



北京航空航天大学

北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY

室内无人自动熄灯装置

第 22 届冯如杯创意大赛论文

摘要

室内无人自动熄灯装置，是利用人体辐射的红外线聚焦所产生的热量，根据热电偶的工作原理产生热电动势，从而带动继电器工作，控制照明灯的工作与否。

自然界中，所有高于绝对零度的物体都会产生红外线。在红外光谱中，不同的物体会产生不同频率的红外线，人体所产生的红外线也是在某一频率范围内的。所以，我们可以利用红外透射材料来过滤除人体以外的物体所产生的红外线，由此，可以达到热电偶不同成分的导体两端所产生的温度差是由人体辐射红外线产生热量而造成的。

关键词：红外线 热电偶 电磁继电器 红外透射材料

引言

现实生活中，在学校及企事业单位中常常出现“长明灯”的现象，即虽然室内无人，但室内的照明灯依然亮着，这种现象造成了极大的电力资源浪费。虽说现在有声控灯帮忙，但它比较适用于楼道、卫生间等人们不会长时间逗留的场所，而相比之下，像学校自习室这样的场所，声控灯的使用并非合乎情理。

通过思考，我们认识到，可以设计一款能够由人体所产生的红外线、辐射热量来控制的照明灯，从而减少电力不必要的消耗。

技术元素

一、 红外线

自然界的任何物体都是红外线辐射源，时时刻刻都在不停地向外辐射红外线。根据辐射源的不同，可分为：

- ❖ 白炽发光区
又称“光化反应区”，由白炽物体产生的射线，自可见光域到红外域。如灯泡（钨丝灯），太阳。
- ❖ 热体辐射区
由非白炽物体产生的热射线，如电熨斗及其它的电热器等，平均温度约在400℃左右。
- ❖ 发热传导区
由滚沸的热水或热蒸汽管产生的热射线。平均温度低于 200℃，此区域又称为“非光化反应区”。
- ❖ 温体辐射区
由人体、动物或地热等所产生的热射线，平均温度约为 40℃左右。



图 1

易见，人体属于温体辐射区，所辐射的红外线的波长处在 8~14（微米）的区间内。

二、热电偶原理

(1) 热电偶

热电偶是常用的测温元件,是由两种不同成分的导体两端接合成回路时,当两接合点热电偶温度不同时,就会在回路内产生热电流。它直接测量温度,并把温度信号转化为热电动势信号。热电偶测温的基本原理是两种不同成份的材质导体组成闭合回路,其中,直接用作测量介质温度的一端叫做工作端(也称为测量端),另一端叫做冷端(也称为补偿端),当两端存在温度梯度时,回路中就会有电流通过,此时两端之间就存在电动势——热电动势,这就是所谓的塞贝克效应(Seebeck effect)。

注意:根据均质导体定律(一种均质材料(导体或半导体)两端焊接组成闭合回路,无论导体截面如何以及温度如何分布,将不产生接触电势,温差电势相抵消,回路中总电势为零),热电偶必须由两种不同的均质导体或半导体构成。若热电偶材料不均匀,由于温度梯存在,将会产生附加热电势。

(2) 塞贝克效应

在两种不同导电材料构成的闭合回路中,当两个接点温度不同时,回路中产生的电势使热能转变为电能的一种现象。塞贝克(Seebeck)效应,又称作第一热电效应,它是指由于两种不同电导体或半导体的温度差异而引起两种物质间的电压差的热电现象。

