

电子管制造工艺

P-114 02

南京无线电工业学校編



人民教育出版社

本書系根据中等專業学校电子管制造工艺課程教学大綱的內容而編写的。

書中叙述了現代电子管制造技术方面基本典型制造工艺。全書共分二十一章：第一章叙述电子管生产的基本知識；第二章到第六章叙述电子管零件的淨化、热处理、被复以及連接等方法。第七至第十五章叙述电子管的零件阴極、栅極、彈簧及热絲、阳極、引出綫、吸氣剂、絕緣零件、玻壳、芯柱等的制造方法。第十六到廿一章叙述电子管的装架、封口、排气、老練等工艺过程以及电子管的測試和檢驗。

本書可供中等專業学校电真空器件專業学生作工艺課程的教材用，亦可供高等学校电真空器件專業学生及工厂技术人員作参考。

本書由孙天章和金紹焰两同志編写。

D032/06

國防工业出版社

北京市書刊出版业营业許可証出字第 074 号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

850 × 1168 $1/32$ · 印張 $13\frac{3}{16}$ · 359 千字

1959年3月第一版

1959年3月第一次印刷

印数：0,001-15,000册 定价：(10) 1.90 元

NO. 2782

目 录

前 言	3
緒 論	9
第一章 电子管生产的基本知識	11
§ 1-1 电子管的典型結構	11
§ 1-2 电子管生产的特点	12
§ 1-3 电子管生产的技术准备	13
§ 1-4 电子管生产过程的組織	22
§ 1-5 电子管符号的命名	2
第二章 电子管零件的机械加工	3
§ 2-1 电子管零件机械加工的特点	3
§ 2-2 电子管零件加工时所用的潤滑剂	
§ 2-3 金屬零件的冲制	
§ 2-4 金屬絲料的拉制	46
§ 2-5 切削加工	50
第三章 电子管零件的淨化	5
§ 3-1 电子管零件淨化的目的	52
§ 3-2 材料及零件淨化的方法	52
§ 3-3 金屬絲料的淨化	
第四章 电子管金屬零件的热处理	
§ 4-1 电子管金屬零件热处理目的	
§ 4-2 电子管生产上对金屬零件所进行的热处理工艺	
§ 4-3 金屬零件在氬气中进行热处理	
§ 4-4 金屬零件在燃燒不足的气体中进行热处理	
§ 4-5 金屬零件在真空中进行热处理	
§ 4-6 金屬零件在空气中进行热处理	
§ 4-7 金屬絲状材料的热处理	
§ 4-8 測量温度的仪表	

五章 电子管材料及零件的被复	89
§ 5-1 电子管材料及零件被复的目的	89
§ 5-2 被复的种类及方法	90
第六章 电子管金属零件的连接	110
§ 6-1 连接方法的分类	110
§ 6-2 电阻焊接	111
§ 6-3 熔融焊接	121
§ 6-4 钎焊	125
§ 6-5 冷压焊接	128
§ 6-6 机械连接	129
第七章 阴极制造	132
§ 7-1 阴极的种类及其结构形式	132
§ 7-2 钨阴极制造	136
§ 7-3 钨钨阴极制造	137
§ 7-4 氧化物阴极的制造	145
§ 7-5 其他类型阴极的制造	167
第八章 吊丝、弹簧及热丝的制造	172
§ 8-1 吊丝、弹簧及热丝的结构	172
§ 8-2 吊丝及弹簧的制造	174
§ 8-3 热丝的制造	176
第九章 栅极制造	189
§ 9-1 栅极的结构及其要求	189
§ 9-2 栅极材料	191
§ 9-3 在绕栅前的材料处理	194
§ 9-4 栅极制造	195
§ 9-5 栅极在绕栅后的加工	204
第十章 阳极制造	208
§ 10-1 阳极的结构及其所用材料	208
§ 10-2 自然冷却阳极的制造	217
§ 10-3 强迫冷却式阳极的制造	221
第十一章 引出线的制造	223
§ 11-1 引出线的作用及其材料	223

