

采矿新技术介绍

多繩摩擦輪  
和摩擦繩筒提升設備

苏联 К.И. 柳勃林斯基著

煤炭工业出版社

## 內 容 提 要

这本小册子闡述了多繩提升設備的作用原理和优缺点，列举了这种設備在国外使用的例子和一些指标。它可供矿山設計人員、現場工程技術人員以及矿业学院師生閱讀。

### МНОГОКАНАТНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ СО ШКИВАМИ И БАРАБАНАМИ ТРЕНИЯ

苏联 К. И. ЛЮВЛИНСКИЙ 著

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1956年莫斯科第1版譯

556

采矿新技术介紹

多繩摩擦輪和摩擦繩筒提升設備

黃守明譯

煤炭工業出版社出版(地址:北京東長安街煤炭工業局)  
北京市書刊出版業營業許可證出字第084号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

开本78.7×109.2公分 1/32 \*印張14 \*字數23,000

1957年5月北京第1版

1957年5月北京第1次印刷

統一書号: 15055·328 印数: 0,001 - 1,050册 定价: (10)0.22元

## 目 录

前言	2
多繩提升設備的作用原理	4
提升絞車的尺寸、重量和迴轉質量以及鋼絲繩	
直徑的縮減	5
多繩提升的安全性	9
多繩提升絞車裝在井架上的合理性	11
多繩提升設備廣泛的應用範圍	14
提升容器導向卡子作用於罐道上的壓力的消除	17
提升設備的簡化	20
在井下採用多繩提升設備的合理性	20
國外多繩提升設備的技術資料	21
帶平衡錘的單端提升方式的一些優點	22
多繩提升鋼絲繩力的平衡	24
有關多繩提升設備構造的一些介紹	31
國外多繩提升設備的運轉情況	38
結論	39

## 前 言

目前，苏联正在大量地建設深型矿井。这些矿井的開鑿深度都达到了1200公尺。另外，正在設計深为1580公尺的矿井。

据现有的报导，頓巴斯的含煤系埋藏于2000—3000公尺深处。因此，“从历史观点上来看，在頓巴斯开采深部煤的意义愈来愈重要了”(1953年科学院士П. Д. 舍維亞科夫在关于煤田深部开采問題的會議上的报告)。由于矿井的加深和提升重量的加重，所以就必須增大提升鋼絲繩的直徑，并須相应地增大矿井提升設備的繩筒机构(繩筒)的直徑。

国外的提升設備已采用了直徑为90公厘的鋼絲繩，例如在西德“瑪琪阿斯·斯金涅斯”5号井的直徑为9公尺的摩擦輪提升設備，就是如此。这台提升設備的提升高度为1450公尺，有效荷載为15吨。

按照苏联現行的鋼絲繩運轉标准，如果我們的工業生产这种鋼絲繩的話，那么就需有直徑为11公尺的摩擦輪提升設備，或者直徑为13公尺的双圓錐圓柱形繩筒提升設備。

我們知道，我們的工厂，目前仅能生产直徑为60公厘的鋼絲繩、直徑为7.2公尺的摩擦輪提升設備和直徑为9公尺的双圓錐圓柱形繩筒提升設備。

为了制造大直徑的鋼絲繩和絞車，必須設計和制造新

的生產設備，必須修建新的鋼絲繩製造廠和新的機器製造廠，同時還必須消耗大量的金屬。

此外，這種提升設備的安裝和運轉也存在着一些缺點。

這就是國外採用可以克服上述缺點的礦用多繩提升設備的經驗，值得我們特別注意的原因。

現代化礦用多繩提升設備的雛形原是高樓電梯用的提升機。

目前，電梯用的提升機，其提升高度可達 300 公尺。

高樓電梯用的提升機，其特點是：構造簡單，運轉安全。因此，在礦井中採用這種多繩提升設備，也是理所當然的事。

多繩提升設備首先在瑞典的採礦工業中。在那里，頭兩台多繩提升設備是在 1938 年開始運轉的。

這兩台提升設備，其中一台供罐籠提升用，另一台供箕斗提升用，有效荷載前者為 1000 公斤，後者為 5000 公斤，提升高度各為 305 公尺。

此後，多繩提升設備在下列各國開始推廣：西德、芬蘭、法國、加拿大、南非、美國等。在國外，目前正在運轉的或已安裝的多繩提升設備，直到 1954 年末以前已有 60 台。

