

铁路信号

基础设施维护检修

张进利 主 编

王朝华 副主编

Tielu Xinhao Jichu
Shebei WeiHu Jianxiu



西南交通大学出版社

铁路信号基础设施维护检修

主 编 张进利

副主编 王朝华

主 审 任双喜

西南交通大学出版社

· 成都 ·

图书在版编目（C I P）数据
铁路信号基础设施维护检修 / 张进利主编. —成都：
西南交通大学出版社，2017.8
ISBN 978-7-5643-5713-9

I. ①铁… II. ①张… III. ①铁路信号—信号设备—
检修 IV. ①U284.92

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 214474 号

铁路信号基础设施维护检修

主编 张进利

责任编辑 李 伟
助理编辑 李华宇
封面设计 墨创文化

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

官网 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川煤田地质制图印刷厂

成品尺寸 185 mm×260 mm

印张 13.75

字数 328 千

版次 2017 年 8 月第 1 版

印次 2017 年 8 月第 1 次

定价 35.00 元

书号 ISBN 978-7-5643-5713-9

课件咨询电话：028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

前 言

铁路信号系统是铁路“信号、联锁、闭塞”的总称，其主要功能是传递行车信息，保证铁路行车安全，提高运输组织效率和改善职工作业条件。

全书铁路信号基础设备主要指位于室外的各类信号显示设备、轨道电路、道岔转辙装置和室内的继电器、控制台、组合柜、电源屏等铁路信号常用设备。铁路信号基础设备的安全性和可靠性直接影响整个铁路信号系统的性能。因此，熟练掌握铁路信号基础设备的维护检修、安装调试、故障处理知识和实践技能是铁路信号人员必备和最重要的技能。

编写本书旨在根据高职教育的特点和专业培养目标，以国家职业标准和铁路行业规范为依据，从铁路信号技术岗位要求入手，建设与工学结合的特色教材。本书在编写形式上打破了传统的章节体系，以项目、任务、工作过程来编排学习内容，以实用的知识结构为支撑，以技能训练为主线，旨在加强对学生职业能力的培养。全书教学目标明确，紧紧围绕现场常用设备，从结构和作用的认知到维护检修的方法和标准，由简到繁，由浅入深，由单元到整体，理论联系实际地逐层剖析，详尽完备而又避免把信号基础设备涉及的所有技术、类型、方法、装置都收罗进来。本书内容以理论必需、够用为度，注重引入现场作业流程，强调理论与实践一体化，努力打造教师好教、学生易学、读者欢迎的好教材。编者不仅有来自高校的教师，还有来自企业的工程技术人员；全书内容既有校内的理论和实作，又有企业生产实践的工艺方法，取自于工，用之于学，侧重于学生动手能力的培养，内容简明，主线清晰，重点突出，使学生能真正掌握实际有用的知识，实现理论与实践的结合，为社会培养真正高素质技能型人才。

本书主编为包头铁道职业技术学院张进利，副主编为郑州铁路局洛阳电务段王朝华，主审为包头铁道职业技术学院任双喜。全书包括5个项目：信号继电器维护检修、信号机维护检修、轨道电路维护检修、转辙机维护检修、室内基础设备维护检修，每个项目后附有课后练习思考题，可供读者复习巩固。

本书前言、项目二、项目四、练习题由包头铁道职业技术学院张进利编写；项目一、项目五由郑州铁路局洛阳电务段王朝华编写；项目三任务一、三由包头铁道职业技术学院王梦杰编写；项目三任务二由包头铁道职业技术学院陈丽编写。

在本书编写过程中，编者参阅了大量相关论文论著，吸收了其中最新成果和相关经验，在此向原著作者表示衷心的感谢！本书在审定、出版过程中，得到了西南交通大学出版社等有关单位的大力支持，在此表示感谢！由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2017 年 5 月

