

第二十一届
全国大学生机器人大赛
ROBOCON

主题与规则

机 器 马 术
Robotic Equestrian

全国大学生机器人大赛组委会
2021年12月

比赛主题

第十八届全国大学生机器人大赛 ROBOCON 赛场上首次出现了四足的机器马，它作为信使执令牌驰骋于大漠之上，穿越草地，跨过沙丘，登上高山，好不威风！

古代，为了使将士和战车所用的马匹在战场上准确和精确地移动，常对马匹进行各种技巧和协调性的训练，后来就发展成为马术比赛。历经传承，马术比赛已成为现代体育运动项目之一。

清末时，北京出现了一种叫“赛马会”的活动。它不是中国传统的赛马，而是所谓西式的赛马（即马术比赛）。老北京的赛马方式多种多样，但与西方的马术比赛有一定的区别。西方的赛马活动只讲究速度，“以速度为上选”，而不论走马和赛车，评判胜负只以速度快慢为标准。而老北京传统的赛马活动则注重马的步伐，一般有走马、跑马、颠马三种。走马是看马跑时马步的稳健、美观；跑马是比赛速度和耐力；颠马是在比赛时马的颠簸姿势要优美，花样多。比赛时多以鸣枪为号，众骑士精神抖擞，扬鞭催马，只见一匹匹赛马连跑带颠，时而高跳，时而摇摆，奔腾向前。围观者无不高声喝彩，兴奋、紧张、激动之情，难以言表。

马术比赛需要骑师（equestrian）和马匹配合默契，考验马匹技巧、速度、耐力和跨越障碍的能力以及骑师对马匹的驾驭和控制能力。

没有骑师（实际上是骑师与马合一）的机器马术比赛却是别样风景，考验的是机器马的设计和控制。机器马的能力究竟如何？让我们试试看！比赛中，动作独特、技能新颖通常比输赢更重要，因为每个人（朋友和对手）都会赞许和欣赏。ROBOCON 机器马术赛鼓励独特、新颖的机器人设计与策略！

我们期待在赛场上见证未来工程师们制作的机器马的精彩表现！



安全的重要性

安全是 ROBOCON 可持续发展的重要内容之一。

所设计的机器人的安全性对于比赛的安全是最重要的事。作为机器人的设计者，参赛队对其机器人的安全性负有责任。参赛者应与组委会密切合作，以确保比赛最大限度地安全。

安全必须始终是头等大事，所有参与比赛的人（包括官员、参赛者和观众）在任何情况下都必须考虑到安全问题。

参赛队在申请参加比赛前，必须充分注意其机器人的安全性。

在视频检查和试运行过程中，所设计的机器人是否满足安全要求必须是可以观察的。

队员在比赛和试运行期间必须穿胶底鞋、戴头盔和安全防护镜。

比赛规则

0 总则

0.1 机器马术比赛在室内场馆举行。

0.2 机器马术设竞速、障碍等比赛。

0.3 机器马术赛与第二十一届 ROBOCON “同创辉煌—妙趣横生的建塔游戏”赛事同期举行。

1 参赛队

1.1 每个学校的 ROBOCON 机器马术参赛队数量不限。

1.2 每支参赛队由最多 15 名学生队员和 2 名指导教师组成，他们均应属于同一所大学、学院或专科学校。该队的 3 名学生可以上场操作。此外，3 名协助队员可以在准备区工作，把机器马从准备区搬到赛场。

