

智能物流搬运赛项命题与运行

1、对参赛作品/内容的要求

以智能制造的现实和未来发展为主题，自主设计并制作两台按照给定任务自主完成物料搬运的自动定位智能机器人（简称：机器人）。机器人能够通过扫描二维码领取搬运任务，两台机器人间具有通信功能，在指定的工业场景内行走与避障，并按任务要求将物料搬运至指定地点并精准摆放（对应色环的颜色及环数或对应条形码指定的颜色及位置）。

各参赛队基于竞赛项目要求的机器人功能和环境设置，以智能制造的现实和未来发展为主题，设计一套具有一定难度的物料自动搬运任务及任务工业场景（参考任务设计模板），为机器人竞赛阶段的现场任务命题提供参考方案。

1) 功能要求

机器人在比赛过程中必须完全自主运行，应具有定位、移动、避障、读取条形码及二维码、无线通信（发送和接收信息）、物料位置和颜色识别、物料抓取与载运、路径规划等功能。

2) 电控及驱动要求

机器人所用传感器和电机的种类及数量不限，机器人需配备任务码显示装置，显示装置必须放置在机器人上部醒目位置，亮光显示，且不被任何物体遮挡，字体高度不小于 8mm。该装置能够持续显示所有任务信息直至比赛结束，否则成绩无效。机器人各机构只能使用电驱动，采用电池供电（铅酸类等蓄电池除外），供电电压不超过 $12V+0.3V$ ，随车装载，比赛过程中不能更换。电池应方便检录时进行电压、电量测量（进行能耗评价），如无法测量，将不能参加比赛。比赛过程中，除机器人间进行通信外，不能通过其它交互手段与物流机器人通信及控制机器人。比赛过程中仅允许对比赛场地地面进行补光，不允许向四周补光及对场地进行遮挡。

3) 机械结构要求

自主设计并制造机器人的机械部分，除标准件外，非标零件应自主设计和制作，不允许使用购买的成品或采用成品套件拼装而成。机器人的行走方式、机械手臂的结构形式均不限制，但从节能角度，参赛队在设计制作机械结构时，应考虑材料、体积等。

机器人竞赛时，根据竞赛题目要求，在竞赛社区完成机器人指定零件的设计与制作，并替换原有零件，其它相关的零部件和控制系统（电路板）等根据需要进行选做，其余均在校内完成，所用材料自定。

4) 外形尺寸及载重要求

机器人应有美观、完整的外壳，否则不能参加现场比赛。机器人（含机械手臂）最大外形尺寸满足铅垂方向投影在边长为 $300+2\text{mm}$ 的正方形内，高度不超过 $400+2\text{mm}$ 方可参加比赛。允许机器人结构设计为可折叠形式，但出发之后才可自行展开。

如果没有显示装置、显示装置没有放置在机器人上部醒目位置、显示装置不是亮光显示、显示装置被物体遮挡、显示装置上的字体高度小于 8mm 、供电电压超过 $12\text{V}+0.3\text{V}$ 、比赛开始前机器人（含机械手臂）外形尺寸超过规定尺寸、比赛中向四周补光等，取消比赛资格。

2、赛程安排

智能搬运机器人赛项只设初赛，比赛时必须自主运行。

3、对运行环境的要求

1) 机器人运行场地

近水平铺设的赛场尺寸为 $2400\text{mm}\times 2400\text{mm}$ 正方形平面区域，赛场周围设有一定高度的挡板，仅作为场地边界标识（颜色和高度不做任何要求），不宜作为寻边、定位等其它任何用途，如图 1 所示。

