

中等专业学校教学用书

电子管制造工艺学

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	21
§ 1-5 电子管符号的命名	23
第二章 电子管零件的机械加工	30
§ 2-1 电子管零件机械加工的特点	30
§ 2-2 电子管零件加工时所用的潤滑剂	32
§ 2-3 金屬零件的冲压加工	33
§ 2-4 金屬絲料的鍛拉加工	46
§ 2-5 金屬零件的切削加工	49
第三章 电子管零件的淨化	51
§ 3-1 电子管零件淨化的目的	51
§ 3-2 电子管零件的机械淨化法	51
§ 3-3 电子管零件的化学及电化学淨化法	53
§ 3-4 电子管零件的物理淨化法	60
§ 3-5 金屬絲料的淨化处理	64
第四章 电子管金屬零件的热处理	66
§ 4-1 电子管金屬零件热处理的目的	66
§ 4-2 金屬零件热处理的工艺规范	67
§ 4-3 金屬零件在氬气中进行热处理	70
§ 4-4 金屬零件在燃燒不足的气体中进行热处理	75
§ 4-5 金屬零件在真空中进行热处理	76
§ 4-6 金屬零件在空气中进行热处理	78
§ 4-7 金屬絲状材料的热处理	78
§ 4-8 測量溫度的仪表	82
第五章 电子管材料及零件的被复	88
§ 5-1 电子管材料及零件被复的目的	88
§ 5-2 电子管零件的机械被复法	89

2580/16

§ 5-3	电子管零件的物理修复法	98
§ 5-4	电子管零件的化学修复法	98
§ 5-5	电子管零件的电化学修复法	99
第六章	电子管金属零件的连接	109
§ 6-1	连接方法的分类	109
§ 6-2	电阻焊接	110
§ 6-3	熔融焊接	120
§ 6-4	焊料焊接	124
§ 6-5	冷压焊接	127
§ 6-6	机械连接	128
第七章	阴极制造	131
§ 7-1	阴极的种类及其结构形式	131
§ 7-2	钨阴极制造	135
§ 7-3	钨钍阴极制造	136
§ 7-4	氧化物阴极的制造	143
§ 7-5	其他类型阴极的制造	165
第八章	吊丝、弹簧及热丝的制造	170
§ 8-1	吊丝、弹簧及热丝的结构形式	170
§ 8-2	吊丝及弹簧的制造	172
§ 8-3	折叠形热丝的制造	173
§ 8-4	螺旋形热丝制造	182
第九章	栅极制造	189
§ 9-1	栅极的种类及其结构形式	189
§ 9-2	制造栅极的材料	191
§ 9-3	在绕栅前的材料处理	194
§ 9-4	栅极绕制	195
§ 9-5	栅极在绕栅后的加工	203
第十章	阳极制造	208
§ 10-1	阳极的种类及其结构形式	208
§ 10-2	制造阳极的材料	213
§ 10-3	自然冷却式阳极的制造	217
§ 10-4	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	引出线的结构形式	223
§ 11-3	引出线的制造	226
第十二章	吸气剂制造	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	264
§ 14-5	玻璃的应力及其消除方法	264
§ 14-6	玻璃表面的净化	272
第十五章	玻璃与金屬及陶瓷的封接	274
§ 15-1	玻璃与金屬封接的分类	274
§ 15-2	玻璃与金屬的封接材料	276
§ 15-3	玻璃与金屬封接的结构	279
§ 15-4	玻璃与金屬封接的技术	280
§ 15-5	玻璃与金屬封接的实际应用	285
§ 15-6	陶瓷与玻璃的封接以及陶瓷与金屬的封接	302
第十六章	电子管的装架	304
§ 16-1	电子管装架的意义和特点	304
§ 16-2	电子管装架的技术要求	304
§ 16-3	大量生产中电子管的装架組織	307
§ 16-4	装架所用的设备及工具	308
§ 16-5	装架的一般方法	310
§ 16-6	装架的废品及檢驗	314
§ 16-7	装架工作的机械化	315
第十七章	电子管的封口	320
§ 17-1	封口的意义和形式	320
§ 17-2	封口的方法	320
§ 17-3	封口时所产生的废品	327
第十八章	电子管的排气	329
§ 18-1	排气的意义和目的	329

