

浅谈工创大赛对实践教学的启发

李世文

天津职业技术师范大学 天津 300000

摘要: 本文通过对工创大赛的竞赛命题分析, 竞赛设计制作过程跟踪, 了解到未来的发展趋势必定是多学科交叉融合的, 除了我们熟知是设计、加工、调试, 还要与电器控制相结合、传感器的应用, 涉及到能源的获取与能量转化等新学科新知识^[1], 发现在工程实践教学中存在的问题。对于一专多能人才的培养, 多学科交叉问题的解决很存在一定的不足, 为了培养出具有综合实践能力的应用型人才, 在工程实践教学方面还要做很多改革和尝试^[2]。

关键词: 工程实践; 多学科; 新学科; 实践与创新

1 工创大赛概述

工创大赛, 即中国大学生工程实践与创新能力大赛, 是大学生工程能力竞赛的发展与延伸, 是面向适应全球可持续发展需求的工程师培养, 服务于国家创新驱动与制造强国战略, 强化工程创新能力, 坚持理论与实践结合、学科专业交叉、校企协同创新、理工人文融通的一项教育部主办的大学学生赛事, 培养服务制造强国的卓越工程技术后备人才。

2 工创大赛的命题现状

中国大学生工程实践与创新能力大赛强调多学科交叉融合, 2023 年大赛设 3 个赛道 8 个赛项, 分别为: (1) 新能源车赛道, 包括: 太阳能电动车、温差电动车 2 个赛项; (2) “智能+”赛道 (附件 2), 包括: 智能物流搬运、生活垃圾智能分类 2 个赛项; (3) 虚拟仿真赛道 (附件 3), 包括: 飞行器设计仿真、智能网联汽车设计、工程场景数字化和企业运营仿真 4 个赛项。可以说包含面特别广, 将多学科进行了融合, 对于单项竞赛来说, 同样需要非常综合的知识与技能, 以新能源车赛项的太阳能车为例, 命题如下:

要求参赛队自主创意设计并制作一台具有方向控制功能的太阳能电动车, 该电动车在根据红军长征路线设计的竞赛场地上顺序前行, 并在规定的标志点进行标记。该电动车上只有一个能把电能转化为机械能的元器件用于驱动该电动车前行; 只安装一个读卡器; 电动车顶部醒目位置只安装一个 led 灯, led 灯亮, 则表示标记成功; 安装有学校完成的语音播报模块, 电动车经过 UID 标签时播报 UID 标签存储的内容, 则表示播报标记成功。分析命题不难看出, 命题机电结合, 能量的转化, 转向控制机构的设计, 标签识别,

语音播报, 需综合应用专业知识, 对决赛场景做如下设计。

3 工创作品的决赛阶段设计制作

3.1 决赛场地及场景策划

3.1.1 策划现场决赛场地, 且尽可能与初赛有区别

决赛在选用现场初赛场地的瑞金、血战湘江、巧渡金沙江、爬雪山、会宁大会师、延安六个标志点的基础上增加了强渡乌江、强渡大渡河、懋功会师三个标志点及“翻越六盘山”情景标志点。



图 1 初赛轨迹标志点



图 2 决赛轨迹标志点

3.1.2 模拟长征情景及情景标志权重

在现场决赛中，新增的“翻越六盘山”情景标志点位于(2700,2200)处，其中新增情景标志点权重为普通标志点权重的二倍。

3.1.3 现场初赛与现场决赛的场景详细对比分析

a. 运行点变化。现场决赛在现场初赛的基础上保留了 6 个标志点，新增加 3 个标志点及一个新增情景标志点，使太阳能电动车运行轨迹发生变化，增加了太阳能电动车的挑战性与趣味性。

b. 情景点添置变化。现场决赛的“翻越六盘山”标志点，不仅增加了比赛难度，且与长征路线相呼应。

3.2 现场决赛作品的主要转向传动零件、充电和稳压电路设计及分析

3.2.1 主要转向传动零件设计，若不需要重新设计需给出其充分理由

(1) 主要传动零件设计的依据。齿轮：太阳能电动车是由太阳能电池板发电，给超级电容充电，以此带动电机和齿轮进行运动。由于所需轨迹的距离偏大，需使用较大传动比，采用了三级齿轮传动。凸轮：本车驱动轮为左轮，凸轮推动连杆来改变前轮转角，电机由太阳能转为电能带动其运动，凸轮转一圈即可走完规定的 10 个标志点。

