

工业企业电工手册

第六分册

用电设备

苏联 A. A. 费道洛夫 П. B. 庫茲涅佐夫編

中国工业出版社

工业企业电工手册

第六分册

用电设备

苏联 A. A. 費道洛夫 П. B. 庫茲涅佐夫編

严 峻 沈尙賢 蔣大宗 译
胡宝生 楼礼恭 王祖泽

中国工业出版社

“工业企业电工手册”是苏联出版的一本大型手册，其中包括了有关工业企业电气设备的設計、安装和运行工作的必要資料。书中除有关一般电气设备、供电、电力驅动的資料以外，还包括了和工业企业用电有关的各种设备，如車床、鍋炉、汽輪机、泵、空气压缩机、通风机等的数据。

本书分10个分册出版。本分册（第六分册）包括有关电力拖动和电力拖动的控制、电机的安装与运行、电炉装置、电焊装置和电气照明等資料和数据。

本书可供工业企业动力部門的工程师、設計人員、研究人員参考，也可作为高等工业学校工业企业电气化专业师生的参考书。

А. А. Федоров П. В. Кузнецов

СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1954

* * *

工业企业电工手册

第六分册

用电设备

严 峻 沈尚賢 蔣大宗 胡宝生 楼礼恭 王祖泽 译

(根据原水利电力出版社紙型重印)

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1016 \frac{1}{16}$ ·印张 $17\frac{3}{8}$ ·字数321,000

1959年1月北京第一版

1963年12月北京新一版·1963年12月北京第一次印刷

印数0001—2,578·定价 2.10 元

*

統一书号：15165·3027(水电-415)

目 录

第 25 章 电力拖动和电力拖动的控制	4
A. 电动机的选择	4
25-1. 电动机功率的选择(4) 25-2. 计算电动机机械特性所用公式(7) 25-3. 电动机的典型特性(8) 25-4. 起动和制动电阻的计算(10) 25-5. 鼠笼式异步电动机和同步电动机起动电流的限制(16) 25-6. 旋转物体的转动惯量和飞轮惯量(17)	
B. 电机的技术特性	18
25-7. 统一系列的三相异步电动机(18) 25-8. 鼠笼式转子统一系列的异步电动机的技术数据(20) 25-9. 统一系列异步电动机的变型(23) 25-10. A系列电动机的外形尺寸(25) 25-11. ПН系列直流电动机的技术数据(26) 25-12. ПН系列电机的尺寸(31) 25-13. 起重电动机的技术数据(32) 25-14. 起重电动机的尺寸(34) 25-15. 各种系列电动机的简要特性(36) 25-16. 电机放大机(39) 25-17. 自整角机(40)	
B. 起动调节电器	41
25-18. 盒形开关和转换开关(41) 25-19. 万能转换开关(42) 25-20. 交流接触器(43) 25-21. 直流接触器(43) 25-22. 交流磁力起动器(44) 25-23. 直流磁力起动器(45) 25-24. 磁力空气换向器(45) 25-25. 控制继电器(45) 25-26. 终结开关(46) 25-27. 控制按钮(47) 25-28. 凸轮主令电器(48) 25-29. 控制器(48) 25-30. 电阻器(48) 25-31. 起动和起动调节变阻器(50) 25-32. 防爆式起动调节电器(51) 25-33. 接线板(51) 25-34. 起重机电器(52) 25-35. 平滑调节电压用的自耦变压器(53)	
Г. 典型的电力拖动控制接线	55
25-36. 一般概念(55) 25-37. 接线的应用范围和特性(56)	
第 26 章 电机的安装与运行	64
A. 电机的安装	64
26-1. 电机安装的通则(64) 26-2. 皮带轮、联轴器、轴头、键(69) 26-3. 滑轨、底脚螺丝、底盘下垫片、锥形销(74) 26-4. 滚动轴承及轴承的润滑(77) 26-5. 滑动轴承及轴承的润滑(80) 26-6. 轴承支座的绝缘(85) 26-7. 轴的校准、电机的振动(86) 26-8. 空气间隙(87) 26-9. 电刷(88)	
B. 电机绝缘的干燥	91
26-10. 一般指示(91) 26-11. 干燥(93) 26-12. 干燥的主要参数(94) 26-13. 干燥方法(97)	
B. 电机的试验与检查	104
26-14. 电机验收-移交试验范围及标准(105) 26-15. 绕组欧姆电阻(106) 26-16. 绕组绝缘的电气强度(107) 26-17. 直流电机的整流作用(108) 26-18. 三相电机绕组的引出线(110) 26-19. 轴承绝缘的检验(110)	

