



選煤廠電力傳動裝置 和機械的自動控制

蘇聯 阿·耶·特羅普著

北京礦業學院編譯室譯

北京礦業學院礦山電工教研組審校

燃料工業出版社

選煤廠電力傳動裝置 和機械的自動控制

蘇聯 阿·耶·特羅普著

北京礦業學院編譯室譯
北京礦業學院礦山電工教研組審校

燃料工業出版社

本書專門研究選煤廠電力傳動裝置和機械的自動控制問題。

書中敘述了電力傳動裝置的自動和遠距離控制器，說明了控制接線圖和生產信號系統，介紹了調整選煤生產過程和檢視機械狀態用的主要器械。

本書供煤礦工業選煤方面的工程技術人員用。

本書由張鳳書同志翻譯，楊仲平同志審校。

* * *

選煤廠電力傳動裝置和機械的自動控制

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ
И МЕХАНИЗМАМИ НА УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1953年哈爾科夫俄文第一版翻譯

蘇聯 А. Е. ТРОП 著

北京礦業學院編譯室譯

北京礦業學院礦山電工教研組審校

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街西口工業部

北京市書刊出版營業登記證出字第012號

北京市印刷一廠排印

新華書店發行

編輯：張伯顏 穆湘如 校對：虞維新 呂哲人

書號357 * 煤137 * 850×1092 1/16開本 * 4 1/2印張 * 106千字 * 定價10,000元

一九五五年二月北京第一版第一次印刷(1—3,000冊)

序 言

現代的選煤廠是完全機械化的企業，而且具有自動控制的電力傳動裝置和機械。

在一些大型的選煤廠裏，實行對電力傳動裝置和主要的生產過程集中調度的控制。

數以百計的運輸機和水泵設備都已轉向集中遠距離控制。

黨第十九次代表大會關於1951—1955年第五個蘇聯發展五年計劃的決議中規定，在煤礦工業方面廣泛地應用最新的礦山機械，以便達到綜合機械化的目的，並繼續進行煤礦工業的技術革新，以及保證勞動生產率的增長。

擺在我們面前的任務就是使選煤廠機械和生產過程控制的自動化得到廣泛的發展。

目前在生產部門、科學研究所和設計機關，對於選煤廠自動控制、自動調整以及信號這幾方面，積累了很多經驗，但是在技術文獻方面，這種經驗記述的却非常不夠。

本書力圖在某種程度上彌補這一缺陷。

著者今後將廣泛地與選煤方面的採礦工程技術人員接觸，熟悉有關控制、調整、信號和檢視等方面的技術資料，並研究實行自動化，使選煤過程有可能得到改善。

編寫本書時，參考了中央礦井設計研究所、南方礦井設計研究所、斯大林礦井設計研究所、卡拉甘達礦井設計研究所、庫茲巴斯礦井設計研究所和有用礦物機械加工研究所等設計及研究的文獻。

著者將以感激的心情歡迎讀者對本書缺點予以指正。

目 錄

序言

一、電力傳動自動和遠距離控制裝置	4
1. 控制裝置的分類	4
2. 控制裝置的符號和繪製電氣接線圖的原則	7
3. 自動和遠距離控制用執行裝置	12
4. 管理裝置	17
5. 保護和控制裝置(繼電器)	22
6. 電子和離子裝置	35
二、電力傳動自動控制的基本原理	41
1. 電力傳動自動控制的特點	41
2. 電力傳動起動過程自動化的基本原理	43
3. 關於同步聯系和檢視傳動的概念	51
4. 關於以電機增強器(放大機)進行自動控制的概念	53
三、自動控制電動機的接線圖	55
1. 對電動機的最簡單保護方法	55
2. 鼠籠式感應電動機的控制	55
3. 捲線式感應電動機的控制	61
4. 直流電動機的控制	64
5. 同步電動機的控制	65
四、自動和遠距離控制選煤廠的工作機械	67
1. 自動和遠距離起動工作機械的系統	67
2. 單獨而集中的起動機械	68
3. 成組的起動機械	70
4. 順次起動機械	77
五、自動調整選煤廠的機械和生產過程	82
1. 自動調整問題	82
2. 調整器的原理圖	83
3. 跳選過程的自動調整	85

