

第二十届全国大学生机器人大赛

ROBOCON 线上比赛



主题与规则

投壶行觞

—20 周年庆典的比赛—

全国大学生机器人大赛组委会

2020 年 9 月

<http://www.cnrobocon.net>

修订历史		
修订	日期	说明
1	09/26/2020	在 CURC Robocon 官网上发布
2	12/10/2020	<ul style="list-style-type: none"> • 2.1 – 修正了箭的总质量和壶的高度 • 2.4.1 b) – 更准确的叙述 • 2.4.2 e) – 更清晰的描述 • 4.3 – 增补
3	01/15/2021	<ul style="list-style-type: none"> • 2.1 – 修正了箭的总质量和总长
4	02/03/2021	<ul style="list-style-type: none"> • 2.5 a)、b) 和 c) – 更正了描述
5	08/21/2021	<ul style="list-style-type: none"> • 2.2.4 更正了描述

比赛主题

投壶行觴

背景：

在中国古代，男子二十岁行冠礼，标志着他已成年。在行礼这一天，亲朋好友欢聚一堂，锣鼓喧天，尽情游戏。2021 年恰逢全国大学生机器人大赛 20 岁的生日。让我们用机器人来一场美妙的投壶比赛，祝福 CURC20 周岁，祝福 Robocon 越来越好！

“投壶”是中国古代的一种传统礼仪和游戏。春秋战国时期，诸侯宴请宾客时的礼仪之一就是请客人射箭，名曰“射礼”。那时，主人请客人射箭，客人是不能推辞的。后来，为了使确实不善射箭的客人参与游戏，就用箭投酒壶来代替，以乐嘉宾，以习礼仪。久而久之，投壶就成为宴饮时的一种待客之礼和高雅的比赛活动。投壶几经演变，流传了 2000 多年。从最初的礼仪性的活动，演变成娱乐性的游戏，其间虽有不少活动方式和规则的变化，但始终没有完全割断与“礼仪”的联系。

新冠病毒性肺炎的疫情在 2021 年的发展尚难以预料。如果我们仍然不能在线下相聚，就只能再次把比赛转到线上。所以，作为预案的线上比赛规则与 2021 年 ROBOCON（线下）比赛规则同时发布。线上比赛将使用与线下比赛相同的机器人，但比赛场地和规则做了一些简化。无论新冠病毒如何肆虐，我们的机器人将仍然活跃在图 1 和 2 所示的比赛场地上！

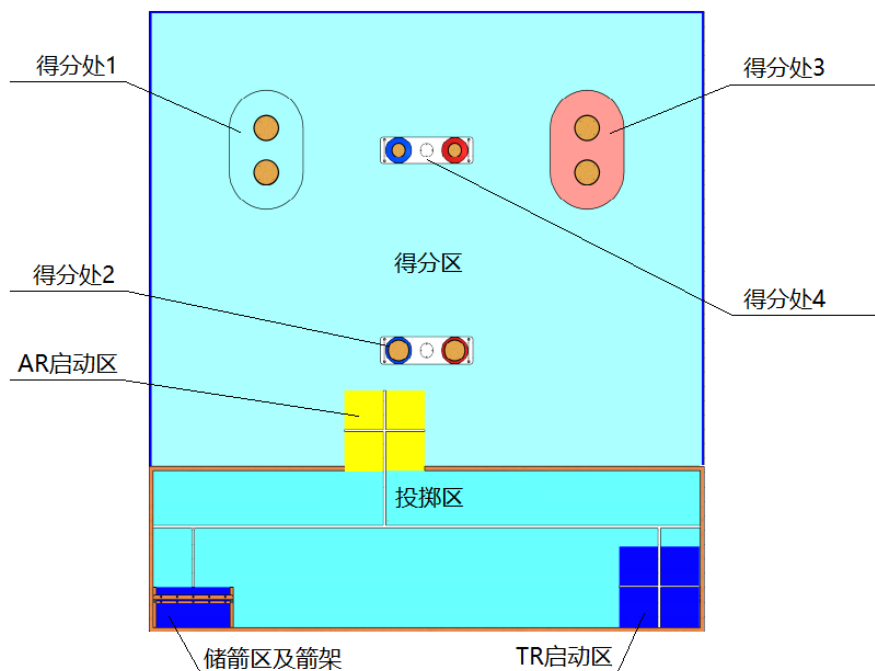


图 1 比赛场地及分区

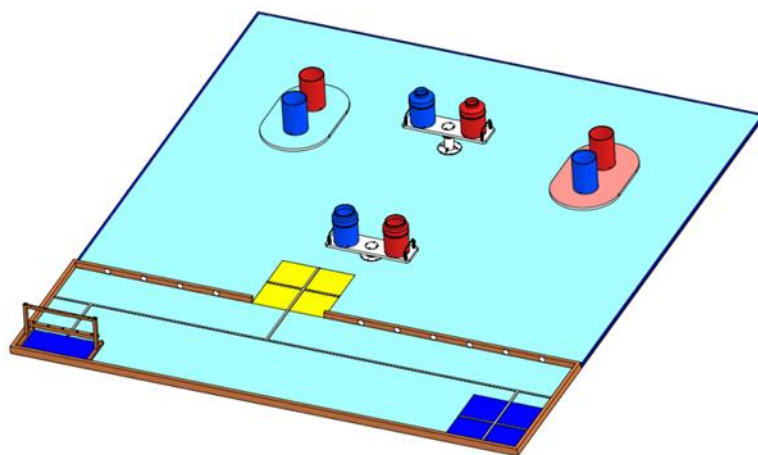


图 2 场地透视图

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（包括参赛者、工作人员和观众）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。