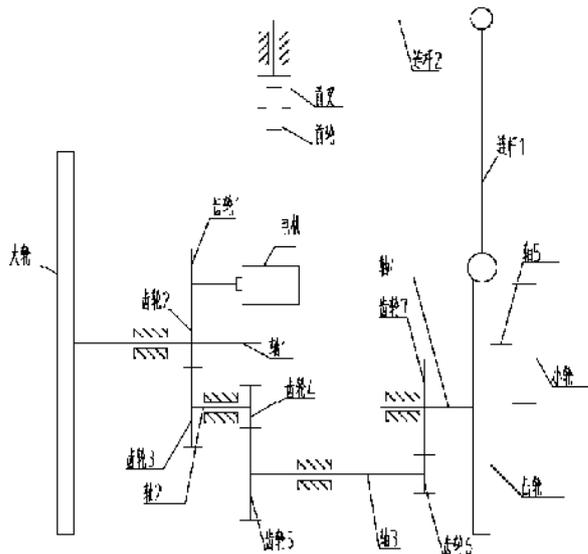


图 3 太阳能电动车结构简图

(2) 主要转向零件设计及计算。整车传动比设计计算，根据 Matlab 仿真得到凸轮轨迹以及凸轮转一圈，太阳能电动车运行一整圈的总长。根据总长算出整车传动比。太阳能电动车轨迹总长为 20342.06mm，太阳能电动车驱动轮周长 D 为 565.2mm。

整车传动比 I_1 ：

$$I_1 = \frac{S}{D} = \frac{20342.06}{565.2} = 35.99 \quad (1)$$

此车传动比 35.99 为最理想情况，所以该太阳能电动车传动比应大于等于 36。

凸轮设计计算：

① 太阳能电动车拐弯半径及轨迹曲率关系

太阳能电动车采用三轮结构设计，后轮为驱动轮，前轮控制方向。其运动轨迹由前轮的转向决定。

两后轮之间的中心位置作为参考点，以其运动轨迹作为整个太阳能电动车的轨迹。前轮右拐 α 角，太阳能电动车参考点的运动轨迹为圆弧，圆弧半径为：

$$R = \frac{L_1}{\tan \alpha} \quad (2)$$

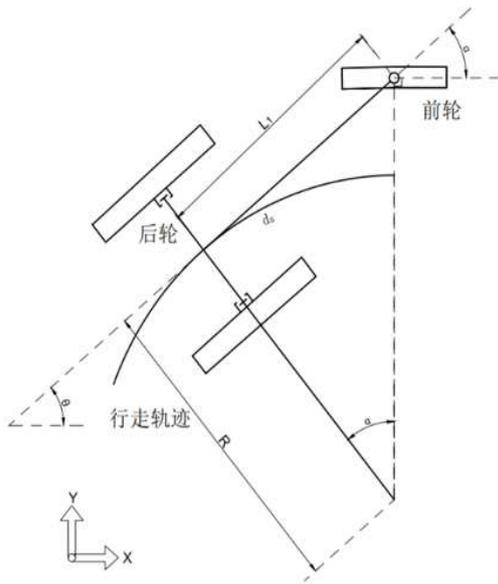


图 4 太阳能电动车拐弯及轨迹生成原理

曲率随 α 变化, 但每一位置的局部曲率关系:

$$H = \frac{1}{R} = \frac{\tan \alpha}{L_1} \quad (3)$$

②整车拐弯半径及轨迹曲率关系

以太阳能电动车两后轮之间的中心点为参考点, 其运动轨迹代表太阳能电动车运动轨迹。设轨迹曲线用参数方程形式表示:

$$\begin{cases} x = x(s) \\ y = y(s) \end{cases}, [0, L] \quad (4)$$

其中 s 为弧长参数, L 为轨迹总长度。由弧长参数的性质, 有:

$$(x'(s))^2 + (y'(s))^2 = 1 \quad (5)$$

$$\text{轨迹曲线曲率为: } K = \frac{x'y'' - x''y'}{(x'^2 + y'^2)^{3/2}} \quad (6)$$

$$\text{根据曲线曲率定义: } K(s) = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\theta(s + \Delta s) - \theta(s)}{\Delta s} \quad (7)$$