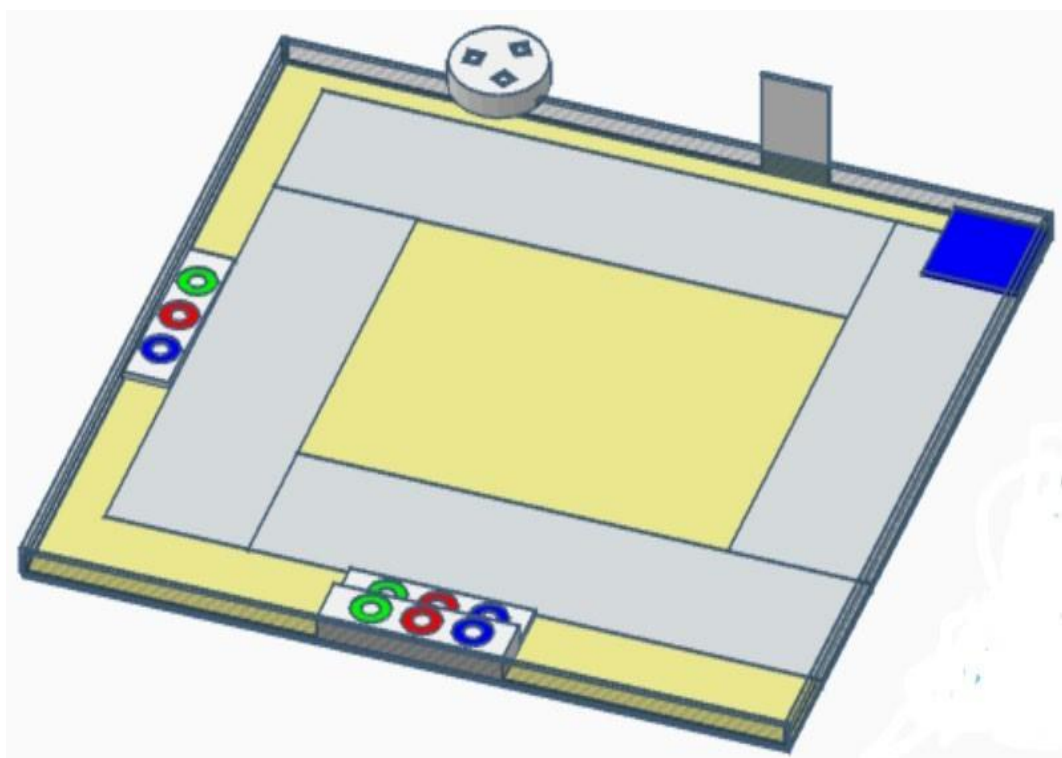


图 1 机器人比赛场地示意图

赛道地面有 450mm 宽的车道，底色为灰色，车道两侧有线宽为 15mm 的黑线，机器人只能在车道上行驶，其余区域为亚光白色或黄色等底色。在比赛场地内，设置启停区、原料区、粗加工区、半精加工区、精加工区、装配区等。其中启停区为蓝色，用于机器人往返。机器人竞赛由一台机器人完成搬运任务，主要经过原料区、粗加工区和半精加工区完成粗加工物料的搬运过程；机器人竞赛有两台机器人协同完成相关任务，主要经过半精加工区、精加工区、装配区等完成精加工物料的搬运过程，具体涉及的区域、位置及尺寸见竞赛现场命题。竞赛各区域尺寸说明如表 2 所示。

机器人竞赛时，竞赛场地内给定原料区、粗加工区和半精加工区的具体位置，如图 2 所示。原料区采用圆形电动转盘摆放物料，圆盘的中心距离边界 800mm，物料分两批放置，每批摆放三个，中线呈 120° 夹角放置；转盘匀速的转动速度 6-10 秒/圈，每圈停留3次，每次4秒，物料采用颜色识别（如图3）。粗加工区、半精加工区、精加工区、装配区等顶面

上均有用于测量物料摆放位置准确程度的色环，色环尺寸如表 3 和如图 5 所示，其中 Φ 为物料最大直径（单位：mm）， $\Phi 1-\Phi 5$ 为色环 1-5 环的外径，色环线宽为 1.5mm。除标注尺寸外，其余色环的直径差为 10mm。

表 2 竞赛各区域尺寸说明表

序号	区域	尺寸说明
1	启停区	长×宽：300×300（mm）
2	原料区	顶面为直径 300mm 的圆盘，总高度 80-100mm
3	粗加工区	长×宽：580×150（mm）
4	半精加工区	长×宽×高：580×150×45 及 580×140×0（mm）的台阶区域

