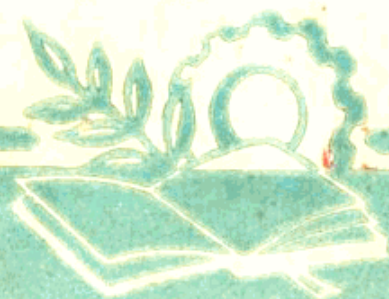


高等学校交流讲义

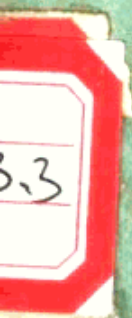
一般生产机械电力装备

华中工学院 西安交通大学 清华大学编译

学校内部用书



中国工业出版社



5039816

9519010

高等学校交流讲义



一般生产机械电力装备

华中工学院 西安交通大学 清华大学編譯

学校图书馆用

东北重型 机械学院 图书馆藏书	15.106 11F
-----------------------	---------------

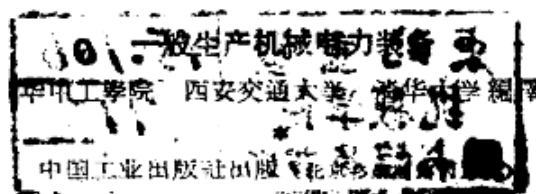


0356753

中国工业出版社

本书内容包括起重机、电梯和运输机械电力装备的基本问题，选择这些生产机械的电力拖动系统，电动机容量的计算，以及它们的自动控制线路等。

本书可以作为高等工业学校工业企业电气化与自动化专业的学生学习该课程的教材。也可作为从事工业企业电气化与自动化方面的工程技术人员研究电力装备问题时参考。



(北京市书刊出版事业许可出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经营

开本787×1092 $\frac{1}{2}$ ·印张5 $\frac{3}{4}$ ·插页1·字数130,000

1961年7月北京第一版·1961年7月北京第一次印刷

印数0001—2,033·定价(10-6)0.81元

统一书号: 15165·472 (水电-70)

前 言

1961年3月水利电力部在武汉召开的教材会议确定：高等工业学校工业企业电气化专业“生产机械电力装备”课程的教材由华中工学院主编，西安交通大学和清华大学参加。

本教材是“生产机械电力装备”课程中的“一般生产机械电力装备”部分，由西安交通大学工业企业电气化及自动化教研组参考苏联М.М.Соколов著 Электрооборудование общепромышленных механизмов (1954年版与1959年版)二书编译而成的。

华中工学院工业企业电气化教研室

西安交通大学工业企业电气化及自动化教研组

清华大学工业企业电气化教研组

1961年4月30日

44/01

选定教材說明

(1) 根据水利电力部于1961年3月在武汉召开的教材會議上确定，“生产机械电力装备”課程中的“一般生产机械电力装备”部分，由西安交通大学工业企业电气化与自动化教研組編譯作为高等学校交流讲义。

(2) 本书系供工业企业电气化专业学生学习生产机械电力装备課程采用。

(3) 考虑到国内該方面現有中文书籍极少，以及选編時間的紧迫，因此本书內容很大一部分取自苏联相应的教学参考书：M.M.沙闊罗夫著“一般生产机械电力装备”1959年苏联国家动力出版社出版。

(4) 所謂一般生产机械是指在一般工业中普遍应用着的生产机械，可以分为起重运输机械及水泵、鼓风机和空气压缩机两大类。本书在內容选择上，只列入了一般生产机械中起重运输机械的电力装备部分的内容，而其中更以起重机的电力装备作为重点，以其具有教学上的重要性和在工业中的极为广泛应用的緣故。