请在机器人上安装硬件急停按钮。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

1 术语和定义

下表给出了 ROBOCON 2021 线上比赛规则所用的术语及定义

序号	术语	定义
1	机器投手 TR	在比赛中投箭入壶的手动或自动机器人。TR 只能在投掷区内运行。
2	机器箭童 AR	像高尔夫球场上协助球员的球童一样帮助机器投手得分的手动或自动机器人。AR 可以在得分区和投掷区内运行。
3	比赛场地	机器人投手和箭童运行和完成任务的地方。它是一块 2050mm×7000mm 的投掷区和 5950mm×7000mm 的得分区组成的场地。
4	投掷区	机器投手 TR 和机器箭童 AR 可以运行的区域，包括 TR 启动区和储箭区。
5	得分区	机器箭童 AR 运行的区域，包括 AR 启动区。得分区中设有四个得分处。
6	得分处	得分区中四个可以投壶得分的地方。两个得分处各有一个I型壶架，另两个得分处分别有一个II型壶架和一个III型壶架。
7	护栏	投掷区四周用来限制机器人运动的障碍，高 80mm，宽 50mm。机器人不得接触护栏的顶面和外侧。但它们可以接触护栏内侧。靠得分区一边护栏的内侧面上有一些白色标志，可以作为机器人定位的参考点。
8	壶	容纳投出的箭的圆柱形容器。PVC 管制成，涂成红色或蓝色。线上比赛时，参赛队可以任意使用红壶和蓝壶。
9	I型壶架	设置在得分区地面的架子，其上放着红、蓝各一个壶。
10	II型壶架	设置在得分区中的中等高度的架子，它在外力作用下可以绕自己的垂直轴在 360°范围内水平转动，其上放着红、蓝各一个壶。
11	III型壶架	设置在得分区中的最高的架子，它在外力作用下可以绕自己的垂直轴在 360°范围内水平转动，其上放着红、蓝各一个壶。
12	箭	由箭头、箭杆和箭羽组成的杆状得分物品。线上比赛时参赛队应使用组委会规定的标准箭。

13	TR 启动区 (TRSZ)	机器人 TR 的启动区，尺寸为 1000mm×1000mm。机器人重试时，它是 TR 的重试区。
14	AR 启动区 (ARSZ)	机器人 AR 的启动区，尺寸为 1000mm×1000mm。它也是 AR 的重试区。
15	储箭区 (SZ)	投掷区一角放置储箭架的区域。
16	储箭架	储箭区内可放置 5 支箭的支架。线上比赛时参赛队应使用符合组委会规定的箭架。
17	支撑	物体间的一种状态。如果物体 A 与物体 B 接触，且移除物体 B 将导致物体 A 的位置或朝向的变化，即认为物体 B 支撑了物体 A。裁判员将会轻轻推开物体 B 来检查物体 A 是否被支撑。
18	成双	某个得分处的两个壶中各有一支箭的状态。

2 比赛过程及比赛任务

2.1 比赛设施和得分物品

a) 本届比赛中，参赛队的得分手段是投箭入壶以获得尽可能多的分数，因此比赛过程涉及的主要设施是箭架、壶及支撑壶的壶架，得分物品是箭。

b) 箭的外形如图 3 所示，总长度 600mm，总质量 107g。箭杆直径 12mm，用碳纤维管制成。箭头的材料为硅橡胶，最大直径为 40mm，长约 80mm。箭尾有均布在箭杆周围的四片箭羽，长约 130mm，最大径向宽度约为 25mm。每场比赛中，参赛队应自行准备符合要求的 20 支箭。

