

# 一、FLL 機器人工程挑戰賽主題與規則

## 1 FLL 機器人挑戰賽簡介

FLL 機器人挑戰賽是一項引進的青少年國際機器人比賽專案。要求參加比賽的代表隊自行設計、製作機器人並進程式設計。參賽的機器人可在特定的競賽場地上，按照一定的規則進行比賽。

## 2 競賽主題

本次 FLL 挑戰賽的主題為“天降之咎”。

從外太空看地球，地球小得可憐，甚至最高的山峰都難以看清。人類與地球、大氣層、海洋相比又是那麼渺小。所以，當我們腳下的巨人開裂時，情況是有意思的，但又是災難性的。當我們周圍的水體運動時，既令人激動，但又常常是毀滅性的。預測災難是極具挑戰性的，避開“天降之咎”是相當困難的！

我們可以做點什麼嗎？是的。我們能嗎？能！現在的 FLL 參賽隊員，未來的科學家和工程師們，當你們面對自然界不可思議的毀滅性能量時，要為災難預防、安全和災後重建貢獻聰明才智。

現在讓你們的創新思維沸騰起來吧！在“天降之咎”挑戰賽中，你們將研究風暴、地震、海嘯及更多的自然災害。參賽隊將認識到人們生活、工作和休閒的地方發生強烈的自然事件時該做什麼。在“天降之咎”挑戰賽中行動起來吧！

參加挑戰賽的孩子們要像科學家和工程師那樣去思考。在“天降之咎”機器人比賽中，參賽隊將用樂高的 MINDSTORM 構建和測試一台自主的機器人並編制其程式，完成一系列象徵性任務。他們在課題研究中還要選擇和解決現實世界的問題。

對自然災害做好準備可以使孩子們在發生災害時不至於覺得無助並善於應對。我們希望參與“天降之咎”挑戰賽的孩子們在自然災害面前表現得有自信心並與眾不同。

### 3 比賽場地與環境

#### 3.1 場地

圖 1 是比賽場地。一張印製的場地膜上散佈著多種任務模型。有些任務模型是用子母扣固定在場地膜上的，在整個比賽期間，機器人不能挪動它們的位置，只能對模型上的可動部件進行操作；還有些模型是散放在場地膜上的，機器人在完成任務時通常是要讓它們或帶它們回到基地的。

場上有形狀各異的深藍、深綠、紫色、紅色、粉色、黃色、淡藍、淺綠、橙色等 9 個得分區，它們在場地膜上的位置如圖 2 所示。要注意的是，淡藍色得分區在黃色得分區裡面。在判斷是否得分時，得分區的概念是很重要的。



圖 1 比賽場地

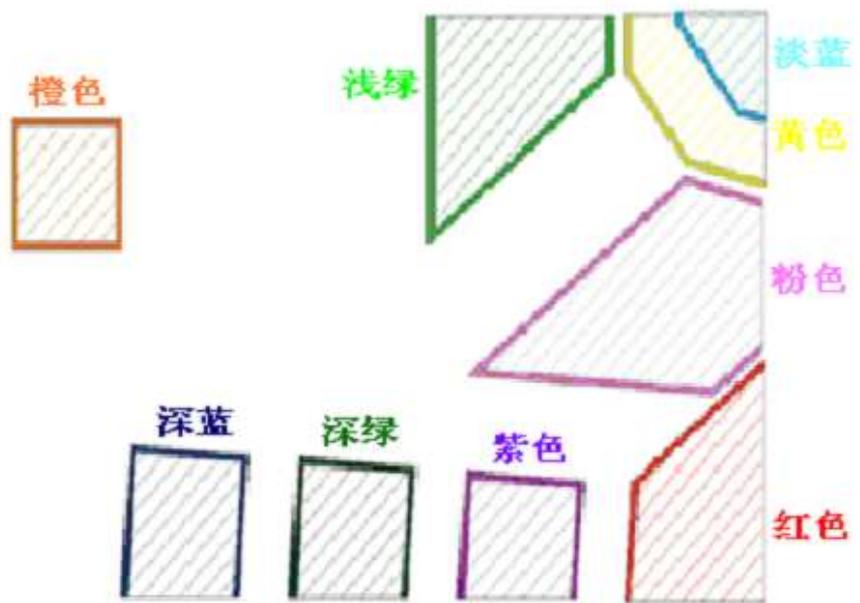


圖 2 得分區位置示意圖

## 3.2 賽台

3.2.1 賽台是進行機器人比賽的地方。

3.2.2 單個賽台的內部尺寸長為 1143mm、寬 2362mm，四周裝有邊框，高為 77mm ±13mm，厚度為 38mm，賽台底板厚度為 18mm，如圖 2 所示。邊框內側為黑色。組裝好的賽台邊框內高為 77mm±13mm，本屆比賽有兩個任務（飛機救災和取得進展）的完成與這個高度有關。

