

蘇 聯
機器製造百科全書



机械工業出版社

蘇 聯

機 器 製 造 百 科 全 書

機器製造百科全書編輯委員會編

第 四 部 分

機 器 設 計

第 八 卷

責任編輯 教授 技術科學博士 薩威林



機 械 工 業 出 版 社

幾 點 說 明

1. 本卷譯稿第一章承吳世林同志和林津同志校訂,第二章承蕭才勳同志校訂,第三、四、五、六、十章承羅士瑜同志校訂,第七、八章承孫昌勛同志校訂,第十二、十四、十五章承聶運新同志校訂,第十三、十六章承章記川同志校訂,第十七章承連忠靜同志校訂,第十九、廿章承張寶齡同志校訂,第廿一章承喻士林、蕭國海同志校訂。

2. 書內有[參見某某章某某頁]或[某某頁]之處,凡未註明卷數及章數者,均指本卷或本章而言;引文未註明中譯本者,均為原文版本。

3. 本百科全書第二卷我社不翻譯出版,而以[機械零件]一書代替,因此書中註明參見第二卷者,請參閱[機械零件]一書的有關章節。

4. 本卷中俄名詞對照表是按專業編排的,以便於查對。

DH39/52

本 卷 譯 者

屠大魯、伍林興、袁連生、馮煬、丁本祥、孫昌勛、陳杰、繆棧、
葛敬唐、陳仁鈺、辛宗仁、王朔生、束順、趙國華、鍾兆琬、
徐集愉、趙然、姜希賢、陳潛、吳全、聶運新

* * *

No. 1083

1956年5月第一版 1956年5月第一版第一次印刷

787×1092^{1/16} 字數1931千字 印張64^{3/4} 插頁2 0,001—5,500冊

機械工業出版社(北京東交民巷27號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第008號

定價(10) 14.50元

編輯委員會

主任委員兼總編輯院士 丘達科夫(Е.А.Чудаков)

阿科波夫(С. А. Акопов), 阿爾托波列夫斯基(И. И. Артоблевский), 阿切爾康(Н. С. Ачеркан), 別斯普羅茲萬內依(И. М. Беспрованный), 古德佐夫(Н. Т. Гудцов), 吉古新(В. И. Дикушин), 葉甫利莫夫(А. И. Ефремов), 扎波洛瑞茲(В. К. Запорожец), 濟明(А. И. Зимин), 卡扎科夫(Н. С. Казаков), 吉爾比切夫(М. В. Кирпичев), 柯萬(В. М. Кован), 康紐沙煙(Ю. П. Конюшая), 李普噶爾特(А. А. Липгарт), 馬累歇夫(В. А. Малышев), 馬爾簡斯(Л. К. Мартенс), 馬利恩巴哈(Л. М. Мариенвах), 尼古拉也夫(Г. А. Николаев), 奧金格(И. А. Одинг) (編輯委員會副主任委員), 巴頓(Е. О. Патон), 拉姆金(Л. К. Рамзин), 魯勃佐夫(Н. Н. Рубцов), 薩威林(М. А. Саверин) (編輯委員會副主任委員), 謝明欽柯(И. И. Семенченко), 薛倫新(С. В. Серенсен), 赫倫諾夫(К. К. Хренов), 赫魯曉夫(М. М. Хрущов), 沙明(Н. А. Шамин), 謝列斯特(А. Н. Шелест), 舒赫加利切爾(Л. Я. Шухгальтер) (副總編輯), 雅柯夫列夫(А. С. Яковлев)。

本 卷 作 者

教授、技術科學博士 **阿克蕭諾夫**(Н.П.Аксенов); 教授、技術科學博士阿克蕭諾夫 (П.Н.Аксенов); 工程師布林貝爾克(И.Л.Бринберг); 工程師文洛格拉托夫(Б.П.Виноградов); 工程師伏爾柯米奇(А.И.Волкомич); 技術科學副博士吉爾施(И.И.Гирш); 副教授、技術科學副博士格里茲馬寧柯(Д.Л.Глизманенко); 教授、技術科學博士郭洛萬(А.Т.Голован); 工程師郭里柯夫(Н.В.Голиков); 教授濟明(А.И.Зимин); 技術科學副博士依洛施尼可夫(А.Н.Ирошников); 副教授、技術科學副博士卡剛諾夫(Н.Л.Каганов); 工程師柯郭斯(А.М.Когос); 工程師柯羅列夫(А.А.Королев); 副教授、技術科學副博士庫尼茨基(Н.П.Куницкий); 工程師洛巴切夫(П.В.Лобачев); 技術科學博士劉巴甫斯基(К.В.Любавский); 副教授、技術科學副博士馬洛夫(А.Н.Малов); 工程師莫施寧(Б.Н.Мошнин); 技術科學副博士納伏洛茨基(Г.А.Навроцкий); 工程師尼斯特拉托夫(А.Ф.Нистратов); 院士巴東(Е.О.Патон); 副教授、技術科學副博士別立傑爾斯基(К.В.Передельский); 教授、技術科學博士 **波波夫**(В.К.Попов); 工程師羅札諾夫(Б.В.Розанов); 副教授、技術科學副博士斯托羅熱夫(М.В.Осторожев); 教授、技術科學博士采里可夫(А.И.Целиков); 工程師切列斯基(Е.А.Черейский); 技術科學副博士切爾涅克(Б.З.Черняк); 技術科學副博士斯賽格洛夫(В.Ф.Щеглов)。

科 學 編 輯

教授、技術科學博士 **阿克蕭諾夫** (第二至六章); 副教授、技術科學副博士安德烈也夫(В.П.Андреев) (第一章); 布里茲仰斯基(А.С.Близнянский)(名詞和符號); 教授濟明(第十至十六章); 烏克蘭科學院院士赫連渥夫(К.К.Хренов) (第七至九章); 教授、技術科學博士采里可夫(第十七至二十章)。

*

圖表科學編輯: 工程師 **卡爾干諾夫**(В.Г.Карганов); 工程師 **伊昂諾夫**(П.М.Ионов)

*

全卷組織編輯: **克拉斯諾娃**(Т.Б.Краснова)

*

編輯室主任: **馬列茨卡婭**(В.Н.Малецкая)

原編者的話

機器製造百科全書第八卷，敘述機器製造廠的鑄造、銲接、鍛壓等設備，以及黑色和有色金屬冶金方面使用的軋鋼設備的設計。本卷所載的資料不僅適用於設計師，而且在某種程度上還適用於機器製造的工藝師；他們可從書中找到很多在選擇和編製工藝過程時所必需的設備工藝特性的資料。因此在研究第八卷的內容時，應直接聯系着包括銲接（第五卷）、鑄造、鍛壓工藝（第六卷）參考材料和數據的第五卷和第六卷的內容。

本卷的材料說明蘇聯各主要工廠、設計部門和科學研究機關，在戰前斯大林五年計劃時期中，在偉大衛國戰爭時期以及戰後時期中所積累的設計工廠設備方面的豐富經驗。也正是在最近幾年，所有從前進行生產的機器的結構，都毫無例外地根據能提高工廠設備的生產率和經濟性、使操縱機械化、使主要和輔助操作自動化的新的先進技術進行了改裝或全部更改。

