

# 继电器基本知识

## 继电器的定义

继电器是当输入量（或激励量）满足某些规定条件时，能在一个或多个电气输出电路中产生预定跃变的一种器件。

①继电器这个术语应限于在其输入电路与输出电路之间具有单一继电功能的继电器元件。

②继电器这个术语包手为完成其规定动作所必须的所有组成部分，一般含输入部分、驱动部分及输出部分。

③为了用于保护和自动控制，应加上一个说明继电器功能的名称，以便对继电器定性。在此情况下，按照规定的功能（由标准或制造方规定），继电器可包括某个辅助继电器，以便完成所要求的功能。例如：差动继电器，阻抗继电器，跳闸继电器。

## ●继电器的分类

### A、按继电器的作用原理或结构特征分类

分类号	名称	定义
	电磁继电器	由控制电流通过线圈所产生的电磁吸力驱动磁路中的可动部分而实现触点开、闭或转换功能的继电器。
1	直流电磁继电器	控制电流为直流的电磁继电器，按触点负载大小分为微功率、弱功率、中功率和大功率四种。
2	交流电磁继电器	控制电流为交流电磁继电器，按线圈电源频高低分 50Hz 和 400Hz 二种。
3	磁保持继电器	利用永久磁铁或具有很高剩磁特性的零件，使电磁继电器的衔铁在其线圈断电后仍能保持在线圈通电时的位置上的继电器。
4	固态继电器	固态继电器是一种能够像电磁继电器那样执行开、闭线路的功能，其输入和输出的绝缘程度与电磁继电器相当的全固态器件。
5	混合式继电器	由电子元件和电磁继电器组合而成的继电器。一般，输入部分由电子线路组成，起放大、整流等作用，输出部分则采用电磁继电器。
6	高频继电器	用于切换频率大于 10KHz 的交流线路的继电器。

7	同轴继电器	配用同轴电缆，用来切换高频、射频线路而具有最小损耗的继电器。
8	真空继电器	触点部分被密封在高真空的容器中，用来快速开、闭或转换高压、高频、射频线路用的继电器。
9	温度继电器	当外界温度达到规定要求时而动作的继电器。
10	电热式继电器	利用控制电路内的电能转变成热能，当达到规定要求时而动作的继电器。
11	光电继电器	利用光电效应而动作的继电器。
12	极化继电器	由极化磁场与控制电流通过控制线圈，所产生的磁场综合作用而动作的继电器。继电器的动作方向取决于控制线圈中的电流方向。
13	时间继电器	当加上或除去输入信号时，输出部分需延时或限时到规定的时间才闭合或断开其被控线路的继电器。
14	舌簧继电器	利用密封在管内，具有触点簧片和衔铁磁路双重作用的舌簧的动作来开、闭或转换线路的继电器。

## B、按继电器触点负载分类

名称	定义
微功率继电器	当触点开路电压为直流 28 伏时，触点额定负载电流（阻性）为小于 0.2 安培的继电器。
弱功率继电器	当触点开路电压为直流 28 伏时，触点额定负载电流（阻性）为 0.2~1 安培的继电器。
中功率继电器	当触点开路电压为直流 28 伏时，触点额定负载电流（阻性）
大功率继电器	当触点开路电压为直流 28 伏时，触点额定负载电流（阻性）

注：表中只给出一种直流阻性负载数值，其它负载由产品技术条件按相应的换算关系确定。

## C、按继电器的外形尺寸分类

名称	定义
微型继电器	外形最长边尺寸不大于 10 毫米的继电器。
超小型继电器	外形最长边尺寸不大于 10 毫米，但不大于 25 毫米的继电器。
小型继电器	外形最长边尺寸大于 25 毫米，但不大于 50 毫米的继电器。

注：对于密封或封闭式继电器，外形尺寸为继电器本体三个相互垂直 方向的最大尺寸，不包括安装件、引出端、压筋、压边、翻边和密封 焊点的尺寸。

#### D、 按继电器的防护特征分类

名称	定义
密封继电器	采用焊接或其它方法，将触点和线圈等都密封在 罩壳内，与周围介质相隔离，泄漏率较低的继电器。
封闭式继电器	将触点和线圈等都封闭（非密封）在罩壳内加以防护的继电器。
敞开式继电器	不用防护罩来保护触点和线圈等的继电器。

#### E、 按触点形式分类

名称	定义
常开继电器	只有常开触点形式的继电器。
常闭继电器	只有常闭触点形式的继电器。
转换继电器	具有转换触点形式的继电器（具备常开、常闭功 能）。

#### F、 按产品用途分类

名称	定义
通讯继电器	通讯设备中使用的继电器，该类继电器触点负载 范围从低电平到中 等电流，可靠性、接触电阻等 技术要求较高，环境使用条件要求不 高。
机床继电器	机床中使用的继电器，触点负载功率大、寿命长。
家电用继电器	家电中使用的继电器，要求安全性能好。
汽车继电器	汽车中用的继电器，触点切换负载功率大，抗冲击，震动性能好。

### ● 继电器型号命名和标志方法

1、 各国各继电器生产厂商对各自的继电器均有不同的命名和标志方 法。但总体均由①产品 型号；②对装形式；③动片刀数；④线圈额定 电压；⑤线圈功耗；⑥触点形式六部分组成。

2、 大多数生产厂家的继电器之订货标记由以下符号组成。

① 产品型号

② 密封形式

无：敞开型

防尘罩型

(外壳、基座胶水固定)

