

2022 世界机器人大赛—共融机器人挑战赛

协作机器人组评分细节

1. 比赛目的

当前，大多数智能制造领域的机器人只适用于特定的产品和单一重复的工作环境，而且不能完全实现人机互动协同。协作机器人在生产线上能够比工业机器人更加灵活的作业，并在没有安全防护措施的条件下与人类协同工作，同时也可以在某些领域代替人类岗位独立高效的完成作业，协作机器人的研发和创新将给人类带来革命性的改变。本次比赛将重点考察科研团队对于协作机器人的基本技术及其智能性、共融性等特性的算法优化水平，并展示该领域内科研团队的最高水平。为完善、丰富比赛内容，从多维度考察协作机械臂的技术特性并探讨展示其多样化的应用场景。

2. 比赛内容

比赛现场准备标准参赛物料，分单臂、双机/双臂两种协作机器人，每种四个难度任务，难度依次增加。参赛赛队在规定时间内（40分钟）内可任意选择单臂、双臂/双机任务完成，组别不限，根据任务完成情况和累计得分排名。

(1) 参赛机器人参数要求

单臂、双机/双臂机器人由参赛团队自行携带，参数要求如下表所示：

单臂机器人参数	
负载	$\geq 2\text{kg}$
自由度	≥ 6
作业半径	$\geq 600\text{mm}$
重复定位精度	$\leq \pm 1\text{mm}$
最大速度	$\leq 4\text{m/s}$
力控相对精度	可选
功率	$\leq 2000\text{W}$
供电电源	220V 50Hz
是否支持力控	可选
是否带视觉	是

双机/双臂机器人参数	
负载	$\geq 2\text{kg}$
自由度	≥ 12
臂展	$\geq 0.6\text{m}$
重复定位精度	$\leq \pm 1\text{mm}$
最大速度	$\leq 4\text{m/s}$
力控相对精度	可选
功率	$\leq 4000\text{W}$
供电电源	220V 50Hz
是否支持力控	可选

是否带视觉	是
-------	---

(2) 比赛任务

(2.1) 单臂

任务 1（视觉+搬运）元器件归纳：

任务 2（视觉+装配）插件装配：

任务 3（视觉+搬运+算法）汉诺塔：

任务 4（人机协同）——协同组装

(2.2) 双机/双臂协同

任务 1（视觉+双机/双臂协同作业）空中组装：

任务 2（视觉+双机/双臂协同作业）空中拧螺丝

任务 3（人与双机/双臂协同）物料接送分拣

3. 评分细节

(1) 基础分

比赛开始前，由裁判根据参赛机器人基本情况给出基础分数，最高 100 分。基础分根据参赛机器人参数等基本情况进行评判。比赛鼓励参赛团队使用国产机器人及自主研发机器人。

(2) 单臂机器人任务（最高总分为 510 分）

任务 1（视觉+搬运）元器件归纳：



任务要求：

比赛发布时从道具中选择 3 种不同元器件各 2 个，及料盘，将元器件分类整齐放置在料盘格子中，满分 120 分，最低 0 分。

任务目的：

任务考察单臂协作机器人开发中规则形状物体识别、取放。

场景道具：

名称	数量
收纳盒	1
元器件	各 2 个



图：归纳盒

链接：大四格【黄色】

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a1z10.1-c-s.w4004-10481892906.8.251d4fcducKUyD&id=646659403365>



图：电容电阻元器件

链接：体积 50*80，型号 50V22000UF

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a230r.1.14.16.37374a937Ysc40&id=633610866389&ns=1&abbucket=17#detail>

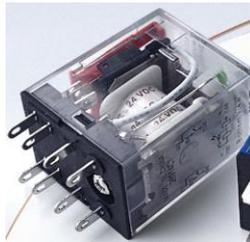
<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a230r.1.14.16.3b302b63RLuAwM&id=633911203040&ns=1&abbucket=17#detail>



图：继电器链接

链接：型号 HF161F/12-H 12VDC (20A 4脚)

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a230r.1.14.252.33fa6122hlZa6R&id=20258594819&ns=1&abbucket=4#detail>



图：继电器

链接：MY2N-J(8脚) 不带底座 直流 DC6V

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a230r.1.14.34.7c6b7392WjNN2R&id=672504961418&ns=1&abbucket=17#detail>



