

無線電器材製造

(上 冊)

〔苏联〕Ф. Е. 葉夫捷耶夫 著
B. A. 茹科夫 著
陸 益 壽 譯

內 容 提 要

本書介紹各項無線電器材的制造技術，詳細地說明生產中的施工程序和特征。

上冊共計十一章，重點介紹：塑料零件的制造，陶瓷質零件的制造，在絕緣體面上燒滲金屬層，變壓器和抗流閘鐵芯的制造，繞圈和它骨架的制造，浸漬處理和器材的密封等。

本書供無線電工程人員的參考。

無 綫 電 器 材 制 造

(上 冊)

ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОАППАРАТУРЫ

著 者 [苏联] Ф. Е. Евтеев
В. А. Жуков

原出版者 Госэнергоиздат • 1952 年版

譯 者 陸 益 寿

*

科學技術出版社出版

(上海延平西路 336 弄 1 号)

上海市書刊出版業營業許可証出 079 号

上海市印刷五厂印刷 新华書店上海發行所總經售

*

統一書号：15119 • 318

(原交流版印 4,000 册)

開本 787×1092 毫米 1/23 • 印張 13 21/23 • 字數 308,000

1956 年 9 月新 1 版

1957 年 3 月第 2 次印刷 • 印數 1,001—3,500

定價：(10) 1.90 元

目 錄

第一章 導 言	1
1. 發展無線電製造技術為獨立的一門學識.....	1
2. 工藝程序的基本觀念和內容.....	3
3. 無線電器材生產的特點.....	8
4. 遵守工藝紀律在無線電器材生產中的意義.....	11
第二章 生產佈置中的準備階段	14
1. 擬定生產品式樣的程序.....	14
2. 設計工藝程序時所需的技術資料.....	15
3. 設計工藝程序.....	15
第三章 坯料車間的生產作業	22
1. 從鋁料和型材上裁切坯料.....	22
2. 在無線電製造中應用的冷衝技術.....	28
3. 金屬空心零件的製造.....	34
4. 製造拋物綫形反射器.....	39
5. 用壓力模鑄法製造零件.....	43
6. 無線電器材生產中應用的熱處理.....	47
7. 製造基架.....	48
第四章 用熱變定性塑料和熱可塑性塑料製造零件	62
1. 無線電器材生產中應用的塑料.....	62
2. 壓力塑造粉.....	65
3. 用熱變定性塑料壓塑製品的施工程序.....	70
4. 熱變定性塑膠體中帶有金屬嵌件的塑製品.....	74
5. 熱可塑性塑料製品的製造施工程序.....	77
6. 塑模和壓床.....	81
7. 塑料製品的機械加工和粘合.....	86
8. 塑料製品上的瑕疵和生產中的檢驗.....	88

第五章 陶瓷質零件的製造	92
1. 陶瓷在現代無線電器材中的應用	92
2. 無線電陶瓷的種類和主要的性質	93
3. 製造陶瓷零件的施工程序	97
第六章 用燒滲法使陶瓷、玻璃、石英和雲母金屬化	141
1. 使陶瓷、玻璃、石英和雲母金屬化的方法	141
2. 配製燒滲銀層用的糊漿	142
3. 塗抹糊漿	145
4. 在陶瓷上燒滲銀層	148
5. 防護燒滲銀面不被錫溶解	152
6. 在玻璃、石英和雲母上燒滲銀層	157
第七章 變壓器和抗流圈用鐵芯的製造技術	164
1. 變壓器和抗流圈鐵芯用的鋼和合金	164
2. 以鋼和合金製造鐵芯	169
3. 應用在鐵芯中的磁介體	185
4. 用磁介體製造鐵芯	188
第八章 線圈骨架的製造技術	196
1. 線圈骨架的要求和型類	196
2. 管筒型骨架的製造	197
3. 綫軸型骨架的製造	201
4. 扁型骨架的製造	204
5. 凸筋型骨架的製造	207
6. 環型骨架的製造	208
第九章 纏繞工作和線圈的製造	210
1. 無線電器械中所用線圈的類型	210
2. 各類型線捲結構上的和製造技術上的特性	215
3. 纏繞的施工程序	236
4. 線捲中所用的導線	251
5. 變壓器和低頻抗流圈的製造	254

6. 電子射綫管偏向線圈的製造.....	257
7. 磁介體鐵芯線圈的製造.....	259
8. 巨型振盪電路線圈的製造.....	263
9. 可變電感線圈的製造.....	268

