

桥式交流电动起重机 的结构、运行与检修

金以駿 編著

科技卫生出版社

內 容 提 要

本書敘述冶金工厂中常用的交流电动起重机的結構、电路、对运行中的操作和安全技術規程及起重机电气设备的維護、檢修方面作了詳細說明。本書可供工厂企业起重机司机及維護、檢修人員学习和参考。

桥式交流电动起重机的結構、运行与檢修

編 著 者 金 以 駿

*

科技卫生出版社出版

(上海南京西路 2004 号)

上海市書刊出版业營業許可證出 093 号

上海市印刷六厂印刷 新华書店上海发行所总經售

*

开本 787×1092 毫米 1/32 · 印張 2 11/16 · 插頁 1 · 字數 58,000

1959 年 1 月第 1 版 1959 年 1 月第 1 次印刷

印數 1—6,500

統一書号:15119·1193

定 价:(九) 0.26 元

目 录

第一章 概論	1
第二章 起重机結構簡單說明	3
1. 桥架	3
2. 台車	4
3. 电气設備	4
第三章 起重机的电路图	5
第四章 电气控制設備的介紹和操作电路的分析	11
1. 鼓形控制器	11
2. 操縱用主令控制器和磁力控制盤	17
3. 保护盤	25
4. 电磁制动器	29
5. 电阻器	38
6. 滑綫和集电器(俗称小車拖令綫)	40
7. 电动机	40
8. 限位开关及保护开关	42
第五章 起重机电气設備的运行	43
1. 安全技术規程	43
2. 起重机司机的职责	45
3. 起重机的操作与典型操作規程	47
4. 起重机在运行中的几点重要問題	54
第六章 起重机电气設備的維護与檢修	55
1. 檢修周期	55
2. 檢修人員的組織	57
3. 檢修項目与方法	57
4. 起重机常发生的一般故障处理	72
5. 維護檢修起重机电气設備时的安全規程	82

第一章 概 論

起重机的种类很多,分类方法亦較杂乱,但基本上可分为两大类,即塔式(旋轉式)起重机和桥式(行动式)起重机,在工厂中則通称为行車或天車。塔式起重机由升降機構、臂梁及旋轉機構三个主要部分構成,某些臂梁可以上下仰伏移动,这类起重机主要应用于戶外,如車站、碼頭、堆棧和船塢等。桥式起重机則为工厂厂房最常用之起重机,尤其是冶金工厂各車間內均設有数台到十数台各种不同容量的起重機設備,它由升降機構、台車(或称小車)及桥架(或称大車)三个主要部分構成。

以电力驅動的起重机称为电动起重机,以后我們將專門討論这一种起重机。冶金工厂中的桥式起重机經常有两套升降機構,主要的一套起重能力大,輔助的起重能力小,二者机械制造方面相同,裝在一个小車上。升降機構的吊物裝置隨需要而不同,普通为吊鉤,亦有用起重电磁鉄,夾鉗,挖斗等等,因此又有电磁鉄起重机、夾鉗起重机、挖斗起重机等等的名称。

起重机的电力拖动可以用直流或交流,过去冶金工厂中起重机应用直流电动机来拖动較广泛,而且認為起重机以及其他断續運轉的机械用直流电力拖动性能較好,一般地說,在提升輕物和空鉤时可以得到高速,下降載重时可以广泛調速,因而保証較高的生产率,能够使机械傳动更准确的停止;可以實現能耗制動等方法,但是用直流电力驅动,必須裝置变流裝置,直流电机及变流設備的結構也較复杂,增加了設備費用及經常的維護費

用。交流驅動的經驗證明在大多數冶金起重機及其他輔助機械的驅動中可以滿足生產要求，因此在最近幾年中，交流拖動應用是很廣泛的。

對於起重機的電氣裝備在可靠性方面要求相當嚴格，以保證工作不間斷並得到符合生產需要的運轉，同時我們應該注意到起重機電氣裝備的工作條件是相當惡劣的，它在工作時不斷地受到震動和撞擊；在露天中工作遭受潮濕的侵蝕；在冶金工廠內的起重機每天在鐵屑、煙灰及各種有害氣體，包圍之下工作。冶煉、軋鋼等車間的起重機的工作環境更壞，周圍濕度可以達到很高，由於生產的需要，接電持續率(ΠВ)為40%以上，每小時接電次數超過100次以上，因此在冶金工廠中對起重機電氣設備的維護、檢修工作顯得更為重要。

