

141650



10仟瓦以下电动机 流水生产工艺学

阿巴札著



机械工业出版社

02.

7174

10 仟瓦以下电动机流水生产工艺学

阿 巴 札 著

胡 匡 琦 译 郭 德 文 校



机械工业出版社

1958

出版者的話

本書敘述电机大量流水生产的工艺。綜合而有系統地介紹了苏联各工厂工艺性最优的零件結構、生产率最高的現代制造方法和最适宜于采用的設備型式方面的經驗。

本書的对象是电机制造工厂的工程技術人員。

苏联 С. А. Абаза 著 'Технология поточного производства электродвигателей мощностью до 10 квт' (Госэнергоиздат 1950 年第一版)

* * *

NO. 1597

1958 年 1 月第一版 1958 年 1 月第一版第一次印刷

850×1168^{1/32} 字數 110 千字 印張 4^{9/16} 0,001—1,000 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

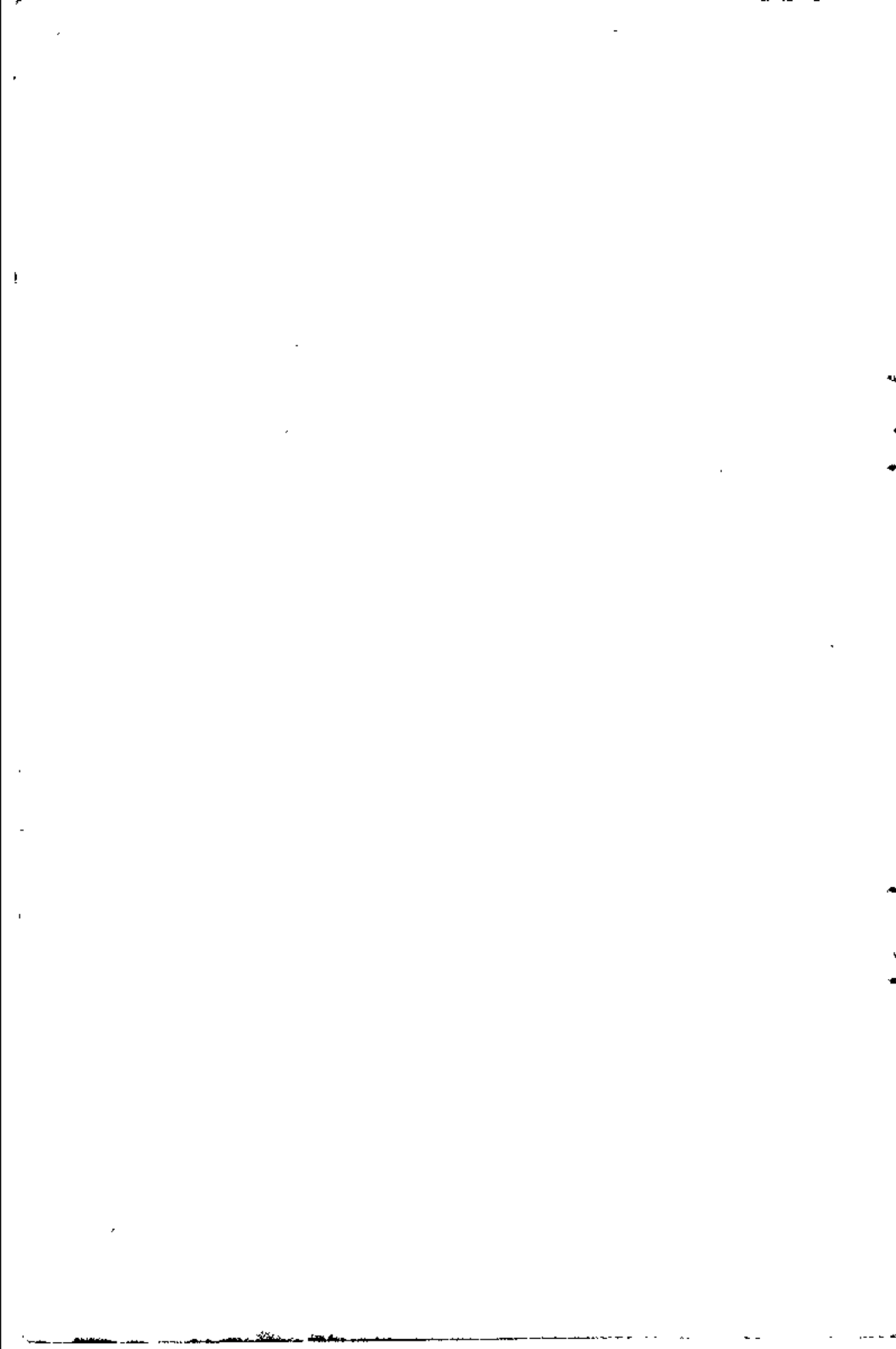
北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10)0.90 元

