



全固态中波发送系统 调整与维修

Quangutai Zhongbo Fasong Xitong Tiaozheng Yu Weixiu

张丕灶 刘轶轩 张建安 张海樱
刘超 王亚坤 栾立峰 张连河

编著

于万福 王肃 主审



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS



QUANGUTAI ZHONGBO FASONG XITONG
TIAOZHENG YU WEIXIU

责任编辑 陈进才
封面设计 凌点



TN0130-1-1

ISBN 978-7-5615-2818-1



9 787561 528181 >

定价:50.00元

全固态中波发射机系列培训教材之四

全固态中波发送 系统调整与维修

张丕灶 刘轶轩
张建安 张海樱
刘 超 王亚坤 编 著
栾立峰 张连河

于万福 王 肃 主 审

厦门大学出版社



图书在版编目(CIP)数据

全固态中波发送系统调整与维修/张丕灶等编著. —厦门:厦门大学出版社, 2007. 7

(全固态中波发射机系列培训教材)

ISBN 978-7-5615-2818-1

I. 全… II. 张… III. 中波传播-固态发射机-技术培训-教材 IV. TN834

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 094472 号

厦门大学出版社出版发行
(地址:厦门大学 邮编:361005)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

三明地质印刷厂印刷

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:27.5

字数:696 千字 印数:0 001-3 000 册

定价:50.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换



序 言

固态机已经走进大多数中波发射台,大量的调机维修实践孕育和呼唤着调整、维修方面的技术书籍。在北广、上广、哈广等厂家的热情帮助下,《全固态中波发送系统调整与维修》出版了,该书是福建省广播电视传输发射中心组织编写的全固态中波发射机系列培训教材之四。

发射机的调整与维修是每个机务人员的日常业务,可以说,调整与维修经验人人会谈,但要谈好却不容易。本书的编写出版对这一课题是一次有益的探索。尤为难得的是,作者较好地把握了三个关系:其一是做到了理论与实践相结合,既注重了可操作性、又做到理论与实践的呼应和印证,对于大量的维修经验,没有停留在罗列与堆积的层面,而是注重归纳分析与升华,把实践经验提炼到理论的高度,诚然是千淘万漉虽辛苦,吹尽狂沙始到金;其二是摆正了维护和修理的关系,倡导以防为主,以修为辅的维与修的关系;其三是把握了“鱼”与“渔”的关系,既给出了大量的故障处理个例,但更多的是介绍调机检测和维修方法,这将有利于迅速有效地提高机务人员的业务水平。

本书深入浅出、通俗易懂、图文并茂,对从事中波发射机维护与修理的机务人员来说,是一本实用的专业书,也可供发射机生产厂家技术人员和大专院校相关专业师生参考。

福建省广播影视集团副董事长高级工程师



2007年6月



前言

20 世纪 90 年代初,全固态中波发射机开始进入中波台技术人员的视野,接触伊始,固态机高效率、高质量的魅力强烈地震撼着我们,我们深深感到:固态机取代电子管机是中波广播的发展方向;电子管中波机理论即将走进历史,新与旧的交替对每个技术人员来说,既是严峻的挑战,也是难得的机遇;我们必须审时度势,与时俱进,尽快地学习、掌握、钻研全固态中波机理论。1997 年,受广电总局科技委秘书长刘洪才教授和福建省广播电视厅领导的嘱托,我们义无反顾地承担起编写全固态中波发射机系列培训教材的任务,在福建省广电厅事业处和福建省广播电视传输中心领导的组织和支持下,在各位同行的关爱和帮助下,从 1997 年至 2007 年,历经十载,编写出版了这套培训教材。