1.3 研究生可以参赛。

1.4 欢迎其它国家和地区的学校参赛。

2 机器马

2.1 每支参赛队要制作 1 台机器马。这台机器马可以是参赛学校上一年度参赛后改进的机器马，也可以是为本年度比赛新设计和制作的机器马。

2.2 机器马不得分裂为子单元或用软缆连接。

2.3 机器马可以是手动的、半自动的或完全自动的。手动机器马只能用无线遥控。操作手不得骑在机器马上。

2.4 机器马静止时应能站立在比赛场地上。机器马四腿离地、着地的运动均不得损坏场地表面。

2.5 用于比赛的机器马必须由同一所大学/学院/专科学校的队员动手设计和制作。禁止使用商品机器马和/或四足机器人，组委会特别邀请的表演项目除外。

2.6 机器马（含遥控盒及用于比赛的整套电池）的重量不得超过 30kg。参赛队为设置机器马携带的任何其它设备及备份电池（与原装在机器马上的电池类型相同）除外。

2.7 机器马的宽、长、高尺寸均不得小于 400mm。比赛中，机器马不得超过 800mm 宽、1000 mm 长、800mm 高。马腿可以有多点/面接地，但包容一条马腿所有接地点/面的外接圆直径不得大于 100mm。机器马应至少具有 2.10 所述的慢步和快步两种步态。

2.8 能源

2.8.1 参赛队应自备能源。

2.8.2 参赛队只能用电池和/或压缩空气或弹性力作为能源。

2.8.3 用于机器马、控制盒及比赛过程中使用的其它装置的所有电池（或用电池串联或并联构成的电源包）的标称电压不得超过 48V。

2.8.4 使用压缩空气的参赛队必须使用专用容器或原始状态的塑料瓶。气压不得超过 800kPa。

2.8.5 禁止使用被视为危险的任何能源。

2.9 参赛的机器马在比赛前一天的试运行前要接受安全检查。检查未通过的参赛队不得参加试运行和比赛。

2.10 机器马的步态

机器马行进时四条腿周期性地离地与着地。机器马的运步有几种不同的方式，形成了不同的步态。

(1) 慢步

这是机器马行走的基本方式。其特点是四腿依次离地和着地，在一个周期中，四腿均有一次运动，有 4 个节拍，可听到 4 个蹄音。其着地顺序为左后蹄-左前蹄-右后蹄-右前蹄，但在慢步时，机器马总是至少有 2 蹄同时着地。慢步的步幅（即一腿向前迈一步的距离）可大可小。

(2) 快步

快步的特点是对角前后两腿同时离地和同时着地，每一周期有 2 个节拍，可听到 2 个蹄音。运步着地顺序为左后蹄和右前蹄-右后蹄和左前蹄。快步时，机器马是从一对角两腿向另对角两腿跳跃前进，因此在每一步中机器马都有一个瞬间的悬空期。步幅的大小取决于悬空期跃进的距离。快步应始终运步自如、规整、动作干脆。

(3) 跑步

跑步的特点是先以一后腿着地，然后是第二后腿和对角前腿同时着地，最后为另一前腿着地，随后又以此着地顺序离地而重复这一过程。一个周期有 3 个节拍，可听到 3 个蹄音，有一个悬空期。如果最后着地的是左前腿（左前腿领先），为左跑步，其蹄迹顺序为右后蹄-左后蹄和右前蹄-左前蹄。右前腿最后着地（右前腿领先）则为右跑步，蹄迹顺序为左后蹄-右后蹄和左前蹄-右前蹄。

(4) 袭步

袭步又称竞赛跑步，它是速度最快的一种步态。其特点是对角腿分别落地，一个周期有 4 个节拍，应听到 4 个蹄音。左袭步时，蹄着地的顺序是右后蹄-左后蹄-右前蹄-左前蹄；右袭步时，蹄着地的顺序是左后蹄-右后蹄-左前蹄-右前蹄。在 4 蹄均离地时有一短暂的悬空期。但是，因速度快，两前蹄和两后蹄着地几乎同时，所以只能听到 2 个蹄音。机器马的袭步有一定的危险性。