第一章敘述機器的電力驅動裝置。如果在第一卷上冊‘電工學’一章中僅敘述電工學的基本知識，包括直流和交流電路的定律，則在第八卷中讀者將會找到選擇各類機器所用的電力驅動裝置的型式，選擇電動機的容量以及電力驅動裝置的控制設備等的說明。爲了與在蘇聯國民經濟中最重要生產過程自動化、自動控制和自動調節的基礎上發展我國技術的各項主要任務相完全適應，對於電動機自動控制的原則特別重視。

這裏必須着重說明，在敘述機器設計的各卷中對電力驅動問題的研究決不局限於這一章。正因爲某些類型的機器結構對電力驅動有各種特殊的要求，所以在本卷和其他卷的後幾章中研究了電力驅動的問題。例如，在敘述鍛壓設備的資料中就包括了鍛造機器的電力驅動裝置。對軋鋼機械等的電力驅動裝置予以極大的重視。

第二至六章敘述鑄造生產設備。在這裏對設備的研究，是按照工藝過程各階段，即按照造型材料和混合物的製備、鑄型及泥心的製造、鑄件的落砂和清理以及特殊形式的鑄造來進行的。這幾章的材料不僅適用於工藝師，同時也可供工廠機械師在利用廠內工具使鑄工車間中繁重的操作機械化和改裝現有設備時參考。

第七至九章敘述金屬銲接和氣（氧）割各基本工藝所用設備的結構。爲了適應熔劑層下自動電弧銲接日益增長的先進作用，在第七章中引述了烏克蘭蘇維埃社會主義共和國科學院巴東院士銲接研究所所設計的用於前述工藝的設備，同時也引述了中央工藝和機器製造科學研究所設計的自動銲接金屬結構的設備。

廣泛用於汽車、飛機及其他先進工業部門的工廠中的接觸電銲所用的接觸電銲機也給予很大的篇幅。除接觸電銲機機械部分以外，還對其電器部分，包括變壓器、電流調整器、電流開閉器、接觸器以及接觸電銲的電力參數等也予以極大的重視。

第九章敘述氣銲及切割設備，它研究所有與此有關的主要及輔助設備；所研究的也是最近在實際工作中採用的新型乙炔發生器、壓縮氣體調整器、液態氧的氣化器、氧和乙炔的管路、氣銲炬、氧氣切割炬以及氧氣切割機。

第十至十六章的內容是介紹所有各種結構和工藝用途的近代鍛壓設備的參考資料和數據；這些設備包括蒸汽空氣錘、機械驅動錘、空氣錘等、水壓機、曲柄驅動機和滾捲機以及剪切機。對於最重要的設備，不僅研究了總的結構系統，而且還研究了典型部件和零件，說明了計算方法。關於進料、壓緊和卸料裝置的輔助和綜合設備以及使操縱鍛壓設備機械化的起重運輸設備也有詳細的敘述。

本卷最後一部分(第十七至二十一章)是敘述拔絲及軋鋼設備。讀者可從這裏找到關於拔絲床及其輔助設備(第十七章)和担任最重要工作的軋鋼設備方面的資料。由於我國軋鋼機器製造在蘇聯工業化中的有着巨大意義，因此關於軋鋼機的資料在這裏敘述得很詳細。在敘述了軋鋼機的一般構造和種類之後，在第十八章中引述了 28 種典型軋鋼機的配置圖。在第十九章中研究了軋鋼機中力的影響，並介紹了主要機列基本零件和機械的計算。以後(第二十章)就敘述了軋鋼機輔助設備的結構和設計特點，然後就敘述與此有關的設備，包括切割機(剪切機、鋸、切割機床和毛坯切斷機)、矯正機、捲繞和彎曲機、運輸和迴轉機構。最後一部分敘述軋鋼機及其機械的電力驅動裝置。

第八卷中所有的材料，曾邀請了生產工作者和科學工作者進行評閱。

對第八卷各章節的內容進行過評閱和提出了極寶貴意見的下列同志，編者謹致以謝意：技術科學副博士吉爾施(И.И.Гирш)(第十二、十三章)；教授查列什斯基(В.И.Залесский)(第十一章)；工程師庫茲明(А.Д.Кузьмин)(第十八、十九章)；工程師庫爾久莫夫(В.А.Курдюмов)(第十一章)；技術科學博士莫洛佐夫(Д.П.Морозов)(第一章)；工程師聶馬爾克(А.М.Неймарк)(第二、三、四、七章)；教授、技術科學博士倪土索夫(Е.В.Нитусов)(第一章)；技術科學副博士羅沙里(В.В.Носаль)(第十七章)；教授、技術科學博士波波夫(В.К.Попов)(第十六章)；教授、技術科學博士魯白佐夫(Н.Н.Рубцов)(第五章)；工程師列文(И.А.Ревин)(第十八、十九章)；工程師羅札諾夫(Б.В.Розанов)(第十一章)；副教授、技術科學副博士什托爾波俄(С.З.Столбовой)(第三章)；副教授、技術科學副博士斯托羅熱夫(М.В.Сторожев)(第十五、第十六章)；工程師切爾涅克(В.С.Черняк)(第九章)；工程師切爾魯謝維奇(В.А.Чернушевич)(第二、三、五、六章)；副教授、技術科學副博士朔胡曼(Л.А.Шофман)(第十二、十四、十六章)。

編者對下列科學編輯的巨大工作致以深切的謝意：教授濟明(А.И.Зимин)(第十到十六章)；烏克蘭科學院院士赫連洛夫(К.К.Хренов)(第七到九章)；斯大林獎金獲得者、教授、技術科學博士采里可夫(А.И.Целиков)(第十七到二十章)。

對本卷內容的批評意見和希望請寄至主編處；我們很感謝，並將在我們今後的工作中參考。

薩威林(М.Саверин)

目次

原編者的話	V
-------	---

第一章 機器的電力驅動裝置

波波夫著(屠大管譯)

概論	1
電動機的機械特性	3
電力驅動裝置型式的選擇	17

電力驅動裝置的動力學基礎	22
驅動裝置電動機容量的選擇	28
電力驅動裝置的過渡歷程	33
電力驅動裝置的控制設備	42
電動機的自動控制原理	54
同步運轉	61

鑄造生產機器

第二章 製備造型材料及混合物的設備

(伍林興譯)

概論	阿克簫諾夫 1
初步製備新造型材料的設備	1
舊型砂再加工的機械	切列斯基 15
製備造型及造型芯混合物的機械	20
型砂處理裝置簡圖	28

第三章 造型機械及型芯機械

切爾涅克, 阿克簫諾夫著(伍林興譯)

工作原理, 應用範圍及拋實鑄型過程	1
手動式造型機	5
壓實式造型機	7
振實式造型機	11
型芯機械	21
拋砂機	25

第四章 鑄件落砂和清理的機械化

伏爾柯米奇著(伍林興譯)

鑄件的落砂	1
型芯的清除	4
鑄件清理	8

第五章 特殊鑄造機械

別立傑爾斯基著(伍林興譯)

永久型鑄造機械	1
離心鑄造機械	4
加壓鑄造機械(壓鑄機)	9

第六章 鑄造機器的自動化部分

阿克簫諾夫著(袁連生譯)

多工位的自動機器	1
定時自動控制的機器	1
利用機器動作的反射而進行的自動控制情況	5
鑄造機器的局部自動化	7

銲接設備

第七章 自動電弧銲接的設備

巴東著(馮煥譯)

緒言	1
銲接機頭及銲接自動機	1
自動銲接機床	13
銲接圓周銲道的機床	17
迴轉器及操縱器	36
潛入熔劑的自動銲接機具	劉巴甫斯基, 布林貝爾克 38

第八章 接觸式電銲機

卡剛諾夫著(馮煥譯)

