

中等專業學校教學用書

有色冶金工廠的 電氣設備

下 冊

A. A. КУЛИКОВ 著
重工業部工業教育司譯校



高等教育出版社

中等專業學校教學用書



有色冶金工廠的電氣設備

下 冊

A. A. 庫利科夫著
重工業部工業教育司譯校

高等教育出版社



本書係根據蘇聯國立黑色與有色冶金科技書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии) 出版的庫利科夫 (А. А. Куликов) 所著“有色冶金工廠的電氣設備”(Электрооборудование заводов цветной металлургии) 1951 年版譯出。原書經蘇聯有色冶金工業部教育司審定為冶金中等技術學校教科書。本書亦可供有關專業的生產技術人員參考。

本書中譯本分兩冊出版。上冊內容包括電力驅動原理、控制器械和自動開關原理。下冊內容為有色冶金企業的電氣設備。

有色冶金工廠的電氣設備

下 冊 書號 295 (課 273)

庫 利 科 夫 著

重 工 業 部 工 業 教 育 司 譯 校

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 琉 璃 廠 一 七 〇 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

新 華 書 店 總 經 售

京 華 印 書 局 印 刷

北 京 南 新 華 街 甲 三 七 號

開本 850×1168 $1/32$ 印張 8 $9/16$ 字數 221,000

一九五五年五月北京第一版 印數 1—3,000

一九五五年五月北京第一次印刷 定價 (7) 1.09 元

下 冊 目 錄

第三篇 有色冶金企業的電氣設備

第七章 起重運輸裝置的電氣設備	261
§ 43. 起重機的用途和一般設備	261
§ 44. 起重機的保護屏	263
§ 45. 制動電磁鐵	270
§ 46. 起重機用鼓形和凸輪控制器	276
§ 47. 接觸器控制器	289
§ 48. 起重機用的電阻及其選擇方法	300
§ 49. 起重電動機	302
§ 50. 起重機中引入電流的器械	306
§ 51. 接觸線的計算	314
§ 52. 抓斗起重機	323
§ 53. 起重電磁鐵	328
§ 54. 升降機(電梯)設備的一般概念	331
§ 55. 升降機的保護裝置	332
§ 56. 用槓桿控制的升降機線路	334
§ 57. 用按鈕控制的升降機線路	336
§ 58. 載貨升降機用電動機的選擇	340
§ 59. 電動吊車	341
§ 60. 電動搬運車	344
§ 61. 連續運輸機械的電力驅動	346
§ 62. 架空索道	351
第八章 泵、壓縮機及送風機的電力驅動	355
§ 63. 泵的電力驅動	355
§ 64. 壓縮機及鼓風機的電力驅動	361

§ 65. 送風機的電力驅動	368
第九章 電爐的電氣設備	372
§ 66. 概述	372
§ 67. 電阻爐	373
§ 68. 有鐵心的感應爐	387
§ 69. 無鐵心的感應爐	395
§ 70. 電弧爐	414
§ 71. 電弧爐的電氣設備	417
第十章 有色冶金工廠和選礦廠所用機械的電力驅動	428
§ 72. 選礦廠所用機械的電力驅動	428
§ 73. 燒結車間、焙燒車間及冶煉車間的電力驅動	446
第十一章 爐煙的電氣除塵	456
§ 74. 概論	459
§ 75. 電濾器的作用原理	460
§ 76. 供電給電濾器的電氣設備組	462
§ 77. 變電所	472
§ 78. 電氣設備組的開動、停止和維護	475
第十二章 電解車間的電氣設備	478
§ 79. 電化學的基本知識	478
§ 80. 電解車間的電氣設備	483
§ 81. 銅的電解	488
§ 82. 鋅的電解	489
§ 83. 鋁的電解	494
§ 84. 匯流條的計算原理及其電阻和接觸部分	507
§ 85. 變電所	516

