

塔式起重机电气设备

И.С. 波波夫 著

筑工程出版社

塔式起重机电氣設備

冠 湘 譯
姚 一 清 校

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內容提要 本书叙述了民用与工业建筑中所采用的建筑安装塔式起重机的电气设备,起重机的控制电路图,电气设备的维护和修理步骤,起重机电气部分在使用中所产生的主要故障的特征。此外,还扼要地叙述了在起重机上工作的电气安全知识。

本书供维护塔式起重机的起重机司机、电工和工长阅读,对于建筑工地的电气技术人员也具有参考价值。

原本說明

书 名 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ВАШЕПНЫХ КРАНОВ

著 者 И. С. Попов

出版者 Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре

出版地点 及 年份 Москва—1956

塔式起重机电气设备

冠 湘 譯

姚 一 清 校

建筑工程出版社出版 (北京市阜成门外大街15号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第052号)

建筑工程出版社印刷厂印刷·新华书店发行

书号 749 88千字 850×1183 $\frac{1}{32}$ 印张 $4\frac{1}{4}$

1955年2月第1版 1955年2月第1次印刷

印数: 1—1,200册 定价: 10.80元

目 录

原 序	5
第一章 塔式起重机的电气设备	7
1. 电动机	7
2. 鼓形控制器	15
3. 接触器、磁力起动器、热继电器	18
4. 电阻	22
5. 终端开关	23
6. 制动电磁铁	26
7. 过电流继电器	28
8. 磁力控制器	29
9. 主令控制器	31
10. 保护盘	32
11. 环形集电器	33
12. 起重量限制器	33
13. 刀闸开关和保险器	36
14. 电气设备在塔式起重机上的配置	38
第二章 塔式起重机工作的控制	44
一、电动机的控制	44
1. 电路图	44
2. 鼠笼型电动机的起动	46
3. 绕线型电动机的起动和速度的调整	47
4. 电动机的反复短时工作制	48
5. 利用磁力起动器控制电动机	50
6. 利用 ΔP 型可逆盘控制电动机	51
7. 利用鼓形控制器控制电动机	52
8. 利用磁力控制器控制电动机	54
二、塔式起重机的控制电路图	57
1. BKCM-3型起重机的控制电路图	57
2. BKCM-4型起重机的控制电路图	62
3. BKCM-5型起重机的控制电路图	65
4. BK-2型起重机的控制电路图	68

5. BKCM-3-5-10型起重机的控制电路图	72
6. YBK-5-50 型起重机的控制电路图	75
7. BK-5 型起重机的控制电路图	78
8. BTK-30型起重机的控制电路图	80
9. 調整荷载下降速度的电路图	83
10. 起重机安装或移置后电气部分的检查	85
第三章 塔式起重机电气设备的维护和修理	89
一、电气设备的维护	89
1. 起重机司机的主要职责	89
2. 电动机的维护	92
3. 鼓形控制器的维护	99
4. 接触器和磁力起动器的调整	100
5. 电阻的维护、计算和制造	103
6. 制动电磁铁的维护	106
7. 其他电气设备的维护	109
1) 终端开关	109
2) 集电环	110
3) 过电流继电器	110
4) 保险器	111
8. 绝缘状态的检查及其电阻的测定	112
二、起重机电气部分的故障	113
1. 起重机电路系统的动作破坏	113
2. 电路断裂地点的确定	115
3. 导线连接和标号的检查	116
4. 起重机电动机工作中的主要故障	116
三、起重机电气设备的修理	118
四、在起重机上工作时保证电气安全的措施	122
1. 电流对于人体的危险性	122
2. 电气保护措施和工具	123
3. 维护电动机时的电气安全规程	125
4. 修理工作中的电气安全规程	126
5. 消防措施	127
6. 触电时的急救	127
附录 塔式起重机上所采用的电缆制品和绝缘材料	130

