

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

只限学校内部使用



中国工业出版社



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

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。

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

*

第一机械工业部教材編审委员会編輯 (北京复兴門外三里河第一机械工业部)

中国工业出版社出版 (北京德勝門路丙 10 号)

(北京市书刊出版业許可証出字第 110 号)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印張 $6 \frac{3}{8}$ · 插頁 1 · 字数 130,000

1961 年 7 月北京第一版·1964 年 5 月北京第五次印刷

印数 7,224—9,383 · 定价(科五)0.81 元

*

統一书号: K15165 · 472(一机-549)

目 录

前言	1
选定教材說明	2
第一章 一般生产机械电力装备的基本問題	5
1-1. 电机	5
a) 起重机用电动机(5) b) 特殊结构的电动机(12)	
b) 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籠式异步电动机	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) 轉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. 終端开关和行程开关	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, 常用的磁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負載	77
2-3. 提升电磁鉄	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)控制直流起重机电动机的磁力控制器(98)б)控制交流

起重机电动机的磁力控制器(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138

3-1. 概述.....138

3-2. 电梯的速度和加速度.....140

3-3. 电梯的准确停車.....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)б)带有双速异步电动机

的控制线路(168)в)高速电梯控制原理线路的基本元件(172)

第四章 連續运输机的电力装备182

4-1. 运输鏈.....182

4-2. 选择运输鏈的电力拖动.....185

4-3. 运输带.....196

4-4. 载客連續运输机.....201

参考資料202

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

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会议上确定,“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与自动化教研组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,以及选編时间的紧迫,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刪。

(6) 本书虽經教研组有关教师研討后,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项成果充分反映出来。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组。

西安交通大学工业企业电气化自动化教研组

1961年4月

目 录

前言	1
选定教材說明	2
第一章 一般生产机械电力装备的基本問題	5
1-1. 电机	5
a) 起重机用电动机(5) b) 特殊结构的电动机(12)	
b) 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籠式异步电动机	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) 轉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. 終端开关和行程开关	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, 常用的磁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負載	77
2-3. 提升电磁鉄	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)控制直流起重机电动机的磁力控制器(98)б)控制交流

起重机电动机的磁力控制器(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138

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)б)带有双速异步电动机

的控制线路(168)в)高速电梯控制原理线路的基本元件(172)

第四章 連續运输机的电力装备182

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. 载客連續运输机.....201

参考資料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許的。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時間常数較大，因此冷却較慢，这就引起电枢在工作过程中可能极度过热。但另一方面，电机的激磁繞組在停息时的冷却条件却变化不大，而且它的发热時間常数不大，因此在停息时，它来得及冷却下来。这样看来，我們不得不降低負載使得电枢繞組不过热。上述这种特点使得串激电动机的激磁繞組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見：用于重复短期工作的直流电机，其結構应与一般电机有区别。其特点应为：提高电枢繞組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時間常数不同而引起的各部件温升不匀的現象。为此也必須制造专用的电机。

起重机用电动机在选用时是根据技术經濟方案比較后决定采用交流或直流电机的，而这又是和客觀提出的工艺要求有关系的。在容量很大的起重机上，尤其是在要求有較硬的机械特性和深度平滑調速的地方，一般我們选用直流电机。当不需要高度精确地工作和平滑調速时，我們就选用交流异步电动机。

目前苏联生产着一种叫ДІІ型的起重机用直流电动机。他代替了老的МІІ型电动机。ДІІ型电机中大量采用了硅有机絕緣材料。ДІІ型电机和МІІ型比較起来，总重量减小20%，

飞輪慣量减小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圓柱形的(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。这种电机在靜止时起動和在轉速低于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。

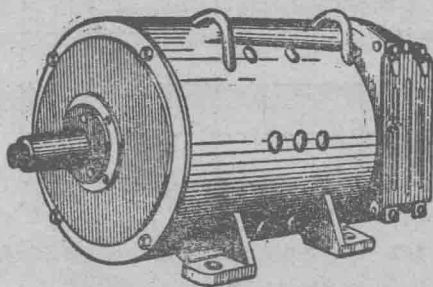


图 1-1 ДП型起重机用直流电动机

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。电枢及激磁繞組的綫头引出来后就被固定在導綫接头上。

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異的。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。

苏联起重机用異步机的主要系列是MT型,該型电机电

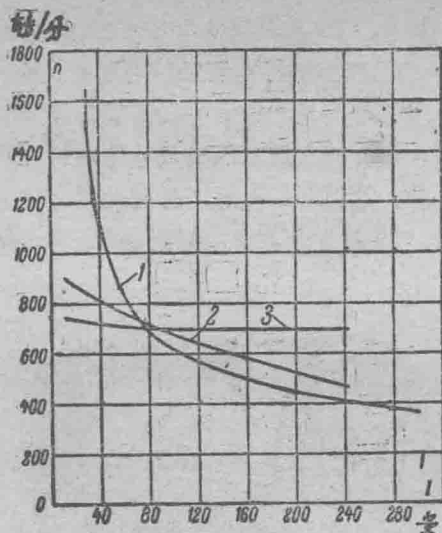


图 1-2 МП-42型起重机用电机的转速特性

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，转子系繞綫式。而MTK型鼠籠式，电机的容量在 $\Pi B=25\%$ 时为2.2~28瓩。电动机的同步转速有1000、750及600轉/分三种。经过最近改进后的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，将計划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