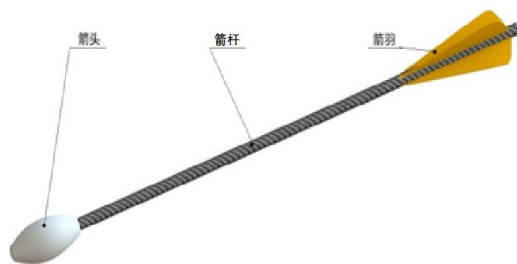


图 3 箭

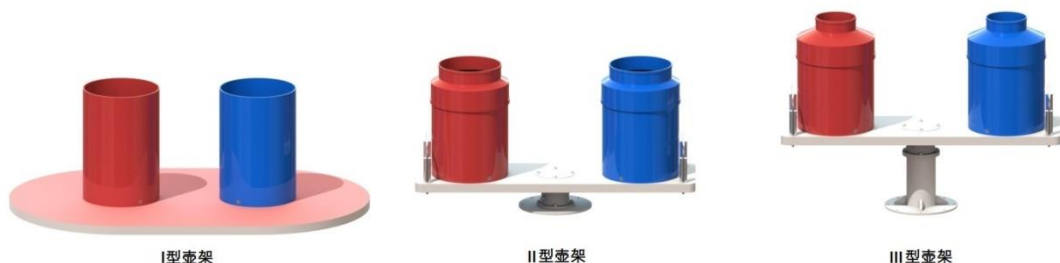


图 4 壶和壶架

c) 在得分区中共有 4 个得分处，每处各有一个壶架，上面放着红壶和蓝壶各一个，如图 4 所示。壶为 PVC 圆形桶，内径 305mm，高度 464mm，底部放置 30mm 厚的海绵作为缓冲。

冲垫。壶的纵轴与地面垂直。壶架有I型、II型和III型三种。在 1 和 3 两个得分处中各设置一个I型壶架。每个壶架上固定着一对红、蓝壶，壶架底座固定在得分区地面上，壶口高度为 500mm。2 和 4 两个得分处分别设置一个II型壶架和一个III型壶架。每个架子上装着一对红、蓝壶。每个壶附近，有一个可供机器人抓持的把手。II型、III型壶架上的壶形与 I 型壶架稍有不同，它们是有收口壶颈的小口壶。在II型壶架上，壶口高度为 600mm，内径为 250mm。在III型壶架上，壶口高度为 800mm，内径为 160mm。II型、III型壶架的转动阻力矩在 3Nm~7Nm 的范围内。

d) 符合 2.1 b)中规格的箭可排列在按图 05.00（见线下规则的图册）制作的箭架上。

e) 除重试和在箭架上补箭外，参赛队员在比赛中不得与箭、壶及壶架接触。

2.2 赛前

2.2.1 参赛队上线前应做好机器人及场地的所有准备工作。

2.2.2 机器投手 TR 必须完全纳入 TR 启动区。机器箭童 AR 必须完全纳入 AR 启动区。如果参赛队只有一台机器人，可以在 TRSZ 和 ARSZ 中任择其一作为启动区。

2.2.3 比赛场地上的所有与比赛无关的杂物必须清除干净。参赛队员应退出场地。只允许有 3 名参赛队员操作机器人。

2.2.4 比赛开始前，箭架上排列着 5 支箭；在机器人 TR 或者机器人 AR 上装着 5 支箭，也可以分别装在两个机器人上；其余的 10 支箭排列在准备补箭的某一储箭区 SZ 附近的场外地面上。

2.2.5 裁判员如对比赛设施和/或得分物品的规格有疑问，可以要求参赛队进行检查。

2.2.6 裁判员在认定参赛队已完成准备工作后以语音宣布比赛开始并开始计时。

2.3 线上比赛开始

a) 比赛开始后，机器人从其启动区出发完成各自的任務。

b) 除启动操作和重试外，所有参赛队员必须在场外。

c) 比赛过程中，当箭架全空时，参赛队指定的 1 名队员可以进入箭架附近的场地，把放在场外的备用箭补充到箭架上，每次 5 支，也就是说在整个比赛过程中只能补放两次。每次补放完成后该队员应立即退出场地。

2.4 机器人的任务

2.4.1 TR 的任务

a) 比赛开始时，TR 从 TR 启动区出发。

b) TR 可以在投掷区内的任何地方向得分区中的任何一个壶投掷或发射箭，但是，每次只能投一支箭，在投出的箭入壶或落在某处之前不得投出下一支箭。

c) 只有在 TR 和/或 DR 上预装的 5 支箭用完后，TR 才可以

i. 从箭架上取箭；

ii. 捡拾落在投掷区地面的箭；

iii. 直接接受 AR 递出的箭。

d) 在比赛中的任何时刻，TR 不得进入投掷区外及其上方。

e) 违反上述规定的 TR 的任何活动将导致强制性重试，在违规期间投入任何壶中的箭由参赛队队长取出，在本场比赛中不再使用。

2.4.2 AR 的任务

a) AR 从 AR 启动区出发后可以直接进入得分区或投掷区。

b) AR 可以转动II型壶架和III型壶架以配合 TR 投壶。AR 在转动II型、III型壶架时，只能利用壶架上的把手，不得与壶架或壶的任何部位接触，偶然的接触除外。

c) AR 可以捡拾落在得分区或投掷区地面的箭，放到投掷区或直接传递给在投掷区运行的 TR。

d) AR 在捡拾落在比赛场地外的箭时，可以部分地伸出比赛场地，但不得完全在场外。完全在场外的判断标准是机器人在地面的正投影与比赛场地没有交集。

e) 在得分区内 AR 不得投壶。但它可以离开得分区，在投掷区中运行。这时它可以算是另一台 TR，就是说，它可以像 TR 一样，按照规则 2.4.1，完成 TR 的任务，也受到对 TR 的所有限制。对 AR 进出得分区的次数没有限制。

