

继电器使用导则

前言

欢迎使用本公司产品及阅读本导则，请把您的建议、意见及改进措施 Email 到 sales@forward-relays.com，我们将认真研究您的建议意见并给予答谢。

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以及我们的服务水平。

本公司产品属国际电工委员会下的“有或无电气继电器” All or nothing electrical relays。尽管在术语中给“有或无继电器”作了解释,但仍有用户问什么叫“有或无”。的确把“All”译成“有”似乎有点简单,但也是经过标准制订小组认真讨论研究后定的,我们将在“6.2 线圈”一节给予解释。

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(注意,这里是 All or nothing,否则会损害继电器工作)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。

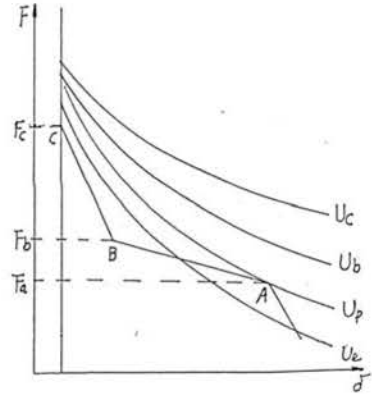


图 1 吸力与反力特征曲线

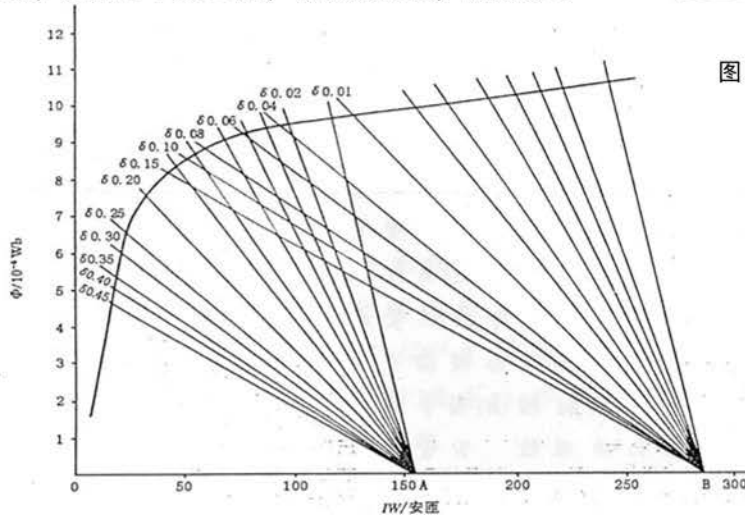


图 2 磁系统局部磁化曲线 (δ 为衔铁间隙)

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

状态转换取决其直流激励量极性的电气继电器。

额定值

规范用量值，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）

使继电器动作的线圈电压值。

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线圈电压值。

不释放电压值（有些地方又称保持电压）

使单稳态继电器不释放的线圈电压值。

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。

规定的动作电压（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。

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压最终闭合或断开的瞬间为止之间的时间。

稳定时间

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。

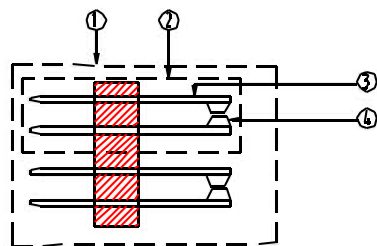
转接时间

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相接的触点电路。



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

图3 触点电路

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。

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。

电气间隙

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: 2017 规定，这个确定的百分数为 10%。置信度取 90%。