參考書刊

人名對照表

名詞對照表

第三篇 有色冶金企業的電氣設備

第七章 起重運輸裝置的電氣設備

在有色冶金企業中採用各種不同的電氣化起重運輸裝置。其中有電力起重機；巨型的礦山電力捲揚機；各種電力驅動的絞車；不同的運輸機、斗子提昇機和螺旋運輸機；電動搬運車；工礦型式的電力機車。這些裝備都有複雜的電氣設備，其正常的和精確的工作關係到企業中有節奏生產的進行。

起重運輸設備使生產過程可以最大限度地機械化，使體力勞動能減少到最低限度，並保證各種貨物的流水供應不致中斷，因而降低每噸貨物的運輸費用。

§ 43. 起重機的用途和一般設備

起重機是在短距離內提升和移動貨物的機械。由於生產過程的不同，起重機有着許許多多的型式。最常用的起重機有：橋式起重機、旋轉起重機、抓斗起重機、龍門起重機、或活動龍門起重機和吊車起重機。

在冶金工廠中用得最廣的是各種橋式起重機。在軋製車間和鑄工車間內，它用來使沉重的金屬條和錠進行各種移動，輸送盛液體金屬的澆鑄桶，輸送爐料，給熔化爐裝料和出料；在倉庫中，它用來移動貨物並把它裝到其他運輸裝置上；在安裝工程中，橋式起重機用來提升和移動機器的各個零件。

按照被移動貨物種類的不同，起重機的掛貨裝置分為萬能掛鉤和夾鉗。輸送鐵屑、碎鐵等物採用電磁鐵，輸送散粒狀物質——煤、礦石、

熔劑等——應用裝有抓斗的起重機。

橋式起重機是一座可以用輪子在軌道上移動的桁架橋。軌道鋪設在特殊的柱上或適當高度的牆台上。橋上放置行車，行車上裝有帶提升電動機的起重絞車和使行車沿橋移動的電動機。此外，橋上還裝有移動橋架的電動機。駕駛室懸裝在橋上，室中有控制和保護器械。

沿橋式起重機軌道敷設着接觸線，從這裏用集流設備把電流引入駕駛室中的保護屏上。橋架上的電動機就由保護屏供電。因為起重絞車的電動機和移動行車的電動機對橋來說有相對運動，所以它們要用沿橋設置的接觸線來供電。集流設備則固定在行車上。

由此可見，起重機的電氣設備包括保護屏、控制電動機的器械、保護器械和引入電流的器械。所有這些設備本身又包括各種元件，其用途和作用原理將在以後討論。

起重機的全部電氣設備，在蘇聯主要是由以 C. M. 基洛夫命名的“迪納莫”工廠製造的。

起重機電氣設備中最主要的部分是電動機。

電力起重機裝有直流或交流的電動機和器械。直至不久以前還存在着一種見解，認為對於間歇狀態（起重機的工作也屬於這一種）直流是最適合的。直流電動機的過載力矩高，並且差不多不受線路電壓變化的影響，此外，直流電動機還很容易得到各種可調整的制動力矩。串激電動機開動時的能量消耗比感應電動機少 35—40%。在移動重的貨物時，由串激電動機可以得到最小的速度。感應電動機在經常開動時功率因數低，平均不超過 0.5 至 0.65。

但是最近提出了幾個線路，使感應電動機代替直流電動機有可能成功，這樣就可降低驅動設備和供電系統的投資和使用費，這是因為感應電動機比直流電動機價廉，並且在交流供電系統中不需要換流設備之故。

冶金用起重機和其他輔助機械的電流種類問題具有重大的國民經

濟意義。這問題曾經電器工業部科學技術會議電力驅動和電力牽引組研究過(1948)，並有其他各部的設計和使用機關參加。在小組的決議中指出，三相電流應當成為間歇狀態電力驅動中主要的電流種類。對於冶金用起重機和間歇狀態的固定驅動裝置，三相電流在許多情形下不但可以在新建的工廠和車間內廣泛採用，而且還可以在擴建和改建的工廠和車間中採用。決議指出，根據以C.M. 基洛夫命名的“迪納莫”工廠所出產的標準的起重機電氣設備，於大多數冶金用起重機中採用交流電力驅動在技術上是可以實現的和合理的。小組的決議已為電器工業部所批准。