在两种金属 A 和 B 组成的回路中,如果使两个接触点的温度不同,则在回路中将出现电流,称为热电流。

塞贝克效应的实质在于两种金属接触时会产生接触电势差,该电势差取决于金属的电子溢出功和有效电子密度这两个基本因素。

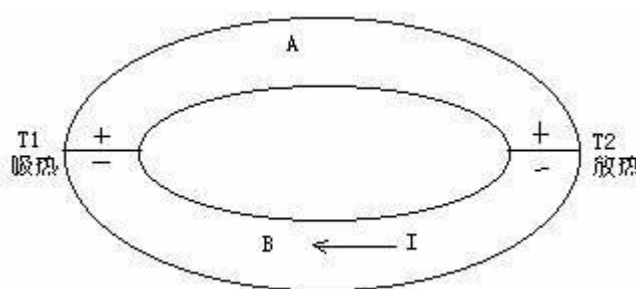


图 2

(3) 热电偶产生热电动势的影响因素

简单地说,其影响因素主要是材料和温度。

对于热电偶的热电势,应注意如下几个问题:

1: 热电偶的热电势是热电偶工作端的两端温度函数的差,而不是热电偶冷端与工作端,两端温度差的函数;

2：热电偶所产生的热电势的大小，当热电偶的材料是均匀时，与热电偶的长度和直径无关，只与热电偶材料的成份和两端的温差有关；

3：当热电偶的两个热电偶丝材料成份确定后，热电偶热电势的大小，只与热电偶的温度差有关；若热电偶冷端的温度保持一定，这进热电偶的热电势仅是工作端温度的单值函数。将两种不同材料的导体或半导体 A 和 B 焊接起来，构成一个闭合回路，如图所示。当导体 A 和 B 的两个执着点 1 和 2 之间存在温差时，两者之间便产生电动势，因而在回路中形成一个大小的电流,这种现象称为热电效应。热电偶就是利用这一效应来工作的。

（4）关于热电偶材料的讨论

从理论上讲,任何两种导体都可以配制成热电偶,但实际上并不是所有材料都能制作热电偶,故对热电极材料必须满足以下几点: (1) 热电偶材料受温度作用后能产生较高的热电势, 热电势和温度之间的关系最好呈线性或近似线性的单值函数关系; (2) 能测量较高的温度, 并在较宽的温度范围内应用, 经长期使用后, 物理、化学性能及热电特性保持稳定; (3) 要求材料的电阻温度系数要小, 电阻率高, 导电性能好, 热容量要小; (4) 复现性要好, 便于大批生产和互换, 便于制定统一的分度表; (5) 机械性能好, 材质均匀; (6) 资源丰富, 价格便宜。

根据热电偶所使用的材料来看，E 型热电偶所使用的材料相比较而言较为合适。

镍铬-铜镍(康铜)热电偶(E 型)分度表（参考端温度为 0℃）

温 度 ℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	热 电 动 势 mV									
0	0.000	0.591	1.192	1.801	2.419	3.047	3.683	4.329	4.983	5.646
100	6.317	6.996	7.683	8.377	9.078	9.787	10.501	11.222	11.949	12.681
200	13.419	14.161	14.909	15.661	16.417	17.178	17.942	18.710	19.481	20.256
300	21.033	21.814	22.597	23.383	24.171	24.961	25.754	26.549	27.345	28.143
400	28.943	29.744	30.546	31.350	32.155	32.960	33.767	34.574	35.382	36.190
500	36.999	37.808	38.617	39.426	40.236	41.045	41.853	42.662	43.470	44.278
600	45.085	45.891	46.697	47.502	48.306	49.109	49.911	50.713	51.513	52.312
700	53.110	53.907	54.703	55.498	56.291	57.083	57.873	58.663	59.451	60.237
800	61.022	61.806	62.588	63.368	64.147	64.924	65.700	66.473	67.245	68.015

三、电磁继电器

电磁继电器是一种电子控制器件，它具有控制系统（又称输入回路）和被控制系统（又称输出回路），通常应用于自动控制电路中，它实际上是用较小的电流。较低的电压去控制较大电流。较高的电压的一种“自动开关”。故在电路中起着自动调节、安全保护、转换电路等作用。

