

ROBO SPORTS

TEAMS COMPETE
WITH 2 ROBOTS IN
AN EXCITING GAME

AGE GROUP:
11-19

WRO[®] 2022 DOUBLE TENNIS

目錄

1. 一般資訊	3
2. 隊伍與參賽年齡	4
3. 職責與工作	4
4. 比賽說明與規則階層	5
5. WRO網球雙打 – 競賽敘述&競賽場地	6
6. WRO網球雙打 – 競賽細則	8
7. WRO 網球雙打 – 計分	14
8. 機器人材料與限制	17
9. 競賽桌檯與設備.....	18
10. 簡化規則	20
11. 詞彙表	21

此外，請注意賽季期間可能會有規則澄清或額外的規則，可在WRO官方Q&A中找到。你可在此處找到

WRO 2022 Q&A:

<https://wro-association.org/competition/questions-answers/>

重要: 世界賽會採用此文件規則。

此規則會在世界各地WRO比賽使用。此為世界賽的基本規則。在各國的賽事，主辦單位可因地制宜修改規則。所有參賽隊伍因使用該國主辦單位之通用規則。



WRO 機器人運動-通用規則

1. 一般資訊

引言

在WRO機器人運動賽項目，參賽隊伍需設計可與其他隊伍競技的機器人。

比賽時，兩隊隊伍各有兩支機器人在場上。兩支機器人執行撰寫好的程式自主上場競賽，且盡可能地互相合作。每2-3年機器人運動項目會進行更動。

專注領域

每個WRO項目和競賽都專注在特別的機器人學習項目。WRO網球雙打注重在發展以下領域:

- 更進階的程式編輯技巧(重複的演算法以獲得更佳的競賽成果)
- 機器人通訊和有計畫的合作行為
- 在其他機器人會動的環境中，機器人在場上的定位
- 一般工程技巧 (建造可推動或發射一定大小尺寸的物體)和進階的運動學(萬向移動機器人)
- 依照對手機器人行為做出戰略與策略性變化
- 團隊合作、團隊溝通、解決問題能力和創意

學習是最重要的事

WRO 希望能夠啟發世界各地學生STEM相關領域，並且讓學生透過參與競賽邊玩邊學而發展出他們的技巧。所以以下幾個方面對於我們的競賽項目非常重要:

- v 老師、家長或其他年長者可協助、引導和啟發學生，但是絕對不可自行組裝機器人或撰寫程式。
- v 隊伍、教練和裁判接受WRO指導原則和WRO守則，以確保競賽對每個人公平且值得。
- v 一場有趣且公平的賽事仰賴所有隊伍、教練和裁判們。

更多WRO守則資訊可至以下連結:

<https://wro-association.org/wp-content/uploads/2021/08/WRO-Guiding-Principles-and-Ethics-Code-2022.pdf>



2. 隊伍與參賽年齡

- 2.1. 一支隊伍由2~3人組成
- 2.2. 一支隊伍有一位指導教練
- 2.3. 只有一位隊員和一位教練不被認可為一支隊伍，將不可參賽
- 2.4. 一個WRO賽季，一支隊伍只可參加一種競賽項目
- 2.5. 一個學生只能加入一支隊伍
- 2.6. 國際賽事中，教練最低年齡限制需年滿18歲
- 2.7. 一位教練可指導一支以上的隊伍
- 2.8. 此項目參賽年齡為11-19歲(出生於2003-2011年的學生)
- 2.9. 最大年齡限制以參賽者報名參加競賽時的年齡為主，而非競賽舉行當天

3. 職責與工作

- 3.1. 隊伍應公平競賽並尊重所有隊伍、教練、裁判和主辦單位。參與WRO競賽,隊伍和教練們須遵守WRO指導原則: <https://wro-association.org/wp-content/uploads/2021/08/WRO-Guiding-Principles-and-Ethics-Code-2022.pdf>.
- 3.2. 所有隊伍和教練需簽屬WRO守則。主辦單位會決定該如何讓隊伍簽署並收回WRO守則。
- 3.3. 機器人組裝與程式需由隊伍自行完成。教練的工作是陪伴、幫助隊伍如何有組織、有邏輯的處理事情，以及出現問題時給予支持。教練不可參與機器人組裝和程式編輯。此原則適用於準備參賽期間和競賽當天。
- 3.4. 競賽時，隊伍不可與競賽場外的任何人交談和溝通。若真的需要，請詢問裁判是否允許。
- 3.5. 隊伍在競賽區內不可攜帶和使用手機或任何通訊設備。
- 3.6. 對於機器人的任何指南只允許以程式的形式呈現。不允許任何場外隊員、教練或其他人用零件、感應器或電子零件將任何數據資料攜帶入場內。
- 3.7. 禁止毀壞與蓄意破壞競賽場地、桌檯、道具或其他隊伍機器人。
- 3.8. 禁止使用(a.)網路上發佈或販售的解答，不論是硬體或軟體(b.)該場競賽時，有相同或非常相同的機型，且很明顯非隊伍自己的作品。同個國家或機構使用類似的機型也包含在此限。
- 3.9. 如果疑似違反規則3.3和3.8，隊伍將會接受調查且適用規則3.10所述。調查中的隊伍即使有機會贏得比賽，也可能因為違反規則的潛在因素而被判規則3.10.2而無法進入下一階段競賽。



WRO 機器人運動-通用規則

3.10. 違反或破壞任何此文件規則，裁判可決定以下一種或一種以上的的結果。決定未下達前，將會對隊伍或隊伍成員進行訪談，以深入了解是否違反規則。訪談中包含詢問機器人機構或程式。