第十章 浸漬處理..... 269

1. 浸漬的效用.....	269
2. 浸漬材料和它的性質.....	272
3. 浸漬、灌注和蘸漬的技術施工程序.....	278
4. 技術檢驗和試驗.....	293

第十一章 無線電器材的密封..... 295

1. 密封的本質.....	295
2. 密封盒殼的製造.....	297
3. 密封無線電零件和部件的方法.....	302
4. 無線電器材總體的密封.....	306
5. 密封品質的試驗.....	311

目 錄

第十二章 可變電容器的製造	313
1. 可變電容器的主要類型	313
2. 可變電容器的結構原件	321
3. 可變電容器的製造技術	328
4. 可變電容器的試驗	343
第十三章 固定電容器的製造	347
1. 固定電容器的主要類型	347
2. 雲母電容器的製造技術	348
3. 陶瓷電容器的製造技術	357
4. 紙質電容器的製造技術	363
5. 聚苯乙烯質電容器的製造技術	371
6. 電解質電容器的製造技術	372
第十四章 電阻器的製造技術	384
1. 無線電器材中所應用的電阻器	384
2. 固定線繞電阻器的製造	385
3. IO 型薄膜電阻器的製造	396
4. BC 型高穩定性電阻器的製造	398
5. 實心電阻器的製造	408
6. 線繞可變電阻器的製造	409
7. 非線繞可變電阻器的製造	411
第十五章 導波管和共振腔的製造	417
1. 導波管的類型	417
2. 導波管和共振腔的製造技術	418
第十六章 蓋覆和修飾術	434
1. 蓋覆和修飾的功用	434

2. 機械性處理的修飾.....	437
3. 化學性修飾和蓋覆的方法.....	440
4. 金屬化處理.....	446
5. 電鍍.....	449
6. 真空處理法.....	464
7. 塗漆.....	466
第十七章 石英晶片的製造技術	472
1. 石英晶片製造技術的特徵.....	472
2. 石英原料的種類和選別法.....	474
3. 截切石英晶體時的定方位法.....	478
4. 石英晶體的鋸切技術.....	500
5. 晶片的研磨技術.....	505
6. 晶片作符合頻率的末次校正.....	509
7. 金屬化晶片的加工和銲接出線頭.....	515
8. 製造晶片的技術施工程序範例.....	517
第十八章 裝合工作和安裝工作	521
1. 確定裝合程序.....	521
2. 裝合的種類.....	523
3. 安裝工作.....	539
第十九章 印製電路的製造技術	554
1. 印製電路製造技術的特點和發展的遠景.....	554
2. 用在介質基礎上印電路的辦法來製造無線電器材的生產方法.....	556
3. 電路的印製技術.....	561
4. 印製電感、電容和電阻	570
5. 印製電路上的電鍍蓋覆層.....	579
6. 印製電路中的附屬品.....	582
7. 基礎板上擬印電路的打樣.....	585
第二十章 試驗設備,無線電器材的試驗和刻度.....	591
1. 無線電器材的運用狀況.....	591

2. 振動性的顛震試驗·····	596
3. 無線電器材作撞擊性顛震試驗·····	602
4. 加熱箱·····	603
5. 冷凍箱·····	606
6. 氣壓箱·····	609
7. 潮濕箱·····	611
8. 在精密調節傳動器上測定罅隙的大小·····	613
9. 轉換器的試驗·····	616
10. 無線電零件的絕緣強度試驗·····	620
11. 確定變壓器和抗流圈的線捲有無短路捲匝·····	623
12. 測量電感線圈和電容器的溫度係數·····	625
13. 波段式無線電器械的度盤刻度法·····	633
14. 以照相術進行自動刻度·····	640
附錄 I 大量生產雲母電容器時的主要數據·····	646
附錄 II 大量生產陶瓷電容器時的主要數據·····	652
附錄 III BC 型非線繞固定電阻器·····	657
索 引·····	661

第一章

導言

1. 發展無線電製造技術爲獨立的一門學識

天才的俄羅斯科學家和發明家亞歷山大·斯傑潘諾維奇·波波夫始創了無線電技術的新紀元。根據事實，他應當被認爲是第一個無線電的設計者和無線電的製造者。可是，儘管無線電是俄國發明的，但是，在十月革命以前，並不會就此創造出發展無線電工業的條件。