置信度

估计是正确的概率。

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。

负载性质

阻性：GB/T 规定： $L/R=10^{-6}s$ （R- Ω ，L-H）

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：

RT(0) 敞开式 无防护外壳。

RT I 防尘式 有防尘外壳保护其机械结构。

RT II 耐焊剂 无需清除预定区域之外的焊剂，就能自动焊接。

RT III 耐清洗 无需浸渍焊剂或清洗剂，就能自动焊接并随即经受清洗工艺，消除焊剂残留物。

注：有时产品焊接清洗后要开透气孔。

RT IV 密封式 配有外壳而不向外部大气中漏气的继电器，其时间常数优于 2×10^4s （见 GB/2423.23-2013）

RT V 气密封 具有高密封等级的密封继电器，其时间常数保证优于 2×10^6s （见 GB/T2423.23-2013）。

$$\text{注：}\theta = \frac{P_0 \cdot V_0}{L}$$

P_0 标准大气压（Pa）

V_0 产品内部有效空间（ cm^3 ）

L 漏率（ $Pa \cdot cm^3/s$ ）

基本模数

模数是指用作模数配置增量的量值单位。

基本模数 (M) 是指图 4 所示的网格系统中的一个步距。

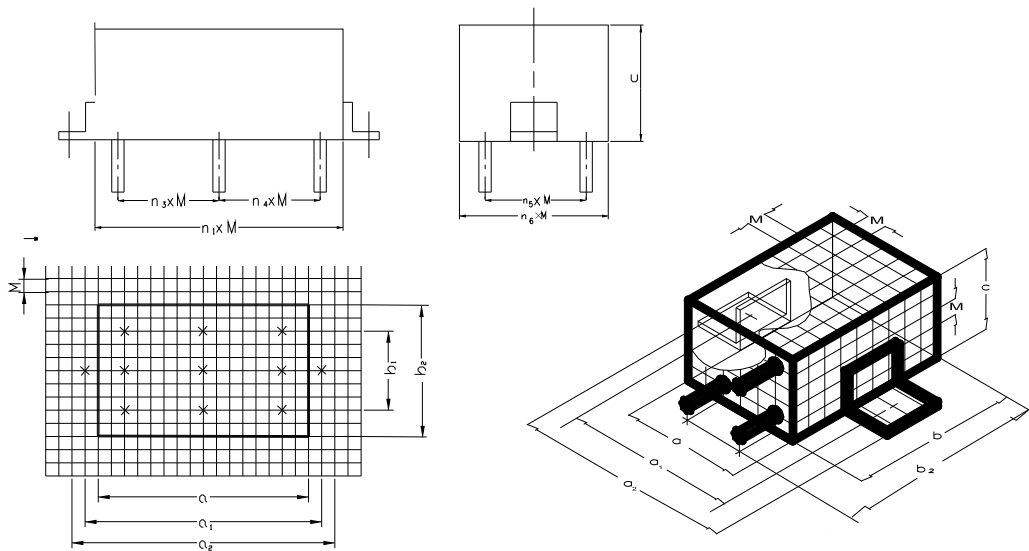


图 4 基本模数

3、一般要求

3.1 安全性

3.1.1 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）。

3.1.2 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: 2015 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。

3.2 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。

3.3 额定寿命及其失效率

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,即使用寿命。其代表为 IEC 61810-2:2017 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最大为 1%,置信度取 95%。二者均是采用两参数的 Weibull 分布来求得。
- (2) 额定寿命区间内的最大失效率,其代表有 GB/T 14598.1-2002 (idt IEC 60255-23)。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, b)既然是试验室内试验得来的数据,就有置信度(1- α)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(α)。

3.4 品质保证

3.4.1 品质保证管理体系

品质保证管理体系有: ISO9001、ISO14001、IATF16949。当它们与产品详细规范或总规范矛盾时,应按详细规范或总规范为准,如仪表设备的检测与检验。

3.4.2 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, IATF 16949 的五大要素中就有一个 MSA(测量系统分析)。

3.4.2.1 仪表设备必须经过标准化审查。

原则要求

1) 标准化审查:

名词术语及其定义,它直接关系到测量方法、测试环境条件及失效判据。所用术语及定义必须采用最新标准。

测量方法,这包括测试原理、测量时的环境条件、数据采集方法和采集失效判据,测试时所施加的应力及测试前的预处理。若无其它规定,测试前不应经受易造成本试验结果无效的任何非破坏性或破坏性处理,如烘焙等。

准确度,见 3.4.2.3。

必须指出:仪表误差不应看成所测数值的误差。

数据处理,数据处理应科学、准确,应符合有关标准的规定。必要时,有关公式及计算方法应经鉴定机构批准。

失效判据(或合格判定),失效判据或合格判定必须符合标准规定。某些参数测量后需把测试结果换算成基准条件下的值时,其换算公式必须符合数据处理的有关要求。必要时失效确认程序应经鉴定机构批准。