這 60 台當中，在瑞典就有 41 台。在那里開始採用多繩提升設備的時間，就像德國專家所寫的一樣：“當德國還在討論單繩提升問題的時候，他們就早已採用了多繩提升設備，而採用單繩提升設備的几乎是很少見的”。

在英国，目前正在計劃改裝和重新裝設 70 台多繩提升設備。

根據這些數字可見：在國外，多繩提升對礦井提升來說是一個新的、明確的方向。

### 多繩提升設備的作用原理

多繩提升設備的作用原理圖如圖 1 所示。

這種提升設備與普通提升設備的區別是：後者的提升容器懸掛在一根鋼絲繩上，而前者的空載和重載提升容器均掛在數根(2, 4, 6等根)鋼絲繩上。

每根鋼絲繩都繞過繩筒而搭在環槽內。

繩筒的表面鑿有互相平行的環槽，借助於摩擦力來帶動鋼絲繩。這種摩擦力取決於：鋼絲繩兩端的拉力、鋼絲繩的圍抱角及繩筒襯墊所用的材料等等。

根據上述情況，多繩提升，實際上就是聯合在一起的多繩摩擦輪提升。

如僅使用兩根鋼絲繩的話，那麼這種提升設備的纏繩機構還可叫做摩擦輪；如果鋼絲繩的根數相當多，那麼必須加寬纏繩機構，這樣一來，摩擦輪就變成了多槽摩擦繩筒。

為了避免鋼絲繩在繩槽內滑動，必須使鋼絲繩拉力小的一端的拉力比兩端拉力差大。

因此，雙端多繩提升也象摩擦輪提升一樣，必須採用尾繩。

多繩提升絞車的平面圖如圖 2 及圖 3 所示。

這些絞車的外形如圖 4 及圖 5 所示。

究竟多繩提升有哪些優點，使它在這短短的時間裡被廣泛地採用了呢？

### 提升絞車的尺寸、重量和迴轉質量 以及鋼絲繩直徑的縮減

在多繩提升設備中，由於採用了 2、4、6 等根提升鋼絲繩，所以使每根鋼絲繩橫斷面的面積減少到單繩提升設備鋼絲繩橫斷面面積的  $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$  及  $\frac{1}{6}$  等等。

