

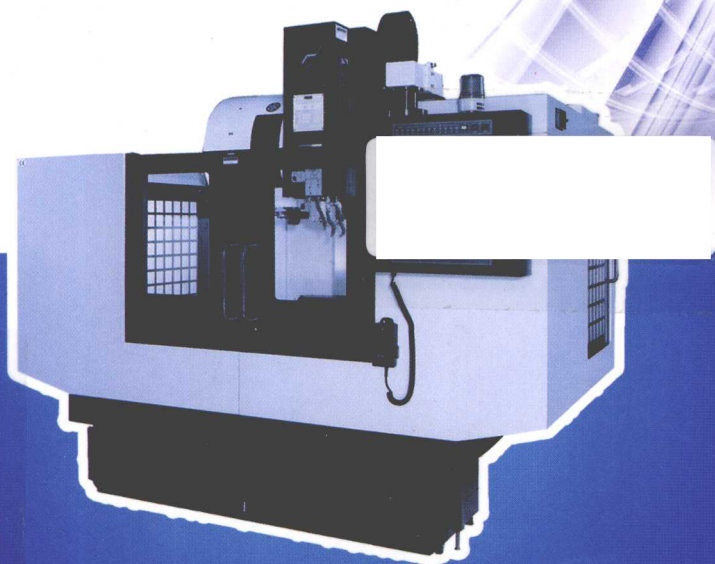
JICHUANG DIANQI WEIXIU RUMEN



机床电气维修



宋家成 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

JICHUANG DIANQI WEIXIU RUMEN

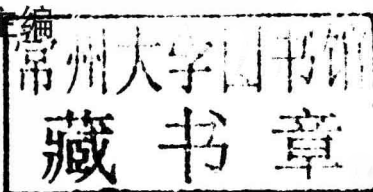


机床电气维修



宋家成

主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书重点介绍了车床、钻床、磨床、铣床、镗床、滚齿机、龙门刨床、数控机床等工业企业常用设备的电气控制原理与常见故障的维修方法和技巧。

全书共分六章，主要内容包括：常用机床电器，准确快速的电气设备故障检查方法与技巧，普通机床电气维修实例，A 系列龙门刨床维修与改造，变频器在机床上的应用与维修，数控机床的维修。

本书有较强的可读性和可操作性，努力做到科学性、完整性、系统性、知识性相统一，适合工业企业维修电工、电气技术人员等使用，也可作为相关院校机电、电气等专业的师生学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机床电气维修入门/宋家成主编. —北京：中国电力出版社，2012.10

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3637 - 7

I. ①机… II. ①宋… III. ①机床-电气设备-维修
IV. ①TG502.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 247728 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.75 印张 501 千字 3 插页

印数 0001—3000 册 定价 42.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

主 编 宋家成

编写人员 宋 阳 魏殿有 张纪宁 訾士博

前言

机床电气维修,是工厂维修电工的主要工作。只有及时、准确地查找出设备的电气故障并加以排除,才能使设备正常地运行,从而提高工厂企业的生产率和经济效益。为了培养机床电气维修的高技能人才,提高其处理故障问题的能力和技巧,作者集几十年的工作经验,特编写本书,以飨读者。

本书重点介绍了电气自动化控制系统中的机电接触系统、扩大机—发电机—电动机系统和数控系统。全书共分六章,第一章介绍了常用机床电器,第二章讲解了准确快速的电气设备故障检查方法与技巧,第三章到第六章主要介绍车床、钻床、磨床、铣床、镗床、滚齿机、龙门刨床、数控机床等工业企业常用设备的电气控制原理与常见故障的维修方法和技巧。

为了使读者能更好地掌握机床电气维修技术,并能应用于实际工作中,本书以维修技能的讲解为重点,并对一些自动控制技术的基本知识作以必要的讲述,使读者既有理论知识作基础,又能得到实际的修理技能和技巧,从而尽快提高自身的技术水平。

