

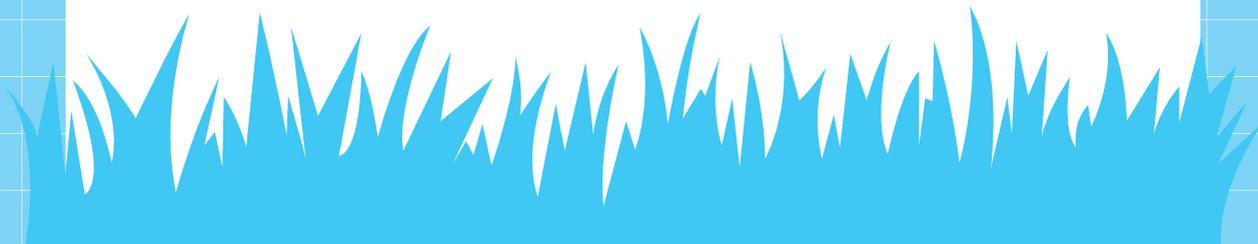


项目 20 金属探测器



金属探测器（metal detector）是一种应用广泛的探测器，主要有三大类：电磁感应型、X 射线检测型和微波检测型。

金属探测器是用于探测金属的电子仪器，可应用于多个领域：在军事上，可用于探测金属地雷；在安全领域，可以探测随身携带或隐藏的武器与作案工具；在考古方面，可以探测埋藏金属物品的古墓，找到古墓中的金银财宝与首饰或其他金属制品；在工程中，可用于探测地下金属埋设物，如管道、管线等；在矿产勘探中，可用于检测 and 发现自然金颗粒；在工业上，可用于在线监测，如去掉棉花、煤炭、食品中的金属杂物等。金属探测器还可作为开展青少年国防教育与科普活动的用具，还不失为一种有趣的娱乐玩具，特别是最近几年，欧美国家已将个人兴趣类金属探测器大范围普及，将金属探测活动演变成为户外运动的一部分。



任务 20.1 金属探测器制作

金属探测器由金属探测器 IC (器件编号为 49 号)、电感线圈 (器件编号为 74 号)、红色发光二极管 (器件编号为 17 号)、 $1k\Omega$ 电阻 (器件编号为 31 号)、开关 (器件编号为 15 号) 等组成。电源采用 4 节 5 号电池。由于金属探测器的工作特点是不需要长期待机, 因此本电路设电源开关, 长期不用时, 断开开关。

20.1.1 金属探测器积木拼装

按图 20-1 拼装好积木后, 当合上开关时, 发光二极管不亮, 将一个金属物体 (如积木的导线或铁器) 放在电感线圈上面, 发光二极管就发光; 拿开金属物体, 发光二极管熄灭。

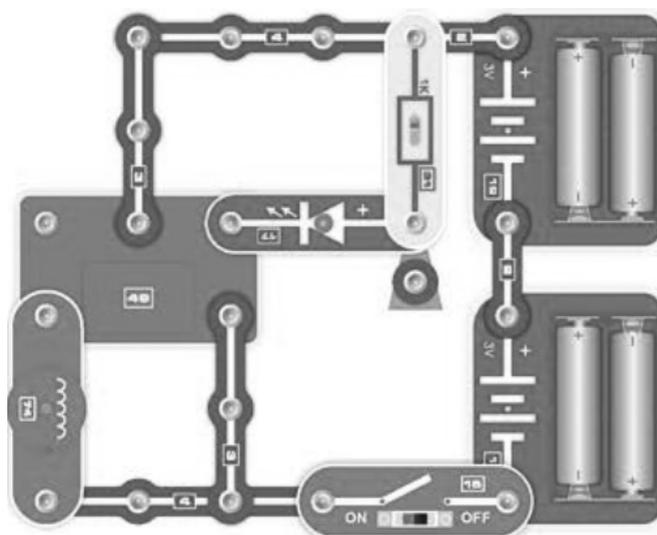


图 20-1 金属探测器

金属探测器是一种专门用来探测金属的仪器, 它可以用于游戏娱乐、安全检查及搜查金属制品, 包括手机、管制刀具等。根据本制作原理, 还可以设计、制作出汽车探测、流量统计、电梯楼层控制、生产设备位置检测、生