2.11 机器马的其他姿态

(1) 站立

站立是机器马的立定姿态。站立时，两前蹄和两后蹄均基本对齐，机身重量均匀分布于四条腿上。

(2) 跳跃

机器马的四腿几乎同时发力离地跃起，有较长的悬空期，并在此期间实现前向运动。

(3) 卧倒

机器马的四腿全部收起，马身着地。

2.12 除卧倒外，在比赛的任何时刻，机器马不得用非腿部件与地面接触。

2.13 不要求机器马具有马的外形。但是，为了提高观赏性，鼓励参赛队用马头、马尾等非功能性部件装饰机器马。

3 比赛场地

机器马术赛与 ROBOCON “同创辉煌” 总决赛共用一个场馆。用 4-6mm 厚的塑胶运动地垫在 “同创辉煌” 比赛场地旁铺设马术赛场地。场上有两条 20m 长的竞速赛道，还有一块约 11000mm×20000mm 的障碍赛区。障碍赛区中共设有 6 种不同的障碍。每种障碍设施前有一条宽 30mm 宽的白色越障启动线和一个橙色箭头。箭头只表示合法的越障方向，不表示越过 6 种障碍的先后顺序。（竞速赛道以及障碍赛区具体布局将根据场馆实际情况确定，但不影响竞速赛道及障碍自身的尺寸）

