# 第七单元 传感器

本单元主要由常见传感器的原理以及传感器在生产生活中的应用等内容组成。本单元内容是高中物理电磁学内容的最后一部分。通过本单元的学习，学生可以初步了解传感器的知识，深入认识非电学量转化为电学量的意义，以及物理学对现代生活和社会发展的积极作用，提升对物理学科的认识和学习物理的兴趣。

本单元课程内容学习建议安排 5 课时。

## 一、教学要点

### 1．单元内容结构

传感器

电学量

非电学量

传感器的类型

磁传

感器

温度

传感器

力传

感器

气敏

传感器

光敏

传感器

### 2．单元学习要求

本单元对应《2017 年版高中物理课标》选择性必修 2 的“传感器”主题。下表中的“标引”与《2017 年版高中物理课标》【内容要求】下的序号一致，“内容”是根据【内容要求】提炼出的单元主要内容，“具体要求举例”是针对主要内容给出的表现性要求的示例。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标引 | 内容 | 且体要求举例 |
| 2.4.1 | 非电学量转换成电学量的技术意义 | **知道非电学量转换成电学量的技术意义**。能说出将非电学量转换成电学量是实现自动控制和数字化信息传输的基础。 |
| 2.4.2 | 传感器 | **了解常见传感器的工作原理**。说出传感器的基本组成部分及各部分的功能；能简述常见传感器的工作原理，能简述常用敏感元件所实现的物理量转换过程；能对传感器进行分类。 |
| 利用传感器制作简单的自动控制装置（学生实验） | **会利用传感器制作简单的自动控制装置**。能认识简单的自动控制装置；能简述简单自动控制装置的控制过程；能根据要求选用合适的敏感元件，能完成自动控制装置的组装，能完成相关的自动控制任务。 |
| 2.4.3 | 传感器在生产生活中的应用 | **列举传感器在生产生活中的应用**。能列举传感器在生产生活等实践活动中的应用实例。 |

### 3．单元内容与核心素养

在本单元学习中，学生将联系力学、运动学、电磁学等有关知识理解非电学量转换成电学量的原理及其技术意义；在学习传感器的基本组成和一般工作流程、认识部分传感器工作原理的过程中，提升概括抽象、演绎类比的科学思维；在利用传感器制作简单的自动控制装置的实验中，经历对装置进行功能需求分析、确定电路控制逻辑、设计并制作实验电路等环节，培养实践的意识和能力；通过列举传感器在现代生活和科技活动中广泛应用的事例，认识传感器的应用对人类生活和社会发展所起到的重要作用，体会科学的人文价值，感受科学、技术与社会的紧密联系。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 核心内容 | 物理观念 | 科学思维 | 科学探究 | 科学态度与责任 |
| 7.1 | 非电学量转换成电学量 的技术意义 | ● | ● | ○ | ◎ |
| 7.2 | 传感器 | ◎ | ● | ○ | ◎ |
| 7.3 | 利用传感器制作简单的自动控制装置（学生实验） | ○ | ◎ | ● | ◎ |
| 7.4 | 传感器在生产生活中的应用 | ◎ | ◎ | ○ | ● |

## 二、单元实施

### 1．单元任务设计

本单元的任务设计思考路径是：在研读《2017 年版高中物理课标》的基础上，发掘出与本单元学习内容相关度较高的核心任务，学生在完成这个任务的过程中学习本单元的内容。“利用传感器制作简单的自动控制装置”是《2017 年版高中物理课标》选择性必修 2 中规定的学生必做实验之一，学生在了解传感器，知道常见传感器将非电学量转换成电学量的基本原理和意义的基础上，动手完成这个实验，可根据学生学习后的综合能力表现来评价。根据学校的实际情况，选择合适的实验工具，考虑到学生学科素养水平需要根据学生在真实问题解决过程中的表现来确定，因此将本单元的核心任务确定为“利用传感器制作走道路灯的自动控制装置”。在教学中核心任务还需要进一步分解，以利于逐步落实，具体的任务分解、相关的教学内容及课时安排详见下表。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 核心任务（问题）及其分解 | | 教学内容 | 课时安排 |
| 利用传感器制作走道路灯的自动控制装置 | 认识传感器 | 非电学量转换成电学量的技术意义 | 1 |
| 搜集并交流传感器在生产生 活中应用的事例（交流汇报） | 常见传感器的工作原理及其应用 | 2 |
| 制作走道路灯自动控制装置（学生实验） | 利用传感器制作简单的自动控制装置 | 2 |

