

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。

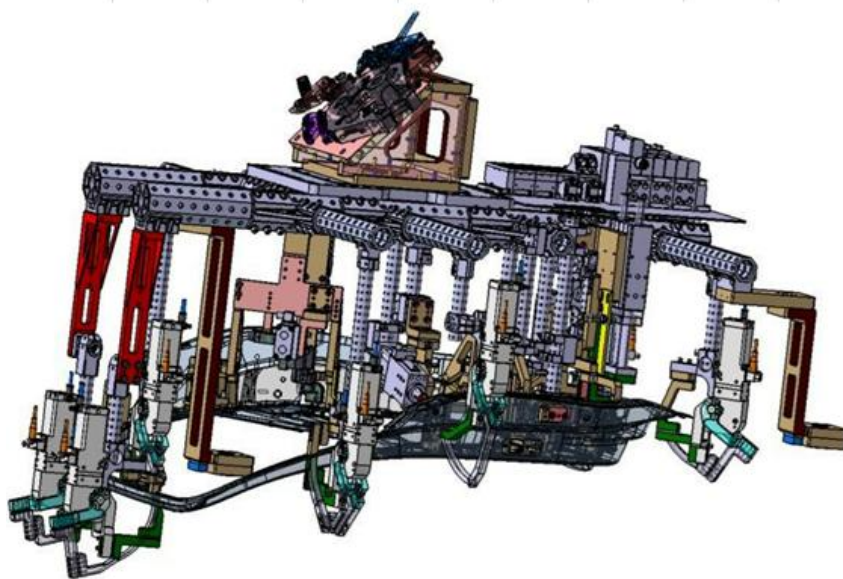
二、总体任务

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）：



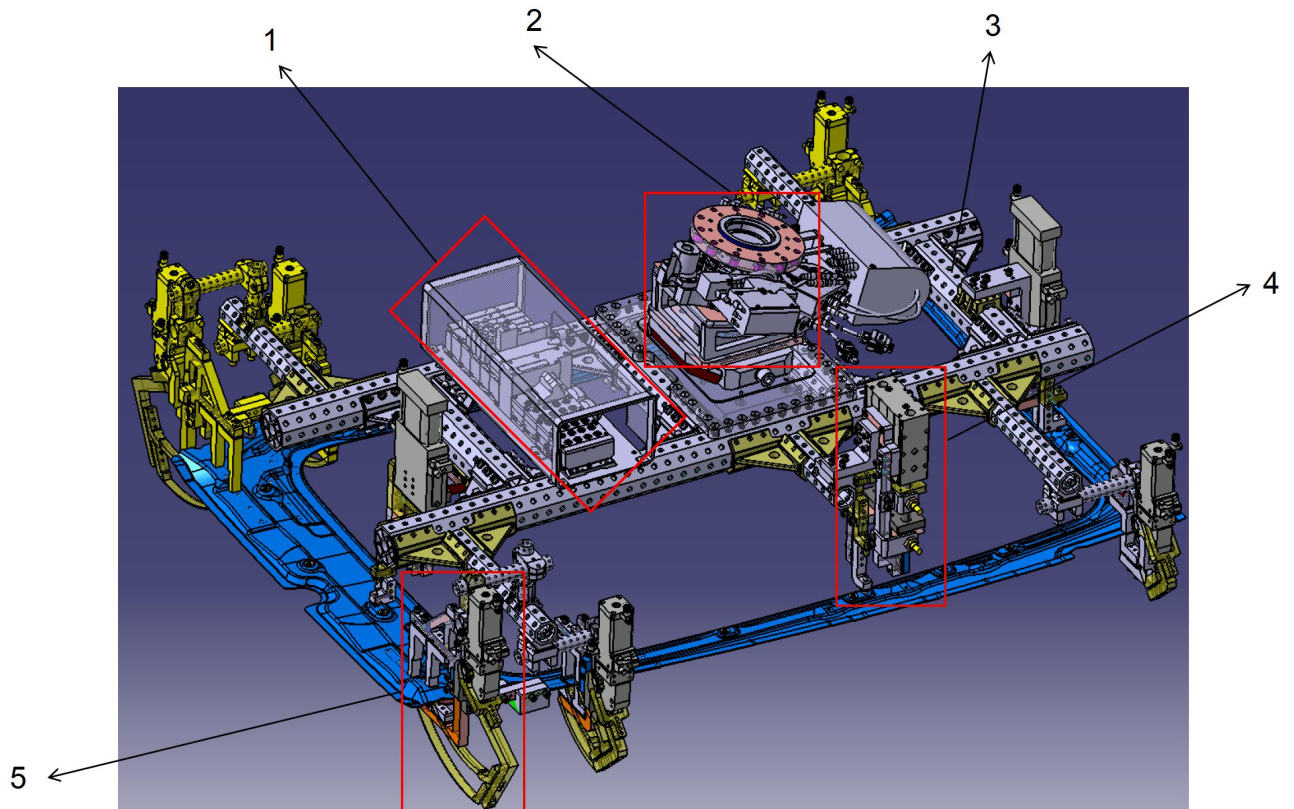


图 1-车门夹爪示意图

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

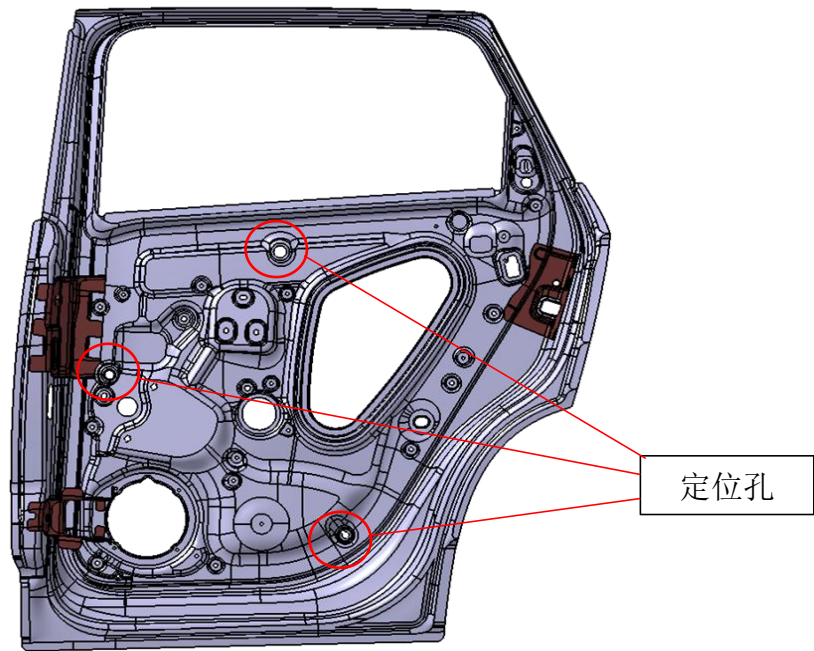