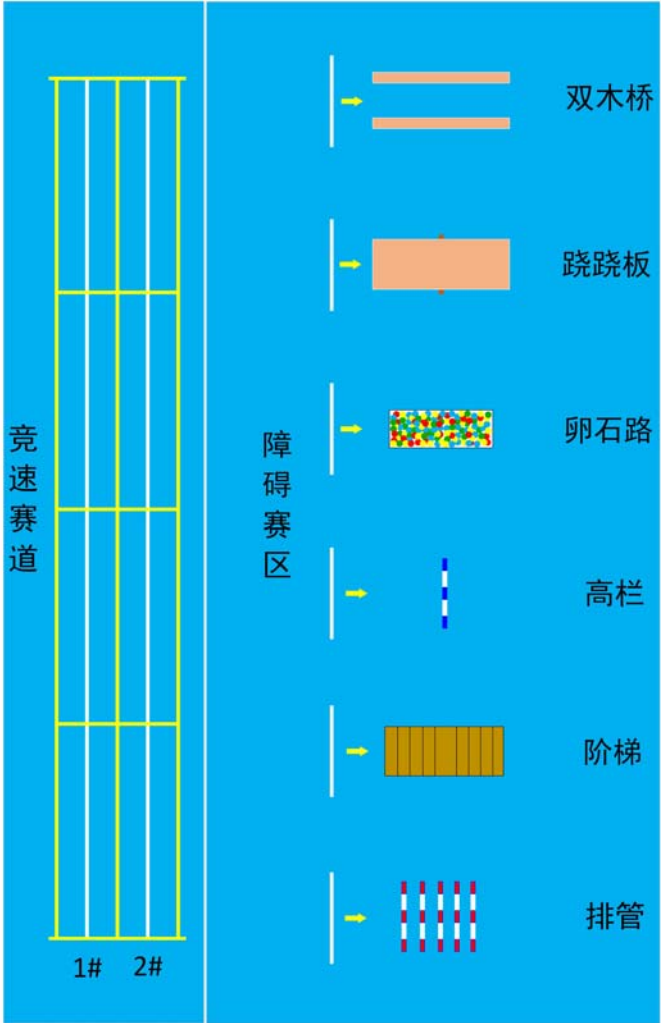


图 1 机器马术赛场地说明

4 比赛的一般过程

所有参赛队按比赛时间表排定的顺序上场。各参赛队有相同的上场机会，每次均记分。

4.1 准备

4.1.1 每场比赛开始前，参赛队可在一分钟的准备时间内设置其机器马。

4.1.2 三名队员和最多三名协助队员可以参与设置过程。

4.1.3 如果参赛队在一分钟内没有完成设置，比赛开始后，可以继续设置。一旦设置结束，参赛队可自行启动其机器马。

4.2 比赛开始

4.2.1 机器马必须从启动区启动。机器马必须完全纳入启动区。

4.2.2 所有队员必须站在场外。只有手动机器马的操作手可以进入场地但应注意安全。

4.2.3 机器马应按比赛项目的要求完成动作。

4.2.4 除竞速外，机器马动作失败可以重试。

4.2.5 比赛过程中，参赛队员不得与机器马接触。紧急情况下，得到裁判允许后，一名参赛队员可以进入比赛场地按急停按钮。

4.3 比赛结束

4.3.1 每个场比赛在场上的两支参赛队完成动作后或在比赛进行 4 分钟后结束。

4.3.2 每支参赛队要经历规定的比赛场次。

4.3.3 每支参赛队以各场次得分最高者作为比赛成绩。如果出现局部并列，机器马重量轻的队在先。

5 比赛任务

机器马术赛设置了**竞速**和**障碍**两项比赛。

5.1 竞速赛

5.1.1 比赛场地上有两条直赛道，每条赛道宽 1200mm，全长 20000mm。赛道两边是 30mm 宽的黄色亚光分隔线，中间有一道白色亚光引导线。从起跑线起每 5000mm 有一道 30mm 宽的白色亚光得分线。除起跑线和终点线外，全场共有三道得分线，如图 1 所示。

5.1.2 每场比赛中，两支参赛队被分别安排在#1 和#2 赛道。站在起跑线后的机器马有 1 分钟的准备时间。

5.1.3 裁判员发令起跑后，启动计时，各机器马向赛道的终点线前进，步态任意但不得跳跃。

5.1.4 如果机器马倒地且无法自行站起继续向前，必须留在原地。如果必要，参赛队可向裁判申请切断电源。

5.1.5 穿过终点线的机器马由裁判员停表计时。穿过终点线的标准是机器马的四条腿之一的全部接地点/面通过终点线。穿过终点线时，马腿应保持运动中原有的构形，不得伸出任何部件。

5.1.6 竞速结束后根据现场情况记分。穿过终点线的机器马记 40 分并加记（60-计时秒数）的时间

分（时间分无负值）。中途自己倒地未到达终点的机器马每越过一道得分线记 10 分，越过得分线的标准是机器马完全超出了该线。

5.2 障碍赛

5.2.1 在竞速赛中穿过终点线的机器马进入障碍区，可以立即开始完成越障任务。在竞速赛中中途倒地未到达终点的机器马在裁判确认倒地位置后可以由参赛队员搬过赛道终点线，放在不超越任意一条越障启动线的地方。该参赛队可以自行启动机器马完成越障任务。

5.2.2 障碍区中设置了 6 个不同的障碍，参赛队可以自行选择要翻越的障碍，自行确定越障的顺序。

5.2.3 每种障碍前有一条越障启动线，机器马准备越障前不得超越这条启动线。

5.2.4 排管

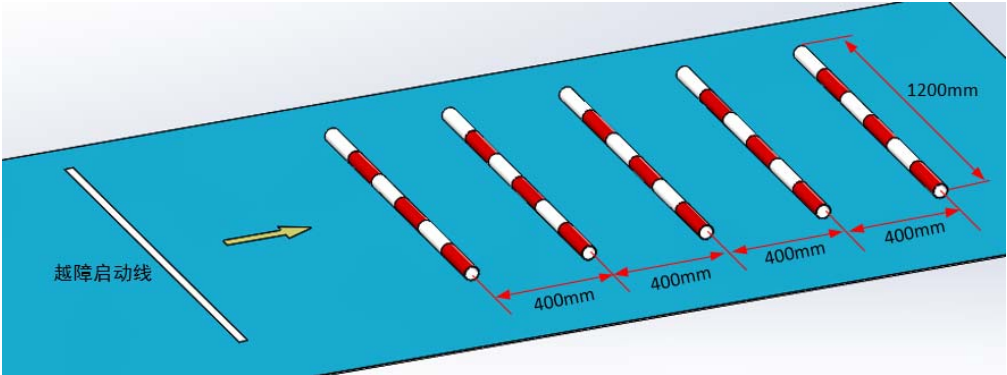


图 2 排管场地说明

(1) 排管由 5 根直径 50mm、长 1200mm、红白相间的 PVC 管组成，相邻管子的中心距为 400mm。排管放置于场地表面，越障启动线与最近一根排管间距离为 800mm。

