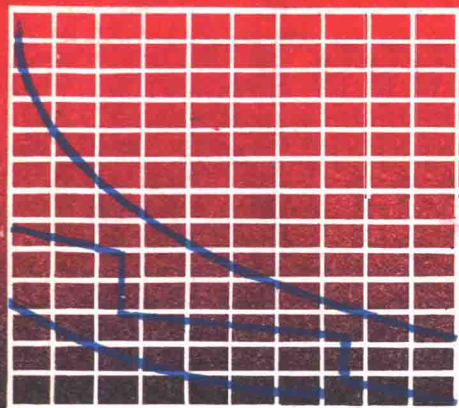


李毓鼎 郑胡德 编著 胡耀华 林序珍 审校



信号继电器设计

人民铁道出版社

信号继电器设计

李毓鼎 郑胡德 编著
胡耀华 林序珍 审校

人民铁道出版社

1980年·北京

信号继电器设计

李毓鼎 郑胡德 编著

胡耀华 林序珍 审校

责任编辑 郭 宇

封面设计 翟 达

人民铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{4}$ 印张: 6.5 字数: 145 千

1980年5月第1版 1980年5月第1次印刷

印数: 0001—4,500 册 定价: 0.70 元

前 言

为了加速铁路运输现代化,确保行车安全,提高运输效率,必须逐步发展铁路运输指挥自动化、半自动化和电气化,大量地采用电气集中,调度集中,自动闭塞和半自动闭塞等信号设备。继电器是电气信号实现自动化、半自动化的主要元件,它的可靠性和安全性是保证铁路运输各种自动控制、远程控制以及信号设备正常使用的必要条件。因此,对继电器进行精心设计,精心制造,合理维修是非常重要的。

信号继电器的种类较多,型号不同,本书介绍的是无极继电器的设计方法。这里,通过对接点系统、磁路系统、线圈和时间参数的分析,使读者对继电器的结构方面可以得到一个完整的概念。通过对机械特性和电气特性的分析和各种参数的计算,阐明了继电器的设计指导思想和设计方法。这对从事有关继电器设计、制造和维修人员,可以比较系统的、完整的学习和掌握继电器的设计方法。

我们在铁路信号继电器的科研和设计工作中,积累了一些资料,编写了这本《信号继电器设计》。由于时间紧迫,同时对某些技术问题有待于进一步探讨,故对全书的内容尚有待于今后补充提高。

书中疏忽、错误之处,请读者批评,指正。

编著者

1979年9月

内 容 提 要

本书对铁路信号设备上所使用的无极继电器，从结构、机械、电气特性等方面作了较系统的叙述，并且列举了信号继电器设计实例。

全书共分六章，第一章为概论，第二章为接点系统，第三章为磁路系统，第四章为线圈，第五章为时间参数，第六章为信号继电器设计举例。

本书可供维护、使用、制造继电器的技术人员学习和参考。

本书第一、三、四、五、六章由李毓鼎执笔，第二章由郑胡德执笔。

目 录

第一章 概论	1
§ 1. 继电器在铁路信号设备中的作用	1
§ 2. 我国铁路信号继电器的发展及分类	1
§ 3. 继电器的主要参数	4
§ 4. 选择继电器的一般规则	6
第二章 接点系统	7
§ 1. 概述	7
§ 2. 直流电弧	12
§ 3. 灭弧及灭火花	14
§ 4. 接点参数的确定	18
§ 5. 接点动程	28
§ 6. 机械特性	40
§ 7. 接点组的设计	51
第三章 磁路系统	54
§ 1. 概述	54
§ 2. 磁性材料	57
§ 3. 磁导计算	68
§ 4. 气隙的折合磁导	76
§ 5. 磁路计算	79
§ 6. 吸力计算	86
§ 7. 牵引特性	92
第四章 线圈	101
§ 1. 概述	101

