



## 第四章 機床的電力設備<sup>①</sup>

### 電力驅動裝置型式的選擇

**電動機型式和調速系統的選擇** 多里沃-多布羅沃利斯基 (1889~1890 年) 所發明的鼠籠式三相異步電動機, 由於其構造簡單, 運轉可靠, 以及良好的運用和動力指標, 因而被廣泛地用作機床的驅動裝置。這種電動機, 除需要寬大的及平滑的調速和對於起動制動特性有特殊要求外, 在任何場合下均可採用。

直流分激電動機要比異步 (鼠籠式) 電動機複雜, 昂貴和沉重得多; 這種電動機僅適用於需要寬大的和平滑的調速的場合。

在機床的驅動方面, 直流串激電動機和交流分激三相整流子電動機尚得到少許的應用。

機床上所採用電動機的主要特性列於表 1 內。

直流分激電動機可以由改變: a) 激磁磁通; b) 所加電壓; b) 電樞電路的電阻, 來調節其速度。

實際上所採用的為前邊兩種方法。機床上所採用的調速系統的主要特性列於表 2 內。

**按安裝方法選擇電機的結構型式** 根據 ГОСТ 2479-44, 在表 3 內列出機床上通常所採用的安裝型式及其符號。

**按對外界有害影響的防護方法選擇電動機的結構型式** 多數機床的驅動均可採用普通防護式電動機或防滴式電動機。磨床和產生金屬粉末的生鐵鑄件加工機床, 則需採用封閉式, 甚或採用被覆繞組<sup>②</sup>電動機。

**按照轉速選擇電動機** 應力求電動機軸與工作機構彼此直接連接。然而在多數情況下, 電動機軸與工作機構之間需要裝設減速器。在此條件下, 電動機的轉速應這樣選擇: 使電動機與減速器的聯動機構具有最小的外形尺寸和最低的費用。一般說來, 容量小的時候, 宜選擇轉速高 (1500 和 3000 轉/分) 的電動機和傳動比大的減速器; 而容量大時, 則宜選用低速電動機和傳動比小的減速器。因為減速器的外形尺寸和製造費用隨

驅動裝置容量的增大而激增。

機床上有些機構普遍應用了電磁離合器, 代替了人力操作和電磁鐵控制的摩擦離合器及爪形離合器。小型龍門鉋床工作台的驅動, 多採用單盤電磁離合器。多盤電磁離合器 (圖 1) 具有比單盤電磁離合器較小的

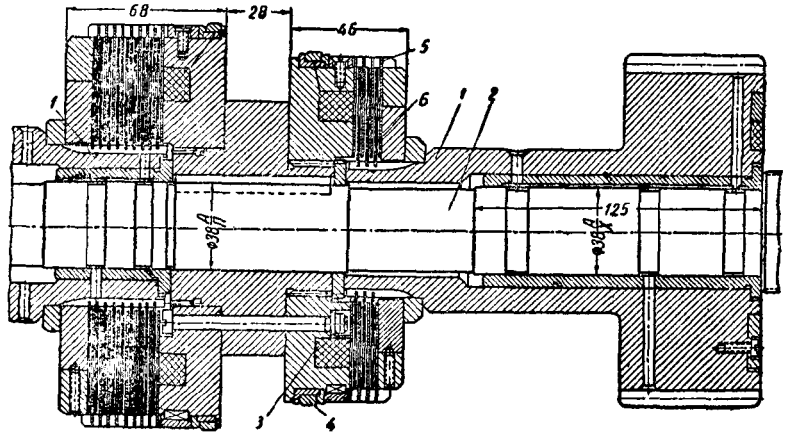


圖 1 可反向的多盤電磁離合器:

1—主動部分; 2—從動軸; 3—磁化線圈; 4—導電環; 5—主動盤; 6—從動盤。

外形尺寸。這類離合器的特徵就是如圖 2 和 3 所示的定形的鋼盤。

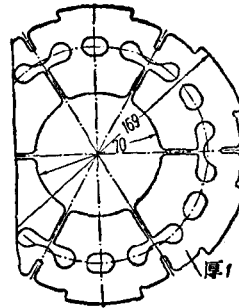


圖 2。

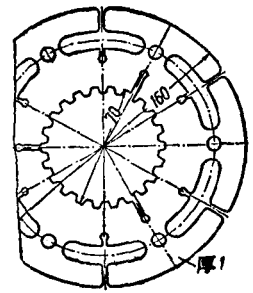


圖 3。

① 參閱第八卷第一章‘機器的電力驅動裝置’。

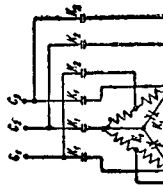
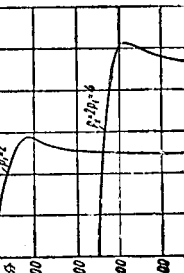
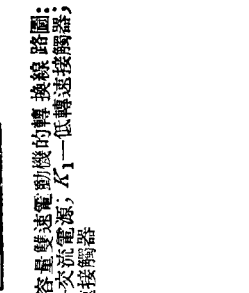
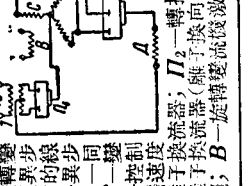
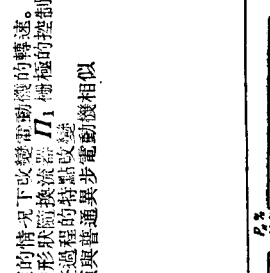
② 即在繞組伸出部分塗有特殊的軟膏。——譯者

表 1 金屬切削機床所用電動機的特性

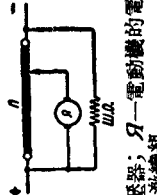
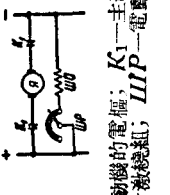
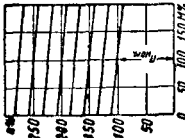
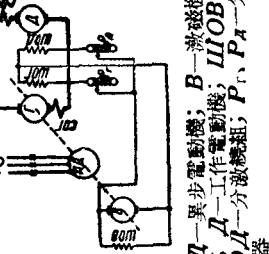
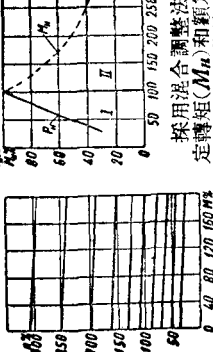
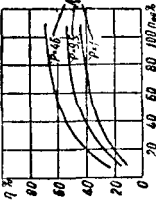
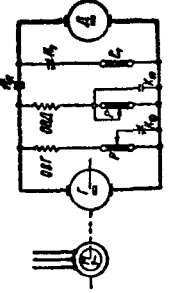
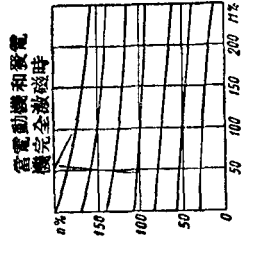
電動機型式	應用範圍	起動方法	制動方法	機械特性	容量及效率
鼠籠式交流三相異步電動機	專門化機床和萬能機床(小型及中型)的驅動。單位時間內開動次數很多由短時間工作能運轉的輔助驅動。採用轉子有高電阻的電動機。	當供電線路的容量充足時,可直接接入全電壓。當必須減小起動電流時,採用自耦變壓器起動,或於定子電路內加電阻的起動。	採用零速繼電器的反接制動法。電流的供給定於機械制動法的能耗制動法。		
直流分激電動機(分激電動機)	專型機床的主驅動。需要有大電阻的調速的進給的驅動。	容量在 1 仟瓦以下直接接於全電壓。容量大於 1 仟瓦,則經過可切除的電阻(電阻器)來起動。	能耗制動將電動機的電機從電源斷開而接於制動電阻上。		
直流串激電動機(串激電動機)	需要平滑調速(調速範圍 6~8)的機床驅動。僅可與串激發電機合在一起使用。	接於發電機的直接起動。	能耗制動。		實際應用的容量限於 5~7 仟瓦以內。
交流三相激磁流子電動機	需要平滑調速(調速範圍 2~3)的機床驅動。	用靜置電刷法在線路全壓下起動。			容量極限無限制。

