



World Robot Olympiad 2020

邀請賽

未來工程師

汽車自動駕駛挑戰賽

版本: 13.07.2020

(本規則將賽制簡化作為邀請賽之規則，技術文件無須提供；邀請賽參賽選手年紀：13~19
歲)



WRO International Premium Partners



1. 簡介

「自動駕駛」是當今及未來的趨勢，許多國家政府、企業、學者、專家，認為「自動駕駛」之技術運用在汽車及公共交通工具，將有很大的潛力。

在WRO賽事中，自動駕駛的機器人最常被運用在競賽及足球賽，但「自動駕駛」要運用在我們日常生活的所有情境下，是具有相當的挑戰。根據國外研究調查，從無自動化到完全自動化（automation¹），分為六個層級。

這是一個全新的挑戰，我們希望將這個挑戰能引發學生對工程興趣，從中體驗工程師所需要的技能，更讓學生能發揮創意提供解決方案。

2. 競賽場地

競賽場地及比賽物件如下描述：

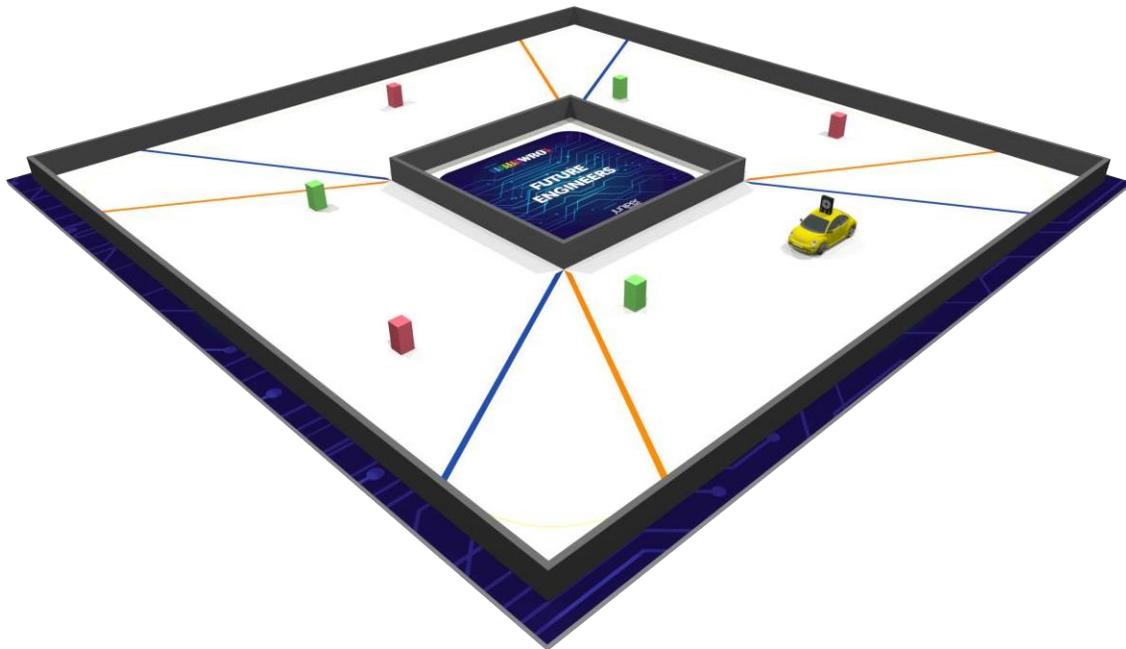


圖1. 競賽場地及物件

比賽場地由內牆及外牆圍出一個賽道，賽道上可能設置交通標誌（彩色柱狀障礙物表示）。

相關影片請參考以下連結：[影片1](#)；[影片2](#)。

如下圖示，賽道由 8 個區塊組成：4 個轉彎區（紅色虛線）及 4 個直線區（藍色虛線）。

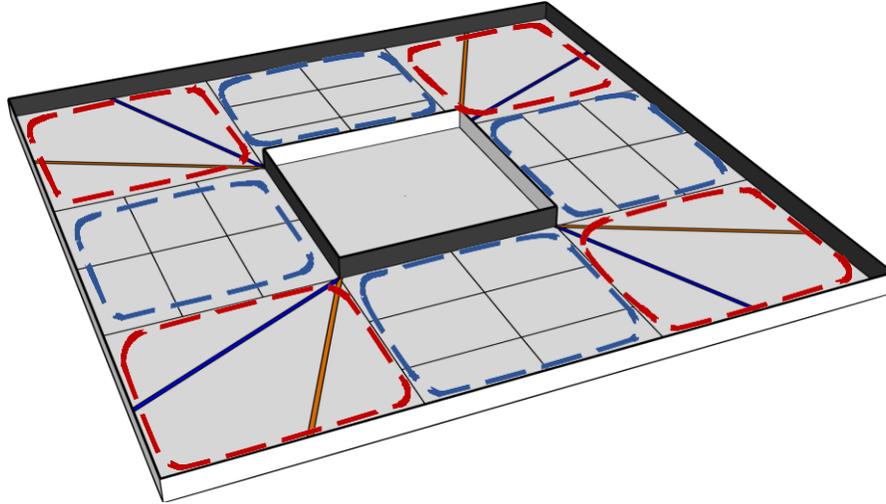


圖 2. 競賽場地區域

每一個直線區分成 6 小格，是汽車的**起始位置**。如下圖 6 個小圓圈中有 4 個虛線 T 字型及 2 個 X 字型，是放置交通標誌，稱之為「交通標誌位置」。

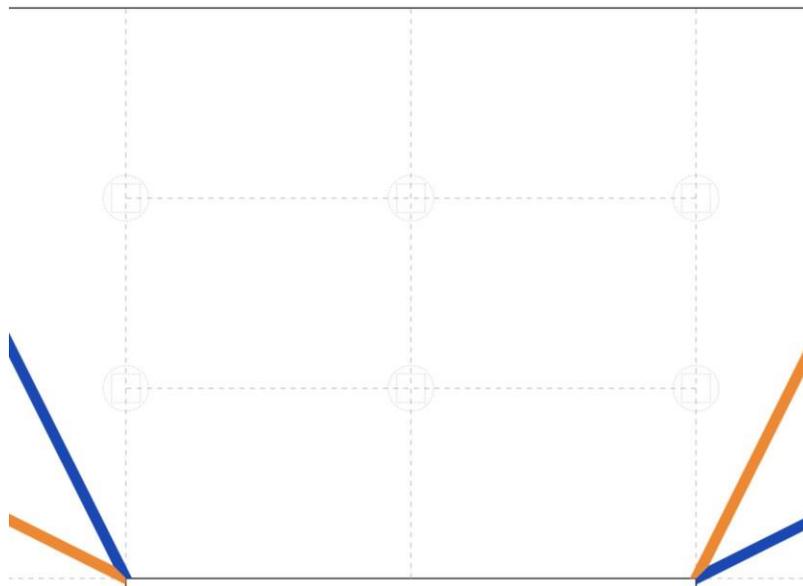


圖 3. 起始位置及交通標誌位置定位點

3. 比賽說明

本汽車自動駕駛挑戰賽是採用「計分計時競賽」，賽道上不會同時有多輛汽車。每次比賽只有一個隊伍及一輛汽車，由汽車完全自動駕駛依規定的圈數 / 任務，來達到最佳分數及時間。汽車必須遵守相關規範，如有交通標誌規範，必須行駛規定的車道。交通標誌是紅色的柱子，汽車必須行駛柱子之右側車道；交通標誌是綠色的柱子，汽車必須行駛柱子之左側車道。進行比賽，每一回合賽車必須行駛三圈，汽車不可移動或撞倒交通標誌。汽車必須沿著規定方向行駛，方向將現場隨機決定（順時針或逆時針）。比賽開始前，將隨機決定汽車的起始位置以及交通標誌的數量和位置。

4. 比賽內容

比賽內容將以兩個方式進行：「資格賽」及「決賽」。國際賽有 2 回合的資格賽及 2 回合的決賽。在資格賽中，第一回合如果隨機決定汽車必須順時針方向行駛，則第二回合的行駛方向，可直接由大會決定或再次隨機（例如擲硬幣）決定。決賽也是用一樣的方式來決定汽車行駛方向，比賽期間汽車的移動方向稱為「回合行駛方向」。

4.1 資格賽

在資格賽中，賽道上不會放置交通標誌。

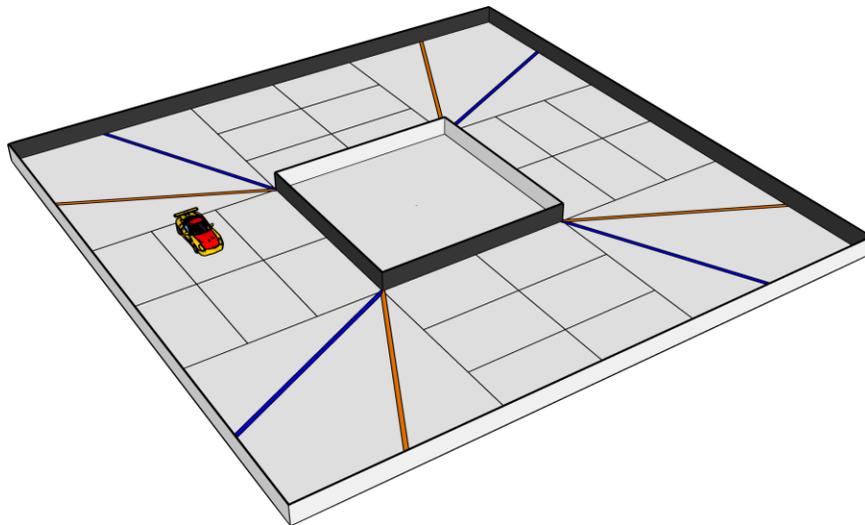


圖 4. 資格賽的場地圖

賽道距離為 1000 公釐或 667 公釐 (± 100 公釐)。

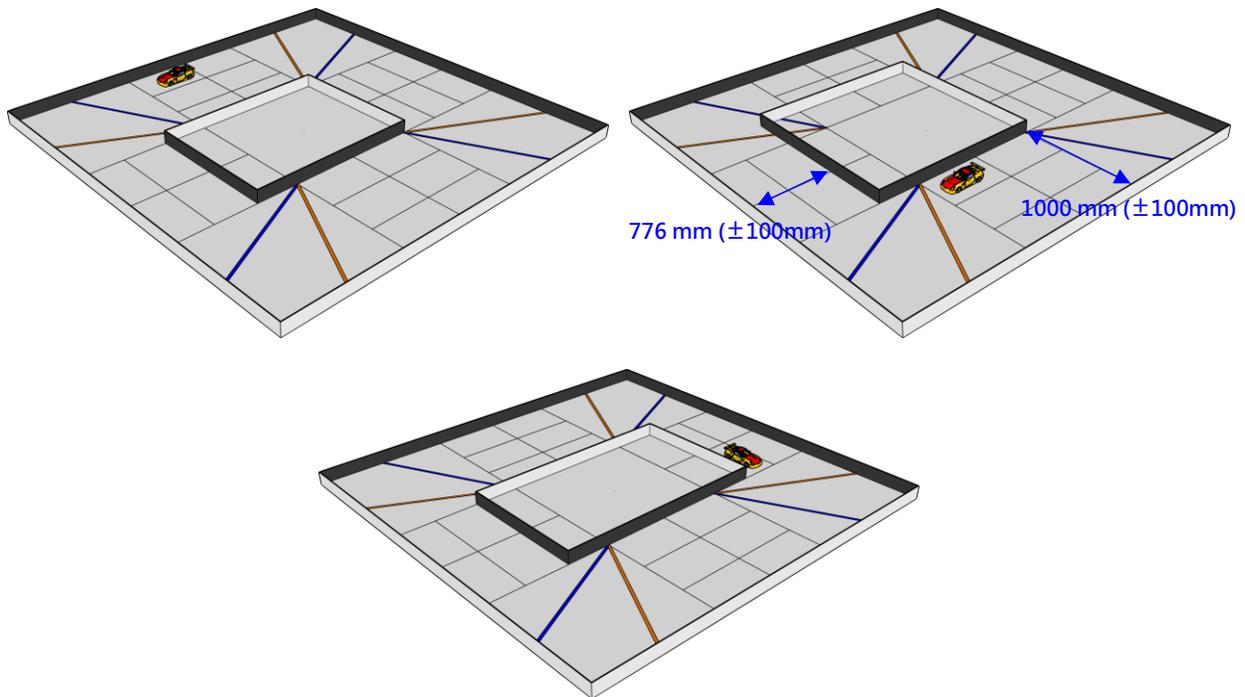


圖 5. 資格賽場地圖範例

確定「**回合行駛方向**」之後，將使用如下步驟決定汽車的**起始區**及賽道：

1. 步驟一：擲硬幣兩次決定從哪個直線區作為汽車的**起始區**。如下圖顯示硬幣可能出現的組合來決定起始區。(組合例如：「**頭像-頭像**」、「**頭像-字**」、「**字-頭像**」或「**字-字**」)。