产设备开发设计、电子产品设计、游乐设备开发、金属接近开关等器件。

20.1.2 金属探测器电路图制作

打开 EDA 软件，进入工程设计总界面，单击“新建工程”按钮，按提示新建工程，命名为 20 并保存新工程。进入制作原理图窗口，开始制作原理图。

1. 放置器件

在原理图设计界面左边的竖立工具页标签中选择“常用库”页标签，所有常用元器件出现在左边的窗口中，在窗口中选中常用元件，放置在界面中，分别放置发光二极管 LED1、电感器 L1、电阻 R1。金属探测器 IC1 和开关 SW1 要通过搜索方法找到电气符号，金属探测器集成块 IC1 可以找相同管脚数的器件代替，本项目用继电器代替，最好自己制作器件库。放置器件后连接导线，完成原理图制作，如图 20-2 所示。

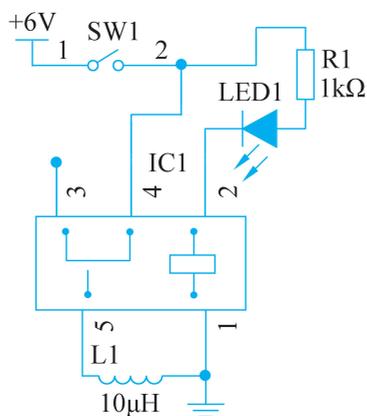


图 20-2 金属探测器电路图

2. 保存文件

原理图制作完成后，选择“文件”→“保存”命令，这样就保存好了文件，在原来 123 文件夹中，会看到取名为 20 的文件。

经过以上绘制后，一个金属探测器电路图设计完成，该电路的功能是通



过发光二极管的亮灭来探测是否存在金属。



任务 20.2 金属探测器知识



金属探测器是用于探测金属的电子仪器，可应用于多个领域。

金属探测器基本原理：通常由两部分组成，即检测线圈与自动剔除装置，其中检测线圈为核心部分。线圈通电后会产生磁场，有金属进入磁场，就会引起磁场变化，由此判断有无金属杂质。

20.2.1 金属探测器发展史



世界上第一台金属探测器诞生于 1931 年，并将金属探测器推向市场，广泛地应用于矿藏探测、刑侦探测、工业探测、宝藏探测等多个领域，社会各界仍然公认费舍尔博士为金属探测器之父。

金属探测安检门诞生于 1960 年，最初步入工业时代的金属探测器主要应用于工矿业，是检查矿产纯度，提高效益的得力帮手。随着社会的发展，犯罪案件的上升，1970 年，金属探测器被引入一个新的应用领域——安全检查，也就是现代所使用的金属探测安检门雏形，它的出现意味着人类对安全的认知已步入一个新纪元。

一个产品的出现带动了一个行业的发展，于是安检这个既陌生又熟悉的行业开始进入市场。50 多年过去了，金属探测器经历了几代探测技术的变革，从最初的信号模拟技术到连续波技术直到现代所使用的数字脉冲技术，金属探测器简单的磁场切割原理被引入多种科学技术成果。无论是灵敏度、分辨率、探测精确度还是工作性能都有了质的飞跃。应用领域也随着产品质量的提高延伸到了多个行业。

20 世纪 70 年代，随着航空业迅速发展，劫机和危险事件的发生使航空及机场安全逐渐受到重视，于是在机场众多设备中，金属探测安检门扮演着排查违禁物品的重要角色。同样在 20 世纪 70 年代，由于金属探测安检门在