那時候的無線電工業，只有爲數不多的，而且處在外國公司強大經濟與技術影響下的幾個工廠。在這些工廠中，手工業式的製造方法佔着優勢。因此，生產水平也很低。

公司的利潤和專利權窒息了製造技術的發展。每一個公司，每一個工廠，都竭力防守着比較完整的製造技術上的秘密，不允許把它們推廣到別的公司或工廠中來加以利用。伴隨着這種現象，又引起了同一個工廠中的工人們，互相防守着自己在製造技術上的「秘密」。當然，在這種情形下，通過文獻的技術報導是絕無僅有的。

俄國發展獨立自主的無線電工業，祇是在偉大的十月社會主義革命後才開始的。在第二個斯大林五年計劃的期間，蘇聯祖國的無線電工業的工廠是實實在在創建了，並且，現在它們已經是發展國民經濟和提高蘇聯人民文化水平的重要因素之一了。

在完成以後的五年計劃的成績上，無線電的生產水平又大大地提高了；同時，還革新了和改進了生產上的製造技術。現在，無線電專業製造技術，已經很廣泛地轉變爲獨立的一門學識。掌握這門學識乃是無線電技術邁步前進的主要先決條件之一，否則，就不可能正

確地領導現代複雜的無線電專業企業，也不可能正確地設計和製造品質優良的高級無線電器材。

無線電器材的生產是多樣性的製造技術。它是可以不受別的技术部門的影響來發展的。

通用於發展一般工業部門的個別製造技術，應用到無線電生產中來，會由於無線電器材的特點而變了質。無線電器材有別於其他電氣器械的主要特點在於：無線電器材中有高頻率的電振盪存在。這個獨特的特點，也給自己在採用材料方面和生產上的製造技術方面帶來了種種限制。

歸納於獨立製造技術一方面的，有如製造多種多樣固定的和可變的電容器、感應綫圈和電阻器、壓電晶體片、磁介體、印製電路等等，以及裝配和調整工作。

配合着這一類獨立製造技術的，還有一些專門的製造技術，如同：製造陶瓷零件、塑膠零件、表面修飾和其他一些經過適應無線電技術革新過的製造工藝。

最新的無線電技術——公分波和公分波——在製造技術面前擺下了一系列新的任務。這些任務，往往超出了無線電製造工廠可能生產的限度。例如：冷輾脈衝變壓器上所用的特種磁性鋼，製造高穩定性設備中所需綫脹係數很小的合金等等，都得歸併到冶金工廠中，當作金屬的特種加工的一部分來看待。

無線電製造技術的發展，是同電工材料和無線電工程材料的發展緊密地聯系着的。

無線電技術年年向絕緣材料和向滿足無線電器材不同功用所需的各種材料的質量，提出完全新的要求。無線電材料工業以及化學工業接受了這些要求，成功地為無線電製造工業準備了新的、質量高超的材料。無線電製造工業取得了這些材料後，放在面前的任務，是

去掌握和推行新的製造技術。

工程師們、科學家們和斯達哈諾夫式的工人們、生產的革新者們的巨大集體創作的成就，創造了我們蘇聯的無線電專業的製造技術。

在偉大的衛國戰爭中，並且，特別是晚近幾年來，蘇聯的無線電工業大大地擴展了：建立了很多新的無線電工廠，擴大了科學研究院的系統，提高了早先所創建的工廠中的製造技術水平。蘇聯無線電工業的隊伍中，有很多工作者——科學家們、工程師們、技術員們和工人們——在最近幾年中，授與了斯大林獎金獲得者的光榮稱號和其他種種的政府獎勵。

在蘇聯祖國無線電工業和無線電製造技術的發展事業上，有着巨大功績的有：M. A. 龐奇-勃魯葉維奇、B. П. 伏洛格斬、H. H. 齊克林斯基、A. A. 彼得羅斯基等人。在製造陶瓷零件的技術方面有特別貢獻的，應歸諸於 H. П. 鮑高羅傑茨基；而在壓電晶體方面，則有 A. B. 蘇勃涅科夫等人。

2. 工藝程序的基本觀念和內容

在無線電器材生產中，廣泛地應用着一些專門的術語。這些術語是用來說明製品的結構，或者用來說明生產中所用的工藝程序。常見的術語有：

無線電器材和**無線電器械**這兩個名詞，在意義上，是互相通用的術語。兩者都是指具有獨立運用意義的無線電設備，譬如：無線電廣播機、無線電收訊機、標準訊號發生器、調制計、Q 表等等。