转向角与前轮摇杆 L_2 、凸轮推程 D 的关系 (如图所示):

$$\tan \alpha = \frac{D}{L_2} \quad (8)$$

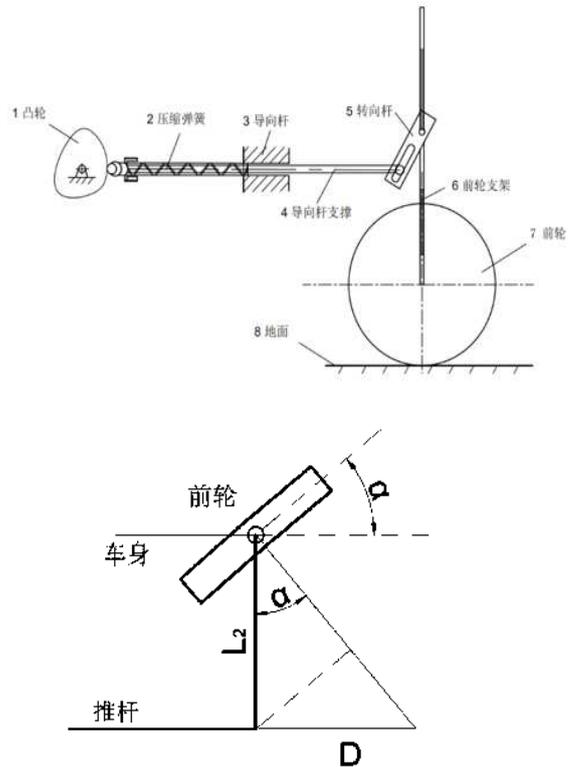


图 5 凸轮控制前轮转角图六推程、摇杆与转向角的关系

凸轮推程与轨迹的曲率关系:

$$D(t) = K(s)L_1L_2 \quad (9)$$

凸轮旋转角 $t \in [0, 2\pi]$, 而轨迹参数 $s \in [0, L]$, 可取

$$s = \frac{L}{2\pi} t, \text{ 就有: } K\left(\frac{L}{2\pi}t\right) = \frac{\rho(t) - \rho_0}{L_1L_2} \quad (10)$$

根据数学正余弦函数为基本轨迹设计思想, 再根据前轮角度与凸轮推杆长度等函数关系, 利用 Matlab 仿真得到凸轮轨迹:

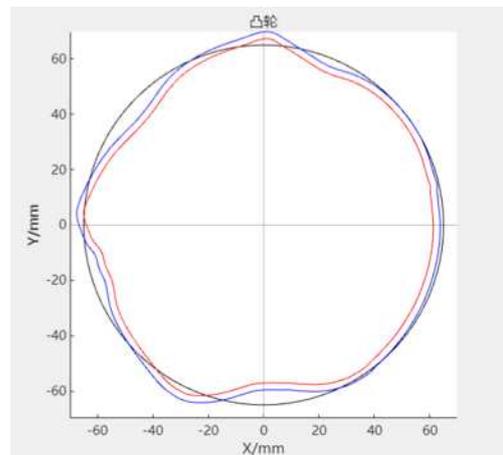


图 6 决赛凸轮仿真

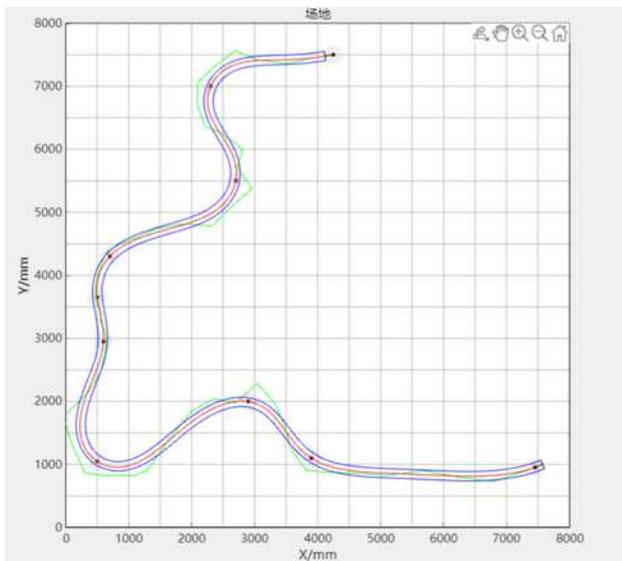


图 7 决赛小车实际运行轨迹仿真

3.2.2 设计稳压电路和充电电路

稳压电路：主要芯片选取 MT3608, 输入电压 2-24V, 最高输出电压可达 28V。其特征：（1）2-24V 的输入电压；（2）1.2MHZ 固定开关频率；（3）可调输出电压；（4）高达 93% 的效率。

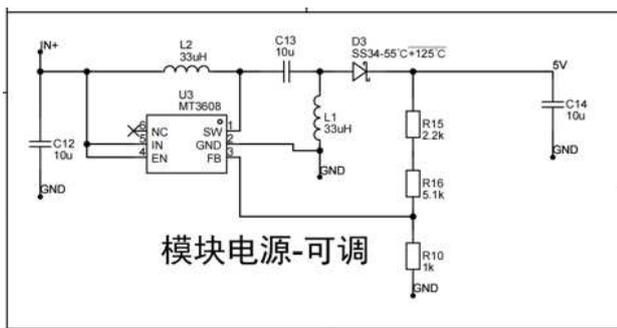


图 8 电路设计原理图

性能分析：电路中并没有大量的元器件，选取两个电感实现 back-boost 升降压电路，可稳定的实现输入改变，输出电压不变。也可以通过改变反馈电阻实现输出电压的改变。电路的稳压效果也是非常稳定的。

充电电路：决赛用超级电容均压电路，主要芯片选取 BW6101 超级电容保护芯片。BW6101 采用高精度内部电压基准，确保保护电压精度在 1% 内。特性：（1）高精度电压基准：1%；（2）电压保护泄放能力强；（3）具有 LED 报警输出功能；（4）可以实现对 2.5V 与 2.7V 的电容进行保护

在充电电路上选择采取的太阳能发电经过所设计的稳

压电路给超级电容充电，拥有超级电容均压板，减少了大量的操作风险。

充电效率分析：用直流稳压电源进行给超级电容充电，充电速度相当快。（超级电容选取 2.7v/30F）充电电路整体效率高达 97%。

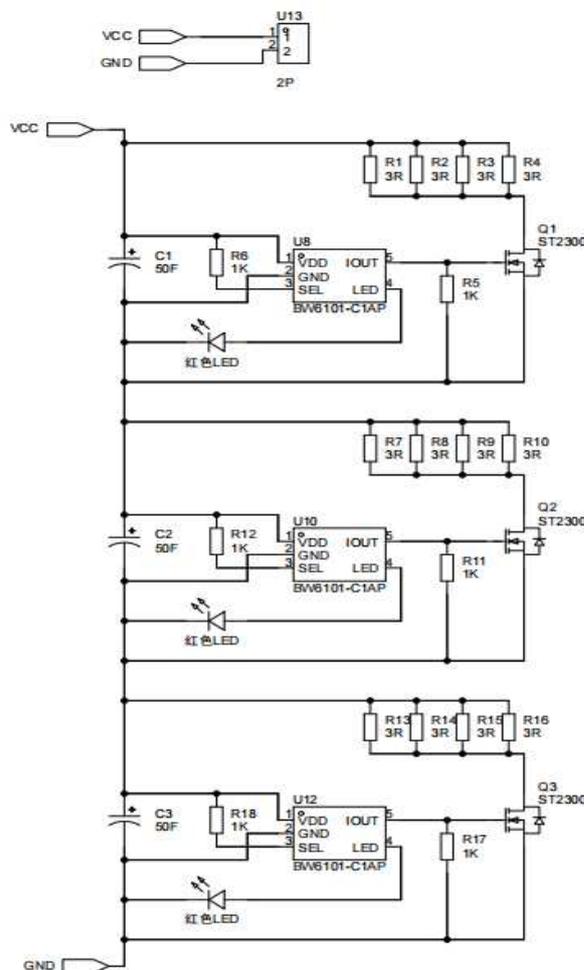


图 9 电路设计原理图

在超级电容的要求上，规定能源板上的超级电容等效容值不大于 10F，电容充满，空载所测输出电压不大于 7.5v。因此，在电容容值我们计划使用 3 个 30F 的超级电容进行串联，根据电容串联公式 $1/C=1/C1+1/C2+...+1/Cn$ 串联后的等效的容值为 10F，符合题目要求。因此在超级电容的选择上我们选取 2.7v/30F 的超级电容当作储能元件。

