

# 哈爾濱工業大學

《传感技术》教学设计

第 5 章 视觉传感器

(5.4 视觉系统应用)

课程负责人：黄文涛



## 5.4 视觉系统应用

### 一、教学分析

#### 1. 内容分析

本节课程是第5章视觉传感器的5.4节，内容包括以下几部分。

章节导学 CMOS 图像传感器在嫦娥四号探测器上的典型应用；

5.4.1 自动装配中的零件识别；

5.4.2 微小孔测量；

5.4.3 汽车牌照识别

5.4.4 拓展：3D 零件尺寸测量

本节授课内容是对前面学习的视觉传感器相关知识的综合应用，首先通过章节导学来唤起学生对本节内容的学习兴趣，然后以视觉传感器在工程中的三种典型场景的具体应用为实例进行介绍，并在最后进行授课内容的延伸拓展，启迪思维。

#### 2. 学情分析

学生在学习本节内容之前，已经完成了视觉传感器内容的学习，通过这些基础内容的学习，掌握了 CCD、CMOS 视觉传感器的原理、性能等基础知识，并从比较分析的视角来区别两种视觉传感器的不同，从而对这两类工程中常见的视觉传感器有进一步的理解和掌握，在学习过程中可能遇到的困难是如何根据具体的工程应用场景来选择合适的视觉传感器完成视觉系统的功能分析和具体设计。

### 二、学习目标

在课程的学习目标设定上，贯彻“以学生为中心”的教学理念，并结合布鲁姆的认知目标分类法，引导学生把专业课程的学习目标从记忆、理解、应用的低阶思维层级，向分析、评价、创新的高阶思维层级逐步提升，以学习目标的具体设定为导向，坚持知识、能力、素质有机融合，培养学生解决复杂问题的综合能力和高级思维，强调专业课程学习的广度和深度，突破习惯性认知模式，培养学生深度分析、大胆质疑、勇于创新的精神和能力。

了解视觉传感器与“国之重器”的关系，激发学生的学习兴趣；

掌握根据视觉系统的功能需求进行视觉传感器的选择思路 and 原则；

分析典型视觉系统的应用实例，理解并掌握视觉系统的设计方法。

### 三、重点难点

本节重点是学会针对不同的视觉系统的功能需求来选择合适的视觉传感器实现系统功能。

本节难点是如何将视觉系统的性能指标和视觉传感器的参数指标之间建立起关联关系。

### 四、教学策略

依托智慧教室和雨课堂，构建了“两主体+三阶段+八环节”教学设计模型：即贯彻“学生主体、教师主导”的双主体理念，以雨课堂为支撑，将课前、课中、课后三阶段有机融合，借助信息化手段突破课堂物理边界，通过包括课前测试、章节导学、学习目标、课中互动、总结拓展、课后测试、过程评价、课程预告共八个教学环节的设计和实施来落地学生中心理念。如图1所示。