3.10.1. 隊伍將不允許參加比賽並且該場比賽得0分，而對手將得到3分。

3.10.2. 隊伍可能於該場賽事被判處失格。

4. 比賽說明與規則階層

4.1. 每一年，WRO會公告此項目的新版通用規則，其中包含WRO網球雙打的明確敘述。這些是國際賽事的基本規則。

4.2. 賽季期間，WRO會公告額外的Q&A來釐清、延伸或重新定義競賽規則和通用規則。隊伍應於參賽前閱讀Q&A。

4.3. 通用規則和Q&A在每個國家可能會有所不同，由當地主辦單位因地制宜。隊伍需知道當地適用的規則。在國際賽事中，僅適用WRO已公告的資訊。獲得國際賽資格的隊伍需了解國際賽與當地規則的可能差異。

4.4. 競賽當天，規則由以下階層排序：

4.4.1. 通用規則為該項目基本規則。

4.4.2. Q&A 優先於通用規則與競賽規則。

4.4.3. 競賽當天，裁判擁有最終決定權。

5. WRO網球雙打 – 競賽敘述&競賽場地

每場比賽有兩支學生組成的隊伍。每支隊伍準備兩隻機器人。兩隻機器人都在同個半場操作，且它們的共同目標是互相合作-將所有的球從這個半場推至另一半場。

比賽開始前，每個半場有4顆球。比賽期間，將球從其中一個半場推至另一個半場。機器人必須將該半場的球推至另一半場內，同時也要持續辨認對手隊伍傳送過來的球。一旦發現對面過來的球，就必須計畫並採取行動將球反擊回去。比賽時間2分鐘，最後該半場球數最少的隊伍為贏家。

