

2018 北京市大学生工程训练综合能力竞赛方案

2018 年北京市大学生工程训练综合能力竞赛由北京市教委主办，清华大学、北京建筑大学承办。竞赛方案如下：

一、竞赛目的

进一步加强大学生实践能力和创新精神培养，深化实验教学改革，提升大学生工程实践能力、创新意识和团队合作能力，促进创新人才培养，展示北京市高校工程训练中心的科技创新实践成果，推动高校人才培养模式改革。

二、参赛资格

（一）具备工程训练中心的北京地区普通高等学校在校本、专科生可组队参赛，年级不限。鼓励参赛学生跨专业组队，团队人数 3 人，指导教师 2 人。

（二）参赛学校自行组织校内比赛，择优推荐优秀团队（共 3 项，每个项目最多推荐 2 支队伍）并通过本校工程训练中心统一组织报名参加北京市大学生工程训练综合能力竞赛。

三、竞赛主题及内容

参考《第七届北京市大学生工程训练综合能力竞赛（无碳小车越障竞赛）命题说明及实施方案》和《第七届北京市大学生工程训练综合能力竞赛（智能加工物料搬运机器人竞赛）命题说明及实施方案》。

四、赛制赛程

比赛分预赛、复赛、决赛，预赛由参赛单位自行组织，复赛、决赛由组委会统一组织。具体日程安排如下：

阶段	时间安排	实施进程要点
高校	5 月 30 日前	参赛高校将本校该项竞赛负责人信息表反馈竞赛邮箱：

报名		btang@tsinghua.edu.cn , gxds@bucea.edu.cn
预赛阶段	11月30日前	参赛高校组织校内预赛，遴选不超过6支团队（3个项目，每个项目最多2支团队）参加北京市大学生工程训练综合能力竞赛，向组委会提交报名表和校内竞赛相关信息表。纸质报名表须盖章，报名表电子版发到竞赛邮箱。
复赛阶段	12月8日	各组分别进行分项目竞赛
决赛阶段	12月9日	各组分别进行分项目竞赛、工程文化知识竞赛和最终排名。

五、奖项设置

大赛设置一、二、三等奖、优秀指导奖和优秀组织奖等奖项。

六、联系方式

报名地点：清华大学基础工业训练中心

联系人1：汤彬

联系电话：62773802 传真：62782292

通讯地址：海淀区清华园1号清华大学基础工业训练中心

邮政编码：100084

联系人2：许东晖

联系电话：61209714 传真：61209712

通讯地址：北京市大兴区永源路15号北京建筑大学工程实践创新中心

邮政编码：102616

竞赛邮箱：btang@tsinghua.edu.cn, gxds@bucea.edu.cn

参赛高校联系人信息表

高校名称					
联系人姓名		单位		职 务	
电子邮箱		手机		办公电话	
通讯地址				邮 编	

北京市大学生工程训练综合能力竞赛组委会名单

- 名 誉 主 任：叶茂林 北京市教育委员会
- 主 任：张爱林 北京建筑大学
- 常务副主任：李爱群 北京建筑大学
- 副 主 任：李双寿 清华大学
- 丁洪生 北京理工大学
- 王 亮 北京航空航天大学
- 吴海燕 北京建筑大学
- 金红莲 市教委高教处
- 委 员：（以姓氏笔划为序）
- 李方俊 北京化工大学
- 吴 波 北京石油化工学院
- 付 铁 北京理工大学
- 严绍华 清华大学
- 张 宾 中国农业大学
- 宋志坤 北京交通大学
- 贾志新 北京科技大学
- 秘 书 长：李双寿（兼）
- 副 秘 书 长：吴海燕 北京建筑大学工程实践创新中心
- 成 员：曾 婷 市教委高教处
- 汤 彬 清华大学基础工业训练中心
- 许东晖 北京建筑大学工程实践创新中心

2018 年北京市大学生工程训练综合能力竞赛 (无碳小车越障竞赛) 命题说明及实施方案 (修订稿)