目 次

序	7
第一章 总論	9
1 电机制造工厂现有生产方法和工艺的特点	9
2 工厂的起重运输工具	11
3 目前生产的容量10仟瓦以下电动机的特点	12
4 組織流水生产的一般問題	16
a)电动机結構的工艺革新(16)——б)最优生产綱領(20)——B)电机生产 的組織(21)——r)电机流水生产組織的独具特点(21)	
第二章 机座及其加工	30
5 各种型式机座的結構	30
6 现有的机座加工方法及其缺点	33
7 为降低机座加工劳动量的机座結構革新方向	36
8 加工基面的选择	39
9 底脚的加工	40
10 基准孔的鑽孔和鉸孔	44
11 配合定子鉄心或磁極的机座內表面的加工	44
12 在多軸鑽床上鑽孔和切螺紋	45
13 零件的清洗	46
14 在机座中压装定子鉄心	47
15 止口的加工	48
16 加工机座的机床綫	49
17 按产量而定的流水組織方案	51
18 加工机座的劳动量	53
第三章 端盖及其加工	54
19 各种型式端盖的結構	54
20 现有端盖加工方法及其缺点	55
21 为降低端盖加工劳动量的端盖結構革新方向	57

22 端盖的車削加工	58
23 鑽端盖上的孔	63
24 按产量而定的流水組織方案	64
25 加工端盖的劳动量	65
第四章 軸及其加工	66
26 各种型式軸的結構	66
27 現有加工方法及其缺点	67
28 軸結構的工艺性	71
29 对小型电机軸的工艺要求的特点	73
30 軸的有心加工和無心加工的比較	74
31 加工軸的自动車床的型式	76
32 加工軸的多刀車床的型式	76
33 滾花工艺和滾花設備的型式	77
34 根据軸向尺寸公差保証軸的互換性	83
35 加工軸的自动机床綫	83
36 按产量而定的流水組織方案	86
37 加工軸的劳动量	89
第五章 定子鉄心和轉子鉄心	90
38 結構和現有生产方法	90
39 冲模的型式	93
40 高生产率設備的型式	98
41 自动冲制冲片的方法	100
42 貯料裝置的应用	104
43 用板狀和卷狀材料冲制冲片的大量流水生产組織方法	106
44 流水裝压鉄心的方法	107
45 提高冲模寿命的方法	111
46 大量流水生产情况下冲制冲片用冲模的制造	114
第六章 換向器及其制造	119
47 換向器的結構	119
48 塑料換向器的制造	120
49 云母換向器的制造	122
50 換向器流水生产时工作位置的組織	124

第七章 电机的其他零件	125
51 轴承盖及其生产	125
52 皮带轮及其生产	127
53 刷握零件	128
54 紧固零件及其生产	129
第八章 流水生产时线圈装配工作的组织	131
55 转子鑄铝	131
56 繞綫和絕緣工作机械化的方法	132
57 流水装配的组织	137
58 电机的装配	138
59 装配工部的区域布置	139
60 起重运输工具的结构	140
61 机械化装配的工具	141



序

[保証使苏联国民經济各个部門进一步在技术上發展，是作为使生产突飞猛进并使劳动生产率获得提高的条件，为此不仅必須在最近将来迎头赶上并且还应超过国外的最新科学成就¹(关于 1946—1950 年苏联恢复与發展国民經济五年計劃的規定)，这一任务对于电气工業是特別迫切的。

