

# 机械自锁式调节支架设计与实用性能研究

王浩赞 王 静

河北科技学院, 河北 唐山 063200

**摘要:** 机械自锁式调节支架具有结构简单、自锁可靠、调节方便等优点, 主要用于机械加工、仪器安装、工程施工等场合, 可以实现机械零部件的位置固定、角度调节和高度微调, 其合理性及实用性直接影响到设备的安装、运行稳定性及操作灵活性等问题。机械自锁式调节支架需要在调节后实现自锁可靠, 避免外力作用下松动, 同时要兼顾调节灵活性、结构承载能力, 解决普通调节支架易滑动、自锁不可靠的问题。本文基于机械自锁式调节支架设计和实用性能研究, 抛弃理论推导, 强调设计、加工、性能测试实践, 明确支架的使用场景及设计要求, 完成支架整体结构、自锁机构设计, 并通过实用性能测试验证支架的可靠性与适用性, 优化设计。研究表明, 经改进后的机械自锁式调节支架结构合理、自锁可靠, 调节便利且承载能力满足要求, 实用性能满足使用要求, 为机械自锁式调节支架设计和应用提供了可靠实践依据。

**关键词:** 机械自锁; 调节支架; 结构设计; 实用性能; 自锁可靠性

## 1 机械自锁式调节支架基础与设计的要求

### 1.1 结构特性与使用场景

机械自锁式调节支架的主要结构为调节机构、自锁机构、承载底座与支撑构件, 具有调节功能和自锁功能, 结构特点符合使用场景。调节机构用来调节支架的高度, 角度或位置, 一般采用螺纹、齿轮传动等简单可靠的结构, 调节过程平稳、精准, 适合不同的安装位置; 自锁机构用来锁定支架, 通过机械结构的几何形状或者摩擦力来实现调节后的可靠锁定, 并且自锁机构不需要额外的动力维持, 不会在外力作用下产生松动位移, 安装完成后的稳定性。承载底座用来支撑支架, 需要足够的刚度和稳定性, 支架可以承受载荷, 支撑构件直接连接被支撑部件, 接触平稳, 受力均匀。机械自锁式调节支架的使用场景包括了各个领域, 可以是精密仪器的微调固定, 也可以是工程设备的安装固定, 不同的场景对于支架的调节精度, 承载能力、自锁可靠性都有所要求, 但其主要要求都是调节方便, 自锁可靠。

### 1.2 核心设计要求

机械自锁式调节支架的设计要求主要从自锁可靠性、调节灵活性、承载能力和结构合理性四个方面进行设计。自锁可靠性是最基本要求, 调节结束后, 自锁机构可以实现自锁位置, 在额定载荷和轻微外力作用下不会发生松动和位移, 被支撑部件位置保持稳定, 避免自锁失效导致设备损坏、精度下降。调节灵活性是指支架可以实现正常调节, 无卡顿、卡滞, 调节精度满足实际要求, 可以做到微小位移或角度精准调节, 调节方法简单, 无需工具; 承载能力要求支架能够承受对应载荷, 重要构件不发生变形、断裂, 支撑构件与底座受力均匀, 避

免因局部受力过大导致结构损坏, 提高支架使用寿命; 结构合理性是指支架结构简单、占用空间小, 易于安装和维护, 零部件分布合理, 加工工艺简单, 制造成本低, 结构重量不过大。

### 1.3 设计约束条件

机械自锁式调节支架的设计应遵循约束条件, 设计方案应与加工和应用场景相适应, 不能脱离生产和使用场景, 材料约束, 核心构件应选择强度高、耐磨、刚度强, 自锁机构和调节机构关键部位应选用结构钢或合金, 承载底座应选用铸铁或厚壁钢板, 结构承载能力和使用寿命要高, 材料成本要低, 不宜采用高价材料。尺寸约束结合使用场景中的安装空间, 合理设计支架整体尺寸和零部件尺寸, 避免尺寸过大引起安装不便, 尺寸过小不足, 调节行程应满足实际使用中的调节要求, 调节范围要满足实际使用要求; 加工约束零部件加工工艺应简单易行, 避免过繁复的加工工序, 减少加工难度和成本, 零部件的精度等级应与功能相适应, 自锁机构和调节机构关键部位应选用精度较高、支撑构件和底座的支撑构件和底座适当放宽。另外, 设计应兼顾实用性与经济性, 避免过多的设计成本增加, 支架可适配批量生产。