目 录

项目一 信号继电器维护检修	1
任务一 信号继电器类型识别	1
任务二 安全型继电器零部件及特性识读	3
任务三 信号继电器维护检修	18
任务四 信号继电电路识读及分析	23
练习思考	29
项目二 信号机维护检修	31
任务一 铁路信号认知及符号识读	31
任务二 色灯信号机结构认知	40
任务三 信号显示识读和信号机构选用	49
任务四 信号机维护检修	62
练习思考	72
项目三 轨道电路维护检修	75
任务一 JZXC-480 型轨道电路维护检修	75
任务二 97 型 25 Hz 相敏轨道电路维护检修	90
任务三 ZPW-2000A 型无绝缘轨道电路维护检修	109
练习思考	121
项目四 转辙机维护检修	124
任务一 ZD6 型电动转辙机维护检修	124
任务二 S700K 型电动转辙机的维护检修	145

任务三 ZYJ7 型电液转辙机的维护检修	163
练习思考	175
项目五 室内基础设备维护检修	177
任务一 控制台维护检修	177
任务二 信号电源屏维护检修	189
任务三 铁路信号系列组合柜认知	203
练习思考	207
附 表	209
参考文献	218

项目一 信号继电器维护检修

项目概述

继电器具有继电特性，能够以极小的电信号来控制执行电路中相当大功率的对象，能够控制多个对象和多个回路，也能控制远距离的对象，有着良好的开关性能。信号继电器是铁路信号中所用各类继电器的统称，它不但是构成继电器联锁电路的核心部件，也是计算机联锁系统的接口部件，在铁路信号系统中，简称为继电器。继电器动作的可靠性直接影响信号系统的可靠性和安全性。

本项目针对信号继电器的类型、结构、特性、继电电路及维护检修进行理实一体教学。通过对设备的认知、分解、组装、测试、维护检修及故障分析等多项任务，使学生在动手的过程中掌握信号继电器种类、结构、特性的相关知识，并通过模拟现场的维护检修场景，让学生掌握信号继电器的维护检修程序和技术标准。

教学目标

- (1) 信号继电器类型识别。
- (2) 安全型继电器零部件认知。
- (3) 信号继电器特性识读。
- (4) 信号继电器维护、检修。
- (5) 信号继电器电路图识读。

任务一 信号继电器类型识别

任务描述

信号继电器是铁路自动控制系统中常用的逻辑控制器件，它用于接通和断开电路，用以发布控制命令和反映设备状态，以构成铁路自动控制和远程控制系统。

本任务主要是认知信号继电器种类和识读安全型继电器的型号及表示符号。

任务实施

一、认知信号继电器种类

信号继电器种类众多，可按不同方式进行分类。

(1) 按动作原理分：电磁继电器、感应继电器。

(2) 按动作电流分：直流继电器、交流继电器。直流继电器按照使用时所通电流的极性，又分为无极、偏极和有极继电器。

(3) 按输入物理量分：电流继电器、电压继电器。

(4) 按动作速度分：正常动作继电器、缓动继电器。正常动作继电器衔铁动作时间为 $0.1\sim 0.3\text{ s}$ ，而缓动继电器衔铁动作时间超过 0.3 s 。缓动继电器又分为缓吸继电器和缓放继电器两种类型。

(5) 按接点结构分：普通接点继电器、加强接点继电器。普通接点继电器能满足一般信号电路的要求，加强接点继电器能够通断较大功率的信号电路。

(6) 按工作可靠度分：安全型（N 型）继电器和非安全型（C 型）继电器。前者依靠重力作用释放衔铁，又称为重力式继电器；后者依靠弹簧的弹力保证继电器落下，又称弹力式继电器。安全型继电器的结构必须符合“故障—安全”的原则，在故障情况下使前接点闭合的概率远小于后接点闭合的概率。这样就可前接点代表危险侧信息，用后接点代表安全侧信息。图 1-1 给出了几种常用继电器的外形。