电气工業这一部門現在正經歷着生产量急遽增長的阶段，而且在最近几年内生产量的增長速度显然还将愈益加快。上述情况的促成是由于各工厂逐步轉入新型统一系列三相感应电动机的制造以代替过去作为整个电机制造业的主要任务而生产的、在結構上既陈旧又多不合乎工艺要求的 100 仟瓦以下三相感应电动机。

与此同时，应重新装备各企業，供給他們各种新式的專用設備和組合机床，运用先进的工艺方法以及高生产率的工艺装备。同时，还应設計一些其他电机系列并投入生产，其中一部分电机应大批地生产，而某一些甚至于必須大量制造。

要能有效地推行上述工作，就一定要使各电机制造工厂的高級和中級技术人員深入而又广泛地熟悉这一方面的最新成就。現有的有关技术文献并不能完全滿足工程技术人員的需要，因为这些文献里面所叙述的工艺过程，所介紹的設備和装备都是各厂过去若干年内所用的而且是用来生产数量相当少的电机的。这些文献对結構的工艺性問題闡述得不够，至于各种新的先进工艺过程則更未加叙述，虽則这些工艺过程在工業部門中已試行有效，在生产上广泛使用的合理性也已証实。

本書系以綜合这方面全部現有經驗的方法来試圖确定：

从工艺观点看来是最合适的电机主要零件的結構形狀；

生产率最高并且最有效的大量流水制造电机主要零件的方法，以及最适宜用于电机制造工厂的各种类型的生产設備。

著者編写本書時曾利用并綜合了 过去 生产过或現在正在生产小型电机的某些国内工厂的經驗和現有的关于这个問題的参考文献，在本書中还引用了汽車工業及机床制造工業在运用最先进的加工方法方面的經驗，特別是运用自动机床生产綫和高生产率組合机床的經驗，并且加以改良以适合于电机制造工業的情况。

在本書中所作出的一些論据促使按照新的情况提出有关电机結構形狀

的問題，並且也促使對迄今還沒有賦以應有注意的某些結構方面予以重視。

在絕大多數情況下實現上述工藝要求時不僅不會使電機的結構有任何變壞，而且恰恰相反，除了能使製造上簡單而又便宜之外，還將促使電機的質量大大改善。

結構的革新，高生產率的、先進的工藝的運用以及組織流水生產的方法的運用，無疑將在大量生產的電機製造業中發生極大的效果，並將大大地縮小所生產的電工產品的製造勞動量。這種情況允許花費相當少的費用裝設新設備及裝置，而使現有企業的產量大大增加並且使現有面積的利用提高。

在正確的組織情況下，廣泛地運用流水生產方法、先進工藝以及高生產率的自動化設備將促使斯達哈諾夫運動繼續不斷地發展。

在採用機械化運輸工具組成所謂強制節奏的流水生產時，還應對各工作地規定好這樣的組織方式，就是它不但不會妨礙勞動生產率的提高，而且還會激發工人在這方面表現主動精神，把已定的節奏看作是確定最低生產率的節奏。這樣，最先進的工人就可以不斷地改進自己的工作方法來提高勞動生產率並帶動落后的趕上先進。

要想達到上面所述的目的，可以把全部流水生產綫劃分成相當小的工段，使各工段之間有必要的儲備，在布置各工作位置時，亦應使部分工作位置之間有足夠的距離，以便存放適當的工序間儲備。

另一方面，應有能免除工人作許多輔助動作的機械化運輸設備，並將工作位置裝置起來（這是組織流水生產的特點），從而為開展斯達哈諾夫運動創造極其有利的條件。

本書主要研究大量生產的3、4、5號機座的三相感應電動機（容量10千瓦以下）的生產，同時也就其他各種電機的生產，如小型直流電機、微電動機和汽車拖拉機電氣設備的生產舉出一些示例和論據。

