

无綫电机制造工艺学

C.M 普拉毫尼克 著

俞 家 琦 译



成興 康 强 社

本書講述無線電機製造中所採用的特殊工藝過程基礎。
書中簡單敘述普通無線電機的主要組件特性，並講述其製造
工藝過程的特點，敘述普通無線電機的裝配、安裝及調整的
基礎。

書中敘述了無線電機印制綫路工藝過程的基本原理。

本書可供具有中學程度的讀者閱讀，並可作為培養無線
電工業的中等技術員、工長及生產班長的教科書。

С. М. Плахотник
ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОИЗВОДСТВА
РАДИОАППАРАТУРЫ
Госэнергоиздат
Москва—1949

本書系根據蘇聯動力出版社
一九四九一俄文版譯出

無線電機製造工藝學

〔蘇〕普拉毫尼克 著
俞家琦 譯

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第 074 号
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

850/1138 1/32 7 印張 173,000 字

一九五八年九月第一版

一九五八年九月北京第一次印刷

印數 1—3,700 冊 定價 (10) 1.30 元

序 言

在現代无綫电机生产中，在制造单个的零件、組件、半成品及机器成品时，以及在它們的装配、調整和檢驗时，多半采用仅为該种生产所特有的工艺工序及方法。

本書敘述那些反映无綫电机制造特点的工艺过程。各种机器制造和仪器制造相同的一般加工工艺过程，則仅予以簡述。因此，本書是仪器制造工艺的（属于无綫电机制造的）最后一部分学程的专门参考書。

当然在閱讀本書时，讀者应该对于仪器制造的一般工艺过程已經有所了解。

本書是根据苏联通訊器材工业部教育司所提出的要求編写的。它的目的是作为培养“无綫电机制造”专业中等技术員的教材。但是它也可以作为无綫电厂工作人員提高技术水平之用。

苏联无綫电工业出产大批适用于个人的、公用的以及特殊用途的各种无綫电机。在其制造中所采用的工艺过程极其繁多，而且也不断地在改进。想在簡短的一本書中全部加以詳細的敘述是不可能的。因此本書不作彻底的探討，也不广泛地包括无綫电机制造中現有的全部工艺过程。但是由于在这个問題上还根本沒有专门的参考書，可以預期，它会带来不容怀疑的好处，并且彌补这方面的缺陷。

对本書缺点所提的意見和一切要求，作者将怀着感激的心情加以接受，并請寄到苏联动力出版社。

C. 普拉毫尼克

目 录

序言.....	(4)
引言.....	(5)
第一章 无线电机制造中零件加工一般工艺过程概述	(11)
1. 准备工作 (11) 2. 冷冲压 (13) 3. 铸造 (15) 4. 塑料压塑过程 (27) 5. 金属冷加工工艺过程 (30) 6. 防腐涂层及保护涂层 (31) 7. 木材加工过程 (41)	
第二章 无线电机制造中的特殊工艺过程.....	(48)
8. 磁介质 (48) 9. 焊接工艺过程 (54) 10. 无线电广播机制造中的夹盘印制 (57) 11. 无线电陶瓷 (61) 12. 印制线路技术 (70)	
第三章 无线电机制造中的主要组件.....	(75)
13. 固定电容器 (75) 14. 可变电容器 (91) 15. 回路电感线圈 (102) 16. 中频变压器 (107) 17. “祖国-47”牌无线电收音机回路线圈制造工艺过程 (108) 18. “电讯-2”牌无线电收音机中频变压器制造工艺过程 (112) 19. 波段开关 (115) 20. 电动扬声器 (121) 21. 铁心变压器 (132) 22. “祖国-47”牌无线电收音机级间变压器线圈缠绕工艺过程 (138) 23. “电讯-2”牌无线电收音机电源变压器缠绕及装配工艺过程 (141)	
第四章 装配及安装工艺过程	(155)
24. 无线电机的元件。装配型式 (155) 25. 机械装配工序的特点 (159) 26. 在传送带上的安装——装配过程 (160) 27. “祖国-47”牌无线电广播收音机安装工艺过程 (167)	
第五章 无线电接收机设备的调整.....	(179)
28. 中频回路调整 (179) 29. 高频回路及本地振荡器回路的调整 (185) 30. 在大量流水生产中无线电收音机的调整 (193) 31. 调整工作间 (201) 32. 无线电广播收音机的质量检验 (203)	
附 录 “电讯-2”牌无线电广播收音机中频变压器及“闭锁”滤波器调整说明	(208)
“电讯-2”牌无线电广播收音机高频回路调谐说明	(210)