本书力求文字通俗易懂,技术数据实用准确,图文并茂,有较强的可读性和可操作性,努力做到科学性、完整性、系统性、知识性相统一。

由于编者水平有限,疏漏和错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 常用机床电器	1
第一节 机床电器使用常识	1
一、电器的分类与型号	1
二、性能及参数	3
三、低压电器的工作条件	7
四、常用电器的质量标准	7
第二节 断路器	8
一、断路器的用途与分类	8
二、断路器的结构	9
三、断路器主要元件	10
四、断路器的工作原理	11
五、断路器的选择与使用	12
六、断路器常见故障分析	13
七、常用断路器的技术数据	14
第三节 接触器	19
一、接触器的用途与分类	19
二、接触器的主要技术指标	21
三、交流接触器的结构原理	21
四、真空交流接触器	27
五、直流接触器的结构原理	27
六、接触器选择与使用	28
七、接触器常见故障与检修	30
八、接触器技术数据	34
第四节 控制继电器	39
一、用途、分类及主要技术参数	39
二、电磁继电器	40
三、时间继电器	43
四、热继电器	47
五、速度继电器	51
六、控制继电器技术数据	52

第五节 其他控制电器	59
一、按钮	59
二、位置开关	64
三、万能转换开关及主令开关	66
四、电磁铁	68
第二章 准确快速的电气设备故障检查方法与技巧	71
第一节 电气设备故障检查方法与技巧	71
一、直观法	71
二、电压法	72
三、电阻法	75
四、对比法、置换元件法、逐步开路（或接入）法	76
五、强迫闭合法	76
六、短接法	78
七、如何使用这些检查方法	79
第二节 电气故障检修经验	79
一、区别易坏部位和不易坏部位	79
二、利用人体感官检查电气故障	80
三、牢记基本电路及机电连锁的关系	82
第三节 疑难故障及其对策	82
一、造成疑难故障的原因	82
二、对策	83
第三章 普通机床电气维修实例	85
第一节 车床	85
一、C6132 普通车床	85
二、立式车床	88
第二节 钻床	97
一、Z5163 立式钻床	97
二、Z35 型摇臂钻床	102
第三节 磨床	107
一、M7120 型平面磨床	107
二、M1432A 万能外圆磨床	110
第四节 铣床	113
一、X62W 型万能铣床	114
二、常见故障及检修	119
第五节 镗床	121
一、T68 型卧式镗床	121
二、T610 型卧式镗床	127
第六节 滚齿机	133
一、YB3120 型滚齿机的机床概况	133
二、YB3120 型滚齿机控制电路原理	134
三、常见故障与检修	138

第四章 A 系列龙门刨床维修与改造	139
第一节 基本环节及其调整	139
一、直流发电机—电动机系统	139
二、电机扩大机—电动机系统	140
三、电压反馈环节	142
四、电流正反馈环节	144
五、电动势负反馈环节	145
六、电流截止负反馈环节	146
七、稳定环节	148
第二节 B2012A 系列龙门刨床	150
一、机床概况	150
二、电气控制系统	152
三、交流电路工作原理	157
四、直流电路的工作原理	163
五、电气设备的安装和调试	166
六、常见故障检查及维修	175
第三节 A 系列全机组型龙门刨床节能改造	182
一、A 系列龙门刨床改造的效益分析	182
二、A 系列龙门刨床的改造方案分析	183
三、用直流调速器改造 A 系列全机组型龙门刨床方法	184
第五章 变频器在机床上的应用与维修	187
第一节 概述	187
一、变频器的基本概念	187
二、变频器的应用范围及分类	188
第二节 通用变频器结构原理	193
一、SPWM 变频系统组成与原理	194
二、用计算机控制的 SPMW 型变频器电路	195
第三节 通用变频器配套设备的选用	198
一、交、直流电抗器	198
二、无线电噪声滤波器	202
三、制动电阻单元的选用	203
第四节 通用变频器的应用与选择	206
一、通用变频器的主要性能	206
二、变频器的选择	215
三、变频器的应用	218
第五节 通用变频器的使用安装	222
一、变频器的安装	222
二、变频器的运行	224
第六节 通用变频器的维修	224
一、变频器的维护保养	224
二、变频器的故障诊断与分析	225