1. 竞赛主题

本届竞赛主题为“无碳小车越障竞赛”。

要求经过一定的前期准备后, 在比赛现场完成一台符合本命题要求的可运行的机械装置, 并进行现场竞争性运行考核。每个参赛作品需要提交相关的设计、工艺及创业计划书 3 个文件及长度为 3 分钟的关于参赛作品设计及制作过程的汇报视频。

2. 竞赛命题

本届竞赛命题为“以重力势能驱动的具有方向控制功能的自行车”。

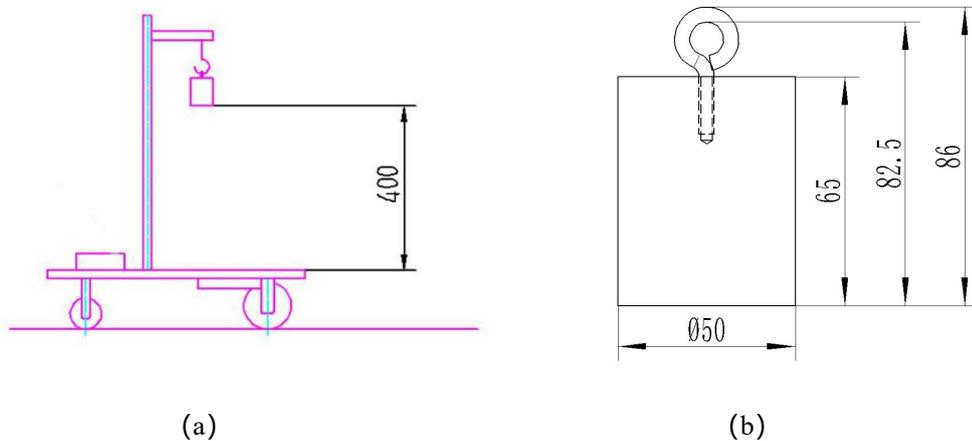


图 1 无碳小车

(a) 小车示意图; (b) 砝码尺寸示意图

设计一种小车 (如图 1 (a) 为小车示意图), 驱动其行走及转向的能量是根据能量转换原理, 由给定重力势能转换而得到的。该给定重力势能由竞赛时统一使用质量为 1kg 的标准砝码 ($\phi 50 \times 65$ mm, 碳钢制作, 具体尺寸如图 1 (b) 所示) 来获得, 要求砝码的可下降高度

为 $400\pm 2\text{mm}$ 。标准砝码始终由小车承载，不允许从小车上掉落。

要求小车在行走过程中完成所有动作所需的能量均由此给定重力势能转换而得，不可以使用任何其他来源的能量。

要求小车具有转向控制机构，且此转向控制机构具有可调节功能，以适应放有不同间距障碍物的竞赛场地。

要求小车为三轮结构。其中一轮为转向轮，另外二轮为行进轮，允许二行进轮中的一个轮为从动轮。具体设计、材料选用及加工制作均由参赛学生自主完成。

3. 竞赛安排

每个参赛队由 3 名在校本科大学生和 1 名指导教师及 1 名领队组成，参加校、市竞赛。

3.1 本校制作

参赛队按本竞赛命题的要求，在各自所在的学校内，自主设计，独立制作出一台参赛小车。

3.2 集中参赛

1) 携带在本校制作完成的小车作品参赛。

2) 报到时提交参赛作品的结构设计方案、加工工艺方案及创业企划书共 3 个文件（分别提交纸质版文件一式 2 份、电子版文件 1 份），文件按本竞赛秘书处发布的统一格式编写。

3) 提交 1 份 3 分钟的视频，(格式要求：MPEG 文件，DVD-PAL 4:3, 24 位, 720 x576, 25 fps, 音频数据速率 448 kbps 杜比数码音频 48KHz)，视频的内容是关于本队参赛作品赛前设计及制作过程的汇报及说明。

3.3 方案文件要求

1) 结构设计方案文件

完整性要求：小车装配图 1 幅、要求标注所有小车零件 (A3 纸 1 页)；

装配爆炸图 1 幅 (所用三维软件自行选用, A3 纸 1 页)；

传动机构展开图 1 幅 (A3 纸 1 页);