Γ. 电机的运行	111
26-20. 电机的发热(111) 26-21. 轴承的润滑(113) 26-22. 整流子(114) 26-23. 空气的相对湿度(116) 26-24. 电机的毛病(117)	
Ⅱ. 电机的修理	118
26-25. 电动机检查与计划性预先检修的时期(118) 26-26. 经过修理的电机绝缘电气强度的试验(119) 26-27. 滑动轴承用巴氏合金(119) 26-28. 滚动轴承(121) 26-29. 浸渍和涂刷用清漆(120) 26-30. 绕线卷用导线(124) 26-31. 防锈油(127)	
第 27 章 电炉装置	127
A. 电炉的技术特性、结构数据与应用范围	127
27-1. 总论(127) 27-2. 电炉装置的选择与自动化的主要指示(129) 27-3. 电炉的技术特性(132) 27-4. 电炉辅助装备的技术数据(151) 27-5. 用于电炉装置的材料特性(157)	
B. 电炉装置的安裝規程及其安裝	162
27-6. 安裝电炉装置的主要指示(162) 27-7. 电炉用户(164) 27-8. 电炉装置的安裝(164)	
B. 电炉装置的运用	165
27-9. 电阻电炉的合理运用及提高其工作效果问题(165) 27-10. 电阻电炉的修理与改装(169) 27-11. 电炉电炉的合理工作状况(175)	
第 28 章 电焊装置	177
A. 电焊设备的用途和特性	177
28-1. 用途及应用范围(177) 28-2. 直流电弧焊机组(179) 28-3. 交流电弧焊接设备(181) 28-4. 焊剂层下自动电焊的设备(182) 28-5. 使用保护性气体的电弧焊接设备(185) 28-6. 对焊机(186) 28-7. 点焊机(186) 28-8. 缝焊机(190)	
B. 电弧焊接工艺的基本概念	193
28-9. 钢电弧焊接用的焊条(193) 28-10. 钢的手工电弧焊接规范(196) 28-11. 铸铁的电焊(197) 28-12. 有色金属的焊接(199) 28-13. 自动电弧焊(200) 28-14. 原子氢焊接(202) 28-15. 电弧切割(204) 28-16. 手工电弧焊工作地点的设备(205)	
B. 电焊设备的安裝和运用	205
28-17. 焊接过程的经济特性(205) 28-18. 关于安裝电焊设备的指示(207) 28-19. 电焊装置的运行(208)	
第 29 章 电气照明	214
A. 电灯和照明器的特性	214
29-1. 白热灯(214) 29-2. 钨型灯泡(215) 29-3. 荧光灯(215) 29-4. 照明器(217) 29-5. 集射器(220)	
B. 对照明装置的要求	220
29-6. 照度标准(220) 29-7. 对眩目效应的防止(224) 29-8. 照明系统(226) 29-9. 照明方式(227) 29-10. 安全条件所容许的最高电压(228)	

В. 照明裝置的設計	229
29-11. 選擇熒光灯型式(229) 29-12. 選擇照明器型式(229) 29-13. 選擇供金屬加工 机床局部照明用的支架的型式(231) 29-14. 房屋內照明器的佈置(233) 29-15. 室外 空間照明時的照明器佈置(238) 29-16. 照明計算的一般指示(239) 29-17. 定額 法(240) 29-18. 比裝置功率法(241) 29-19. 利用係數法(248) 29-20. 準備法(254) 29-21. 集射器照明的計算(258) 29-22. 計算負荷的決定(259) 29-23. 照明網絡導 線的計算(260) 29-24. 接零導線的計算(266)	
Г. 照明網絡的裝設	267
29-25. 配電盤及其佈置(267) 29-26. 佈線方式的選擇(268) 29-27. 有助於安裝工作 工業化的材料(269) 29-28. 局部照明的裝設(270) 29-29. 接地和接零的裝法(272)	
Д. 照明裝置運行時的主要指示	273
29-30. 用電設備投入運行(273) 29-31. 運行時的一般指示(274) 29-32. 照明裝置 各別部分運行時的指示(274) 29-33. 計劃性檢查和修理的期限(276) 29-34. 照明裝 置中元件的清潔工作的期限(276)	