§ 11-2	引出綫的結構形式	225
§ 11-3	引出綫的制造	225
第十二章	吸气剂	232
§ 12-1	使用吸气剂的目的	232
§ 12-2	常用的吸气剂材料	232
§ 12-3	吸气剂制造	233
§ 12-4	吸气剂的应用和装置	240
第十三章	絕緣零件加工	243
§ 13-1	絕緣零件的作用及材料	243
§ 13-2	云母絕緣片的加工	244
§ 13-3	陶瓷絕緣零件的加工	248
第十四章	玻璃零件的制造及加工	251
§ 14-1	电子管中所用的玻璃制品	251
§ 14-2	玻管和玻杆的制造	251
§ 14-3	玻壳的制造	255
§ 14-4	玻璃零件的压制	263
§ 14-5	玻璃的应力及其消除方法	264
§ 14-6	玻璃表面淨化	272
第十五章	玻璃与金屬的封接	275
§ 15-1	玻璃与金屬封接的分类	275
§ 15-2	玻璃与金屬的封接材料	277
§ 15-3	玻璃与金屬封接的結構	281
§ 15-4	玻璃与金屬封接前的准备	282
§ 15-5	玻璃与金屬的封接技术	286
§ 15-6	在封接时降低应力的措施	304
§ 15-7	陶瓷与玻璃的封接以及陶瓷与金屬的封接	305
第十六章	电子管的装架	307
§ 16-1	电子管装架的意义和特点	307
§ 16-2	电子管装架的技术要求	307
§ 16-3	大量生产中电子管的装架組織	311
§ 16-4	装架所用的设备及工具	312
§ 16-5	装架的一般方法	314

§ 16-6 装架的废品及检验	318
§ 16-7 装架工作的机械化	319
第十七章 电子管的封口	324
§ 17-1 封口的意义和形式	324
§ 17-2 封口的方法	324
§ 17-3 封口时所产生的废品	331
第十八章 电子管的排气	334
§ 18-1 排气的意义和目的	334
§ 18-2 排气的工艺过程	335
§ 18-3 排气设备	346
§ 18-4 充气管排气法	355
§ 18-5 排气时所产生的废品	356
第十九章 电子管的装头	360
§ 19-1 装头的意义和目的	360
§ 19-2 管基的形式及制造	360
§ 19-3 焊泥	362
§ 19-4 装头的工艺过程	365
第二十章 电子管的老练	370
§ 20-1 老练的意义和目的	370
§ 20-2 老练的过程及其规范	371
§ 20-3 老练的装备	378
§ 20-4 老练时可能发生的现象	380
第二十一章 电子管的测试与检验	383
§ 21-1 测试与检验的意义和目的	383
§ 21-2 电子管电性参数的测试	385
§ 21-3 电气测试的设备	404
§ 21-4 寿命试验	406
§ 21-5 特殊试验	408
附 录	415
参考书	420

电子管制造工艺

8-114

南京无线电工业学校編



人民教育出版社

本書系根据中等專業学校电子管制造工艺課程教学大綱的內容而編写的。

書中叙述了現代电子管制造技术方面基本典型制造工艺。全書共分二十一章：第一章叙述电子管生产的基本知識；第二章到第六章叙述电子管零件的淨化、热处理、被复以及連接等方法。第七至第十五章叙述电子管的零件阴極、栅極、彈簧及热絲、阳極、引出綫、吸氣剂、絕緣零件、玻壳、芯柱等的制造方法。第十六到廿一章叙述电子管的装架、封口、排气、老練等工艺过程以及电子管的測試和檢驗。

本書可供中等專業学校电真空器件專業学生作工艺課程的教材用，亦可供高等学校电真空器件專業学生及工厂技术人員作参考。

本書由孙天章和金紹焰两同志編写。

D032/06

國防工业出版社

北京市書刊出版业营业許可証出字第 074 号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

850 × 1168 $1/32$ · 印張 $13\frac{3}{16}$ · 359 千字

1959年3月第一版

1959年3月第一次印刷

印数：0,001-15,000册 定价：(10) 1.90 元

NO. 2782

前 言

新中国成立以来，电子管制造工业也和其他工业一样，在党和政府的英明领导下，在建设社会主义总路线的光辉照耀下，得到了飞跃的发展。并在发展电子管工业的同时，相应的设立了电真空器件制造专业的中等技术学校。

“电子管制造工艺”是电真空器件制造专业的专业课程之一。在最初讲授这门课时，由于这方面的书籍和资料很少，因此在教材的内容和安排上均感到困难。1955年苏联专家奥尔金同志来我校工作，为我校部分教师和工厂技术人员讲授了将近半年的电子管工艺课，并编写了讲义，这为我们后来自己编写教材指出了内容的安排方法与供给了很多有关电子管制造的新工艺。在此，我们特向奥尔金专家表示衷心的感谢。