前三本书是《全固态 PDM 中波发送系统原理与维护》、《数字式调幅中波发射机》和《全固态脉宽调制中波发射机》,侧重于阐述脉宽机和数字式调幅中波发射机的基本原理和具体电路分析。《全固态中波发送系统调整与维修》是全固态中波发射机系列培训教材的第四本,由厂家和用户联手,凝聚了厂家和发射台众多技术人员的智慧和心血,从中波固态机调整与维修的实际需要出发,以调整和维修实践为基础,经过总结与归纳、提炼与升华,理性地分析了中波固态机的故障规律和故障诊断的基本方法,介绍了基本调测仪器和方法;并以数字式调幅发射机、上广型脉宽机、哈广型脉宽机三种主流样机为原型,各以一章的篇幅深入阐述这三种样机的调机、维护和检修方法,并给出大量的维修实例;最后专列一章详细地讨论了固态机天调网络的设计、安装、调整和维护方法。

本书由福建省广播电视传输发射中心组织编写,作为中波台机务人员的培训教材,由张丕灶、刘轶轩(哈尔滨广播器材有限责任公司高级顾问)、张建安、张海樱、刘超、王亚坤、栾立峰、张连河共同编著,全书由张丕灶、刘轶轩主编,张丕灶统稿。本书还选编了下列厂家和发射台技术人员编写的调机方法和故障分析,他们是:刘秀奎、刘学伟、高瑞来、李斌、周卫华、胡志华、闭大昌、李厚恺、王季平、张苹、冯建海、张进添、郝金亭、张铭、刘奎富、陈祖雄、尤建红、郑俊英、王文波、何连成、肖彩华、胡金水、黄志雄、顾建军、曹金泉、吴国安、林德安、韩荣、黄明生、孙演、林永瑜、郭宋辉、吴承琴;本书编写时参考过的教科书及有关资料请见书末的参考文献,在此,谨向上述作者致以衷心的感谢。

哈尔滨广播器材有限责任公司副董事长、总经理、享受国务院津贴的教授级高级工程师于万福先生和国家级有突出贡献的专家、教授级高级工程师王肃先生审阅了全部书稿并提出许多修改意见;衷心感谢福建省广播电视集团副董事长陈文广高级工程师拨冗赐序;本书在编写和出版中得到广电总局科技司、福建省广播电视厅、福建省广播电视传输发射中心、北广、上广、哈广和厦门大学出版社的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。黑龙江省北安市九一八台杨立华,总局 641 台陈祖雄、黄志忠,福建省厦门广播电视传输中心陈建中,401 台伍长宏、刘峰、刘传忠、黄晓铭、黄美娥、杨柏馥、陈子初,泉州坤坤仪器仪表有限公司业务经理许礼和等同志为本书的编写、校对提供了帮助,泉州 401 台台长伍长宏为本书撰写了后记,本书责任编辑陈进才先生字斟句酌地审核了全部书稿并提出了许多有益的修改意见,在此对他们表示诚挚的谢意。在本书录入校对期间,得到泉州市张建国先生、陈平兰女士,泉州丽可公司及其员

工侯宝华女士、泉州现代科技电脑有限公司王锡钦、江志辉先生,泉州科达电脑公司林思勇先生,南龙科技公司林超良先生的帮助,在此表示衷心感谢。

文章千古事,得失寸心知。由于作者学识水平有限,时间仓促,书中恐有罅漏舛错之处,敬请专家和读者诸君不吝赐教,批评指正,来函请寄福建省泉州市 77 号信箱张丕灶收,邮编 362000,电话 13799898661,0595-22592252(宅)。

编著者

2007 年 7 月



目 录

第一章 中波发射机故障与维修概论	1
第一节 中波发射机故障分类与发生规律	1
一、中波发射机故障分类	1
二、中波发射机故障发生规律	1
第二节 电子元器件的失效与检测	2
一、常用元器件的失效机理	3
二、常用元器件检测方法	11
三、集成电路常见故障及检测	14
第三节 中波发射机常用检测仪器和基本检测方法	21
一、人体器官直接检查法	21
二、万用表	22
三、示波器	23
四、函数信号发生器	28
五、扫频信号发生器	29
六、频谱分析仪	30
七、8888/8889/8890 红外线温度测量器	31
八、ABS-3A 调幅广播发射机智能测试仪	33
九、1210 数字频率计	42
十、其他仪器	44
十一、基本检测方式	45
第四节 中波发射机故障诊断法	46
一、确认故障症状	46
二、划定故障范围	47
三、查找故障电路	48
四、确定故障元件	51
五、故障消除	52
六、故障分析	52
第五节 中波固态机故障诊断注意事项	53
一、测试时应注意的问题	53
二、测试的安全防护	54
第六节 中波发射机的技术维护	55
一、营造良好的发射机运行环境是安全、优质播出的基本条件	55
二、技术维护的基本项目	58

