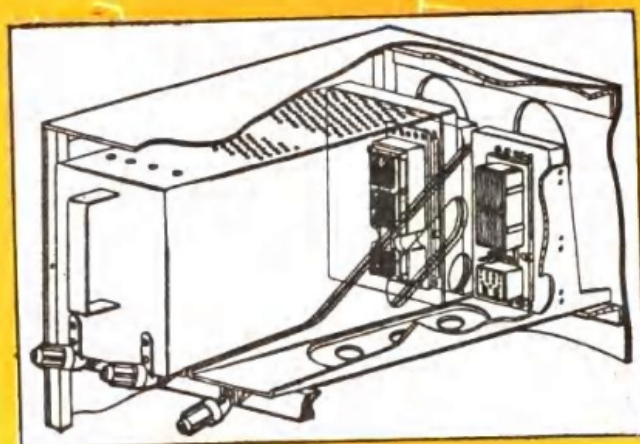


# 航空电子设备 结构设计

任苏中 编



航空工业出版社

31605801

V243  
20

# 航空电子设备结构设计

任苏中 编

航空工业出版社

---

(京)新登字161号

## 内 容 提 要

本书以提高我国航空电子设备结构设计水平、缩短与世界水平差距为指导思想,比较全面地阐述在飞行环境条件下,电子设备结构设计的地位和作用;结合航空的特点,较详细地介绍电子设备结构设计具体内容:标准化系列化外形尺寸、外部结构、内部结构、印制电路板热设计、热测试过程、矩形电连接器、安装架(柜)、雷达天线等;简要说明微型计算机辅助设计在航空电子设备结构设计中的应用和典型结构实例;并附有国内相关标准和航空电子设备结构设计常用的中外铝及铝合金牌号对照表。

本书供航空电子设备结构设计人员使用,也可供其他有关部门电子设备结构设计人员、有关领导、科研和教学工作者参考。

## 航空电子设备结构设计

任苏中 编

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号)

—邮政编码: 100029—

全国各地新华书店经售

航空工业出版社印刷厂印刷

1992年8月第1版

1992年8月第1次印刷

开本: 787×1092毫米 1/16

印张: 10

印数: 1—2000

字数: 252千字

ISBN 7-80046-464-4/V·112

定价: 9.00元

# 序 言

航空电子设备从简单到复杂,从单台到系统,发展至今已成为飞机的重要组成部分,其性能的优劣对飞机的作战性能及经济性、安全性和舒适性起着极为重要的作用,在某些特定的条件下甚至会起决定性作用。近年来世界上爆发的数次局部战争,包括1991年的海湾战争已充分证明这点。

航空电子设备的结构性能是整个电子设备性能的基础。电气性能先进的电子设备,如果结构设计不合理在飞行中往往承受不了各种环境要求,而造成整个设备失效,再优越的性能也无法发挥出来。

航空电子设备的结构性能虽然如此重要,但长期以来却囿于种种原因,结构设计总是被附属于电路设计,不认为是一门独立的专业而给以应有重视。恰恰是这方面的不足使得航空电子设备的性能没有得到充分发挥。本书的出版必将引起有关方面对结构设计的重视,了解它是内容广泛、地位重要的边缘学科,应长期投入足够的人力物力予以研究和实践。

国内已发行的数种《电子设备结构设计》书刊中,比较缺乏航空方面电子设备结构设计内容。论述航空电子设备结构设计的专著更是凤毛麟角。特别是80年代后期,世界各国在航空电子设备结构设计方面发展日新月异,介绍这方面的内容更显得迫切需要,本书的出版无疑是弥补了这个空缺。可以预料必将会引起广大航空电子设备结构设计人员的兴趣和关注,对其它在恶劣环境中如军舰和坦克上工作的电子设备的结构设计,也会有一定的参考价值。

本书除了较全面地阐述了航空电子设备在飞机上的分布,对飞机性能的影响,飞行环境条件,设备外部结构,设备内部结构,电子机械接口和安装架等内容外,还简述了计算机辅助设计在航空电子设备结构设计中的使用。

