

# 继电器使用导则

## 前言

产品的可靠性是指产品的工作可靠性,简言之是:在规定的条件下和规定的循环时间或次数内,能够完成所规定功能的概率。它是由产品的固有可靠性和使用可靠性组成的,前者由产品的设计及制造工艺决定,而后者则与用户的正确选用及生产厂家的售前、售后服务有关。我们根据多年来的工作体会提出本导则,当然我们对日新月异的使用电路不甚了解,但我们愿意与用户共同探讨与磋商,以提高继电器的工作可靠性。

### 1、简单原理及用途:

继电器是一种自动电气开关,当给予一个规定的输入量如电、磁、光、热或压力等信号并保持足够长的时间时,它就能自动切换被控电路,使之产生一个跃变。当输入量降至一定程度并保持够长时间时,它又恢复到初始状态,被控电路也阶跃到原来状态。无论继电器的工作原理和结构形式如何,它都由输入电路、比较机构和输出电路构成。所以继电器是一个四端元器件,其输入和输出必须是隔离的。

对电磁继电器来讲,使输出电路(触点电路)产生跃变的动力是电磁吸力和弹性材料的机械反力(略去保持继电器的永久磁钢)。当继电器通过设计鉴定及生产鉴定之后,其电磁吸力与机械反力一般都能满足图 1 所示的关系。图中弧线为电磁吸力,曲线为机械反力。这里:

- Uc 额定电压;
- Ub 规定的吸合电压;
- Ue 规定的保持电压;
- Up 实际吸合电压。

就磁路而言,当线圈通电时,磁路中的磁性零件就会被磁化。一个合理的磁路设计,当线圈加 Ub 后,其磁系统局部磁化曲线如图 2 的 A 点,衔铁吸合后,软磁零件已接近饱和;施加 Uc 后,如图 2 中的 B 点,衔铁吸合后,软磁零件已基本饱和。

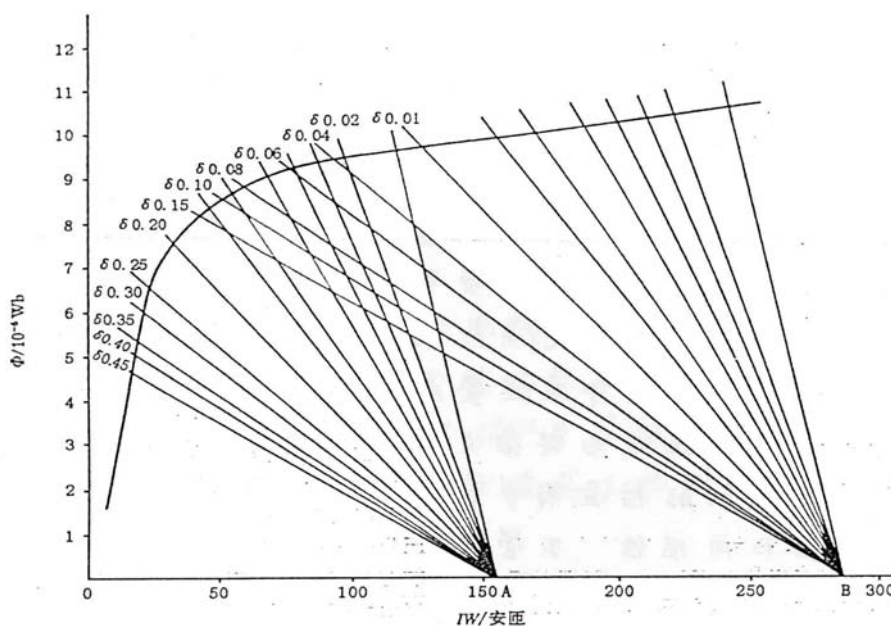
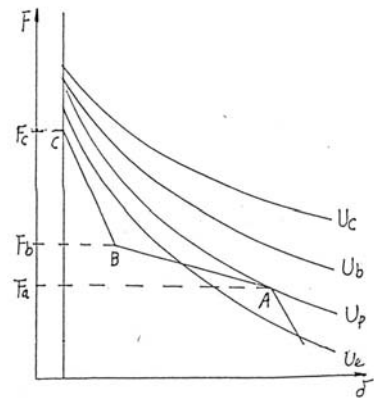


图 2 磁系统局部磁化曲线 ( $\delta$  为衔铁间隙)

图 1 吸力与反力特征曲线

继电器的用途很多，可以归结为：

- 1) 输入与输出电路之间的隔离；
- 2) 信号转换（从断开到闭合，或反之）；
- 3) 增加输出电路（即切换几个负载或切换不同电源负载）；
- 4) 重复信号；
- 5) 切换不同电压或电流；
- 6) 保留输出信号；
- 7) 闭锁电路；
- 8) 提供遥控。

