

采矿新技术介绍

矿井提升设备的
自 动 化

英国 奥·特·伊文斯 波·赫·哈威著

煤炭工业出版社

4160
矿井提升设备的自动化

英国奥·特·伊文斯 波·赫·哈威原著

煤炭工业出版社

內 容 提 要

这本小册子是原载在英国“矿山机电工程师”杂志的一篇論文。中文譯文是从俄文轉譯过来的。矿井提升設備自动化是一个新的技术方向。这篇論文把現有的各种型式的自动化提升設備作了分析，研究了与提升設備自动化有关的基本問題，介紹了提升設備原理圖，把目前英国、南非、罗得西亞和澳大利亞現有帶交直流驅動裝置的提升設備作了一个簡明的分析。

論文的后面，附有英国矿山机电工程师学会倫敦分会和肯特分会在科学討論会上討論的發言。这些發言大都同意論文的基本論点，提出了补充意見，著者并且进一步說明某些理論和實踐的經驗。

本書可供矿山机械設計人員、工程技術人員以及矿业学院師生參考。

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЦАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

英国 奧·特·伊文斯 波·赫·哈威原著

苏联 В. Д. ПОТАПОВ 譯

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1966年莫斯科第1版譯

571

采矿新技术介紹
矿井提升設備的自动化
郭峻宇譯 陈裴庆校

煤炭工業出版社出版(社址：北京東長安街煤礦工業部)

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2 *字數36,000

1957年5月北京第1版

1957年5月北京第1次印刷

統一書号：15035·338 印数：0,001—1,350册 定价：(11)0.4

俄文譯者序

苏联共产党七月中央全会已經拟定了苏联工業發展的宏偉的綱領。

为了进一步提高整个国民經济及其基础——重工業，为了满足苏联人民不断增長的需要，为了使日用品丰富起来，为了从社会主义过渡到共产主义社会，执行这个綱領是很必要的。沒有最新的近代化的技术，也就不可能建成共产主义的工業基地。

正如苏联共产党七月中央全会決議所指出的：生产过程的电气化、綜合机械化与自动化应该是为急剧提高技术发展速度而斗争的主要战綫。最近几年以来，苏联采矿工業在矿山机械自动化的領域內，特别是矿井提升方面，前进了一大步。

許多使用电动-發电机組系統驅动裝置的提升設備的自动調速接綫圖已經設計出并已投入生产。

目前正在进行創制和在工業上采用感应电动机驅动的絞車自动調速接綫圖的研究。在个别矿井中，已經使用自动化提升設備。

但是應該指出：这些研究工作的方向主要是在箕斗提升設備自动化方面，也就是在具有一定的運轉方式和稳定的終端負載的提升設備方面。

罐籠提升設備自动化問題，直到現在還沒有解决。在其他国家，特别是英国，無論电动-發电机組系統的或感

应电动机的絞車自动化驱动裝置都有应用。

闡明矿井提升自动化方面的主要方向与介紹国外現有自动裝置的运轉經驗都使苏联煤矿工作者很感兴趣。

奥·特·伊文斯与波·赫·哈威在英国矿山机电工程师学会主編的杂志“矿山机电工程师”(Mining Electrical and mechanical Engineer)1953年10月号所登載的一篇論文就是这些研究著作中的一个。

这篇論文把現有的各种型式的自动提升設備做了簡明的分析，还研究了与絞車自动化有关的基本問題，同时介紹了原理圖，并把目前英国、南非、罗得西亞与澳大利亞現有帶交直流驱动裝置的提升設備做了一个簡明的分析。

著者只部分地分析了許多与絞車自动化有关的問題，特别是对感应电动机的自动調速接綫圖，著者仅仅研究了使用液体变阻器的情况。

但是从整个論文来看，它能給苏联研究絞車自动化問題的采矿工業工作者一定的帮助。

苏联工程师 B. H. 巴达波夫

目 录

俄文譯者序	
緒言	4
自动提升設備的型式	5
自动提升的优点	6
自动提升的几个問題	10
自动提升設備的人員提升	16
絞車的驅動裝置	20
帶交流驅動裝置的自动化提升設備	22
电动-發电机組系統驅動裝置的提升設備	33
結論	44
英国矿山机电工程师学会肯特分会科学 討論会上的討論	46
英国矿山机电工程师学会倫敦分会科学 討論会上的討論	51

