

斯大林獎金獲得者 苏联 H. A. 舒里斯著

截煤机与采煤康拜因 的自动牵引

刘福棠译

煤炭工业出版社

內 容 提 要

截煤机与康拜因的自动牵引的任务,就是要使机器随着工作条件的变化,自动地调整牵引速度,从而保证机器在比较均匀的负荷下工作,也可避免过负荷所引起事故,又可使机器保持最高的生产率,也可减少司机的劳动强度。这是一个很有价值,而今天还没有很好解决的问题。

本书从发展的观点,具体介绍并分析了苏联工程师和科学家们提出的各种方案,阐明了苏联在这方面所获得的成就,并且指出了今后发展的方向。它的丰富的内容和正确的分析,对我们有很大的参考价值。

本书可供从事矿山机器制造和矿山机电运行的工程技术人员、科学研究工作者和大学师生阅读。

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДАЧИ ВРУБОВЫХ МАШИН И УГОЛЬНЫХ КОМБАЙНОВ

苏联 Н.А. 舒里斯(斯大林奖金获得者)著

根据苏联国立煤矿技术书籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1951年莫斯科第1版译

656

截煤机与采煤康拜因的自动牵引

刘 福 棠 译

*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)

北京市书刊出版业营业许可证书字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

开本 78.7×109.2 公分 1/32 * 印张 2 3/8 * 插页 7 * 字数 50,000

1958年1月北京第1版

1958年1月北京第1次印刷

统一书号: 15035·404 印数: 0,001—1,500 册 定价: (10) 0.48元



C00174803

E

引言	3
第一章 調整的基本原理	5
1. 決定截煤機與采煤機因生產率的因素	5
2. 自動調整器的工作特性	10
3. 自動調整器操縱方法	13
4. 自動調整器的感受原件	15
第二章 具有自動調整器的牽引部的減速器	17
1. 棘輪減速器	18
2. 脈動減速器	24
3. 液壓減速器	32
4. 摩擦減速器	36
5. 電力傳動減速器	38
第三章 具有自動調整器的牽引部結構的概述	40
1. 總的分類	40
2. 根據鋼絲繩張力變化的調整器	42
3. 根據截鍊星輪上轉矩變化的調整器	49
4. 根據電動机电流變化的調整器	57
5. 根據滑差率變化的調整器	70
第四章 自動調整器構造的發展方向	79
創造新的自動調整原理的展望	81
參考文獻	84



C00174803

E

引言	3
第一章 調整的基本原理	5
1. 決定截煤機與采煤機因生產率的因素	5
2. 自動調整器的工作特性	10
3. 自動調整器操縱方法	13
4. 自動調整器的感受原件	15
第二章 具有自動調整器的牽引部的減速器	17
1. 棘輪減速器	18
2. 脈動減速器	24
3. 液壓減速器	32
4. 摩擦減速器	36
5. 電力傳動減速器	38
第三章 具有自動調整器的牽引部結構的概述	40
1. 總的分類	40
2. 根據鋼絲繩張力變化的調整器	42
3. 根據截鍊星輪上轉矩變化的調整器	49
4. 根據電動机电流變化的調整器	57
5. 根據滑差率變化的調整器	70
第四章 自動調整器構造的發展方向	79
創造新的自動調整原理的展望	81
參考文獻	84

內 容 提 要

截煤机与康拜因的自动牵引的任务,就是要使机器随着工作条件的变化,自动地调整牵引速度,从而保证机器在比较均匀的负荷下工作,也可避免过负荷所引起事故,又可使机器保持最高的生产率,也可减少司机的劳动强度。这是一个很有价值,而今天还没有很好解决的问题。

本书从发展的观点,具体介绍并分析了苏联工程师和科学家们提出的各种方案,阐明了苏联在这方面所获得的成就,并且指出了今后发展的方向。它的丰富的内容和正确的分析,对我们有很大的参考价值。

本书可供从事矿山机器制造和矿山机电运行的工程技术人员、科学研究工作者和大学师生阅读。

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДАЧИ ВРУБОВЫХ МАШИН И УГОЛЬНЫХ КОМБАЙНОВ

苏联 Н.А. 舒里斯(斯大林奖金获得者)著

根据苏联国立煤矿技术书籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1951年莫斯科第1版译

656

截煤机与采煤康拜因的自动牵引

刘 福 棠 译

*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)