接觸式電銲機的構造及技術特性	1
次級電路的機件	12
變壓器及電流調整器	20
電流開閉器及接觸器	27

對銲機機械部分的機件	37
點銲機機械部分的機件	43
縫銲機機械部分的機件	46

第九章 氣銲及切割設備

格里茲馬寧柯著(丁本祥, 孫昌勛合譯)

壓縮氣體瓶	1
鋼瓶氣閥	3
乙炔發生器	5
水式閉鎖器及化學濾清器	9
壓縮氣體調整器	10
液態氧的氟化器	14
氧氣和乙炔管路	16
氣銲炬	16
氧氣切割炬(割炬)	20
氧氣切割機	26

鍛 壓 設 備

概論.....濟明 1

第十章 錘

(陳杰譯)

蒸汽-空氣錘.....濟明4

空氣錘(氣動錘).....濟明34

機械驅動錘(機動錘).....斯賽格洛夫56

水壓錘.....76

氣錘.....77

第十一章 水壓機

(釋校譯)

鍛衝生產用水壓機.....斯托羅熱夫 1

作用原理與分類.....1

水壓機的工作循環.....12

水壓機施壓能力與工作柱塞直徑的確定.....19

水壓機組合件和零件的構造.....32

蓄力器的構造及其控制-分配設備.....42

增壓器的構造.....45

分配閥.....48

液池.....55

導管.....56

堵塞,放水塞及空氣放洩閥.....58

水壓機的試驗.....58

水壓機運行須知.....59

特種工藝生產用的水壓機.....羅札諾夫60

壓製管棒的水壓機.....60

雙作用的水壓衝壓機.....63

校正水壓機.....65

打包水壓機.....67

壓餅水壓機.....70

水壓彎曲機-布爾陀捷.....吉爾施70

水壓裝置的水壓泵.....羅札諾夫71

引言.....71

水壓達300公斤/公分²的柱塞式(曲柄式)水壓泵.....72

不變供液量及可變供液量的旋轉式柱塞水壓泵.....79

翼式水壓泵.....79

齒輪水壓泵.....79

離心水壓泵.....79

第十二章 曲柄傳動式機床

(葛敬唐、陳仁鈺、陳杰、辛宗仁、王朔生譯)

純曲柄式板料衝壓床.....1

概論.....1

純曲柄式板料衝壓床的主要結構.....尼斯特拉托夫 2

純曲柄式模鍛壓床(馬克西壓床).....尼斯特拉托夫23

機件的結構和材料.....23

單動純曲柄式板料拉伸機(壓床).....文洛格拉托夫28

純曲柄式整形-彎曲機(壓床)及成型-彎曲機(壓床)

.....莫施寧32

彎曲機.....吉爾施36

曲柄肘桿式壓床(壓印壓床).....尼斯特拉托夫43

機構簡圖和主要規格.....43

零件和部件的結構和材料.....47

曲柄式槓桿-凸輪機.....49

平鍛機(臥式鍛造機).....吉爾施49

曲柄-連桿凸輪式雙動壓床(立式).....尼斯特拉托夫70

鍛壓自動機.....納伏洛茨基78

凸輪式鍛造機.....斯賽格洛夫 103

概論.....103

機床的構造.....103

槓桿式拉伸機床(壓床).....文洛格拉托夫 110

概論.....110

構造分類.....110

槓桿式整形-彎曲機床(壓床).....莫施寧 113

構造分類.....113

齒條式機床(壓床).....文洛格拉托夫 116

概論.....116

構造分類.....116

螺桿式機床(壓床).....文洛格拉托夫 119

概論.....119

構造分類.....119

第十三章 曲柄傳動式機床(壓床)

的典型部件與零件

尼斯特拉托夫著(東順譯)

曲柄連桿機構.....1

床身.....1

傳動.....5

離合器.....5

制動器.....13

齒輪.....14

曲軸.....14

連桿.....23

調節模距的機構.....25

滑塊.....26

安全裝置.....28

潤滑.....30

第十四章 滾捲機

(東順譯)

軋輥機.....濟明 1

滾彎機.....莫施寧 1

滾動整形機.....莫施寧21

主要零件的材料.....35

第十五章 剪切機

洛巴切夫著(趙國華譯)

純曲柄式剪切機.....1

曲柄-肘桿式剪切機	3
曲柄槓桿凸輪式剪切機	3
槓桿式剪切機	18
單曲柄凸輪式剪切機	21
盤式剪切機	37

第十六章 電力驅動及其它各種設備

(鍾兆號、東順譯)

鍛壓機床的電力驅動	郭洛萬 1
所採用電力設備的型式	1
電動機容量和飛輪慣性力矩的計算	1
控制曲柄壓床的摩擦聯軸器的接線圖	6
拉伸時的壓緊裝置(托墊)	尼斯特拉托夫 7
機械的托墊	7
氣墊	8

拔絲機

第十七章 拔絲床及其輔助設備

柯郭斯著(徐集愉譯)

概論	1
拔絲床	1

軋鋼機及其輔助設備

第十八章 軋鋼機的構造和配置系統

采里可夫、柯羅列夫著(趙然、姜希賢譯)

軋鋼機的一般構造和種類	1
典型軋鋼機的配置系統	8

第十九章 軋鋼機中力的影響及主要機列

基本零件和機械的計算

采里可夫著(趙然、姜希賢譯)

作用於軋鋼機軋輥上的力	1
軋鋼機主要機列的機械和零件(構造和計算)	20

第二十章 軋鋼機輔助設備

依洛施尼可夫著(陳潛、吳全、聶運新譯)

概論	1
----------	---

液動氣墊	18
------------	----

冷壓衝床的送料機構	馬洛夫 20
-----------------	--------

概論	20
----------	----

帶料和捲料的送料機構	20
------------------	----

單件毛坯的送料裝置	27
-----------------	----

鍛壓工作的機械化設備	郭里柯夫 46
------------------	---------

設備的分類	46
-------------	----

橋式電動吊車	46
--------------	----

裝在吊車上的翻鋼機(操縱機)	46
----------------------	----

裝置機	49
-----------	----

鍛工落地操縱機	50
---------------	----

操縱設備及特種設備	54
-----------------	----

連續及間斷作用的運輸設備、其他設備	54
-------------------------	----

設備的排列和運輸工作的機械化	56
----------------------	----

拉引力和所需功率的計算	17
-------------------	----

繞線裝置	19
------------	----

拔絲床的輔助設備	21
----------------	----

輔助設備的動力學	6
----------------	---

剪切用機械	21
-------------	----

矯正機	49
-----------	----

捲繞機械及彎曲機械	61
-----------------	----

運輸機械及迴轉機械	71
-----------------	----

第二十一章 軋鋼機械的電力驅動

庫尼茨基著(屠大魯譯)

按照能耗曲線確定軋製的功	1
--------------------	---

不可逆式軋鋼機的電力驅動	1
--------------------	---

可逆式軋鋼機的電力驅動	6
-------------------	---

軋鋼機用輔助機械的電力驅動	9
---------------------	---

冷軋機的電力驅動	15
----------------	----

中俄名詞對照表	I~XXII
---------------	--------

第一章 機器的電力驅動裝置

概 論

電力驅動裝置的定義 電力驅動裝置是用以拖動工作機器的一種動力設備。它由三個主要部分所組成：1)電動機(亦有極少為電磁鐵的)；2)控制電動機的設備；3)從電動機傳到工作機器的機械傳動裝置。用電動機驅動的叫做電機驅動裝置，而用電磁鐵驅動的叫做電磁驅動裝置。電磁驅動極少應用，故在實用上，所謂電力驅動裝置，一般均指電機驅動而言。