电磁继电器一般由电磁铁, 衔铁, 弹簧片, 触点 等组成的，其工作电路由低压控制电路和高压工作电路两部分构成。电磁继电器还可以实现远距离控制和自

动化控制。只要在线圈两端加上一定的电压，线圈中就会流过一定的电流，从而产生电磁效应，衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服返回弹簧的拉力吸向铁芯，从而带动衔铁的动触点与静触点（常开触点）吸合。当线圈断电后，电磁的吸力也随之消失，衔铁就会在弹簧的反作用力返回原来的位置，使动触点与原来的静触点（常闭触点）释放。这样吸合、释放，从而达到了在电路中的导通、切断的目的。例如：

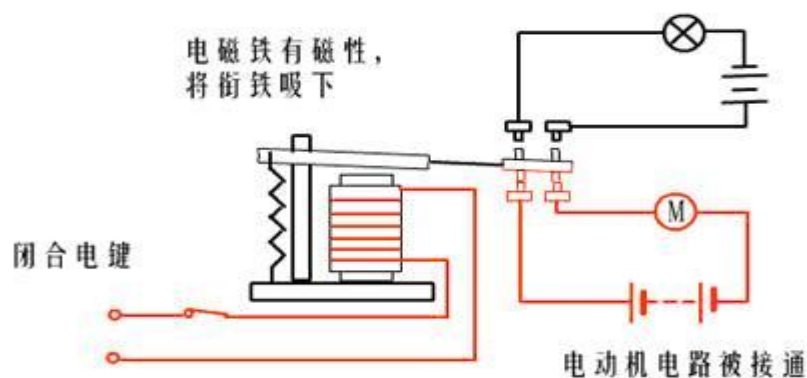


图 3

四、红外透射材料

红外透射材料指的是能透过红外辐射的材料。对这些材料的要求是：①能透过所需波段的红外辐射；②有尽可能高的透射比；③机械强度高；④化学稳定性好。

若红外透射材料是平板型，当红外辐射投射到它的表面上时，部分被反射，其余进入体内。进入体内的有一部分被吸收，剩余部分透射过去。若吸收比为 α ，反射比为 ρ ，透射比为 τ （都是对入射辐射功率之比而言），则 $\alpha + \rho + \tau = 1$ 。红外透射材料要求有尽可能大的 τ ， α 、 ρ 应尽可能小。后两者皆取决于物质的微观结构。

α 决定于物质内部的辐射吸收过程，如晶格振动吸收所引起的基本吸收，分几种红外透射材料的透射光谱子晶体中的分子振动和转动所引起的特征吸收，以及半导体中电子从价带跃迁到导带的本征吸收。这些都是材料所固有的辐射吸收过程。此外，尚有杂质吸收、自由载流子吸收，多晶体中晶粒间界的散射所引起的辐射衰减也相当于吸收。固体材料中任一个固有的辐射吸收过程，都会在某一波段引起相当大的吸收。因而 τ 必然很小。因此，红外透射材料的透射波段只能选择在没有这类固有吸收过程的波段内，而且其他吸收也必须降低到可以忽略的程度，即 $\alpha \approx 0$ 。这样，就只有反射的损失。