北京市书刊出版业营业登记证出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

开本 78.7×109.2 公分 1/32 * 印张 2 5/8 * 插页 7 * 字数 50,000

1958年1月北京第1版

1958年1月北京第1次印刷

统一书号: 15035·404 印数: 0,001—1,500 册 定价: (10) 0.48元

引 言

截煤机与采煤康拜因，是在各种不同的和經常急烈变化的条件下進行工作的，因此它的电动机的負荷亦相应的急烈地变动着。这样，截煤机与采煤康拜因的司机，不得不在整个工作过程中，靠改变机器的牵引速度來調整电动机的負荷。而在只有一个牵引速度的机器上，就只有靠停止牵引，使机器的工作機構停在原地工作^①。

然而，即使最有經驗的司机也不能正确地确定电动机負荷的大小，因为他僅能从外表特征來進行判断，例如：电动机的声音，机器外壳的振动，鋼絲繩的張緊程度（用手來感覺鋼絲繩的彈性如何）。

因此，通常电动机的工作，或是过負荷，或是不滿負荷。在第一种情况下，电动机会因过热而损坏，并且机器减速器的零件和部件，也会过早地磨損。而在第二种情况下，机器就不能充分地利用，只以低的生產率進行工作。

自动調整的任务是要建立那样的机器工作情况，在这种情况下使电动机和减速器的工作与煤層性質的变化无关。假若能够獲得这样一种有利的工作条件，它一方面可以保护电动机与减速器免于过热与过早地磨損，另一方面又可保証机器在一定的条件下达到最大可能的生產率。

① 这时工作機構还是照常工作的，只是不再使截割的煤層厚度增加。——譯者

即使用手來操縱牽引速度可以調整的機器時，司機的注意力還必須是很緊張的，因為他還必須同時完成其它的一系列的工作，例如注意道路與頂板的情況，拉動電纜等等。因此，最大地減輕司機的勞動，也是截煤機與采煤康拜因牽引自動調整的一個重要任務。

蘇聯是世界上最早提出創立截煤機與采煤康拜因的自動調整裝置的任務的，並且這個問題的相當一大部分已經得到解決。

還在1933年，在高爾洛夫工廠已經製造出了自動調整的克里特尼爾的“烏克蘭人”型截煤機。于1936年，在該廠又完成了試驗型的自動調整截煤機 FTA-1型，並進行了工業性試驗。于1938年又試驗了自動牽引的截煤機 FTA-2型。于1939—1940年，在頓巴斯的礦井中，成功地工作着一批強力的 FMA型截煤機。目前在頓巴斯正工作着一種試驗型的裝有烏克蘭科學院礦山機械研究所的自動調整裝置的頓巴斯型康拜因，現在蘇聯正處於設計與製造出另一些自動調整器結構的階段。

在蘇聯有很多設計院和科學研究院及工廠從事于截煤機與采煤康拜因自動化的問題。當時資本主義國家在這方面還沒有進行任何工作。

（附註：引言部分，曾作適當的刪節——中文版編者）

第一章 調整的基本原理

1. 決定截煤機與采煤康拜因生產率的因素

保證截煤機與采煤康拜因得到最大可能的生產率是自動調整的基本任務。本書研究的是鋼絲繩牽引的截煤機與采煤康拜因的自動調整問題。

截煤機與采煤康拜因的生產率，歸根到底是決定於它在一個循環時間內從工作面所采出來煤的噸數。但是，考慮到煤層有各種不同的厚度，按這個指標來比較機器效率是不正確的。所以，截煤機的生產率，應當以單位時間內所截截縫面積的大小（當截縫高度不變時）來評定，又因為截割深度在截割過程中是不變的，故以後研究截煤機的生產率時，就只研究它在單位時間內移動的平均距離，即平均速度。同樣，采煤康拜因的生產率應當以單位時間內所采下來的煤的容積來評定，考慮到煤層的厚度與截縫的深度在康拜因工作過程中實際上是 invariant 的，因此康拜因的生產率也可以按它在單位時間內移動的平均距離來評定。