无线电机制造工艺学

C.M 普拉毫尼克 著

俞 家 琦 译



成 康 社

本書講述無線電機製造中所採用的特殊工藝過程基礎。
書中簡單敘述普通無線電機的主要組件特性，並講述其製造
工藝過程的特點，敘述普通無線電機的裝配、安裝及調整的
基礎。

書中敘述了無線電機印制綫路工藝過程的基本原理。

本書可供具有中學程度的讀者閱讀，並可作為培養無線
電工業的中等技術員、工長及生產班長的教科書。

С. М. Плахотник
ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОИЗВОДСТВА
РАДИОАППАРАТУРЫ
Госэнергоиздат
Москва—1949

本書系根據蘇聯動力出版社
一九四九俄文版譯出

無線電機製造工藝學

〔蘇〕普拉毫尼克 著
俞家琦 譯

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第 074 号
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

850/1138 1/32 7 印張 173,000 字

一九五八年九月第一版

一九五八年九月北京第一次印刷

印數 1—3,700 冊 定價 (10) 1.30 元

目 录

序言.....	(4)
引言.....	(5)
第一章 无线电机制造中零件加工一般工艺过程概述	(11)
1. 准备工作 (11) 2. 冷冲压 (13) 3. 铸造 (15) 4. 塑料压塑过程 (27) 5. 金属冷加工工艺过程 (30) 6. 防腐涂层及保护涂层 (31) 7. 木材加工过程 (41)	
第二章 无线电机制造中的特殊工艺过程.....	(48)
8. 磁介质 (48) 9. 焊接工艺过程 (54) 10. 无线电广播机制造中的夹盘印制 (57) 11. 无线电陶瓷 (61) 12. 印制线路技术 (70)	
第三章 无线电机制造中的主要组件.....	(75)
13. 固定电容器 (75) 14. 可变电容器 (91) 15. 回路电感线圈 (102) 16. 中频变压器 (107) 17. “祖国-47”牌无线电收音机回路线圈制造工艺过程 (108) 18. “电讯-2”牌无线电收音机中频变压器制造工艺过程 (112) 19. 波段开关 (115) 20. 电动扬声器 (121) 21. 铁心变压器 (132) 22. “祖国-47”牌无线电收音机级间变压器线圈缠绕工艺过程 (138) 23. “电讯-2”牌无线电收音机电源变压器缠绕及装配工艺过程 (141)	
第四章 装配及安装工艺过程	(155)
24. 无线电机的元件。装配型式 (155) 25. 机械装配工序的特点 (159) 26. 在传送带上的安装——装配过程 (160) 27. “祖国-47”牌无线电广播收音机安装工艺过程 (167)	
第五章 无线电接收机设备的调整.....	(179)
28. 中频回路调整 (179) 29. 高频回路及本地振荡器回路的调整 (185) 30. 在大量流水生产中无线电收音机的调整 (193) 31. 调整工作间 (201) 32. 无线电广播收音机的质量检验 (203)	
附 录 “电讯-2”牌无线电广播收音机中频变压器及“闭锁”滤波器调整说明	(208)
“电讯-2”牌无线电广播收音机高频回路调谐说明	(210)