曲線圖附註: 1—轉子有高電阻的電動機的特性曲線; 2—轉子結構普通的電動機的特性曲線; R<sub>0</sub>—變阻器的電阻。

表 2 機床所用的調速系統

調 整 方 法	應用範圍	原 理 圖	機 械 特 性	容量、調整範圍和效率
<p>改變單極式三相異步電動機的極對數                      恆定額定容量的雙速電動機極對數                      電動機應用最廣三速和四速電動機，無論極對數或單極組，都有恆定額定容量和恆定額定轉矩者</p>	<p>小型和中型                      萬能機床的主                      驅動給動</p>	 <p>恆定額定容量雙速電動機的轉換線路圖：  <math>C_1, C_2, C_3</math>—交流電源；<math>K_1</math>—低轉速接觸器；<math>K_2</math>—高轉速接觸器</p>	 <p>恆定額定容量雙速電動機，<math>P</math>—極對數</p> <p>恆定額定轉矩三速電動機，<math>P</math>—極對數</p>	<p>機床上實際所採用的為容量在 20~25 仟瓦以內的電動機。雙速電動機的轉速比多為 1:2，少數也有為 1:1.5；1:4 和 1:6 者。三速電動機的轉速比大都為 1:2.4 或 1:1.5:3。四速電動機的轉速比大為 1:1.5:2:3。這些電動機的效率均比標準單速電動機稍低，外形尺寸和重量則較大，特別是雙極組的結構</p>
<p>以額供給異步電動機可從 (KOSTEN-KO) 系統的材料發給電流管) 或磁流管) 所製成的變流管(同電機)的線路</p>	<p>由於線路複雜，此線路未能得到廣泛採用</p>	 <p>由同型旋轉異步電動機向變頻異步電動機換線的線路圖：  <math>M</math>—異步電動機；<math>C</math>—控制電壓；<math>T</math>—變頻器；<math>\Pi_1</math>—變頻器；<math>\Pi_2</math>—變頻器；<math>\Pi_3</math>—變頻器；<math>\Pi_4</math>—變頻器；<math>\Pi_5</math>—變頻器；<math>\Pi_6</math>—變頻器；<math>\Pi_7</math>—變頻器；<math>\Pi_8</math>—變頻器；<math>\Pi_9</math>—變頻器；<math>\Pi_{10}</math>—變頻器；<math>\Pi_{11}</math>—變頻器；<math>\Pi_{12}</math>—變頻器；<math>\Pi_{13}</math>—變頻器；<math>\Pi_{14}</math>—變頻器；<math>\Pi_{15}</math>—變頻器；<math>\Pi_{16}</math>—變頻器；<math>\Pi_{17}</math>—變頻器；<math>\Pi_{18}</math>—變頻器；<math>\Pi_{19}</math>—變頻器；<math>\Pi_{20}</math>—變頻器；<math>\Pi_{21}</math>—變頻器；<math>\Pi_{22}</math>—變頻器；<math>\Pi_{23}</math>—變頻器；<math>\Pi_{24}</math>—變頻器；<math>\Pi_{25}</math>—變頻器；<math>\Pi_{26}</math>—變頻器；<math>\Pi_{27}</math>—變頻器；<math>\Pi_{28}</math>—變頻器；<math>\Pi_{29}</math>—變頻器；<math>\Pi_{30}</math>—變頻器；<math>\Pi_{31}</math>—變頻器；<math>\Pi_{32}</math>—變頻器；<math>\Pi_{33}</math>—變頻器；<math>\Pi_{34}</math>—變頻器；<math>\Pi_{35}</math>—變頻器；<math>\Pi_{36}</math>—變頻器；<math>\Pi_{37}</math>—變頻器；<math>\Pi_{38}</math>—變頻器；<math>\Pi_{39}</math>—變頻器；<math>\Pi_{40}</math>—變頻器；<math>\Pi_{41}</math>—變頻器；<math>\Pi_{42}</math>—變頻器；<math>\Pi_{43}</math>—變頻器；<math>\Pi_{44}</math>—變頻器；<math>\Pi_{45}</math>—變頻器；<math>\Pi_{46}</math>—變頻器；<math>\Pi_{47}</math>—變頻器；<math>\Pi_{48}</math>—變頻器；<math>\Pi_{49}</math>—變頻器；<math>\Pi_{50}</math>—變頻器；<math>\Pi_{51}</math>—變頻器；<math>\Pi_{52}</math>—變頻器；<math>\Pi_{53}</math>—變頻器；<math>\Pi_{54}</math>—變頻器；<math>\Pi_{55}</math>—變頻器；<math>\Pi_{56}</math>—變頻器；<math>\Pi_{57}</math>—變頻器；<math>\Pi_{58}</math>—變頻器；<math>\Pi_{59}</math>—變頻器；<math>\Pi_{60}</math>—變頻器；<math>\Pi_{61}</math>—變頻器；<math>\Pi_{62}</math>—變頻器；<math>\Pi_{63}</math>—變頻器；<math>\Pi_{64}</math>—變頻器；<math>\Pi_{65}</math>—變頻器；<math>\Pi_{66}</math>—變頻器；<math>\Pi_{67}</math>—變頻器；<math>\Pi_{68}</math>—變頻器；<math>\Pi_{69}</math>—變頻器；<math>\Pi_{70}</math>—變頻器；<math>\Pi_{71}</math>—變頻器；<math>\Pi_{72}</math>—變頻器；<math>\Pi_{73}</math>—變頻器；<math>\Pi_{74}</math>—變頻器；<math>\Pi_{75}</math>—變頻器；<math>\Pi_{76}</math>—變頻器；<math>\Pi_{77}</math>—變頻器；<math>\Pi_{78}</math>—變頻器；<math>\Pi_{79}</math>—變頻器；<math>\Pi_{80}</math>—變頻器；<math>\Pi_{81}</math>—變頻器；<math>\Pi_{82}</math>—變頻器；<math>\Pi_{83}</math>—變頻器；<math>\Pi_{84}</math>—變頻器；<math>\Pi_{85}</math>—變頻器；<math>\Pi_{86}</math>—變頻器；<math>\Pi_{87}</math>—變頻器；<math>\Pi_{88}</math>—變頻器；<math>\Pi_{89}</math>—變頻器；<math>\Pi_{90}</math>—變頻器；<math>\Pi_{91}</math>—變頻器；<math>\Pi_{92}</math>—變頻器；<math>\Pi_{93}</math>—變頻器；<math>\Pi_{94}</math>—變頻器；<math>\Pi_{95}</math>—變頻器；<math>\Pi_{96}</math>—變頻器；<math>\Pi_{97}</math>—變頻器；<math>\Pi_{98}</math>—變頻器；<math>\Pi_{99}</math>—變頻器；<math>\Pi_{100}</math>—變頻器</p>	<p>在恆定額定轉矩的情況下改變電動機的轉速。機械特性曲線的形狀隨換流器 <math>\Pi_1</math> 極極的控制方法而定且隨調整過程的特性改變</p> <p>最大(停轉)力矩與普通異步電動機相似</p>	<p>異步電動機由同型旋轉異步電動機，其容量和 <math>\cos\phi</math> 要比由同步發電機變流時減少 5~10% (根據 ВЭИ 的資料)。電動機極限容量僅受換流器容量的限制</p>
<p>直流分數電動機當由串聯改為倍，轉數增加一倍。對於重動機床串-並聯兩台電動機是遠</p>	<p>此法適用於有直流通源為調整範圍為 6~8 的情況</p>	 <p><math>Я_1, Я_2</math>—此系統的電極繞組；<math>\Pi_{10}</math>—並聯繞組；<math>K_1</math>—主線路接觸器；<math>K_2</math>—轉換接觸器</p>	 <p>恆定額定轉矩雙速電動機，<math>P</math>—極對數</p> <p>恆定額定轉矩三速電動機，<math>P</math>—極對數</p>	<p>功率在 15~20 仟瓦以內，適宜應用一台雙極繞組電動機。功率更大時，由於起動設備複雜，最好改用電壓調整系統。把分數調整系統在內，總調查範圍可達 6~8</p> <p><math>\eta_{min} = 0.67 \eta_n</math>，其中 <math>\eta_n</math>—額定速度下的效率</p>

(續)

調 整 方 法	應 用 範 圍	原 理 圖	機 械 特 性	容 量、調 整 範 圍 和 效 率
<p>以改變串聯和並聯電阻來調整直流電流的分壓器法</p>	<p>可用於間歇運轉的小容量電動機(同軸輪的校正、驅動及其他等)</p>	 <p>Π—分壓器; Я—電動機的電樞; ШО—分激繞組</p>	<p>機械特性曲線的斜度應串聯的和並聯的電阻值而定。機械特性曲線位於電動機的自然特性曲線裏加入變阻器的特性曲線之間速度調整中額定轉矩保持不變</p>	<p>由於損耗甚大此法僅適用於小容量(0.2千瓦以內)電動機。調整範圍與負載特性有關可達8~10</p>
<p>改變磁通電流和磁通的直流電動機分路調整法。從基本速度開始,在進行調整,額定容量保持不變</p>	<p>重型的機床的主驅動。其他需要平滑滑速的驅動</p>	 <p>Я—電動機的電樞; К1—主線路接觸器; ШО—分激繞組, ШП—電動機調速器</p>		<p>容量極限無限制。對於標準結構的電樞,其調整範圍為3,對於特殊結構者為4~6。電動機的外形尺寸和重量按額定轉速而定</p>
<p>改變所加直流電壓的調整法。電動機由單電源的電壓調整。對於主驅動,當電壓可在很寬的範圍內調整。調整法。在這種情況下,可用發轉速小的磁通調整器。在額定值時,可用電動機的分激繞組於額定值使轉速大於額定值</p>	<p>重型的機床的主驅動。需要調速的驅動和逆轉的驅動</p>	 <p>АД—異步電動機; В—激磁機; Г—發電機; Д—工作電動機; ШОВ, ШОГ, ШОД—分激繞組; Р, РА—分激繞組的調整器</p>	 <p>採用混合調整法時,額定轉矩(<math>M_n</math>)和額定容量(<math>P_n</math>)的變化曲線; Г—調整發電電機; Д—調整電機</p>	 <p>容量極限無限制。調整範圍為6~8;用混合調整法時可達15~20</p>
<p>用自激發電機(無激磁機)的改變電壓的調整法</p>	<p>需要平滑調速的中小容量驅動裝置</p>	 <p>М—異步發電機; Г—發電機; Д—工作電動機; ОБГ, ОБД—激磁繞組</p>	 <p>電壓調整範圍和發電機完全激磁時</p>	<p>容量極限無限制。最好限制為8~10千瓦。調整範圍為6~8。效率與調整電壓的一般系統相同</p>

(續)