三、变频器使用和维修的几点经验	230
第六章 数控机床的维修	233
第一节 数控机床的基本概念	233
一、数控机床的定义	233
二、数控系统的分类	233
三、代码与程序段格式	236
四、数控机床坐标系的确定	242
第二节 机床数控系统	244
一、数控系统的组成	244
二、插补原理与计算	245
第三节 数控机床的伺服系统	248
一、伺服系统的分类和要求	248
二、功率步进电机的驱动电源	249
三、直流伺服电机的速度控制单元	252
第四节 数控机床的维修方法	255
一、维修人员的基本要求和故障常规处理	255
二、常见故障的类型	257
三、数控机床故障的检修原则和日常维护	259
四、快速提高检修技术的方法	260
五、数控机床的日常维护	262
第五节 故障自诊断功能及其应用	264
一、开机诊断	265
二、在线诊断和离线诊断	265
第六节 常见故障检查方法	267
一、数控机床故障排除的基本程序	267
二、感官检查法	268
三、功能程序测试法	269
四、交换法与备板置换法	270
五、交叉换位法	270
六、参数检查法	271
七、局部升温法	272
八、敲击法	272
九、原理分析法	272
十、维修后的技术处理	273
第七节 数控机床检修实例	273
一、数控线切割机床	273
二、FANUC 系统	280

第一章

常用机床电器

在机床自动控制的电力拖动系统中,对电机和用电设备,进行准确有效的控制和保护,都是通过各种电器所组成的控制系统来实现的。机床电器包括“强电”和“弱电”,“弱电”是指各种电子器件,如各种晶体管、晶闸管、集成电路、光电器件等,它们的特点是不可修复性,即如果器件损坏,不能修复必须更换新元件。这些器件的型号和性能参数可通过各种手册查找。由于篇幅所限,本章主要介绍强电电器。强电电器是在机床上使用的低压电器,指各种继电器、接触器、开关、气动元件和各种电磁元件等。它们的特点是可修复,如器件损坏可修复,或通过更换局部配件使其达到完好状态。

在机床电气控制系统使用时,必须对各种电器的用途、结构、技术数据、电器产品的标准等有更多的了解。在机床电气维修中,电器故障所占的比重较大(约占70%),也是电气故障的主要表现形式,因此了解电器的结构、原理以及各种故障的表现特征和修理方法,才能准确、快速地排除故障。

第一节 机床电器使用常识

一、电器的分类与型号

(一) 电器的分类

在电力拖动控制系统中,其电压使用范围,主要考虑控制方便、安全及设备的通用化的因素。因此,一般选用380、220V等低压电源。

控制电器按动作方式,可分为非自动和自动切换两大类。非自动切换电器是靠外力(如手控或机械控制等)来进行切换。自动切换电器,它在完成接通、分断等动作时,靠本身参数变化及外来信号的要求,自动控制。按照触点的有无,可分为有触点电器和无触点电器两大类。用于保护及控制柜中的,还有各种配电电器。电器产品的分类和用途见表1-1。