因此，多繩提升設備可採用較細的鋼絲繩，這種鋼絲繩在使用上要比粗鋼絲繩輕便得多。

較細的鋼絲繩可以採用小直徑的纏繩機構。絞車的尺寸和重量主要取決於纏繩機構的直徑，因此，多繩提升絞車的尺寸和重量比單繩提升絞車的尺寸和重量小得多。

這就是說，儘管多繩提升設備的鋼絲繩直徑和絞車的繩筒直徑不太大，但其提升高度卻相當高。也就是說，沒有必要再去創制和生產粗鋼絲繩及與其相應的大型絞車。

此外，也不必再去創制高強度的鋼絲繩。

上面所指出的多繩提升設備的優點，如絞車繩筒直徑小、重量輕等等，當然不僅對深型礦井有意義，就是對一般中等深度的礦井以及淺型礦井也是有意義的。

據計算，在用四繩提升設備，從 1200 公尺深處提升

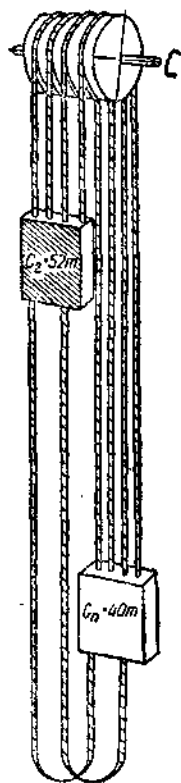


圖 1 双端多繩提升設備的作用原理圖

$G_1$ —重載提升容器；  
 $G_2$ —空載提升容器。

6000公斤的重物時，採用四根直徑為34公厘的鋼絲繩和直徑為4.1公尺摩擦繩筒的絞車即可。

假如在上述條件下，採用單繩提升設備的話，那麼就要採用直徑為7.2公尺的摩擦輪絞車，或者採用直徑為8公尺的雙圓錐圓柱形繩筒絞車。

如果在計算時，繩繩機構的直徑與鋼絲繩的直徑之比，不採用蘇聯現行保安規程中所規定的120，而像其他國家那樣，規定為100甚至80的話，那麼繩繩機構的直徑便可縮小到3.4公尺，甚至到2.7公尺。