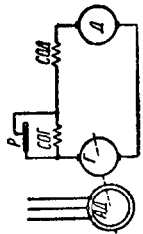
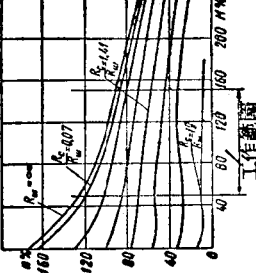
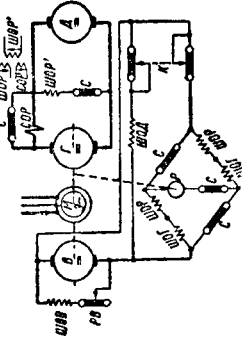
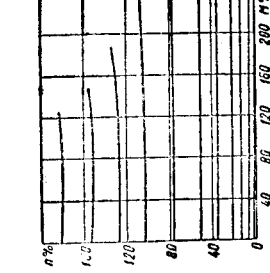
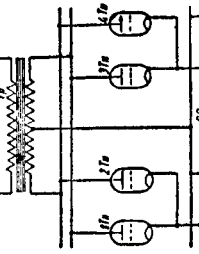
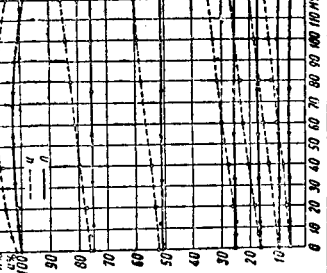
調整方法	應用範圍	原理圖	機械特性	容量、調整範圍和效率
用串激電動機和發電機改變電壓的調整法	需要平滑調速的中小容量電動裝置。主要用在磨床應用	 <p>AL—異步電動機；Γ—發電機；Д—工作電動機；COA—數磁繞組；P—調整變阻器</p>	 <p><math>R_c</math>—串聯繞組的電阻；<math>k_{\omega}</math>—變阻器的電阻。</p>	由於調整變阻器外形尺寸和損耗的增加，容量最高種型為5~7仟瓦。調整範圍為0~8。此系統的效率與調整電壓的一般系統相同
用輔助發電機(穩定器)改變電壓的調整法	需要電大和平滑調速的主驅動與送給驅動	 <p>M—異步電動機；Γ—發電機；Д—工作電動機；B—數磁機；P—輔助發電機；C—電阻；ШOB、ШOP、ШOP、ШOD、COP—數磁繞組；K—調整變阻器</p>		容量極限無限制。調整範圍可達100~120，改變電壓的調整範圍為40~50，改變變速的調整範圍為2~3。當電壓調速的轉速最低時，須有強制通風。效率與調整電壓的一般系統相同
藉助變壓器離子整流器(前流管)來調整直流量電動機的速度	需要電大和平滑調速的小容量。首先是送給的驅動。需自動調速	 <p>1T<sub>1</sub>、2T<sub>1</sub>—電樞電路開流管；3T<sub>1</sub>、4T<sub>1</sub>—磁路開流管；Д—工作電動機；TP—極變壓器；K—接觸器</p>	 <p><math>U</math>—電樞電壓 <math>\Pi</math>—電動機速度</p>	容量極限無限制，然而在機械製法方面，容量最高種型是有限制的。對於三相線路為3~4仟瓦，用電子管控制時，路可達10仟瓦，用電子管控制時，調整範圍可達80~100。效率值要比有電壓調整變阻器的略高

表 3

符號	簡圖	安裝型式
B4		裝設在機體內部的結構
III2		有底腳的標準結構，裝設於水平面上
III5		有底腳的標準結構，裝設於垂直面上。軸為水平佈置
φ2		軸一側的端蓋為凸緣式結構。軸為水平佈置
B3		軸一側的端蓋為凸緣式結構。軸為垂直佈置
B5		有底腳的標準結構，軸為垂直佈置，裝設於垂直面上

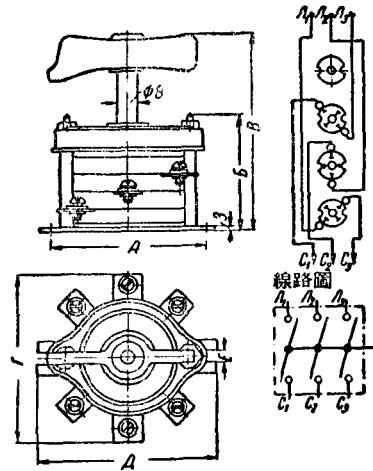


圖 5 盒式三極轉換開關。

鼓形轉換開關 這種開關用以控制異步電動機和作為電磁吸盤的轉換開關。表 5 內及圖 6~11 所示為常採用的鼓形轉換開關。

機床的電器

三極刀形開關(圖 4) 這種開關作為引入開關之用，必須裝入控制箱內。

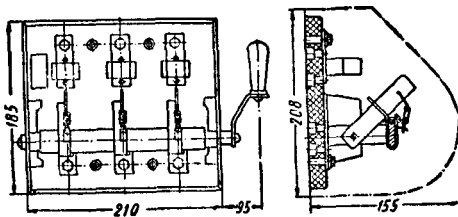


圖 4 100安三極刀形開關。

盒式轉換開關 這種開關用作引入開關，控制電路的轉換開關，以及控制每小時起動次數不多的電動機。圖 5 和表 4 內所示為盒式轉換開關的技術數據及其外形尺寸。

表 4

轉換開關型式	極數	下列電壓的容許電流(安培)			鼠籠式異步電動機的容量(仟瓦)	外形尺寸(公厘)					
		220伏特	380和500伏特			A	B	B	Γ	Δ	E
БП-10	3	10	6	—	52	47	85	62	63	4.5	
БП-25	3	25	15	3	91	66	114	95	104	7	
БП-60	3	60	35	5	91	97	144	96	104	8	

表 5 鼓形轉換開關的結構和用途

型式	結構	用途
БП-131	三極，不反向，有三個轉換位置；有盒	控制不反向電動機
БП-431	同上，但無盒	—
БП-132	同上，可反向，有盒	控制反向電動機
БП-432	同上，但無盒	—
БП-451	有三個轉換位置：750—0—1500 轉/分或 1500—0—3000 轉/分；無盒	控制變速電動機
БП-452	有三個位置；去磁—0—接合；無盒	電磁吸盤用

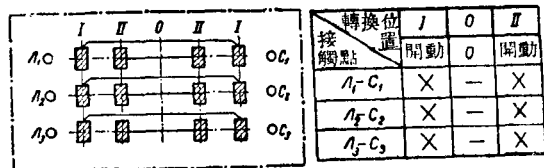


圖 6 БП-131和БП-431 型不反向鼓形轉換開關線路圖。

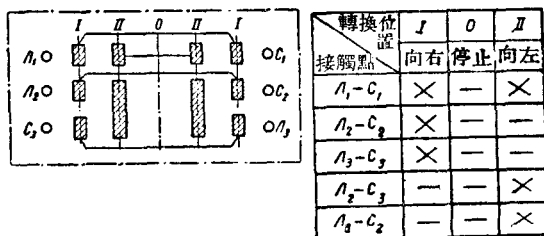


圖 7 БП-132和БП-432 型反向鼓形轉換開關線路圖。

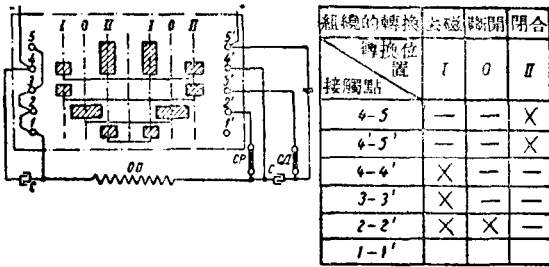


圖8 電磁盤用的 BΠ-452 型鼓形轉換開關線路圖：  
 OΠ—電磁盤繞組；CP—放電電阻；CΔ—附加電阻；C—4 微法，250 伏特的容電器。

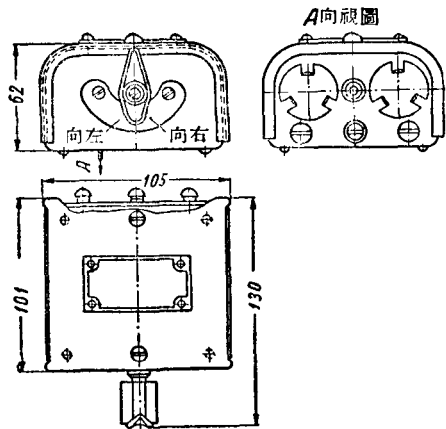


圖10 BΠ-131 和 BΠ-132 型鼓形轉換開關。

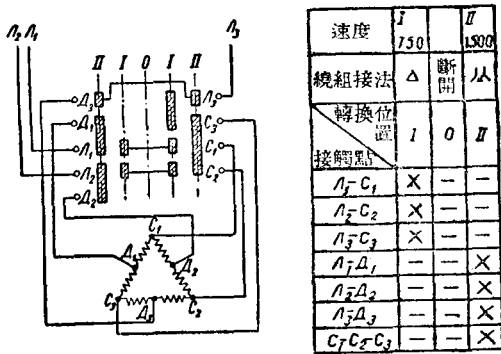


圖9 變速電動機用的 BΠ-451 型鼓形轉換開關線路圖。

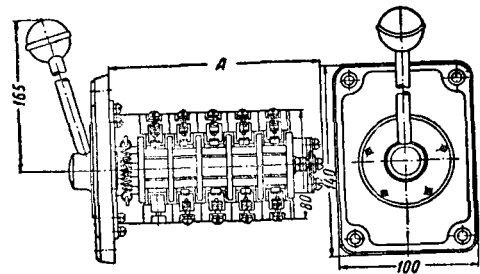


圖11 BΠ-431, BΠ-432, BΠ-451, BΠ-452 型鼓形轉換開關(BΠ-431 和 BΠ-432 的尺寸 A 為 94 公厘, BΠ-451 和 BΠ-452 的尺寸 A 為 134 公厘)。

