

湖南省线上线下混合式一流课程

教学设计样例

课程名称： 传感与检测

课程负责人： 杨 钰

申报学校： 湖南科技学院

课程类型： 专业课

授课对象： 大三学生

所属专业类： 电子信息类

专业类代码： 0807

3 电子秤

授课时间： 1 学时

授课对象： 电信、电科专业大三学生

教 材： 胡向东等编著.传感器与检测技术（第 2 版）.机械工业出版社,2013.9

内容来源： 第 3 章

一、内容分析

本节课的内容选自《传感器与检测技术》第 3 章的内容，主要介绍电阻式传感器中的金属应变式传感器。本节课采用生活中的应用实例——“**电子秤**”进行研讨，在完成项目的同时，将理论知识与工程实践结合起来，在轻松的课堂氛围里“知其然并且知其所以然”，调动学生的学习积极性。

电阻应变式传感器是目前测量力、力矩、压力、重量等物理量时应用最广泛的一种传感器，如电子秤、汽车衡、扭矩扳手等常见的测量仪器都是电阻应变式传感器的典型应用，而**电阻应变片**则是电阻应变式传感器中最常用的转换元件。通过这节课的学习，使学生掌握电阻应变式传感器常用的敏感元件和测量电路，并能运用所学知识解释生活中常见测量仪器的工作原理。

教学内容分为两部分：一是线上内容，将“应变效应”、“弹性敏感元件”、“电阻应变片的种类”、“电桥平衡条件”等基本概念制作成微课视频，注重知识性和趣味性，研讨课之前，学生进行自主学习二是课堂内容，对“敏感元件的选择”、“电阻应变片温度误差及其补偿”、“测量电路的非线性误差及其电压灵敏度”等工程中的重难点内容进行研讨。

二、思政育人

- 1、培养学生的工程思想，元件和设备的选择都应该**从实际出发**，注意应用的场合。
- 2、面对无法两全的情况时，要学会**“抓住主要矛盾”**。工程应用中，可行方案往往不止一个，性能最好的不一定满足造价的要求，造价低的有可能性能不理想，要在性能和

成本之间找到平衡。学生也应该在学习和娱乐之间寻找平衡。

3、工程项目是**多学科融合**的系统工程，理论学习时，要注意相关课程知识的融会贯通。

三、学情分析

课堂教学是师生及生生间合作、互动、交流，共享知识和共同探索的过程，好的教学需建立在教师对学生充分了解的基础上。本课程的学习对象是大三学生，学生思想活跃，知识摄取带有的“目的性”，通过先修课程的学习，学生大致分化为3类，课程设计时需兼顾不同基础学生的需求。

本课通过“**电子秤**”引入课程内容，不管是哪一类学生，都会对它产生熟悉感，引发好奇心，激发学生的学习热情，通过弱化对电路结构的分析，只分析电路的输出电压与电阻的变化关系，打消基础略差同学的学习顾虑，树立信心。采用**启发式**和**研讨式**为主的教学方法，打破以教师讲授为主的课堂教学形式，提高学生课堂参与的积极性，引导学生通过研讨，完成项目，归纳总结出电阻应变式传感器的工作原理。

四、教学目标

知识目标	(1) 理解应变、应变效应等基本概念； (2) 掌握电阻应变式传感器的工作原理； (3) 掌握直流电桥的平衡条件与电压灵敏度特性； (4) 了解电阻应变式传感器的几种典型应用。
能力目标	(1) 能够建立电阻应变式传感器测力的数学方程； (2) 会分析电阻应变片的温度误差及其补偿方法； (3) 会分析直流电桥的非线性误差及其补偿方法； (4) 能应用电阻应变式传感器。
情感目标	(1) 培养工程意识，从工程实际出发考虑问题，学习抓大放小； (2) 构建知识体系，小小的电子秤也需要多门课程的知识才能完成，更不用说复杂的系统了，在学习过程中要注意知识的梳理，体系的构建； (3) 培养创新意识。复杂的“星箭分离”中也包含电阻应变式传感器的应用，尖端科技也离不开理论基础，要打牢基础，才谈得上开拓思想，勇于创新。