§ 2. 线圈绕组的计算	103
§ 3. 直流线圈参数的有关换算公式	115
§ 4. 线圈的温升	118
§ 5. 线圈的散热	125
§ 6. 线圈的绝缘处理	127
§ 7. 直流线圈的短时接通工作状态	128
第五章 时间参数	134
§ 1. 概述	134
§ 2. 继电器自感系数的计算	137
§ 3. 继电器吸起动作时间的计算	138
§ 4. 继电器落下动作时间的计算	156
§ 5. 继电器线圈并联电容动作时间的计算	169
§ 6. 继电器快动与缓动的方法	173
第六章 信号继电器设计举例	179
§ 1. 拟定技术要求	179
§ 2. 总体方案的选择	181
§ 3. 工艺设计	191
§ 4. 结构尺寸的优选	195

第一章 概 论

§ 1. 继电器在铁路信号设备中的作用

继电器是铁路信号设备的主要元件之一，在铁路信号的自动控制和远程控制系统中，用它可构成逻辑电路或作为执行元件直接监督和控制列车的运行。

继电器工作状态的好坏，是信号设备能否安全运用和可靠动作的重要因素之一。因此，对于继电器提出严格的要求：继电器的动作必须可靠和准确；使用寿命长；有足够的吸合和断开电路的能力；有较高的电气绝缘强度；有稳定的时间和电气参数。否则它将危及行车安全。由此可见，对继电器精心设计，优质生产，正确维修是非常重要的。

§ 2. 我国铁路信号继电器的发展及分类

解放前我国铁路信号设备很落后，绝大部分的铁路区段是用人工方式来指挥列车运行，自动化、电气化的信号设备在整个铁路区段中只占很小的比例，而在这些设备中的继电器也全是外国制造的。

解放后，随着铁路建设和运输不断发展的需要，培养了研究、设计和生产信号设备的技术力量，建设了生产信号设备的工厂。1951年开始制造大型座式继电器，并用于我国自行设计，自行安装的第一个电气集中设备中。1954年又系统的制造了大型座式继电器和电码继电器系列。1958年开始制造大插入型继电器系列。

由于铁路信号技术的不断发展，对信号继电器提出了缩

小体积，简化品种，提高生产率等要求。1958年我国开始自行研究设计信号继电器。1961年研究设计成功AX型继电器系列。它的特点是体积小、重量轻、性能稳定、零件通用程度高、便于维修调整，目前已成批生产，用它组成了我国自己的信号设备体系。

根据继电器的不同使用情况，有不同的分类方法，考虑铁路信号继电器的特点，按下列规定分类：

一、按使用的电流分类

1. 直流继电器——由直流电源供电，如JW，JWC，JWX，JZ，JD₁等型继电器。
2. 交流继电器——由交流电源供电，如JWZ，JJI，JJR等型继电器。
3. 交直流继电器——由交流或直流电源供电，如JT等型继电器。

二、按直流工作特性分类

1. 无极继电器——由直流电源供电，其动作与电流的方向无关，如JW，JWX，JD₁等型继电器。
2. 有极继电器——由直流电源供电，其动作与电流方向有关，按通入电流方向的不同，闭合或断开定位或反位接点，如JYX，JYJX等型继电器。
3. 偏极继电器——由直流电源供电，但仅当一种方向的电流通入时，才能吸合前接点，如JPX₁-1000型继电器。
4. 组合继电器——由直流电源供电，其结构包括有极和无极两部分。无极部分的动作与电流方向无关，有极部分的动作按电流的方向的不同，吸合或断开定位或反位接点，如JZ₁-600等型继电器。
5. 脉冲继电器——由脉冲电源供电时能准确动作的一种有极继电器，如JM₂-110等型继电器。