§ 44. 起重機的保護屏

在藉鼓形控制器或凸輪控制器控制電動機的時候，以及在沒有單獨的過電流保護裝置而用接觸器控制(1942年以前出產的起重機用接觸器控制屏)的時候，採用保護屏。

保護屏用作一個或幾個起重電動機的瞬時過電流保護。此外，保護屏還設有零電壓保護、終端保護以及零閉鎖裝置。

在起重機的保護屏上裝有：過電流繼電器、閘刀開關、保險器、接觸器、信號燈、按鈕及其他器械。

有兩種型式的保護屏產品：直流用的E型和交流用的B型。

保護屏根據其尺寸大小而由一塊或幾塊浸過絕緣劑的石棉水泥板製成，浸絕緣劑的目的是為降低其吸濕性和提高其絕緣性能。絕緣屏上罩着鐵皮製成的小櫃，櫃上有兩扇對開的門，門上有轉鎖。櫃子用來防止工作人員意外地接觸到屏上的器械以及防止外物落入器械中。

屏上的器械從屏的後面連接到匯流排上。

E型直流保護屏 在用鼓形或凸輪控制器控制電動機時，採用這種保護屏。它被製成為兩種：保護一個電動機的單電動機保護屏和保護三個電動機的三電動機保護屏。如須保護四個電動機，可以同時安

裝兩種。

單電動機保護屏(圖 171)由瞬時作用的過電流繼電器 MP 、兩個 225 安的單極接觸器、連續電流為 150 安的閘刀開關、兩個保險器和返回按鈕 KP 組成。

端子 $1I$ 和 12 上接着供電線路引來的導線,並經過附加電阻 AC 接着一個信號燈 C 。接觸子 $12I$ 和電動機相連,而接觸子 $11I$ 則和控制器的接觸指相連。在閘刀開關 P 閉合時,輸入電動機的電流將通過雙線

圈的過電流繼電器 MP 以及在接觸器 $1I$ 和 $0I$ 中與繼電器串聯的正常開路主接觸子。

因此,為了使電動機通電,必須使線路接觸器 $0I$ 和終端保護接觸器 $1I$ 的線圈中流過電流,從而使它們正常開路的主要接觸子閉合。所以最初開動電動機時必須按下返回按鈕 KP (圖 1716)。

這時,如果控制器的手柄處在零位置上,因而使其

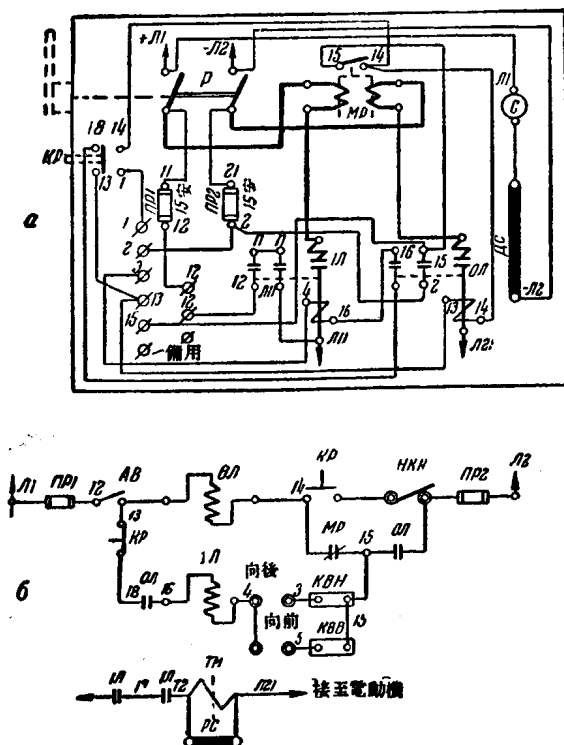


圖 171 B 型單電動機保護屏的安裝接線圖和
控制電路圖:

a ——安裝接線圖; b ——控制電路圖。

零接觸子 HKK 閉合,則接觸器 $0I$ 通電,使其在電動機電路中的主接

觸子閉合。而如果控制器的手柄處在某一中間位置上，則它的零接觸子是開啓的，接觸器 $0I$ 就不可能被勵磁。放開按鈕 KP 後，接觸器 $0I$ 則經過本身已閉合的閉鎖接觸子和過電流繼電器 MP 正常閉路的接觸子獲得電流。

接觸器 $1I$ 通電並閉合其主接觸子只發生在這樣的情形下：第一，接觸器 $0I$ 被勵磁；第二，控制器手柄至少要處在“向前”或“向後”的第一個位置上；第三，終端開關的接觸子 KBB 和 KBH 閉合。

如遇電動機過載或其電路中發生短路時，過電流繼電器的接觸子 MP 開啓，切斷接觸器 $0I$ 的線圈電路，因而使電動機斷接。

如果終端開關之一發生動作，或把控制器手柄放在零位置上，則接觸器 $1I$ 的線圈斷接而電動機又自線路切出。此時閉鎖接觸子 $1I$ 把制動磁鐵線圈 TM 的電路切斷，機械制動器就使電動機停止。

爲使電動機在發生事故時停止，在兩個接觸器線圈的公共電路中

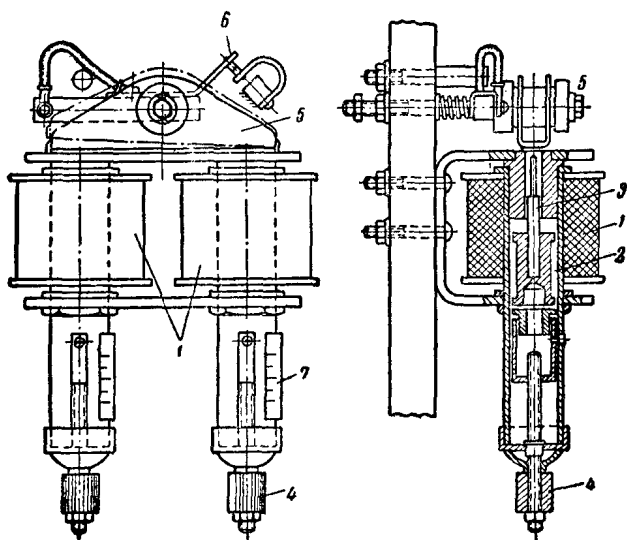


圖 172 過電流繼電器。

備有緊急開關 AB 。

在保護裝置動作和電動機自線路切出的情形下，以及在消失的電壓恢復之後，只有先把控制器的手柄放到零位置上並按返回按鈕 KP 使線路接觸器 0.1 勵磁，才可能使電動機重新開動，因為返回按鈕使接觸器 0.1 在切斷後不可能自己閉合。

裝在起重機保護屏上的過電流繼電器 MP (圖 172) 有兩個和電動機串聯的電流線圈 1 和兩個切斷機構。只要一個線圈的電流達到了極限值 (通常為 $2.25—2.5 I_n$)，線圈便把銜鐵 2 吸入，銜鐵藉特殊的梢釘 3 頂起接觸裝置 5，結果使繼電器的接觸子 6 開啓。

