

中小型电机电器制造 經驗 汇编

第一集

鉄心制造經驗

第一机械工业部北京电器科学研究院技术报导室編



机械工业出版社

TM305

出版者的話

为了加速大量制造电机电器，以保证鋼帥升帳和国民經济部門的需要，北京电器科学研究院技术报导室，拟将电机电器制造方面的經驗以及今后新創造的經驗陸續匯編出版。

本書是介紹鉄心制造方面的經驗，主要选自 1958 年前有关电机电器制造方面的刊物。其內容較切合实际，可供中小型电机电器制造厂的技术員和工人同志参考。

編者：第一机械工业部北京电器科学研究院技术报导室

NO. 2705

1958 年 12 月第一版 1958 年 12 月第一版第一次印刷
787×1092¹/₃₂ 字数 76 千字 印張 3⁵/₁₆ 0,001— 5,500 册
机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业
許可証出字第 008 号

統一書号 T15033·1572
定 价 (11) 0.53 元

編者的話

在党的正确领导下，全国工农业展开了万馬奔騰轟轟烈烈的大跃进局面。为了确保鋼元帥升帳，和滿足国民經济部分的需要，如何迅速制造大量电机电器，已成为当前急待解决的問題。

一机部第八局在最近召开了一系列电机电器制造方面的現場會議，交流了各地工厂如何迅速組織生产的經驗。这些會議同时也提出了匯集过去各厂已有制造經驗編印成册供各地工厂参考；同时也要求及时将新創造的經驗不断加以匯集整理發表，以便更快地采用和推广，避免独自摸索和重复別人已走的弯路。

这本册子就是根据这种需要編出的。这里所收集的主要是1958年以前“电工技术”刊物前身“电器工业”等以及有关电机工厂的报导刊物上所發表的文章。今后还要把各厂新的經驗彙編成册，陸續出版，以适应我国电机制造工业大發展和遍地开花这个形势的需要。

北京电器科学研究院技术报导室

1958年12月

目次

一 鉄心鑄造概述.....	3
如何制造好电机鉄心.....	3
上海电机厂制造电机鉄心的一些經驗.....	11
湘潭电机厂制造电机鉄心的經驗.....	18
电机鉄心不銹不磨驗證总结.....	22
二 鉄心冲制和装压.....	30
博山电机厂的經驗.....	30
南京电机厂的經驗.....	34
其他厂的若干經驗.....	47
三 鉄心絕緣.....	64
关于硅鋼片的絕緣处理.....	64
电机硅鋼片氧化膜絕緣的初步总结.....	69
四 鉄心檢驗.....	80
介紹一种中小型感应电动机鉄心損耗試驗法.....	80
硅鋼片絕緣質量的檢查.....	86
五 硅鋼片套裁.....	95
談硅鋼片綜合套裁.....	95
电机硅鋼片套裁下料經驗.....	101

一 鉄心鑄造概述

如何制造好电机鉄心^①

毛振瑞

电机鉄心装压質量的好坏，对电机的性能有很大的影响。定子鉄心常發生的問題是鉄損过大，溫升太高，銼槽和磨鉄心的現象还是普遍存在的。由于鉄心装压不良，引起电机的返修，已出厂的电机送回厂內返修的也不少，因此給国家財富带来了不少損失。鉄心装压質量的好坏所牽涉的問題很多，我将一些主要問題分析一下，以供参考。

一、关于硅鋼片冲片方面

硅鋼片本身冲制的好坏，对装压質量影响很大。由于硅鋼片冲出来發生大小牙、毛刺大或落料时內外圓不同心，装压后就会引起鉄心外漲和需要銼槽磨外圓等。

冲片中引起偏差的原因，大致可以分为三类：1. 由于硅鋼片材料本身引起的；2. 由于冲制設備引起的；3. 由于工作方法不良引起的。

由于硅鋼片本身有內部應力的存在，呈現弯曲或起波浪，使得冲片时槽子移动。

按照軋鋼的規律，一般硅鋼片中間比旁边厚一些，在切割时，要加以注意。譬如圖（乙）的切断基本上是不正确的，装

① 摘自“如何改进电机鉄心的装压質量”一文，原载于“电器工业”1955年11期。

压时沿硅鋼片的弧度将有厚薄，内外不匀：如圖（甲）的切断，装压紧度会好一些，因为厚薄互相錯开了。



圖 1

在硅鋼片的冲制中，如使用單式冲床，設備的精密度、分度机构的正确性以及模具的精确性都对冲片有密切的关系。这一点和用复式冲模有很大区别：用复式冲模冲槽时，冲槽精度主要决定于模具本身的精确性。下面分析一下發生冲片質量不好的几个原因。