本書推薦的許多工藝方法也可以適用於其他轉入流水生產的電工產品製造部門，特別是在電器方面。本書內的某些論據還可適用於任一電工企業。

本書涉及的某些尚屬新穎的問題，如果作者對已問世的文獻中的闡述無可補充時，則不多贅述，僅指出對該問題有詳盡敘述的原著以供參考。

最後還應指出，有關熱加工的問題（鑄造和鍛造工藝）以及產品試驗的問題，在本書內不作研討。

第一章 总論

1 电机制造工厂現有生产方法和工艺的特点

电机生产的工艺乃是多年所积成的,近年来在許多企業中,它仍然是相当稳定的。生产方法的改变主要是采用生产率更高的設備和工具,并不帶有實質上的变易。

制造电机的工艺过程,除去备料方面(其中包括鑄工)的工作,可以分为下列彼此完全不同的数类:

1. 机座、端盖、軸、軸承盖和許多小零件的机械加工;
2. 电樞、定子和磁極冲片以及許多其他零件(随所生产的电机的型式而定)的冷冲加工;
3. 定子或磁極綫圈和电樞的繞綫、絕緣和浸漬工作;
4. 感应电动机鼠籠轉子的鑄鋁或鑄鋅合金工作;
5. 电机的装配、油漆、試驗和包裝。

前三类工作对制造电机的总工时有决定性的影响。机械加工上时通常約为总劳动量的30~40%,但是这个数值随电机机座号的增大而稍許降低。第二类 and 第三类共約占40~45%。从上述数字可以非常明显地看出,要实现實質上减少制造电机劳动量的任务,主要的努力就应針对改善前三类工作的生产方法。

目前,在电机制造中占优势的机械加工的特点,就是所采用的主要是万能設備。采用立式和臥式多軸自动車床和半自动車床、多軸鑽床、多刀車床、無心磨床和組合机床的高生产率加工方法的几乎沒有。

上述情况为生产小型电机的五个主要电机制造厂的設備組成資料所証实(表1)。

可以从表1中得出的第一个結論,就是車床类設備(前6項)

的比重極大，占金屬切削机床总数的49.6%，但是在其他工業部門中，它却在30~40%的範圍之間。可見，車床和六角車床工作是电机製造業中最繁重的工作。這種情況說明大多數的加工零件都具有圓柱形的表面。

从表1中可以看出，工厂中沒有組合机床。由于沒有充分应用多刀車床(0.7%)，所以簡單車床过多(27%)。

全部小緊固零件主要用車削方法制造。应用冷鍛和滾压螺紋的程度是不够的。自动和半自动車床的比重很小，它們的应用几乎完全限于制造小零件。而較大的零件，其中包括端盖和軸承盖，却在六角車床上加工，甚至有时在車床上加工。

与銑床相比，刨床的数量相当大，这是因为在某些企業中仍采用着低生产率的刨底脚方法来代替銑底脚。磨床在設備总数中所占的比重很小（比其他工業部門少1/2~2/3）。

尽管冲剪工作已被广泛采用，但近代化的大量冲剪的方法在电机製造工厂中仍未获得应有的采用。自动进料几乎沒有采用，用压缩空气自冲模上脫取零件等方法也利用得不够。所采用的冲床的型式大多是陈旧的，妨碍着生产率的提高。工厂中的非傾斜式低速冲床很多，这些冲床用来在以單个的毛坯供应冲模的情况下用复式冲模工作；大家都知道，傾斜式冲床能保証高得多的生产率。

工厂中的各种綫圈工作大多用手工完成，仅在絕緣和浸漬工

表1 关于电机製造工厂
設備組成的比較資料

名 称	五个工 厂的平 均数据 %	金屬切 削机床 的比例 %
車床	15.2	27.6
六角車床	6.6	12.0
立式車床	2.4	4.3
多刀車床	0.4	0.7
磨床	0.5	0.9
自动和半自动車床	2.2	4.1
組合机床	—	—
鑽床	15.6	28.5
刨床和插床	3.9	7.1
銑床	5.0	9.2
磨床	2.7	4.9
拉床	0.4	0.7
压力机	7.4	
各种專用設備	15.0	
其他	22.7	
	100	100

序中有微少的机械化。

装配工作采用机械化工具的程度很低，其中各种型式的机械化螺絲起子，工具等也使用的不够。

工厂中所采用的工艺装备基本上是与万能设备的特点相适应的，不足以促进工艺过程的改善。所使用的許多鑽模和夾具在結構上是簡陋的，很少能促使輔助時間的比例減少。但由于小型电机制造中大多数工序的時間短促，輔助時間在总時間中占極高的百分比。高速風动裝置、高生产率的塞柱式鑽模、多軸鑽床头和多軸切螺紋床头、可迴轉的工作台和复杂的高生产率的多刃刀具的使用数量也不够。