设计说明书 1-2 页 (A4)。

正确性要求: 传动原理与机构设计计算正确, 选材和工艺合理。

创新性要求: 有独立见解及创新点。

规范性要求: 图纸表达完整, 标注规范; 文字描述准确、清晰。

采用统一的方案文件格式 (见附件一)。

2) 工艺设计方案文件

按照中批量 (5000 台/年) 的生产纲领, 自选作品小车上一个较复杂的零件, 完成并提交工艺设计方案报告 (A4, 2 - 3 页)。采用统一的方案文件格式 (见附件二)。

3) 创业企划书

按照中批量 (5000 台/年) 对作品小车产品做创业企划书 (A4, 3 - 4 页), 内容包括工艺成本核算、生产成本分析以及综合成本分析, 还包括市场预测分析、人力资源和工程管理可行性综合分析等。要求创业企划设计目标明确, 文件完整, 测算合理, 表达清楚。采用统一的方案文件格式 (见附件三)。

4. 竞赛项目

4.1 复赛“S”型赛道避障行驶竞赛

竞赛小车在前行时能够自动绕过赛道上设置的障碍物, 如图 2。赛道宽度为 2 米, 障碍物为直径 20mm、高 200mm 的圆棒, 沿赛道中线从距出发线 1 米处开始按间距 1 米摆放, 摆放完成后, 将偶数位置的障碍物按抽签得到的障碍物间距 (在 $\pm 200\text{mm}$, $\pm 250\text{mm}$, $\pm 300\text{mm}$ 六个变化值当中抽取) 变化值和变化方向进行移动 (正值远离, 负值移近), 形成的即为竞赛时的赛道。以小车前行的距离和成功绕障数量来评定成绩。

参赛前, 各队加载由竞赛组委会统一提供的标准砝码, 在指定的赛道上进行比赛 (注:在

报到时各队抽签来确定比赛顺序)。小车出发位置自定,但不得超过出发端线和赛道边界线。

每队小车运行 2 次,取 2 次成绩中的最好成绩。

竞赛赛道分为 A、B 两条,参赛小车第一次在 A 道运行,其调试不超过 5 分钟;第二次在 B 道运行,其调试不超过 3 分钟。

参赛小车在完成 A、B 两道的比赛之后,需将小车按照裁判员的要求统一存放在指定位置,不得带离比赛现场。

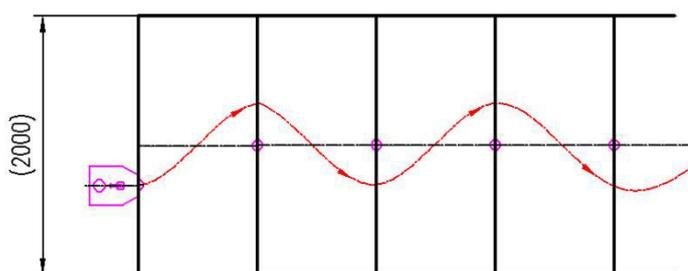


图 2 无碳小车在重力势能作用下自动行走示意图

小车有效的绕障方法为:小车从赛道一侧越过一个障碍后,整体越过赛道中线且障碍物不被撞倒或推出障碍物定位圆;连续运行,直至小车停止。小车有效的运行距离为:停止时小车最远端与出发线之间的垂直距离。

评分标准:每米得 2 分,测量读数精确到毫米(例如,10.33 米,计分为 20.66 分);每成功绕过 1 个障碍得 8 分,以车体投影全部越过赛道中线为判据。1 次绕过多个障碍时只算 1 个;多次绕过同 1 个障碍只算 1 个;障碍被撞倒或推开均不得分。

比赛中,小车需连续运行,直至停止,砝码脱离小车、小车停止或小车掉下赛台均视为本次比赛结束。

4.2 复赛“8”字型赛道避障行驶竞赛

如图 3 所示，竞赛场地在半张标准乒乓球台（长 1525mm、宽 1370mm）上，有 3 个障碍桩沿中线放置，障碍桩为直径 20mm、长 200mm 的 3 个圆棒，两端的桩至中心桩的距离为 350 ± 50 mm（即在 300mm，350mm，400mm 三个变化值中抽取），具体数值由现场公开抽签决定。