無線電器械是由**部件**和**零件**組成的。

零件是任何一種製品不能再行分割的部分，製造時毋需使用裝合的一道工序的；例如：加固零件，像角接鐵、三角支板、支柱；安裝零件，像端子、焊片；空氣質電容器的零件，像極片、夾板、軸等。

部件是無線電器械的一部分，而是由若干個零件按照圖樣裝合而成的。在有一些情形中，無線電的複雜構件，有它獨立的意義，也就是說，它能夠被利用到結構不同的機器中去參與工作，像電容器、多連電容器、電阻器、變壓器、波段轉換器等等，都叫做部件。但是，這些部件，習慣上還保存着**無線電零件**的名稱。

此外還必須指出：把整座機器區分為部件只是一種假定的說明，為的是便於把整個安裝工作分割成若干構成要素。至於，部件的尺寸和參與組成部件的零件數量，則決定於機器的結構和裝合各該部件時所採用的工藝程序的特點。在無線電器械的裝合工藝程序中，除掉使用術語「部件」外，還常常採用**裝合的單元、組件**等名稱。所有這些工廠中的術語，都是用來確定裝配工作的內容的。

裝合的單元或組件，乃是把若干個零件按照圖樣裝合在一道，但它還祇是某一部件不完整的裝合工作的一部分。

以上所接觸到的術語，在主管機關制定的「製圖工作規則」和ГОСТ 5290-50 中有更廣泛的和更詳細的解釋。

至於無線電器材的**製造技術**，則應當理解為：生產無線電器材的各種方法或工藝程序的總體。

工藝程序是生產工作中的一部分。它與變更材料的形狀或性質的加工或施工直接有關。

生產無線電器材的工藝程序的道數是極多的，其中，有很多是屬於製造零件的，有的是屬於裝合和安裝的。最後，還有一大部分是同整座機器的調諧、調整和試驗有關的。

製造技術的概念，在廣義上，不單是指對材料加工或施工的程序，也就是說，不單是指改變它們的形狀和性質，還應當理解為包括所有生產中應用的設備和工具。

一個企業的生產率和產品的質量與價格，在極大的程度上，受所

應用的設備和工具，也就是，生產中的技術裝備的影響的。

任何一個製品的製造工藝程序，又能分為若干部分。這些部分各叫做**操作**。操作中又分為**裝夾**、**排位**和**工序**等動作。操作是指一個工人（或指定的一組工人）連續不斷地，並且在同一個工作地點製造某一種零件（或若干零件的合成體，或裝合的單元）時所執行的一部分工藝程序。

這個規定可以用些例子來說明：在曲軸衝床上，從鋁鈹中衝製可變電容器的片子；在絕緣管上，用刷子塗刷炭酸銀；在水壓機上把羶絡鐵粉壓成杯形的芯子；在自動車床上車製接合插頭上的插腳等等。所有這些動作，都叫做製造各該種零件的操作。

在台鑽上以擴張空心鉚釘管口的方法，把鋅片裝牢在陶瓷板上，以及在壓製塑膠粉時，嵌入金屬的零件，使它們成為一個永久合成件（組件）等等，都是製造基礎的裝合單元的操作。

在真空浸漬設備中，將變壓器、低頻抗流圈或其他製品施以浸漬手續，以及把個別的製品壓塑在塑膠體內或裝入金屬的外套中，以資密封等等，都是製造部件（也可以算是一種裝合的單元）時的操作。

所有以上所舉的例子，有一個共同的特徵，就是：**被加工的目的物沒有改變；所應用的設備或工作地點和操作的工人都沒有改變；工藝程序也沒有中斷。**因此，假如要在雲母電容器兩次浸漬之間，進行裝合和電氣測量的手續，那末，這樣的浸漬就要算是兩個操作了，因為，在所說的情形中，已發生了工藝程序的中斷。

這裏必須指出：**操作乃是生產計劃中的基本單位。**舉凡計算設備的負荷，決定所需要的勞動力，都要根據完成各個操作所需時間的總和上來決定。工作報告單、技術檢查員的資料和其他各種文件，都是按每一操作簽發的。