表 1-1 电器产品的分类和用途

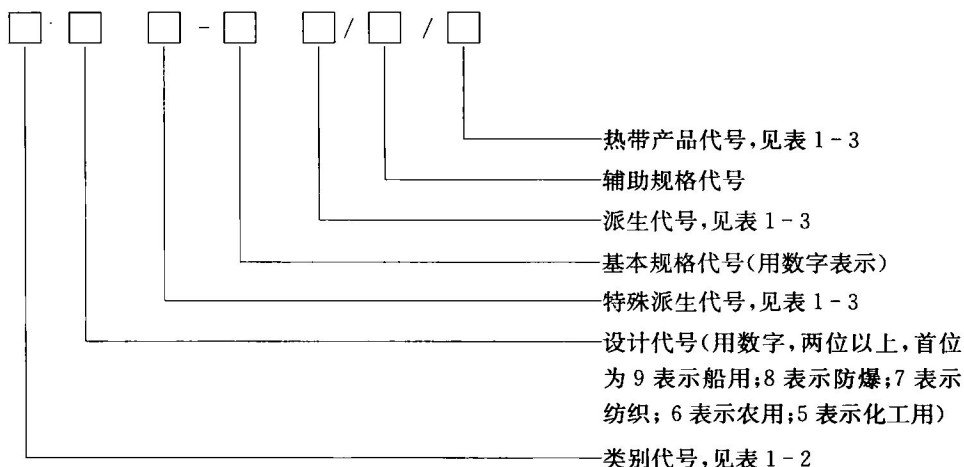
产品名称		主要产品	用 途
配电电器	断路器	塑料外壳式断路器 框架式断路器 限流式断路器 具有漏电保护的断路器 灭磁断路器 直流快速断路器	用于线路过载、短路、漏电或欠压保护,也可用于不频繁接通和分断电路
	熔断器	有填料熔断器 无填料熔断器 半封闭插入式熔断器 快速熔断器 自复熔断器	用于线路和设备的短路及过载保护

续表

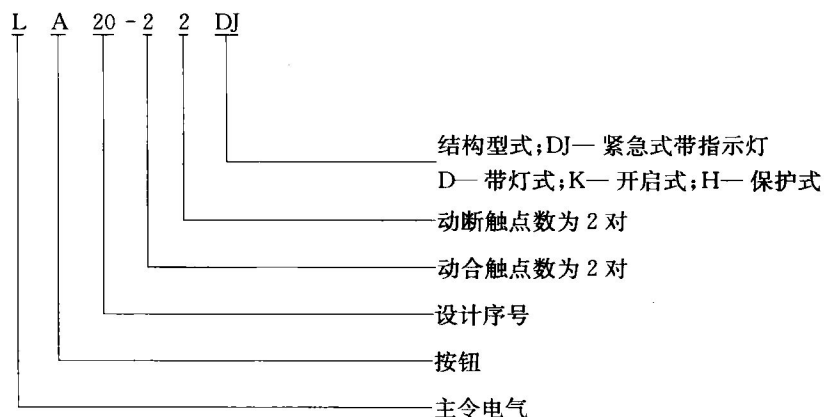
产品名称	主要产品	用 途
配电电器	刀形开关	大电流隔离熔断器式刀开关 开关板用刀开关、负荷开关
	转换开关	组合开关 转换开关
控制电器	接触器	交流接触器 直流接触器 真空接触器 半导体式接触器
	启动器	星三角减压启动器 自耦减压启动器 变阻式转子启动器 半导体式启动器 真空启动器
	控制继电器	电流继电器 电压继电器 时间继电器 中间继电器 温度继电器 热继电器
	控制器	凸转控制器 平面控制器 鼓形控制器
	主令电器	按钮 限位开关 微动开关 万能转换开关 脚踏开关 接近开关 行程开关
	电阻器	铁基合金电阻器
	变阻器	励磁变阻器 启动变阻器 频敏变阻器
	电磁铁	起重电磁铁 牵引电磁铁 制动电磁铁