机场安检中的崭露头角，大型运动会（如奥运会、亚运会、全运会），展览会及政府重要部门的安全保卫工作中将金属探测安检门作为必不可少的安检仪器。

发展到 20 世纪 80 年代，监狱暴力案件呈直线上升趋势，如何及早有效预防并阻止暴力案件发生成了监狱管理工作的重中之重，在依靠警员对囚犯加强管理的同时，金属探测安检门再次成为美国、英国、比利时等发达国家监狱管理机构必备的安检设备，形成平均每 300 个囚犯使用一台金属探测安检门用于安检；与此同时，手持式、便携式金属探测器得到长足发展。

进入 20 世纪 90 年代，迅速升温的电子制造业成了这个时代的宠儿，大型电子公司为了减少产品流失、结束员工与公司之间的尴尬局面，陆续采用金属探测安检门和手持式金属探测器作为管理员工行为、减少产品流失的利器。于是金属探测器又有了新的角色——产品防盗。“9·11”事件以后，反恐成为国际社会一个重要议题。爆炸案、恐怖活动的猖獗使恐怖分子成了各国安全部门誓要打击的对象。此时，国际社会对“安全防范”的认知被提到一个新的高度。受“9·11”事件影响，各行各业都加强保安工作的部署，正是受此影响，金属探测器的应用领域也成功地渗透到其他行业。

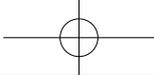
20.2.2 金属探测器分类

金属探测器应用很广，种类很多，主要分为地下型、手持型、输送型、下落式、管道式、真空式、压力式等。

1. 地下型

地下金属探测器是应用先进技术制作，它具有探测度广、定位准确、分辨力强、操作简易等特点。金属探测器主要是用探测和识别隐埋地下的金属物。它除了在军事上应用外，还广泛用于安全检查、考古、探矿、寻找废旧金属，又称为“探铁器”，是废旧品回收的好帮手。

地下金属探测器采用声音报警及仪表显示，探测深度跟被探金属的面积、形状、重量都有很大的关系，一般来说，面积越大，数量越多，相应的探测



电子器件与电子 CAD 技术 (下)

深度也越大；反之，面积越小，数量越少，相应的深度就越小。

2. 手持型

手持型金属探测器被用来探测人或物体携带的金属物，如图 20-3 所示。高铁和飞机场入口检测处，就是用的这种检测设备。



图 20-3 手持型金属检测器

它可以探测出人所携带的包裹、行李、信件、织物等所带的武器、炸药或小块金属物品，其敏感表面的特别外观令操作简便易行，有超高灵敏度，一般应用于监狱、芯片厂、考古研究、医院等场所。

3. 输送型

输送型金属探测仪采用上下结构，可以以拆分方式制作，可以很方便地进行设备安装使用和维护，避免了以前设备探测仪皮带只能从探测仪内部通过的弊端，也避免了中心位置灵敏度低的问题，使用更方便；但是它带来另一个问题，即两侧存在死区，因此一般在大型的输送带上安装使用。

4. 下落式

下落式金属探测器一般都带有自动剔除装置，习惯上称为下落式金属探测器。金属探测器对产品的包装要求是不能含有金属，但是考虑到密封性、避光性等较高的要求，必须采用金属复合膜进行包装。金属复合膜其本身就是金属，所以如果用管道式金属探测器，检测灵敏度就会有大的偏差，甚至无法检测。鉴于上述原因，可以选择在包装前进行检测。下落式金属探测器就是针对上述情况被开发出来的，主要用于药片、胶囊及颗粒状（塑料粒子

等)、粉末状物品的检测。当这些物品通过下落式金属探测器时,一旦被检测到金属杂质,系统即刻启动分离机构排除可疑物品。它具有安装简单、灵敏度高、维修方便、效率高、稳定可靠等特点。