§ 18-2	排气过程中的物理和化学现象	330
§ 18-3	排气的工艺与设备	338
§ 18-4	充气管排气法	350
§ 18-5	排气时所产生的废品	352
第十九章	电子管的装头	354
§ 19-1	装头的意义和目的	354
§ 19-2	管基的形式及制造	354
§ 19-3	装头用的焊泥	357
§ 19-4	装头的工艺过程	359
§ 19-5	装头时所产生的废品	362
第二十章	电子管的老练	364
§ 20-1	老练的意义和目的	364
§ 20-2	老练的过程及其规范	365
§ 20-3	老练的装备	373
§ 20-4	老练时可能发生的现象	376
第二十一章	电子管的测试与检验	378
§ 21-1	测试与检验的意义和目的	378
§ 21-2	电子管电性参量的测试	379
§ 21-3	电气测试的设备	405
§ 21-4	寿命试验	406
§ 21-5	特殊试验	408
附录		416
参考文献		421

中等专业学校教学用书

电子管制造工艺学

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，在建設社会主义总路綫的光輝照耀下，得到了飞跃的发展。并在发展电子管工业的同时，在高等学校和中等专业学校相应的設立了电真空器件制造专业。

“电子管制造工艺”是电真空器件制造专业的专业课程之一。在起初讲授这门课时，由于这方面的书籍和資料很少，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課，并編写了讲义，这为我们后来自己編写教材提出了内容的安排方法与供給了許多有关电子管制造新工艺的資料。在此，我們特向奥尔金专家表示深切的感謝。

本书主要是参考奥尔金专家所編的电子管制造工艺和其他电子管制造有关的书籍，并結合我国目前的生产情况而編写成的。由于与此課程一样作为电真空器件制造专业的专业课程还有“电子管設計基础”、“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，有关电子管的理論、电子管的材料、真空的获得与測量、以及电子管制造上所用的电气装备和机械装备均未作詳細的敘述。

本教材虽經三年的实际教学和两次修改，但由于編者的理論水平和实际工作經驗不足，因此书中錯誤和遺漏之处在所难免，望讀者不吝指正为感。

孙天章、金紹焄

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	21
§ 1-5 电子管符号的命名	23
第二章 电子管零件的机械加工	30
§ 2-1 电子管零件机械加工的特点	30
§ 2-2 电子管零件加工时所用的潤滑剂	32
§ 2-3 金屬零件的冲压加工	33
§ 2-4 金屬絲料的鍛拉加工	46
§ 2-5 金屬零件的切削加工	49
第三章 电子管零件的淨化	51
§ 3-1 电子管零件淨化的目的	51
§ 3-2 电子管零件的机械淨化法	51
§ 3-3 电子管零件的化学及电化学淨化法	53
§ 3-4 电子管零件的物理淨化法	60
§ 3-5 金屬絲料的淨化处理	64
第四章 电子管金屬零件的热处理	66
§ 4-1 电子管金屬零件热处理的目的	66
§ 4-2 金屬零件热处理的工艺规范	67
§ 4-3 金屬零件在氬气中进行热处理	70
§ 4-4 金屬零件在燃燒不足的气体中进行热处理	75
§ 4-5 金屬零件在真空中进行热处理	76
§ 4-6 金屬零件在空气中进行热处理	78
§ 4-7 金屬絲状材料的热处理	78
§ 4-8 測量溫度的仪表	82
第五章 电子管材料及零件的被复	88
§ 5-1 电子管材料及零件被复的目的	88
§ 5-2 电子管零件的机械被复法	89