计算机辅助设计(CAD)是现代结构设计的重要工具,它不仅使结构设计人员摆脱长期使用的丁字尺、绘图板,可以提高速度和图纸质量,更重要的是把以往的各种经验和需要贯彻的各类标准、规范及其有关数据存入数据库,因而使用时可以方便地调用,这将大大提高设计的水平和质量。进一步和计算机辅助制造、计算机辅助管理相联,将构成计算机集成制造系统的一部分。毫无疑义,本书的出版必将推动航空电子设备结构设计人员对CAD的应用给以更多的重视。

我国航空电子设备随着航空工业的发展而逐步发展,建国43年来,成绩蔚然。但是也应该清醒地看到,与当代世界先进的技术水平相比,尚有相当的差距。希望通过本书的发行,能对广大航空电子设备结构设计领域的有关人员有所促进,激发积极性和创造性,从而提高航空电子设备结构设计水平,不断推动其发展,为我国航空工业作出更大贡献。

金德琨

1992.2

# 前 言

众所周知,现代航空电子设备性能在飞机性能中占有愈来愈重要地位,评价任何飞机性能时,必须同时考虑飞机上配备的各种电子设备水平。同样的飞机和发动机,安装不同性能的电子设备,其作战能力和运输性能则有很大差异。

电子设备的性能是由电气性能和结构性能两部分组成的。电子设备的结构性能是严酷的飞行气候条件下电子设备正常工作的重要保证。

航空电子设备结构设计属于机电一体化范畴,是一门内容广泛的边缘学科,内容涉及飞机结构、航空环境条件、机械、传动、电子、电磁、结构动静力学、材料、化学防腐、人机工程、光学和热学等多门学科。

国外航空工业较发达的国家,早在50年代起,就投入大量的人力和财力,进行长时间的探讨和研究,将航空电子设备结构设计形成一门新的学科,建立一个新的制造业,以适应飞速发展的航空工业要求。

我国有关单位通过实践,也开始逐步重视航空电子设备结构设计作用,开展了预研工作。

目前,国内尚无较完整的全面阐述航空电子设备结构设计的中文本或译文本,本书的出版将使广大航空电子设备结构设计人员比较详细地了解目前国内外航空电子设备结构设计内容,有助于结合我国国情和具体条件,提高结构设计水平,缩短与世界先进水平差距。

本书的编写过程中,得到航空航天部机载设备总公司及其所属科研院所、厂有关领导、专家、学者及工程技术人员的支持和帮助,特别是航空航天部段子俊老部长为本书题写了书名,机载设备总公司金德琨总工程师为本书写了序言,机载设备总公司有关领导时刻关心、热情帮助和支持本书从头至尾的出版工作,在此一并表示衷心的感谢。

参加本书编写的同志还有:苏隆清、王聖培(第一章),张孟瑞、王健石(第三章)、周冠杰(第七章)、刘凯利(第八章),最后由任苏中统一编著。

限于我们的水平和编印时间的短促,搜集材料有限,书中错误、缺点和不当之处,敬请各方面专家和读者批评指正。

编 者

1991.12

# 目 录

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| 第一章 概 论.....                   | (1)  |
| 第一节 航空电子设备性能在飞机性能中所占的地位.....   | (1)  |
| 一、航空电子设备使用性能.....              | (1)  |
| 二、航空电子设备设计性能.....              | (1)  |
| 三、航空电子设备价格性能.....              | (1)  |
| 第二节 航空电子设备结构性能在电子设备性能中的地位..... | (1)  |
| 第三节 航空电子设备发展简介.....            | (2)  |
| 第四节 航空电子设备范围.....              | (2)  |
| 一、通信系统(通信/导航/识别系统).....        | (3)  |
| 二、导航系统(导航/轰炸(攻击)综合系统).....     | (3)  |
| 三、座舱显示控制纪录系统.....              | (4)  |
| 四、探测系统.....                    | (4)  |
| 五、电子对抗系统.....                  | (5)  |
| 六、信息综合系统.....                  | (5)  |
| 第五节 航空电子设备的环境条件.....           | (5)  |
| 一、航空电子设备在飞机上的安装布局.....         | (5)  |
| 二、航空电子设备环境条件.....              | (8)  |
| (一)机械环境.....                   | (9)  |
| (二)气候条件.....                   | (9)  |
| (三)电磁环境(电磁兼容性要求).....          | (11) |
| 第二章 航空电子设备外部结构.....            | (12) |
| 第一节 外形尺寸.....                  | (12) |
| 一、标准化系列化外形尺寸的重要性.....          | (12) |
| 二、标准化系列化外形尺寸.....              | (14) |
| (一)美国.....                     | (14) |
| (二)前苏联.....                    | (19) |
| (三)其他国家.....                   | (20) |
| (四)我国航空电子设备的标准化、系列化外形尺寸.....   | (20) |
| 第二节 总体结构形式.....                | (22) |
| 一、书页式(折叠式)总体结构.....            | (22) |
| 二、积木式(框架式)总体结构.....            | (23) |
| 三、插板式(插箱式)总体结构.....            | (23) |

