

# 基于对辊式结构的钢带调直机创新设计

周博衡 庄天祥 谢翔宇 王岩  
(青岛黄海学院 山东 青岛 266000)

**摘要:**在现代矿井生产作业中,通过支护钢带对矿井井壁进行支撑和加固是较为常见的使用方法,然而深山矿井深度大,地质不确定性大,使得矿道井壁对支护钢带等材料的压力也较大,具体表现为用于支撑的钢带在矿井不规则作用力的作用下会产生疲劳,从而发生形变,如果重新替换支护型材料,将会导致生产成本大大增加。根据这些情况,本文基于辊式调直理论设计了一种新型的钢带调直机构,使其可以高效地对变形钢带进行调直作业,而且能够重复利用,以减少材料的损耗,提高钢带的利用率,在保证矿井开采日常生产安全的同时降低生产成本和资源浪费,为采矿行业的安全生产提供了一定的借鉴。

**关键词:**采矿行业;钢带调直机;对辊式

## 0 引言

在现代工业生产中,追求的是材料能否重复利用,是否符合绿色环保的主题思想。以W型支护钢带为例,在矿井的环境下钢带使用数量大,而且返修率极高。并且,由于长时间支撑巷道中的巨大压力,回收的钢带基本都发生了严重的形变。为了响应国家节能减排的生产方针,对变形的钢带进行回收利用,通过二次加工处理,使钢带调直到可以正常使用的状态。

### 1 对于变形钢带的修复方式

在现代矿井挖掘和开发过程中,矿井岩壁的支撑是安全生产中极为重要的一环,而其中使用的主要耗材——钢带的质量和成本至关重要。在矿井支护作业中,支护钢带的消耗较大,为降低成本,节约材料,提高效率 and 经济效益,变形钢带的修复和重复利用就显得极为重要。在矿井作业的日常生产工作中,较为常见的修复方式有如下几种。

#### 1.1 敲击修复

对于变形程度较小、变形情况发生在较小局部范围的变形钢带,一般采用使用铁锤等工具锤击局部变形区域的方式对其进行修复。该调直方式在作业时耗费人力和时间成本均较大,精度较差,并存在较大的生产安全隐患。另外,在调直过程中由于钢带在被调直处受到了过大的冲击力,使得在其内部产生了一定的局部加工硬化现象和残余应力,从而使钢带的弹性形变性能下降,导致被调直的钢带比新钢带在耐用程度和精度上均有所下降,进而影响其二次使用率,并易在使用过程中留下安全隐患。

#### 1.2 压力机压直

目前市场上现有的钢带调直机多数采用的调直方法

为压力机压直,其原理是采用压力机带动油缸,利用油缸的压力对变形钢带进行调直,其过程较为烦琐,消耗时间和人工成本也较多。这种方式在调直作业过程中,至少需要两名工人进行全程操作,其中一名工人控制液压机的运行,另外一名工人则负责递送钢带的工作。由于钢带的模具不同,所以需要成段调直,规格为1.2m的钢带在调直过程中油压机至少要升降油缸6次,至少需要3~4min。对于变形角度过大或发生扭转变形的钢带,压力机调直法便不能起到很好的调直作用。这些局限降低了变形钢带的重复使用率,由于其调直原理的局限,也较难对其缺点进行改进。

#### 1.3 滚压调直

滚压调直的方式在工业生产中常见的卷板机的工作原理的基础上,综合考虑了上述的调直方式和卷板机在作业过程中存在的缺点和不足,依据现有资料和科技水平对其结构进行再设计,使得变形的钢带可以从平行的压辊中依次通过,并在此过程中产生永久性的塑性形变,从而对钢带进行修复。在这种模式下,钢带的调直作业过程仅需要一名工人进行操作,有效地节省了人力成本。同时,对压辊上的凹槽进行合理安排,使其通过调整接触朝向调直面的压辊,就可以使得一台调直机适用于多种尺寸的变形钢带的调直工作,降低了器材使用成本,节省了机器更换不同尺寸的压辊或模具的时间,提高了工作效率。