(二) 电器的型号

电器产品的全型号，是在产品型号之后，附加规格（如电流、电压或容量数值等）及其他数字或字母，以确定某一产品的主要规格及其派生特征。电器产品型号组成及含义如下。



例如: 紧急式带指示灯按钮 LA20—22DJ。



二、性能及参数

(一) 参数

1. 电器间隙

电器间隙是电器中具有电位差的相邻两导体间, 通过空气的最短距离。

2. 爬电距离

电器中具有电位差的相邻两导体电部件之间, 沿绝缘体表面的最短距离。

3. 触点开距

触点在完全断开的位置时, 动、静触点间的最短距离。

4. 触点超程

当电器触点到闭合位置后, 如将静触点移动开时, 动触点所能够移动的距离。

5. 额定工作电压

在额定条件下, 保证电器正常工作的电压值。

6. 额定绝缘电压

在规定条件下, 用来度量电器及其部件的不同电位部分的绝缘强度、电气间隔和爬电距离的名义电压值。

表 1-2 低压电器产品型号类别代号表

代号	名称	A	B	C	D	G	H	J	K	L	M	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z
H	刀开关和刀形转换开关				刀开关		封闭式负荷开关		开启式负荷开关					熔断式刀开关	刀型转换开关					其他	组合开关
R	熔断器			插入式			汇流排式			螺旋式	封闭式管式				快速	有填料封闭式管式				其他	自复
D	断路器										灭磁				快速			框架式		其他	
K	控制器					鼓形						平面				凸轮				其他	
C	接触器					高压		交流	真空		灭磁	中频			时间	通用				其他	直流
Q	启动器	按钮式		电磁式				减压							手动		油浸		星—三角	其他	综合
J	控制继电器				漏电					电流				热	时间	通用		温度		其他	中间
L	主令电器	按钮						接近开关	主令控制器						主令开关	脚踏开关	旋钮	万能转换开关	行程开关	其他	
Z	电阻器		板形元件	冲片元件	板形元件	管形元件									烧结元件	铸铁元件			电阻器	硅碳电阻元件	
B	变阻器			旋臂式						励磁		频敏	启动		石墨	启动调速	油浸启动	液体启动	滑线式	其他	
T	调整器																				
M	电磁铁												牵引					起重		液压	制动
A	其他						接线盒			电铃											

表 1-3

特殊派生字母对照表

派生字母	代 表 意 义
A、B、C、D、…	结构设计稍有改进或变化
C	插入式
J	交流、防溅式
Z	直流、防震、正向、重任务、自动复位
W	失压、无极性、出口用、无灭弧装置
N	可逆、逆向
S	三向、双线圈、防水式、手动复位、三个电源、有锁住机构
P	单相、电压的、防滴式、电磁复位、两个电源
K	开启式
H	保护式、带缓冲装置
M	灭磁、母线式、密封式
Q	防尘式
L	电流的、漏电保护
F	高返回、带励脱扣
X	限流
TH*	温热带
TA*	干热带
T*	按（湿热带）临时措施制造