(2) 机器马跨越排管时不需要在排管间的每个空档均落足，也允许机器马一次跃过所有排管。

(3) 机器马跨越排管时在排管间地面的落足点应在包含所有排管的最小多边形内。

5.2.5 双木桥

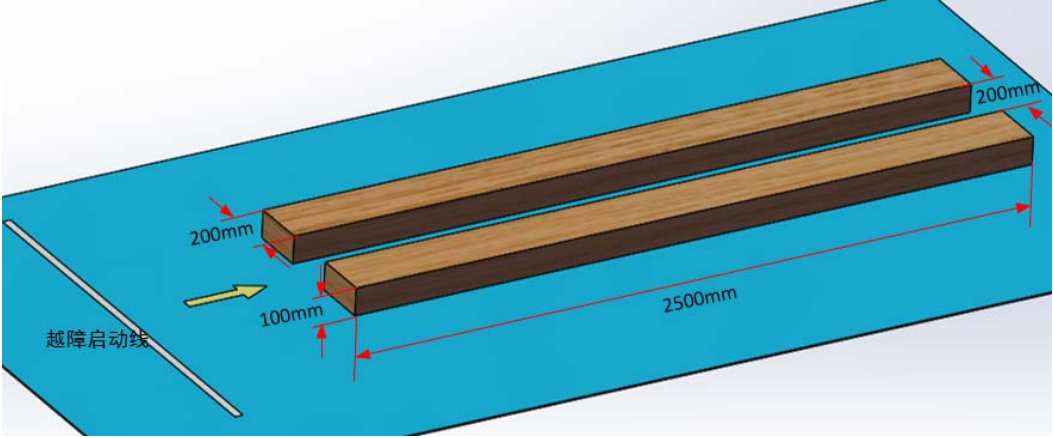


图 3 双木桥场地说明

- (1) 双木桥由两根长 2500mm、高 100mm、宽 200mm 的木条组成，两木条的间距为 200mm。木条的两端与地面之间没有过渡的斜面。
- (2) 机器马必须从双木桥的越障启动线出发，踏上木条一端的顶面，行进至双木桥的另一端，下桥（落足于地面）。越障启动线与双木桥间距离为 500mm。
- (3) 机器马在过双木桥期间，任何一足均不得与地面接触。
- (4) 如果机器马在过双木桥期间，所有四足均只与一根木条的顶面接触，越过此障碍的得分将加倍。

