

矿井提升机译文集

第一机械工业部
洛阳矿山机械研究所

一九七八年三月

目 录

关于在摩擦轮矿井提升机中防止钢绳滑动的安全措施·····	(1)
Tremonia 实验矿的矿井提升试验设备·····	(5)
布雷尔多绳提升机·····	(14)
轴盘摩擦式矿井提升机·····	(16)
现代提升设备情况介绍·····	(24)
大提升能力的竖井设备·····	(41)
世界上最大的矿井提升设备之一·····	(53)
多绳戈培轮提升中的基本问题·····	(67)
戈培式提升机一百周年·····	(70)
西德 AEG 电力矿井提升设备参考目录·····	(76)

关于在摩擦轮矿井提升机中 防止钢绳滑动的安全措施

在任何一种运动状态下和任何一种提升容器的负荷组合中，钢绳在绳轮槽中都没有滑动现象是摩擦轮提升装置安全工作的最重要条件。

根据从欧拉比例中引出的公式计算出来的 $\sigma > 1$ 系数，是滑动的安全度，欧拉比例用于可弯性不可伸线：

$$\frac{S_{H\sigma}}{S_{c\sigma}} = e^{f\alpha} \quad (1)$$

式中： $S_{H\sigma}$ ——卷入的钢绳张力；

$S_{c\sigma}$ ——放出的钢绳张力；

e ——自然对数的底；

f ——钢绳与绳轮衬垫的附着系数；

α ——围包角，等于角 aOb (图 1、2)。

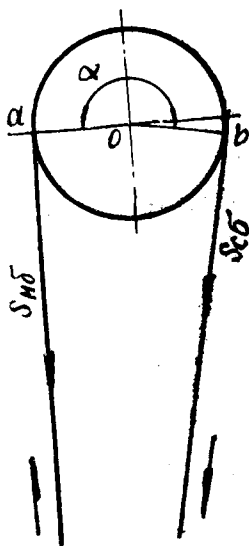


图 1 提升载荷 ($S_{H\sigma} > S_{c\sigma}$) 时
钢绳拉力图

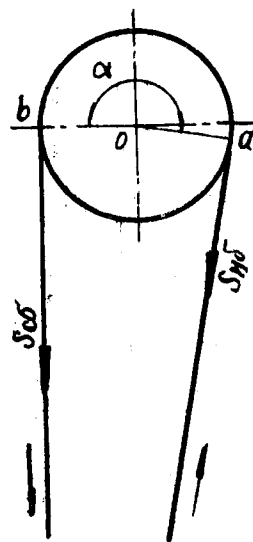


图 2 下放载荷 ($S_{H\sigma} < S_{c\sigma}$) 时
钢绳拉力图

与 Н.Е. Жуковский 及一些从理论上和实验上证明总弧度上存在着滑动弧抱和相对静止的作者们所从事的研究的同时，还存在着推翻这一论点的研究。

根据 Н.Е. Жуковский 和用张力测量法进行的现代化的实验研究及带旋光材料的细致实验，用于逆动原理的矿井提升和既能完成重物提升作业，又能完成重物下放作业的矿井提升条件时的欧拉比例（1）可用最普通的形式表示出来：

$$\frac{S_{H\sigma}}{S_{c\sigma}} = e \pm f\alpha \quad (2)$$

式中加号符合重物提升，这时弯曲机件的滑动可能与主动轮的旋转相对，减号为重物下放，这时滑动向着旋转方向。

在公式（2）的基础上，复式不等式（3）是没有滑动的条件：

$$e - f\alpha < \frac{S_{H\sigma}}{S_{c\sigma}} < e f\alpha \quad (3)$$

从这个不等式中可以引出二个独立的 计算重物提升时 σ_{Π} 和重物下放时 σ_c 的安全系数的公式。

重物提升时（图 1） $S_{H\sigma} > S_{c\sigma}$ ，因此从公式（3）中可得出：

$$\frac{S_{H\sigma}}{S_{c\sigma}} < e f\alpha$$

或者不等式的二部分乘以 $S_{c\sigma}$ ，并从二部分中减去 $S_{c\sigma}$ 后得出：

$$S_{H\sigma} - S_{c\sigma} < S_{c\sigma} (e f\alpha - 1)$$

由此得出：

$$\sigma_{\Pi} = \frac{S_{c\sigma} (e f\alpha - 1)}{S_{H\sigma} - S_{c\sigma}} > 1 \quad (4)$$

重物下放时（图 2） $S_{H\sigma} < S_{c\sigma}$ ，于是从公式（3）中可得出：

$$\frac{S_{H\sigma}}{S_{c\sigma}} < e - f\alpha$$

或者进行类似以上所列举的转换以后得出：

$$S_{H\sigma} - S_{c\sigma} > S_{c\sigma} (e - f\alpha - 1)$$

但因为 $S_{H\sigma} < S_{c\sigma}$ ，我们把符号改成相反的，所以得出：

$$\sigma_c = \frac{S_{c\sigma} (1 - e - f\alpha)}{S_{c\sigma} - S_{H\sigma}} > 1 \quad (5)$$