仲裁:当有争议时,应按相关标准规定的仲裁条件及仲裁的试验方法进行。如功能检查,有争议时应以阶跃函数法为准。

2) 重复性和再现性 不管是专用仪表还是试验电路,都应满足重复性和再现性的原则。这样才能保证测试结果的可比性和可信性。

3.4.2.2 仪表设备必须经过鉴定

鉴定证书

仪表及设备应经鉴定,其复印件应随仪表、设备到使用单位。鉴定证书应标明仪表、设备符合什么标准,包括标准号及发布年号。鉴定时应有标准化审查报告(包括仪表设备),没经鉴定的仪表、设备慎用。

3.4.2.3 仪表、设备的误差

检测用的仪表、设备的误差应小于被测参数允许误差的 1/3,校准检验(测)设备的误差应小于被校设备被核参数允许误差的 1/4。

注：仪表、设备的误差不应被视为被测参数的误差。

3.4.2.4 准用证

仪表设备都必须定期校验，校验其测量的准确度及误差，更重要的是应检查它们是否符合现行标准。如果仪表、设备鉴定证书中提出的标准已经作废，就要重新审查它们是否符合现行标准，包括名词术语、测量方法及原理、应力与公差、数据采集及分辨率、失效判据及数据处理等。笔者建议准用证应标明仪表、设备所符合标准的标准号及发布年号。

3.4.2.5 仪表、设备的使用寿命

仪表、设备的使用寿命不应以时间长短论处，也不应以是否符合其产品技术条件为依据。仪表、设备的使用寿命应以其是否符合现行标准为依据，不符合现行标准的，即便是完好无损或是新出厂的，也不应该使用。

3.4.2.6 其他注意事项：

(1) 除非另有规定，测试前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。

(2) 上一项目测试不应造成下一项目的检测结果无效。

(3) 检测不应给产品带来非产品本身引起的污染和损伤。

(4) 测量应有重复性和再现性。

(5) 批量检测结果最好有统计分析。

(6) 任何零部件、材料的认可接收不意味是成品的保证接收！检测设备不应产生干扰信号或消弱、消除继电器所产生的信息。

3.4.3 替代电路

以继电器为例，应优先使用本标准规定的试验设备和试验电路，使使用任何代替的试验设备和试验电路应经鉴定机构批准。IEC61810-1:2015 第 6 条也规定：特殊情况下，采用偏离值应能证明是合理的，这些值应按制造厂规定，任何替代方法应经鉴定机构批准。并在检验报告中注明。上述规定也适用于偏离标准规定条件（如温升试验的安装方位）。这表明偏离标准规定的条件或使用任何替代的测试电路或测试设备都应该经过鉴定机构的批准，以证明是合理的，并应报告中说明。

4 选择，用户首先弄清：

- 1) 为什么要选继电器，怎么用，有什么条件，在什么条件下使用。
- 2) 影响的量公差如何满足。

4.1 使用条件与选型

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 当 N 只产品并联使用时, 线圈电阻应 \geq 20N.Rs
	电源调整率	<5%	
激励条件	输出功率	线圈功耗 (W)	公差为 $\pm 10\%$
	电源输出电阻 Rs(或阻抗 Zs) 最大环境温度 Tmax 用器件或滤波器提供 DC 电源工作 连续工作(激励)几天	线圈电阻 R_0 (或阻抗 Z_0) 应大于 20 倍 Rs 或 Zs 最大允许工作温度 Tmax 热阻 $= \Delta T/W$ 温升 $\Delta T \leq$ 材料耐温 - Tmax 元器件耐压 $\leq 30U_c$ 时, 应有线圈瞬 态抑制 磁保持继电器	基准温度 IEC: 23℃ 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	触点类型和路数	触点类型见表 3
	切换电源, 相位转换 负载性质及大小 允许触点电路损耗	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。	公差为 $\pm 10\%$; 特殊负载的浪涌电流大 小见表 4 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。
切换负载	允许触点电路电阻 异常变化时间 额定寿命 失效率	如果 $< 10\mu s$, 应在合同中标明 额定寿命 (无可靠性指标), 使用 寿命 (有可靠性指标) 不同额定负载下的失效率	IEC 规定时间小于 $10\mu s$ 的任何异常变 化予以忽略 最好为 Tmax 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 IEC 为非强制性。
	最大切换速率	最大切换速率 $= \frac{0.1}{t_o + t_r}$ (次/s) t_o 为吸合时间, t_r 为释放时间	高电平 (或 CC2) 应适当减少
时间参数	允许最大的切换时间	触点达稳定闭合 (或断开) 时间 (t_c)	
	转接时间	转接时间 (t_s)	$t_s \geq 50 \mu s$ (IEC)