4. 重懸混液中分離過程的調整	87
六、選煤廠的生產信號和通訊	90
1. 生產信號的意義	90
2. 生產信號用技術器材	91
3. 生產信號接線系統	96
4. 電話通訊	101
七、選煤廠中的電氣測量、檢視和統計	112
1. 電氣測量和檢視的意義	112
2. 傳送測量儀表讀數至一定距離	113
3. 選煤廠機械狀態的檢視	116
4. 對機械加負荷的檢視	125
5. 生產技術過程質量的檢視	129
八、選煤廠的調度控制	133
1. 調度的意義	133
2. 調度室的設備	135

一、電力傳動自動和遠距離控制裝置

1. 控制裝置的分類

爲了自動控制電力傳動裝置，必須導電能至電動機，並在電氣回路中進行各種轉換工作(調整電阻、聯接勵磁電流等)。這些工作應當按一定順序進行，工作順序決定於機械或電力傳動裝置動作的條件。當自動控制時，機械或電力傳動裝置動作的實際條件，須符合於與其相對應的已知數據。同時必須給檢視所(調度所)信號以通報機械的狀態。

以上各種工作，以電力傳動各種控制裝置來進行，其分類如下：

1) 非自動執行裝置——凸輪式和圓筒式控制器、刀形開關和換向開關、手動油開關、自動油開關(手動合閘)、圓筒式油開關等；

2) 自動和遠距離執行裝置——磁力起動器、油開關及其傳動裝置、接觸器、時限接觸器、制動電磁鐵等；

3) 管理裝置——按鈕、控制回路用控制器、道路開關、浮子繼電器、壓力繼電器等；

4) 保護和控制裝置。

控制裝置分爲執行的、管理的等等。這是大約的分法，因爲這種裝置常常同時有各種作用，例如接觸器，除了有執行作用的主接點外，還可以完成信號和閉鎖接點等。

電力傳動控制裝置也可以按各種特徵分類，其中主要的是：構造、動作原理、電流種類和電壓數值。

按構造來說，控制裝置不同之點，決定於安裝地點(室外或室內)和對周圍介質的防護方法(開露的、防護的、封閉的、密閉的、防爆的)。在選煤廠生產場所用的礦用控制裝置有：一般的、可靠性較高的或者防爆的，近來廣泛採用礦山用的防火花電氣設

備。

按動作原理來說，控制裝置應分爲：電磁式、感應式、熱動式、極化式、離子式、電子式、光電式和水力式等。

按電流種類和電壓來說，控制裝置分爲直流的或交流的、高週波電流的、高電壓或低電壓的。

用於選煤廠生產場所的礦山用裝置，有特殊標誌：PH——礦山用一般的；PI——礦山用防火花的；PII——礦山用可靠性較高的；PB——礦山用防爆的。

礦山用一般的裝置有堅固性較大的外殼，因此裝置的各部分可以很可靠地防止受機械損傷，接點和導電部分在閉合的外殼裏或者置於油中。引出和引入線頭都用接續器，並須預計有閉鎖裝置，以免接點閉合時裝置的蓋可能開啓或接續器斷開，以及取下蓋時接點閉合或開啓。控制裝置的接線系統按 36 伏電壓計算，有閉鎖裝置，當接地心線斷開時它就切斷控制裝置，另外還有零電壓保護裝置，礦山用一般電氣設備有耐潮濕性較高的絕緣。

以防火花電氣設備用作信號、檢視和控制的各種裝置，是非常理想的。防火花電氣設備構造原理如下：在電弧作用下，礦井爆炸性大氣，只是當電氣回路參數達一定值時，及其構造上和機械上不合標準時（電壓、電流、接點形狀和所用材料、回路開啓速度等）才爆炸。

防火花電氣設備，不需要貴重的外殼、接續器和閉鎖裝置，甚至於電氣回路也可以用無絕緣的導線作成。

可靠性較高的電氣設備，是較規格容許極限溫度降低 10%，將平時發生火花部分（接點）裝在防爆外殼中，線捲和接點置於油中（當電壓大於 700 伏時）。在構造上，可靠性較高的電氣設備在正常運轉中不得發生火花和危險溫度的地方，必須避免發生這種事故的可能性。