BΠ-452 型鼓形開關係按用於 250 伏特的直流電壓最大連續電流 10 安培的情況下設計的。其餘各種轉換開關,在 127 伏特電壓下,可用於容量為 1.5 仟瓦的鼠籠式異步電動機;在 220 伏特電壓下,可用於 3 仟

瓦的鼠籠式電動機;及在 500 伏特電壓下,可用於 3.5 仟瓦的鼠籠式電動機。

表 6

起動器型式	特點	有無 熱繼 電器	各種電壓(伏特)下起動器能控制的鼠籠電動機的最大容量(仟瓦)				外形尺寸(公厘)					
			127	220	380	500	無盒(開啟式)			有盒(保護式)		
							高	寬	深	高	寬	深
MΠKO	不反向	有	2	3.5	5	5	126	100	100	210	155	120
MΠKPO	反向	有	2	3.5	5	5	126	205	105	220	290	125
MΠK1	不反向	有	4	7	11	11	165	130	130	295	220	148
MΠKP1	反向	有	4	7	11	11	165	270	135	295	360	148
ΠM-10	不反向	無	1.5	2.5	4	4	150	102	72	190	150	95
ΠM-15	反向	無	1.5	2.5	4	4	150	250	80	103	293	106
ΠM-11	不反向	無	7.5	11	15	18	230	230	120	293	253	170
ΠM-12	不反向	無	10	20.5	29	29	270	290	135	363	347	187
KM-0	不反向	無	—	3	3.5	3.5	162	123	62	186	153	84
KMP-0	反向	無	—	3	3.5	3.5	170	230	62	195	250	84
KM-2	不反向	無	—	11	16.5	18	248	168	114	309	219	146
Π-221	不反向	有	2.5	4	5	5.5	170	110	103	230	152	130
Π-222	不反向	有	2.5	4	5	5.5	190	120	103	230	152	141
Π-322	不反向	有	6	11	15	18	275	230	140	365	275	192
Π-422	不反向	有	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—
Π-522	不反向	有	—	—	—	75	—	—	—	—	—	—
KΓ-32	不反向	無	連續電流 75 安培				290	450	157	不	製	造
KΓ-33	不反向	無	連續電流 150 安培				390	590	217	不	製	造
KΓ-34	不反向	無	連續電流 300 安培				500	590	260	不	製	造



**磁力起動器和接觸器** 磁力起動器是遠距離控制和自動控制電動機的主要操縱裝置。表 6 列出了起動器的主要數據。

圖 12 和表 7 所示為應用最廣的 MПK-0 和 MПK-1 型起動器的外形尺寸。

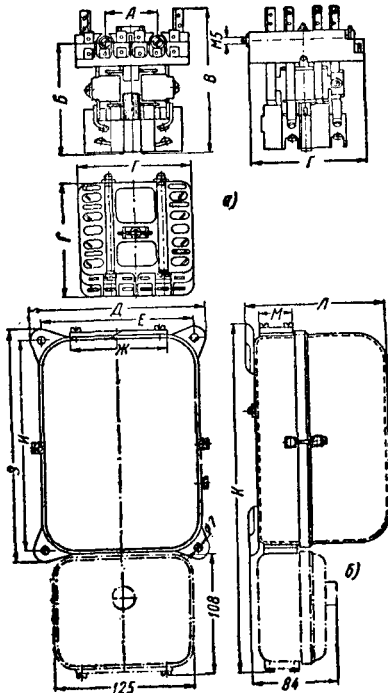


圖 12 MПK-0 和 MПK-1 型磁力起動器: a—無盒; б—有盒。虛線表示熱繼電器的附屬盒。

表 7

起動器型式	外型尺寸(公厘)											
	A	Б	B	Г	Д	E	Ж	З	И	K	Л	M
MПK-0	48	97	126	100	155	135	85	210	190	315	120	30
MПK-1	110	120	165	130	220	200	128	295	270	394	148	40

**中間繼電器** 用來加多線路中的控制動作, 或者用來加強不能直接作用於執行機構的控制動作。

交流電路中採用  $\Theta\Pi$  型中間繼電器, 它的正常閉合和正常斷開的接觸點總合為 2、4 和 6, 而且具有任何的組合形式(圖 13)。

繼電器製有單相交流 12、36、127、220、380 和 500 伏特的各種電壓的線圈, 而且適用於連續運轉狀態和每小時開動 600 次而開動連續係數  $\xi = 60\%$  的重覆-短期運轉狀態。繼電器接觸點所容許的負荷如表 8 所示。

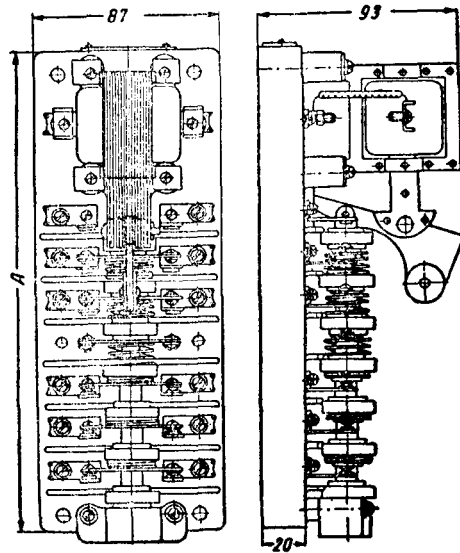


圖 13  $\Theta\Pi$  型中間繼電器 ( $\Theta\Pi$ -41/60, 51, 42, 33, 24, 15, 06 各型繼電器尺寸 A 為 232 公厘;  $\Theta\Pi$ -42/40, 31, 22, 13, 04 各型繼電器為 192 公厘;  $\Theta\Pi$ -43/20, 11, 02 各型繼電器為 151 公厘)。

表 8

負荷性質	下列各種交流電壓(伏特)時的最大電流(安培)			
	127	220	380	500
正常斷開接觸點的分斷電流	10	8	6	4
正常閉合接觸點的分斷電流	6	5	3.5	2
正常分閉和正常閉合接觸點關合時的短時衝擊電流	50	40	30	20
正常分閉和正常閉合接觸點連續容許電流	12	12	12	12

**時間繼電器** 這是在機床自動化的電力驅動電路中, 用作按照時間來控制機床機構的設備, 例如: 當自動起動電動機時, 或當鑽深孔而需要週期地退出鑽頭時, 可作為控制加工工序節奏的繼電器。

表 9 中舉出了機床上實際採用的幾種繼電器。

使用電子繼電器和空氣繼電器較好。茲介紹電子時間繼電器的線路之一的動作情況如下: 如果將控制觸點  $\Delta x$  切斷——電子管的陽極電路中斷, 但由於柵極回路內的整流作用, 容電器  $c_B$  充電, 約到變壓器繞組  $T_p-0-2$  的電壓波峯值, 和柵極形成負電位為止。當控制觸點閉合時, 電子管的陽極電路恢復, 而柵極電路

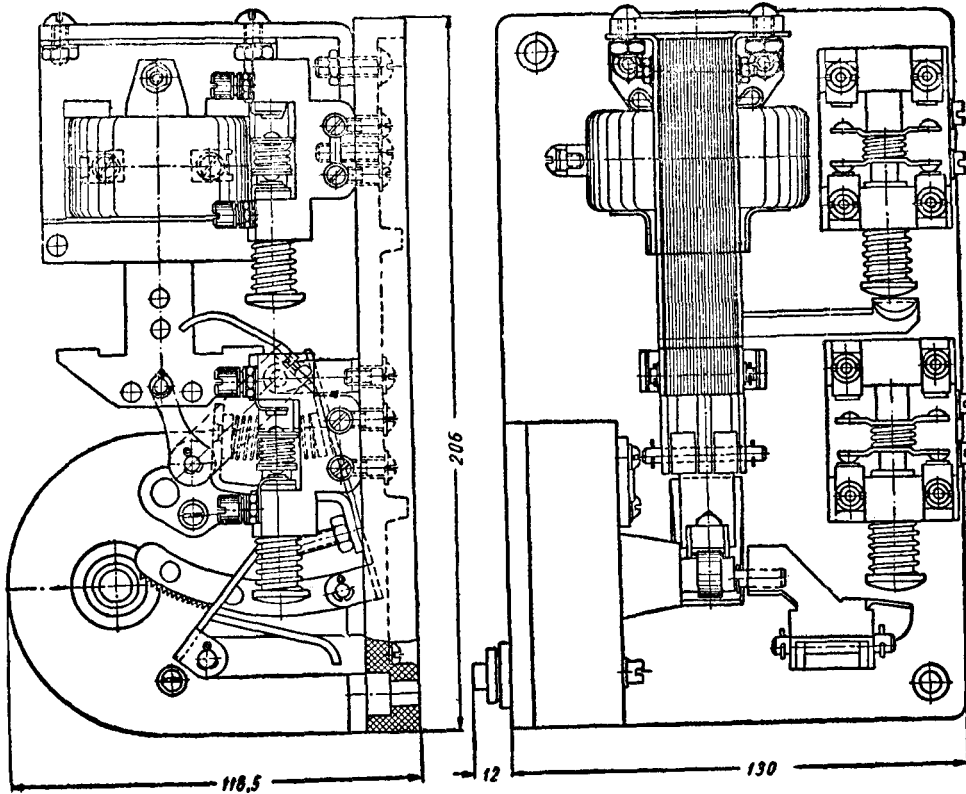


圖14 PBM-2型螺管線圈驅動的擺式時間繼電器。

表 9

繼電器名稱	延時原理	延時(秒)	備註
電磁時間繼電器	繼電器磁系統內磁通的緩慢減小	5以內	切斷線圈延時，適用於直流電路中
電磁鐵驅動的擺式繼電器(圖14)	隨擺動作的掛鉤機構	2~10	除有延時的接觸點外，尚備有瞬時動作的接觸點
電子時間繼電器(圖15)	電子管極極電路內容電器電荷的緩慢減小	180以內	在電壓變動時電源具有穩定運用的特長
電動機時間繼電器	電動機通過變速比很大的減速器來驅動工作機構使之緩慢移動	1800以內	除有延時的觸點外，尚備有瞬時動作接觸點
螺管線圈驅動的空氣式繼電器(圖16)	減緩送往繼電器空氣室去的進氣	0.4~180	在接通或切斷線圈延時時，除有延時的接觸點外，尚備有瞬時動作的接觸點