在矿井提升方面的著名著作中没有公式（5），重物下放时推荐用公式（4），但是

用作分子中的 $S_{c\sigma}$ 值经常采用比较小的一种张力,虽然实际上重物下放时是 $S_{c\sigma} > S_{H\sigma}$,而下放用的圆括弧中的公式值有着相反的符号。分母中的张力值也须交换位置。

可以指出,按公式(4)代替公式(5)计算重物下放情况下的滑动安全系数时误差倍数 Ψ 为:

$$\Psi = \frac{S_{H\sigma} (e^{f\alpha} - 1)}{S_{c\sigma} (1 - e^{-f\alpha})} 100\%$$

或者

$$\Psi = \frac{S_{H\sigma}}{S_{c\sigma}} e^{f\alpha} 100\%$$

举例说,当 $e^{0.3 \cdot 1.1\pi} = 2.85$ 及 $\frac{S_{H\sigma}}{S_{c\sigma}} = 0.75$ 时,误差倍数 $\Psi = 0.75 \cdot 2.85 \cdot 100 =$

213%,这是不允许的,因为这属于重物下放时滑动条件方面的最危险的状态。所以,公式(4)提供的系数 σ 值提高了数倍。

著作[10]中发表了“戈培轮系统矿井罐笼提升中防止主绳滑动的安全程度的总公式”一文,这个公式用我们的符号表示如下:

$$\varphi = \left| \frac{S_{H\sigma} + S_{c\sigma}}{S_{H\sigma} - S_{c\sigma}} \right| \operatorname{th} \frac{f\alpha}{2} > 1 \quad (6)$$

上面提到的著作[10]中所应用的重物提升和下放的公式(4)中的张力简单交换是公式(6)中采用钢绳张力差的绝对数值 $S_{H\sigma} - S_{c\sigma}$ 的依据,这不符合上面列举的公式(5)。作为通用的公式(6)在以下著作[13]等中也应用了。

为了打开运用公式(6)的正确途径,可以做一些下列设想。在系数 σ 和 φ 之间确立一种联系,为此标上小应力与大应力的比例关系 v 。

重物提升,当 $S_{H\sigma} > S_{c\sigma}$ 时,得出:

$$v_{\Pi} = \frac{S_{c\sigma}}{S_{H\sigma}} ;$$

这时公式(6)和(4)得到如下形式:

$$\varphi_{\Pi} = \frac{1 + v_{\Pi}}{1 - v_{\Pi}} \operatorname{th} \frac{f\alpha}{2} \quad (7)$$

$$\sigma_{\Pi} = \frac{v_{\Pi}}{1 - v_{\Pi}} (e^{f\alpha} - 1) \quad (8)$$

联立解公式(7)和(8),得出:

$$\varphi_{\Pi} = \frac{2\sigma_{\Pi} + e^{f\alpha} - 1}{e^{f\alpha} - 1} \operatorname{th} \frac{f\alpha}{2} \quad (9)$$

重物下降, 当 $S_{H\sigma} < S_{c\sigma}$ 时, 得到:

$$v_c = \frac{S_{H\sigma}}{S_{c\sigma}}$$

我们把公式 (6) 和 (5) 变换成类似的, 但为了取得肯定的数值 φ (根据 Федоров М.М. 的方法) 我们对公式 (6) 的分母中的张力 $S_{H\sigma}$ 和 $S_{c\sigma}$ 的位置进行了交换。这时将得出

$$\varphi_c = \frac{1 + v_c}{1 - v_c} \operatorname{th} \frac{f\alpha}{2} \quad (10)$$

$$\sigma_c = \frac{1 - e^{-f\alpha}}{1 - v_c} \quad (11)$$

联立解公式 (10) 和 (11) 后得出了下列公式:

$$\varphi_c = \frac{2\sigma_c - 1 + e^{-f\alpha}}{1 - e^{-f\alpha}} \operatorname{th} \frac{f\alpha}{2} \quad (12)$$

从公式 (9) 和 (12) 中看出, 所得的安全程度的数值 φ 是各种各样的。

在 $\sigma_c = \sigma_n = \sigma$ 时, 系数 φ_c 和 φ_n 的倍数 Δ 如下:

$$\Delta = \frac{\varphi_c}{\varphi_{\Pi}} = \frac{e^{f\alpha} (2\sigma - 1) + 1}{2\sigma - 1 + e^{f\alpha}}$$

例如, 当 $e^{f\alpha} = e^{0.3 \cdot 1.1\pi} = 2.85$ 及 $\sigma = \sigma_{\min} = 1.25$ 时, 得出:

$$\Delta = \frac{2.85(2 \cdot 1.25 - 1) + 1}{2 \cdot 1.25 - 1 + 2.85} = 1.2$$

因此, 对这个例子来说, 在重物下放时的系数 φ 要比重物上升时大 1.2 倍; 这时摩擦力系数对钢绳张力差的比例在二种状态下都保持相同。

“滑动的普遍安全度”的公式 (6) 可以对重物提升或下放的情况进行分析和计算, 但在系数 φ 由于支绳的张力比的关系而具有各种数值的条件下才有可能。在这方面公式 (6) 对公式 (4) 和 (5) 的优越性就失去了, 并且没有了其普遍性的特点。此外, 公式 (6) 反映不出摩擦力传送过程及其张力比例差的系数的物理意义, 从而在使用公式 (6) 时还需根据规定的滑动安全系数 σ 考虑到关联性而同时使用公式 (9) 和公式 (12)。

