

继电器术语解释及使用指南

前 言	234
一、选型和订货	234
1. 选型要点	234
2. 触点负载	235
3. 线圈规格	235
4. 外形和安装	235
5. 质量等级	236
6. 环境等级	236
7. 性能	236
二、订货标记示例	237
三、主要参数测试	237
1. 动作、释放电压值测试	237
2. 线圈电阻	238
3. 接触电阻	238
4. 绝缘电阻和介质耐压	238
5. 时间参数	238
6. 密封检漏	238
四、继电器的应用	239
1. 运输和贮存	239
2. 安装与焊接	239
3. 驱动与保护	239
4. 触点	241
五、质量等级和筛选	243
1. 质量等级	243
2. 筛选	243
六、失效率和失效分析	244
1. 失效率	244
2. 失效分析程序	244
3. 常见的失效模式及分析	245



前言

本分册收录了宏发密封电磁继电器三大系列，其中：

● **TO-5继电器**：产品符合国军标和美军标系列型谱要求，失效率等级达M级。外形有圆型、方型，可带瞬态抑制二极管，触点负载0.5A~1A。

● **晶体罩继电器**：产品符合国军标和美军标系列型谱要求，失效率等级达M级，有1/6晶体罩、1/5晶体罩、1/2晶体罩，可带瞬态抑制二极管，触点负载1A~10A。

● **立方英寸继电器**：产品符合国军标和美军标系列型谱要求，失效率等级达L级，有1/5立方英寸、2/5立方英寸、1/2立方英寸、1立方英寸等。结构为平衡力结构，耐环境指标高，触点负载5A~25A。

一、选型和订货

1. 选型要点

选型要点见下表1。

表 1

项 目		考 虑 要 点	影 响 因 素
触点负载	负载特性	大小（电流、电压）、种类（感性或阻性等）？	<ul style="list-style-type: none"> ● 环境温度 ● 触点材料 ● 负载特性
	电寿命	开关频率、动作次数？	
	触点组数	一组、二组、三组、四组、六组？	
	触点形式	常开、常闭、转换？	
线圈规格	额定电压	大小（电压）、正负极性？	<ul style="list-style-type: none"> ● 环境温度 ● 电源波动
	线圈电阻	大小？	
	线圈功率	功耗大小？	
外形安装	外形尺寸	长×宽×高？	<ul style="list-style-type: none"> ● 安装空间 ● 焊接方式 ● 固定方式
	引出端形式	焊针式、焊钩式？	
	安装方式	方式0、方式1、方式2、方式3？	
质量等级	质量等级	普军、七专（G、G+）、贯军标产品？	<ul style="list-style-type: none"> ● 质量要求 ● 环境要求
	失效率等级	L、M级？（L、M级产品的环境等级为III级）	
环境等级	I级、II级和III级	环境温度范围、低气压大小？ 冲击和振动大小？	<ul style="list-style-type: none"> ● 温度、气压 ● 冲击、振动
	性能	密封性	泄露率大小（Pa·cm ³ /s）？
介质耐压		大小（电压）？	
绝缘电阻		大小（MΩ）？	
动作释放时间		大小（ms）？	
动作释放电压		大小（ms）？	
其他	特殊要求	客户要求	



2. 触点负载

实际负载中有：阻性负载、直流感性负载、电机负载、灯负载、容性负载和低电平负载等，继电器对不同性质负载的切换能力和触点设计参数有关，建议用户能将实际负载参数提供给制造厂与之协商，并通过试验验证加以确定，以保证使用的可靠性，不同性质负载的电流变换可参考表2。

表 2

额定阻性负载	直流感性负载	电机负载	灯负载
100%	20%	17%	10%

继电器触点形式见表3。

表 3

名称	字母代号	电路符号	说明
常开(动合)触点	H		继电器被激励而动作后，其触点就闭合，左图电路符号为动作前的初始状态
常闭(动断)触点	D		继电器被激励而动作后，其触点就断开，左图电路符号为动作前的初始状态
转换触点	Z		继电器被激励而动作后，其触点接通和断开状态相互转变，左图为动作前的初始状态

3. 线圈规格

线圈规格是指线圈电压的规格，常见的额定电压有6VDC、12VDC、24VDC、27VDC和28VDC等。为了保证继电器工作可靠，应以额定电压施加于继电器线圈两端，而不是动作电压。