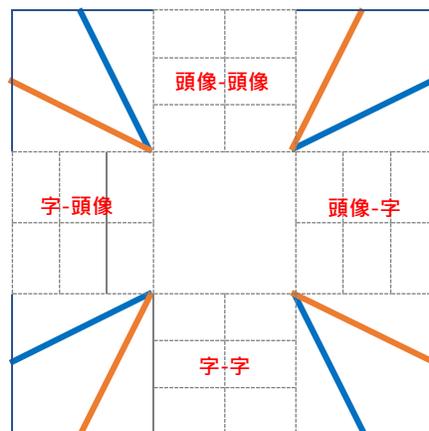


圖6. 決定起始點的組合

2. 步驟二：起始區確定完之後，再依序擲 4 次硬幣，第一次擲硬幣的結果決定**起始區的賽道寬窄**，第二次擲硬幣將決定起始區下一區賽道的寬窄，**順時針方向**依此類推，4 次擲完可決定內牆放置的位置。

「**頭像**代表寬闊 (1000 ± 100 公釐) 賽道；**字**代表狹窄 (776 ± 100 公釐) 賽道」。

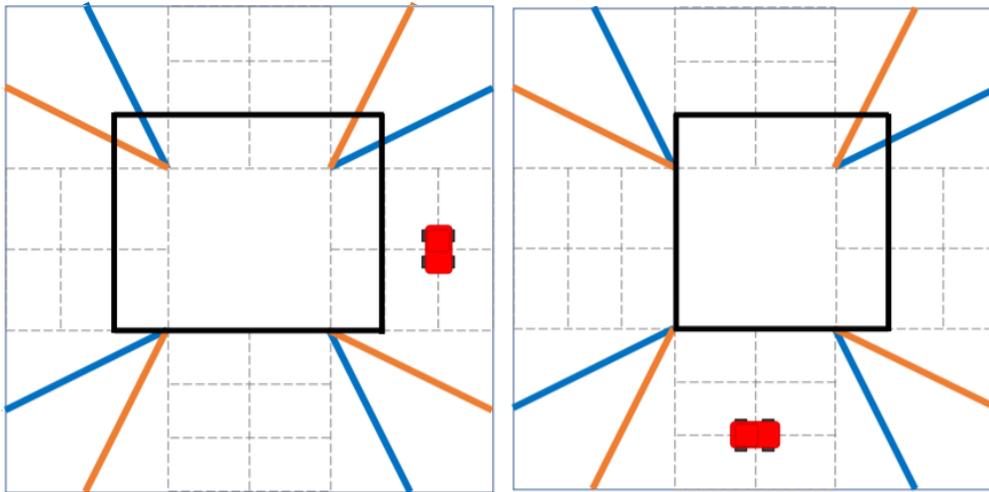


圖 7. 擲硬幣 4 次，如左圖賽道代表“字(窄)-頭像(寬)-字(窄)-字(窄)”；
如右圖賽道代表“頭像(寬)-頭像(寬)-字(窄)-字(窄)”

3. 步驟三：用骰子的數字來決定汽車在起始區域的**起始位置**，每區分 6 小格，如下圖表示左上格代號「1」右下格代號「6」，如果起始位置在內圍牆裡面，則重新擲骰子直到汽車的起始位置在賽道上（兩個圍牆之間）。

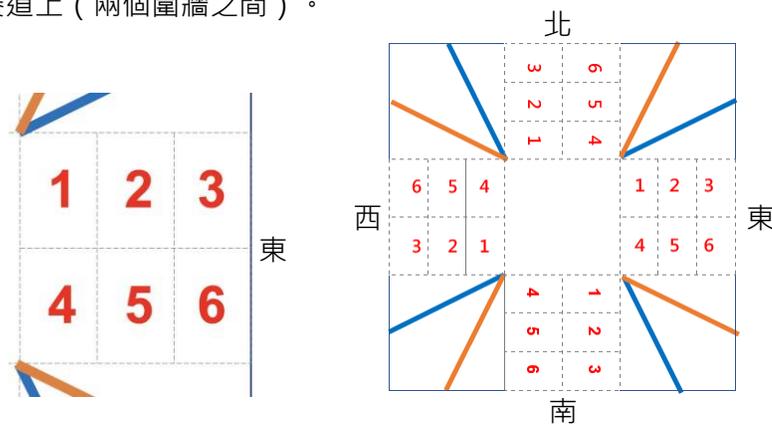


圖 8. 骰子號碼對應的起始位置

以上步驟流程將在每場資格賽回合與回合之間執行，因此每回合汽車的起始位置及賽道之間距離，會因為隨機結果而有所不同。

4.2 決賽

在決賽回合，賽道中將設置紅色及綠色支柱，視為**交通標誌**。賽道之間的距離將維持 1000 ± 100 公釐。

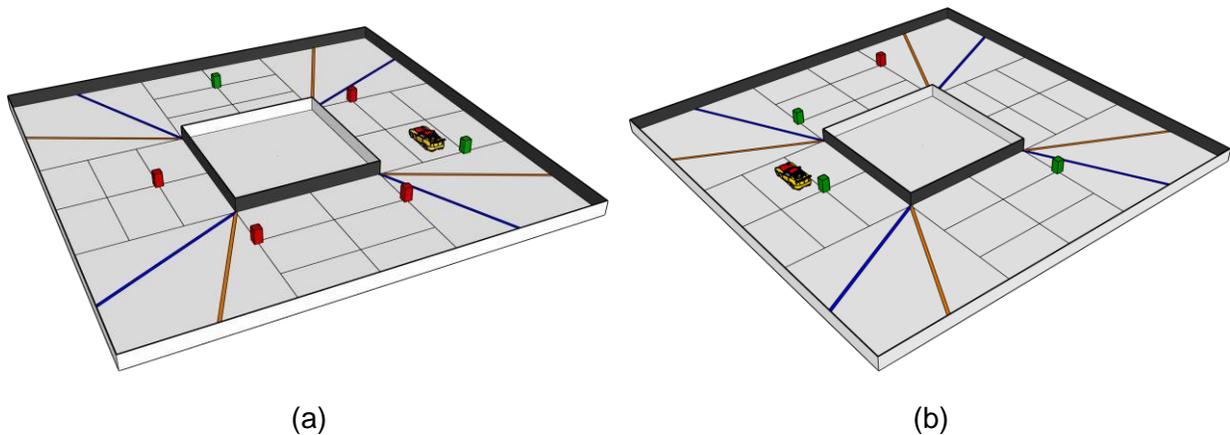


圖9. 決賽場地範例

下列步驟流程將決定汽車及交通標誌的位置（假設回合行駛方向已經確定）：

1. 步驟一：擲兩次硬幣確定汽車的起始區及起始位置。（此步驟與資格賽步驟一相同。）
2. 步驟二：將下列 11 張卡片放入不透明的盒子（或袋子中）。隨機抽出的第一張卡片，將決定**起始區之交通標誌的位置**。卡片上黑色粗線表示外圍牆，抽出的卡片不再放回盒子內。隨機抽出的第二張卡片，將決定交通標誌在起始區下一個區域的對應位置。**順時針方向**依此類推來完成剩下的位置。



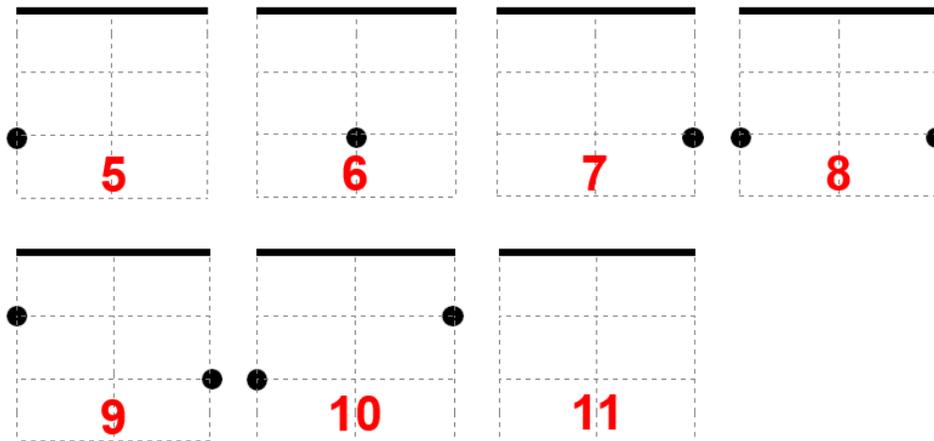


圖 10. 交通標誌位置 (卡片)

最後以下列方式決定每一個區域交通標誌的顏色：

- 當「回合行駛方向」為順時針，靠近內圍牆用綠色交通標誌，靠近外圍牆的用紅色交通標誌。
- 當「回合行駛方向」為逆時針，靠近內圍牆用紅色交通標誌，靠近外圍牆的用綠色交通標誌。

例如，圖9 決賽場地範例 (a) 依序抽出的卡片為：10、8、6、2。

例如，圖9 決賽場地範例 (b) 依序抽出的卡片為：6、10、11、5。

3. 步驟三：在決賽中，汽車起的始位置將於「賽道中間 2 格」其中一格，隨機方式（如擲硬幣）決定要放哪一格。「頭像」表示汽車起始位置前方是空格；「字」表示汽車起始位置後方是空格。

例如，圖9 決賽場地範例 (a)，硬幣擲「頭像」。

例如，圖9 決賽場地範例 (b)，硬幣擲「字」。

5. 技術文件 < 僅正式賽及世界賽提交 >

真正的工程學是學習、創造新的解決方案並與社區分享並帶來進步發展。除了汽車的設計、編輯程式之外，團隊還需將技術文件傳至規定的網址，並介紹工程進度及最終結果。

每個團隊必須提供以下內容：

- 兩張團隊照片：一張正式的照片和一張與所有團隊成員一起搞笑的照片。
- 汽車的6個面照片（四個側面，車頂和底部）。
- YouTube連結，呈現隊伍汽車自動駕駛的影片（網址是公開可連結的），長度至少要 30 秒。
- 汽車電機組件的示意圖（檔案為JPEG、PNG或PDF形式）。舉例說明汽車中使用的所有零件（電子和電機），及這些零組件如何相互作用。
- 將編輯好的程式及參賽相關文件資訊連結到GitHub公共雲端儲存庫並取得代碼，該儲存庫可能還包含以下文件：

使用3D列印機或雷射切割機或CNC機器生產的零件相關資訊及說明。

第一次提交時間，比賽開始前2個月-至少完成上述進度1/5以上。

第二次提交時間，賽開始前1個月。

第三次提交時間，比賽開始前天。

該儲存庫必須包含README.md文件，該文件帶有所設計解決方案的英文簡短說明（不少於5000個字）。描述的目的是闡明代碼包含哪些模組，它們與汽車的機電組件有什麼關係，以及如何將代碼建立 / 編輯 / 上傳到汽車的控制器的過程是什麼。