(5) 本书按照教学大綱要求选編了其中主要部分，供高等工业学校作为工业企业电气化与自动化专业四、五年制試用教材，应用时各校可根据具体情况作适当增删。

(6) 本书虽經教研組有关教师研討后，集体选編而成，但因時間仓促，不能把各校教改經驗以及教学革命以来各項成果充分反映出来。此外，在取材上和具体編組工作中也难免粗糙和不周，欢迎讀者能对本书提出改进意見。意見請寄西安交通大学工企教研組。

西安交通大学工业企业电气化自动化教研組

1961年4月

目 录

前言	1
选定教材说明	2
第一章 一般生产机械电力装备的基本问题	5
1-1. 电机	5
a) 起重机电动机(5) b) 特殊结构的电动机(12)	
c) 普通型式电动机的应用(16)	
1-2. 根据技术条件选择电动机	21
1-3. 断续工作制生产机械用电机的容量选择	24
1-4. 根据每小时允许接通次数来选择鼠笼式异步电动机	30
1-5. 异步电动机不对称运行	36
a) 定子回路不对称的连接状况(36) b) 转子回路不对称的连接状况(41)	
1-6. 控制器和主令控制器	44
1-7. 终端开关和行程开关	47
1-8. 制动装置的电气设备	52
1-9. 一般工业机械的电力拖动中, 常用的放大器的基本接线图	63
第二章 起重机的电力装备	73
2-1. 一般概念	73
2-2. 起重机的主要机械电动机的静态负载	77
2-3. 提升电磁铁	80
2-4. 保护屏	83
2-5. 起重机电动机的控制器控制	87
2-6. 磁力控制器	96

- a)控制直流起重机电机的磁力控制器(98)6)控制交流
起重机电机的磁力控制器(105)

2-7. 起重机采用带有饱和电抗器的异步电动机 、 控制系统	112
2-8. 大型装卸桥电气设备的一般概念	124
2-9. 电葫芦和梁式起重机的电气设备	130
2-10. 起重机的供电问题	132

第三章 电梯的电力装备

3-1. 概述	138
3-2. 电梯的速度和加速度	140
3-3. 电梯的准确停车	142
3-4. 电梯的设备布置	149
3-5. 载客电梯的电力拖动系统	152
3-6. 电梯电动机容量的选择	157
3-7. 电梯的典型控制线路	164

- a)低速电梯电气设备的线路(165)6)带有双速异步电动机
的控制线路(168)6)高速电梯控制原理线路的基本元
件(172)

第四章 连续运输机的电力装备

4-1. 运输链	182
4-2. 选择运输链的电力拖动	185
4-3. 运输带	196
4-4. 载客连续运输机	201

参考资料

202

第一章 一般生产机械电力装备的基本問題

1-1 电 机

a) 起重机用电动机

起重机用电动机是用于拖动那些重复短期工作着的机械的。工作持續率 $\Pi B = 25\%$ 是該种电机的額定工作情况。在手册类的文献上，除了載有 $\Pi B = 25\%$ 时的技术数据外，还列有該种电机在 $\Pi B = 15, 40, 60$ 及 100% 时的技术数据。

重复短期工作制的特点是：一在任何一个工作与停息的工作周期中，电机的温度总不会上升到恆值和下降到他的周圍温度。苏联的工厂在設計制造起重机用电机时是按照国家标准(Гост)規定重复短期工作制的每一周期持續時間不能超过十分钟。如果超过了十分钟，那末电机就可能成为在长期、短期或重复短期工作制下运行了。此时电机的发热情况(温升)取决于其工作及停息時間的比值以及温升和冷却的時間常数。

起重机用电机和普通电机不同，它具有更高的机械强度和更大的过载能力；并且为了减小飞輪慣量，它的轉子的半徑縮小而长度則加大了；除此以外必須設計制造这种特殊电机的另一个原因是：普通电机在重复短期工作时，他的各个部件的温升時間常数是不同的。

举例來說，如果把用于长期工作制的普通电机用于 $\Pi B = 25\%$ 工作制，那末根据等效功率的式子計算結果是：該电机在 $\Pi B = 25\%$ 工作制运行时，其工作容量可以二倍于其銘牌

