

# 电力金具线夹系列模锻模具

刘高辉

中国电建集团河南电力器材有限公司 河南 漯河 462000

**摘要：**本文深入探讨了电力金具线夹系列模锻模具的设计、制造、调试及其在电力系统中的应用与发展。电力金具线夹作为电力系统中关键的连接部件，其质量和性能直接影响到电力系统的安全和稳定运行。模锻模具作为电力金具线夹制造的核心工具，其设计合理性和制造精度对于保证线夹的质量至关重要。

**关键词：**电力金具线夹；模锻模具；设计原理；制造与调试；应用与发展

引言：随着电力系统的快速发展，对电力金具线夹的质量和性能要求日益提高。模锻作为一种高效、精确的金属成形工艺，被广泛应用于电力金具线夹的制造中。然而，模锻模具的设计、制造和调试过程中存在诸多技术难题，需要深入研究和实践。本文旨在通过对电力金具线夹系列模锻模具的全面分析，为模具设计师和制造工程师提供有价值的参考和指导。

## 1 电力金具线夹概述

电力金具线夹是电力系统中至关重要的组件，它们承担着连接、悬挂、保护导线及地线等重要功能，确保电力系统的安全、稳定和高效运行。

### 1.1 分类与结构

电力金具线夹按照其功能和应用场景的不同，主要可以分为以下几类：（1）悬垂线夹：悬垂线夹主要用于将导线（地线）稳固地悬挂至悬垂绝缘子串（组）或金具串（组）上。根据材质的不同，悬垂线夹可以分为钢质和铝质两种<sup>[1]</sup>。钢质悬垂线夹通常用钢板或可锻铸铁制造，具有较高的强度和耐腐蚀性；而铝质悬垂线夹则采用铝合金材料，具有较轻的重量和良好的导电性能。悬垂线夹的结构设计需考虑导线的直径、张力以及环境因素，以确保其长期稳定运行。（2）耐张线夹：耐张线夹用于固定导线的端头，并承受导线张力。根据安装方法和结构的不同，耐张线夹可以分为楔型、螺栓型和压缩型等。楔型耐张线夹利用楔子的作用将导线固定在夹体内；螺栓型耐张线夹则通过螺栓件将导线夹紧；而压缩型耐张线夹则采用压缩方法固定导线，具有较高的可靠性和稳定性。耐张线夹通常应用于需要承受较大张力的场合，如架空电力线路的终端、转角以及跨越处。（3）并沟线夹：并沟线夹用于平行接续导线，以传递电气负荷。其结构特点在于具有两个或多个夹口，可以同时夹持多根导线。并沟线夹的材质通常具有高导电率的金属，如铜或铝合金，以确保良好的导电性能和机械强

度。并沟线夹广泛应用于电力线路的分支连接、跳线连接以及导线修复等场景。（4）其他类型线夹：除了上述主要类型外，电力金具线夹还包括跳线线夹、接续管、补修管等多种类型。跳线线夹主要用于非直线杆塔跳线的接续；接续管用于接续导线，并能满足机械和电气性能要求；补修管则用于修补导线表面损伤。

### 1.2 材料选择

电力金具线夹的材料选择对其性能和使用寿命具有重要影响。常用的材料类型包括铜、铝合金、钢等。（1）铜具有优异的导电性能和耐腐蚀性，但成本较高；（2）铝合金则具有较轻的重量和良好的导电性能，适用于对重量有要求的场合；（3）钢具有较高的强度和耐腐蚀性，适用于承受较大张力的场合。材料的选择还需考虑模锻模具设计的影响。不同材料的硬度、延展性和热处理特性会影响模具的设计参数，如模具的硬度、型腔结构以及脱模方式等。因此，在材料选择时，需要综合考虑材料的性能要求、成本以及模具设计的可行性。

### 1.3 制造流程

电力金具线夹的制造流程包括原材料准备、模锻成型、机加工、表面处理等多个环节。其中，模锻成型是关键环节之一，它决定了线夹的形状、尺寸和性能。在模锻成型过程中，需要将原材料加热至适当的温度，然后放入模具中进行压制。模具的设计需考虑材料的延展性、填充性以及脱模性等因素，以确保成型后的线夹具有良好的尺寸精度和表面质量。同时模锻过程中的温度控制、压力控制以及模具的磨损情况都会对线夹的质量产生影响。机加工环节主要用于对线夹进行进一步的加工和修整，如钻孔、铣削、磨削等。表面处理环节则用于提高线夹的耐腐蚀性和美观度，常用的处理方法包括热镀锌、喷涂等。

