

# 2024 年中国大学生机械工程创新创业大赛

## 智能制造赛

### 创意方向赛题

#### (本科组)

2024 年 6 月

## 目 录

一、背景需求.....	3
二、总体任务.....	3
三、参考资料.....	3
四、详细设计要求.....	7
五、作品提交要求.....	8
六、评审要点.....	10

## 一、背景需求

随着汽车市场的不断变化和用户需求的多样化，小批量多品种生产已成为现代汽车制造业的主要趋势之一。为了满足这一需求，生产线必须具备高度的柔性，以适应多车型的快速切换和生产。如汽车的车门生产线，通过机器人实现车门的抓取、搬运等工作，传统的车门生产柔性，通过机器人更换不同的抓手工装来实现不同车型车门的抓取，但随着车型的增加（>4 车型），此方法的弊端逐渐突显：

1. 机器人周边无足够空间摆放众多抓手；
2. 每个车型配备专用抓手，硬件成本高；
3. 切换车型时，更换抓手会损失生产时间，造成等待浪费。

综上所述，设计一种创新型的机器人抓手，实现同一抓手可抓取不同车型车门，是提高车门生产线柔性和效率的关键。

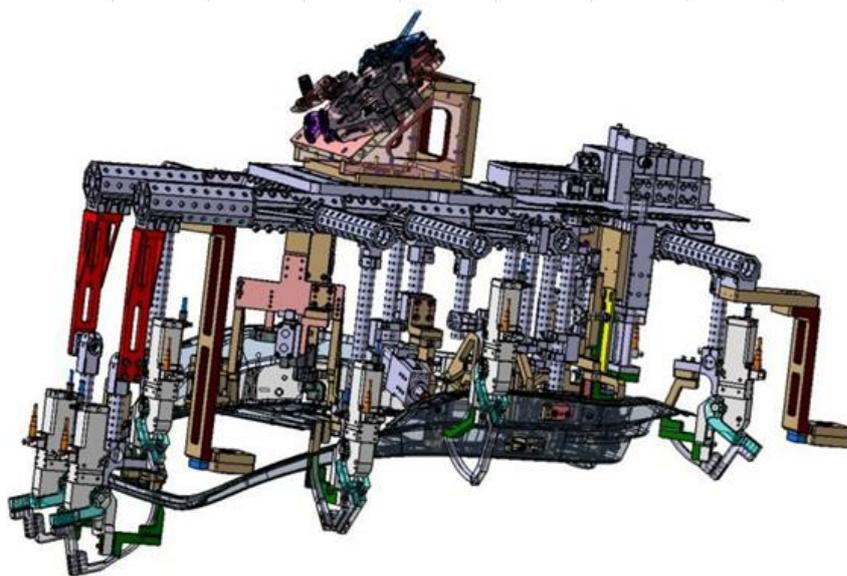