4. 外形和安装

一般继电器的外形尺寸都有一定的公差，设计时，推荐按说明书中规定的最大尺寸进行设计，焊接和安装具体要查看所选规格产品的引出端形式和安装方式，特殊要求的可以订制。以下以晶体罩继电器(JZC-200MH)为例，见图1。

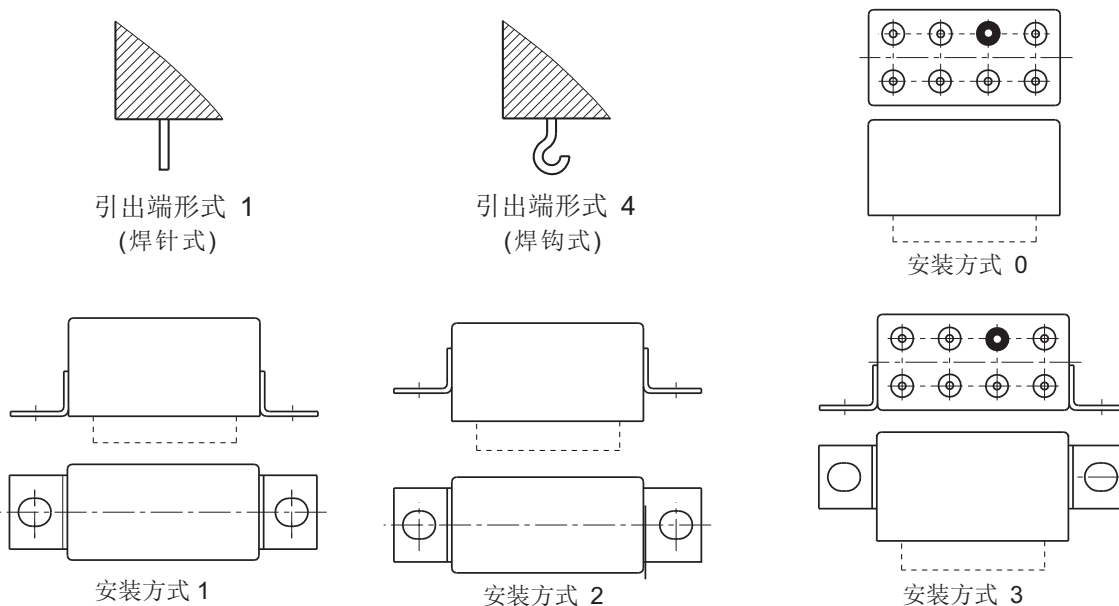


图 1

5. 质量等级

继电器的质量等级分为：普军级、七专级、七专加严级和贯军标(有失效率等级)产品，可根据实际需要选用不同质量等级的继电器。

6. 环境等级

根据环境温度、相对湿度、低气压、冲击和振动的严酷程序把环境应力分成三个等级：I级、II级和III级，不同结构产品指标不同，选择时应查看对应产品标准或说明书，具体见表4(以JZC-200MM为例)。

表4

环境等级	I	II	III
环境温度	-55 °C ~ 85 °C	-55 °C ~ 85 °C	-65 °C ~ 125 °C
低气压	58.53 kPa	4.39kPa	4.39 kPa
正弦振动	频率范围	10 Hz ~ 1000 Hz	10 Hz ~ 2000 Hz
	加速度	147 m/s ²	196 m/s ²
冲击	490 m/s ²	735 m/s ²	980 m/s ²
随机振动	—	20 (m/s ²) ² /Hz	40 (m/s ²) ² /Hz
稳态加速度			490 m/s ²

7. 性能

性能参数主要考虑动作与释放时间、动作与释放电压、介质耐压、绝缘电阻，以及密封性等。

测量常闭静触点和动触点的接触电阻，继电器应处于不激励状态，测量常开静触点与动触点的接触电阻时，继电器处于激励状态。

测试动作、释放及回跳时间时负载为10 mA，6V（阻性负载），失效率等级为M级的继电器测量稳定时间的负载为50μA，50 mV（阻性负载），仪器的分辨率为1 μs。