图：电阻链接

链接：不配支架 30W 1R 1 欧姆

https://item.taobao.com/item.htm?id=546068835512&ali_refid=a3_430582_1006:1121150515:N:kKx3fUxQGQphf9rD7QDvXQ%3D%3D:ab39ba30191a64ea952b13973a7b97d3&ali_trackid=1_ab39ba30191a64ea952b13973a7b97d3&spm=a230r.1.14.6#detail

评分规则：

正确抓取一个元器件得 10 分，正确放置一个元件得 10 分，放置错误格子扣除 10 分，满分 120 分，最低 0 分。

评分细则：

序号	项目	预期效果	得分项 (项目成功加分，项目不成功则不加分)	扣分项 (项目成功才扣分，扣完为止项目不成功不加分也不扣分)
1	抓取元器件，并准确放置	机器人准确识别元器件摆放位置，准确抓取并按正确的方式(不损坏元件)放入到料盒的对应格子中	成功抓取 +10; (机器人抓取到元件，并离开原位置 20cm 视为抓取成功) 正确放置 +10 准确将元器件放入料盒的对应格子中，元件无损坏，和格子中原来的元器件属于一类(颜色和形状一致视为同类)，视为正确放置。	1、抓取过程中夹爪多抓或漏抓及抓取损坏，抓取失败，裁判扣分(最高扣 10 分) 2、放置过程不得碰撞料盘使料盘移动，放置错误格子，裁判扣分(最高扣 10 分)

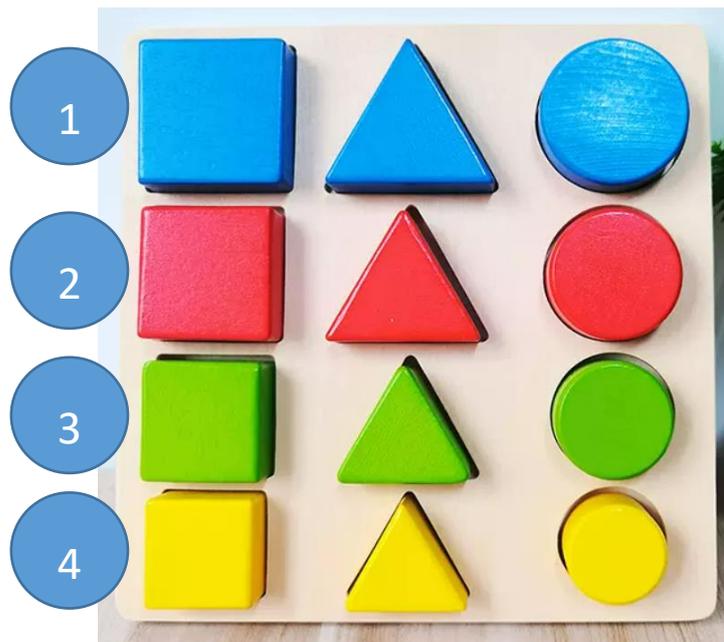
任务 2 (定点装配) 插件装配



任务要求：

参赛选手领取道具(底座+选择挑战插件的大小)，随意摆放位置，将插件抓取后插在基座对应位置上，完成3个元件的组装任务，组装完成后，插件都正常组装在基座对应位置中，抓取一个放置成功得分。

选择插件的大小不同，得分不同，如下图：



大小类型	抓取一个得分	放置一个得分
1	10	10
2	12	12
3	15	15
4	20	20

任务目的：

任务考察单臂协作机器人控制及识别能力。

场景道具：

名称	数量
插件道具	1 套



图：插件道具

链接：

<https://detail.tmall.com/item.htm?id=676127371606&spm=a1z0d.6639537/tb.1997196601.14.43f17484N5bmDO>

评分规则：

正确抓取一个插件得分，正确放置一个位置得分，放置错误扣分，
满分 120 分，最低分 0 分。

评分细则：

序号	项目	预期效果	得分项 (项目成功加分，项目不成功则不加分)	扣分项 (项目成功才扣分，扣完为止，项目不成功不加分也不扣分)
1	抓取一个插件，并准确	机器人准确识别插件及基座的摆放位置，准	成功抓取 +10/12/15/20 (机器人成功抓取到插件，	1. 放置过程碰撞使其他插件、基座，导致其他物