## 2 机械自锁式调节支架整体结构设计

### 2.1 整体结构方案设计

整体结构方案设计应根据设计要求和应用情况确定支架调节方式、自锁形式、结构布置, 使方案合理可靠和紧凑。采用螺纹调节方式, 螺纹传动结构简单、调节精度高, 对微位移进行控制, 且便于与自锁机构连接使调节后可靠锁定。自锁形式采用螺纹自锁与斜面自锁相结合, 螺纹自锁结合使用螺纹升角小于摩擦角的

几何形状,进而使调节后可自然锁定,斜面自锁进一步提高自锁的可靠性,避免出现螺纹磨损后松动,两重自锁可大大加强支架自锁稳定性。整体结构包括承载底座、调节螺杆、支撑平台、自锁组件和导向构件,承载底座安装在安装面上,调节螺杆连接底座和支撑平台,调节螺杆旋转以调节支撑平台高度,自锁组件安装在调节螺杆与底座之间,调节后锁定,导向构件保证支撑平台调节时不偏移,调节精度高。结构布置紧凑合理,各零部件相互适配,无运动干涉,便于操作和维护。

## 2.2 核心零部件设计

核心零部件设计是支架的重点,针对调节螺杆、自锁组件、承载底座、支撑平台进行设计,确保各零部件尺寸、精度、强度。调节螺杆需为梯形螺纹,梯形螺纹传动效率高承载能力强,自锁能力强于普通螺纹,螺纹升角不小于摩擦角保证自锁,螺杆直径根据额定载荷确定,保证螺杆强度和刚度,否则在调节和承载过程中弯曲、断裂。自锁组件由自锁螺母、斜面垫片、弹簧组成,自锁螺母与调节螺杆配合使用,斜面垫片紧贴螺母和底座,弹簧提供预紧力,调节后斜面垫片与螺母、底座紧密贴合,利用摩擦力提高自锁可靠性,弹簧预紧力要合理,不能过大,过小会自锁失效;承载底座为方形或圆形,底部设有安装孔,可固定安装面上;底座厚度根据承载能力确定,保证底座无明显变形,表面防滑,安装稳定。支撑平台与被支撑部件接触,要求表面光滑,设定位槽,将被支撑部件定位到定位槽,平台尺寸、厚度需满足承载要求,否则受力变形。

## 2.3 结构适配性与工艺优化

结构及工艺适配能提升支架的适用性及加工可行性,不易出现零部件适配不当的缺陷,降低加工费用,提高加工效率。优化调节螺杆与自锁组件配合的间隙,避免间隙过大,自锁不可靠,间隙过小,调节困难,保证自锁螺母与斜面垫片的贴合精度,提高摩擦力及自锁效果。优化导向构件的结构,采用滑动导轨或导向柱,保证支撑平台调节平稳无偏移,导向构件与支撑平台、底座配合间隙合理,降低摩擦损耗,提高寿命。优化零部件的加工工艺,简化结构,调节螺杆采用车削加工,自锁组件采用冲压车削加工,承载底座与支撑平台采用切割和磨削加工,降低加工难度、精度。优化零部件的表面处理,对调节螺杆、自锁组件进行防锈、耐磨处理,对承载底座与支撑平台进行磨削处理,提高平整度与耐磨性,控制表面粗糙度,保证使用过程的稳定性与使用寿命。

## 3 机械自锁式调节支架实用性能测试

### 3.1 测试方案设计

实用性能测试是验证支架设计合理性、保证支架满足使用需求的重要步骤,需要结合设计和用户需求,设计科学、详细的测试方案,测试结果准确可靠。主要测试自锁可靠性、调节灵活性、承载能力和耐用性四个方面的性能,测试设备可以采用载荷试验机、精度测量仪器和耐磨测试设备。载荷试验机是对支架承载能力和自锁可靠性进行测试,精度测量仪器是对调节精度和调节过程中的位移偏差进行测试,耐磨测试设备对支架耐用性进行测试。测试环境模拟实际使用环境,保持温度、湿度稳定,不会因为环境因素影响测试结果,测试步骤为:预处理、分项测试、记录和分析。预处理过程将支架进行安装,安装牢固,调节正常,分项测试按照自锁可靠性、调节灵活性、承载能力、耐用性顺序进行,记录每一项测试的数据,分析结果。