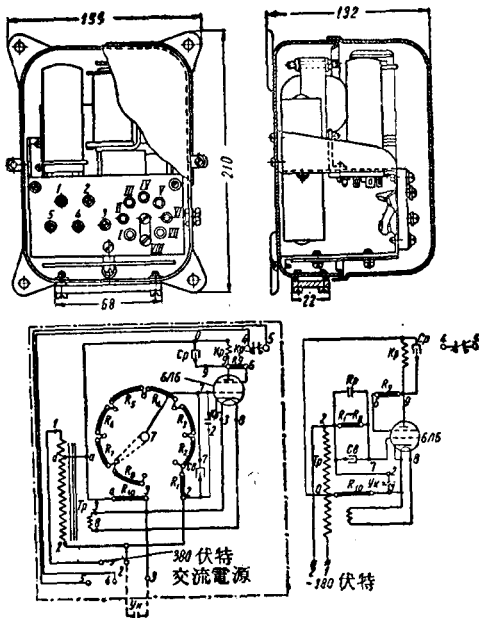


圖15 PBθ型電子時間繼電器。

的饋電被停止。容電器  $C_p$  開始對電阻  $R_1 \sim R_8$  放電。隨着容電器的放電，電子管柵極上的負電位降低——出現陽極電流。當陽極電流達到陽極繼電器  $K_p$  的動作電流值時，陽極繼電器接通，使其接觸點在控制電路中產生相應的作用。

由於容電器放電速度，因而延時可以由改變電阻  $R_1 \sim R_8$  的值而在廣大的範圍內得以調節。

容電器  $C_p$  能緩和陽極電流的脈動和保證控制繼電器  $K_p$  的動作更為平穩。

行程控制器(行程轉換開關或終端轉換開關) 在機床上用得最多的是按照機床工作機構行程(移動)來動作的控制系統。當安裝在工作機構上的制動器作用於行程轉換開關時，線路即起相應的變換，茲舉行程轉換開關應用的例子如下：

1) 在行程(快速推進、工作給進、返回行程及其他)的各種位置上變換機構的速度；

2) 限制機床直線運動的機件的移動(行程限制器)。

行程轉換開關分類如下：

a) 按接觸點閉合的方法分為簡單動作和瞬時動作的轉換開關；

b) 按接觸點機構動作的性質分為自動恢復的和非自動恢復的轉換開關。

當作用於轉換開關的制動器的運動速度甚小時(0.4公尺/分以內)，和為了控制反向起動器，要採用瞬時動作轉換開關；當制動器的運動速度大時，以及作為行程限制器之用時，則採用簡單動作的轉換開關。

當制動器的行程較小時，和為了使轉換達到高度的準確性，須採用推桿行程為0.5~0.7公厘的小型轉換開關。

各轉換開關的技術數據如表10所示。

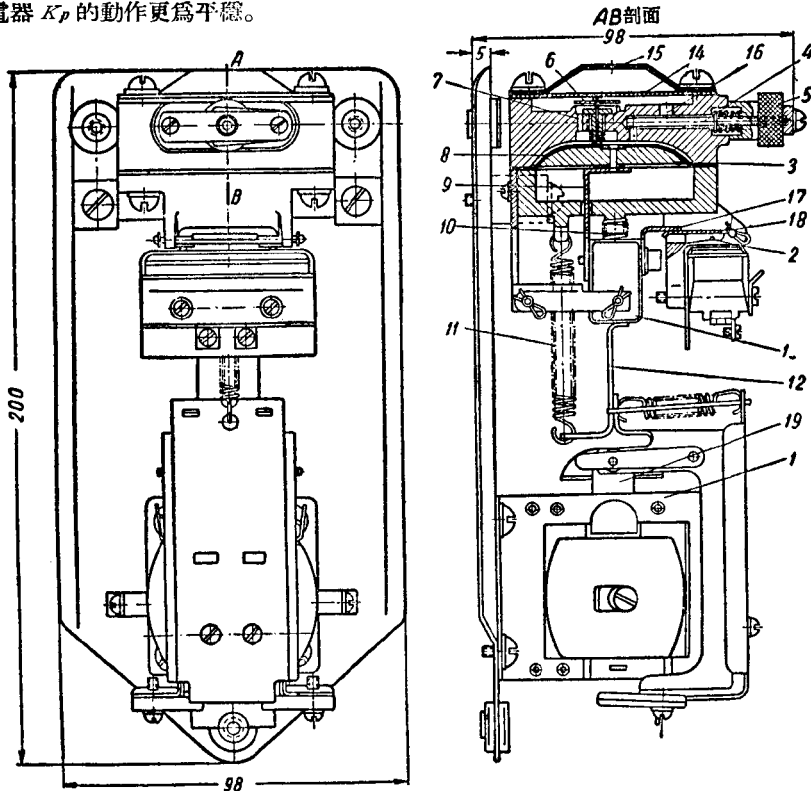


圖16 PBII型螺管線圈驅動的空氣時間繼電器：

- 1—電磁鐵；2—MII-1型小型轉換開關的推桿；3—傘型活塞；4—調整延時的推桿；5—調整螺母；6—閥；7—出氣孔；8—橡皮薄膜；9—活塞桿；10—彈簧；11—回動彈簧；12—支桿；13—制動履；14—呢質濾器；15—蓋上進氣或出氣用的小孔；16—進氣用小孔；17—變換接觸點撞桿；18—頂壓小型轉換開關推桿的槓桿；19—電磁鐵的銜鐵。

表 10

轉換開關型式	接觸點結構	接觸點閉合方法	恢復方法	推桿行程(公厘)或槓桿轉動角度	電壓 380 伏特時接觸點的負荷		
					連續電流(安培)	閉合電流(安培)	切斷容量(伏安)
BK-111 (圖17)	1個正常分閉	簡單動作	自動恢復	13±1.0	6	20	2000
BK-211 (圖18)	1個正常閉合	瞬時動作	自動和非自動恢復	12°	6	20	700
MII-1 (圖20)	1個正常分閉和1個正常閉合(帶共同點)	瞬時動作	自動恢復	0.7	3	5	80