g) 违反上述规定的 AR 的任何活动将导致强制性重试，在违规活动中投入任何壶中的箭由参赛队队长取出，在本场比赛中不再使用。

2.5 机器人的重试

a) 某一机器人出现故障或任务没有完成好，参赛队可以申请该机器人重试，只有得到裁判允许后才能进行重试。

b) 某一机器人犯规时，该机器人应按裁判员的指示进行强制性重试。

c) 准备重试时，参赛队员必须把要重试的机器人放到指定位置。TR 或 AR 的重试位置分别是 TR 或 AR 的启动区。如果 TR 或 DR 误启动，重试时 TR 和 DR 均应回到各自的启动区重新启动。

d) 重试时参赛队员可以调整机器人上所携带的箭的位置。

e) 重试期间参赛队员不得捡拾落在地面的箭。

f) 对机器人进行必要调整后，参赛队可以自行启动机器人。

g) 对重试次数没有限制。在裁判员的允许下，按规则进行重试。

2.6 记分

2.6.1 比赛结束后，裁判员核查参赛队的得分。

2.6.2 比赛结束前投出的箭均有可能得分，但只有满足以下所有条件的箭才能得分：

a) 箭与壶或其它得分的箭接触；

b) 箭与比赛场地表面或壶架没有接触；

c) 箭不受未得分箭的支撑；

d) 箭与机器人没有接触。

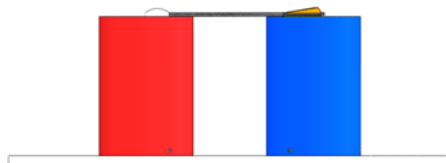
2.6.3 在某得分处任意 1 个壶中有 1 支箭，记 1 分；如果在某得分处的两个壶中各有 1 支箭，则实现一个“成双”，记 8 分。如果某支箭与壶架上的两个壶或壶中的箭均有接触，如图 5 所示，它可以得分，但不是某一壶中的箭，在“成双”中不予考虑。

2.6.4 允许一个得分

如，某个得分处的一

一壶中有 2 支箭，则

8 分，单独的那支箭记



处有多个“成双”。例
个壶中有 3 支箭，另
有两个“成双”，各记
1 分，共 17 分。

图 5 与两壶均接触的箭

2.6.5 在任何一个得分处，最多的“成双”次数为 3。超出的“成双”均不认为是“成双”。

2.6.6 参赛队的总分为该队在 4 个得分处得分之和。

2.6.7 可能的最高总分为 80。

2.7 比赛结束

2.7.1 比赛中，如果参赛队认为已获得 80 分或已无箭可用，可以举手示意裁判停止计时，比赛立即结束。对提前结束比赛的参赛队要记录以秒为单位的剩余时间。经过赛后核查，如果该队并未获得 80 分，则其比赛剩余时间为 0。

2.7.2 否则，比赛持续 3 分钟才结束。

2.7.3 比赛可能进行 N 轮。每轮比赛结束后，每支参赛队的成绩以该轮比赛的总得分和剩余时间来衡量。线上比赛全部完成后，计算每支参赛队的平均得分 S 和平均剩余时间 T。

3 确定获胜队

按平均成绩对参赛队排序：

a) 对于平均得分 S 为 80 的参赛队，平均剩余时间 T 多的参赛队在前；如果持平，在得分处 4 的平均得分高的参赛队在前；如果仍然持平，在得分处 2 的平均得分高的参赛队在前；如果还不能破平，由裁判确定在前的参赛队。

b) 对于平均得分 S 小于 80 的参赛队，S 高的参赛队在前；如果持平，在得分处 4 的平均得分高的参赛队在前；如果仍然持平，在得分处 2 的平均得分高的参赛队在前；如果还不能破平，由裁判确定在前的参赛队。

4 机器人

4.1 每支参赛队最多制作两台机器人。如果某队只有一台机器人，比赛中，它可以是 TR，或 AR，它也可以在 TR 和 AR 之间随时切换。在本规则中，它是 TR 和/或 AR。

4.2 机器人可以是遥控的，也可以是半自主的或是全自主的。

4.3 比赛中每台机器人不得分裂为子单元或用柔软材料连接。参赛队不得用任何方法把机器人吸或粘在比赛场地上。

4.4 用于比赛的机器人必须由同一所大学/学院/专科学校的队员动手制作。

4.5 除在比赛场地上运动的机器人外，参赛队不得将任何设备架设在比赛场所，备用电池、备件、维修工具除外。

4.6 机器人的尺寸

a) 比赛开始时，TR 和 AR 均不得大于 1000mm 宽×1000mm 长，高度不限。

b) 比赛开始后，允许机器人无限制地变形、扩张、伸展或延伸，前提是不违反本规则的其它条款。

c) 机器人 AR 只能由站在场外的操作手通过无线操作。机器人 TR 可无线或有线操作。采用有线操作时，线缆的长度不限。参赛队应注意避免线缆与场地设施及比赛用品缠绕。无论无线遥控还是有线操作，操作手均不得跨入比赛场地。