裝夾是操作中的一部分，這是把零件以及裝合單元（或者同時加工的若干個零件和裝合單元）固定住的一步動作。

譬如：利用分段纏繞無感繞組的方法來製造線繞電阻器的例子中，在相鄰

的分段中，線匝要有相反的方向，所以，在纏繞時，每繞完一段後，要交替地把繞圈骨架轉換 180° ，並且，把它再一次固定在繞線機上（圖 1-1）。

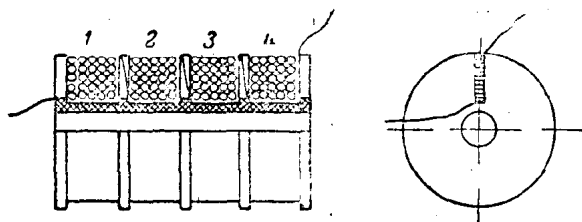


圖 1-1 從操作中分析出裝夾的例子：分段纏繞多層無感線捲。

第一次裝夾——在分段 1 中繞線；第二次裝夾——取下繞圈骨架，轉換 180° ，繞頭穿過間隔板，在分段 2 中繞線；第三次裝夾——取下繞圈骨架，轉換 180° ，繞頭穿過間隔板，在分段 3 中繞線；第四次裝夾——取下繞圈骨架，轉換 180° ，繞頭穿過間隔板，在分段 4 中繞線。

排位是指一次裝置後，在同一個設備上，找準零件或裝合單元的各部位與設備的相對位置的工作。

譬如：在一個線圈骨架上纏繞若干個萬用線捲（圖 1-2）的例子中，繞圈骨架用特製的夾具裝夾到繞線機上。爲了要使各個線捲間有一定的間隔距離，於是，每繞畢一個線捲（1, 2 或 3）後，就要把繞圈骨架分別按照各線捲間相應的間隔移動 l 、 l_1 或 l_2 ，在新的地位上再做纏繞工作。

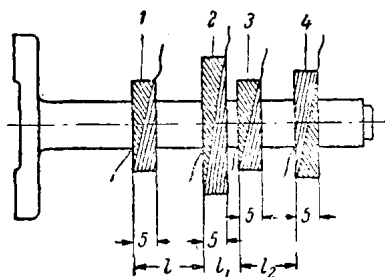


圖 1-2 從操作中分析出四個排位動作的例子：在一個繞圈骨架上纏繞四個萬用線捲。

第一次排位——纏繞線捲 1；第二次排位——線圈骨架向左移動 l ，並纏繞線捲 2；第三次排位——線圈骨架移動 l_1 ，並纏繞線捲 3；第四次排位——線圈骨架移動 l_2 ，並纏繞線捲 4。

再舉一個機械加工的例子來加說明。加工品是鋁合金(砂鋁明)在砂模型中鑄成的架子(圖1-3),這架子的六個面,都要在臥式銑床上用端銑刀來作切削加工。架子裝夾在可以作周圍旋轉的圓卡盤上(圍繞垂直軸心旋轉),圓卡盤則固定在銑床的床台上。這樣,所謂銑削的操作,就需要舉行兩次的裝夾了。第一次裝夾是把架子裝到平板5上(如圖所示),祇要每次把卡盤以銑刀的端面為根據,旋轉 90° ,就能對架子的平面1、2、3和4進行加工。然後,把架子取下,並且,在再次把架子裝夾到卡盤時,應當把平面1靠在平板上,庶幾平面5也能接受加工。然後,就將卡盤旋轉 180° ,來對平面6加工。於是,我們所說的銑削操作,分析起來就有兩次裝夾動作,而且,第一次裝夾包括四個排位工作,而第二次裝夾則包括兩個排位工作。從這個例子中可以看出,用排位的辦法來代替裝夾,可以大大節省時間,因為,減少了裝夾的次數,也就是減縮了花費於調整的時間。除了經濟時間外,在所述的情形中,還有加工精度上的意義。在圓卡盤上裝夾架子的辦法,無疑的可以使架子上的每一個平面在保持着垂直的情況下進行施工,這一點只要由機械地轉動卡盤來保證,而與工人的熟練程度無關了。

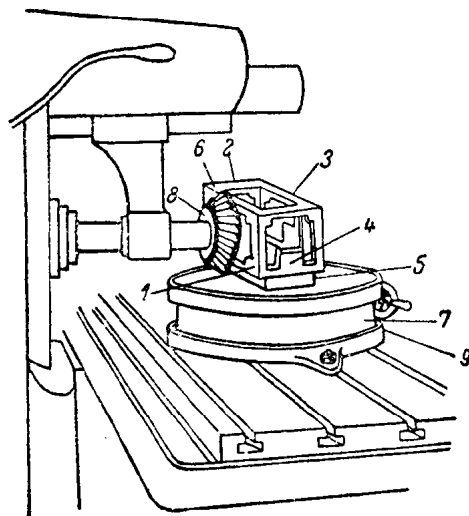


圖1-3 從操作中分析出裝夾和排位的例子。

第一次裝夾——把鑄成的架子以平面5裝夾在銑床上的圓卡盤上,作四次排位工作,就可以對平面1、2、3和4進行加工;第二次裝夾——鑄成的架子以平面1裝夾在卡盤上,作兩次排位就可以對平面5和6進行加工。7—可轉圓卡盤,8—端銑刀。