译自 «Горный журнал»

— известия высших учебных

заведений

1974, 2

Tremonia 实验矿的矿井提升试验设备

〔西德〕Kurt Düewll、Alfred Steffenhagen

和 Werner Slonina

多特蒙德 (Dortmund) 实验矿有限公司, 近几年来一直在搞矿井安全方面, 主要是预防和制止爆炸与矿井火灾方面的工作。这些工作范围很广, 牵涉到矿山技术的发展、为提高安全性所作的努力以及矿山当局新的规定。“矿井提升机械工程”部门, 过去对这些工作是没有搞的; 现在这个部门正在波罕 (Bochum) 和威斯特发里亚矿山财团的钢丝绳检验站密切合作, 进行操作经验的汇编工作。这样, 在 Tremonia 实验矿进行的矿井提升设备的试验研究, 就可以很好地和实际要求结合起来。

近年来, 越来越明显地出现了一种不利的情况, 这就是没有合适的矿井提升设备用来作较大的试验。考虑到所有的提升矿井井筒大都满负荷, 因此允许用来做科学试验的就很少了, 而系统的试验是不能在井筒零星空闲的几天里来进行的。此外, 只让一个提升矿井承担在研究设计工作中必然要遇到的风险是不行的。另一方面, 有关现代矿井提升设备的一些技术问题和安全问题, 不是仅仅靠理论上的探讨或者一般靠矿井提升设备进行缩小比例的试验就能搞清楚的, 更重要的是还要以合乎生产中实际使用尺寸的设备进行试验研究。

矿井提升方面的设计研究课题

矿井的提升深度逐年自然地在增加。在发展联合矿山企业和主井筒装备的过程中, 矿井提升设备的生产能力变得越来越大, 为的是高速而又经济地向地面提升尽可能大的有效载荷。此时在机械和电工技术方面有了一系列的改进, 但在安全方面却出现了一些问题, 而且, 从经济性方面考虑, 很明显地还在致力于增加罐笼同时乘坐的人数。因而, 人员升降设备的容量和可靠性同样很关紧要。所以下列几项试验研究是迫切需要的。

a) 导向装置的适当设计。

直到大约十年前根据计算基础才将罐道测定下来。这个计算基础, 是以与实际情况不尽相符的设想, 例如连接矿用防坠器的设想为根据的。对于罐梁过去一般根本不作计算。在 1957 年按照主井筒人员升降设备的矿山技术操作规程省去矿用防坠器时, 钢绳试验站提出了一种新的井筒结构计算方法。正常操作情况下井筒结构的应力是这种计算方法的基

础，几次详细的测量和对力的作用的理论研究必定是它的依据。现已了解，其他一些国家也曾采用过的这种计算方法是有缺点的，须通过测量和系统的工业性试验加以检验，甚或加以改进。

大约在采用新的矿井提升设备把过去通用的井筒木结构改成了钢结构的同时，开始应用导向轮代替导向爪。这一发展在安全性和经济性方面都具有重要的意义。对于在有效载荷达 20 多吨、提升速度为 20 米 / 秒时的现代提升设备上出现的各个力的准确的了解，是井筒结构的设计及其尺寸确定的前提，这样，一方面不致因不必要的加大安全系数把这个结构设计得过于牢固而不经济；另一方面通过合理的设计可以防止出现人身事故和工作故障的危险。钢材的节约使用，有赖于各罐梁的垂直间距比过去通常采用的为大。

罐梁间距，从过去木罐道一般情况下的 1.5 米一开始就增大到钢罐道的 3 米。这一罐梁间距已被定为极限距离，因为在德国还没有采用比这更大距离的足够的经验。与木头相比，钢所具有的高的强度是不是就不允许再提高了呢？必须通过现有的少数几个例外和计划在实验矿进行的试验研究来加以说明。模型试验无济于事，只有通过工业性试验才能获得罐道和罐梁在有效载荷大、提升速度高时关于受力情况的可靠的知识。

b) 对现代提升设备在有效载荷 20 多吨、提升速度大于 20 米/秒时所受各力的精确计算。

钢丝绳检验站当时在矿山当局的支持下花了很高的代价设计了一些适用的测量仪表，它们对矿井安全控制很重要，并各项基础试验也有用，尽管为了适应系统试验的不同要求也许还得对它们加以改进和完善。

c) 矿井安全控制和基础试验所用测量仪表的进一步发展。

d) 对井筒结构，特别是对钢罐梁的垂直距离的测定。

e) 对多绳提升特殊问题的研究。

f) 现代高功率提升设备的制动研究，新结构的试验，闸瓦和摩擦轮衬垫的试验，以及避免钢丝绳滑动的摩擦轮绳润滑剂的试验。

g) 关于电控提升机上的保护装置与监控装置的可靠性的试验。这些试验对自动化作业也非常重要。

对矿井提升试验设备的要求

因为将来有效载荷也会增大，所以试验设备中至少要装有一台中型的现代矿井提升机，不需要采用很大的。若采用最大型的矿井提升机，就不是花一般的代价所能办到的。从一台中型矿井提升机所获得的试验结果，在一定限度内可以推算到较大型的提升设备上。

