

浅析继电器在电气工程及其自动化低压电器中的应用

彭柏杰

湖南大学电气与信息工程学院, 湖南 长沙 410082

摘要： 在电气工程的浩瀚领域里，继电器作为连接控制逻辑与实际负载的桥梁，其地位举足轻重。随着自动化技术的飞速发展，尤其是低压电器自动化领域的不断推进，继电器的应用不再局限于简单的开关功能，而是成为了实现精密控制、高效运行与安全保护的核心元件。在电气工程及其自动化低压电器系统中，继电器以其多样化的形式和卓越的性能，展现了其作为自动化控制基石的独特魅力。本文旨在探讨继电器在电气工程及其自动化低压电器中的应用，分析其在提升系统效率、增强安全性能以及促进技术革新方面所发挥的关键作用，同时展望其在未来电气自动化领域的发展潜力。

关键词： 继电器；电气工程；自动化；低压电器；应用措施

Analysis of the application of relays in electrical engineering and automation low-voltage electrical appliances

Peng Baijie

School of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha, Hunan 410082

Abstract： In the vast field of electrical engineering, relays play a crucial role as a bridge connecting control logic and actual loads. With the rapid development of automation technology, especially the continuous advancement of low-voltage electrical automation, the application of relays is no longer limited to simple switch functions, but has become a core component for achieving precision control, efficient operation, and safety protection. In electrical engineering and its automated low-voltage electrical systems, relays demonstrate their unique charm as the cornerstone of automation control due to their diverse forms and excellent performance. This article aims to explore the application of relays in electrical engineering and automation low-voltage electrical appliances, analyze their key roles in improving system efficiency, enhancing safety performance, and promoting technological innovation, and look forward to their development potential in the future field of electrical automation.

Keywords： relay; electrical engineering; automation; low voltage electrical apparatus; application measures

引言：

继电器在电气工程及其自动化低压电器中的应用，不仅是技术发展的必然产物，也是推动电气自动化迈向新高度的重要推手^[1]。从简单的电路控制到复杂的系统自动化，继电器以其独特的功能优势，不仅实现了对电路的精确控制与保护，还促进了能效的提升和智能化水平的进步。

一、继电器的工作原理

继电器，这一看似不起眼的电子元件，实则现代电路设计与自动化控制系统中扮演着举足轻重的角色。其核心功能在于利用小电流或低能量的信号来控制大电流或高能电路的通断，从而在控制回路与被控回路之间搭建起一座可靠的桥梁，确保了系统的安全与高效运行。

继电器的基本构造包含电磁系统、触点系统及传动装置三大

部分。当较小的控制电流通过电磁线圈时，会产生磁场，吸引衔铁（或称为动铁）移动，进而带动一组或几组机械触点闭合或断开，从而在主电路中形成通路或切断电流^[2]。这种设计巧妙地实现了弱电对强电的控制，不仅降低了控制成本，还增强了系统的安全性，因为操作人员无需直接接触高压或大电流部件。

在复杂的电力系统中，继电器承担着多重角色。首先，作为保护装置，如过电流继电器、欠电压继电器等，它们能在异常条件下迅速响应，切断故障电路，防止设备损坏或火灾发生^[3]。其

* 作者简介：彭柏杰 2003年9月，男，甘肃正宁人，本科在读，单位：湖南大学电气与信息工程学院电气工程及其自动化2207班，研究方向：电气工程及其自动化

次，继电器在远程控制和自动化领域发挥着不可替代的作用，比如在远距离输电线路中，通过控制中心发送指令至继电器，即可实现对远方设备的精准控制，大大提高了管理效率和反应速度。此外，继电器还在电源切换、电路转换等场景下展现其灵活性，确保电力供应的稳定性和可靠性。

二、继电器的分类

电磁继电器是最为基础也是最为广泛应用的一类，其工作原理基于电磁吸引力。当线圈通电时产生磁场，吸引衔铁，从而带动动触点与静触点闭合或断开，实现电路的控制。这类继电器适合于需要快速响应和高可靠性的场合，如家电控制、汽车电子、工业自动化等。

温度继电器则是依据环境或设备温度变化来工作的继电器，它内置有温度敏感元件，当温度达到预设值时，触点状态会发生改变，用于温度监控和保护设备免受高温或低温损害^[4]。适用于加热设备、空调系统、冰箱等温控设备，其工作性能直接受到外界温度波动的影响，要求较高的温度稳定性。