因此，本书的编写，主要是参考奥尔金专家所编的电子管制造工艺和其他电子管制造有关的书籍，并结合我国目前的生产情况而编写成的。由于与此课程一样作为电真空器件制造专业的专业课程还有“电子管设计及基础”、“电真空材料”、“真空技术”、“电真空制造电气装备”和“电真空制造机械装备”。因此，在本教材中，有关电子管的理论、电子管的材料、真空的获得与测量、以及电子管制造上所用的电气装备和机械装备均未作详细的叙述。

本教材虽经三年的实际教学和两次修改，但由于编者的理论水平和实际工作经验不足，因此书中错误和遗漏之处在所难免，望读者不吝指正为感。

孙天章、金绍焰

1958.12.

目 录

前 言	3
緒 論	9
第一章 电子管生产的基本知識	11
§ 1-1 电子管的典型結構	11
§ 1-2 电子管生产的特点	12
§ 1-3 电子管生产的技术准备	13
§ 1-4 电子管生产过程的組織	22
§ 1-5 电子管符号的命名	2
第二章 电子管零件的机械加工	3
§ 2-1 电子管零件机械加工的特点	3
§ 2-2 电子管零件加工时所用的潤滑剂	
§ 2-3 金屬零件的冲制	
§ 2-4 金屬絲料的拉制	46
§ 2-5 切削加工	50
第三章 电子管零件的淨化	5
§ 3-1 电子管零件淨化的目的	52
§ 3-2 材料及零件淨化的方法	52
§ 3-3 金屬絲料的淨化	
第四章 电子管金屬零件的热处理	
§ 4-1 电子管金屬零件热处理目的	
§ 4-2 电子管生产上对金屬零件所进行的热处理工艺	
§ 4-3 金屬零件在氬气中进行热处理	
§ 4-4 金屬零件在燃燒不足的气体中进行热处理	
§ 4-5 金屬零件在真空中进行热处理	
§ 4-6 金屬零件在空气中进行热处理	
§ 4-7 金屬絲状材料的热处理	
§ 4-8 測量温度的仪表	

第五章	电子管材料及零件的被复	89
§ 5-1	电子管材料及零件被复的目的	89
§ 5-2	被复的种类及方法	90
第六章	电子管金属零件的连接	110
§ 6-1	连接方法的分类	110
§ 6-2	电阻焊接	111
§ 6-3	熔融焊接	121
§ 6-4	钎焊	125
§ 6-5	冷压焊接	128
§ 6-6	机械连接	129
第七章	阴极制造	132
§ 7-1	阴极的种类及其结构形式	132
§ 7-2	钨阴极制造	136
§ 7-3	钍钨阴极制造	137
§ 7-4	氧化物阴极的制造	145
§ 7-5	其他类型阴极的制造	167
第八章	吊丝、弹簧及热丝的制造	172
§ 8-1	吊丝、弹簧及热丝的结构	172
§ 8-2	吊丝及弹簧的制造	174
§ 8-3	热丝的制造	176
第九章	栅极制造	189
§ 9-1	栅极的结构及其要求	189
§ 9-2	栅极材料	191
§ 9-3	在绕栅前的材料处理	194
§ 9-4	栅极制造	195
§ 9-5	栅极在绕栅后的加工	204
第十章	阳极制造	208
§ 10-1	阳极的结构及其所用材料	208
§ 10-2	自然冷却阳极的制造	217
§ 10-3	强迫冷却式阳极的制造	221
第十一章	引出线的制造	223
§ 11-1	引出线的作用及其材料	223