第 25 章 电力拖动和电力拖动的控制

A. 电动机的选择

25-1. 电动机功率的选择

a) 基本的计算公式

計 算 的 量	公 式	符 号
1. 功 率	$P = \frac{M \cdot n}{975}$ $P = \frac{Fv}{102}$	P ——电动机的功率, 瓩 A ——运动物体的动能, 瓦·秒 M ——电动机的轉矩, 公斤·公尺 M_1 ——机械軸上的轉矩, 公斤·公尺
2. 运动物体的动能	$A = 9.81 \frac{J \omega^2}{2}$ $A = 9.81 \frac{mv^2}{2}$	F ——作用在物体上的力, 公斤 n ——电动机軸的轉速, 轉/分
3. 折算到电动机軸上的静态轉矩	$M = M_1 \frac{n_1}{n} \frac{1}{\eta}$ $M = F \frac{v}{\omega} \frac{1}{\eta}$ $\omega = \frac{\pi n}{30}$	n_1 ——机械軸的轉速, 轉/分 ω ——旋轉的角速度, 1/秒 v ——物体运动的速度, 公尺/秒
4. 折算到电动机軸上的轉动慣量	$J = J_1 \left(\frac{n_1}{n} \right)^2$ $J = m \left(\frac{v}{\omega} \right)^2$	J_1 ——机械軸上的轉动慣量, 公斤·公尺·秒 ² GD^2 ——飞輪慣量, 公斤·公尺 ²
5. 在恆值的运动轉矩和静态轉矩下, 电动机起动時間(—)及制动時間(+)	$t = \frac{J \omega}{M \mp M_{cm}} =$ $= \frac{GD^2}{375} \frac{n}{M \mp M_{cm}}$ $J = \frac{GD^2}{4g}$	m ——物体的質量, 公斤·秒 ² /公尺 g ——重力加速度, 公尺/秒 ² η ——机械的效率 t ——時間, 秒
6. 以百分值表示的主要計算量	$P\% = \frac{P}{P_n} 100\%$ $U\% = \frac{U}{U_n} 100\%$ $E\% = \frac{E}{U_n} 100\%$	U ——电压, 伏 E ——电动势, 伏 I ——电流, 安

續表

計 算 的 量	公 式	符 号
	$M\% = \frac{M}{M_H} 100\%$ $\Phi\% = \frac{\Phi}{\Phi_H} 100\%$ $r\% = \frac{r}{R_H} 100\%$ 对直流电动机来说 $R_H = \frac{U_H}{I_H}$ $n\% = \frac{n}{n_0} 100\%$ 異步电动机 $E_H \approx \frac{U_{2H}}{\sqrt{3} I_{2H}}$ $s\% = \frac{n_c - n}{n_c} 100\%$	Φ ——磁通, 馬 r ——电阻, 欧 $P_H, U_H, M_H, I_H, \Phi_H$ ——功率, 电压, 轉矩, 电流和磁通的額定值 n_0 ——电动机的理想空載轉速, 轉/分 R_H ——电动机的額定电阻, 欧 U_{2H} ——电动机轉子滑环上的电压, 伏 I_{2H} ——轉子的額定电流, 安 $s\%$ ——轉差率, % n_c ——电动机的同步轉速, 轉/分

6) 一般工業机械所用电动机功率的选择

电 动 机 用 途	公 式	符 号
水泵用电动机	$P = \frac{\gamma Q (H + \Delta H) \cdot 10^3}{102 \eta \eta_n}$	P ——电动机的功率, 瓩 Q ——机械(水泵、通风机等)的生产率, 公尺 ³ /秒 H ——压力头, 等于吸入和压出高度之和, 公尺 ΔH ——总管内的压力落差, 公尺 γ ——被输送液体的比重, 公斤/公尺 ³ η ——机械(水泵、通风机等)的效率 η_n ——傳动效率
通风机(引風机)用电动机, 压缩机用电动机	$P = \frac{QH_c}{102 \eta \eta_n}$ $P = \frac{Q}{102 \eta \eta_n} \times \frac{A_u + A_a}{2}$ $P = \frac{2QA'_a}{102 \eta \eta_n}$	H_c ——总压力, 公厘水柱 A_u ——將 1 公尺 ³ 的空气压缩到压力为 $p_1 = p + 1$ 的等温功, 公斤·公尺 A_a ——將 1 公尺 ³ 的空气压缩到压力为 $p_1 = p + 1$ 的絕热功, 公斤·公尺 A'_a ——在压缩机內將 1 公尺 ³ 的空气压缩到中間压力 $p' = \sqrt{p+1}$ 的絕热功, 公斤·公尺 p ——最后的剩余压力, 大气压