由於電氣設備日益發展，在電動起重機上也裝有種種比較複雜的控制設備，因此，起重機操作人員不但要熟練地操作各種控制開關。而且要進一步了解各控制開關的特點、動作原理以及起重機上各個電氣設備及電氣線路。只有這樣，操作人員才能掌握他所操作的各個控制開關動作的原理，才能徹底了解安排各個操作步驟順序的原因，因此他能靈活地掌握各個控制開關，並且也不易違反操作程序。一個技術優良的操作人員，不但在操作技術上要熟練沉着，而且在電氣設備故障上也應能分析判斷和排除。一個技術高超的電氣設備檢修人員，不但對各種電氣設備故障能修復如新，並且應徹底了解整個起重機的線路特點及控制原理。這樣才能迅速判斷和發現故障。

第二章 起重機結構簡單說明

1. 橋 架

橋架俗稱為大車，裝有走輪，在起重機軌道上行走，整個車身跨在二邊軌道上，其長度（跨度）根據起重機軌道跨度而定。

起重機的橋架是由鋼板焊成（或鉚成）二個箱形主梁組成，主梁的頂板上鋪設鉄軌供小車及卷揚提升機構行走；主梁結構中置有筋板，以承受及傳遞小車車輪的壓力到主梁垂直壁上。

在主梁二邊外側裝有走台，其一為安裝大車傳動設備及便於檢修和通道而設。另一邊為安裝導電滑綫（俗稱小車拖令綫）而設。在主梁二端用橫梁連接，橫梁中央有可拆卸的接頭。

大車驅動電機裝在橋架一边的中心地點，二端用傳動軸各段联接，較好的裝置都用齒輪联轴節及固定联轴節雙套進行联接，長軸各段均有支座，支座內有滾珠軸承。在驅動電機軸上裝有電磁制動器^①。大車傳動機構根據联轴裝置不同分為二類：

（1）帶有快速軸移動機構：大車電動機兩端軸和傳動軸連接，傳動軸分別和二邊減速機联接（減速機裝在橋架二端處），減速機的被動軸用補償軸再和走輪联接。

（2）帶有慢速軸移動機構：大車電動機兩端（或裝有齒輪的一端）先與減速機联接，在減速機的被動軸二端分別和傳動軸联接，傳動軸直接和走輪联接。

整個起重機由四個走輪支持，其中兩個為主動輪，安裝在角

^① 大車驅動電動機上的電磁制動器在冶金工廠冶煉車間的起重機上使用時，因為電磁吸力太猛，容易使鋼水溢出，故大部分改用人工腳踏制動式。

形軸承箱上，軸箱用螺絲栓固定在橫梁上，在橫梁二邊裝有彈簧緩沖器以防撞擊，並裝有終端開關（俗稱大車限制開關）作緊急切斷大車驅動電機電源之用。

2. 台 車

台車俗稱小車，裝有卷揚提升機構和小車移動機構，它的組成是：電動機、減速機箱和鋼絲繩卷筒等等。減速機的被動軸和卷筒的連接是用一特別的補償聯軸節。卷筒軸一端在減速齒箱內，另一端裝在有滾珠軸承或青銅軸瓦的支架上，此架安置在小車架上，電磁制動器裝在電動機的主軸上。

小車移動機構的組成是：電動機由聯接軸與減速機的主動軸連接，減速機被動軸通過補償軸與走輪連接，走輪軸裝在軸承箱內，軸承箱固定在小車架上。在電動機主軸上裝有電磁制動器，在小車二端走軌上裝有終端開關。