現在我們來研究一下機器（截煤機和康拜因）在工作面工作時所消耗的時間，和影響其生產率的各項因素。

在長 L 米的工作面內，當機器以牽引速度 v_n 米/分鐘進行工作時，則截割所耗時間：

$$t_1 = \frac{L}{v_n} \text{ 分鐘.}$$

当截煤机卷筒的鋼絲繩容量为 l 米时，則为了移动固定支柱而使机器停止的次数將为 $\frac{L}{l}$ 次。現取每次消耗在拉鋼絲繩和移动固定支柱所消耗的时间为 15 分鐘，則可得到总共消耗在移动固定支柱上的时间：

$$t_2 = 15 \frac{L}{l} \text{ 分鐘.}$$

假若煤的硬度按單位截制面積所消耗的截齒数目 k 个/米² 來表示，而換一个截齒所耗費的时间約需一分鐘，則当截盤長 R 米时，消耗在換截齒上所需的时间：

$$t_3 = kLR \text{ 分鐘.}$$

在截割了 L 米長的工作面以后，它总共消耗时间：

$$T = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{L}{v_H} + 15 \frac{L}{l} + kLR = L \left(\frac{1}{v_H} + \frac{15}{l} + kR \right).$$

在截割过的 L 米長工作面中，截割的平均速度：

$$v_{cp} = \frac{L}{T} = \frac{1}{\frac{1}{v_H} + \frac{15}{l} + kR}.$$

設 $\frac{15}{l} + kR = A$ ，此值在給定的机器与工作面是常数。

$$\text{則得:} \quad v_{cp} = \frac{v_H}{1 + Av_H}. \quad (1)$$

这里沒有考慮到在截割过程中以下几种時間消耗：工作准备時間及由于工作面支柱或其它原因而引起的机器停

留所耗的时间，因为这些时间消耗的大小不可能正确地估计出来。

对常用的截煤机： $l=25$ 米， $R=1.6$ 米，这样， $A=0.6+1.6k$ ，取不同的值 k （由 0 到 2 个/米²），作出随牵引速度而变的平均截割速度（或机器的生产率）曲线（图 1）。

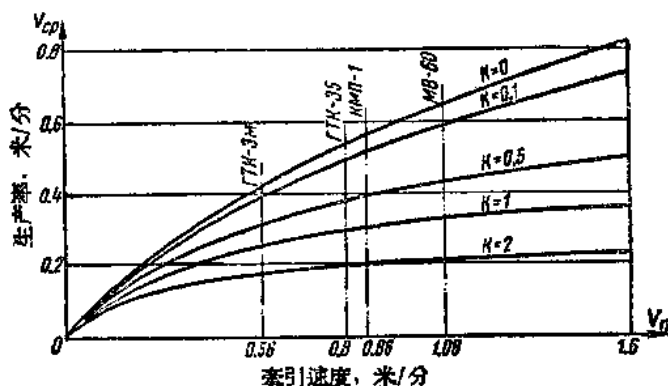


圖 1 截煤机的生产率与牵引速度间的关系

圖 1 中用一些垂直线表示截煤机 ГТК-3М，ГТК-35，КМН-1 和 МБ-60 的最大牵引速度的大小——按此圖可相应地决定出在各种硬度的煤层中这些机器的平均速度。

由圖 1 可以看出：

a) 当截齿消耗大的时候（相当于煤的硬度很高时），牵引速度超过 0.4—0.5 米/分以后，几乎不再增加截煤机的生产率。

6) 当截齿消耗不大的时候（相当于在软煤中），提高牵引速度是很有利的，但若速度超过了 1—1.2 米/分以后，

生產率的增高也不顯著了。

由此可見，其它条件相同时，截煤机的生產率是牽引速度与煤層硬度的函數，并且后者以所消耗的截齒數目來表示。

很明顯，甚至在截齒消耗最少的情況下，过多地提高牽引速度，也不会獲得生產率的顯著增加。現代的截煤机KMII-1型和MB-60型的最大速度，是处于截煤机最合适的牽引速度範圍之內。

現在我們再來確定一下截煤机的生產率与电动机功率之間的关系。

由很多的观察結果，得出了电动机的負荷 P 与牽引速度 v_n 之間的近似关系式为：

$$P = C + Bv_n \quad (2)$$

这个公式是对平均功率与平均牽引速度而言，瞬时的功率与牽引速度不符合于这个規律。

將公式 (2) 中之 v_n 換以生產率公式 (1) 中之 v_n 可得：

$$P = C + \frac{Bv_{np}}{1 - Av_{np}} \quad (3)$$

系数 C 和 B 決定于每一个具体的情况，例如 ГТК-35 在“无名”煤層（пласт “Безымянный”）中試驗时得到：当牽引速度为 0.3 米/分时，功率为 30 瓩，当牽引速度为 0.8 米/分时，功率为 30 瓩。把这兩值代入公式 (2) 并解