續表

电动机用途		公 式					符 号				
p_1 大气压	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	
A_u 公斤·公尺	4 050	6 900	11 000	13 900	16 100	17 900	19 500	20 800	22 000	23 000	
A_a 公斤·公尺	4 300	7 700	12 900	17 100	20 500	23 500	26 100	28 600	30 700	32 700	
起重机用电动机:											
1) 起升机构的电动机		$P = \frac{(G_N + G_0)v}{102\eta}$					G_N ——額定起重量, 公斤 G_0 ——起升重物所用設備的重量, 公斤 v ——重物的起升速度, 公尺/秒				
2) 水平运移机构的电动机		$P = \frac{k(G_N + G_1)(\mu r + f)v_1}{R 102\eta}$					G_1 ——機構自重, 公斤 v_1 ——機構运移的速度, 公尺/秒 R ——車輪半徑, 公分 r ——軸頸半徑, 公分 μ ——滑动摩擦系数 f ——滚动摩擦系数, 公分 k ——考虑到軌道与輪緣間摩擦的系数				
运输机用电动机		$P = \frac{Q_m H}{367.2} \sqrt{Q_m} [0.029(1.3 + x) + 0.0058 \sqrt{Q_m} (0.07L + 0.03L_1)]$					Q_m ——运输机或升降机的生产率, 吨/小时 H ——起升总高度, 公尺 x ——导向鼓輪数(非拖动用) L ——运输机的端鼓輪出的長度, 公尺 L_1 ——材料移动行程的長度, 公尺				
翻斗提升机用电动机 (斗式提升机)		$P = \frac{Q_m H}{367.2\eta\eta_n}$									

В) 按等效值选择和校驗电动机功率

按下列公式所算出的等效值必須等于或稍小于电动机相应的名牌額定值。

公 式	符 号
長期运行状态 $Q_c = \frac{Q_1 t_1 + Q_2 t_2 + \dots + Q_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$ $I_s = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots + I_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$ 当 $\Phi_\theta = \text{恒值时}$, $M_s = I_s$, 于是 $M_s = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + \dots + M_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$ 当 $\omega_\theta = \text{恒值时}$, $P_s = M_s$, 于是	Q_c ——电动机内的平均損耗, 瓩 I_s, M_s, P_s ——电动机的等效电流, 轉矩和功率——其單位分别为安, 公斤·公尺, 瓩 $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——电动机内的損耗, 瓩 $I_1, I_2, \dots, I_n$ ——电流, 安

續表

公 式	符 号
$P_s = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$	$M_1, M_2 \dots M_n$ ——轉矩, 公斤·公尺 $P_1, P_2 \dots P_n$ ——工作圖上各段的功率, 瓩 $t_1, t_2 \dots t_n$ ——电动机在工作圖(分別按損耗, 电流, 轉矩和功率而表示)上各段的运行時間, 秒
重复短期运行状态 当 $10\% < \Pi B\% < 60\%$ 时, 从一个合閘連續系数折算到另一个合閘連續系数 $P_1 = P_2 \sqrt{\frac{\Pi B_2}{\Pi B_1}}$ 准确公式为: $P_1 = P_2 \sqrt{a \left(\frac{\Pi B_2}{\Pi B_1} - 1 \right) + \frac{\Pi B_2}{\Pi B_1}}$ 式中 a——在額定負載时电动机內的恒值損耗与变值損耗之比	$\Pi B_1, \Pi B_2, P_1, P_2$ ——电动机的合閘連續系数和与它对应的功率 制造起重电动机的标准 ΠB 值: 15%, 25%, 40% $\Pi B\% = \frac{t_p}{t_p + t_0} \cdot 100\%$ t_p ——电动机的工作時間, 秒 t_0 ——停止時間, 秒

25-2. 計算电动机机械特性所用公式

电动机名称	公 式	符 号
異步电动机	$M = M_K \frac{2}{\frac{s}{s_K} + \frac{s_K}{s}}$ (簡化公式) $s_K = s_n \left(m_n + \sqrt{m_n^2 - 1} \right)$ $m_n = \frac{M_K}{M_n}$	M ——电动机的轉矩, 公斤·公尺 M_K ——电动机的临界轉矩, 公斤·公尺 s_K ——临界轉差率 s ——轉差率
同步电动机	$n_c = \frac{60f}{p}$ $M = \frac{0.975}{n_c} \frac{EU \sin \theta}{x_c}$	n_c ——电动机的同步轉速, 轉/分 f ——电網頻率, 赫 p ——極对数 E ——电动机的电动势, 伏 x_c ——同步电抗, 欧 θ ——电动机的电动势和电压間的相差角
直流他激电动机	$n = n_0 - I \frac{R}{c_e}$	c_e ——系数

电动机名称	公 式	符 号
直流串激电动机	$n_0 = \frac{U}{c_e}$ $c_e = \frac{pN}{60a} \Phi_N 10^{-8} =$ $= \frac{U_N - I_N r_\theta}{n_N} = \frac{E_N}{n_N}$ $R = r_\theta + R_\theta$	n——电动机轉速, 轉/分 n_N——电动机的額定轉速, 轉/分 n_0——理想空載轉速, 轉/分 U_N——電網的額定电压, 伏 I——電樞电流, 安 I_N——電樞的額定电流, 安 R_θ——電樞电路內的附加电阻, 欧 r_θ——電樞的內电阻, 欧 E_N——电动机的額定电动势, 伏 p——电机的極对数 N——電樞綫谷的有效导体数 Φ_N——电动机的磁通, 馬
	$n_u = n_e \left(1 - \frac{IR_\theta}{U_N - IR_\theta} \right)$ 計算时自然特性可从产品目录中取得	n_e——在自然特性上电动机的轉速, 轉/分 n_u——在变阻器特性上电动机的轉速, 轉/分