小车需绕中线上的三个障碍桩按“双 8”字型轨迹循环运行，以小车成功完成“双 8”字绕行圈数的多少来评定成绩。

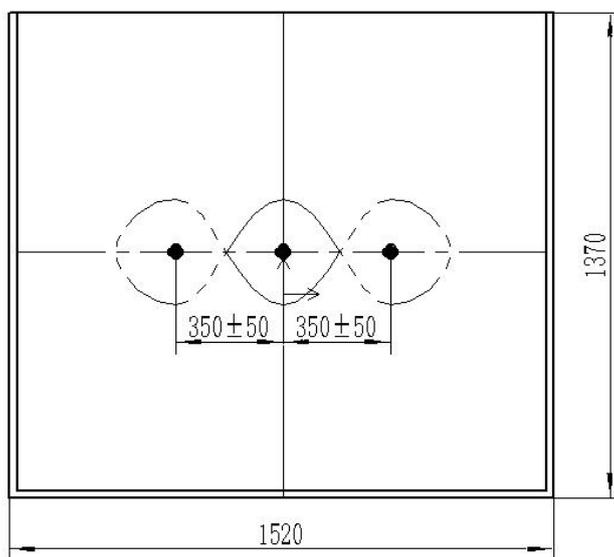


图 3 “双 8”字型赛道平面示意图

参赛时，要求小车以“双 8”字轨迹交替绕过中线上 3 个障碍桩，保证每个障碍桩在“8”字形的一个封闭圈内。每完成 1 个“双 8”字且成功绕过 3 个障碍，得 12 分。各队使用组委会统一提供的标准砝码参赛。每队小车运行 2 次，取 2 次成绩中最好成绩。

一个成功的“8”字绕障轨迹为：3 个封闭圈轨迹和轨迹的 4 次变向交替出现，变向指的是：轨迹的曲率中心从轨迹的一侧变化到另一侧。

比赛中，小车需连续运行，直至停止。小车没有绕过障碍、碰倒障碍、将障碍物推出定位

圆区域、砝码脱离小车、小车停止或小车掉下球台均视为本次比赛结束。

各队使用组委会统一提供的标准砝码参赛。出发点自定，每队小车运行 2 次，取 2 次成绩中最好成绩。

竞赛赛道分为 A、B 两条。参赛小车第一次在 A 道运行，其调试不超过 5 分钟；而第二次在 B 道运行，其调试不超过 3 分钟。

参赛小车在完成 A、B 两道的比赛之后，需将小车按照裁判员的要求统一存放在指定位置，不得带离比赛现场。

比赛中，小车需连续运行，直至停止。小车没有绕过障碍、碰倒障碍、将障碍物推出定位圆区域、砝码脱离小车、小车停止或小车掉下球台均视为本次比赛结束。

4.3 决赛小车避障行驶竞赛

依据复赛小车避障行驶竞赛中所得成绩进行排名，并抽取若干支排名靠前的队伍组成甲组（甲组参赛队数量为报名参赛队数量的 35-40%，但最终获得一等奖的队数不超过总参赛队数的 30%，其余甲组队获得二等奖），其他队伍组成乙组，分别再次进行决赛小车避障行驶竞赛，规则同 4.1，4.2。

4.4 参赛徽标的设计及 3D 打印制作

甲组队伍中，由 1 名参赛队员参与竞赛；经抽签，按照大赛统一规定要求，在计算机上设计 3D 打印图样，绘制出图样的零件图，零件图上需标示出配合尺寸公差，并用 3D 打印制作出来。本项内容应在规定时间内完成，违规减分，逾时不能进入后续比赛。本项内容在规定时间内完成得满分，违规或延时完成者减分，不能完成者不得分。

