

苏联 沃·克·彼得連柯著

北京煤矿設計院专家工作室譯

多绳提升裝置的 若干問題

煤炭工业出版社

多繩提升裝置的若干問題

苏联 沃·克·彼得連柯著
北京煤礦設計院專家工作室譯

煤炭工业出版社

1110

多繩提升裝置的若干問題

北京煤礦設計院專家工作室譯

*

煤炭工業出版社出版(社址:北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

開本 850×1168 毫米 $\frac{1}{32}$ 印張 $2\frac{3}{10}$ 插頁6 字數73,000

1959年4月北京第1版 1959年4月北京第1次印刷

統一書號:15035-809 印數:0,001-4,000冊 定價:0.59元

目 錄

多繩提升絞車.....	3
多繩提升絞車的应用范围.....	9
多繩提升絞車的結構.....	36
多繩提升絞車在井架上的布置.....	44
多繩提升絞車的传动裝置.....	44
鋼絲繩和連結裝置.....	47
技术經濟指标.....	56
多繩提升裝置的計算.....	58
鋼絲繩的計算.....	61
結 論.....	86
附录 多繩箕斗提升裝置計算示例.....	88

多繩提升絞車

在矿井的全部运输設備中，提升絞車占有特殊的地位，因为它是井下与地面联系的唯一工具。提升裝置是将所采全部煤炭运至地面的重要路綫。因此，所裝設的提升絞車能否最完满地符合生产的要求，具有很大的意义。

在世界各国的矿山机械制造方面，为解决上述任务是按照下列三个方向进行工作的：1)改进圓筒形滾筒絞車和双圓筒圓錐形滾筒絞車；2)利用单繩摩擦輪提升；3)采用多繩摩擦輪提升。

当产量很大，深度超过 600 公尺时，采用滾筒式提升則需要庞大的重量很大的絞車及直径为 60—70 公厘和 70 公厘以上的鋼絲繩。根据現行設計标准，单繩提升的最大提升高度为 1500 公尺，最大有效提升荷重为 12 吨。在这种情况下，提升鋼絲繩的直径将为 70—80 公厘，小滾筒的直径为 6 公尺，大滾筒的直径为 12 公尺，此双圓筒圓錐形滾筒絞車的重量約为 600 吨。在外国，有采用直径为 90 公厘的提升鋼絲繩和重 700 吨的滾筒直径为 11 公尺的滾筒式絞車的。由此可見，采用单繩提升所需的絞車是很大很重的。制造大型机器需要重型的机床設備，并且在工艺上也有困难。此外，对于单繩提升还需要进行大量的建筑工程来建造帶斜腿的井架和絞車房。实践証明，直径大的鋼絲繩在运行上是很复杂的。对于深度超过 600 公尺的矿井，采用单繩提升会增大基建費用，并引起运行上的一系列缺点。

采用单繩摩擦輪提升絞車也沒有很大的好处，因为当提升深度达 1500 公尺，有效荷重为 12 吨时，就需要 12 公尺的摩擦輪和直径为 76—80 公厘的鋼絲繩。随若有效荷重和井筒深度的增

长，就提出了采用多繩提升的問題。采用多繩摩擦輪提升絞車可以保证从更大的深度提升更多的重物，并且降低基建費用。

在多繩提升中，提升容器不是悬挂在一根粗鋼絲繩上，而是悬挂在数根較細的鋼絲繩上的，这些鋼絲繩的总强度根据現行的摩擦輪提升絞車計算标准进行計算。提升鋼絲繩不是固定在繩輪上，而是搭在摩擦輪上的，利用它們与主动繩輪之間的粘着力使之轉动。多繩提升的特点是荷重分布在数根鋼絲繩上。

在多繩提升中需要使用尾繩，尾繩可以保证提升系統的平衡，降低鋼絲繩在主动繩輪上滑动的可能性，减少所需电动机的容量。無論在单繩提升或多繩提升中，提升同样重物所需的鋼絲繩的总有效截面实际上是相同的，而其总重量也相差无几。

