水管目标区。这是场地中部紧靠北边墙的一个黑色矩形区域。

(6)水模型目标区。在场地东北角。与前五个目标区不同的是这个目标区是用 LEGO 元件构建的方框形实体而不仅仅是场地膜上画出的区域。虽然这个方框形实体放在场地膜上的标记处，但在比赛中它是可以移动的，无论移动到哪里，方框形实体包围的区域就是水模型目标区。

3.5 任务模型

机器人执行任务实际上是对任务模型的操作。有些任务模型不包含可动的部件，机器人的操作只改变它们的位置或状态；有些任务模型具有可运动的部件，机器人的操作可能改变模型的位置、形状或状态。

3.5.1 水模型

有清水、雨水和污水三种模型，统称为水模型，如图5所示。较大的清水模型共有5个，3个放在基地里，1个装在水泵里，还有1个装在水处理模型里。雨水模型共有10个，9个放在雨云模型里，1个装在基地内的蒸馏器模型里。污水模型只有1个，装在基地内的蒸馏器模型里。

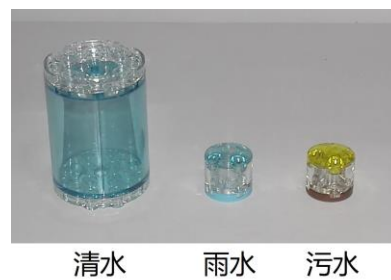


图5 水模型

3.5.2 断裂的水管和新水管

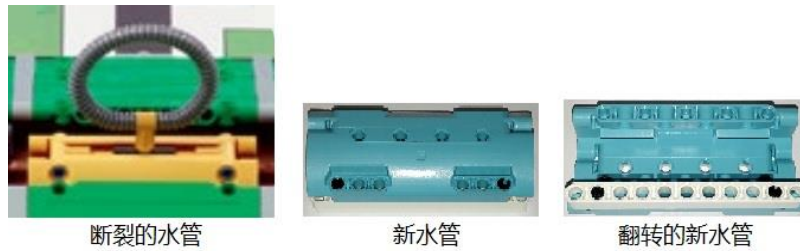


图 6 水管模型

图 6 中有一个黄色断裂水管模型，松散地放置在场地中部的水管修理装置中。还有两个蓝色新水管模型，松散地放置在基地里。

3.5.3 井盖和三脚架

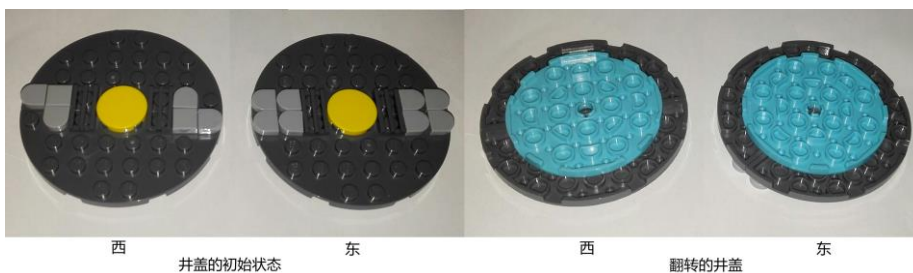


图 7 井盖



图 8 三脚架

图 7 中有两个圆形的井盖模型。二者的正面略有区别，反面则是相同的。两个井盖分别放置在场地中部东、西两个三脚架目标区内，正面向上。

图 8 是一个三脚架模型，放在基地里。

3.5.4 路障和限位条

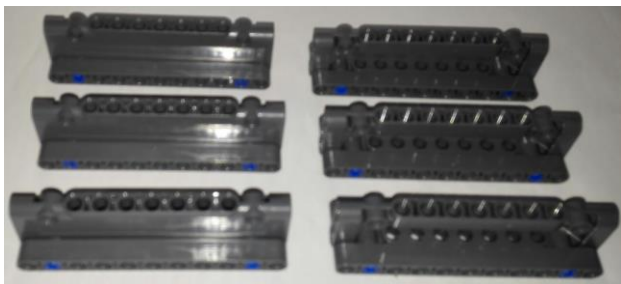


图 9 路障

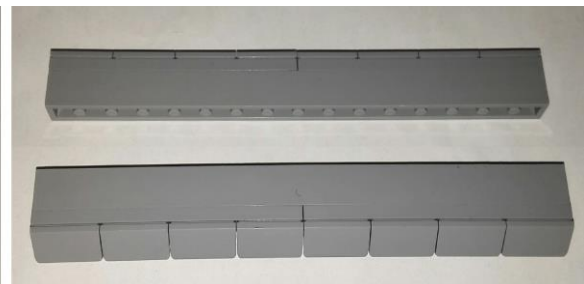


图 10 限位条