S: 标准密封型

③动片刀数 1: 单刀 2: 双刀 3: 叁刀 4: 肆刀

④线圈额定电压

03: 直流 3 伏

05: 直流 5 伏

06: 直流 6 伏

09: 直流 9 伏

12: 直流 12 伏

24: 直流 24 伏

48: 直流 48 伏

⑤线圈功耗

D: 标准灵敏度

L: 高灵敏度

⑥触点形式

C: 转换型

A: 常开型

B: 常闭型

\*标准密封型，通常预留透气孔，若继电器需高液位清洗，请告知制造厂，透气孔须密封，方可正常使用。

## ●继电器常用触点组合形式

### 二、继电器常用触点组合形式

名称	符号	字母代号标识	
		中国	海外
动合（常开）触点	SPSTNO	H	A
动断（常闭）触点	SPST NC	D	B
先断后合转换触点	SPDT (BM)	Z	C
双动合触点	SPST NO DM	SH	X

## ●电磁继电器工作原理

### 1、通用电磁继电器工作原理

以图 1 所示结构为例进行说明，当线圈引出脚两端加上电压或电流，线圈的激磁电流产生磁通，磁通通过铁心、轭铁、衔铁和工作气隙组成的磁路，并在工作气隙产生电磁吸力。当激磁电流上升达到某一值时，电磁吸力矩将克服动簧的反力矩使衔铁转动，带动推动片推动动簧，实现触点闭合；当激磁电流减小到一定值时，动簧反力矩大于电磁吸力矩衔铁回到初始状态，触点断开。

### 2、磁保持继电器工作原理

如图 2 所示，继电器触点状态保持力是由衔铁部分中的两件磁钢产生的，磁钢产生的磁通通过右衔铁—轭铁磁极—铁心—轭铁磁极—左衔铁—磁钢形成闭合回路，在衔铁和轭铁极间产生吸力，如图所示，左衔铁的延伸臂通过推动片对动簧片施加推力，使动、静触点间产生足够的压力，使其能可靠载流。

当需要使继电器触点断开时，只需对线圈施加一个足够宽度脉冲电压，该脉冲电压产生的磁通与磁钢产生的磁通方向相反，在磁极上就会产生与磁钢相同的极性，根据磁场同性相斥原理，在衔铁和轭铁磁极间会产生推力，当磁路产生的合成力矩大小簧片的反力矩，动簧朝后运动，衔铁部分绕转轴转动，继电器会呈现图 3 的断开状态。如果要返回闭合状态，必须在线圈上施加一相反的脉冲，否则，继电器触点状态会永远保持下去。

## ●电磁继电器技术参数含义

### 1、环境温度范围

工作环境温度范围是指继电器经历的最低环境温度至最高环境温度的作用后，继电器不发生功能失效。按照 IEC 标准指气候系列试验的最低、最高温度。

### 2、标准试验条件

塑封继电器的标准试验为

温度：15-35℃

相对湿度：25%-75%

大气压力：86-106Kpa

继电器标称电寿命等技术指标是在标准试验条件下的测试数据。当继电器处于超出标准试验测试时，继电器的技术指标将可能会发生变化，甚至于可靠性会发生降低。因此，继电器

的使用环境条件对继电器的性能有着重大的影响。

### 3、振动稳定性（正弦振动）

振动稳定性是指经一种重复周期的正弦运动后，产品能维持正常工作 的能力，振动加速度值是位移与频率的函数。

对继电器在承受产品标准所规定的频率范围和加速度的作用下，继电器任何一对闭合触点的断开触点的闭合的时间进行考核，一般要求触点抖动时间小于 10 $\mu$ S 或 100 $\mu$ S。典型试验条件为 10-55Hz、1.5mm 双 振幅。

### 4、冲击强度

冲击强度是指经给定大小、波形和持续时间的连续单向力脉冲作用 后，产品能维持正常工作的能力。继电器在经受产品标准规定的加速 度和次数的冲击作用后，继电器应无零件松动和机械损坏，电气参数 应符合要求。

### 5、冲击稳定性

冲击稳定性是指经给定大小，波形和持续时间的单向力脉冲作用下，产品维持正常工作的是能力。继电器在产品标准规定的加速度和次数 的冲击下，继电器的任何一对 触点的抖动（即闭合触点的断开和断开 点的闭合）时间应符合规定。触点抖动的时间的最大允许值分：10 $\mu$ S、100 $\mu$ S、1ms。

### 6、绝缘电阻

继电器的绝缘阻是指各不相连导电部分间的绝缘部分在外加一定直流 电压时所呈现的电阻值。（一般情况下，常开触点间、触点组间、触 点线圈间绝缘电阻值为同一值）。

### 7、介质耐压

继电器的介质耐压指互不相连导电部分间的绝缘部分承受规定电压而 无击穿和规定漏电流的能力（一般情况下，常开触点间、触点组间、 触点线圈筒介质耐压为不同值）

### 8、接触电阻

在规定的测量条件下测量得到一对闭合触点间的电阻值。无特殊要 求，使用厂家可采用 24VDC（6VDC）、1A 条件检测接触电阻或用 LED 检测通断。

### 9、动作电压

继电器的所有触点从释放状态到达工作状态时所需线圈电压的最小 值。通用继电器一般 规定为 75%~80%额定电压。

### 10、释放电压

继电器的所有触点从吸合状态恢复至释放状态时所残留的线圈电压的 最大值。一般规定为 5%~10%额定电压。

#### 11、动作时间

处于释放状态（初始状态）的继电器，在规定的条件下，从施加输入 激励量规定值的瞬间起到继电器切换的瞬间止的时间间隔（不含吸合 回跳时间）。一般厂家不要求检测。

#### 12、释放时间

处于动作状态（终止状态）的继电器，在规定的条件下，从断开输入 激励量规定的瞬间起到继电器切换的瞬间止的时间间隔（不含释放回 跳时间）。一般厂家不要求检测。

#### 13、线圈功耗

在额定电压作用下，继电器线圈所消耗的功率。

直流线圈：

线圈功率（瓦）=线圈额定电压（伏）×线圈额定电流（安）

交流线圈：

线圈功率（伏安）=线圈额定电压（伏）×线圈额定电流（安）

#### 14、最大负载

- （1）最大负载电流：指继电器触点能可靠切换的最大电流。
- （2）大负载电压：指继电器触点能可靠切换的最大电压。
- （3）最大切换功率：指继电器触点能可靠切换的最大功率。触点额定负载：指继电器进行电寿命试验时采用的负载电压、电流值。