图2为测量动作和释放时间及触点回跳时间的典型电路和典型波形图。

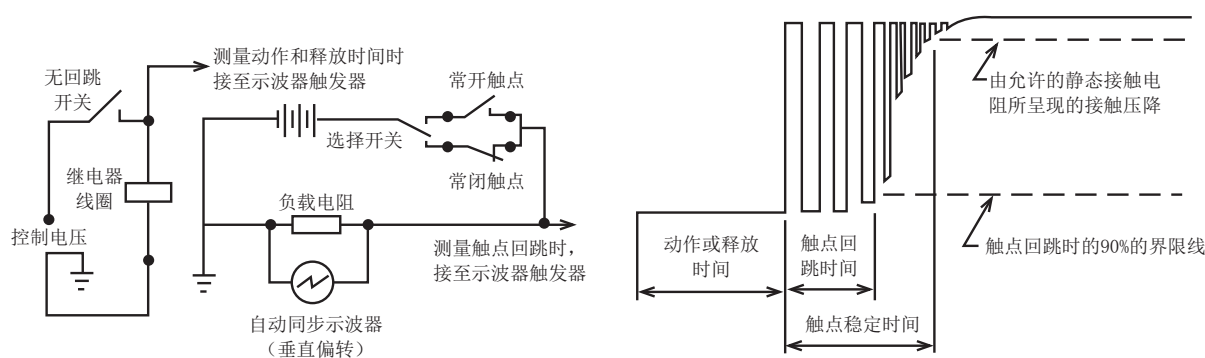


图2

二、订货标记示例

订货标记包括了继电器的基本信息，以JZC-200MF为例来说明，见表5和表6。

表5：有L或M失效等级的订货标记图

	JZC-200MF	-012	L	-0	1
继电器型号					
规格序号	005、006、009、012、024、027				
失效率等级	L、M（环境等级Ⅲ）				
安装方式	0、1、2、3（见安装尺寸图）				
引出端形式	1、3、4（见引出端形式示图）				

表6：无失效等级的订货标记图

	JZC-200MF	-012	-0	1	- I	(XXX)
继电器型号						
规格序号	005、006、009、012、024、027					
安装方式	0、1、2、3（见安装尺寸图）					
引出端形式	1、3、4（见引出端图示）					
环境等级	I、II、III 可选					
质量等级	(J)、(G)、(G+) 可选					

三、主要参数测试

1. 动作、释放电压值测试

继电器的不动作值、动作值、保持值、释放值测试按图3所示的测试程序图进行。该测试程序最大优点是测试的参数重复性好，它并不表示实际使用中继电器要先磁化，后工作。下图3表示动作、释放时间测试程序图。

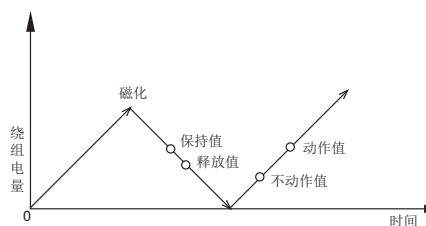


图3

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，测试时间要尽量短，以避免线圈温度升高，影响测量准确性。线圈电阻对测量时的环境温度比较敏感，所以测试前1h~2h内产品置于测试环境下（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25℃）下的值 R_0 ，换算公式为：

$$R_a = R_0 [1 + \alpha (T_a - 25)]$$

式中： T_a 为环境温度（℃）

α 为电阻温度系数（铜导线的温度系数按0.004/℃计算）

3. 接触电阻

测量时，加在触点上的负载要符合国军标规定，应控制触点测试信号的电压和电流值，负载应在触点达稳定闭合之后施加，触点断开之前切除。另外还要注意以下几点：

- 1) 应用于功率负载的触点测试电压小于6V，电流小于100mA（高电平）。
- 2) 应用于低电平负载的触点测试电压应小于30mV，电流应小于50μA。
- 3) 凡经过高电平测试（或工作）过的触点不应再使用到低电平电路中去。