§ 11-2	引出綫的結構形式	225
§ 11-3	引出綫的制造	225
第十二章	吸气剂	232
§ 12-1	使用吸气剂的目的	232
§ 12-2	常用的吸气剂材料	232
§ 12-3	吸气剂制造	233
§ 12-4	吸气剂的应用和装置	240
第十三章	絕緣零件加工	243
§ 13-1	絕緣零件的作用及材料	243
§ 13-2	云母絕緣片的加工	244
§ 13-3	陶瓷絕緣零件的加工	248
第十四章	玻璃零件的制造及加工	251
§ 14-1	电子管中所用的玻璃制品	251
§ 14-2	玻管和玻杆的制造	251
§ 14-3	玻壳的制造	255
§ 14-4	玻璃零件的压制	263
§ 14-5	玻璃的应力及其消除方法	264
§ 14-6	玻璃表面淨化	272
第十五章	玻璃与金屬的封接	275
§ 15-1	玻璃与金屬封接的分类	275
§ 15-2	玻璃与金屬的封接材料	277
§ 15-3	玻璃与金屬封接的結構	281
§ 15-4	玻璃与金屬封接前的准备	282
§ 15-5	玻璃与金屬的封接技术	286
§ 15-6	在封接时降低应力的措施	304
§ 15-7	陶瓷与玻璃的封接以及陶瓷与金屬的封接	305
第十六章	电子管的装架	307
§ 16-1	电子管装架的意义和特点	307
§ 16-2	电子管装架的技术要求	307
§ 16-3	大量生产中电子管的装架組織	311
§ 16-4	装架所用的设备及工具	312
§ 16-5	装架的一般方法	314

§ 16-6 装架的废品及检验	318
§ 16-7 装架工作的机械化	319
第十七章 电子管的封口	324
§ 17-1 封口的意义和形式	324
§ 17-2 封口的方法	324
§ 17-3 封口时所产生的废品	331
第十八章 电子管的排气	334
§ 18-1 排气的意义和目的	334
§ 18-2 排气的工艺过程	335
§ 18-3 排气设备	346
§ 18-4 充气管排气法	355
§ 18-5 排气时所产生的废品	356
第十九章 电子管的装头	360
§ 19-1 装头的意义和目的	360
§ 19-2 管基的形式及制造	369
§ 19-3 焊泥	369
§ 19-4 装头的工艺过程	365
第二十章 电子管的老练	370
§ 20-1 老练的意义和目的	370
§ 20-2 老练的过程及其规范	371
§ 20-3 老练的装备	378
§ 20-4 老练时可能发生的现象	380
第二十一章 电子管的测试与检验	383
§ 21-1 测试与检验的意义和目的	383
§ 21-2 电子管电性参数的测试	385
§ 21-3 电气测试的设备	404
§ 21-4 寿命试验	406
§ 21-5 特殊试验	408
附 录	415
参考书	420

緒 論

我們的時代是電子器件飛速發展的時代。在近代科學研究以及生產技術的各個領域中，都在採用着各種類型的電子管。可是電子管從發明到現在還僅僅只有五、六十年的歷史，遠在1873年俄國科學家羅特金首先發明了電燈，為電子管的發明創造了條件。到1881年時發現了愛迪生效應，即電流能夠在真空中通過，這現象立即引起了當時科學家們的廣泛興趣，直到1904年本世紀初葉，第一只電子管——最簡單的两極管，才被製造出來，以後在短短的數十年中，電子管由兩極到多極、由簡單形式到複雜形式、由接收到發射、由小功率到強大功率、由低頻到超高频，它的發展速度是極其驚人的。到了現在各種各樣的電子管已經在國民經濟各個部門廣泛地被應用着。如在不線電收音、無線和有線通訊、有聲電影、電視等這些我們所熟知的技術領域中大量地應用着電子管；不僅如此，在近代工廠企業中，也採用着各種電子管用來操縱複雜巨笨的機器，用來控制時間和使生產自動化，用來測量和安全保護，以及用於大功率整流等等。此外利用了電子管使無線電導航真正成為可能，使飛機能在黑夜或雲霧天亦可起飛和降落。又如在工業上和醫療事業上所廣泛使用的X光技術也是電子管使用的一例，而近代的電子顯微鏡、電子計算機以及對原子能的研究上都少不了應用電子管。必需指出，電子管在國防軍事上的特殊重要性，利用了無線電操縱，就能控制火箭和導彈，雷達的使用使我們能在百里以外探索敵機的方向和數量，利用了它再和無線電技術相結合，便可能使槍炮作出正確的射擊，而近代作戰的軍事聯系更少不了電子管。