虽然大多数的电机制造工厂按机械加工和装配的特征来組織生产，但某些企業仍保留着旧式的主要生产車間的組成形式——冲剪車間、机械加工車間、綫圈車間和装配車間，这种組成形式不按产品而按工作的特点划分車間。这时应覺察到常常在同一車間中，甚至在同一設備上，既加工着大批生产的产品，也加工着每批数量不多的产品。

然而，这时車間內几乎到处都是按所生产产品类别而分的專業工段，例如：在冲剪車間中有轉子冲片和定子冲片工段；在机械加工車間中有轉軸、端盖和机座工段；在綫圈車間中有电樞和定子工段等等。因此，尽管沒有明确地按照流水方法組織生产，現有車間中已奠定了建立現代化生产环节所必需的前提。

一个企業生产的产品型式的数目極多，就要求在同一机床上制造不同的零件，这样当然会使生产組織問題的正确解决复杂化。

运用先进的工艺和生产組織并同时推广許多优秀斯达哈諾夫工作者在个别电工厂中已經达到的成就，就能給我們所研究的工業部門帶來显著的效果。

2 工厂的起重运输工具

零件在車間之間和一个車間之內的运输，主要用手推車或电

瓶車来完成。由于所加工的零件相当轻，在小型(10 仟瓦以下)电动机的生产中几乎不用起重工具。用在装配和綫圈車間的个别局部起重裝置是例外的。

滾筒傳送机、帶式傳送机(傳送帶)和傳送机在某些企業中用得也有限，主要用在鑄工、装配和綫圈車間。鏈式悬挂傳送机也应用得相当少。

3 目前生产的容量10仟瓦以下电动机特点

直到現在，电气工業生产着数种型式的小型感应电动机。其中除了P(烏拉尔)型电动机是近年設計的以外，絕大多數的結構都是10~15年前設計的，沒有考虑到大量生产，因此从工艺的观点来看有許多缺点。AД型电动机示于圖1，設計師設計它时是以最大限度地減輕电机的重量和节省制造电机的材料为任务的。相当

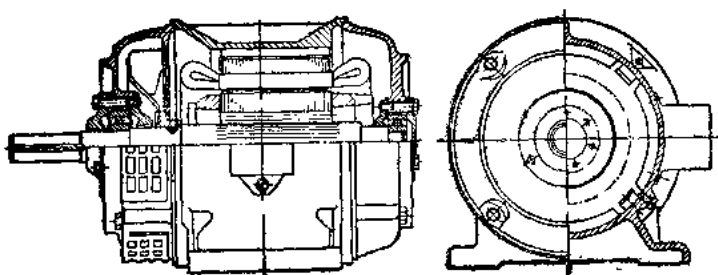


圖1 АД型系列电动机。

長时期的生产这种系列电机的經驗表明，电动机的机械强度是不够的。因此使主要零件难于加工，因为它們要求严格地遵守各种防止可能变形的办法。AД系列电动机是軸向通風的。

P系列电动机示于圖2，它的結構是在最近几年設計的。这种电动机的結構簡單得多，它沒有特殊的風扇，而且采用輻向通風系統。P系列电动机的主要零件比AД系列的更牢固并更具有剛性，这样就提高了它的使用性能并使机械加工易于进行。