礦山用防爆電氣設備，裝在特殊堅固的外殼中，該外殼是根據瓦斯在外殼中爆炸時可能發生的壓力計算的。同時要設法避免當外殼中瓦斯爆炸時火焰散佈到周圍空氣的可能，必須很好熄滅

爆炸發生的火焰。

防爆裝置的引入線，用直接接續器或插銷式接續器引入。裝設閉鎖裝置，避免外殼在電壓由導電部分撤去前可能開啓。聯接用的螺釘，只有用專用的搬子才能擰下來。

有特別堅固或防爆的外殼，就會使礦用設備較一般設備的尺寸及重量增大，因此價值也要大大增高。在安裝有數百機器的現代洗煤廠的條件下，電氣設備的尺寸、重量和價值就有極大的意義了。在選煤廠中關特定場所安裝控制裝置是最合理的，如配電室。由於配電室與生產車間之間可靠的隔絕和良好的通風，配電室中就可以安裝外露式的控制裝置，這種裝置既便宜，並且運轉方便。

電氣控制裝置最重要部分之一是開啓或閉合電氣回路的接點。我們知道，開啓接點時是發生電弧的，電弧的消除要用特殊的附屬裝置保證。加速開啓接點，可以改善它的工作條件，因此使電弧延長，加強冷卻，以致迅速消除，這種方法常常用於直流的控制裝置中，電弧的延長和加強冷卻也可以用磁力方法(圖1)。

與接點串聯的消弧線捲3，在接點間產生強有力的磁場，磁場與電弧電流互相的作用產生一種力量，它使電弧向上移動到接點角狀終端，這時電弧延長，很快冷卻以致消滅。

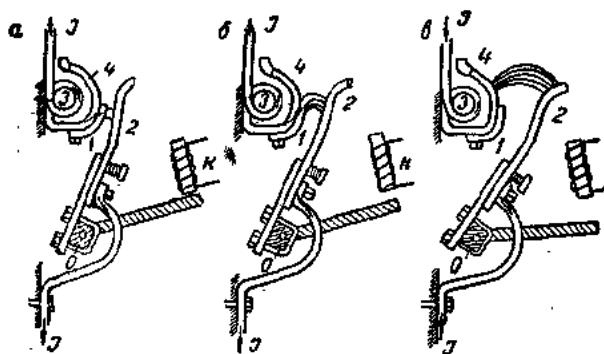


圖1 電弧的消滅：消弧過程中的開始a，中間b和終了c。
1—不動接點；2—移動接點；3—消弧線捲；4—角狀突出部分；O—軸；K—線捲。

用空氣力吹的方法，也可以得到同樣的效果。在這種情況下，接點置於帶有窄縫的石棉洋灰製箱中，由於高溫的關係，電弧加熱了空氣，使空氣向上移動。空氣引導着電弧到接點角狀的突出部分，在那裏電弧冷卻以致消滅。在交流的控制裝置中，當電壓高壓時，爲了改善消弧條件，把接點置於裝有礦物油的箱中（如油開關）。

● 電氣裝置的額定數據：即電壓，容許電流和容量，可表示它的特徵。電力裝置（主要是高壓裝置）的特徵，除了上述外，還有它對於短路電流的穩定性。

控制裝置的選擇，根據計算數據與額定數據的比較來進行。

裝置的額定電流應當等於或大於計算電流，即

$$I_{\text{額定}} \geq I_{\text{計算}}$$

爲了選擇繼電器，有決定意義的是接點的容許電流。

裝置的額定電壓（表示裝置絕緣），應當等於或大於所連接的電氣回路的實效電壓，即

$$U_{\text{額定}} \geq U_{\text{實效}}$$

按照額定數據所選擇的裝置，必要時用短路電流的作用校驗。

2. 控制裝置的符號和繪製電氣接線圖的原則

在電力傳動控制接線系統中，一般的可以分爲：

- 1) 聯接電氣設備和保證導電能至電動機導線的主電流回路；
- 2) 由執行部分（接觸器線捲等）和管理部分（按鈕等），以及聯接它們的導線所組成的控制回路；
- 3) 閉鎖回路，用以保證控制裝置與機器間的必要的閉鎖；
- 4) 由接線系統中的信號儀表、繼電器和控制儀表狀態的接點所組成的信號回路。