原 序

建筑工地上的建筑材料、结构及其零件的水平和垂直运输的机械化,是提高建筑工人的劳动生产率、缩短建筑工程的建设期限和降低其造价的最重要条件之一。

在这方面,塔式起重机是建筑工人的优良助手,它能够将砖、梁等建筑材料迅速地运往建筑工地的任何地点。

起重机连续而无事故地工作,能保证建筑工地整个集体的工作有节奏地进行。

同时,虽然苏联工业所生产的起重机具有相当完善而简单的结构,但是,在建筑工地上这种机械还有着大量停工的现象,特别是因为电气设备的某些元件发生故障而造成停工。因此,起重机的不间断工作,首先取决于维护其电气部分的人员——起重机司机的技术水平是否能正确地管理起重机的电气设备,管理人员是否能很好地了解电气设备、控制电路图和电气设备的维护规程。许多建筑工地上的塔式起重机的使用经验证明:起重机电气部分的故障及其停工,在许多情况下是维护人员在这方面的知识不够所造成的。这种情况以及目前在建筑工地上大量采用塔式起重机和需要新干部来维护它们,使得必须以简明形式为实用目的来叙述典型塔式起重机的电气设备、它们的控制电路图、维护和修理电气设备的主要内容、起重机电气设备使用过程中所产生的某些故障的特征以及关于在起重机上工作的电气安全规程的简要知识。

在本书中几乎为所有各型塔式起重机列出了这方面的资料,而且还较详细地说明了最常采用的和具有典型电路图的起重机与其他起重机相似或不同之点。

关于多层建筑所用的起重机数据,由于这种起重机应用不多,故在本书中未列出。

讀者掌握了本书中所叙述的数种控制电路图原理后,将能够較容易地独立掌握本书中未列出的电路图原理。

对本书内容的意见和要求請寄至下列地址:

Москва, К-12, Рыбный пер., 3, Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре.

第一章 塔式起重机的电气设备

1. 电动机

塔式起重机的机械是采用三相电流的感应电动机来驱动。电动机由两个主要部分，即固定部分——“定子”和活动部分——“转子”所组成，这两部分用矽钢片叠成，并带有用铜线绕成的绕组。

电动机根据下述原理工作。如果在定子的圆周上配置三个相互距离 120° （图1, a）的线圈，并往其中通以三相电流，则在线圈周围就形成一个合成磁场，此磁场将沿定子的圆周旋转，因此被称为旋转磁场。

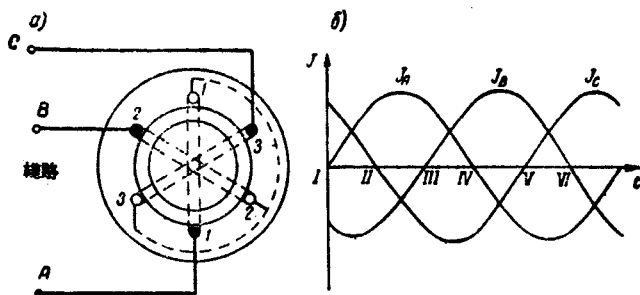


图 1 感应电动机的工作原理

a—定子线圈的配置；b—交流电流的变化曲线

图2所示的旋转磁场，是根据图1, b所示的电流变化曲线的几个时间I, II, III, IV而绘制的。

图2, a所示者为开始时（根据电流变化曲线为点I）线圈所产生的磁场的方向。此时，线圈1—1（参阅图1, a）中的电流等于零，磁场由线圈2—2和3—3所产生，并具有由下向上的方向，

磁场方向可根据“手钻”定则(即右手定则——譯者)来确定。

对于第Ⅱ个时间(电流变化曲线上的点Ⅱ)来说,线圈的磁场方向如图 2,6 所示。在Ⅰ与Ⅱ两点間所經的时间內 磁场移过 60° 角。

在第Ⅲ个时间时(参阅图 1),线圈 2—2 中的电流等于零; 磁场由线圈 1—1 和 3—3 所产生, 并再移过 60° 角(图 2,6)。

对于第Ⅳ个时间来说,磁场的方向如图 2,7 所示。

以后,我們在研究第Ⅴ和第Ⅵ个时间及其他时间內定子线圈的磁场方向时,将发现磁场是沿定子圆周移动,即磁场在旋轉着。

在电动机的定子內装有带绕组的轉子,轉子軸的两端装于軸承中。

定子旋轉磁场在其运动中將割切轉子的绕组。大家知道,当导体被磁场割切时,在导体中將感生电流。在轉子绕组中这样所感应出的电流將与定子的磁场相互作用,由于磁通相互作用的结果,使轉子开始旋轉。

从图 2 上可以看出,定子的三个线圈构成一对磁极 C-Ю (即北极和南极——譯者)。定子绕组可能具有 6、9、12 及更多个线圈,它們均匀地分布在定子圆周上,并构成 2、3、4 及更多对磁极。当磁极的数量为 p 时,在一个周期內旋轉磁场將不是旋轉一周,而是旋轉 $\frac{1}{p}$ 周。在一分鐘內电流的周波数为 $60f$ 。因此,磁场在一分