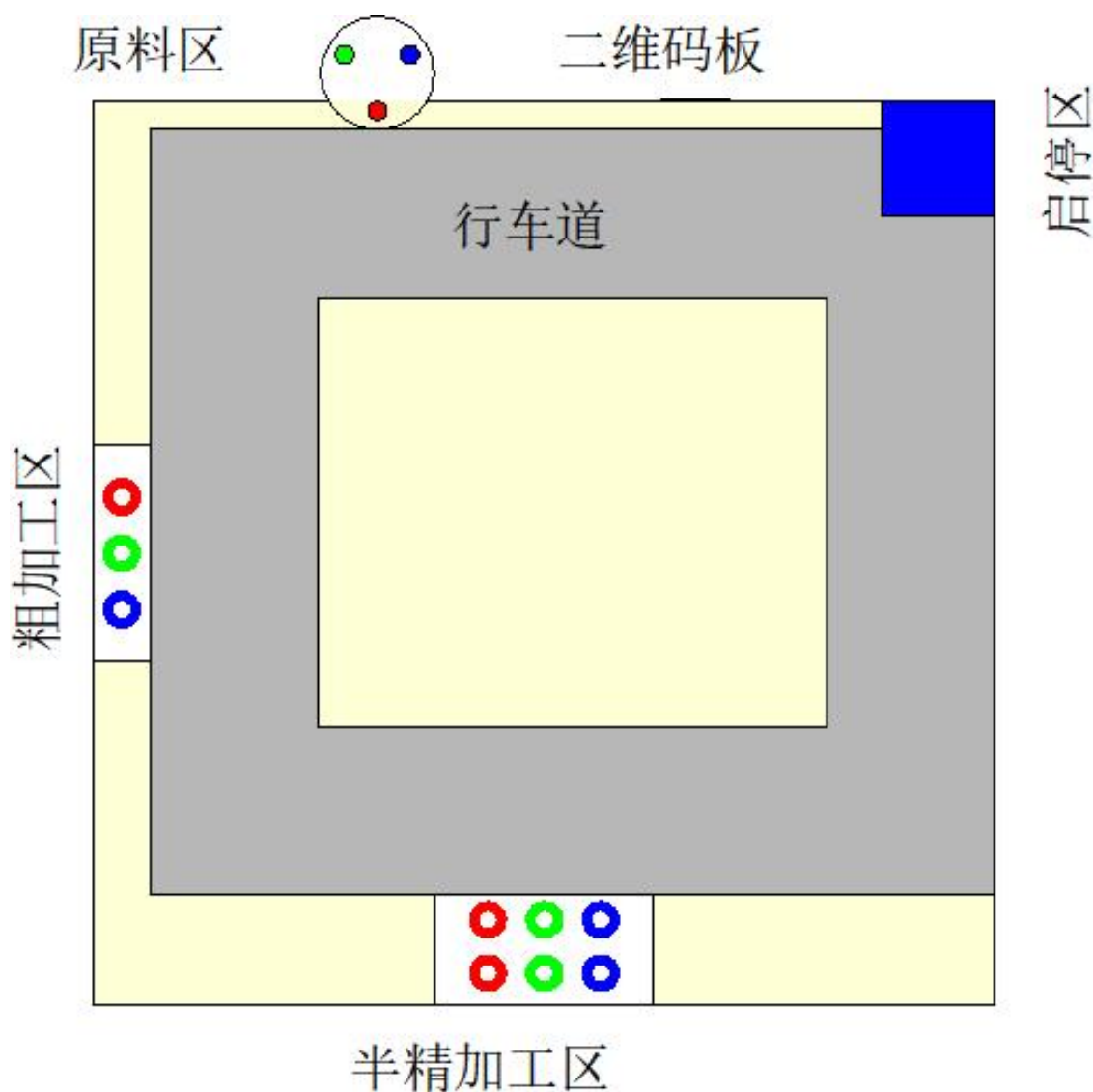


图 2 机器人竞赛赛场示意图

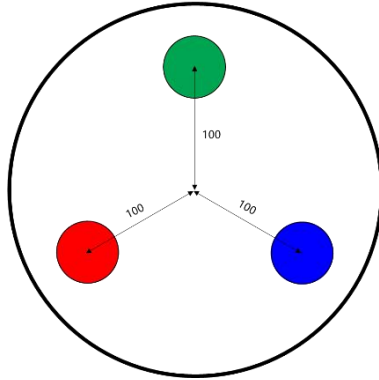
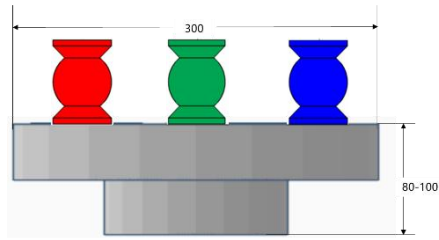