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 四、总体结构选择原则.....               | (23) |
| <b>第三节 外部结构形式</b> .....       | (24) |
| 一、前面板、手柄和前紧定钩.....            | (24) |
| (一) 前面板.....                  | (24) |
| (二) 手柄.....                   | (24) |
| (三) 前紧定钩.....                 | (25) |
| 二、外壳.....                     | (26) |
| (一) 通风式.....                  | (27) |
| (二) 封闭式.....                  | (27) |
| 三、后板.....                     | (27) |
| 四、底板.....                     | (27) |
| <b>第四节 常用金属材料</b> .....       | (28) |
| 一、铝合金板材.....                  | (28) |
| 二、铸造铝硅合金.....                 | (29) |
| <b>第三章 航空电子设备内部结构形式</b> ..... | (30) |
| <b>第一节 概述</b> .....           | (30) |
| <b>第二节 冲击式内部结构</b> .....      | (30) |
| 一、结构特点.....                   | (30) |
| 二、冷却气流通道.....                 | (30) |
| 三、起拔器.....                    | (31) |
| (一) 弹性起拔器.....                | (31) |
| (二) 尼龙起拔器.....                | (31) |
| (三) 金属杠杆起拔器.....              | (31) |
| (四) 金属内藏起拔器.....              | (32) |
| 四、印制电路板导轨.....                | (32) |
| (一) 作用.....                   | (32) |
| (二) 弹性导轨.....                 | (32) |
| (三) 固定导轨.....                 | (32) |
| 五、特种导轨——零插拔力连接器.....          | (33) |
| (一) 特点.....                   | (34) |
| (二) 工作原理.....                 | (34) |
| (三) 材料.....                   | (34) |
| (四) 工作范围.....                 | (34) |
| (五) 外形尺寸.....                 | (35) |
| 六、压接式连接器.....                 | (35) |
| (一) 特点.....                   | (35) |
| (二) 压接式原理.....                | (35) |
| (三) 压接式插针结构.....              | (35) |

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| (四) 压接式插针优点.....                   | (36) |
| <b>第三节 冷板式内部结构</b> .....           | (37) |
| 一、结构特点.....                        | (37) |
| 二、冷却风道.....                        | (37) |
| 三、导热条.....                         | (38) |
| (一) 实心导热条.....                     | (38) |
| (二) 热管.....                        | (39) |
| (三) 平板热管——空心导热条 .....              | (41) |
| <b>第四节 空心板式内部结构</b> .....          | (42) |
| 一、结构特点.....                        | (42) |
| 二、冷却风道.....                        | (42) |
| 三、空心板式典型结构——现场可互换模块LRM.....        | (42) |
| <b>第五节 印制电路板热设计</b> .....          | (43) |
| 一、散热效率.....                        | (43) |
| (一) 元器件的允许结温.....                  | (43) |
| (二) 冷却气流的速度 .....                  | (43) |
| (三) 热阻分析.....                      | (44) |
| 二、印制电路板冷却参数计算.....                 | (44) |
| 三、印制电路板不同冷却方式热设计.....              | (45) |
| (一) 冲击式印制电路板热设计 .....              | (45) |
| (二) 冷板式印制电路板热设计 .....              | (46) |
| (三) 空心板式印制电路板热设计 .....             | (46) |
| (四) 印制电路板不同冷却方式能力比较 .....          | (47) |
| (五) 允许压降的重要性 .....                 | (49) |
| (六) 气流冷却方式的局限性 .....               | (49) |
| (七) 航空电子设备致冷方向 .....               | (49) |
| <b>第四章 航空电子设备电连接器</b> .....        | (50) |
| <b>第一节 矩形电连接器概述</b> .....          | (50) |
| 一、DP 型矩形电连接器.....                  | (50) |
| (一) 特点.....                        | (50) |
| (二) DP型矩形电连接器安装 .....              | (51) |
| 二、600型矩形电连接器.....                  | (52) |
| (一) 特点.....                        | (52) |
| (二) 600型矩形电连接器安装 .....             | (53) |
| <b>第二节 600 型矩形电连接器的结构和选用</b> ..... | (55) |
| 一、民用600型矩形电连接器特性.....              | (55) |
| (一) 性能.....                        | (55) |
| (二) 规格.....                        | (56) |