由于提升工作不是由一根鋼絲繩而是由数根鋼絲繩进行的，所以鋼絲繩的直径将等于单繩提升所需鋼絲繩直径的 $\frac{1}{\sqrt{n}}$ ， n 是鋼絲繩的根数。鋼絲繩的直径减小，就使主动摩擦輪的直径、絞車的重量和絞車的运动質量都减小，并使絞車的价值降低。主动摩擦輪的直径小，就相应地降低了主軸上的扭轉力矩，这样就可以使用較輕的减速器和高速的传动机。摩擦輪直径为3.25公尺的多繩提升絞車主軸上的力矩，当采用12吨箕斗时等于28吨公尺，这样就可以使用 ИО-16 和 ИО-18 型减速器。

因此，当采用多繩摩擦輪和单电动机传动时，在絕大多数情况下都可以使用輕型的 PC-600、ИО-12、ИО-14、ИО-16、ИО-18 型减速器。多繩絞車的重量为同等能力的滾筒式絞車重量的 $\frac{1}{3}$ 到 $\frac{1}{2}$ 。例如，采用 12 吨箕斗时，用于深度为 1200 公尺的矿井使用的 МК-3.25×4 型多繩絞車，其摩擦輪的直径为

3.25公尺，重62吨；而对于同样的条件采用 BUK9/5-2.5 型单绳绞车时，其滚筒直径将为 9 公尺，重 260 吨。多绳绞车的重量轻尺寸小，所以便于制造、运输和安装。在多绳绞车上没有庞大笨重的部件。

多绳绞车也可以用于暗井提升，因为在井下装设单绳的圆筒形滚筒绞车时，所需的绞车很庞大，电动机也很大，因此需要为绞车和电动机开凿巨大的硐室；而且在井下巷道中运输大型绞车的部件是很困难的，有时甚至是不可能的。

将多绳提升绞车直接装在井筒上面，能大大地减少建筑物的建筑工程量，给地面生产系统的布置创造有利条件，并且缩小矿井地面广场的范围；但是，却使井架的建筑复杂化了。图 1 及图 1a 所示的是箕斗井采用装在井架上的多绳绞车的布置图。