緒 言

目前煤炭工業企業的設計有把提升設備集中到數目較少的主井的趨勢。因此採用自動化的提升設備顯得比過去更迫切了。

最近幾年來，無論在英國或是在其他國家都有一些自動化的提升設備投入了生產。

但是這個事實還沒有成為眾所週知的，並且也沒有獲得煤炭工業專家們肯定的評價。

因此在本文中，對於採用自動化提升設備的優點與控制這些有關的技術問題作了敘述，並且說明了現有各種型式的提升設備（包括電梯、中等深度礦井與深礦井的提升設備）。

在這樣的敘述中不可能着重在細節上，所以本文只是闡明一些基本原理。

因為一些舊式的自動化裝置，當時在絞車控制技術的發展方面起過進步的作用，所以除了新型的自動化裝置以外，本文還概述了一些舊式的裝置。

本文中沒有敘述到的一些系統，並不是因為它們不好用，而是因為它們已經完成了其發展的階段，因而對技術進步的影響已沒有較大的關係。

“自動化提升”這個術語具有那麼多不同的意義，因而本文剛一開始就應當正確地下一個定義，這個術語的意思應當是什麼？

著者認為下面所引述的定義在實用方面是適當的。

自動提升設備的型式

實際上所碰到的一切自動或半自動的提升設備都可以分成以下三類：完全自動化的、按鈕自動控制的和循環的。

完全自動化提升

不用工作人員直接處理而完成的提升稱為自動化提升。

自動化提升用於某些箕斗提升設備中，其電氣閉鎖開關由裝載煤倉的閘門使之發生作用，這樣一來當有益礦物裝滿箕斗以後，關閉了的煤倉閘板就介上了絞車。

絞車起動之後，包括加速、全速等速運動、減速、卸載以及最後的施閘等整個連續過程的控制都是自動進行的。

按鈕控制的自動化提升

按鈕控制的自動化提升，除了其起動不是用電氣閉鎖開關，而是用在井底把鉤工（司罐）或井口把鉤工處的起動按鈕以外，幾乎與上述完全自動化的提升相同。井底把鉤工或井口把鉤工應隨時注意裝載情況，按過起動按鈕以後，提升就不必人員參與而自動進行。

這種系統無論對於箕斗或罐籠提升都很方便，所以應

用最广。

循环提升

在某些国家，有禁止用完全自动化的提升设备来升降人员、并且规定在升降人员时一定要有机司机的规定。

在这种情况下，可以有效地采用有时称为循环系统的手控系统。

如果绞车装备着这种装置，则司机为了起动机绞车必须松开绞车的闸，把控制手把放在起动的位上；直到绞车在提升终了达到其爬行速度以前，司机不必再动控制手把。当绞车达到其爬行速度时，司机应该分别把电动机控制手把放在“切断”位上而将闸的操纵手把放在“合闸”位上。

这样一来，只有在提升的开始与终了的时候，才需要司机操作。

自动提升的优点

从世界上出现手控机器的那个时候起，就确定了：如果机器必须长期地运转，则应力求降低其操作人员所需的技艺，或者使其控制完全自动化。即某些生产过程其中的个别操作用手控制并不比自动控制完成得坏，但在某一时期内完成这种操作很多次，由于操作人员疲劳，也会使生产率降低。

提高生产率

自动化装置可以改善絞車的控制过程。無疑地也会碰到这样的情况，即有时个别司机可以在較用自动化设备短的时间內完成提升，但是当需要不停地進行180个循环的时候，司机的疲劳对工作的影响非常大。

每晝夜正常地工作24小时的提升設備运行的速度記錄圖如圖1所示。在該提升設備的控制系統改裝成循环系統以前，若平均每兩小时完成50个循环，就認為是希望司机所能做到的最大値了。

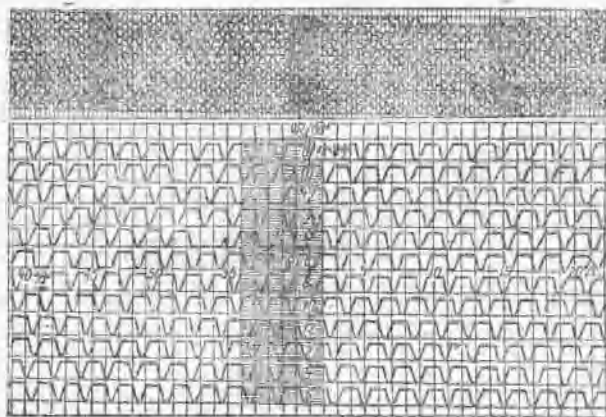


圖1 一天的提升工作速度記錄圖
(下部是紀錄部分的放大圖)

改裝成循环系統以后，平均每兩小时增長到55个循环，也就是說增長了10%。

上述絞車使用在南非的一个矿井中。在那里許多場合下，決定矿井产量的因素往往不是有益矿物的采掘能力以及其向井底运送的情况，而是井筒的运输能力与提升设备的能力。

人們可能这样来反駁我們，說南非的地質条件如此，提升设备常常要以稍大于所希望的生产能力来設計。

在过去，这种議論可能是使人信服的，但是目前，当看出整个产量有从較少的几个大型貨載提升井筒集中运出的趋势时，尽最大可能来利用井筒的問題是很重要的，而且這個問題只能以采用自动化控制的方法来解决。