图 3 原料区示意图

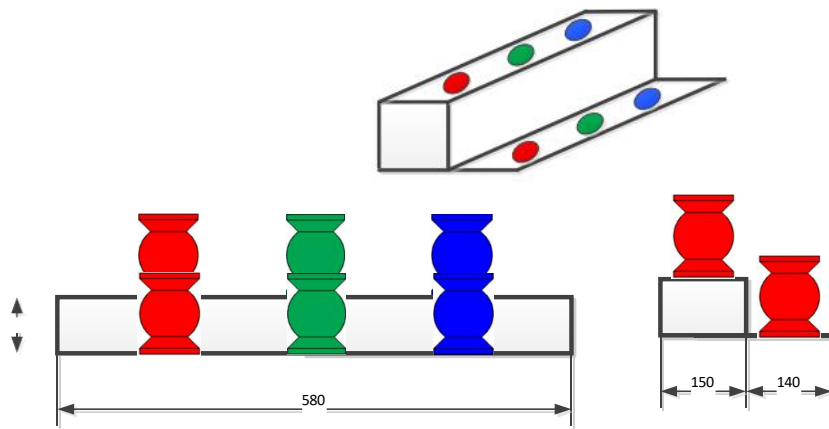


图 4 半精加工区（竞赛）示意图

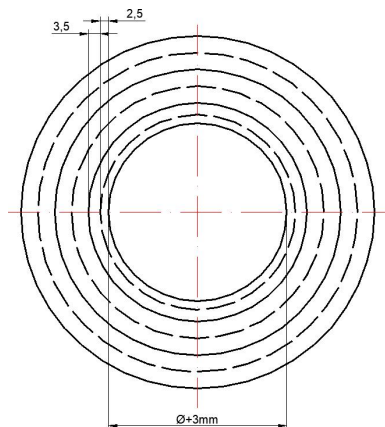


图 5 色环的尺寸

表 3 环号及环尺寸与分数对照表

环号	1 环 (ϕ_1)	2 环 (ϕ_2)	3 环 (ϕ_3)	4 环 (ϕ_4)	5 环 (ϕ_5)	6 环 (ϕ_6)	6 环外及物料倾倒
外径尺寸	$\phi+3$	ϕ_1+5	ϕ_2+7	ϕ_3+10	ϕ_4+10	ϕ_5+10	
分数	15	10	7	5	3	1	0

2) 机器人搬运的物料

机器人竞赛时待搬运的物料形状包络在直径为 50mm、高度为 70mm、重约为 50g 的圆柱体中（如图6所示），夹持部分的形状为球体，物料的材料为 3D 打印 ABS，三种颜色为：红（ABS/Red（C-21-03））、绿（ABS/Green（C-21-06））、蓝（ABS/Blue（C-21-04））。三种不同颜色的物料（每种颜色两个）随机放置在原料区的转盘上（每批放置红、绿、蓝物料各一个，如图 3 所示）。

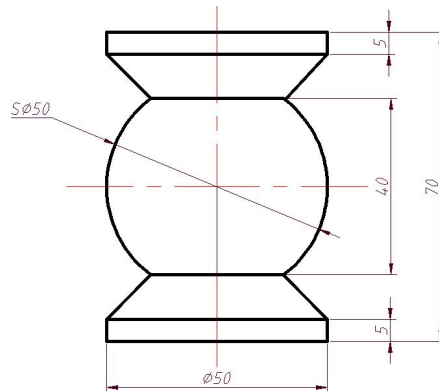


图 6 机器人竞赛的物料形状

机器人竞赛形状为简单机械零件的抽象几何体（包括圆柱体、方形体、三角形、球体、锥体，以及组合体等），物料的各边长、高度或直径尺寸限制在 30~70mm 范围，重量范围为 40~80g。

3) 任务编码

任务编码被设置为“1”、“2”、“3”三个数字的组合，如“123”、

“321”等。其中，“1”为红色，“2”为绿色，“3”为蓝色。机器人竞赛的任务码由两组三位数组成，机器人竞赛表示从原料区搬运到粗加工区及从粗加工区搬运到半精加工区的顺序，第一组三位数表示第一批三个物料的搬运顺序，第二组三位数表示第二批三个物料的搬运顺序，两组三位数之间以“+”连接，例如123+231，机器人竞赛根据现场发布命题确定任务的内容。

机器人比赛中在每个赛场围挡内侧垂直安装1个A4大小的二维码板（横放），二维码（亚光）位于板的中间，尺寸为 80×80mm，用于机器人读取任务编码（编码随机产生）。二维码板的位置为距离启停区边界 800mm。