## 2 模锻模具设计原理

模锻模具作为电力金具线夹制造中的核心工具，其

设计精密程度直接关联到产品的最终质量及生产效率。深入理解模锻模具的设计原理,对于提升线夹产品的市场竞争力具有重要意义。

### 2.1 模具结构

模锻模具的基本结构主要包括型腔、模具闭合机构、导向装置及顶出机构等关键部位,这些部位的设计对于模具的性能和线夹的质量具有决定性影响。(1)型腔:型腔是模具中直接形成线夹形状的部分,其设计需严格依据线夹的几何形状、尺寸精度以及材料特性进行。型腔的形状和尺寸需与线夹的设计图纸精确匹配,以确保成型后的线夹满足设计要求。此外,型腔的表面质量至关重要,需通过高精度的加工和抛光工艺,避免在成型过程中产生划痕、裂纹等缺陷,影响线夹的机械性能和外观质量。(2)模具闭合机构:模具闭合机构负责在模锻过程中保持模具的紧密闭合,确保金属在高压下能够均匀填充型腔。该机构的设计需考虑模具的锁紧力、闭合速度以及稳定性,以确保模锻过程中的安全性和效率。(3)导向装置:导向装置用于确保模具上下模在闭合过程中的精确对齐,防止模具错位导致的成型缺陷。导向装置的设计需考虑模具的重量、模锻压力以及使用频率,确保模具在长期使用中仍能保持良好的导向性能。(4)顶出机构:顶出机构负责在模锻完成后将线夹从模具中顺利顶出。其设计需考虑线夹的形状、尺寸以及材料特性,确保顶出过程中不损伤线夹,同时提高生产效率。

### 2.2 设计原则

模锻模具的设计需遵循一系列基本原则,以确保模具的性能和线夹的质量。(1)材料适应性:模具材料的选择需考虑其强度、硬度、热稳定性以及耐磨性,以满足模锻过程中的高压、高温环境。模具材料还需具备良好的加工性能和热处理性能,以便于模具的制造和维护。(2)工艺可行性:模具设计需充分考虑模锻工艺的特点和要求,确保模具的结构和尺寸能够满足金属填充、排气以及脱模等工艺需求<sup>[2]</sup>。例如,型腔结构需便于金属的均匀填充和快速排气;模具的闭合机构需设计合理,以确保模具在模锻过程中的稳定性和安全性。(3)成本效益:模具设计需在满足使用要求的前提下,尽量降低制造成本。这可以通过优化模具结构、减少材料用量、提高模具的耐用性等方式实现。并且模具设计还需考虑生产效率和产品质量之间的平衡,以确保在满足质量要求的前提下,实现生产效率的最大化。

### 2.3 仿真与优化

随着计算机技术的飞速发展,CAD/CAE软件在模锻

模具设计中的应用日益广泛。利用CAD/CAE软件进行模具设计仿真和优化,可以显著提高模具的可靠性和生产效率。(1)模具设计仿真:通过CAD/CAE软件,可以对模具的型腔结构、闭合机构、导向装置及顶出机构等进行仿真分析。仿真分析可以预测金属在模具中的流动情况、填充速度以及温度分布等参数,从而发现潜在的设计问题并进行优化设计。这不仅可以避免在模具制造过程中产生不必要的浪费,还可以提高模具的可靠性和生产效率。(2)模具结构优化:利用CAD/CAE软件,可以对模具的结构进行优化设计。通过改变模具的几何形状、尺寸以及材料特性等参数,可以优化模具的应力分布、提高模具的强度和硬度。同时,还可以通过优化模具的冷却系统,提高模具的热稳定性和耐磨性。这些优化措施可以显著提高模具的使用寿命和性能。(3)生产效率提升:通过CAD/CAE软件进行模具设计仿真和优化,还可以提高生产效率。仿真分析可以预测模具在生产过程中的性能表现,从而提前发现潜在的问题并进行调整。这可以避免在生产过程中产生不必要的停机时间和浪费,提高生产效率并降低生产成本。此外,通过仿真分析还可以优化模具的制造工艺流程,提高模具的制造精度和效率。