1. 毛刺 冲片有毛刺，带来的害处很大。由于毛刺大，会引起銼槽、磨内外圓，因而在齿的表面形成短路，产生渦流，引起鉄心發热和絕緣损坏，使电机不能工作，需要进行大修理。如上述的渦流即使不大，不引起危险的局部發热，那末，还是会增加鉄損，减低电机的效率。其次，由于有了毛刺，不能在規定的鉄長度內放进必需的硅鋼片，也就是减少了磁流的有效截面，磁密增高，使电机性能降低。如果仅是齿部有毛刺，则会引起鉄心装压后齿部外漲的現象。

产生毛刺的原因是由于冲模变鈍、切削边剝蝕，冲头和下模的間隙不正确，上下模安装不正确；或下模裂縫增加了冲头与下模的間隙；机器振动时，亦可能引起冲头与下模間隙的变更。

防止冲片产生毛刺的办法如下：①冲模应及时而正确地检修和加磨；②冲头和下模間应有正确的間隙。間隙的大小要根据材料的厚度及物理性能来决定。一般說是采用材料厚度的 3 %。例如：冲片厚 1 毫米，冲模每边間隙为 $\frac{\delta}{2} = 0.03$ 毫米；

冲片厚 0.5 毫米，則 $\frac{\delta}{2} = 0.015$ 毫米；冲片厚 0.35 毫米，則 $\frac{\delta}{2} = 0.01$ 毫米；③冲模要完整，不許有裂縫現象；④安装冲模时要正确，使每边間隙均匀。

要冲制工作完全不产生毛刺是困难的，因为冲模切削边变鈍后，一定会引起一些毛刺。所以硅鋼片冲制后，一定要經過磨毛刺机去毛刺。

磨毛刺机有引进軸

a、磨石 δ 及按材料厚度

压紧和調整的軸 b 和引出

軸 r。为了取消廢屑和灰



圖 2 磨毛刺机的示意图。

塵，安装有带外皮的吸風装置，冲片的移动速度約为每分鐘 35 米，电动机功率为 3 ~ 5 馬力。磨毛刺机不容易調整，往往由于磨石不平行，引起去除毛刺的硅鋼片一边的毛刺沒有去掉，而另一边連硅鋼片本身都磨掉了。因此，磨毛刺时一定要試磨数次，等調整合适后再进行大量磨。在每磨 150 片后应檢查一次。檢查时用手指夹住片間向边移动即可。从理論上講，硅鋼片磨过后毛刺的高度不应超过 0.01 毫米，可是实际上在 0.04 毫米以內即可。

2. 錯槽和大小牙 錯槽和大小牙的产生主要是由于設備的不准确。

(1) 分度輪不准确。分度輪各个齿間的位置，齿的尺寸磨損不一致，这样冲出来的硅鋼片也就不会准确，如果将硅鋼片第一片和第二片，轉几个齿配上，錯誤会很容易看出来。所以在硅鋼片上要做出两个記号，使在装配时每片不致互相錯位，这样影响还不很大。这一点在我国工厂大都是这样做的。

(2) 旋轉机构不正确。硅鋼片在床子上的旋轉用跳跃式

机构，由于传动机构存在间隙，改变了摩擦条件和润滑条件，而使旋转角的大小也有所改变，因此机械转动装置应调整到很好的状态。

(3) 由于硅钢片的装上和脱下，使转轴上的销子被磨小，而致和硅钢片的销子槽间产生了间隙，销子不能正确地将硅钢片定位，而产生一个角度的移动。如以 δ 代表销子槽的销子间的间隙（有时竟能达到0.1~0.3毫米以上），以 r 代表轴半径， R 代表槽位置的平均半径，以及移动的角度为 ϕ ，影响槽的位移为 Δ ，如图3，其关系如下：

$$\tan \phi = \frac{\delta}{r} \Delta = \delta \frac{R}{r}$$

由公式可以看出， δ 对 Δ 的影响是很大的，同时和 R 亦成等比增加。为避免这种位移，销子应经

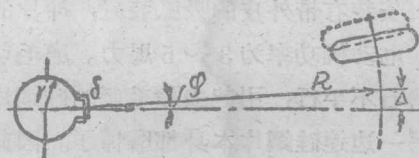
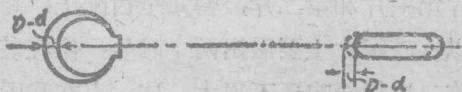