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| (三) 前后拆卸.....                  | (60) |
| (四) 代号组成.....                  | (60) |
| (五) 选用示例.....                  | (60) |
| (六) 各种民用600型矩形电连接器型号对照.....    | (60) |
| 二、军用600型矩形电连接器特性.....          | (60) |
| (一) 性能.....                    | (62) |
| (二) 规格.....                    | (63) |
| (三) 插头插座配合尺寸.....              | (68) |
| (四) 代号组成.....                  | (69) |
| (五) 选用示例.....                  | (69) |
| <b>第三节 矩形电连接器接插件压接工具</b> ..... | (71) |
| 一、压接工具代号.....                  | (71) |
| 二、手动压接钳和剥线端接器组成.....           | (72) |
| 三、手动压接钳压接工序.....               | (73) |
| 四、手动压接钳的维护.....                | (74) |
| <b>第五章 航空电子设备安装架</b> .....     | (75) |
| <b>第一节 概述</b> .....            | (75) |
| <b>第二节 安装架结构件</b> .....        | (76) |
| 一、安装架的受力变形.....                | (76) |
| 二、加强座体结构件强度的设计.....            | (77) |
| <b>第三节 安装架前紧定装置</b> .....      | (77) |
| 一、前紧定装置结构分析.....               | (78) |
| (一) 种类.....                    | (78) |
| (二) 分类介绍.....                  | (78) |
| 二、前紧定装置限力螺母.....               | (83) |
| 三、前紧定装置参考尺寸.....               | (85) |
| <b>第四节 安装柜结构</b> .....         | (86) |
| 一、概述.....                      | (86) |
| 二、安装柜结构组成.....                 | (86) |
| (一) 安装柜分类.....                 | (86) |
| (二) 安装柜前紧定装置位置.....            | (86) |
| (三) 安装柜导轨间距.....               | (87) |
| 三、冷却管道.....                    | (87) |
| 四、支架条.....                     | (87) |
| 五、安装柜布局.....                   | (87) |
| <b>第五节 安装架减振器</b> .....        | (88) |
| 一、概述.....                      | (88) |
| 二、减振器的分类.....                  | (89) |