序 言

在現代无綫电机生产中，在制造单个的零件、組件、半成品及机器成品时，以及在它們的装配、調整和檢驗时，多半采用仅为該种生产所特有的工艺工序及方法。

本書敘述那些反映无綫电机制造特点的工艺过程。各种机器制造和仪器制造相同的一般加工工艺过程，則仅予以簡述。因此，本書是仪器制造工艺的（属于无綫电机制造的）最后一部分学程的专门参考書。

当然在閱讀本書时，讀者应该对于仪器制造的一般工艺过程已經有所了解。

本書是根据苏联通訊器材工业部教育司所提出的要求編写的。它的目的是作为培养“无綫电机制造”专业中等技术員的教材。但是它也可以作为无綫电厂工作人員提高技术水平之用。

苏联无綫电工业出产大批适用于个人的、公用的以及特殊用途的各种无綫电机。在其制造中所采用的工艺过程极其繁多，而且也不断地在改进。想在簡短的一本書中全部加以詳細的敘述是不可能的。因此本書不作彻底的探討，也不广泛地包括无綫电机制造中現有的全部工艺过程。但是由于在这个問題上还根本沒有专门的参考書，可以預期，它会带来不容怀疑的好处，并且彌补这方面的缺陷。

对本書缺点所提的意見和一切要求，作者将怀着感激的心情加以接受，并請寄到苏联动力出版社。

C. 普拉毫尼克

引 言

苏联无线电工业生产出許多各种类型的无线电电机。但是尽管这些无线电电机的綫路及結構不同，却有許多結構相同的元件、組件、部件及半成品，它們在不同的机器中以不同的組合方式及数量連接在一起。

几乎每一台現代多管收音机中均有变压器、电感綫圈、可变电容器、固定电容器（紙的、电解的、云母的、陶瓷的）、电阻、管座、波段开关、电动揚声器等等，它們在不同的无线电收音机中，仅在結構上彼此稍微有些区别。

因此，为了熟悉无线电电机制造工艺，就沒有必要去研究每一个个别无线电电机的制造，而只要詳細研究一个最典型的有代表性的无线电电机（包含現代无线电电机的各种結構元件）的制造工艺就足够了。

无线电广播收音机就是无线电电机中最典型的及应用最广的代表，它的制造几乎包括了在无线电电机制造中所遇到的全部特殊的以及最典型的工艺过程。

所有現代无线电广播收音机几乎都是按超外差式綫路装成的，这种綫路比直接放大式綫路有很多优点，这表现在当頻率失真很小时，它的灵敏度及選擇性高，整个波段內灵敏度及選擇性稳定以及其他一些特点。

按照其技术質量，所有生产的无线电广播收音机分为1、2、3三种等級。

一級无线电收音机有最高的电气和声音質量指标。它是短波段展闊的多管超外差式收音机。在非直綫性系数为10%时，它們的輸出功率不低于4瓦；收音机的揚声器有不低于两倍的功率儲备。一級收音机做成柏式和落地式两种型式，有的收音机附有

放唱片的唱机装置，有的没有。

苏联无线电工业所出产的12灯“列宁格勒”牌收音机即属于一级的无线电收音机，图1为其外形图。

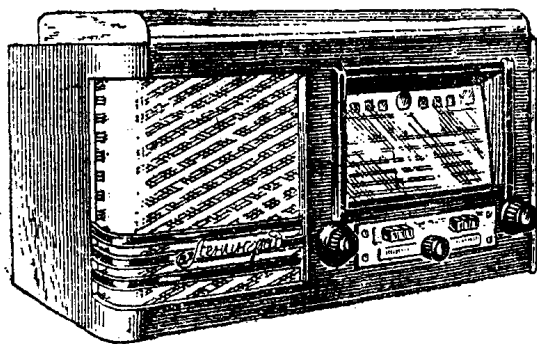


图1 “列宁格勒”牌无线电收音机

“列宁格勒”牌收音机有6个波段，其中有3个展闊的广播短波波段：

1——长波波段	2000——735米 (150 —— 410千赫)
2——中波波段	575——200米 (520 —— 1500千赫)
3——短波波段	70—— 40米 (4.2 —— 7.5兆赫)
4——展闊的短波波段	31米 (9.5 —— 9.7兆赫)
5——展闊的短波波段	25米 (11.7 —— 11.9兆赫)
6——展闊的短波波段	19米 (15.15——15.35兆赫)