P系列电动机比AД系列重得多，因此，前者的有效元件和結

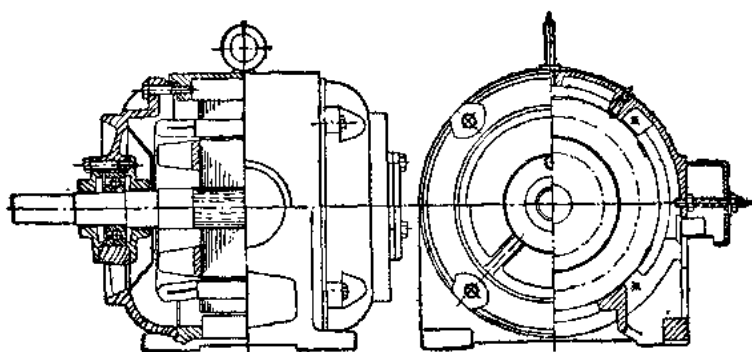


圖 2 P 系列电动机。

構元件的安全系数也較大。在表 2 中列出容量大致相等的电动机的重量, 以便于比較。

表 2 P 和 АД 系列电动机的重量

电动机型号		每分鐘轉數 (同步轉速)	容 量 (仟瓦)	重 量 (公斤)
АД	51/4	1500	7.8	78
P	51/4	1500	7.5	101

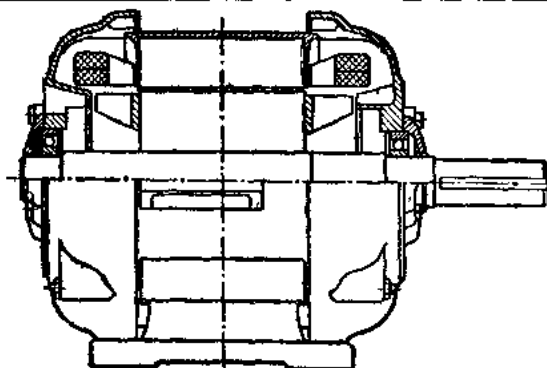


圖 3 具有鑄于鋁機座中的定子、鋁端蓋和鋁軸承蓋的电动机。

圖 3 所示电动机的全部鑄件都用鋁合金壓鑄而成。这种电动机的定子是裝在壓模中澆鑄合金的, 因此这种結構被称为具有澆鑄定子的电动机。这种結構的优点是: 使全部主要鑄件的机械加工大大簡化; 使电动机的重量減輕; 鑄鉄車間不必要了, 并且因此而

使工厂的外部物料周轉大大减少。这种結構的缺点在于：机械强度較低以及鋁合金对生产中广泛使用来作为冷却切削工具的乳化液的各种碱性溶液的抗蝕力弱。因此，这种电动机在制造和使用过程中要求更多的注意。耗費有色金屬来制造已能成功地应用黑色金屬来制造的結構零件也不能算是这种电动机的优点，因为这些原因，尽管这种电动机有着前述的許多优点，它仍不能把普通結構的电动机完全排挤掉。

从电动机質量的观点看来，对于电动机生产的工艺过程的主要要求是：保持为定子和轉子同心性所必須的零件制造精度的等級；轉子沒有偏摆以及轉子外徑和定子或磁極內徑間的距离（气隙）保持在規定的範圍內。最后一个要求在感应电动机的生产中特別重要，因为感应电动机的气隙比其他类型电动机的气隙小得多。

电动机的主要加工零件包括：机座（机体），端盖（前端盖和后端盖）和軸。

机座和端盖在大多数的电动机中都是用鑄鉄件做成的。軸用棒鋼，大多为5号鋼制成。配合面的加工精度为2和3級精度，自由尺寸为5和7級精度。

在机座中固定着定子鉄心或磁極（直流电机），端盖用螺栓固定在机座兩端。定子鉄心压装在机座中，并常常用止动螺釘来固定。加工机座时应特別注意配合定子鉄心或磁極的和配合端盖的搪孔的直径尺寸以及所有这些搪孔的同心性，机座端面与电机軸綫的垂直性和底脚平面到軸綫距离的精度。

在端盖中应精确地保持配合軸承的孔的尺寸；配合机座的凸肩的直径；以及上述两个面的同心性以及配合面的端面对于搪孔軸綫的垂直性。

軸应具有一定的，用来配合皮帶輪、两个軸承和轉子鉄心的直径尺寸以及确定轉子或电樞縱向位置的凸肩間的軸向尺寸。在换向器电机中还要加上配合换向器的直径和换向器端面到鉄心的軸向尺寸。为着配合轉子鉄心以及换向器电机中的换向器，小电动机