## 2、有关名词、术语

### 电气继电器

当控制该元件的输入电路中达到规定条件时，在其一个或多个输出电路中会产生预定跃变的元器件。

### 有或无继电器

预定由数值在其工作值范围内或实际上为零的某一激励量激励的电气继电器。

注：有或无继电器包括“基础继电器”和“时间继电器”。

### 机电继电器

主要对机械零部件的运动结果产生预定响应的电气继电器。

### 电磁继电器

由电磁力产生预定响应的机电继电器。

### 单稳态继电器

对某一激励量作出了响应并已转换其状态，当去除该激励量时，又返回其原来状态的电气继电器。

### 双稳态继电器

对某一激励量作出了响应并已转换其状态，当去除该激励量后仍保持在此状态；要变换此状态，需另加一合适的激励量。

### 极化继电器

状态转换取决于其直流激励量极性的电气继电器。

### 自保持继电器

去激励后仍保持激励状态的一种双稳态继电器。以机械作用保持激励状态的称为机械保持继电器。以硬磁或半硬磁材料的磁力保持激励状态的称为磁保持继电器。

### 舌簧继电器

利用兼作磁路衔铁的密封触点元件作为输出电路的一种电气继电器。按其是否使用液态金属（汞）作载流体又分湿式和干式舌簧继电器。

### 额定值

规范用量，由特定工作条件所确定。

### 线圈额定电压

使继电器工作并使继电器符合所有规定的电气、机械和环境要求的线圈电压。

### 动作电压（又称吸合电压）

使继电器动作的输入电压数值。

### 不动作电压（又称不吸合电压）

使继电器不动作的输入电压数值。

### 释放电压

使单稳态继电器释放的输入电压数值。

### 不释放值（有些地方又称保持值）

使单稳态继电器不释放的输入电压数值。

### 输入电压工作值范围

能使继电器完成其规定功能的输入工作电压数值范围。

### 规定的吸合电压（值）

对处于非动作状态的继电器增加其电流或电压达到的一个值（电压），在等于或小于此值时，所有的触点必须动作（GJB 65B）。

### 规定的保持值（电压）

减少处于动作状态的继电器的电流或电压，在任何触点改变状态之前必须达到的一个值。

### 复归电压

使双稳态继电器复归的输入电压数值。

### 不复归电压

使双稳态继电器不复归的输入电压数值。

### 动作时间

对处于释放状态下的继电器，从施加规定的输入电压开始至最终输出电路变换状态为止之间的时间，不包括回跳时间。

### 释放时间

对处于动作状态的单稳态继电器，从去除规定的输入电压开始至最终输出电路换状态为止之间的时间，不包括回跳时间。

### 复归时间

对处于动作状态的双稳态继电器，从施加规定的输入电压开始至最终输出电路转换状态为止之间的时间，不包括回跳时间。

### 回跳时间

对于正在闭合或断开其电路的触点，从触点电路首次闭合或断开的瞬间开始至其电最终闭合或断开的瞬间为止之间的时间。

注意：GJB\*对回跳的定义为：触点间的压降 $\geq$ 开路电压的90%，且时间 $\geq 10\mu\text{s}$ 时才算为一次回跳。

### 触点达稳定闭合时间

对于机电继电器，从施加规定输入电压的瞬间开始至其最终输出电路闭合或断开并满足规定要求为止之间的时间，包括回跳时间。

### 转接时间

对具有几组触点的继电器，为最后一个闭合触点的断开与第一个断开触点闭合之间的时间间隔，对一组转换触点来说，是两个触点电路都断开的的时间。

### 触点电路

含有接触件的输出电路。

注：一组转换触点含有两个连接的触点电路。

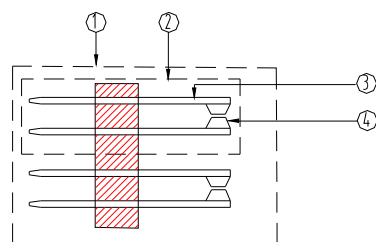


图3 触点电路

- (1) 成套触点（组）
- (2) 触点电路
- (3) 接触件
- (4) 触点

### 成套触点（组）

同一个继电器中各触点组的集合。各触点组之间由绝缘体分隔（见图 3）。

### 接触件

相互作用，闭合或断开输出电路的导电零件（见图 3）。

### 触点

接触件中，闭合或断开触点电路的部分。

### 接触电阻(触点电路电阻)

触点闭合时从它们的引出端所测得的电阻或压降。

注意：GJB 规定测量部位为引出端端部。

### 触点间隙

触点电路断开时，触点之间的间隙。

### 爬电距离

是指沿两导电元件间绝缘体表面测得的最短距离。

### 间隙

是指两导电元件间在空气中测得的最短距离。

### 贮存寿命

在继电器不能按有关规范的要求正确地执行其功能的不稳定变化出现之前，继电器不投入使用能够贮存的时间间隔。

### 使用寿命

连续循环次数或时间，直到确定的失效百分数为止。

注：1) IEC61810-2: 2005 规定，这个确定的百分数为 10%。置信度取 90%。

2) MIL-PRE-32140: 2004 规定这个百分数最大 1%，置信度为 95%。

### 置信度

估计是正—确的概率。

### 累计分布函数 F (t)

失效的概率。对 weibull 分布： $F(t) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{t}{\eta}\right)^m\right)$

### 可靠度函数 R (t)

存在的概率。 $R(t) = 1 - F(t)$ 。对 weibull 分布， $R(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\eta}\right)^m\right)$

### 危险函数 $\lambda(t)$ (或 h (t))

瞬时失效率。对 weibull 分布， $\lambda(t) = m \cdot \left(\frac{t^{m-1}}{\eta^m}\right)$

对指数分布： $\lambda = \frac{x^2[2(c+1)(1-\alpha)]}{2T}$        $\lambda$  与 t 无关。

注：m: weibull 分布函数的形状参数。

$\eta$ : weibull 函数的 R 度参数，又叫特征寿命。

t: 动作次数（或时间）。

C: 失效数；(1- $\alpha$ ) 置信度；T 为试验总动作次数（或时间）。

### 可靠性 (TOCT16121)

保持在规定的运行指标的极限（值）时间内，在符合规定的使用，技术维护、修理、贮存运输的情况下，继电器能完成规定功能的特性、可靠性包括本身的无故障寿命、可维修和乃贮存。

#### 贮存期（TOCT 16121）

继电器在规定的条件下，按日期规定的贮存和运输的持续时间，在这个时期及以后应保持在规定的极限指标内。

#### 耐贮存（TOCT 16121）

在贮存和/或运输期间及以后继电器特性继续保持良好的和正常工作能力的状态。

#### 触点负载类别

GB 的定义（即 IEC 的定义）

CC0 0 类：具有最大触点电压为 30mV、触点最大电流为 10mA 的特性的触点；

CC1 1 类：没有燃弧（燃弧时间小于 1ms）。

CC2 2 类：有燃弧。

GJB 的定义（即 MIL 的定义）：

低电平 10 $\mu$ A, 50mV 到 10mA, 6V；

中等电流 10mA, 6V 到 100mA, 28V；

高电平 大于 100mA $\times$ 28V。

#### 负载性质

阻性：GB/T 规定： $L \leq R \times 10^{-6}$ ；或  $L \leq 10^{-4}$  H（R- $\Omega$ ，L-H）；

GJB 规定： $L/R \leq 0.4$ ms；

交流： $\cos \Phi \geq 0.95$ 。

感性： $L/R = 0.005s \pm 15\%$ ，负载范围：<250V，<1A，用于通讯、数据处理；

$L/R = 0.040s^* \pm 15\%$ ，负载范围：0.02-600V，<100A；

交流： $\cos \Phi = 0.4 \pm 0.1$ 。

注※：允许采用 0.040s 外的其他值，但必须由制造商与使用方协商一致。

#### 封装分类

GB/T（IEC）规定：

RT0 敞开式 无防护罩壳

RT I 防尘式 有罩壳，可防尘

RT II 防焊剂 可自动焊，并防焊剂流动超出规定部分。

RT III 水密式 可自动焊，可承受清洗工序并防洗液流入。

注：有时产品焊接清洗后要开透气孔。

RT IV 密封式 按 GB/T2423.23-2013 规定，时间常数  $\theta > 2 \times 10^4$ s

RT V 气式密封 按 GB/T2423.23-2013 规定，时间常数  $\theta > 2 \times 10^6$ s

注： $\theta = \frac{P_0 \cdot V_0}{L}$        $P_0$  标准大气压（Pa）

$V_0$  产品内部有效空间（ $\text{cm}^3$ ）

L 漏率（ $\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ）

GJB 规定：非密封罩壳：

非气密性密封：漏率  $\leq 1 \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ；

气密性密封：产品内部有效空腔  $\geq 33 \text{cm}^3$ ，漏率  $\leq 1 \times 10^{-1} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ，

产品内部有效空腔  $< 33 \text{cm}^3$ ，漏率  $\leq 1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ 。

