

# 自动排绳计数绞车的研制与应用

侯林<sup>1</sup>, 太武<sup>2</sup>, 叶炳宏<sup>3</sup>, 王建兴<sup>1</sup>, 刘建福<sup>1</sup>

(1. 河北省地矿局探矿技术研究院, 河北 三河 065201; 2. 河北省地矿局石家庄综合地质大队, 河北 石家庄 050081; 3. 河北省地矿局第五地质大队, 河北 唐山 063000)

**摘要:** 绳索绞车是绳索取心钻探工作中不可缺少的设备。针对目前绳索绞车应用过程中暴露出的无法有序排列钢丝绳和计算钢丝绳使用长度等问题, 研究设计了自动排绳器和计数器。野外试验证明, 自动排绳器和计数器均达到了理想的设计效果。

**关键词:** 绳索绞车; 自动排绳器; 计数器

中图分类号: P634.3<sup>+</sup>5 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2015)07-0050-04

**Development and Application of Winch with Automatic Rope-arranging Counter/HOU Lin<sup>1</sup>, TAI Wu<sup>2</sup>, YE Bing-hong<sup>3</sup>, WANG Jian-xing<sup>1</sup>, LIU Jian-fu<sup>1</sup>** (1. The Institute of Exploration Technology, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Sanhe Hebei 065201, China; 2. Shijiazhuang Comprehensive Geological Team, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Shijiazhuang Hebei 050081, China; 3. No. 5 Geological Brigade, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Tangshan Hebei 063000, China)

**Abstract:** Wire-line winch is important in wire-line core drilling. Aiming at the existing problems in winch application, automatic rope-arranging device and counter were designed; the ideal design effects have been achieved in the field tests.

**Key words:** wire-line winch; automatic rope-arranging device; counter

## 0 引言

随着我国经济建设的快速发展, 国家对各种矿产资源的需求量在逐年加大, 地表矿、浅部矿、易识别矿已不能满足当今社会对能源的需求, 地质找矿工作也由浅孔向中深孔方向发展, 千米以上深部钻探工作越来越多。目前越来越多的钻探工作已由原先提大钻取心的普通双管钻进更换为可以减少钻进辅助时间, 减轻人员劳动强度的绳索取心钻进。

绳索绞车是绳索取心钻进不可缺少的设备, 是用卷筒缠绕钢丝绳、电缆等以提升或牵引物体的起重设备。但绳索取心钻具配套机具绳索绞车在应用过程中暴露出结构设计还存在着不完善, 影响了全部效益的发挥。理想状态下, 钢丝绳应该是整齐有序地排列在绞车卷筒上的, 但实际工作中, 由于恶劣的工作环境, 钢丝绳在工作中受到不同程度的损坏, 产生了破股和变形, 再加上绞车位置和孔口、钻塔天车不完全在同一垂直面上, 导致绞车卷筒上的钢丝绳无序、混乱、堆积缠绕在绞车卷筒上。因此在打捞内管总成过程中, 需要一名工作人员辅助排列钢丝

绳, 以防止以下情况的发生:

(1) 钢丝绳因在绞车卷筒一端缠绕过高而跳出卷筒外缠住绞车轴发生断丝、断绳等生产事故;

(2) 钢丝绳堆积在卷筒中部, 卷筒两侧的缠绳空间得不到充分利用, 还会出现缠绕过高而突然滑落并跳跃错乱地埋住卷筒已缠好的钢丝绳, 导致钢丝绳被压扁、挤散、折曲成角等非正常损坏, 缩短了钢丝绳的使用寿命, 给下次取心工作带来不便;