圖 3

淬火，且它和硅钢片的配合应为二级公差的H配合。

(4) 由于转轴和硅钢片间存在间隙引起槽位置的偏心，如图4。可能移动的大小，从中心线来看为 $D-d$ ； D 为硅钢片内孔直径， d 为托盘上的转轴直径。在大多数情形下沿转轴的中心线方向转动，除了装压时造成不良的结果，同时使转子不平衡。为了避免这一点，转轴和硅钢片的配合公差应该是H第二级精密度。为了减少磨损应淬火。



(5) 模子的高度和冲槽模的高度不一致，因而在每一次

圖 4

冲时引起硅鋼片的弯曲和移动,如圖 5, 結果槽的位置不正确, 在装压时造成困难。所以装模子时一定要调整好。

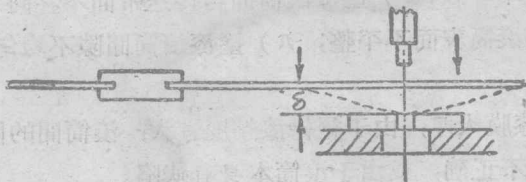


圖 5

二、关于硅鋼片刷漆方面

(一) 硅鋼片刷漆方面, 要注意下列一些問題:

1. 刷漆机本身的調整对刷漆的質量影响很大。如滾筒的調整好坏, 爐內溫度的高低, 均匀和傳送帶轉速調节, 对刷漆漆膜的厚薄質量都有很大的关系。在刷漆机工作时, 用溫度計測量爐溫, 并及时調节溫度应在 $450\sim 550^{\circ}\text{C}$ 範圍內。硅鋼片軋部齿部愈寬大, 則所需的溫度应愈高。

2. 要正确地控制絕緣漆的質量。要注意檢查絕緣漆是否变質, 有无水及其他髒物摻入, 有无結成漆皮的情形發生, 有此情形必須过滤去除之。

3. 要正确控制絕緣漆的粘度。一般來說, 必須滿足的条件是当周圍溫度为 50°C 时, 冬天 $6\sim 8$ 秒 Φ , 夏天为 $8\sim 12$ 秒 Φ 。

4. 每星期将所使用的絕緣漆取出一瓶交化驗室化驗, 合格后方能使用。

(三) 硅鋼片刷漆質量上常發生的一些問題及其所以产生的原因:

1. 表面漆膜不均匀顏色不一致，可能由于以下的几个原因所产生：a) 爐內溫度不均匀；b) 塗漆机滾筒轉速与傳送带的轉速不一致；c) 塗漆滾筒面与傳送帶面不在同一平面上；d) 塗漆滾筒表面不平整；e) 塗漆滾筒間隙不均匀，压力不平衡。

2. 漆膜太厚，由于絕緣漆粘度过大，滾筒間的間隙与压力調节得不正确，或由于滾筒本身有缺陷。

3. 漆膜太薄，由于絕緣漆粘度过小，滾筒間的間隙与压力調节得不正确等。

4. 漆膜顏色过深或过浅是由于爐溫过热或不足，如顏色为漆黑色，由于爐溫过热，如漆膜太浅或呈黄色，或粘手，則由于溫度不足。

(三) 硅鋼片刷漆質量的檢查 硅鋼片刷漆質量的好坏，对电机的电气性能影响甚大，因此，檢查硅鋼片塗漆的質量是有必要的。檢查硅鋼片的刷漆質量用电阻方法比較适合。

原理圖如圖 6。

加于電極的压力为 720 公斤，也就是每單位面积所受的壓力为 6 公斤/平方厘米，測量电阻时用压紧螺釘加压力于硅鋼片上，然后将电压加于電極，用电阻器調整电流，記下伏特計的讀数。