6. 比賽規則

回合時間:

- 資格賽每回合時間 3 分鐘。
- 決賽每回合時間 3 分鐘。

每回合開始之前:

- 隨機決定回合行駛方向。
- 隨機決定汽車起始位置及場地配置。
- 所有隊伍在同一個回合中，都使用相同的回合行駛方向、汽車起始位置及場地配置。

每回合開始:

- 汽車必須在規定的起始位置，且正投影須完全規定的在格子內。
- 汽車轉彎時，必須遵從阿克曼 (Ackermann) 原理。
- 比賽期間，汽車大小不得超過 300x200 公釐，高度不可超過 300 公釐。
- 比賽開始前，裁判會口頭倒數「3 2 1，開始」，並且在「開」字同時按碼表，比賽開始計時。

備註：在決賽中，每回將採兩位計時，並將此回合的**兩個時間平均**，當隊伍分數相同時，平均時間短的名次排序會優於平均時間較長。

脫落的零件:

- 比賽期間，汽車不允許在比賽場地內留下任何零件或標記（如油漆）。如果汽車違反了此規則，比賽將被停止，汽車必須由參賽隊伍停止，分數將以零分計算，回合時間記為最大值。

每回合比賽中:

- 比賽開始前，汽車必須依規定的方向行駛。
- 汽車不允許移動圍牆（當圍牆不是固定時）。汽車若違反此規範，裁判將會請團隊一名隊員攔下汽車並將其停止，比賽分數為零分，時間記最大值。
- 當汽車遇到紅色的交通標誌，必須從右側通過（如下圖11中的 (a)）；當汽車遇到綠色的交通標誌，必須從左側通過（如下圖11中的 (b)）。

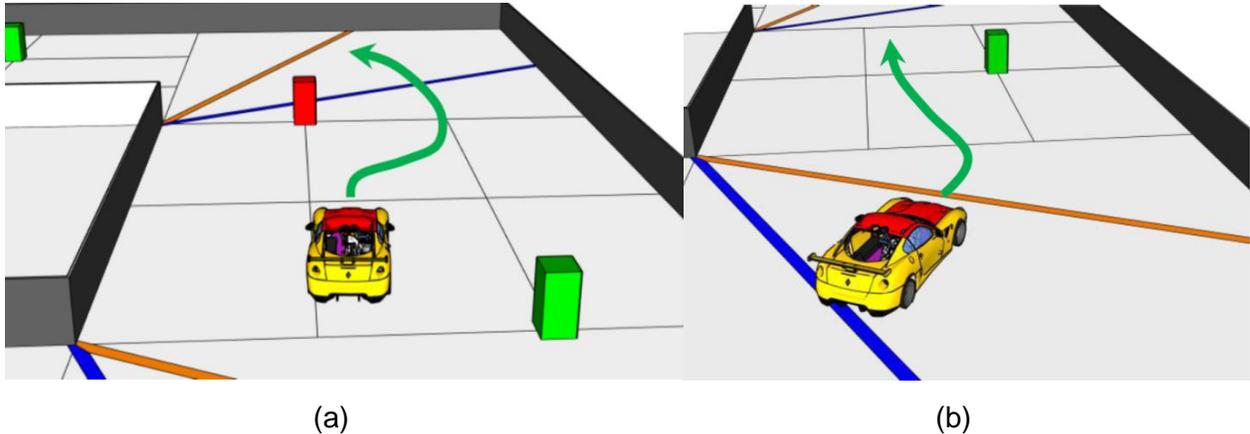


圖 11. 通過交通標誌的規範

- 禁止移動或撞倒交通標誌（彩色柱子）。在比賽中，如果違反此規則，比賽仍持續進行，時間不會停止，但汽車不會獲得此部分的獎勵積分。如果交通標誌的任何部位超出規範的圓圈，則認為該交通標誌已從初始位置移開或被撞倒。關於詳細訊息，請參考附錄 A，第 1 節。
- 允許汽車在兩個區域朝反方向行駛：當下區域及與當下相鄰的區域。關於詳細訊息，請參考附錄說明。
- 汽車必須回到起始區，以獲取更多的積分。備註：一旦汽車部分離開起始區，該區也將成為結束區。
- 每回合隊伍將有一次機會可以請求維修汽車：隊伍需將汽車從場地中取出，並對其機械或電子零件做維修處理，完成修復後再放回取出區域的賽道中央位置，在這過程比賽時間仍然進行中不停秒數。汽車停止可能是因為電子 / 機械問題或汽車撞到圍牆被卡住，因此當汽車停止時，隊伍才可以請求取得維修機會。

以下狀況將不授予維修機會：

- (1) 行駛中的汽車 - 定義汽車任何部位 5 秒內移動 50 公釐。
- (2) 汽車已開始行駛第三圈（在最後一圈之前完全通過轉彎區域）。

維修時不允許對汽車的任何控制器輸入程式或許輸入任何數據，違反此規定之隊伍將取消比賽資格：本場比賽分數將以零分計算，時間將登記為最大值。

比賽回合結束:

- 若發生以下情況，將結束回合比賽，且停止比賽時間：

- 比賽時間到 (3 分鐘) 。
- 汽車跑完三圈之後，完全停止在結束區，且正投影完全在此區域內。關於詳細訊息，請參考附錄 A，第 2 節。*備註 1：汽車必須自動停在結束區。如果團隊使用以下描述之一方是迫使結束比賽，則將不視為汽車自動停止在結束區。*
備註 2：為了證明在結束區完全停止，汽車抵達規定區域 15 秒後不可繼續行駛。當汽車跑完三圈或回合結束時持續動作，導致裁判無法確定汽車是否 " 完全停止 " 在結束區，裁判將有權利不給予該隊伍停止在結束區的積分。
- 汽車跑完三圈之後，尚未停止仍持續前進，並且正投影通過了結束區。詳細訊息請參考附錄 A，第 3 節。
- 汽車朝反方向行駛區域之判定方法。詳細訊息請參考附錄 A，第 4 節。
- 汽車用錯誤的方向通過交通標誌之判定方法。詳細訊息請參考附錄 A，第 5 節。
- 競賽過程中，參賽隊伍尚未經過裁判允許，擅自觸碰汽車進行維修。
- 競賽過程中，參賽隊伍尚未經過裁判允許，觸碰場地、底圖或圍牆。
- 競賽過程中，參賽隊伍接觸到比賽道具。
- 比賽的汽車跑出原本規定的賽道 (移動圍牆) 。
- 比賽的汽車或參賽隊伍損壞場地或比賽道具。
- 切記，團隊若執行上述的任一個規範，比賽將停止不再繼續。

7. 計分

分數將於每回合結束時計算，最高分數：

- 資格賽獲得 31 分。
- 決賽獲得 39 分。

	規定	積分	總分
1.	自動駕駛分數		
1.1.	汽車依規定的回合行駛方向行進，每經過直線區將給予對應的積分。從起始區位置開始算，結束區的停止位置及其後的位置皆不在此積分內。	1	24
1.2.	汽車行駛完整圈數。汽車沿著比賽規定的方向成功通過 8 個區域，起始區域包含在第一圈的 8 個區域中。圈數的定義：汽車完全離開最後一個轉彎區。只要依規定方向行駛，汽車本體方向不限制（如移動時，車頭在後車尾在前）亦可獲該積分。	1	3
1.3.	三圈結束後，汽車完全停止在結束區。	4	4
1.4.	汽車完成三圈之前，比賽已經停止，並且在汽車經過的賽道上，交通標誌沒有被移動或被撞倒。 <i>此積分僅適用決賽回合。</i>	4	4
1.5.	三圈結束後，交通標誌沒有被移動或被撞倒。 <i>此積分僅適用決賽回合。</i>	8	8
1.6.	既使汽車無法動作，團隊也將設備帶來現場作執行維修。 (此條件必須提供下列相關技術文件)	將技術文件總分 / 2	
2.	技術文件分數 < 正式賽及世界賽須提交 >		
2.1.	團隊的照片（一張正式的合照照片；一張團隊隊員一起搞笑的照片）	1	1
2.2.	汽車本體的 6 個方向照片（4 個側面、頂部、底部）	1	1
2.3.	YouTube 的連結呈現團隊作品（30 秒以上的汽車自動駕駛影片）	2	2
2.4.	汽車的電機組件示意圖	4	4
2.5.	GitHub 網站提供的代碼	2	2

比賽結束時，裁判的碼表時間將被登記下來，將用於作為排序的一個依據。**決賽中，每回合隊伍的時間將是兩個碼表計時的平均值。**當參賽隊伍被取消比賽資格，該比賽時間將登記為 3 分鐘。

在資格賽的排序，將以「最佳分數→最佳時間→次佳分數→次佳時間」為優先晉級決賽。

隊伍比賽的排名，將以「積分總合（自動駕駛分數 + 技術文件分數）」作排序；分數相同時，以時間最短的優先排序，其次排序次佳分數→次佳時間。

8. 場地規範

8.1 競賽場地

- 場地底圖尺寸 3200 x 3200 公釐 (+/- 5 公釐)。底圖中內部的正方形賽道尺寸是 3000 x 3000 公釐 (+/- 5 公釐)。
- 賽道的主要顏色是白色。
- 賽道被高度 100 公釐的內牆及外牆包圍著。
- 外圍牆的內部 (朝賽道的方向) 顏色是黑色。外圍牆外部顏色尚未定義 (將由各國主辦單位決定)。
- 內圍牆的外部 (朝賽道的方向) 顏色為黑色，內圍牆的內部 (朝向FUTURE ENGINEERS字體) 及牆頂邊緣的顏色都是黑色。
- 圍牆的厚度尚未定義。(將由各國主辦單位決定)
- 外牆和內牆之間的距離將取決於上述方式設置。
- 賽道上有橙色和藍色的線條。線的厚度約 20 公釐。橙色線顏色為印刷四分色模式 CMYK (0, 60, 100, 0)。藍色線則為 CMYK (100, 80, 0, 0)。
- 場上有約為 1 公釐的虛線來限制汽車的起始區。虛線的顏色為 CMYK (0 0 0 30)。
- 每個起始區的起始位置大小 333 x 500 公釐。
- 場上正方形是交通標誌位置。正方形的線粗 1 公釐，線的顏色為 CMYK (0 0 0 30)。
- 每個交通標誌的位置為 50x50 公釐。
- 交通標誌位置周圍圓的線粗是 0.5 公釐，此圓是判斷交通標誌是否被移動。線條的顏色是 CMYK (20 0 100 0)。
- 圓的直徑為 85 公釐。