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 三、减振器选用.....                   | (90)         |
| 四、钢丝减振器.....                   | (90)         |
| <b>第六章 航空电子设备热测试 .....</b>     | <b>(91)</b>  |
| <b>第一节 热设计规定.....</b>          | <b>(91)</b>  |
| 一、航空电子设备最大允许热耗.....            | (91)         |
| 二、热设计规定.....                   | (91)         |
| <b>第二节 热测试条件.....</b>          | <b>(92)</b>  |
| 一、航空电子设备的专用测试设备.....           | (92)         |
| (一) 测试箱.....                   | (92)         |
| (二) 测试仪器精度.....                | (93)         |
| 二、温度测量技术.....                  | (94)         |
| (一) 表面温度测量技术.....              | (94)         |
| (二) 环境温度测量技术.....              | (95)         |
| (三) 气流总温度测量技术.....             | (95)         |
| 三、冷却气流.....                    | (95)         |
| <b>第三节 热测试的测量.....</b>         | <b>(96)</b>  |
| 一、测试点位置.....                   | (96)         |
| (一) 温度.....                    | (96)         |
| (二) 压力.....                    | (97)         |
| (三) 质量单位流量.....                | (97)         |
| (四) 湿度.....                    | (97)         |
| (五) 功率.....                    | (97)         |
| (六) 功能.....                    | (97)         |
| 二、测试过程.....                    | (97)         |
| (一) 测试环境和要求.....               | (97)         |
| (二) 测试设备要求.....                | (97)         |
| (三) 强迫冷却气流向上流动的测试.....         | (98)         |
| (四) 强迫冷却气流向下流动的测试.....         | (99)         |
| (五) 无强迫冷却气流的测试.....            | (100)        |
| 三、测试报告.....                    | (100)        |
| <b>第七章 航空电子设备机载雷达天线结构.....</b> | <b>(101)</b> |
| <b>第一节 机载雷达天线分类.....</b>       | <b>(101)</b> |
| 一、机械扫描雷达天线.....                | (101)        |
| (一) 概述.....                    | (101)        |
| (二) 抛物面天线.....                 | (102)        |
| (三) 平板裂缝天线.....                | (102)        |
| 二、电子扫描雷达天线.....                | (104)        |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| (一) 混合式相控阵雷达天线.....          | (104) |
| (二) 空间馈电式相控阵雷达天线.....        | (105) |
| (三) 全固态电路相控阵雷达天线.....        | (105) |
| (四) 相控阵雷达天线优缺点及发展方向 .....    | (105) |
| <b>第二节 天线罩结构</b> .....       | (106) |
| 一、天线罩材料.....                 | (106) |
| 二、表面处理.....                  | (106) |
| 三、天线罩蒙皮蜂窝夹层厚度.....           | (107) |
| <b>第三节 天线座结构</b> .....       | (107) |
| 一、液压驱动 .....                 | (108) |
| 二、液压马达.....                  | (110) |
| 三、伺服阀.....                   | (110) |
| 四、俯仰轴长度.....                 | (111) |
| <b>第四节 馈电网络结构</b> .....      | (113) |
| 一、波导截面.....                  | (113) |
| 二、波导截面几何形状要求.....            | (113) |
| 三、波导管的变形.....                | (114) |
| <b>第五节 预警机监视雷达天线结构</b> ..... | (115) |
| 一、旋罩结构.....                  | (116) |
| 二、转台结构.....                  | (117) |

## 第八章 航空电子设备结构微型计算机辅助设计

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| (Computer Aided Design——CAD)..... | (118) |
|-----------------------------------|-------|

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| <b>第一节 概述</b> .....                  | (118) |
| 一、计算机辅助设计的作用.....                    | (118) |
| 二、计算机辅助设计的前景.....                    | (118) |
| <b>第二节 微型计算机辅助设计</b> .....           | (119) |
| 一、简介.....                            | (119) |
| (一) Auto CAD.....                    | (119) |
| (二) PD CAD.....                      | (119) |
| 二、Auto CAD和PD CAD比较.....             | (120) |
| (一) Auto CAD和PD CAD相同之处 .....        | (120) |
| (二) Auto CAD和PD CAD不同之处 .....        | (121) |
| <b>第三节 航空电子设备前紧定钩微型计算机辅助设计</b> ..... | (123) |
| 一、前紧定钩二维制图编程 .....                   | (123) |
| (一) Auto CAD二维制图编程.....              | (123) |
| (二) PD CAD二维制图编程 .....               | (125) |
| 二、前紧定钩三维立体造型编程.....                  | (127) |
| (一) 三维立体线框编程 .....                   | (127) |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| (二) 三维立体成面编程 .....                 | (128) |
| (三) 立体造型编辑 .....                   | (128) |
| <b>第九章 航空电子设备结构设计实例</b>            |       |
| <b>第一节 某综合显示系统组成、易维修性及布局</b> ..... | (129) |
| 一、某综合显示系统组成 .....                  | (129) |
| 二、易维修性 .....                       | (129) |
| 三、显示系统的布局 and 连接 .....             | (129) |
| 四、新一代综合显示系统的布局 .....               | (130) |
| <b>第二节 显示信息处理计算机结构设计</b> .....     | (131) |
| 一、设计参数 .....                       | (131) |
| 二、显示信息处理计算机结构 .....                | (132) |
| <b>第三节 显示信息处理计算机结构设计图</b> .....    | (133) |
| 一、结构分解图 .....                      | (133) |
| (一) 零件名称、作用和装配关系 .....             | (133) |
| (二) 材料 .....                       | (135) |
| 二、装配图 .....                        | (135) |
| <b>附录</b> .....                    | (138) |
| <b>I、航空电子设备结构设计相关标准</b> .....      | (138) |
| <b>II、中外铝及铝合金材料牌号对照</b> .....      | (140) |
| <b>参考文献</b> .....                  | (145) |