4. 绝缘电阻和介质耐压

继电器绝缘电阻测试一般都使用兆欧表，被测继电器应置于优质绝缘板上，测试电压应符合国军标相关规定（一般情况下为500Vd.c.），测得的最小值即为被测值。

对于线圈含瞬态抑制二极管的继电器，绝缘电阻和介质耐压参数测试时应将线圈引出端短接，以免损坏内置二极管。

介质耐压测试时一般采用规定电压的1.1倍，最大允许漏电流为1mA，保持时间1s，有争议时应以规定电压下保持时间1min为准。

5. 时间参数

下图4表示时间参数定义示意图。

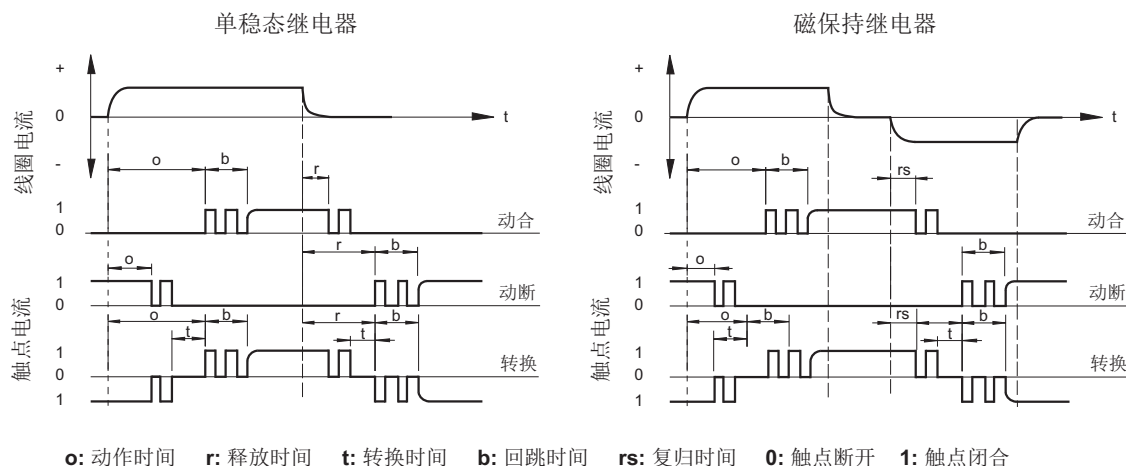


图 4

6. 密封检漏

采用负压法检漏或酒精加压充氮法检漏，如发现不良的不建议投入使用。



四、继电器的应用

1. 运输和贮存

1.1 继电器的运输和使用过程中应轻拿轻放，使用专门的包装盒，如果继电器不慎落地，由于受强冲击，内部可能会受损，应隔离处理，检测确认合格后才能使用。

1.2 包装好的继电器应贮存于环境温度为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于80%，周围空气中无酸碱和其它腐蚀性气体的场所。

1.3 继电器的贮存时间是指未装入整机的库存产品，一般情况下，可以在贮存2~3年后进行一次检测（以出厂日期为起始日期），合格产品仍可装机使用，但一般不应超过5年，具体可参照GJB/Z123《宇航用电子元器件有效贮存期及超期复验指南》规定。

2. 安装与焊接

2.1 安装

直接安装于印制电路板的继电器，建议考虑加固措施（将继电器的引线端、外壳与印制电路板灌封为一体的加固方式，或采用有安装板、安装螺钉的继电器，或采用外加卡箍支撑），以免在强的冲击振动作用下损伤继电器，带安装耳的继电器安装建议使用规定的镙钉，牢固地固定，安装过程中应保持安装耳平、正，避免继电器受到变形应力的作用。

继电器安装应尽量避免在强磁场和强热源附近，以防磁效应和热效应对继电器性能的影响，必要时使用磁屏蔽或隔热片。另外继电器之间也要相距一定距离，避免形成磁分路造成继电器不能正常动作。

安装时不得随意扳动引线端，若必须扳动，应选用适当工具钳住引出线根部，建议3mm以上的位置，扳动上端，另外检查引线有无虚焊时，不宜用力拉扯引线，以防破坏玻璃绝缘子造成开裂漏气或玻璃碎屑脱落形成多余物。

2.2 焊接

浸焊建议按以下条件进行：温度约 $260^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；焊接时间10秒以内；完成检查无误后，应清理焊接底板表面，保持其清洁无污染。

在磁保持继电器装焊之前，先作复位处理（在磁保持继电器每次测试之后都应对继电器后激励线圈加一规定极性与大小的脉冲电压，使继电器处于复归状态），以复归状态为标识规定连接电路，防止在设备调试时产生“状态混乱”现象。