## 二、总体任务

发挥创新性思维，综合机械设计、电气控制、机器人、数字孪生等技术，设计一种高柔性抓手系统，实现一副抓手对多车型车门的抓取，并按作品提交要求提交设计成果。

## 三、参考资料

### 1. 现车门抓手工作原理

车门抓手由如下部分构成（车门抓手样例数模见附件）：



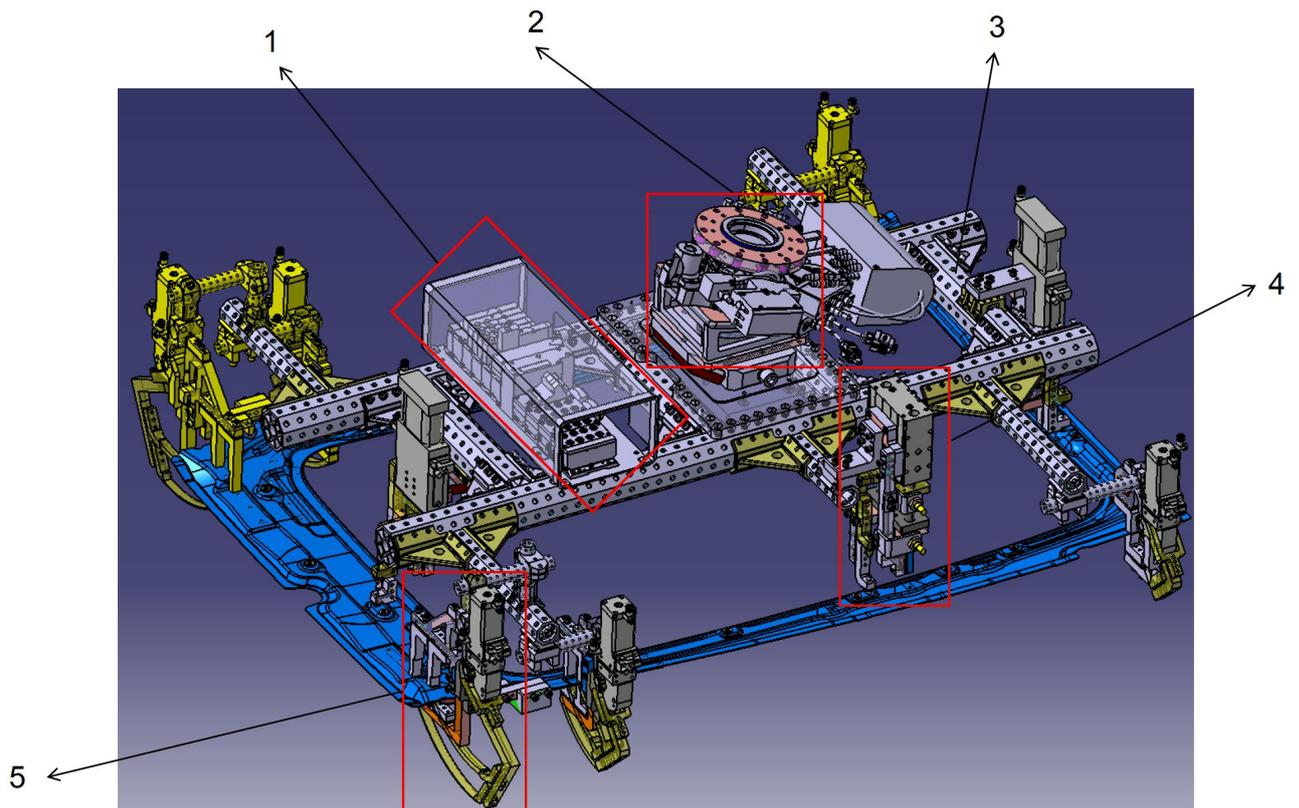


图 1-车门夹爪示意图

1-气缸控制系统，主要由阀岛组件组成，用于控制气缸的伸缩或张开闭合。

2-机器人 6 轴快换工具，主要由连接法兰和快换组成，用于快速切换夹爪。

3-夹爪框架，主要由八角管、框架连接件等组成，用于连接安装各定位、装夹模块。

4-伸缩销缸单元，主要由伸缩气缸、L 块、直角块、销座、定位销等组成，用于完成夹爪定位。

5-夹紧单元，主要由夹紧气缸、支座模块、连接块、L 块、标准适配块、限位块、仿形夹爪、直角块等组成，用于完成车门的夹紧抓取。

车门抓手的工作步骤与流程如下：

- (1) 机器人接到抓取指令与车型型号
- (2) 机器人根据车型型号安装对应抓手
- (3) 抓手的定位销插入车门定位孔完成定位
- (4) 抓手的夹爪夹住车门门框
- (5) 机器人抓起车门完成搬运