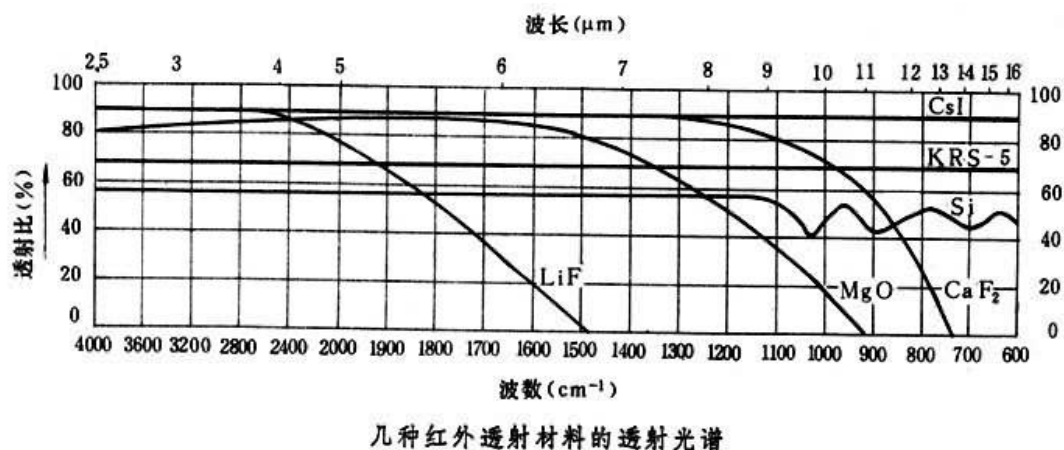


图 4

人体的产生的红外线波长在 $8 \sim 14$ 微米的范围之内，因此为摒弃其他物体红外线的干扰，应选用 CaF_2 。我们以 CaF_2 为原料，制作成平板，置于接受红外线仪器的外端，以达到过滤的效果。

方案总结

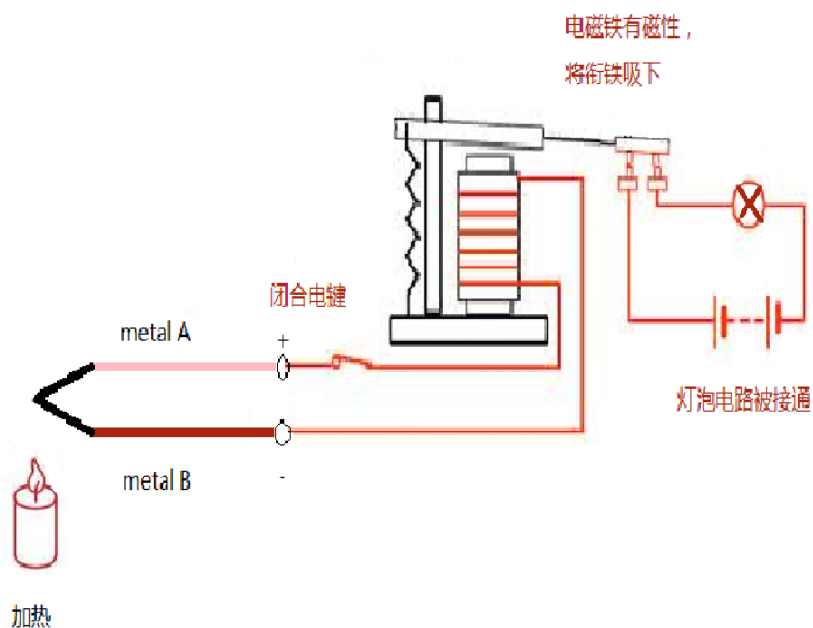


图 5

室内无人自动熄灯装置，就是在照明灯上连接一个依靠人体辐射红外线给热电偶的工作端加温，使其与冷端产生温度差，其中热电偶的材料经分析后，应采用镍铬-铜镍，以便带动电磁继电器工作。另一方面，为保证热电偶温度差的产生是由人体辐射的红外线所产生的，应对其他物体产生的红外线进行过滤，即用所提及的红外透射材料，对图表中几种常见的红外透射材料的分析，鉴于人体产生的红外线波长在 $8 \sim 14$ 微米的范围之内，则应采用 CaF_2 。经过滤后的人体辐

射红外线可达到热电偶的工作端，并对其进行加温，产生温度差之后，即会出现塞贝克效应，从而产生热电势，进而带动电磁继电器工作，电磁体将衔铁吸下后，连通照明灯的工作电路，从而使照明灯正常工作。

参考文献

- [1]孙传友 《现代检测技术与仪表》青岛 ；
- [2] 真锅惇 ,张凤英 《目前的红外光学材料》(红外技术) 1980 年 03 期；
- [3] 杨静 《中国科技信息》-电磁继电器的使用与可靠性研究 2006 第 14 期；
- [4] 马尔果林《红外线技术基础》.