* 加注在全型号的最后位置。

7. 额定工作电流

在规定条件下，保证电器正常工作的电流值。

8. 额定发热电流

在规定条件下试验时，电器在 8h 工作制下，各部件的温升不超过极限时所能承载的最大电流。可分为额定一般发热电流和额定封闭发热电流。

9. 额定持续电流

在规定条件下，电器在长期工作制下，各部件的温升不超过规定极限值时所能承载的电流值。

10. 分断电流

分断操作时，在电弧开始瞬间流过电器一个极的电流值。

11. 短时耐受电流

热稳定电流在规定的使用和电器本身性能条件下，开关电器闭合位置上所能承受的电流峰值。

12. 约定熔断电流

在约定时间内能使熔体熔断的规定电流值。

13. 约定脱扣电流

在约定时间内能使继电器或脱扣器动作的规定电流值。

14. 外施电压

在刚接通电流前，加在开关电器一个极两接线端子间的电压。

15. 恢复电压

在分断电流后，于电器一个极两端子间出现的电压。此电压可以认为由瞬态恢复电压和稳定恢复电压组成。

16. 电弧电压峰值

操作过电压，在规定条件下，在燃弧期间内于电器一个极两端子间出现的电压最大瞬值。

(二) 技术性能

1. 断开时间

开关电器从断开操作瞬间起, 到所有极的弧触点都分开瞬间为止的时间间隔。

2. 燃弧时间

电器分断电路过程中, 从(弧)触点断开(或熔体熔断)出现电弧的瞬间开始, 至电弧完全熄灭为止的时间间隔。

3. 分断时间

从开关电器的断开时间开始起, 到燃弧时间结束为止的时间间隔。

4. 接通时间

开关电器从闭合操作开始瞬间起, 到电流开始流过主电路瞬间为止的时间间隔。

5. 闭合时间

开关电器从闭合操作开始瞬间起, 到所有极的触点都接通瞬间为止的时间间隔。

6. 通断时间

从电流开始到开关电器一个极流过瞬间起, 到所有极的电弧最终熄灭为止的时间间隔。

7. 分断能力

电器在规定条件下, 能在给定的电压下分断的预期分断电流值。

8. 接通能力

开关电器在规定条件下, 能在给定的电压下接通的预期接通电流值。

9. 通断能力

开关电器在规定的条件下, 能在给定的电压下接通和分断的预期电流值。

10. 短路分断能力

在规定条件下, 包括电器出线端短路在内的分断能力。

11. 机械寿命

机械开关电器在需要修理或更换机械零件前所能承受的无载操作循环次数。

12. 电(气)寿命

在规定的正常条件下, 机械开关电器不需要修理或更换零件的负载操作循环次数。

(三) 工作制与接通频率

1. 8h 工作制

电器的电路通一稳定电流, 通电时间足够长以达到热平衡, 但超过 8h 必须分断。

2. 长期工作制

没有空载期的工作制。

3. 短时工作制

有载时间和空载时间相交替, 且前者比后者较短的工作制。

4. 反复短时工作制

电器的导电电路通一稳定电流, 通电时间和不通电时间循环交替着, 且有一定比值。

5. 操作频率

开关电器在每小时内可能实现的最高操作循环次数。

6. 通电持续率

电器的有载时间与工作周期之比, 常用百分数表示。

7. 密接通断

点动, 在很短时间多次通断电动机或线圈电路, 使被驱动的机械得到小的移动。

三、低压电器的工作条件

1. 环境温度

- (1) 周围空气温度上限不超过 $+40^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 周围空气温度 24h 的平均值不超过 $+35^{\circ}\text{C}$ 。
- (3) 周围空气温度下限不低于 -25°C 。

2. 海拔高度

安装地点的海拔高度不超过 25000m。

3. 大气条件

大气相对湿度在周围温度为 40°C 不超过 50%；在较低温度下可以有较高的湿度；最湿月的平均最大相对湿度为 90%，同时该月的月平均最低温度为 25°C ，并应考虑因温度变化发生产品上的凝露。

4. 污染等级

污染等级是指根据出现导电吸湿的尘埃，游离气体、盐类和相对湿度的数量大小，以及由于吸湿、凝露导致表面电阻率下降事故发生的频度而对环境条件作出的分级。

电器或电器部件周围环境的污染等级分为以下四级：

- 1 级：无污染或仅有干燥的非导电性的污染。
- 2 级：一般情况仅有非导电性污染，但是必须考虑到偶然由于凝露造成短暂的导电性。
- 3 级：有导电性污染，或由于预期的凝露使干燥的非导电性污染变为导电性的。
- 4 级：造成持久性的导电性污染，例如由于导电性尘埃或雨雪造成的污染。

除非产品另有规定，对于低压电器通常推荐考虑污染等级 3。

四、常用电器的质量标准

1. 控制要求

各种电器的型号、规格、线圈电压及技术指标（如温度继电器的温度范围，时间继电器的延时范围等），要符合控制系统的要求。

2. 机械部分的要求

可动部分动作应灵活，闭合过程中不能有卡住或滞缓现象。拉开或断电后，可动部分应完全恢复原位。在吸合时，动触点与静触点、可动衔铁与铁心闭合位置要正，不得歪斜，吸合后不应有杂音、抖动现象。