三、定时方式是发射机维护工作的基本方式	63
四、编制合理实用的维护计划是搞好维护工作的基础	64
五、提高技术队伍的素质是安全优质广播的重要保证	67
六、维护工作注意事项	68
七、电烙铁的选用与焊接技巧	71
第七节 中波广播发射台设备测量周期和技术指标等级	74
一、中波广播发射台设备运行技术指标的测量周期	74
二、中波广播发射台设备运行技术指标等级	74
附录一 广播发射机输出功率测量误差修正方法	75
附录二 调幅广播发射机运行技术指标测量方法	78
第二章 数字式调幅中波发射机的调整与维修	85
第一节 主要单元电路的调测	85
一、高频前级调测	85
二、射频功放检测方法	87
三、推动级电源调压器 A22 的调测	91
四、直流稳压器板 A30 的调测	92
五、音频输入板 A35 的调测	94
六、A/D 转换板 A34 的调测	97
七、输出监测板的调试	100
第二节 DX 系列中波发射机整机调试方法	103
一、准备工作	103
二、槽路调测	104
三、加低压	107
四、加高压	108
五、天线驻波比跳闸门限设置	110
六、天线驻波比零位调整	110
七、带通滤波器零位调整	111
八、调制 B—电压检查调整	111
九、A/D 相位检查	112
十、高功率的初始调谐	112
十一、输出网络接点最后设定	112
十二、调制 B—的总调	116
十三、发射机的改频	117
第三节 发射机的安装和调整	122
一、发射机的安装	122
二、发射机的调整	132
第四节 DX 系列中波机电路板的更换	138
一、不需要调整的电路板	138
二、更换前需预置开关位置或跳线插头的电路板	138
三、需要调整的电路板	140

四、更换板子拆装程序	148
第五节 DX 系列中波机故障的应急处理	150
一、发生过荷时的处理	150
二、前置放大器故障	151
三、高压电源过流	151
四、高频过激励或欠激励	151
五、反射电压偏大	151
六、高频放大器故障	154
第六节 DX 系列中波机常用测试点和指标调整	156
一、音频通通常用测试点	156
二、载频测试点	159
三、三项指标的调测	159
第七节 DX 系列中波发射机典型故障的诊断	163
一、DX 系列中波发射机的故障分类与简要说明	163
二、典型故障诊断方法	167
第八节 DX 系列中波发射机故障处理汇编	202
一、DX 系列中波发射机故障处理之回顾	202
二、DX 系列中波发射机故障处理汇编	205
第九节 M^2W 发射机原理浅释	219
一、基本调制方式	219
二、合成方式	220
三、量化补偿方式	220
四、信号处理系统	221
五、循环调制器	226
六、浮动载波工作方式	229
第十节 M^2W 发射机的改频与维修	234
一、TMW 2050 型发射机改频	234
二、 M^2W 200 kW 发射机的几类故障现象及其分析与处理建议	236
三、 M^2W 100 kW 发射机驱动电源故障处理	238
附录一 数字式调幅中波发射机功率合成电路基本计算	241
第三章 上广型脉宽调制中波发射机的调整与维修	244
第一节 TS 系列中波发射机主要单元电路的检测与调整	244
一、射频激励信号源的检测	244
二、中间放大器的检测和调谐	244
三、功放小盒的检测与维护	245
四、调制推动器的检测与调整	247
五、控制监测板的检测与调整	249
第二节 整机调整	250
一、测试仪器和设备	250
二、调试程序	250