電力驅動裝置與工作機器(從動機構)在一起，則形成更為複雜的機器設備，可稱之為電氣化的生產機組(如採用自動控制時，則稱之為自動化的生產機組)。除了電力的驅動裝置以外，在個別的機組中，有時還採用氣壓的或液壓的驅動裝置。如果又採用電力控制系統，那麼這兩種裝置，就叫做電控的氣壓驅動裝置和電控的液壓驅動裝置。但向以自動化的電力驅動裝置應用最廣。

電力驅動裝置的發展概況 在從手工的材料加工過渡到機器加工的過程中，最初是用水輪而後是用蒸汽機經由傳動裝置再來驅使工作機器運轉的。工作機器的各部分有硬性的或是柔性的結合。在需要調整速度的情況下，採用了如變速箱、錐形皮帶輪等裝置。機器的如此構造，大大地影響了生產車間的結構和車間中設備的佈置。

電工學的發展和中心發電站的興建，促使在企業中得以普遍應用電能，使生產達於機械化和自動化。最初仍舊保留了一般的驅動裝置，而只是用巨型的電動機代替了水輪和蒸汽機。然而電力驅動裝置的應用，證明能量的電氣的分配比機械的分配有許多顯著的優點。電力驅動裝置和能量的電氣的分配漸漸壓倒了帶中間鋼絲繩和皮帶傳動的機械的分配。傳佈動力的電力驅動裝置，可分為幾個個別的大組驅動部分，後者

又變成若干個小組驅動部分，到最後便成為單獨的驅動，這樣每一台工作機器便變成用單獨的電動機來驅使其運轉了。單獨的電力驅動裝置最主要的技術-經濟優點是：工作機具生產率的提高，設備佈置的大為簡化，耗電率的減少，使用的簡便，照明的改善，因此，發生傷亡事故的次數亦得以減少，且在生產中尚有提高產品質量的可能性。

在有了單獨的驅動裝置時，電動機對於工作機器的傳動和結構才開始予以革命性的影響。結果便出現了工作機器的多台電動機驅動制，也就是其各獨立部分係由數台電動機來分別地驅動(如起重機、壓延機、造紙機、某些金屬切削機床等)。

由於電力驅動裝置的發展、研究和改善，以及‘繼電-接觸’和‘離子-電子’等自動設備的出現與推廣，便有了利用電力來控制工作機器的一些新的可能性。藉自動化的單台和多台電動機的電力驅動裝置，在某些場合下，便可能實現某些工作機器在單一的機械驅動和集體的機械驅動之下所不能實現的一些生產過程。在設計個別生產用的機器時，電力驅動裝置的問題，有時要比單純的機械結構問題重要得多。對於許多工作機器的現代化設計，這些問題必須在工作機器的設計開始階段就同時來求得解決。

在若干現代化巨型的高速度的和高生產率的機組(例如熱軋及冷軋壓延機、造紙機、金屬切削機床、掘鑿機、精紡機等機組)的發展中，電力驅動裝置起了獨特的重大作用。只有有了電力驅動裝置，才有可能在許多工作機組中達到極高度的生產速度。

為了說明上述情況，在圖1上列出搖臂鑽床的電力驅動裝置從傳導裝置到多台電動機驅動的逐步發展過程。圖2表明不可逆而可調速的型材壓延機的電力驅動裝置的逐步發展過程。

電力驅動裝置與從動機構的合理配合，是極為重

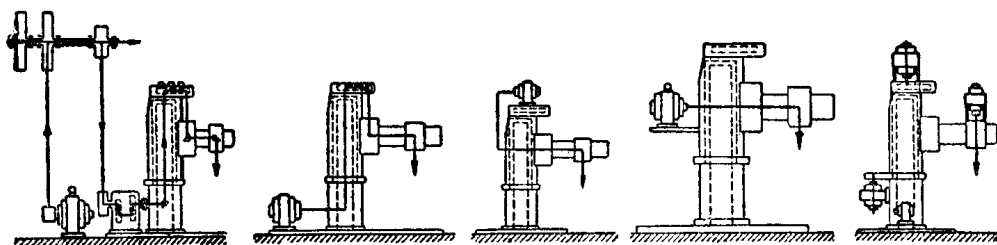


圖1 搖臂鑽床電力驅動裝置的發展過程。

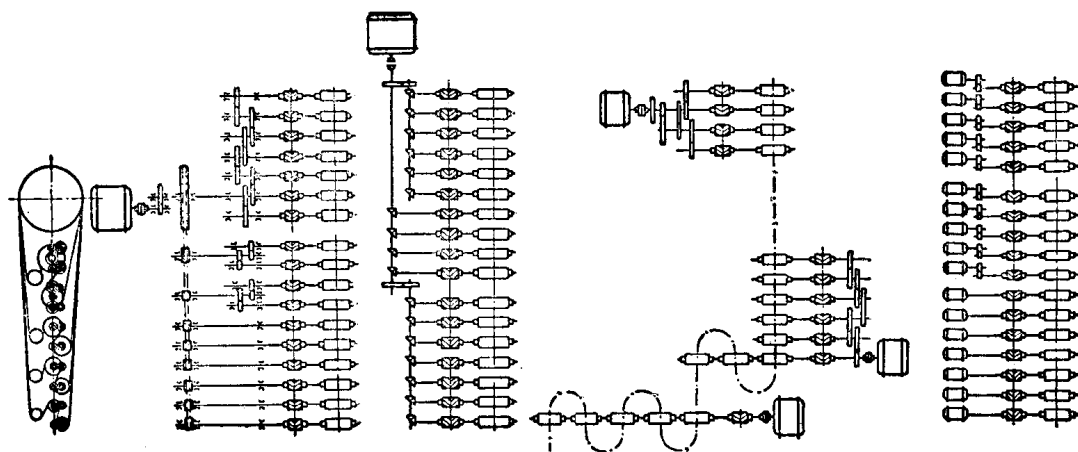


圖2 型材壓延機電力驅動裝置的發展過程。

要的問題。只有仔細地分析現有的電氣化生產機組，並且不斷地使機械的及電氣的系統互相配合，才可能給創造更為完善的高生產率的機組指出正確的途徑。

在設計工作機具傳動系統的時候，如能使從動機構和電動機的機械參數及電磁參數有最好的配合，並且有利用自動管理、控制和調整設備所給的一切可能性，這樣的設計，應當認為是電氣化機組發展的主要趨勢。

單獨的自動化工作機器和自動化的生產機組的發展，與自動化電力驅動裝置技術的發展有非常密切的關係。

對電力驅動裝置的基本要求 電力驅動裝置型式的選擇和它與工作機器的配合，應根據生產過程的基本要求來決定。這些要求是：1)工作機器要有適當的轉速(每分鐘的轉數)；2)在速度調整上須有必要的速度比，即最高速度與最低速度之比，例如4:1；3)速度調整的必要級數；4)調整的平滑性和它所要求的電力驅動裝置的綜合的機械特性，也就是電動機的速度與轉矩的關係；5)起動力矩的規定值；6)起動的平滑性和規定的起動時間；7)在加速期間速度的規定曲線；8)規定的起動頻率，換言之即每小時的通電次數，由此可得電動機規定的最小飛輪力矩；9)在工作過程中過載力矩的足夠數值；10)制動的平滑性和制動時間的短暫；11)能在規定的位置上準確地停止；12)機器的工作循環按規定的‘圖表-型板’執行；13)生產過程的自動調整；14)生產過程的自動化；15)有互相連鎖的可能性；16)完成工序的準確性；17)完成工序的速率，也就是高度的生產率；18)最低的電力消耗；19)維護和修理的簡單便利；20)簡單而緊湊的結構；21)工作的完全性和可靠性；22)盡可能低廉的費用。