3.2.3 相对初赛主要转向机构的区别（如凸轮、齿轮等）

初赛与决赛齿轮数据对比，决赛时轨迹明显超过初赛轨迹总长，太阳能电动车无法在凸轮转一周时，完成所有轨迹，故传动比需发生变化。由于是三组传动，改变一组传动，

传动比变化量很大,变换一组传动比即可,减少加工所需时间。凸轮因需要进行较大的转角,防止出现重复绕圈,要进行多次计算或采用绕圈形式,加大凸轮圆滑度以防发生打滑或者侧翻等严重失误。

3.3 现场决赛的过程分析

现场决赛阶段除了提前做好预案,做好小车,还要考虑社区的加工制作环节,如和合理的的使用有限的财富值,调试时间如和能够尽量短,第一次 5 分钟,第二次 3 分钟都能做什么,发车摆放需在制定 300X300 区域进行发车,发车时太阳能电动车铅垂方向的投影不得超出该区域,不得压线,如和保证重复定位精度,现场成绩的组成及计分规则,尽可能的获得高分。现场记录后快速算分,对于各种运行状态的评判依据都需要掌握。

3.4 作品的制作与调试

以上是决赛部分需要考虑的场地、设计、运行等,学生们需要根据自己的设计,完成作品的制作,这其中包括零件的加工,需要使用数控车、数控铣进行一般零件的加工等。一些标准件的选择,如太阳能板、电池等。涉及到很多工种,很多专业知识。最后装配调试,反复训练,达到一个满意的状态。

4 对实践教学的启发

通过作品的设计制作过程,现在的工创大赛是一个非常综合的多学科交叉竞赛,对学生的要求很高,除了机械相关基础知识,对于凸轮的设计要学习一些三维软件,Matlab 等,设计要学习二维,三维建模装配。零件的加工需要能够使用数控车、加工中心、激光切割和三 D 打印等这些常用的设备。在电路方面会制作电路板,焊接元器件了解能量转化原理。电机的选择,功率的计算,电容、电池它们的选用,

将机电结合起来。

另外,对于实践教学来说,现在的教学模式做的还远远不够。不光要做到一专多精,而且还要做到不同的学科相交叉。最起码要做到一个认知和了解。对于一些类似的多学科交叉的竞赛或者是针对一些产品的设计才能起到真正的作用。在实际应用当中很难找到只用到机械的知识或只有电路的这样一个产品,通常都是机电结合的^[4]。而机电结合又需要这样的人才,它有一定的机械基础和了解一些电的知识。或者电的知识掌握的比较充分,又会一些机械的基础知识。这是在我们的实践教学当中要充分考虑的,培养的人才如何应用到社会当中,应用到实践当中。为谁培养人,培养什么样的人不能只是一句空话,要与时俱进,适应社会的发展,多为社会培养应用型人才^[5]。

参考文献:

- [1] 张贵银.改革实验实践教学培养学生创新能力[J].陕西教育(高教),2023,(08):1.
- [2] 李梦君,李涛,马飞,杨义.工程教育认证背景下机械类专业实践教学问题与对策[J].农机使用与维修,2023,(09):133-135.
- [3] 王书亭,谢远龙,尹周平,丁汉.面向新工科的智能制造创新人才培养体系构建与实践[J].高等工程教育研究,2022,(05):12-18.
- [4] 周靖,张越,由邴.新工科背景下机电类虚实结合一体化实训室建设的SWOT分析与探索[J].电子测试,2022,36(23).
- [5] 高景芳.新文科建设的几点冷思考[J].牡丹江教育学院学报,2022,(11):89-93.