## 3 电力金具线夹模锻模具制造与调试

在电力金具线夹的生产过程中,模锻模具的制造与调试是至关重要的环节。这一流程不仅关乎模具本身的性能和质量,更直接影响到最终产品的精度、耐用性和生产效率。

### 3.1 制造工艺

(1)材料准备:模锻模具的制造始于材料的选择与准备。鉴于模锻过程中模具需承受高温、高压及高强度磨损,因此模具材料需具备高硬度、高耐磨性、高热稳定性和良好的韧性。常用的模具材料包括高碳钢、合金钢及硬质合金等。在选材后,还需对原材料进行严格的质量检验,确保其化学成分、物理性能及微观组织均满足制造要求。(2)机械加工:机械加工是模具制造的核心步骤。通过高精度的铣削、磨削、钻孔等工艺,将原材料加工成符合设计要求的模具零件。在加工过程中,需严格控制加工精度,确保模具的型腔、导向装置、顶出机构等关键部位精确无误。并且还需注重表面质量的控制,避免划痕、毛刺等缺陷的产生,以保证模具的耐用性和成型产品的质量。(3)热处理:热处理是提高模具性能的关键环节。通过淬火、回火等工艺,可改善模具的硬度和韧性,增强其耐磨性和使用寿命。在热处理过程中,需精确控制加热温度、保温时间及冷却速度等

参数,以获得理想的组织结构和性能。此外,还需对热处理后的模具进行严格的检验,确保其性能满足设计要求。

### 3.2 质量检测

(1) 尺寸精度检测:利用三坐标测量仪、投影仪等精密测量设备,对模具的型腔、导向孔等关键部位的尺寸进行精确测量,确保其符合设计要求。(2) 表面质量检测:通过目视检查、表面粗糙度测量等方法,对模具的表面质量进行检测<sup>[3]</sup>。对于存在的划痕、裂纹等缺陷,需及时进行修复和处理,以保证模具的耐用性和成型产品的质量。(3) 材料性能检测:通过硬度测试、拉伸试验、冲击试验等方法,对模具材料的硬度、强度、韧性等性能进行检测。对于不符合要求的材料,需及时更换或采取其他补救措施。

### 3.3 调试与试生产

(1) 模具调试:模具调试是确保模具能够正常工作的关键步骤。在调试过程中,需对模具进行精确安装,并调整模具间隙、导向装置及顶出机构等,以确保其能够顺利填充金属并顺利脱模。同时还需对模具的冷却系统进行调试,确保其在工作过程中能够保持稳定的温度,从而避免热变形和裂纹的产生。(2) 试生产:试生产是检验模具质量和性能的重要环节。在试生产过程中,需对成型产品的尺寸精度、表面质量及机械性能进行全面检查。对于存在的问题,需及时排查原因并采取相应的解决措施。常见的解决措施包括调整模具间隙、优化导向装置设计、改进顶出机构等。通过试生产,可进一步验证模具的可靠性和稳定性,为批量生产奠定坚实基础。

## 4 电力金具线夹模锻模具的未来发展创新

### 4.1 发展趋势

随着科技的进步和电力行业的发展,电力金具线夹模锻模具的未来发展方向呈现出(1)智能化:通过集成物联网、人工智能等技术,模具可以实现远程监控、智能诊断等功能,提高设备的可靠性和可用性。(2)自动

化:自动化生产线的引入将进一步提升电力金具线夹的生产效率和质量稳定性。通过自动化设备的精准控制,可以减少人为因素导致的生产误差,提高产品的成品率。(3)定制化:随着电力行业的多元化发展,对电力金具线夹的需求也日益多样化。模锻模具的定制化生产将成为未来的重要趋势,以满足不同客户的个性化需求。

### 4.2 技术创新

当前模锻模具技术创新面临诸多热点和难点。第一,热点方面:如何提高模具的耐磨性、抗腐蚀性以及延长使用寿命是当前研究的重点<sup>[4]</sup>。第二,难点方面:模具的复杂结构和高精度要求给制造和加工带来了挑战。为促进技术创新,以下策略和建议值得借鉴:(1)加大研发投入,鼓励企业与高校、科研机构等合作,共同攻克技术难题。(2)引进先进的制造技术和设备,提升模具的加工精度和制造效率。(3)培养高素质的技术人才,提高模具设计和制造水平。(4)加强知识产权保护,鼓励企业自主创新,推动模具行业的持续发展。

### 结语

电力金具线夹系列模锻模具的设计和制造是一项复杂而重要的工作。通过深入研究和实践,我们不断提高模具的质量和性能,为电力系统的安全和稳定运行提供了有力保障。未来,我们将继续关注模具技术的发展和进步,为推动电力系统的进步和发展贡献更多力量。

### 参考文献

- [1]樊明浩,赵武,郭鑫.联板类电力金具结构的创新设计及仿真优化[J].机械设计与制造,2022,(09):185-190.
- [2]周政敏,刘艳明,侯艳森.大功率激光切割工艺的应用[J].华东科技,2022,(08):123-125.
- [3]刘克霄.电力金具产品冷芯盒整体式结构设计工艺研究.山东省,玫德集团有限公司,2022-01-22.
- [4]张伟.模锻压机自动化控制系统的优化研究[J].自动化技术与应用,2021,40(6):47-52.