厚 0.5 毫米的硅鋼片 20 片的絕緣电阻应如下：

透平發电机不小于

80 欧姆，

水輪發电机不小于

55 欧姆，

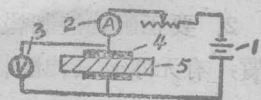


圖 6

1—直流电源 18 伏；2—直流安培計；3—直流伏特計；4—銅電極厚 8 毫米，寬 40 毫米，長 300 毫米，面积为 120 平方毫米；5—硅鋼片。

一般的同步机、感应电机及直流电机不小于40欧姆，

感应电机轉子不小于 20欧姆。

三、关于决定冲片槽形尺寸方面

由于考虑到冲模本身的偏差和装压时可能引起的偏差，槽形的冲制尺寸应比計算尺寸大一些，經驗数据可以見下表（圖 7）：

鉄心直径	單式冲模		整形模	
	b_m	t_m	b_m	t_m
到500毫米	$b+0.3$	$t+0.2$	$b+0.2$	$t+0.2$
500~1000毫米	$b+0.5$	$t+0.4$	$b+0.3$	$t+0.2$
1000毫米以上	$b+0.6$	$t+0.4$	$b+0.5$	$t+0.2$

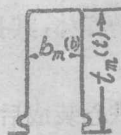


圖 7

b 及 t 为圖紙上规定的尺寸(装压后的槽形尺寸)； b_m 及 t_m 冲槽尺寸。

四、关于鉄心装压工作本身方面

鉄心装压后，都应以不鏽不磨为奋斗的目标。除了要控制的鋼片本身冲制的质量外（以后大量采用整形模，质量方面有条件得到改进），鉄心本身装压质量也非常重要。现在分几方面談談：

（1）在装压方法上，根据目前情况来看是用手压机，單位面积压力未确定，因此装压的松紧既无控制，又不檢查，这是影响装压质量的主要原因之一。我觉得要提高装压质量，必然要正确的控制压力，要利用油压机。

一般來說，装压时單位面积压力采用 12~15 公斤/平方厘米。装压后一定要用刀片檢查装压紧度。用圖 8 的刀片，进

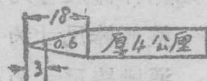


圖 8 檢查装压紧度的刀片。

入鉄心内部，不应超过3毫米。

其次上下压板是否坚固、平行、光滑，也非常重要。这一点，我們重視得不够，往往由于压板本身弯曲而引起压力不均，造成装压質量的低劣。

(2) 为了保証装压时，齿与齿錯开不大，一定要用槽样棒、整形棒及通槽棒檢查。装整圓硅鋼片，要用四根槽样棒，互成90度的位置；装扇形硅鋼片，每扇形片須两根槽样棒，其長度应比鉄心長度每边多50毫米。



圖9 槽样棒的截面。

鉄心装成后应用整形棒整形，如鉄心不長，則棒子長度比鉄心長度每边多100毫米，如圖10。

如鉄心很長，超过450毫米以上者，整形棒不必做得很長，做一个短的也可以，然后用棒子打，如圖11。

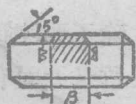


圖10 整形棒。

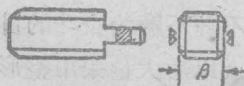


圖11 短的整形棒。

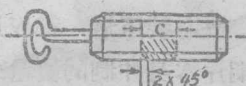


圖12 通槽棒。

槽样棒和整形棒應該淬火，硬度 $R_C = 45 \sim 60$ 。

整形后用通槽棒檢查之，如圖12。

(3) 决定槽样棒、整形棒和通槽棒的經驗公式：

如槽样棒尺寸为 A ，那末 $A = D + (E - D)0.7^{\pm 0.05}$ ；

整形棒尺寸为 B ， $B = D + (E - D)0.2^{\pm 0.03}$ ；

通槽棒尺寸为 C ， $C = D$ 。

槽計算尺寸为 D (装压后槽設計尺寸)；

冲槽的尺寸为 E 。

(4) 内径不大的定子铁心，为了防止磨内圆，除严格控制机座内圆与硅钢片外圆尺寸外，在装压后加压前，用涨胎的办法使内圆达到不磨，这工作现在我们还应积极想办法实现。

总之，改进的钢片的装压质量逐步的达到不锉不磨的目的，是一个细致而繁复的工作，由硅钢片冲片起到装压止，每一道工序，都应严格检查、严格控制，应该按工艺规程进行工作，按检查规范来检查质量，如果是这样做的话，硅钢片的装压质量一定会得到改进的。