2580/16

§ 5-3	电子管零件的物理修复法	93
§ 5-4	电子管零件的化学修复法	95
§ 5-5	电子管零件的电化学修复法	99
第六章	电子管金属零件的连接	109
§ 6-1	连接方法的分类	109
§ 6-2	电阻焊接	110
§ 6-3	熔融焊接	120
§ 6-4	焊料焊接	124
§ 6-5	冷压焊接	127
§ 6-6	机械连接	128
第七章	阴极制造	131
§ 7-1	阴极的种类及其结构形式	131
§ 7-2	钨阴极制造	135
§ 7-3	钍钨阴极制造	136
§ 7-4	氧化物阴极的制造	143
§ 7-5	其他类型阴极的制造	165
第八章	吊丝、弹簧及热丝的制造	170
§ 8-1	吊丝、弹簧及热丝的结构形式	170
§ 8-2	吊丝及弹簧的制造	172
§ 8-3	折叠形热丝的制造	173
§ 8-4	螺旋形热丝制造	182
第九章	栅极制造	189
§ 9-1	栅极的种类及其结构形式	189
§ 9-2	制造栅极的材料	191
§ 9-3	在绕栅前的材料处理	194
§ 9-4	栅极绕制	195
§ 9-5	栅极在绕栅后的加工	203
第十章	阳极制造	208
§ 10-1	阳极的种类及其结构形式	208
§ 10-2	制造阳极的材料	213
§ 10-3	自然冷却式阳极的制造	217
§ 10-4	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	引出线的结构形式	223
§ 11-3	引出线的制造	226
第十二章	吸气剂制造	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	264
§ 14-5	玻璃的应力及其消除方法	264
§ 14-6	玻璃表面的净化	272
第十五章	玻璃与金屬及陶瓷的封接	274
§ 15-1	玻璃与金屬封接的分类	274
§ 15-2	玻璃与金屬的封接材料	276
§ 15-3	玻璃与金屬封接的结构	279
§ 15-4	玻璃与金屬封接的技术	280
§ 15-5	玻璃与金屬封接的实际应用	285
§ 15-6	陶瓷与玻璃的封接以及陶瓷与金屬的封接	302
第十六章	电子管的装架	304
§ 16-1	电子管装架的意义和特点	304
§ 16-2	电子管装架的技术要求	304
§ 16-3	大量生产中电子管的装架組織	307
§ 16-4	装架所用的设备及工具	308
§ 16-5	装架的一般方法	310
§ 16-6	装架的废品及檢驗	314
§ 16-7	装架工作的机械化	315
第十七章	电子管的封口	320
§ 17-1	封口的意义和形式	320
§ 17-2	封口的方法	320
§ 17-3	封口时所产生的废品	327
第十八章	电子管的排气	329
§ 18-1	排气的意义和目的	329

§ 18-2	排气过程中的物理和化学现象	330
§ 18-3	排气的工艺与设备	338
§ 18-4	充气管排气法	350
§ 18-5	排气时所产生的废品	352
第十九章	电子管的装头	354
§ 19-1	装头的意义和目的	354
§ 19-2	管基的形式及制造	354
§ 19-3	装头用的焊泥	357
§ 19-4	装头的工艺过程	359
§ 19-5	装头时所产生的废品	362
第二十章	电子管的老练	364
§ 20-1	老练的意义和目的	364
§ 20-2	老练的过程及其规范	365
§ 20-3	老练的装备	373
§ 20-4	老练时可能发生的现象	376
第二十一章	电子管的测试与检验	378
§ 21-1	测试与检验的意义和目的	378
§ 21-2	电子管电性参量的测试	379
§ 21-3	电气测试的设备	405
§ 21-4	寿命试验	406
§ 21-5	特殊试验	408
附 录		416
参考文献		421

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興趣。直到1904年，第一只電子管——最簡單的两极管，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。如在無線電收音、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而巨笨的機器，用來控制時間和使生產自動化，用於測量和安全保護，以及用於大功率整流等等。此外，由於利用了電子管才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。在工業上和醫療事業上所廣泛使用的X光技術也是使用電子管的一例；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，利用無線電操縱，就能控制火箭和導彈，使用雷達我們能在百里以外探索敵機的方向和數量，利用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繫更少不了電子管。

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數量是極為驚人的，據不完全統計，全世界的年產量約在10000

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发展和需要，就建立了一个新的工业部门——电子管工业。

但是，在解放前的旧中国不仅没有从事电子管制造的工厂，而且也没有培养这方面的专门人材。只有在解放后的新中国，电子管工业也和其他工业一样，得到了应有的发展，不仅设立了培养这方面专门人材的学校，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经济建设的高涨，电子管工业亦有很大的发展。