上的数值。但实际这样运行是不允许的。因为等效式子导得的根据条件是整个电机被当作一个均匀体，因此其各个部分同样地发热和冷却，当然这和事实相差很远。

电机在重复短期工作时，其各部分的发热和冷却条件不相同。由于电枢的冷却条件在停息时恶化和发热时间常数较大，因此冷却较慢，这就引起电枢在工作过程中可能极度过热。但另一方面，电机的激磁绕组在停息时的冷却条件却变化不大，而且它的发热时间常数不大，因此在停息时，它来得及冷却下来。这样看来，我们不得不降低负载使得电枢绕组不过热。上述这种特点使得串激电动机的激磁绕组的发热在更大程度上减小了。

从上面所述可以得出下列几点意见：用于重复短期工作的直流电机，其结构应与一般电机有区别。其特点应为：提高电枢绕组和整流子的热能品质指标，并且在提高电流密度及磁通密度的情况下改善电枢通风条件。

长期工作制运行的普通交流电机，当它在重复短期工作制运行时，也会发生由于各部件的发热时间常数不同而引起的各部件温升不均的现象。为此也必须制造专用的电机。

起重机用电动机在选用时是根据技术经济方案比较后决定采用交流或直流电机的，而这又是和客观提出的工艺要求有关系的。在容量很大的起重机上，尤其是在要求有较硬的机械特性和深度平滑调速的地方，一般我们选用直流电机。当不需要高度精确地工作和平滑调速时，我们就选用交流异步电动机。

目前苏联生产着一种叫ДП型的起重机用直流电动机。他代替了老的МП型电动机。ДП型电机中大量采用了硅有机绝缘材料。ДП型电机和МП型比较起来，总重量减小20%，

飞輪慣量減小30%。ДП型电机的电压有220和440伏二种,容量范围在 $\Pi B=25\%$ 工作制时自2.8瓩到130瓩。激磁方式有他激、复激和串激三种。尺寸自第一級到第五級的电机机壳是圆柱形的(图 1-1),而六級到八級尺寸的电机的机壳則系八角形可折装式的。这种电机在静止时启动和在轉速低于20%額定值運轉时,其最大允許轉矩能五倍于 $\Pi B=25\%$ 时的額定轉矩值。

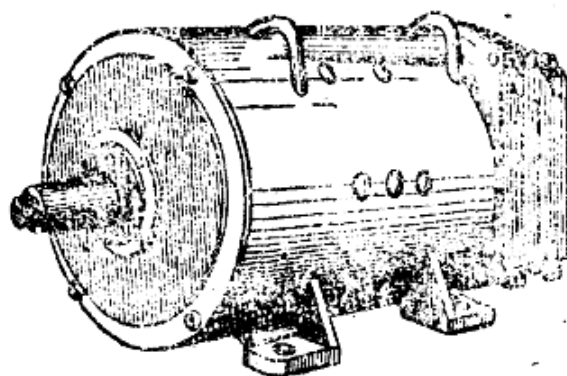


图 1-1 ДП型起重机用直流电动机

电机采用硅有机絕緣材料后,繞組的允許溫升可达 115°C ,这相当于CB級絕緣材料所允許的溫度值。

起重机用直流电机大多数系封閉式,自然通风。机壳內电机軸上装有叶片鼓风冷却。为了檢察整流子的情況,机壳上設有平时密閉的小窗口。电机不专設引出綫接綫盒。电樞及激磁繞組的綫头引出来后就被固定在导綫接头上。

用相对单位值作座标的表示各种大小尺寸电机的轉速特性曲綫,各綫相互之間是有所差异的。因此在計算时,最好使用制造工厂供給的該級尺寸电机的特性(图 1-2)而不使用相对单位作标值的万用特性。