4、赛项具体要求

现场抽签决定各参赛队比赛的场地、赛位号。

参赛队进入比赛场地进行调试，调试时间结束，裁判通过仪表测量初始电量，各参赛队将机器人放置在指定出发位置（如图 2 所示蓝色区域），等待发车。抽签确定物料搬运任务编码，将物料随机摆放至转盘上，启动转盘，现场裁判发出统一开始指令，计时开始。同时参赛队各派一名队员启动机器人，必须采用“一键式”启动方式（机器人上必须有明确的标识）。在规定的时间内，机器人移动到二维码板前读取二维码，获得搬运任务（三种颜色物料的搬运顺序）。然后机器人移动到原料区按任务码规定的顺序依次将原料区的第一批物料搬运到机器人上（每次搬运的数量 1-3 个），再运至粗加工区并放置到对应的颜色区域内，将第一批共三个物料搬运至粗加工区后，按照从原料区搬运至粗加工区的顺序将已搬到粗加工区的物料搬运至半精加工区对应的颜色区域（可任意放置在台阶上或下对应的颜色区域），将粗加工区的第一批三个物料搬运至半精加工区后，返回原料区；按任务码规定的顺序依次将原料区第二批的三个物料搬运到机器人上，再搬运到粗加工区对应的颜色区域内，将原料区第二批共三个

物料搬运至粗加工区后，按照从原料区第二批搬运至粗加工区的顺序将已搬到粗加工区的物料搬运至半精加工区。该三个物料在半精加工区既可以平面放置，也可以在原来已经放置的物料上进行码垛放置（颜色要一致且已经放置的物料放置正确），二者分数的权重不同，完成任务后机器人回到启停区，裁判通过仪表再次测量剩余电量。粗加工区和半精加工区平面正确放置的度量标准均以每级色环外界垂直方向是否看到该色环外圈来评分，码垛放置以是否平稳放置在已有的物料上来评分。

注意：在整个搬运过程中，必须将物料放置在机器人上进行运送（不允许用手爪夹持物料运送），物料没有放置到机器人上不能向下一个区域运行（本区域内不受限制），机器人每次装载物料的数量不超过3个。如果物料没有放置到机器人上向下一个区域运行，不计入成绩，但时间连续计算。

在规定的时间内，根据读取二维码的正确性、物料抓取顺序和物料放置顺序的正确数量，粗加工区的平面放置准确程度和半精加工区物料的平面放置或堆垛放置的准确程度、是否按时回到出发区等计算成绩。

每个参赛队有两次运行机会，取两次成绩中的最好成绩作为现场竞赛成绩。

《智能物流搬运赛项》评分规则

1、竞赛分数组成

各竞赛环节评分比例如表1所示。

表1 智能物流搬运赛项各环节分数比例

序号	环节	赛程	评分项目/赛程内容	分数
1	第一环节	竞赛	现场竞赛	100
竞赛总分				100

2、竞赛 (100 分)

竞赛成绩分值分配及注意事项说明如下：

(1)比赛分两轮进行，每轮比赛时间3分钟。第一轮准备时间5分钟，第二轮准备时间3分钟，取两轮中的最好成绩。

(2)机器人正确读取二维码并在显示装置上显示顺序码，得4分；

(3)根据正确读取的二维码所确定的搬运顺序，机器人每正确抓取一个物料并放到机器人上，得2分；

(4)机器人在粗加工区和半精加工区（平面放置）的物料放置必须按照顺序码的顺序垂直放置在对应的色环上，然后根据物料放置的准确度计算得分。物料垂直投影与色环线位置如图1所示（环号从内向外为1-6），得分细则如表3所示，该评判标准为非线性评分。在放置过程中，只要物料与地面接触即为放置完毕，并按照此位置确定环数，如果再次移动，此次放置分数为0，若将物料接触场地推行移动，结束比赛。