在收音机上附有4个按钮，可以不必按度盘調諧收音机即能接收預先选定的电台。收音机具有自动的及手动的音量控制器，以及在音频波段内对低频及高频分別調整的手动音品控制器。专门的发光調諧指示器（电子管6E5）可以不听声音就能将收音机重新調諧。在收音机上有几个插孔，可以接上一个附加的或者几个功率相当的揚声器。借助于拾音器也可以用收音机来放唱片。

图2（見書末插頁）是“列宁格勒”无线电收音机的原理图。

此种无线电收音机有一級高频放大級（电子管6K7）、变频器（电子管6SA7），它带有按負互导管綫路装成的（为了提高稳定性及簡化变換起見）独立的本机振荡器（电子管6A8）、两

級中頻放大級（电子管6K7）、基本波道檢波器、自动灵敏度控制器及低頻前置放大器（电子管6F7）、用电子管6H7做倒相器、两个6Φ6电子管作为輸出級。两个二极整流管5IL4C作为整流器；为了將終端級和收音机其余綫路的供电电路分开，每个整流管分别由电源变压器的独立繞組供电。在按鈕系統工作时，高頻放大級断开不用，而天綫直接接到混頻器的柵极回路內。为了降低长波及中波波段的增益，中頻放大器采用負反饋。

第二級无綫电收音机也有高的質量指标。它們是具有較高的电气及声音指标的超外差式收音机，在非直綫性系数为10%时，輸出功率不低于1.5瓦，揚声器有不少于两倍的功率儲备。这种无綫电收音机仅生产枱式一种型式，有的收音机附有放唱片的唱机装置，有的沒有。这种无綫电收音机可用直流或交流市电供电，也可以用干电池或蓄電池供电。

苏联无綫电工业所出产的无綫电收音机中属于二級的有：用交流供电之“电訊-2”牌7灯超外差式无綫电收音机。“电訊-2”牌收音机外形图如图3所示。

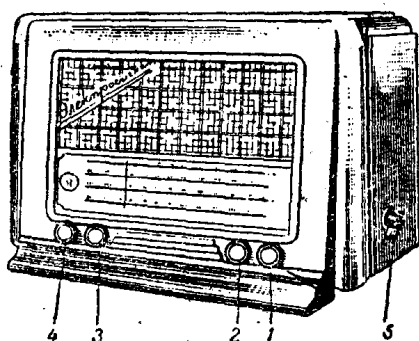


图3 “电訊-2”牌无綫电收音机外形图

“电訊-2”牌收音机在4个波段內可保証所接收之广播电台的声音宏亮，其中有两个半展闊的短波波段：

- | | |
|------------|-------------------------|
| 1——长波波段 | 2000——732米（150——410千赫） |
| 2'——中波波段 | 570——200米（520——1500千赫） |
| 3——半展闊短波波段 | 70——37.5米（4.25——8.0兆赫） |
| 4——半展闊短波波段 | 35——16.3米（8.55——18.3兆赫） |

在收音机机箱中装着两个互相垂直放置的屏蔽的环状天綫，这就使得即使在工业干扰很强时，也能接收长波及中波。收音机

用永磁式电动扬声器，可以在不失真输出功率为2瓦时，保证好的发音质量。在收音机的专门插孔内，可接入附加的转播扬声器。收音机可以用拾音器放唱片。

“电讯-2”牌无线电收音机原理图示于图4（见书末插图）。

“电讯-2”牌无线电收音机有一个非周期性的高频放大级（电子管Z62D），电子管6SA7做变频器，电子管6K9M做中频放大器，电子管6T7做检波器及低频放大器，电子管6E5做发光调谐指示器，电子管6J6C做末级放大器，电子管5U4C做整流器。