放置	确抓取插件并放入到基座的孔位中	并离开原位置 20cm，抓取过程不碰倒其它物品视为抓取成功) 正确放置 +10/12/15/20 (准确将插件放入基座对应空位中，在放置过程中不产生掉落和基座偏移，视为正确放置)	体移动，裁判扣分(最高扣 10/12/15/20 分，参考大小标准) 2. 放置位置大小不适配，裁判扣分(最高扣 10/12/15/20 分，参考大小标准)
----	-----------------	---	---

任务 3 (视觉+搬运+算法) 汉诺塔:



任务要求:

比赛发布时给出一套 (3 个塔环, 1 个架) 汉诺塔。比赛道具初始位置为 3 个塔环, 按照从上到下, 从小到大的顺序放置在左边的柱子上, 参赛机器人移动交换 3 个塔环, 在移动过程中, 不允许出现大压小的情况, 否则扣分, 三个塔经过移动, 按小压大的顺序移动到终点 (机器人右手边的圆柱上), 并且按照从上到下从小到大的顺序放置。满分 150 分, 最低 0 分。

任务目的:

任务考察单臂协作机器人开发中视觉识别及软件算法、定点装配。

场景道具：

名称	数量
汉诺塔塔环	3 层
汉诺塔架	1 个

汉诺塔，选用随意的三层，形状参赛者选择。



图：汉诺塔链接

链接：2987 多功能动物汉诺塔（多彩堆塔/叠圈）

https://detail.tmall.com/item.htm?ali_refid=a3_430582_1006:1102352446:N:JsyrC1LIHulyI5fnLIEXNQ==:71f02ddbbed7835b70a1daa01c8cc5f8f&ali_trackid=1_71f02ddbbed7835b70a1daa01c8cc5f8f&id=521080420057&spm=a230r.1.14.6&skuld=4769066075879

评分规则：

机器人抓取汉诺塔塔环，目的放置在终点，放置过程中通过过渡点进行暂放，过程中不可以出现大环压小环，满分 150 分，最低 0 分。

位置最左侧为开始点，中间为过度点，右侧为终点。

评分细则：

序号	项目	预期效果	得分项 (项目成功加分，项目不成功则不加分)	扣分项 (项目成功才扣分，扣完为止项目不成功不加分也不扣分)
1	抓取塔环，	机器人准确识别塔环	比赛完成时，柱子上成功放	1、在搬运过程中，在起

	并准确放置到终点	摆放位置,准确抓取并放置在过度点或终点,顺序为小盘压大盘。	置的位置为:底层为大盘,中层为中盘,顶层为小盘。比赛完成后,裁判对终点塔环进行检查,按照顺序成功放置底层得 20 分,成功放置中层得 50 分,成功放置顶层得 80 分,总分 150 分	点、过渡点、终点造成一次大盘压小盘,裁判扣分(每次最高扣 20 分) 2、搬运结束,在终点,有大盘压小盘一次,裁判扣分(最高扣 80 分)
--	----------	-------------------------------	---	--

任务 4 (人机协同) —— 协同组装



插件



抓取、定点装配

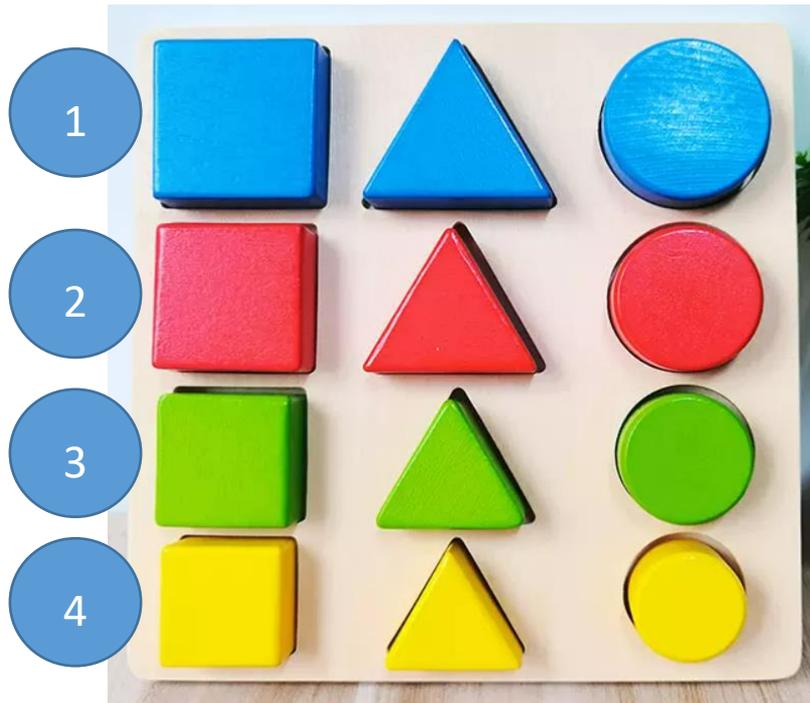


基座

任务要求:

比赛发布时给插件道具,插件大小不同。比赛过程中裁判先行随意插入一个插件装配,机器人对另外 2 个插件完成剩余装配任务,根据选择插件的大小进行分值计算。

根据元件选择的大小,得分不同,如下表:



大小类型	抓取一个得分	放置一个得分
1	15	15
2	20	20
3	25	25
4	30	30

任务目的：

任务考察单臂协作机器人的人机协同能力。

场景道具：

名称	数量
插件道具	1 套



图：插件道具

链接：

<https://detail.tmall.com/item.htm?id=676127371606&spm=a1z0d.6639537/tb.1997196601.14.43f17484N5bmDO>

评分规则：

由裁判首先插入 1 个插件到基座，剩余 2 个由裁判在桌面上随机摆放，机械臂一次拿取 1 个插件，并插入到基座中，成功插入一次得分，满分 120 分，最低 0 分。

评分细则：

序号	项目	预期效果	得分项 (项目成功加分，项目不成功则不加分)	扣分项 (项目成功才扣分，扣完为止项目不成功不加分也不扣分)
1	抓取一个插件，并准确放置在基座中	机器人准确识别插件摆放位置，准确抓取并放置在基座对应大小的孔中。	抓取成功+15/20/25/30 分 1 抓取成功一次得分 2、成功放置到基座对应孔中一次得分	1、在抓取过程中，有插件掉落，裁判扣分（最多扣 15/20/25/30 分，根据插件大小标准） 2、在插装时，有插件插错位置，裁判扣分（最多扣 15/20/25/30 分，根据插件大小标准）

(3) 双机/双臂协同执行任务（最高得分为 650 分）

任务 1（视觉+双机/双臂协同作业）空中组装：



任务要求：

比赛开始前领取的标准杆、套，套/杆精度有所不同。随意摆放在桌面（不借助工装夹具），双机/双臂空中完成无序摆放的物料穿插，装配完成后放置桌面不散开。

任务目的：

任务考察双臂/双机协作机器人开发中多机配合及视觉判断。

场景道具：

名称	数量
杆	1 个
套	1 个



图：杆 GP 内导柱 14*70

链接：GP 内导柱 14*70

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=2013.1.0.0.7fcd5e4aLbM66Y&id=577505115137>



图：套 JFB 16-40(26*3/16*20*40)

链接：JFB 16-40(26*3/16*20*40)

<https://detail.tmall.com/item.htm?abbucket=2&id=637750820668&rn=a02828f2f2ba2df1247311613dd1f0bd&skuld=4574929128489&spm=a1z10.5-b-s.w4011-23473312990.109.75c876ccwCmu8m>

评分规则：

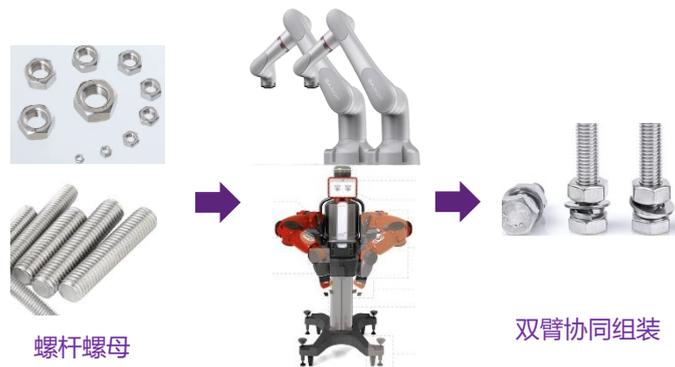
杆和套分开放置在桌面随意位置，机器人一手拿取杆，一手拿取套，在空中将两个件组装在一起后，再放回桌面，在过程中无掉落现象，满分 150 分，最低 0 分。