上述的一切因素應當在設計電氣化的生產機組時予以周詳的考慮。

電力驅動裝置的設計步驟 電力驅動裝置的設計通常應與其相應的工作機器的設計同時並進，因為在某些場合下，電力驅動裝置的型式可能影響到工作機器的機構結合，又可能影響其結構的零件。像用多台電動機驅動的金屬切削機床的結構，就與用一台電動機驅動的同樣機床的結構大不相同。因此在設計工作機器和它的驅動裝置的最初階段，就必須明確其構造上和生產上的特點，根據這些特點來配置與該工作機器特別相適應的電力驅動裝置。這問題對於常常起動的或對於過渡歷程(起動、制動、工作過程、反向、調整速度)有特殊要求的工作機器，尤其有特別重大的意義。只有在對於電動機除了在結構上要有防止外界侵襲的保護裝置外再沒有特殊要求的機器中，才能採用標準的開啓式、防護式和封閉式電動機。

在分析了生產機械的機構佈置以後，即可為其擬定運轉所必需的電動機台數。

然後再根據有關速度調整、起動頻率、起動和制動的平滑性、最低速度、過載力矩等要求，有時還要根據周圍環境的條件，來擬定電力驅動裝置的電流種類(三相交流或直流)，和按其機械特性、起動及調整性能擬定最適合的電動機型式。這時還要考慮到電動機的需要容量。

通常只有在詳細計算了電氣化生產機組的過渡歷程以後，才能明確機器所用電動機的最後需要容量。在計算之初，必須按工作機器的參數和其工作的條件，或者按其他類似工業設備的資料來大體上選擇電動機的容量。

用上述方法初步決定了電動機的容量和電氣型式

後，即可按工廠的產品說明書來選擇電動機所需要的外形尺寸（結構的型式）。選擇時，應考慮到電動機爲了防止遭受周圍環境的影響所必備的結構上的特點。有時還要考慮到採用具有適當的機械參數（特別是飛輪力矩）和電磁參數（有效電阻和電抗之值）的電動機的必要性。這時應正確地選擇電動機的每分鐘轉數，也就是正確地判斷從電動機傳導到工作機器各部分去的變速比值，有時尚須把變速比值的若干個方案加以比較。

對於某些生產如壓延、冶金、採礦、紡織工業、金屬切削機床的製造和造紙機的製造等，須使用特殊裝置的電動機。如無必要則不應使用這種特殊的電動機，但是在這種電動機能更好地保證製造過程和提高生產率的地方，則這樣的決定仍是必要的。

選定了電動機的型式和外形尺寸後，可根據產品說明書來擬定它的機械特性——起動、制動、調整、運轉等特性，同時並定出起動、制動和調速的級數。順便再解決有關控制方式的問題，即可以是自動的、半自動的或手動的。後者在目前的實際應用上，按生產率、產品質量、可靠性、電力消耗等條件看來，幾乎是不被採用的。選擇了電動機的特性後，可根據它來擬定電動機主回路的線路圖：在直流電機中爲電樞和激磁繞組的線路圖，在異步電機中爲定子和轉子的線路圖。

有了電動機的特性和它的參數，並知道了工作機器的參數後，即可確定電力驅動裝置的過渡方式的特性曲線，也就是確定轉矩、轉速、電流、功率等對於時間的變化規律。有了這些曲線，並利用等效電流的方法，或使用其他類似的方法，即可找出電動機的需要容量。然後以電動機的過載轉矩和起動轉矩來驗算求得的電動機容量。如果求得的電動機的容量符合於當初計算時所估定之值，那麼，算到這裏，計算即告終結。否則電動機的原定容量，應採用由完全的計算所得之值；而過渡方式的分析和電動機容量的決定，應當從新進行。這樣一直進行到原定的和所求的電動機容量大致相符爲止。

在解決了以上的問題之後，有時也在預先選定容量前，就設計電動機自動控制線路圖，也就是設計早已擬定好的電動機主回路系統的控制線路。設計時，控制線路圖應當以計算時所採取的電力驅動裝置的綜合機械特性爲依據。在控制線路圖中，也要規定電動機各回路或工作機器各部運動的一切必要的保護用和連鎖用設備。

對於如此設計所得的控制線路圖，要按照相應的產品說明書來選擇控制設備，並解決它們在結構上的

佈置問題。電力驅動裝置的設計程序，以編製工程預算書而告終結。

在個別情況下，兩種或兩種以上的型式的電力驅動裝置，在生產方面和初期投資上，可能是有同等價值的。在這種場合，必須把它們的運行費用加以比較。

以上所敘是情況特別複雜的電力驅動裝置的設計方法。對於簡單的工作機器，或工作方式簡單的機器，則問題大爲簡化，而設計的內容則只限於：根據工作機器的技術數據來選擇電動機的容量和每分鐘轉數，作電動機的過載和起動力矩的驗算，和選擇電動機起動用的簡單自動設備。

在複雜的情況下，只有合理地配合工作機器的性能和電動機及控制設備的靜的和動的特性，才可能在生產方面獲得最爲有效的電氣化工作機組。

電動機的機械特性

電力驅動裝置中機械特性的意義 電動機的轉速 n （每分鐘的轉數）與其所產生的轉矩的關係，即 $n = f(M_d)$ ，稱爲電動機的機械特性。這些特性是在電動機穩定的工作方式下，用分析法或圖解法求得，因此稱爲靜的機械特性。

電動機的速度隨其轉矩的變化而變化的這種特性，可以決定電力驅動裝置和從動機構在起動時、負載改變時、制動時的過渡方式中的性能；決定過渡方式的持續時間；決定電流、轉矩、轉速、經過行程等隨時間變化的規律。將關係式 $n = f(M_d)$ 代入電力驅動裝置的運動公式後，求解該等式，即可明確合乎實際的一切必要的規律性。不同的從動機構對於電動機的機械特性有其種種獨特的要求。只有這些要求的特殊結合，才可能解決因該機器的工作條件而引起的速度改變的極端複雜的問題。機械特性的綜合結果，可以決定在電動機的線路中所應導入的那些電阻值。

驅動裝置中電動機的工作方式 根據電動機的工作過程和工作周期，可以來要求它的運動力矩和制動力矩。在前一種情況下得到驅動裝置的電動方式（圖 3a），在後一種情況下則可得到驅動裝置的制動方式（圖 3б、в、г）。電動方式係符合於該電機作爲電動機用時的正常線路。一切型式的電動機制動方式，可以由三種基本的線路而得：1) 帶有能量再生作用的發電機制動；2) 能耗制動；3) 反接式制動。

當採用帶有能量再生作用的亦即可將能量反饋於線路的發電機制動法時，電動機仍按正常的線路圖接在線路上。被整個機組的動能或被下降的荷重所驅動

的電動機，其轉速超過某一定速度 n_0 以後，它的工作情況就好像發電機一樣地工作着，它從被驅動的工作機器那裏獲得了機械能，並在減去中間的機械損耗和電氣損耗以後，就把其餘的機械能變作電能而反饋於線路（圖 3δ）。這樣的制動，常簡稱為再生式制動。由於使用條件要有高的轉速，因之這種制動方式應用得比較少。