#### 漏率（标准漏率）

25 $^{\circ}$ C 时，在高压为 101.3kPa 和低压低于 0.13 kPa 下，每秒钟通过一条或多条泄漏通道

的干燥空气量。其单位为： $\text{Pa}\cdot\text{cm}^3/\text{s}$ 。

### 基本模数

模数是指用作模数配置（ISO1791）增量的量值单位。

基本模数（ $M$ ）是指图 4 所示的网格系统中的一个步距。

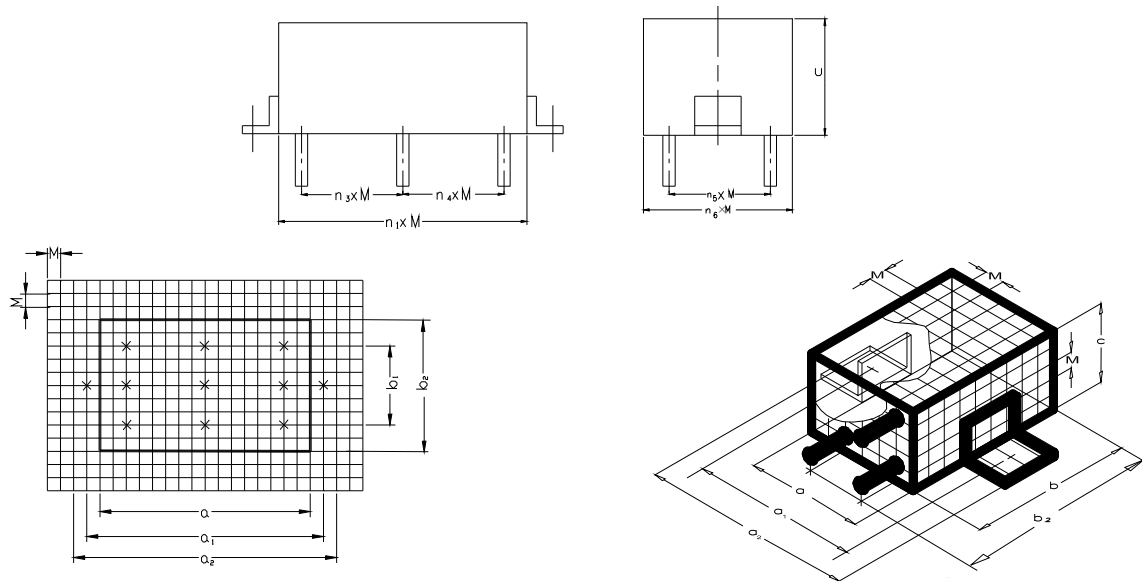


图 4 基本模数

### 3.有关标准简介：（只介绍控制继电器）

中华人民共和国国家标准(GB)与 IEC(国际电工委员会)标准等同，而中华人民共和国军用标准（GJB）等同 MIL(美国军用)标准，具体如下：

IEC 61810-1: 2008 基础机电继电器 第 1 部分：一般要求（GB/T21711.1-20XX）

IEC61810-2: 2005 基础机电继电器 第 2 部分：可靠性（GB/T21711.2-20XX）

IEC 61810-7: 2006 基础机电继电器 第 7 部分：试验和测量规程（GB/T21711.7-20XX）

GB/T 10232-94“电气继电器 第 7 部分：有或无机电继电器测试程序”（等同 IEC255-7）

GB/T 14598.1-2002“电气继电器 第 23 部分：触点性能”（等同 IEC255-23: 1994）

GB/T 14598.2-93“电气继电器 有或无电气继电器”（等同 IEC255-1-00）

GB/T 14598.3-93“电气继电器 第五部分：电气继电器的绝缘试验”（等同 IEC255-5）

GB/T 14598.4-93“电气继电器 第十四部分：电器继电器的触点寿命试验 触点优先值”（等同 IEC255-14）

GB/T 14598.5-93“电气继电器 第十五部分：电器继电器的触点寿命试验 试验设备的特性规范”（等同 IEC255-15）

GB/T 14598.6-93“电气继电器 第十八部分：有或无通用继电器的尺寸”（等同 IEC255-18）

GB/T 14598.7-95“电气继电器 第三部分：它定时限或自定时限的单输入激励量量度继电器”（等同 IEC255-3）

GB/T 14598.8-95“电气继电器 第二十分部分：保护系统”（等同 IEC255-20）

GB/T 14598.9-95“电气继电器 第二十二部分：量度继电器和保护装置的电气干扰试验，第三篇电磁场干扰试验”（等同 IEC255-22-3）

GB/T 14598.10-96“电气继电器 第二十二部分：量度继电器和保护装置的电气干扰试验，第四篇快速瞬变干扰试验”（等同 IEC255-22-4）

GB/T14598.11-1997“电气继电器 第 19 部：分规范 有质量评定的有或无机电继电器”（等同 IEC255-19）

GB/T14598.12-1998“电气继电器 第 19 部分：空白详细规范 有质量评定的有或无机电继电器”



器试验一览表 1、2 和 3”（等同 IEC255-19-1）

GB/T 16608-2002“电气继电器 第 10 部分：IEC 电子元器件质量评定体系在有或无机电继电器上的应用”（等同 IEC255-10）

GJB 65B-99“有可靠性指标的电磁继电器总规范”（等同 MIL-R-39016E）

GJB 1042A-2002“电磁继电器总规范”（等同 MIL-R-5757H）

GJB 1461“含可靠性指标的电磁继电器总规范”（等同 MIL-R-6106J）

GJB 1513“混合和固体延时继电器总规范”（等同 MIL-R-83726B）

GJB 1514“水银舌簧继电器总规范”（等同 MIL-R-83407）

GJB 1515“固体继电器总规范”（等同 MIL-R-28750）

GJB 1517“恒温继电器(单金属和双金属型)总规范”（等同 MIL-S-24236(3)）

GJB 1930“干簧管总规范”（等同 MIL-S-55433）

GJB 2449“塑封通用电磁继电器总规范”（等同 MIL-R-83520）

GJB 2888“有可靠性指标的功率型电磁继电器总规范”（等同 MIL-R-83536）

#### 4、一般要求

##### 4.1 安全性

###### 4.1.1 生命财产安全和环境不受污染

继电器应最大限度使用环保材料、可回收材料和可再生材料。材料应能自熄，不自燃、不助燃，不放出达有害程度的气体（如使外壳爆炸、有毒或污染触点）；在较长时间（3~7 年）内不变质、不变形；所用的塑料必须是热固性的，且不得使用棉或木屑作填料；增强塑料在热冲击下不得放出固体微粒；检漏时不应使用硅油；外部不得镀锌；禁用或少用下列 18 种材料，只有在其他材料不能满足性能要求时方可使用，这些材料是：

铬及其化合物、镉及其化合物、铅及其化合物、汞及其化合物、镍及其化合物、苯、甲苯、二甲苯、二氯乙烷、三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯、四氟化碳、丁酮、氟里昂、氰化物及其化合物、甲基异丁基酮，镁及其化合物。

其它如电磁干扰、射频干扰、噪声和电磁兼容性等也应受到限制。

欧洲用户提出禁用聚溴二苯醚（PBDE），聚溴联苯（PBB）和全氟辛酸（PFOS）（当作阻燃剂）。

###### 4.1.2 在可预见的环境条件下正常工作

即环境适应性，如绝缘性能（包括雷击、电气间隙、爬电距离等）、着火危险试验、耐热及耐火焰、PTI、火焰、电磁干扰及机械应力(振动、冲击、离心等)和一些气候参数（气候循环、热冲击、潮湿、盐雾、热阻、沙尘、耐溶剂和流体污染等）。除外产品及其包装应经得起粗糙道路的运输如颠簸和摇摆试验及贮存试验。

材料规定的最大温度及证明应符合 IEC 60695-2-10 和 IEC 61810-1：2008 第 16 条规定。材料应承受 IEC 60695-2-12（易燃指数）和 IEC 60695-2-13（着火温度）试验，IEC 60695-10-2 球压实验，IEC 60695-11-5 针焰实验。