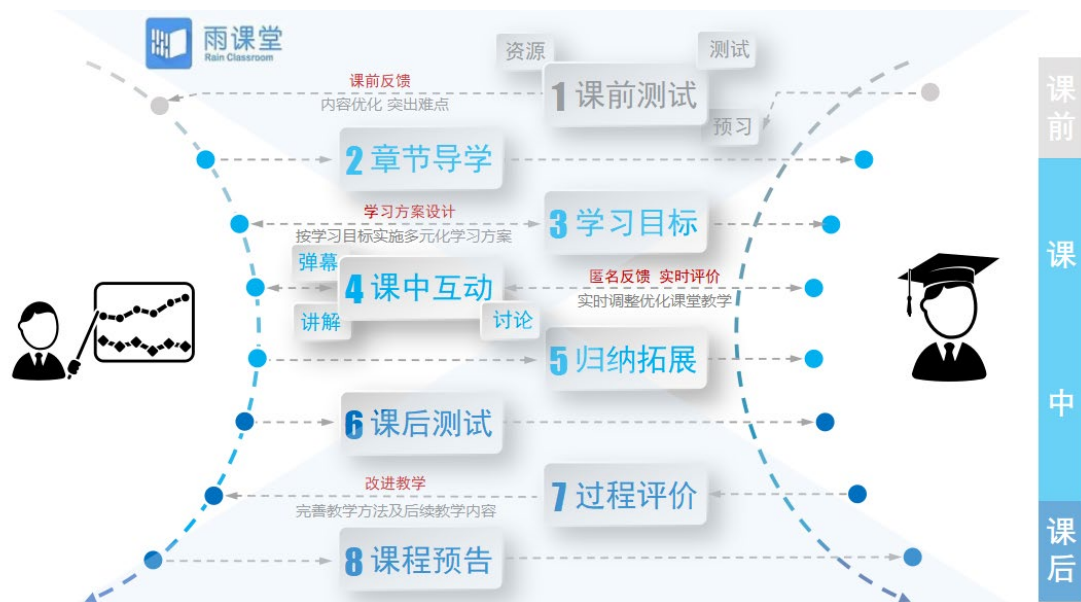


图1 课程教学设计模型

**课前测试**-课前通过雨课堂，将课程讲义、延伸阅读材料等发给学生，驱动课前预习，并通过测试结果和学生反馈掌握课前预习情况，从而有针对性地调整面授课堂内容，突出重点。

**章节导学**-通过新闻报道、数据图表、视频影像、科技短评等形式，自然巧妙导入大国工程中蕴含的思政元素和课程学习知识点，点明重点和难点。课程思政元素与章节内容知识点的对应关系如图2所示。

**学习目标**-根据布鲁姆的认知目标分类和教学阶段的递进，从学习者的角度出发，设计不同层次的学习目标，准确向学生传达教学的目标和要求，促进学生的深度学习。

**课中互动**-借助雨课堂进行课中互动，运用弹幕词云、发起讨论等参与式教学方法与学习策略，引导学生主动学习、深入思考。

**总结拓展**-通过绘制思维导图，引导学生对本节课程内容进行回顾和梳理，促进学生系统

思考和厘清知识点逻辑关系。

**课后测试**-充分利用雨课堂推送功能，设置课后测试来检查课程学习目标达成情况，巩固教学重点与难点。围绕学术热点和时事新闻等，发布拓展阅读资料，以引导学生课外自主学习和探索。

**过程评价**-课上通过雨课堂匿名反馈，引导学生对教学过程实时评价，课下通过雨课堂推送的课后小结，精准分析评价课堂教与学成效。