要制造出大批高质量的电子管，就必须研究电子管的制造工艺，而所谓电子管的制造工艺，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发展，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。但是这并不意味着电子管的制造工艺无须要改进，恰恰相反，在现代制造电子管的许多工序上还存在着许多需要解决或改进的问题，诸如栅极制造、电子管老练等工艺，迄今还没有确定地获得一套完整的、有规律的方法，在零件装配工序上还是很多用手工进行操作等问题。此外，由于电子管制造工艺的特殊复杂性和高度精确性，以及需要极度的清洁和卫生，以致使得电子管的废品与其他器件相比显得较为惊人，在一般工厂里制造的电子管往往仅能保证80~90%的产品合格或能维护所规定的寿命。所以指出这些问题，就是为了促使我们注意，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，因此在本书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识开始，接着讨论零件的各种加工及处理方法，然后研究各种结构元件如阴极、栅板、阳极等的制造方法，最后再研究装架、封口、排气、老练及试验工艺，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。这里先介绍一下典型的电子管結構。图 1-1 所示为小型玻壳四极管的結構，它主要由接受电子的阳极、发射电子的阴极以及控制电子的栅极所組成。电极的相对位置的固定依靠云母片来完成。为了使电极能处于真空或稀薄气体状态中，将整个电极封闭于玻璃或金属的管壳中。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閉，此后依赖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。

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，如栅极、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



图 1-1 小型玻壳四极管結構：

1—排气管封离端；2—玻壳；3—吸气剂；4—阴极；5—第一栅极；6—第二栅极；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）。

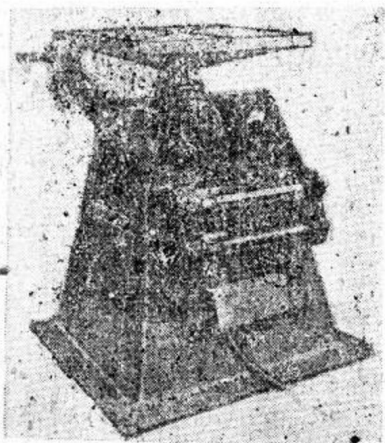


图21-48 振动台。

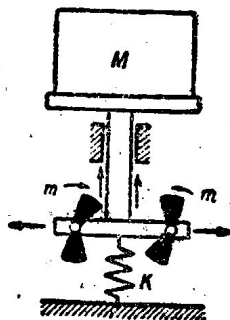


图21-49 振动台工作原理。

它是基于一对不平衡的叶子 m 互作相反的方向旋轉，在旋轉时两个叶子离心力的水平分力相互抵消，仅有离心力的垂直分力，周期地改变着合力的大小。于是使振动台产生垂直的正弦振动。至于这合力的大小，则决定对称轴位移角的大小，改变这一对叶子的不平衡角度，就能改变振幅的大小。

振动台的构造如图 21-50 所示。当电动机 1 轉动时，經皮带輪 12 和皮带 13 組成的傳动机构，带动了軸 10，再經齿輪 9 和 6 轉动軸 5。齿輪 6 和 9 的齿数是相等的，因而它們的轉速也是一致的，但旋轉方向相反。在这齿輪軸的末端装有叶片 7 和 11。各叶子的叶瓣的相对位置是能改变的，以調节离心力的垂直分量，由此能使振动台的 振幅，在 0.2 公厘到 2.5 公厘範圍內任意調节。調节时，可利用刻度盘 a 和叶瓣

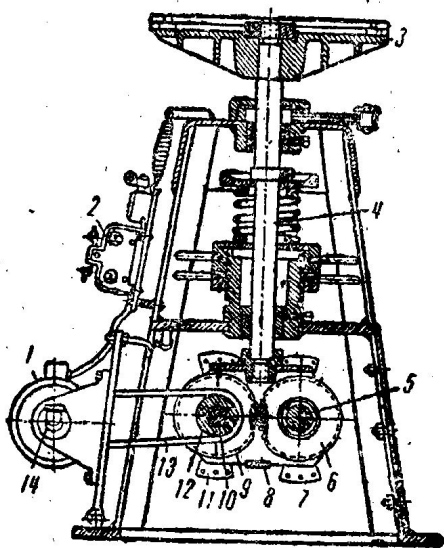


图21-50 振动台构造。