为了能够不受妨碍地安装易损而又贵重的测量仪表，实验矿井只要是一个没有严重涌水量的送风井就行了。

实验矿井的通风必须正常，而且应该尽可能少花钱。这在 Tremonia 实验矿井已经可

以办到，因为在这里整个井下巷道网的通风反正是不断进行的。

为了提供包括加速段和减速段在内的必要的运行距离，实验矿井需要大约不超过540米的总深度；深度再大了，就会增加不必要的生产费用。

为了进行矿井各种测量所需的准备工作和支架转移工作，必须设一台与试验提升机不牵连的辅助提升机。

尽管作了很大的努力，但在鲁尔区还是没有找到一台闲置的、适合作试验用的提升机。这不是因为矿井或其机械设备不符合所列举的要求，就是从计算投资和操作费用来看已证明接受一台国外的矿井提升机是没有多大意思的。

因此，1962年实验矿原则上已决定了在1号矿井上安装一台大型的矿井试验提升设备。他们曾仔细地盘算过是否可以在鲁尔区多余不用的电动提升机中抽出一台用于1号矿井。遗憾的是，在任何情况下买用过的提升机是没有充分理由的。因此，1963年末作出了这样的决定：设置一台特别适合做试验用的新的提升机，更换井筒结构，并建立新式提升井架（图1）。专家们认为，到目前为止，还没有一个矿区安装过这种符合实际生产中使用尺寸的矿井提升试验设备。

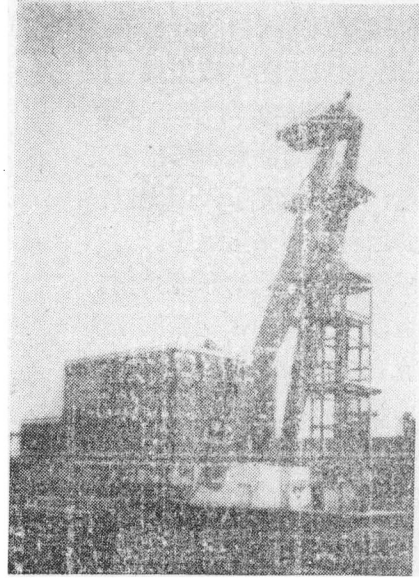


图1 新矿井提升试验设备的井架和卷扬机房

1号矿井过去的情况

Tremonia 实验矿的1号矿井，在50米深度内是一个罐笼弧形断面；往下一直到深度为520米的第六水平上是一个6.0米×3.6米的矩形净断面。井筒在第六水平以下，大约从550米深度起即成为圆形，往下直到706米的最深处的直径为6.4米。虽然旧的罐梁、罐道和矿井梯子的状况很糟了，但井筒支架却保持完好，井筒也比较干燥，而且两中心线也是垂直的。只有一吊盘和一小的箕斗提升设备用于人员升降。过去的提升装备、提升井架以及提升机已经没有了。

实验矿1942年从在该尔孙基亨（GeIsenkiirchen）的装有过去生产设备的亥柏尼亚（Hibernia）改到特勒莫尼阿（Tremonia）时，发现了一些1931年已停产的矿井被水淹没了。在当时井底排水主要局限在约370米的深度上，因为这对试验所需的三个下部水平的开拓是够用的。而现在排水则必须达到540米的深度，以便给提升设备提供必要的运行距离。

1 号矿井的新装备 井筒横断面，井筒装备

按照井筒横断面新的布置法（图 2），可以把新的井筒设备安排得井井有条，而且可以使本来不很合适的井筒横断面得到很好的利用。其装罐方向对着旧的井罐横断面转了一个 90° 。因此，罐笼就可按照通常的方式连接装两辆运输矿车。各个水平上的井底车场已不适应的问题，无关紧要了，因为已经无须凭借这种设施来运煤了。

管子隔间在井筒的东北角内。尚需建造的一个制动试验台的平衡铰日后应在这剩余的自由空间里移动。矿山管理机关已同意井筒梯子格可以取消，因为试验提升设备和辅助提升设备有两个分开的电源和一台固定备用的无须电源的急用提升人员绞车。

所采用的运行距离分成三段（图 2 和图 3）。加速度和减速度均为 1.1 米/秒^2 的一个加速段和一个减速段各长 182 米，其余可以按最高速度运行的、供测量用的一段长 156 米。在长方形井筒段内的加速段和减速段，由于节约的缘故，在南面完全保留了罐道所用的短的横支架而没有采用钢罐梁。北面用的是钢罐梁，它和南面的支架在这里有 3 米的距离。在匀速段，则和加速段与减速段不同，南北两面都没有钢罐梁。这些钢罐梁最主要的是具有以前木罐梁一般有的 1.5 米的垂直距离，所以适合于试验。全部罐梁放在横支架上，在距离要