五、教学重点及难点

重 点	(1) 电阻应变片的温度误差及其补偿方法; (2) 电桥平衡的实现方法。
难 点	(1) 直流电桥的非线性误差及其补偿方法。 (2) 电阻应变片的粘贴和组桥方式。
重难点 处 理	(1) 课前,通过“学习通”,上传“应变效应”、“弹性敏感元件”、“电阻应变片的种类”、“电桥平衡条件”等微课视频,布置课前测验,为课堂研讨活动做准备; (2) 课上,将重难点内容分解成若干问题,以分组讨论、组间交流、教师引导等多种方式,引导学生对误差的表示、误差的处理等内容进行学习; (3) 课后,在“学习通”上设置讨论专题,布置专题作业,帮助学生进一步理解和掌握教学内容。

六、教学思路

本节课遵循“发现问题——研究问题——解决问题——问题总结”的认知规律,在研究了“学生想学什么”的基础上,以项目式、研讨式教学方法开展教学设计。教学过程中,应充分发挥学生的主体作用,教师运用现代教学技术手段,启发引导,层层递进,为学生答疑解惑,并在教学过程中融入思政元素,实现“价值塑造、能力培养和知识传授”三位一体的教学目标。

本节课时长 45 分钟,课程内容分为 8 部分完成。

★ **课程引入** 以生活中常见的“电子秤”引入新课,引发学习兴趣。

★ **布置任务** 构建一个称重传感器。

★ **任务分析** 任务分解,梳理框架,确定设计流程,明确每个步骤的任务。

★ **课堂研讨** 针对敏感元件的选择,测量电路的选择、电阻应变片的粘贴和差动电桥的连接方式等问题分别设置研讨问题,引导学生展开讨论、进行计算、得出结论,对项目的工程实现进行介绍,并穿插加入思政元素。

★ **实物展示** 根据分析过程,展示开放实验室制作的电子秤实物。

★ **知识拓展** 通过实事——“北斗三号”全球卫星导航系统最后一颗卫星发射成功,引出可以采用电阻应变片来检测“星箭分离”前解锁装置的预应力,给出课外阅读文献,并依据教学内容,添加思政元素

★ **课堂小结** 对课堂知识进行总结，升华主题。

- 1) 感知非电量的一般步骤
- 2) 应变式电阻传感器适合测量哪些物理量？

★ **课后思考及作业** 在对课堂内容小结的基础上，布置课后作业：

- 1) 应变式电阻传感器是否适合测量动态力？
- 2) 参照课堂教学思路构建一个数字血压计。

七、教学方法与手段

1、研讨式教学

结合电阻应变式传感器的一个应用场景——“电子秤”提出设计任务，并将设计过程中需要考虑的重难点细分成问题，学生通过分组研讨、组间交流，一个个问题解决，最后得出结论。教师穿插配合实物进行演示。

2、项目驱动式教学

以完成一个简易电子秤的设计为目标开展教学，将设计过程细分为若干步骤，每个步骤又层层递进，设置若干问题，逐问题解决，直至项目完成。

3、线上、线下混合式教学

利用“学习通”构建师生、生生、课上、课下的学习环境：

(1) 课前，布置线上学习任务，通过课前测验和线上讨论检验学习效果，为课堂教学设计提供指导数据；

(2) 课上，利用智慧课堂进行课堂测验和主题讨论，更好地把控课堂进度，监控学生实时学习状态，提高学生参与度；

(3) 课后，发放课后习题，知识拓展资料，发起课后讨论，加强师生间、生生间的交流。

八、学习评价

1、测试形式与工具

(1) 课前测验；

- (2) 随堂讨论；
- (3) 课后作业及思考。

2、测试内容

- (1) 课前测验：不同的弹性敏感元件中，力与应变的关系，由学生自主完成，教师给出参考答案；
- (2) 课上讨论：学生通过“学习通”参与讨论并即时点评。
- (3) 课后作业讨论：(a)应变式电阻传感器能不能测量动态力？
(b) 利用应变式电阻传感器构建一个数字血压计。