5. 管道式

一般的金属探测器都无法完整监控流体产品的整个生产过程,如火腿肠的肉酱、口香糖胶、口服液等,实时在线剔除金属杂质,确保产品安全输送到下道工序。一般情况下,这些产品都是以金属封装的,变成成品以后一般都无法用金属探测器来检测,通常用管道式金属探测器来检测。另外,液态或黏稠状物品在罐装或封装前检测,可以有效提高检测精度。

6. 真空式

金属分离系统用于检测风送散料材料,如颗粒中除去磁性和非磁性的金属微粒(钢、不锈钢、铝等)。金属污染物由“迅速排除系统”排除,不会干扰材料流量,甚至在很高的流量下,污染材料将被排除到一个容器,容器也会自动地被清理。金属分离系统主要用于卫生标准不太严格的工业,它用于检查干的散料材料。

7. 压力式

压力式金属探测器用于检测风送散料(如颗粒、粉末和面粉)中的金属杂质(钢、不锈钢、铝等)。Quick Flap System 能在物料高速流动的情况下,迅速将受污染的物料剔除到废料箱,不会干扰生产过程。废料箱可自动排空。金属分离系统系列主要用于食品、化工和医药行业用于控制质量,所有系统的组成部分须根据严格的工业卫生标准而设计。

8. 平板式

平板式金属探测器通常用于检测厚度比较薄,但是宽度和长度比较大的产品,如纺织布、挤出的片材,其首要目的是保护下游设备,如切割刀具、压延系统等;同时,提高产品品质。



电子器件与电子 CAD 技术 (下)

9. 无线式

金属探测器应用图例由于电流的脉动和电流滤波的原因,金属探测器对检测物品的输送速度有一定的限制。如果输送速度超过合理范围,检测器的灵敏度就会下降。为了确保灵敏度不下降,必须选择合适的金属探测器以适应相应的被检测产品。一般来说,检测范围尽可能控制在最小值,对于高频感应性好的产品,检测器通道大小应匹配于产品尺寸。检测灵敏度的调整要参考检测线圈的中心来确定,中心位置的感应最低。产品的检测值会随生产条件的变化而变化,如温度、产品尺寸、湿度等的变化,可通过控制功能作调整补偿。

小的表面积,对金属探测器而言最难检测。因此,球状物可作为检测灵敏度的参考样本。对于非球状的金属,检测灵敏度很大程度上取决于金属的位置,不同的位置有不同的横断面积,检测效果也就不同。例如,纵向通过时,铁比较灵敏,而高碳钢和非铁就不太灵敏;横向通过时,铁不太灵敏,高碳钢和非铁则比较灵敏。

在食品工业中,系统通常使用较高的工作频率。对于如奶酪食品,由于其内在的高频感应性能好,会成比例地增加高频信号的响应。潮湿的脂肪或盐分物质,如面包类、奶酪、香肠等的导电性能与金属相同,在这种情况下,为了防止系统给出错误信号,必须调整补偿信号,降低感应灵敏度。

10. 未来的金属探测器

现代金属探测器使用微芯片技术进行高度计算机化,以调节搜索精度、金属识别度、搜索速度等,并记录下来以备不时之需。与十年前相比,检测器变得更轻巧,具有更深的检测能力,功耗更低,并能够更准确地分拣金属。

任务 20.3 总结及评价

先分组进行总结,分别说出制作过程及体会,写出书面总结。再互相检查制作结果,集体给每一位同学打分。

1. 任务完成大调查

任务完成后，还要进行总结和讨论，教学时可用表 16-1 所示的打分表进行评价。

2. 行为考核指标

行为考核指标，主要采用批评与自我批评、自育与互育相结合的方法。采用自我考核和小组考核后班级评定的方法。班级每周进行一次民主生活会，就行为指标进行评议，教学时可用表 16-2 所示的评分表来进行评分。

3. 集体讨论题

上网搜索金属探测器种类及设计技术，并进行思维导图式讨论。

4. 思考与练习

- (1) 掌握电子 EDA 的基本原理图修改方法，研究其规律。
- (2) 了解各种金属探测器及其发展方向。