2.3 PCB焊盘孔径设计

继电器引脚应与通孔公差配合良好，考虑公差可适当增加，确保透锡良好。继电器引脚直径与PCB焊盘孔径的对应关系详见表7。

表 7

继电器引脚的直径 (D)	PCB焊盘孔径
$D \leq 1.0 \text{ mm}$	$D+0.3 \text{ mm}$
$1.0 \text{ mm} \leq D \leq 2.0 \text{ mm}$	$D+0.4 \text{ mm}$
$D \geq 2.0 \text{ mm}$	$D+0.5 \text{ mm}$

3. 驱动与保护

3.1 线圈激励

应给线圈施加额定电压，而不是动作电压，以防电源电压波动、温升等因素引起的变化影响继电器的正常工作。

3.2 线圈的最大允许电压

是指加到继电器线圈上的电压最大值，而不是允许连续施加的电压值。因为线圈的最大允许电压受限于线圈温升和线圈漆包线绝缘层材料的耐热温度（一旦超出耐热温度，线圈会发生局部短路，甚至烧坏），还受限绝缘的热变形、老化的影响。

3.3 极性正确

使用含有线圈瞬态抑制二极管的继电器，务必确认继电器的线圈极性，一旦线圈电压接反将就会损坏内置二极管，从而导致继电器失效。

3.4 驱动电路

在电路设计时，建议避免在继电器不工作时有漏电流流过线圈，见图5所示。

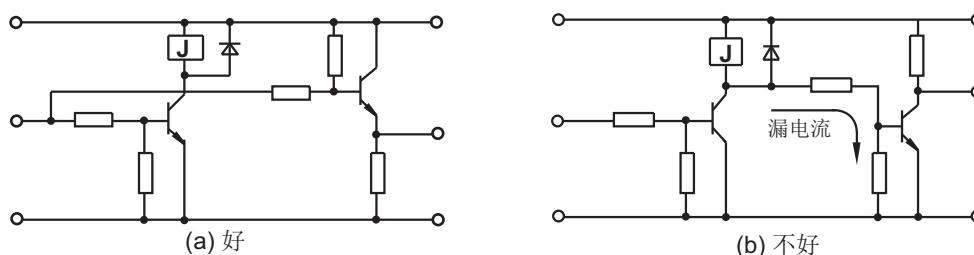


图 5

3.5 串、并联使用

多个继电器线圈并联使用，断电瞬间线圈反峰电压高（即电感量大）的会向低的放电，从而使反峰电压低的继电器释放时间延长，因此建议分别控制，如图6。

多个继电器的线圈串联使用的，由于个体差异不能保证多个继电器同时工作，因此不推荐多个继电器串联使用。

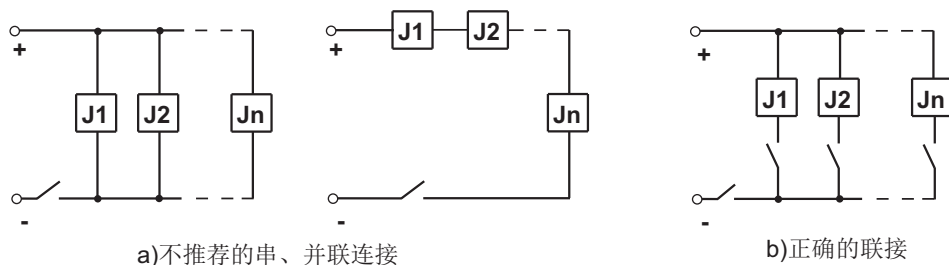


图 6

3.6 线圈瞬态抑制措施

线圈断电瞬间，线圈两端会产生数倍于激励电压的反峰电压，它对电子线路有极大的危害，必须加以抑制。抑制方法很多，通常采取线圈两端反并联二极管，但并联二极管后将会延长继电器释放时间，影响继电器的使用寿命。表8是不同抑制措施效果对比情况。