3.3.3 場地底板上鋪有亞光場地膜。場地膜上畫有基地，比賽用的部分模型則佈置在場地膜上。場地膜（含黑邊）的尺寸為 1140mm、寬 2350mm。場地膜緊貼

北面和東面的邊框。參賽隊在設計機器人時必須充分考慮到場地膜的誤差。

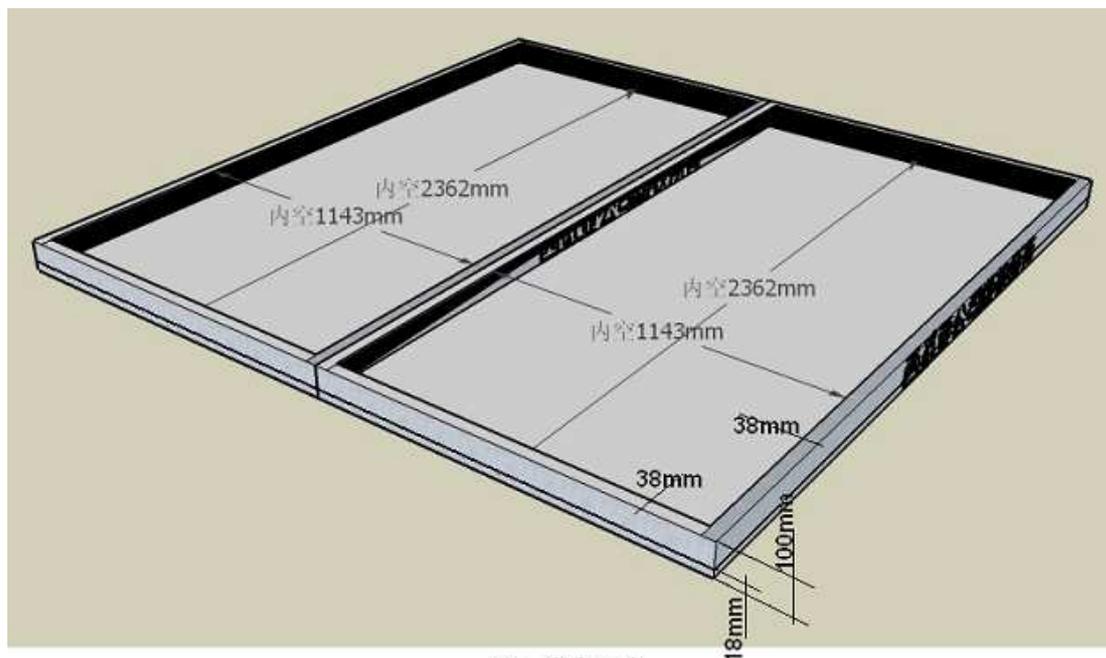


图3 赛台尺寸

3.2.4 比賽時兩張賽台背靠背放在一起，如圖 3 所示。兩支參賽隊各占一張賽台。參賽隊員面向賽台時，賽台左西右東，場地膜上有一個表示方向的標誌。

3.2.5 場地上物品較多，比賽期間，參賽隊和裁判員要共同維護好場上秩序。參賽隊可以把基地內當前不動或機器人不用物品放到基地外，只要這個動作不具有任何策略性。物品也可由賽台旁兩名隊員之一拿在手裡或在盒子裡。如因其它原因而非機器人的動作使模型斷裂、失效、移動或被啓動，如果可能，裁判員應儘快將它恢復。

### 3.3 基地

場地膜的西南角有一塊基地。基地是場地膜上基地東、北兩條邊線和賽台南、西邊框內表面垂直向上延伸和一個 305mm 高的虛擬天花板組成的封閉空間，如圖 3 所示。如果場地

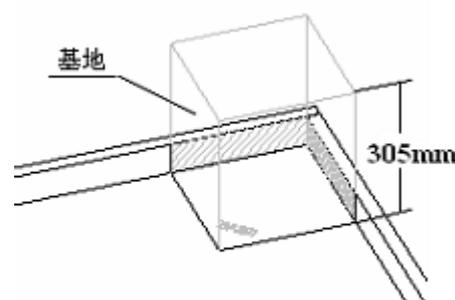


图4 基地

膜的尺寸有誤差（一般是略小），不能與邊框相配，則優先保證場地膜的東、北邊緣與邊框貼緊。基地是一個空間而不是平面。基地是機器人準備、啓動和必要時維修的地方。

### 3.4 任務模型



图 5 树、宠物、手电筒和电缆



图 6 货车、燃料、瓶装水和药品

#### 3.4.1 樹、寵物、手電筒和電纜

在場地西北角有兩個寵物（狗、貓）、一棵樹、一個手電筒和一個架空電纜的模型，如圖 5 所示。樹上指向東方的樹枝是可以拆下調整高度的。

#### 3.4.2 貨車、麵包、燃料、瓶裝水和藥品

貨車模型在場地中部偏西，車上裝有麵包、燃料、瓶裝水和藥品，如圖 6 所示。

#### 3.4.3 房屋、男人、摩托車和頭盔

房屋模型用子母扣固定在場地中部偏西北的橙色得分區內，東面有男人模型，南面有摩托車模型，摩托車朝南的腳蹬上掛著一個頭盔，如圖 7 所示。房屋模型是可以抬升和鎖定的。



图7 房屋、男人、摩托车和偷盗



图8 救护车和海啸模型

#### 3.4.4 救護車和海嘯模型

救護車模型放在場地中央，它的南面是海嘯模型，其上居中裝有 3 根象徵海浪的藍色圓柱體，釋放後可以滾下斜面，如圖 8 所示。

#### 3.4.5 障礙物模型

4 個形狀各異的障礙物模型用子母扣分別固定在場地南面深藍、深綠、紫色、紅色得分區西邊線外，如圖 9 所示。

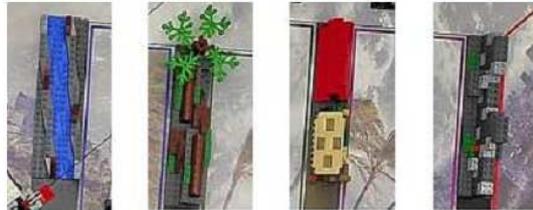


图9 障碍物模型



图10 栅栏、瓶装水、两波段收音机和收录机

#### 3.4.6 柵欄、瓶裝水、兩波段收音機和收錄機

3 個相同的柵欄模型分別用子母扣固定在深藍、深綠、紫色得分區的北面端線外居中處，1 個瓶裝水模型放在深藍色得分區的西南角，1 個收錄機和 1 個兩波段收音機模型分別放在深綠和紫色得分區的柵欄之間，如圖 10 所示。

### 3.4.7 電池、撤離標誌、兒童和發電機

場地東邊中部放著電池和撤離標誌模型，它們的南面是兒童和發電機的模型，如圖 11 所示。撤離標誌上有黃色箭頭的黑色小板可以豎起，靠模型下的滑板與場地膜或其它拼接杆之間的摩擦力維持模型的豎起。