關於電子管的應用還可以敘述很多，例如測量人腦微弱“電流”波形的心理儀器，探掘地下礦藏的探索器等。由此即可看出電子管對國民經濟各部門的重要性。

由於各方面對電子管的需要，現在每年在世界上生產的各種電子

管的数量是極為惊人的，据不完全统计，全世界的年产量約在1000亿个以上，由于数量这样之多，而类型又是那样的复杂，因此随着电子管制造技术的日益發展和需要，就建立了一个新的工业部門——电子管工业。

但是，在解放前的旧中国不仅沒有从事电子管制造的工厂，而且也沒有培养这方面的專門人材。只有在解放后的新中国，电子管工业也和其他工业一样，得到了应有的發展，不仅設立了培养这方面專門人材的学校，而且还在苏联的无私援助下建立了近代化的电子管工厂。目前随着祖国社会主义經濟建設的高漲，电子管工业亦有很大的發展。

要制造出大批高質量的电子管，就必须研究电子管的制造工艺，而所謂电子管的制造工艺，就是指电子管的整个加工、处理和装配的过程。由于近代各种技术的發展，目前电子管的制造工艺也就逐渐摆脱了以前那种手工操作的生产状况，而接近于机械化和自动化的生产方法了。但是这并不是意味着电子管的制造工艺无须要改进，恰恰相反，在現代制造电子管的許多工序上还存在着許多需要解决或改进的問題，諸如阴極制造，电子管老練等工艺，迄今还没有确定地获得一完整的規律方法；在零件装配工序上还是很多用手工进行操作等。此外，由于电子管制造工艺的特殊复杂性和高度精确性，以及需要極度的清潔和衛生，以致使得电子管的廢品与其他器件相比显得較為惊人，在一般工厂里制造电子管往往仅能保証80~90%的产品合格或能維護所規定的寿命。所以指出这些問題，就是为了促使注意，从而不断地加以改进它的制造工艺过程。

由于电子管的种类繁多，因此在本書中只能着重于叙述典型的制造工艺，亦即叙述一般电子管的制造过程。叙述将按照这样的次序进行：先从有关电子管生产的基本知識开始，接着討論零件的各种加工及处理方法，然后研究各种結構元件如阴極、栅極、阳極等的制造方法，最后再研究装架、封口、排气、老練及試驗工艺，并且在叙述典型制造工艺的同时，还指出某些器件的制造特点和研究一些主要的装备。

第一章 电子管生产的基本知識

§1-1 电子管的典型結構

电子管是一种利用在真空中或稀薄气体中放电現象的器件，因此也广义地称“电真空器件”。

电子管的制造到目前为止其种类型式有数千种。这里先来介紹一下典型的电子管結構。圖 1-1 所示为小型玻壳四極管的結構，它主要由接受电子的阳极、發射电子的阴极以及控制电子的栅極所組成。电极的相对位置的固定則依靠云母片来完成。为了使电极能处于真空或稀薄气体状态，将整个电极封闭于玻璃或金屬的管壳中，利用引出綫穿过管壳以便与外电路相联接，通常引出綫穿过管壳的那部分称为芯柱，在某些电子管中，由于引出綫是軟的，为了便于将管子插入电路，在电子管的引出綫端还装有管基和管帽。管内真空度的形成，是借排气管来达到，排气完成后即将它封闭，此后依賴吸气剂将管内真空度再行提高。由此可知，电子管也是由許多的結構元件——零件和組件所組合起来的器件。

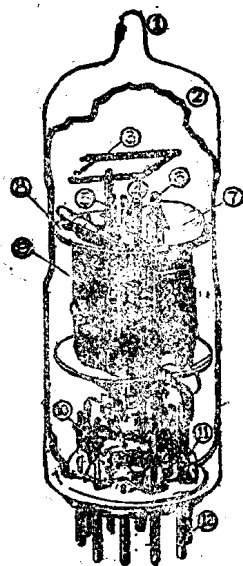


圖1-1 小型玻壳四極管結構:

- 1—排气管封离端；2—玻壳；3—吸气剂；4—阴极；5—第一栅極；6—第二栅極；7—隔离片；8—云母片；9—阳极；10—芯柱屏蔽片；11—芯柱；12—管脚(引出綫)。

所謂零件就是指那些未經过装配工序而制造成的結構元件，如栅極、阳极、云母片、管壳等；而組件即是由二个以上零件所組合而成的結構元件，如装架好的电子管管芯。如果将这些零件和組件再組合起来而成为有使用价值的結構，那就称为器