### 2．重点活动设计

#### （1）单元活动

##### 活动名称 利用传感器制作走道路灯的自动控制装置

**活动资源** 某种自动控制的走道路灯工作的视频、相关学生实验和演示实验器材。

**活动系列**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 对应课时 | 活动过程 | 活动说明 |
| 第一课时 | **观察讨论**。播放某自动控制的走道路灯工作的视频，在此基础上引出单元学习的任务——利用传感器制作走道路灯的自动控制装置。  **提出问题**。对于这样的路灯，使用中它亮、灭的条件是什么？你认为控制它亮、灭的直接原因又是什么？ | 在学生的认知中，灯的亮灭是由电路的闭合与断开直接导致的，而学生在视频中看到的是光线、声音或人是否出现决定了灯的亮灭.通过场景再现和问题讨论，引发冲突，帮助学生认识到在自动控制系统中，存在一个能将非电学量转换成电学量的装置，引出传感器。在这一过程中学生能 体会到非电学量转换成电学量的技术意义。 |
| 第二课时 | **交流分享**。某组学生介绍产品流 水线上的自动计数装置，交流所调查的装置的相关原理。  **实验探究**。全体学生分组实验定性研究光敏元件的特性，利用超级模块制作一个简单的光控自动装置。  **分析研讨**。为了省电，常见的楼道灯都由两个开关一起控制，一个是利用光敏元件制成的“光控开关”，它在光线暗时自动闭合，光线亮时自动断开；另一个是利用声敏元件制成的“声控开关”，它在有声音时自动闭合，一段时间无声音则自动断开，请学生将如图所示的器材连接成符合省电要求的电路。  声控开关  光控开关  电源 | 光敏元件是制作走道路灯的自动控制装置的必需元件。通过了解光敏元件在其他方面的应用，探究光敏元件的特性，制作简单的光控自动装置，连接符合要求的电路，这些都是为完成单元核心任务所做的必要知识准备和技能准备，对其他敏感元件工作原理的学习，也可通过了解应用、分析原理、探究特征等步骤完成。 |
| 第五课时 | 制作展示。分组完成走道路灯自动控制装置的制作，在课堂上轮流介绍各组所选器材、工作原理及装置设计图，展示控制装置的工作过程。 | 在发布任务时，教师提供超级模块里的控制模块、下载模块、电源模块、彩灯矩阵模块、光敏传感器模块、人体红外感应模块、声敏传感器模块、基板（3 块）等。各小组可选择光控和声控模块，也可选择光控和红外线控制模块，制作出具有不同功能的自动控制装置。 |

**设计意图** 走道路灯的自动控制是学生在日常生活中常见的自动控制装置，学生对其自动控制过程比较熟悉。制作这个自动控制装置，学生需要对装置进行功能需求分析，在了解常见敏感元件的基础上选择使用光敏元件和声敏元件（或红外线敏感元件），还要确定控制逻辑、设计并组装控制模块或控制电路等，培养实践意识和能力。在制作过程中，学生可以体会技术在将物理原理应用于日常生活方面所起的重要作用，感受科学、技术与社会的密切联系。

#### （2）课时活动

##### 活动 1 生活中传感器的应用

**活动资源** 生活中常见传感器应用（如家电的遥控器、电饭煲、饮水机等）的视频。

**活动过程**

类比分析 引入情境：傍晚，某同学在室内，光线逐渐变暗，他起身将开关打开，室内一片光明。请分析上述情境中的过程，并讨论：如果要设计一套自动控制系统来完成上述过程，这个系统应该由哪几个部分组成？