**课程预告**-以视频、课程讲义、拓展阅读文献等形式发布后续课程预告，学生可以有效预习，并准备翻转课堂、讨论、辩论等情景体验活动，形成教学设计逻辑闭环。

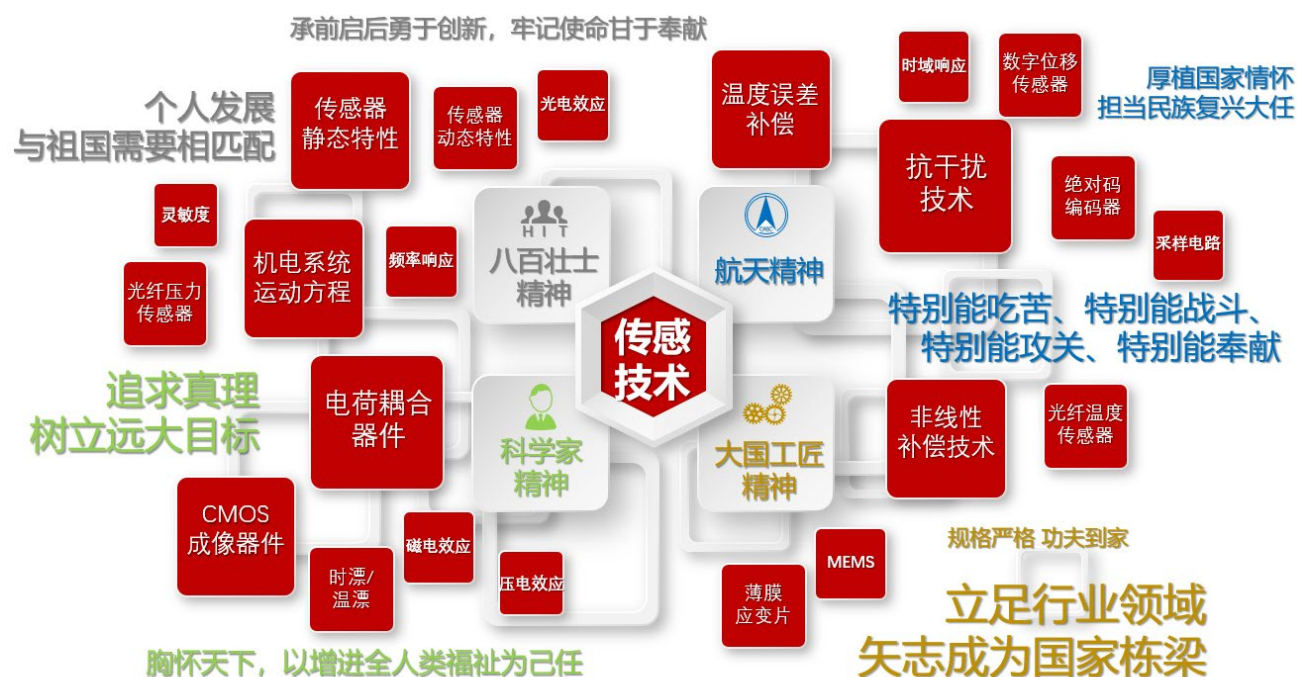


图2 课程知识点与思政元素的对应关系图

## 五、教学实施（50 分钟）

### 1. 课前准备：

针对本节课程的重点内容，结合在前序课程中讲到的视觉传感器特性，设计了课前测试题目，课前测试主要目的：

- ✓ 进一步巩固视觉传感器的核心基础内容；
- ✓ 利用线下时间引导学生完成课上重要知识点的回顾和深化；
- ✓ 思考如何在实际的视觉系统设计中来综合考虑视觉传感器的各项性能指标参数？

通过对答题结果的分析，可以及时掌握学生对相关知识的掌握情况，并可以根据成绩的统计分析，对即将开始的授课内容进行有针对性的调整。



## 2. 章节导学:

章节导学开篇以习近平总书记写给哈工大建校 100 周年的贺信作为引入,总书记在写给哈工大建校 100 周年的贺信中,用“国之重器、杰出人才”对哈工大 100 年的办学成绩给予了高度肯定,在以贺信精神为引领的课程教学中,我们发现,汇集了众多国之重器的有一个国家层面的战略规划,这时开启雨课堂的弹幕功能,启发同学们想想是什么?根据同学们自由回答的结果,雨课堂自动生成弹幕词云。