上海电机厂制造电机铁心的一些经验^①

上海电机厂不锉槽专业小组总结 徐孝寅整理

前 言

铁心是电动机的最重要部分，铁心质量的优良与否，直接影响电机的性能。过去在我们厂里由于制造上的不注意，常常使电机性能不能符合设计要求；铁损经常超过设计数据，使我们设计愈来愈走向保守，安全系数增加，电机硅钢片的用量大大超过标准，以10瓩4极感应电机为例子，我厂的设计用料比苏联同容量的电机大了15%；最突出的为20瓩4极电机，我厂比苏联的硅钢片用料竟超过40%，铜线用料超过50%。

为什么说我们电动机的铁损大，用料费是制造技术问题呢？因为设计的时候，工作人员把磁通量，磁线密度、线匝安、电抗等都按照一定的公式计算出来，然后算出空气隙、槽

① 摘自“上海电机厂感应电动机铁心不锉槽的经验”一文，原载于“电器工业”1953年8期。

口寬、齒寬、鐵心重量等等，又把它畫成圖樣，除了偶一不慎發生計算錯誤以外，一般講來是不應該有大差別的；但是經過製造出來的成品，一切尺寸都很难與設計完全相符合，這樣就往往使电机性能達不到設計要求。在製造廠中，常會遇到同一設計的產品製造結果相差很多。

製造中影響電氣性能的原因很多，但其中最大的原因是銼槽。銼槽使齒寬、槽口寬等尺寸與設計不符，使渦流損耗增加，齒部的磁綫密度增加，嚴重地影響了电机的性能而使質量降低。

過去思想情況

銼槽過去在我們廠里已經被認為是必要的操作步驟，每件產品在壓裝以後都要經過銼槽才能嵌綫。所以不論在群眾和幹部思想上，都沒有積極想過辦法去消滅銼槽這一工序，相反的却都着重於如何銼得好、銼得快。銼槽在我們廠里的情況不僅僅是影響電氣性能，而且影響生產任務的完成，車間里經常發生因為銼槽來不及使生產脫節的事情。

銼槽所以在群眾中根深蒂固的原因，是大家以為硅鋼片的製造施工步驟比較複雜，反復加工達十次以上，而且不是在同一個車間里進行，就以我們廠里來講，與銼槽有關的至少有四個車間，所以在群眾思想中普遍存在着必須要銼槽的觀念。因此他們認為：（一）不銼槽是理想，如果不銼至少也得拉拉毛頭；（二）如果真的要銼槽，那麼每張硅鋼片一定要做得絕對準確，這是辦不到的；（三）如果不銼槽，那末工時一定要增加很多。這種思想的最嚴重的結果，是認為反正最後要銼槽，現在我做得稍為差一些也不要緊，這樣就更造成質量情況

的恶劣，曾經有过槽子尺寸相差达 0.5 毫米之多的，而严重地影响了电机的性能。

制造技术上存在的問題

与銼槽有关的技术問題面很广，归納起来可分为以下几点：

1. 冲模制造——由于模子硬度不同，上下冲模的間隙不标准，冲出来的硅鋼片尺寸不一致。

2. 硅鋼片的冲剪——往往由于装模不准确，冲成的硅鋼片毛头很大，槽形偏斜（不在法綫上），槽底深浅尺寸不一致，槽子的开档有大小，短釘孔与槽形榫槽孔間的相互位置不能完全一样，內圓外圓偏心，冲槽偏心，乃使同样尺寸规范的硅鋼片結果不一样。

3. 硅鋼片压装——压装用的定位棒的尺寸与槽形相差很多，并且在开始压装时，定位棒只放二根或者不放，等硅鋼片全部叠起来以后再硬敲进去，这样敲入的定位棒等于不放。硅鋼片叠的时候一放就是一大叠，因此压装出来的鉄心槽形参差不齐，相差最大的竟达 0.5 毫米左右。定子压装时齿部沒有襯圈，結果硅鋼片的齿部都張开了。