5.2.6 卵石路

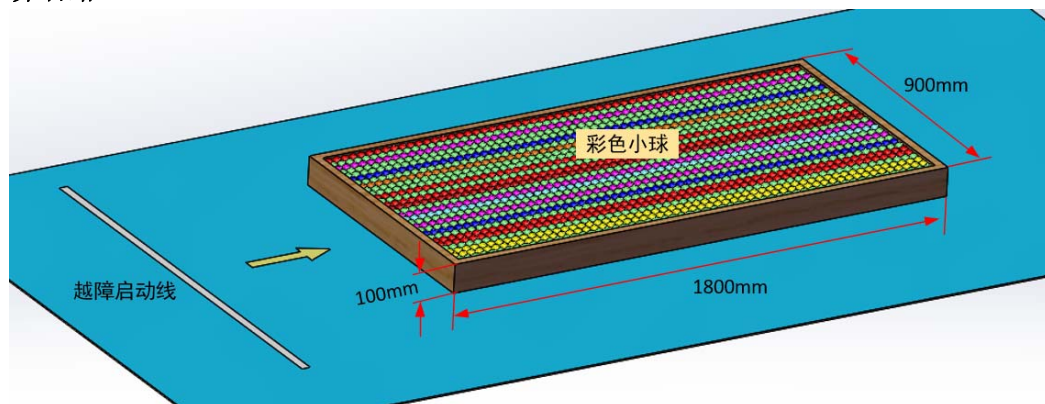


图 4 卵石路场地说明

- (1) 卵石路由高 100mm、厚 30mm 的木板围成外包络为长 1800mm、宽 900mm 的矩形框，框内放满直径 20mm-30mm 的塑料球。
- (2) 机器马必须从卵石路的越障启动线出发，踏入模拟卵石路的球池，在池内走到另一端，踏上地面。越障启动线与矩形框临近边间的距离为 800mm。
- (3) 机器马在通过卵石路期间，任何一足均不得与球池外的地面接触。
- (4) 机器马的行进有可能使球池内的塑料球溢出，裁判或志愿者会在适当时机处理。

5.2.7 跷跷板

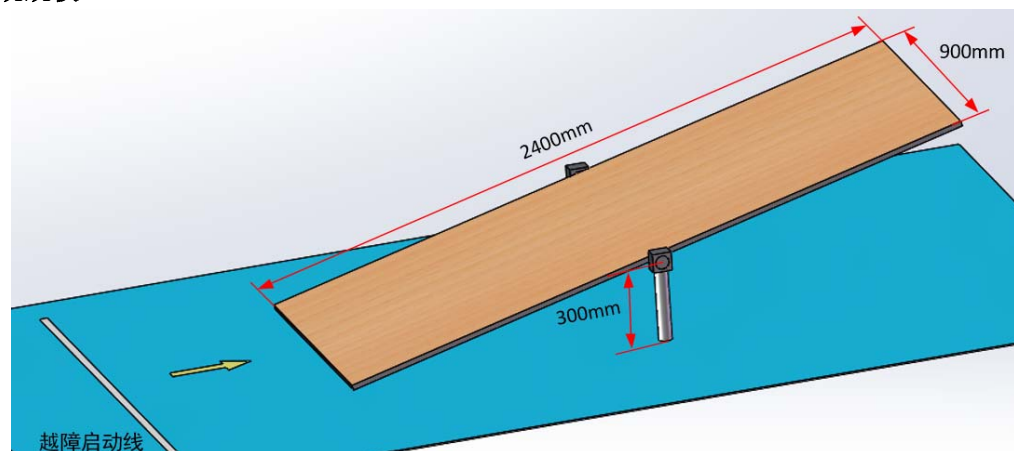


图 5 跷跷板场地说明

- (1) 跷跷板是一块宽 900mm、长 2400mm、厚 20mm 的多层板，纵向中线处有一有支架支撑的转轴，多层板底部有保持平面形状的刚性框架。转轴中心线离地高度为 300mm。跷跷板不受力时的自然状态是靠近越障启动线的一端与地面接触。
- (2) 机器马必须从跷跷板的越障启动线出发，踏上跷跷板，沿斜面上行。机器马过中线后，跷跷板改变倾斜方向，机器马沿斜面下行，直到四足均与地面接触，通过跷跷板成功。越障启动线与自然状态下跷跷板临近边的距离为 800mm。