① 这个关系式僅在牽引速度变化不大时才是較正确的，而正确的关系要用曲綫方程來表示。

此兩方程式可得：

$$P \cong 15 + 25v_n.$$

把得到的系数 $C = 15$ ， $B = 25$ ，以及把以前圖 1 中計算的 v_{np} 代入方程式 (3)，可得到电动机功率随截煤机生產率而变的关系曲线（如图 2）。

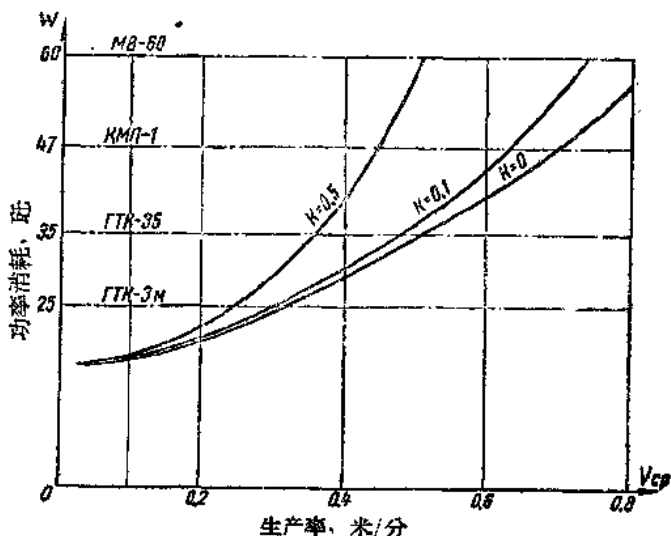


圖 2 电动机功率与生产率关系圖

根据曲线的特性可以断定，当截割很硬的煤时（截齿消耗超过 0.5 个/米²），若增加牵引速度，截煤机所消耗的功率比在截割软煤时增加得快得多。

由此可以得出结论：当被机器所消耗的功率保持不变时（在对該电动机最合适的值上），可經常地導致生產率的增加，并且这种增加还随截齿耐磨性的提高而提高。

現代的鑲嵌核狀硬質合金的截齒是很堅固的，在很壞的條件下，截割整個長工作面時，甚至也用不着更換截齒，因此，可以認為在截割時間內 $k=0$ 。

由此可見，在用這種截齒工作的截煤機上進行自動調整是非常有效的。反之，在用耐磨性差的截齒工作的機器上，自動調整的效果就差了。

現在的工作僅僅是研究自動調整截煤機的牽引速度，而不去研究截割速度的改變。

所有的現有的截煤機構造，都具有不變的截割速度，它的範圍是在1.8—2.1米/秒之間。靠換一對齒輪或移動离合器（在KMII-1型截煤機中），這個速度就可得到有級的調整，但是直到目前為止，在事實上，這種方法尚未被採用過。或許同時均勻地改變牽引速度與截割速度，可以達到最高的生產率指標，然而要解決這個問題的企圖，直到目前尚未得到結果。應當按甚麼方向和甚麼樣的規律來同時調整截割速度與牽引速度？現今的截煤理論對這個問題還沒有得出定論。

現在，僅僅對牽引速度進行了自動調整，就無疑會顯著地改善截煤機的工作，並提高了它的生產率。這一點對於在截煤機基礎上設計出來的截盤式康拜因也是完全適用的。對這些康拜因，最合理地使用它的電動機的功率是特別重要的。

2. 自動調整器的工作特性

在給定的電動機功率與截齒消耗不變的情況下，截煤

机的生产率可决定于它的牵引速度，而提高牵引速度的限度又决定于电动机的功率。因此牵引速度自动调整的任务是：要确定那样的电动机的工作情况，在这种情况下，电动机是处于它最高的允许负荷下进行工作的。

当截煤机以等速牵引时，电动机的负荷在自动记录仪器的记录纸上可看出来是急剧地振荡着的。自然，假若要使负荷趋于均匀，就必须使截煤机用各种不同的牵引速度来截割。

自动调整器应当这样地作用到操纵牵引速度的机构上去，使牵引速度的改变去补偿负荷的变化，以均匀负荷的振荡。

现在再来研究一下应当怎样地来改变牵引速度，以保证最好地缓和功率的变动，以保证电动机保持在一定的负荷下运转。

使机器与截割条件的变化无关而保证电动机正常负荷的调整器是最理想的调整器。但是要绝对地缓和功率的振荡是不可能的。因为调整器的变化总要稍稍落后于功率的变化，因此自动调整器只是使电动机的功率能在它的额定功率上下变动。使之在足够长的时间内得到不变的平均功率。