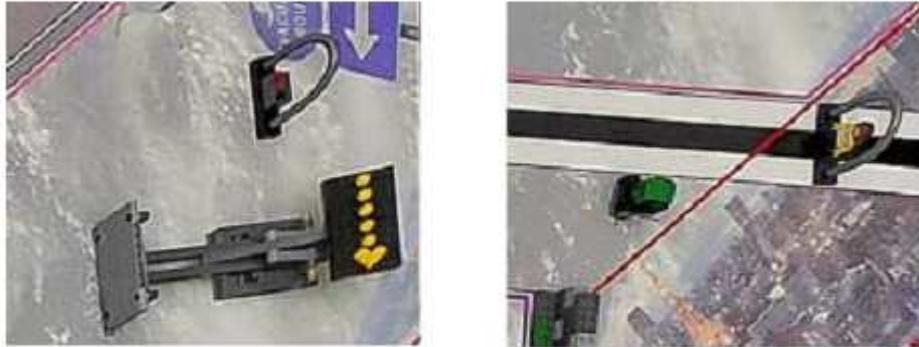


图 11 電池、撤離標誌、兒童和發電機

### 3.4.8 大樓、基礎、燃料和預製件

灰色的基礎模型放在場地膜的北邊，模型有可滾動的框架，上面放著兩棟大樓的模型，西邊的那棟要向北推到底，大樓模型的窗戶朝向沒有關係；基礎模型的東面堆著 3 塊預製件，西面放著一個燃料模型，如圖 12 所示。



图 12 大樓、基础和預製件

### 3.4.9 運輸機



**图 13 运输机**

運輸機模型（如圖 13 所示）固定在場地南邊框上，對著場地膜上的跑道；東北角邊框上固定著一個滑輪，飛機模型與滑輪之間有一根細線，如圖 1 所示，飛機被“釋放”後可以沿著細線“飛行”。要按照 LEGO 的說明安裝這個模型，以保證飛機運動的自如。

#### 3.4.10 屋頂碎片

在場地的東南角放著 4 個屋頂碎片模型，這是本屆比賽中的接觸懲罰物品，如圖 14 所示。屋頂碎片模型是由裁判員掌握的，是不是放在場地東南角沒有關係。



**图 14 屋顶碎片**

#### 3.4.11 撥盤

一個帶有 16 個彩色圓點的撥盤模型，如圖 15 所示，固定在場地北邊框的正中，一半在自己的賽臺上，另一半在對方，向西撥動模型上的紅色撥杆，指標就可以旋轉，到達彩色圓點。

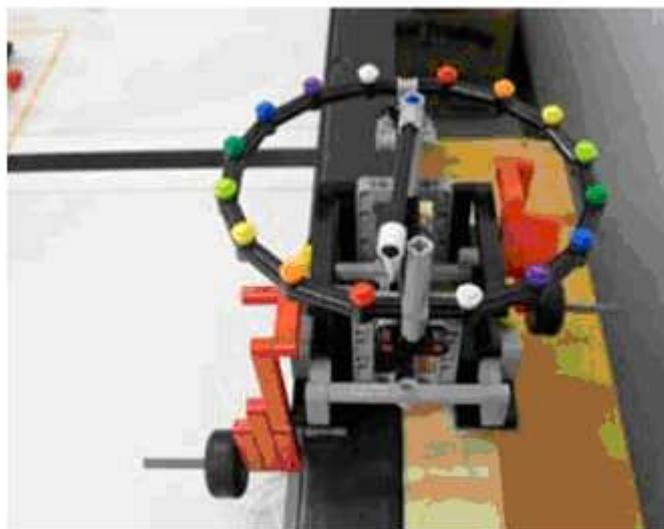


图 15 拨盘

### 3.4.12 基地中的模型

基地中有穀物、瓶裝水、女人、預製件（2）等 5 個模型，如圖 16 所示。



图16 基地中的模型

## 3.5 賽場環境

機器人比賽場地環境為冷光源、低照度、無磁場干擾，但由於一般賽場環境的不確定因素較多，例如，場地膜下面有紋路和不平整；場地膜本身有皺褶；尺

寸有誤差；邊框上有裂縫；光照條件有變化；等等。參賽隊在設計機器人時應考慮各種應對措施。

## 4 機器人和器材

本節提供設計和構建機器人的原則和使用器材的要求。機器人在比賽中可以完成特定的任務。參賽前，所有機器人必須通過檢查。

4.1 參賽的機器人之允許使用一個 LEGO NXT 或 RCX 或 EV3 控制器，它們的外形如圖 17 所示。安裝方法可以是壓裝或松配合。脫離機器人的物體不屬於機器人的一部分。被機器人攜帶或與機器人接觸的策略物品可以當成是機器人的一部分。



图 17 允许使用的控制器的外形

4.2 競賽用到的每種器材必須使用原始出廠狀態的 LEGO 元件製作，導線和軟管可以剪成需要的長度。

4.3 除不允許用發條/回力“馬達”外，對非電氣 LEGO 元件的數量及來源沒有限制。氣動元件是允許的。

4.4 所用的電氣元件必須為 LEGO 生產的正規 MINDSTORMS 型元件。參賽報名結束後，不符合此要求的參賽隊會被取消參賽資格。

4.5 只允許參賽隊最多使用四個 LEGO MINDSTORMS 電機。例如，如果你的機器人上有四個電機，就不能再把其它電機帶到比賽區，即使該電機只是用於配重或裝飾或放在場外的盒子裡。再如，如果你的機器人上有三個電機，但是你有多

個附屬裝置要用電機帶動，你必須設計一種方法將第四個電機從一個附屬裝置取出迅速裝到另一裝置中。圖 18 示出了允許使用的電機的外形。

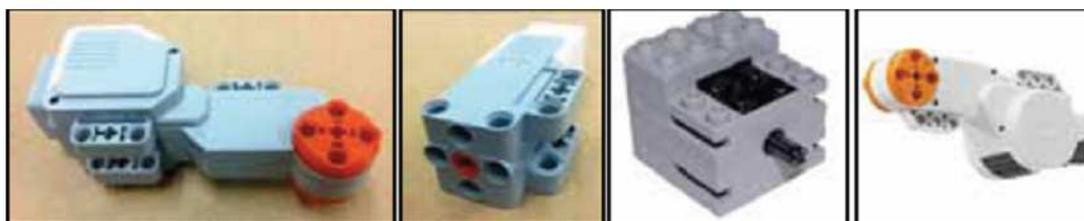


图18 允许使用的电机的外形

4.6 對使用的感測器數量不再有限制。但只能使用接觸感測器、光電感測器、顏色感測器、轉角感測器、超聲感測器或陀螺。要注意的是，LEGO 專賣店銷售的或貼有 LEGO 標誌的感測器不一定是 LEGO 生產的。允許使用的感測器的外形如圖 19 所示。