因受挤压而发生形变的钢带,原始弯曲曲率大小和方向不同,导致钢带上的曲率分布不均匀,只有通过辊式调制器多次反复弯曲,才能消除这种不均匀曲率因数。

辊式钢带调直机的起主要功能的部分为压辊组中的上辊和下辊。在调直机中,上辊与下辊相对排列。辊式调直机多次反复弯曲被调直的钢带,直到钢带被调平。

因为在第一个压辊的压力下,钢带发生了弹性反弹,从而到钢带与第二个辊子接触点时发生了弹性回复完成了第一次弯曲,经过多次弹性反弹和弹性回复,使被调钢带的曲率逐渐减小,最终可以得到平直的钢带。

## 2 设计要求

### 2.1 变形情况适用性

由于矿井中支护结构复杂,压力不平均,因此钢带在使用环境中造成的变形情况不可一概而论。调直机在设计的过程中必须适应钢带复杂的变形情况,适用于不同程度的弯曲、扭转、展平等钢带变形问题,并对其进行有效的调直。

### 2.2 钢带长度适应性

在井下的高压支护环境中,钢带有时可能会发生断裂等现象。断裂的钢带在经过调直和修复后成为较短的钢带,仍然可以使用在负担较轻或较狭小的地方,对于钢带的重复利用很有帮助。所以,调直机在设计时应兼顾不同长度的钢带调直情况,并顺利完成调直工作。

### 2.3 钢带型号通用性

在生产工作中,为适应不同的环境,处理不同的情况,工作人员所使用的支撑钢带的型号也有所不同,较为常用的三种矿用支护钢带的尺寸及规格如表所示。实际上,通过对不同尺寸的压辊的更换,该调直机应当实现更为广泛的调直作用。

表 较为常用的三种矿用支护钢带的尺寸及规格

型号	展开宽度/mm	厚度/mm	成型高度/mm	长度/mm
WD-180	195	3.2	32	1100 ~ 3000
WD-255	275	3.2	32	1100 ~ 4000
WD-275	295	3.2	32	1100 ~ 5000

### 2.4 保证钢带一定的力学性能

调直后的钢带会重复投入支护工作中,所以在钢带调直过程中保持其力学性能不发生变化或发生较小的变化是调直工作中极为重要的一点。在修复过程中,应使变形钢带在外力的作用下发生塑性形变,使其被修正为平直状态,不能使钢带在调直过程中达到或超过材料的屈服极限,也应避免被加工后的钢带出现加工硬化和应力残余等影响其使用安全的情况。对于已经完成修复的钢带,应使其达到或接近新钢带的力学性能。

## 3 结构设计

### 3.1 整体设计

该设计为一种基于对辊式结构进行改进的新型钢带调直装置,如图1所示。本装置由相对设置的两个相互平行的侧板及两侧板之间的连接横梁;设置于两个平行侧板之间且呈线性排列的若干个旋转压辊组;设置于压

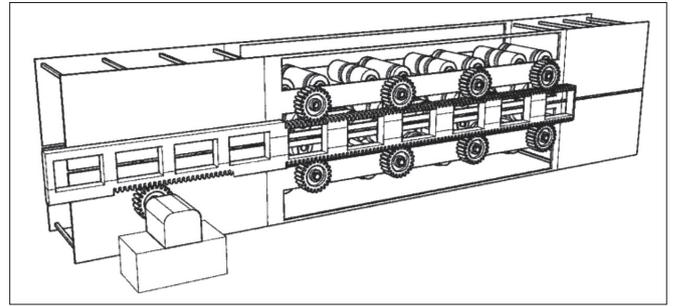


图1 钢带调直机的整体示意图

辊组两端的两组传动辊组;用于带动压辊组一侧齿轮转动的齿条和电动机构成。

当本装置进行调直工作时,传动辊组进行旋转,将钢带由一侧送入并通过压辊组进行压制,钢带在依次通过压辊组时被调直并消除形变,并于机器另一侧由另一组传动辊带出。当钢带被位于机器末端的传动辊组带出机器时,一次调直作业过程完成。此时,可视情况决定是否需要进行再次调直,如钢带变形较为严重,可拨动开关使机器反转,则钢带由出口再次进入机器进行二次调直,该步骤可重复多次,直至钢带被加工至标准形状,此时调直作业完成。