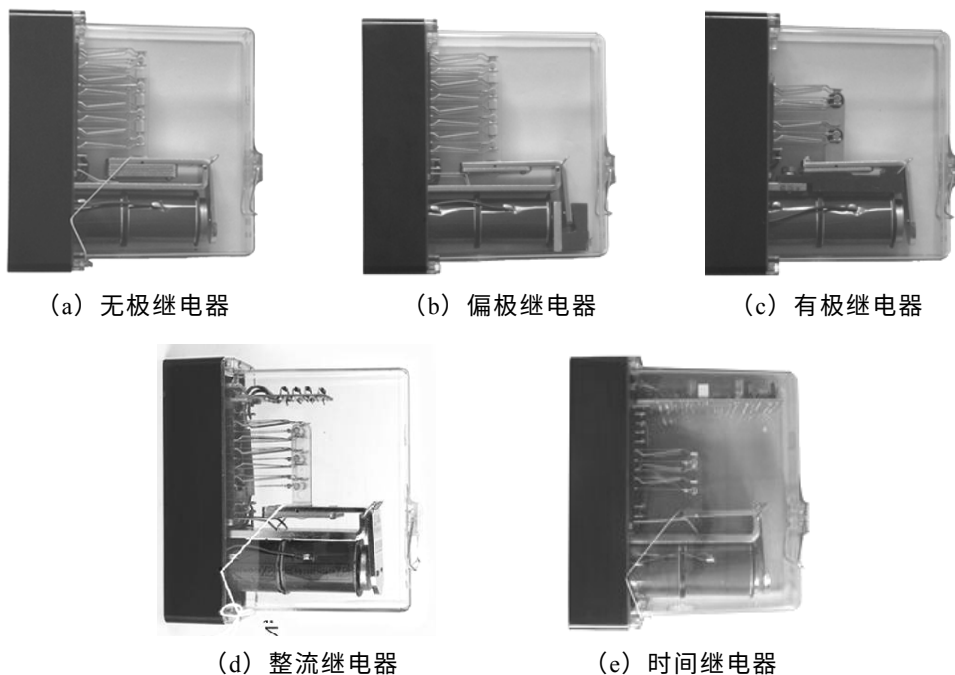


图 1-1 继电器外形

二、识读安全型继电器的型号及表示符号

铁路信号常用的继电器有无极、有极、偏极、整流式、时间、交流二元二位、动态继电器七类，每一类根据结构及特性的不同又分为不同的型号。

安全型继电器型号用汉字拼音字母和数字表示，字母表示继电器的种类特性，数字表示线圈的电阻值（单位： Ω ），如图 1-2 所示。

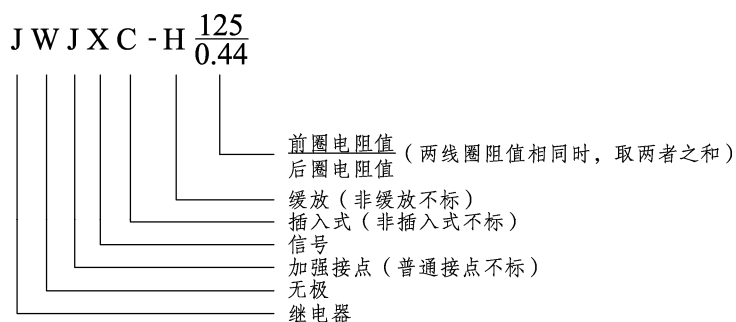


图 1-2 安全型继电器的型号及表示符号

继电器型号中字母的文字含义如表 1-1 所示。

表 1-1 继电器型号文字含义

代号	含 义		代号	含 义	
	安全型	其他类型		安全型	其他类型
A		安全	R		二元
B		半导体	S		时间、灯丝、双门
C	输入	插入、传输、差动	T		通用、弹力
D		单门、动态	W	无极	
DB	单闭磁		X	信号	信号、小型
H	缓放	缓放	Y	有极	
J	继电器、加强接点	继电器、加强接点、交流	Z	整流	整流、转换
P	偏极				

任务二 安全型继电器零部件及特性识读

任务描述

AX 系列安全型继电器是直流 24 V 重力式电磁继电器，其典型结构为无极继电器，其他各型号都是由无极继电器派生而来的，因此，绝大部分零部件都能通用。本任务主要以无极继电器为例进行练习，认知安全型继电器的外形、继电器插座板、接点、主要部件及特性。

任务实施

一、认知安全型继电器的外形

为了日常维护和施工安装方便，现场使用的信号继电器绝大部分都是插入式安全型继

电器，使用时须插在继电器插座板上。插入式安全型继电器的正面有一个透明或浅蓝色的防尘罩，内部安装着继电器的各种零部件；背面是绝缘底座，该底座上部是接点组的插片，下部安装有型别盖。插入式安全型继电器外形尺寸为：长 164 mm，高 160 mm，厚 48.5 mm。质量为 1.2~1.8 kg。安全型继电器的外形如图 1-3 所示。