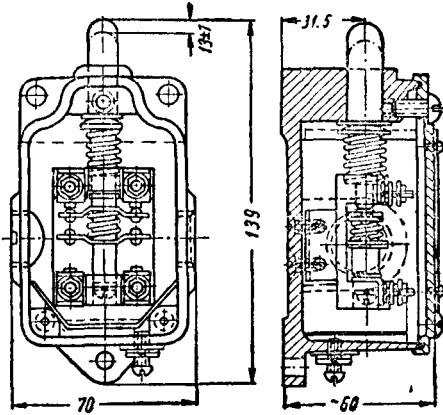


圖17 BK-111型簡單動作的終端轉換開關。

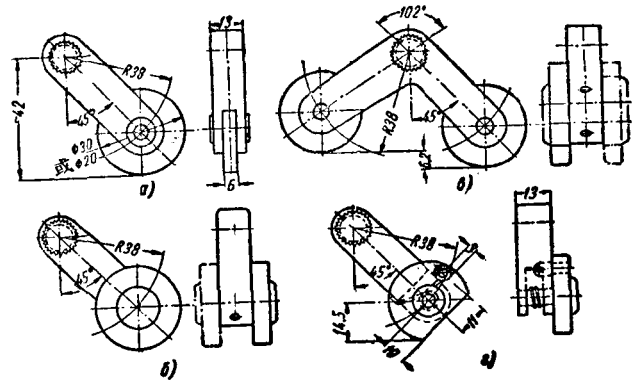


圖19 瞬時動作終端轉換開關控制槓桿的各種結構：  
a、b—適用於從兩方面來的制動器；z—用於有恢復動作的運動；z—適用於從單方面來並通過去的制動器。

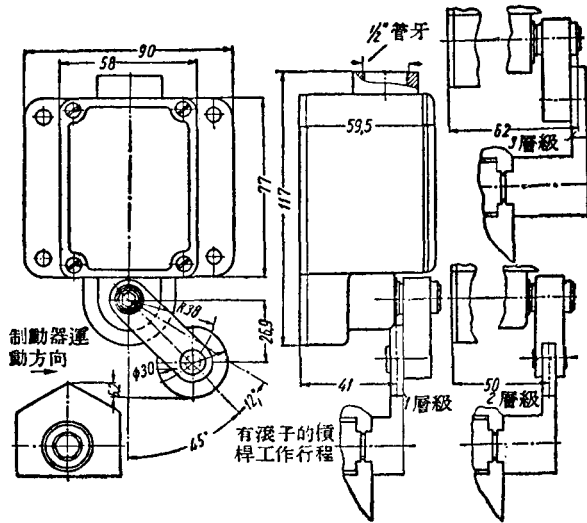


圖18 BK-211型瞬時動作的終端轉換開關。

吸引電磁鐵 廣泛地應用於氣壓、液壓機構的遠距控制和制動裝置中。

交流電磁鐵是標準化的(圖21和表11)。當銜鐵的行程為最大，電源電壓為額定值的85%時，保證有額定的吸引力。吸引力隨行程的長度而改變，在行程末尾達最大值。

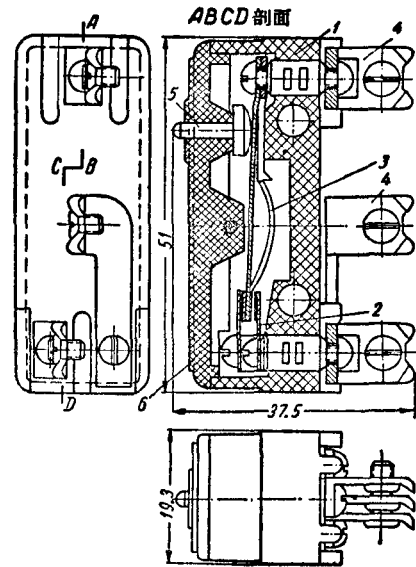


圖20 小型轉換開關：

1—本體；2—固定接觸點；3—活動接觸點；4—接線端；5—推桿；6—蓋。

表 11

電磁鐵型式	額定吸引力 (公斤)	銜鐵額定行程 (公厘)	尺寸 (公厘)												
			a	b	B	z	A	e	Mc	3	u	K	A	M	H
ЭC1-5101	1.5	25	67	55	64	82	5	50	40	10	9	23	5	74	5
ЭC1-5111	3	25	80	60	71	93	7	60	48	14	10	27	5.5	82	7
ЭC1-5121	5	30	106	83	89	117	10.5	71	58	19.5	12	31	6.5	92	10.5
ЭC1-5131	8	30	106	83	89	117	10.5	85	72	19.5	16	44	6.5	100	10.5
ЭC1-5141	15	50	146	108	160	192	12.5	100	84	24	20	50	8.5	120	13
ЭC1-5151	25	30	146	108	160	192	12.5	120	104	24	20	70	8.5	120	13

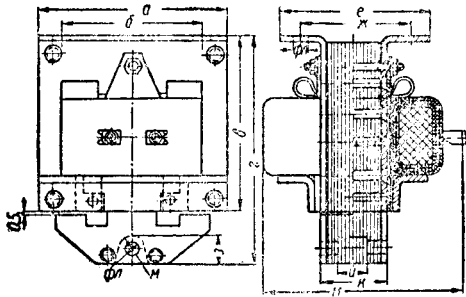


圖21 3C-1系列的電磁鐵(所示為銜鐵被吸入時的情況)。

表12內列出了在各種行程長度的始點,實驗所得

表12 電磁鐵的吸引力

電磁鐵型式	額定吸引力 (公斤)	銜鐵額 定行程 (公厘)	額定電壓下的吸引力(公斤)							當電壓為額定值的85%時的吸引力(公斤)						
			下列行程長度時(公厘)						行程 末端	下列行程長度時(公厘)						行程 末端
			30	25	20	15	10	5		30	25	20	15	10	5	
3C1-5101	1.5	25	—	2.0	3.6	4.2	6.2	8.8	12.5	—	1.5	2.6	3.1	5.2	7.1	10.0
3C1-5111	3	25	—	4.0	5.2	5.8	7.1	8.4	11.5	—	3.0	4.0	4.6	5.2	7.1	9.3
3C1-5121	5	30	7.0	8.0	9.4	10.0	11.2	13.2	19.0	5.0	5.8	7.0	7.5	8.2	9.8	14.4
3C1-5131	8	30	10.1	11.0	11.8	12.5	14.0	16.4	19.0	8.0	8.8	9.4	10.0	11.2	13.0	15.0

式中  $t_p$ ——每一循環中銜鐵被吸入的工作延續時間;  $t_n$ ——電磁鐵的工作循環週期(工作週期+停息週期)。

表13內所列為當各種不同的銜鐵行程和相應於額定吸引力的負荷時,幾種型式電磁鐵從實驗求得的  $P_\theta$ ,  $P_y$ ,  $A_n$  之值和吸合時間。

圖22所示為一種電磁鐵的允許接通次數對各種銜鐵在行程下的接通延續係數的關係。

保護裝置 過電流保護裝置 熱繼電器(圖23)用來防止電動機過載,它的接觸點連接在機床控制電路內。繼電器熱元件則連接在被保護的電動機電力電路內。所有連續運轉狀態的電動機,最好都採用熱繼電器;而短期工作或重複-短期工作狀態的電動機,則在拆換很困難的特殊的(多速的,裝入機體式的……等)情形時,採用熱繼電器保護。

線路短路的保護裝置,大都是採用熔斷保護器。對於直流電動機和滑環式異步電動機,熔斷保護器的可

吸引力之值。

所有電磁鐵均設計成適用於連續運轉狀態。電磁鐵每小時允許接通的次數,依接通延續係數之值和銜鐵行程之值決定,可按下列式求出:

$$Z = \frac{3600(P_\theta - P_y \zeta)}{A_n}$$

式中  $Z$ ——每小時允許接通次數;  $P_\theta$ ——每秒允許的損失(瓦特)(按發熱條件而定);  $P_y$ ——銜鐵被吸入時每秒的損失(瓦特);  $A_n$ ——每接通一次所放出的熱量(瓦特·秒);  $\zeta$ ——接通延續係數:

$$\zeta = \frac{t_p}{t_n}$$

表13

電磁鐵型式	$P_\theta$ (瓦特)	$P_y$ (瓦特)	各種行程(公厘)時的 $A_n$ (瓦·秒)				各種行程(公厘)時的吸合時間(秒)			
			30	25	20	15	30	25	20	15
3C1-5101	17	13.7	—	—	38	25	—	—	0.053	0.04
3C1-5111	21	16.7	—	34	24	13.3	—	0.064	0.051	0.038
3C1-5121	36	25	93	69	27	13.6	0.107	0.089	0.071	0.053
3C1-5131	56	50	105	71.4	45.6	26.2	0.115	0.096	0.077	0.0575

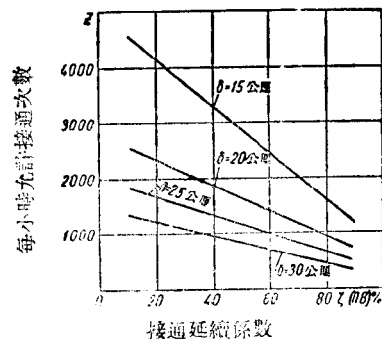


圖22 吸引力為5公斤的3C1-5121電磁鐵每小時允許接通的次數(Z)對各種銜鐵行程( $\delta$ )下的接通延續係數( $\zeta$ )的關係。

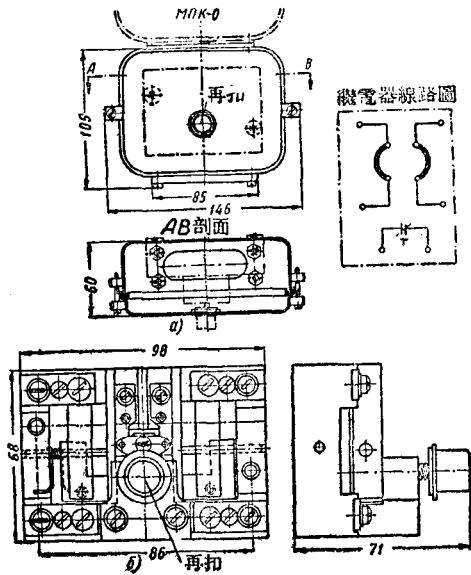


圖23 PT-1 型熱繼電器：  
a—有盒；b—無盒。

熔片按電動機的額定電流來選擇。對於鼠籠式異步電動機，可熔片按下式選擇：

$$I_{\text{на.всг}} = \frac{K I_{\text{н}}}{2.5}$$

式中  $I_{\text{на.всг}}$ ——可熔片的額定電流 (安培)； $I_{\text{н}}$ ——電動機的額定電流 (安培)； $K$ ——電動機起動電流比額定電流的倍數 (根據產品樣本而定；通常  $K=5\sim 7$ )。

對於保護一組電動機用的熔斷保護器，可熔片按下式選擇：

$$I_{\text{на.всг}} = \frac{\sum I_{\text{н}} + (K-1) I_{\text{нmax}}}{2.5}$$

式中  $\sum I_{\text{н}}$ ——各電動機額定電流的總和； $I_{\text{нmax}}$ ——最大電動機的額定電流； $K$ ——最大電動機起動電流的倍數。