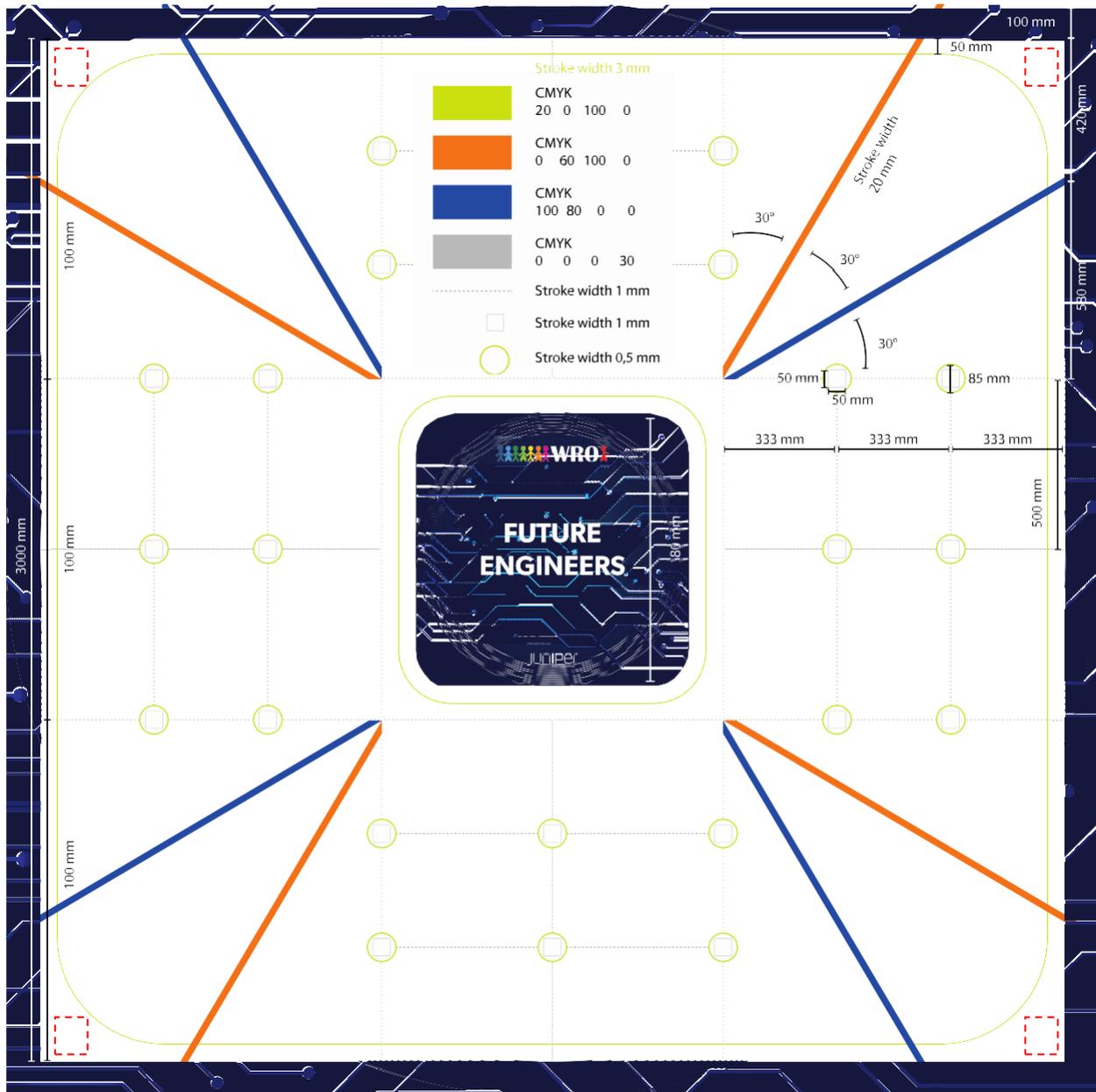


圖 12. 場地底圖尺寸 (紅色虛線區處會印製贊助單位)

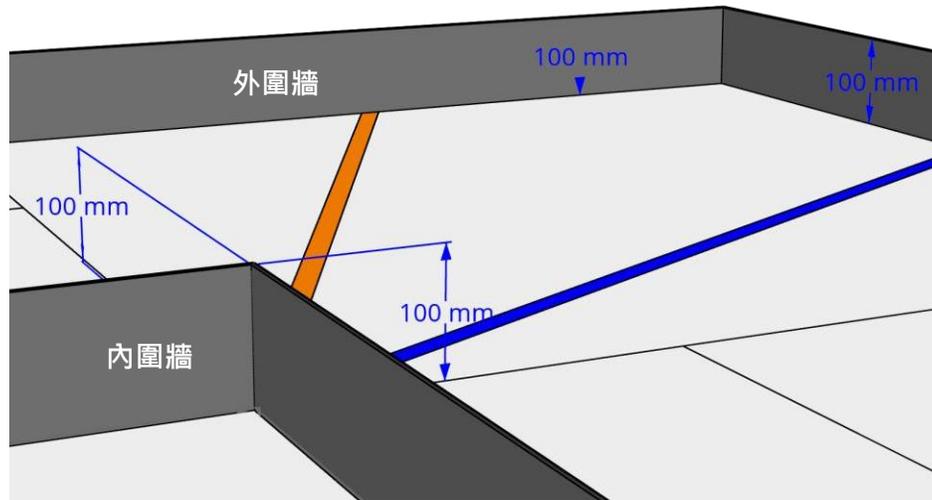


圖 13. 內圍牆及外圍牆的高度尺寸

8.2 國際賽決賽的圍牆配置

在國際賽決賽中，將使用軟材質的圍牆，因此圍牆放置在場地上將不會平坦：

- 圍牆之間的距離將不會是一個固定的數值；
- 圍牆角落可能是圓弧形。
- 牆壁顏色將是黑色。



圖 14. 國際賽決賽場地配置範例

8.3 交通標誌

- 長方體交通標誌，尺寸為 50x50x100 公釐。
- 擺放位置根據上述的隨機過程。
- 紅色交通標誌顏色為PANTONE 1795 C, RGB (238, 39, 55)。
- 綠色交通標誌顏色為PANTONE 802 C, RGB (68, 214, 44)。
- 未定義交通標誌的材料（由各國主辦單位決定）。
- 未定義交通標誌的重量（由各國主辦單位決定）。

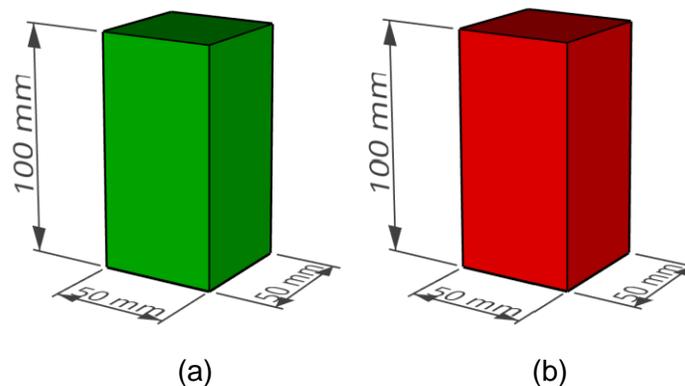


圖 15. 交通標誌尺寸

9. 比賽通用規則（簡稱通則）

9.1 材料

如下關於零件之「不限制」的規範，必須屬於不可具破壞 / 傷害性質。

- 9.1.1 用於汽車的控制可以是微電腦(SBC) 或微控制(制)器(SBM)，品牌不限制。
- 9.1.2 允許汽車有一個或多個微電腦(SBC) / 微控制(制)器SBM。
- 9.1.3 在比賽過程中，參賽隊伍的汽車不允許使用任何無線射頻 (RF)、藍芽 (Bluetooth)、無線網路 (Wi-Fi) 或任何無線相關種類的通訊設備，如果這些通訊功能是控制器內建的，請務必將此功能關閉。裁判有權利檢查汽車，確保隊伍已經關閉這些通訊功能。
- 9.1.4 團隊可以使用任何感測器，品牌或數量不限制。視訊攝影機在此賽事屬於感測器的一種。

- 9.1.5 團隊可以使用任何馬達及伺服馬達 – 馬達的品牌及數量無限制。
- 9.1.6 團隊可以使用任何電子零件 (單一或整組) – 對於零件類型, 廠牌, 任何限制。
- 9.1.7 團隊可以使用任何液壓、氣壓設備或電池閥。
- 9.1.8 任何品牌電池均可使用, 數量不限制。
- 9.1.9 汽車電控零件, 必須使用有絕緣層包覆的線材連接, 僅用金屬導線連接是不允許的。
- 9.1.10 不限制團隊使用任何塑膠料 / 木材 / 金屬切割而成的成品, 例如 3 D列印的零件、木製零件或CNC車床製作的零件等。
- 9.1.11 汽車的製作可以使用任何材料包或市售的套裝包皆不限制。
- 9.1.12 團隊可以使用電工膠帶, 鬆緊帶, 任何形式的束線帶等, 也允許使用黏著劑黏合材料。
- 9.1.13 團隊應攜帶足夠的設備零件, 如果發生任何設備故障或損毀, 主辦單位不提供任何維護或更換。
- 9.1.14 汽車可以預先組裝好。
- 9.1.15 汽車所使用的程式不限制, 任何能編輯汽車控制器的軟體皆可使用。
- 9.1.16 參賽隊伍可將程式預先編輯好。
- 9.1.17 參賽隊伍應該自行準備攜帶比賽當天可能會用到的設備、軟體、筆記型電腦、延長線及相關文件。
- 9.1.18 比賽當天僅允許參賽隊伍使用一個汽車參賽, 不允許攜帶備用汽車。

9.2 硬體 (汽車) 規範

- 9.2.1 汽車尺寸不允許超過 300x200 公釐, 高度不允許超過 300 公釐。
- 9.2.2 汽車的重量不允許超過1.5 公斤。
- 9.2.3 汽車必須是 4 輪汽車。它必須是前輪驅動 (https://en.wikipedia.org/wiki/Front-wheel_drive)或者後輪驅動 (https://en.wikipedia.org/wiki/Rear-wheel_drive)。參賽隊伍不允許使用差動輪型汽車(https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot) , 使

用此設計汽車之隊伍將被取消比賽資格。

9.2.4 汽車不得使用任何類型的全向輪、萬向輪、腳輪或球型輪。

9.2.5 汽車前軸設計必須符合「阿克曼轉向幾何」。

備註：依據阿克曼轉向幾何設計的汽車，沿著彎道轉彎時，利用四連桿的相等曲柄使內側輪的轉向角比外側輪大大約2~4度，使四個輪子路徑的圓心大致上交會於後軸的延長線上瞬時轉向中心，讓汽車可以順暢的轉彎。(https://en.wikipedia.org/wiki/Ackermann_steering_geometry)

9.2.6 汽車必須具有自主性，並自行完成「任務」。汽車行駛時，不允許使用任何有線或無線設備控制之。違反此規則之隊伍將被取消比賽資格。

9.2.7 競賽過程中，不允許參賽者對行進中的汽車進行干擾或協助。包括比賽中不允許對汽車提供影像、音頻或將任何數據輸入汽車。違反此規則之隊伍將被取消資格。

9.3 比賽

本文中將說明解釋如何在國際賽中進行該比賽，各國授權之主辦單位可依以下流程作為賽事參考。如果有尚未提到的流程、時間、細節，將由各國授權之主辦單位決定。

9.3.1 競賽包含多個回合及設備組裝測試時間，在設備組裝測試時間之後至回合比賽開始之前，將會安排檢查隊伍的汽車是否符合比賽規範。

9.3.2 參賽隊伍在組裝測試時間必須在大會規定的區域位置調整測試汽車，直到組裝測試時間停止，隊伍則需要將汽車放到指定的檢錄區。

9.3.3 比賽當天，第一回合的組裝測試時間為 60 分鐘。

9.3.4 在組裝回合開始之前，參賽隊伍不允許觸碰比賽場地及道具。

9.3.5 在組裝測試時間，參賽選手可以在自己的位置進行練習、或者攜帶調整好的汽車在練習場地邊排隊等待練習、或者可以在遊戲場上進行測量，但不得干擾其他團隊的練習。允許團隊更改程式或對汽車的機械進行調整拆裝。

9.3.6 組裝回合時間結束後，所有參賽隊伍汽車必須放到指定的檢錄區，準備進行汽車檢錄。所有的汽車控制器電源必須關閉。在這期間，未經裁判允許，隊伍不可對汽車進行任何修改、輸入程式參數等。