繼電器的整定電流用螺旋 4 按照標尺 7 來調整。上述的繼電器既可用於直流電動機，也可用於交流電動機。

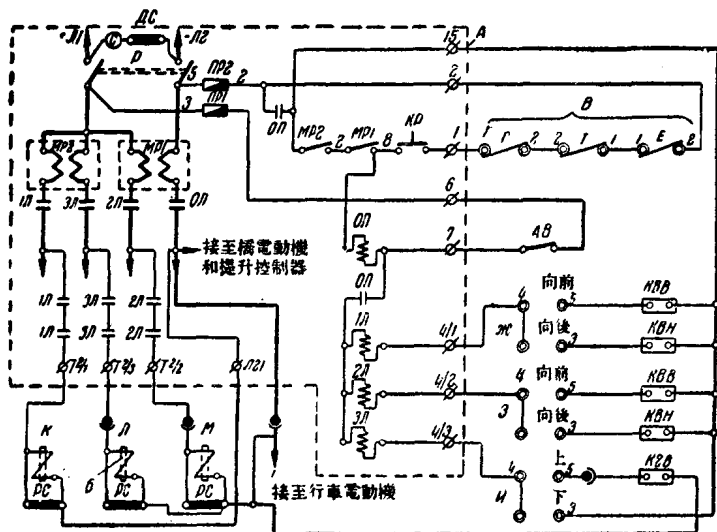


圖 173 E型三電動機保護屏的原則接線圖:

A —保護屏； B —制動磁鐵； B —控制器的零接觸子； Γ —橋； Δ —行車； E —提升； ΔE —橋控制器； 3 —行車控制器； II —提升控制器； K —橋的制動磁鐵； Δ —行車的制動磁鐵； M —提升的制動磁鐵。

E型直流三電動機保護屏由兩個過電流繼電器、四個 225 安、40% I_B 的單極接觸器、連續電流為 300 安的雙極閘刀開關和按鈕 KP 組成。

圖 173 表示這個保護屏的原則接線圖，而圖 174 是它的控制電路展開圖。圖中採用下列符號： $\bar{A}1$ 和 $\bar{A}2$ —通向主要集流設備的線路端子；端子之間經過電阻 $\bar{A}C$ 接有信號燈 C ； P —閘刀開關； AB —緊急開關，開啓它時便把控制電路切斷； $0A$ 、 $1A$ 、 $2A$ 和 $3A$ —總線路接觸器和終端保護接觸器； KP —返回按鈕； $MP1$ —過電流繼電器，電流經過它右面的線圈和接觸子 $0A$ 供給起重機所有的電動機，而經過它左面的線圈和接觸子 $2A$ 供給提升電動機； $MP2$ —過電流繼電器的線圈，其中通過來自橋電動機和行車電動機的電流； TM —制動電磁鐵； PC —洩放電阻； KBB 和 KBH —終端開關的接觸子； $IP1$ 和 $IP2$ —熔斷保險器。

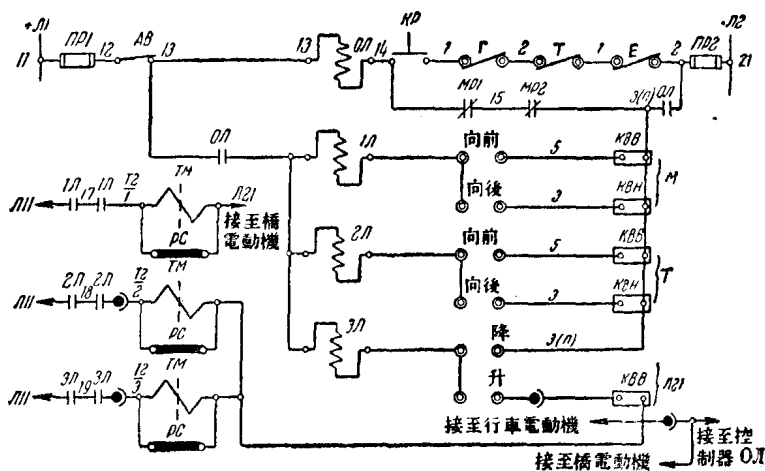


圖 174 E 型三電動機保護屏的控制電路展開圖。

在按下按鈕 KP 時，電流經過控制器的閉路零接觸子 T 和 E 通入線路接觸器 $0A$ 的線圈，使接觸器閉合所有電動機的公共主接觸子 $0A$ 和所有接器線圈電路中的閉鎖接觸子。把一個控制器轉到運轉的