# 第一章 概 论

## 第一节 航空电子设备性能在飞机性能中所占的地位

### 一、航空电子设备使用性能

在60年代以前,评论一架飞机性能往往只介绍飞机机身的气动特性和发动机特性:如飞机机长、翼展、飞行最大马赫数、巡航持续时间、载重量、发动机推力、耗油量等,很少提及飞机上电子设备性能。因为当时飞机上为数不多的几台通讯设备和雷达决定不了飞机的作战性能和运输性能。

几十年来飞机机身和发动机的充分发展使性能日臻完善,各国水平逐渐相近。相对来说,电子技术和微电子技术的发展却日新月异,在短短的几十年内,从电子管、半导体、中规模集成电路和大规模集成电路迅速发展到目前的超大规模集成电路。航空电子设备也随着更新换代。设备的功能增加和性能提高使飞机上的电子设备数量也不断增多,从过去的几台设备发展到十几台或几十台设备。由这些设备和设备组成的系统大大改善和提高了飞机的作战性能和运输的经济效益,使电子设备的性能在飞机性能中占有愈来愈重要的地位。

时至今日,评论某架飞机时,除了飞机和发动机性能外,还必须介绍机上电子设备的型号和性能。换句话说,同样的飞机和发动机,安装不同的电子设备,其作战和运输性能可以完全不同。

### 二、航空电子设备设计性能

传统的飞机设计主要分气动外形、结构强度和发动机三大要素,而当代飞机设计必须同时考虑按系统工程设计航空电子综合系统,进行大量的硬软件开发工作。复杂的航空电子设备系统开发周期一般为十年左右,长于飞机研制的八年左右周期。

为了配合电子技术日益发展的更迭换代,世界各国都投入大量的人力财力,进行长期的预研工作,以研制、设计和生产出各种性能优异的机载航空电子设备来装备飞机。

### 三、航空电子设备价格性能

近代飞机上由于装备了大量的先进电子设备,使电子设备的价格在飞机总价格中所占的比重明显上升,以战斗机为例,从30年前的20%左右上升到今日的50%以上。电子设备本身的价格也在不断增长,其增长速度比飞机价格增长的速度高5倍左右。

## 第二节 航空电子设备结构性能在电子设备性能中的地位

航空电子设备的特性是由电路特性和结构特性两大部分组成。结构特性是电路特性在各

种复杂气候和严酷环境的飞行条件下仍能可靠工作的重要保证。

各种复杂气候和严酷环境包括：冲击、振动、高低温、高低气压、电磁干扰、霉菌和潮湿等。例如为保证某航空任务计算机能承受15g冲击加速度。在结构设计时，必须从元件分布、印制电路板安装、设备外部和内部结构、安装架等方面采取各种措施，保证任务计算机在额定冲击加速度之下能正常工作。由此可见，电气性能再先进的电子设备，没有结构设计来支持，在飞行中因各种环境条件而失效，设备的先进性亦无法发挥出来。

### 第三节 航空电子设备发展简介

航空电子设备几十年来经历了从简单到复杂、从单台到系统的发展过程。国内外的发展简史可以划分为以下几个阶段：

#### 一、40年代（1935～1949年）

国外飞机上安装简单的机械电气仪表。

#### 二、50年代（1949～1955年）

国外飞机上安装机电伺服机构、模拟式计算机、圆锥扫描雷达。

国内处于创建阶段，对已有飞机上的航空电子设备可进行中修和大修。

#### 三、60年代（1955～1965年）

国外飞机上安装综合指引仪表、单台数字式计算机、单脉冲雷达。

国内进入仿制生产阶段，积极掌握航空电子设备生产技术，为开展改型和自行设计创造条件。

#### 四、70年代（1965～1975年）

国外飞机上已装备电子显示仪表、平显、下显、综合显示系统，脉冲多普勒雷达。

国内处于改型和开始自行设计阶段。简化航空电子设备品种，实现系列化。采用新材料、新元件，延长使用寿命，提高产品性能。改进产品结构，改进工艺，提高生产效率，降低成本。