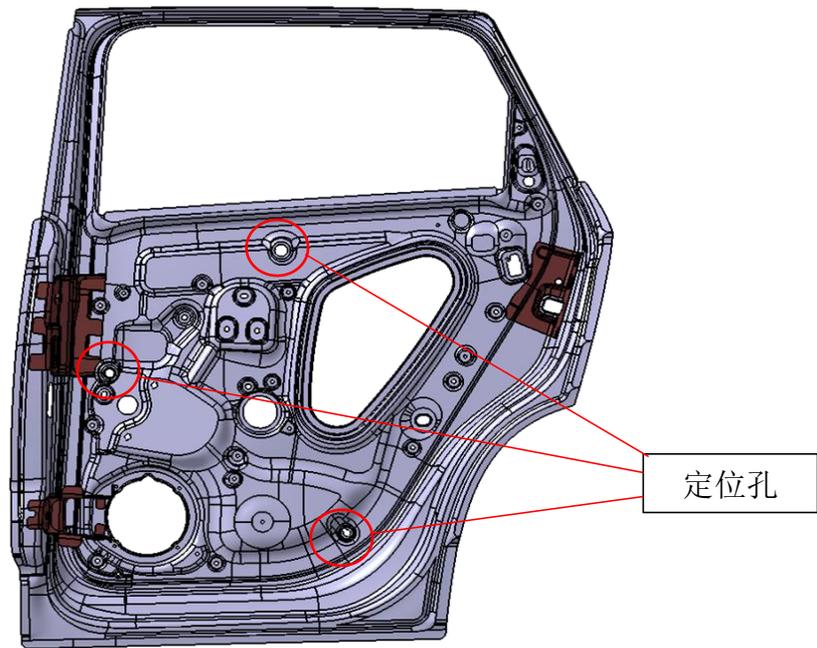


图 2-车门示意图

## 2. 车门参考模型

车型不同，车门的尺寸、形状、定位孔位置也不同。现提供三款车型的车门模型作为参考及仿真验证用途。模型文件见附件。

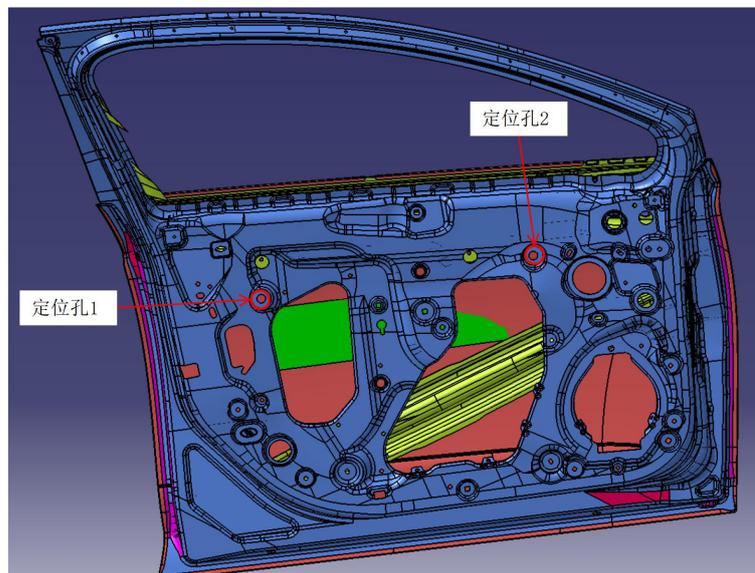


图 3-车门 A 示意图

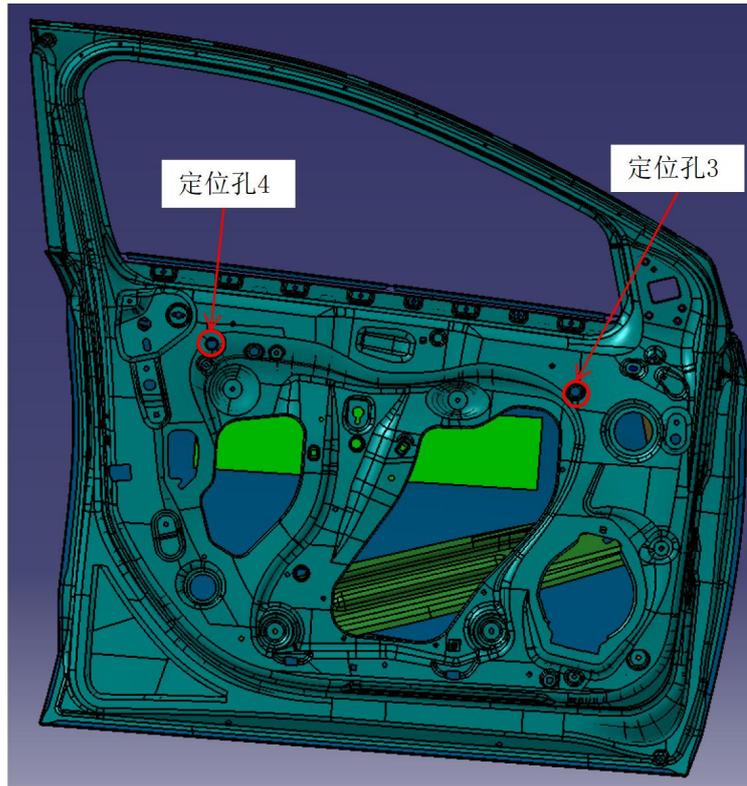


图 4-车门 B 示意图

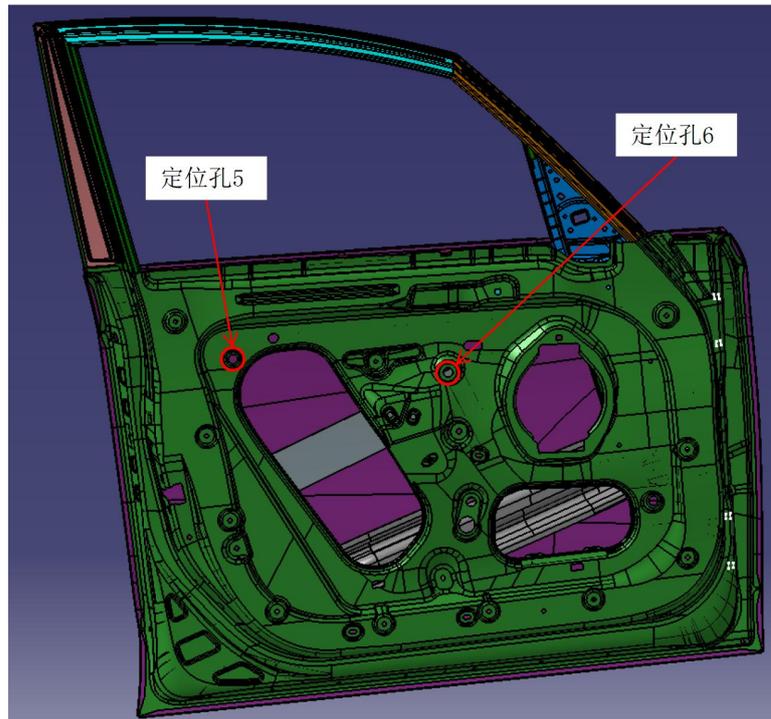


图 5-车门 C 示意图

## 四、详细设计要求

### 1. 工艺要求

须先通过定位孔进行定位，再由夹爪进行夹持（不可使用吸盘），除已标记的定位孔外，其余定位孔及夹持部位可根据需要自行设计。

### 2. 成本要求

整套车门抓手成本不高于 50 万人民币。

### 3. 负载

整套抓手自重不高于 200kg。

$10\text{kg} \leq \text{车门重量} \leq 15\text{kg}$ 。

### 4. 机器人适配

以库卡机器人，型号 KR360R2830 为适配对象，其技术参数如下，更多信息可在 KUKA 网站查询

### 技术数据

最大运动范围	2826 mm
最大负载能力	472 kg
额定负荷	360 kg
旋转机构/大臂/小臂的额定附加负载	0 kg / 0 kg / 50 kg
位姿重复精度 (ISO 9283)	± 0.08 mm
轴数	6
安装位置	地面
占地面积	1050 mm x 1050 mm
重量	约 2385 kg

### 轴数据

运动范围	
A1	±185°
A2	-130° / 20°
A3	-100° / 144°
A4	±350°
A5	±120°
A6	±350°
额定负载时的速度	
A1	100 °/s
A2	90 °/s
A3	90 °/s
A4	120 °/s
A5	110 °/s
A6	160 °/s

### 运行条件

运行时的环境温度	10 °C 至 55 °C (283 K 至 328 K)
----------	-------------------------------