随后,以嫦娥四号探测器中的视觉传感器为例来开启本节的授课内容。

2019 年 1 月 3 日 10 时 26 分,嫦娥四号探测器自主着陆在月球背面南极—艾特肯盆地内的冯·卡门撞击坑内,实现人类探测器首次月背软着陆。

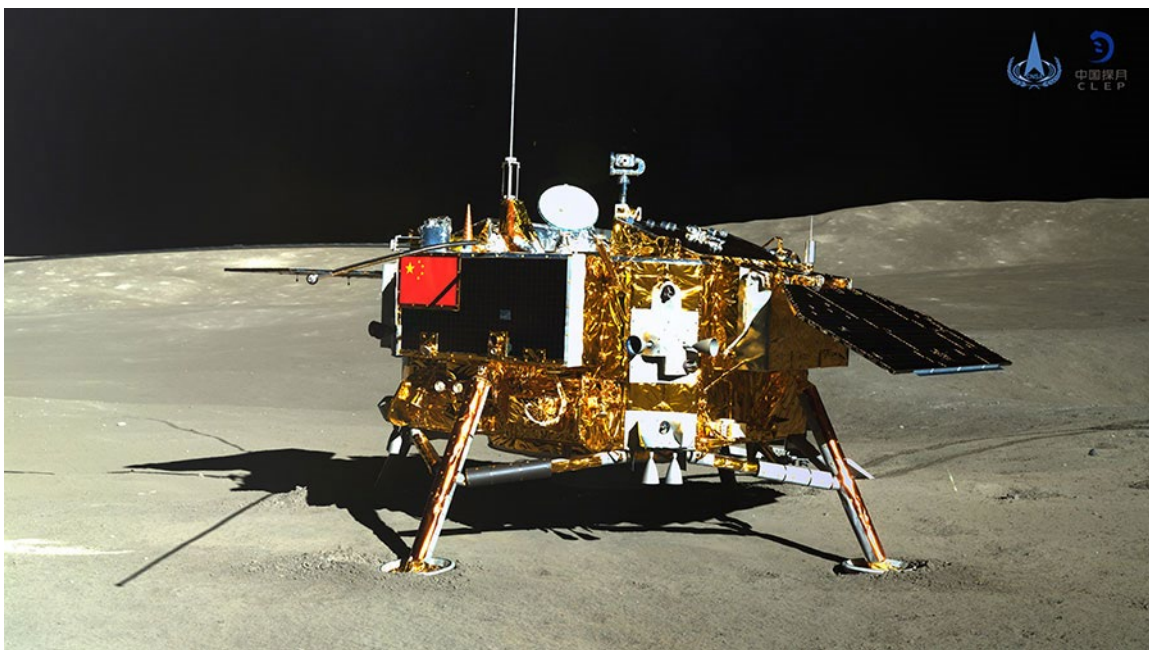


图 3 嫦娥四号探测器

随嫦娥四号登月的,还有 4 台神秘的小相机,包括 3 台监视相机和 1 台降落相机,这 4 台 CMOS (图像传感器) 相机如同一个媒体团,在嫦娥四号到达月面之前,便做好了全方位的分工和准备,为全球开启一场“月背”探索现场的视觉盛宴。

降落相机——“直播”降落全程。嫦娥四号着陆器将要降落在月球背面的艾特肯盆地。降落相机安置于着陆器的底部舱内,在着陆器降落过程中,相机以较高的帧频进行拍照,直观地反映月球表面地貌特征和区域地质情况。

监视相机——“监视”两器分离。嫦娥四号监视相机共有 3 台,主要任务是对巡视器与着陆器的释放分离过程进行全程监视,实现两器解锁、巡视器驶离连接支架等关键过程的监测。同时,他们也可以为释放分离过程中每一个指令的执行情况提供直观的视觉信息,并对下一个

指令的执行风险提供评估依据。巡视器释放完毕后,装在着陆器侧面的监视相机可定时拍摄不同太阳高度角下的月面图像。

这些只有巴掌大小的相机看起来与我们平常使用的数码相机无二,最重的不过700克,却集成了光、机、电、热等多项先进技术和自动曝光、实时图像压缩等智能化功能,在太空恶劣的辐射、温度环境下,能承受发射时的强烈冲击和振动,具备动态下清晰拍摄的能力,更具长寿命、高可靠性能,是真正轻小便携的“航天智造”。

为了让4台相机发挥各自功能,在嫦娥三号CMOS相机研制基础上,科研人员针对月球背面的着陆进行了复核复算。相机软件在原来的基础上也有适应性的修改。因为嫦娥四号着陆在月球背面,导致探测器直接与地面测站通信需要通过月球中继卫星“转手”,探测器数据传输的码速率大幅度降低。针对这一情况,降落相机FPGA软件增加了一种高压压缩比图像数据,完美解决了动力下降过程中实时图像观察与科学数据采集这两大任务需求,即探测器动力下降过程中,相机地面软件实时接收降落相机拍摄的高压缩比图像,探测器落月后再回放降落相机拍摄的科学数据。