6. 组合保持继电器——有极衔铁转换过程中无极衔铁保持在工作状态的组合继电器，如JZB等型继电器。

三、按动作时间分类

1. 正常动作继电器——动作时间由0.1到0.3秒的继电器，如JWX₁-1000等型继电器。

2. 缓动继电器——动作时间0.3秒以上，如JWX₁-H 340, JD₅-H等型继电器。

3. 快动继电器——动作时间小于0.1秒的继电器，如JM₂-110等型继电器。

四、按动作原理分类

1. 电磁继电器——利用电流通过线圈产生吸力来动作继电器的可动系统。属于这类继电器的有直流及交流两种，如JWX, JD, JJ等型继电器。

2. 热力继电器——利用电流通过双金属片直接加热，或通过加热线圈间接加热的方式，使双金属片弯曲而动作接点的继电器，如JRX-30等型继电器。

3. 感应继电器——基于交变磁场与翼板中另一交变磁场所感应电流的相互作用，使翼板转动而动作接点的继电器，如JJR继电器。

另外，按工作的可靠程度，信号继电器可分为三级：

1. 一级继电器

① 不允许前接点与动接点熔接，用于非电路方法检查衔铁落下的电路中。

② 当线圈断电或处于继电器释放值以下的有电状态时，继电器的衔铁应可靠的落下，并且断开前接点。落下衔铁主要应以继电器衔铁和传动部分的自重来保证。

③ 接点本身和与继电器衔铁之间必须有强制连结，接点系统必须保证当有一个前接点闭合时，应当断开所有的后

接点，不允许有桥接现象，反之亦然。

④ 具有比较高的返还系数，轨道继电器应大于50%，其它继电器应大于30%，但缓放继电器允许不小于20%。

2. 二级继电器

① 不考虑接点是否可能熔接，用于以电路方法检查衔铁落下的电路中。

② 当线圈断电或处于继电器释放值以下的有电状态时，继电器衔铁的落下（最低限度使前接点断开）可由衔铁的自重及接点弹片的弹力等来保证。

③ 与一级继电器的③项相同。

④ 继电器的返还系数应大于20%。

3. 三级继电器

① 落下衔铁以接点弹片的弹力或返回弹簧来保证。前接点与动接点之间有熔接的可能。

② 仅用于没有提出安全要求的电路中。

§ 3. 继电器的主要参数

1. 额定值——继电器正常工作时，需要满足规定的安全系数线圈上所必须接入的电源电压（或电流）值。

2. 工作值——继电器通电，使前接点全部闭合并且满足规定的接点压力，所需的电压（或电流）值。

3. 吸起值——继电器通电，使动接点接触到前接点时的电压（或电流）值。

4. 释放值——继电器线圈接入规定的充磁电压（或电流）（即旧称过负荷）值，逐渐降低电压（或电流）使前接点全部断开时的电压（或电流）值。

5. 反极性工作值——向继电器线圈供以反极性（与规定正方向相反）电源后所测得的工作值。

6. 充磁值（即旧称过负荷值）——测试释放值时向线圈提供的充磁电压（或电流）值，此值一般为工作值的四倍。

7. 转极值——有极继电器通电，使动接点由定位转换到反位，或由反位转换到定位，并达到规定的接点压力时所需要的电压（或电流）值。

8. 灵敏度——转换一组接点所需要的线圈功率，有时也用安匝数表示。

9. 安匝——继电器线圈的电流和匝数的乘积。

10. 吸起时间——向继电器线圈通以规定数值的电压（或电流）起至全部前接点闭合的时间止。

11. 缓放时间——向继电器线圈通以规定数值的电压（或电流）后切断电源，从断开电源时起至全部动接点离开前接点的时间止。

12. 缓吸时间——向继电器线圈通以规定数值的电压（或电流）起至全部后接点断开的的时间止。

13. 落下时间——向继电器线圈通以规定数值的电压（或电流）后切断电源，从断开电源时起至全部后接点接通的时间止。

14. 转换时间——有极继电器由电源改变极性时起至动接点转换至另一极性接点的时间止。

15. 安全系数——额定值与工作值之比。

16. 返还系数——释放值与工作值之比。

返还系数对铁路信号继电器有特殊的重要意义，返还系数越高，标志着继电器落下越灵敏，例如轨道继电器的返还系数规定不得小于50%，则轨道电路的分流灵敏度高，能更好地保证行车安全。