苏联起重机用异步机的主要系列是 MT 型,該型电机电

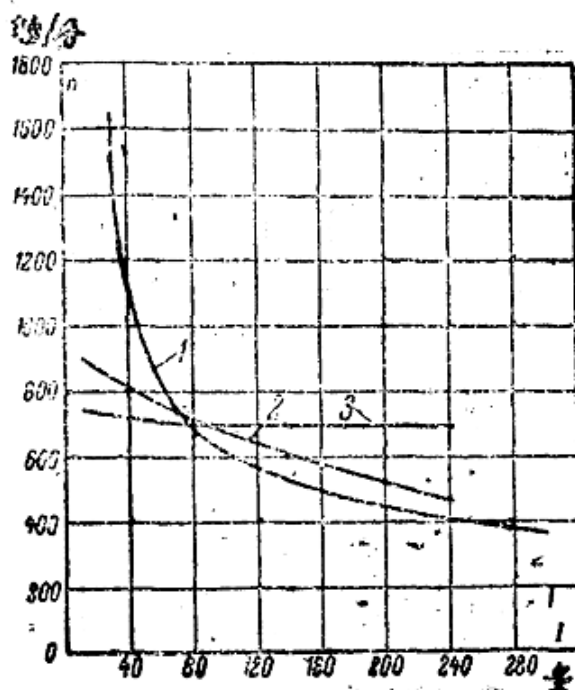


图 1-2 MII-42型起重机电机的转速特性
1—串激的；2—复激的；3—他激的。

压为220/380和500伏，容量在 $\Pi B=25\%$ 时为2.2~125瓩，轉子系統繞綫式。而MTK型鼠籠式，电机的容量在 $\Pi B=25\%$ 时为2.2~28瓩。电动机的同步轉速有1000、750及600轉/分三种。經過最近改进后的MT型电机，由于采用了硅有机絕緣材料，其容量相应地提高了一級，而总重却反而减小了約10%，最大一級尺寸的容量增达160瓩。此外在考虑改善該系列电机时，將計劃生产起重机用的双速电机及端面固定式（法兰式）电机。

图1-3系MT型电机的外形图。引入定子的电源綫接在接綫盒1中的接头上，接綫盒安設在机壳的上部，轉子的滑环由罩子防护着，电机沒有抬高电刷的装置，故电刷一直靠压在滑环上。在外罩3里面軸上装着风扇以冷却电机。风扇鼓

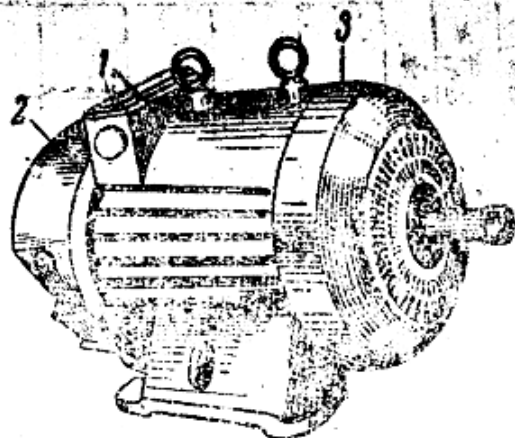


图 1-3 改良后的MT型冶金企业起重机用第六级尺寸的异步电机

起的风沿着起棱条的外壳流着。棱条系用以增加冷却面积及提高机壳强度而设置的。

起重机用异步机具有较大的过载能力，其最大转矩为 $IIB=25\%$ 时额定转矩的 $2.5\sim 3.0$ 倍。绕组的参数选择保证了在给定了的发热工作状态下，电机具有较大的机械转矩过载储量（图 1-4）。过载能力的提高使得空载电流大为增加。这样电机的功率因数效率也就相应的降低了。