## ●电磁继电器主要参数检测

### 一、电磁继电器主要参数检测

#### 1、吸合值、释放值

继电器的不吸动值、吸合值、保持值、释放值测试按图 4 所示的测试 程序图进行。该测试程序为生产单位和使用单位共同遵守的统一方 法，其最大优点是测试的参数重复性好，它并不表示实际使用使用中 的继电器要先磁化，后工作。

按一般要求，交流继电器的吸合电压不大于其额定电压的 85%，直流 继电器的吸合电 压不大于其额定电压的 75%（有的为 80%）。保持电 压，直流继电器通常为 30%~40%额定电压，交流继电器保持电压要大 些。直流继电器的释放电压通常 不小于 10%额定电压（有的为 5%）。交流继电器的释放电压通常为 30%左右额定电压，极限低温不 小于 10%的额定电压。

## 2、 线圈电阻

线圈电阻的测量可用电压、电流法和电桥法。用电压、电流法测量时,应尽量避免或减小电压表、电流表内阻的影响,测试过程要尽量短,以避免线圈温升。线圈电阻对测量时的环境温度比较敏感,所以测试前 1~2 小时内产品要置于要测试的环境下并(最好)不对线圈施加激励。测试数值  $R_a$  应换算成基准温度(一般为  $20^{\circ}\text{C}$ )下的值,换算公式为: $R_a=R_0[1+a(T_a-20)]$  式中:  $T_a$  为环境温度( $^{\circ}\text{C}$ )  $a$  为电阻温度系数(铜导线的温度系数是  $0.004/^{\circ}\text{C}$ )

## 3、 接触电阻

测量动断触点接触电阻时继电器处于不激励状态;测量动合触点接触电阻时继电器处于额定激励状态。接触电阻的测量采用电压电流表法。测量时,加到触点上的负载(阻性)应符合表 8 规定。测试部位在引出端离其根部 4mm 之内。负载应在触点达稳定闭合之后施加,触点断开之前切除。

继电器国标规定测量接触

电阻(或压降)的负载大小

	应用类别	测试负载(阻性)
CA0	$\leq 30\text{mV}, \leq 10\text{mA}$	$10\text{mA} \times 30\text{mV}$
CA1	$30\text{mV} \sim 60\text{V}, 0.01 \sim 0.1\text{A}$	$10\text{mA} \times 100\text{mV}$
CA2	$5 \sim 250, 0.1 \sim 1.0\text{A}$	$100\text{mA} \times 24\text{mV}$
CA3	$5 \sim 600\text{V}, 0.1 \sim 100\text{A}$	$1\text{A} \times 24\text{V}$

注:含多种应用类别时,应以最低的应用类别的要求为准。

## 1、 绝缘性能

继电器绝缘电阻的测试一般都使用兆欧表,被测继电器应置于优质绝缘板上,测试电压应符合各种产品技术要求规定,一般加电压 2S 之后的最小值即为被测。介质耐压测试时在最高电压(110%额定电压)下保持 1-5 秒,有争议时应以额定电压保持 1 分钟为准。

## 2、 时间参数

时间参数的测量电路如图 5 所示,也可以用其他合适的电子仪器、仪表代替,但触点负载应为阻性,测动作、释放及回跳时间用  $10\text{mA} \times 6\text{V}$ (阻性负载),测稳定时间负载为  $50\text{mA} \times 50\text{mV}$ (阻性负载)。仪器的分辨为  $1\mu\text{S}$ 。测量动作时间应以额定工作电压的下限激励,测量释放时间应从额定工作电压的上限切除。其典型波形图如图 6:

### 3、外形尺寸

外形尺寸检查的依据是外形图，测量引出端位置尺寸时，应在距底板 3 毫米范围内测量，测量时所施外力不得造成继电器的任何损伤。若无特殊规定，第 1~5 条测量均在正常气候条件下进行：温度 15~35 摄氏度，相对湿度 45%~75%，大气压力 86.7~106.7kPa。

## ●电磁继电器试验简介

电磁继电器试验包括环境试验、功能试验，试验项目有 40 多项。大部分项目与其它电子产品相类似，下面仅有一些重要的功能试验进行说明（参照 GB/T10232-94 有或无机电继电器测试程序）。

### \*温升试验

试验目的：测定继电器线圈温升是否超过极限值。

试验方法：在规定的温度下，将继电器放置在 20×20×20cm 的封闭箱体内，触点加额定负载电流，线圈加规定的激励值，当线圈达到热平衡时，测得线圈电阻，求出线圈温升。

说明：一般情况下，环境温度为室温，线圈加额定电压。有些厂家采用环境最高温度为测试温度，得出线圈温升较低。有些厂家采用线圈加 110%额定电压测试，得出线圈温升较高。继电器线圈达到稳定温升时间约 2 小时。

### \*电寿命

试验方法：在标准试验条件下，触点加规定负载，线圈激励值为额定电压，以规定的负载比和通断频率进行触点开断循环，在完成 10%、50%、75%、100%的规定循环次数时，检查触点的工作情况，按规定失效判据判断继电器是否达到规定的电寿命要求。