(3) 钢丝绳的突然滑落、跳跃会使岩心管产生剧烈抖动, 容易使岩心管里的岩心脱落, 造成提大钻、岩心采取率不足等严重后果。

除此之外, 正在广泛使用的绳索绞车还不具备计数功能, 这种功能在地质钻探工作中有着广泛的应用需求, 如测量钻孔倾斜角和判断绳索内管总成在孔内的深度等工作都需要把专用设备下放到钻孔的指定位置来得到数据, 目前每次测量钻孔倾斜角所使用的方法是在钢丝绳上用油漆做记号, 根据钻塔高度来估算设备下放的深度; 在深孔使用粘度较大冲洗液的钻孔, 投放绳索内管总成下行速度缓慢,

收稿日期: 2014-12-28; 修回日期: 2015-06-14

作者简介: 侯林, 男, 蒙古族, 1984年生, 探矿研发室主任, 勘查技术与工程专业, 从事探矿复杂地层钻进机理、探矿事故预防与处理方法的研究和探矿机具改进创新研究工作, 河北省三河市燕郊开发区102国道北燕灵路口西, 26649137@qq.com。

还容易出现绳索内管总成停留在钻杆内壁上的情况,工作中经常使用绳索绞车输送内管总成到达指定位置后进行脱卡投放工作。

这些现象增加了不必要的劳动付出,增大了不安全系数。因此,需要研发一种能够自动排绳计数的绳索绞车,来有效地解决上述问题,为深孔钻进提供有效保障。

### 1 设计原则

自动排绳计数绞车的设计原则:

- (1) 自动有序排绳,无需工作人员辅助排绳;
- (2) 研发的排绳装置和计数装置结构简单、耐用,无需单独动力源;
- (3) 排绳和计数装置自成一體,独立安装;
- (4) 可以使用不同直径的钢丝绳;
- (5) 排绳和计数装置可靠、有效;
- (6) 提取、下放内管平稳,钢丝绳无跳跃、错乱缠绕现象;
- (7) 排绳和计数装置维修、更换方便。

### 2 结构及工作原理

#### 2.1 结构组成

自动排绳计数绞车主要由绳索绞车系统、自动排绳系统和机械计数系统组成(如图 1 所示)。

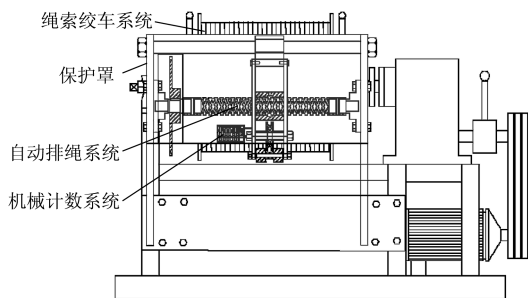


图 1 自动排绳计数绞车结构示意图

#### 2.1.1 绳索绞车系统

目前绳索绞车在市面上已有系列产品生产,性能稳定,结构、样式基本相同。因此本文采用千米绳索绞车作为自动排绳绞车的基体,并进行了研究和改造。

#### 2.1.2 自动排绳系统

自动排绳系统由链传动机构、正反螺纹丝杠传动机构、导正机构和钢丝绳导正滚轮组机构等组成(如图 2 所示)。

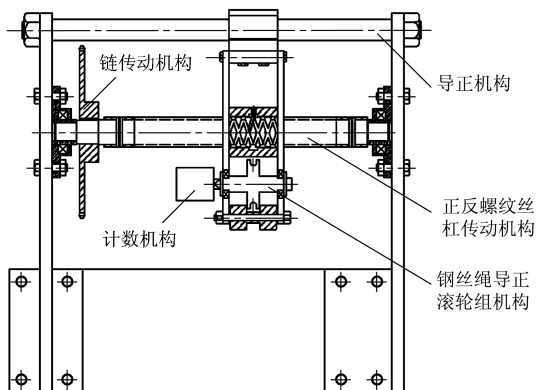


图 2 自动排绳系统结构示意图

#### 2.1.2.1 链传动机构

如图 3 所示,自动排绳计数绞车采用链传动机构,使自动排绳系统和绳索绞车系统共用同一个电动机,通过链条带动传递动力。这种设计有下列优点:(1)链条和链轮是啮合传动(无滑动),可以得到较准确的传动比(平均传动比);(2)通过调换链轮的齿数,可以容易选择设计所需的传动比,达到准确控制钢丝绳在自动排绳绞车卷筒上缠绕的圈数。

