

交流小型电机 制造工艺

第一机械工业部上海电器科学研究所编

机 械 工 业 出 版 社

初級技術讀物

交流小型电机制造

第一机械工业部上海电器科学研究所編



机械工业出版社

1959

出版者的話

本書完整地介紹交流小型电动机〔新老系列(J_1JO_1 ; J_2JO_2)的〕制造工艺,內容主要是綜合国内各电机制造厂的成熟的电机制造經驗并加以系統化。为了能够使讀者知道工艺的一般原理和理論,作了若干說明和补充,并增加了插圖及理論分析。本書的主要內容是以工艺守則形式編写的,各守則之間的連系在每一个部件的要点內說明,所以讀者在选用守則时可以先研究一下要点中所申述的理由。本書的最后一部分附有工艺装备圖紙;对每一种工艺装备的設計和使用方法作了簡單扼要的說明。

本書內容包括:电机保証同心度的要点,定子和轉子鉄芯制造工艺,繞圈及絕緣处理工艺,总装及其他,冲模制造,工艺装备等各部分。

本書可供新建的小型电机制造厂和从事电机制造工艺、設計技術人員和工人閱讀和参考。对于老电机制造厂也可以作为提高工艺水平的参考資料。因为本書对于工艺問題的基本概念叙述比較明确,也可供电机制造專業学校和技工学校的师生作为参考和輔助讀物。

NO. 2773

1959年4月第一版 1959年6月第一版第二次印刷

850×1168 $1/32$ 字数 162 千字 印張 85/25 10,101—20,100 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

北京西四順國厂印刷

新华書店發行

北京市書刊出版业營業許可証出字第 008 号 定价(9) 0.87 元

目 次

I 緒 言	5
II 小型电机保証同心度的要点	9
III 定子和轉子鉄芯制造工艺部分	14
〔1〕 冲片及鉄芯制造要点	14
〔2〕 圓形落料	21
〔3〕 定轉子硅鋼片冲槽	24
〔4〕 硅鋼片去毛	29
〔5〕 硅鋼片塗絕緣漆	30
〔6〕 定子鉄芯外压装	35
〔7〕 定子鉄芯在机座內压装	40
〔8〕 定子鉄芯压入机座	44
〔9〕 定子鉄芯精車外圓或定子精車止口	45
〔10〕 轉子鉄芯压装	48
〔11〕 轉子离心鑄鋁和轉軸热套	52
〔12〕 銅排轉子炭弧堆焊短路环	59
〔13〕 鑄鋁轉子压軸	61
IV 綫圈及絕緣处理工艺部分	64
〔1〕 綫圈及絕緣处理工艺要点	64
〔2〕 絕緣材料驗收要点	68
〔3〕 低压定子圓銅綫綫圈繞綫	70
〔4〕 低压定子同心綫圈嵌綫	74
〔5〕 低压圓綫定子疊繞綫圈嵌綫	77
〔6〕 低压定子圓銅綫架空綫圈繞綫	82
〔7〕 低压定子架空綫圈压型嵌綫	85
〔8〕 低压定子同心綫圈接綫	89
〔9〕 低压定子綫圈接綫	91
〔10〕 低压电机*3~9机座定子浸*5012漆	95
〔11〕 低压电机*3~9机座定子浸仿 321-T水乳化学漆	99
〔12〕 仿 321-T漆乳化学	102
〔13〕 F級低压电机定子浸 AS7525 豆油醇酸硅有机漆	104