说明：1) 负载比一般为 50%，也可以 15%、25%、40%、60%。

2) 通断频率一般选用 600 次/小时、1200 次/小时、1800 次/小时，国外也选用 360 次/小时。

3) 失效判据：触点永久粘接、触点不通、吸合电压高于最大吸合电压、释放电压低于最小释放电压、绝缘电阻不良等。

### \*机械寿命

试验目的：评定继电器在额定激励条件下，在全部扩展的循环次数内的机械性能。

试验方法：在常温状态下，触点不加负载，线圈激励值为额定电压，以规定的通断频率进行触点开断循环，在完成 10%、50%、75%、100%的规定循环次数时，检查触点的工作情况，

按规定失效判据判断 继电器是否达到规定的机械寿命要求。

说明：1) 通断频率一般选用 18000 次/小时。

2) 失效判据：触点不通、吸合电压高于最大吸合电压、释放 电压低于最小吸合电压、绝缘电阻不良等。

3) 循环次数：一般为 106 次或 107 次。

## ●继电器的选用原则

### 外形、安装方式、安装脚位

继电器的外形、安装方式、安装脚位形式很多，运用时必须按整机的 具体要求，考虑继电器高度和安装面积、安装方式、安装脚位等。这 是选择继电器首先要考虑的问题，一般采用以下原则：

1、 满足同样负载要求的产品具有不同的外形尺寸，根据所允许的 安装空间，可选用低高度或小安装面积的产品。但体积小的产品有时 在触点负载能力、灵敏度方面会受到一定限制。

2、 继电器的安装方式有 PC 板、快速连接式、法兰安装式、插座 安装式等，其中快速连接式继电器的连接片可以是 187#或 250#。对体 积小、不经常更换的继电器，一般选用 PC 板式。对经常更换的继电器，选用插座安装式。对主回路电流超过 20A 的继电器，选用线速连接式，防止大电流通过线路板，造成线路发热损 坏。对体积大的继电器，可选用法兰安装式，防止冲击、振动条件下， 安装脚损坏。

3、 安装脚位：一般考虑线路板布线的方便，强弱电之间的隔离。 特别应考虑安装脚位的通用性。有些公司的产品在设计风格上较为独 特，所以脚位很特别，这样的产品大部分是为特定用户设计，其它生 产厂因考虑市场问题不愿开发，选用后供货较难。

### 输入参量

不同类型的电磁继电器的输入参量分为：交流输入参量、直流输入参 量、脉冲输入参量。在选用时考虑以下参数：

- (1) 线圈功耗
- (2) 吸合电压、释放电压
- (3) 不吸合电压、保持电压（一般不要求保证，特殊情况可特殊订 货）
- (4) 线圈的最大连续通电电压
- (5) 线圈电阻

- (6) 交流继电器的线圈阻抗
- (7) 线圈温升
- (8) 交流输入参量的频率
- (9) 脉冲输入参量的脉宽

对各种输入参量的通用选用注意事项：

1、线圈电阻随环境温度的变化而变化，对继电器吸动、释放电压有一定的影响，不同继电器的影响程度不同。不考虑结构影响，70℃下的吸合电压一般比20℃下的吸合电压高20%左右。

2、在继电器常开触点闭合后，一般要求线圈上应施加最低动作电压以上电压，最好为额定电压，不推荐使用低保持电压，因为这样会减弱产品抗振性及承载能力。

3、长期施加在线圈上的电压值，一般应小于120%额定电压，若需达到130%额定电压及以上值时，应与生产厂协商。特别在高温下使用，会造成线圈温度过高，老化加速。

4、采用开关控制继电器线圈通断时，应考虑开关触点回跳的影响。

5、用可控硅控制交流负载继电器的线圈时，可能造成每次在负载的同一相位开断，若正好为负载电压的峰值，继电器寿命将大大缩短。还应避免可控硅误触发。

6、直流继电器释放电压一般为5%-10%额定电压，交流继电器释放电压一般为10%-30%额定电压。当线路上剩余电压过大，会造成继电器不释放。

7、电压规格的选用应尽量采用通用规格，直流为12VDC、24VDC、交流为110VAC、220VAC。

8、当继电器线圈通电一段时间后，线圈发热。这时进行继电器触点切换动作，其吸合电压高于冷态吸合电压，可能造成继电器不动作。

对各种输入参量的特殊要求说明如下：

#### 1、交流输入参量

(1) 交流频率：交流继电器输入电压（电流）的频率一般为50Hz或60Hz。由于二者线圈的感抗不同，吸动电压、线圈温升有明显差异。国内厂家一般按50Hz生产，若需要使用60Hz电源，应给予声明。

(2) 电流波形：交流电压波形应尽量为正弦波，严重的波形畸变可能引起继电器线圈过热、动作电压变化及产生交流噪声。

(3) 环境温度：交流继电器由于存在涡流损耗和磁滞损耗，温升较高，一般为50℃到80℃。工作环境温度不宜过高。当提高环境温度时，要求漆包线及绝缘材料的耐温等级相应提高，继

电器成本将大幅度上升。

(4) 交流噪声：继电器工作时，会发出交流噪声。初始要求小于 45dB（分贝），实际使用中，由于磁极间出现砂尘等污物以及随着机械参数的变化，交流噪声会有所增大。因定量检测较为困难，一般要求在正常环境条件下，放置距耳朵 50cm 处，听不到交流声。测试的电压范围从吸合电压到 110%额定电压之间。