三、功能试验及指标测试	256
第三节 射频网络分析与改频调整	257
一、高频激励器网络分析与调整	258
二、数字频率合成激励器的预置	260
三、中间放大器调谐网络	261
四、末级输出网络	262
第四节 常用测试点与指标调测	263
一、常用测试点	263
二、三项指标的调测	265
第五节 上广型脉宽机故障处理汇编	270
一、中间放大器故障	270
二、调制推动器故障	270
三、调制功放板常见故障	271
四、功率合成和末级输出网络故障	273
五、电源故障	274
六、电控故障	275
第四章 哈广型脉宽调制中波发射机的调整与维修	283
第一节 主要单元电路的检测与调整	283
一、主振板、同步信号板元件预置表	283
二、主振板的调测	286
三、同步信号板的调测	287
四、调制器板的调测	287
第二节 整机联调	289
一、调试仪器	289
二、调试程序	289
三、指标测试及功能试验	294
第三节 发射机设备的安装与调试	296
一、首次开机前静态检查	296
二、首次开机加电检查	297
第四节 常用测试点和发射机的检修与维护	298
一、常用测试点	298
二、发射机的检修与维护	303
三、技术指标维护	306
第五节 常见故障处理	306
一、常见故障索引	306
二、常见故障处理	307
第六节 GZ-G3K-II 型中波发射机故障处理汇编	308
一、激励器故障	309
二、RF 驱动放大器故障	309
三、调制器板故障	311

四、显示部分故障	311
五、功放/调制部分故障	312
六、功率合成/滤波器部分故障	315
七、电源部分故障	315
八、控制板部分故障	316
第五章 天调网络的设计安装调整与维护	317
第一节 中波发射天线的输入阻抗	317
一、中波阻抗测试仪 RG-4 和 OIB-3 的原理使用与保养	317
二、边框 50 cm、高度 76 m 中波天线的输入阻抗	327
三、自立式中波塔阻抗测试值	329
四、低特性阻抗天线	331
第二节 天馈线阻抗匹配	332
一、失配时的反射量和匹配的阻抗容限	332
二、高频网络的计算和分析方法	333
三、天线调配网络的计算和选择	342
四、天馈线匹配的调整方法	348
第三节 长线的天线效应	352
一、发射天线的接收效应	352
二、射频电缆的接收效应	353
三、电话线的接收效应	354
四、视频电缆的接收效应	354
第四节 高频回馈的抑制	354
一、串联谐振电路	354
二、并联谐振电路	355
三、广谱泄漏电路	355
四、阻塞网络	356
五、泄漏网络	357
六、带通滤波器	357
七、高频回馈抑制措施的选择与统筹安排	357
第五节 边带反射	358
一、边带反射的症状	359
二、产生边带反射的原因	360
三、防止和抑制边带反射的措施	361
附录一 伞形加顶天线的设计	366
第六节 中波发送系统的防雷措施	369
一、雷电的特性	369
二、天线的防雷措施	370
三、交流电力系统的防雷措施	371
四、天调网络的防雷措施	375
五、馈管避雷器	378

六、发射机的防雷措施	379
第七节 多频分馈共塔	379
一、阻塞网络	379
二、双重馈电网络	384
三、两频分馈共塔网络的设计与调整	385
四、三频分馈共塔	386
第八节 定向天线	387
一、典型定向天线	387
二、中波四塔、八塔定向天线调试方法	393
第九节 不定向中波发射天线天调网络的设计安装与调整	397
一、不定向天线天调网络的设计	397
二、天调网络元件的选择和安装	400
三、天调网络的调整	400
四、中波固态机天调网络的验收	401
第十节 中波天馈线系统的维护	403
一、中波天馈线系统的电气维护指标	403
二、中波天馈线及塔桅结构的维护要求	404
三、中波天馈线系统的日常维护项目及周期	406
四、天馈线故障处理汇编	408
附录一 中波天线地网接地不良对 DX-600 中波发射机的影响	410
参考文献	412
全固态中波发射机系列培训教材简介	413
《全固态 PDM 中波发送系统原理与维护》目录	414
《数字式调幅中波发射机》目录	416
《全固态脉宽调制中波发射机》目录	418
《全固态脉宽调制中波发射机》堪误表	419
后记	422