### 3.2 分项性能测试实施

分项性能测试严格按照测试方案进行,测试仪器规范、数据准确,对支架进行综合性能测试。自锁可靠性测试:施加额定载荷和轻微外力作用,检验支架是否松动和位移,记录自锁保持时间,判断自锁可靠性,测试不同调节位置的自锁性能,确保全调节行程自锁可靠;调节灵活性测试:调节螺杆旋转到最大,观察支架调节顺畅、无卡顿现象,测量调节精度与调节行程,判断调节性能是否符合设计要求,测量调节过程中最大位移偏差,判断调节精度。承载能力测试:逐步增加载荷,直至支架变形和损坏,记录额定载荷与极限载荷判断支架承载能力,观察支架受力分布,检查核心部件是否局部应力集中。耐用性测试:模拟实际使用工况,对支架进行反复调节、承载测试,记录调节次数和承载时间,观察零部件磨损情况判断支架使用寿命是否符合实际要求。

## 4 支架设计优化与性能验证

### 4.1 基于测试结果的设计优化

基于测试结果的设计优化,需针对测试中发现的缺陷与不足,采取针对性的优化措施,提升支架的实用性能与可靠性。针对螺纹与斜面垫片磨损导致自锁力下降的问题,优化自锁组件的材料,选用耐磨性更好的合金材料制作自锁螺母与斜面垫片,同时增加斜面垫片的厚度,提升耐磨性能,优化弹簧预紧力,确保长期使用后仍能保持足够的自锁力。针对导向构

件摩擦损耗过大的问题,优化导向构件的结构,选用滚动导轨替代滑动导轨,减少摩擦损耗,同时添加润滑装置,定期补充润滑剂,提升调节的顺畅性。针对调节精度的细微偏差,优化调节螺杆的螺纹精度,提高螺纹加工精度,减少螺纹配合间隙,同时优化导向构件的定位精度,确保支撑平台调节过程中无偏移,进一步提升调节精准度。此外,优化承载底座的结构,增加底座的厚度与加强筋,提升底座的刚度与稳定性,避免长期承载后出现变形。

#### 4.2 优化后性能验证

优化后性能验证需通过再次分项测试,确认优化措施的有效性,确保支架的实用性能满足设计要求与实际应用需求。将优化后的支架按照原有测试方案,再次进行自锁可靠性、调节灵活性、承载能力与耐用性测试,对比优化前后的测试数据,评估性能改善情况。优化后的支架,螺纹与斜面垫片的磨损明显减少,长期反复调节后仍能保持可靠的自锁力,自锁可靠性进一步提升;导向构件的摩擦损耗大幅降低,调节过程更加顺畅,调节精度略有提升;承载底座的刚度与稳定性增强,承载能力保持稳定;耐用性显著提升,使用寿命进一步延长。测试结果表明,优化措施针对性强、效果显著,

优化后的机械自锁式调节支架各项实用性能均达到设计要求,能够满足不同场景的使用需求,解决了测试中发现的各类问题,提升了支架的实用性与可靠性。

#### 5 结论

测试结果分析分项测试可以确定支架的使用性能,找出其缺陷和不足以便改进。自锁可靠性测试结果显示支架在额定载荷和轻微外力作用下不松动、不位移,自锁时间满足设计要求,全调节行程内自锁可靠,双重自锁结构提高自锁稳定性,螺纹和斜面垫片在反复调节后稍有磨损,自锁力略有降低。调节灵活性测试结果显示支架调节灵活、无卡顿,调节精度和调节行程满足设计要求,调节过程中最大位移偏差在允许范围内,螺纹传动正常,导向构件摩擦损耗略大,调节顺畅;承载能力测试结果显示支架额定载荷符合设计要求,极限载荷大于设计要求,核心构件无变形,受力均匀,不存在局部应力集中现象,承载性能良好。耐用性测试结果显示支架反复调节和承载后零部件磨损较轻,使用寿命符合使用要求,螺纹和自锁组件磨损有待改善。

#### 参考文献:

- [1] 谢允红,徐思琦,肖汝梦.智能制造中机械设计制造自动化应用研究[J].模具制造,2026,26(03):189-191+194.
- [2] 刘天一.智能化技术在机械设计制造及其自动化中的应用研究[J].现代制造技术与装备,2026,62(02):185-187.
- [3] 陈彦彬.普通车床转盘机械制造工艺及夹具设计[J].大众标准化,2026,(03):42-44.

**作者简介:** 王浩赞(2005.05—)男,汉族,河北省邯郸市,专科,研究方向:机械制造及自动化。