在下面我们将能看到：由于采用硅有机绝缘材料，由于应用了新型轴承来降低电机的恒值损耗，由于采用了更为先进的通风系统这些因素，起重机用电动机在尺寸不变的情况下，容量却得到了提高。图 1-5 是起重机用异步电动机的容量和工作持续率（ $IIB\%$ 值）的关系曲线。我们现在可以用该图来比较KT型和MT型电机的品质。从图中可以看到老系列KT型电机在 $IIB=100\%$ 时的允许容量小于 $IIB=25\%$ 时的 20% ，而新的MT型电机在电机尺寸缩小了的条件下， $IIB=100\%$ 时的容量约达 $IIB=25\%$ 时的 50% 左右。最后，还应该看到有些旧系列起重机用电机根本不允许在长期工作制下运

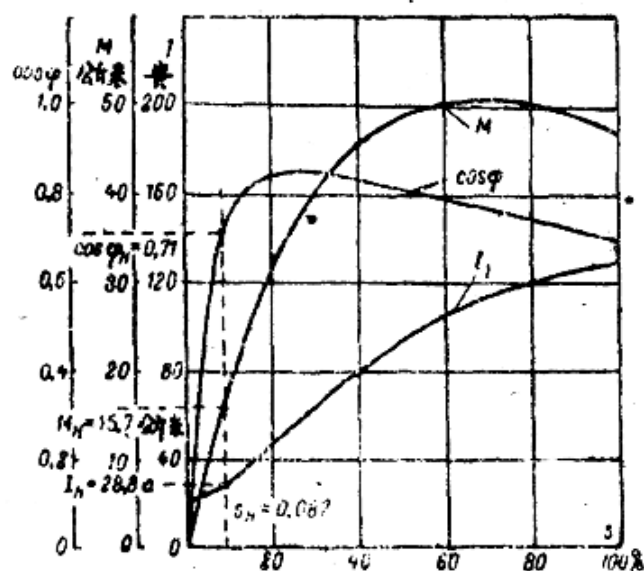


图 1-4 MTR-41-8型电动机特性, 380伏, 11瓩,
685轉/分, $\eta_B=25\%$

行。图 1-5 中的虛綫 1 表示了起重机用电机的 $\frac{P_2}{P'_2} = f(\eta_B \%)$ 的大致关系曲线, 这里 P_2 系该电机的容量, P'_2 系同样尺寸的 MT 型电机的容量。在该电机中, 除了改善了絕緣材料外, 还采用了强迫通风系統, 而且轉子的結構也改变了, 在轉子中增加了通风槽以加强鼓风的作用。

在載客及貨运升降機和工作情况接近于起重机械的傳送帶等机械上, 采用着起重機用电动机或其他的变型电动机。

挖土机用电动机按其負載特征及运行条件来看和起重機用电动机相近似, 因此在挖土机上尽先采用 КПД, МП, ДП, МГ 等型起重機用电动机, 但他們的結構略有所变动。挖土机用电机的型号末尾加有字母 0。若該机械的裝机容量超过了起重機用电动机系列中的最大电机容量, 那末电机就得專門定貨製造。大容量的挖土机用电动机是强迫通风式的, 这样可以提高