5.2.8 高栏

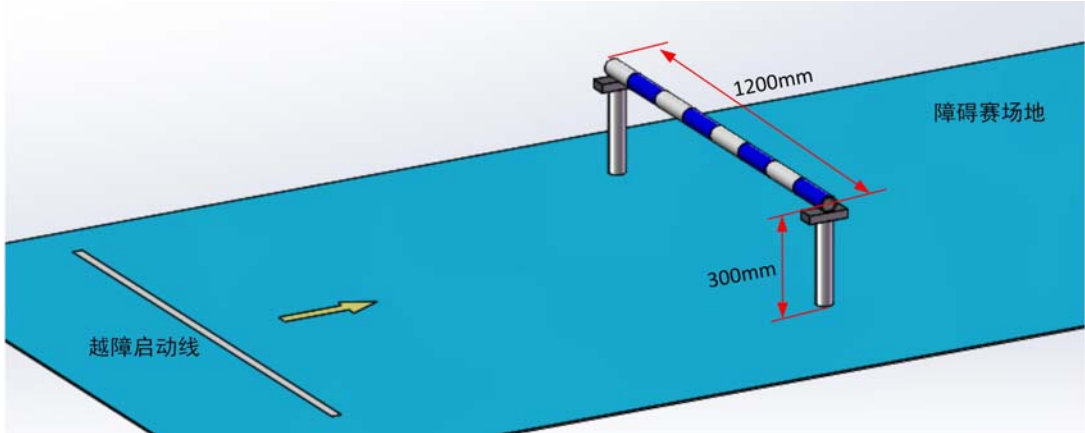


图 6 高栏场地说明

- (1) 高栏的横杆是一根直径 50mm、蓝白相间的 PVC 管，横杆的轴线与场地表面平行，离地高 300mm。横杆长度为 1200mm，两端支撑处通过 1mm 深度凹槽定位。
- (2) 机器马必须从越障启动线出发，在通过高栏时，必须以跳跃的方式跨栏。越障启动线与高栏间距离为 1200mm。
- (3) 如果跨栏时机器马与横杆有接触，但该横杆并未掉落，算成功跨栏。如果横杆掉落，则跨栏不成功。

5.2.9 阶梯

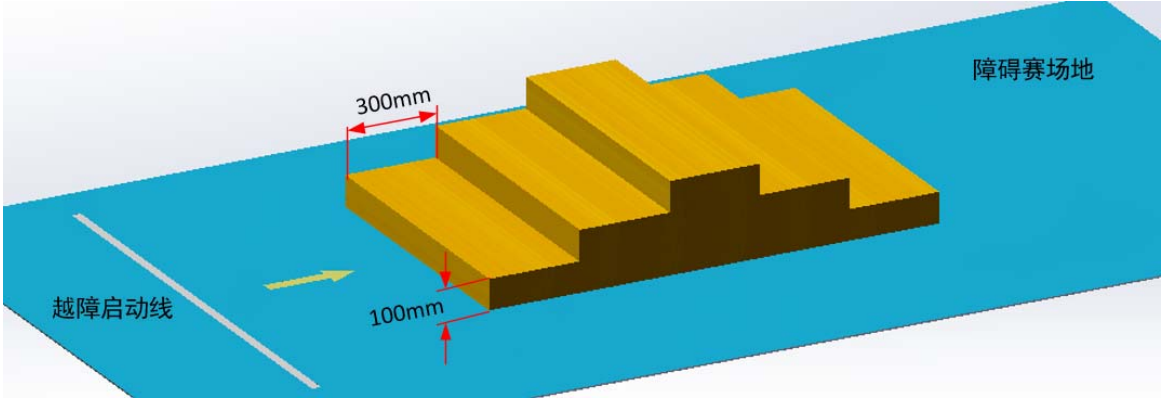


图 7 阶梯场地说明

(1) 阶梯为木制，上行 3 级，下行 3 级，每级高 100mm、宽 900mm、深 300mm，表面涂黄色水性乳胶漆。

(2) 机器马在通过阶梯时，并不需要逐级上、下，但至少有一足与阶梯的任何一级顶面有一次接触。

(3) 机器马必须从越障启动线出发，越障启动线与阶梯临近边间距为 800mm。

5.2.10 机器马行进和跨越障碍时的步态不限（除特别要求越障方式），跨越障碍的顺序不限。

5.2.11 重复越过同一障碍不重复记分。

5.2.12 机器马成功越过 1 个障碍记 40 分。越过全部 6 个障碍的机器马加记 60 分。越障过程中，每移动 1 根 PVC 管扣 5 分，最高扣减 20 分；球池中每溢出一个彩色塑料球扣 1 分，最高扣减 20 分。