下圖顯示競賽場地和競賽道具。

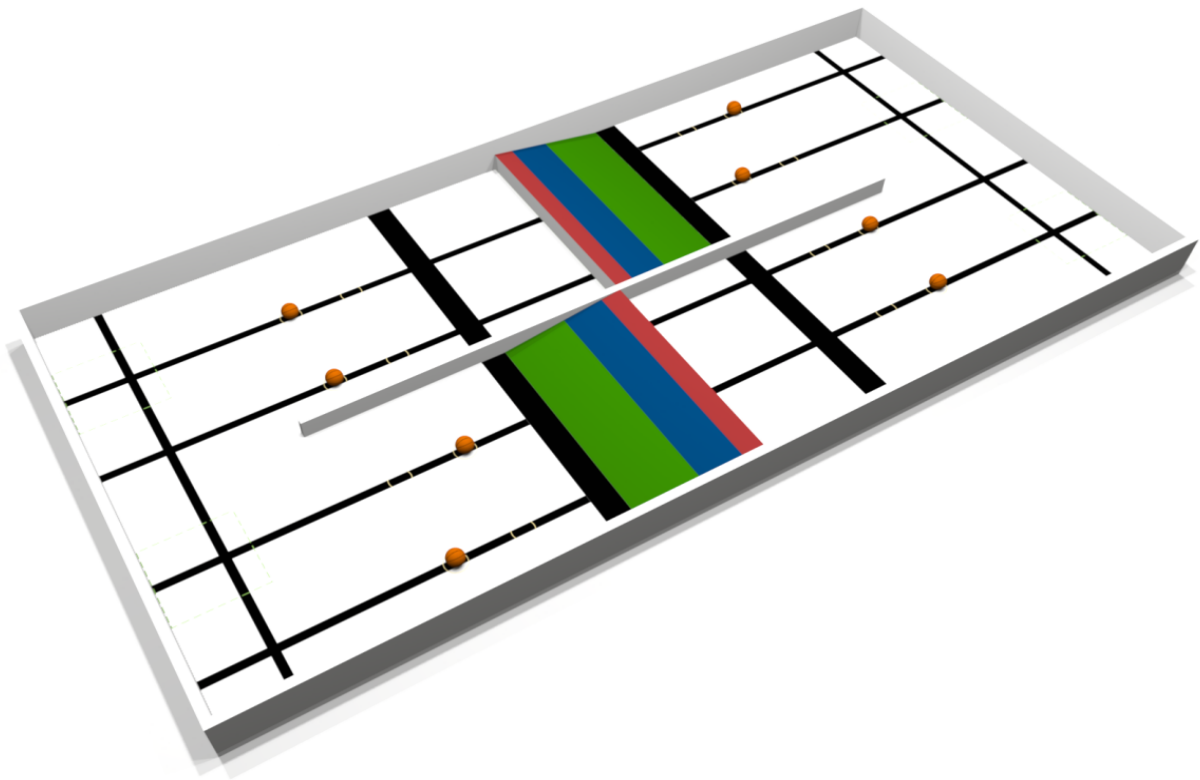


圖1. 競賽場地

比賽場地由兩個半場組成。每個半場有一個斜坡。中間有隔板分隔兩個半場。

競賽半場

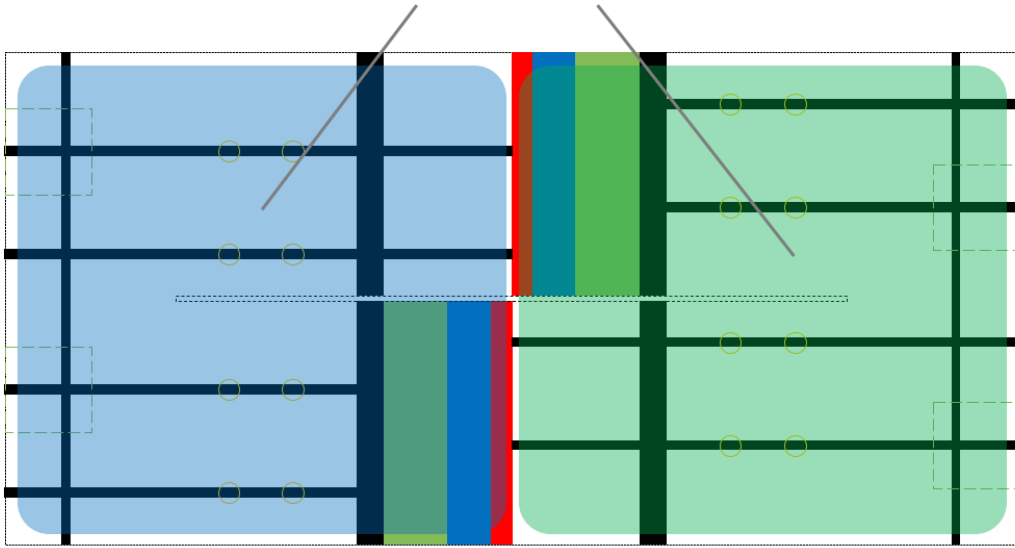


圖2. 兩個半場

每個半場有8個擺球的位置.每條黑線上有兩個隨機位置。機器人起始位置位在兩個黑線交叉處。

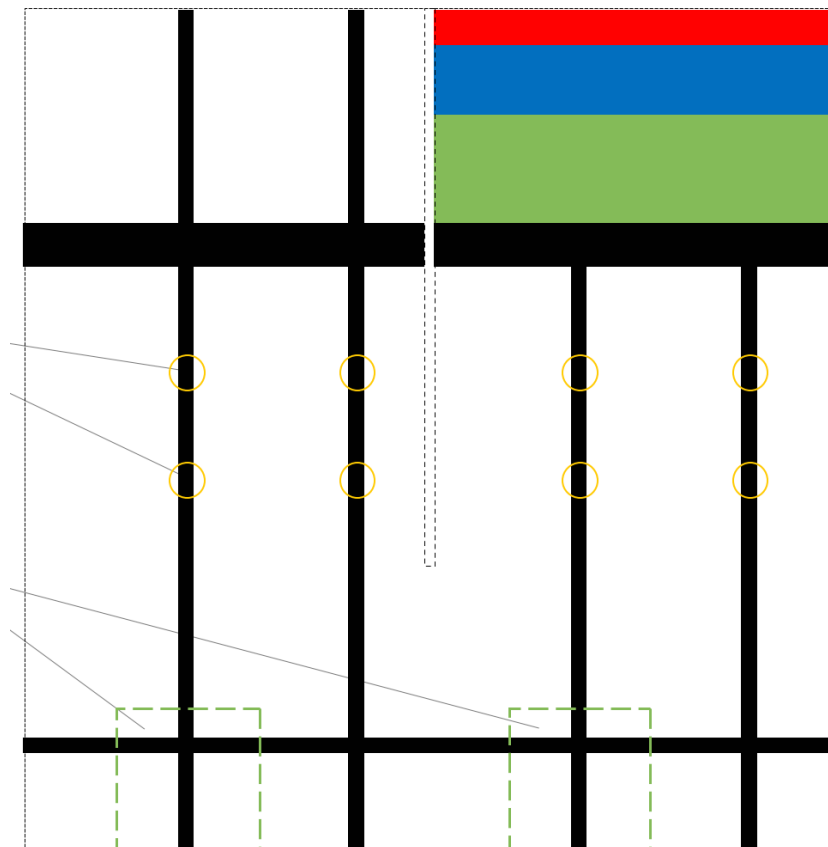


圖2. 球和機器人的初始位置

6. WRO網球雙打 – 競賽細則

6.1. 競賽包含:

6.1.1. 練習時間:練習時間時，參賽者可在隊伍區域內練習，用機器人排隊等候進行一場練習賽，或者是在不打擾其他隊伍的情形下測量場地。隊伍可對程式進行修改或校正機器人機構。

6.1.2. 檢查時間: 檢查時間時，將對機器人材料進行檢查，如上面第三節所述。若機器人未通過檢查，裁判可提供隊伍最多3分鐘的時間解決發現的問題。在第一次練習時間後，裁判只會提供隊伍一次3分鐘的時間進行修改。若最後隊伍的其中一隻機器人未能通過檢查，則隊伍無法參加比賽。

6.1.3. 比賽: 一場比賽由兩隊連續進行3回合對戰。

6.2. 一場標準的競賽進行如下:

6.2.1. 開場儀式

6.2.2. 60 分鐘練習時間 (第一時段)

6.2.3. 每場比賽開始前包含一段檢查時間。比賽期間，隊伍可對機器人進行調整或在其他桌台上練習。

6.3. 每一隊隊伍都會與其他隊伍對戰一次。例如，若有10支隊伍，將會進行45場比賽。另一種競賽方案(例如，瑞士制

https://en.wikipedia.org/wiki/Swiss-system_tournament 或者是雙淘汰賽https://en.wikipedia.org/wiki/Double-elimination_tournament)可用於國際賽準決賽。