##### 4.2 品质一致性

产品筛选可以剔除早期失效的产品并提高整批产品的可靠性，但筛选不能提高单只产品的可靠性。一批产品不能只靠挑挑捡捡来获得个别好的产品。所以对 100%进行检测的项目（如交收检验），如果累计不合格数超过 10%，则整批产品可以拒收。

##### 4.3 额定寿命及其失效率，使用寿命及其可靠性

产品工作可靠性有两种表示方式

- 1) 在确定失效百分数（又称累积失效率）下的循环次数，即额定寿命。其代表为 IEC 61810-2：2005 和 MIL-PRF-32140:2004。前者规定失效百分数为 10%，置信度取 90%。后者规定累计失效率为 1%，置信度取 95%。二者均是采用 Weibull 分布来求得。这就表明 IEC 规定的使用寿命的可靠度为 90%。置信度为 10%，而 MIL 规定的使用寿命的可靠性为 99%，置信度为 95%。

2) 额定寿命区间内的最大失效率, 其代表有 GJB 65B、GJB 1461、GJB 2888 (分别等同 M39016E、M6106J、M83536A) 和 GB/T 14598.1-2002 (idt IEC 60255-23)。MIL 是用指数分布来求产品失效率的, 定级和升级试验置信度取 90%, 维持鉴定试验置信度取 60%。美军方也承认, 恒定失效率的假设有时是不对的, 但它提供一个合适的比较数据。IEC 是用 Weibull 分布来求的瞬时失效率。

注意: a) 厂家提供的失效率、额定寿命均是试验室内得到的, 不是用户实际使用时的失效率, 其换算关系参见 6.1 节。

b) 既然是试验室内试验得来的数据, 就有置信度  $(1-\alpha)$  的问题, 即估计是正确的概率。换句话说用户是有一定风险的, 这个风险为  $(\alpha)$ 。

#### 4.4 品质保证

##### 4.4.1 品质保证管理体系

品质保证管理体系有: ISO9001、ISO14001、ISO/TS 16949 及 GJB 546B 和 GJB/T 9001B。控制、监测、检测用的仪表、设备, 以上符合质保管理体系 (如 ISO9001、GJB/T9001B) 是不够的, 还应符合 4-4-2 的要求。这一点务请各类检查人员及厂家注意。

##### 4.4.2 检测用的仪表、设备

现代工业生产, 非常重视 S.P.C (统计过程控制), 要统计就要有数据, 要数据就必须检测。在继电器制造过程中 (不管是自动的半自动的) 都设有许多质控点, 每天定时检测一定数量的零部件以便进行品质监控。检测有两个关键因素: 一是检测用的仪表、设备; 二是贯彻的标准。这也是品质保证的关键部位之一, ISO/TS 16949 的五大要素中就有一个 MSA (测量系统分析)。

检测用的仪表、设备必须经过标准化审查, 必须符合相关的继电器标准规范。必须经过相当一级部门组织的鉴定。检测用的仪表、设备的测试原理、测试方法、所加的应力、数据采集和失效判据必须符合现行标准, 甚至名词、术语。仪表设备的使用寿命不应以时间长短为依据, 应以是否符合现行标准为依据。其定期校检证书及准用证上应标明符合标准的名称、标准号和发布年分。仪表、设备的制造者和供应商应提供测量系统分析 (包括误差分析) 和鉴定证书, 鉴定证书应标明符合有关继电器的标准的名称、标准号、版本和发布年分, 而不是笼统标着符合 GJB 或 IEC。注意标准一般几年就会修订或更新, 所以标准必须是现行有效标准。随着有关继电器标准化的更新换代, 相应的检测仪表、设备必须重新鉴定或更新换代。

国内的继电器有关标准一般都等同国际上对应的标准, GJB 等同 MIL, 如 GJB65B-99 idt MIL-PRF-39016E:1994; GB/T 等同 IEC, 如 GB/T 10232-93 idt IEC 255-7:1991, 但往往迟后好几年。如 MIL-PRF-39016F:2005、MIL-PRF-32140:2004 或 IEC 61810-1:2008、IEC 61810-2:2005 及 IEC 61810-7:2006 (前身即为 IEC 255-7) 等目前均无相应的等同标准。

## 5、继电器的选择

用户根据自己的使用条件和要求选择适当的继电器是继电器可靠地工作的一个重要环节, 表 1 列出一些情况供用户参考。



表 1 使用条件与选项对照表

项目	条件	要求	备注
激励条件	直流或交流额定值	直流或交流继电器 额定电压 $U_c$ 吸合电压 $U_b \leq 75\%U_c$ (DC) $\leq 85\%U_c$ (AC) 释放电压 $U_f \geq 10\% \sim 5\%$ (DC) $\geq 15\%U_c$ (AC)	交流应确定 50Hz 或 60Hz 公差: MIL 为 $\pm 10\%$ , IEC 为 $\pm 5\%$ 当电压从 $U_b \rightarrow U_c \rightarrow U_e$ 或从 $U_f \rightarrow$ 零 $\rightarrow U_a$ (不动作电压) 时, 触点不得改变状态 (断开或重新闭合), 正常的触点回跳除外。 测量应在三个轴向进行
	输出功率 电源输出电阻 $R_s$ (或阻抗 $Z_s$ ) 最大环境温度 $T_{max}$  用器件或滤波器提供 DC 电源工作 连续工作 (激励) 几天	线圈功耗 (W) 线圈电阻 $R_0$ (或阻抗 $Z_0$ ) 应大于 20 倍 $R_s$ 或 $Z_s$ 最大允许工作温度 $T_{max}$ 热阻 $= \Delta T / W$ 温升 $\Delta T \leq$ 材料耐温 $- T_{max}$ 元器件耐压 $\leq 30U_c$ 时, 应有线圈瞬态抑制 磁保持继电器	公差为 $\pm 10\%$  基准温度 IEC: $23^\circ\text{C}$ ; MIL: $25^\circ\text{C}$  任何瞬态抑制都会影响吸合、释放时间及寿命
切换负载	切换类型和路数 切换电源, 相位转换 负载性质及大小  允许触点电路损耗  允许触点电路电阻 异常变化时间 额定寿命 失效率	触点类型和路数 最好选 K (E) 型触点 额定负载性质及最大值和最小值 注意特殊负载的浪涌电流 触点电路电阻 (或压降) 及其稳定性。即在 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_e$ 和 $U_f$ 、零压、 $U_a$ 下触点电路电阻及极差。  如果 $< 10\mu\text{s}$ , 应在合同中标明  额定寿命 (是否带可靠性) 不同额定负载下的失效率	触点类型见表 2  公差为 $\pm 10\%$ ; 特殊负载的浪涌电流大小见表 3 不同电压下的触点电路电阻的极差应 $\leq 10\%$ 的初始值。阶跃函数测试, 每循环一次测一次, 共三次。  IEC 规定时间小于 $10\mu\text{s}$ 的任何异常变化予以忽略 最好为 $T_{max}$ 下的值 高温下中等电流的失效率应另标。 厂家应提供磁路结构类型
时间参数	最大切换速率  允许最大的切换时间 转接时间	最大切换速率 $= \frac{0.1}{t_0 + t_r}$ (次/s)  $t_0$ 为吸合时间, $t_r$ 为释放时间 触点达稳定闭合 (或断开) 时间 ( $t_c$ )  转接时间 ( $t_s$ )	高电平 (或 CC2) 应适当减少      $t_s \geq 1\mu\text{s}$ (MIL) 或 $t_s \geq 100\mu\text{s}$ (IEC)

