

# 多用途导弹系统设计

邹汝平 著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

# 多用途导弹系统设计

邹汝平 著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

多用途导弹系统设计 / 邹汝平著. —北京: 国防工业出版社, 2018. 11

ISBN 978 - 7 - 118 - 11709 - 7

I. ①多… II. ①邹… III. ①多用途 - 导弹系统 - 系统设计 IV. ①TJ760.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 255556 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京龙世杰印刷有限公司印刷

新华书店经售

\*

开本 710 × 1000 1/16 印张 49 字数 909 千字

2018 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 369.00 元

---

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

# 序 1

多用途导弹武器系统是能够配装于不同作战平台,可在视距外协同打击陆地及低空多种类目标的一体化先进陆战系统。该武器系统具备信息化程度高、抗干扰能力强及高精度、多功能、强毁伤等先进技术特质,具有越障连续立体打击、适应复杂交战环境、毁伤效果即时评估等新质作战能力,可有效履行攻坚破甲/反直升机/反船艇等多样化作战使命任务。

《多用途导弹系统设计》一书,基于多用途导弹工程实践,系统研究了一体化陆战武器系统、模块化低成本导弹系统、任务管理与火控系统、组合制导控制系统所涉及的设计理论、工程方法、测试规范、研制管理等重要内容;详尽论述总结了导弹气动特性、自适应飞行控制系统、动力系统、多效应毁伤引战系统、惯性导航系统、图像寻的系统等核心技术和关键基础产品的设计方法和最新研究成果。这些系统深入的研究工作,对于适应以信息主导、立体攻防、高时敏、强干扰为典型特征的新型陆战要求,促进新型精确制导武器系统的装备与技术发展,均具有重要意义。

多用途导弹系统经历了预先研究、演示验证、工程研制的完整科研过程,我作为中国兵器工业第203研究所的时任所长,组织和见证了多用途导弹科研团队长期奋斗、攻坚克难,以集体的智慧和力量,终使多用途导弹武器系统的研制成功成为现实。邹汝平总设计师带领科研团队开拓了我国光纤图像制导的技术领域,系统创建了多用途导弹的科研体系,构建了体系化的专业研发能力,形成了理论方法、技术标准、研制规范、基础产品等宝贵技术积累,在智能化弹药领域培育了大量技术骨干,使我国进入能够自主研发多用途导弹武器系统这一高技术武器装备的国家行列。

《多用途导弹系统设计》一书,来源于大型复杂导弹武器系统研制的工程实践,内容十分丰富,具有许多原创性技术成果和工程方法,是反坦克/反直升机导弹装备与技术领域不可多得的工程技术专著。我衷心祝贺本书的出版,期待邹汝平总设计师及其团队,能够为我国智能化弹药装备建设和技术发展做出更大贡献。



2018年5月于西安

① 王兴治,中国工程院院士。

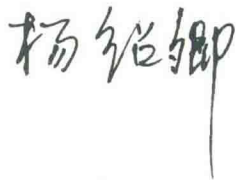
## 序 2

现代战争模式已经并正在发生着重大改变,体系化联合作战、全域立体突击、主被动综合干扰、人机协同打击等成为主要的新型作战方式,因此对武器装备的多用途、多功能、高效能提出了更高的要求。

新型多用途导弹武器系统作为火力打击装备体系的重要力量,具备空地目标立体打击、多种类目标高效毁伤、作战平台协同攻击的全新作战能力,对多用途精确打击武器、多任务数字化作战平台等一体化先进陆战系统的技术发展,具有重大技术引领作用。

《多用途导弹系统设计》一书,是对作者及其科研团队长期从事精确制导领域技术研究、多用途导弹及空地导弹系统工程研制,所形成的全新科研成果及工程理论方法的系统总结。全书以多用途导弹系统技术为主线,全面系统地论述了武器系统、导弹系统,以及制导、火控、动力、引战、惯性导航、飞行控制、结构与电气等核心分系统在技术研究、产品研发与武器系统研制过程中,所涉及的重要设计理论、工程研制要求、测试评估规范、项目管理方法等内容,体现了多用途导弹系统工程技术体系的完整性和实用性。

我与邹汝平研究员相识于1983年,之后的30余年里,我亲历见证了他主持国家多型重点武器系统研制,并成为我国制导兵器领域科技领军人才的成长历程。邹汝平总设计师及其团队,作为我国光纤图像制导技术领域的主要开创者和科研实践者,在我国光纤图像制导导弹领域,实现了重大的、具有开拓性和里程碑意义的技术进步,为自主研发新一代先进武器装备做出了重要贡献。相信《多用途导弹系统设计》这一工程技术专著的出版,能够使更多的制导兵器科研人员从中获益,也将为智能化弹药装备与技术发展产生积极影响。



2018年5月于西安

---

① 杨绍卿,中国工程院院士。

# 前 言

陆战领域作战目标众多,交战环境极其复杂。近年来,世界各军事强国不断改进发展新型武器装备,列装了大量先进陆战系统。现代主战坦克及其组合战斗群、先进武装直升机、察打一体无人机和有人/无人联合作战系统的火力范围、防护水平、机动性能、态势感知与网络化协同、空地立体化打击等作战能力得到大幅提升,已成为未来突击和反突击作战的重大威胁。