### 3.2 压辊组结构设计

可旋转的压辊组的设计是该调直装置的核心,通过对压辊组的旋转,可以切换不同尺寸和型号的压辊至工作平面,以实现多用途、多种类的钢带调直工作。

压辊组由两个相对设置的呈近三角形的压辊架侧板构成旋转框架,压辊架侧板的中部设有导向孔,压辊架中心轴的两个端部穿过压辊架侧板导向孔,压辊架侧板三个凸出端部设有压辊轴定位孔,三个不同尺寸的压辊设于压辊轴上,用于对不同尺寸的钢带进行调直。在压辊架的中心轴一外侧设有齿轮,齿轮转动时可带动整个压辊架一起做同步转动,齿轮每旋转 $120^\circ$ ,压辊架随之旋转相同的角度,以达到更换压辊的目的。

压辊被设置成3个尺寸一组,如图2所示,考虑到了常用的矿用钢带的尺寸可能有2~3种情况。三角形具有稳定结构,在作业中可以保持较好的受力平衡和抗

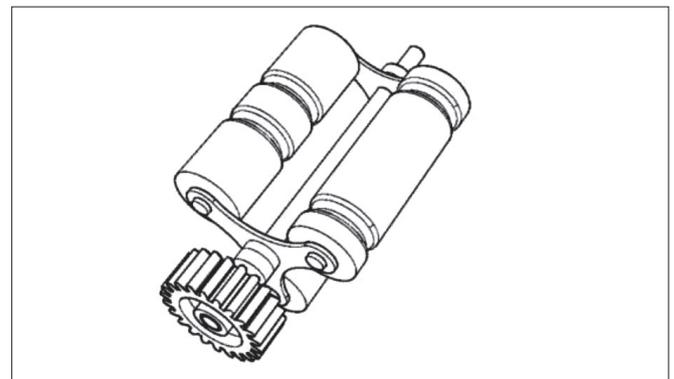


图2 压辊组结构示意图

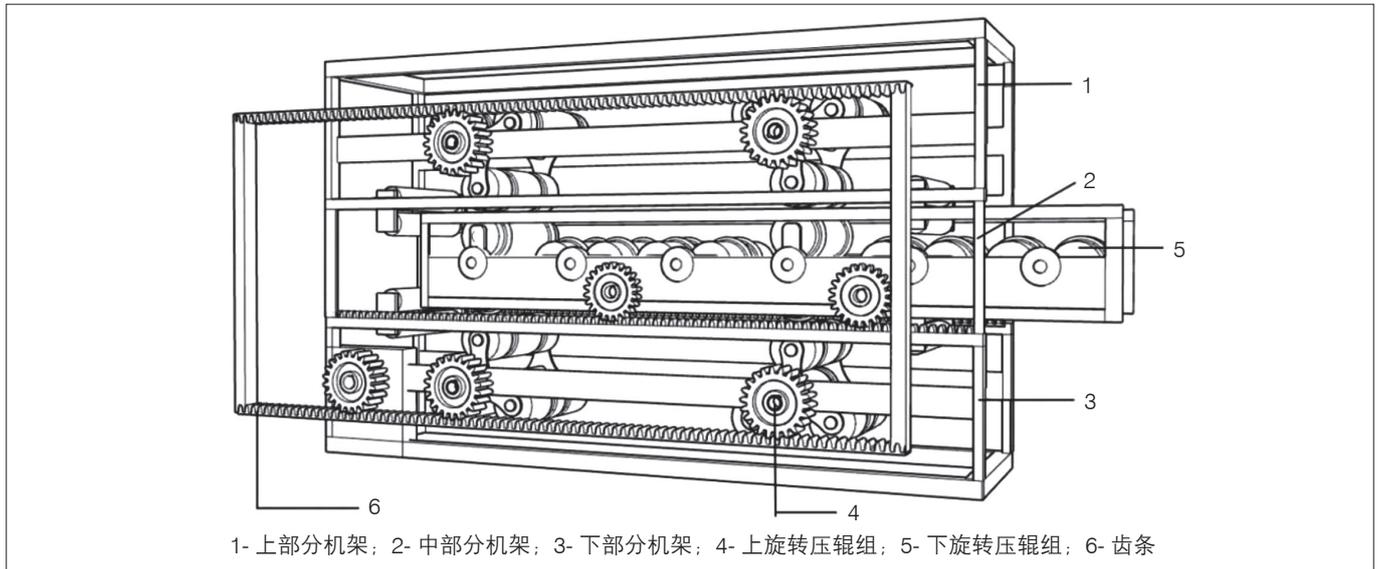


图3 总体装置设计

压性，同时可以提高空间利用效率。另外，当在作业过程中需要其他尺寸和型号的压辊时，可以将整个压辊组取下，以实现快速和多种类的压辊更换，也可以将压辊单独拆卸更换。

以一个旋转框架及其内部构件为一个单元，上下两个单元为一组，在机架内共设置3~6组压辊。当该调直机进行调直工作时，钢带由机架内部依次通过压辊进行多次压制，从而使得钢带调直机的调直效果更好。

### 3.3 电动机及齿条的设置

电动机和齿条被设置于机架外侧齿轮的同侧，当需要更换工作压辊时，电动机转动，从而带动齿条做平移运动，压辊架外侧的齿轮被齿条带动，从而带动压辊组进行旋转。由于上下压辊组同时被同一根齿条带动旋转，且运动路程及各自与齿条的齿比相同，故相对的上下两压辊组转动的角速度是相同的，从而保证了压辊的更换。

### 3.4 同原理的其他调直机变种

对于采用该可变结构作为核心部件和以辊式结构滚压调直为原理的钢带调直机，根据使用场景、调直要求及工作环境等因素的不同，其可以存在多种变体，比如如图3所示的双向双钢带调直机，便可以通过连续两次调直作业提高成品质量，节省人工工序。