#### 五、80年代（1975～1985年）

国外飞机上已使用数据系统总线传输的数字化综合航空电子系统、座舱综合显示系统。

国内开始自行设计和预研阶段。加强科研设计工作，大力开发新产品，对航空电子设备新领域开展预研工作。

#### 六、90年代（1985～1991年）

国外已使用光-电设备和综合电子战对抗系统。

国内已安装通讯导航识别系统、座舱显示控制记录系统、探测系统、电子对抗系统和信息综合系统。

### 第四节 航空电子设备范围

根据我国航空机载设备系统分类，机载设备分飞行保障设备、动力装置设备、武器设备和电子设备。

电子设备包括六个系统：通信系统、导航系统、信息综合系统、探测系统、座舱显示控

制纪录系统和电子对抗系统。各系统中的电子设备分述如下：

### **一、通信系统（通信/导航/识别系统）**

#### **（一）通信设备**

1. 高频通信设备
2. 甚高频通信设备
3. 超高频通信设备
4. 甚高频、超高频通信设备
5. 高频实时选频通信设备
6. 卫星通信设备
7. 救生通信电台

#### **（二）机内有线通信设备**

#### **（三）通信终端设备**

#### **（四）数传引导设备**

1. 数传/导航/精密测距兼容设备
2. 数传/导航兼容设备

#### **（五）地面协同工作设备**

### **二、导航系统〔导航/轰炸（攻击）综合系统〕**

#### **（一）他备式导航系统**

1. 空中交通管制系统
2. 进场着陆系统
3. 近程导航系统
4. 远程导航系统
5. 区域导航系统
6. 地面协同工作设备

#### **（二）自备式导航系统**

1. 大气数据航位推测系统
2. 航向姿态参考系统
3. 惯性导航系统
4. 多普勒导航系统
5. 天文导航系统

#### **（三）组合导航系统**

1. 惯性/多普勒导航系统
2. 惯性/全球定位系统
3. 惯性/奥米加导航系统
4. 惯性/塔康导航系统
5. 惯性/罗兰导航系统
6. 惯性/天文导航系统

### 三、座舱显示控制记录系统

- (一) 飞行及导航仪表
- (二) 旋翼机升力仪表
- (三) 动力装置仪表
- (四) 电子综合显示仪表
- (五) 其他显示设备
  - 1. 操纵和液压系统仪表
  - 2. 电气系统仪表
  - 3. 环境控制和防护系统仪表
  - 4. 信号装置
  - 5. 照明系统
- (六) 综合控制器
- (七) 参数测量和记录设备
  - 1. 飞行参数测量装置
  - 2. 非电子系统参数监测装置
  - 3. 记录设备

### 四、探测系统

- (一) 雷达
  - 1. 多功能雷达
  - 2. 截击雷达
  - 3. 轰炸(攻击)雷达
  - 4. 地形跟随、地形回避防撞雷达
  - 5. 地形测绘雷达
  - 6. 侦察探测雷达
  - 7. 预警雷达
  - 8. 交会雷达
  - 9. 气象航行雷达
  - 10. 制导照射雷达
  - 11. 雷达测距器
  - 12. 多普勒导航雷达
  - 13. 雷达高度表
  - 14. 二次雷达(识别器)
- (二) 光电探测设备
  - 1. 激光探测装置
  - 2. 红外探测装置
  - 3. 电视探测装置
- (三) 光学探测设备

1. 望远镜

2. 照相机

(四) 反潜探测设备

1. 水声探测装置

2. 磁异探测器

3. 烟迹检测器

4. 放射性检测器

**五、电子对抗系统**

(一) 电子侦察系统

1. 雷达侦察系统

2. 光电侦察系统

3. 电子侦察系统

(二) 威胁告警系统

1. 雷达警戒设备

2. 地对空导弹发射告警设备

3. 光电警戒设备

4. 后向有源警戒设备

(三) 电子干扰系统

1. 有源干扰系统

2. 无源干扰系统

3. 电子干扰吊舱

(四) 摧毁式反辐射系统

**六、信息综合系统**

(一) 数据总线

(二) 系统软件

(三) 系统任务计算机

(四) 综合显示控制器

(五) 各电子系统

(六) 各非电子系统

## 第五节 航空电子设备的环境条件

航空电子设备的环境条件由电子设备在飞机上安装的位置和飞机所处的环境所决定。

### 一、航空电子设备在飞机上的安装布局

(一) 设备布局

飞机上的电子设备应尽可能地相对集中于专门设计的各种电子设备舱内,使设备可以工