使用环境	环境温度 PC 板用	允许工作温度范围 不要选 RT0，应选 RTII~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℃左右
	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	与厂家协商提出具体要求 厂家应提供产品内部有效空腔
安全认证	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	注意：产品及产品与通电用的导线的距离。
	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	可用带插座的触点电路来测量
	安全认证	UL、VDE、TÜV、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）。			

4.2 有关影响量的容许公差

应保证所加影响量的公差不大于其容许值。

IEC 有关影响量的容许公差如表 2 所列。

表 2 IEC 有关影响量的容许偏差

影响量	基准量	容许偏差	
温度	低温 23°C 高温	±5K	
相对湿度	50%	±25%	
气压	96 kPa	±10 kPa	
气氛	清洁空气	污染不超过 IEC60721-3-3 中 3C2 级	
外部磁感应	0	±0.5mT	
频率	16 2/3、50、60、400 (HZ)	±2%	
交流波形	正弦波	畸变因数 5% 波形失真<10% 波形系数: 0.95~1.25	
交流中直流分量	0	峰值的 2%	
直流波纹	0	6%	
阻性	L=0	$L \leq RX10^{-6}$; $L \leq 10^{-4}H$	
	$\cos\Phi = 1$	0 -0.01	
电压/电流 (线圈/负载)	由制造厂定	±5%	
负载电阻		±5%	
负载电感	直流 (H)	±15%	
	交流 $\cos\Phi$	±0.1	
负载电容 (含分布)		< 50pF	
电源	输出阻性 (Zs)	负载总阻抗 Z	$Zs < 0.02Z(0.05Z)$
	输出电阻 (Rs)	负载总电阻 R	$Rs < 0.02R(0.05R)$
	调整率	线圈 ≤5% 其他≤9%	

5 订货

5.1 订货

订货合同是使用的第一步，万事开头难，订好货，签好合同是个好兆头，它的关键在于文件程序。

订货合同:

产品详细规范:

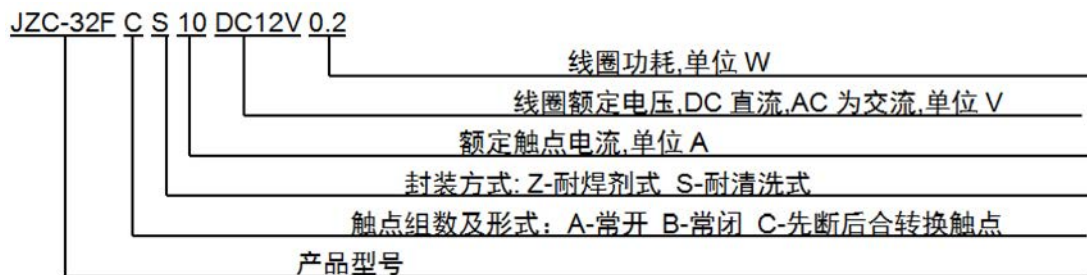
产品总规范:

品质保证的规章文件。

注: 1) 当后面的文件与前面的文件的规定矛盾时, 以前面的文件为准。

5.2 产品型号表示

福特公司典型详细订货信息如下:



注: 1) 有别上述文件的要求与验收方法应详细写入合同。

5.3 触点组合形成

表 3 常用触点组合形式:

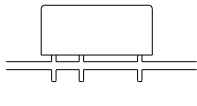
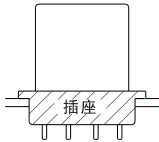
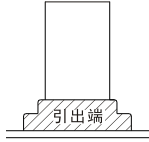
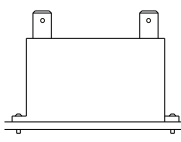
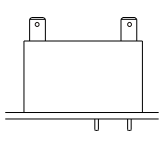
名称	动合(常开)触点 SPSTNO	动断(常闭)触点 SPSTNC	先断后合 转换触点 SPDT(B-M)	中间断开 双向触点 SPDTNO	先合后断 转换触点 SPDT(M-B)	双动合 触点 SPSTNODM	双动断触点 SPSTNCDB	
符号	或				或			
字母代号	中国	H	D	Z	E	B	SH	SD
	美国	A	B	C	K	D	U	V

表 4 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	≤ 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	

5.4 安装方式

表5 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、M4、M4S、M1B、 JZC-22F、JZC-22F ₂ 、 M1BS、M4S、JRC-23F、 NG8N、NG8QN、 NT72、NT73系列、 NT77、NT78、NT79 N4100、4117、N68F、 JZC-32F、NV23K、 NV231.....	N4078、 JQX-14F ₁ 、 NT90T、 NT90TP、 NT75.....	NVF4系列、 NVFM、NVFS、 JQX-13F、 JZX-18FF、 NVF7.....	NT90TP、 JQX-13F、 JZX-18FF.....	NT90T、 NT98T、 JQX-102F.....

6、继电器的使用

6.1 概述

一提到继电器人们总要问：它的寿命是多少？如何确定和验收？可靠性是多少？可信度如何？

目前，通常用额定寿命表示无可靠性指标的继电器寿命，但并不说明不可靠。有可靠性指标的用使用寿命、IEC 有 B₁₀，表示可靠度为 90%，置信度为 90%。

正确使用是保证和提高可靠性最有效的方法之一。

按定义：额定值规范用量，由特定工作条件确定，这就明白：额定寿命是指规定条件（通常为高温）触点能切换额定负载的循环次数。目前我国是执行 IEC255-19-1 规定（新产品将执行 IEC61811）鉴定试验执行（5+1）方案。即 5 只产品进行试验，允许替换 1 只失效。环境温度国内大多为常温。循环次数为 1×10^5 ，（少数为 5×10^5 或 1×10^6 ）无可靠性指标。

IEC255-0-20：1974，IEC255-23:1994 就提出用 weibull 求触点的可靠性参数，但到 IEC61811-2：2015 却明确：可靠性数据的评定和表明不是必须进行的.....不要求继电器制造厂在某一特定批交货之前证明其达到的失效率。

6.2 线圈

6.2.1 线圈是继电器的心脏，是其动作的主要动力，我们就是通过“有”或“无”来激励继电器的工作，使其达到控制电路。前面提到的“有”或“无”电气继电器“All or nothing their coil relays”是指继电器工作时，要么给线圈加上激励电压的全部要求（包括影响量的允许公差），要么什么都没有。

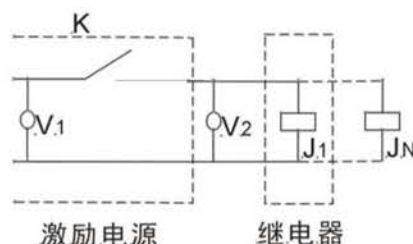


图5 多只继电器并联

图 5 是一个典型的 N 只并联使用的一个例子，电源调整率与 N 成正比，N 越大，调整率也越大，电源的功耗也越大，会导致继电器不能正常工作，故要求 N 只并联时，继电器给出电阻小于 $R_g < \frac{R_1}{N} 0.5\%$, R_1 为线圈电阻， R_g 为电源输出电阻。换句话说，选择继电器时，其线圈电阻要受到电源输出电阻的限制，并联用同一规格的继电器。

注：a) 线圈激励电压，不是激励电源输出电压（图 5 的 V1）而是加到线圈两端的电压 V2。

b) 使用的线圈电压小于其额定值时将会损害继电器工作。

c) 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。

d) 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”。

e) 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。

对于释放状态实际应为零，但由于漏电无孔不入，漏电流造成的电压应为 $< 2\%$ 。释放电压。

6.2.2 电路接法

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 6 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 7 至图 9 也是几个常用的并联电路比较。