4.7 LEGO 導線和轉接線可以隨意使用。

4.8 在準備區可以有備份/替換的電氣元件。

4.9 不允許將電腦帶入比賽區。不能在比賽區內給機器人下載程式，可以在準備區中進行。

4.10 無論在何處，不允許使用有遙控功能的物品。



图 19 允许使用的传感器

4.11 只允許在機器人的不外露位置使用辨別身份的標記。

4.12 不允許使用油漆、膠帶、膠水、油等。

4.13 除了可按 LEGO 說明書使用 LEGO 的不乾膠標籤外，其它標籤均不可使用。

4.14 注意，在單場比賽中使用多台機器人是違規的，但是，在不同場次的比賽中可使用

不同的機器人。

4.15 如果機器人違反本規則且無法糾正，裁判長可以決定它如何參賽，但此機器人不能

獲獎。

4.16 可以使用 LEGO MINDSTORMS、RoboLab、NXT-G 或 EV3 軟體（任何已發佈的

版本）給機器人程式設計。允許使用由製造商（LEGO 和 NI 公司）提供的補丁、外掛程式和新

版本軟體。不允許使用工具包（LabVIEW）、基於文本的程式設計軟體或“外部”軟體。

## 5 任務說明

5.1 規定了機器人要完成的 19 種任務。這裡所說的機器人應符合 4.1 的要求。表中的某些任務有兩種用“或”連在一起的得分條件，它們是二選一的，對於任務所涉及的某個模型來說，它不可能既滿足這個得分條件，又滿足那個得分條件，只能得到一個分數；有的任務有兩種用“及”連在一起的得分條件，它們是二合一的，有可能被同時滿足，得到兩個分數。

### 5.2 規定的任務

(1) 送貨

機器人使位於場地中西部的貨車模型與黃色得分區內的場地膜接觸。

## (2) 豎起撤離標誌

機器人把位於場地東南角的撤離標誌明顯地豎起（不需要與場地表面垂直），且僅靠模型拼接元件之間的摩擦力保持該狀態，標誌的任何部分不得與機器人及任何策略物品接觸。得分與不得分的幾種情況如圖 20 所示。

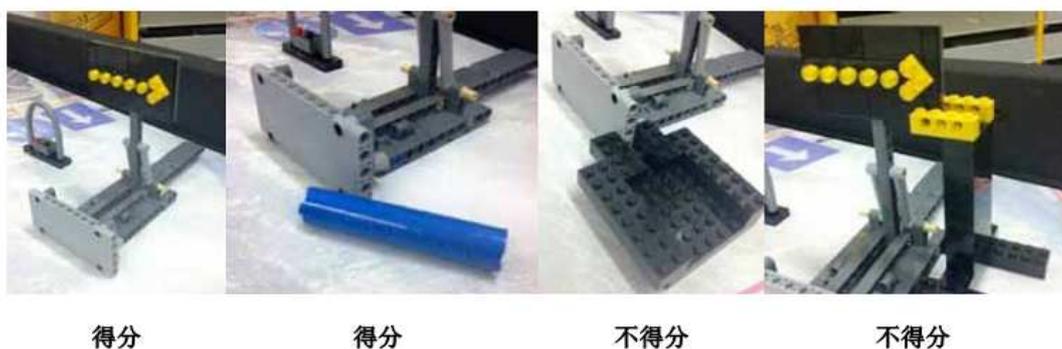


图 20 撤离标志得分的判断

## (3) 飛機救災

機器人釋放運輸機模型，使之到達黃色或淡藍色得分區。由於運輸機模型的滑降機構有時不靈活，只要運輸機“起飛”，就算到達黃色得分區，如果它“下降”時沒有撞到任何物品，就算到了淡藍色得分區。

## (4) 整理樹枝

機器人要使指向東面的樹枝比電纜線更接近場地膜，樹和電纜模型要直立在場地膜上，電纜模型應在比賽開始時所在的位置上。

## (5) 體驗海嘯

機器人使 3 根象徵海浪的藍色圓棒均與場地膜接觸。

## (6) 救護傷患

機器人把救護車模型送到黃色得分區內，所有車輪均與場地膜接觸。

## (7) 清理跑道

機器人把場地膜跑道上的任何物品清理乾淨，海浪、運輸機、屋頂碎片模型及已經在黃色或淡藍色得分區的物品除外。

#### (8) 重新佈局

機器人把淺綠色得分區中的灰色建築預製件模型移出。



得分

得分

不得分

#### (9) 檢驗基礎

機器人只能使基礎模型上的滾動框架運動，從而使西邊的黃褐色大樓模型整齊無損（4 層，對齊，垂直於場地膜），東邊的大樓明顯受損。兩棟大樓除與滾動框架接觸外，不與機器人或任何策略物品接觸。這不包括意外與西邊大樓或場地膜接觸的從東邊大樓上掉落的碎塊。得分與不得分的幾種情況如圖 21 所示。

#### (10) 重建

在粉色得分區中用預製件建成的多層建築，蓋好的建築物不得以任何方式依賴于機器人或策略物品。不要求此建築物疊套整齊。如果有多棟建築，只按層數最多的記分。得分與不得分的幾種情況如圖 22 所示。

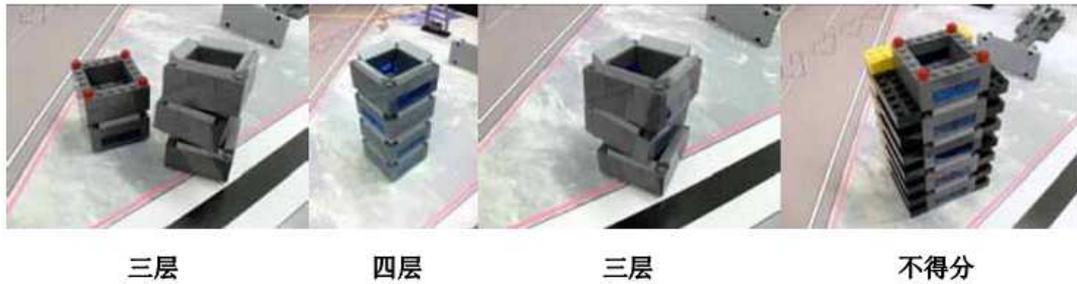


图22 重建得分的判断

(1) 翻越障礙

機器人從西面翻越障礙，越過了深藍、深綠、紫色或紅色得分區的西邊線。翻越障礙時，機器人與場地的任何接觸必須始終在障礙北端連線的南面，部件可以到這條線以北的上方。這個任務可以反復完成，以取得最好的結果。按所取得的最好結果給予得分。不管是否成功地完成此任務，均可從此任務中“營救”機器人而不受懲罰，且得分不受影響。這個任務的完成狀態當然不可能保留到比賽結束，只要在比賽中裁判看到就可以。