在钢带调直过程中可能会出现一次调直无法达到预期调直要求的情况，若通过人工将钢带搬回输送口就会大大增加工人的劳动量，降低调直效率。考虑到这种情况，该款新型双向双钢带调直装置采用双向设计，“入口即出口”。当出现钢带一次调直无法恢复到最佳形状的情况时，可通过简单设置的滑轨使完成调直的钢带从上部调直机构滑动到下部调直机构进行二次调直，无须

人工搬运，节省人力的同时，有效提高了成品质量。

## 4 结语

该钢带调直机基于对辊式结构、滚压式调直方法及可旋转的压辊组设计对传统钢带调直机进行改进，以具有较强适应性的滚压调直模式取代了传统的人工敲击、压力机压制调直等作业方法，又具有多种调直功能，在一定程度上提高了工作效率，客观上减少了人工数量和生产投入，降低了矿业生产中的时间成本和经济成本，为采矿业的安全生产和成本节约做出了一定贡献。

### 参考文献:

[1] 郑义, 马玉华, 于艳杰, 等. 基于辊式调直理论的钢带调直影响因素分析[J]. 机电工程, 2019, 36(12): 1294-1297.  
 [2] 周新院, 郑义. 基于Solidworks钢带快速修复形变的研究[J]. 科技视界, 2016(25): 152+139.  
 [3] 陈士忠, 白云飞, 刘子金, 等. 平行辊式钢筋调直机调直过程受力分析与仿真[J]. 建筑机械化, 2019, 40(08): 30-32.  
 [4] 陈士忠, 王永华, 吴玉厚. 钢筋调直机调直辊设计与分析[J]. 建筑机械化, 2015(3): 76-79.  
 [5] 张春霞, 王海风, 张寿荣, 等. 中国钢铁工业绿色发展工程科技战略及对策[J]. 钢铁, 2015, 50(10): 1-7.  
 [6] 李福通. 绿色工厂评价要求及案例简析—以家电行业绿色评价为例[J]. 中国市场, 2018(24): 59-60.  
 [7] 许艳霞, 郭俊杰, 冯宪琴. 煤矿用全液压坑道钻机的设计[J]. 煤矿机械, 2014, 35(07): 21-23.