图 9 是 6 个路障模型，其中 4 个固定在场地东北角水模型目标区标记的西侧，1 个固定在场地东南部蒸馏器目标区的西边，还有 1 个固定在过滤器标记的西侧。路障有一面是光的，应向西。

图 10 中是两根限位条，分别固定在两个三脚架目标区限位条的标记处。限位条的一面是楔形的，应朝向目标区的大圆圈。

3.5.5 水井和消防车

水井模型如图 11 所示，它是放在基地里的。

消防车模型如图 12 所示，它松散地放置在场地东北部 4 个路障西侧的标记处，车头向南。机器人执行灭火任务时，消防车是它的工具。



图 11 水井



图 12 消防车

3.5.6 水泵部件

一个水泵部件模型（如图 13 所示）放在其目标区东南方向的标记处，机器人可以将它移入目标区。



图 13 水泵部件

3.5.7 斜面和水管

两片绿色的斜面模型和两节黑色的水管模型构成场地中部的的水管修理装置（见图 1）。它们是用子母扣固定在场地膜上的。3.5.2 所说的断裂的水管（黄色）就松散地放在两节黑色水管之间。

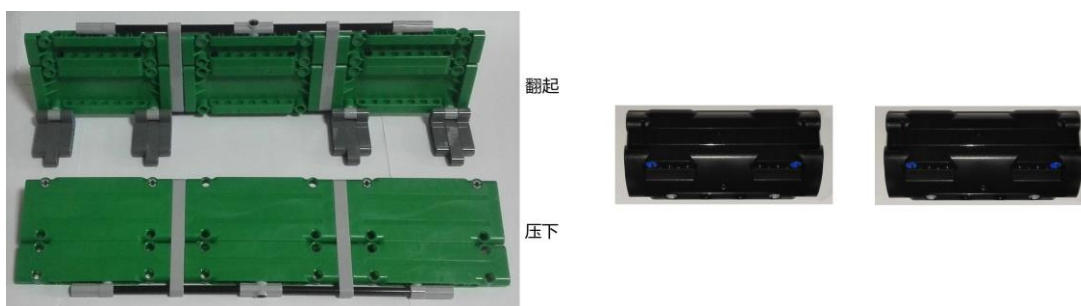


图14 斜面和水管

3.5.8 淤泥和处罚模型

图 15 中的淤泥模型和处罚模型是形状、大小相同的圆片，前者为棕色，后者为红色。处罚模型交由裁判处理；淤泥模型放在水处理模型的棕色履带上。

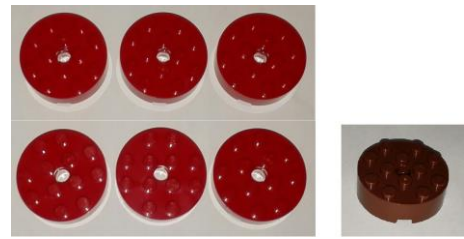


图 15 淤泥和处罚模型

3.5.9 雨云

一个雨云模型固定在场地北部偏西的标记处，如图 16 所示，其正面向东。向北推动模型上的黄杆到位，从雨云模型顶部尽可能均匀分布地装入 9 个雨水模型。机器人在完成降雨任务时，向南推动黄杆到位，雨水模型就会自由落下。



图 16 雨云模型

3.5.10 房屋

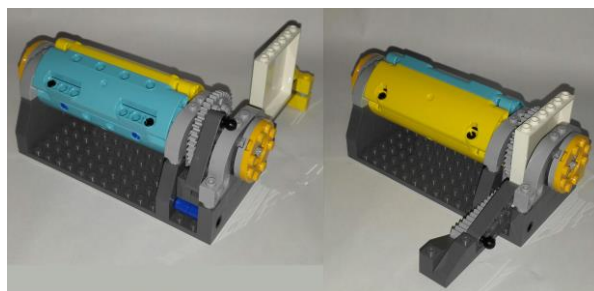


图 17 房屋

房屋模型（图 17）被固定在场地中部偏东的标记上，其正面朝向东。设置此模型时，应使房后的“火苗”升起，房屋下方的黄杆向北倾斜。机器人完成灭火任务时，应使用消防车向南推动黄杆，使火苗落下。