3. 電 氣 設 備

在起重機大小車兩端均裝有終端開關，提升卷揚機構在上升時有限位開關，當終端開關或限位開關在動作後切斷線路時，該部機構立即停止，並只能往反方向行轉。

起重機在各電機均設有過載及零位保護裝置，過載是利用保護盤內的過載繼電器（也稱限流繼電器），它在電動機或其他電氣設備發生故障或過載時能自動將電源切斷，零位保護是為防止錯誤操作而設，只有控制開關操作柄在零點位置（這時各電動機啟動開關接觸頭均在無電源位置）才能接通總開關的電源。在駕駛員操作開關手頭邊裝有緊急事故開關，當發生緊急情況時，可以立即隨手切斷全部電源。為了防止人員在橋架上觸電

及防止大車在行駛時上下發生意外，故在各口道艙口蓋上均裝有人孔安全開關，在開啟艙口蓋及口道鐵門時能自動切斷電源。在有些起重機電氣線路內裝有特殊小綫短路開關，當起重機某一部分（如限位開關、終端開關、人孔安全開關等）發生故障，但一時不能停修，而在操作規程安全的範圍下，可以啟用小綫短路開關把控制小綫全部短路而維持各電機的短時工作（使用時間可根據各具體情況決定）。

供給小車及提升機構的滑綫安裝在橋架一邊，它用角鋼或裸硬銅綫架成。小車的移動集電拖板採用滑動式，依靠滑塊本身重量與角鋼接觸或用小滑輪與裸電綫接觸以獲得電源。

起重機的種類雖多，但他們所用的電氣裝備基本上相類似的，下面我們將以普通交流橋式吊鉤型起重機為例，來逐步討論各電氣設備的應用和控制原理及檢修、操作、維護等各方面的問題。

第三章 起重機的電路圖

作為起重機電氣維護檢修人員以及操作管理人員，不但要了解起重機上每一個部件零件的用途、操作原理、檢修方法，而且要知道各設備的特點、構造及其電氣線路分布、控制開關動作原理等。由於起重機的電路安裝比較巧妙和複雜的各種保護、連鎖，大綫、小綫名目繁多。因此要达到以上的目的，必須先從熟悉電路圖開始。

起重機的電路圖和其他電路圖一樣，其圖列及符號也相似，本書均以目前常用的圖例及符號為準。在繪制起重機電氣設備及其電路圖時，其主要原則如下：

(1) 綫路中每个电器都給以一定的字母符号, 如控制电动机启动的加速接触器以字母 Y 表示, 为了和它区别开来, 对于加速繼电器則用 PY 来表示。

(2) 如果某些名称相同的电器在綫路中性質作用完成相同, 則在字母上加序号, 如三个加速接触器分別以 $1Y$, $2Y$ 和 $3Y$ 表示。又如大車驅動电机的控制器用 KM 表示, 小車驅動电机的控制器用 KT 表示。

(3) 綫路中所有的触头都以原来位置表示, 即在电器未受到电源或其他外界作用时的位置表示。

(4) 在綫路中常以粗綫表示电力綫路 (主电源), 而操作保护控制小綫用較細的綫表示。

(5) 綫路中的每一个元件均以常用的图例 (图 3-1) 及符号 (表 3-1) 表示。

表 3-1 起重机电路图常用的文字符号

接 触 器	繼 电 器	电 阻	其 他 电 器
K —一般标记	PB —連鎖繼电器	CT —放电电阻	AB —紧急开关
J —綫路接触器	PB —延时繼电器	CH —启动电阻	KB —終端开关
M —磁場接触器	PM —过电流繼电 器	CT —制动电阻	KV —控制按钮
H —反接接触器		CY —加速电阻	PB —行程开关
T —制动接触器	PH —中間繼电器	CP —可調节电阻	P —閘刀开关
Y —加速接触器	PH —零压繼电器	CHP —反接电阻	TM —制动电磁鉄
B —“向前或向上” 反向接触器	PY —加速繼电器	CA —补充电阻	TP —变压器
H —“向后或向下” 反向接触器	PC —信号繼电器		TB —固体整流器
	PT —制动繼电器		HM —磁力启动机
KB —連鎖接触器	PMT —热繼电器		HP —熔断保險器
KH —零压接触器			$3P$ —保护盘