图 2-车门示意图

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。

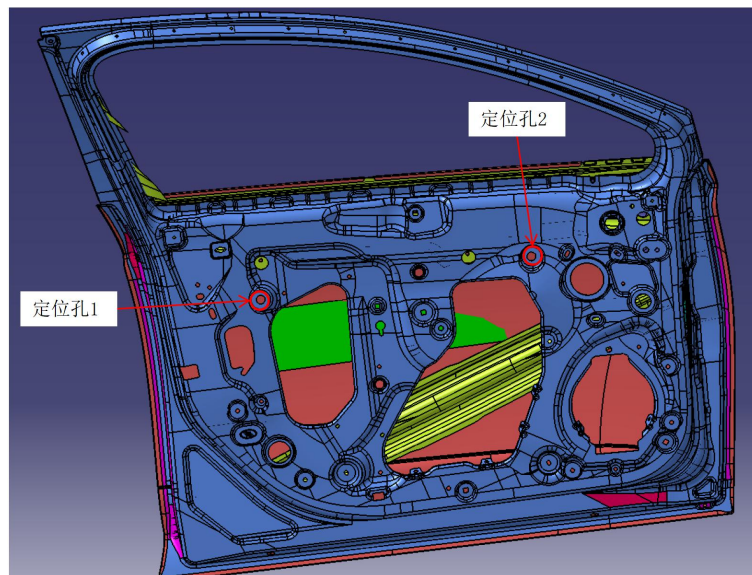


图 3-车门 A 示意图

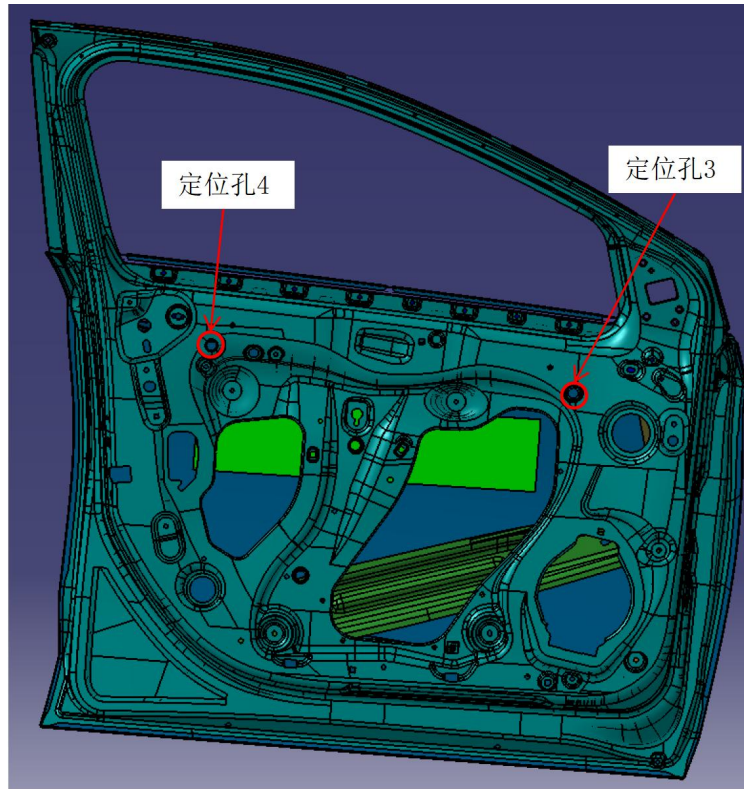


图 4-车门 B 示意图

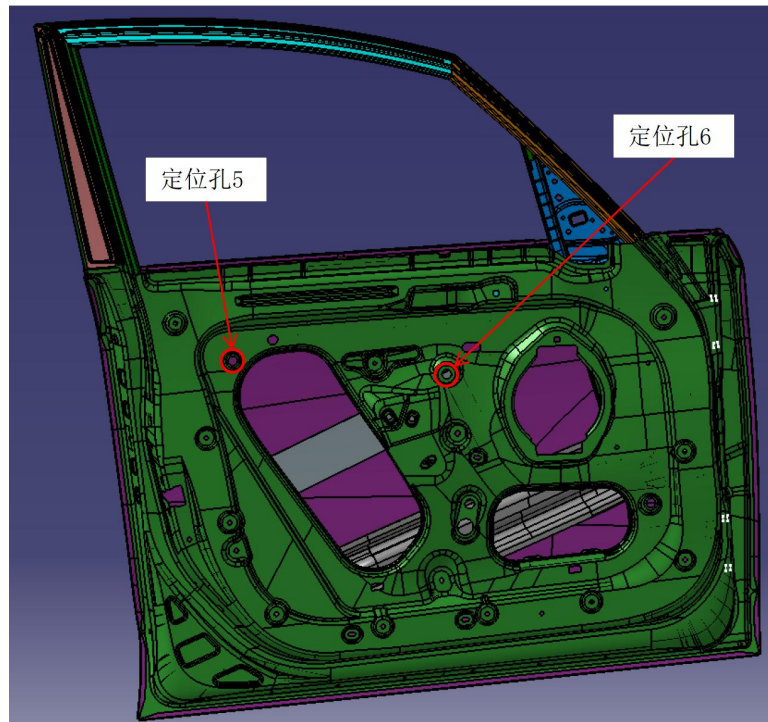


图 5-车门 C 示意图

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。

10kg≤车门重量≤15kg。