3. 灭弧系统的要求

有灭弧罩的电器，在动作过程中，可动部分不得与灭弧罩相擦、相碰，有适当间隔，灭弧线圈的绕向应保证将电弧吹到灭弧罩内。

4. 触点、铁心的要求

所有接点、触点表面，以及铁心、衔铁的接触面。应保持平整、清洁、无油垢，相互接触严密。有短路环的电器，其短路环应完整、牢固。有动合触点和动断触点的电器，吸合时应先断开动断触点，而后接通动合触点。

接触器、磁力启动器有多个主触点，接通时每个主触点先后相差距离应在 0.5mm 之内。若为线接触的触点，其接触长度要大于触点全宽度的 75%。动、静触点在接触位置的横向方向，可允许有 1mm 以内的偏移。各触点的初压力、终压力分开距离与超行程均应按产品技术规定调整。触点上不能涂润滑油。严重磨损、烧伤的触点应及时更换。

5. 联锁的要求

可逆式启动器（或接触器），除有电气联锁外，还要有机械联锁。对机械联锁有如下要求：一个通电闭合后，另一个不能闭合；当两接触器同时通电时，则两个接触器的动触点均不能与

静触点接触。

6. 线圈固定的要求

线圈固定要牢固，可动部分不能碰线圈，绝缘电阻应符合规定。各项带电部分之间的距离及带电部分对外壳的距离应符合规定。各紧固螺丝、连接螺钉、安装引线螺钉应拧紧。

7. 其他要求

各电磁继电器除上述标准外，还要求衔铁吸合后，弹簧在被压缩位置上必须有压缩裕量。对超行程量和分开距离的要求，可参考下列数值：超行程 $\geq 1.5\text{mm}$ ；动合触点分开距离 $\geq 4\text{mm}$ ；动断触点分开距离 $\geq 3.5\text{mm}$ 。

对控制继电器（如时间、温度、压力继电器等）和保护继电器（如热继电器、过压、过流继电器，欠流、欠压继电器），在输入信号（温度、压力、电流、电压等）达到整定值时，应可靠动作。有特殊要求的继电器，应按技术要求单独进行测量与调整，并且达到所要求的标准。

第二节 断 路 器

一、断路器的用途与分类

断路器又称自动开关，是一个开关和保护电器的组合体，可用来接通和分断负载电路，也可以用来控制不频繁启动的电动机。对电路和电气设备有短路、过载、漏电和失（欠）压的保护。断路器按灭弧介质可分为油浸式断路器、空气断路器、真空断路器三大类，其中油浸式断路器已趋淘汰，真空断路器尚处于摸索阶段，现以应用最广的空气断路器作一介绍。空气断路器按结构型式可分为塑壳式（又称装置式）和框架式（又称万能式）两种，常用的有 DZ5—20 型和 DZ4—25 型，DZ10 系列塑壳式断路器的结构紧凑、体积小、重量轻、价格低、使用较安全，适于独立安装，在电气控制设备中应用十分广泛。按完全断开时间的快慢，又可分为一般型和快速型两类。直流快速断路器和交流限流断路器是快速型，其分断时间在 $10\sim 20\text{ms}$ ，大都具有限电流断开的功能。断路器的用途和分类见表 1-4。

表 1-4 断路器的用途和分类

名 称	电流种类 和范围（A）	保护特性			主要用途
配电用 断路器	交流 200～4000	选择型 ^① B类	二段保护：瞬间，短延时		作电源总开关和支路电源端 开关
			三段保护：瞬间，短延时，长延时		
		非选择型 ^② A类	限流型	长延时，瞬间	支路末端开关
			一般型		
	直流 600～6000	快速型	有极性，无极性		保护硅整流设备
		一般型	长延时，瞬间		保护一般直流设备
电动机 用断路器	交流 60～630	直接启动	一般型	过电流瞬时动作倍数 (8～15) I_N	保护鼠笼型电动机
			限流型	过电流瞬间动作倍数 12 I_N	
		间接启动	过电流瞬时动作倍数 (3～8) I_N		保护鼠笼型和绕线转子电 动机
		导线保护 用断路器	交流 6～125 常用 6～63	过载长延时，短路瞬时	