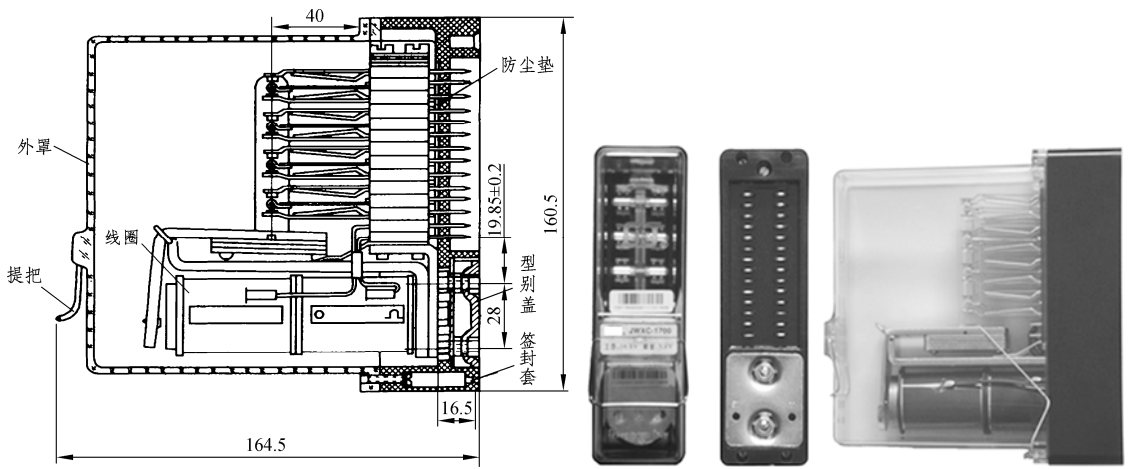


图 1-3 安全型继电器的外形

由于不同类型的继电器型别盖上鉴别孔的位置不同，安插继电器时鉴别孔须与继电器插座板上的鉴别销相吻合才能插入。鉴别孔的位置及型别盖外形如图 1-4 所示。继电器应水平插入安装在组合架（柜）上的继电器插座板里，并用挂簧卡紧。