所選好的可熔片，需按下列條件校核：

$$I_{\text{на.всг}} \geq \sum I_{\text{н}}$$

控制電路通常連接於電力電路的熔斷保護器之後。複雜的控制電路需有單獨的熔斷保護器。

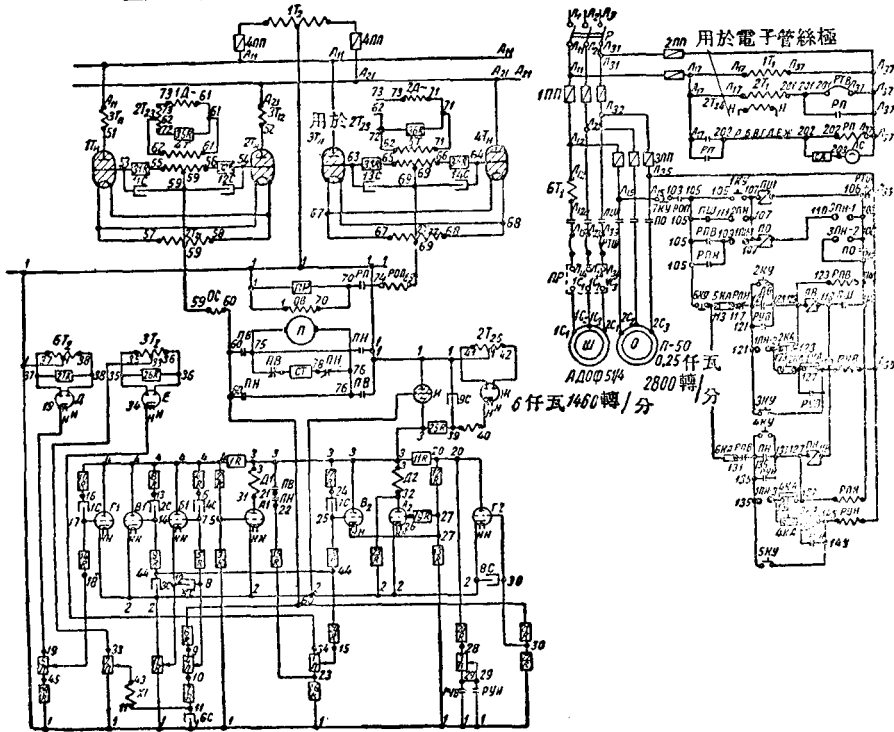


圖24 電子-離子進給驅動和自動調整的銑床的電路原理圖：

**P**—引入刀形開關；**1П, 4П**—熔斷保護器；**Ш**—主軸電動機；**О**—油泵電動機；**П**—進給電動機；**ОС**—進給電動機的主軸繞組；**ОВ**—進給電動機的激磁繞組；**РТВ**—開流管加熱時間繼電器；**РТШ**—主軸電動機熱繼電器；**ПР**—反向轉換開關；**ПШ, ПО**—主軸和油泵電動機的起動器；**ПВ, ПН**—進給電動機的反向起動器；**РП**—中間繼電器；**РУВ, РУН**—向前和向後快速行程繼電器；**РПВ, РПН**—向前和向後進給繼電器；**1ПН~3ПН**—調整轉換開關；**РОП**—磁滯後變電器；**1КА~6КА**—控制器接點；**1КУ~4КУ**—控制按鈕；**ЛС**—信號燈；**1ТН, 2ТН**—電樞電開流管；**3ТН, 4ТН**—激磁繞組開流管；**1Т**—陽極變壓器；**2Т**—灼熱變壓器；**3Т**—進給電動機變流器；**4Т, 5Т**—柵極變壓器；**6Т**—主軸電動機變流器；**А~Ж**—電子管；**И**—穩壓管；**1П~5П**—調整分壓器；**ПА**—調整進給的分壓器；**1Д, 2Д**—阻和抗流線圈；**1Х, 2Х**—濾波器抗流線圈；**1А~36А**—電阻；**1С~14С**—電容器；**СТ**—制動電阻；**СР**—放電電阻；**СД**—附加電阻；**1КА**—快速向前；**2КА**—向前進給；**3КА**—快速向後；**4КА**—向後進給；**5КА**—工作台停止向前進；**6КА**—工作台停止向後退。

**失壓和零壓保護裝置** 接觸器的控制線路中，零壓保護用起動器或接觸器的與起動按鈕並聯的聯鎖接觸點來担任。當電壓下降或消失時，起動器即被切斷；到電壓恢復時，在按起動按鈕前，機床不能開動。

**低電壓控制電路** 具有較多的電器和導線分支系統複雜的機床線路，採用低電壓的控制電路，以提高機床運轉的可靠性。對於線路複雜的機床和自動化的機床線，其控制電路通常採用 127 伏特的專用降壓變壓器來饋電。這種變壓器的標準容量為：150、300、500、1000、2000、3000 和 5000 伏·安。變壓器的容量可按下式選定：

$$P_T = 0.35P_1 + 0.4P_2,$$

式中  $P_T$ ——變壓器的容量(伏·安)； $P_1$ ——已接通電器的線圈所需的總容量(伏·安)； $P_2$ ——同時關合的電器，在關合當時所需的總容量(伏·安)。

上列公式適用於下列各條件：

- a) 變壓器的無載電壓高於額定電壓 4.7%；
- b) 容許電壓降低至額定電壓的 97%；
- b) 變壓器的相對短路電壓為 3%；
- г) 變壓器短路電壓的有效分量等於無效分量；
- д) 已接電器電路內的功率因數

$$\cos\varphi_1 = 0.25;$$

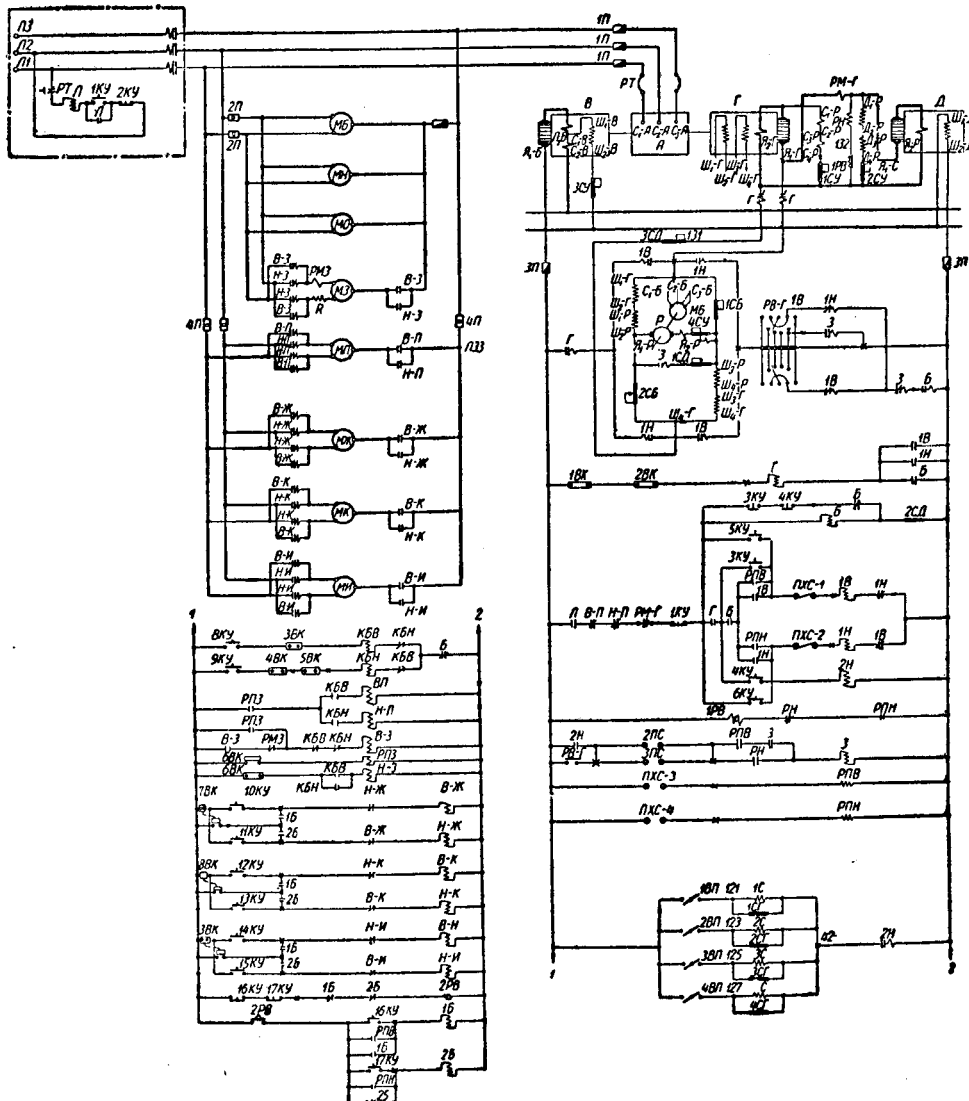


圖 25 有轉速穩定器改變端電壓的電動機驅動工作台的龍門刨床電路原理圖。

表 14

電器名稱	需要容量(伏安)	
	工作容量 $P_1$	起動容量 $P_2$ ①
ЭС1-5101 型吸引電磁鐵	60	500
ЭС1-5111 型吸引電磁鐵	60	1200
ЭС1-5121 型吸引電磁鐵	120	2000
ЭС1-5131 型吸引電磁鐵	150	2700
ЭС1-5141 型吸引電磁鐵②	300	7000
МПК-0 型磁力起動器	20	170
МПК-1 型磁力起動器	30	350
ЭП-41 中間繼電器	25	130
РП-00 中間繼電器	40	100
РВМ 型擺式時間繼電器	60	500
РВП 型空氣時間繼電器	25	120

- ① 電磁鐵的  $P_2$  為銜鐵已達額定行程時之值。當行程較小時,  $P_2$  值應按圖 26 的曲線求得。
- ② ЭС1-5141 型電磁鐵應經過中間繼電器接電源。