使用环境	环境温度 PC 板用	允许工作温度范围 不要选 RTO, 应选 RT II~RTV 可焊性 耐焊接热	引出端间距及安装孔距为 0.508mm 的整数倍 无 Pb 焊料比含 Pb 的高出 30°C 左右  与厂家协商提出具体要求  厂家应提供产品内部有效空腔 按 GJB 151A 和 GJB 152A 与厂家协商提出具体要求 注意: 产品及产品与通电用的导线的距离。  可用带插座的触点电路来测量
	1000m 以上高空或高真空下 运输设备(工具)上用 潮湿或含腐蚀性气体 含爆炸性气体 电磁敏感地方	低气压 最好选磁保持继电器 除振动、冲击、离心等项目外最好增加颠簸和(或)摇摆 相对湿度、盐雾、耐溶剂及流体试验 应选 RTIV 或 RTV 电磁兼容	
环境	多只产品并排或大电流线附近 绝缘性能	电磁干扰 电磁干扰 绝缘电阻、介质耐压(含雷击) 电气间隙、爬电距离、PTI	
	安装方式 插座	安装方式 继电器引出端与插座间的接触电阻	
	安全论证	UL、VDE、TÜV、CCC、CQC 等	
特殊项目尽量靠有关标准, 无标准可依者应尽量提出定量要求并规定具体检验方法。(最好定量)			
提醒: 1、除非另有规定, 所有电的、机械的和环境参数的公差为±10%。 2、建议存储气氛: 洁净空气(污染不超过 IEC 60721-3-3 中的 3C 2 级)。 3、使用环境直接影响到继电器的工作可靠性。参见 6.1 节。			

福特公司典型详细订货信息如下:

JZC-32F C S 10 DC12V 0.2

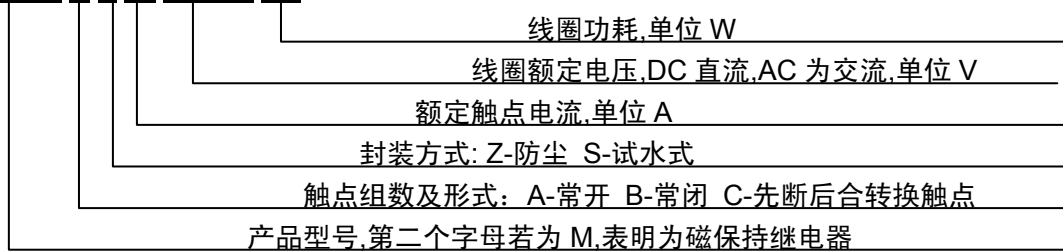


表 2 常用触点组合形式:

名称	动合(常开)触点 SPSTNO	动断(常闭)触点 SPSTNC	先断后合 转换触点 SPDT(B-M)	中间断开 双向触点 SPDTNO	先合后断 转换触点 SPDT(M-B)	双动合 触点 SPSTNODM	双动断触点 SPSTNCDB	
符号	或				或			
字母代号	中国	H	D	Z	E	B	SH	SD
	美国	A	B	C	K	D	U	V

表 3 负载性质及其浪涌电流

性质	浪涌电流	浪涌时间(s)	备注
阻性	稳态电流		$L \leq 10^{-4}H$ 或 $\cos\phi > 0.95$
螺线管	10~20 倍稳态电流	0.07~0.1	应当看作感性负载,但 $\tau = L/R < 10^{-4}s$ 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
白炽灯	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 倍稳态电流	$\leq 10$	
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、电源类应看作容性负载
变压器	5~15 倍稳态电流		
电磁接触器	3~10 倍稳态电流	0.02~0.04	

表 4 安装方式:

类型	印刷电路板安装	插座安装	引出端插入 (座)	TM 型	TMP 型
安装图形					
产品型号	P、PS、M4、M4S、M1B、M1BS、NX、NPA、NG6D、N4100F、N4078、N4099、JZC-22F、32F、33F JQX-141FF、14FC、JRC-23F、NT72、NT73-2、NT73-3、NT74、NT75、NT76、NT77、NT78、JZC-36F、N68F、4117-2 4117、NV23K、NV231、NV2M.....	N4078 JQX-141FF JQX-14FC NV2R NT70、NT71、NT72 NT73 NT77、NT78 NT90、NT90T、NT90TP、NT74、NT75、N68F .....	NVF4 系列 NVFM、NVFS JQX-13F、NCV、NVFS、NVF28、NVF、NVF7、NVF9、NVF10、NVF11、NVF12、.....	NT90TP、JQX-13F JZX-18FF、N375 N290.....	NT90T、JQX-54FE、JQX-102F、JQX-54W .....

## 6、继电器的使用

### 6.1 可靠度与失效率

可靠性寿命 (又称可靠度) 的表征有两种: 一为使用寿命 (或额定寿命) 期间的最大失效率 (MIL) 或瞬时失效率 (IEC)。如 M6106、M39016 和 M83536 等及 IEC255-0-20、IEC60255-23 等。二是确定失效百分数 (累计失效百分数) 下的使用寿命。如 IEC61810-2: 2005、MIL-PRE-32140: 2004 等。表 1 列出两个典型的表征方式。

表 1 两个典型的可靠性表征

MIL-PRF-39016F: 2005		MIL-PRE-32140: 2004	
失效率等级	每动作 10000 次下的%	失效率等级	预期额定寿命
L	3	A	$1 \times 10^6$
M	1	B	$5 \times 10^6$
P	0.1	C	$20 \times 10^6$
R	0.01	D	未定失效百分数

### 6.1.1 可靠度

从概率论可知, 可靠度  $R(t) = 1 - (F(t))$

使用寿命: 连续循环次数或时间, 直到确定的失效百分数为止。注: IEC61810-2: 2005 规定, 这个确定的失效百分数, 本规范定为 10%。有时用  $B_{10}$  表示。对有可靠性指标的产品还要加以置信度来修正, 即置信度为 90% 的  $B_{10}$  下限  $B_{10LOV}$ 。这样产品的可靠度  $R(t_{10}) = 1 - F(t_{10}) = 1 - 0.1 = 90\%$ , 即用户的使用寿命为  $B_{10LOV}$ , 置信度为 90%, 或且说风险为 10%。

MIL-PRF-32140: 2004 规定确定失效百分数最大为 1%, 即  $F(t_1) \leq 1\%$ 。产品可靠度  $R(t_1) = 1 - F(t_1) \geq 1 - 1\% = 99\%$ , 这里还要用置信度为 95% 加以修正, 即  $3.0F(t_1) \leq 1\%$ , 3.0 为置信度为 95% 的修正系数, 此时产品的可靠度  $R(t_1) = 1 - F(t_1) \geq 99\%$ , 用户风险为 5%。其用户风险为 5%。

注意: 1) IEC 和 MIL 在求使用寿命时都采用 weibull 分布, 我们建议采用 weibull 概率纸图解之。

2) 不同负载有不同的失效机理和失效模式, 一条 Weibull 直线只能代表一种负载, 反之一种负载可能有多条或以上的 weibull 直线。又称折线 weibull。此时可按不同的失效机理或零部件求之。(参见寿命)“可靠性表征及求解简介”一文。