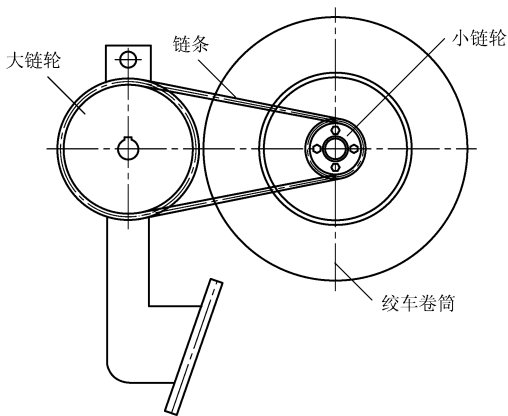


图 3 链传动机构示意图

#### 2.1.2.2 正反螺纹丝杠传动机构(参见图 4)

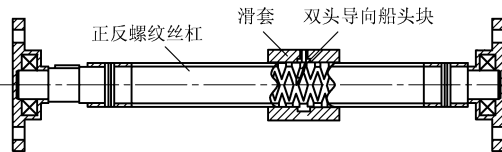


图 4 正反螺纹丝杠传动机构示意图

正反螺纹丝杠传动机构中,设计加工了带有正反螺纹的特殊丝杠和专门在螺纹中滑动的双头导向船形块。把正反螺纹丝杠的螺纹加工成带有 5° 角的特殊螺纹形式,并加深了螺纹的深度,提高了双头导向船形块和正反螺纹丝杠的接触配合。双头导向

船形块上方焊接了导正杆,与滑套上的圆孔配合,可以通过导正杆扶正双头导向船形块,同时可以通过改变导正杆的粗细来控制双头导向船形块在正反螺纹丝杠中“船头”摆动幅度,更重要的是解决了自动排绳过程中,在卷筒中途换向排绳的问题。在正反螺纹丝杠的两端加工了可以使双头导向船形块自动转向用的丝杠挡套。正反螺纹丝杠每旋转一圈,双头导向船形块移动一个螺纹间距的位移。正反螺纹丝杠的螺距与钢丝绳直径和链轮齿数之间的关系公式为:

$$\frac{Z_b}{Z_d} = n = \frac{M}{as}$$

$$M = nas = \frac{Z_b}{Z_d} as$$

式中: $M$ ——所选螺距; $Z_b$ ——大齿轮齿数; $Z_d$ ——小齿轮齿数; $s$ ——钢丝绳直径; $n$ ——传动比; $a$ ——钢丝绳间的间隙(0.2~0.5 mm)。

### 2.1.2.3 钢丝绳导正滚轮组机构

如图5所示。本机构设计了两组导正滚轮,滚轮上加工有钢丝绳槽,钢丝绳在槽内行走,滚轮可以灵活转动,减少钢丝绳的摩擦阻力,两组导正滚轮就像两只灵巧的大手,控制着钢丝绳,使其摆绳方向不偏斜,严格按传动比在绞车卷筒上均匀排列。一组导正滚轮尽量靠近绳索绞车卷筒,起到缩短导正滚轮与绞车卷筒之间钢丝绳距离的作用,目的是为了更精确地牵引钢丝绳排列。另一组导正滚轮设计在上一组导正滚轮的后下方,起到缓解钢丝绳过大弯曲度的作用。