- 9.3.7 通過檢錄的汽車才允許下場比賽。檢查包含汽車材料、結構設計等，都須符合上述的規範。
- 9.3.8 尚未通過檢錄的隊伍，在檢錄階段僅有一次 3 分鐘的修改時間，未通過檢錄的隊伍需將修改的材料或相關器具帶至檢錄區，由裁判統一計時 3 分鐘給予檢錄不合格之隊伍修改汽車。
- 9.3.9 修改過後的汽車，若仍無法通過檢錄，該回合不允許下場比賽。
- 9.3.10 當團隊下場比賽時，請盡速準備且時間請勿超過 90 秒，超過的時間將會占用到比賽的 3 分鐘，意味著如果隊伍還沒準備好，但時間一到 90 秒，裁判將會倒數並按碼表計時。
- 9.3.11 比賽開始的規定 (假設已經隨機決定好比賽的任務條件)**
- 9.3.11.1 汽車放到起始區規定的起始位置並且汽車的**電源是完全關閉的!**
- 9.3.11.2 汽車的正投影必須完全在起始位置內。
- 9.3.11.3 在這準備時間內可以對汽車進行物理調整。但不允許更改汽車的零件位置或方向，也不允許用汽車感測器測試場地數值或校正，更不允許對汽車輸入任何參數或程式。如果有上述行為，將會取消隊伍參賽資格。
- 9.3.11.4 打開汽車的開關，允許最多**開 2 個開關**。例如開電源然後開控制器開關、或開主控制器及副控制器的開關，又或者是開控制器開關然後開控制馬達 (或感測器) 開關。
- 9.3.11.5 讓汽車處於等待的狀態，同時參賽選手等待裁判確定好場地設置後倒數計時。
- 9.3.11.6 裁判將倒數「 3 2 1，開始」，以「開」字按下碼表，同時參賽選手聽到「開」字，可同步按下汽車的啟動鈕一次，一旦手離開啟動鈕之後，選手不得再觸碰汽車，若未經過裁判同意，選手擅自再次觸碰汽車將會停止比賽秒數並且結束這個回合。如果參賽選手在「開」字之前提早按了啟動鈕，裁判有權利重新倒數並請選手將設備放回規定的起始位置。
- 9.3.11.7 參賽選手按下汽車啟動鈕之後，汽車啟動開始行駛比賽。
- 9.3.12 比賽過程當遇到無法判定的結果，裁判團將有最終裁決權力，最終裁決對於參賽隊伍不論結果好壞，請參賽團隊務必遵從裁判團的判決。
- 9.3.13 比賽當天參賽團隊所有人員，都務必遵守本比賽所有相關規範。
- 9.3.14 每回合結束時，參賽選手必須裁判確認最終狀態 (或分數)，並在該表格簽名欄位簽名，

如有異議，請現場直接與裁判討論確認結果，當欄位簽名後表示團隊已同意當回合的狀態（或分數），事後如有任何問題一概不受理。

9.3.15 比賽的排名順位先後如下：（邀請賽無須提供文件，文件分數不列入計算）

- 總積分最佳之隊伍（包含資格賽分數 + 決賽分數 + 文件分數）
- 決賽 - 積分最佳之隊伍
- 決賽 - 時間最佳之隊伍
- 決賽 - 積分次佳之隊伍
- 決賽 - 時間次佳之隊伍
- ~~汽車文件分數最佳之隊伍~~
- 資格賽 - 積分最佳之隊伍
- 資格賽 - 積分次佳之隊伍
- 資格賽 - 時間最佳之隊伍
- 資格賽 - 時間次佳之隊伍

9.3.16 晉級決賽的隊伍數量依各區授權之主辦單位決定。可晉級的隊伍數量將在比賽當天公布，如有提早確定可晉級的隊伍數將可提前公告。

9.4 其他規範

9.4.1 除了活動大會授權之嘉賓、工作人員、裁判及參賽選手之外，其他人員不允許到比賽場地區域。

9.4.2 比賽當天使用的道具材料，皆依照WRO官方提供之相關訊息製作，尚未說明的部分將由WRO授權的各國組織自行定義。

9.5 嚴禁事項（嚴重者將被驅離比賽會場）

9.5.1 破壞或竄改比賽場地、道具，或損毀其他隊伍之材料、比賽設備。

9.5.2 使用可能干擾比賽會場的危險物品或行為。

9.5.3 對團隊成員、裁判、工作人員、其他團隊、觀眾使用不當的言語或行為。

9.5.4 將有線/無線通信設備、對講機、手機．．．等等，帶入指定的比賽區域，並在比賽過程

中使用這些通訊器材。

9.5.5 其他可能被裁判視為干擾或違反比賽精神之行為。

9.6 公平規範

9.6.1 參加 WRO 的所有隊伍和教練均必須同意並簽署「WRO 指導原則」文件，參考連結 <https://wro-association.org/competition/wro-ethics-code/>。

9.6.2 參與國際賽時，隊伍必須簽署並提交「WRO 指導原則」正本予國際賽大會。

9.6.3 當隊伍違反相關規定(或情節嚴重者)，裁判可依下列判罰隊伍：

- 不允許團隊比一個回合或多個回合(同一天賽事)。
- 允許扣除團隊分數50%。
- 無法再參加資格賽、決賽或其它與本比賽相關的賽事。
- 無法再參加國際賽決賽
- 隊伍可能被取消資格。

10. 附錄 A. 詳述比賽中可能發生的情況

1. 交通標誌移動或撞倒的定義

交通標誌判定如下：

- (a) – 沒有移動
- (b) – 沒有移動
- (c) – 移動
- (d) – 撞倒

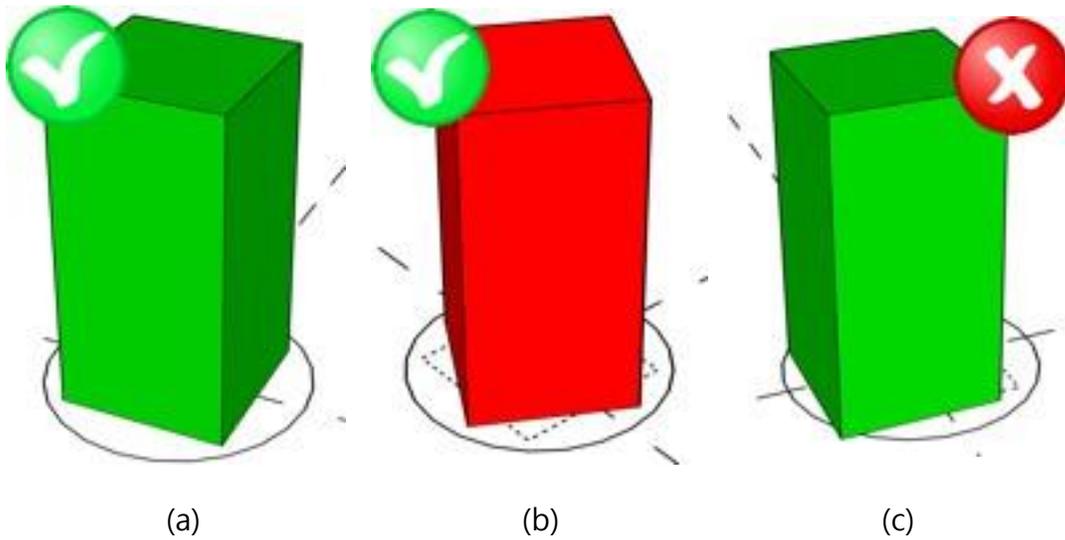


圖16. a) 比賽時交通標誌的初始位置；b) 交通標誌移動，仍在圓圈內；c) 交通標誌部分在圓圈外，將視為交通標誌被移動

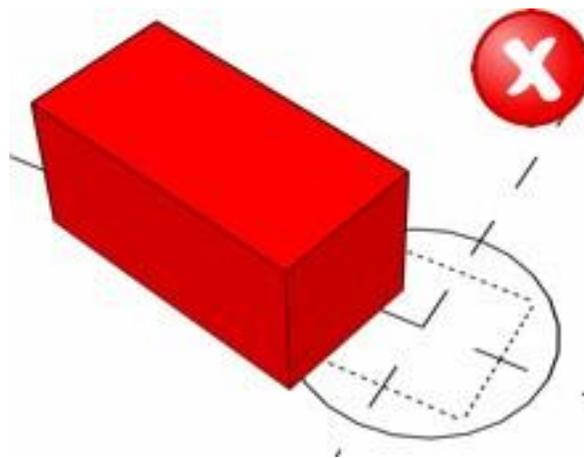


圖 17. (d) – 交通標誌被撞倒

2. 結束時停止在結束區（一開始的起始區）的得分條件

為了好識別汽車是否完全停在規定的區域，將以汽車的正投影判斷。當汽車停止後正投影部分在該區外，則汽車將視為部分在規定的區域外；反之，如果正投影完全在規定的區域內，則汽車將視為完整在規定的區域內。

當汽車停止不動超過 30 秒，裁判才會開始判斷汽車是否完全停止在規定區域內。

以下汽車停止的區域是符合規定（綠色打勾）

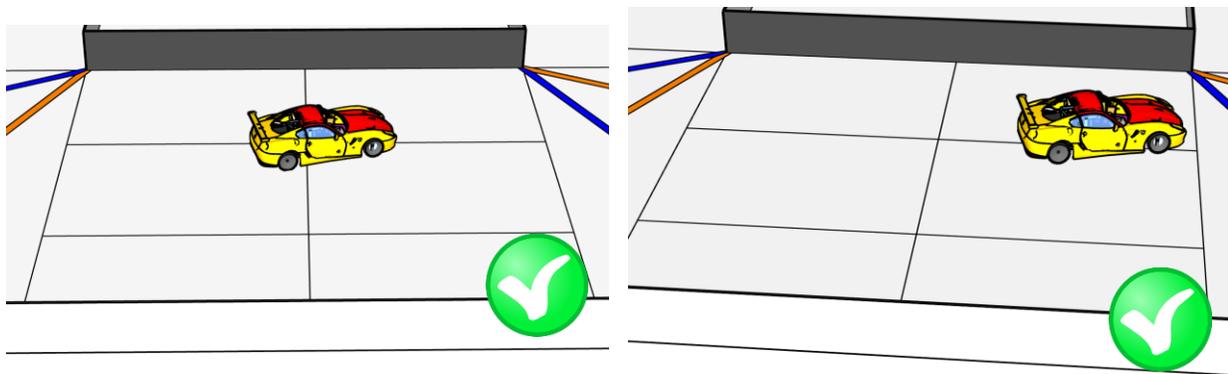


圖 18. 汽車停止，且完全停在結束區（亦為起始區）

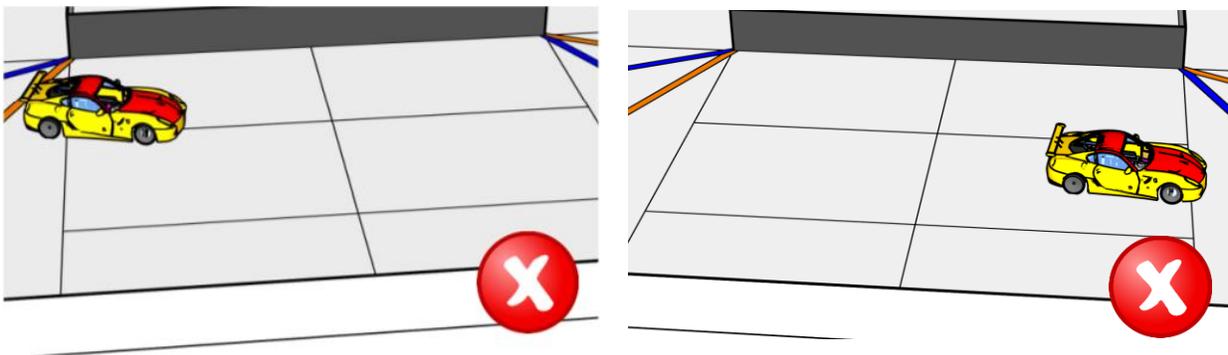
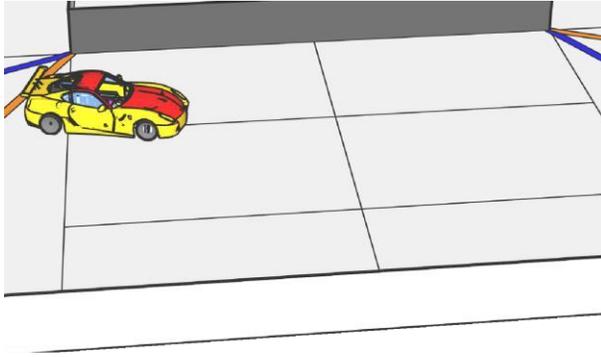