参赛图标样品将在比赛现场公布，各参赛队需自备笔记本电脑，建模软件不限，但需按照大赛指定设备要求的格式输出，以便加工。

4.5 方案评审

由方案评审组对每个参赛队提交的方案文件进行评阅，此环节满分 50 分，其中结构设计方案 15 分、加工工艺方案 15 分、创业企划书 20 分。

5. 工程文化知识竞赛

各参赛院校自行组队参加工程文化知识竞赛，参赛队员必须来自于参加小车竞赛的选手，分必答和抢答两个环节。

6. 奖项分配

按不同参赛项目计算各队总成绩，按各项成绩之和由高到低，设一、二、三等奖。一等奖 30%，二等奖 30%，其余为三等奖、优秀奖和无奖。其计分规则如下。

复赛成绩：满分 100 分，其中方案评审成绩占 30%，小车竞技成绩占 70%。

决赛甲组成绩：满分 100 分，小车竞技成绩占 80%，3D 打印成绩占 20%。

决赛乙组成绩：满分 100 分，小车竞技成绩占 100%。

北京市大学生工程训练综合能力竞赛秘书处
2018 年 7 月 20 日

2018 年北京市大学生工程训练综合能力竞赛

(智能加工物料搬运机器人竞赛)

命题说明及实施方案

1 竞赛命题

本项竞赛题目为“智能物料搬运机器人竞赛”。

自主设计并制作一款能执行物料搬运任务的智能移动机器人。该机器人能够在规定场地内自主行走，通过扫描阅读二维码领取任务，自主寻找、识别任务指定的物料，按任务要求的顺序将其搬运至指定的存放地点，并按照要求的位置和方向摆放。

本项目参赛所要求的实物和文件均由参赛学生自主完成。

每个参赛队由 3 名在校本科大学生和 1 名指导教师及 1 名领队组成，参加校、市竞赛。

2. 题目要求

2.1 参赛机器人的功能要求

应具有场地目标位置识别、自主路径规划、自主移动、二维码读取、物料颜色识别或形状识别、物料抓取和搬运等功能；全部竞赛过程由机器人自主运行，不允许使用遥控等人工交互手段及除机器人本体之外的任何辅助装置。

2.2 参赛机器人的电控及驱动要求

主控电路采用嵌入式解决方案（包括嵌入式微控制器等），实现二维码读取、自主定位、物料识别、以及路径规划及运动控制等功能，所用传感器和电机的种类及数量不限。自行设计制作主控电路版，其上须带有电机驱动电路及任务内容显示装置，该显示装置能够持续显示二维码任务信息直至比赛结束。机器人驱动电源供电电压限制在 12V 以下（含 12V），电池随车装载，场内赛程中不能更换。

2.3 参赛机器人的机械结构要求

自主设计并制造机器人的机械部分，该部分允许采用标准紧固件、标准结构零件及各类商品轴承。机器人的行走方式、机械手臂的结构形式均不限制。机器人腕部与末端抓取装置（手爪）的连接界面结构自行确定，所用材料自定。

2.4 参赛机器人的外形尺寸要求

进入场地参赛的机器人（含末端抓取装置（手爪））应能够通过一个尺寸与一张 A4 纸相当的门框方可参加比赛。“A4 门框”横向或竖向放置均可。允许机器人结构设计为可折叠形式，但通过“A4 门框”后应能自行展开。

2.5 搬运物料

待搬运物料的形状为简单机械零件的圆柱体或方形体，物料的各边长或直径尺寸限制在 30~80mm 范围，重量范围为 40~80g，相应参数的具体选择将通过现场抽签决定。物料的材料为塑料或铝合金，表面粗糙度 $Ra \geq 3.2$ 。物料有颜色区别：颜色为红（RGB 值为 255, 0, 0）、绿（RGB 值为 0, 255, 0）、蓝（RGB 值为 0, 0, 255）三种颜色。

在比赛场地内固定位置设有物料提取区和物料存放区。物料提取区长×宽×高为 500×100×80（mm），木质或塑木材料，浅色亚光表面。物料存放区为长×宽×高为 800×300×0（mm）区域，由三组不同颜色的同心圆和十字线构成，每组同心圆和十字线为同一种颜色。