第一章 中波发射机故障与维修概论

第一节 中波发射机故障分类与发生规律

中波发射机是由具有特定功能的电子元件组合成的,其中每个元件都有自己特定的作用。如果某个元件损坏,发射机的功能必将发生变化。我们将电路系统丧失规定功能的现象称为电路故障。电路参数的变化必然伴随电路功能的变化,根据电路参数变化来辨别电路故障的过程,称为发射机故障诊断。故障诊断的过程实际上就是从故障现象出发,通过反复测试、回溯推理,做出分析判断,逐步找出故障原因的过程。

一、中波发射机故障分类

故障可以按不同的原则进行分类:

1. 按故障的程度可以分成软故障和硬故障。软故障又称为渐变故障或部分故障,指元件参数超出容差范围而造成的故障。这时元件功能通常并没有完全丧失,而仅仅引起功能的变化。例如,一个 $5.6(1 \pm 5\%) \text{ k}\Omega$ 的电阻,其实测值为 $6 \text{ k}\Omega$;一个漏电流不许超过 $10 \mu\text{A}$ 的 $6 \mu\text{F}/12 \text{ V}$ 的电解电容器,其实测漏电流为 $150 \mu\text{A}$ 。这两个例子都可以认为是软故障,因为它们并没有导致电路功能的完全丧失。当然,软故障有时是可以容忍的,有时则难以容忍,特别是当故障元件处于电路关键之处时。对软故障,通常除了要判定故障元件之外,还应计算元件参数对标称值的偏离量。硬故障又称为突变故障或完全故障,例如一个电阻阻值变得特别高甚至开路,一个二极管阳极与阴极短路等。这样的故障往往引起电路功能的完全丧失、直流电平的剧烈变化等现象。对这种故障通常只要判定故障位置即可。

2. 按故障存在的时间可以分为永久性故障和间歇性故障。永久性故障是指一旦出现就长期存在的故障,在任何时刻进行检测均可检测到。间歇性故障是指在某种特定条件下才出现的或随机性的、存在时间短暂的故障,由于难以把握其出现的规律与时机,这种故障不易检测。

3. 按故障同时出现的数量又可分为单故障和多故障。若某一刻仅有一个故障称为单故障,若同时发生若干个故障则称为多故障。通常诊断多故障比诊断单故障更为困难。

二、中波发射机故障发生规律

研究发射机的故障,也要研究故障出现的客观规律,分析发射机发生故障的原因,以便进一步提高发射机的可靠性和可维修性。一台设备出现故障虽然是随机事件,是偶然发生的,但是大量产品的故障却呈现出一定的规律性。从产品的寿命特征来分析,大量使用和试验结果

表明,发射机故障率曲线的特征是两端高、中间低,呈浴盆状,称之为“浴盆曲线”,如图 1.1.1 (a)所示。

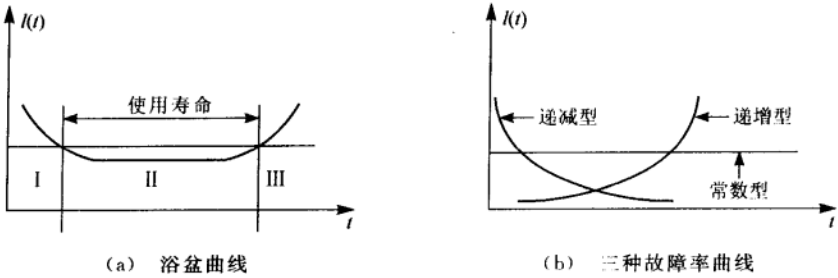


图 1.1.1 故障率曲线

从曲线上可以看出,发射机的故障率随时间的发展变化大致可分为 3 个阶段:

(1)初用故障期。初用故障出现在产品开始工作的初期,这一阶段称为初用故障期。在此阶段发射机故障率高、可靠性低,但随工作时间的增加故障率会迅速下降。发射机发生初用故障主要是由于设计、制造工艺上的缺陷,或者是由于元件和材料结构上的缺陷。

(2)偶然故障期。偶然故障出现在初用故障期之后。此阶段是发射机的正常工作期,其特点是故障率比初用故障率小得多,而且稳定,故障率几乎与时间无关,近似为一常数。通常所指的产品寿命就是指这一时期。这个时期的故障是由偶然不确定因素所引起的,故障发生的时间也是随机的,故称为偶然故障。

(3)衰老故障期。衰老故障出现在产品的后期。此阶段的特点刚好与初用故障期相反,故障率随工作时间增加而迅速上升。衰老故障是由产品长期使用而产生的损耗、磨损、老化、疲劳等因素所引起的,是构成发射机元器件的材料长期工作中不可逆的化学、物理变化所造成的。

上述说法是大量发射机的统计规律,对于个别发射机不一定都出现上述 3 个阶段。“浴盆曲线”也可做如下解释:在成批设备中,有些发射机故障率曲线是递增型的,有些是递减型的,而有些是常数型的,宏观表现出来的规律是 3 种故障率曲线叠加而成的,如图 1.1.1 (b)所示。

第二节 电子元器件的失效与检测

发射机是由各种元器件组成的,其复杂程度的显著标志是所需元器件数量的多少。人们在故障诊断实践中发现,元件损坏的现象是多种多样的,但是造成损坏的原因主要有两个:一是不正常的电气条件,二是不正常的环境条件。优良的电气条件取决于电路的正确设计。假如元件能够工作在额定的电压、电流和功率范围之内,它的寿命可以延长;假如它过载运用,寿命必然会缩短。环境条件取决于元件周围的工作环境,高温、高湿、机械冲击和震动、高气压与低气压、空气中的尘埃和腐蚀性化学物质等都可能影响元件的寿命。例如一个安装在连续热循环系统中的元件是很容易脆化的,如果再遇到机械震动就可能开路。为了减少恶劣环境的影响,我们应对电路结构进行精心设计。元件损坏的另一种常见原因是高压启动脉冲或“尖峰信号”。它们是由电感负载接通而造成的,很容易击穿半导体器件 PN 结。发射机的故障大约

有 80%是硬故障,其中又有 60%~80%是电阻开路、电容短路以及三极管和二极管等引线的开路或短路等造成的,这样人们自然会想到,发射机所用的元器件数量越多,其可靠性问题就越严重。因此,为保证发送系统能可靠的工作,对元器件可靠性的要求非常高、非常苛刻,可靠性指标已经开始成为元器件的重要的质量指标之一。元器件的可靠性是发送系统可靠性的基础,因而了解元器件的可靠性、分析元器件的失效机理、掌握常用元器件的检测方法是电子电路故障诊断技术的重要任务之一。

一、常用元器件的失效机理

(一)半导体器件失效机理

半导体器件失效模式大致可划分为 6 大类,即开路、短路、无功能、特性劣化、重测合格率低和结构不好等,最常见的有烧毁、管壳漏气、管腿腐蚀或折断、芯片表面内涂树脂裂缝、芯片粘结不良、键合点不牢或腐蚀、芯片表面铝腐蚀、铝膜伤痕、光刻/氧化层缺陷、漏电流大、阈值电压漂移等。如果将器件品种按失效模式不同分类做出累积数值图,就能准确地找出主要问题并提出针对性改进措施。

按照起因可将失效机理分为以下 6 种:

- (1)设计问题引起的劣化 指线路板、电路和结构等方面的设计缺陷;
- (2)体内劣化机理 指二次击穿、CMOS 闭锁效应、中子辐射损伤、重金属玷污和材料缺陷引起的结构性能退化、瞬间功率过载等;
- (3)表面劣化机理 指钠离子玷污引起沟道漏电、 γ 辐射损伤、表面击穿(蠕变)、表面复合引起小电流增益差减小等;
- (4)金属化系统劣化机理 指铝电迁移、铝腐蚀、铝划伤、铝缺口、台阶断铝、过电应力烧毁等;
- (5)封装劣化机理 指管腿腐蚀、漏气、壳内有外来物引起漏电或短路等;
- (6)使用问题引起的损坏 指静电损伤、电浪涌损伤、机械损伤、过高温度引起的破坏、干扰信号引起的故障、焊剂腐蚀管腿等。

1. 各类晶体管的失效机理

各类晶体管与其失效机理的对应关系如表 1.2.1 所示。

表 1.2.1 晶体管失效机理

有 对 应 关 系 管 子 类 型	失 效 机 理	污 染	体 积	基 片 键 合	倒 置	沟 道	参 数 漂 移	粒 子	气 密 性	基 片 破 裂	封 装 缺 陷	引 线 过 长	外 引 线 缺 陷	引 线 键 合	氧 化 物 缺 陷	金 属 化	第 二 次 击 穿
硅合金管		√		√			√	√	√	√	√	√					
硅扩散管			√	√	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√
硅平面外延管			√	√	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√
锗扩散管		√	√	√			√		√	√	√	√	√	√	√	√	
锗合金管		√		√			√	√	√	√	√	√					
锗台面管		√		√			√		√	√	√	√	√	√		√	

2. 集成电路的失效机理

集成电路的失效机理与筛选项目的关系如表 1.2.2 所示。

表 1.2.2 集成电路失效机理与筛选项目的关系

有对应关系 主要失效机理	筛选项目											
	高温储存	热冲击力	反偏压	检漏	工作寿命试验	离心加速度	冲击	振动	温度循环	电测	目测	X射线试验
划分错位					✓					✓		
表面或电阻率不均匀					✓	✓				✓		
污 染	✓		✓		✓				✓	✓	✓	
龟裂、刻痕、碎裂、针孔									✓	✓	✓	
纯化缺陷	✓				✓				✓		✓	
光刻清洗、切割不良	✓									✓	✓	
扩散掺杂控制不当	✓				✓				✓	✓		
金属化	✓				✓				✓	✓	✓	
芯片分选龟裂、碎裂		✓				✓	✓	✓	✓		✓	
芯片键合					✓	✓	✓	✓			✓	✓
引线键合	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
密封不良或残存金属物				✓								
可伐玻璃封装龟裂、空洞	✓			✓					✓	✓		✓
封装气体不当	✓		✓		✓				✓			
标记不对										✓		

(二) 固态器件 MOSFET 的损坏机理和老炼

较电子管而言, 固态器件对振动应变力的抗力较好, 但对电应变力和对温度应变力的抗力较差。

尽管固态器件非常可靠, 但由于环境变化和电压过大的影响, 还是很容易损坏的。固态器件是广播发射机中最易损坏的部件。

固态器件的失效规律和电子管有很大不同, 所以采用的维护方式也不同。下面简略介绍固态器件失效的论点, 供读者辨别和选用。

1. 新失效率曲线

如图 1.2.1 所示。其特点有:

①失效率及其下降速率随着使用时间的增加而下降。

②在足够长时间内不出现失效率曲线上翘的衰老期。“足够长”是指在一般使用寿命中均不必考虑这个时期。

③不同设计、生产、安装调试水平对应不同的失效率曲线。图 1.2.1 中 A、B、C 三条不同

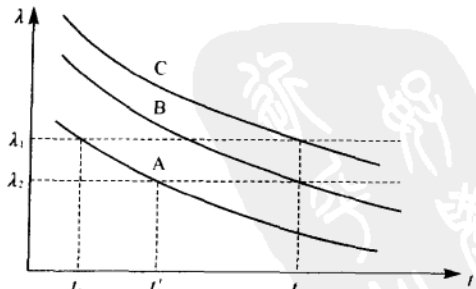


图 1.2.1 新失效率曲线