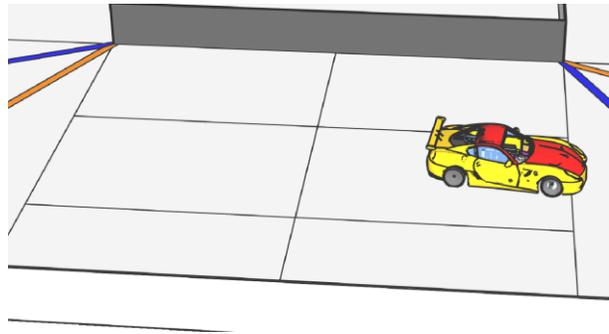
圖 19. 汽車停止，部分在規定的區域外

3. 當汽車完成 3 圈後「通過」起始 / 結束區

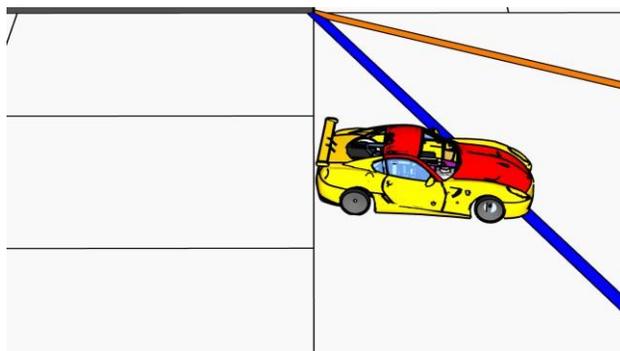
汽車行駛 3 圈後，汽車持續前進而通過起始區，裁判將立即結束比賽。以下為判斷方式：



(a) 汽車持續前進且正進入起始 / 結束區



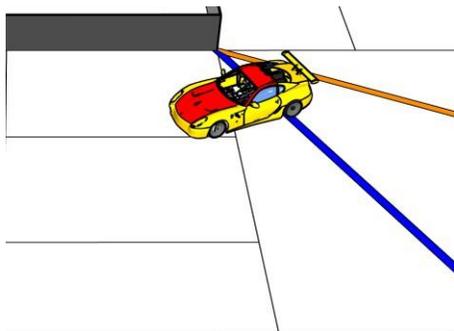
(b) 汽車持續前進且正離開起始 / 結束區



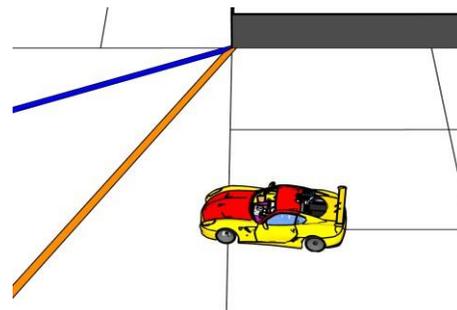
(c) 汽車已通過起始 / 結束區，裁判將停止時間結束比賽

圖 20. 汽車逆時針方向通過起始 / 結束區

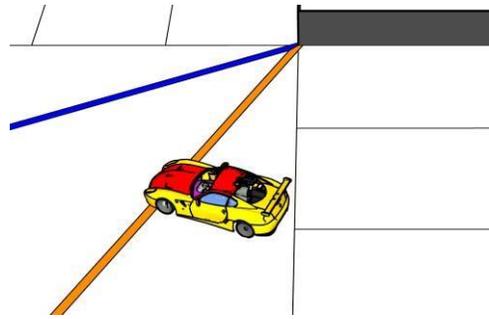
如果汽車在行進中，裁判將不會在(a)和(b)階段停止計時。但是，當汽車完全進入轉彎區(c)階段，裁判將停止秒數，比賽將結束。



(a) 汽車正進入起始 / 結束區



(b) 汽車持續前進且正離開起始 / 結束區



(c) 汽車已通過起始 / 結束區，裁判將停止時間結束比賽

圖21. 汽車順時針通過起始 / 結束區

4. 朝相反的方向行駛

在比賽期間，僅允許汽車在朝回合行駛方向前進，但其中允許汽車在兩個區域可朝著相反方向行駛（汽車可能在倒退或逆向）：汽車之正投影當下的區域及與該區域相鄰的區域。

以下幾種情況說明：

情況 1：汽車開始朝相反方向行駛，並在鄰近的區域內停止後再持續朝規定方向行駛。

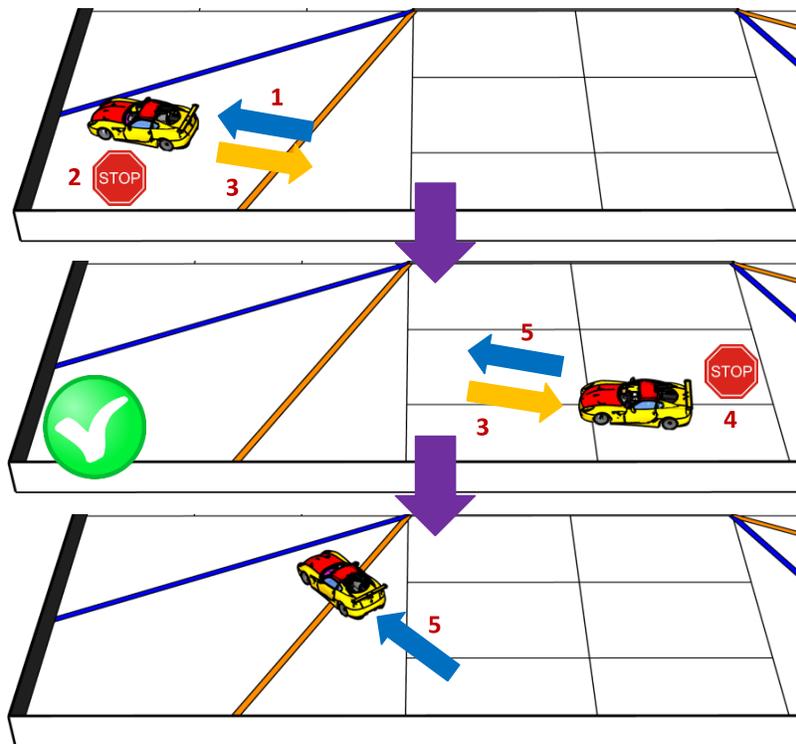


圖 22. 允許在規定的區域朝反方向行駛

如上圖 22，比賽回合行駛方向為順時針（由藍色箭頭為代表）：

- 階段 1：汽車抵達轉彎區，正投影完全在此區內。
- 階段 2：汽車停止了。
- 階段 3：汽車開始倒退。
- 階段 4：汽車停在相鄰的直線區，正投影完全在此區內 *且未越過下一個區域*。
- 階段 5：汽車持續朝著規定的回合行駛方向行駛。

這種情況是允許的。

情況 2：汽車開始朝反方向前進，並停在兩個區域之間。

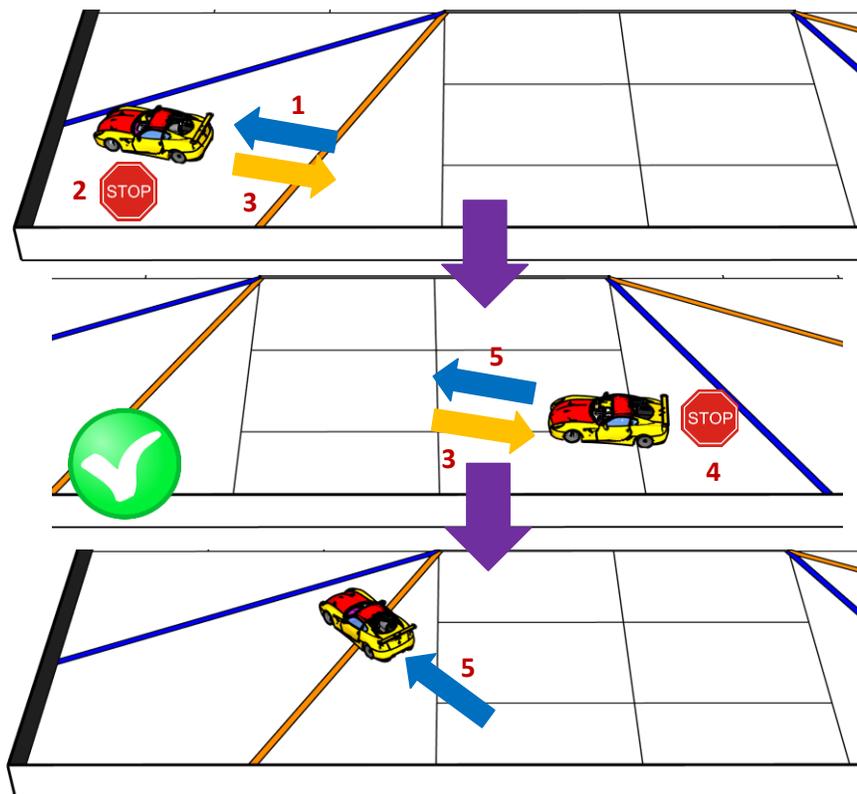


圖 23. 允許汽車停止在規定的區域與區域之交界處

如上圖 23，比賽回合行駛方向為順時針（由藍色箭頭為代表）：

- 階段 1：汽車抵達轉彎區，正投影完全在此區內。
- 階段 2：汽車停止了。
- 階段 3：汽車開始倒退。
- 階段 4：汽車停在相鄰區域與下一個區域之交界處。

- 階段 5：汽車持續朝著規定的回合行駛方向行駛。
這樣的情況也是允許的。

情況 3：汽車朝著相反方向行駛，且完全離開相鄰區域之外。

如果汽車朝反方向行駛，經過相鄰區域且汽車完全離開此區，並完全進入相鄰的下一個區域，則比賽將停止。

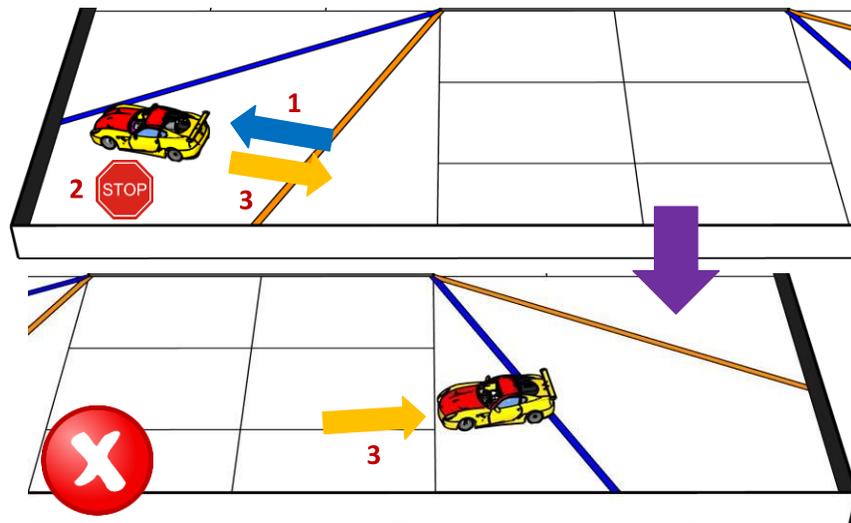


圖 24. 禁止反方向行駛的汽車完全離開相鄰區域

如上圖 24：

- 階段 1：汽車朝向比賽回合行駛方向順時針前進（由藍色箭頭為代表）。
- 階段 2：汽車停止了。
- 階段 3：汽車朝向反方向行駛，且橫跨了兩個區域，汽車離開了鄰近的區域。