3) 无可靠性指标的产品使用寿命自然没可靠度及置信度指标。只有合格与不合格之分。典型的鉴定方案有 MIL-PRE-5757H 的 (4+1)、IEC61810-1: 2008 的 (3+3) 及 OEC61811-54: 2002 的 (20+0) 等。这里的 (3+3) 是指数 3 只, 样品进行寿命试验, 在使用寿命期内允许替换 3 只不合格产品。显然这里没有确定的失效百分数及置信度, 也没有失效率指标。

### 6.1.2 失效率

按定义  $MCBF = 1/\lambda$ , 即平均失效间隔为失效率的倒数。但厂家提供的失效率  $\lambda_T$  不是这里的  $\lambda$ 。使用时需按使用条件进行计算。

按 GJB2990-98 (idt MIL-STD-217F) 有:

$\lambda = \lambda_T \cdot \pi_L \cdot \pi_Q \cdot \pi_E \cdot \pi_C \cdot \pi_{CY} \cdot \pi_F$  这里  $\pi_Q$  与产品失效等级有关。而  $\pi_F$  则与产品的磁路结构有关。

按 IEC61708: 96 有:

$\lambda_C = \lambda_r \cdot \pi_{ES} \cdot \pi_s \cdot \pi_T$  为厂家提供的失效率, 其他为修正系数。而实际  $\lambda = f \cdot \lambda_C$ ,  $f$  为每小时动作次数。

注意: 1) 在 MIL 的计算中,  $\lambda_r$  体现在  $\pi_Q$  之中。

2) MIL 在失效率鉴定中是按指数分布进行, 以 M39016F: 2005 为例, 鉴定时样品按负载类型基本等分, 所以就单个负载而言, 试验的样品数小于被鉴定的失效率等级的要求。为此用户可以要求厂家按所需的负载单独进行鉴定。

3) GJB (idt MIL) 规定高温中等电流的试验数据不适合失效率计算, 但若中等电流试验 (4 只允许有兆时毫失效)。数据不用于失效率计算, 但其不合格乃判定失效鉴定为不合格品。

4) 我们尚未查到可靠度  $R$  与实际使用的修正关系, 这里无法提供, 敬请知者赐教。

我们认为厂家若能同时提供  $R$  (或  $F$ ) 及  $\lambda$ , 无疑对用户会有莫大好处。

## 6.2 进货检测

产品必须有出厂检验合格证，必要时可查看第三方检验报告。有条件地方或批量进货最好进行进货检测，检测时应注意：

- 1) 权威的文件程序：订货合同——产品详细规范——总规范——品质保证的规章、文件。
- 2) 检测用的仪表、设备应符合 4.4.2 的要求。
- 3) MIL 规定承制方应优先采用总规范或标准规定的测试电路和（或）设备进行检测，因生产或其他需要也可以采用能得出同样效果的其它方法，但等效方法必须经鉴定部门和/或用户批准。有争议时必须以总规范或标准规定的仲裁方法为准。
- 4) IEC61810-1: 2008 第 6 条规定“偏离值的使用应证明是合理的，这些值由制造厂标明，并应在报告中说明，它同适用于偏离标准规定的条件。“证明是合理的，至少有两个条件：一是误差分析，理论和实际数据。二是鉴定机构批准。检测必须按有关标准进行，包括测量顺序。产品详细规范、总规范及相关标准应是最新的和有效的版本。
- 5) 其它注意事项：
  - a) 除非另有规定，测试前或测试中产品不应经受易造成测试结果无效的破坏性或非破坏性的处理。
  - b) 上一项目的测量不应造成下一项目的检测结果无效。
  - c) 检测不应给产品带来非产品本身引起的污染和损伤。
  - d) 测量应有重复性和再现性。
  - e) 批量检测结果最好有统计分析。

有关检测方面的详细情况请参见《电磁继电器的检测》，宁波福特继电器有限公司 2006 年出。

## 6.3 线圈

### 6.3.1 一般要求

电源：电源调整率应 $\leq 5\%$ ，直流电源的纹波应 $< 6\%$ ，峰—峰值周期和随机漂移 $< 1\%$ ；交流电源应为正弦波，波形系数在 0.95~1.25 之间，波形失真 $< 1\%$ 。

激励量：额定值（包括极性）。若无其他规定，公差为 $\pm 10\%$ 。释放状态实际应为零，漏电流造成的电压应为 $< 2\%$ 。

注意：a)使用的线圈电压小于其额定值时将会损害继电器工作。

b)吸合、保持和释放电压仅供检测时使用，不是设计的使用依据。

c)NARM 在《工程师继电器手册》15.3.7 中指出：“继电器不应在吸合电压下工作”。

d)激励过高时，其高出部分吸合后将大部分变成热和漏磁，弊大于利。

激励时间：连续工作的继电器应连续激励，磁保持继电器激励时间为三倍吸合或释放时间，取较大者，双线圈磁保持继电器，二个线圈不得同时加激励。

抑制电路：不提倡用户自己加抑制电路，任何瞬态抑制电路都会延长动作或（和）释放时间，影响到寿命。若要加，应与厂家协商在合同中注明，最好由厂方提供，必要时应进行寿命试验。

### 6.3.2 电路接法

GJB (idtMIL) 规定电路图应印在外壳上，其定位方法是：电路图所在的面朝上，然后产品绕一条通过电路图的水平轴向着离开观察者的方向旋转，直到引出端面对观察者。这时每个引出端处于电路图所示的位置上。其线圈引出端正极用特殊颜色的玻璃绝缘子表示。IEC 通常引出端标号码，线圈引出端的正极用“+”表示。

用晶体管来激励时务必注意漏电流和导通压降与工作电流的关系，如图 5 所示电路，用来激励一只继电器时其工作正常，激励两只时就不正常，激励三只时，继电器就无法动作。多只产品的线圈并联时，应注意线圈的反电动势，因为多只产品的释放和吸合总是不同时的。图 6 至图 8 也是几个常用的并联电路比较。