5.3 重试

5.3.1 竞速赛中抢跑的机器马必须强制性重试。重试的机器马应退到起跑线外重新启动。未抢跑的机器马不受影响。

5.3.2 除竞速赛中机器马倒地、越界不得重试外，所有越障不成功或机器马倒地均可申请重试。得到裁判允许后，重试过程即可开始。参赛队在对重试的机器马适当处置后，可自行启动。

5.3.3 如果机器马在越过某一障碍前或在过程中倒地，参赛队员可将机器马扶起，放在该障碍前不超出越障启动线的任何地方；如果机器马在成功越过某一障碍后倒地，参赛队员可将机器马在原地扶起，越障得分有效。

5.3.4 参赛队只能派两名队员进入障碍区处置。上场队员必须主动避让对方正在运行的机器马。

6 犯规

犯规有以下几类，每次犯规扣 5 分：

6.1 任何参赛队员接触机器马的任何部件（除获得裁判允许外）。

6.2 未按要求完成比赛任务。

6.3 违反规则而未在取消比赛资格中提及的其它行为被视为犯规。

7 取消比赛资格

如果某一参赛队在比赛中有以下行为，该队将被取消比赛资格：

7.1 使用商品机器马和/或四足机器人参赛并被举报。

7.2 故意损坏或试图损坏比赛场地、设施、设备或友邻队机器马。

7.3 任何有悖公平竞争精神的行为。

7.4 不服从裁判的指令或警告。

8 确定获胜队及奖励

8.1 马术赛的总成绩为竞速赛和障碍赛得分之和并扣除罚分。

8.2 参赛队按总成绩排名。如果出现局部并列，机器马重量轻的参赛队在前。按批复的获奖比例确定单项一、二、三等奖。

9 安全

9.1 机器马的设计和制作不应应对场馆里任何人员造成任何危险。

9.2 机器马的设计和制作不应造成友邻队机器马和比赛场地的损坏。

9.3 所有机器马上必须安装急停按钮。急停按钮应装在容易触及的地方。

9.4 禁用爆炸物、明火或危险化学品。

9.5 禁用蓄压器、铅酸蓄电池。

9.6 在设计和使用激光或红外光源时，必须充分注意在所有过程中保护场馆内所有人不受伤害。特别是，光束必须是定向的，不得射入观众的眼睛。如果使用激光，应在 2 级或以下。

10 其它

10.1 本规则中未提到的任何行为的合法性由裁判慎重裁决。录像在裁决中不是有效证据。在有争议的情况下，裁判员的裁决是最终裁决。

10.2 本规则中所述场地、设施的尺寸、重量等，除非另有说明，误差为 $\pm 5\%$ 。但是，本规则所示的机器马尺寸和重量是最大值，没有允许误差。

10.3 竞赛委员会将在官方网站www.cnrobocon.net上以“重要通知”的形式发布对本规则的任何修订。

10.4 关于主题与规则的问题，请各参赛队指派专人在上述网站的 Q&A 板块中提出。

10.5 鼓励所有参赛队在规则允许的范围内以他们自己的方式装饰机器马，以反映各校的文化、审美和风格。所有机器马必须由学生队员自己设计和制作，不允许使用现成的商品四足机器人。参赛队的机器马和服装应有本校的特色。

10.6 如果竞赛组委会需要，将要求各参赛队提交说明参赛机器马结构和运动的资料，包括录像带。在机器马发运前，竞赛组委会将通过观看视频核实参赛的机器马是否符合规则。比赛期间，当某台机器马的安全性有问题时，裁判员可以要求对安全问题作进一步的解释。

10.7 运输参赛机器马前，各参赛队必须考虑到运输服务对电池的限制。

11 线上比赛后备方案

如因疫情等不可抗力影响，ROBOCON 机器马术赛需进行线上比赛，则以障碍赛中“双木桥”、“跷跷板”、“高栏”、“阶梯”4 种障碍作为道具展示各参赛队机器马性能，4 种障碍的尺寸及布局与本规则保持一致。4 种障碍道具由参赛队自行制作。参赛队可以自行确定越障的顺序。