(2) 抬升房屋

機器人把房屋模型抬高並鎖定。

(3) 取得進展

機器人只能用向西推動撥盤模型上的紅色撥杆的方法使指標到達彩色圓點。無論是哪支參賽隊操作了這個任務模型，這個任務給予兩支賽隊的得分是相同的。如果不操作此模型，就沒有得分。

(4) 家人團聚

機器人把至少兩個小人（男人、女人、兒童）模型一起送到任何一個有色得分區。其中有兩個模型是有軟管的，如果軟管斷開，送到得分區的模型只要有它

的主體部分，就可以得分，是否有軟管沒有關係。反過來，只有軟管而沒有主體部分，是無效的。

#### (15) 分發飲用水

機器人把瓶裝水送到小人模型所在的得分區內，有了水（不管水多少）的小人就可以得分。對於模型軟管斷開的處理於(14)相同。

#### (16) 進入安置點

機器人把小人模型送入紅色或黃色得分區。對於模型軟管斷開的處理於(14)相同。

#### (17) 保護寵物

機器人把至少把一個寵物模型送到任何一個至少有一個小人模型的有色得分區中。對於模型軟管斷開的處理於(14)相同。

#### (18) 供應生活用品

機器人把除瓶裝水外的其它生活用品和設備（兩波段收音機、電池、發電機、兩桶燃料、穀物、麵包、藥品、收錄機、手電筒、摩托車、頭盔等 12 個模型）送到紅色或黃色得分區。對於模型軟管斷開的處理於(14)相同。

#### (19) 回到安全區

比賽結束時機器人進入紅色得分區。如果機器人進入紅色得分區的僅是一條繩索、軟管、導線、管子、鏈條或其它顯然是爲了伸展機器人而設計的零件（非機器人主體），就不認爲機器人回到了安全區，如圖 23 所示。



机器人进入红色得分区，得分



机器人未进入红色得分区，不得分

图23 回到安全区的判断

19 種任務的得分條件歸納於表 1 中。

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	送货	货车	货车与黄色得分区内的场地膜接触	20	
2	竖起撤离标志	撤离标志	竖起撤离标志，标志不与机器人及策略物品接触	30	
3	飞机救灾	运输机	运输机模型在黄色得分区内	只在黄色得分区内	20
				或，已在蓝色得分区内	30
4	整理树枝	树、电缆	树和电缆直立，但向东的树枝比电缆线更接近场地膜	30	
5	体验海啸	海啸	3 个象征海浪的圆柱均与场地膜接触	20	
6	救护伤员	救护车	所有车轮均与场地膜接触的救护车模型在黄色得分区里面	25	
7	清理跑道		黄色得分区外的跑道上除屋顶碎片、海浪及运输机模型外没有其它物品	30	
8	重新布局	预制件	浅绿色得分区内没有灰色预制件	20	
9	检验基础	大楼、基础	西楼完好，东楼受损，两楼均不与任何物品接触	30	
10	重建	预制件	在粉色得分区中用预制件建成的独立多层建筑	5/层	
11	翻越障碍物	障碍物	机器人从西面翻越障碍，越过某个得分区的西边线	深蓝色得分区	10
				或，深绿色得分区	16
				或，紫色得分区	23
				或，红色得分区	31
12	抬升房屋	房屋	房屋模型升高并锁定	25	
13	取得进展	拨盘	指针逐个到达彩色圆点	2/个	
14	家人团聚	小人	小人模型（男人、女人、儿童）在某个得分区	2 个	33
				或，3 个	66
15	分发饮用水	瓶装水，小人	有小人模型的得分区中有瓶装水	15/人	
16	进入安置点	小人	小人模型在红色或黄色得分区中	黄色区中的小人	12/人
				及，红色区中的小人	18/人
17	保护宠物	宠物，小人	宠物模型与小人模型在同一得分区中	15/个	
18	供应生活用品	生活用品	把生活用品模型（共 12 个）送到红色或黄色得分区	模型在黄色得分区	3/个
				及，模型在红色得分区	4/个
19	回到安全区	机器人	比赛结束时机器人进入红色得分区	25	

5.3 機器人從基地出發，出去走一圈或多圈，每次完成一個或多個任務。

5.4 完成任務不必按照某種特定的順序，可以反復嘗試完成某個任務（任務最多只能試兩次），但場上物體不會按照參賽隊員的要求歸位。

5.5 除特別說明的任務外，完成任務的結果必須一直保留到比賽結束，即，所要求的結果在場上仍能看到，這是得分的必要條件。機器人要完成的任務雖然是獨立的，但是，如果在完成任務 B 時破壞了已經完成過的任務 A 的得分條件，任務 A 將不能得分。

5.6 理論上的最高得分為 616 分。

5.7 參賽隊進入賽場後，由抽籤確定的數名隊員代表將抽籤確定撤銷幾項規定的任務。比賽中，機器人不能再去完成已撤銷的任務。被撤銷的任務一旦宣佈，不再變化。未撤銷的任務的屬性值為 1，已撤銷的任務的屬性值為-2。

## 6 比賽

### 6.1 賽制

FLL 機器人工程挑戰賽按國小、國中、高中三個組別分別進行比賽。比賽不分初賽和複賽，採用大循環制。組委會將保證每支參賽隊至少有 3 次與不同對手比賽的機會。

參賽隊以抽籤方式確定編號。以參賽隊編號排的對陣圖將在抽籤後公佈。在某些情況下，某支參賽隊可能沒有對手，它單獨在賽臺上完成任務的得分仍然有效。

### 6.2 參賽隊

6.2.1 每支參賽隊可以由 4 名學生和 1 名教練員（教師或學生）組成。

6.2.2 每場比賽中，除緊急修理外，只能有 2 名隊員面向賽台。其他隊員可站在附近，具體位置由裁判長確定，以便需要時介入，但他們不得拿著比賽器材。

### 6.3 比賽過程

#### 6.3.1 賽前檢查

參賽隊的機器人在比賽前需要接受裁判員的檢查，檢查內容包括器材來源、機器人安全性等。

#### 6.3.2 賽前準備

6.3.2.1 參賽隊按比賽時間表提前半小時檢錄進入準備區，在準備區調試機器人（60 分鐘）。參賽隊應自帶可攜式電腦並可攜帶維修用的備件。參賽隊員在進入準備區前應將自己的手機、無線路由器、無線網卡等通信設備及 U 盤、光碟等存儲介質交本隊的教練員或家長保管。參賽隊員在賽場內不得以任何方式與本隊的教練員或家長聯繫。