起重机电路图和其他电气设备一样, 根据其用途可分为:

	滑环式异步电动机		过电流继电器		滑环及集电器
	鼠笼式异步电动机		电压继电器		电阻
	直流电动机或直流发电机		常开连锁触头		可变电阻
	三相交流制动电磁铁		常闭连锁触头		热继电器的过热元件
	单相交流或直流制动电磁铁		常开触头		单极刀闸开关
	制动直流电磁铁		常闭触头		双极刀闸开关
	电动机的串激绕组		闭合时有延时的常开触头		三极刀闸开关
	电动机的并激绕组		断开时有延时的常开触头		单相变压器
	交流接触器		断开时有延时的常闭触头		电流表
	直流接触器		闭合时有延时的常闭触头		电压表
	接触器的线圈		操纵控制机在零位置时闭合的触头或闭合的触指		电压调整器
	继电器的线圈		控制器的触指及铜片		照明开关
	时间继电器的线圈		常开按钮		插销
	过电流继电器的线圈		常闭按钮		照明灯
			终端开关		熔断器
			控制器的熄弧线圈		

图 3-1 电动起重机常用图例

- (1) 展开图,
- (2) 原理图;
- (3) 安装或外部接线图。

在原理图中只画出电机和它的主要电路或其控制小线回路,其他附件电路完全略去,这种图可使人很容易了解各主要设备的动作原理以及控制线路的基本原理,但它不能指示出线路的详细工作情况,在检修和分析控制线路时有很大的用处。图 3-2 是图 3-3 的原理图,从这个图上能很简明的看出各条线路和各种触头的用途。

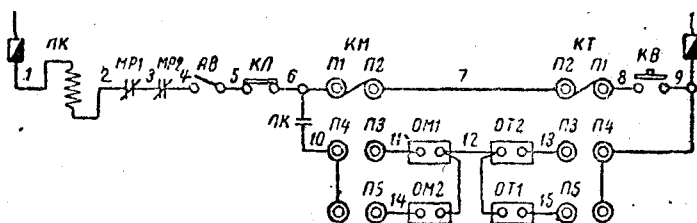


图 3-2 两只鼓形控制器控制部分原理图

安装图用于安装时接线和检修时查对线路,所有电器元件和导线都画在图上,并按照它们装在起重机的实际位置来排列,此种线路较为复杂,不适于研究或分析电路及电器作用情况之用。

适用于研究分析线路工作情况的是展开图,也叫元件图,在此图中画出所有电器和元件,各种大小线及主电源线控制线路也都画出,初看上去好象线路、电器很多,可是只要按图寻索,并且与原理图对照研究,也就会很快地看懂。图 3-3 是两只鼓形控制器的控制部分接线图,也只是大车和小车的小线保护控制部分,把这图与图 3-2 对照起来看就很清楚。从图 3-2 上可以清楚地看出大车和小车的各机构的操作电路是由三条支路组成