评分细则：

序号	项目	预期效果	得分项 (项目成功加分，项目不成功则不加分)	扣分项 (项目成功才扣分，扣完为止项目不成功不加分也不扣分)
1	一个臂识别杆，并准确抓取杆	机器人准确识别杆，抓取杆到空中作业区域。	机器人准确识别杆，并抓取杆移动 20cm, 算为抓取成功，加 40 分	1、抓取杆后，在移动过程中有掉落，裁判扣分（最高扣分 40 分）
2	另一个臂识别并抓取套	机器人识别套，并准确抓取套到空中作业区域。	机器人准确识别套，并抓取杆移动 20cm, 算为抓取成功，加 40 分	1、抓取套后，在移动过程中有掉落，裁判扣分（最高扣分 40 分）
3	双臂穿插操作	机器人将杆插入套中。	机器人移动杆和套，将杆对准套的内孔，并插入进去，在套的另外一端漏出杆判定操作成功，加 50 分	1. 穿插过程中，有产生掉落部件，裁判扣分（最高扣分 50 分） 2. 穿插完成后，杆未伸

				出套的另外一头，裁判扣分（最高扣 50 分）
4	穿插完成放置	机器人穿插完成后，放置在桌面。	穿插完成后，放置完成件到桌面，加分 20 分	1. 放置过程中产生掉落，裁判扣分（最高扣 20 分）

任务 2（视觉+双机/双臂协同作业）空中拧螺丝



任务要求：

比赛开始前领取标准的螺杆和螺母。随机摆放到工作台面，双机/双臂识别并拿取螺杆和螺母，在空中完成螺丝拧紧动作，装配好后放置桌面不散开，满分 300 分，最低 0 分。

任务目的：

任务考察双机/双臂协作机器人精细操作能力。

场景道具：

名称	数量
螺杆	1 个
螺母	1 个



图：螺丝螺母套装，推荐 M20*110

链接：M20*110

https://detail.tmall.com/item.htm?ali_refid=a3_430673_1006:1103503324:N:4EuJ15qW%20IOx9z5SerM0HA==:8805b4469fc76ac22167fb7365afc208&ali_trackid=1_8805b4469fc76ac22167fb7365afc208&id=593829755002&skuld=5030494970714&spm=a2e0b.20350158.31919782.2

评分规则：

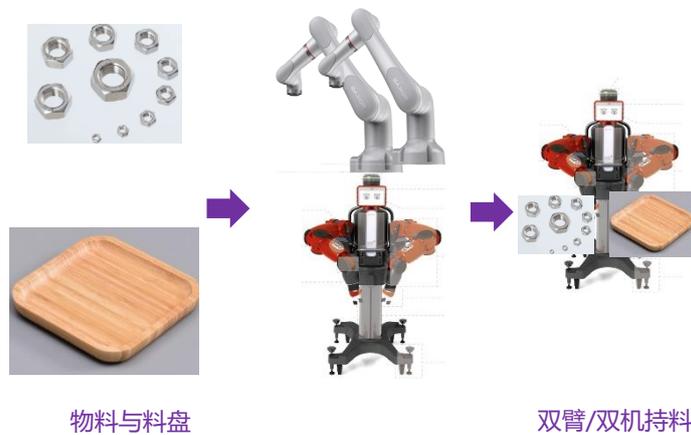
比赛开始前螺杆和螺母分开放置在桌面随意位置，机器人 1 手拿起螺杆，一手拿起螺母，在空中将螺杆拧入螺母中，变成一个组合件，可拧旋转多次，使螺杆旋拧到螺母另外一头露出，再放回桌面，在过程中无掉落现象，满分为 300 分，最低 0 分。

评分细则：

序号	项目	预期效果	得分项 (项目成功加分，项目不成功则不加分)	扣分项 (项目成功才扣分，扣完为止项目不成功不加分也不扣分)
1	一个臂识别螺杆，并准确抓取螺杆	机器人准确识别螺杆，抓取螺杆到空中作业区域。	机器人准确识别螺杆，并抓取螺杆移动 20cm，算为抓取成功，加 30 分	1、抓取螺杆后，在移动过程中有掉落，裁判扣分（最高扣分 30 分）
2	另一个臂识别并抓取螺母	机器人识别螺母，并准确抓取螺母到空中作业区域。	机器人准确识别螺母，并抓取螺母移动 20cm，算为抓取成功，加 30 分	1、抓取螺母后，在移动过程中有掉落，裁判扣分（最高扣分 30 分）
3	双臂拧螺母操作	机器人将螺杆和螺母在空中对准，并旋转拧	机器人移动螺杆和螺母，将螺杆对准螺母的内孔，并旋	1. 穿插过程中，有产生掉落部件，裁判扣分