6.3.2.2 某一組別的全部參賽隊在準備區就位後，裁判長根據抽籤結果宣佈本次比賽要撤銷的任務。撤銷任務的任務模型仍保留在賽臺上，但機器人不能去完成已撤銷的任務。參賽隊應根據撤銷的任務修改自己的機器人的結構和程式。準備時間為 2 小時。

6.3.2.2 參賽隊準時到比賽區後，至少有一分鐘時間去準備和安排未加電的機器人以及將要移動和使用的物品。

6.3.2.3 參賽隊必須使用比賽提供的任務模型，不能攜帶自己的模型到比賽區。參賽隊員與裁判員一起核查賽臺上的模型的數量和位置。

6.3.2.4 賽前準備中，參賽隊不能為滿足自己的需要而拆下任務模型，把任務模型固定到機器人上，把任務模型相互連接，將任何東西固定到任務模型上，為策略的需要接觸基地外的任務模型，以及在競賽區附近下載程式。

6.3.2.5 在準備時間內，參賽隊員可以在基地外校準光電感測器。

6.3.2.6 在準備啟動時，機器人必須在啟動位置不動，參賽隊員不能接觸機器人和將要移動或使用的任何物品。機器人的任何部分以及將要移動或使用的任何物品必須完全納入基地，不允許任何東西超出虛擬的基地空間，如圖 24 所示。機器人可以（但不要求）與將要移動或使用的物品接觸。



图 24 启动位置

6.3.2.7 準備一台尚未加電的機器人時，參賽隊可以用自己準備的策略物品（爲了策略的需要而準備的物品，不是機器人）使它對準某個目標，但是在機器人啓動前，必須鬆開策略物品。

6.3.2.8 完成準備工作後，隊員應向裁判員示意。

### 6.3.3 啓動

6.3.3.1 裁判員確認兩個參賽隊均已準備好後，將發出“5，4，3，2，1，開始”的倒計數啓動口令。隨著倒計時的開始，操作手可以用一隻手慢慢靠近機器人，聽到“開始”命令的第一個字，操作手可以觸碰一個按鈕或給感測器一個信號去啓動機器人。

6.3.3.2 負責啓動機器人的參賽隊員對機器人所做的唯一動作是讓程式運行。在倒計時期間，參賽隊員不能觸摸機器人或將要使用或移動的物品。如果觸摸了，裁判會重新開始倒計時。

6.3.3.3 在“開始”命令前啓動機器人將被視爲“誤啓動”並受到警告或處罰。

6.3.3.4 一旦比賽開始，不得以任何理由中斷或暫停比賽。

### 6.3.4 對比賽動作的規定

6.3.4.1 一般來說，完成任務並不需要使用特定的方法，也鼓勵參賽隊自由創造。但是，如果規則要求用某種特定方法完成某個任務，就必須用那個方法，否則裁判不認為是完成任務。

6.3.4.2 不允許將任務模型與其它物品（包括另一個任務模型）不合法地連接。任務模型與其它物品的合法連接應滿足以下條件：握住其中一個（如果二者不同，則握住較重者）輕輕晃動，另一個會因重力而完全分離。如有不合法的連接，裁判員將不允許機器人啓動。

6.3.4.3 機器人一經啓動，就被認為是“自主的”，這種狀態一直保持到參賽隊員下一次觸碰機器人或任何模型或正在移動或使用的物品。發生上述接觸動作時，機器人就立刻被認為是“不活動的”，如果它不在基地，就必須拿回基地調整、重新配置並準備重新開機。

6.3.4.4 如果接觸自主的機器人時它正在策略性地移動某個模型或策略物品，正在被移出基地的物品隨機器人一起拿回基地，繼續使用；裁判員將把那些在基地外遇到的物品拿出場地，不再使用。

6.3.4.5 只有在顯然是要讓機器人出基地的時候，參賽隊員才可以將要移動的物品完全放到基地裡，讓自主的機器人與它相互作用。然而，把物品放到自主的機器人上，被認為是間接接觸，必須重新啓動。

6.3.4.6 不管因為什麼原因而重新啓動，應按照 6.3.2.4 的要求在基地內擺放機器人與物品。

6.3.4.7 如果未被接觸的自主機器人與所移動或使用的物品脫離了接觸，則該物品應留在原地，直到機器人重新與它接觸。這類物品不能用手去恢復。

6.3.4.8 被自主機器人改變了的場地狀態，不能恢復。參賽隊員接觸自主的機器人時，機器人必須立即停止。如果在機器人停止期間改變了場地狀態，裁判會盡力恢復。如果無法恢復場地，就只能保持“原樣”。

6.3.4.9 比賽可能會有一些偶然的事務導致場地的狀態發生變化。如果裁判員覺得不難恢復，就立即恢復原狀；否則不予恢復。如果場地狀態的變化是參賽隊的過失造成的，變化導致的得分無效，變化導致的扣分有效；如果場地狀態的變化不是參賽隊的過失，參賽隊將在得分上獲得從寬的裁決。

6.3.4.10 基地內可得分的任務模型或物品，應一直在裁判員視線之內。

6.3.4.11 在比賽過程中，對於顯然不是故意損壞而導致脫落的機器人零件，參賽隊可請求裁判幫助先移出場外，在機器人回到基地後，可將脫落的零件恢復。

6.3.4.12 參賽隊的機器人不能以任何方式干擾對方的機器人、場地或策略。但本屆比賽中，對撥盤的任何操作及其結果不被認為是干擾。

6.3.4.13 只要機器人（或與它接觸的物體）的某一部分進入基地就可以用手將它們拿到基地裡。但是，對這個機器人上所攜帶的從基地外拿回的任務模型，要按 6.3.4.4 處理。如果機器人進入基地裡的僅是一條繩索、軟管、導線、管子、鏈條或其它