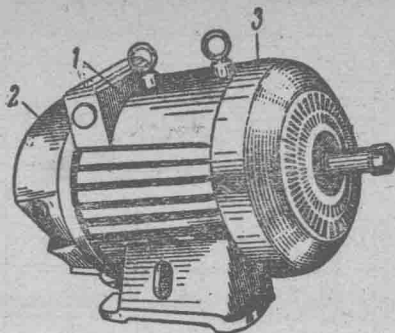


图 1-3 改良后的MT型冶金企业起重机用第六级尺寸的异步电机

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 $\Pi B=25\%$ 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和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（ $\Pi B\%$ 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 $\Pi B=100\%$ 时的允许容量小于 $\Pi B=25\%$ 时的 20% ，而新的MT型电机在电机尺寸缩小了的条件下， $\Pi B=100\%$ 时的容量约达 $\Pi B=25\%$ 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

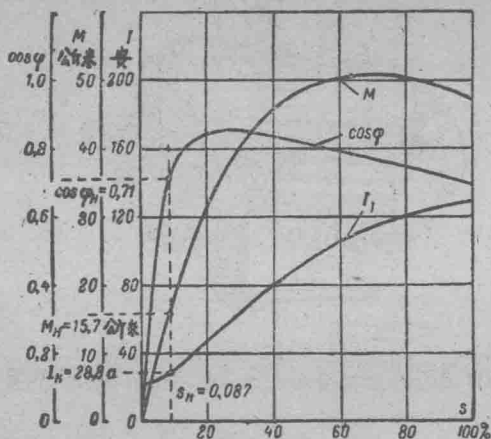


图 1-4 MTK-41-8 型电动机特性, 380伏, 11瓩,
685轉/分, $\Pi B=25\%$

行。图 1-5 中的虛綫 1 表示了起重机电机的 $\frac{P_2}{P'_2} = f(\Pi B \%)$ 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, 除了改善了绝缘材料外, 还采用了强迫通风系统, 而且转子的结构也改变了, 在转子中增加了通风槽以加强鼓风的作用。

在载客及货运升降机和工作情况接近于起重机械的传送带等机械上, 采用着起重机电动机或其他的变型电动机。

挖土机电动机按其负载特征及运行条件来看和起重机电动机相近似, 因此在挖土机上尽先采用 КПД, МП ДП МГ 等型起重机电动机, 但他们的结构略有所变动。挖土机电动机的型号末尾加有字母 Э。若该机械的装机容量超过了起重机电机系列中的最大电机容量, 那末电机就得专门定货制造。大容量的挖土机电动机是强迫通风式的, 这样可以提高

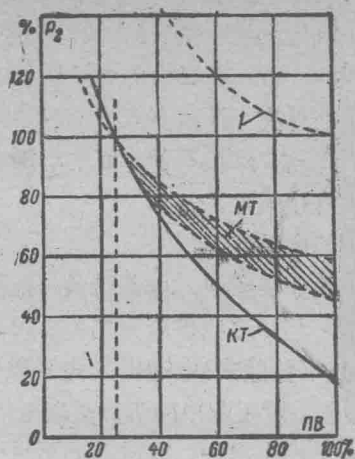


图 1-5 起重机用电动机输出功率和工作持续率的关系曲线

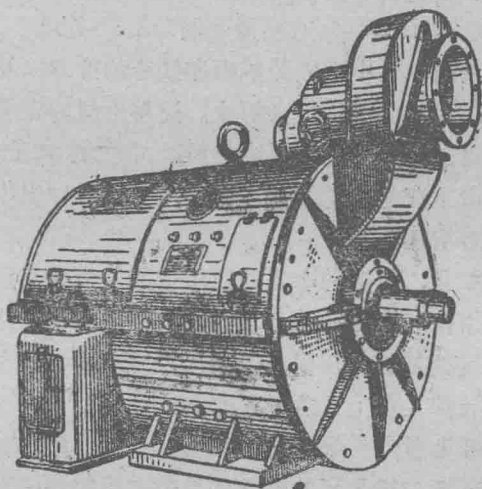


图 1-6 14立方米挖斗容量挖土机上拉曳及提升绞车拖动用
МПЭ735-750型电动机，735馬力，750/1500轉/分

負載能力。挖土机电机（图1-6）的結構需要特別加强，机壳則制成可裝拆的。带动通风机的異步机和通风机一起裝在該电机的頂上。在外壳上还設有几个檢視用的小窗口，大型电机的出綫端头外面有保护罩子，而中小型电机則和起重机电机一样，沒有接綫盒。

6) 特殊結構的电动机

在現代化的工业裝置中，电动机及其拖动的执行机械日益紧密地靠攏在一起。这在机床中尤为突出。那里广泛采用着各种端面固定式（法兰式）电动机、电动軸（Электродвигатели）等。同样在一般工业中的生产机械电力拖动上，采用专用系列电机也是特点之一。有时甚至不得不制造在結構上和专用系列电机显著不同的特殊电机。

举一个最普通而简单的例子来讲，拖动自流井水泵的电动机一般选用МАПЗ型，其容量范围为2.5~60瓩。該种电机和水泵一起浸在水中，它的繞組和鉄心的冷却以及軸承的潤滑都利用它工作时所抽出来的水。这种电机的定子繞組采用抗潮性能极强的聚氯乙稀絕緣材料；电机的轉子是鼠籠型的。因为冷水在电机里面循环流通，故其尺寸很小，但負載能力却大为增加。

虽然如此，但这种电机的应用范围是极为有限的：例如它們不能用在有腐蝕性的溶液中；也不能用在高溫高压的地方。然而这些要求却在很多試驗用及生产用裝置中，首先是在化学和石油工业上日益普遍地突出起来。

归納起来看，在泵运液体和气体，尤其是在高溫高压的条件下，或者是被泵运的液气体是帶有腐蝕性的时候，制造水泵或空气压缩机的主要困难之一是它的出軸密封部分問題。在上述液气体中工作的一般是离心泵。然而即使是这种