在适当的条件下，采用多绳提升绞车是矿井提升的一个最好的决定。

在建设新矿井和改建旧矿井时，必须广泛采用多绳提升，因为多绳提升较之滚筒绞车具有下列许多优点：

1) 绞车的重量、尺寸和迴转惯量大大减小，绞车的价值大大降低，绞车房的面积大大缩小，电耗量大大减少。

2) 多绳摩擦轮的旋转角速度较大，因而需要高速电动机，而高速电动机的尺寸、重量、 GD^2 值和价值均较容量相同的低速电动机为小。

3) 主动摩擦轮的直径小，相应地使主轴上的扭转力矩减小，这样就可以使用较轻的减速器。

4) 由于运动系统的质量减小，在同样的加速度下，按起动条件所计算的起动容量也降低了。

5) 防止钢丝绳折断的安全性提高了。各国的运行经验证

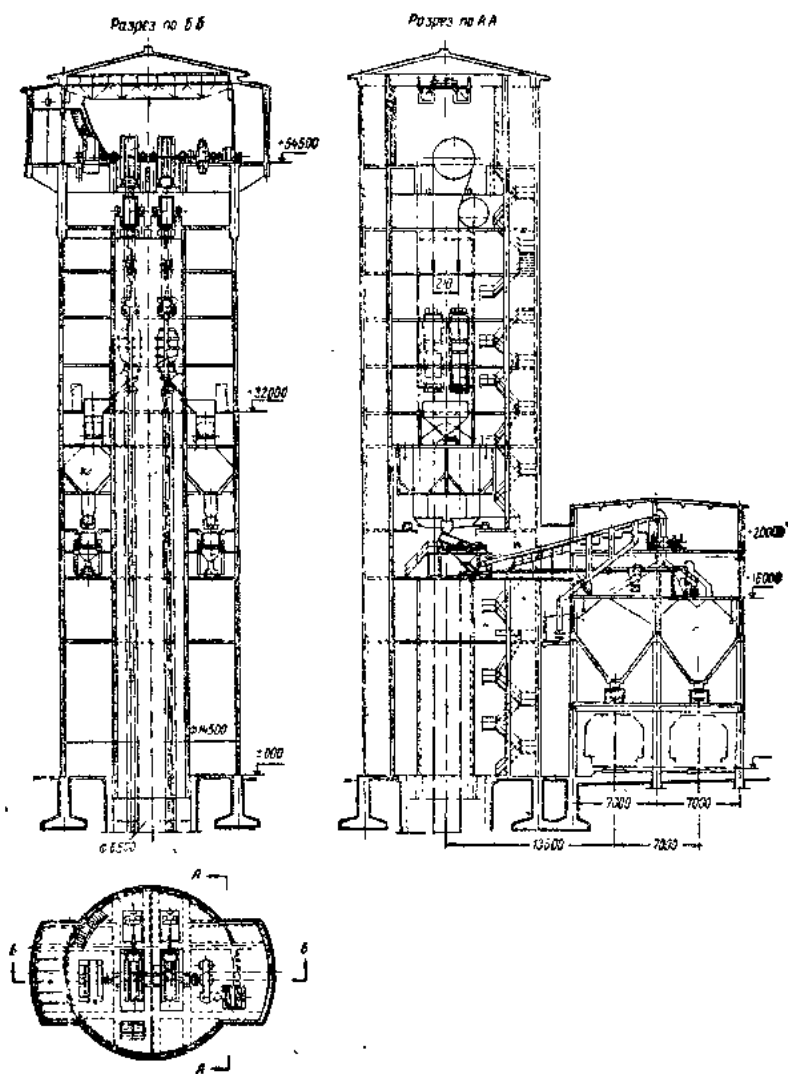


图 1

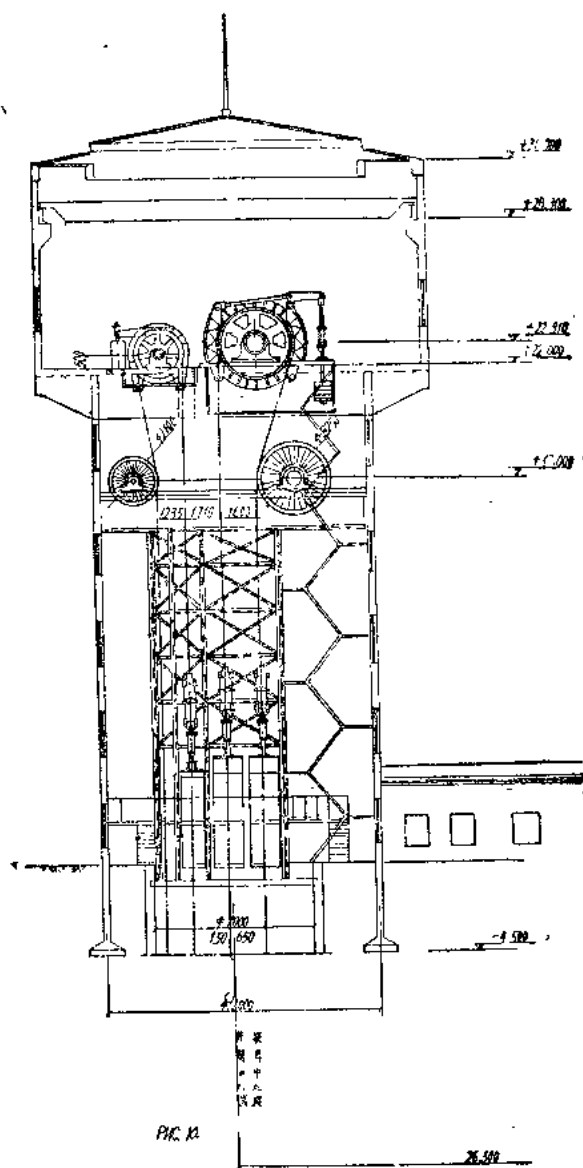


图 1 a

明：數根提升鋼絲繩沒有同時都折斷的。因此，在有些國家里已經不再使用斷繩保險器了。

6)簡化了提升裝置的結構。

7)降低了全部提升鋼絲繩同時發生滑動的可能性。在現有的多繩提升裝置中，沒有一台絞車發生過全部鋼絲繩同時滑動的現象。

8)由於提升鋼絲繩的彎曲次數減少而改善了鋼絲繩的工作條件；消除了氣候條件對鋼絲繩的有害影響，鋼絲繩不再遭受對整個提升系統的自然振動產生不良影響的縱向振動和橫向振動。