4.7 机器人的重量

两台机器人（含比赛中使用的电池）及控制盒的总重不得超过 50kg。参赛队为设置机器人携带的任何其它器具及备份电池、气瓶（与装在机器人上的同类部件相同）除外。

4.8 机器人的能源

a) 参赛队只能用电、压缩空气和弹性力作为能源。

b) 用于机器人、控制盒及比赛过程中使用的其它装置的所有电池的标称电压不得超过 24V。然而，电池串联或并联时，总电压必须是 24V 或更低。

c) 电路中任意两点间的实测最高电压不得超过 42V。

d) 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 600kPa。

e) 禁止使用被视为危险的任何能源。

4.9 机器人间的通信

a) 允许两台机器人以通信的方式相互配合完成任务。

b) 对通信方式没有限制。

c) 如果采用射频通信，允许将 Wi-Fi（IEEE 802.11）、Zigbee（IEEE 802.15）及蓝牙用于控制盒与机器人之间以及两台机器人之间的通信。

4.10 机器人 AR 上不得安装可能有助于箭入壶的部件（包括但不限于漏斗、滑轨等）。

4.11 赛前，裁判将对机器人进行在线检查。不符合以上要求的机器人将不得参加比赛。

5 犯规

参赛队每次犯规要受到一次强制性重试。犯规有以下几类：

- a) 任何机器人的任何部件进入不允许的区域。
- b) 任何参赛队员接触机器人的任何部件，机器人的控制器以及本规则允许的情况除外。
- c) 机器人违反 2.4 节中的规定。
- d) 参赛队误启动。
- e) 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。

6 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：

- a) 机器人的设计与制作不符合第 4 节、第 7 节的规定。
- b) 参赛队做出任何有悖公平竞争精神的行为。
- c) 参赛队不服从裁判的指令或警告。

7 参赛队

7.1 每所 Robocon 参赛学校只能有一支代表队。

7.2 每支参赛队的学生队员和指导教师均应属于同一所大学、学院或专科学校。

7.3 不允许研究生参赛。

8 其它

8.1 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。

8.2 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，本规则所示的机器人尺寸和重量是最大值，没有允许误差。

8.3 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。

8.4 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。

8.5 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人，以反映各校的文化、审美和风格。所有机器人必须由学生队员自己设计和制作，不允许使用现成的商品机器人。参赛队的机器人和服装应有本校的特色。

8.6 如果竞赛委员会需要，将要求各参赛队提交说明参赛机器人结构和运动的资料，包括录像带。赛前，竞赛委员会可能通过观看视频核实参赛的机器人是否符合规则。比赛期间，当某台机器人的安全性有问题时，裁判员可以要求对安全问题作进一步的解释。