4. 磨定子——定子磨的时候虽然用木塊把槽子塞紧，但是木塊的尺寸与槽子相差很多，木塊質地很松，磨的时候吃刀和进刀又比較多（每次 0.1 毫米左右），鉄心經磨过后，齿都被打倒了。

5. 綫圈制造——高压綫圈是經過烘压的，烘压成的綫圈尺寸往往不能达到設計的要求，或大或小。烘压成的綫圈經過一个时期以后，發現厚度有胖开現象。

以上这些原因，是造成銼槽毛病的初步診斷。

技术上的改进

通过不銼槽典型試驗，取得了以下几点比較主要的經驗：

有关設計方面：

(一) 風道壁改用鉄板（过去用硅鋼片），其厚度不超过 0.6~1.0 毫米，槽形的尺寸要比硅鋼片的槽形大一些，約 0.5~1.0 毫米，以防風道齿鋸焊以后变形而影响銼槽，这一点完全与苏联标准相符合。

(二) 風道齿的厚度不得少于 2.5~3 毫米；否則容易倒斜（見圖 1）。

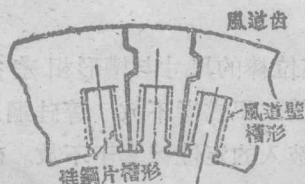


圖 1 風道齿。

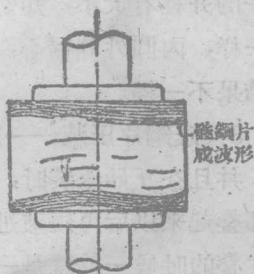


圖 2 公差太紧时，压出鉄心作波浪形。

(三) 机座內圓与硅鋼片外圓公差不能太紧，鉄軛与轉子硅鋼片亦同样，否則压出来的鉄心容易成波浪形（圖 2），这一点也与苏联的經驗相符合。

有关冲模制造方面：

(一) 因为硅鋼片冲成的槽形尺寸要比冲模小一些，所以冲模的上下尺寸（最重要的是闊度，因为尺寸最紧）比設計圖样尺寸要大 0.08~0.12 毫米（每边尺寸放大 0.05±0.01），使冲出来的硅鋼片槽形尺寸符合設計要求（見圖 3）。

(二) 同样规范的冲模，上下模要互相調得轉，制造时一切上模应以同一下模为标准。

(三) 冲模的硬度控制在 $R_{c58\sim62}$ 硬度标准。

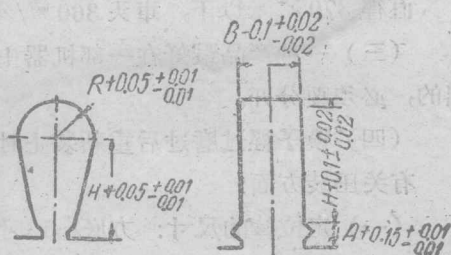


圖 3. 冲模各处的尺寸。

(四) 下模刀口形状，必須做成一个斜度，檢驗时，是用角尺擱在刀口上，而只接触一点，这样可以使冲下的料不致張坏下模（圖 4）。

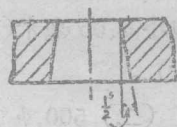


圖 4 下模刀口形状。

(五) 冲制 26 号和 29 号不同厚度的硅鋼片时，冲模上下模的間隙必須有所不同，以消灭毛刺。

有关剪冲方面：

(一) 自动冲槽机（一槽一槽搭冲）装定位短釘的盘，应以螺絲轉动方法固定，而应改用銷子，使上下时短釘的位置不变（圖 5）。托盘應該車一刀，使硅鋼片可以平貼在托盘上。

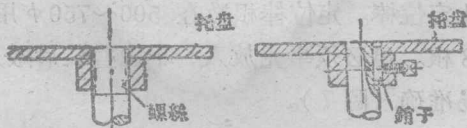


圖 5 装定位短釘的盘的两种固定方法：
(左) 用螺絲固定，不好；(右) 用销子固定，很好。

(二) 不同大小尺寸的硅鋼片冲剪时，应用不同的速度。
例如：