9)多繩提升可以消除鋼絲繩鬆勁對罐道所產生的有害影響；為此，應將鋼絲繩懸挂得使一根鋼絲繩的捻轉方向與另一根鋼絲繩相反。在單繩提升裝置中，鋼絲繩鬆勁對罐道所產生的作用力在 100 公斤之內。

10)多繩提升對地面生產系統的布置創造了有利的條件，并使礦井地面廣場的尺寸縮小。

但是，多繩絞車也有很多重大的缺點：

1)對於許多根提升鋼絲繩和尾繩的懸挂、調整、觀測和檢查工作是有很多困難的。

2)鋼絲繩遭受腐蝕的總表面面積增大為 $\sqrt{n}$ 倍， n 為鋼絲繩的數目。

3)當有一根提升鋼絲繩需要更換時，為了保證各個鋼絲繩的工作條件相同，就不能不更換全部提升鋼絲繩。

4)鋼絲繩外部不允許塗油太多，而且必須使用特殊的潤滑油。

5)需要裝設電梯和專門的起重絞車或吊車，以便將絞車的笨重部件吊上井架。

6) 双钩提升时不可能在几个水平同时进行工作。

因为多绳提升具有许多优点，使它在外国得到了广泛的采用。

目前，在世界各国共有 100 台多绳提升装置在进行工作。在英国，改建旧矿井和设计新矿井时，照例都采用多绳提升。

在苏联的古比雪夫矿务局加里宁5—6号矿井装有两台多绳提升绞车。在穆斯托夫斯基(山隘后面的)矿井上正在建筑及安装多绳提升绞车。在克里沃洛德斯基铁矿区的许多矿上也在安装多绳绞车。

苏联在设计新矿井和改建旧矿井时，各设计机构也已开始广泛采用多绳提升装置。

国产(苏联)多绳提升绞车的制造工作由共青团十五周年机械制造厂和新克拉马托尔机械制造厂进行。

共青团十五周年机械制造厂成批生产 $ME-2.1 \times 4$ 型多绳提升绞车。新克拉马托尔机械制造厂生产 $ME-2.25 \times 4$ 型和 $ME-3.25 \times 4$ 型多绳提升绞车，并且正在研究 $ME-4 \times 4$ 型多绳提升绞车。

多绳提升绞车的应用范围

在研究多绳提升绞车的应用范围的时候，我们也谈一谈现有的单绳“滚筒式”提升绞车的应用范围，以便对煤炭工业中所用的这两种提升绞车加以比较。

I. 单绳提升绞车

a) 单绳提升绞车根据滚筒的容绳量确定应用范围。

提升绞车滚筒的容绳量决定于滚筒缠绕面积的大小。滚筒

的有效面积可按下式計算：

$$F_a = F - F_1 \text{ (平方公尺)}$$

式中 F —— 滾筒的表面面积；

F_1 —— 滾筒上鋼絲繩摩擦圈和备份长度所占用的面积。

提升絞車所能保証的最大提升高度：

$$H_{max} = \frac{F_a}{t} \text{ (公尺)}$$

式中 t —— 鋼絲繩在滾筒上的纏繞間距，此纏繞間距取决于鋼絲繩的直径和鋼絲繩各圈之間間隙。通常采用 $t = d_n + (2 \sim 3)$ (公厘)。

对于某一种提升絞車，有了計算出的 F_a 值，就能够画出該絞車的纏繩曲綫，此曲綫为 $H_{max} = f(d_n)$ 。从这个曲綫上可以很清楚地看出該提升絞車的可能的应用范围。