6.4. 隊伍應該準備競賽所需的所有設備、軟體和筆電。

6.5. 隊伍不可於競賽當天分享筆電和機器人程式。

6.6. 競賽當天，第一回合競賽開始前至少有60分鐘練習時間。

6.7. 練習賽宣布開始前，隊伍不可碰觸指定的競賽區域

6.8. 練習時間時，所有隊伍都必須在特定區域內作業直到檢查時間。檢查時間後，機器人的控制器必須關機，且機構和程式不可再修改。

6.9. 機器人只有通過檢查後才可參加比賽。

6.10. 當裁判請隊伍上場比賽後，隊伍的準備時間不可超過90秒。

6.11. 一回合結束後，兩隊的練習時間將繼續。隊伍可對機器人進行修改直到裁判宣布進行下一回合比賽。在這之後會再次進行檢查時間。

開始前設置:

6.12. 比賽開始前，決定球的擺放位置。由以下流程決定:

1. 擲錢幣決定第一顆球的位置。正面代表位置A，反面代表位置B。
2. 再重複擲三次錢幣來決定半場其餘球的位置。



圖 3. 球可能擺放的位置

3. 兩個半場同時採用步驟1跟2的決定的位置，因此兩個半場球的位置呈現軸對稱。

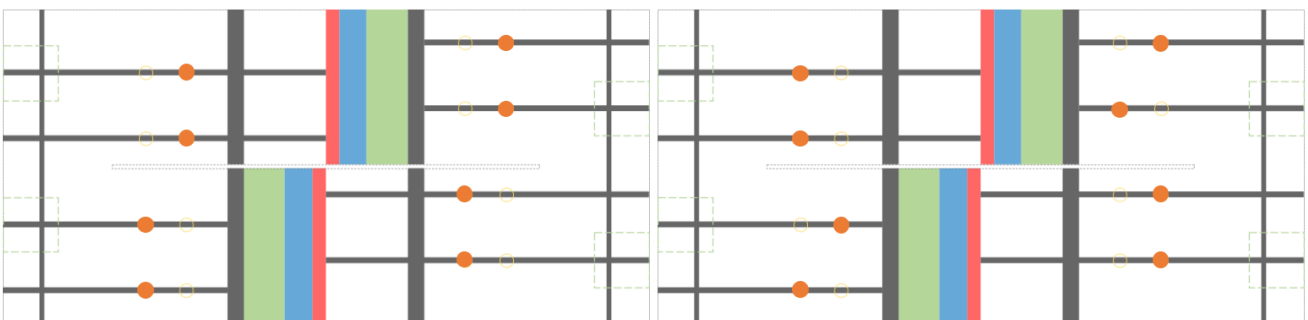


圖 4. 其中半場擺放球的位置反射即為另一半場的擺放位置

- 例如，左圖為正面、正面、反面、反面，右圖為反面、反面、正面、反面。

比賽 – 起始設置:

6.13. 每場比賽2分鐘.

6.14. 兩隊的機器人一開始都完全位於其中半場的起始區域內，且正投影不可超過該區域。每個起始區域只能有一隻機器人。

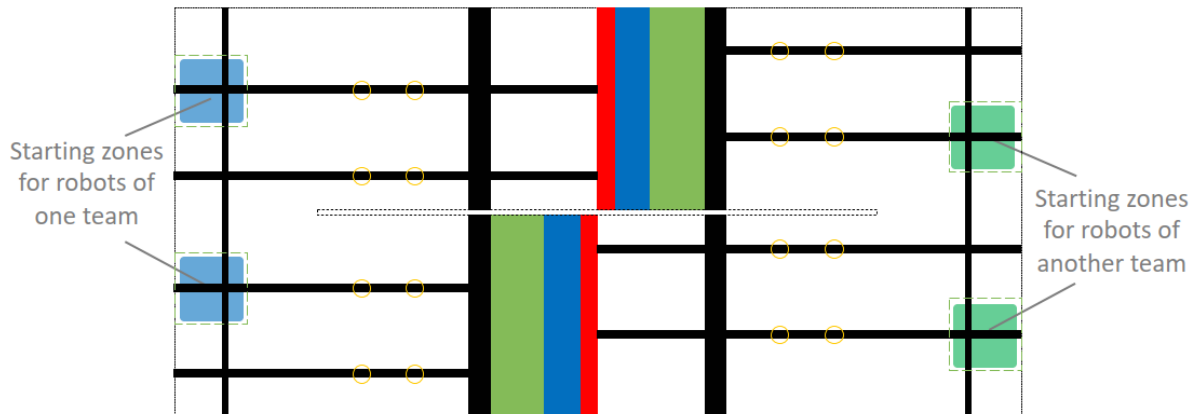


圖 6. 機器人初始位置

6.15. 機器人在初始位置時必須完全關機。

6.16. 機器人在初始位置時正投影必須完全在初始區內。

6.17. 可對機器人進行物理調整(準備時間時)；但是,不允許隊伍藉由改變機器人位置或機器人零件方向來輸入資料至程式內或者校正感應器。不允許隊伍藉由開關設定輸入資料。若隊伍藉由物理調整輸入資料將判處失格。

6.18. 機器人開機後選擇程式。

6.19. 機器人接著呈現等待狀態。等待開始鍵被按下。額外安裝的觸碰感應器可視為開始鍵。機器人只有一個開始鍵。

6.20. 裁判下達開始信號後，選手按下開始鍵且比賽開始計時。機器人開始進行比賽。

比賽 – 比賽期間:

6.21. 機器人必須自主控制且該機器人需自己參與所有比賽。

6.22. 允許機器人在場上遺留零件，除了主要零件外(控制器、馬達、感應器)。一旦零件觸碰場地或比賽道具，且不在與機器人接觸，則該零件視為一個自由物件，不屬於機器人的一部分。若該零件阻擋球從半場至另一半場，則比賽結束且遺留該零件的隊伍輸了該場比賽。如果掉下的零件從這個半場移動到另一個半場，則遺留該零件的機器人輸了該場比賽。