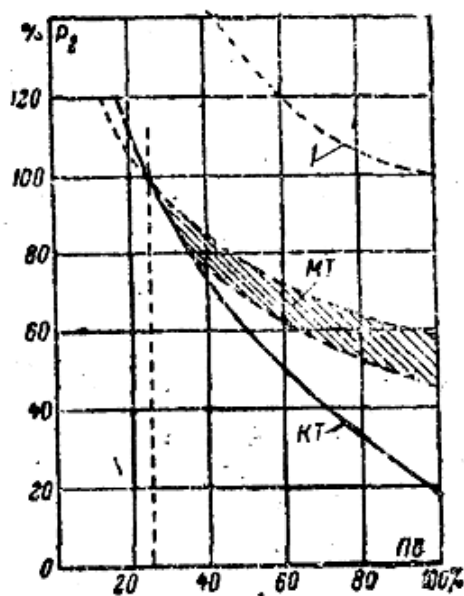


图 1-5 起重机用电动机输出功率和工作持续率的关系曲线

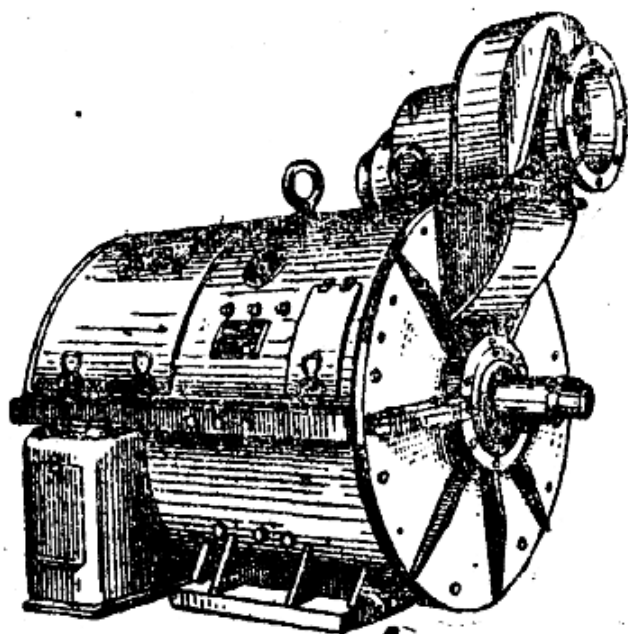


图 1-6 14立方米挖斗容量挖土机上拉曳及提升绞车拖动用
MII9735-750型电动机，735马力，750/1500转/分

負載能力。挖土機用電機（圖1-6）的結構需要特別加強，機壳則制成可裝折的。帶動通風機的異步機和通風機一起裝在該電機的頂上。在外壳上還設有几个檢視用的小窗口，大型電機的出綫端頭外面有保護罩子，而中小型電機則和起重機用電機一樣，沒有接綫盒。

6) 特殊結構的電動機

在現代化的工業裝置中，電動機及其拖動的執行機械日益緊密地攏攏在一起。這在機床中尤為突出。那里廣泛採用着各種端面固定式（法蘭式）電動機、電動軸（Электромоторы с валом）等。同樣在一般工業中的生產機械電力拖动上，採用專用系列電機也是特點之一。有時甚至不得不製造在結構上和專用系列電機顯著不同的特殊電機。

舉一個最普通而簡單的例子來講，拖动自流井水泵的電動機一般選用 МАИЗ 型，其容量範圍為 2.5~60 瓩。該種電機和水泵一起浸在水中，它的繞組和鐵心的冷卻以及軸承的潤滑都利用它工作時所抽出來的水。這種電機的定子繞組採用抗潮性能極強的聚氯乙稀絕緣材料；電機的轉子是鼠籠型的。因為冷水在電機里面循環流通，故其尺寸很小，但負載能力却大為增加。

雖然如此，但這種電機的应用範圍是極為有限的：例如它們不能用在有腐蝕性的溶液中；也不能用在高溫高壓的地方。然而這些要求却在很多試驗用及生產用裝置中，首先是在化學和石油工業上日益普遍地突出起來。

歸納起來看，在泵運液體和氣體，尤其是在高溫高壓的條件下，或者是被泵運的液氣體是帶有腐蝕性的時候，製造水泵或空氣壓縮機的主要困難之一是它的出軸密封部分問題。在上述液氣體中工作的一般是離心泵。然而即使是這種

較簡單的旋轉泵，要解決軸承和出軸之間的密封問題，在結構上也有很大的困難。密封裝置往往做得又笨又大，並且在很多情況下還會引起嚴重故障，造成事故。而且由於有時緩衝劑滲漏到了工作機械的腔室中去，因此被泵運的液體和氣體的質量就降低了。