(5) 吸动电压：交流继电器的吸动电压一般小于 80%VH(额定工作电压以下同)；允许最高吸动电压 $<90\%VH$ 。用供电电压直接激庵的继电器，当供电电压波动幅度大于 $\pm 10\%$ 时，将可能导致继电器的失效，国内的农村电网电压很低，应特别注意。电压过低，吸动不可靠，会出现似吸非吸而失效；电压过高，温升上升，继电器绝缘受损而失效，以上两种情况均可能造成继电器烧毁。

(6) 交流继电器在吸合时的线圈阻抗小于稳定时的线圈阻抗，吸合时会产生冲击电流，在线路设计时应给以考虑。

(7) 可靠性：一般情况下，交流继电器可靠性低于直流继电器。

## 2、直流输入参量

(1) 选择直流继电器，突出问题是灵敏度（线圈额定功耗）问题，L 与输出功率大小、外形尺寸、环境条件（环境温度、振动、冲击等）有关，确定继电器灵敏度应十分谨慎，不可片面强调灵敏度，而牺牲其他性能。

当对灵敏度要求不高时，可采用一般灵敏度的直流继电器；当灵敏度要求较高，输出功率为强电，环境条件苛刻，可用固态继电器、中等灵敏度的继电器；要要求高灵敏度（如 0.2W 以下）时，可选用标称灵敏度较高的继电器，或者采用混合继电器、极化继电器。但混合继电器的价格较低高，体积较大；极化继电器环境适应性较差，负载能力不高。

(2) 当要求有很低的电力损耗时，可采用磁保持继电器。它不需要连续供电，只需提供一个足够大的脉动电压，就可保证产品吸合，但线路设计较为麻烦，需提供正反向电压。

(3) 直流线圈两端可并联续流二极管，防止过高的反向电压，但应考虑电源极性。

(4) 施加在继电器线圈上的动作电压应超过规定的吸合电压值，且为阶越电压。低斜率的爬升电压，会造成继电器运输队和时间延长，甚至触点熔焊。

## 3、脉动输入参量

(1) 磁保持继电器出厂时，处于复位状态（常开触点断开，常开触点闭合）。由于运输等过程受到冲击作用于，继电器触点可能处于置位状态（常开触点闭合，常才触点断开），为

避免使用时出现故障，建议在装配前进行触点状态检测，或在主回路通电前对线圈施加复位电压，保证触点状态正确，对于便携式产品应特别注意。

(2) 磁保持继电器的线圈驱动脉冲应足够宽，建议取 5 倍动作时间以上，保证可靠动作。

(3) 在使用双线圈磁保持继电器时，双线圈不可同时施加电压，以避免误动作。

(4) 对单线圈磁保持继电器，其线圈不应串联续流二极管，以免续流引起继电器动作，驱动线路应选择有足够耐压的元件。

## ●输出参量

继电器输入参量选用时应考虑以下参数

- (1) 触点组数
- (2) 触点形式
- (3) 触点负载
- (4) 触点材料
- (5) 电气寿命、机械寿命

### 1、触点负载

大多数继电器负载能力，只标出最大纯阻性负载，但用户实用的往往不是纯阻性负载，而是感性的、灯的、电机的或容性的负载，则触点负载大小应降额使用。

应该强调，触点故障是继电器失效的主要原因。触点在不同负载类型、不同负载大小条件的电接触特性、失效现象及失效机理是有差别的，下面分别进行说明：

#### (1) 白炽灯

由于白炽类钨丝冷态电阻很小，接通瞬间的浪涌电流高达稳态电流 15 倍。如此大的浪涌电流会使触点迅速烧蚀，甚至产生熔焊失效。一般可串入限流电阻来减少浪涌电流。

#### (2) 电机负载

电动机静止时输入阻抗很小，启动瞬间浪涌电流很大。当电动机启动后，产生内部电动势，致使触点电流趋于减小，关断时，触点间出现反电势，常常会引起拉弧，造成触点烧蚀。

#### (3) 感性负载

电感器、扼流圈接通瞬间，电磁线圈有抑制电流上升的功能，不会出现浪涌电流；电磁铁、接触器线圈接通瞬间会出现浪涌电流；这四种负载关断时，贮存在电磁线圈中的电磁能通过触点间燃弧消耗掉，这将导致触点烧蚀，金属转移、粘接。采用 RC 网络、二极管、压敏电阻等触点保护装置可减少触点的烧蚀。

#### (4) 容性负载

容性电路的充电电流可能非常大，开始时，电容器类似短路，其电流仅受线路电阻的限制。有时，用户并未意识到其负载是容性的，实际上，长的传输线、消除磁干扰的滤波器、电源等都是强容性的。串联限流电阻，可以减少接通瞬间的浪涌电流。

#### (5) 直流负载

直流负载比交流负载难断开，因为交流电压波形存在过零点，在电压过零时，输入电能为0，电弧无法维持燃烧而熄灭，直流电压没有过零点，触点开断瞬间，即产生电弧，且由于外加电压持续保持，只有电弧被拉长，不能自持而熄灭。电弧热能会使触点严重烧损，直流电流总是朝一个方向流动，会引起触点材料转移加剧。

#### (6) 低电平

低电平一般指开路电压为 $10\sim 100\text{mV}$ ，触点转换电流为微安级到 $10\text{mA}$ ，由于吸附在触点表面的有机特、化合物难以在转换负载时消除，导致触点接触电阻大而不稳定，电流不稳定，触点压降递增，最终失效。