6.23. 參賽者禁止干擾或協助機器人。包含給予視覺、聲音或任何其他訊號來輸入資訊至程式。違反規則的隊伍輸掉該場比賽，並且將得到8顆球(所以比賽成績為8:0，違規隊伍為8，另一隊為0)

6.24. 機器人可推球、踢球和丟球。

6.25. 機器人可行駛至自己半場的斜坡上。

6.26. 機器人不可接觸自己辦場斜坡上的紅色區域。若機器人的任一部分接觸紅色區域，則比賽結束且違反規則的隊伍輸掉該場比賽。

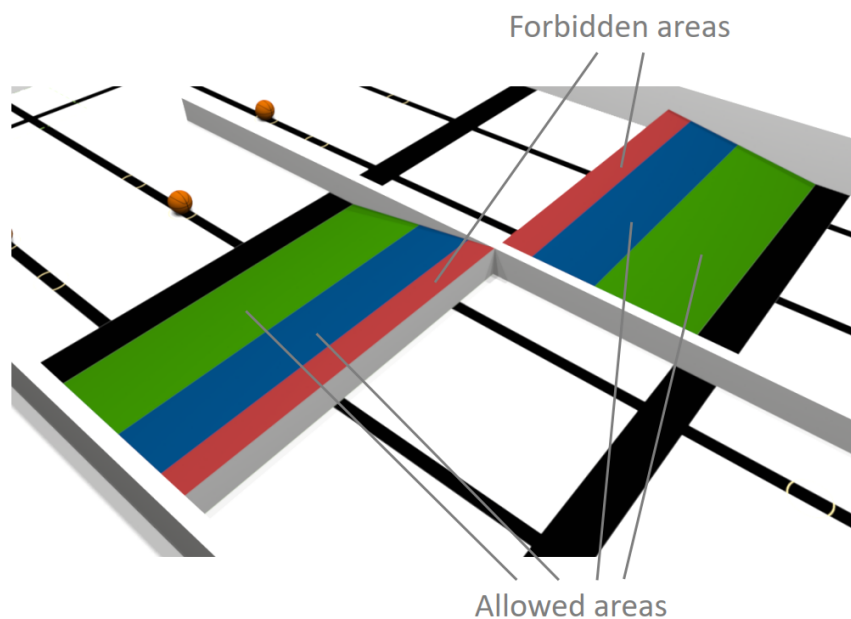


圖 6. 禁止機器人接觸斜坡上的緩衝區(紅色區域)

6.27. 隊伍的機器人不允許與對手機器人接觸。一旦此情形發生，比賽結束並且以目前場上的球數計算分數。

6.28. 隊伍機器人禁止接觸對手半場的場地(底圖和斜坡)。如果此情況發生，則比賽結束且違反此規則的隊伍輸掉此比賽。機器人可接觸斜坡與場地垂直的平面。

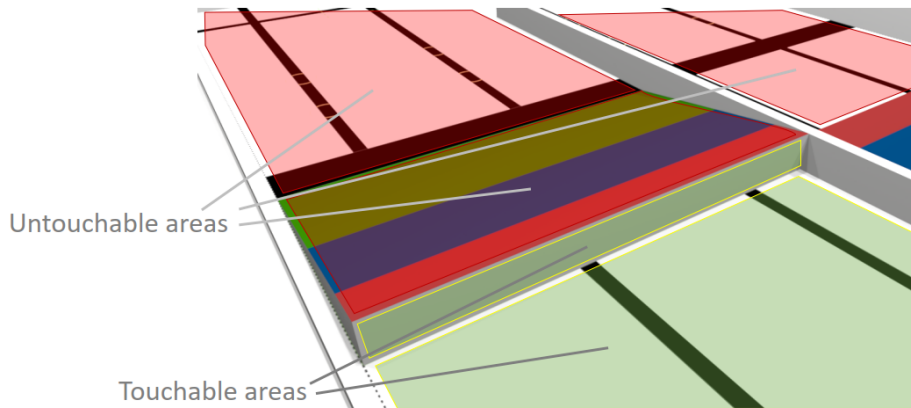


圖 7. 對手隊伍半場上不可接觸的區域

6.29. 一隊的兩隻機器人同時操控4顆以上的球是不允許的。機器人推動球、或場地上機器人部分控制著球或是同隊伍的一到兩隻機器人將球包圍著都視為對球操控。如果此情況發生，比賽結束且以各半場留著球數計算分數。

6.30. 機器人不可透過推球、踢球、丟球等方式將球丟出場外 - 球必須保持在場內。若機器人將球從自己的半場移出場外(但不是移動到對手場地內)，則比賽結束且掉出場外的球會被移回原本的半場內並計算分數。若機器人透過推球、踢球或丟球的方式將球從對手半場移出場外，比賽不會停止且掉出場外的球不算分。

6.30.1. 當機器人推球、踢球、丟球或擊球，結果球彈到另一隻機器人後掉出場外，此情況不會視為違反規則。

比賽 – 比賽結束:

6.31. 以下情況發生時，比賽結束且時間停止計時:

6.31.1. 比賽時間結束。。

6.31.2. 其中一支隊伍的機器人觸碰到另一支隊伍的機器人或是對手半場場地的表面(場地地墊或斜坡坡道)。

6.31.3. 機器人蓄意將球從自己半場移出場外而非移入對手半場內。

6.31.4. 機器人變形而尺寸超過200x200x200mm。

6.31.5. 比賽前30秒內，所有的場內球都在同一個半場內，包含裝載在機器人上的球也算在內。

6.31.6. 任一參賽隊員觸碰機器人、球、場地地墊、斜坡、隔板或牆。

6.31.7. 機器人開出場外。

6.31.8. 機器人破壞球。

6.31.9. 機器人或隊伍成員損壞場地或比賽道具。

6.31.10. 比賽場地上沒有任何球。

6.32. 當裁判宣判比賽結束時，隊伍成員必須停止他們的機器人。除非隊伍得到裁判的許可才可將機器人移出場外。隊員絕對不可將球移動到另一個半場或移出場外。若隊伍違反此規定，將會喪失該場比賽資格。

6.33. 裁判吹哨宣判比賽結束後，才被機器人推、踢或丟過去的球必須返還至原本的半場。若有無法判定是結束哨聲前或後移動的球，裁判可將球還給做出此模稜兩可動作機器人的半場。

6.34. 裁判會以規則和公平競賽作為判定基準，裁判擁有最終裁決權。

7. WRO 網球雙打 – 計分

7.1. 比賽結束後，計算得分結果。

7.2. 由以下條件判定勝負：

7.2.1. 其中一隊(T1)半場的球數--BT1

7.2.2. 另一隊(T2)半場的球數 -- BT2

7.2.3. 如果 T1半場的球比較少，則T1獲勝 ($BT1 < BT2$)，如果 T2半場的球比較少，則T2獲勝($BT1 > BT2$)，如果兩邊球數相同，則兩邊平手 ($BT1 = BT2$)。

7.3. 依照球的位置來判定球是屬於哪個半場。所以即使球與機器人接觸，決定性的因素仍是球位在哪裡。如果球與機器人接觸，且無法確定球屬於哪個半場，則由機器人輪子接觸的半場為依據。

7.4. 如果比賽結束是因為某隊隊員的行為(例如，隊員碰觸了機器人)，則該位隊員所屬的隊伍輸了該場比賽且該半場得到8顆球(所以比賽分數為8:0，違規隊伍8，另一隊0)。

7.5. 如果隊伍贏了兩回合或以上，則隊伍贏得比賽並且獲得3分積分，另一隊得0分。

7.6. 其他的情形，比賽都是為平手且兩隊都得1分積分。

7.7. 比賽結束隊伍必須簽名並確認得分，除非他們有公平的投訴。

7.8. 隊伍的排名根據各隊總積分決定。若兩隊積分相同，則依照下列條件排序：

7.8.1. 隊伍機器人互相對抗的結果：贏家有較好的排名

7.8.2. 每場對手半場的總球數：所有場次比賽對手隊伍的總球數，總球數高的隊伍排名較前。

7.8.3. 若兩個隊伍的排名仍相同，裁判可考慮進行額外的比賽直到其中一隊贏得兩回合以上的勝利。

得分範例:

下列範例顯示四隊 (A, B, C, D) 對戰的最後排名。每隊比3場比賽。你可看到A隊和B隊有相同的積分 (7)，但B隊有更多球得分，因此B隊排名第一。

	A	B	C	D	積分	得分球	排名
A		1 5:3/2:6/4:4	3 6:2/3:5/7:1	3 8:0/5:3/6:2	7	46	2
B	1 3:5/6:2/4:4		3 6:2/7:1/6:2	3 4:4/5:3/8:0	7	49	1
C	0 2:6/5:3/1:7	0 2:6/1:7/2:6		0 0:8/4:4/3:5	0	20	4
D	0 0:8/3:5/2:6	0 4:4/3:5/0:8	3 8:0/4:4/5:3		3	29	3

8. 機器人材料與限制

- 8.1. 隊伍必須建造兩隻機器人。比賽期間，每隻機器人長寬尺寸不可超過 200x200 mm 和高200mm。
- 8.2. 控制器、馬達和感應器必須使用 LEGO® 機器人平台:LEGO® Education MINDSTORMS® EV3; LEGO® Education SPIKE™ PRIME; LEGO® MINDSTORMS® EV3 or Robot Inventor
- 8.3. 機器人允許使用的控制器為: LEGO® Education MINDSTORMS® EV3; LEGO® Education SPIKE™ PRIME; LEGO® MINDSTORMS® EV3 or the hub of LEGO® MINDSTORMS® Robot Inventor.
- 8.4. 比賽期間，允許機器人使用藍芽或Wi-Fi互相通訊。
- 8.5. 比賽期間，禁止機器人與參賽者筆電之間有任何的無線通訊。裁判可進行審查程式碼和機器人以確保之間沒有任何通訊。
- 8.6. 隊伍可任意選擇使用的攝影機。WRO建議LEGO® MINDSTORMS® EV3使用Pixy2 和LEGO® SPIKE PRIME使用 OpenMV 。
- 8.7. WRO世界賽只允許使用LEGO官方充電電池(no. 45610 or no. 6299315 for SPIKE/Robot Inventor, no. 45501 for EV3)。
- 8.8. 允許額外的光學元件像是鏡頭組或鏡子與攝影機一起使用。
- 8.9. 允許使用SD卡儲存程式。SD卡必須在審查開始前插入，一直到下次練習時間前都不可拿下來。
- 8.10. 機器人的其餘部分只可LEGO 品牌的零件來建構。WRO 建議使用教育版LEGO® MINDSTORMS®。
- 8.11. 隊伍可使用3D列印零件或CNC出來的零件、或是從壓克力、木頭、鐵件切割出的零件來固定攝影機、鏡頭組或是鏡子。
- 8.12. 不允許使用螺絲、膠水、膠帶或任何非LEGO材料來固定機器人。隊伍不可對原廠LEGO零件進行任何修改(比如:控制器、馬達、感應器等等)。唯一的例外是:可切割LEGO原廠的繩子、或塑膠管。不遵守規則將導致失去比賽資格。
- 8.13. 隊伍應準備足夠的備用品。若發生任何意外或設備故障，WRO不負責任何的維修或更換。
- 8.14. 隊伍可攜帶已組好的機器人。
- 8.15. 參賽者可預先準備好機器人的程式。
- 8.16. 允許使用任何程式語言 - 不須使用特定的語言。
- 8.17. 競賽當天隊伍只允許有兩隻機器人，不可有備用的機器人。