		紧。	转插入进去，在螺母的另外一端漏出螺杆判定操作成功，加 220 分	(最高扣分 100 分) 2. 穿插完成后，螺母的另外一头未露出螺杆，裁判扣分 (最高扣 220 分)
4	拧螺丝完成 放置	机器人拧螺丝完成后，放置在桌面。	拧螺丝完成后，放置完成件到桌面，加分 20 分	1. 放置过程中产生掉落，裁判扣分 (最高扣 20 分)

任务 3 (人与双机/双臂协同) 物料接送分拣



任务要求:

比赛发布时给出标准用物料 (2 个螺母、2 个螺杆) 及料盘。比赛时参赛选手递给双机/双臂料盘，双机/双臂机器人一手拿盘，另一只手将盘中物取出，放置在收纳盒里指定的不同位置，过程中物料在空中不掉落。

任务目的:

任务双臂/双机协同递送环节考察双臂/双机协同力控、运动规划以及力感知 (视觉测量)，参赛队可采用视觉判定或力觉感知不同技术路线来实现任务。

场景道具:

名称	数量
料盘	1 个
螺杆	2 个
螺母	2 个
收纳盒	1 个



图：料盘

链接：正方盘 20*20*2cm

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a230r.1.14.180.44e11b92DaWTwY&id=599911533051&ns=1&abbucket=8#detail>



图：螺杆和螺母

链接：M20*110

https://detail.tmall.com/item.htm?ali_refid=a3_430673_1006:1103503324:N:4EuJ15qW%2010x9z5Serm0HA==:8805b4469fc76ac22167fb7365afc208&ali_trackid=1_8805b4469fc76ac22167fb7365afc208&id=593829755002&skuId=5030494970714&spm=a2e0b.20350158.31919782.2



图：归纳盒

链接：大四格【黄色】

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=alzl0.1-c-s.w4004-10481892906.8.251d4fcducKUyD&id=646659403365>

评分规则：

裁判将盛有螺丝和螺母的料盘递交给机器人，机器人识别料盘，并一手抓取料盘，一手将料盘中物料分类放置在分拣框中。过程中无掉落，物料归类放置需正确，掉落或归类错误有相应扣分，满分 200 分，最低 0 分。

评分细则：

序号	项目	预期效果	得分项 (项目成功加分，项目不成功则不加分)	扣分项 (项目成功才扣分，扣完为止项目不成功不加分也不扣分)
1	裁判将盘递给机器人，机器人接住托盘	参赛者将盛有螺杆和螺母的托盘递给机器人，机器人识别托盘并抓取托盘，参赛者放开托盘，托盘被机器人稳定抓取。	机器人准确识别托盘，并抓紧托盘，参赛者松开托盘，机械臂稳定抓紧不掉落为抓取成功，加 20 分	1. 抓托盘后，托盘有掉落，裁判扣分（最高扣分 20 分） 2. 抓取托盘后，托盘抓紧无掉落，螺杆或螺母有掉落，裁判扣分（掉落 1 次扣 5 分，最高扣 20 分）
2	另一个臂识别并抓取螺母或螺杆，分拣放置	机器人识别托盘中螺母和螺杆，并抓取螺杆或螺母到空中，然后放置在分拣盒内	机器人识别螺母或螺杆，并抓取螺母移动 20cm，算为抓取成功 1 次，加 20 分 将螺母或螺杆放置在分拣盒	1. 抓取螺杆或螺母移动过程中有掉落一次，裁判扣分（最高扣 20 分） 2. 放置螺母或螺杆到

			内 1 次，不放错，加 20 分	错误的分拣盒中一次， 裁判扣分（最高扣 20 分） 3. 放置过程中，造成托盘或托盘中物品掉落一次，裁判扣分（最多扣 20 分）
3	分拣完成后，将托盘放置在桌子上	机器人分拣完成后，将托盘放置在桌面	机器人识别托盘分拣完成后，将托盘放置桌面，加 20 分	1. 放置过程中造成托盘掉落，裁判扣分（最高扣分 20 分） 2. 放置托盘后，托盘中还有物品，裁判扣分（最高扣 20 分）

3、参赛流程

参赛团队报名审核成功后，需提交设计摘要文件，经过答辩筛选后公布决赛入围名单。