选用注意事项：

- A 最大开断电压、最大开断电流、最大开断功率均不应大于规定值。
- B 直流负载电压超过 $30\text{VDC}$ 时，允许开断的电流随负载电压升高急剧下降，选用时，应进行负载试验。
- C 触点负载应大于最小允许负载，避免信号传输错误。
- D 载开断频率应低于规定值，若无规定，可按低于 $10$ 次/分钟考虑。
- E 使用多组触点继电器时，应保持负载在电源的同一相，避免继电器故障时，产生短路现象。
- F 在利用继电器控制的线路中，应充分考虑继电器的各种触点短路、开路故障，避免因此造成电源短路等严重的事故。
- G 一般情况下，实际开断阻性负载应适当低于额定阻性负载， $50\sim 70\%$ 为建议值。
- H 继电器使用于除阻性负载外的其他负载时，应尽量进行实际负载开断试验。
- I 在选择继电器时，不要只根据外壳上标注的负载值，而应以制造商提供之产品承认书标称为准。
- J 产品使用于低电平负载场合时，应选用相应的继电器，必要时选用双触点继电器。最好选用具有叉触点的继电器。
- K 继电器正常使用时可以不加减电弧电路，在开断具有冲击电流、冲击电压的负载时，加入

适当的减弧电路可以延长产品寿命，但特别应防止电路振荡，以免产生相反效果，应尽根据实际电路进行减弧效果测试。

L 继电器的触点额定负载与寿命是指在额定电压、电流下，负载为阻性的动作次数，超出额定电压时，可参照触点负载曲线选用，当负载性质改变时，其触点负载能力将发生变化。

用户可参照表 10 变换触点负载电流。

M 继电器外罩上只标阻性额定负载值，其他性质的额定负载请看详细技术条件，其浪涌电流大小请参考下表

性质	浪涌电流	浪涌时间	备注
阻性	稳态电流		$L \leq 10-4H$ 或 $\cos \phi = 1$ 0- 0.01
螺线管	10~20 倍稳态电流	0.07~0.1	应当看作感性负载，但当 $T=L/R < 10-4S$ 时可视为阻性负载
马达	5~10 倍稳态电流	0.2~0.5	可用 5~6 倍电流的阻性负载来代替试验
白灯	10~15 倍稳态电流	0.34	
汞灯	约 3 倍稳态电流	180~300	
霓虹灯	5~10 倍稳定电流	<10	
钠光灯	1~3 倍稳态电流		
容性负载	20~40 倍稳态电流	0.01~0.04	长输送线、滤波器、电源类应看作
变压器	3~15 倍稳态电流		
电磁接触器	3~10 倍稳态电流	0.02~0.04	

## ●时间参量

继电器的时间参量选择时，应考虑以下参数：

- (1) 吸动时间
- (2) 释放时间
- (3) 吸动回跳时间
- (4) 释放回跳时间

选用时注意事项：

- (1) 继电器产生时一般不要求测试回跳时间，若有要求时应特殊订货。
- (2) 由于继电器触点具有回跳现象，特别是释放回跳时间较长，在电路设计时应考虑。如：在应用于计数电路，回引起计数错误。

(3) 加入短时间强电压，可缩短吸合时间，也不会造成温升过高，但可能引起回跳时间过长，最好进行实际负载试验。

(4) 在测试继电器时间参量时，应将继电器线圈与其他元件断开，以免影响测试准确性。

(5) 当线路中具有反馈回路时，应在继电器触点连到稳定闭合时测试反馈参数。

(6) 继电器的时间常数是一个结构参数，与结构，材质关系非常大，生产时具有不可控制性，因此，对于时间要求高的场合（如时序控制）一般不宜使用。

## ●环境条件

### 1、高温

(1) 高温条件下，绝缘材料软化、熔化；低温条件下，材料龟裂，绝缘抗电性能下降，以致失效。

(2) 高、低温交替作用下，造成结构松动，活动部件位置发生变化，导致吸合、释放失控，触点接触不良或不接触。

(3) 高温条件下，线圈电阻增大，吸动电压相应增大，造成不吸动或似吸非吸，导致继电器失效。

(4) 高温条件下，触点切换功率负载时，断弧能力降低，触点腐蚀、金属转移加剧，失效可能性增加，寿命缩短。

(5) 低温条件下，继电器内部水汽凝露、结冰，导致绝缘性能下降、零件生锈失效等，因此，在零度以下的低温环境中，应尽量选用全密封的继电器。

(6) 对于需要在极限高温或者极限低温下使用继电器时，需与继电器生产厂协商，进行必要的改进和试验后，才能使用。设计线板时，应尽量远离发热元件。

### 2、湿热

湿热对继电器性能构成威胁，具体表现如下：

(1) 长期湿热将直接导致绝缘抗电水平的下降，以致完全失效。

(2) 非密封继电器在湿热条件下，线圈因电化学腐蚀或霉变而为断线，触点电化学腐蚀、氧化加剧；金属零件腐蚀速度显著上升，继电器性能变坏，工作可靠性变差，以致完全失效。

(3) 在湿热条件下，触点带电切换负载时，接弧现象加剧，导致电寿命缩短。

(4) 避免在湿热环境下，贮存或使用非密封继电器。湿度过大时会由于塑料吸潮而导致继电器失效。

### 3、低气压

低气压条件下，将对继电器产生以下不良影响：

- (1) 绝缘零、部件的绝缘电阻、介质耐压下降，触点断弧能力下降，寿命降低。
- (2) 继电器散热变坏，温升增高。对功耗大的继电器的影响尤为明显，对于民用继电器，低气压的影响不明显。