2.6 竞赛场地

赛场尺寸为 2400mm×2400mm 方形平面区域，周围设有高度为 100mm 的白色或其他浅色围挡，并以高度和宽度均为 20mm 的挡板将场地一分为二，机器人只能在挡板所围区域内活动。赛道地面为亚光人造板或合成革铺就而成，基色为浅黄色或其它非红、非绿、非蓝色；地面施划有间隔为 300mm 的黑色方格线，经线为线宽 20mm 的单线，纬线线宽为 15+10（间隔）+15mm 的双线，可用于机器人行走的地面坐标位置判断。见图 4、图 5 所示。

竞赛时，2 台机器人同时进入上述场地并在各自区域内定位和运行。如果出现越界并发生妨碍对方机器人移动或工作的情况，将被人工提起回退至上一工作地点重新运行，所用时间不会从竞赛计时中减除。

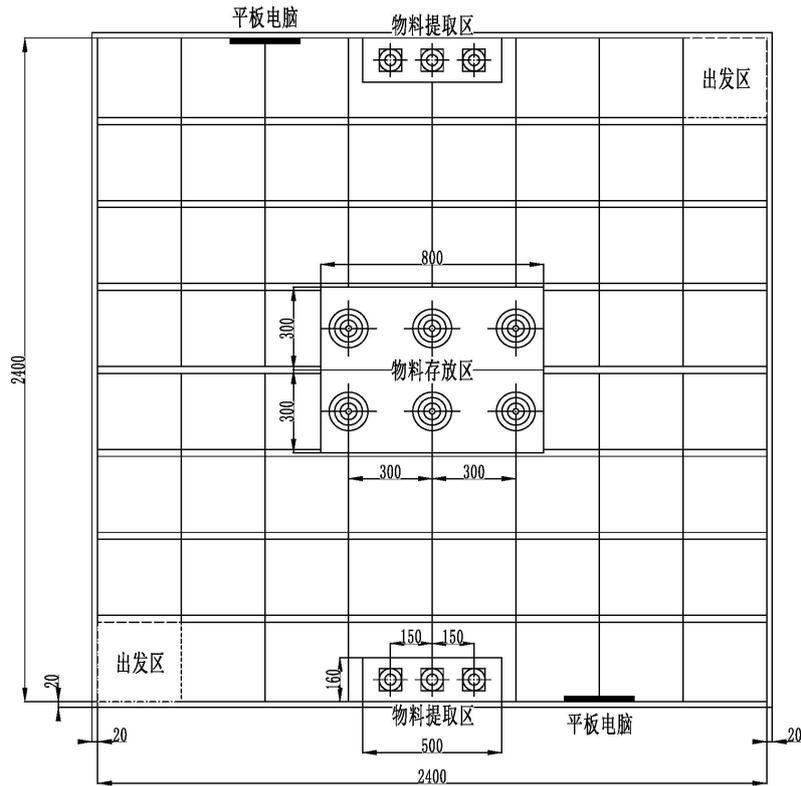


图 4 智能物料搬运机器人建赛场地设置平面图

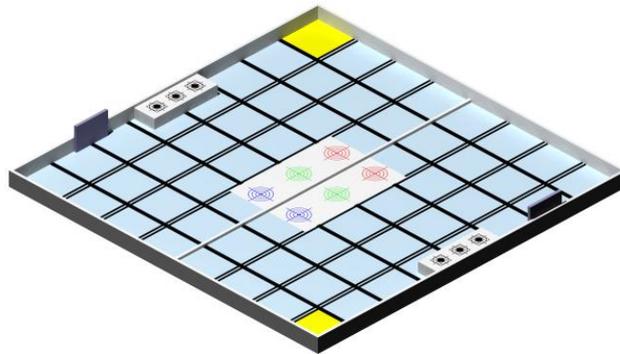


图 5 智能物料搬运机器人建赛场地设置三维示意图

2.7 任务二维码

在赛场围挡内侧垂直安装 2 个显示屏不小于 9.7 寸的平板电脑，用于显示给机器人读取任务的二维码。二维码尺寸为 100×100 （像素）。二维码信息被设置为“1”、“2”、“3”三个数字的组合，如“123”、“321”等。其中，“1”对应红色，“2”对应绿色，“3”对应蓝色。数字组合表明了物料搬运过程中不同颜色物料的搬运顺序。平板电脑中存有不少于 6 种任务的二维码，比赛时随机播放。