交流感悟 请学生交流思考、讨论，形成结论。这个系统至少应该包括：

① 感知光线变化的装置。

② 能将光线的变化转换为某种电信号的装置

③ 能控制开关闭合、断开的装置。

④ 显示控制结果的装置——灯。

**活动说明** 教师可以在这个实例基础上再介绍一些常见传感器及其应用，但并不需要详细介绍这些自动控制装置的原理和构造，这么做的主要目的是帮助学生从中概括出传感器的概念，体会传感器的组成，引导学生理解为何要将非电学量转换成电学量，明白传感器的作用就是“感知”并“传输”信号。在将传感器和人类的各种感觉器官进行类比的过程中，学生可以了解传感器在很多情况下特别是极端恶劣的情况下能代替人类感知信息并传递给不同种类的机器人，代替人类完成各种工作或任务，体会物理给社会发展、科技进步和日常生活带来的深刻影响。

##### 活动 2 定性研究光敏电阻的特性

**活动资源** 生产流水线上利用传感器自动计数的视频，光敏电阻、普通电阻、数字式多用电表等实验器材。

**活动过程**

观察讨论 观看生产流水线上利用传感器自动计数的视频，推测其中用到哪些敏感元件，这些敏感元件能将什么物理量转换成什么物理量。

实验研究 用多用电表测定不同光照情况下光敏电阻和普通电阻的阻值，记录在下列表格中。

**不同光照下光敏电阻和普通电阻的阻值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 室内自然光照射 | 手电筒强光照射 | 遮光 |
| 光敏电阻阻值 /kΩ |  |  |  |
| 普通电阻阻值 /kΩ |  |  |  |

根据实验数据，得出结论：光敏电阻的阻值随光照强度增大而减小。

阅读理解 阅读教科书或查阅资料，简单了解光敏电阻的材料及其导电特性的基本原理。

**活动说明** 观看视频时，教师可以引导学生根据传感器工作特点推测其中用到的光敏元件及其所能实现的物理量之间的转换。有条件的学校可以组织学生动手操作，研究光敏电阻的特性，也可以由教师操作、学生读数并记录数据，完成实验研究。对于光敏电阻的材料在特定波长的光照下会产生自由电荷并参与导电的原理，让学生有所了解即可。活动之后可以请学生根据光敏电阻的特性列举其他应用，鼓励学生提出应用光敏电阻的创意。研究光敏电阻的特性时，要注意帮助学生体会光敏电阻对光高度敏感的特性及其能将光学量转换为电阻这一电学量的特点。

#### （3）学生实验

##### 学生实验 利用传感器制作走道路灯的自动控制装置

**主要器材** 使用超级模块里的控制模块、下载模块、电源模块、彩灯矩阵模块、光敏传感器模块、人体红外感应模块、声敏传感器模块、基板（3 块）。

**实验要点**

① 日常生活中走道路灯有光控加声控的，也有光控加红外线控制的，学生可以自行选择其中一种制作。（以下要点以光控加红外线控制的装置为例）

② 装置自动控制的逻辑：条件 1，光敏传感器模块检测到的光线亮度小于设定的阈值；条件 2，人体红外感应模块检测到附近有人经过。同时满足条件 1 和条件 2 的情况下，灯亮，否则灯不亮。

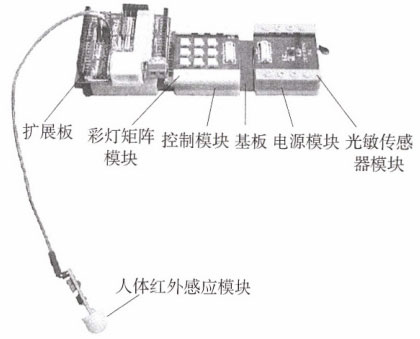
③ 控制系统的设置：将控制模块与下载模块拼接，然后将下载模块通过 USB 接口连接至电脑，连接示意图如图 7 – 1 所示。打开计算机内的图形化编程软件，通过拼接程序块完成编程。将编好的程序进行编译，程序编译成功后，将程序下载至控制模块。