工序是操作、裝夾或排位中的一部分施工作業，這是：(甲)在零件表面的一段上或數段上、(乙)在一個或一組裝合單元上、(丙)用一個工具或一組若干個同時運用的工具以及(丁)在同一個施工用量下所完成的操作。這一部分操作，就叫做**工序**。凡是符合上面四個條件一整套的動作，都是屬於同一個工序中的，祇要變更上面列舉因素中的任何一個(譬如加工表面、工具或施工用量)，就成為一個新的工序。

譬如：可變電容器用的定距圈，是從圓形棒料在六角車床或自動車床上製成的。在這裏，在六角車床或自動車床上的操作，將由下列幾個工序組成的：切割材料的端頭，定準心，鑽孔，車外皮和切斷完成零件。

上面例子中所規定對各個別加工表面所施的工序，當然也可以採用若干種成型的工具，一次完成零件的加工的。

第二個例子可以用對流浸漬法的工藝程序，來作操作中劃分出工序的說明：變壓器和抗流圈放在浸漬罐後，按照不同的技術規程進行作業：真空烘乾，真空浸漬，壓力浸漬，二次真空浸漬，二次壓力浸漬，停留在罐中，並且在大氣壓力下揮發殘餘的浸漬材料。

在這裏，所有這些工作都是個別的工序。因為，這裏採用了不相同的製造規程的緣故。

當實行複雜的工藝程序時，操作將先劃分為裝夾和排位，而後，從後者再劃分出工序來。在不複雜的工藝程序中，工序總是直接從操作中劃分出來的。

3. 無線電器材生產的特點

無線電器材的生產，同很多別種器械與計器的生產比較起來，是複雜生產形式的一種，而且，這種生產的形式還具有一系列特有的性質。

在極大多數情形中，現代化的無線電器材是個包含數量極大的各種各樣零件的複雜設備。在中等複雜性的無線電器械中，往往就

有好幾千個零件，而在複雜的無線電器械中，零件的名目往往多到約有一萬多種。爲此，製造無線電器材，也就需要品種很廣的各種各樣材料。這些事實造成的後果，是使無線電器材的製造技術，也成爲一種極其多樣性的技術。此外，用在無線電器械中的材料，又提出了比使用在其他電氣器械時，更爲特殊的要求。無線電工業要求一系列的材料，對這些材料則要求具有在高頻下損耗很小，而且不會因時間、溫度、濕度和其他物理因素而變質的特性。

通常在強電工程和在弱電工程中所使用的絕緣材料，在無線電的生產中的用途，是受到極大的限制的；於是，就必須採用特殊的無線電材料，而運用這些特殊材料，就不能不依賴適合這些材料的特殊製造技術了。在這些特殊材料中，出現了不同種類的無線電陶瓷料、高頻塑膠料、高頻磁性材料、晶體等等。

就無線電器材的生產特點來說，還需要提供大量不同的工具來配合這些名目繁多的零件和製造時所用的材料。生產的實踐告訴我們，生產相當簡單的無線電器材，就必須具備約 1000—2000 套特種的工具（衝模、壓塑模、鑽模和其他附件）。上面所指出的一些特點，使無線電器材的生產變得錯綜複雜。名目繁多的材料、零件和工具就給建立大量生產無線電器材造成了很大的困難。因此無線電器械製造工廠借助於供應材料、半成品、輔助製品和輔助部件如絕緣材料、導線、電子管、電容器、電阻器、電動發電機組、蓄電池等等的所謂「姊妹工廠」。這一類姊妹工廠的數量，往往在五十種以上。

爲了要簡化生產的組織和降低產品的價值，在無線電工業中，也要對無線電的零件和部件推行統一化的工作。統一規格的要旨，是把主管機關下的各企業和工廠中所有用途相同和結構大致相似、但尺寸略有不同的零件乃至部件，統一在同一法定規格之下。有了統一規格後，就有條件把規格化的零件或部件的生產工作集中在一個