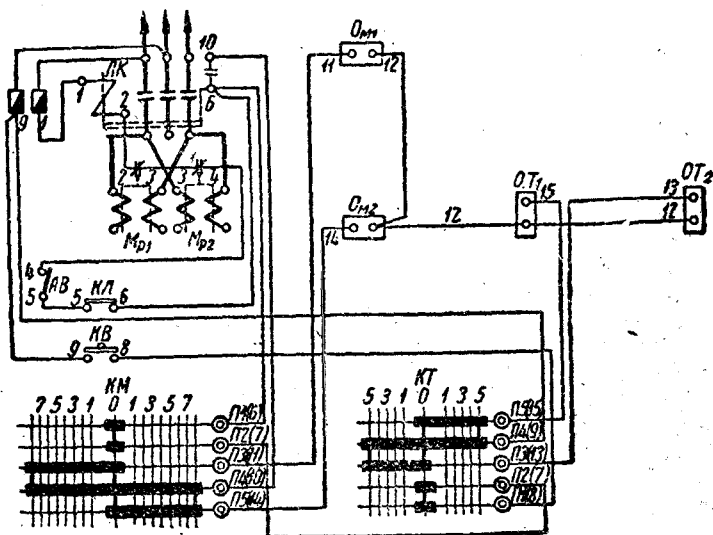


图 3-3 两只鼓形控制器控制部分展开图

的。第一条支路經由控制器 KM 与 KT 的零位閉合接触指及启动按钮 KB 。第二及第三条支路中有終端开关 OM 与 OT 。同名称的終端开关相并联，而异名称的則串联。經過过电流繼电器 MP 的触头，紧急开关 AB 及人孔保护开关触头 KJ 所組成的保护器械綫路，是与所有三条支路相串联。因此，不論起重机按那一条装作电路工作，当任一保护器械触头断开时，都会使主电源接触器 JK 的綫圈断电，使机构停車。当主接触器断电时， JK 的輔助常开触头 $6 \sim 10$ 就打开。为了使主接触器重新閉合，必須將控制器拉回到零位，也就是使 KT 的 $\Pi_1 \Pi_2$ 与 KM 的 $\Pi_1 \Pi_2$ 通路，再按一下 KB 按钮。由图 3-2 中看出当 KJ 、 AB 、 $MP1$ 、 $MP2$ 等触头接触不良，閉合不好时，都会使 JK 得不到电源，由图 3-2 还可以看出同名称的終端开关相并联，使得当其中一个断开后，

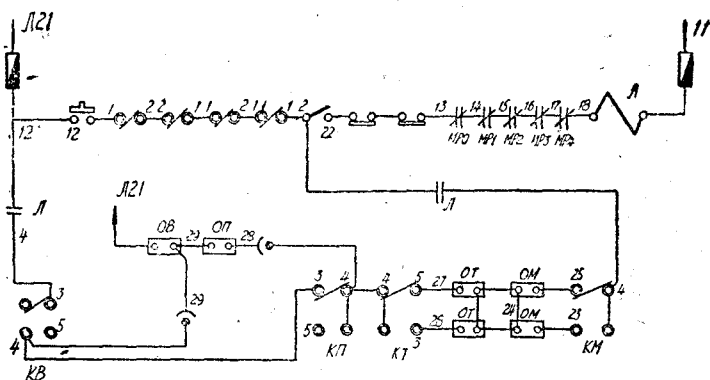


图 3-4 6 四台电动机的普通交流起重机电气控制原理图

該機構還能運動,但只能往相反的方向運動。在圖3-3中就難看出。因此在研究控制綫路時看原理圖則明了得多。查接綫頭時必須看展開圖,這二種圖常常配合同時研究。圖3-4是四台電動機的普通交流起重機的工作圖, a 是展開圖, b 是控制原理圖。

以上幾張圖初看上去很雜很亂,初學者不能一時看懂,要看懂這些電路圖首先要求懂得各個元件的作用,如各種控制開關的動作次序和動作原理,要懂得局部綫路的原理,然後再擴展到