控制模块

下载模块

计算机

④ 自动控制装置的安装：将控制模块、电源模块、彩灯矩阵模块、光敏传感器模块、人体红外感应模块、基板等按照图拼装在一起。



### 3．评价示例

本单元评价包括三个部分：一是日常课堂活动评价，可以选择本单元的重点活动进行评价，例如对学生在“生活中传感器的应用”中的活动表现进行评价，建议围绕活动的两个学习过程展开“类比分析”环节可以从过程分析是否全面、类比是否对应等方面进行评价，“交流感悟”环节可以从学生是否积极参与交流讨论、能否正确提炼自动控制装置的特征等方面进行评价。二是日常作业评价，在学完本单元后，学生或教师根据作业的正确率、订正率等情况，完成本单元的日常作业评价。三是对“利用传感器制作走道路灯的自动控制装置”学生实验的评价，实验中可以要求学生提交搭建好的实验装置照片、编辑控制模块程序的电脑截屏等证据，完成实验后可以要求学生提交撰写好的实验报告，教师可以根据学生提供的材料完成对学生实验过程的评价，依据实验报告完成对学生实验结果的评价。“重点活动设计”中已给出课堂活动评价的示例，以下给出部分课堂例题、课后作业及单元检测的示例，供教师参考使用。

**示例 1**

实验室常用的 DIS 中有各种传感器，查阅有关资料，填写下面的表格。

**各种传感器比较**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 传感器名称 | 所用的敏感元件 | 输入的物理 | 输出的物理量 |
| 力传感器 |  |  |  |
| 温度传感器 |  |  |  |
| 磁传感器 |  |  |  |
| 压强传感器 |  |  |  |

**分析** 传感器是高中物理实验中常用的实验器材，可以根据平时使用过程中对传感器所起作用的理解，或者通过查阅传感器的说明书等材料，完成表格，在填表过程中梳理这些传感器的基本原理。

**解答** 表格填写如下。

**各种传感器比较**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 传感器名称 | 所用的敏感元件 | 输入的物理 | 输出的物理量 |
| 力传感器 | 悬梁臂、应变片 | 力 | 电压（电阻） |
| 温度传感器 | 热敏电阻 | 温度 | 电压（电阻） |
| 磁传感器 | 霍尔元件 | 磁感应强度 | 电压 |
| 压强传感器 | 压力传感元件、半导体应变片 | 压强 | 电压 |

**属性表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容 | 涉及的主要素养 | 质量水平分析 |
| 非电学量转换成电学量的技术意义 | 物理观念中“运动与相互作用观念” | 能从物理学的视角运用所学物理知识理解实验器材的原理。对应水平三。 |

**说明** 本示例建议在学习“非电学量转换成电学量的技术意义”后作为课后作业使用。可以开放物理实验室，供学生查阅相关说明书。

**示例 2**

现代生产生活离不开传感器，请列举你身边的传感器并简单说明它们的用途。

**分析** 可以从日常家居、智能手机、学校生活、公共场合以及生产技术等多方面思考，可以从功能倒推其中用到的传感器。

附：评价量表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 评价指标 | 具体描述 | 评分 |
| 覆盖面 | 涉及传感器在生产生活不同领域的应用；所举事例的数量较多 | 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐ |
| 科学性 | 传感器应用事例及其功能表述正确 | 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐ |
| 创新性 | 所举事例中与众不同的事例数量居多 | 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐ |

**属性表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容 | 涉及的主要素养 | 质量水平分析 |
| 常见传感器的工作原理及其应用 | 科学态度与责任中“科学态度”“社会责任” | 有学习物理的兴趣，能与他人合作，了解科学·技术·社会·环境的关系。对应水平二。 |