固态继电器摒弃了传统机械运动部件，采用半导体元件（如光耦合器和晶体管）实现控制，因此具有无触点、响应速度快、寿命长、抗干扰能力强等优点。特别适用于频繁开关、需要高速反应或在恶劣环境下工作的场合，如精密仪器、医疗设备、通讯设备等。但相对而言，固态继电器的成本较高，且存在一定的功耗问题。

三、继电器在电气工程及其自动化低压电器中的应用

（一）继电器测试

继电器作为电气控制回路中的关键组件，其性能的稳定性和可靠性直接关系到整个系统运行的安全与效率。因此，对继电器进行全面而精确的测试是确保系统正常运行不可或缺的步骤。测试工作不仅能够验证继电器的初始质量，还能在长期使用后评估其性能衰退情况，及时发现并解决潜在问题。以下是继电器测试的几种主要方法及其重要性分析。线圈作为继电器的激励部分，其阻值的准确性和稳定性直接影响到继电器的动作性能^[5]。测试时，首先确保继电器未接入任何电路，使用高精度万用表测量线圈电阻值，与制造商提供的标准值进行对比。若电阻值偏离标准过大，可能意味着线圈老化、短路或断路，需及时更换。该测试有助于评估继电器的激活条件，确保其在预定电压下能可靠动作。触点是继电器的执行机构，其接触电阻、耐压能力、寿命等直接影响到信号传输的稳定性和电源的导通质量。通过使用万用表或专业继电器测试仪，测量常开触点在闭合状态下的电阻值（理想情况下接近零），以及常闭触点在打开状态下的电阻值（理论上为无穷大）。此外，还需检查触点的接触压力和耐磨性，确保长期使用下触点不会因磨损过度导致接触不良。释放电流和释放电压测试旨在验证继电器在失去激励条件后的脱扣性能^[6]。这一步骤对于确保继电器在电路中正确操作至关重要，特别是在需

要精确控制的场合，如电机控制、保护电路等。通过逐步降低给线圈供电的电压或电流，直至继电器释放，记录这一临界值，与规格书数据对比，评估继电器的释放特性是否符合设计要求。此测试有助于预防因继电器未能适时释放而导致的电路故障或设备损坏。除上述基本测试外，还需进行综合性能测试，包括继电器的动作时间、释放时间、寿命测试等。这些测试模拟实际工作条件，全面评估继电器在各种工况下的表现，确保其在复杂电气系统中的兼容性和可靠性。

（二）在电气工程中的应用

继电器在控制回路与主电路之间充当着安全隔离的角色。通过继电器，可以使用低电压控制回路来安全地操控高电压或大电流的主电路，避免了直接操作高压电路带来的安全隐患，大大提升了电气操作人员的安全保障。在远程控制和自动化系统中，继电器成为连接控制端与执行端的桥梁。例如，在远程操作的电力开关站，工作人员可通过发送低功率信号至继电器，由继电器驱动高压开关的开合，从而实现对远端设备的有效控制。这一机制简化了操作流程，提高了工作效率，尤其是在需要即时反应的紧急情况下，自动化控制的优势尤为显著。继电器在电气保护系统中同样扮演着关键角色^[7]。例如，过电流继电器能在电路中电流异常增大时迅速响应，切断电源，防止设备受损。此外，时间继电器和温度继电器能够根据时间或温度的变化自动调节电路状态，为电气设备提供额外保护。在故障诊断方面，继电器的动作行为可作为判断电路状态的重要依据，帮助技术人员快速定位问题。继电器的引入使得系统可以根据需要添加或替换功能模块，而不必改动主电路，这样既增加了系统的灵活性，又便于未来的升级和维护。例如，在变电站中，通过合理布置继电器，可以轻松实现对不同电力线路的切换和控制，增强电网的稳定性和可靠性。在追求能效的今天，继电器也在促进电力资源的高效利用中发挥作用。通过精确控制电路的通断，继电器能有效减少不必要的电能损耗，如在智能照明系统中，根据光线强度自动调节照明设备的开关，从而节约能源。此外，固态继电器等新型继电器的低功耗特性，进一步减少了自身消耗，为节能减排贡献力量。