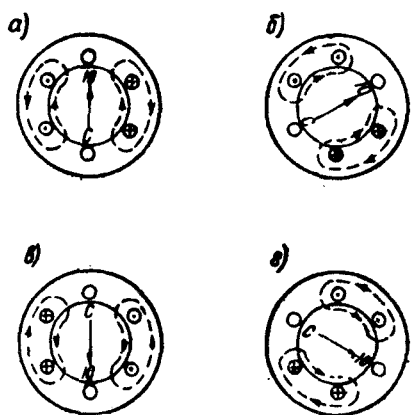


图 2 旋轉磁场

鐘內的轉數 n 將為：

$$n = \frac{60f}{p},$$

式中 f ——交流電流的頻率，每秒鐘為 50 周波。

上式表示 n 可為 3000、1500、1000、750、600 等。

感應電動機轉子的轉速總是稍低於磁場的轉速，因為如前所述，為了使電動機工作，必須使定子的旋轉磁場割切轉子繞組。這種型式的電動機的名稱——“感應式”^①（時間上不相重合）是與轉子轉速落後於定子磁場轉速的現象相適應的。

當磁場以每分鐘 1500 轉的速度旋轉時，電動機的轉子的轉速為 1450~1475 轉/分。這兩個速度間之差與磁場轉數之比稱為轉差率，並按下列公式確定：

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} 100,$$

式中 s ——轉差率，%；

n_1 ——定子磁場的轉數；

n_2 ——轉子的轉數。

轉差率值可在 2~5% 以內變化。

電動機轉子朝定子磁場的同一方向旋轉。要改變電動機轉子的旋轉方向，必須改變其定子磁場的旋轉方向。這靠改變定子繞圈中電流的相序來達到。為此，可將電動機的接於供電綫路上的兩根導綫的位置更換（圖 3）。這種切換在電動機端子上板（定子繞組端頭引出處）進行。電動機旋轉方向的改變稱為逆轉。

轉子電流與定子磁場相互作用而使轉子旋轉的力在轉子的軸上產生一轉矩，轉矩的大小與加於電動機端子上的電壓之平方成正比，即：

$$\begin{array}{c} \rightarrow \\ M \rightarrow U^2 \textcircled{\bullet} \\ \rightarrow \end{array}$$

① 感應式（асинхронный）也有人譯作非同期式，表示轉子的轉速與磁場的轉速不相同；因為大家都習慣採用感應式，所以本書也採用這一譯名——譯者。

② 建議將此公式改為 MaU^2 ——譯者。

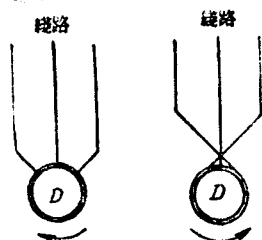


图 3 电动机轉子之旋轉方向的改变

上式表示电动机的工作与供电线路中电压的变动有着很大的关系。例如，如果在线路为额定电压时，电动机的轉矩等于100%，则在电压降低10%时，轉矩就几乎降低20%。起重机用电动机在线路电压较额定电压降低5%时能够正常地工作，但当电压降低更多时，就以不足的轉矩工作，并需要较额定电流大得多的电流，因此电动机

机发生过热，使绕组的绝缘损坏，有时甚至烧坏。

感应电动机具有所谓过负荷的能力，即电动机能够短时地发挥较额定轉矩为大的轉矩。根据电机构造之不同，感应电动机的过负荷能力为1.6至2.5倍。这就表示电动机的轉矩值可以短时地超过0.6~1.5倍。

感应电动机轴上的功率可按下式确定：

$$P = 1.73IU \cos \varphi \eta,$$

式中 P ——功率，瓦特；

U ——电压，伏特；

I ——定子电流，安培；

$\cos \varphi$ ——电动机的功率因数（其值在0.75~0.88以内，随电动机的构造和负荷而定）；

η ——电动机的效率（约为90%）。

电动机的轉矩 M ，功率 P （瓦）和轉数 n 之間有着下列关系：

$$M = 975 \frac{P}{n} \text{ 公斤公尺。}$$

从这一公式中可以得出下述結論：电动机的轉矩随其轉数的减少而增加；为了克服机械的較大阻力，电动机的轉数应减少。

电动机由下列主要部分所組成（图4、图5）：用来将机器所有各部分连接起来和防止机械损伤、受潮、落灰等用的生铁铸造外壳；带有绕组的定子；带有绕组的轉子；电刷；用盒子保护起来的端