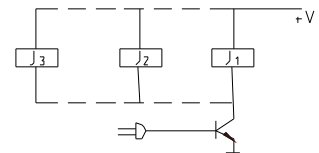


图 6 晶体管激励电路

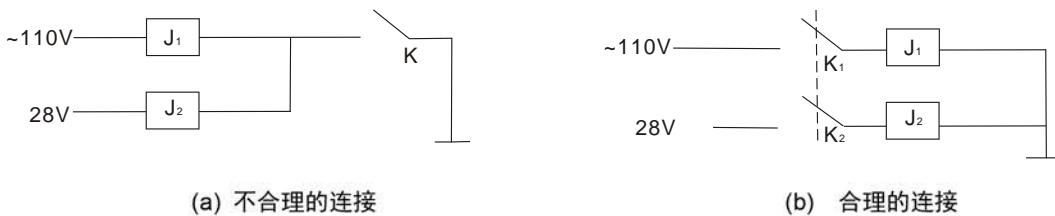


图 7 继电器并联形式之一

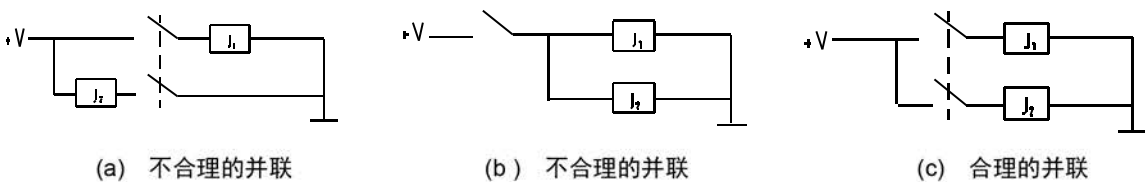


图 8 继电器并联形式之二

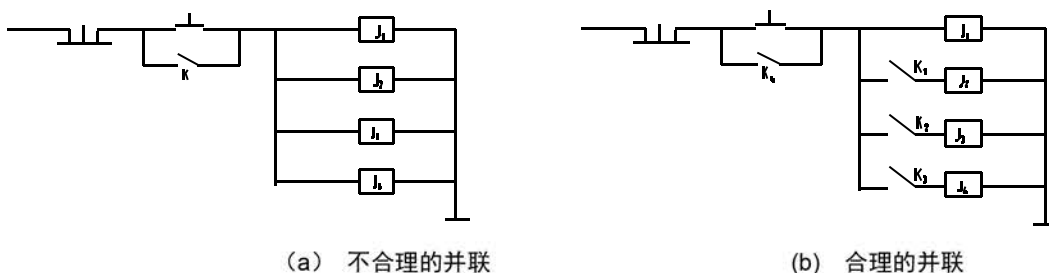


图 9 继电器并联形式之三

6.3 触点（触点电路）

6.3.1 一般要求

触点（触点电路）是直接切换的负载的一个部件，正确使用是产品寿命及是否可靠的关键。

注意：负载两端的电压不是负载电压，负载电压应包括触点电路。

时间不超出 $10\ \mu\text{s}$ 的触点电路电阻的任何异常变化应予以忽略。

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，GB/T (idt IEC)对转换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。

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 10mA/6V(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。

6.3.2 触点连接

触点电路图及其标志见 5.3 节。

负载电路的接法对触点工作的可靠性影响也很大，图 10 (b) 就比图 10 (a) 合理，因为前者燃弧时间要比后者短一半左右。图 11 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 13 和图 12(b)，而图 12(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换时间，其寿命试验应符合 IEC 61810-1:2015 和 IEC 61810-7:2006 之要求。