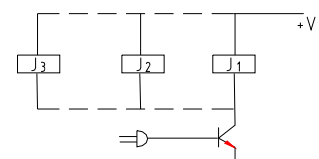


图 5 晶体管激励电路



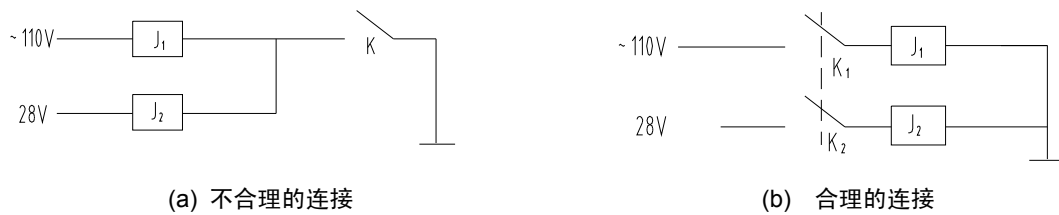


图 6 继电器并联形式之一

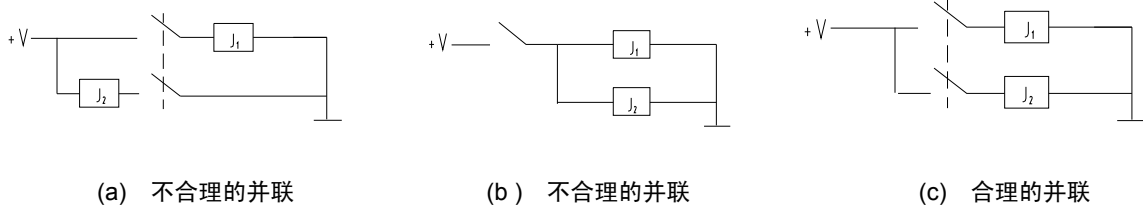


图 7 继电器并联形式之二

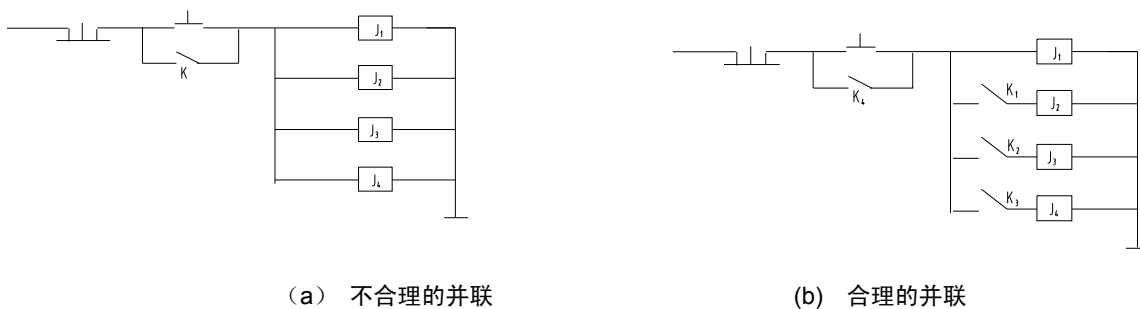


图 8 继电器并联形式之三

## 6.4 触点

### 6.4.1 一般要求

触点应按规定的额定负载性质大小范围使用，其上限不超过规定的额定值上限，最小值不小于规定额定值下限，不按额定负载范围使用往往容易出问题。

减额使用是提高触点可靠性的办法之一，但减少至中等电流时务必小心，特别是高温下。能可靠切换 10A 的继电器触点，在低电平和干电路下不一定能可靠地工作；在额定负载及低电平下能可靠工作的产品，在中等电流下不一定可靠。

不应用并联两个触点来提高触点额定电流，也不应用串联触点来提高触点切换的额定电压，因为触点动作总是不同时的。利用冗余技术提高系统可靠性时应注意触点失效模式和失效机理。并联两只继电器触点可能使先断后合触点变成先合后断触点。并联同一只继电器触点时务必注意贯彻的标准，GJB (idt MIL) 对转接时间的定义含多组触点，而 GB/T (idt IEC) 对转接时间的定义只含一组转换触点，不能保证同一只产品两对触点组不桥接。其次现行 GJB 65B-1999 (idt MIL-PRF-39016E) 对先断后合触点的检测是错误的（见 GJB 65B 中 4.8.8.4.1 条），必须执行 MIL-PRF-39016F: 2002 中的检测方法。但其规定的转接时间仅仅大于  $1\mu\text{s}$ 。应该提一下，IEC 61811-50、-53 及 -54 及 -55 对转接时间的定义与 M39016F 的定义是相似的，但这几个标准规定转接时间最小为  $100\mu\text{s}$ 。

继电器外壳上只标阻性负载的额定值，其他性质的额定值及最小额定负载应查看产品详细规范或向生产厂家索取相关材料。

能切换单相交流电源的继电器不一定适合切换二个不同步的单相交流负载。凡在大于  $10\text{mA}/6\text{V}$  (阻性) 下经受使用或试验过的产品建议不再用于低电平或干电路。

### 6.4.2 触点连接

触点电路图及其标志见 6.3.2 节。

负载电路的接法对触点工作的可靠性影响也很大，图 9 (b) 就比图 9 (a) 合理，因为前者燃弧时间要比后者短一半左右。图 10 也是两种不合理的接法，特别是马达负载、感性负载或容性负载。

对相位转换、极性转换负载，应选择三位置触点（E 型），如图 12 和图 11(b)，而图 11(a) 是不提倡的，除非生产厂家明确表示认可，此时产品应有具体的转接时间，其寿命试验应符合 IEC 61810-1:2008 和 IEC 61810-7:2006 之要求。

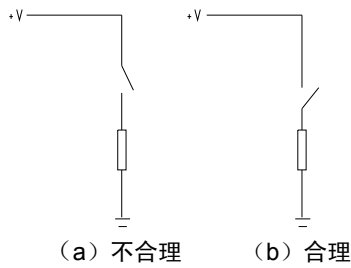


图 9 极性接法

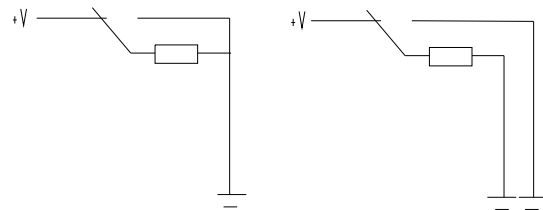


图 10 不合理的负载电路

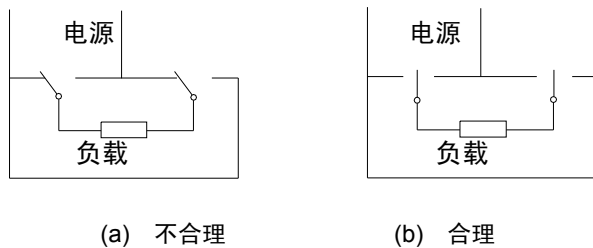


图 11 极性转换负载

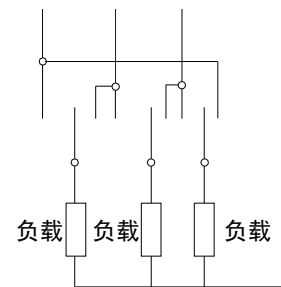


图 12 相位转换负载

## 6.5 安装

当触点负载 $\geq$ CC1 级时就会有电弧，伴随着火花和金属飞溅，故 PC 板上禁用 PTO 产品，对含有爆炸性气氛或风砂较重地方禁用 RTO 和 RT I 产品，最好选 RTIV 或 RTV 产品。虽然继电器有一定的防干扰能力，但大磁场附近不要安装产品，否则要加磁屏蔽，因为抗干扰能力有限。多只产品并排安装的其间隔至少为 1mm。

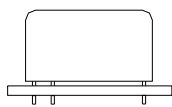
产品在使用和安装时，不要敲打也不要弯曲引出端。对螺栓或螺孔引出端，安装时的扭距不应大于表 5 所列的值。如果引出端过长最好与生产厂家协商，由厂家提供短的产品。用户最好不要自己剪断。

表 5 螺栓扭矩值 (N.m)

螺栓规格	M2.5	M3.0	M3.5	M4.0	M5.0	M6.0	M8.0
接线用	有头	0.40	0.50	0.80	1.20	2.00	2.50
	沉头	0.20	0.25	0.40	0.70	0.80	
作引出端用	0.40	0.50	1.00	2.28	4.00	8.00	11.00
作安装件用		1.00	2.00	4.20			