九、教学过程

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图 (思政环节)	时间 (mins)
新课引入	由电子秤的应用场景引入。	观看课件和实物展示，了解电子秤的基本结构	引发兴趣，寻求答案。 (1) 激发学生的求知欲； (2)将基本原理与工程应用做好过渡衔接。	3
布置任务	构建一个称重传感器	了解本讲的学习任务。	(1) 提出设计任务； (2) 明确设计步骤。	1
任务分析	将重量转化为电压，可以分2步来实现： (1) 重量变化 ΔG 转换为电阻变化 ΔR ； (2)电阻变化 ΔR 转换为电压 U 。	老师给出设计步骤，进行任务分解，帮助学生理顺思路。	设置教学主线。	1
课堂研讨	问题引导，整体把握，层层推进，总结点评。 知识点 1：弹性敏感元件的应变特性。 问题 1：圆柱式、悬臂梁式，哪种弹性敏感元件最适合任务中的	查找资料、积极思考、分组讨论、组间交流、回答问题。	梳理知识脉络，适应研讨式教学。 (1) 掌握基本概念； (2) 学会从工程项目的角度出发，考虑工程实现等问题。	33

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图 (思政环节)	时间 (mins)
课堂 研讨	电子秤? 巧用智慧课堂, 把控课堂节奏。	查找资料、积极思考、分组讨论、组间交流、回答问题。	梳理知识脉络, 适应研讨式教学。 (1) 掌握基本概念; (2) 学会从工程项目的角度出发, 考虑工程实现等问题 (3) 遇到特性指标和工程造价需要平衡时, 要学会抓住主要矛盾	33
	知识点 2: 电阻应变片的种类、灵敏度、温度误差特性 问题 2: 哪种电阻应变片更适合?			
	知识点 3: 惠斯登电桥的三种形式——单臂电桥、差动半桥、差动全桥的输出电压灵敏度、非线性误差、温度补偿等特性。 问题 3: 哪种惠斯登电桥最适合?			
	知识点 4: 电阻应变片与弹性敏感元件的粘贴方法和原则。			
	知识点 5: 电阻应变片连接成差动全桥的注意事项。			
实物展示	利用开放实验室提供的实践套件, 制作了实物, 进行实物演示和解说。	观看实物, 将各部分结构与课堂知识点相对应	借助实物, 给学生建立直观印象, 了解课后制作流程	2
知识拓展	“星箭分离”前, 可以用 应变式电阻传感器 对解锁装置的预紧力进行测试, 为星箭分离提供参考数据。	了解时事和应变式电阻传感器在尖端科技中的应用。	立足课堂, 超越课堂。 【思政】小设计, 大应用。尖端科技也离不开理论的指导。扎实基础, 才谈得上开拓思路、勇于创新。	2
课堂小结	回顾设计过程, 总结本课的主要内容, 升华主题。 思考: 非电量转化为电量的一般步骤。	在老师引导下, 回顾课堂内容, 形成系统知识	梳理知识、升华主题 帮助学生梳理知识点, 升华主题。	2

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图 (思政环节)	时间 (mins)
课堂 小结	(2) 应变式电阻传感还能测量哪些物理量?	在老师引导下,回顾课堂内容,形成系统知识	梳理知识、升华主题 帮助学生梳理知识点,升华主题。	2
课后 作业和 思考	布置课后作业,引导课后学习方向。 (1) 应变式电阻传感器是否适合测量动态力? (2) 利用应变式电阻传感器构建一个数字血压计。	在对课堂知识进行回顾和总结的基础上,完成作业。学习查找资料和文献,并能进行总结。理论联系实际,学以致用	(1) 对课堂内容进行及时巩固和复习。 (2) 利用线上资源,学会查找资料、文献,并能对知识进行总结。	1

十、学习环境和学习资源

1、学习环境

因在教学过程中采用了线上线下“混合式”教学模式,线上通过“学习通”设置课堂测验和分组讨论,线下借助多媒体课件进行演示和引导,因此学习环境需要具备以下两点要求:

- (1) 智慧教室,便于进行多媒体课件播放和学生的分组研讨;
- (2) 互联网,在教学过程中进行辅助的信息化工具“学习通”,是一种基于互联网的教学工具。

2、学习资源的使用

- (1) 课前,通过“学习通”,上传“应变效应”、“弹性敏感元件”、“电阻应变片的种类”、“电桥平衡条件”等微课视频,布置线上学习任务,通过课前测验和线上讨论检验学习效果,为课堂教学设计提供指导数据;
- (2) 课上,利用智慧课堂进行课堂测验和主题讨论,发放参考资料,更好地把控课堂进

度，监控学生实时学习状态，提高学生参与度；

(3) 课后，在“学习通”上分享学习资料，设置讨论专题，布置课后作业，帮助学生进一步理解和掌握教学内容。

十一、教学反思

本节课分析了应变式电阻传感器的一个典型应用——电子秤。课程采用研讨式、启发式教学为主，遵循“发现问题——研究问题——解决问题——问题总结”的认知规律设计教学主线，细化研讨问题，并适时融入思政元素，实现“价值塑造、能力培养和知识传授”三位一体的教学目标。

本节课时长 45 分钟，课程内容分为 8 部分完成。

本节课的主要亮点在于：

(1) 以研讨式、启发式教学为主，通过问题探究、主题讨论，提升学生的课堂参与度，结合智慧课堂，投屏操作，实时把控学习进度，同时通过分享、交流，对学生都有明显的激励作用。

(2) 采用项目式教学。从应用项目——电子秤的实际出发考虑问题，并要注重相关知识的融汇贯通。

(3) 线上线下“混合式”教学：将研讨所需的基本概念、基本特性通过线上微课进行讲解和展示，通过线上测验检验学习成果，让学生在走进课堂之前，就已经对课程产生了兴趣。

(4) 问题的设置从学生的视角出发。充分考虑学生的“所思”、所想、所学，以教师视角“提质”，使问题有“层次感”，遵循学习的循序渐进原则，符合学生的认知规律，让他们有事可做，有话可说答案不是直接从教材中照搬，而是需要根据观察、讨论、查阅资料，这样既锻炼了学生的思考能力，又培养了他们的团队协作；

(5) 立足于教材又不局限于教材，传感器与检测技术应用性极强，教材内容博而不精，因此对教材内容进行深挖，通过应用场景，增添课堂的知识性和趣味性。

十二、预习任务与课后作业

1、课前任务

(1) 观看“学习通”上的微课视频，完成在线测验；

(2) 阅读“学习通”上的学习资料，了解“弹性敏感元件的种类及特性参数计算”、“常用金属材料的弹性模量”。

2、课后作业

(1) 学会查阅资料，了解应变式电阻传感器的典型应用，构建一个数字血压计，最好给出相关电路。

(2) 阅读“学习通”上的参考文献，了解应变式电阻传感器在“星箭分离”中的应用。

(3) 创新讨论与扩展。

(a) 应变式电阻传感器能不能测量动态力？学有余力的同学，可以利用开放实验室进行项目实验。


(b) 利用应变式电阻传感器构建一个数字血压计。

(4) 预习实验 1 的内容。

十三、参考资料

序号	资料来源	资料内容
1	中国大学 MOOC	国家精品课程——《传感器技术》 吴琼水 武汉大学
2	好看视频	应变片的粘贴
3	[美]理查德·富兰克林	应变式称重传感器的设计与计算
4	刘九卿	应变式称重传感器技术动向和发展趋势
5	高灵传感系统工程 有限公司	应变式扭矩传感器
6	高灵传感系统工程 有限公司	CZL-A 系列称重传感器
7	杨斌久，肖龙，盖 玉先	包带式星箭分离非火工解锁装置研究进展
8	唐杰，张修科	温度对星箭连接分离装置预紧力的影响
9	王颖，张媛，路娟	星箭分离过程力学环境参数测量方法研究