種能量均轉變為熱量。這種附加電阻，在電動機的線路內是必需有的（圖 3θ）。

上述三種電氣制動法，除能量再生式制動法外，是在要求迅速停止，並且有時是在要求準確停止時所採用的。再生式的制動，只是在高轉速之下才有可能制動電動機。每一種電氣制動法，都有其獨特的制動機械特性。在起動頻繁的驅動裝置中，用電氣制動法，較之在

運轉時不用電氣制動法，隨時會提高電動機的功率；因為在後一種情況下，在電動機內部產生了一些損耗。在極少數情況下，也有採用電磁制動法的，即使用一個裝在電動機軸上的制動盤，使該盤在特殊磁鐵的磁場內旋轉，在圓盤中所感應的渦流產生了制動力矩，電動機因之即與線路切斷。

此外，有時也可以使用純粹的機械制動器，這種器械的構成部分是：皮帶輪、制動瓦、壓制和操作機構（電磁鐵）等。如對制動方式並無特殊的要求時，則生產機組可以任其自行制動而停止。

計算機械特性時相對數值的應用 為了簡化機械特性的計算，有

些數值不用絕對單位而用相對單位表示是比較適宜的。在這樣的方法下，對於某一台電動機所做過的計算，很容易用來計算另一台同一型式的電動機。例如，有數台直流分激電動機在空載（ n_0 ）和滿載（ n_N ）之間的速度有同一百分比的變化，即 $\frac{n_0 - n_N}{n_0} 100\% = \text{常數}$ ，則以相對單位或百分數表示的這些電動機的機械特性，對於這些電動機將可用同一的關係式表示出來：

$$v\% = f(\mu\%),$$

$$\text{式中 } \mu = \frac{M_d}{M_N} \text{ 和 } v = \frac{n}{n_0}.$$

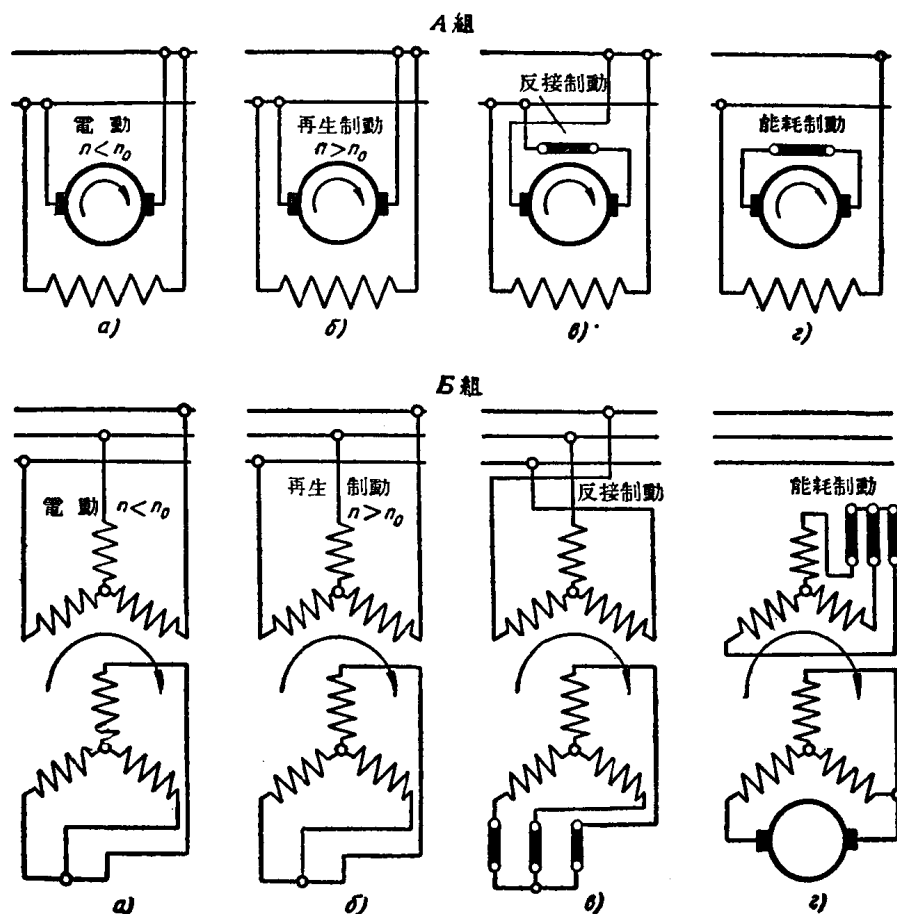


圖 3 直流和交流電力驅動裝置的各種工作方式。

A組係直流分激電動機的各种線路圖；B組係滑環式異步電動機的線路圖。

當採用能耗制動法時（圖 3ε），電動機的電樞繞組或它的發電繞組與線路切斷，而聯接於另外的制動電阻上。激磁繞組則仍接於線路上，或是從另一特殊電機（激磁機）獲取電流。在直流電機中，有時採用自激法。在用能耗制動法時，電動機好像發電機似地運轉着，從被驅動的機械那裏獲取機械能，並把它轉變為電能，而輸入於制動電阻，在其中電能變為熱量（圖 3ε）。

在用反接式制動時，電動機由被驅動的機械帶動，向與原有線路相反的旋轉方向而旋轉。電動機從被驅動的機械那裏獲取機械能，又從線路上獲取電能，並在電動機的繞組內和在反接的附加電阻內，使取得的兩

因此 $\mu\% = \frac{M_d}{M_N} 100\%$ 和 $\nu\% = \frac{n}{n_0} 100\%$ 。在上

列公式中, 腳註 N 係代表額定數值。

在計算時, 通常係利用電壓、電流、電阻、轉矩、速度的相對數值。

所謂相對電壓, 係指如下的數值:

$$\nu = \frac{U}{U_N},$$

式中 U_N ——電動機端子上的額定(按銘牌)電壓。電壓以百分比表示則為:

$$\nu\% = \frac{U}{U_N} 100\%。$$

在異步電動機中, 可分兩種額定電壓——定子的線路電壓和開路轉子中的轉子電動勢。

相對電流

$$i\psi = \frac{I}{I_N},$$

而

$$i\psi\% = \frac{I}{I_N} 100\%,$$

式中 I_N ——電動機的額定(按銘牌)電流。

在異步電動機中, 必然有兩個額定電流——定子電流和轉子電流。欲求相對電阻的數值, 對於電機的額定(假定的)電阻, 必須有一個特殊的概念。對於各種型式的直流電動機來說, 所謂額定電阻 R_N , 就是這樣一種電樞回路的電阻, 即通過這個電阻, 在線路額定電壓 U_N 之下, 並當電樞靜止時, 產生電流 I_N ; 即

$$R_N = \frac{U_N}{I_N}。$$

額定電阻要比電樞繞組的電阻大許多倍。相對電阻為 $\rho = \frac{R}{R_N}$, 電阻以百分比計算則為 $\rho\% = \frac{R}{R_N} 100\%$ 。