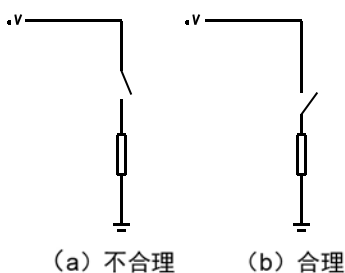


图 10 极性接法

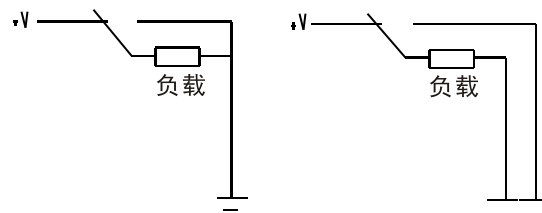


图 11 不合理的负载电路

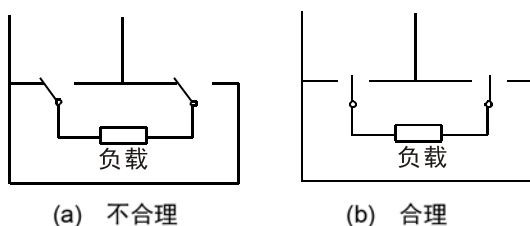


图 12 极性转换负载

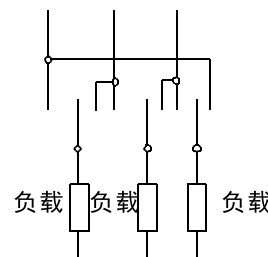


图 13 相位转换负载

本行业出现如 IEC61811-1: 2015 中提到的附加信息, 触点负载和线圈激励曲线。图表方式表示。我们希望用户不用, 确实需要须谨慎。因为 IEC61811-1: 2015 明确表明此类附加信息不要求试验验证。

6.4 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 RT0 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。

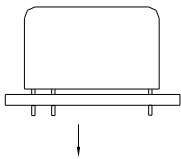
产品在使用和安装时, 不要敲打也不要弯曲引出端。对螺栓或螺孔引出端, 安装时的扭距不应大于表 6 所列的值。如果引出端过长最好与生产厂家协商, 由厂家提供短的产品。用户最好不要自己剪断。

表 6 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			

6.5 继电器的焊接和清洗如下所述。

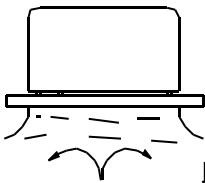
1. 插入



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。

6.5.2. 涂助焊剂

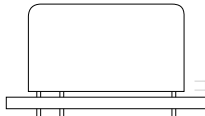


助焊剂

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。

6.5.3. 预热



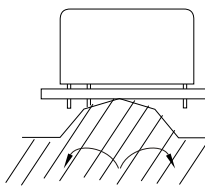
预热可增加焊接可靠性, 但预热温度不应超过产品规定的最高允许温度。



6.5.4. 焊接

加热

用无铅焊料

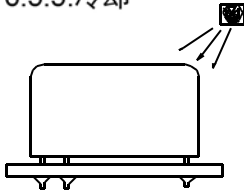


焊锡

表 7 继电器的焊接

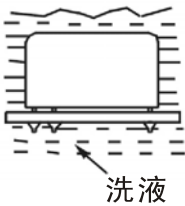
自动焊	手工焊
波峰焊 焊料不应溢到 PC 板上 焊料温度(推荐): 约 260℃ 焊接时间: 约 5s 之内	电烙铁 烙铁功率 30~60W 烙铁头温度 280-300℃ 焊接时间 \leq 3s

6.5.5. 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。

6.5.6. 清洗



洗只适用密封继电器，最好不用超声波清洗。
时应防止洗液进入产品内部或溅到产品上。
用乙醇。

如罩壳留有换气孔，可把气孔打开，但应防固体颗粒掉

6.6 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 8 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 8 允许的偶合金属¹⁾

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	铜上镀银后再镀铑	0.05	10	● ○
3	银, 银镀层; 高银合金	0	15	● ○
4	镍, 镍镀层; 镍铜 (磁铁); 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) 允许的偶合一组间的电位差最大为 0.25V。

6.7 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 9 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 9 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 ²)										
0.50	0.20	Cu			Al						
0.60	0.28										
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] GB/T 2900.63; GB/T 21711.7-2018; GB/T2423.23-2013;
- [2] NARM: 《工程师继电器手册》1990;
- [3] IEC 60255-23; IEC 61709; 2017; IEC 61810-1: 2015; IEC 61810-2: 2017; IEC 61810-7: 2006;
- [4] 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;
- [5] 电子标准化所: “可靠性基础” 1980;
- [6] 郑天丕: “电磁继电器的检测” 宁波福特继电器有限公司 2006;
- [7] 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。