电子管少的超外差式收音机是三级无线电收音机，它们具有合格的电气和声音质量，在非直线性系数为10%时，输出功率不低于0.5瓦。这种收音机仅生产台式一种，没有放唱片的唱机装置，用直流或交流市电供电，也可以用干电池或蓄电池供电。

“记录”牌5灯超外差式收音机是苏联无线电工业所出产的三级普通无线电广播收音机。此种收音机用交流或直流照明市电来供电，有三个波段：

- | | |
|--------|--------------------------|
| 1——长波段 | 2000——723米 (150——410千赫) |
| 2——中波段 | 577——200米 (520——1500千赫) |
| 3——短波段 | 67——24.7米 (4.48——12.1兆赫) |

“记录”牌收音机之外形示于图5，其原理图示于图6。

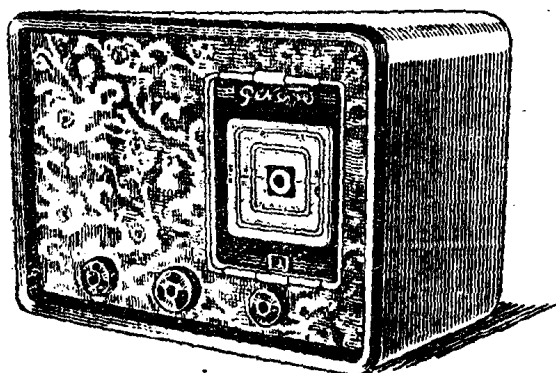


图5 “记录”牌无线电收音机外形图

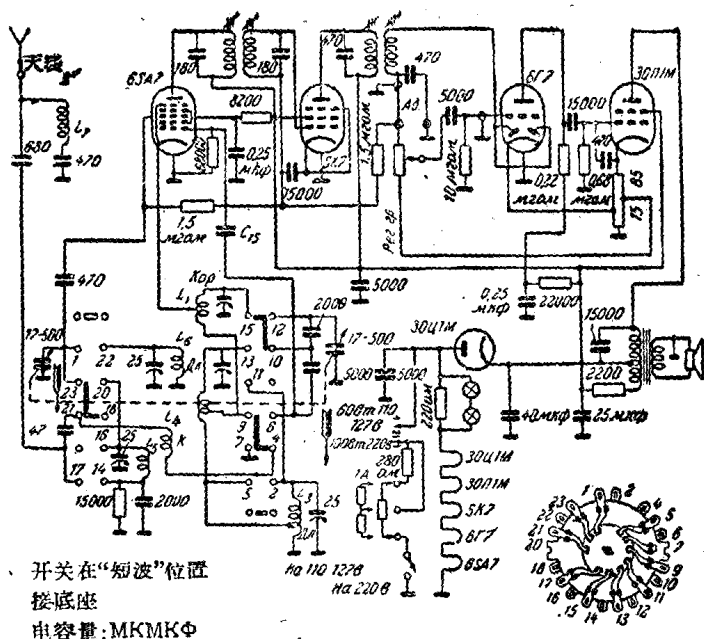


图 6 “记录”牌无线电收音机原理图

“记录”牌收音机用电子管6A8做变频器，电子管6K7做中频放大器，电子管6I7做第二检波器和低频前置放大器，电子管30H1-M做末级低频放大器，电子管30H1-M做整流器。