位置上不會使接觸器 $0J$ 的電流供應中斷，因為現在它經過過電流繼電器 MP 正常閉路的接觸子和它本身的閉鎖接觸子獲得電流。因此，當有一個電動機過載或短路時， MP 將動作而切斷線圈 $0J$ ，故使所有的電動機斷接。

當終端開關之一動作時或把某一個控制器放在零位置上時，對應的終端保護接觸器線圈的電路斷開，使電動機和制動磁鐵線圈斷路，因而切出的電動機在機械上被制動。

緊急開關 AB 可切斷所有的電動機，因為它使所有接觸器的線圈電路中斷。

按鈕 KP 的用途，和單電動機保護屏中的一樣，是使總線路接觸器 $0J$ 在消失的電壓恢復後或保護裝置動作後沒有可能閉合。

由上述接線圖可見，接觸器 $1J$ 、 $2J$ 和 $3J$ 帶着主要負載，因為控制器在負載下僅用來切換各級電阻和接觸器的控制電路。電動機的反轉在接觸器斷路時，即無載時進行。因此改善了控制器的工作條件，並延長了它的壽命。

B 型交流保護屏 交流保護屏用來保護感應電動機，並製成爲三類：用於滑環式電動機的三電動機保護屏；用於兩個滑環式電動機和一個鼠籠式電動機的三電動機保護屏；用於滑環式電動機的四電動機保護屏。

根據同時運轉的電動機數目，保護屏具有 300 安的開刀開關和 40 % I_B 、225 安或 450 安的三極接觸器。

爲使電動機受過電流保護，保護屏上按照電動機的多少而裝置雙線圈的過電流繼電器，其線圈接在每一電動機的兩相中。第三相的保護由總的單線圈過電流繼電器來擔任。圖 175 表示 B 型三電動機保護屏的安裝接線圖和控制電路展開圖。 J_1 、 J_2 和 J_3 —端子，上面經附加電阻 AC 接着信號燈 C ； P —三極開刀開關； J —三極線路接觸器； MP_1 、 MP_2 和 MP_3 —電動機的過電流繼電器； MPO —所有電動機的公共過電

流繼電器； $\Pi P1$ 和 $\Pi P2$ —控制電路的 15 安熔斷保險器； KP —返回按鈕； AB —緊急開關； KBB 和 KBH —終端開關； $\mathcal{I}21$ —引到電動機的端子； $\mathcal{I}11$ 和 $\mathcal{I}31$ —引到控制器的端子。