3.5.11 过滤器

图 18 中的过滤器模型是固定在场地上的。设置过滤器的初始状态时，应将其锁栓（其上有一黑色小球）抬起，把黄色推板向南拉到标记处。向北推动黄色推板完成过滤任务后，锁栓应落下。

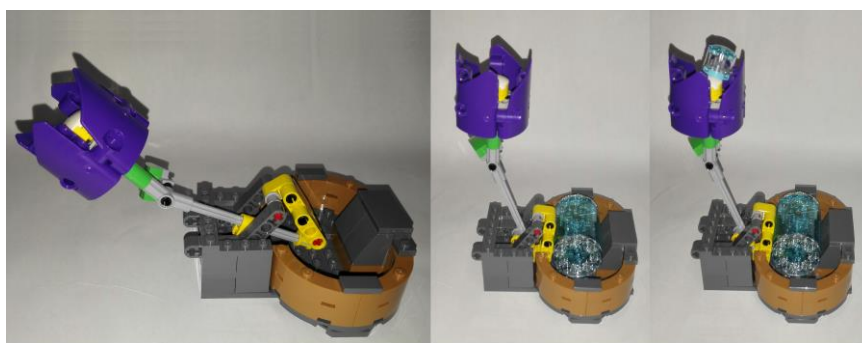


过滤器的初始状态

完成过滤任务后的状态

图 18 过滤器模型

3.5.12 花卉



花卉的初始状态

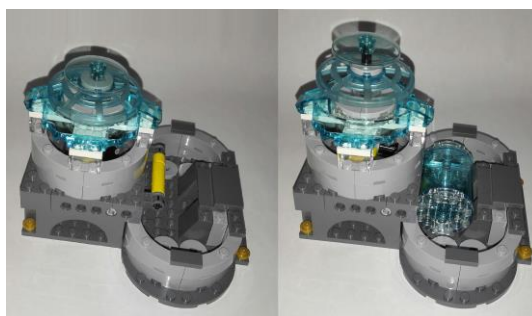
花朵立起

花朵中有雨水

图 19 花卉模型

图 19 中的花卉模型固定在场中部偏东处。花朵落下，模型一侧的棕色池中放入一个清水模型后花朵立起，花朵中还能容纳一个雨水模型。

3.5.13 喷泉



喷泉的初始状态

清水进入，喷泉升起

图20 喷泉模型

图20中的喷泉模型固定在场南侧接近中部处。喷泉部件落下。模型一侧的灰色池中放入一个清水模型后，喷泉部件升起，高度明显增加。

3.5.14 水泵

图 21 中的水泵模型固定在靠场地西北角的北边墙上，其底板应在标记范围内（水泵部件目标区西边线及水泵的黑色标记线之间）。水泵上方的空间装入一个清水模型。转动水泵阀门手柄，清水应能倒出，沿黑色长杆滚入对方场地。