情況 4：汽車在兩個區域的交界處改變方向

當汽車在兩個區域的交界處改變方向，朝著反方向行駛時，則最遠僅能行駛到該區與前一個相鄰區的交界處。

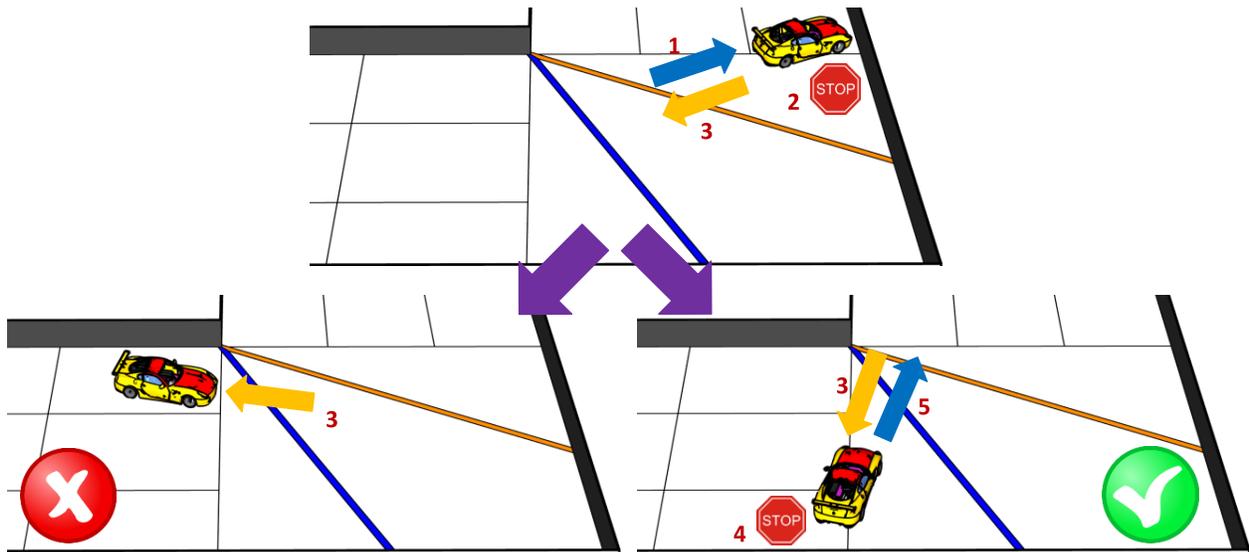


圖 25. 當汽車部分停在兩區的交界處，朝向反方向行駛最遠之距離

如圖 25 說明：

- 階段 1：汽車朝向比賽回合行駛方向時逆時針進（由藍色箭頭為代表）。
- 階段 2：汽車 **停止在兩個區域的交界處**。
- 階段 3：汽車朝反方向行駛，且汽車離開原來的區域，完全進入鄰近的區域。（如圖 25 左下）

這種情況將導致比賽停止。

以下情況比賽將持續進行：

- 階段 1：汽車朝向比賽回合行駛方向時逆時針進（由藍色箭頭為代表）
- 階段 2：汽車 **停止在兩個區域的交界處**。
- 階段 3：汽車朝著反方向移動。（如圖 25 右下）
- 階段 4：汽車停止在兩個區域交界處。
- 階段 5：汽車持續朝著規定的回合行駛方向行駛。

因為汽車的正投影仍部分在規定的區域內，因此比賽不會停止。

情況 5：多次改變方向

汽車允許多次改變方向，但需要確定第一次所改變方向汽車所在的位置，並依據上述情況來判斷汽車允許朝反方向移動的最遠距離。

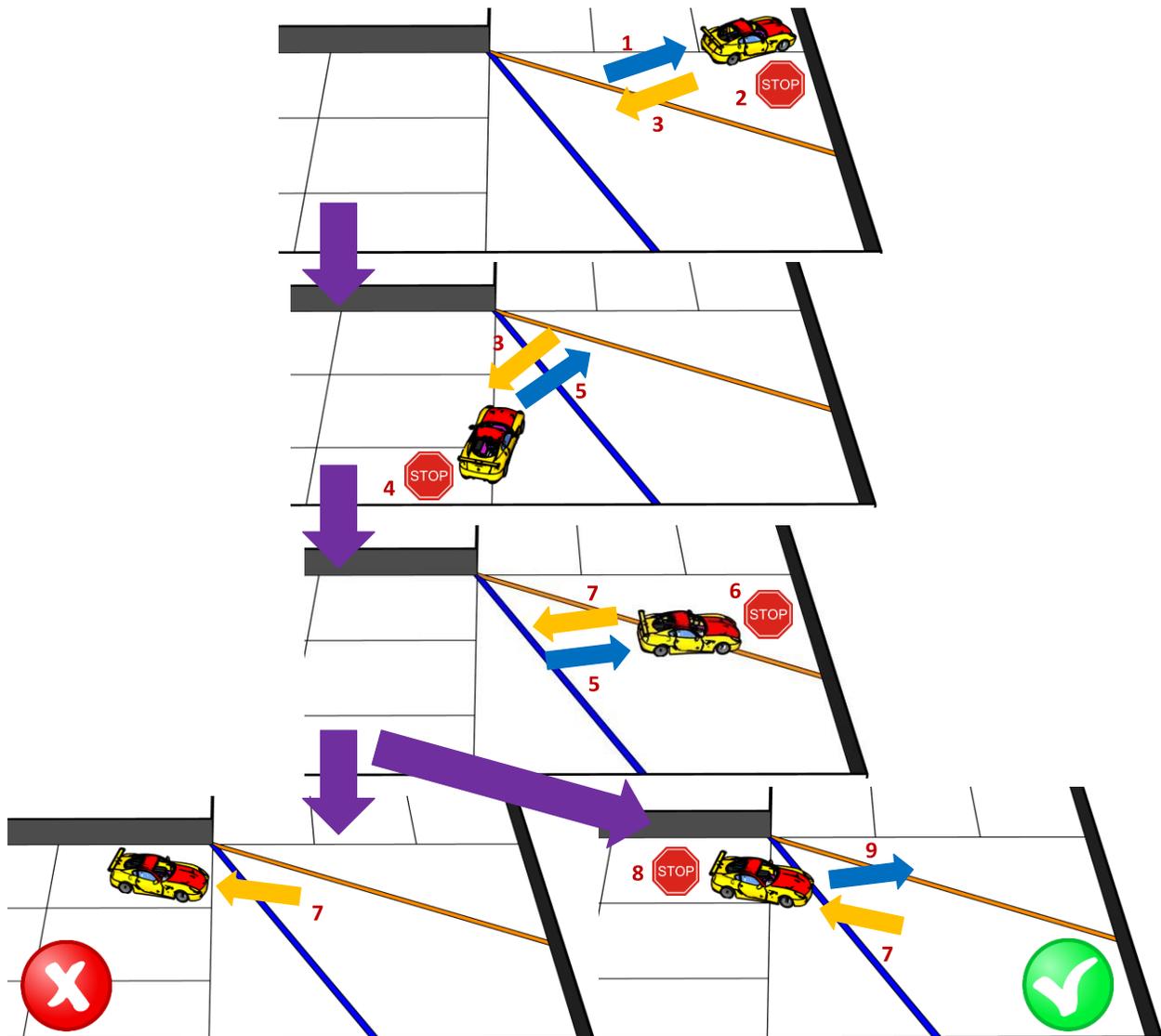


圖 26. 允許汽車在規定的區域內多次改變方向

如圖 26 說明，允許汽車多次改變方向：

- 階段 1：汽車朝向比賽回合行駛方向時逆時針進（由藍色箭頭為代表）。
- 階段 2：汽車停止在兩區域界線之間並開始後退，視為第一次改變方向。
- 階段 3：汽車改變方向朝著反方向移動。
- 階段 4 跟 5：汽車部分停在相鄰區域邊界上，然後延續正確的方向行駛。
- 階段 6 跟 7：汽車再次停止在該區，又朝著反方向移動（第二次改變方向）。
- 如圖 26 下左圖，汽車完全離開鄰近區，則比賽將停止。（以第一次改變方向的位置判定）

汽車可朝反方向移動的最遠距離)

- 如圖 26 右下圖，汽車仍有部分在鄰近的區域內，符合規定，因此比賽將持續不會被停止。

情況 6：反方向通過交通標誌

需要注意的是，當汽車是反方向行駛時，也是要反方向通過交通標誌 - 紅色支柱必須從左側通過，綠色支柱必須重右邊通過 (請把握原則，汽車行進時的視角 (無論車頭在前或車頭在後)，遇到綠色支柱需往綠色支柱右方賽道前進；遇到紅色支柱需往紅色支柱左方賽道前進)

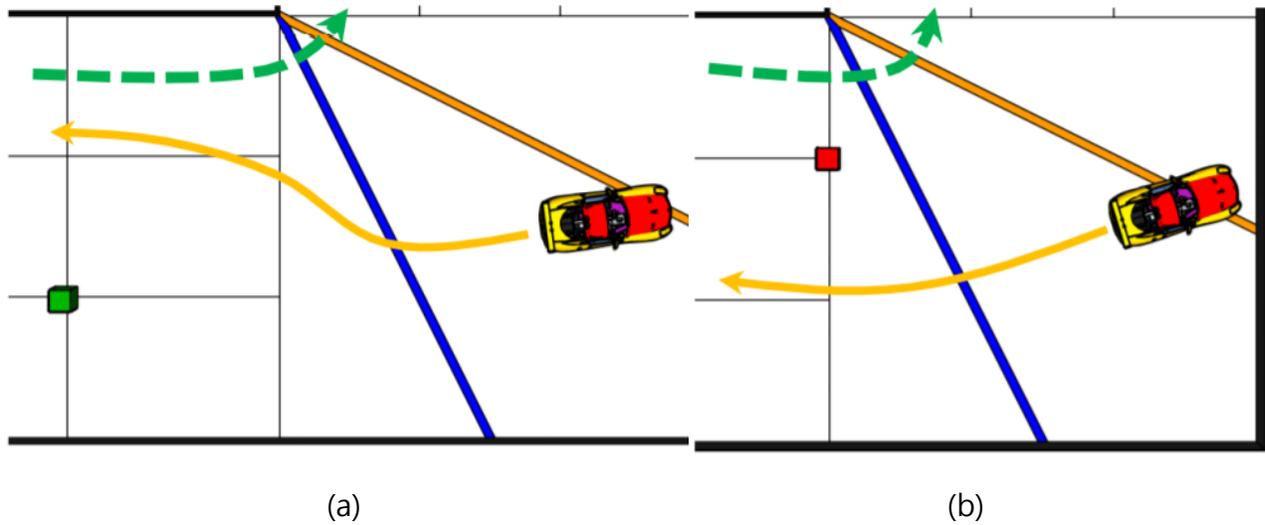


圖27.汽車反方向行駛通過交通標誌規範：a) 綠色支柱從右側通過，b) 紅色支柱從左側通過

情況 7：汽車倒著行駛

當汽車朝著規定方向行進時，允許汽車倒著行駛 (汽車前進方向車尾在前，車頭在後)