表 8

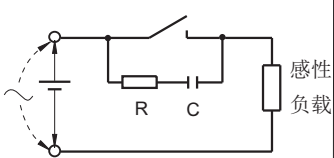
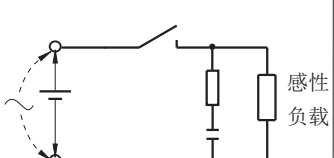
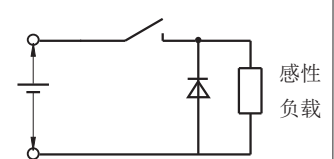
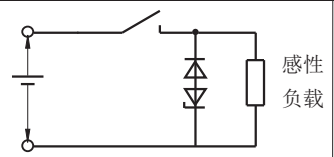
线圈抑制措施	电阻器	压敏电阻	电阻-电容器	二极管	二极管 - 稳压二极管	双稳压二极管
措施示意图						
线圈极性要求	无	无	无	有	有	无
对释放、转换时间影响	较大	较小	较大	非常大	非常小	非常小
对继电器寿命影响程度	较大	较小	较大	非常大	非常小	非常小

4. 触点

4.1 触点的保护电路

触点保护电路对比分析见表9。

表 9

电路例子	适用性		特点	元件的选择方法	
	AC	DC			
电阻+电容 (RC)方式		Δ	√	<ul style="list-style-type: none"> ● 适用于电源电压为24~48V时。 ● 负载为继电器、接触器时释放时间会变长。 ● 负载为计时器时，漏电流穿过RC流动，引起误动作。 ● 用于AC电压使用时，负载的阻抗应比RC的阻抗小很多。 	选用电容C、电阻R的优选值： C: 触点电流1A对应0.5~1 (F) R: 触点电压1V对应0.5~1 (Ω) 由于负载的性质或者继电器特性的差异，优选值也有一定差异，请进行试验确认。 电容C在触点离开时起到控制放电的效果，电阻R在下次接通时起到限制电流的效果。
		√	√	<ul style="list-style-type: none"> ● 适用于电源电压为100~200V时。 ● 负载为继电器、接触器时释放时间会变长。 	电容C的耐压一般为200~300V，或负载电压的两倍以上。 使用于交流电路请使用交流电容器(无极性)。
二极管方式		X	√	<ul style="list-style-type: none"> ● 在感性负载两端并联二极管，可以降低反向电压。 ● 释放时间比RC方式变得 longer。 	电路电压不太高时，可以选用反向击穿电压为电路电压2~3倍，正向电流的至少为电路最大电流的二极管。
二极管+稳压二极管方式		X	√	<ul style="list-style-type: none"> ● 在二极管方式里加入稳压二极管，可以缩短释放时间。 	选用与电源电压相近的稳压二极管。

备注：“√”：好；“×”：不好；“Δ”：一般；



4.2 触点串、并联

触点并联可以提高电路接通的可靠性，但同时降低了分断的可靠性，因此，触点并联适用于一次就完成了的任务电路，譬如引爆管、电子引信、爆炸螺栓电路；触点串联电路能提高电路断开的可靠性，但同时降低电路接通的可靠性，因此，触点串联适用于系统保护电路。

提高可靠性，目前多数采用将两个（或以上）同类型继电器的两组触点串并联使用来提高其可靠性，如图7所示。使用中尽量避免使用在中等电路负载范围。

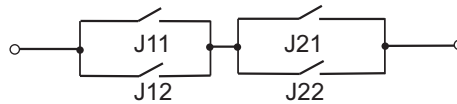


图 7

其可靠度 $R_t = 1 - (1 - R)^n$

其中 R_t 为串并联后的可靠度， R 为单个继电器的可靠度。为了保证继电器触点串并联使用时的可靠度，注意以下两点：

- 1) 不允许将两个触点并联起来去切换一个大于单个触点额定负载（电流）；
- 2) 不允许将两个触点串联起来去切换一个高于单个触点切换能力（电压）。

4.3 触点降额使用

继电器切换额定电压不用降额，切换低于额定电流负载(阻性)时，其寿命次数可以延长。降额范围应在每种具体继电器中等电流额定值以上到额定值的50%~70%范围内(降额可参考GJB/Z25《元器件降额准则》)，实际切换负载若低到6V,100mA或 μ A级时应慎重，应按照低电平或中等电流的条件和本公司协商并在订货合同中加以注明。

4.4 切换频率

触点切换大电流负载，频率的增加会使触点电弧放电产生的热量没有充足时间传递，导致触点温度升高，温度升高电弧放电进一步加剧，触点寿命大大缩短。为保证继电器可靠转换和寿命次数，继电器触点的切换频率都有规定，频率可参表10。

表 10

触点切换的电流负载大小	切换频率
3 A以上	3s闭合,3s断开
3 A以下	1s闭合,1s断开
小负载下的最大切换频率	0.1次/（最大动作时间+最大释放时间）

