

传感器技术及其军事应用

闫夷升 李 旗

在大量的科学研究或生产过程中,需要测量各种物理量和化学量,例如位移、速度、加速度、压力、温度、流量等等。为了精确测量各种非电量,常需要采用电测技术。人们把能够完成被测的非电量转化为与之有确定对应关系的电量输出的装置称为传感器(sensors)。传感器通常也叫做换能器(transducer)或探测器(detector)。传感器输出的信号有不同形式,如电压、电流、频率、脉冲等,以满足信息的传输、处理、记录、显示和控制等要求。

传感器的组成

传感器一般由敏感元件、传感元件和其他辅助件组成,有时也将信号调节与转换电路、辅助电源作为传感器的组成部分。各部分的作用如下:敏感元件可以直接感受被测量(一般为非电量),并输出与被测量成确定关系的电量;传感元件又称变换器,一般情况下它不

应注意观察三相对应点的温差或同相不同点的温差,并求出相对温差来判断设备是否正常。当相对温差大于10%时可作为一般缺陷,达到20%~50%时应为严重缺陷,而在50%以上时,应作为危急缺陷处理。

如果在检测中发现图谱异常,要引起足够的重视,因为这些异常图谱往往表示设备潜伏着严重缺陷。

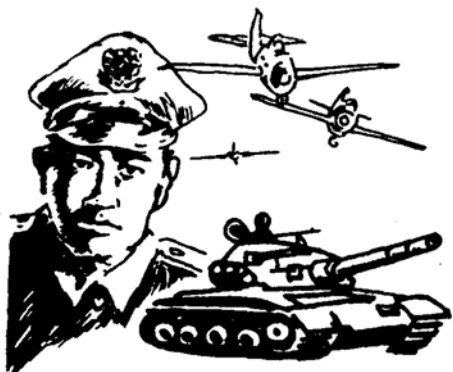
a. 变压器气体继电器阀门两侧有明显温差时,表示阀门未打开,变压器失去瓦斯保护。

b. 当充油套管出现明显的温差时,表示套管存在假油位。

c. 当变压器的散热器有明显的温差时,表示低温散热器的阀门没有开启。

d. 当避雷器、耦合电容器的图谱异常时,尽管相对温差很小,但也表示内部元件存在受潮、老化、断线等缺陷,有可能引起设备爆炸。

e. 当电力电缆、电缆头出现明显温差时,表示设备内部存在着绝缘受潮、老化的缺陷。当电气二次回路出现局部热点时,表示二次回路接触不良,有



直接感受被测量,而是将敏感元件的输出量转化为电量输出的元件。

信号调节与转换电路能把传感元件输出的电信号转换为便于显示、记录、处理和控制的有用电信号的电路。信号调节与转换电路的种类要视传感元件的类型而定,常用的电路有电桥、放大器、振荡器、阻抗变换器等。

传感器的分类

在非电量的电测技术中,应用的传感器种类极多,不胜枚举。通常可按下列几种方法分类:

根据输入物理量分类 则传感器常以被测物理量命名。如位移传感器、速度传感器、温度传感器、压力传感器等。

根据工作原理分类 则传感器以工作原理命名。如应变式、电容式、电感式、热电式、光电传感器等。

按输出信号分类 则可分为模拟式传感器和数字

可能引起火灾或继电保护误动。

五、对红外诊断的基本要求

被检测电气设备应为带电设备,在设备额定负荷下测试。检测时应力求避开雨、雪、雾、大风和强光(阳光和灯光)的干扰,以使检测结果准确。

检测地点应选在与被检设备面尽量垂直相对处,距离尽量近,固定不变,即历次检测应定方向、定距离、定高度,且力求背景热辐射均匀,减少热源干扰。

检测时应选择适宜的温度范围和温度分辨率,使设备的热异常信息不丢失和分辨力最佳,以便于诊断。

除记录热异常设备的热像或温度值外,还应记录检测时设备的电压、负荷、环温及风力情况。

虽然红外诊断技术在解决测温结果的标定问题以及判断一些大型复杂的热能动力设备和高压电气设备内部的某些故障方面有一定的局限性,但它是开展设备状态检修行之有效的方法。不仅提高了缺陷诊断率,而且可以随时随地诊断设备运行情况,保证电力设备安全、可靠运行,增加社会效益和企业经济效益。(山东省茌平县电业公司 252100)