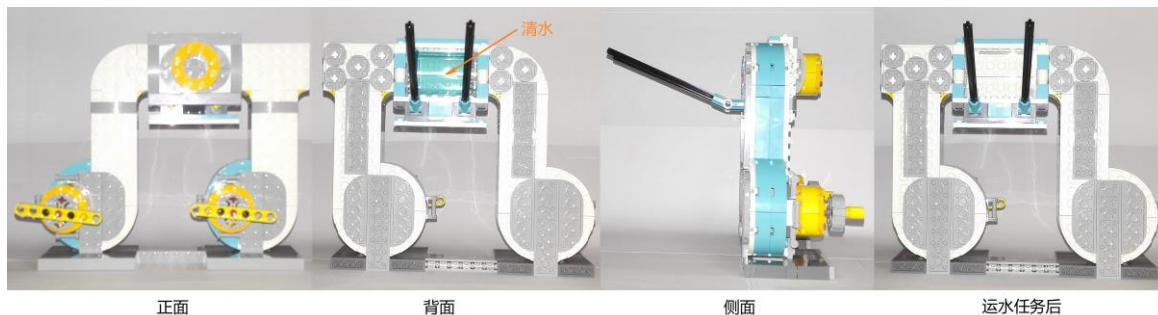


图 21 水泵模型

3.5.15 蒸馏器



图 22 蒸馏器模型

图 22 中的蒸馏器模型放在基地里。把雨水模型和污水模型各一个平整面向下地装入蒸馏器，并关闭其上的黑杆，保持黄色活塞向上。雨水模型和污水模型放在哪一边是随意的。向下按压活塞，应能排出清水、污水模型。

3.5.16 水龙头

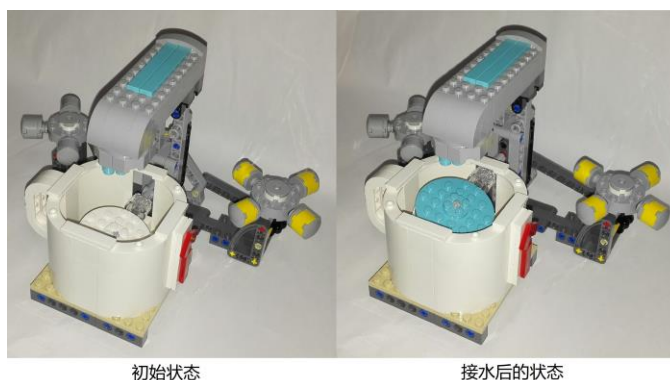


图 23 水龙头模型

图 23 中的水龙头模型固定在场地的东南角的标记处。水杯中白、蓝两色部件完全翻

到只显白色。阀门手柄转动应平滑，稍有阻力。转动手柄后，白、蓝两色部件应翻到显示蓝色。

3.5.17 坐便器

图 24 中的坐便器模型固定在房屋模型的西北方。模型的初始状态是黄色手柄抬起，压下手柄后就启动了水处理任务。模型左下方有一个联轴节，它要与下一节的东轴相连。压下坐便器的黄色手柄，会通过联轴节输出一个转动。

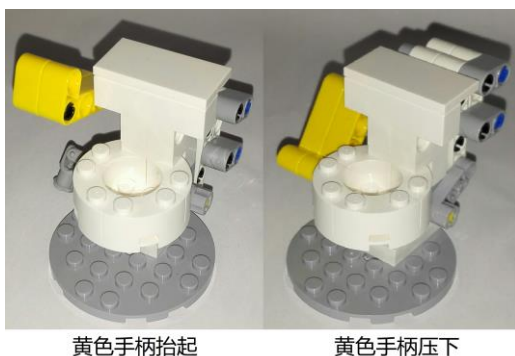


图 24 坐便器模型

3.5.18 水处理模型



图 25 水处理模型及其限位块

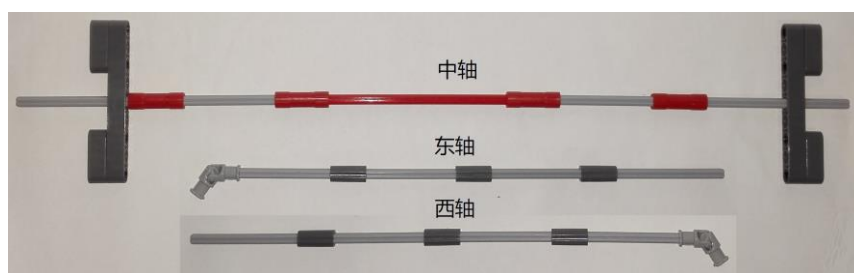


图 26 轴及联轴节

水处理模型是本届比赛中比较难设置的模型。与消防车、井盖、水泵部件等不用子母扣固定的模型一样，水处理模型也只是放在自己的标记上，但是，它有东、西两个限位块（见图 25 右边的小图）。