此次“月背拍摄”任务的艰巨性在于月背着陆过程的成像具有开创性。降落相机采集探测器的落月区域图像,尤其是对月球背面成像,对探测器落月区域的科学研究具有重大意义。监视相机对着陆器和巡视器两器分离提供重要视觉支持,并完成对巡视器活动区域的监视,其图像还可用于分析着陆区月表的地形地貌和区域地质情况,从而辅助其他载荷进行科学探测。

在为祖国科技事业再攀高峰的成绩而兴奋激动的同时,从古代神话传说中的“嫦娥”引入,联系探测器的命名,引导同学们体会“嫦娥”“玉兔”等世代中国人对浩瀚宇宙的幻想,在当代通过广大科技工作者的不懈努力得以实现。并从具体应用的角度,启发同学们思考:对嫦娥四号探测器上的视觉传感器为了可靠工作,在性能上需要通过哪些具体的参数设计来适应月球的苛刻环境?

### 3. 课中互动:

#### (1) 视觉传感器基本类型的区辨

课中互动设置的第一个是针对嫦娥四号探测器中的视觉传感器是采用CCD还是CMOS进行的,通过结合嫦娥四号探测器的科考任务,结合月球的环境条件,引导同学们从实际视觉系统的功能需求角度来考虑传感器的参数类型选择。如图4所示。

**主观题** 10分

设置

根据月球的环境条件，以及嫦娥四号探测器的科学研究任务，请分析一下，搭载的视觉传感器选用CCD还是CMOS？

正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

作答

图4 课堂互动题目1

## (2) 自动装配中的零件识别需要解决哪些问题？

从传统的人工装配切入，引导学生们利用雨课堂的弹幕功能对此问题进行回到，然后利用弹幕词云功能，分析同学们的回答集中度，并加以补充完善，加深对视觉系统功能任务的理解。

# 5.4 视觉系统应用

## 5.4.1 自动装配中的零件识别

需要解决那些问题？

### ① 区分零件(目标)与背景环境



### ② 识别零件的尺寸与位置

### ③ 识别零件的方向

### ④ 识别零件的形状

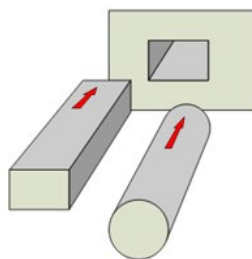


图5 课堂互动题目2

#### 4. 总结拓展:

总结三种典型工程实例中视觉传感器具体应用的情况,以3D零件尺寸测量进行知识应用的拓展,启发同学们灵活运用知识解决实际问题。

在本节授课内容进行总结阶段,采用绘制思维导图的方式来对课程内容进行总结,引导学生对本节课程内容进行回顾和梳理,促进学生系统思考,并厘清知识点逻辑关系,点明本节课程的重点和难点。

#### 5. 课后测试:

课后测试设计了1道题目,布置学生自行完成一个工程实际的测试实例,巩固本节课程知识。如图6所示。

### 课后测试:

有图1所示轴环参数视觉检测系统,2个视觉传感器对称安装于轴环上部的两侧;轴环上有图2所示A, AB, B, BC, C, CD, D, DA标记的8个检测工位,每个检测工位轴环圆弧对应的圆心角为 $10^\circ$ ;检测系统旋转轴环,使得8个检测工位依次通过视觉传感器的视场,获得类似图3的视觉图像。要求该检测系统能够识别各工位标记、检测各工位轴环厚度、评估轴环内孔与外圆同轴度。