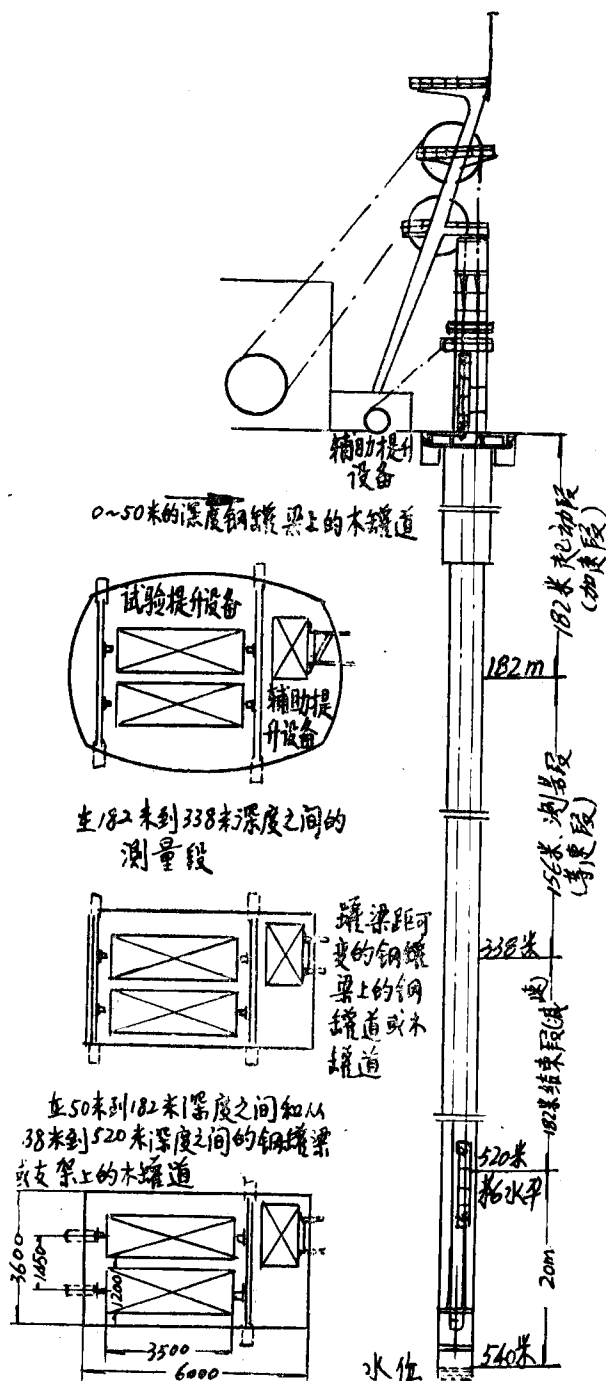


图 2 1 号矿井上提升试验设备的配置

增大或要修理时，可以很方便地取下来。罐道横截面为200毫米×180毫米。罐道当时是用卡利木材（Karri-Holz）铺成的。加速段和减速段也选用过木罐道，因为还得对罐笼上的罐耳进行一些试验。大家都知道，多数矿井还是设有这种罐道的。在匀速段木罐道也可以换成金属罐道。罐道、罐梁和支架之间的连接点是可变动的，因此，所要求的各项人为误差可以加以校准以便进行试验。对罐道和罐梁间装置测量仪器的空间，预先作了安排。

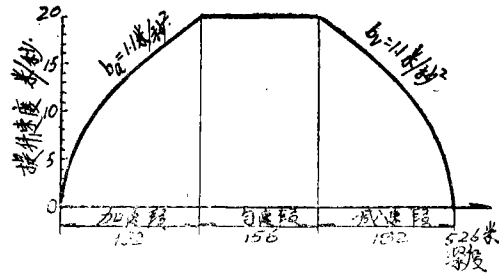


图3 运行图

井筒装备是由在Oberhausen的Sterade GHH公司（die Gure—hoffnungshütte Sterkrade A.G. Oberhausen）生产的；井筒工程是由多特蒙德（Dormund）的C. Deilmann矿业有限公司完成的。

提 升 罐 笼

试验提升机的罐笼有4层，重12吨，并靠导向轮导向。对罐笼进行了这样的设计，即使用市场上销售的各种导向轮也无须作大的改动就可用于试验，而传统的罐耳也可以随时装上。在罐笼顶部采用中间装具连接，可以不费劲地把现在的单点悬挂改成两点悬挂或四点悬挂，以便进行多绳提升试验。提升罐笼已由波罕（Bochum）的Wedag Westfalia Dinnendahl Groppel 股份公司提供。

试验时，一个罐笼的提升载荷可以达到20吨，另一个可达到10吨。对于制动作用非常重要的这个可以移动的质量则与通常操作情况是相适应的。在这种情况下—端和另一端的差重为10吨。