设置模型时，①先将两个限位块与水处理模型一起在场地膜上比好位置，模型在

限位块间应略有活动余地；②然后，拿开模型，固定两个限位块；③将模型后下方的红轴用联轴节与图 26 中的西轴相连；④西轴上的联轴节与中轴相连；中轴与东轴的联轴节相连；⑤将模型放入限位块，使西轴、中轴在它们的标记上，将东轴与坐便器输出轴的联轴节相连；⑥固定中轴两端的轴承；⑦将模型上的灰色水箱向上抬起到位并向西推动棕色履带上的灰色小条，把棕色淤泥模型放在履带上，并将一个清水模型装入水处理模型西侧的空间。

设置完成后应进行简单的测试。向下按坐便器的黄色手柄并让它停留在那里。按压力应很小，并应使水处理模型的白色水箱持续下降，排出清水和淤泥模型。如果不大顺畅，再仔细重复设置的每一步骤。

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；边墙上有裂缝；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 25 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。

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。



图 27 允许使用的控制器的外形

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28 允许使用的电机的外形

4.5 参赛队必须使用LEGO MINDSTORMS电机，几种可用的电机外形示于图28。参赛队最多只能使用4个电机。例如，如果你的机器人上有4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3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4个电机从一个附属装置取出迅速装到另一装置中。

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29所示。



图 29 允许使用的传感器

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。

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 18 种任务。这里所说的机器人应符合 4.1 的要求。某些任务在满足了得分的基本要求后又满足了特别的要求，会加记奖励分。某些任务在完成后只是部分地满足了得分条件，记“半分”；而完全满足得分条件，则记“满分”。这种情况可以理解为有两个以上用“或”连在一起的得分状态，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状态，又满足那个得分状态，只能得到一个分数（即半分或满分）。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) 移除水管