的軸大多做有縱向溝紋。溝紋必須做成嚴格的直綫形並保持各個齒的断面(輪廓)一致;因為只有在這種情況下才能保證鉄心配合得正確和牢固。

對個別小零件加工的要求,可從它們的用途中明顯地看出,不需特別說明。

一台電機的定子或轉子所需的定子或轉子沖片的數量,約從 100 到 300 片;沖片厚度一般為 0.5 公厘。沖片具有複雜的輪廓,沖片的示例示于圖 4 (P 系列)和圖 5 (AД 系列)。

大量製造這種沖片是冷沖部門中最複雜的問題之一。在這種情況下需要保證所得到的零件具有尽可能正確的形狀並且零件上沒有毛刺。此外,要力求做到不同沖模沖出的零件的完全互換性。因為生產的規模大多要求同時應用數個相同的沖模。

定子繞組、磁極繞組(磁極線圈)和電樞或轉子繞組(鼠籠轉子除外)在形狀、所採用的絕緣、繞組導線橫截面的尺寸和輪廓方面都是有區別的。一切繞組

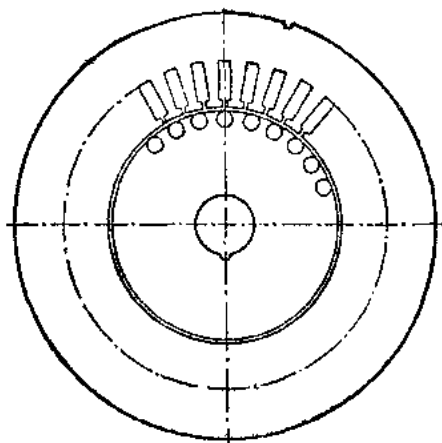


圖 4 P 系列電動機的定轉子沖片。

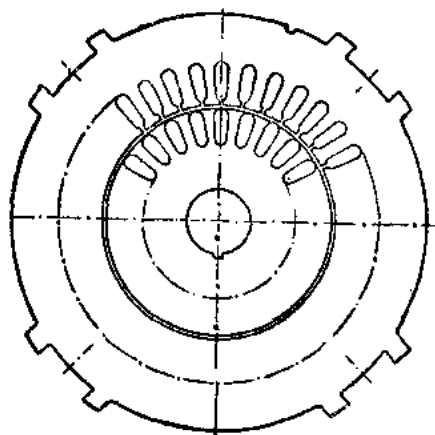


圖 5 АД 系列電動機的定轉子沖片。

都用各种絕緣材料，以适当的方式絕緣，然后进行浸漬并随后干燥以提高它們抵抗介質影响的能力和达到必需的电气强度。

繞組的絕緣依电动机的用途、工作电压、允許溫升和运行条件等而定。因为这些原因，在同一企業中必須制造技术条件不同的繞組。

鼠籠型感应电动机轉子用鑄鋁代替導線制成的繞組。在某些結構中用紫銅條或黃銅條作成鼠籠，然后將銅條與端環焊在一起。后一种方法在鼠籠轉子的流水生产中用得極少。

从上面的敘述中可以看出，电动机的生产是由性質完全不同的工艺过程所組成的，而且其中的某些工艺过程是电气工業所特有的。工厂的产品品种由为数甚多的电动机規格組成，它們的外形尺寸由于容量和轉速的差別而彼此各异，它們的电压以及个别零件的外形構造也都彼此不同。因此，尽管个别工厂中电动机的总产量很高，通常只有几种規格的电动机是大量或大批生产的，而其余的，相当多的品种則产量極少。这种情况使在电机的生产中运用先进工艺的任务复杂化，而且要求在运用大量流水生产方法的部門作出独特的決定。

4 組織流水生产的一般問題

a) 电动机結構的工艺革新

当工厂所制造的电动机的結構在許多年內都沒有重新审查过，而且以前設計所考虑的当时已有的生产要求与現代的技术水平已不相适应时，应在运用流水方法和先进工艺之前，进行产品結構本身革新的工作。这时应力求使产品在制造上最簡單并且适应于現代的生产方法，或是按照目前一般的說法，使产品結構更具有工艺性。

产品結構革新的主要方向可以概略地表述如下：簡化零件的外形，使易于制造；减少各个零件上加工表面的数目和尺寸以及切