首 绳

以计算的断裂强度为291吨、厚度为63毫米的三层扁股钢绳作为临时单绳装置的首绳。钢罐最大牵引力为43吨。所提供的中间装具与这种载荷也相适应。尾罐的单位长度重量和首罐的相等。首罐由哈姆（Hamm）城威斯特发里亚的联合股份公司（Die Westfälische Union A.G.）提供。

辅 助 提 升 设 备

辅助提升设备靠功率80千瓦的小绞车驱动。为了省掉带导向装置的平衡锤和尾绳，所以选用了小绞车。现有的一台滚筒式小型提升机可以适当地加以改装。此小型的单层罐笼靠角钢导向，这些角钢紧固在横支架上，横支架则放入砖石砌筑的井壁内。虽然把辅助提

升设备的导轨固定在试验提升设备的罐梁上比较简单和经济，但是由于考虑到安全，首先是试验工艺，所以并没有这样做，目的是防止产生对测试结果无法控制的影响。放弃了原先采用钢绳导向装置的计划，因为可供使用的空间显得太小。辅助提升设备作为“小型人员升降设备”，其最大运行速度为2米/秒。罐笼在最深处速度只有0.9米/秒，这对升降人员来说是满可以的。

提 升 机

要达到上述速度、加速度和载荷，按正常运行图就得有一个约2700千瓦的提升马达。但是在连续运转中能达到这个功率的提升机价钱太高，而且对于试验来说也是不必要的。因此采取强制通风的办法，在此提升马达连续二十次满负荷提升之后就停歇约一小时进行冷却，以免热容量升高。这样所需的功率就减到2000千瓦。

经过仔细地分析各方面优缺点之后，选用了立奥纳尔脱变流器，因为它看来比整流器更适合用于试验。而且，若用整流器那就会在每次起动时大大地增加弱电网的负荷，并且要增加维修人员。

考虑到打算进行多种试验，决定不用调整好了的或自动化的提升机，而选用一台手动操纵的提升机。提升马达和变流器的运转参数如下：

a、直流提升电机

用于在人工通风的加罩装置里以辅助极和补偿线圈进行外激。

有效功率	2,050千瓦
有效力矩	33,000公斤·米
起动力矩	77,800公斤·米
转 速	60.5转/分

b、立奥纳尔脱变流器

进行人工通风带有滑环直流异步电动机

额定功率	3,000千瓦
转 速	740转/分

人工通风的控制发电机

额定功率	3,000千瓦
转 速	740转/分

长达4公里的电源引线在最大负荷时会增大电压降；但是为了节约电源费用只好这样。但大的电压降就不得不需要一台较大的换流器电机。因此将一台普通的提升机的换流器电机，已由2000千瓦加大到3000千瓦了。

由于控制发电机所能达到的温热时间常数较小，它在间歇操作中所测出的额定功率也比提升马达的大。

此外，在试验操作需要时，这个功率加大的立奥纳尔脱换流器还能对提升马达实行严格控制。电气设备是由埃兰根（Erlangen）西门子股份公司（Siemens Aktiengesellschaft）

schaft) 制造的。

这台提升机的机械部分具有一般提升机所没有的一些特点。摩擦轮上的绳槽直径为6.3米。摩擦轮的宽度(见图4)足以使它在变换摩擦衬垫和间距定位块后即可缠上两根或四根钢丝绳。而且,在其上可以试验四种不同的制动装置。



图4 提升机

所谓典型的抱闸(图5制动装置a)包括作为提升机基本配备的制动器及其最新的电操纵来提供的。此外,还可对摩擦轮两侧面制动的、带活塞杆和两块大闸瓦的盘形闸(制动装置b)进行试验。

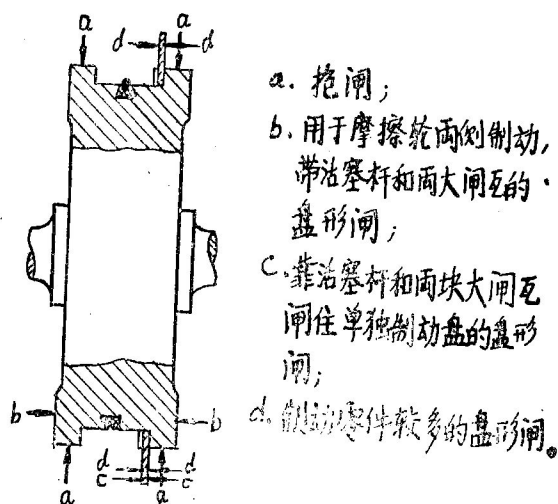


图5 四种制动装置

第三种制动装置c,是靠带活塞杆的制动块偶闸住一个特定的制动盘。

第四种制动装置d,是由多个小制动单元组成,属于较新的发展型式。这种制动装置已广泛地用于汽车制造业,并且现在正作为工业制动器出售。

在摩擦轮下的空隙处还可以设一个钢绳压紧装置，以便在做钢绳滑动试验时能托住处于滑动状态的钢绳。这样，附加的一个闸瓦能直接作用于提升绳。这台提升机的机械部分是由迪尔门的鲁道夫王子钢铁公司（die Aktiengesellschaft Eisenhütte Prinz Rudolph, Dülmen）提供的。