#### 4、冲击、振动

冲击、振动条件下，将对继电器产生以下不良影响：

- (1) 造成结构松动、损伤、断裂而丧失工作能力。
- (2) 闭合触点产生大于规定要求的瞬间断开。

#### 5、选用注意事项：

- (1) 产品使用条件一般要求基本处于标准+试验条件范围内，对于使用条件比较严酷时，必须通知生产厂。
- (2) 在较高温度下工作时，线圈两碳施加的电压应适当升高，开断负载应降低。
- (3) 在潮湿（湿度超 RH85%）、腐蚀性气氛条件下使用时，应采用塑封继电器。
- (4) 继电器作为一个机电元件，比其他电子产品抗振动、冲击性能差，产品使用过程中，应避免受到强冲击、碰撞、跌落。
- (5) 当产品可能受到大于规定的振幅或振动频率的振动时，应进行相应试验。
- (6) 装配使用过程中应避免继电器经受过长时间焊接热，导致继电器的引出脚发生松动、转动、拉出、压入等故障，而使继电器失效。

## ●安全要求

继电器安全要求使用时考虑以下参数：

#### 1、绝缘材料

产品使用的绝缘材料应具有良好的阻燃性能及足够的耐温性能，一般要求满足级阻 94V-0 级阻燃，长期使用温度应达到 120℃。

#### 2、绝缘抗电水平

继电器的耐压分为触点间耐压、触点线圈间耐压、触点组间耐压。选择时应根据线路各部分不同的要求确定是否满足要求。继电器的各部分间的绝缘电阻一般为同一个值，典型值是 100M、100M。

#### 3、安全规格要求

为防止解电及火灾，继电器产品必须合有关国家的安全规定，如美国 UL、加拿大 CSA、德国

TUV、VDE、中国 CQC 等

## ●电磁兼容

电磁兼容(EMC)是电器装置或系统在电磁环境中工作时不干扰或不受干扰的能力。EMC 已经成为产品质量的一个重要判断标准。电磁兼容(EMC)分为电磁干扰(EMI)和电磁抗干扰(EMS)。由于一般用途电磁继电器在 EMI 和 EMS 方面出现故障的几率较低,所以在世界范围内还没有此方面专门的标准,不过还是需要进行一些说明:

- 1、当线路上的干扰源,造成继电器线圈电压发生突变时,可能造成继电器误动作。
- 2、当继电器周围具有强磁场时,也可能造成继电器误动作。应避免与大变压器、喇叭等器件紧靠排列。
- 3、继电器线圈在断开时,会有反向电压,可并联续流二极管,降低反向电压。
- 4、继电器触点开断时产生电弧,发射出电磁波,会影响 IC 工作,如果出现这种情况,可在触点加灭弧电路。可以适当加大继电器与 IC 的距离。
- 5、线路板设计时应注意强、弱电间的影响。

## ●安装、使用要求

### 1、安装、储存

(1) 引出端的位置应与印刷板的孔位吻合,任何配合不当都可能造成继电器产生危险的应力,损害其性能和可靠性。请参照制造商样本中的打孔图打孔,当采用机器插装时,应向制造商特别要求引脚垂直度。

(2) 插装过程中不能对继电器外壳施加过大压力,以免外壳破裂或动作特性变化。

(3) 继电器插入线路板后,不得板弯引出脚,以免影响继电器密封或其他性能。

(4) 快速连接脚的插、拔压力为 3~7 公斤力,PCB 引出脚的插拔力的一般为 0.2~0.5 公斤力,太大的压力会造成继电器损坏。压力太小影响接触可靠性。

(5) 安装继电器时不应接触引出脚,以免影响焊接性能。

(6) 相邻安装的影响:许多继电器紧挨着安装在一起会产生热量叠加,可能会导致非正常高温,安装时应在彼此间留有足够的间隙,防止热量累积,确保继电器的实际使用环境温度不超过样本规定。

(7) 特别强调的是,在安装时若不慎继电器掉落或受到撞击后,电气参数虽然合格电气机械参数可能发生较大的变化,存在严重隐患,应尽量不使用。

(8) 继电器应在洁净的环境中存储和安装。

(9) 应注意监测存储温度，尽量避免继电器存储时间过长。

## 2、涂焊剂

非塑封继电器极易受焊剂的污染，建议使用抗焊剂或塑封式继电器以防止焊剂气体从引出端和底座与外壳的间隙侵入，此类继电器适合用多跑涂焊剂和喷焊剂工艺，抗焊剂式继电器如采用预热烘干（100°C 1 分钟），则可进一步防止焊剂侵入。

## 3、焊接工艺

当使用涂焊剂或自动焊接时，应小心，不要破坏继电器性能，抗焊剂式继电器或塑封式继电器可适用于浸焊或波峰焊工艺，焊锡温度在 250°C 左右，时间 5~10 秒。但焊锡不超过线路板。手工焊接温度为 350°C 左右，时间 2~3 秒。

## 4、清洗工艺

焊接后先进行冷却，再清洗。应避免对非塑封继电器进行整体清洗。塑封式继电器的清洗应采用适当的清洗剂，建议使用水或酒精，若使用其他溶剂清洗时，应注意外壳表面印刷的标志是否脱落，避免使用超声波清洗，以免产生解点冷焊及其他损坏。在清洗和干燥后，应立即进行通风处理，使继电器降至室温。

\*若需对继电器进行整体清洗及超声波清洗，可在订货前与高登营销部讨论，以便使用特殊工艺进行产品制造。

## 5、涂胶

有时为保证线路板耐潮。高绝缘，需对线路板进行涂胶处理，应尽量选用不含硅的较柔软的胶。避免采用高温下对继电器整体灌胶对盖。

## 6、使用要求

通常人们所说的产品可靠性是指产品的工作可靠性，其被定义：在规定的条件下和规定的时间内完成功能的能力。它由产品的固有可靠性有使用可靠性组成，前项由产品的设计和制造工艺决定，而后项与用户的正确使用及生产厂商销售前、销售后服务有关。用户使用时应注意以下各项、