子板, 往此端子板的端子上接有定子各相的始端和終端, 和引入供电线路的电压(在某些型式的电动机中, 在端子上亦引出轉子各相的端头); 有装轴承用的孔和防止灰尘进入轴承內及作为潤滑油儲藏器的法兰盘的端盖。

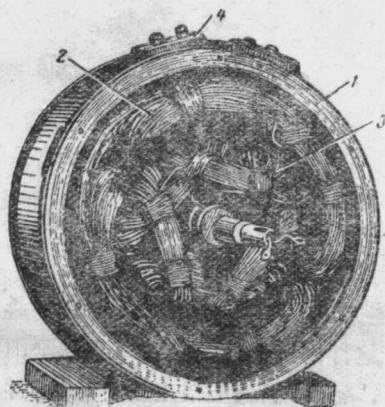


图 4 感应电动机(侧面端盖取下)

1—外壳; 2—有繞組的定子; 3—有繞組的轉子; 4—端子板

就外壳和端盖的构造形式而論, 电动机可制成开敞式的、保护式的、封閉式的和防爆式的。

为起重機設備而生产特种系列的封閉式起重機用电动机, 此种封閉式的結構可以保证可靠地防止潮气、灰尘等进入电机的繞組和整个电机內部。

保护式电动机能防止水滴直接掉入繞組中和防止外来的机械损伤, 但在机器外壳的下部和端盖上有通风孔时, 則这种构造形式就不能防止潮气和灰尘侵入机器內部的繞組中。

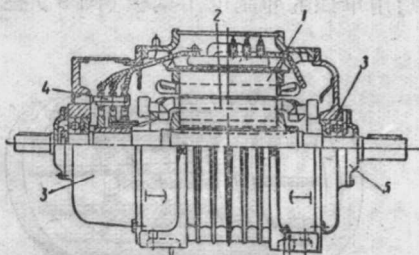


图 5 电动机的縱断面图

1—定子; 2—轉子; 3—端蓋;
4—電刷; 5—法兰盤

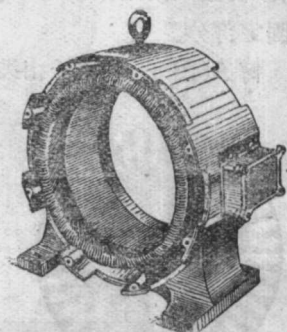


图 6 感应电动机的定子

电动机的定子(图6)为一中空的鋼制圓柱体,此圓柱体用薄电工鋼片叠成,且在其內圓周上有冲压成的孔眼——槽(图7)。电工鋼片上粘以薄紙或涂以絕緣漆。

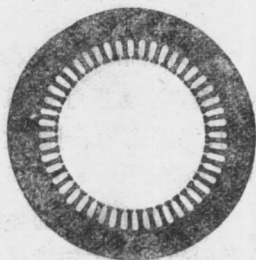


图7 定子矽鋼片

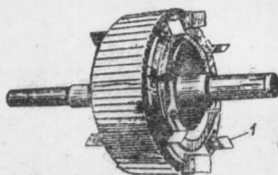


图8 感应电动机的轉子

1—風扇的翼板

电动机定子(如所有导磁体)之所以用相互絕緣的薄鋼片叠成的原因是:当磁通割切定子时,这种构造的定子几乎可以完全消除在定子本体中感应“寄生”涡流,“寄生”涡流能使电动机过热,并在其中引起更多的电能損失。

叠在一起的鋼片用拉紧螺栓連成一个整体——定子鉄心。往槽內嵌入繞組的綫匝,綫匝用漆布制的压紙板、云母、纖維制的槽状絕緣物与定子鉄心絕緣。在繞組各层之間放以用压紙板制的垫片,以防止层間短路。将定子压入电动机外壳內,这样便构成电机的固定部分。

轉子(图8)与定子相类似,用单独的冲制电工鋼板(图9)叠

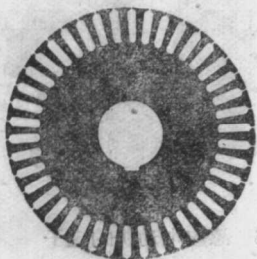


图9 轉子矽鋼片

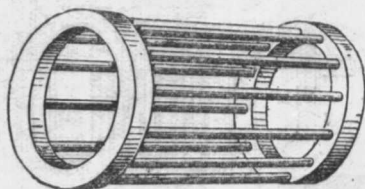


图10 “鼠籠型繞組”