在滑環式異步電動機中, 當其繞組為星形連接時, 轉子的額定電阻為:

$$R_{rN} = \frac{E_{rN0}}{1.75 I_{rN}},$$

式中 E_{rN0} ——轉子靜止時在滑環上的開路電動勢; 而 I_{rN} ——轉子的額定電流。

電阻與電流和電壓值之間的關係(以%計)為:

$$\begin{aligned} \rho\% &= \frac{R}{R_N} 100\% = \frac{\frac{U}{I}}{\frac{U_N}{I_N}} 100\% \\ &= \frac{\frac{U}{U_N} 100\%}{\frac{I}{I_N} 100\%} 100\% = \frac{\nu\%}{i\psi\%} 100\%, \end{aligned}$$

式中 U ——當通過電阻 R 的電流為 I 時, 其端子上的電壓。

電動機的相對轉矩為:

$$\mu = \frac{M}{M_N}, \text{ 而 } \mu\% = \frac{M}{M_N} 100\%,$$

式中 M_N ——電動機的額定轉矩。

相對速度為:

$$\nu = \frac{n}{n_0}, \text{ 而 } \nu\% = \frac{n}{n_0} 100\%。$$

電動機速度的表示方法, 可以用轉差率 $s = \frac{n_0 - n}{n_0}$

來代替每分鐘的轉數, 式中 n_0 為異步電動機的每分鐘同步轉數或直流分激電動機理想空載(無損耗)的每分鐘轉數。轉差率以百分比表示則為:

$$\begin{aligned} \sigma\% &= \frac{n_0 - n}{n_0} 100\% = \left(100 - \frac{n}{n_0} 100 \right)\% \\ &= (100 - \nu\%) \%. \end{aligned}$$

用於電動狀態的直流分激電動機的機械特性及其計算 如果將實際影響很小的電樞反應略而不計, 則分激電動機的一切機械特性, 都是直線性的。其分析的方程式, 可得自該電動機的轉矩公式:

$$M_d = c_2 I \Phi,$$

式中 Φ ——電動機的磁通; I ——通過電樞的電流; c_2 ——根據電機參數而定的常數。因為對於任一特性均是 $\Phi = \text{常數}$, 故 $M_d = k_1 I$ (式中 $k_1 = c_2 \Phi = \text{常數}$)。但

電動機電樞電流 $I = \frac{U - E}{R}$ (式中 R ——電動機整個電

樞回路的電阻), 因此 $M_d = k_1 \frac{U - E}{R}$ 。令反電動勢 $E = c_1 n \Phi$, 並假定空載時的每分鐘轉數為 n_0 , 此時 $E = U$ 及 $I = 0$, 故可求得電動機機械特性的方程式為:

$$M_d = k_1 \frac{c_1 n_0 \Phi - c_1 n \Phi}{R} = \alpha - \beta n,$$

式中 α 和 β ——根據電機參數和電樞回路電阻而定的兩個常數, 並分別為:

$$\alpha = \frac{k_1 c_1 n_0 \Phi}{R}; \quad \beta = \frac{k_1 c_1 \Phi}{R}。$$

在分激電動機機械特性的公式中, 導入轉差率 $s =$

$\frac{n_0 - n}{n_0}$, 則求得機械特性的另一公式 $M_d = \alpha s$ 。係數 α

及 β 可由電動機的技术數據內找得:

$$\alpha = \frac{M_N n_0}{n_0 - n_N} = \frac{M_N}{s_N}; \quad \beta = \frac{M_N}{n_0 - n_N}。$$

電動機的機械特性以百分比表示則為:

$$\nu\% = 100 - \frac{\rho\%}{100} \mu\%, \quad (1)$$

式中 v 、 ρ 及 μ —相應為電動機的每分鐘轉數、電樞回路電阻和轉矩，以相對單位表示為 $v\%$ 、 $\rho\%$ 、 $\mu\%$ 。

轉差率 σ 與 v 和 σ 與 ρ 之間的關係是：

$$\sigma\% = 100 - v\%;$$

$$\sigma\% = \frac{\mu\%}{100} \rho\%.$$

當電動機達額定轉矩時，即當 $\mu\% = \mu_N\% = 100\%$ 時， $\sigma\% = \rho\%$ ，和 $v\% = 100 - \rho\%$ 。

圖 4 第 I 象限內所表示的，是分激電動機在電動狀態下和在電樞回路內有不同電阻時的機械特性曲線。最上的特性曲線 1 是在電樞回路內無附加電阻時所得，稱之為自然特性曲線。其餘是在電樞回路內有附加電阻時的特性曲線 (2~5)，稱之為人為特性曲線。接在電樞回路內的電阻愈大，則特性曲線的坡度也愈陡峭。特性曲線的計算可按等式 (1) 演算。把電樞回路內的電阻 ρ 分列為電樞繞組本身電阻 ρ_d 和附加電阻 ρ_x ，則得特性曲線計算用的等式：

$$v\% = 100\% - \frac{\rho_d\% + \rho_x\%}{100} \mu\%. \quad (2)$$

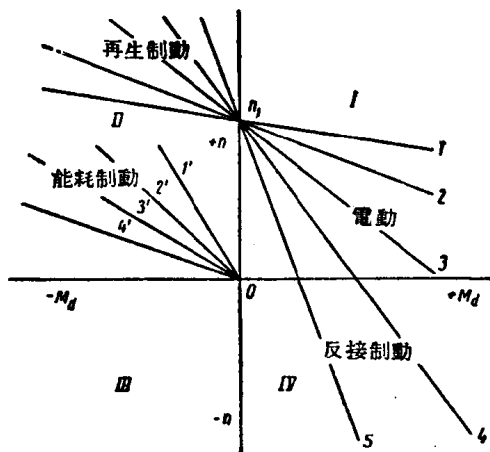


圖 4 直流分激電動機的機械特性。

特性曲線的計算很容易用圖解法演算 (圖 5)。假定電動機起動轉矩的變動極限為 $\mu_1\% \sim \mu_2\%$ 。在容量達 100 仟瓦以下的電動機中， $\mu_1 = (1.75 \sim 1.65) \mu_N$ ； $\mu_2 = (1.11 \sim 1.17) \mu_N$ 。在靜止時電動機能發揮的轉矩是 μ_1 。引一條相應的特性曲線，使之通過縱座標軸上的 $v\% = 100\%$ 點和橫座標軸上的 $\mu_1\%$ 點。在電動機開動之後，其轉速則沿此特性曲線上升到對應於 $\mu_2\%$ 的 a 點。在這一點上，電動機的相對轉速，實際上必然利那間換到 c 點，這裏 $\mu\% = \mu_1\%$ 。然後再沿此特性曲線急進至相當於 $\mu\% = \mu_2\%$ 上的 d 點，如此循序上升，一直升到自然特性曲線為止。因按公式 (1) 當 $\mu\% = 100\%$ 、 $\rho\% = 100 - v\%$ 時，則縱座標上的線段在 $\mu\% = 100\%$