顯然是為了伸展機器人而設計的配件（非機器人主體），就不認為機器人的某一部分進入了基地。對機器人和攜帶物品進入基地的判斷標準如圖 25 所示。

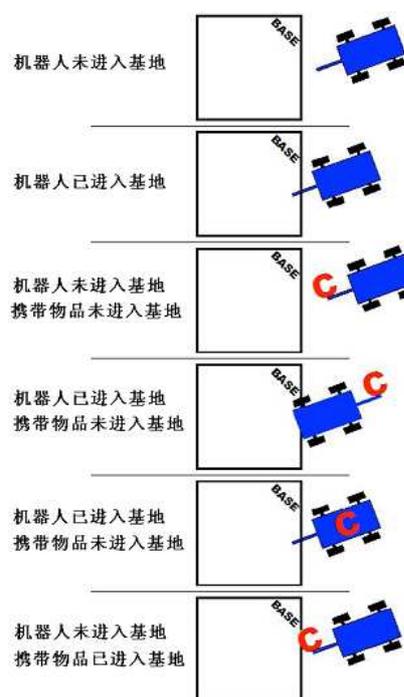


图 25 对机器人和携带物品进入基地的判断

6.3.4.14 如果機器人停在即將獲得一個任務得分的狀態，即使策略性地拿回機器人，這個任務也不能得分。

### 6.3.5 比賽結束

6.3.5.1 每場比賽時間為 150 秒鐘，裁判員以哨音結束比賽。此後，參賽隊員應立即停止自主的機器人。因停止不及時造成的得分無效。在裁判員確認得分前，任何人不能觸碰和移動場上的得分物品和改變得分狀態。

6.3.5.2 參賽隊在完成所有規定任務後應立即向裁判員舉手示意，裁判員將記錄完成任務的時間。同一組賽臺上的另一支參賽隊可以繼續執行任務，直到 150 秒鐘。

6.3.5.3 裁判員記錄場上狀態，填寫記分表。參賽隊員應確認自己的得分，協助裁判員恢復場地，立即將自己的機器人搬回準備區並注意不要帶走任務模型和比賽用物品。

6.3.5.4 參賽隊員將任務模型和物品恢復到啓動前狀態。

## 6.4 確定獲勝隊

6.4.1 每場比賽後，參賽隊的最終得分為各種動作的得分扣除罰分，按最終得分多少確定勝負。

6.4.2 挑戰賽結束後，按每支參賽隊在各場次的得分總和排名。如果出現局部並列的情況，以參賽隊的一次最低比賽得分確定先後；如果仍然並列，以參賽隊的次低比賽得分確定先後；如果仍然並列，由裁判長根據參賽隊的場上表現確定先後。

## 7 記分

7.1 為減少比賽期間的爭議，該場比賽結束後只根據當時場地上的情況來判定得分。比賽結束時，裁判會仔細檢查賽場並記下物品的狀態和位置。這就是說，如果已經完成的任務被機器人在比賽結束前破壞了，就無法得到該分數。

7.2 對於每項已完成的任務所記的分數，參見“5 任務說明”一節。

7.3 未撤銷的任務的屬性值為 1，已撤銷的任務的屬性值為-2。得分為“5 任務說明”一節的完成任務的得分乘該任務的屬性值。就是說，如果完成了已撤銷的任務，得分加倍且為負。

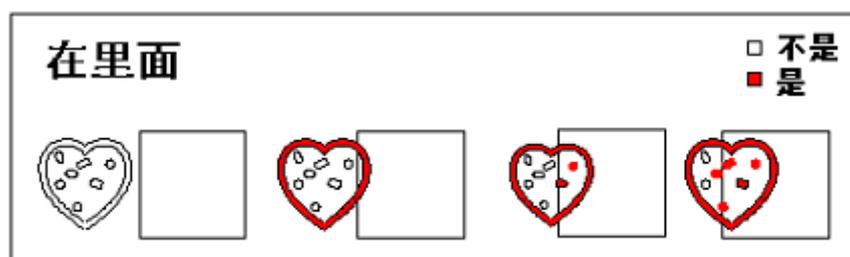


图 26 “里面”的判断

7.4 判定得分時，常常要判定某物品是否在某區域“裡面”，判斷標準是如果 A 的任何一部分覆蓋 B 區域，A 就在 B 的“裡面”，如圖 26 所示。直接接觸也沒有關係。容器中的物品要單獨裁定，與容器無關。

7.5 有時，還需要判定某物品與機器人、任務模型或另一物品是否接觸。如果 A 與 B 直接接觸，就是 A 接觸了 B，如圖 27 所示。

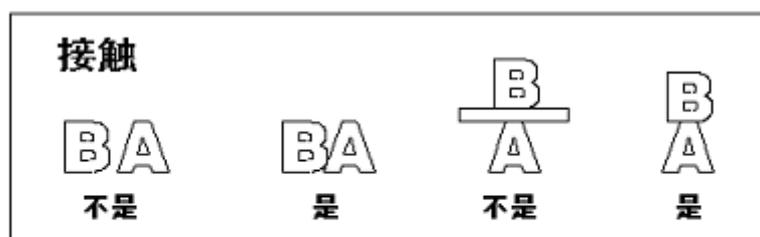


图 27 “接触”的判断

7.6 對完成所有未撤銷任務且沒有完成任何一個已撤銷任務的參賽隊加記時間分。時間分等於 150-完成任務時間（秒）。如果參賽隊示意已完成任務，但賽後核查時發現參賽隊並未完成所有未撤銷任務，或完成了任何一個已撤銷任務，不記時間分。

7.7 比賽結束時，遺留在基地外的每件策略物品被認為是丟棄物，要被罰分。比機器人小或輕的物品每件扣 5 分；明顯比機器人重或大的物品每件扣 13 分；情況不明時從輕罰分。