4.5 环境温度

环境温度升高，触点间的电弧放电会加剧，继电器的负载和寿命将大大减少。因此使用中，不能超过产品标准和说明书所规定的工作环境温度要求。

4.6 竞争电路

实际应用中，触点联接应避免所谓竞争电路（即触点转换时间与触点燃弧拉断时间的竞争），有可能发生电弧拉断前接通了另一路负载通路，特别是地线回路，会造成对地短路，使触点一次性烧毁。下图8表示竞争电路的几种连接形式。

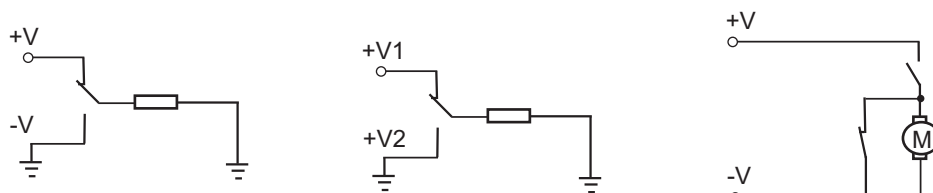


图 8

五、质量等级和筛选

1. 质量等级

质量等级分类表见下表11。

表 11

质量等级	标记	特征描述
普军级	J	产品的材料、生产过程控制、检验均严格按照管理规定执行，产品100%根据检验标准进行检验。提供每只产品的检验参数。
七专级	G	按“七专”控制要求及“七专”技术条件进行生产控制、筛选、检验和交付。产品交付前必须贮存30天以上。提供产品“七专”筛选报告和例行试验报告。
七专加严级	G+	按“七专”加严技术要求进行生产控制、筛选、检验和交付。产品质量等级高于“七专”。提供产品“七专”加严筛选报告和例行试验报告。
贯军标产品	△或K	1、在已通过认证的生产线上生产，且产品标准已得到标准机构电子四所的确认证，严格按照军标要求进行生产和控制；且产品经过五所鉴定试验，具有失效率等级，并已列入QPL表的，标记△。 2、在已通过认证的军标生产线上生产，且产品标准已得到标准机构电子四所的确认证，严格按照军标要求进行生产和控制，产品经过内部鉴定试验证明已达到失效率等级的产品，标记K。

2. 筛选

筛选可以较好地剔除早期失效的继电器，从而提高产品交付批的可靠性，军用继电器的筛选在相关标准中都有规定，也可以按用户的要求进行筛选，一般继电器筛选项目如下表。

表 12

序号	筛选项目名称	筛选目的/意义
1	振动（非破坏性）	剔除结构有缺陷的产品
2	高低温运行	剔除调整参数有缺陷的产品
3	内部潮湿检查	剔除内部潮气含量不达标的产品
4	微粒碰撞噪声检查(PIND)	剔除内部有多余物的产品
5	密封性检查	剔除空气漏率达不到要求的产品

筛选原则：

- 1) 筛选应针对产品的缺陷和重要失效模式，不要认为筛选项目越多，所筛选后的产品就越可靠；
- 2) 施加适当应力对良品无破坏作用，能把绝大部分潜在缺陷暴露出来予以剔除，但筛选应力不当就会造成隐患，反而降低产品的可靠性；
- 3) 没有筛选方案能把潜在缺陷100%暴露出来，所以应根据置信度和产品允许缺陷率来确定适当的筛选时间。

六、失效率和实效分析

1. 失效率

继电器可靠性的指标通常用失效率等级来表示，最大失效率值越低越好，目前国内继电器可靠性最高达到五级(M)。具体失效率等级分类见表13。

表 13

名称	失效等级代号	最大失效率(1/10次)
亚五级	L	3×10^{-5}
五级	M	1×10^{-5}
六级	P	1×10^{-6}
七级	R	1×10^{-7}