B 型保護屏上的零閉鎖作用是這樣實現的：線路接觸器 $\mathcal{I}$ 僅當所

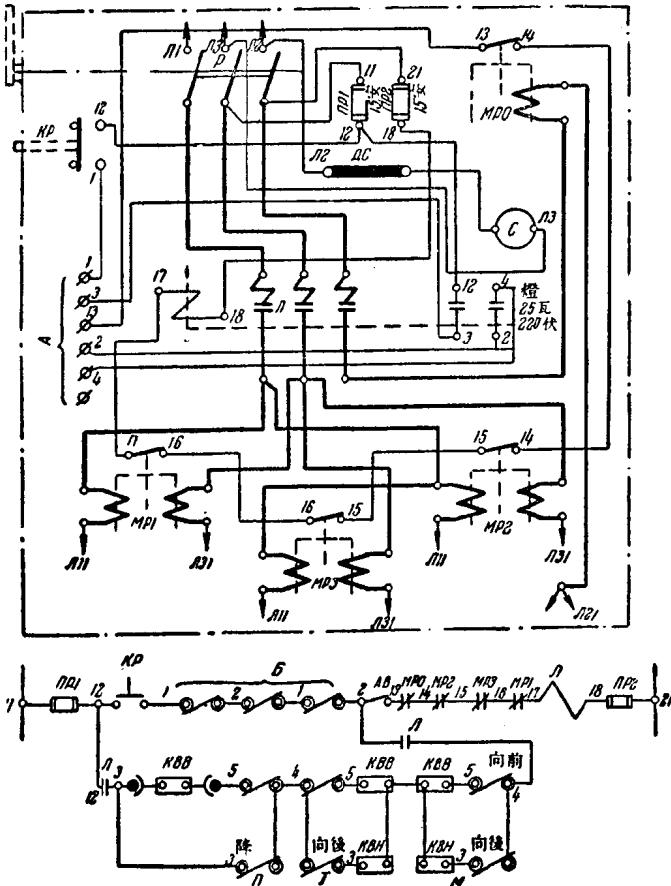


圖 175 B 型三電動機保護屏的接線圖：

A—控制電路的引出端；B—控制電路接線圖；1—2 控制器的零接觸子； Π —提升；T—行車；M—橋。

有控制器的手柄都處在零位置上時才能接通。

按下按鈕 KP 後，最初接觸器 J 經過過電流繼電器正常閉路的接觸子、緊急開關 AB 、控制器的零接觸子和按鈕 KP 接入端子 11 和 21 之間。當接觸器 J 動作並閉合自己的閉塞接觸子時，按鈕 KP 及控制器的零接觸子與終端開關的電路並聯。這時接觸器 J 經過自己的閉鎖接觸子、終端開關電路、緊急開關和繼電器正常閉路的接觸子獲得電流。此後控制器的手柄可以從零位置上移開，保護屏也不會切斷。

防止電動機過載和短路的保護靠過電流繼電器來實現，它在過載和短路時切斷線路接觸器的線圈電路而使電動機電路斷開。

繼電器的動作電流最好整定在 I_n 的 225% 以下。

零電壓保護由線路接觸器來實現，當電壓降低到 85% U_n 以下時接觸器就斷路。若要重新接通，必須先把控制器的手柄都放在零位置上，然後按下按鈕 KP 。

終端保護裝置也可使線路接觸器動作。

保護屏可用緊急開關切斷。

每次檢查保護屏時，必須打開開刀開關 P 。

無論直流或交流的保護屏都要按照電動機的容量、電壓及其數量在產品目錄上選擇。

§ 45. 制動電磁鐵

所有的起重機械上都裝有機械制動器，它的用處是以最快的速度使機械停止，並在電動機停止時維持機械的靜止狀態。例如，在一切升降機構上，機械制動器的用途是在電動機停止後支持住升起的貨物。放在露天並受到風力作用的起重設備中，機械制動器防止機械在風力作用下產生非所希望的移動。當機械越過了極限位置以及終端開關切斷後，爲了緊急、迅速地停止它，也必須有機械制動器。有時機械制動器用來調節貨物下降時的速度。

許多線路中成功地應用了綜合制動系統；在這種系統中，藉電動機的電力制動運轉把機械的速度降低到近於零，然後切斷電動機，用機械制動器最後使機械停止。用這種制動方法時，機械制動器的構造可以簡化。

在起重設備中，機械制動器由制動電磁鐵來控制。切斷電磁鐵的繞組就使它裏面吸住重錘的鐵心或銜鐵落下，結果在重錘的作用下使制動塊產生制動。

在這種制動系統中電力制動達到完全自動化，但控制線路並不因而變得複雜。

在電動機任何一次停止中，制動器都是自動作用的。當駕駛員離開駕駛室拉開刀開關時，或當機構越過極限位置而使終端開關切斷時，一切裝有機械制動器並由制動電磁鐵控制的電動機都自動地被制動停止。