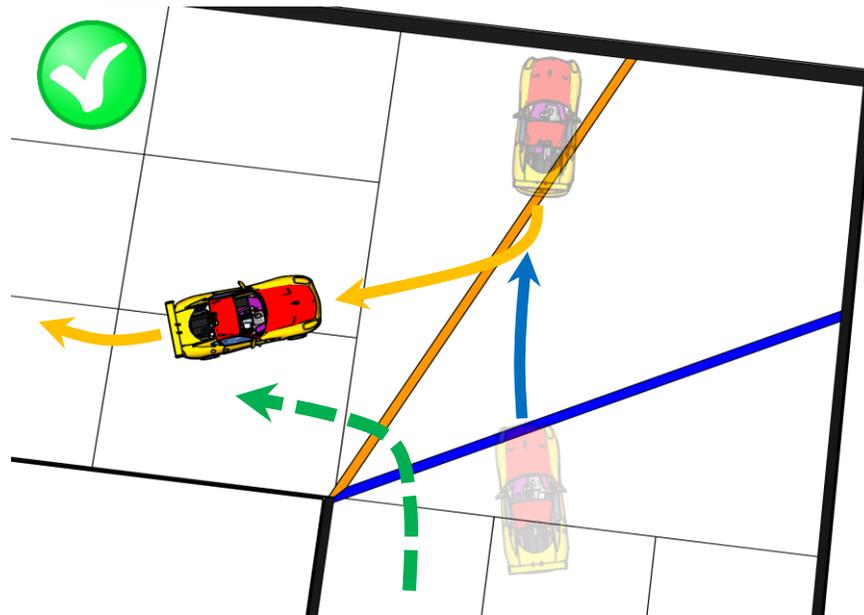


圖 28. 汽車倒著行駛

汽車倒著朝向指定方向行駛時，仍依上述規定，遇到紅色交通標誌從右側通過，遇到綠色交通標誌從左側通過。

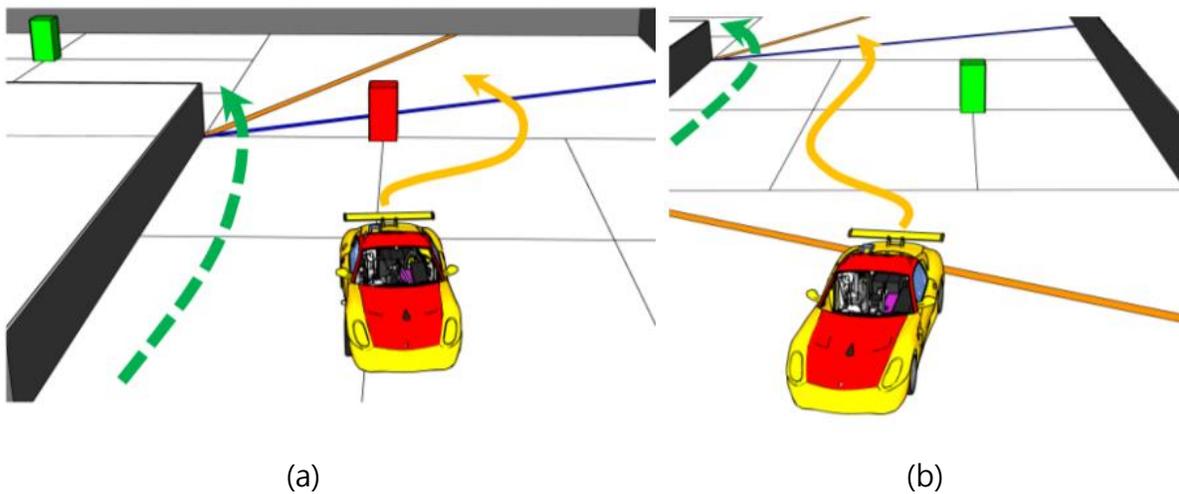


圖9. 汽車倒著行駛通過交通標誌仍須依規定

5. 錯誤的方向通過交通標誌

禁止汽車從錯誤的方向通過交通標誌，為了方便辨識汽車是否正確通過交通標誌，相關規範描述：

依交通標誌位置上的黑線（內牆到外牆的黑色直線）作為判定的界線，當汽車朝向交通標誌錯誤的方向行駛時，汽車正投影部分通過判定的界線，時間不會停止；一旦汽車正投影完全通過此界線，比賽將停止。如下範例圖示說明：

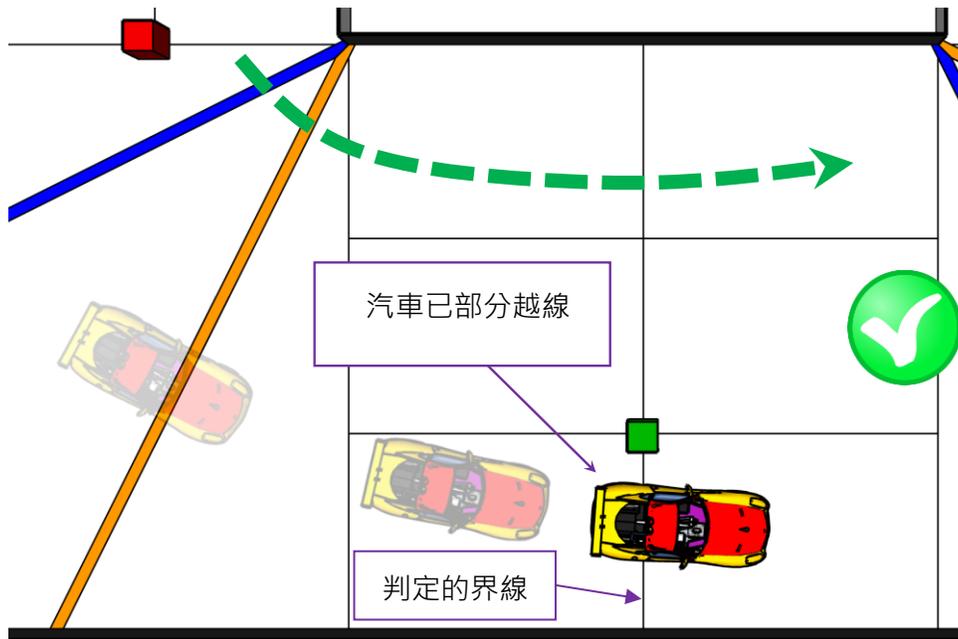


圖30. 汽車行駛從錯誤方向通過交通標誌（汽車部分通過）

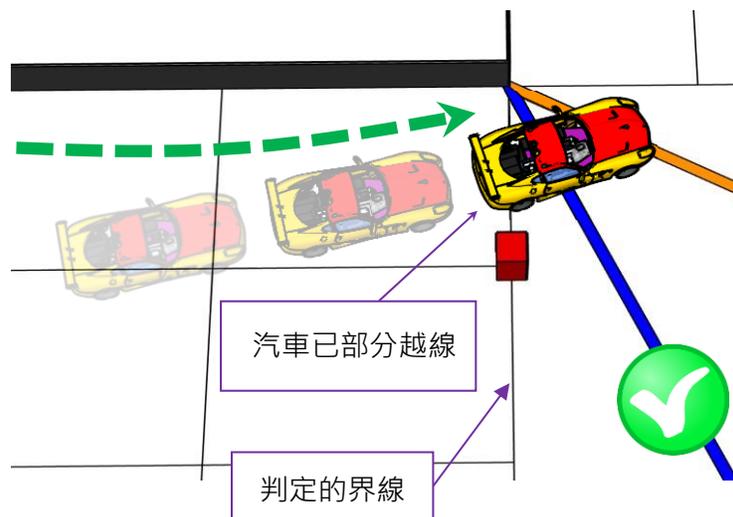


圖31. 汽車行駛從錯誤方向通過交通標誌 (汽車部分過)

汽車完全通過判定的界線，裁判將停止時間並結束比賽。

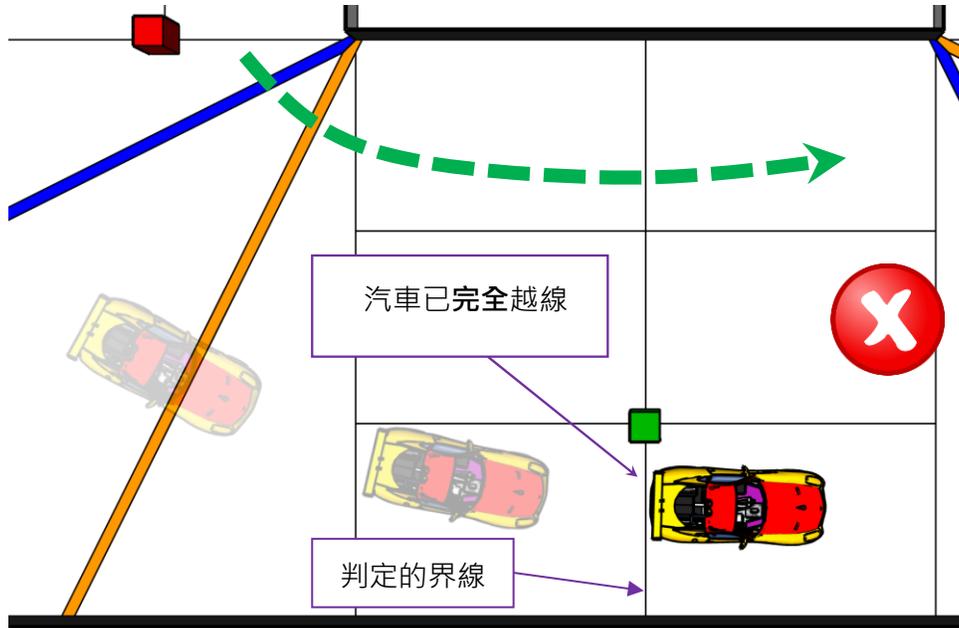


圖32. 汽車行駛從錯誤方向通過交通標誌 (汽車完全通過)

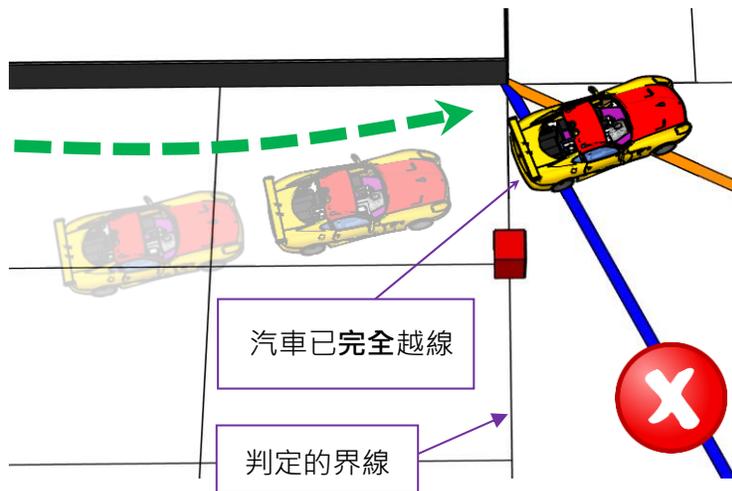


圖 33. 汽車行駛從錯誤方向通過交通標誌 (汽車完全通過)

當汽車依規定方向倒著行駛，判定通過交通標誌的規範也是如此：

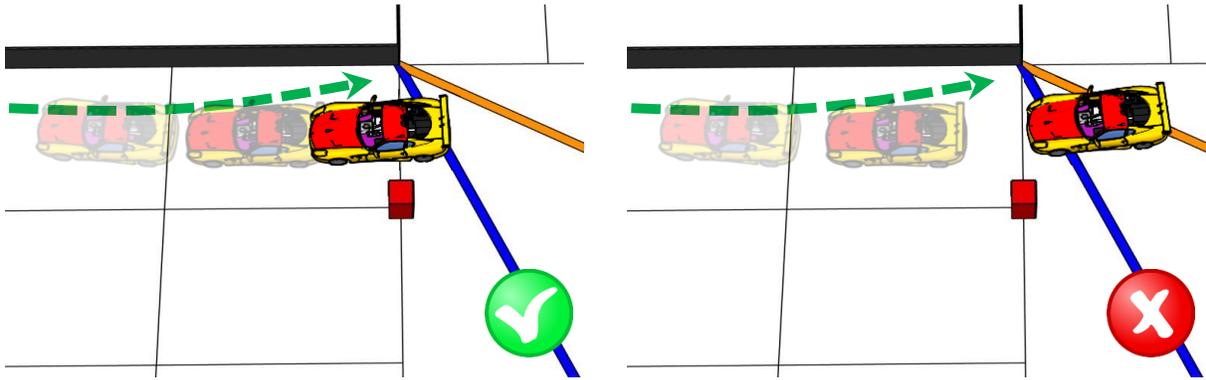


圖 34. 汽車倒著行駛通過交通標誌