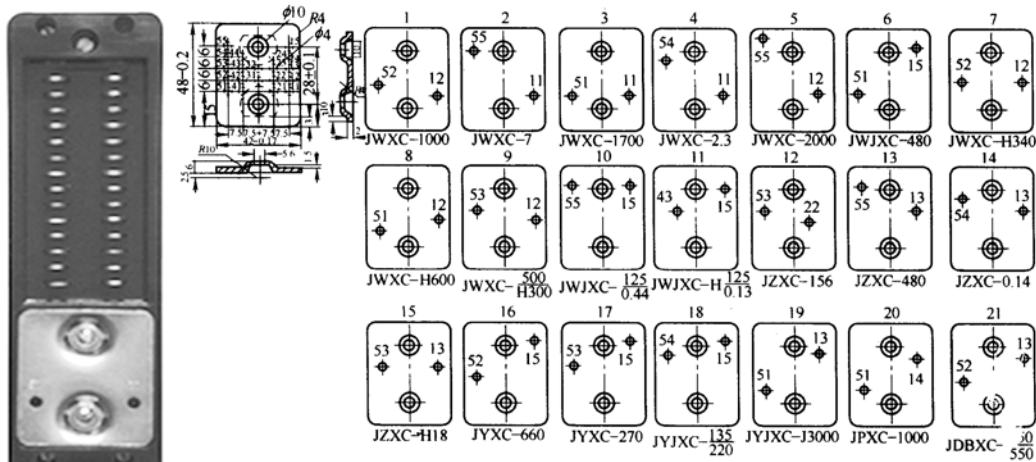


图 1-4 型别盖外形及鉴别孔位置

二、认知继电器插座板和接点

1. 继电器插座板

继电器插座板是一个胶木插座，内部嵌有前端为插孔状、后端为焊接片的一体铜质导电片。继电器插座板外形及尺寸如图 1-5 所示。

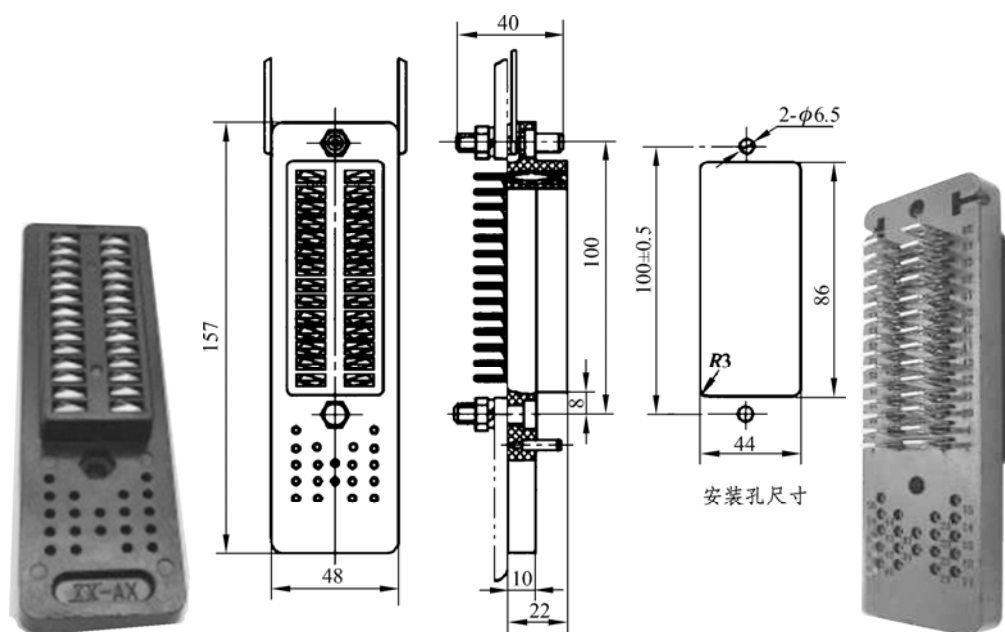
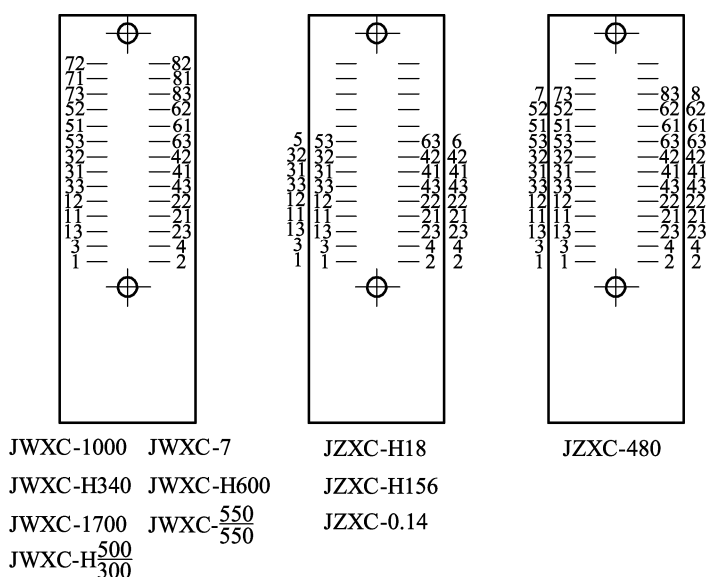


图 1-5 继电器插座板外形尺寸

使用时，继电器插座板通过螺栓固定在继电器组合框上，其正面上部是插孔，用以插接继电器，下部铆以鉴别销（不同类型继电器鉴别销号码见表 1-2），以和相应继电器的型别盖匹配，防止不同类型的继电器错误插接；背面是焊片，用以焊接导线，形成连接电路。插孔、焊片排列顺序与无极继电器接点位置一一对应，焊片旁边胶木座上压制的接点编号系无极继电器的接点编号，其他各型继电器接点的位置及使用编号与之不同，实际使用时必须按照图 1-6 所示的插座接点编号对照图使用。