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

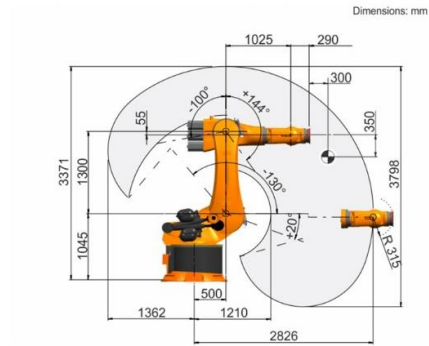
控制系统

控制系统	KR C4
------	-------

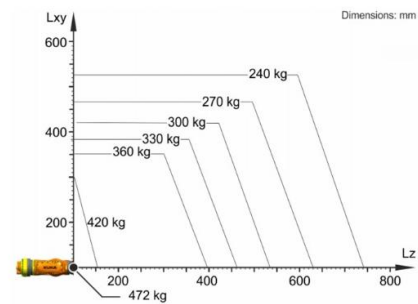
示教器

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

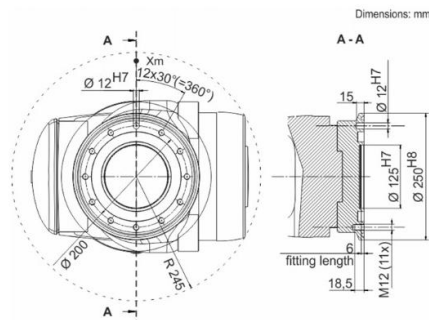


图 6: 机器人技术数据

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。