图 2、3、4 为現有的双滾筒单繩提升絞車、单滾筒分裂式提升絞車和双圓筒圓錐形提升絞車的纏繞曲綫。

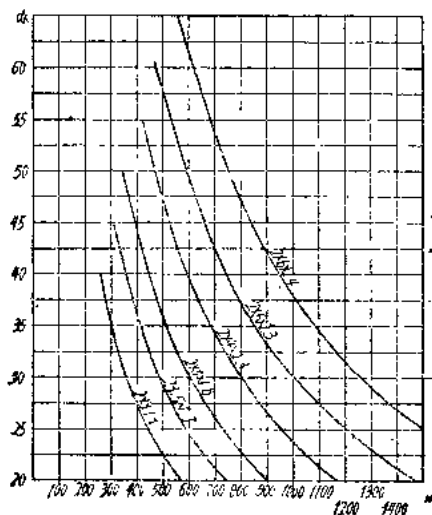


图 2

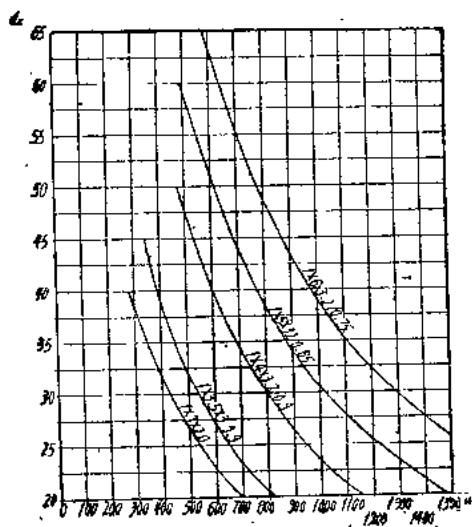


图 3

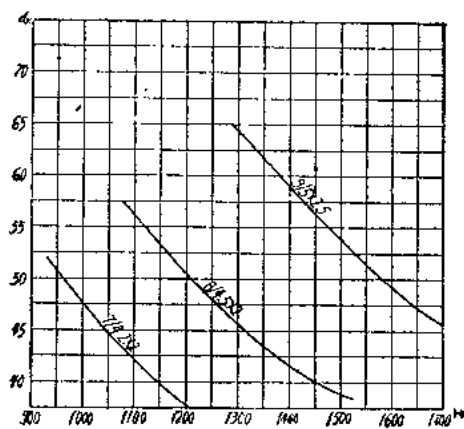


图 4

6) 单繩提升絞車根据荷重确定应用范围。

提升装置中直接承受終端荷重的作用力的主要工作部分是提升鋼絲繩。因此，終端荷重的大小首先取决于鋼絲繩的强度。鋼絲繩在其离开滾筒的地方所产生的靜張力是計算提升絞車的主要参数之一，它也完全取决于提升鋼絲繩的强度。因此，根据容許的終端荷重和靜張力来分析提升絞車的应用范围，就必须以提升鋼絲繩的技术特性为基础。

目前，在設計提升装置时，主要是采用ГОСТ 3070-55 和 3071-55 两种鋼絲繩，有时也采用ГОСТ 3085-55 和 3088-55 两种鋼絲繩。鋼絲繩的主要参数之一是其单位长度的重量。鋼絲繩单位长度的重量表示該直径的鋼絲繩的鋼絲充填密度，从而也就表示該直径鋼絲繩的强度。