（三）在工业制造中的应用

在工业制造领域，继电器的应用是实现自动化控制、提高生产效率与安全保障的关键一环。工业环境往往充满挑战，包括高温、潮湿、尘埃、振动等恶劣条件，这些因素都可能影响继电器的性能和寿命。因此，选择适宜的继电器类型和采取合理的保护措施至关重要^[8]。例如，使用密封型继电器以抵御灰尘和湿气侵袭，或在振动剧烈的场合选择抗振性强的继电器。通过定制化外壳和安装位置的精心设计，可以最大限度地减少环境因素对继电器的影响，确保其稳定工作。继电器在电路保护中扮演着重要角色，如过载保护、短路保护、失压保护等，能够在故障发生时迅速切断电源，防止事故扩大。此外，设置继电器的互锁机制可以防止误操作，确保设备和人员安全。定期的电气维护和检测是必要的，专业人员应检查继电器的触点磨损、线圈烧损等情况，及时更换损坏部件，确保继电器的可靠运行。通过与 PLC、SCADA 等设备的集成，继电器能够按照预设程序自动控制生产线上的各

种设备，如启动 / 停止机器、切换工作模式等，大大提高了生产效率和精确度。此外，配合传感器使用，继电器能够实现对温度、压力、液位等参数的实时监控与反馈控制，使得生产过程更加智能化、精细化。在现代工业制造中，计算机技术的深度融合让继电器的应用更加灵活和高效。CIMS通过计算机网络将设计、制造、管理等各个环节紧密相连，继电器作为执行终端，响应来自上层控制系统的指令，实现对生产设备的精确控制^[9]。这一集成系统能够实时收集生产数据，进行数据分析与优化，进而指导生产调度，提高资源利用率，缩短生产周期，降低运营成本。

（四）在家用电器中的应用

家用电器作为现代生活不可或缺的一部分，其智能化、节能化、安全化的发展趋势日益明显，而继电器在其中扮演着极其关键的角色。继电器在家用电器中的广泛应用，不仅提升了设备的自动化水平，还大幅增强了用户使用的便捷性和安全性，使得家用电器更加贴近现代家庭的需求。在智能家电中，继电器作为控制单元与执行机构之间的桥梁，承担着信息传递与执行命令的重任。例如，智能空调通过微处理器接收用户设定的温度信息，随后通过继电器控制压缩机、风扇等部件的启停，实现精准的温度

控制^[10]。这种智能化控制不仅提高了舒适度，还大大节省了能源。继电器在家用电器中的重要应用是安全保护。如电饭煲中的干烧保护机制，当锅内水分蒸发殆尽，温度传感器检测到异常高温时，继电器即刻响应，切断加热元件的电源，防止设备损坏甚至引发火灾。类似地，洗衣机、洗碗机中的水位传感器与继电器配合，可防止溢水事故，保障用户安全。相比直接由微控制器驱动的固态继电器，传统的电磁继电器在某些家用电器中仍因其成本效益和耐用性而被广泛采用。它们能够承受更高的瞬时电流冲击，减少因电流过载导致的设备损坏风险。此外，继电器的物理隔离特性，还能有效减少电磁干扰，提升电器的稳定性。

结束语：

综上所述，随着材料科学、信息技术与人工智能的深度融合，继电器技术亦将迎来新的变革，如固态继电器的普及、智能继电器的研发，这些都将使继电器在电气工程自动化领域的应用更加广泛和深入。面对未来，我们期待继电器技术能够持续创新，为实现更加安全、高效、智能的电气自动化系统贡献更大的力量。

参考文献：

- [1] 张晨明. 阐述继电器在铁路电气工程低压电器中的运用 [J]. 神州, 2017(11):155.
- [2] 张婕. 继电器在电气工程及低压电器中的应用 [J]. 电力系统装备, 2021(10):2.
- [3] 罗辑. 当前继电器在电气工程及其自动化低压电器中的应用 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2023.
- [4] 张振华, 王鑫. 浅析继电器在电气工程及其自动化低压电器中的应用 [J]. 电力设备管理, 2022(21):301-303.
- [5] 朱敏忠. 继电器在电气工程自动化低压电器中的应用 [J]. 电子元器件与信息技术, 2022(007):006.
- [6] 周红亮. 浅谈电气工程及其自动化在低压电器中继电器的应用 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2022(10):4.
- [7] 王圣. 电气工程及其自动化在低压电器中继电器的应用 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2022(7):3.
- [8] 朱柏刚. 电气工程及其自动化在低压电器中继电器的应用 [J]. 数字技术与应用, 2022(005):040.
- [9] 胡翔宇. 电气工程及其自动化低压电器中继电器应用 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2022(2):4.
- [10] 程静毅. 继电器在电气工程低压电器中的应用 [J]. 建筑工程技术与设计, 2019(25):3488.