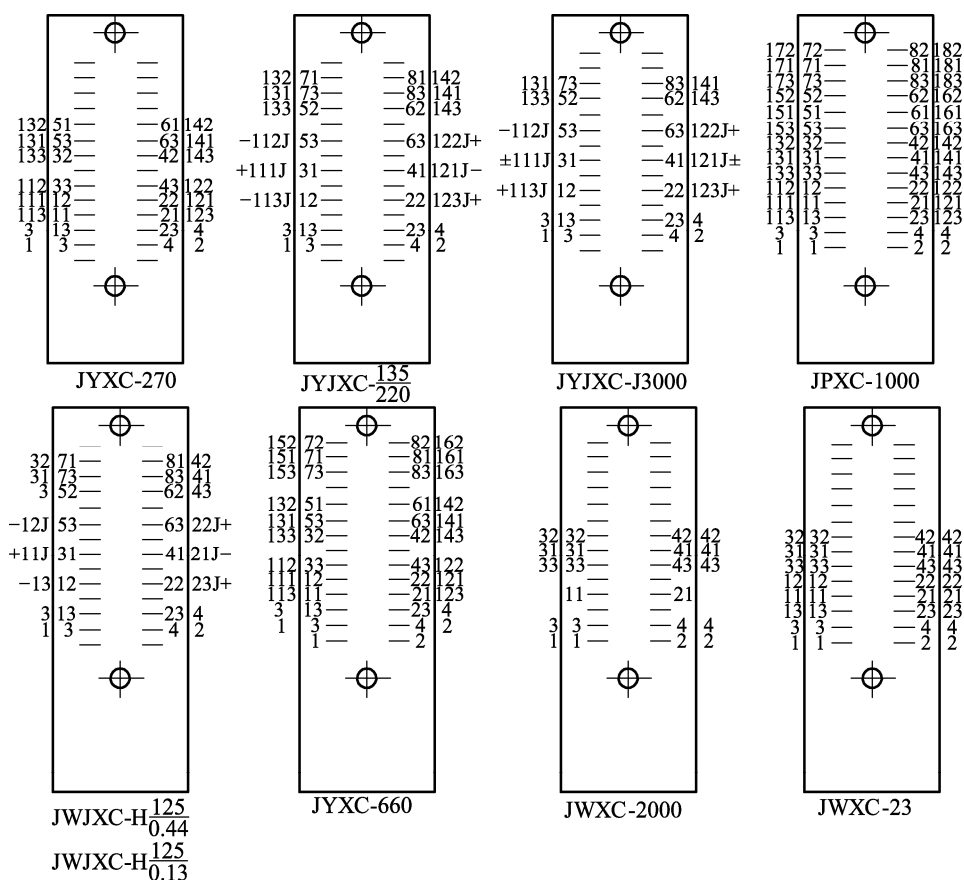
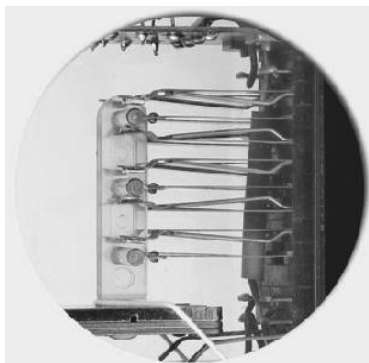


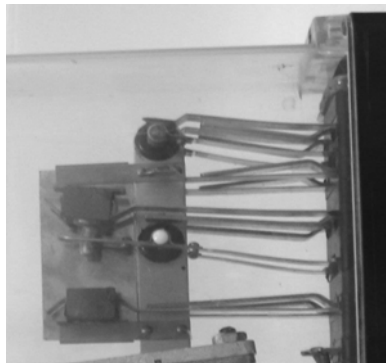
图 1-6 继电器插座接点编号对照图

2. 安全型继电器接点

继电器接点是继电器的执行机构，通过接点来反映继电器的状态，对电路进行控制。继电器接点分为静接点和动接点。静接点焊接在静接点片的端部，不能上下移动，是静止的。动接点铆接在动接点片的端部且固定在拉杆的绝缘轴上，能随拉杆上下移动。普通接点、加强接点的静接点和动接点外形如图 1-7 所示。