多繩提升設備由於其繩繩機構直徑的縮小，其迴轉質量也減小了。這樣一來，起動力矩、設備容量和耗電量都得到縮減。

在用小直徑繩繩機構時，要達到規定的速度，便需要較大的主軸轉速。

因而，又可依靠縮小減速機的傳動比或者增大轉速，來縮小提升設備的尺寸和重量。

直徑為8公尺的雙圓錐圓柱形繩筒絞車、直徑為7.2



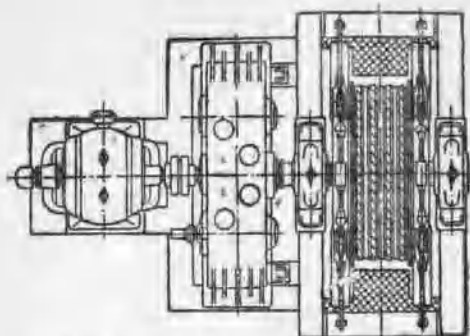


圖 2 帶有快动电动机的四繩提升絞車

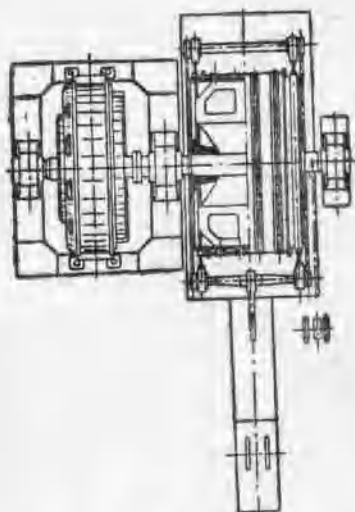


圖 3 帶有慢动电动机的四繩提升絞車

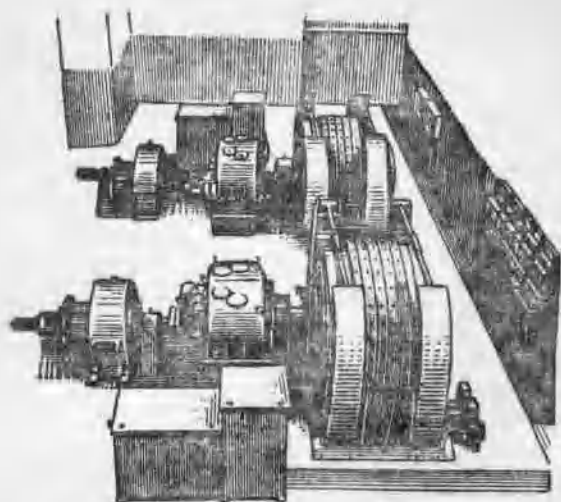


圖 4 四繩提升絞車

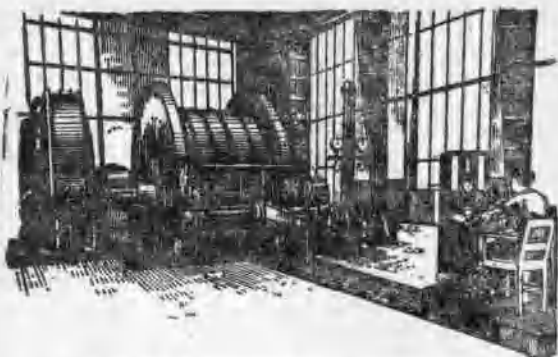


圖 5 电动机电框架在主軸軸端上的四繩提升絞車

公尺的摩擦輪絞車和直徑為 4.1 公尺的多繩摩擦繩筒絞車的一些指標列於表 1 中，可根據這些指標把這三種絞車作一個比較。

由 1500 公尺的深處提升 12,000 公斤重物時，必須用 4 根直徑為 43.5 公厘的鋼絲繩，同時要用直徑為 5.22 公尺的摩擦繩筒絞車。

用這些數據與鋼絲繩直徑為 90 公厘的絞車的數據比較，可看出，在解決深部提升問題時，多繩提升要比單繩提升容易的多。

表 1

	БЦК-8	ШТ-7.2	ПМ 4.1
絕對重量(噸)	253	93	65
每噸有效荷載佔絞車的重量(噸)	22	13	11
絞車房的面積(平方公尺)	272	210	133
每提升一次的耗電量(%)	100	—	80

### 多繩提升的安全性

多繩提升設備的全部鋼絲繩即使是在最惡劣的情況下，同時被斷的可能性也是很小的。這不僅是理論上的推斷，數十年來電梯的運轉經驗也證明了：在這麼長的時間

里从未有一次因全部鋼絲繩同時破斷而造成提升容器墜落的事。

在多繩提升設備運轉中也未發生過這種事故。這種多繩提升設備，如前面提到的，從1938年就投入了生產，同時其數量已有60台之多。

這種提升設備的鋼絲繩，即使破斷了一根，提升容器還可掛在其餘的鋼絲繩上。

因此，在國外的多繩籠提升設備中，根本不採用防墜器。

鍋爐監察規程中規定：禁止電梯採用單繩提升方式，其掛繩數至少應在兩根以上。這個事實，就足以說明了多繩提升安全的理由。

多繩提升不僅比單繩提升安全得多，而且，多繩提升設備在正常工作時，其全部鋼絲繩在繩筒或摩擦輪上根本沒有同時滑動的現象。而在同一的條件下，對單繩摩擦輪提升來說，滑動卻是經常的現象。

因此，對多繩提升設備的控制和測量裝置（限速器和深度指示器等等）的工作，不必有任何顧慮。

多繩提升設備由於其鋼絲繩沒有滑動的危險，因而可採用較大的加速度和減速度，這樣便可提高提升能力。

當然，在負荷過重時，鋼絲繩仍要產生滑動現象。可是，多繩提升和摩擦輪提升一樣，所以說比纏繩繩筒提升更安全，其理由也就在於它這個特點上。

## 多繩提升絞車裝在井架上的合理性

在国外，絕大多數的多繩提升絞車均裝在塔式井架上，當然也有裝在地面上的例子。

塔式井架遠在多繩提升機出現以前，就已獲得了廣泛的應用。

然而，有一個階段，也曾認為塔式井架是複雜的、不經濟的建築物，認為只有在礦井地面擁擠的時候，也就是說，在地面上沒有建築絞車房的地方時，採用這種井架才是合理的。

最近幾年，由於在設計和建築塔式井架方面，積累了一些經驗，已改變了過去的那種看法。

目前，塔式井架在国外單繩摩擦輪提升設備中的應用最為廣泛。

各種塔式井架的構造如圖 6、7 和 8 中所示。

我們可以舉出最大的一種塔式井架，即高為 75 公尺的“斯金涅斯”5 號井鋼筋混凝土井架(圖 9)為例。這個井架上裝有兩台直徑為 9 公尺的摩擦輪絞車，有效荷載為 15 噸(鋼絲繩的直徑為 90 公厘)。裝在這個井架上的電機，其總容量為 4500 瓩。