2. 失效分析程序

失效分析程序见下表14。

表 14

分析 顺序号	分析项目	分析内容	分析工具
1	外观目视检查	物理损伤、污染、外部缺陷、密封缺陷	放大镜、显微镜
2	微粒碰撞检查	内部松散微粒	微粒碰撞仪
3	电气检查	导线、插座的连接情况、线圈电阻、接触电阻、动作特性、绝缘耐压等	常用测试仪表、记忆示波器等
4	密封性检查	玻璃绝缘子烧结状况、漏孔，焊接处的孔隙、裂纹等	氦质谱仪或加压充气检漏设备
5	气体分析	继电器罩壳内部气体成分及有机气体污染成分	气体质谱仪、色谱仪
6	去外罩	应尽量不引进污染物及破坏内部原有状态	专用工具
7	内部目视检查	内部结构、零部件是否变形、变色、其它多余物或污染物	放大镜、显微镜
8	内部机械检查	触点间隙、压力、跟踪、复原反力、衔铁动程、衔铁灵活性、零件配合问题等	测力计、量规、显微镜
9	内部电气检查	电磁吸力、电气参数等	常用测试仪表、记忆示波器等
10	触点和其它关键件表面及材料分析	分析材料的化学成分变化、杂质状态及晶体结构变化、微量污染分析、材料物理、机械性能分析	电子显微镜、红外分光镜、理化分析设备、材料机械性能分析设备
11	进一步分析	视需要进行专题分析	

3. 常见的失效模式及分析

失效分析模式见下表15。

表 15

失效模式或现象	原因分析	
	使用方面原因	制造方面原因
触点不导通/ 接触电阻大	<ul style="list-style-type: none"> ● 线圈电压未达到规定值，导致继电器不动作，线圈应施加额定工作电压而不是动作电压。 ● 驱动磁保持继电器，脉冲时间未到规定时间，脉冲时间应大于动作时间的3倍。 ● 冲击振动受损，导致继电器衔铁转动不灵活、内部簧片扭斜或磁保持继电器的磁钢破裂。 ● 触点表面经大电流或高电压放电燃弧而氧化、碳化，导致接触电阻增大，甚至不导通。 ● 选用的继电器不适应低电平、中等电流等较弱负载条件。 ● 使用温度超出高低温条件：低温条件下，触点表面结霜；高温条件下，密封继电器的内部有机物挥发，真空环境中密封性破坏，气体泄露导致散热困难，使接触电阻增大。 ● 安装不当，冲击振动放大导致继电器瞬间断开。 ● 继电器已超过规定的使用寿命。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 触点污染。 ● 衔铁转动不灵活。 ● 触点间的接触压力太小。 ● 继电器罩内未充保护性气体或气体不纯。 ● 耐高低温、抗冲击振动未达到规定要求。
线圈不通	<ul style="list-style-type: none"> ● 因超过规定的冲击振动导致线圈断线。 ● 因受力、受热导致线圈引出脚松动、扭斜、焊线脱落断线。 ● 将用脉冲信号驱动的间歇工作的继电器用于长期工作状态，线圈持续长期加电而损坏。 ● 引出脚虚焊或插座接触不良。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 线圈引线的焊接不牢。
触点粘接	<ul style="list-style-type: none"> ● 线圈未完全断电或线圈电压大于继电器的释放，特别是在低温条件下，线圈电阻减小，导致动作功率增大。 ● 继电器使用在超过规定的负载条件下，或瞬时的大电流、高电压放电燃弧导致触点熔接。 ● 在超过规定的高温下使用，高温条件下，继电器的负载能力将明显下降。 ● 继电器安装不当导致冲击振动被放大，冲击振动导致继电器瞬间粘接。 ● 继电器已超过规定的使用寿命。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 触点材料选用不当。 ● 触点间隙太小不能断弧。 ● 因触点表面过于清洁，触点间的磨擦导致分子亲和力增加，产生所谓的“冷焊”粘接。 ● 继电器耐高低温、抗冲击振动、密封性未达规定要求。 ● 产品内部有微粒。
触点间、触点和线圈间击穿或绝缘不良	<ul style="list-style-type: none"> ● 继电器受潮。 ● 绝缘部位污染。 ● 玻璃绝缘子表面的防护层被破坏。 ● 玻璃绝缘子因受力、受热而开裂。 ● 继电器使用在超过规定的低气压条件下。 ● 继电器长期处于超过规定的高温、高湿条件下或腐蚀性环境之中。 ● 将脉冲信号驱动的间歇工作的继电器用于长期工作状态，线圈长期加电。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 触点间隙太小。 ● 电气间隙或爬电距离不够。 ● 罩子内部有导电微粒。 ● 内部污染。