6.6 继电器的焊接和清洗如下所述。

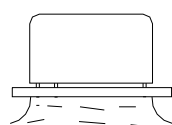
### 6.6.1. 插入



安装、插入时引出端要避免弯曲,不得敲打。引出端弯曲时就不能保证继电器性能,特别是密封性。

如果引出端过长,用户可要求继电器制造厂缩短,不要自己剪断。

### 6.6.2. 涂助焊剂



助焊剂不能溢到产品上。

最好使用中性松香焊剂,不应使用酸性焊剂,自动涂助焊剂仅适用于密封继电器,非密封继电器最好用手工涂助焊剂。

### 6.6.3. 预热



预热可增加焊接可靠性，但预热温度不应超过产品规定的最高允许温度。

加热

#### 6.6.4. 焊接

不得使用纯锡，使用 Sn-Pb 合金时 Pb $\geq$ 3%。

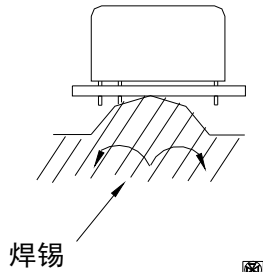
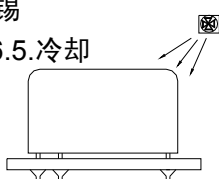


表 6 继电器的焊接

自动焊	手工焊
波峰焊 焊锡不应溢到 PC 板上 焊锡温度 $>250^{\circ}\text{C}$ ( $482^{\circ}\text{F}$ ) 焊接时间 $\leq 5\text{s}$ 焊锡 H63、H65 或 H1SnPb10	电烙铁 烙铁功率 30~60W 烙铁头温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ( $572^{\circ}\text{F}$ ) 焊接时间 $\leq 3\text{s}$ 焊锡 H63、H65 或 H1SnPb10

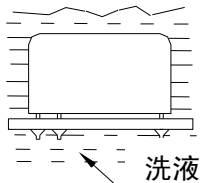
注：无铅焊料焊接温度应增加  $30^{\circ}\text{C}$ 。

#### 6.6.5. 冷却



焊接后应立即冷却，但不能用冷冻过的气体吹。待产品恢复到室温时方可清洗。

#### 6.6.6. 清洗



浸没法清洗只适用密封继电器，最好不用超声波清洗。

手工刷洗时应防止洗液进入产品内部或溅到产品上。

洗液一般用乙醇。

清洗后，如罩壳留有换气孔，可把气孔打开，但应防固体颗粒掉进去。

#### 6.7 金属之间的接触:

不同金属的接触会形成电解电位，在潮气或含腐蚀性的气氛下，由于原电池的作用会加速腐蚀。特别是接地的连接线，如果使用不当会造成较高的电位。有关继电器标准规定，不同金属间的偶合电位差不得超过 0.25V。表 7 列出常用的金属电动势（以银为基准）及允许偶合的金属。如果偶合后电动势超过 0.25V，则应在偶合金属上镀上另一种金属，以保证偶合电动势小于 0.25V。

表 7 允许的偶合金属<sup>1)</sup>

组号	冶金学上的分类	电动势 EMF V	阳极指数 0.01V	允许的偶合
1	金, 金镀层; 金铂合金; 精炼铂 (最低阴极)	0.15	0	○
2	铜上镀银后再镀铱	0.05	10	● ○
3	银, 银镀层; 高银合金	0	15	● ○
4	镍, 镍镀层; 镍铜 (锰铁); 高镍铜合金	-0.15	30	● ○
5	铜, 铜镀层; 低黄铜或低青铜; 银焊料; 德银; 高铜镍合金; 镍铬合金; 奥氏体不锈钢;	-0.20	35	● ○
6	商用黄铜和青铜	-0.25	40	● ○
7	高黄铜和高青铜; 船用黄铜; 锌黄铜;	-0.30	45	● ○
8	含 18% 铬的不锈钢	-0.35	50	● ○
9	铬镀层; 锡镀层; 含 12% 铬的不锈钢	-0.45	60	● ○
10	马口铁; 镀铅锡铁板; 锡铅焊料	-0.50	65	● ○
11	铅; 铅镀层; 高铅合金	-0.55	70	● ○
12	熟硬铝合金	-0.60	75	● ○
13	熟铁, 灰口 (生) 铁或可锻铁; 碳素钢和低合金钢; 电工纯铁	-0.70	85	● ○
14	熟铝合金 (不是熟硬铝合金); 铝硅铸造合金	-0.75	90	● ○
15	铸铝合金 (不是铝硅铸造合金); 镉镀层和铬酸镉	-0.80	95	● ○
16	热浸锌铁皮; 镀锌钢板	-1.05	120	● ○
17	精炼锌; 锌基压铸合金; 锌镀层	-1.10	125	● ○
18	铸造镁和铸造镁基合金; 精炼镁和精炼镁基合金 (最高阳极)	-1.60	175	●

注: 1) 允许的偶合—组间的电位差最大为 0.25V。

### 6.8 金属导线截面积的选择:

电流通过金属导体时都会发生热效应, 电流密度越大, 发热就越严重, 以致会烧断金属导线或导线外的绝缘层。故铜及铝导线允许通过的电流密度受到一定的限制, 表 8 列出几种铜及铝导线允许的电流密度, 即截面积与电流大小的关系。用户应根据切换电流 (或携带电流) 的大小来选择连接导线的大小。注意这里还要考虑焊接后的导电面积。

表 8 导线直径、材料及其允许最大电流对照表

导 线		材料	敞露式 单根导线 (A)	导线管 或 导线束 (A)	材料	敞露式 单根导线 (A)	导线管或 导线束 (A)	
直径 (mm)	截面积 (mm <sup>2</sup> )							
0.50	0.20	Cu		2	Al			
0.60	0.28					5		
0.80	0.50		11	7.5				
1.00	0.79		16	10				
1.25	1.23		22	13				
1.60	2.01		32	17				
2.00	3.14		41	23				
2.80	6.16		55	33				
3.15	7.80		73	46			60	36
4.00	12.57		101	60			83	50
5.60	24.63		135	80			108	66
6.50	33.18		181	100			152	82
7.20	40.72		211	125			174	105
8.00	50.27		245	150			202	123
9.00	63.62		283	175			235	145
11.00	95.02		382	200			266	162

## 参考资料

- [1] MIL-PRF-39016F: 2005; MIL-PRF-32140: 2004; MIL-STD-217F: 1991; MIL-STD-1346B: 1985;
- [2] GB/T 2900.63; GB/T 21711.1-2008; GB/T2423.23-2013;
- [3] NARM:《工程师继电器手册》1990;
- [4] IEC 60255-23; IEC 61709: 1996; IEC 61810-1: 2008; IEC 61810-2: 2005; IEC 61810-7: 2006;
- [5] GJB 65B-94, GJB 360B-2008 (2011); GJB 548B-2005; GJB 1461-92;
- [6] 邹建雄:“JRC-490M 超小型密封直流电磁继电器的设计”, 机电元件, 1998 NO. 2。
- [7] 电子标准化所:“可靠性基础” 1980;
- [8] 郑天丕:“电磁继电器的检测” 宁波福特继电器有限公司 2006;
- [9] 张交锁:“继电器电弧现象及其参数测试的研究”, 西安交大硕士论文 1987;