3 竞赛环节

3.1 复赛智能物料搬运机器人场地竞赛环节

经现场抽签决定待搬运物料的形状组别（圆柱体、长方体）以及各参赛队的赛场号位。物料的直径或底边长为 50mm，高度为 80mm，重量约为 60g。

三种不同颜色的物料放置在物料提取区，物料间距为 150mm。

参赛队将其参赛机器人放置在指定出发位置。按统一号令启动，计时开始。机器人行至二维码识别区，通过二维码读取需要搬运的三种颜色物料的顺序，再移动到物料提取区按照任务要求的顺序依次将物料搬运并准确放置到物料存放区对应的颜色区域内，完成任务后机器人回到出发区域。记录完成比赛所耗用的时间及物料放置的准确性。机器人需在 5 分钟时间内完成比赛，用时少者得分高，物料放置位置的精确程度也影响得分。每队有 2 次机会，取 2 次成绩中的最好成绩。

3.2 决赛机器人手爪的设计及制作环节（甲组）

根据复赛成绩确定决赛的甲乙组。

甲组经抽签确定一种搬运物料的尺寸组别、形状组别（圆柱体、方形体、球体及其组合）。

甲组每支参赛队派出 1 名队员，针对抽取的物料组进行机器人末端工具（机器人手爪）的设计，参赛队员须自带笔记本电脑和自装的设计软件。设计完毕之后在激光切割机上完成机器人手爪的制作，本项内容在规定时间内完成得满分，违规或延时完成者减分，不能完成者不得分。

3.3 决赛智能物料搬运机器人现场竞赛环节

参赛甲乙组（先乙组再甲组顺序），再次进行物料搬运竞赛的决赛，规则同 2.3.1。

4 方案文件评审

各参赛队需做出针对参赛项目的工程设计方案文件并在参赛报到时提交，共 4 种文件，每种文件纸质版一式两份，电子版 1 份；4 种文件总分 60 分，分别为：1) 结构设计方案，15 分；2) 控制系统电路设计方案，15 分；3) 加工工艺方案，15 分；4) 创业企划书，15 分。

所提交的文件均应由参赛队员自主完成，格式及装订均须符合技术规范和竞赛要求，具体规定及要求由竞赛秘书处另行发布。

各参赛队在报到时还须提交与设计制作有关的 3 分钟视频 1 份和 PPT 文件 1 份，以光盘

形式提交。

由方案评审组对每个参赛队提交的设计方案文件按减分法进行评阅。各队该项得分计入其复赛总成绩。

5. 工程文化知识竞赛

各参赛院校自行组队参加工程文化知识竞赛，参赛队员必须来自于参加小车竞赛的选手，分必答题和抢答题两个环节。

6. 成绩及奖项分配

按不同参赛项目计算各队总成绩，按各项成绩之和由高到低，设一、二、三等奖。其中，一等奖 30%，二等奖 30%，其余为三等奖、优秀奖和无奖。

复赛、决赛计分规则如下

复赛成绩：满分 100 分，小车竞技成绩占 100%。

决赛甲组成绩：总分 100 分，小车竞技成绩占 80%，激光切割成绩占 20%。

决赛乙组成绩：总分 100 分，小车竞技成绩占 100%。

北京市大学生工程训练综合能力竞赛秘书处
2018 年 7 月 20 日

备注：纸质版文件请按照不同类别分别装订成册

各队提交文件为：

纸质版一式两份：结构设计方案+加工工艺方案+创业企划书+电路设计方案（越障组）

电子版（比赛当日报到时提交）：结构设计方案+加工工艺方案+创业企划书+电路设计方案（越障组）+视频，电子文件资料（含方案和视频）**各参赛队以光盘形式提交**，竞赛组委会将不返还。

请将电子版资料统一放到一个文件夹下，文件夹命名规则为：×××高校+第五届工训大赛资料+学生代表姓名，例如，北京建筑大学第七届工训大赛资料张三。