**说明** 本示例建议在学习“常见传感器的工作原理及其应用”后作为课堂例题使用。让学生以小组为单位列举相关事例，然后开展小组间分享交流活动，比较各组所列举事例的总数，以及其中与众不同的事例数量，作为活动的评价。

**示例 3**

通过实验测得某热敏电阻 *R* 在不同温度下的阻值如下表。

**不同温度下热敏电阻 *R* 的阻值**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t* / ℃ | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| *R* / kΩ | 12.0 | 8.0 | 5.4 | 3.7 | 2.6 | 1.9 | 1.4 |

（1）根据表中的数据，请在图 7 – 3（a）所示的坐标系中描绘出 *R* 的阻值随温度变化的曲线，并说明阻值随温度变化的特点。

（2）如图 7 – 3（b）所示，当 a、b 两端电压高于 2 V 时，控制开关自动启动加热系统。请设计一个简单电路，给 a、b 两端提供电压，要求当温度低于 60℃ 时启动加热系统、达到 60℃ 时停止加热。在虚线框内画出电路原理图（不考虑控制开关对所设计电路的影响）。提供的器材如下：热敏电阻 *R*、直流电源（电动势 3 V，内阻不计）、电阻箱 *Rx*（0 ~ 9 999 Ω）、开关 S 及导线若干。为使电路实现自动控制的要求，*Rx* 的阻值应设定为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Ω。

20

30

40

50

60

70

80

90

100

*t*/℃

0

2

4

6

8

10

12

*R*/kΩ

a

b

控

制

开

关

加

热

系

统

（a）

（b）

**分析** 本示例要求先根据表格中的数据描点连线，然后定性描述图像所反映出的物理量之间的关系，最后将所给的器材连接成符合自动控制要求的电路。作图时连线要尽可能光滑。电路的设计以及电阻箱阻值的设定则需要用到串、并联电路的规律，当温度低于 60℃ 时 a、b 两端分得的电压要高于 2 V，达到 60℃ 时 a、b 两端分得的电压恰好为 2 V，结合 *R* 的阻值随温度变化的规律来设计出符合要求的电路。

**解答**

（1）*R* 的阻值随温度变化的曲线如图 7 – 4（a）所示，由图像可知该热敏电阻的阻值随温度的升高而减小。

（2）所设计的电路原理图如图 7 – 4（b）所示。电阻箱作为分压电阻与 *R* 串联，当温度低于 60℃ 时，随着温度升高热敏电阻 *R* 的阻值减小，分得的电压也随之减小，但高于 2 V，加热系统保持加热；当温度达到 60℃ 时，*R* 分得的电压恰好减少为 2 V，加热系统停止加热。为满足以上条件，因 60℃ 时 *R* 阻值为 3.7 kΩ，则作为分压电阻的变阻箱阻值应为 *R* 阻值的一半，即 1 850 Ω。

20

30

40

50

60

70

80

90

100

*t*/℃

0

2

4

6

8

10

12

*R*/kΩ

a

b

控

制

开

关

加

热

系

统

（a）

（b）

*E*

S

*R*

0

0

0

0

0

0

0

**属性表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容 | 涉及的主要素养 | 质量水平分析 |
| 利用传感器制作简单的自动控制装置 | 科学探究中“解释” | 能分析已有数据，发现其特点，形成结论对应水平三。 |
| 科学思维中“科学推理” | 能对常见的物理现象进行分析和推理，获得结论并作出解释。对应水平三。 |

**说明** 本示例若作为课堂例题使用，描点作图部分可以请学生独立完成，教师巡视予以个别指导，并通过展示学生所完成的作图来强调描点作图的一般规范；设计电路部分可以请学生每两人为一组展开讨论，然后交流方案，达成共识；最后求电阻箱应设置的阻值部分，可以在学生自行完成后请个别学生用语言表述，其他学生聆听并补充。若作为课后作业使用，则在批阅时注意收集学生作图的典型案例，作为讲解时的素材，对于小题（2），可请做对的学生向其他学生介绍他的思考和推理过程。