[14] 定子繞組端部噴灰塗漆	107
[15] 定子槽楔、木件等的製造和處理	109
[16] 膠木件處理	110
[17] 玻璃漆布浸漆處理	112
[18] B3-4杯(福特杯)使用要點	113
V 總裝及其他部分	115
[1] 總裝配的要點	115
[2] J、JO型電機總裝配	117
[3] 滾動軸承清洗	120
[4] 滾動軸承熱套	122
[5] 轉子及風扇靜平衡	124
[6] 轉子動平衡	126
[7] 金屬零件表面塗防銹漆	129
[8] 電機表面修飾	130
[9] J、JO型電機裝箱	132
[10] 吊攀鍛造	133
[11] 鍛定子壓圈	136
VI 沖模製造工藝部分	139
[1] 單槽沖模製造	139
[2] 圓形落料模製造	150
[3] 工具鋼熱處理	156
[4] 低熔點合金澆注	159
[5] 沖模的修磨	162
VII 工藝裝備部分	166
[1] 工藝裝備要點	166
[2] 工藝裝備圖紙	173
1 一落三沖模 (173)——2 軸孔模 (175)——3 單槽沖模 (176)——4 定子鐵芯壓裝膠胎, 3~5*電機 (177)——5 定子鐵芯壓裝膠胎, 6~9*電機 (178)——6 槽樣棒 (179)——7 槽形塞規 (179)——8 夾片拉形模 (180)——9 夾片彎曲模 (181)——10 定子端板滾形模 (182)——11 夾片焊接模 (183)——12 定子鐵芯裝配電焊膠胎 (184)——13 定子鐵芯壓入機座模 (184)——14 精車鐵芯或止口膠胎 (185)——15 重力鑄鋁模 (186)——16 离心鑄鋁模 (189)——17 轉子鉸內孔工具 (193)——18 轉子壓軸模 (195)——19 疊形繞圈繞綫模 (195)——20 同心繞圈繞綫模 (197)——21 架空繞圈繞綫模 (197)——22 架空繞圈壓型模 (198)——23 竹楔成形機 (203)	

1 緒 言

我国工业正以“一天等于二十年”的速度突飞猛进，按照党的指示和规划，要把我們偉大的祖国多快好省地建設成为一个先进的工业国家，要在比十五年短得多的时期内，赶上和超过英国，而且要很快地超过一切資本主义国家，这个光荣的任务同样对电机制造业提出了規模宏大的远景。

电机是工业化、机械化、自动化必不可少的設備，特别是小型电动机各工业部門都需要它来装备自己的設備使其迅速电气化。从耗电量来看小型电机的耗电量占总發電量的50%以上，由此可以想見其龐大的需要量和重要性。

随着工业的發展和电力設備需要量的不断增加，全国将要建立許多新电机厂，很大一部分原来生产小型电机的老厂都将成为制造中大型电机的工厂，同时全国遍地开花各地将要大办电机制造厂，因此我們把小型异步电动机的制造工艺整理成册供有关方面参考。希望能对新建的制造小型电动机的工厂有所帮助。

在这一本小册子里仅包括J, JO型基本系列电机(包括J, JO₁, J, JO₂)的制造工艺, 对于J, JO型派生系列电机如綫繞轉子的JR, 热带船用电机的絕緣处理、金屬防腐等特殊工艺問題，沒有包括在內，必要时以后再作补充。本書內所用的材料代号尽可能采用我国已經頒布的代号，但是有些新型絕緣材料和其他特殊材料因为国内尚无正式頒布的代号仍借用苏联或其他国家的代号。这本小册子希望能够滿足J, JO型小型感应电机的整套工艺。可以供这一类型电机制造厂的采用和参考。

电机制造工艺与机械制造大体上有些相同，但是也有其独特的地方。电机制造根据其性質不同約可分为机械加工工艺、鉄芯工艺、綫圈及絕緣处理工艺、总装等几大类。

机械加工工艺与一般机器制造最相似，但是电机制造的同心

度要求比較高，而且因為機座和端蓋都是薄壁件，往往在裝夾時容易產生變形。對同心度的要求是在所有零件裝配成電機以後的最終氣隙均勻要求，每一個零件的加工偏差都有可能影響氣隙的均勻性，因此所有與同心度有關係的零件加工工藝的設計原則都是應該以保證同心度作為主要考慮的中心環節。由於各電機製造廠生產批量的不同，所以機械加工時所採用的專用夾具也各不相同：現代化的大量生產工廠機械零件加工都是趨向採用組合機床和流水作業線；成批生產的工廠則採用按工序專業分工，和專用夾具及組合刀架等使生產效率提高；單個生產的工廠則幾乎可以採用最普通的萬能機床加工電機的零件。這本小冊里因為考慮到一般新廠人員大部分由機械廠轉業，而且機械加工與生產批量發生密切關係，因此只對如何保證同心度問題作了原則性的討論。

鐵芯製造工藝是電機製造中的特殊工藝之一，一般機械製造廠只有沖壓零件；一般沖壓工廠如制罐、家庭器皿等的沖件都沒有尺寸公差和精度的要求；而電機製造中的鐵芯是採用沖制疊壓工藝，要求達到一般與機械加工相接近的尺寸公差和光潔度的技術條件。鐵芯製造的質量與電機的鐵耗大小有密切關係，往往因為鐵芯沖片的質量不好，最後用銼槽和磨內圓的補充加工來達到所要求的精度和尺寸，因而使鐵耗大大增加。鐵芯製造工藝的最主要條件是：保證同心度、不銼槽不磨內圓。