25-3. 电动机的典型特性

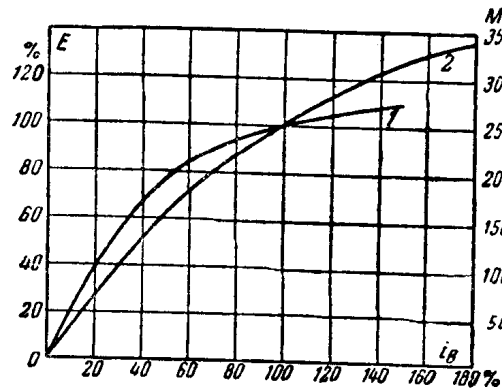


圖 25-1 空載通用特性曲綫
1—直流电机; 2—同步电机。

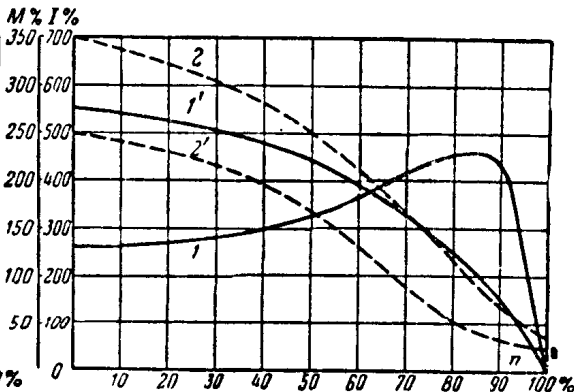


圖 25-2 鼠籠式异步电动机的特性曲綫
1—軸上轉矩; 2—电动机定子电流; 曲綫 1 和 2 属于正常轉差率的电动机, 1' 和 2' 相当于高轉差率的电动机。