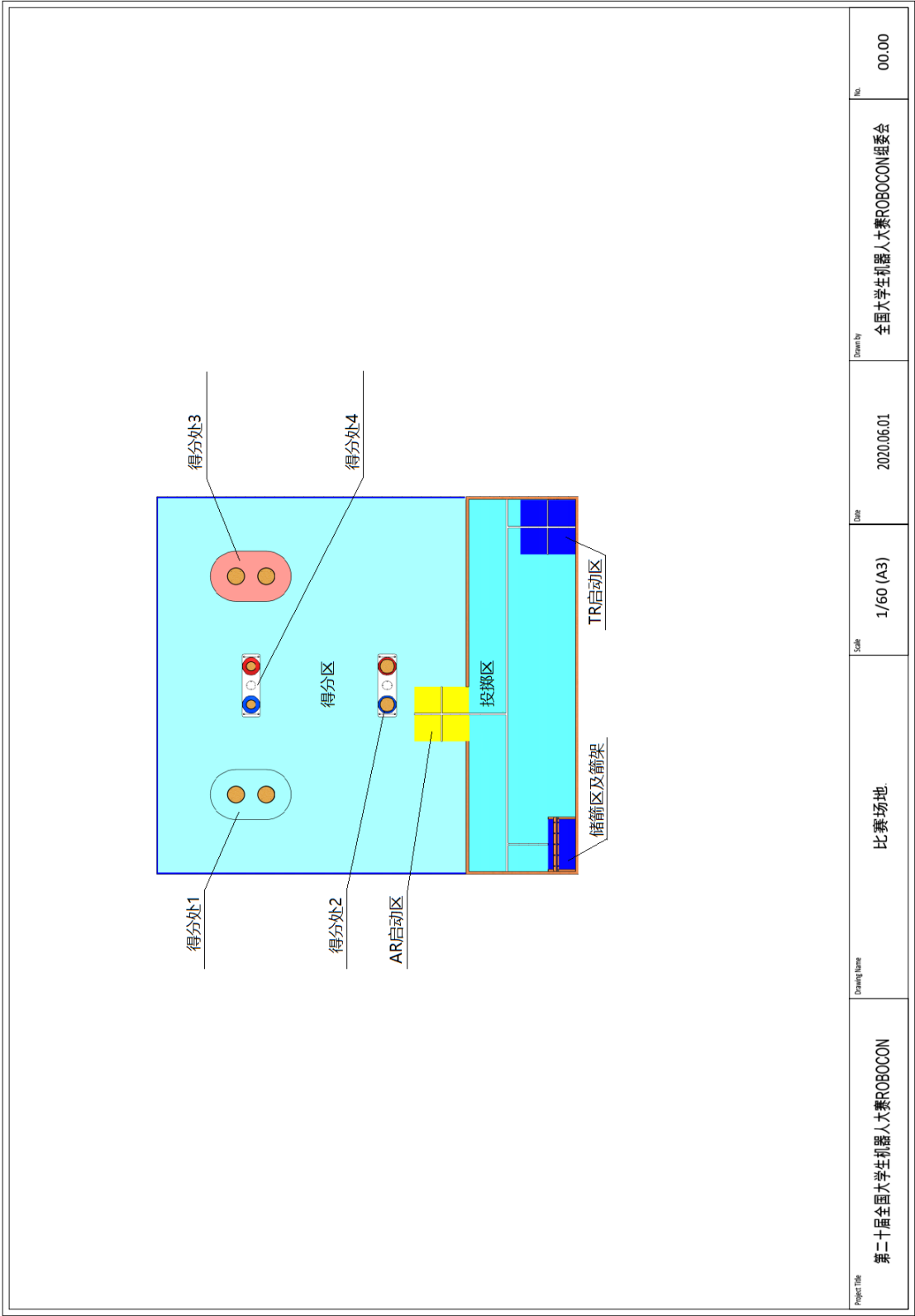
附录一

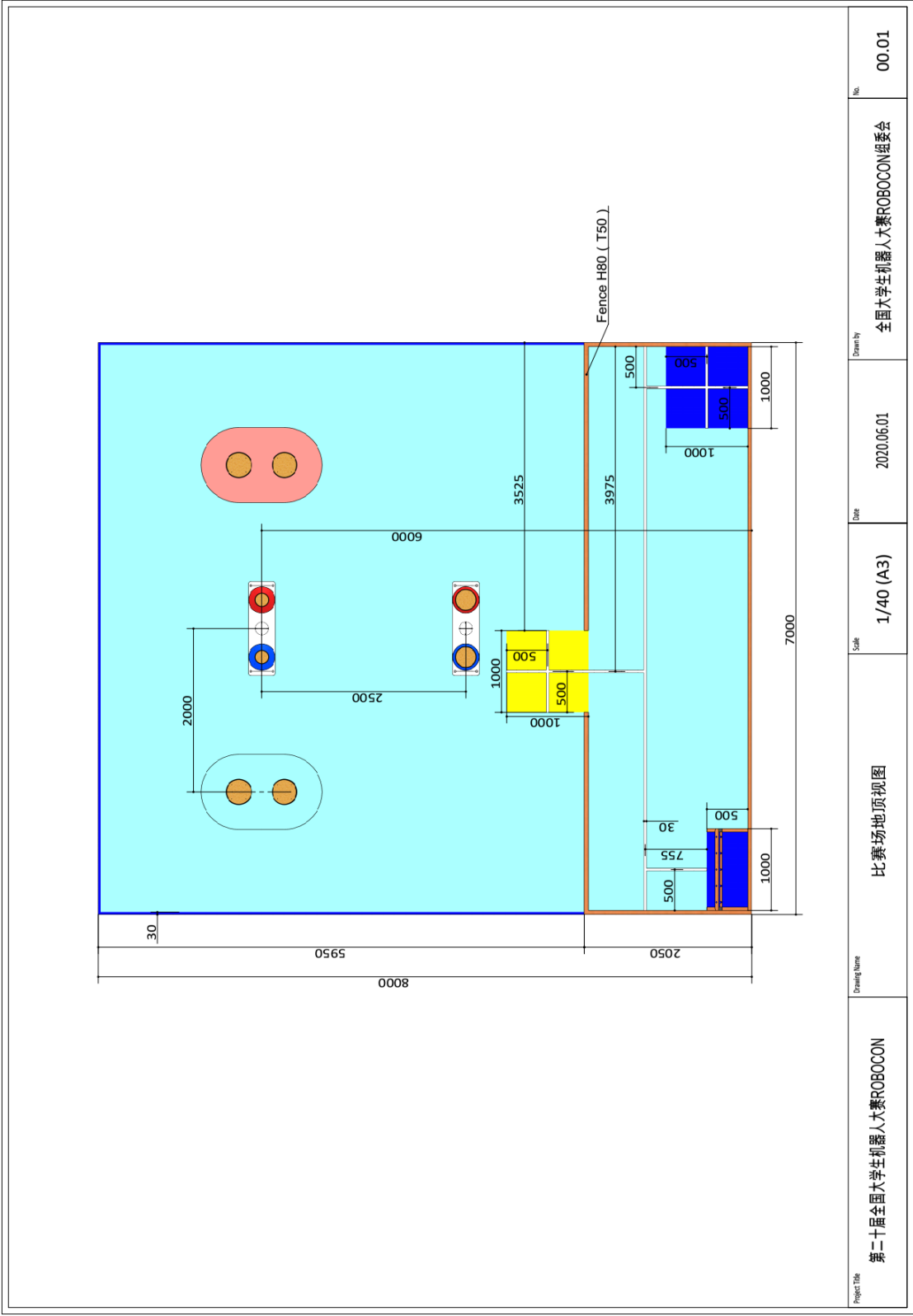
比赛场地、设施和用品的材料及颜色

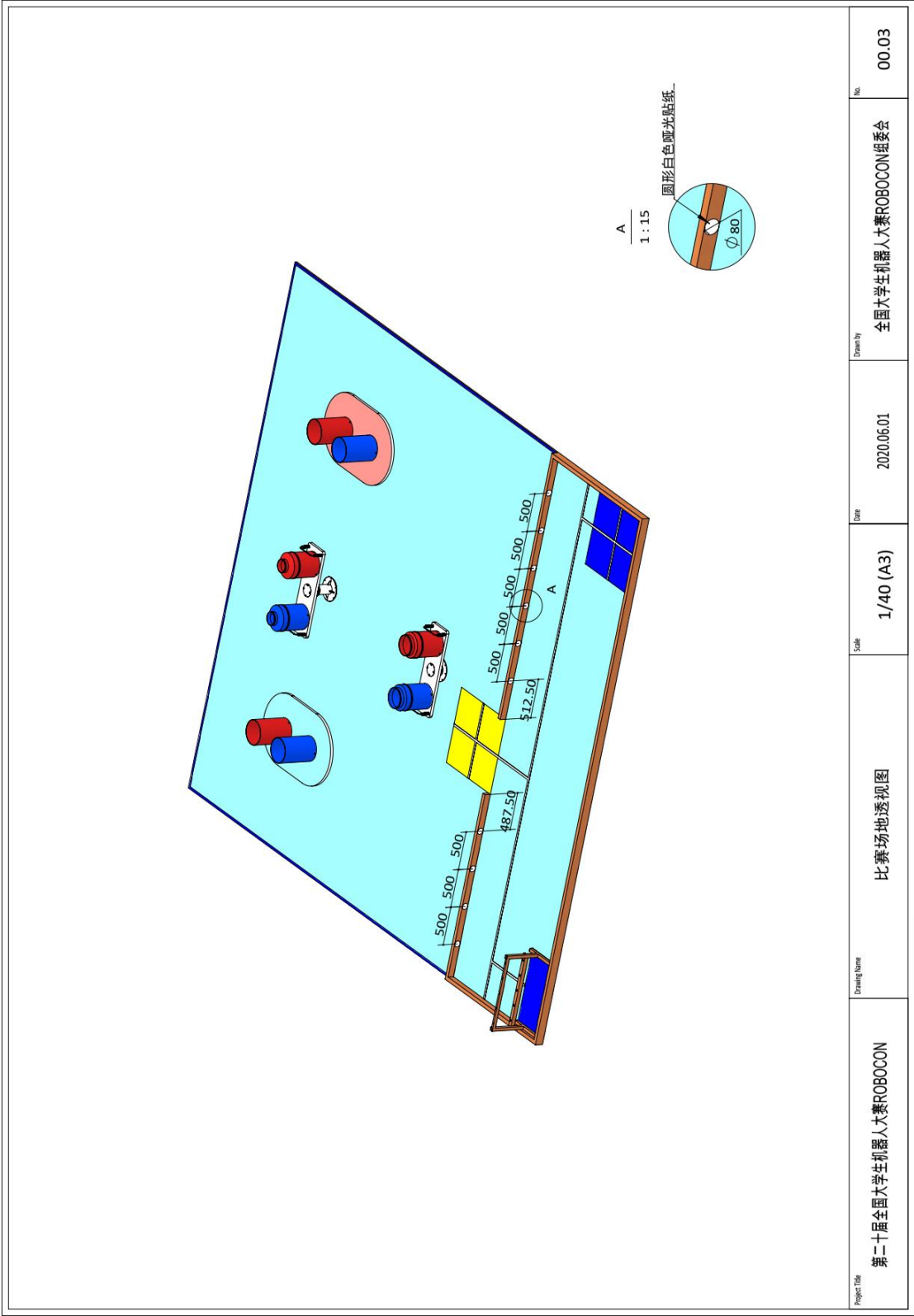
项目		颜色	R	G	B	材料
投掷区			105	255	255	胶合板，水性漆
得分区			170	255	255	
TR 启动区			5	5	255	
AR 启动区			255	255	5	
储箭区			5	5	255	
护栏			227	134	75	胶合板，水性漆
引导线			255	250	245	无光胶带
箭架			255	207	151	金属/钢，油性漆
壶	红		255	5	5	PVC 管和接头
	蓝		5	5	255	
I型壶架	顶面		255	154	154	胶合板，水性漆
			170	255	255	
	侧面		255	250	245	
II、III型壶架			255	250	245	胶合板，水性漆
箭	头		255	250	245	硅橡胶
	杆		0	0	0	碳纤维管
	羽		255	180	0	硅胶