(a) 普通接点



(b) 加强接点

图 1-7 继电器接点

对继电器接点有较高的要求，如从接点材质到接点结构，从接点组数到接点容量。对频繁通断大电流的接点，还必须采取灭火花措施。

(1) 接点参数。

① 接点材质。

对接点材质的基本要求是机械强度高，导电率和导热率高，耐腐蚀，熔点较高，加工容易，价格适宜。

② 接点电阻。

接点电阻由接触电阻及接点本身的电阻两部分组成。

接点接触时两导体间的连接是接触表面间若干个接触过渡段的结合，因此，它的电阻比同样形状、尺寸的整个导体要大得多，这种接触连接所形成的电阻叫作接触电阻。

接点电阻与接点材料、接点间压力、接点的接触形式、接点间电压降、温度及化学腐蚀、电腐蚀等因素有关。总的要求是，尽量减小接点电阻，以避免出现过高的接点温升与电压降。因此，对接点电阻均要提出不允许超过的电阻值。

③ 接点压力。

接触点之间的压力和材质，在很大程度上决定着接点电阻的大小。

接点间存在压力，接点支撑件（接点弹片等，一般采用弹性元件）能产生弹性变形，避免因振动等因素造成接触分离，所以对接点压力有明确的最低值要求。

④ 接点齐度。

继电器各组接点同时接触的误差称为接点不齐度，要求其越小越好。

⑤ 接点间隙。

在动接点和静接点开始分离的瞬间，接点间产生很高的电场，接点间隙中的自由电子在此电场力的作用下从阴极向阳极高速移动，这样就产生了接点间的电弧。另外，这些电子与气体中的自由电子撞击，使气体电离，进一步使电弧加剧。电弧的产生使接点迅速氧化和点燃，加速接点的损耗，缩短其使用寿命。但当接点间隔增大后，拉长了电弧，可使电弧熄灭。此外，接点间隙小，雷电效应亦可能使接点间产生放电现象。故要求接点间有足够大的间隙。

⑥ 接点滑程。

接点表面的腐蚀、氧化和灰尘等对接触电阻有很大影响，为了保证接点的可靠工作，当接点开始接触后，要求接点之间有一定程度的位移，该位移叫作接点滑程。

(2) 接点容量。

继电器接点所允许通过的最大电流称为接点容量，继电器使用时严禁超出接点允许容量，以保证各类接点达到规定的接点寿命动作次数。

(3) 接点材料。

一般继电器要求接点材料的电阻系数小，抗压强度低，不易氧化或其氧化物电阻率小。

几乎所有类型的继电器，都采用银和银合金作为接点材料。对控制大电流和高电压的接点，应选择耐腐蚀和难熔的材料，如钨和金属陶瓷等。钨熔点高，硬度也很高，不会熔合，几乎没有机械磨损，耐腐蚀能力强，但它在大气中易氧化。金属陶瓷，大部分有两种互相不能熔成合金的成分，用金属陶制法（粉末冶金法）制成的。它磨损小，熔点非

常高，耐电腐蚀能力强，不易熔合，导电导热性能好，很适宜作为接点材料，银氧化镉就是其中的一种。

安全型继电器的普通接点的静接点常用银或银氧化镉制成，动接点用银氧化镉制成。加强接点的静接点、动接点均用银氧化镉制成。

(4) 接点的接触形式。

接点的接触形式，有面接触、线接触和点接触三种，如图 1-8 所示。面接触的散热快，但接触电阻较大且很不稳定；线接触的接触电阻小，接触电阻较稳定；点接触接触电阻最稳定，但接触电阻大，散热面积小，温升高，只适用于小功率的控制电路中。

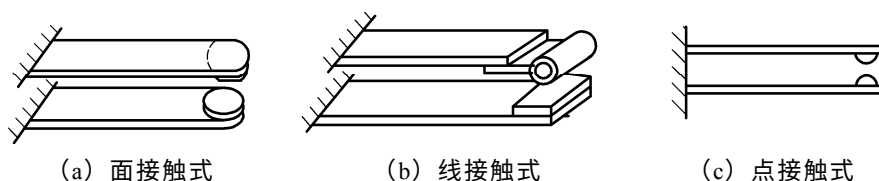


图 1-8 接点的接触形式

JWXC 型无极继电器的接点采用点接触方式。在接点簧片的端部开一条约 0.5 mm 宽的细长槽口，在槽的两边各焊一个银接点，与动接点一起构成点接触方式，形成了一个簧片上有两个接触点的并联接触方式，大大提高了触头接触的可靠性。