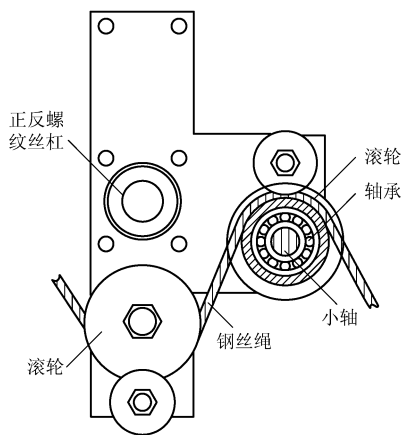


图5 钢丝绳导正滚轮组机构示意

### 2.1.2.4 导正机构

主要是为防止正反螺纹丝杠旋转带动本应该稳

定直线行走的滑套和滑套中的双头导向船形块一起旋转,设计了一条光杠,光杠和正反螺纹丝杠平行连接在支架上。光杠上的直线滑块通过直线滑块座、凸字形导正板和正反螺纹丝杠上的滑套连接,起到了扶正滑套的作用。

### 2.1.2.5 护罩

自动排绳系统中设计了护罩,成长方形,下方不封口,罩在了光杠和正反螺纹丝杠上。防止了风沙和钢丝绳上的泥浆滴溅到光杠和正反螺纹丝杠上,提高了使用寿命。

### 2.1.3 机械计数装置

如图6所示。5个大齿轮分别是分位、个位、十位、百位和千位,每个大齿轮的一周刻有0~9十个数字。机械计数装置与钢丝绳导正滚轮组机构中的滚轮连接,滚轮转轴一圈(设定圆周长为10 cm)带动机械计数装置轴转动一圈,分位数字就从0进到1,当分位齿轮转过9带动个位的齿轮,个位齿轮就从0进到1。也就是每个齿轮转10个数,等于进一个数。机械计数装置最大可以记录9999.9 m钢丝绳,满足目前钻探生产的需要。机械计数装置带有复位功能,每按动一次,记录清除显示0000.0 m。该装置顺时针旋转数值累加,逆时针旋转数值依次减少。

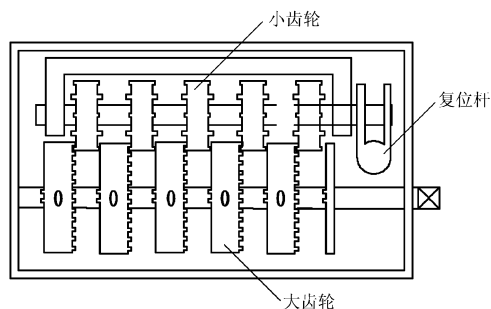


图6 机械计数装置示意

## 2.2 自动排绳计数绞车工作原理

动力传递路线为:电动机→离合器→变速箱→绞车卷筒→大链轮→正反螺纹丝杠传动机构→导正机构、钢丝绳导正滚轮组机构→ $\left\{ \begin{array}{l} \text{钢丝绳} \\ \text{机械计数装置} \end{array} \right.$ 。

自动排绳系统的动力通过绳索绞车自带的电动机提供。绞车卷筒上固定安装了小链轮,通过链条和正反螺纹丝杠一端的大链轮相连(如图1所示),带动正反螺纹丝杠转动。正反螺纹丝杠上加工有两条相向的大螺距旋线槽,槽内设置有双头导向船形

块,可以随正反螺纹丝杠转动,在螺旋槽中滑动,做直线运动。双头导向船形块上方的导正杆与滑套上圆孔配合,共同在正反螺纹丝杠上做直线运动。滑套连接着钢丝绳导正滚轮机构一起移动,钢丝绳导正滚轮组机构中的滚轮与机械计数装置轴连接,滚轮转轴一圈(设定圆周长为10 cm)带动机械计数装置轴转动一圈,机械计数装置中的齿轮上刻有0~9的数字,用来记录钢丝绳使用长度,钢丝绳导正滚轮组机构牵引钢丝绳均匀整齐排列。当双头导向船形块滑到正反螺纹丝杠端点时受到丝杠挡套的阻挡,双头导向船形块“船头”方向发生反向,进入反螺纹;钢丝绳同时在卷筒上反向排列,如此周而复始,实现自动排绳工作。