7.8 如果機器人明顯地兩倍於基地的寬度，無論是接觸它時還是比賽結束時，即使在基地裡，要受到一次接觸懲罰。

## 8 犯規和取消比賽資格

8.1 未準時到達的參賽隊，每遲到 1 分鐘則判罰該隊 10 分。如果比賽開始 2 分鐘後參賽隊仍未到場，該隊將被取消比賽資格。

8.2 第一次誤啟動的參賽隊將受到裁判員的警告，第二次誤啟動的參賽隊將被取消比賽資格。

8.3 違反對器材和軟體的規定，又無法糾正，由裁判長決定處理辦法，但是，無論怎樣處理，該參賽隊不能獲獎。

8.4 本屆比賽對參賽隊員接觸完全在基地外的自主的機器人的“接觸懲罰”在屋頂碎片模型上實施。如果發生一次接觸懲罰，裁判員就要把一片放在賽台東南角的屋頂碎片放到跑道上的碎片標記（一共 8 個）上，從最西邊開始放，屋頂碎片與標記不需要對得太准。以後的接觸懲罰時，再放的屋頂碎片逐漸向東。第四次接觸懲罰後所有屋頂碎片已放完，第五次接觸懲罰時，裁判員就要把放在標記上的最西邊的碎片放進淡藍色得分區。機器人不得將已放在標記上的碎片移走。

8.5 如果任務模型損壞顯然是參賽隊或機器人造成的，無論是有意還是無意，將警告一次。即使再次完成任務也不能得分。

8.6 如果出現不合法的任務模型的連接，裁判員將宣佈機器人這一次從基地啓動完成的所有任務無效。場地恢復到啓動前的狀態，機器人及相關模型拿回基地重新開機，但不進行 8.4 的處罰。

8.7 比賽中，參賽隊員有意接觸比賽場上的物品或機器人，將被取消比賽資格。偶然的接觸可以不當作犯規，除非這種接觸直接影響到比賽的最終得分。

8.8 如果從機器人上分離出來的部件或機構妨礙對方得分，該隊將被取消比賽資格。多次故意犯規可能導致取消該隊的參賽資格。

8.9 不聽從裁判員的指示將被取消比賽資格。

8.10 參賽隊員在未經裁判長允許的情況下私自與教練員或家長聯繫，將被取消比賽資格。

8.11 比賽中總會產生一些難以估計的問題，裁判員遵循的原則是“疑問從無，裁定從寬”。

## 9 獎勵

由於 FLL 機器人工程挑戰賽包括機器人挑戰賽（有效場次的得分總和）、技術問辯（100 分）、團隊合作（100 分）三個部分。參賽隊按這三部分得分的總和排名。如果出現局部並列的情況，按並列參賽隊在機器人挑戰賽結束後的排名確定先後。

## 10 其它

10.1 本規則是實施裁判工作的依據。在競賽中，裁判有裁定權，他們的裁決是最終裁決。

關於裁判的任何問題必須由一名學生代表在兩場比賽之間向裁判長提出，且不得影響比賽的進度。組委會不接受教練員或家長的投訴。

10.2 比賽期間，凡是規則中未予說明的事項由裁判委員會決定。競賽組委會委託裁判委員會對此規則進行解釋與修改。在大多數參賽隊伍同意的前提下，針對特殊情況（例如一些無法預料的問題和/或機器人的性能問題等），規則可作特殊修改。

## 附錄 1

### FLL 機器人工程挑戰賽團隊合作要求

團隊合作部分將評價參賽隊在整個比賽中的精神面貌、道德以及宣傳展示形象。團隊合作的評審將有助於裁判瞭解隊伍在比賽中的合作、比賽過程中和非比賽過程中隊伍的道德和精神面貌，以及對自己隊伍的個性化展示。

- 1 參賽隊無需對自己在比賽期間的表現進行陳述。
- 2 參賽隊要進行本隊和學校的宣傳活動，可以設計相關的宣傳材料，比如展示畫、服裝、隊員及機器人的標識等。
- 3 裁判和評委將對參賽隊在 FLL 挑戰賽、技術問辯中的表現從以下幾個方面對參賽隊進行評價：
  - (1) 敬業精神；
  - (2) 參賽隊精神面貌；
  - (3) 對 FLL 價值的理解。

## 附錄 2

### FLL 機器人工程挑戰賽技術問辯要求

FLL 工程挑戰賽對每支參賽隊按機器人挑戰賽、技術問辯、團隊合作進行評價。比賽總冠軍將是總分最高的隊伍。技術問辯能夠讓裁判知道機器人的設計、程式設計是否主要由學生完成，同時可以更好地鼓勵學生掌握更多的機器人設計、程式設計技術。

- 1 陳述時間（包括準備時間）不超過 5 分鐘。
- 2 評委將從以下 4 個方面對參賽隊進行評價：
  - (1) 機器人的創新性；
  - (2) 機器人結構設計；
  - (3) 機器人程式設計；
  - (4) 隊員解決問題的方法和策略；

## FLL 机器人挑战赛记分表

参赛队： \_\_\_\_\_

完成的任务	分值	数量	得分	完成的任务	分值	数量	得分
送货⊙	20			翻越障碍⊙	深蓝色区	10	
竖起撤离标志⊙	30				深绿色区	16	
飞机救灾⊙	黄色区内	20			紫色区	23	
	或, 蓝色区内	30			红色区	31	
整理树枝⊙	30			家人团聚⊙	二人一起	33	
体验海啸⊙	20				或, 三人一起	66	
救护伤员⊙	25			分发瓶装水⊙		15/人	
清理跑道⊙	30			进入安置点 ⊙	黄色区中	12/人	
重新布局⊙	20				及, 红色区中	18/人	
检验基础⊙	30			保护宠物⊙		15/个	
重建⊙	5/层			供应生活用 品⊙	黄色区中	3/个	
抬升房屋⊙	25				及, 红色区中	4/个	
取得进展⊙	2/个			回到安全区⊙		25	
小丢弃物罚分	-5/件			接触惩罚的 屋顶碎片	浅蓝色区中	-13	
大丢弃物罚分	-13/件				及, 该区外	-10	
完成任务得分小计							
迟到罚分							
总分							

说明：虽然两支参赛队同场比赛，记分表每队一张。表中不得留有空白，无数据的空格必须用“/”划掉。有灰色底纹的“数量”栏，不写具体数量，只画“×”或“√”。任务名称后的⊙用于改变任务的属性。

**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： \_\_\_\_\_