在起重設備中已廣泛應用了 KMII 和 BM 型直流制動電磁鐵和 KMT 型交流制動電磁鐵。

直流制動磁鐵 “迪納莫”工廠有兩種型式的直流制動磁鐵產品：開敞式（KMII 型）和封閉式（BM 型）。KMII 型磁鐵專為裝設在封閉的處所，因為它的線圈沒有防潮和防濺設備。BM 型磁鐵具有封閉的外殼，專為戶外裝置之用。它不僅不怕潮濕，而且不怕水淋。圖 176 表示 KMII 和 BM 型制動磁鐵的斷面。磁鐵是一個鋼或鑄鐵的圓筒，其上套着線圈，裏面有軟鋼車成的活動銜鐵或鐵心。

鐵心的上部以及蓋子上面與它相對的固定停止器都是圓錐形的，這樣可使兩者之中的作用力比較均勻。鐵心圓錐部分的終端有反磁物質製成的墊板，以防電流切斷後鐵心“粘着”在磁鐵的固定部分上。磁鐵的鐵心可在導管中自由移動，導管也用反磁金屬製成。軀架下部的青銅墊圈充任鐵心的附加導路。

為了減弱在磁鐵接通和切斷時的衝擊，利用在鐵心和磁鐵外殼上

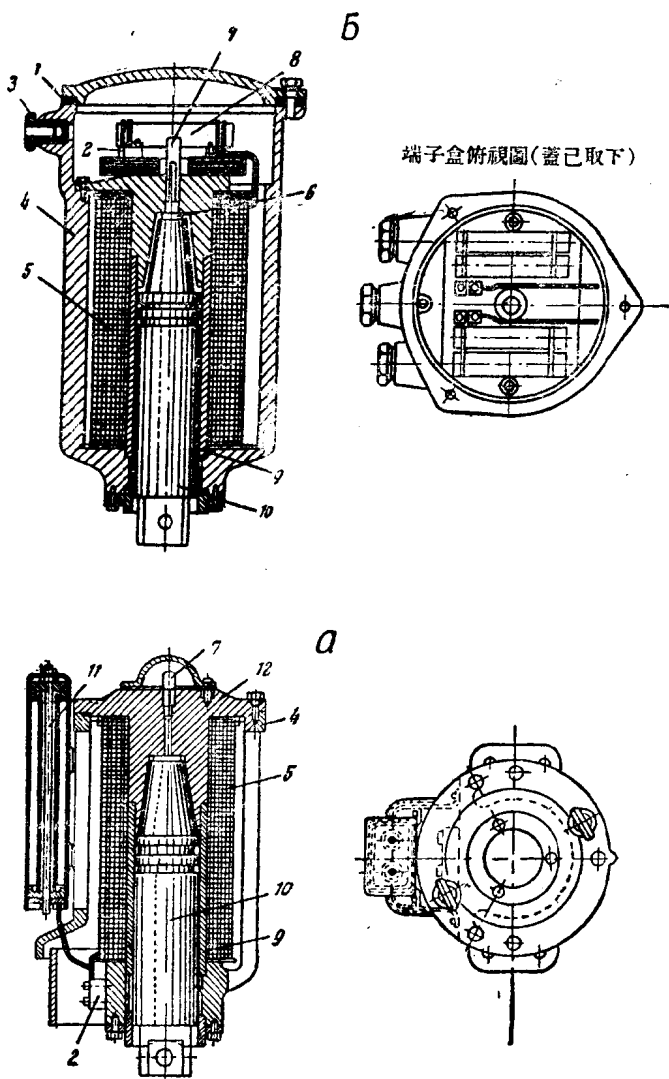


圖 176 制動電磁鐵:

a—KMΠ型; 6—BM型; 1—密封橡皮墊; 2—端子; 3—封帽; 4—外殼;
 5—線圈; 6—反磁墊板; 7—阻尼螺釘; 8—洩放電阻; 9—導管; 10—鐵
 心; 11—電阻; 12—蓋子。