關於塔式井架經濟價值的問題，在国外文獻中均有具體的說明，如：“就目前的端荷載來說，井架的結構沒有

---

① 原文為 45,000 瓩，疑誤。——編者

必要比現有的纏繩繩筒絞車井架更加堅固”。

“人所共知，把絞車裝在井架上有許多優點，這是沒有人懷疑的。因為裝在井架上並不比裝在地面上昂貴多少”。

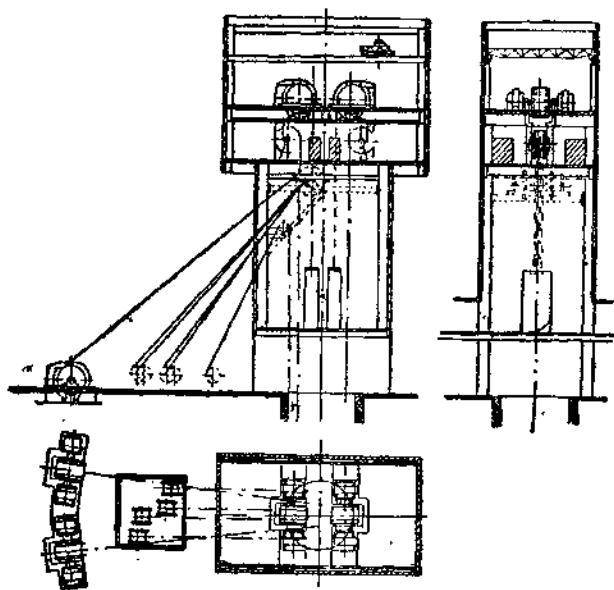


圖 6 多繩提升絞車的塔式井架

根據文獻資料的介紹，圓形的鋼筋混凝土的井架更為合理。這種井架與方形井架相比可便宜10—15%，另外它的風負荷也小，而且建築時間短。例如，高度為76公尺圓形井架(圖10)僅在一個月的時間就建成了。



圖 7 罗岩金某一矿井的塔式井架



圖 8 罗达林基雅某矿井的塔式井架

同时，由于多繩提升絞車的重量和尺寸比單繩提升絞車小得多，因而塔式井架的經濟价值也就更加可观了。絞車裝在井架上比裝在地面上有許多优点。

第一，鋼絲繩折曲的地方少。在瑞典实际使用的鋼絲繩在摩擦輪上的圍抱角为  $180^\circ$ ，鋼絲繩的兩端不經過任何折曲而直接伸入井筒中。

第二，提升鋼絲繩不受大氣温度与湿度的影响，尤其是冬季不会冻结复冰，这一点对严寒的地方，分外适宜。

第三，由于井架旁側不須架設斜撐架以及在地面上不需建筑絞車房等等，因而对于地面总体的構成，創造了有利的条件，使矿井总平面的面积縮減了15%。这种提升方式，当然也有它的一些缺点：在井架上安裝絞車困难，另外，为了运送絞車司机及維護人員还得附設电梯等等。

然而，这些缺点若与上面提到的优点相比是微不足道的。

### 多繩提升設備广泛的应用範圍

可以这样說，多繩提升設備鋼絲繩的数量是相当多的。据現有的报导，瑞典正在为基隆鉄矿設計一台多繩提升設備，其鋼絲繩的数量为12根，每根直徑均为33公厘。这台提升設備的有效荷載为60吨，如果把矿車的重量33吨和罐籠重量30吨包括在內，那么总的端荷載將为123吨。因此，多繩提升設備的有效荷載的大小是无止境的。这就是多繩提升的最大优点。



上面着重指出了，多繩提升設備在深型矿井方面的發展远景。

然而，对于一般深度的矿井來說，多繩提升設備的应用范围也要比單繩摩擦輪提升設備大的多。

人所共知，單繩摩擦輪提升設備，在用木襯的情況下，只有井深超过800—900公尺时才可使用箕斗，因为箕斗的重量比罐籠輕。

多繩提升設備，其每根鋼絲繩都必須采用單獨的懸掛裝置。多繩提升設備懸掛裝置的

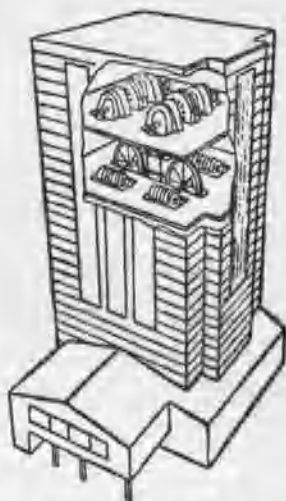


圖 9 德國“斯金因斯”5号井的塔式井架



圖 10 圓形塔式井架