附：教学内容

教学内容	时长
<p>一、课程引入</p> <p>设问：(1) 把苹果放到电子秤上，会有什么现象？ (2)为什么重量能通过数值显示出来？ 配合实物演示。引发学生的探究欲望。</p> <p>探讨：电子秤的结构 (1) 从外观来看：托盘、键盘、显示器——没有称重功能！ (2) 内部结构——一块电路板。</p> <p>设问：怎么把重量转换成电路板能处理的电压？ 循序渐进，引出本课的讨论主题。</p> <p>【PPT 课件演示】</p> 	3
<p>二、布置任务</p> <p>明确本课的设计任务——构建称重传感器。</p>	1

【PPT 课件演示】

»» 电子秤的结构



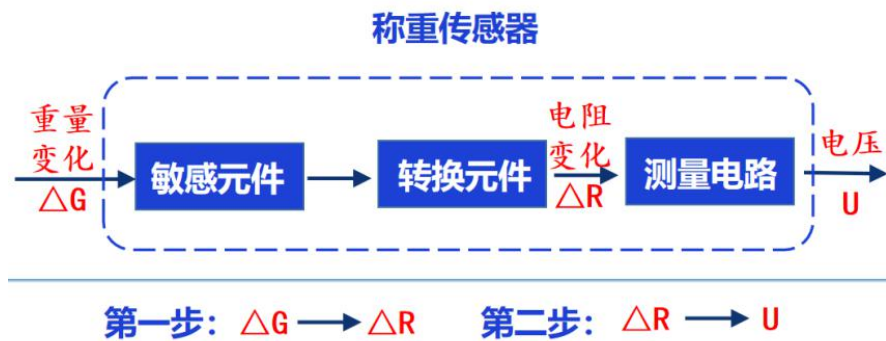
电子秤

三、任务分析

给出设计步骤，明确设计思路。

【PPT 课件演示】

»» 传感器的组成



1

四、课堂研讨

1、重量变化 ΔG 转换为形变。

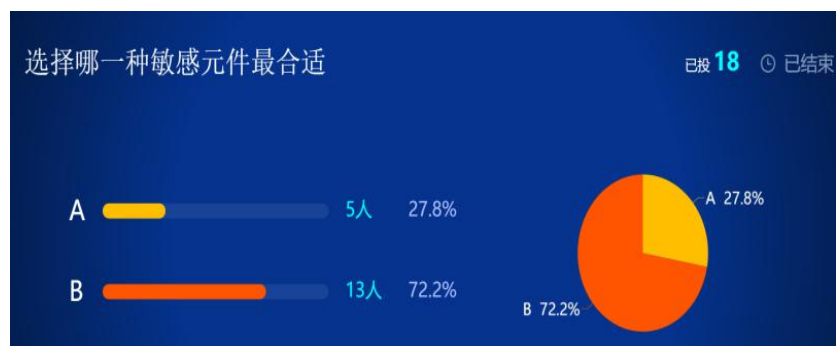
知识点 1：弹性敏感元件的应变特性。

问题 1：圆柱式、悬臂梁式，哪种弹性敏感元件最适合任务中的电子秤？

- (1) 智慧教室投票；
- (2) 学生给出理由；
- (3) 教师总结，给出结论：元件的选择应从工程实际出发，比较元件的特性，注意应用的场合。

【智慧教室投屏展示】

33



【PPT 课件演示】

>>> $\Delta G \rightarrow$ 形变

1 哪一种结构最适合?