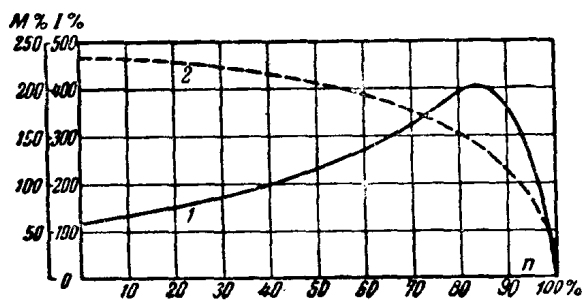


圖 25-3 轉子电路內的附加电阻等于零时，
繞式异步电动机的特性曲线
1—軸上轉矩；2—电动机定子电流。

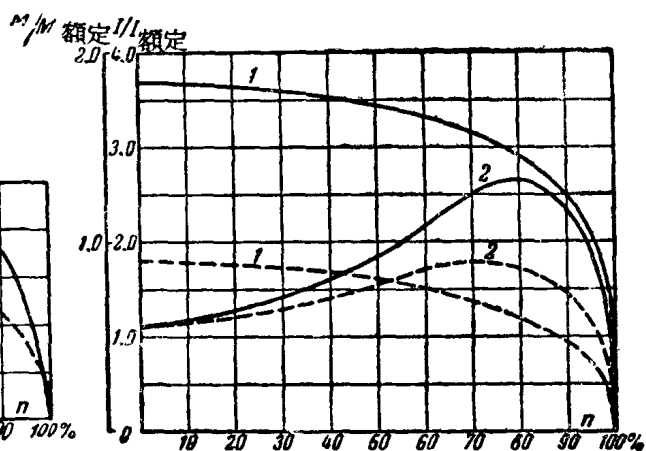


圖 25-4 同步电动机在同样电网电压下經电抗
器(实綫)和自耦变压器(虚綫)启动时的启动特性曲线
1—綫电流；2—軸上轉矩。

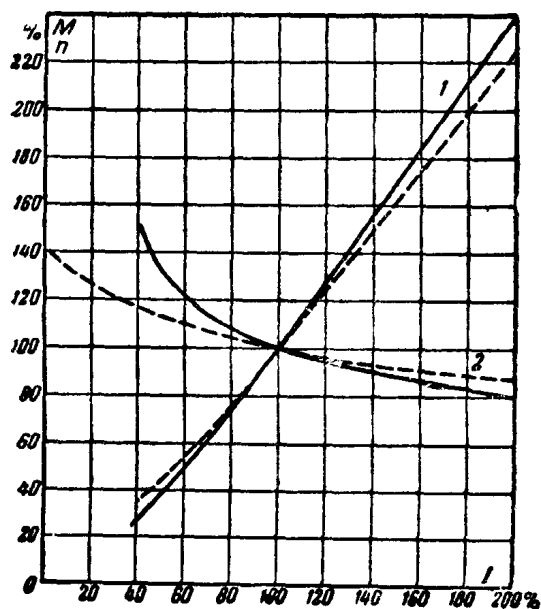


圖 25-5 串激(实綫)和复激(虚綫)起重电动机
的通用特性曲线
1—轉矩；2—轉速。

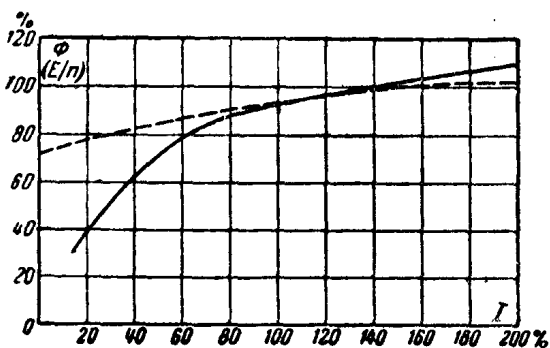


圖 25-6 串激(实綫)和复激(虚綫)起重电动机

的
 $\left(\frac{E}{n}\right)\% = f(I\%)$ 的特性曲线

25-4. 启动和制动电阻的计算

在特性曲线为直线的条件下他激、异步和串激电动机启动电阻的计算

a) 图解法

1) 用百分值或相对单位画出电动机的自然特性(图 25-7)。

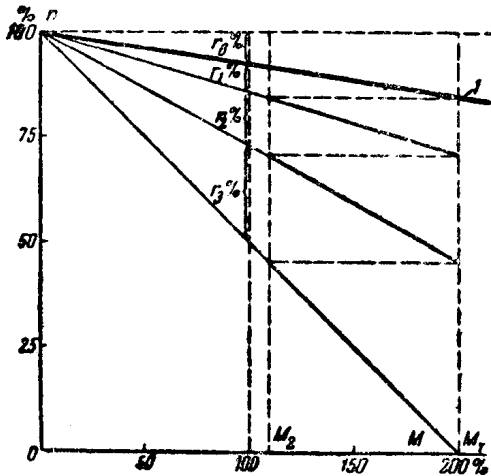


图 25-7 具有直线特性的电动机启动电阻计算的图解法
1—自然特性。

2) 给定启动转矩 M_1 和转换转矩 M_2 :

$$M_1 \approx (2-2.5)M_n,$$

$$M_2 \approx (1.1-1.2)M_{cm},$$

式中 M_n 和 M_{cm} ——分别为额定转矩和静态转矩。

3) 画出电动机的启动特性。

4) 当 $M = M_n$ 时, 求出各级启动电阻:

$$r_1 = r_1\% \frac{R_n}{100} [\text{欧}];$$

$$r_2 = r_2\% \frac{R_n}{100} [\text{欧}];$$

$$r_3 = r_3\% \frac{R_n}{100} [\text{欧}];$$

$$r_e\% = \frac{r_e}{R_n} \times 100 [\%].$$

式中 $r_e\%$ ——电动机的内电阻, %; 当没有工厂的资料时, $r_e\%$ 可以由下表决定:

电动机的激磁方式		
他 激	复 激	串 激
$r_e\%$ 的大约数值		
$0.5(1-\eta)100$	$0.6(1-\eta)100$	$0.75(1-\eta)100$

r_e ——电动机的内电阻, 欧;

R_n ——电动机的额定电阻, 欧。

对于绕线式异步电动机来说,

$$r_e\% = s_n\%,$$

式中 r_e ——转子每相的电阻。

6) 解析法

1) 给定启动级数 m , 决定启动转矩的倍数。

在正常起动的情况下(已给出轉換轉矩 M_2),

$$\lambda = \sqrt[m+1]{\frac{10^4}{r_{e\%} M_{2\%}}},$$

式中 $\lambda = \frac{M_1}{M_2}$ —— 起動轉矩的倍数。

在强迫起动的情况下(已给出起動时的最大轉矩 M_1),

$$\lambda = \sqrt[m]{\frac{10^4}{r_{e\%} M_{1\%}}}.$$

2) 決定起動級数:

$$m = \frac{\lg \frac{10^4}{r_{e\%} M_{1\%}}}{\lg \lambda}.$$

3) 各級起動电阻值可由下列关系式求得:

$$r_1 = r_e (\lambda - 1);$$

$$r_2 = r_1 \lambda;$$

$$r_3 = r_2 \lambda;$$

$$\dots\dots\dots$$

$$r_n = r_{(n-1)} \lambda.$$

一級反接制动时外加电阻的計算

$$R_{np\%} = \frac{200 - s_{cm\%}}{M_{1\%}} 100 - s_n\% [\%],$$

式中 $s_{cm\%}$ —— 与电动状态的静态轉矩相对应的轉差率。对于直流他激电动机來說

$$s_{cm\%} = \Delta n_{cm\%} = \frac{n_0 - n_{cm}}{n_0} 100 [\%],$$

$M_{1\%}$ —— 制动时的最大轉矩, %。

他激电动机用一級能耗制动时外加电阻的計算

$$R_{\partial.m.\%} = \frac{100 - \Delta n_{cm\%}}{M_{1\%}} 100 - r_e\% [\%].$$

例 1. ПОН-85型直流他激电动机

$P_n = 9$ 瓩, $n_n = 1500$ 轉/分, $U_n = 220$ 伏, $I_n = 48$ 安。

a) 电动机的自然特性:

$$\eta_n = \frac{P_n \times 1000}{U_n I_n} = \frac{9000}{220 \times 48} = 0.855;$$

$$r_e\% \approx 0.5 (1 - \eta_n) 100 = 0.5 (1 - 0.855) 100 = 7.25\%;$$

$$R_N = \frac{U_N}{I_N} = \frac{220}{48} = 4.58 \text{ 欧};$$

$$r_\theta = R_N \times \frac{r_\theta \%}{100} = 4.58 \times 0.0725 = 0.332 \text{ 欧};$$

$$c_e = \frac{U_N - I_N r_\theta}{n_N} = \frac{220 - 48 \times 0.332}{1500} = 0.136 \text{ 伏/轉/分};$$

$$n = \frac{U_N}{c_e} - I \frac{r_\theta}{c_e} = \frac{220}{0.136} - I \frac{0.332}{0.136} = 1618 - 3.45 I.$$

6) 起动电阻的计算 (图解法)。

已知:

$$M_{cm} = M_N; \quad M_1 = 2M_N; \quad M_2 = 1.1M_N.$$

先按下列两点用百分值作出自然特性:

$$n_0 \% = 100 \%;$$

$$n_N \% = \frac{n_N}{n_0} 100 = \frac{1500}{1618} \times 100 = 92.7 \%.$$

作图情形见图25-7。

变阻器的每级电阻为:

$$r_1 = \frac{r_1 \%}{100} R_N = 0.067 \times 4.58 = 0.31 \text{ 欧};$$

$$r_2 = \frac{r_2 \%}{100} R_N = 0.13 \times 4.58 = 0.6 \text{ 欧};$$

$$r_3 = \frac{r_3 \%}{100} R_N = 0.22 \times 4.58 = 1.01 \text{ 欧};$$

в) 电动机用一级能耗制动时外加电阻的计算。

已知:

$$M_1 = 2M_N; \quad M_{cm} = M_N;$$

$$R_{\theta.m. \%} = \frac{100 - \Delta n_{cm} \%}{M_1 \%} 100 - r_\theta \% = \frac{100 - 7.25}{200} 100 - 7.25 = 39.1 \%;$$

$$R_{\theta.m.} = \frac{R_{\theta.m. \%}}{100} R_N = 0.391 \times 4.58 = 1.79 \text{ 欧}.$$

例 2. MT-31-6 型绕线式异步电动机:

$P_N = 11$ 瓩; $n_N = 955$ 轉/分; $U_N = 220/380$ 伏; $m_N = 31$; $U_{2N} = 200$ 伏; $I_{2N} = 35.6$ 安。

a) 电动机的自然特性: ●

$$M_N = 975 \frac{P_N}{n_N} = 975 \frac{11}{955} = 11.2 \text{ 公斤} \cdot \text{公尺};$$

$$s_N = s_N (m_N + \sqrt{m_N^2 - 1}) = 0.045 (3.1 + \sqrt{3.1^2 - 1}) = 0.267;$$

● 为简化计算起见, 我们认为电磁转矩就等于电动机轴上的转矩。

$$M_K = m_K M_N = 3.1 \times 11.2 = 34.8 \text{ 公斤} \cdot \text{公尺};$$

$$M = M_K \frac{2}{\frac{s}{s_K} + \frac{s_K}{s}} = \frac{69.6}{\frac{s}{0.267} + \frac{0.267}{s}} \text{ 公斤} \cdot \text{公尺}.$$