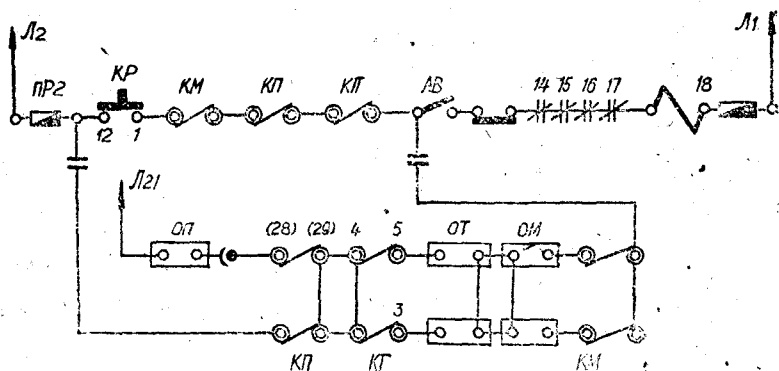


图 3-5 电磁型电动起重机的控制原理图

其他部分及全部。下面一章我們將逐一分析起重机上各电气設備的电路图及介紹其工作特点与構造,最后再把各局部的綫路併湊为一整体的操作控制系统。

第四章 电气控制設備的介紹

和操作电路的分析

目前工厂中用的交流电动起重机型式、种类很多,而电气綫路与电气装备也随起重机的型式和容量改变有所不同。不过各个电气設備基本原理都是一样的,仅接綫方式大同小异或容量大小規格型号改变而已。本章只介紹一般电动起重机上常用的典型的电气設備操縱原理及一般結構。

1. 鼓形控制器

鼓形控制器(又称可逆控制器)是起重机上主要操作設備之一,它的主要用途是控制各驅動电机起動、停止、倒順轉、变速等,其型号在标准型的起重机上常用的有仿 KT 系列的 KT-2005、KT-3005、KT-2006 及 KTK-3005 型等,后二种一为控制鼠籠式电机用,一为同时启动操作二台感应滑环式电机用。另一种型号为过去老式規格的可逆控制器如 RCV-12、RCV-11、RCV-9、RS-20 型等,現在各工厂起重机上使用仍很多。还有一种也是起重机上常用的控制器,称为凸輪控制器,它是仿 HT-50 系列,有仿 HT-51、HT-52、HT-53 型等。这些控制器的構造动作原理大同小异,其型号規格只是随配置不同容量型式的驅動电机而异。图 4-1 为 KT-3005 的工作电路图。图 4-2 为 KT-2005 的工作电路图。

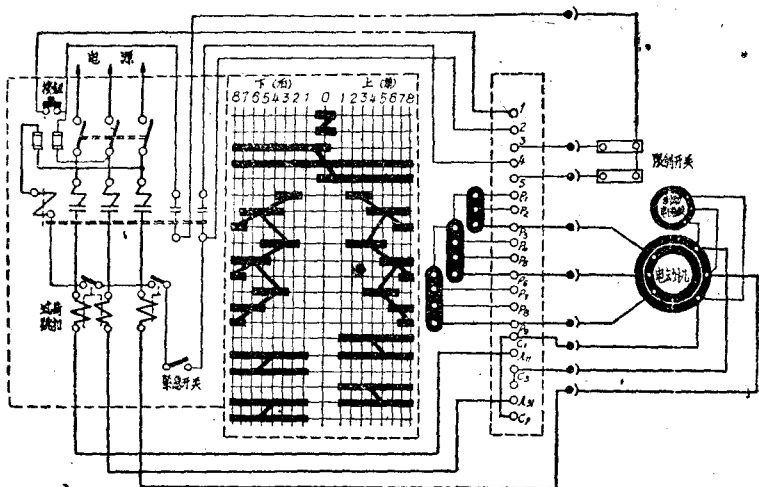


图 4-1 KT-3005 型控制器展开图

仿 KT 系列的鼓形控制器按外形大小分二級，即 2 級及 3 級，KT-2005 为 2 級，KT-3005 为 3 級。控制器均做成保护式，足以防止触电及塵灰的进入，在控制器的壳子內裝有絕緣支杆，其上有裝指形固定触头及接綫头(見图 4-2 右边的虛綫框)。壳內裝有圓形的鼓，鼓为轉动軸，其上裝着鑄鉄作成的柱子，和裝在柱子上的片形触头所組成。当把轉軸轉动时，片形触头与指形触头指面接触。通过片形触头和柱子可在电的方面順次把它們接通。