轉子鐵芯的製造技術要求，基本上與定子相類似。但是因為轉子是鼠籠式的，所以槽形準確度可以稍差一些。鼠籠轉子目前有用銅排及鑄鋁二種工藝，發展的方向是鑄鋁。銅排轉子端環可用炭弧或乙炔氣堆焊，鑄鋁轉子鑄鋁的方法有壓力、离心、振動、重力等許多種，要求鑄品結實無斷條現象。

綫圈及絕緣處理工藝是電機製造中最突出的專門性工藝，一般由機械製造專業製造電機的工廠最應該重視這一環。綫圈是電機的心臟，也是最薄弱的一環，電機的損壞往往是由於綫圈絕緣的損壞。綫圈絕緣加工過程中要特別注意清除，絕緣處理的質量

优劣将要严重影响电机的耐潮湿、导热、耐压和电机其他的电气性能，从而影响了电机的寿命。所以絕緣材料的驗收、成型装配、浸漬、干燥和檢查都要严格执行工厂的工艺文件，并不断进行試驗、研究，改进电机的絕緣性能，只有通过試驗研究才能改进和提高工艺文件的質量，不能随便更改，以免造成大量廢品。因为絕緣材料如絕緣漆、槽絕緣等在長期貯存时容易变質，所以也要充分注意貯藏的条件。

电机的平衡是保証电机震动質量的一个重要措施：动平衡是理想的平衡方法，因为动平衡是求得立体上的平衡，但其设备比較复杂；平衡在电机的轉速不高，轉子長度比較短的产品中可以采用，但往往經過靜平衡以后的电机在轉动时仍存在立体不平衡力偶，使电机發生震动。电机零件中吊攀和定子压圈具有較成熟的鍛造經驗，所以在这本書里也列入了这两分守則。

除了上述工艺以外，电机制造工艺中冲模制造也是重要的組成部分之一，因为冲模制造的工艺比較复杂，而且精度要求高，所以在这本册子里对于常用的單槽冲槽、圓形落料模等的制造工艺守則也收集在里面。

这本册子里除了守則以外，还收集了常用工具的典型圖紙，为了减少篇幅，結構类似的工具只提供一種参考圖紙，并且附有簡單說明。

因为守則主要是以工序为單位的，各工序之間的先后次序在每一部件的开始有一个簡單的要点說明，使讀者容易了解和选用守則。有些工序如冲定子槽分为外圓和內圓定位、靜平衡、动平衡等不同工艺，这本册子里都并行列入，可以根据不同的情况选用。

这本册子里的守則和工具圖紙基本上是各电机制造厂如上海电机厂、大連电机厂、昆明电机厂、南京电机厂和上海旋轉电机公司各厂的成熟經驗，为了便利讀者了解，我們作了若干圖片和文字补充，并且申述了一些理由。守則是工人和技术人員先进的制

造經驗的總結，因此是代表和反映着一定具体条件下的技术水平，随着具体条件的不同，必然会有不断提高和修改，所以这本册子里所推荐的守则可以根据各厂具体情况，选择采用和作必要的修改。

我国工人阶级和劳动人民正在党的领导下大鬧技术革命，新的發明創造和先进操作工艺是日新月异的。电机制造工业也和其他的工业一样正在以一日千里之势向着科学技术的高峰發展。电机制造工业的技术也和其他工业一样須要走群众路綫，依靠群众不断进行技术革命，相信在今天和明天都已經出現和将会不断出現許多新的創造。这本小册子如果能对当前的电机制造工业遍地开花起一些推动和促进作用，就是达到最基本的目的了。

由于本書編写人員的經驗不足，技术水平低，一定存在着不少缺点和錯誤，希望讀者同志們和各电机制造工厂先輩、学校老師多多提出意見。

II 小型电机保证同心度的要点

J, JO 系列感应电动机的空气隙较小, 只要在制造工艺上稍有不当, 即导致电动机装配后气隙不均匀。由于气隙不均匀而对电动机在电气性能和机械性能方面有所影响, 所以必须对影响气隙均匀的各有关主要零部件在制造过程中保持其一定的同心度。现对各主要零件分述如下:

1. 机座 机座是一薄壁易变形的零件, 在制造上必须保证铁芯槽内圆和止口内圆的同心度。机座加工大体可分为两类, 一般精加工时把夹头脚稍松一下以减少装夹变形。

1) 先加工底脚平面, 并以此为基准, 进行一次车出铁芯槽和两端口内圆。由于本方法系以底脚平面定位加工内圆, 故底脚平面要求平直, 底脚加工一般采用车床、铣床及刨床。而内圆则可根据内圆直径大小分别在立车或卧车上加工。

本方法优缺点如下:

a) 机座两端口系一次车出, 同心度高, 节约装卸工时。

b) 先加工底脚, 后精车内圆, 减少装夹变形机会, 保证质量。

c) 若铁芯外圆加工或叠压质量优良, 则定子铁芯压入机座后, 可不再加工止口, 大大减少生产循环路线, 缩短生产周期。

缺点如下:

a) 一次装夹中车出两端口, 操作技术要求高。

b) 底脚加工精度要求高。

2) 先车内圆及止口, 以内圆为基准加工底脚。本方法车内圆系先粗车内圆及一端口成 A_3 级公差并留量 2 公厘, 然后以 A_3/C_3 公差的止口模定位, 粗车另一端止口内圆(留量 2 公厘)及精车内圆。

本方法优点如下:

a) 工具簡單，工艺方法易掌握。

b) 机座壁厚容易保証均匀。

缺点：

a) 止口系两次装夹下車出，若止口機磨損則容易造成兩端止口的不同心。

b) 精車后的內圓，在加工底脚时，若夹装不妥，易引起变形。

2. 端蓋 端蓋在加工时容易变形，夹持力必須予以控制。端蓋在制造过程中需保持止口外圓和軸承擋內圓的同心度。端蓋可在六角車床、普通車床及立車床上加工。而加工方法有一次装夹及多次装夹和單刀及多刀之分。茲將各加工方法及其优缺点分述如下：

A. 三次装夹多刀切削的加工方法 采用多刀刀架在普通車床上进行加工，加工时三爪卡盘夹住端蓋三只搭子，先后分三次装夹，第一次粗車，第二次精車，第三次車軸承后端蓋平面。这种方法优缺点如下：

优点：

a) 采用多刀，减少对刀、換刀及切削時間。

b) 工步专业化，工人易掌握。

c) 粗、精車分开，可保持机床精度。

d) 有定位装置，节省測量時間。

缺点：

a) 粗、精車分开两台机床加工，对产量較少的工厂不适合。

b) 三次加工工序，使增加了装夹輔助時間。

B. 两次装夹加工方法 三爪卡盘夹住端蓋三搭子（毛坯搭子，若鑄造不平，需加工一刀），在一次夹装下，粗、精車止口端面。反过来用止口作定位基准，車軸承孔后端面和軸承孔。这种方法的优缺点如下：

优点：

a) 工人可专业生产。

b) 止口及内孔变形一般较小。

缺点:

a) 两次装夹车出, 不易保证同心度, 且费工时, 一般止口与轴承孔偏心为 0.1 公厘左右。

b) 止口胎易磨损, 且因加工公差的影响, 不易保持精度。

c) 加工采用单刀较多刀加工效率为低。

d) 多一个止口模夹具。

C. 涨内孔加工方法 三爪卡盘的卡爪涨在端盖毛坯的轴承孔内, 粗、精车端盖止口平面和轴承孔的内端面, 然后以止口为定位基准, 粗、精车轴承内孔和外端面。这种方法优缺点如下:

优点:

a) 装夹时不用搭子, 铸件可省去搭子, 节省铸铁。

b) 车止口是三爪卡盘三爪反涨住轴承孔, 而车轴承孔时是压住端盖法兰上, 因之不易变形。

c) 工人可按专业生产, 车轴承孔及止口车床可分开。

缺点: 与上面方法相同。

D. 一次装夹的加工方法 采用三爪卡盘接长卡爪夹住三个搭子, 一次全部粗、精车止口、轴承孔及轴承孔前后两端面。这种方法优缺点如下:

优点:

a) 装夹工时短, 能保持同心度。

b) 操作方便。

缺点:

粗、精车是一次装夹中车出, 夹紧力过紧, A 型端盖轴承孔易变形, 产生偏心度, 而影响加工精度。

上述四个加工方法中, A 和 D 方法由于端盖在一次装夹中车出轴承孔及止口, 故能保证二者之间的同心度。

3. 转子 转子是一部件, 由转子铁芯和转轴压装而成。待加

工后需保証軸承擋外圓鉄芯擋外圓和軸伸端外圓的同心度，其中前二者要求較高。

轉軸加工可在普通車床上加工，而軸承擋和軸伸擋外圓半精車留量待壓入轉子鉄芯后與轉子鉄芯外圓在車床上以針孔定位一次車出，或以頂針孔定位磨軸承擋，再在車床上車轉子外圓，以達到圖紙規定尺寸要求，保証其同心度。⁸⁶以上电机也有把轉軸全部精車完畢以后壓入轉子鉄芯的。

4. 定子鉄芯裝配 由定子鉄芯壓入機座組成。在裝配后需保証機座止口與鉄芯內圓的同心度。

機座的加工方法，在上面已比較分析，在此不再另述。

鉄芯是由多片的沖片疊壓而成，要保証鉄芯內、外圓的同心度及表面整齊，首先必須保証定子內、外圓具有一定同心度。沖片制造可分為兩大類：即復式和單式沖槽，再根據模具結構與定位方法又可分為下列四種。

1) 復式沖模沖槽：

a) 復沖軸孔，定子內、外圓，定子槽及記號孔。

b) 復沖軸孔及轉子槽→以軸孔定位復沖定子槽及記號孔→以軸孔定位一次沖出定子內、外圓。

2) 單槽模沖槽：

a) 一次沖定子內、外圓軸孔和榫孔→以定子外圓定位沖定子槽。

b) 沖軸孔→以軸孔定位沖定子外圓→以軸孔定位單沖定子槽→沖記號孔→以軸孔定位沖定子內圓。

其中內、外圓一次落料的沖剪方法，這三種方法按產品的批量來決定。

這三種方法，若沖模制造時，內、外沖頭及下模在裝配到模座后，進行最后精磨，則沖出的沖片都能保証同心度在“落圓料工藝守則”中規定的沖片同心度要求。這樣在採用如上的沖片，以內圓定位的活絡脹胎外壓裝定子鉄芯，能保証鉄芯內、外圓的

同心度，且可达到不磨不钝的技术要求。在采用内、外圆分次落料的冲剪工艺，待冲片叠压后，需以内圆为定位车外圆，或铁芯压入机座后磨或车内圆。

铁芯压入机座后精车机座两端口，这工艺的目的是保证了机座止口与铁芯内圆的同心度。但在机座采用一次装夹下车出止口及铁芯挡内圆，而定子铁芯系由内、外圆一次落料的冲片以活络内胀胎定位叠压而成，或铁芯叠压后精车外圆的工艺，则定子铁芯压入机座后可考虑不车。这样可大大减少生产循环路线，缩短生产周期。

III 定子和轉子鉄芯制造工艺部分

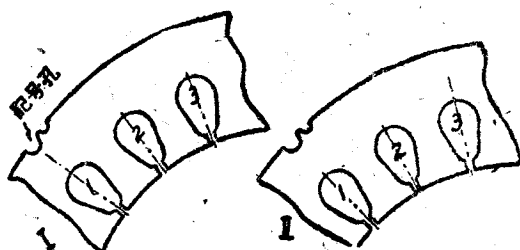
〔1〕 冲片及鉄芯制造要点

鉄芯是电机中重要部件之一，它的加工工艺既和机械加工有所区别也不同于一般的冲压工艺。鉄芯是由一片片的單張硅鋼片冲制成型以后，由許多薄片疊压成的，疊压后要求尺寸准确，表面光潔。因此鉄芯制造工艺是非常重要的环节，要爭取做到鉄芯疊压以后“不銹不磨”——槽形不銹、內圓不磨。

为了达到上述要求，在鉄芯制造工艺中應該充分考虑下列几个問題。

1. 定子冲片內外圓的同心度。

2. 槽形位置正确性，每張硅鋼片的按順序号槽形位置應該保持正确。如圖Ⅲ-〔1〕-1所示硅鋼片Ⅰ和Ⅱ，如果硅鋼片Ⅰ的槽形1和硅鋼片Ⅱ，Ⅲ……的槽形1对准时，則各張硅鋼片的槽形2、3……都應該对准时，但并不要求任何一个位置疊放时槽形都准确。所以硅鋼片冲槽和疊压时都要注意記号孔的位置是否对齐。