閉鎖回路和信號回路，一般只是在複雜的系統中才單獨分出來。

各個裝置以及它們之間的聯系，根據接線系統的用途，有種種的繪製方法，大致分為安裝圖、原理圖和展開圖。

安裝圖(圖 2, a)是在安裝電氣設備時用的，因此，接線系統中所有原件都按照一定比例和一定位置繪製，須正確地與安裝時它們所佔的空間位置相對應着。用帶聯接導線接點的裝置外形和固定裝置的加緊零件來表示裝置(這對於加緊螺釘孔、螺絲孔等等的劃線是必要的)。

原理圖(圖 2, b)是研究各種過程相互間的聯系以及應有的順序，這種圖以控制系統表示。圖中各個元件在構造上都繪成單一個的(多股導線和多心電纜例外，股和心線都是分別單獨繪製)，無比例，也不必保持一定外形，接點、線捲等用各種符號的方法簡單繪製。聯接各個裝置的導線，在圖上就用線表示，不必保持一定的尺寸和距離。原理圖很複雜，用它研究接線系統作用的順序是很困難的。

因此，這種情況使我們有繪製展開圖的必要，這種圖非常簡單，看起來可以一目了然。位置是繪製展開圖的基礎，為了研究電力傳動的控制、閉鎖和信號的系統，沒有必要保持裝置在構造上的單一性，尤其是以符號表示它們時，各個元件間機械的、電磁的等等聯系常常是不表示出來。展開圖可以最明顯地表示控制系統各環節間的電氣聯系，很顯然看展開圖時，對於裝置的構造、裝置各部分間非電氣的(例如機械的、電磁的、感應的)聯系，都必須有很清晰的概念，因為很少在展開圖上表示出機械的或電磁的聯系。

展開圖由一些並聯回路構成，在這些回路中，各種裝置的接點、線捲等，都是用符號表示，在構造上不保持單一性，結果可能某一儀表(例如繼電器)的線捲在一個並聯回路中，而該儀表的接點則在第二或第三並聯回路中。