17. 时间常数——继电器线圈电感值和电阻值之比。

§ 4. 选择继电器的一般规则

1. 根据电路要求，按继电器的主要参数和指标选择继电器。

2. 注意接点数及接点最大允许的电流。

3. 注意接点接触电阻，考虑电路中串联接点的最大允许数。

4. 考虑电路动作特性，注意接点额定负荷时的动作次数。

5. 在感性负荷时尽可能将电源正极端接在银氧化镉或银炭材质的接点上。

6. 注意线圈的电阻值，考虑串联电路中串接继电器的最大允许数。

第二章 接点系统

§ 1. 概 述

传递衔铁的动作使继电器的接点吸合或断开的元件，称为接点系统。接点系统是继电器的主要部分，对任何一种继电器而言，继电器的工作状态正常与否，直接由继电器接点系统来体现而继电器的绝大部分故障大都是产生在接点系统上。因此，在设计继电器时，对于接点系统必须进行适当的研究、分析、比较和计算，这是非常必要的，

对于接点系统应当保证有足够的机械强度，适当的绝缘电阻，足够的工作能力。

接点系统包括活动部分（传动杆、接点弹片和接点）和固定部分（托片、固定接点簧片的绝缘物和紧固装置）。

常用接点系统的典型结构如下：

1. 前、后接点紧固的安装在铁芯的机构上，而动接点则固定在衔铁上，直接随衔铁动作触压前或后接点，如图 2—1 所示。

用螺钉 2，螺母 3，压片和防动片 4，将动接点片 1 紧压在胶木接点座 5 上，共同组成接点系统的活动部分。用软裸铜导线联结动接点片和黄铜支架 6，以实现导电作用，并用接点端子 7 将黄铜支架固定在继电器的面板上。8 是后接点黄铜架，也是用接点端子固定在继电器面板上。用接点夹 10，防护套 11，压片 12 螺钉和防动片 13，夹住前接点 9，又用接点端子 14 将它固定在继电器的面板上。