9. 競賽桌檯與設備

比賽桌台與場地

- 9.1. 在此競賽項目，機器人在場地上解決任務。場地由競賽桌(有邊框的平整地面)和印刷地墊所組成。
- 9.2. WRO各組別的底圖尺寸為 2362 mm x 1143 mm。所有競賽桌尺寸皆相同，允許+/- 5mm誤差。官方競賽桌台邊框高度為100mm, 但也可使用更高的邊框。比其他競賽項目的邊框高了一點點，但其他的尺寸皆相同。因為使用球的關係，使用較高的邊框可有較好的比賽體驗。可將較高的邊框加在競賽桌上。邊框厚度沒有定義。
- 9.3. 邊牆內的顏色是白色。外牆的顏色沒有定義。
- 9.4. 比賽地墊必須為霧面(非反光顏色)印刷。建議使用PVC防水布510 g/m²印刷。比賽地墊材料不可太軟(例如:no mesh banner material)
- 9.5. 黑色細線寬度為20 mm, 黑色粗線寬度為 60 mm.
- 9.6. 球放置區域直徑為 50 mm。線的顏色為橘色 (RGB: 250, 204, 0).
- 9.7. 機器人起始區尺寸為200 x 200 mm. 該區域虛線顏色為綠色 (RGB: 133, 188, 87).
- 9.8. 兩個 300 x 563 x 50 mm斜坡 固定在場上。材料為木頭壓合板或保麗龍。斜坡坡道主要顏色為綠色(RGB: 133, 188, 87)。藍色 (RGB: 0, 112, 192)區域寬為 100 mm。紅色(255, 0, 0)區域的寬為50 m m。斜坡其餘顏色為白色。
- 9.9. 隔板尺寸為 1562 x 17 x 50 mm。穩固的固定在場上。

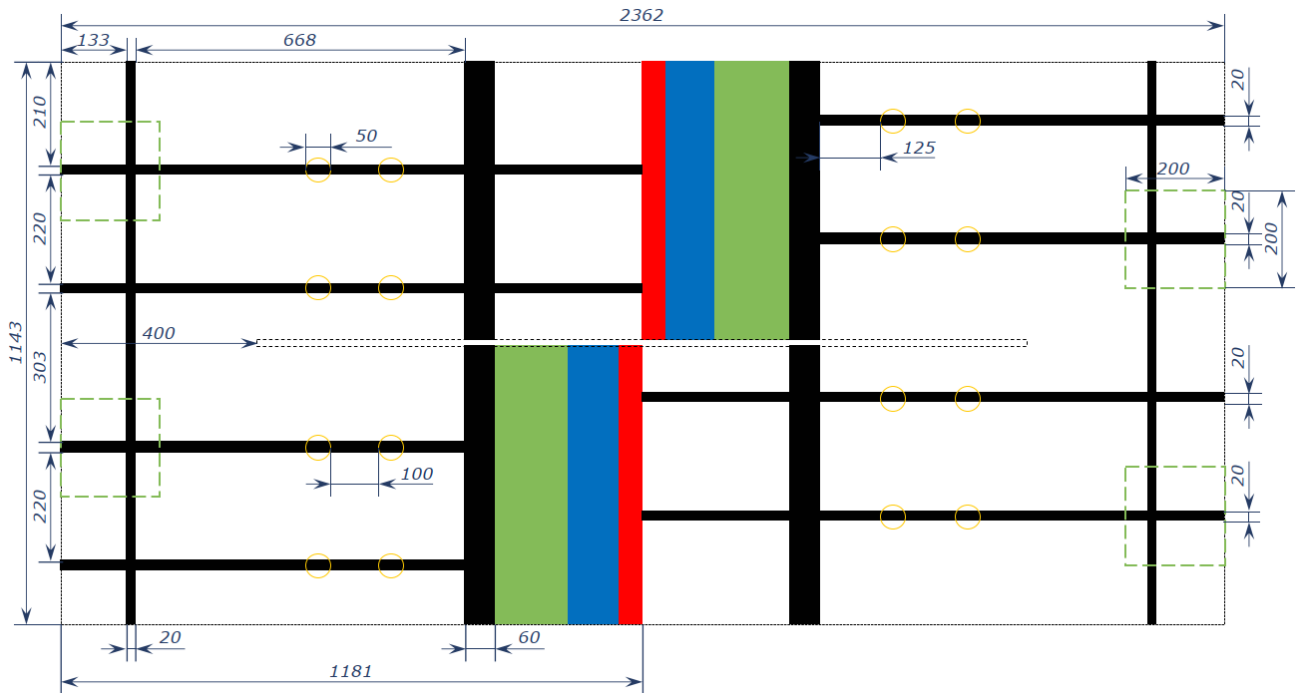


圖8. 比賽場地尺寸

9.10. 每個球為標準乒乓球尺寸直徑40mm。

9.11. 球的顏色為橘色。

9.12. 每場比賽需8顆球。

9.13. 地區比賽可使用其他顏色的球，但是必須與場地其他物件區別。
 主辦單位為了讓球可辨別，可改變地墊底圖的顏色。但是需要在比賽前通知隊伍此改變。



10. 簡化規則

注意: 如開頭所說，以上規則將在世界賽使用。

主辦單位可因地制宜改變規則。以下為簡化版規則:

方法 1 – 更大的比賽物件

此比賽主要聚焦在有攝影機的機器人。若主辦單位希望為沒有攝影機的機器人改編規則，可考慮使用 L EGO® 52 mm 塑膠球(ID: 4156530)或是直徑65-68 mm 網球。

Idea 2 – 簡化競賽場地

改成沒有斜坡的場地。

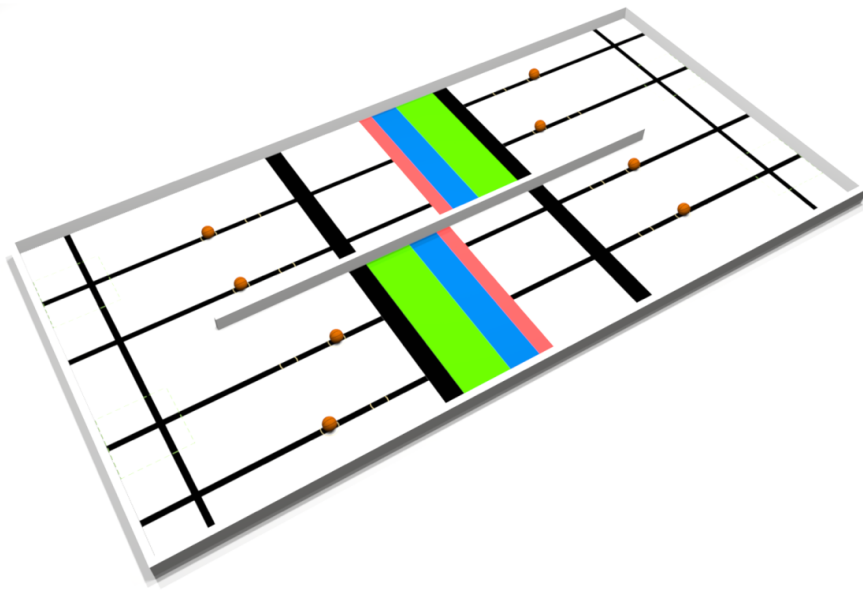


圖 9. 沒有斜坡的場地

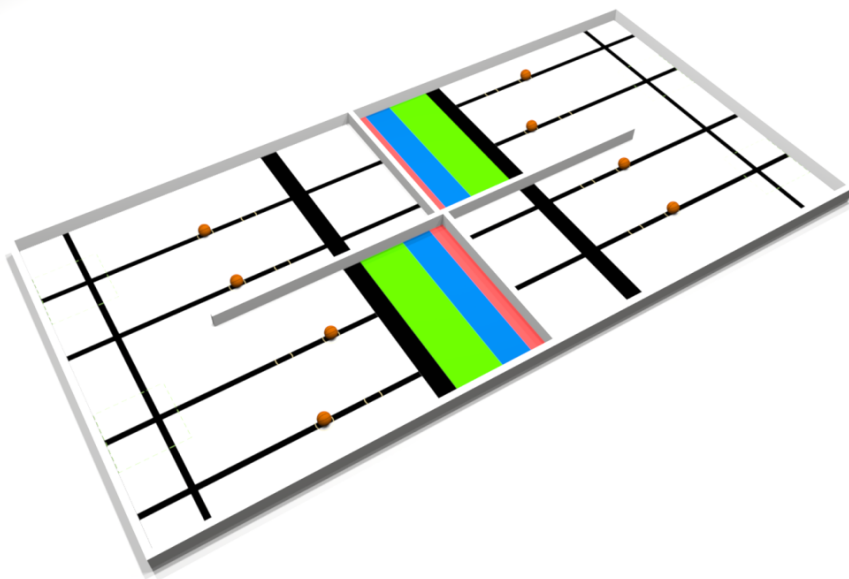


圖 10. 沒有斜坡但有隔板的場地

11. 詞彙表

檢查時間	檢查時間，裁判會查看機器人和確認尺寸(使用套量箱或尺)以及其他技術需求。每場比賽開始前必須完成此檢查。
教練	幫助隊伍學習各種機器人學、團隊合作、解決問題和時間管理等相關事務的人。教練的角色不只是為了贏得比賽，而是透過確認問題、找尋解決問題方法來教導他們、引導他們。
競賽組織	競賽組織是比賽主辦單位。它可以是本地學校、國際組織，與WRO協會一起辦理國際決賽的組織。
比賽	一場比賽包含三回合，由兩隊隊伍進行一連串賽事。贏得兩回合以上的隊伍贏得該場比賽。
回合	兩個隊伍，每個隊伍有兩隻機器人，回合結束前有較少球的隊伍贏得該回合。
練習時間	練習時間，隊伍可在場上測試機器人。隊伍可更改機器人機構或程式碼。
隊伍	一支隊伍包含 2-3 參賽者(學生)。
WRO	WRO 代表 World Robot Olympiad Association Ltd., 準備所有比賽和規則的非營利組織。