成,亦用螺栓拉紧,并用固定銷柱將轉子套在軸上。

轉子的繞組制成两种形式:短接式和卷綫式——如同定子繞組一样。根据轉子繞組形式之不同,感应电动机分为两种形状:

- 1) 鼠籠型电动机;
- 2) 卷綫型电动机(还有另一名称——滑环式电动机)。

正如下面所叙述,电动机的特性在頗大程度上与轉子的构造有关。

短接式繞組——由嵌入槽中的銅条所組成,呈鼠籠型(图10),銅条的两端焊在两个銅环上。这种繞組亦可用鋁制成,其法是将鋁注入轉子槽中。

卷綫式繞組由相互絕緣并与轉子鉄心絕緣的三相所組成。各相的終端連接在一起,而首端則与套在軸上并与軸一起旋轉的滑

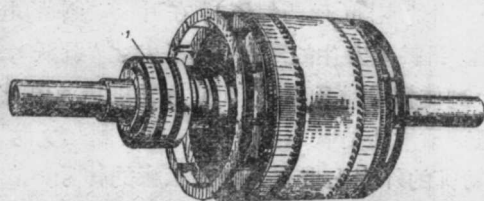


图 11 有滑环的感应电动机的轉子

环相連(图11)。滑环用套管与軸絕緣,套管用云母粘合,为了牢靠起见,用細繩綁箍綁住云母。

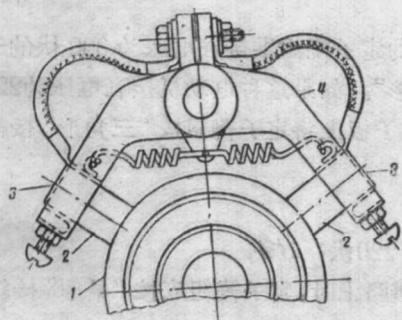


图 12 电动机的电刷机构

在轉子旋轉时,滑环装置允許經它往轉子繞組接入一附加电阻,在下面我們将知道,接入附加电阻可改变电动机的特性;附加电阻是用电刷机构接入轉子繞組中的。从图 12 上可以看出,銅——石墨^①电刷 2 紧貼在滑环 1 上,該电刷借助于刷握 3

① 用銅和石墨粉末壓制的混合物。

固定在絕緣刷架4上,此刷架則裝在端蓋上。自電刷上引出的導線引至電動機外殼上的端子板上。

為了在電動機工作時冷卻繞組起見,在轉子軸上套一葉輪——風扇,此風扇往繞組上吹送空氣。起重機用電動機靠外面吹送空氣來冷卻。風扇裝於電動機的外面(在端蓋後面)並順着電動機的肋形外殼吹送空氣流。風扇用護罩遮蓋起來。

應用於塔式起重機上的所有電動機均具有滾動軸承,軸承的外座圈裝於端蓋的孔中。端蓋用生鐵鑄成。在端蓋的圓周上有一種特種止口,此止口緊密地貼附在電動機外殼上的相同止口上。端蓋用6~8個螺栓固定在電動機外殼上。為了防止軸承移動、脏污和在軸承兩側儲存潤滑油起見,在端蓋上裝以前述法蘭盤(參閱圖5)。

定子與轉子間的空間(稱為氣隙),在中等功率的電動機中為0.4~0.7公厘。當軸承發生故障時,轉子發生“跳躍”,且在旋轉時,由於氣隙小到使轉子觸及定子,而使電動機迅速停止工作。因此,需特別注意軸承所處的狀態。

在每台電動機的外殼上帶有其製造工廠的牌號,在牌號上標出電動機的主要數據:型式、工廠號碼、功率、電壓、電流頻率、電流大小、定子繞組的連接電路圖、轉子每分鐘的轉數、功率因數和電動機的重量。如果電動機有繞線式的轉子(有滑環),則還應標出電流大小和轉子的電壓。

工廠製造的低壓電動機的定子繞組供接在電壓為380伏的三相交流線路上,並連接成“星形”。如果這種電動機接在電壓為220伏的線路上,則在電動機的端子板上將定子繞組按“三角形”接線方式連接。