繪製展開圖所用的主要符號列入下表

為了便於利用圖，所有裝置以及其各個元件都有統一的字母符號。

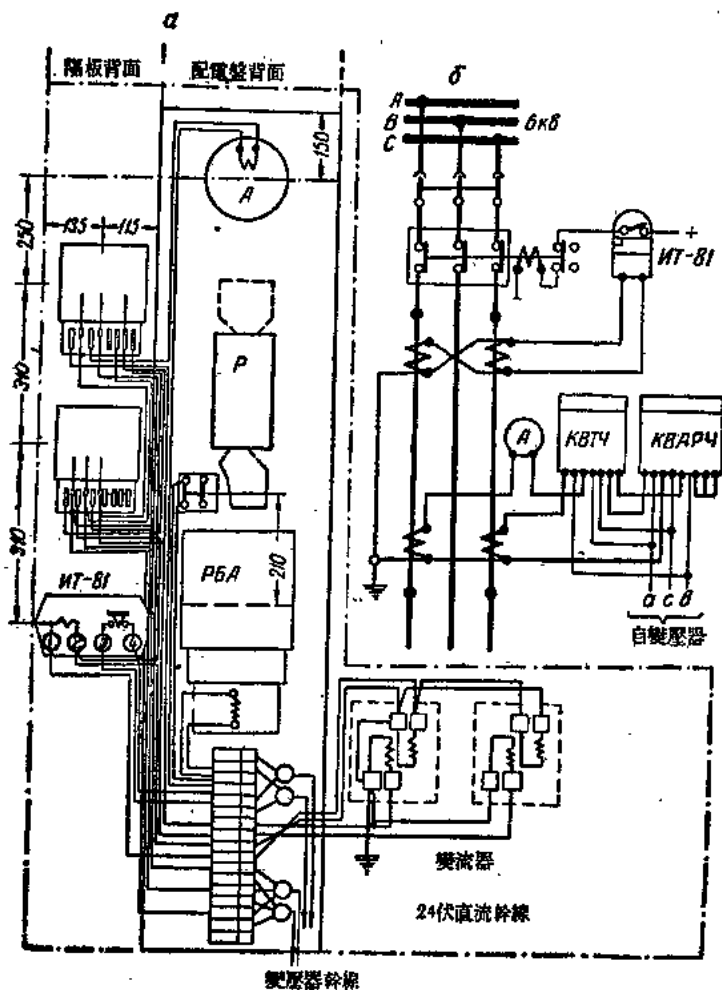


圖 3 電氣接線圖
a—安裝圖；б—原理圖。

電氣接線圖的符號

順序	符 號		元 件 名 稱
	橫 的	豎 的	
1			繼電器並聯線捲
2			繼電器串聯線捲
3			時間繼電器線捲
4			接觸器主接點，平時開啓着
5			接觸器主接點，平時閉合着
6			繼電器接點，或者接觸器閉鎖接點，平時開啓着
7			繼電器接點，或者接觸器閉鎖接點，平時閉合着
8			帶有時限開啓的時間繼電器，平時開啓的接點
9			帶有時限閉合的時間繼電器，平時開啓的接點
10			帶有時限閉合的時間繼電器，平時閉合的接點
11			帶有時限閉合的時間繼電器，平時閉合的接點
12			無自動返回之電流繼電器，平時開啓的接點
13			無自動返回之電流繼電器，平時閉合的接點
14			接觸器線捲

順序	符 號		元 件 名 稱
	橫 的	豎 的	
15			熱動繼電器加熱元件
16			行程或終點開關，平時開啓的接點
17			行程或終點開關，平時閉合的接點
18			自動返回平時開啓的按鈕
19			自動返回平時閉合的按鈕
20			控制回路用控制器，平時開啓的接點
21			控制回路用控制器，平時閉合的接點
22			油開關平時開啓的主接點
23			並聯調整器
24			有效電阻
25			無功電阻
26			圖中導線的交叉(相互間不聯接)
27			在電氣上聯接的交叉導線

最常用的字母符號如下：

接觸器.....	K
起動、停止按鈕.....	Π, C
過電流繼電器.....	PM
熱動繼電器.....	PT
時間繼電器.....	PB
過波繼電器.....	PI
控制回路用控制器.....	KK
信號燈.....	AC
其他.....	

左側的數字表示順序號(當圖中有數個同一類的裝置時)。右側數字有時用以編排同一裝置的各種接點號數。

例如：符號 2PI3 數字，是表示第二中間繼電器的第三個接點。

圖中所有元件，都是表示在未激磁(無電流)的狀態下，也就是在線捲中沒有電流通過時。如對控制回路用控制器來說，當它們在零位狀態時，算做正常狀態。

繼電器和接觸器的接點，可能是平時開啓的——HO，可能是平時閉合的——H3。當儀表在未通有電流狀態下開啓的接點，叫做平時開啓的接點。當儀表未通有電流狀態下閉合的接點，叫做平時閉合的接點。

時間繼電器的接點可能有四種型式：帶有時限閉合的平時開啓的接點、帶有時限開啓的平時開啓的接點、帶有時限閉合的平時閉合的接點、帶有時限開啓的平時閉合的接點。

電磁體、接點等之間的機械聯系，有時以虛線表示。

系統中的聯接點，盡可能最少。一個裝置的所有接點，在可能範圍內與控制電源一相聯接。

3. 自動和遠距離控制用執行裝置

接觸器、磁力起動器、帶有時限的接觸器、帶有傳動裝置的油開關、制動電磁鐵等，是選煤廠用主要的自動和遠距離控制的

執行裝置。

帶有大容量的主接點和用電磁鐵帶動的消弧裝置的空氣開關叫做接觸器。接觸器按照主接點數量和正常的狀態分類，有單極的(例如一對主接點)和多極的(例如三相電流用三極的)。主接點可能是平時開啓的或者平時閉合的，每一接觸器，按規矩都裝有閉鎖接點，也是有平時開啓的或者平時閉合的。閉鎖接點一般是兩個或四個，實際上交流和直流接觸器的構造是有區別的。

直流接觸器如圖3所示，接觸器由以下各部分組成：帶有消火花線捲3的不動接點2，與銜鐵8一起圍繞着軸5旋轉的動接點4和帶有鐵心的線捲7。接觸器安裝在由絕緣材料做成的電盤1上，端點10和11用爲引入和引出電流。