附录二

除图 00.00、00.01 和 00.03 外，线下比赛图册适用于线上比赛。那 3 张图可用下面的 3 张图替换。





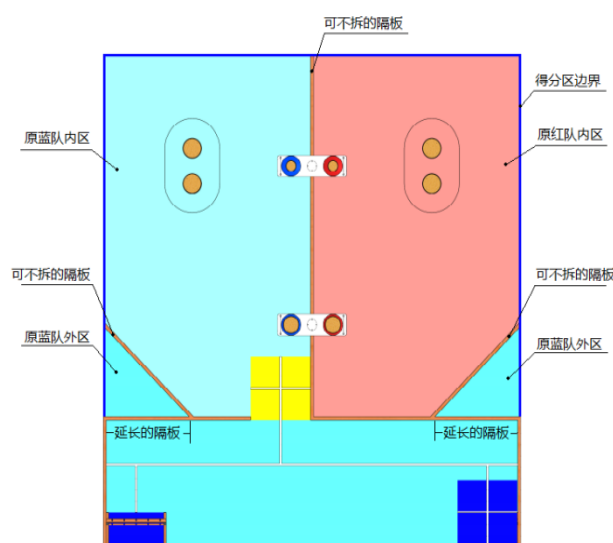


附录三 低成本线上比赛场地的制作

线上比赛在参赛队自己制作的场地上进行，这是与参加线下比赛的区别之一。虽然线下比赛图册和本规则附录二的 3 张图对线上比赛场地和场地设施做了详尽的说明，壶架、箭架、箭等场地设施和得分物品可以在 ABU ROBOCON 2021 官网上订购，参赛队仍然可以采用低成本的线上比赛场地制作方案。

1. 把线下比赛场地改造成为线上比赛场地

有些参赛队为了准备线下比赛，可能先制作完整的线下比赛场地或者蓝（红）色外区+完整的内区。如果线下比赛不能举行，在准备线上比赛时就可以把原有的场地改造成为线上比赛场地。下面以蓝色外区为例说明改造的步骤。



a) 把八边形隔板与原护栏平行的那条边延长，构成投掷区的护栏。如无必要，延长的护栏内侧可以不贴白色圆形标志。

b) 按附录二图 00.01，减小投掷区的长度，并重新安排 TR 启动区和储箭区。

c) 用 30mm 宽白色胶带按附录二图 00.01 在投掷区中重新粘贴引导线。

d) 用 30mm 宽蓝色胶带按附录二图 00.01 贴出得分区边界。

e) 如果得分区内原有的八边形隔板不妨碍机器人 AR 的运动，可以不拆除。

f) 得分区中原红队内区和蓝队外区的部分可以不变更原有地面的颜色。

2. 直接制作线上比赛场地

有些参赛队受到各种条件的限制，在准备线下比赛时不可能制作完整或部分线下比赛场地。在准备线上比赛时却不得不制作线上比赛场地。参赛队可以根据自己的条件，按附录二图 00.01，在保证线上比赛场地尺寸的前提下，尽可能降低制作成本。

a) 无论线上比赛场地设置在木质地面还是水泥地面，只要参赛队认为对机器人的运动和安装场地设施没有影响，可以不加铺木质地面。

b) 如果得分区、投掷区中的原有地面是浅色的，地面可以不刷漆，但 TR 和 AR 启动区的颜色必须与地面有明显区别。

c) 如无必要，护栏内侧可以不贴白色圆形标志。

3. 低成本的壶架

线上比赛规则 2.4.2 b) 是允许 AR 转动II型壶架和III型壶架的。如果参赛队认为不需要转动壶架，则不必订购或制作可转动的壶架，只需设计、制作垫块把II型壶和III型壶垫起即可。必须把II型壶的壶口离地高度提升到 600mm，把III型壶的壶口离地高度提升到 800mm，并确保把两种壶按本规则附录二中的图 00.02 稳固地设置在指定位置上。

4. 低成本的箭架

参赛队可按线下比赛图册中的图 05.00 标注的尺寸自行设计、制作箭架，材质不限。5 支箭必须以箭头在下、箭羽在上的方式平行排列在箭架上，相邻两箭的距离为 200mm，箭头中心离地高度约为 240mm，箭身的倾角约为 10° 。