時，是電樞回路內變阻器各級的全電阻百分比和它的各級電阻的百分比。各級的電阻值 (以歐姆計)，可由下面的關係式求得：

$$R_x = \frac{\rho_x\%}{100} R_N. \quad (3)$$

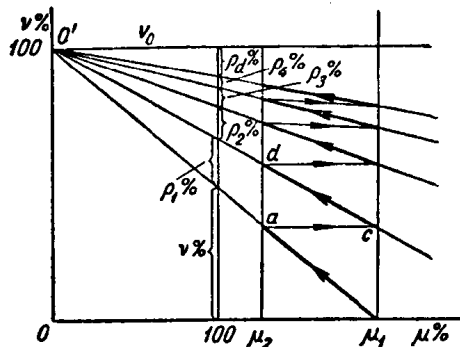


圖 5 計算機械特性的圖解法。

分激電動機的制動特性 在用再生式制動法時，電動機的反電動勢 E 會比所加的電壓 U 較高。電動機的電流在從電動機過渡到發電機的方式時，由速度 n_1 起改變自己的方向。轉矩則從運動的變為制動的。在這種情況下的機械特性，示於第 II 象限內 (圖 4)。仿照公式 (1) 可寫成：

$$v\% = 100\% + \frac{\rho\%}{100} \mu\%. \quad (4)$$

再生式制動特性就是電動狀態的特性曲線在第 II 象限內的延長線。

在用反接式制動時，電動機的反電動勢與電動狀態和再生式制動狀態不同之點是它包括着線路電壓；電動機的電流 $I = \frac{U+E}{R}$ ，故制動力矩應為 $M_t = a + \beta n$ 。

$$\text{因此 } 100\% + v\% = \frac{\rho\%}{100} \mu\%. \quad (5)$$

反接式制動特性也是電動狀態的特性曲線在第 IV 象限內的延長線 (圖 4)。實際上它們僅當電樞回路內有大電阻時才能產生，而此時電動機的電流不會超過額定值的二至三倍。

在用能耗制動法時，制動力矩為：

$$M_t = c' I = c' \frac{E}{R}.$$

由此看來，能耗制動時的電樞回路電阻尚包括着電樞繞組的電阻：

$$\begin{aligned} \rho\% &= \frac{R}{R_N} 100\% = \frac{E}{I} \times \frac{1}{R_N} 100\% \\ &= \frac{E}{U_N} \times \frac{I_N}{I} 100\% = \frac{e\%}{i\psi\%} 100\% \\ &= \frac{v\%}{i\psi\%} 100\%, \end{aligned} \quad (6)$$

式中 $\varepsilon\%$ ——電動機的電動勢 E 的百分比, 等於它每分鐘轉數 n 的百分比。

根據整流條件所允許的最大電流和最大電動勢 $\varepsilon\%$, 可按公式(6)求出 $\rho\%$ 之值。能耗制動的特性曲線位於第 II 象限(圖4)內。

各種電氣制動方式的比較 再生式制動法可以應用於以激磁電流調整速度的直流分激電動機和可換接磁極數的鼠籠式異步電動機。反接法與能耗法制動兩者的選擇, 則須依據當電樞內有同一的起始電流時所要求的制動速率和停止的精確度而定。用反接法制動更為有效, 因為在反接時, 制動力矩改變甚小, 而在能耗制動時, 則會降至零值。能耗制動法實際上要算是最精確的一種制動方法。對於反向的驅動裝置常常採用反接法, 而對於不反向的則多採用能耗制動法, 因為後者的線路較為簡單。

用激磁電流調速時分激電動機的機械特性 分激電動機的每分鐘轉數可由等式 $n = \frac{U - IR}{c_1 \Phi_x}$ 求得。當磁通小時, 電動機將達很高的速度。與一定激磁電流或一定磁通 Φ 相適應的任一條機械特性曲線, 將會有其獨有的理想空載運轉的每分鐘轉數 $n_0 = \frac{U}{c_1 \Phi_x}$ 。在

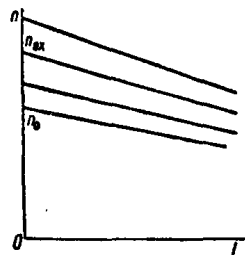


圖6 分激電動機在用激磁電流調整速度時的特性。

各種 Φ_x 之下和電樞回路內無附加電阻時的自然機械特性曲線 $n = f(I)$ 示於圖6。圖中所示的各特性曲線, 一般不會平行; 當電流等於靜止電流, 或換言之等於電動機的短路電流

$$I_K = \frac{U}{R_a} \text{ 時, 各特性曲線}$$

全部交叉於橫座標軸上的一點。這樣的電流事實上是不許可的, 因此該點在圖6上未示出。這些特性曲線可以在從高速過渡到低速時,

為再生式制動所利用(圖7)。使電動機內的磁通 Φ_1 改變為磁通 $\Phi_2 > \Phi_1$, 即可從特性曲線1的 a 點轉移到特性曲線2的 a' 點。驅動裝置的速度將漸漸降低, 降至 b' 點時, 電動機將如發電機一般工作。這時須假定電動機激

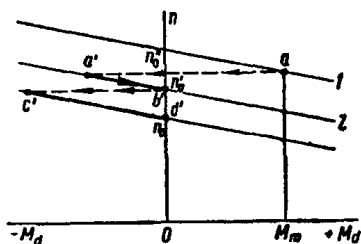


圖7 在再生制動下機械特性的變換。

磁繞組的自感實際上不會阻止其磁通的改變。從特性 $n = f(I)$ 到關係式 $n = \varphi(M)$ 的變化, 可以通過軸 n 和軸 M 上兩點引一條直線而得。這兩點為:

$$\text{當 } M=0 \text{ 時, } n_{0x} = \frac{U}{c_1 \Phi_x};$$

$$\text{當 } M_K = c_1 \Phi_x I_K \text{ 時, } n=0, \quad (7)$$

式中 n_{0x} ——理想空載運轉的速度; M_K ——與電流 I_K 相應的轉矩。

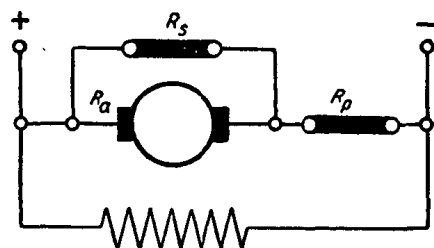


圖8 有分激電樞的電動機的線路圖。

分激電動機的特殊特性 對於某些生產機械在低轉速時的傾斜特性的必然性, 致使在某些場合下要採用有分激電樞和串聯電阻的電動機的特別線路(圖8)。這時, 在 R_p 為常數和 R_s 為變數時的許多特性曲線, 將有如圖9所示的形狀。從分析法上, n 與 M 之間的關係可用下式表示:

$$n = n_0 \frac{R_s}{R_s + R_p} - \frac{n_0 I_N}{M_N U_N} \left(R_a + \frac{R_s R_p}{R_s + R_p} \right) M. \quad (8)$$

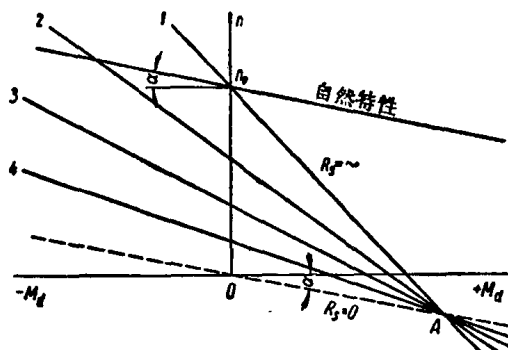


圖9 有分激電樞線路的特性。

直流串激電動機的機械特性 串激電動機的機械特性用分析法不能表明, 因為在這種電動機中, 磁通不能保持常數, 而鐵的磁化曲線 $\Phi = f(I)$ 也就不能成為簡單的分析關係。

串激電動機的機械特性通常用圖解法來表示。在電動機的產品說明書中, 會以這樣的形式給出自然特性的轉速 n 和電動機轉矩 M_d 與電樞電流的關係。根據這個關係, 就有可能繪出串激電動機任何線路的特性曲線 $n = f(M)$ 。