在電動機的銘牌上標為:

$$U = 380/220 \text{ 伏}; \lambda / \Delta,$$

這表示:當接在380伏的線路上時,定子繞組應按“星形”接線方式連接,而接在220伏的線路上時則按“三角形”接線方式連接。

2. 鼓形控制器

控制器是塔式起重机电 动机启动、逆轉 和 停止所用的主要器械。

控制器有三种型式：鼓形控制器、凸輪控制器和磁力控制器，在大多数情况下是采用其中的KT和HT型鼓形控制器。

当用控制器来接通和切断电动机时，电路便 接通和断开并产生电弧。因此，在接电持續率为 40% 和三相电流时，用控制器所控制的电动机的功率限定为35瓩，这对大多数塔式起重机的机械來說 是足够的。

鼓形控制器一小时的接电次数可达120次。

KT型鼓形控制器(图13)由轉鼓 1、接 触指 2 和外壳 3 所組成。控制器用外罩封閉起来，外罩能防止人們接触控制器的带电部分和防止人們被熔化金属的飞溅所灼伤。

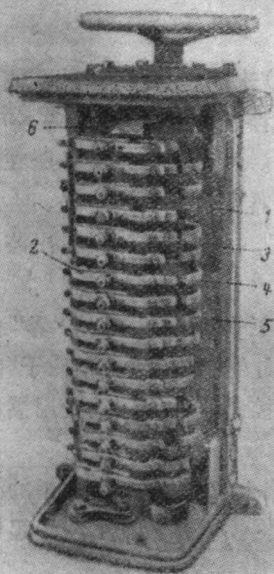


图 13 鼓形控制器
(不带保护外罩)

控制器的轉鼓为一四面或六面形的鋼軸，軸上复有絕緣材料(电木)，其上并装有生鉄制的銅片夹 4，銅片夹上擰有不同长度、表面呈严格圓柱形的可拆式銅片 5。在每一銅片的对面配置有 接触指 2，此接触指固定在絕緣板条 6 上。

接触指(图14)借装在其上的銅滑块 1 紧貼在銅片上，而构成一接触連接。利用彈簧 2 保証接触紧密。滑块压在銅片上的压力可用旋轉螺帽 3 的方法 来調整。自綫路、电动机的定子和轉子及起重机的其他电路引出的导綫均接至接触指 4 的端子螺栓上。螺絲 5 用来調整接触指

的陷落深度,并使之进入槽6中。为了使控制器工作时在滑块与銅片間所产生的电弧不致影响相邻的接触指和銅片,在两相邻接触指間裝以用石棉水泥制的隔板。在接于电动机定子电路里的那些接触指与銅片間亦装有隔板,因为在該电路中流过很大的电流。

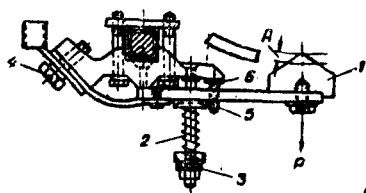


图 14 鼓形控制器的接触指

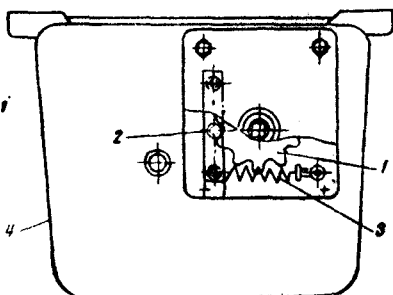


图 15 鼓形控制器的固定机械

1—棘輪; 2—滾子; 3—彈簧;
4—外壳的頂蓋

用手輪來轉動控制器的轉數。

轉鼓的每一位置用特种机械(图15)来固定,此机械裝在控制器外壳的上部頂盖下面。棘輪1固定在控制器的軸上,而在控制器外壳的頂盖上則裝有帶滾子2的杠杆。用彈簧3將滾子压在棘輪的凹槽中,于是在轉动手輪时,將控制器的位置固定下来。

在控制器外壳的上部頂盖上有刻度,根据刻度可以看出控制器处于哪一位置上。

控制器相应于电动机断开状态的非工作位置,称为“零”位置。控制器轉鼓可以自零位置向右和向左旋轉,这就相应于“向后”或“向前”,“向上”或“向下”的行程。控制器的終端位置用擋板来限制。

轉动手輪时,銅片在控制器轉鼓的各种位置上与接触指的滑块相連,因此,构成各种电气系統,并根据控制系統在电路中起切换作用。

如果假定將控制器轉鼓的圆柱形表面切開,并展开成平面,則就获得所謂控制器的展开图,利用此展开图容易确定控制器在何