为了操动轉軸，在伸出壳子外面的轉軸端头上裝有手輪，在壳子里面接近手輪处的轉軸上裝有棘輪，其旁有掣子，棘輪与掣子配合可使鼓停止于确定的位置上。

在 KT-3005 的控制器中还裝有石棉水泥压成的隔弧裝置。將各个回路的触头隔开以防止在分开触头时指形触头間电弧飞窜。

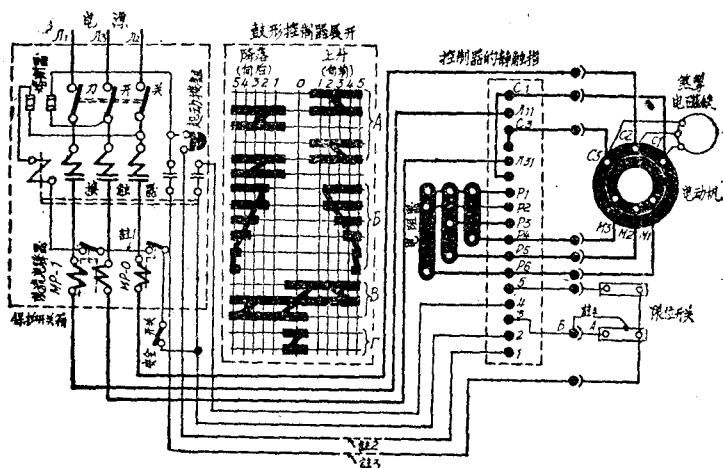


图 4-2 KT-2005 型鼓形控制器工作展开图

现以 KT-2005 控制器为例逐步说明其各步位的工作原理。图 4-2 左边虚线框内为保护开关, 中间虚线框为 KT-2005 型控制器的展开图, 右边长方形虚线框为控制器固定指触头与接线柱, 其工作原理可分图 4-2 上 A、B、C、D 四个部分来讲:

(1) 接线板 C_1 、 J_{11} 、 C_{31} 、 J_{31} 各点与控制器 A 部分的作用是控制电机倒顺转而设, 由于三相交流感应电动机的倒顺转只要把三相电源线任何二相对调后接通即可, 因此在图上可看到当要使电机顺转(假定向上或向前)时, 转动控制器操作盘使控制器内的接触片 C_1 与 J_{11} 接通, C_3 与 J_{31} 接通, 这样电机就朝一个方向转动。当要求电机倒转时(向下或向后), 只要把控制器操作盘向反方向转动, 这时 J_{11} 与 C_3 接通 J_{31} 经过跳线与 C_1 接通。这样就完成了二根相线对调的动作, 使电机向反方向转动。图 4-3 是该控制器的倒顺控制部分。

(2) 第二部分(图 4-2 的 B 部分)是阻力片的接触部分, 其

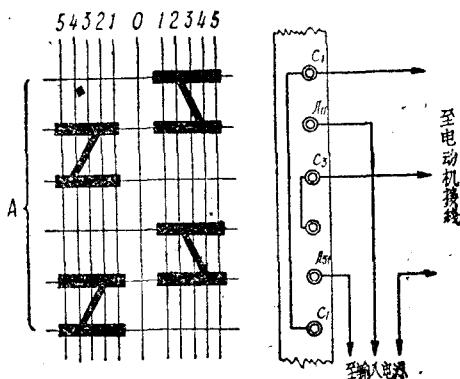


图 4-3 RT-2005 控制器的电动机倒顺运转电源接触头展开图

主要作用在于转动转轴时使滑动触片与指形固定触头接触而改变电动机转子的外接电阻,以完成下列功用:

- i. 使电动机在启动时不致启动电流太大,影响电源波动及电机发热等情况;
- ii. 调节电机的转速;
- iii. 适合交流感应电机的运转特性。

由于交流电动起重机所用的电机极大部分是三相感应滑环、绕组转子式电机,这种电机的优点之一是在一定范围内调速及使电机的启动力矩在电阻选择适当时达到最大。其调速原理是:因为交流感应电机转子所产生的电势必须和转子电路中的内阻和外接电阻的电压降相平衡。一般来说,转子电压与转速有关,转子电流与转矩有关,转速愈高,转子电压愈低。输出转矩愈大时,转子电流愈大。这样在输出转矩不变时,转子电流也不变。增加转子外接电阻,转子的电压降增加,那么转速便降低了,同样转速不变时,转子电压不变,增加转子外接电阻,电流减小,那么输出转矩必须减小后方能维持一定的速度。因此,在