在一定的終端荷重和提升高度之下，提升鋼絲繩的单位长度的重量可按費道罗夫院士的公式計算：

$$P = \frac{Q_0}{L_0 - H_0} \quad (\text{公斤/公尺})$$

式中 Q_0 ——有益載重和自重所組成的終端荷重；

H_0 ——提升容器在最低水平时的鋼絲繩懸垂长度；

L_0 ——鋼絲繩的极限长度，此长度可按下列計算：

$$L_0 = \frac{R_s}{m \gamma_0} \quad (\text{公尺})$$

式中 R_s ——鋼絲的抗断强度；

m ——保安規程所規定的鋼絲繩安全系数；

γ_0 ——鋼絲繩的假定(变位)密度，可按下列式計算：

$$\gamma_0 = \frac{P}{S} \quad (\text{公斤/公厘}^3)$$

式中 S ——鋼絲繩內全部鋼絲的断面面积(不包括繩芯)。

提升鋼絲繩單位長的重量的方程式可以寫為：

$$Q_0 = P(L_0 - H_0),$$

對於某一種鋼絲繩和某一種型式的（重物或者人員）提升裝置，上述方程式所表示的即為其終端荷重的數值與鋼絲繩懸垂長度的關係。

從上述方程式中可以看出，此關係式為一直線，此直線在 $Q_0 = PL_0$ 和 $H = L_0$ 時與座標軸（ H 和 Q_0 ）相交。上述直線表示在一定的提升條件下，即一定的安全係數 m 的條件下，該鋼絲繩的提升能力。

在提升裝置的設計和運行實踐中，一般都採用抗斷強度為 160 公斤/公厘² 的鋼絲繩，而抗斷強度為 180 公斤/公厘² 的鋼絲繩暫時還很少採用。

圖 5、6、7、8 為罐籠提升和箕斗提升鋼絲繩提升能力的曲線。這些曲線都是根據公式 $Q_0 = P(L_0 - H_0)$ 並且 $R_s = 160$ 公斤/公厘²， $m = 6.5$ 和 $m = 7.5$ 所繪制的。

根據這些鋼絲繩提升能力的曲線，只能夠確定出一定直徑的鋼絲繩在一定的懸垂長度之下的最大終端荷重，而並未與選擇提升絞車的尺寸及其技術特征的問題聯併解決。

為了得出一個既包括有提升鋼絲繩的參數也包括有提升絞車的參數的混合圖表，必須在此鋼絲繩提升能力曲線上畫出根據滾筒容繩量所確定的提升絞車應用範圍的曲線。

在鋼絲繩提升能力曲線上繪制提升絞車容繩量的曲線的方法是在鋼絲繩提升能力曲線上繪出一些點，這些點代表該提升絞車在使用一定直徑的鋼絲繩時其容繩量的數值。

這樣所得到的曲線具有某些新的有利的特性：

1) 根據鋼絲繩提升能力曲線上的任意一點，我們可以對這一點確定出終端荷重 Q_0 以及相當於這一點的鋼絲繩長度的懸垂

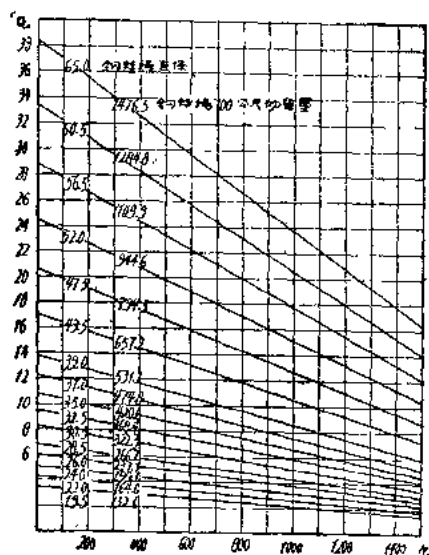


图 5

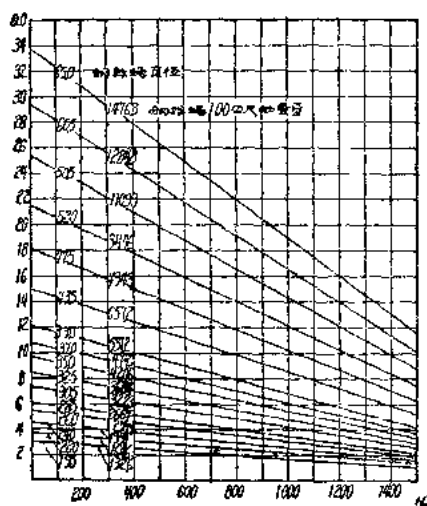


图 6