现代的无线电电机，包括无线电广播收音机在内，是一种复杂

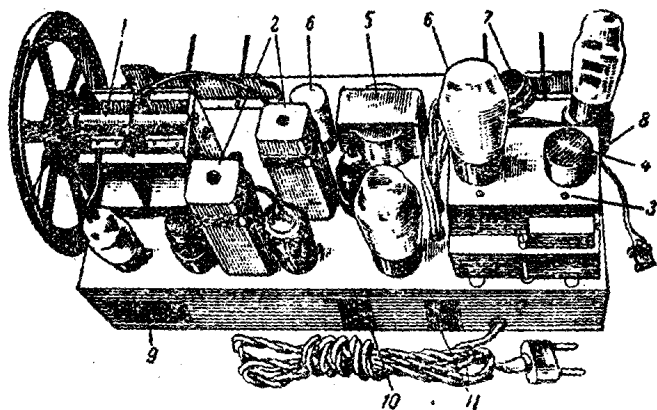


图 6a 现代无线电收音机底座的俯视图

的器件，由大量的零件、組件以及半成品組成（图6a），在制造时需要很多种專門的工具。按复杂性来講，中等的及最典型的“电訊-2”牌二級无綫电收音机就是由562种名称的2270个零件組成的（电子管除外）。其結構图册有615張。

为了大量生产这种无綫电收音机，各种工具所需的数量如下：

1——冲模	363
2——压模	30
3——夹具	264
4——其它各式工具	260
总 計	914件工具

在“电訊-2”牌收音机的制造中，制做零件和組件所用的主要材料及輔助材料一覽表中有334項，其中有：

- 1——黑色金屬（薄鋼板、鋼棒、阿莫可鋼、生鉄、
硅鉄合金等等）22項
- 2——金屬成品（導綫、釘子、螺釘等等）29項
- 3——有色金屬（片料、棒料、網料、板料等等）29項
- 4——電綫制品（裸綫、漆包綫、安裝用綫、軟接綫等）51項
- 5——紡織品及技術織物（法蘭絨、粗白洋布、棉綫、
細毛毯、細繩、呢子、毡、絲子等等）19項
- 6——紙料（電綫紙、書画用紙、包裝用紙、
馬糞紙、壓紙板等等）27項
- 7——木料（胶合板、成材）5項
- 8——石油制品（各种油类、石腊、瀝青、地蜡、
煤油等等）13項
- 9——橡皮的，石棉的及絕緣材料（橡皮、云母、石棉、
玻璃、氯化乙炔管、胶紙板、炭粉等等）32項
- 10——貴金屬2項
- 11——化学品及其他各种材料106項

第一章 无綫电机制造中零件加工

一般工艺过程概述

1 准备工作

在无綫电机制造中，制造零件要使用很多种金属以及其他各种材料。但并非所有的材料在送进无綫电厂时都具备了投入生产时所要求的形状。

为了使材料做成适合于生产的形式，还需要对它們进行进一步的加工。

例如冷冲零件要用一定宽度的条料及带料，其宽度由零件的尺寸及冲模的结构来决定。

但是大多数的金属材料进厂时却是板料和宽的带料，它們必須切成所需要宽度的条料及带料。

把板料截切成条是在平剪床上进行的。薄的金属板及金属带通常在圆剪床上裁成条料。平剪床及圆剪床的工作图和构造是大家所熟知的。

板料进厂时常常有綫紋，表面也不平整。这种板料要在专门的多輥矯平机上进行矯平。

图7为矯平机工作簡图。板料穿过轉动的上下輥子之間，在不同方向上經受几次折曲就矯平了。不能移动的下輥和可以移动的上輥之間的空隙，可根据待矯平材料的厚度及其机械性能来加以調整。

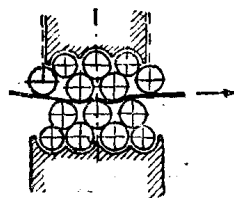


图7 多輥矯平机
工作原理

制造某些无綫电机零件时，需要使用在厚度上尺寸很准确的材料。

进厂材料的尺寸准确度对于制造这些零件來說常常是不合乎要求的。在这种情况下，材料要在軋鋼机上进行冷軋。有色金属及其合金的板料常常要进行冷軋。图8为軋鋼机的工作簡图。材