表3 物料在粗加工区和半精加工区的放置位置与得分对照表

环号	1环	2环	3环	4环	5环	6环	6环外及物料倾倒
分数	15	10	7	5	3	1	0

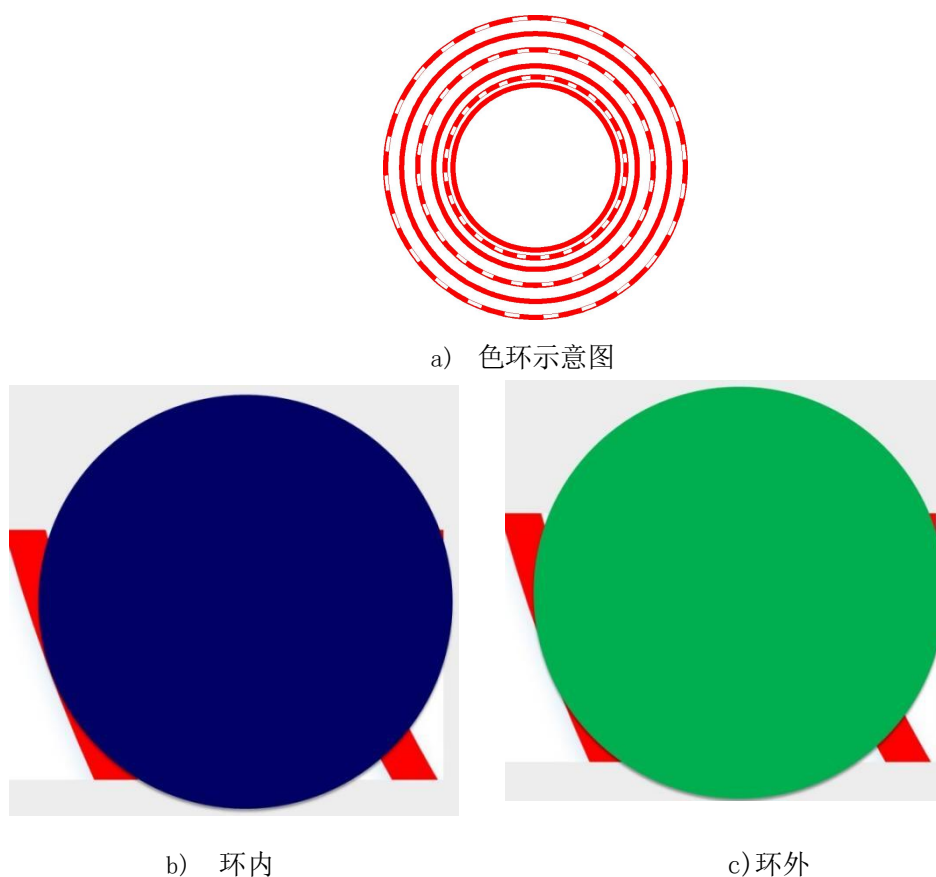


图 1 竞赛物料在粗加工区和半成品区放置准确度示意图

(5)半精加工区物料放置分为平面放置和码垛两种：第一层平面放置物料按照放置对应色环的准确程度计算成绩；码垛放置时，必须在第一层物料放置正确基础上才能计算分数，同时必须按照顺序码的顺序放在对应颜色的物料上，否则不得分。成功码垛放置一个物料得30分；第二层码垛放置只要物料不掉下即得分，掉下不得分（不影响第一层平面放置的成绩）；

(6)在规定的时间内，完成比赛任务后回到启停区，得4分，没有完成任务回到启停区不得分；

(7)机器人显示装置将读取正确的顺序码显示到本轮比赛结束，得2分；

(8)比赛开始后，机器人运行过程中停止运行20秒即结束比赛；

(9)机器人一旦开始运行，参赛队员不得再次接触机器人，否则比赛结束；

(10)比赛过程中物料一旦与地面接触，即视为放置完毕，并按照此位置确定成绩，如果继续移动物料，该物料的放置为0分；

(11)机器人从一个区域至另一个区域的搬运过程中，物料必须放置在机器人上，没有放到机器人上而用手爪夹持物料运行，该物料的后续成绩为 0分；

(12) 某个物料放到机器人上之后，在某个区域放置过程中没有从机器人上抓取进行放置，而是留在机器人上，该物料后续区域得分为0分；

(13) 能耗得分

$$\text{能耗得分} = 5 \times \left(\frac{\text{本队能耗}}{\text{现场初赛参赛队最大能耗}} \right)$$

(14) 比赛过程中，机器人在原地高速打滑，为了避免损坏比赛场地，裁判员有权终止比赛；

(15) 现场竞赛成绩 A 的计算方法：

$$A = 100 \times \left(\frac{\text{本队得分}}{\text{现场初赛参赛队最高得分}} \right)$$