### 防护等级

防护等级 (IEC 60529)	IP65
机器人手腕防护等级 (IEC 60529)	IP65

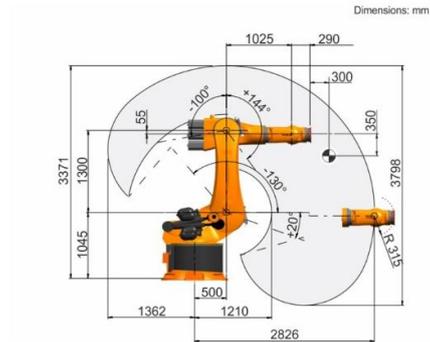
### 控制系统

控制系统	KR C4
------	-------

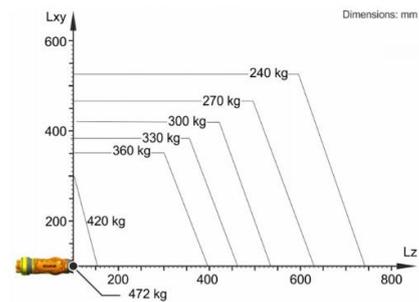
### 示教器

示教器	KUKA smartPAD
-----	---------------

### 工作空间图



### 负载能力图



KR 360 R2830 设计用于额定负载能力 360 kg, 以便最佳利用机器人的性能和动态性能。通过减小负载间距, 也可以使用高达最大负载能力的更高负载。特殊的负载情况必须用 KUKA.Load 进行检查。如果需要详细咨询, 请联系 KUKA 支持部。

### 连接法兰

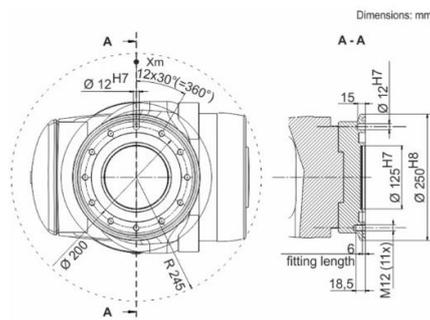


图 6: 机器人技术数据

## 5. 约束条件

- (1) 车门仅考虑轿车车型, 尺寸相较参考模型变化不大于±20cm。
- (2) 可忽略夹爪与门框的贴合度设计。

## 五、作品提交要求

- (一) 初赛阶段: 截止时间 9 月 20 日 24 点 (提交方法见后续通知)

在截止时间前提交以下文件:

### 1. 设计方案书

包括以下内容:

(1) 总体设计思路。简要概述设计思路、实现方法。

(2) 结构设计。结合结构设计 2D/3D 图，详细阐述所设计抓手的构成，及各组成部分的功能、位置、结构关系等。

(3) 系统架构与集成。系统各组成部分，如机器人、控制系统、抓手及其他涉及的子系统的功能、关系、通讯、协作方式等的介绍。

(4) 工作原理。详细阐述所设计抓手的工作原理，包括但不限于：

- 初始化：抓手在初始位置的状态和准备工作。
- 车门定位：车门如何被定位，且如何适应不同的车门。
- 夹持车门框：抓手如何启动，如何夹持车门框，以及如何适应不同的车门。
- 抓取确认：说明抓手如何确认抓取成功，如何处理异常情况。
- 释放车门框：解释抓手如何释放车门，及如何返回初始状态。

(5) 部件选型与成本分析。列出各部件，包含机械、电气控制元件等的核心技术参数要求、规格型号、重量、采购成本等。

(6) 选手认为必要的其他内容

## **2. 技术可行性分析报告**

包含以下内容。

(1) 材料要求：列出项目所需材料的具体要求，如强度、耐久性、重量等。

(2) 静力分析：进行静力分析，计算各部分在工作状态下的受力情况，确保结构的稳定性和安全性。

(3) 模拟测试：使用模拟软件对设计进行测试，验证受力分析结果和设计合理性。

(4) 选手认为必要的其他内容

(5) 结论：根据上述各项评估结果，给出项目技术可行性的综合结论。

## **3. 3D 模型**

抓手的 3D 数模，格式为 stp。

## **4. 数字孪生仿真视频**

抓取本题附件三个不同车门模型的仿真视频，展示其工作原理和性能。视频格式为 MP4。

## **5. 选手认为有助于解释其设计方案的其他文件。**

(二) 决赛阶段：11月初，现场演示与答辩

经初赛选拔进入全国总决赛的选手，须准备答辩 PPT，并在 11 月初参加现场演示与答辩。

### 1. 答辩（15 分钟）

向专家阐述设计方案、工作原理、技术可行性分析、选型与成本等，演示模型和仿真视频，并回答专家提问。

## 六、评审要点

1. 可行性。方案的技术可行性。
2. 功能与性能。对各项功能需求的满足程度，性能指标等。
3. 成熟度。方案距离达到实际应用的工程要求的差距，设计考虑的全面性等。
4. 成本。材料、制造成本。
5. 扩展性。是否易于扩展到更多车型。
6. 可靠性。是否可稳定工作，是否易于维护。
7. 创新性。技术创新和独特性。