- (1) 请确定视觉传感器的类型和像素数;
- (2) 请说明如何识别各工位标记;
- (3) 请给出评估轴环内孔与外圆同轴度的方法。

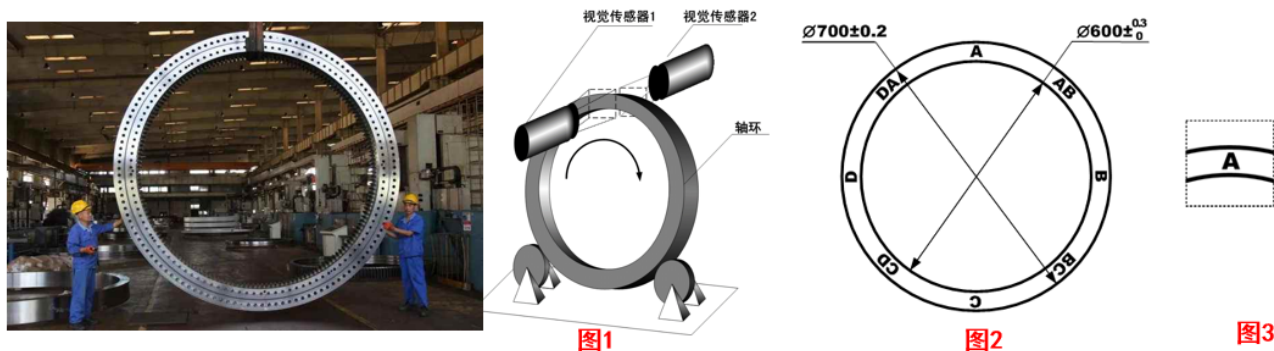


图6 课后测试题目

#### 6. 过程评价:

课程结束后,通过雨课堂反馈的课程小结,精准分析评价课堂教与学成效,为持续的课程设计改进提供着力点,雨课堂的课后小结中包含学生的出勤数据、课堂互动得分情况、学生对课件的反馈信息等。这些信息为教师及时掌握本节课程的学习情况提供了参考依据,也为及时调整课程的讲授重点提供了方向。

## 六、教学评价(含教学反思)

### 1. 评价教学设计的实施结果



本节课程的设计主要包括两方面的教学任务：首先是通过嫦娥四号探测器引入视觉传感器在国之重器中的典型应用，引导学生在为我国制造业创新驱动发展战略贡献力量的同时，实现人生价值取向，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。

其次，通过零件识别、微小孔测量和车牌识别三个典型视觉系统的应用实例分析，使学生进一步加深对视觉传感器在工程中的应用，逐步掌握根据视觉系统的功能需求来进行元件选型的分析思路，在课堂教学中设计了互动环节强化学生的理解和认知，从课中互动题目的回答情况来看，本次授课达到预期目标，完成了教学任务。

## 2. 教学设计的持续改进

在授课中，关于嫦娥四号探测器的视觉系统是直接讲述的，这种讲授方式学生思考不足，属于被动接受知识信息，后续的课程教学中计划改进，将学生被动接受变为主动思考，从嫦娥四号探测器的科考任务出发，引导学生要想完成这些探月任务，需要配置怎么的视觉系统？

在三个典型视觉系统的应用分析中，当前的教学是利用图片和文字来描述系统的功能需求，信息量不够丰富和直接，后续计划采取工程现场的实际视频来让学生逐步体会，从中提炼出视觉系统的功能需求，有助于学生在功能需求和元件特性参数之间建立起逻辑关联。

## 3. 教学反思

本节课程的思政教育，素材选择的是嫦娥四号探测器中的视觉传感器系统，在教学设计中课程思政一级维度为航天精神，课程思政二级指标点为厚植家国情怀、担当民族复兴大任。探月工程是中国人几千年的梦想，能够在今朝得以实现，依赖于中国共产党的坚强领导和广大科技工作者爱国奉献的科研精神，通过航天精神这个维度，联系总书记写给哈工大的贺信，唤起同学们科技报国的情怀和使命。关于对本节课程思政教学的改进，后续要注重对航天精神与学校参与的“国之重器”进行挖掘和联系，让思政元素以润物无声的效果入脑入心。

另外在课堂互动题目的设计上，可以采取分组对抗的方式来进行，以调动同学们参与的积极性，促进思维的发散和积极的思考。