现代物理知识

式传感器。输出量为模拟量则称为模拟式；输出量为数字式则称为数字式传感器。

此外，还可以按能量关系、物理现象等分类，在此就不再一一例举了。

传感器的现状及发展动向

现代信息技术的三大基础是信息的采集、传输和处理技术，即传感器技术、通讯技术和计算机技术。它们构成了信息技术系统的“感官”“神经”和“大脑”。信息采集系统的主要部件是传感器，且置于系统的最前端。

传感器技术所涉及的知识非常广泛，渗透到各个学科领域。但是它们的共性是利用物理定律和物质的物理特性，将非电量转化成电量。所以如何采用新技术、新工艺、新材料以及探索新理论，以达到高质量的转换效能，是总的发展途径。由于科技的迅猛发展，微型计算机组成的测控系统已经在许多领域得到应用，而传感器作为微型计算机的接口必须解决相容技术。于是传感器将向以下几个方面发展：

高精度 为了提高测控精度，必须有高精度的传感器。例如对于火箭发动机燃烧室的压力测量，希望测试精度高于 0.1%，我国已研制出精度高于 0.05% 的传感器。

小型化 很多测试场合要求传感器有尽可能小的尺寸。例如生物医学工程中颅压的测量，风洞中压力场分布的测量等。我国已有外径为 2.8mm 的压阻式压力传感器。

集成化 集成化传感器有两种类型。一种是将传感器与放大器、温度补偿电路等集成在同一芯片上，既减小体积，又增加抗干扰能力。另一种是将同一类的传感器集成在同一芯片上构成二维阵列式传感器，或称面型固态图像传感器。它可以测量物体的表面状况。

数字化 为了使传感器与计算机直接联机，致力于数字式传感器研究是很重要的。

智能化 智能传感器是传感器与计算机结合的产物。它兼有检测与信息处理的功能。它的出现是传感技术发展中的飞跃。国外已经有了商品化的智能传感器，我国在 20 世纪末也开始了研究工作。

在美、日等发达国家，传感器倍受重视，而且将传感器列为尖端技术。有人认为：“征服了传感器就等于征服了科学技术”。最近 20 年，发达国家对传感器在信息社会中的作用有了新的认识和评价。俄国的“军事航天”计划将传感器列为重点，日本把传感器技术列为十

大技术之首。我国的“八五”规划也将传感器技术列为重点发展的新技术。传感器的重要性还表现在它应用的广泛性。例如在自动化的生产中，用各种传感器监视和控制生产过程中的各个参数，以便使设备工作在最佳状态，产品达到最好的质量。

传感器在军事方面的应用

传感器在军事上主要用于自动地面传感器侦察。地面传感器是指能对地面目标运动所引起的电磁、声波、地面震动和红外辐射等物理量的变化进行探测，并转化成电信号的设备。通常由探测器、信号处理系统、发射机、电源和接收系统 4 部分组成。其工作过程是：由探测器接收运动目标所产生的地面震动波、声响、红外辐射、电磁能等，并将其转变成电信号，由信号处理电路放大和处理，送入发射机进行调制后发射出去，再由接收系统解调后识别和发现目标。

地面传感器是 20 世纪 60 年代出现并投入战场使用的一种辅助性战术侦察器材。其特点是结构简单、便于携带、易于埋伏和伪装。可用飞机空投、火炮发射，或人工埋设到交通线上和敌人可能出现的地段，用来执行预警、目标搜索和监视任务。目前大量使用的地面传感器有以下几种类型：

震动传感器 通过震动探头拾取地面震动波来探测目标。其主要优点是探测距离远，灵敏度高。通常可探测到 30m 以内运动的人员和 300m 以内的车辆。因此，它是使用最普遍的地面传感器。美国陆军目前使用的一种轻型震动入侵探测装置，适合远程侦察使用。能有效探测距离约 130m 的人员活动引起的震动，能在 5 分钟内设置完毕，且可对灵敏度进行调整。

声响传感器 一种声电传感器，其探测器是一个传声器，即话筒或麦克风。工作原理与麦克风和调频发射机的工作原理相同。其最大优点是分辨力强，探测范围比较大。一般情况下，对人的正常谈话可达 40m，对运动车辆可达几百米。目前已在地面传感器侦察系统中广泛使用。如美国陆军使用的一种被称为“音响浮标”的装置，可悬挂在树上，探测距离 300~400m，接近人的听觉范围。

磁传感器 又称“遥控电磁传感器”。其工作原理与金属检测器的相同，当步枪、车辆等黑色金属制成的物体进入磁传感器的探测范围时，传感器便发出报警信号。其主要优点是鉴别目标性质的能力比较强，能区别徒手人员、武装人员和各种车辆，同时对目标探测的响应速度快，通常为 2.5s。其探测范围依赖于磁场的