因此，近幾年來日益廣泛地使用着特殊構造的異步鼠籠機在腐蝕性的介質中工作，在這種電機中用了一個非導磁體的圓環間隔在定子和轉子之間，這個圓環一般可以用奧司丁體鋼制的。圖 1-7 是這種電機的總圖。他可以工作在溫度達 450°C 和 240 個大氣壓力的腐蝕性介質中。電機的軸穿過一個孔道和水泵的工作葉輪連接起來，他們之間沒有嚴密的密封裝置，因為隔離環柱體使介質不能浸入定子繞組中去。目前這種系列的電機容量可達數拾瓩，而效率則為 $0.6 \sim 0.7$ ，工作時耐壓達 300 個大氣壓力。

在起重運輸機械尤其是在吊車及電葫蘆的電氣設備中，電動機和制動裝置的聯接配合技術往往是一個很重要的問題。現有的轉子為圓錐形的並且其制動器是裝入式的異步機可以作為解決這個問題的一個很好的範例，這種裝置在國外也得到廣泛的應用。

圖 1-8 是這種電機的總結構圖。定子 1 的內圓面是圓錐狀的，在它裡面套了一個轉子 2，軸 3 的左端是風扇 5 及制動墊圈 6，而在左側壁上鑲裝了一個制動圓片 7。這樣，風扇不但吹冷了電機，並且還吹到了制動器。

當電動機通電時，轉子為定子所吸，它克服了彈簧 4 的阻力而右移，這樣制動墊圈 6 與圓片 7 分離，制動作用就消失。當電動機工作完畢斷電後，轉子及制動墊圈 6 即在彈簧 4 的作用下向左移動，墊圈 6 與圓片 7 就互相貼緊而發生摩

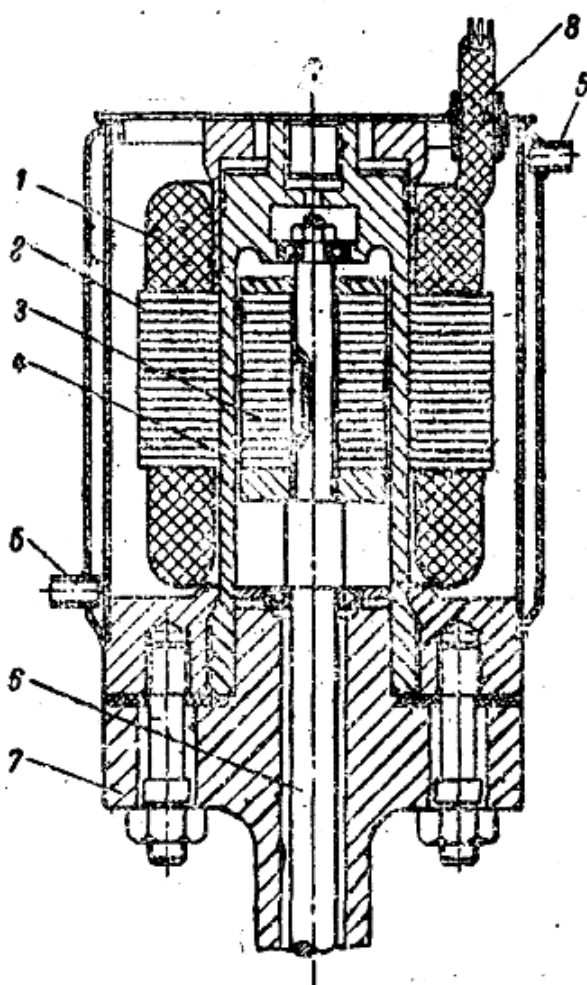


图 1-7 带有隔离环的异步鼠笼机的剖面图

1—定子绕组；2—定子铁心；3—鼠笼转子；4—隔离环；5—冷却通风气孔；6—电机与水泵的轴；7—联接电机和水泵的底座；8—定子绕组的出线。