提 升 井 架

提升井架总高度38米，它是由多特蒙德（Dortmund）的莱因钢铁协会桥梁建筑股份公司建造的，具有新式焊接结构的一个箱式构筑物（参看图1）。高度为22米和30米的两个天轮的直径都是6.3米。天轮支架是这样设计的，以后进行多绳试验时能够在现在的每个天轮的位置上安装两个或四个较小的天轮。提升井架的自由高度（即30米处天轮以上至井架顶之间的高度——校者）选定8米。这对试验来说看来是够用的。现在尚未进行提升和人员升降。

试 验 计 划

在此矿井提升试验设备上将暂时只用一根首绳。首先安排了一系列有关单绳操作的试验，或者使用钢绳的数量对其无特殊意义的一些试验。这个试验计划目前包括如下几项：

1、导向装置的系统试验

可以预期，通过对运动的物体作用于罐道和罐梁而产生的冲击力的尽可能精确的测定，能够获得井筒装备的尺寸确定和定型的可靠依据。必须对罐笼带钢导向爪和带导向轮的木罐道以及带导向轮的钢罐道进行试验研究；同时还必须通过试验弄清楚：在不同的罐道材质，罐梁间的垂直距离是否一定可以增大，可以增大到什么程度。此时，查明导向装置的“刚性”或“塑性”结构情况如何，是很重要的。研究导向装置的误差和缺陷的影响如何，例如分析研究在导向装置应力较大情况下，在罐道的垂直方向上有缺陷的对接、磨损及其偏差这个问题，也被认为是重要的课题。这类试验研究的目的，是要找出从安全性观点来看容许这类缺陷达到多大的准则来。通过试验研究有可能弄清，用什么最经济的方法，能达到安全可靠的要求。

2、导向轮试验

对于各种结构型式的导向轮应细致地进行深入细致的试验，以便探求它们对罐笼的平稳运行带来什么裨益。同时还必须通过试验弄清楚如何适当地安装导向轮，才能最好地发挥它们的作用。

3 摩擦轮衬垫试验

现在采矿工业中正大量采用新型摩擦衬垫，特别是合成材料衬垫。借助钢丝绳试验站和实验矿井的设备来确定摩擦系数。除了试验台试验以外，在较大规格的提升机的摩擦轮上进行各种衬垫的现场试验，也是重要的。

4、闸和闸瓦的试验

因为新提升机不仅配有一个传统型式的抱闸，而且现在还可在此提升机旁加装几种不同结构型式的盘形闸，所以，通过这些不同型式制动闸的试验，可以获得有关制动过程、制动功率、析热和控制问题的有价值的知识。

此外还可把所提供的各种结构型式的闸瓦放在全负荷的提升机上作现场大型试验。这对速度更高的自动提升机的操作特别重要。

5、钢绳滑动和振动试验

这两种试验，可以在严格的试验规范下跟制动闸和闸瓦的试验一起进行。同时也可能深入探索钢丝绳最好的防腐蚀法，以避免钢丝绳出现滑移的危险。

6、单个构件的试验

对于运动的提升装置和提升机的单个构件的试验，应根据出现的问题和实际的需要来进行。单个防护装置和监控装置的安全可靠性，在其运行使用前进行试验工作显然是必不可少的。

7、多绳提升

如果以后这台提升机改成两绳或四绳操作，则多绳的伸张补偿可能要成为一个试验研究项目。

结 语

在矿井提升和井筒内人员升降方面，由于过渡到延深大而有效载荷也大的作业，同时由于新的技术发展，所以带来了安全性和经济性方面的一些问题。这些问题，仅仅靠理论上的探讨和计算是不可能搞清楚的，还必须在相当于实际生产的条件下进行一系列试验。但是，这些试验不能搁在现在担负着提升任务的矿井上来做。

因此，在Tremonia实验矿支出很大费用改建了一号矿井用以安装一套矿井提升试验设备，其中包括一台2000千瓦直流提升机，其有效载荷为10吨，速度为20米/秒，深度可达540米。矿井的全部装备，例如井筒结构、井架以及提升机都只好重新搞。考虑到在这里有进行各种不同试验的可能性，所以在叙述了矿井试验设备之后，接着就介绍了所拟定的试验计划，其中包括导向装置的系统试验、导向轮试验、摩擦轮衬垫试验、制动闸和闸瓦试验以及钢绳滑动和振动试验。世界上唯一的这套装置配有新式设备。上述试验将有助于提高井筒内人员升降的安全性和矿井提升的经济性。

译自《Glückauf》第103卷1967年第1期

布雷尔多绳提升机

T. J. Baker (加拿大)

特别适用于深井的布雷尔多绳提升机绝大部分在南非应用，这可能是因为在那儿发明的缘故。在英国有一台设备。因为这种提升机的物理特性，以及南非的一些规定，促成主要是深井矿物提升使用布雷尔多绳提升机。布雷尔多绳提升机的卷筒直径比相同的普通提升机小，因此，它的一个优点是更易于作为井下付井设备。