工資的节省

自动化提升的另一个优点是由于減少提升设备的工作人員而节省了工資。

实际上工資的节省是用各种方法来达到的。

例如在罗得西亞，一种三台絞車裝在一个絞車房的裝备很普遍。其中一台絞車是輔助絞車，用以运送人員和材料(人員提升)，第二台絞車用以提升人員和有益矿物(人員-貨載提升)，第三台絞車仅用以提升有益矿物(貨載提升)。

在开始換班时，人員的提升与下放是用人員提升絞車或人員-貨載提升絞車完成。每台絞車由一个司機操縱，但當其用作貨載提升时則自动運轉。在一班的其他时期內，第一个司機繼續在人員提升的絞車上工作，第二個司機則服务于人員-貨載与貨載提升的絞車，這兩台絞車都

是自动运转的。象改变工作水平等工作算是这个司机的职责。

三班工作时，在上述系统中抽出一个司机每年就可节省 3000 英镑。

虽然这种系统在这里可以成功地采用，但在英国象这样在一个绞车房中布置几台绞车的矿井还很少。

把井口把钩工与绞车司机的操作合并，就能因减少工作人员而节省开支。为此必须有绞车的远距离的手控或绞车的按钮自动控制。在这种情况下，绞车的控制可以由在井筒附近的一个人完成。

在这种情况下，井口把钩工不仅在提升有益矿物时能够操纵罐笼的装载和卸载机构，并且还能操纵绞车。

提升人员时，司机可以利用远距离手控方法来操纵绞车。

这样一来，在执行提升人员，绞车随时都应有司机照管的规定时，一个人也够用。

因此可以节省很多人员的工资。例如在英国，若抽出三个绞车司机，每年可以节省 1850 英镑。

20年内节省的工资就超过了将绞车改装成自动化控制的成本。

提高安全性

由于自动或循环控制而提高安全性是自动化提升的三个优点。

众所周知：不依司机意志而完成的操作越多，设备就

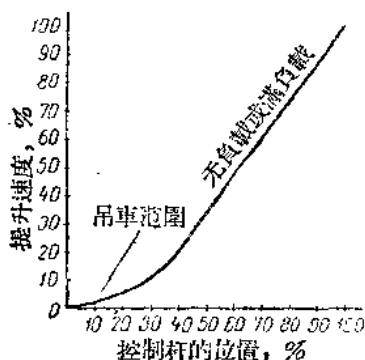
越安全。

除在設備的自动化所需的那些附加裝置，因其本身的复杂而沒有降低其安全性以外，这些理由在任何情况下都是正确的。

自动提升的几个問題

理想的特性曲綫

自动化提升應該完成下列作業：提升、裝卸箕斗或停住罐籠裝卸礦車。絞車應該完成每小時一定的最低提升次數以保證必需的生产能力，因此絞車應該按一定的速度圖而運轉。这个要求可以利用能够保證絞車速度、根据司機操縱手把的位置(当手动控制时)或根据控制信号而变化的(当自动控制时)裝置来完成。



从理論上来看，絞車的速度應該严格地按照与司機操縱手把的位置或控制信号有关的一定关系而变化，与絞車的負荷完全無关(圖2)。

应当安裝可以自动限制电动机轉矩达到对所用設備是危險的数值之裝置，作为絞車速度調节的补充。

此外，必須規定出正常運轉時所允許的加速度和減速度的最大值的限制。

制 動

自動化提升設備、電梯與高爐卷揚機採用着各種各樣的機械制動系統，但這些設備的制動力多半是不能調整的。

由於摩擦系數的不穩定，也就是說機械閘的制動力不穩定，所以很難準確地預先選擇一定的制動力，因而都偏重於電氣制動。電氣制動用以在提升終了時把提升容器的速度降低到爬行速度，然後加以機械閘。

應該說，在提升設備自動化的領域內，機械閘的控制問題，是要創造一種能夠在準確度和靈敏性方面與電氣制動方法相競爭的機械閘控制系統。

提升貨載一接近出車台就作用於終程開關，而自行合上機械閘的這種機械閘控制系統，實際上是很方便的。

然後罐籠或箕斗行走一定的距離而停車進行卸載。從理論上看，施閘以後所行走的距離應該與負荷無關。

既然運動質量在制動時所發散的動能是一個變量，該值決定於運動部件的質量與速度以及機器運動的方向，顯而易見，為了使從制動開始到完全停止所經過的行程不變，則制動力應當根據考慮到上述一切因素的規律而變化。