向磁鐵線捲7引入電流時，銜鐵8被吸引而圍繞着軸5旋轉，使動接點向不動接點移動。由於有第二個旋轉軸13，動接點依附於不動接點上滑動而壓縮彈簧12。

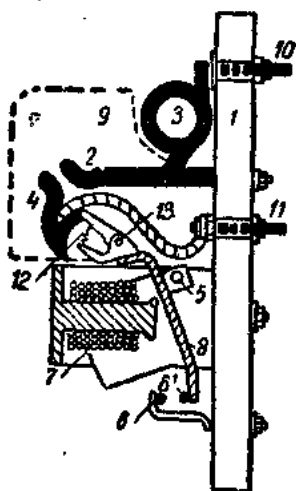


圖3 直流接觸器

1—電盤；2—不動接點；3—消火花線捲；4—動接點；5—軸；6—閉鎖接點；7—線捲；8—銜鐵；9—消火花箱；10和11—端點；12—彈簧；13—旋轉軸。

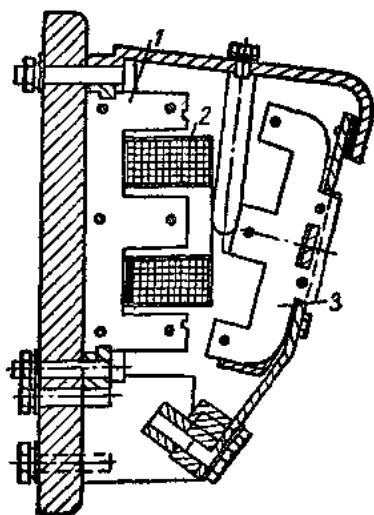


圖4 交流接觸器磁鐵

接點閉合和開啓時，它們的上部先接觸；當完全閉合以後，則下部接觸，結果在接點滑動時，就自動地把接點上的氧化物等清除。另一方面，伴隨接點的開啓而產生的電弧以及電弧的斷開，均發生在接點的上部，而該部在正常工作時，並不接觸。

用斷開線捲 7 的回路方法進行開啓接點，電磁鐵無吸引力時，動接點在其自充作用下旋轉而開啓接點。接觸器是按着 2500 安培以下的電流製造的，接觸器線捲是按着由 48—440 伏範圍內的標準電壓製造的。

交流接觸器磁鐵的構造與直流接觸器不同，交流接觸器磁鐵是由以下各部分構成(圖 4)：帶有 E 型鐵心 1 的線捲 2 和 3 型銜鐵 3。鐵心和銜鐵是由電工鐵片作成，鐵心與銜鐵間的空隙比較大，線捲的吸引力與空隙關係不大，可是線捲內的電流與空隙有很大關係，鐵心和銜鐵間的空隙越大，線捲和繼電器的感抗越小，而線捲內的電流越大。所以閉合開始的電流比維持磁鐵在閉合狀態所需的電流大 40—50 倍。在鐵心被吸引的狀態下，使鐵心與銜鐵間的空隙間隙最小，是非常重要的，不然的話，接觸器的線捲就將發熱。

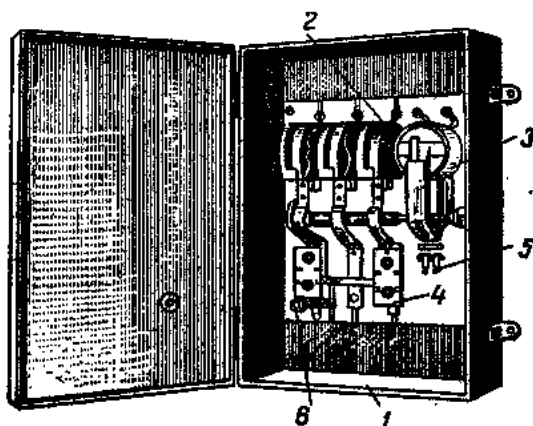


圖 5 磁力起動器

1—外殼；2—主接點；3—線捲；4—熱動繼電器；5—閉鎖接點；6—熱動繼電器接點返回用按鈕。