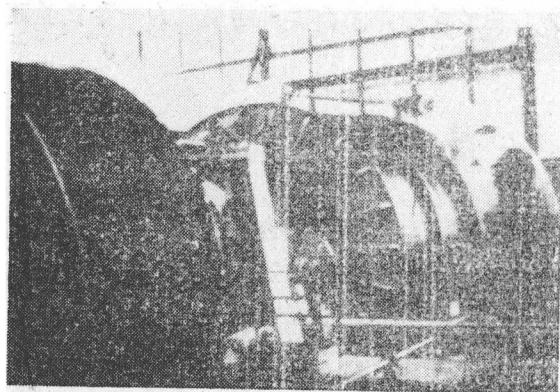


图1 President Steyn 矿的布雷尔多绳提升机

布雷尔多绳提升机实质上是两个较长卷筒的一般提升机，每个卷筒都有一个中间法兰，使它能够卷绕通过两个天轮连接到一个箕斗上的两根钢绳（见图1、2）。箕斗连接装置有一个与大型多槽V型皮带轮相似的平衡轮，可以在提升期间调节钢绳长度的变化。安装形式的改进是将钢绳固定在箕斗上及天轮位于两个互相连通的液压缸的活塞上。天轮可上升或下降，以使钢绳张力平衡。

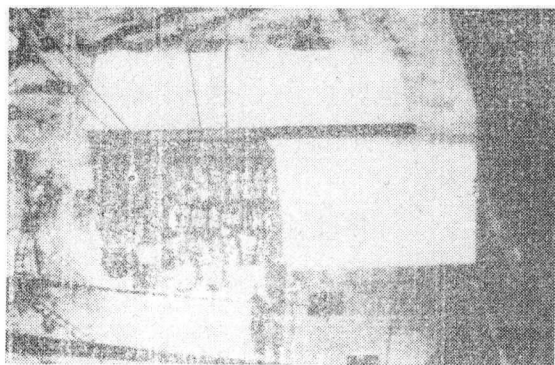


图2 向下看提升机房——左面是布雷尔提升机的钢绳部分，右面是一般提升机的钢绳部分

布雷尔提升机结构的优点是卷筒直径可以比一般的要小，以两根钢绳承受载荷，每根钢绳直径都小的多。南非采矿条例允许在天轮处安全系数降低5%使用布雷尔提升机。这个规定是由发明者罗伯特·布雷尔通过在全速下切断一根钢绳，用剩下的钢绳承受负荷验证的。这个5%允许布雷尔提升机的提升深度比其它提升机更深一些。

另一方面，采矿条例还要求在提升人的罐笼的上面有过卷脱绳钩。平衡轮不适合过卷脱绳钩的要求，因此发明了一种由于严重过卷一根钢绳断裂时的断绳保护装置。这个试验是成功的，但是，布雷尔提升机一般不用于提人。

布雷尔多绳提升机已制造了与普通提升机相似的三种通用的型式，这三种型式是：

1、一个卷筒偏置的前后布置式。可得到最佳偏移角。这种型式称为有传动装置型(The geared type)。

2、两个卷筒在一条直线上，或称标准型。只能直接驱动。

3、无传动装置型。两个卷筒可以是前后布置，或接近在一条直线上，在卷筒之间没有机械联系。

在East Dreifontein矿看到除两个卷筒不是机械连接及两个卷筒轴线彼此错开一点外，类似两个卷筒在一条直线上的无传动装置布雷尔多绳提升机。这是因为为了得到最合适的偏移角使每个卷筒直接对着它们各自的天轮的缘故。两台提升机电机通过可控硅整流器/换流器由一条公用的6.6千伏母线供电。两台电机是用电联接的，因此，与一般的双卷筒提升机相似，两个箕斗在竖井中运行处于平衡状态。每台电机按照直流发电机和直流电动机交替作用，或是把能量输送到系统中，或是自系统中取得能量。可以通过偏置卷筒和四套制动装置来识别无传动装置布雷尔多绳提升机。因为两个卷筒之间没有机械联系，又因为总是需要第二套制动器，所以每个卷筒必须有两套制动器。

大多数新的大型布雷尔多绳提升机卷筒直径为14或15呎，其钢绳直径为1 $\frac{1}{2}$ 或1 $\frac{3}{4}$ 吋。1973年末已经定购了13台布雷尔多绳提升机，一台要运到英国，其余的都在南非各金矿。大部分已安装运转，头两台是1958年安装运转的，大部分是最近(1973年)安装运转的。这种类型的提升机在某些新建深井中正成功地用于矿物提升。在President Steyn矿最大的提升深度为7850呎。目前正在安装一些布雷尔提升机，因此，它们很明显地得到人们的重视。

摘译自《The Canadian Mining
and Metallurgical Bulletin》

Vol. No. 752

1974年12月