圖Ⅲ-〔1〕-1 硅鋼片按順序槽形示意圖。

3. 冲片要求毛刺小而且疊压时方向一順，即冲制和疊放硅鋼片时不能有正反面。

4. 疊壓以後槽形、內圓、外圓都要求很光潔，槽形要達到3級精度，內外圓要求3級精度。

5. 轉子硅鋼片和鐵芯的要求基本上也和定子相同，但是可以适当放寬允差，因為轉子不需要嵌綫。

硅鋼片的制造工藝過程約略可以分為複式沖槽和單式沖槽兩大類，而其中又可分成若干小類。

1. 複式沖槽工藝：

1) 復沖軸孔樺孔、定子內外圓、定子槽孔、記號孔→去毛塗漆→復沖轉子槽孔。

2) 復沖軸孔樺孔、轉子槽→以軸孔定位復沖定子槽及記號孔→去毛塗漆→以軸孔定位復沖定子內外圓。

2. 單槽沖槽工藝：

1) 一次沖落定子內外圓、軸孔→沖定子記號孔→以定子外圓定位沖定子槽→去毛塗漆以軸孔定位沖轉子槽。

2) 沖軸孔樺孔轉子記號孔→以軸孔定位沖定子外圓→塗漆→以軸孔定位單沖定子槽→沖定子記號孔→去毛塗漆→以軸孔定位沖定子內圓→沖轉子槽。

上述四種方法是根據不同的生產批量選擇的，其基本要點如下：

1. 記號孔必須在沖槽以前或與沖槽同時進行，轉子的記號孔往往在樺孔成斜形或軸孔圓周上帶一個小半圓，如圖Ⅲ-[1]-6所示。才能保證疊壓時槽形能按沖槽次序對准。

2. 沖定子的基準可分為外圓定位和軸孔定位兩種，外圓定位沖槽的優缺點是槽形位置比較準確，而沖槽速度比較慢；軸孔定位沖槽的優缺點是槽形位置不容易保證，但速度可以較快。根據各電機制造廠生產的經驗，只要沖槽時校車正確，軸孔定位沖槽仍可保證優良的品質達到不鏽不磨。

3. 定子鐵芯內外圓的同心度是非常關鍵的質量，它直接關係到氣隙均勻度。保證定子鐵芯內外圓同心度的最有效措施是內外

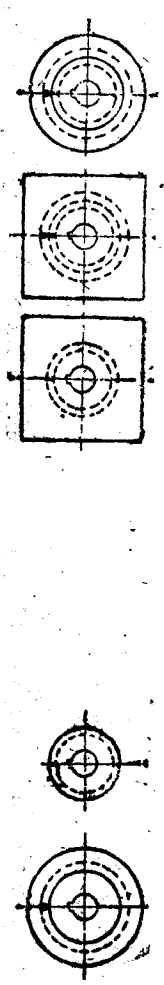


图 III-(1)-2

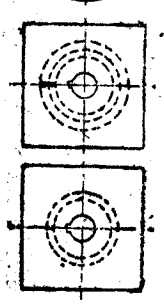


图 III-(1)-3

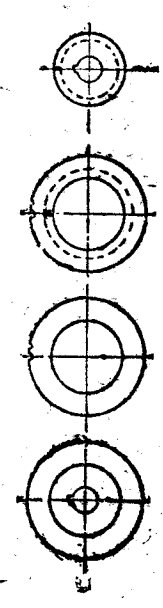


图 III-(1)-4

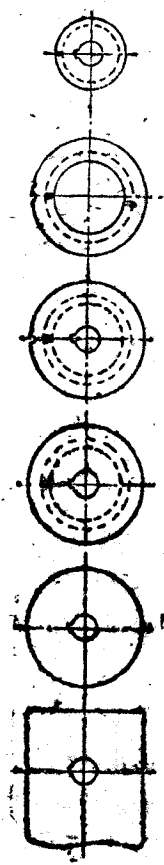


图 III-(1)-5

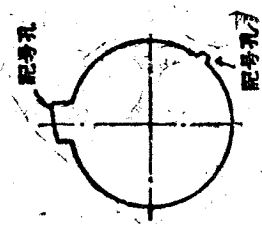


图 III-(1)-6 轴子记号孔在轴槽上。