这类接点系统结构简单，动作可靠，维修调整方便，但

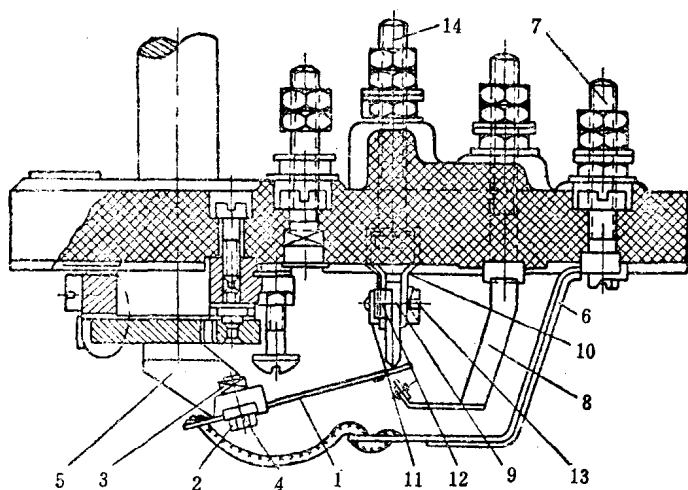


图 2—1 座式继电器接点系统的典型结构

占用的体积较大。

2. 前、动、后接点都配装在弹片上，衔铁借拉杆来推动动接点弹片，使动接点触压前或后接点。

这种型式又可分为拉杆在接点的中心线上或在中心线的后面或前面，如图 2—2 所示。

动接点片 1 是由磷青铜片制成的，在其一端有两个银接点 2 和两片弯曲的磷青铜片 3，用铆钉 5 铆接，以便装入绝缘套管 4。

后接点片 6 也是由磷青铜片制成的，在其一端铆紧并加焊银接点 7。

前接点片 8 也是由磷青铜片制成的，在其一端装有炭接点 10 的接点杯 9。

11 是接点片的托片，12 是铆装接点片的插片，13 是接点座和继电器底座安装时的螺母。

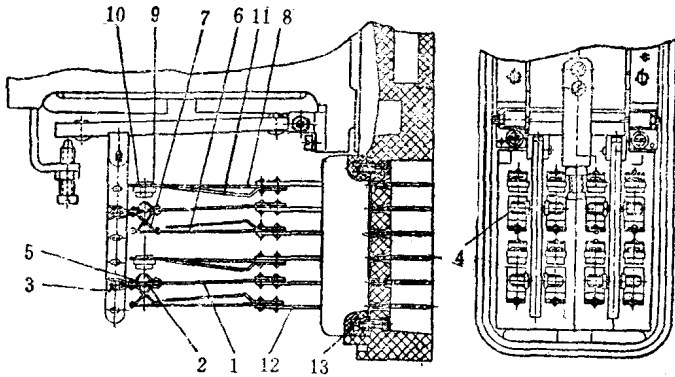


图 2 2 大插入继电器接点系统的典型结构

这类接点系统结构比较紧凑，占用的体积较小，为继电器插入化，小型化创造了有利的条件。

该接点系统的拉杆装在接点中心线的前方或后方，在推动动接点片时都有挠度损失，只有使拉杆的位置在接点中心线上，才能最有效地利用衔铁动程，采用这种布置型式，既便于对接点的观察，又便于对接点的维修调整。

采用在接点中心线位置上推动接点的方式，其动接点往往既当导电体，又当活动铰链，因此，对于动接点的机械强度、绝缘和耐热性能都要注意，这是不可忽视的一个方面。

3. 接点系统的结构和本节第 2 项中拉杆在接点中心线位置的型式相似，但是没有动接点，在随衔铁动作的拉杆上安装了短路棒，使同组的两个前接点或同组的两个后接点短接，构成通路，如图 2—3 所示。

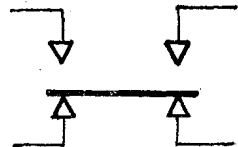


图 2—3 双重接触式接点结构

这类接点系统有较大的优点：它

没有受弯曲的动接点弹片，具有双断的特性，并提高了安全性能。由于短路棒安排在接点的中心线上，所以便于观察和维修。

但是，由于每组接点都是双重接触，接点压力相对的要加倍，同时，减少了使用的接点组数，如果仍欲保持较多的接点组数，则不但要占用较大的体积，而且要加大继电器的功率，这给继电器小型化带来一定的困难。

接点是接点系统的主要部件，用它来接通或断开电路，是继电器的执行机构。

继电器的接点应当满足以下要求：

- ① 有可靠的电接触，稳定的接触电阻。
- ② 没有颤动。
- ③ 在连续工作时不应超过规定的允许温升。
- ④ 当在规定的接点容量下工作时，能可靠地断开电弧。
- ⑤ 机械和电磨损小。
- ⑥ 接触时有一定的扫程。
- ⑦ 有足够的机械强度。
- ⑧ 在规定的大气条件和海拔高度下，均能可靠地转接电路。
- ⑨ 一定的使用周期。

此外，对于一级继电器的前接点和动接点不允许有相互熔接的现象。

接点的工作分为三种情况：闭合状态；断开过程；闭合过程。

处于闭合状态下的接点，主要应满足于可靠的电接触。当接点在断开过程时，主要应考虑的问题是熄灭电弧和减少由于电弧而产生的接点电损。当接点在闭合过程中，如何减