按调整器由于功率变化而影响到牵引速度变动的工作特性来分，调整器可分为直接作用的和间接作用的（选择作用的）。

直接作用的调整器的作用原理如图 3 所示，图中表示的是一个第一类杠杆。

移动杠杆的一端，即相当于功率 W 的改变；移动杠杆的另外一端，即相当于牵引速度 v_n 的改变。当功率增加

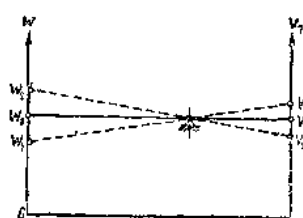


圖 3 直接作用的自動調整器的工作圖

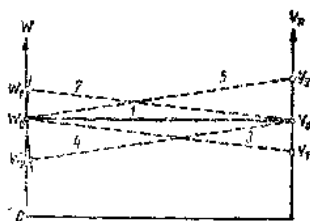


圖 4 選擇作用的自動調整器的工作圖

时，牵引速度就降低。反之，当功率减少时，牵引速度就增加。

十分明顯，在給定的某一功率值 W_0 下，僅有一个牵引速度 v_0 与之相适应。

但在截割过程中，功率是在变化着的，因此牵引速度也將相应地改变，假如电动机功率由于例如煤的硬度变化而提高到 W_1 ，牵引速度就会立即降到 v_1 ，这样又会引起功率下降到 W_2 ，而这时牵引速度又相应地要提高到 v_2 了。由此可知，不能准确地得到一定的平均牵引速度与功率大小。因此，直接作用的調整器不能足够有效地來控制功率的变化，引導功率趋向額定值，功率的振蕩仍旧是非常顯著的。

間接作用（選擇作用）調整器的工作原理如圖 4 所示。它可看作是一个靠在一端的杠杆的移动，并且它的端点的偏移是以整个杠杆的平行移动來补偿的。

位置 1 表示給定的功率 W_0 及与之相适应的牵引速度 v_0 ，当功率偏移到 W_1 时（直綫 2），調整器就使牵引速度降低到 v_1 。同时功率也就降落到 W_0 值，即功率恢复到平衡。机器在額定負荷下，以新的較低的牵引速度進行工作。当功率降低到 W_2 时（直綫 4），調整器使牵引速度增加到 v_2 后，功率就又恢复到額定值（直綫 5）。

因此在电动机的額定負荷下，机器可以有各种不同的牵引速度。机器好象能自己來“選擇”牵引速度一样。这样所得到的功率能保証在同一值上，而它的振蕩可利用牵引速度的变化來补偿。

很明顯，選擇作用的調整比直接作用調整要优越得多。它能够保証有效地使电动机功率均匀和增加截割的生產率。

应当指出，最初的自动調整器的方案是直接作用的，而選擇作用方案的被提出比較晚得多。現在可以毫無疑問地証明，自动調整器应当是選擇作用的。在新設計它的構造时，应当基于这种原理上。

3. 自动調整器操縱方法

当截煤机在变化的截割条件下工作时，下面这些值也隨之而变化。

- 1) 牵引鋼絲繩的張力。
- 2) 主动星輪上的轉矩。
- 3) 电动机的功率或电流。
- 4) 电动机的滑差率。

現在我們從操縱自動調整器最為有利的觀點上，來研究一下以上的每一種因素。

牽引鋼絲繩張力的大小由下面几部分組成：

a) 截齒截割煤的阻力；

b) 機器對底板的摩擦力；

б) 機器的自重分力（當底板有某種傾角時）；

г) 由於底板的不平，截齒卡住，機器歪斜等等所引起的阻力。

以上僅是分力 a 是與電動機的負荷及牽引速度有聯系，而這種聯系的規律性也是非常不確定的。

分力 б 和 б 在給定的條件下是不變的。並且與電動機的負荷間沒有比例的關係。分力 г 只是在特殊情況下才發生的，並且它的變動範圍很大，由零一直可到使鋼絲繩拉斷。

當正常工作時，電動機消耗在牽引上的總的功率是很小的（1—2 瓩）。因此改變了鋼絲繩的張力對電動機的負荷幾乎沒有影響。

由此可見，以鋼絲繩的張力用作自動調整是不合適的。

由截鏈上的力的作用而引起的主動星輪上的轉矩，完全地決定了電動機的負荷。由於截割速度是常數，故截鏈上的力基本上決定於截齒在牽引方向上切入煤層的深度，也即決定於牽引速度。因此，轉矩的變化是與牽引速度的變化成正比的，這樣，無疑地是可以利用這個因素作為自動調整的。