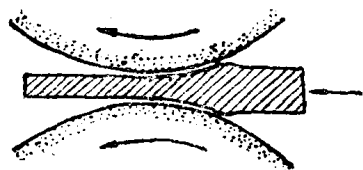


图 8 軋鋼机工作簡图

料經過两个旋轉的軋輥之間进行軋压，即获得厚度上必需的和准确的尺寸。軋輥間的距离可以調節。

当需要把厚料軋成薄料时，原料也要經受冷軋。

由于冷軋的結果，材料的机械性能有所改变：变得更硬更脆些。这种现象叫做冷作或冷作硬化。被壓縮的尺寸越大（軋压后和軋压前材料厚度的比），則冷作越严重。

为了消除冷作以及恢复材料原有的机械性能（如果需要的話）可以把它进行退火。

为使棒料得到准确的直徑，也可以在一种專門的拉絲机上校准尺寸。

棒料校准尺寸的过程是把它們拉过拉絲板，在板上有准确的所需直徑的孔眼（模孔）。模孔用硬的淬过火的特种鋼或硬質合金（如波別基特硬質合金）做成的。

在模孔的两面做成进口錐和出口錐。由圓錐形到中間圓柱形校准尺寸的部分做成圓角。

拉絲时把棒料的一端拉到錐形口穿过模孔，然后用拉絲机上的夹鉗将其鉗紧并拉伸。为了便于拉伸，把圓料表面涂以滑潤油，例如工业油脂或肥皂粉。

用拉絲的方法也可以把圓棒变成截面为某一定形状的棒料。这种拉絲是使圓料穿过成形模孔。通常把圓棒变成一定形状的截面要經過几次拉絲。每次用的模孔形状都要改变，逐漸地接近最后所要求的形状。

由于拉絲的結果，棒料也会产生冷作，要用退火的方法来消除它。

圓截面的金屬料常成捆地进入工厂。为了使它們便于在六角車床和自动車床上加工，需要光滑定长的棒，它們也需要矯直和

切断。这步工序在专门的自动矫直切断机上进行。

自动矫直切断机的构造是极其繁多的。其中的一种工作简图如图9所示。

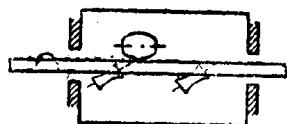


图9 棒料自动矫直切断机工作简图

材料的一端插到机床中，用拉料辊将其夹住，并使其作旋转前进运动。材料在辊子间通过时经过不同方面的几次弯曲而被矫直。

矫直的棒料穿过圆形的模孔一直伸到距模孔一定距离的挡板为止。有一把斜刀和挡板相连，在挡板作用下斜刀移向模孔并将棒料切断。切断的棒料落在凹槽里。

在无綫电厂中很少把所有上述准备工序合并到一个独立的坯料車間里进行。

通常坯料間隶属于工厂主要車間。例如棒料的矫直、切割和校准尺寸等所用设备是安置在自动六角車床車間里。板料裁切成条及带以及其厚度尺寸的校准隶属于冲压車間的坯料間等等。

2 冷 冲 压

許多无綫电零件是用冷冲压进行大量生产的，因此冷冲压工作无綫电机大量生产中占有很大的比重。

但是冷冲无綫电机零件所用的设备、冲模及工序，和其他各种型式的仪器制造所用的基本上却是相同的。

例如：任何一个无綫电厂冷冲車間的主要设备都是普通的各种結構和中等馬力（10~25吨）的曲軸冲床。

常用的模子有落料模、冲孔模、弯模、拉深模和复式冲模。

用軟的有色金屬制造某些零件时，例如用鋁做固定电容器的外壳、套管、屏蔽等往往是在双程冲床上压延和冷挤压。为了加速加工过程和降低耗量很大的普通零件的成本，常采用有自动送料机构的冲床，以及多行程冲模和复式冲模。

外部輪廓和本身上小孔的相对位置要求非常准确的零件，用