从水管修理装置中拿出断裂的水管。

比赛结束时，如果断裂的水管完全在基地内，记 20 分。

(2) 送水（限定方法）

机器人只能用转动水泵阀门的方法，排出水泵中的清水模型（最多一次）。

如果清水模型落在另一队的场地上，记 25 分。

(3) 搬动水泵部件

机器人要将水泵部件移动到水泵部件目标区。

如果比赛结束时，水泵部件完全在水泵部件目标区内与场地膜接触，记 20 分。

(4) 降雨

机器人要使放在雨云模型中的雨水模型出来。

如果至少有一个雨水模型从雨云模型中出来，记 20 分。

(5) 过滤（限定方法）

机器人要将过滤器上的黄色推板向北推动，使过滤器转动。

比赛结束时，如果过滤器上的黑色锁栓落下，记 30 分。

(6) 水处理（限定方法）

机器人只能用扳动坐便器的黄色手柄的方法，使水处理模型的水箱下落。

如果水处理模型排出了清水模型，记 20 分。

(7) 开启喷泉（限定方法）

机器人要将一个清水模型放入喷泉模型一侧的灰池中。

比赛结束时，如果喷泉模型的高度明显上升，并停在那里，记 20 分。

(8) 检查井盖（限定方法）

机器人要将井盖翻转，但不得将它/它们带到过基地。

比赛结束时，如果井盖的翻转明显超过 90°，每个记 15 分。

如果已按上述规定记满 30 井盖分，且两个井盖分别完全在两个三脚架目标区内，则加记 30 奖励分。

(9) 移动三脚架

机器人要移动相机三脚架。

比赛结束时，如果三脚架部分进入两目标区之一且其所有的脚与场地膜接触，记半分，15 分。

如果完全进入两目标区之一且其所有的脚与场地膜接触，记满分，20 分。

(10) 更换水管

机器人要移动新水管。移动前如果需要，可先在基地内把备用圆环装在新水管模型上。

比赛结束时，如果新水管被送到原断裂的水管所在的位置，且完全/水平地与场地膜接触，记 20 分。

(11) 装水管

机器人要移动新水管。移动前如果需要，可先在基地内把备用圆环装在新水管模型上。

比赛结束时，如果新水管部分进入其目标区，且完全/平坦地与场地膜接触，记半分，15 分

如果完全进入目标区，且完全/平坦地与场地膜接触，记满分，20 分。

(12) 施肥

机器人要把淤泥模型移动到花园中任何一个方盒处。

如果比赛结束时，淤泥模型与方盒中的花木接触，记 30 分。

(13) 浇花（限定方法）

机器人要把一个清水模型放入花卉模型一侧的棕色罐子里，改变模型的状态。

比赛结束时，如果模型上的花朵立起，高度明显上升并停在那里，记 30 分。

如果花卉模型已按上述规定得分，且至少有一个雨水模型在紫色花朵里，除与花

弃模型接触外，与别的物品没有接触，加记奖励分，30分。

(14) 挖水井

机器人要把水井模型移动到它的目标区。

如果比赛结束时，水井模型部分进入水井目标区且与场地膜接触，记半分，15分。

如果水井模型完全进入水井目标区，记满分，25分。

(15) 灭火（限定方法）

机器人要用消防车对房屋模型下方的黄杆直接加力，向南推动。

比赛结束时，如果房屋模型上的火苗落下，记25分。

(16) 集水（限定方法）

机器人要把清水模型和/或雨水模型（无污水模型）移动到水模型目标区。水模型目标区可以在场地膜上移动，但该目标区不得在任何时刻到达过白色出界线。

比赛结束时，如果水模型与其目标区内的场地膜接触，且水模型除与目标区和/或别的水模型接触外，不与别的物品接触也不受别的物品影响。每种水模型单独记分。至少一个雨水模型，记10分；每个清水模型，记10分。

如果至少有一个清水模型按上述规定在水模型目标区得分，且其上还有一个水模型，该模型除与水模型接触外与别的任何物品没有接触，加记奖励分，30分（最多只有一次奖励）。

(17) 移动蒸馏器

机器人要把蒸馏器移动到它的目标区。

比赛结束时，如果蒸馏器完全进入其目标区，记20分。

如果蒸馏器已按上述规定得分，且污水模型和至少一个雨水模型完全在蒸馏器目标区内，加记奖励分，15分。

(18) 接水（限定方法）

机器人只能转动水龙头手柄，改变其状态。

比赛结束时，如果水杯的水位指示器的蓝色部分明显多于白色部分，记25分。

18种任务的得分条件归纳于表1中。

5.3 机器人从基地出发，完全离开基地后，才可以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。

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。

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	移除水管	断裂的水管	断裂的水管完全在基地内	20
2	送水	水泵	转动水泵阀门，排出清水模型，落在对方场地上	25
3	搬动水泵部件	水泵部件	水泵部件完全在其目标区内与场地膜接触	20
4	降雨	雨水、雨云	至少有一个雨水模型从雨云模型出来	20
5	过滤	过滤器	推动黄色推板向北，黑色锁栓落下	30
6	水处理	坐便器、水处理、清水	坐便器的黄色手柄向下，水处理模型的水箱下落，排出清水模型	20
7	开启喷泉	喷泉、清水	清水模型放入喷泉的灰池中，喷泉的高度明显上升	20
8	检查井盖	井盖	井盖在未进入基地的情况下翻转超过 90°	15/个
			奖励 已记满 30 分，且两个井盖分别完全在两个三脚架目标区内	30
9	移动三脚架	三脚架	三脚架部分进入其某一目标区且其所有脚与场地膜接触	15
			或，三脚架完全进入其某一目标区且其所有脚与场地膜接触	20
10	更换水管	新水管	新水管在原断裂的水管所在的位置，且完全/水平地与场地膜接触	20
11	装水管	新水管	新水管部分进入其目标区，且完全/平坦地与场地膜接触	15
			或，完全进入目标区，且完全/平坦地与场地膜接触	20
12	施肥	淤泥	淤泥模型与方盒中的花木接触	30
13	浇花	花卉、清水、雨水	清水模型在花卉模型一侧的棕罐里，花朵立起，高度明显上升	30
			奖励 已按上述规定得分，紫色花朵里至少有一个自由的雨水模型	30
14	挖水井	水井	水井模型部分进入其目标区且与场地膜接触	15
			或，水井模型完全进入水井目标区且与场地膜接触	25
15	灭火	房屋、消防车	用消防车向南推房屋下方的黄杆，火苗落下	25
16	集水	清水、雨水	清水模型与水模型目标区内的场地膜接触，且不与别的物品接触	10/个
			至少一个雨水模型与水模型目标区内的场地膜接触，且不与别的物品接触	10
			奖励 至少有一个得分的清水模型独立支持了另一个水模型	30
17	移动蒸馏器	蒸馏器、污水、雨水	蒸馏器完全进入其目标区	20
			奖励 蒸馏器已得分，且污水模型和至少一个雨水模型完全在蒸馏器目标区内	15
18	接水	水龙头	转动水龙头手柄，水位指示器的蓝色部分明显多于白色部分	25