JYJXC- $\frac{135}{220}$ 型加强接点有极继电器，为满足通断较大电流的需要，除了加强接点片厚度外，其接点还采用了面接触方式。

(5) 接点的灭火花电路。

接点控制电路中有电感元件，电感元件中储存着磁场能量，当接点断开时往往以高电压击穿气隙，将这些能量带到接点之间，形成火花放电。为了提高接点的使用寿命，应设法避免接点间发生火花，如采用灭火花电路。

(6) 熄灭接点电弧。

当电路中的电流较大（大于产生电弧的临界电流）时，接点断开过程中，接点间会产生电弧。电弧温度很高，会引起接点材料的蒸发与飞溅，加快接点的电腐蚀，同时还引起接点表面的氧化。因此，必须设法熄灭接点电弧。

熄灭接点电弧最常用的方法是磁吹弧。磁吹弧法是在接点上加装一块永久磁钢，永磁磁通经过接点间的气隙构成磁回路。通过控制接点电流的方向和永久磁钢的极性，使接点间电弧向外吹以熄灭电弧。用永久磁钢作磁吹弧有许多优点：① 灭弧系统结构简单，可节省铜线和绝缘材料；② 灭弧功能较稳定；③ 没有电能消耗；④ 可使接点开距缩小。

要注意加强接点上用磁吹弧的继电器的极性，如 JWJXC-480、JWJXC-H $\frac{125}{0.44}$ 、JWJXC-H $\frac{125}{0.13}$ 、JYJXC- $\frac{135}{220}$ 等都规定了接点的正负极性，要按规定使用。

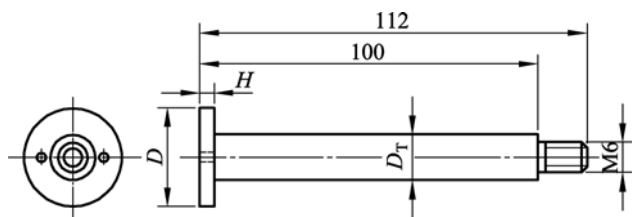


图 1-11 铁心尺寸

铁心由电工纯铁制成，为软磁材料，具有较高的磁通密度和较小的剩磁，以利于继电器工作。铁心外层镀锌防护。它的尺寸大小，根据继电器的规格不同而有区别。缓放型继电器、灵敏继电器尺寸略大，以加大缓放时间或减小工作值。

③ 轭铁。

轭铁呈 L 形，由电工纯铁板冲压成型，外表镀多层铬防护。

④ 衔铁。

衔铁为角形，靠蝶形钢丝卡固定在轭铁的刀刃上。衔铁由电工纯铁板冲压成型，衔铁一端铆有重锤片，以保证衔铁靠重力返回并满足后接点的压力需要。衔铁另一端有止片，安装在衔铁与铁心的闭合处，用以增大继电器在吸起状态的磁阻，减小剩磁影响，保证继电器可靠落下。

重锤片由薄钢板制成，其片数由接点组的多少决定，一般 8 组后接点用三片，6 组用两片，4 组用一片，两组不用。止片由黄铜制成，有 6 种厚度，因继电器规格不同而异，可取下按规格更换。

在电磁系统中，除衔铁和铁心间工作气隙 δ 外，在轭铁的刀口处有第二工作气隙 δ' ，以减小磁路的磁势降，从而提高继电器的灵敏度。无极继电器的电磁系统如图 1-12 所示。

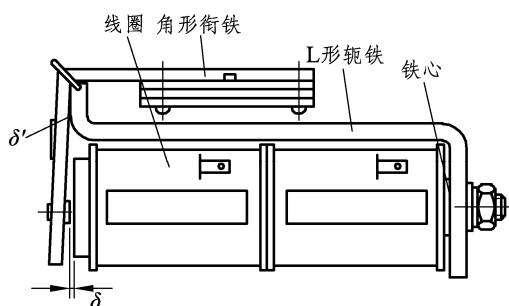


图 1-12 无极继电器的电磁系统

⑤ 接点系统。

无极继电器的接点系统如图 1-13 所示，处于电磁系统上方，通过接点架、螺钉紧固在衔铁上。用螺钉将下止片、电源片单元、银接点单元、动接点单元以及压片按顺序紧固在接点架上。在紧固螺钉前，应将拉杆、绝缘轴、动接点轴与动接点组装好。