A B

>>> $\Delta G \rightarrow$ 形变

元件的选择

- 线性度
- 灵敏度
- 抗干扰能力
- 实施难度等

从工程实际出发，注意应用的场合

悬臂梁

2、形变转换为 ΔR ;

知识点 2：电阻应变片的种类、灵敏度、温度误差特性。

问题 2：选择哪种电阻应变片合适？

- (1) 分组研讨；
- (2) 学生阐述；
- (3) 教师总结，给出结论。复习电阻应变片的工作原理。

【PPT 课件演示】

>>> 形变 $\rightarrow \Delta R$

金属应变片

- 金属丝式应变片
- 金属箔式应变片
- 金属薄膜式应变片

>>> 形变 $\rightarrow \Delta R$

$$\frac{\Delta R}{R} = \text{形变} \times \text{电阻丝的灵敏度系数}$$
$$\frac{\Delta R}{R} = K \cdot \varepsilon$$

拉伸极限内，
K为常数

$\Delta R \propto \Delta G$

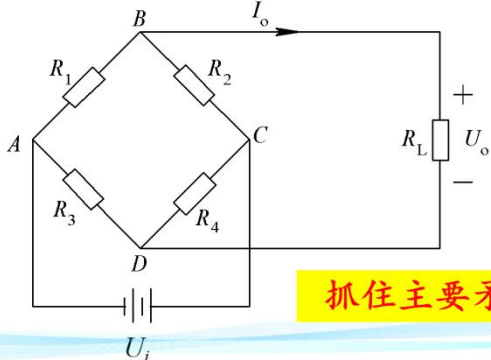
3、电阻变化 ΔR 转换为电压 U 。——小电阻变化的测量通常使用惠斯登电桥。

知识点 3：惠斯登电桥的三种形式——单臂电桥、差动半桥、差动全桥的输出电压灵敏度、非线性误差等特性。

问题 3：哪种惠斯登电桥最适合？

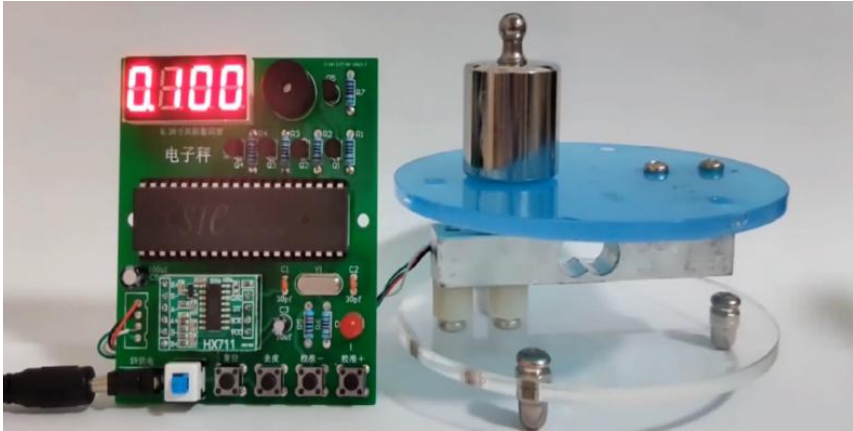
- (1) 分组研讨；
 - (2) 学生阐述；
 - (3) 教师总结，给出结论。复习电桥输出电压和电压灵敏度的知识。
- [思政]性能和成本需要平衡时，学会抓住主要矛盾，忽略一些次要因素。

【PPT 课件演示】

<div><div>>>> $\Delta R \rightarrow U$</div><div><div>2</div><div>选择电桥的哪种工作方式最合适？</div></div><div><div><div><div>• 线性度</div><div>• 灵敏度</div><div>• 抗干扰能力</div><div>• 实施难度等</div></div><div></div></div></div></div>	
<p>知识点 4：电阻应变片与弹性敏感元件的粘贴方法和原则。</p> <p>知识点 5：电阻应变片连接成差动全桥的注意事项。</p> <p>理论要指导实践，理论分析理解了，还要能动手制作。</p> <p>问题 4：给出电阻应变片的粘贴和组桥示意图？</p> <p>(1) 分组研讨；</p> <p>(2) 学生阐述；</p> <p>(3) 教师总结，给出结论。</p> <p>电阻应变片的粘贴和组桥方式是本课的难点。学生往往容易出错。</p> <p>先从理论分析着手，分析差动全桥输出电压表达式及结论成立的条件吗，得出结论：</p> <p>要想得到理论分析的电桥输出结果，必须保证电桥是对称连接的</p> <p>(a) 相邻桥臂上的两个电阻，电阻变化量大小相等，符号相反，从而指导实践——相邻桥臂上的两个电阻必须在悬臂梁的上、下表面对称粘贴。</p> <p>(b) 相对桥臂上的两个电阻，电阻变化量大小相等，符号相同，从而指导实践——相对桥臂上的两个电阻必须同是悬臂梁的上(下)表面。</p> <p>根据黑板上的推导公式，上、下表面的电阻连接成桥时不能互换位置。</p>	
<div>五、实物展示</div> <div>利用开放实验室提供的实践套件，制作了实物，对实物进行演示和解说。</div>	<div>2</div>