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 2018 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。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 启动前，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，且高度不得超过 305mm。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能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机器人或任何正在移动或使用的模型或物品。发生上述接触动作时，机器人就立刻被认为是“被中断的”。如果它完全在基地内，没有关系，可以再次启动；如果它不完全在基地内，就必须平稳地把它拿回基地调整、重新配置并准备重新启动，但要受到一次“中断处罚”。

6.3.4.4 如果中断自主的机器人时它正在策略性地运送某个模型或物品，对该模型或物品的处置取决于它当时的位置。如果它完全在基地内，则让机器人再运送它；如果它不完全在基地内，则应把它交给裁判员，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，必须让该物品停下，而对该物品的处置与它当时所在的位置有关。如果它完全在基地内，则让机器人再与它接触；如果它部分地在基地内，则应把它交给裁判员，不再使用；如果它完全在基地外，则应留在原地，直到机器人重新与它接触。

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 完全在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。这些模型或物品也可以放到场外某个指定的地方，但不得存放在基地外的场地膜上。

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。如参赛队的机器人的非法意外动作使对方试图完成的任务失败，仍然要给对方记分。

6.3.4.13 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 在比赛结束前，如果参赛队完成了所有规定任务，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 确定挑战赛成绩

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 未撤消的任务的属性值为 1，已撤消的任务的属性值为-2。得分为“5 任务说明”一节的完成任务的得分乘该任务的属性值。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务且没有完成任何一个已撤消任务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务，或完成了任何一个已撤消任务，不记时间分。

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 本届比赛中的“中断处罚”用 6 个处罚模型实施。如果发生一次这类处罚，裁判员就要把一个处罚模型放在场地东南角白色三角形中。比赛结束后按所放模型的多少记罚分，每个处罚模型记-5 分。

8.4 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。

8.5 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。

8.6 不听从裁判员的指示将被取消比赛资格。

8.7 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。

8.8 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 中国青少年机器人竞赛网站 <http://robot.xiaoxiaotong.org/>的“规则答疑”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：

第十八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
移除水管	断裂的水管完全在基地内	20		
送水	转动水泵阀门，清水模型落在对方场地上	25		
搬动水泵部件	水泵部件完全在其目标区内与场地膜接触	20		
降雨	至少一个雨水模型从雨云模型出来	20		
过滤	黄色推板北移，黑色锁栓落下	30		
水处理	黄色手柄向下，水处理水箱下落，排出清水	20		
开启喷泉	清水入灰池，喷泉高度上升	20		
检查井盖	井盖在未进入基地的情况下翻转超过 90°	15/个		
	奖励 满 30 分，且两井盖分别完全在两个三脚架目标区内	30		
移动三脚架	三脚架部分进入其某一目标区且其所有脚与场地膜接触	15		
	或，三脚架完全进入其某一目标区且其所有脚与场地膜接触	20		
更换水管	新水管在原断裂的水管所在的位置，且完全/水平地与场地膜接触	20		
装水管	新水管部分进入目标区，且完全/平坦地与场地膜接触	15		
	或，完全进入目标区，且完全/平坦地与场地膜接触	20		
施肥	淤泥模型与方盒中的花木接触	30		
浇花	清水在花卉的棕罐里，花朵立起，高度明显上升	30		
	奖励 已得 30 分，花朵里至少有一个雨水模型	30		
挖水井	水井部分进入目标区且与场地膜接触	15		
	或，水井完全进入目标区且与场地膜接触	25		
灭火	消防车推黄杆，火苗落下	25		
集水	清水与目标区内的场地膜接触，且不与别的物品接触	10/个		
	及，至少一个雨水与目标区内的场地膜接触，且不与别的物品接触	10		
	奖励 至少有一个得分的清水模型独立支持了另一水模型	30		
移动蒸馏器	蒸馏器完全进入目标区	20		
	奖励 已得 30 分，且污水和至少一个雨水完全在目标区内	15		
接水	转动手柄，水位指示器的蓝色部分明显多于白色部分	25		
处罚	在白色三角形中的粪便模型	-5/个	最多 6 个	
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： _____