(1) 线圈使用电压在设计上最好按额定电压选择，若不能，可参考温升曲线选择。使用任何小于额定工作电压的线圈电压将会影响继电器的工作。注意线圈工作电压是指加到线圈引出端之间的电压，特别是用放大电路来激励线圈务必保证线圈两个引出端间的电压值。反之超过最高额定工作电压时也会影响产品性能，过高的工作电压会使线圈温升过高，特别是在工作安全，对磁保持继电器，激励（或复归）脉宽应不小于吸合（或复归）时间的 3 倍，否则产品会处理

中位状态。用固态器件来激励线圈时，其器件耐压至少在 80V 以上，且漏电流要足够小，以确保继电器的释放。

激励电源：在 110%额定电流下，电源调整率 10%（或输入阻抗 $<5\%$ 的线圈阻抗），直流电源的波纹电压应 $<5\%$ 。交流波形为正弦波，波形系数应在 0.95~1.25 之间，波形失真应在 10%以内，频率变化应在 1Hz 或规定频率的 1%之内（最较大值）。其输出功率不小于线圈功耗。

### （2）瞬态抑制

继电器线圈断电瞬间，线圈上可产生高于线圈额定工作电压值 30 倍以上的反峰电压，对电子线路有极大的危害，通常采用并联瞬态抑制（又叫削峰）二极管或电阻的方波加以抑制，使反峰电压不超过 50V，但并联二极管会延长继电器的释放时间 3~5 倍。当采样时间要求高时，可在二极管一端串接一个合适的电阻。

### （3）多个继电器的并联和串联供电

多个继电器并联供电时，反峰电压高（即电感大）的继电器会向反峰电压低的继电器放电，其释放时间会延长，因此最好每个继电器分别控制后再并联才能消除相互影响。

不同线圈电阻和功耗的继电器不要串联供电使用，否则串联回路中线圈电流大的继电器不能可靠工作。只有同规格型号的继电器可以串联供电，但反峰电压会提高，应给予抑制。可按分压比串联电阻来承受供电电压高出继电器的线圈额定电压的那部分电压。

### （4）触点负载

加到触点上的负载应符合触点的额定负载和性质，不按额定负载大小（或范围）和性质施加负载往往容易出现问題。只适合直流负载的产品不应用于交流场合。能可靠切换 10A 负载的继电器，在低电平负载（小于 10mA $\times$ 6A）或干电路路下不一定能可靠工作。能切换单相交流电源的继电器不一定适合切换两个不同步的单相交流负载；只规定切换交流 20Hz（或 60Hz）的产品不应用来切 400Hz 的交流负载。

### （5）触点并联和串联

触点并联使用不能提高其负载电流，因为继电器多组触点点动作的绝对不同时性，即仍然是一组触点在切换提高后的负载，很容易使触点损坏而不接触或熔焊而不能断开。触点并联对“断”失主可以降低失效率，但对“粘”失误则相反。由于触点失主以“断”失误为主要失效模式，故并联对提高可靠性应予肯定，可使用于设备的关键部位。但使用电压不要高于线圈最大工作电压，也不要低于额定电压的 90%，否则会危及线圈寿命和使用可靠性。触点串联能够提高其负载对“粘”失误可以提高其可靠性，但对“断”失误则相反。总之，利用冗余技术

来提高触点工作可靠性，务必注意负载性质、大小及失效模式。

#### (6) 切换速率

继电器切换速率应不高于其 10 倍动作时间和释放时间之和的倒数（次/S），否则继电器触点不能稳定接通。磁保持应在继电器技术标准规定的脉冲宽度下使用，否则有可能损坏线圈。

## ●继电器常见故障及解决方案

### 继电器接触部分失效

序号	失效原因	预防措施
1	漆包线存在质量问题，铜线断裂。	选定可靠供应商，按要求对漆包线进行检验。
2	漆包线松弛量不够，一般在引出脚压弯处断裂。	在线圈绕制时保证有一定松弛量。
3	生产过程中受外力作用断裂。	生产过程中加强管理，防止线圈受利器损害。
4	沾锡温造成铜线发脆断裂，在断裂处有发黑现象。	规定合理的沾锡温度，并定时检测。
5	沾锡温度过低造成虚焊，引起线圈不导通，虚焊处有明显漆层未溶化现象。	规定合理的沾锡温度，并定时检测。
6	线圈一簧片间高压击穿引起漆包线断裂，一般发生在靠近轭铁处。	在产品的设计时，对耐压参数留有合理余量，绕线时，避免线圈散圈。

## ●触点不导通

序号	失效原因	预防措施
1	触点表面有粉尘，塑料屑等颗粒附着造成接触不良。	零件生产时对塑料毛边清理干净，塑件预先水洗，成品装配中设置静电吹气工序。
2	运输过程中产生受较大的振动、冲击引起机械参数的变化直至衔铁吸合后触点不导通。	进行合理的产品包装。
3	机构动作不灵活或施加在线圈上的电压过低，造成继电器不动作或动作不到位，引起触点不导通。	在产品的设计、零件生产时，加强机构可靠性分析

## ●绝缘电阻或耐压低

序号	失效原因	预防措施
1	当继电器中的塑料吸收水分、密封胶水未干，会引起绝缘电阻、耐压失效，一般烘干后就变正常。	产品生产时应保证塑料件的干燥，产品设计时留有合理的参数余量。
2	继电器底座沾有松香、醇性助焊剂及其它的电解质溶液会造成绝缘电阻、耐压下降，一般经酒精清洗后就变正常。	产品沾锡时减少助焊剂用量。
3	线圈绕制过满或导体间距离太小时会引起耐压击穿。	在产品设计时，对耐压参数留有合理余数。绕线时，避免线圈散圈。