е) 被接電器電路內的功率因數

$\cos\varphi_2 = 0.71$ 。

所選定的變壓器之容量亦應滿足於  $P_T \geq P_1$  的條件。

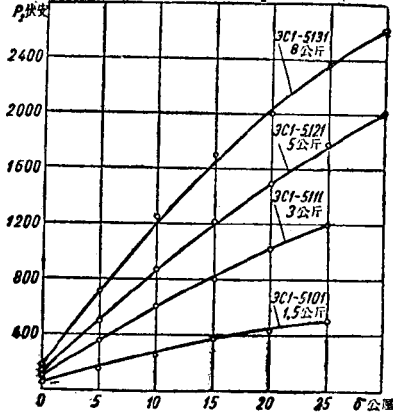


圖 26 ЭС1 系列電磁鐵所需容量與銜鐵行程 ( $\delta$ ) 之間的關係。

表 14 內列出了常用電器的線圈所需的容量值。

圖 24 和 25 所示為電子-離子進給驅動的銑床和電壓調整系統驅動的龍門鉋床的電路原理圖實例。

機床電力設備的安裝

電器安裝於:

- a) 機床外殼盒內 (當機床電器數量不多時);
- б) 機床的機座、托架和其他部分的壁龕 (電器箱) 內;
- в) 直接裝在機床上的或靠近機床的箱子內。

裝置在機床各個部位各種電器 (行程轉換開關, 電磁鐵及其他), 其相互之間及其與控制盤之間, 是用敷設於瓦斯管 (用於固定元件) 內或金屬軟管和橡皮管 (用於活動元件) 內的電線連接。

當活動元件的位移甚大時, 就要藉助觸輪連接來送電。

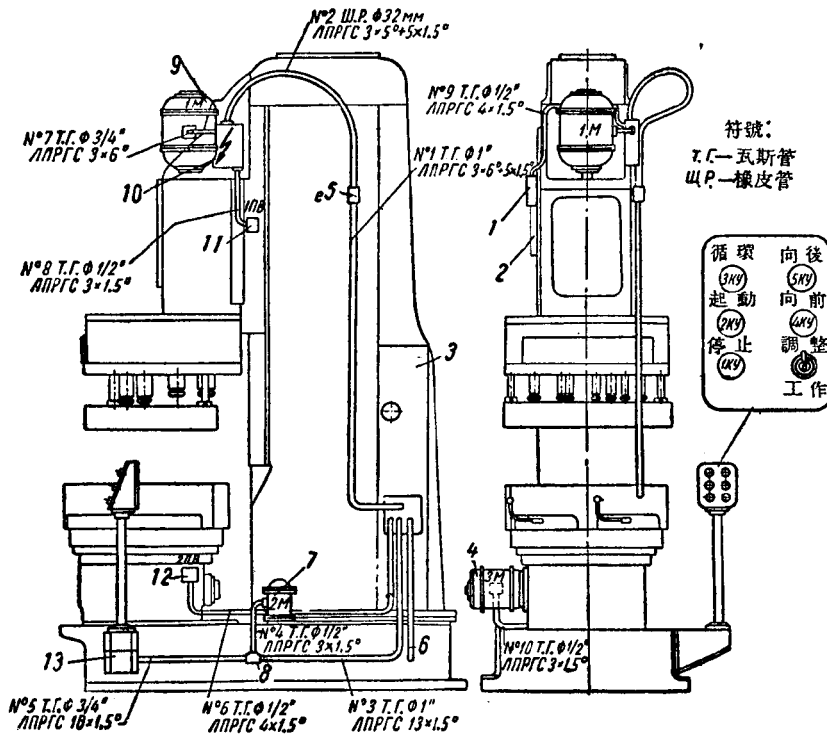


圖 27 機床電力設備佈置總圖:

1—ЭС1-51-21 型電磁鐵; 2—液壓換縱盤; 3—壁龕; 4—АДФ-22/4 型工作台旋轉電動機, 容量 1.5 仟瓦, 1500 轉/分, 380 伏特; 5—管子接頭; 6—引入電源線; 7—帶有容量 0.1 仟瓦, 3000 轉/分, 380 伏特, 電動機的 П-22А 型冷却液泵; 8—三通管; 9—АД-51/4 型動力頭電動機, 容量 7.8 仟瓦, 1500 轉/分, 380 伏特; 10—裝有 KH-2503 (3 個接線盤) 和 KH-1004 (4 個接線盤) 型接線板的分線盒; 11, 12—BK-211 型行程開關; 13—支架。



電線分支處，要裝上有接線板或無接線板的分線盒；電線數較少時，可安裝能取下蓋子的專用三通管。

應特別注意連接的嚴密性，以免潮氣和灰塵侵入管內和電器內。最好是採用耐油絕緣電線。

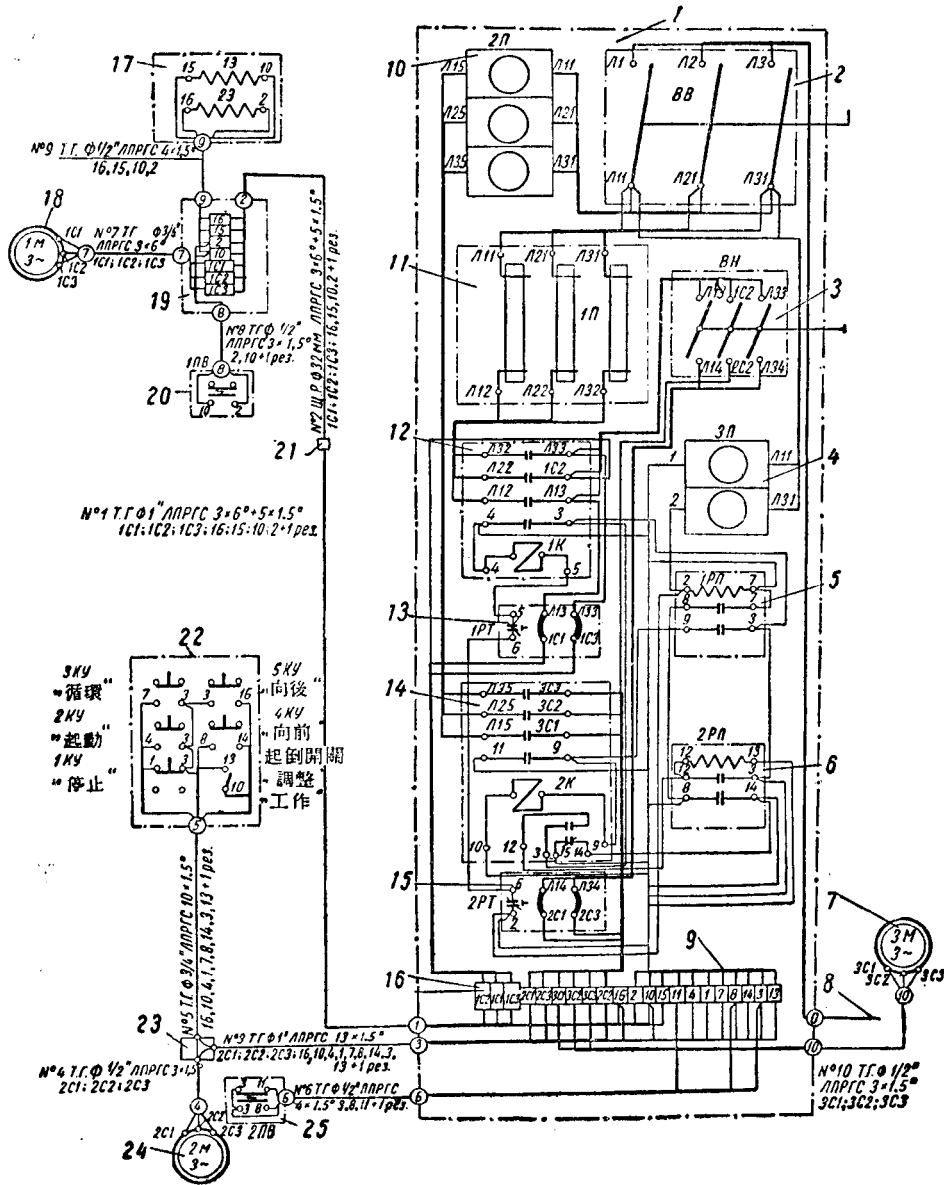


圖28 圖27所示機床的電器接線圖實例：

1—360×1240 配電板；2—P-102 型刀形開關；3—BП-25 型盒式轉換開關；4—帶 E-27 螺紋、6 安培可熔塞的‘H’型熔斷器（兩個）；5、6—ЭП-43/20 型中間繼電器；7—АДФ-22/4 型工作台式旋轉電動機，容量 1.5 仟瓦，1500 轉/分，380 伏特；8—380 伏特電源引入線；9—KH-1018 型接線板；10—帶 E-27 螺紋、10 安培可熔塞的‘H’型熔斷器（三個）；11—帶 60 安培可熔片的 ПП-60 型熔斷器（三個）；12—МПК-110 型磁力起動器；13—額定電流 16 安培電動機的 IOT-1 型熱繼電器；14—МПКО-111 型磁力起動器；15—額定電流 0.39 安培電動機的 PT-1 型熱繼電器；16—KH-2503 型接線板；17—ЭС1-5121 型電磁鐵；18—АД-51/4 型動力頭電動機，容量 7.8 仟瓦，1500 轉/分，380 伏特；19—裝有 KH-2503（三個接線盤）和 KH-1004（四個接線盤）型接線板的分線盒；20—BK-211 型行程開關；21—管子接頭；22—控制盤；23—三通管；24—帶有容量 0.1 仟瓦、3000 轉/分、380 伏特電動機的 П-22А 型冷卻液泵；25—BK-211 型行程開關。