自动排绳计数绞车解决了常规绳索绞车不能在卷筒上自动来回排列钢丝绳和无法记录钢丝绳使用长度的问题。实现了排绳系统自动控制钢丝绳排列和自动计数系统记录钢丝绳使用长度的设计要求,达到了自动排绳和计数的效果。

### 3 生产试验与应用效果

自动排绳计数绞车(实物见图7)的野外生产试验工作在迁安市西峡口外围矿区 ZK-29-0 钻孔、ZK1504 钻孔和昌黎新集矿区 ZK0-1 钻孔进行。使用新研制的自动排绳计数绞车钻进总进尺1008.10 m,共572回次,使用最大孔深为808.80 m,还在继续使用。

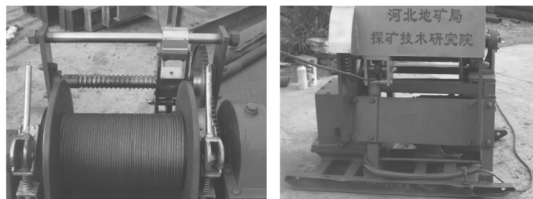


图7 自动排绳计数绞车实物

使用过程中无需工作人员辅助排绳,均能够顺利有序排列钢丝绳。通过试验证明了自动排绳计数绞车适应性好。由于钻孔有漏失现象,钻杆外壁涂有黄油润滑,钻杆丝扣涂丝扣油,防止钻杆接箍处漏冲洗液,钻杆内壁上往往粘有油垢,使绳索内管总成下行缓慢,采用地面听声音判断绳索取心内管总成是否到位有一定的困难,使用自动排绳计数绞车输

送内管总成到达指定位置后用脱卡管脱卡,保证绳索取心内管总成到底。另外所使用的钢丝绳还存在破股和对接现象,但这些情况都未影响其使用效果。自动排绳率和计数准确性都满足了机台使用的需要,未出现过钢丝绳排列混乱的现象。受到了机场使用人员的好评。

### 4 结论

(1) 打捞岩心工作可以由一名工作人员独立完成,不用担心钢丝绳在卷筒上无序、混乱、堆积缠绕等问题出现,不需人为排列钢丝绳,大大提高了工作安全性。

(2) 可靠有序地排列钢丝绳,有效防止了钢丝绳从高处滑落、跳跃的现象,减少了内管总成的抖动现象,由于内管总成的抖动而造成岩心脱落次数明显减少,保证了岩心采取率,减少了脱落岩心造成的提大钻次数。

(3) 减少了钢丝绳非正常磨损,提高了钢丝绳的使用寿命。

(4) 自动计数装置可以快速、准确地把测斜仪、绳索内管总成等专用仪器、机具下放到指定位置,减少了钻探工作的辅助时间,提高了纯钻进时间。

(5) 适用性广泛,适于任何角度、深度的钻孔。钻孔越深优越性越明显。

(6) 工作可靠,性能稳定,维护方便。

### 参考文献:

- [1] 鄢泰宁,等. 岩土钻掘工程学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.
- [2] 常江华,凡东,刘庆修,等. 水平孔绳索取心钻进技术在金矿坑道勘探中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(1):40-43.
- [3] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2010.
- [4] 彭步涛. 绳索取心煤田钻探深孔施工综述[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2):60-65.
- [5] 陈宏钧. 机械加工常用标准便查手册[M]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [6] 李小清,余森,沈祖英,等. 数字化智能排绳器的设计[J]. 工矿自动化,2014,(5).
- [7] 孙连祜. 螺旋传动式排绳器[J]. 探矿工程,1987,(1):4.
- [8] 刘鹏飞,陈建强,张建. 新型绞车自动排绳装置的设计与应用[J]. 起重运输机械,2013,(10).