单光子发射型计算机断层成像

刘东华

单光子发射型计算机断层成像(SPECT),它与X-CT有某些相似之处,所不同的是:X-CT的X射线源位于体外,X射线透过组织时,根据不同组织对X射线的衰减值的不同,重建某断层的CT数矩阵,并用灰度来显示断层图像;而SPECT是首先让机体接受示踪核素(如 ^{99m}Tc , ^{131}I , ^{201}Tl 等,这些核素产生 γ 光子),本身成为一个发射体,再由探测器将示踪核素在机体内的吸收代谢,在器官或组织中的分布测出,经计算机处理并重建图像,图1所示。X-CT图像只能说明组织器官的解剖信息,而SPECT不仅是解剖形态的,而且是组织器官生理、生化、病理过程的图像。

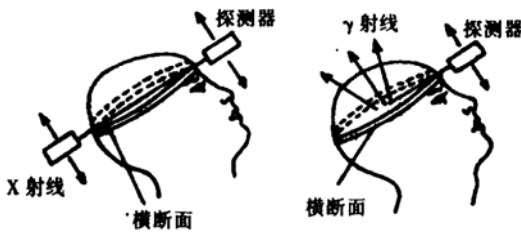


图1 X-CT与SPECT的比较

一、放射性药物的制备

少数放射性药物可以是放射性核素本身(如 ^{99m}Tc , ^{131}I , ^{201}Tl),但是绝大多数放射性药物是由放射

性核素和被标记的化合物组成,如骨显像剂 ^{99m}Tc -MDP、心肌显像剂 ^{99m}Tc -MIBI。这些显像剂会定位于某一器官或参与某一器官的组织代谢。由于这些药物含有放射性核素,可以借助放射性探测仪器在体表探测,并显示它们在体内的分布。

临床上广泛使用的 ^{99m}Tc 采用钼-锝(^{99}Mo - ^{99m}Tc)发生器来产生。

^{99}Mo 是 β 衰变核素,半衰期为66.02小时,产生子体放射性核素 ^{99m}Tc , ^{99m}Tc 是 ^{99}Tc 的同质异能素, ^{99m}Tc 发射 γ 射线回到基态, ^{99m}Tc 的半衰期为6.03小时。上面的描述可以用下列方程式表示:

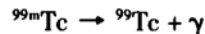
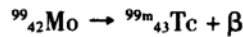


图2为 ^{99}Mo - ^{99m}Tc 发生器示意图,发生器关键部分是中间的层析柱,柱中装入 Al_2O_3 吸附剂, Al_2O_3 对母体核素 ^{99}Mo 有很强的亲和力,子体核素 ^{99m}Tc 则几乎不被吸附。淋洗液用生理盐水,则仅有 ^{99m}Tc 被洗出, ^{99}Mo - ^{99m}Tc 发生器每隔23小时可淋洗一次。然后将新鲜淋洗的 ^{99m}Tc 加到不同的试剂盒中,经摇动、加热便可制得不同的放射性药物。



强度,通常检测范围较小,对武装人员为5m,一般车辆为15m左右,对履带车辆为25m以内。

红外传感器分为有源主动式和无源被动式两种。一般情况下使用被动式,其工作原理与热动开关的工作原理相同。当温度突然发生变化时,传感器便启动。其主要优点是灵敏度高,响应速度快;在15m以内,人的温度足以启动该装置。另外,还有体积小、无源探测、隐蔽性好等优点。不足之处是必须人工布设,探测张角范围有限,无辨别目标性质的能力。

除上述几种传感器外,还有应变电缆传感器、压力传感器、扰动传感器等。

2003年3月,美英联军在伊拉克战争中使用了子母弹。从美英现役的子母弹型和载机情况分析,其使用的子母弹有CBU-97/B传感器引爆弹。这种弹是美

国于80年代初期研制的智能型集速炸弹。主要特点是:有较强的面杀伤能力,能够装填10枚子弹药,每一枚子弹药采用红外探测器,能自动识别地面目标并发起攻击。

随着武器装备现代化的进一步发展,传感器在军事上的应用日趋重要,尤其表现在海军和空军的武器装备上。例如在航空航天技术领域,各种航天器上都配备有多种检测与控制系统,传感器能准确地测量出航天器的飞行参数、姿态和发动机工作状态的各个物理量,将其传送给各自动控制系统,并进行自动调节,使航天器按人们预先设计的轨道正常运行。随着高科技的发展,传感器在现代高技术战争中的应用,已成为国防科技现代化的重要标志之一。

(西安陆军学院物理系 710108)

现代物理知识