到目前為止，能保證制動行程不變的機械閘控制系統實際上還未獲得應用。但是如果能夠保證下列條件，實際上停

車的不準確度是可以降低的：

1. 施閘時的速度應固定不變，並應儘可能保持到最小值。1.1公尺/秒是最合適的速度值；由此可見，保證速度的準確調整是多麼重要。

2. 電動機從電網切斷後立即施閘，並應產生保安規程所允許的最大制動力矩。

可以令人滿意的自動化運轉所要求的停車準確度與提升容器的型式以及絞車的型式有關。

對於自動化底卸式箕斗提升，以及自動化翻轉箕斗提升，允許的停車準確範圍為6''(152.4公厘)。

對於裝有罐座的出車台的自動化罐籠提升設備，如罐籠應該停在罐座上時，停車的公差不得超過 ± 76 公厘，雖然這個數值不是一定需要的，但是因為以後罐籠要慢慢落到罐座上。

對於自動化提升，在不能使用罐座的情況下，例如當採用摩擦輪設備時，使用搖台(穩罐台)是保證正常提升工作的唯一方法。

雖然說為了簡化制動系統的工作方式，最好能把罐籠的停車誤差值提到 ± 152.4 公厘，但是搖台卻只允許誤差在 ± 50.8 公厘的範圍內。

總的看來，應該說用搖台代替罐座是有很多優點的：

第一、可以簡化自動化運轉方式時的停車過程；

第二、當採用搖台時，鋼絲繩不會受到將罐籠由罐座上提起時所產生的動力過負荷。

還應該指出：使用搖台代替罐座可以提高設備的安全

程度。

速度的調整

准确地調速对于保証最大的提升能力以及提升容器准确地停車都是必要的。因为提升設備获得广泛应用的有兩種驅動裝置：电动-發电机組系統与感应电动机系統，所以我們来适当地研究一下这些类型驅動裝置的調速方法。

感应电动机的驅動裝置。提升設備或电梯的驅動裝置、感应电动机驅動裝置的常用的調速方法是向轉子迴路接入可調节的电阻(这种电阻可能是金屬变阻器，也可能是液体变阻器)。

用这种調速方法时，电动机的速度在頗大程度上与电动机的負荷有关，这一点可由圖3, α 看出[圖3, α 是根据不同的轉子迴路电阻时电动机的一般机械特性曲綫 $M=f(s)$ 而繪制的]。

从圖3, α 中可以看出，如保持速度不变(譬如說等于額定速度的50%)，而轉矩的变化范围为33~100%时，轉子电阻在1.05~0.3 欧姆之間变化。因为絞車电动机的負荷随着提升容器的負載与系統的靜力不平衡性而变化，且其变化范围很大，显然若不連續地調整电阻而想保持絞車的轉速不变是不可能的。甚至具备了这些条件时，也只有在絞車以电动机方式运轉时才能保持速度不变。

为了保持电动机在制动运轉方式下的速度不变，必須采用动力制动或反接綫制动。

动力制动是这两种制动中較便于調速的一种。实际

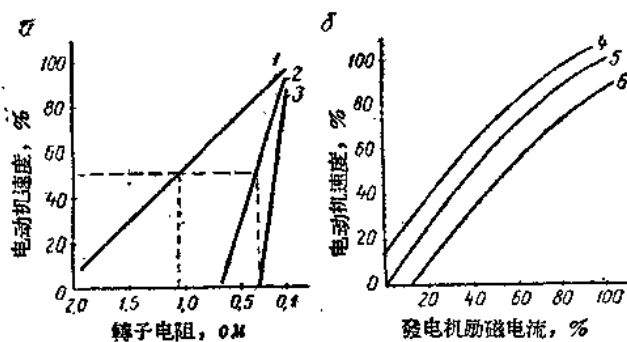


圖 3 轉矩变化时速度的变化

a—感应电动机的驱动装置；b—电动-发电机系统的驱动装置；
 1—1/2 负荷时；2—满负荷时；3—两倍负荷时；4—两倍负荷
 时再生制动；5—无负荷；6—两倍负荷时电动机运动方式。

上，如果轉子电阻是为了在电动机方式下运转而选择的，則其轉矩等于最大轉矩的 $\frac{1}{3}$ ，当反接綫运转方式时，电动机所产生的力矩大約等于最大轉矩的 $\frac{1}{3}$ 。

这样一来，此时获得相当困难的調速条件，只有采用电阻較大的特制液体变阻器才能克服这些困难的条件。

对于动力制动，問題的解决比較容易，因为在这种情况下电动机的轉矩可能由零調整到最大值。

动力制动不仅便于調速，而且它也是最經濟的。

因此，無論以电动机方式、反接綫制动方式或者动力制动方式运转时，与其說交流电动机在調节轉矩的条件下运转，不如說是在調节速度的条件下运转。用簡單的預先选择一定轉子电阻的方法，保証保持速度不变是不可能的，因为轉矩也变化。