然后把各种不同的 s 值代入, 即可求出对应的转矩 M 值, 并可根据所得的许多点而绘出特性曲线。

6) 起动电阻的计算 (分析法)。

已知:

$$M_{cm} = M_N; \quad M_1 = 2.5 M_N; \quad M_2 = 1.15 M_N;$$

$$r_e \approx \frac{U_{2N} \times s_N}{\sqrt{3} I_{2N}} = \frac{200 \times 0.045}{\sqrt{3} \times 35.6} = 0.145 \text{ 欧};$$

$$\lambda = \frac{2.5 M_N}{1.15 M_N} = 2.17;$$

$$m = \frac{\lg \frac{10^4}{s_N \% M_1 \%}}{\lg \lambda} = \frac{\lg \frac{10^4}{4.5 \times 250}}{\lg 2.17} = 2.82;$$

取 $m = 3$

变阻器的每级电阻值为:

$$r_1 = r_e (\lambda - 1) = 0.145 (2.17 - 1) = 0.17 \text{ 欧};$$

$$r_2 = r_1 \lambda = 0.17 \times 2.17 = 0.37 \text{ 欧};$$

$$r_3 = r_2 \lambda = 0.37 \times 2.17 = 0.8 \text{ 欧}.$$

Б) 一级反接制动时转子电路内外加电阻的计算:

$$R_{np} \% = \frac{200 - s_{cm} \%}{M_1 \%} 100 - s_N \% = \frac{200 - 4.5}{250} \times 100 - 4.5 = 74 \%;$$

$$R_{np} = \frac{R_{np} \%}{100} \times R_N = 0.74 \times \frac{200}{\sqrt{3} \times 35.6} = 2.4 \text{ 欧}.$$

串激电动机

а) 起动电阻的计算

起动变阻器每级的电阻值可以用图25-8所示的作图法来决定。

1) 用百分值作出电动机的自然特性。

2) 给定 $M_1 \%$ 和 $M_2 \%$ 并按图25-5中曲线1 求出相应的电流 $I_1 \%$ 和 $I_2 \%$ 。

3) 沿电阻轴读取:

$$r_e \% = \frac{r_e}{R_N} 100 [\%];$$

$$R_{1\%} = \frac{U_{\%}}{I_{1\%}} 100[\%];$$

$$R_{2\%} = \frac{U_{\%}}{I_{2\%}} 100[\%].$$

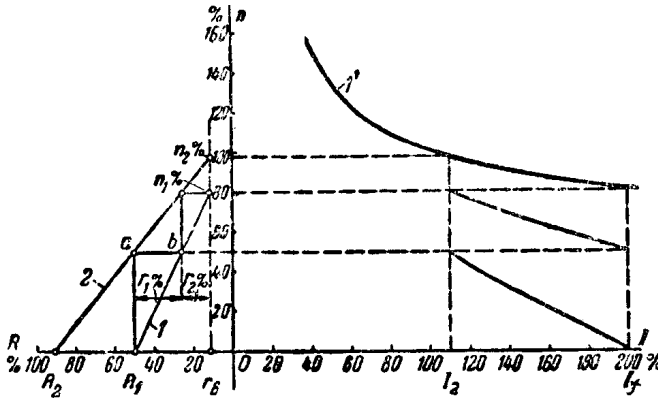


圖 25-8 串激电动机起动电阻计算的图解法
1'—自然特性。

4)在直線 $R\%=r_{\theta}\%$ 上截取数值为 $n_1\%$ 和 $n_2\%$ 的两点,这两个数值的大小是从自然特性按电流 $I_{1\%}$ 和 $I_{2\%}$ 而求出的。

5)作直線1和2,然后从点 $R_{1\%}$ 作垂直直線与直線2相交于a点。a点所决定的是电动机的这样一种轉速;在这种轉速时起动变阻器的第一級必須截出。

綫段 ab 就决定了变阻器的第一級电阻 $r_{1\%}$,余此类推。

6)决定起动变阻器每級的电阻:

$$r_1 = \frac{r_{1\%}}{100} R_n [\text{欧}]$$

$$r_2 = \frac{r_{2\%}}{100} R_n [\text{欧}]$$

6)一級反接制动时外加电阻的计算

$$R_{np\%} = \frac{10000 + (10000 - I_{cm\%} \cdot r_{\theta\%}) \frac{a_1\%}{a_{cm\%}}}{I_{1\%}} [\%],$$

式中 $I_{cm\%}$ ——制动前在电动状态下的电流, %;

$I_{1\%}$ ——制动时的最大电流, %;

$a_1\%$ 和 $a_{cm\%}$ ——从圖 25-6的曲綫中所求得的,对应于电流 $I_{1\%}$ 和 $I_{cm\%}$ 的 $\left(\frac{E}{n}\right)\%$ 值。

Б)他激电动机用一級能耗制动时外加电阻的计算

在激磁綫卷电路內的外加电阻

$$R_{\theta.\theta} \approx \frac{U_n}{I_{ne3}} [\text{欧}],$$

式中 I_{ne3} ——能耗制动时电动机的他激电流, 安。

电枢电路內的外加电阻