强调：实物制作还需要模拟电路、单片机技术等相关课程的知识，工程项目是多学科融合的系统工程，要注意相关知识的融汇贯通。

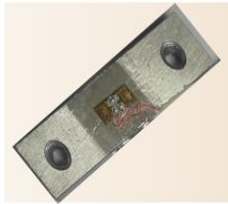
【实物展示】



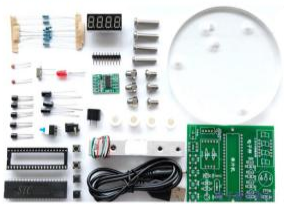
【PPT 课件演示】

»» 电子秤的工程实现

模拟电路，单片机技术，电子技术.....



称重传感器



单片机套件



笔记本电脑

六、知识拓展

介绍应变式电阻传感器的其他应用。

- (1) 应变式传感器还能测量力、力矩、加速度等非电量。

【PPT 课件演示】

>>> 知识拓展

除了秤重

$M=F \times L$ 力矩

应变式电阻传感器还能测量.....

F 力 G 重力 $F=m \times a$ 加速度

(2)应变式电阻传感器在生活中的其他应用实例。

【PPT 课件演示】

>>> 知识拓展

数显扭矩扳手

汽车安全气囊系统

(3) 应变式电阻传感器在尖端科技——“星箭分离”的解锁装置预紧力的判断中的应用研究。

【PPT 课件演示】

>>> 知识拓展

2020年6月23日，我国北斗三号全球卫星导航系统最后一颗组网卫星发射成功。

在卫星升空的最后阶段，需要进行星箭分离。星箭分离前，需要对解锁装置的预紧力进行测试。

可以采用应变片来测量包带的受力状态。

七、课堂小结	
<p>帮助学生梳理课堂知识，升华主题。</p> <p>(1) 称重传感器将重量变化转换为电压：</p> <p>(a) 通过敏感元件将重量变化转换为形变</p> <p>(b) 通过转换元件——电阻应变片将形变转换为电阻变化；</p> <p>(c) 通过测量电路将电阻变化转变为电压。</p> <p>(2) 生活中其他的非电量转变为电量，都需要依靠传感器，万物互联的基础就是传感技术。</p> <p>(3) 本课的讨论为其他非电量转变为电量的分析提供了模板。</p> <p>【PPT 课件演示】</p> <div><div>>>> 课堂小结</div><div><div>重量</div><div>→</div><div>称重传感器</div><div>→</div><div>电压</div></div><div><div>ΔG</div><div>→</div><div>敏感元件</div><div>形变</div><div>→</div><div>电阻应变片</div><div>ΔR</div><div>→</div><div>测量电路</div><div>U</div></div><div><div>非电量</div><div>→</div><div>敏感元件</div><div>→</div><div>转换元件</div><div>→</div><div>测量电路</div><div>电量</div></div></div>	
八、课后作业和思考	
<p>对课堂内容进行及时巩固和复习，利用线上资源，学会查找资料、文献，并能对知识进行总结。</p> <p>【PPT 课件演示】</p> <div><div>>>> 课后作业与思考</div><div><div><div><div></div></div><div>应变式电阻传感器能否测量动态力？</div><div>应变式电阻传感器能否测量动态力？</div></div><div><div><div></div></div><div>基于应变式电阻传感器构建一个数字血压计</div></div></div></div>	

附 课堂剪影



智联世界 传感先行