为适应以信息主导、立体攻防、高时敏、强干扰为典型特征的新型陆战要求,许多国家长期投入,对适应复杂作战环境、可通用于多样化发射平台,能够同时打击多种类目标,具备多功能、多效应毁伤且价格低廉、可靠实用的新型多用途导弹武器系统的技术发展和装备研制给予了高度重视。

这类可部署于复杂地形地物条件下灵活交战,可在恶劣气候条件下使用,适用于不同武器平台挂载发射,能够在视距外协同打击陆地及低空多种类目标的一体化先进陆战系统,采用光纤图像制导、“人在回路”目标识别、连续攻击越障弹道自主规划、自动目标跟踪、交战场景和毁伤效果在线实时传输为特征的系统技术方案。该系统具备信息化程度高、抗干扰能力强及高精度、多功能、强毁伤等先进技术特性,具有越障连续立体打击、适应复杂交战环境、毁伤效果即时评估等新质作战性能,可有效履行攻坚破甲/反直升机/反船艇/反恐等多样化作战使命任务。

本书是在作者和科研团队从事制导兵器体系规划、装备系统顶层设计、多型导弹武器系统总体设计等专业技术工作,开展光纤图像寻的制导系统、激光半主动寻的制导系统、战斗任务管理系统、火控系统、惯性导航系统、飞行控制系统等核心系统技术与关键基础产品研发,主持开展车载导弹、机载空地导弹以及发射控制等系统工程研制的长期科研实践基础上完成的。

全书按大型复杂导弹武器系统工程研制的基本科研架构,以多用途导弹武器系统专业技术体系为主线,成系统安排了作战目标特性分析、武器系统作战运用策划、装备功能视图确定、战术技术指标体系形成、装备顶层体系结构规划、系统方案论证与总体设计、影响作战能力的关键性能分析、产品的试验测试与验证评估等工程研制过程中,所涉及的重要设计理论、工程研制方法、测试评估规范、项目管理等内容。另外,按照精确制导武器系统核心专业技术体系和关键基础

产品的科研要求,对导弹系统、制导控制系统、任务管理与火控系统、惯性导航系统、图像寻的系统独立成章,详尽讨论了这些关键分系统的设计理论与工程方法。针对导弹和武器站等实体装备,讨论了结构与电气设计的工程技术问题。结合多型复杂武器系统的研制开发实践,给出了可靠性工程方法及项目研制管理的基本过程控制要求。

全书共分为 11 章,各章之间既有联系又相对独立。第 1 章对陆战场精确打击火力体系、导弹装备与技术发展的历程、多用途导弹的内涵与特点进行了概括性阐述。第 2 章针对开展武器系统能力需求分析与体系顶层设计的基本要素,给出了陆战场主要目标的性能分析,规划武器系统的核心作战能力要素,对武器系统的功能、子系统构架进行方案论证,提出武器系统的技术体系和试验评估体系。第 3 章依据导弹总体设计的核心要求,讨论总体参数设计与关键性能分析方法,对气动力、发动机、战斗部等重要部分的设计给出了详细的方法与实例。第 4 章重点研究作战任务管理与火控系统的设计问题,包括体系结构、性能指标体系、总体方案设计、模型与算法开发验证以及仿真与试验验证等重要设计过程。第 5 章围绕反坦克导弹所涉及的主要制导体制,给出了模块化、通用化的制导控制系统结构和模型,对影响制导系统性能的关键参数和环节提供了误差模型和分析方法,所涵盖的内容能够支撑大多数的制导控制系统开发工作。第 6 章论述惯性导航系统的设计分析与产品研制,系统完整地讨论了从惯性器件、捷联惯性导航系统直至组合导航系统的设计、调试与工程验证问题。第 7 章针对图像寻的系统中最为核心的基础产品,即图像导引头和光纤双向传输数据链,讨论了主要的工程设计与关键技术问题。第 8 章详尽地讨论了导弹结构总体设计以及导弹电气系统的有关内容。第 9 章面向车载和机载两大类发射控制系统,全面论述了武器站总体方案确定、操作使用、人机融合、静态测试、动态测试、试验验证评估等工程设计与试验分析问题。第 10 章结合多型导弹系统研制的可靠性工程实践,对可靠性设计分析、可靠性试验、失效模式分析等重要问题进行了详细阐述,以顺应对通用质量特性越来越高的装备研制要求。第 11 章归纳总结了导弹系统工程研制的科研管理要求。

经过长期的科研历程,由多个行业组成的科研团队,开拓了我国光纤图像制导的技术领域,系统创建了多用途导弹的科研体系,建立了完备的设计分析、性能测试、功能评估、联合试验、系统验证的研发手段与科研设施,形成了系统分析、产品设计、联试仿真、环境考核、产品鉴定等宝贵技术积累。许多老一辈科研工作者为该技术领域的预研规划、概念研究、技术攻关做出了重要贡献。在项目的演示验证与工程研制中,科研系统凝心聚力、攻坚克难、团结协作、无私奉献,汇聚起集体的智慧和力量,终使多用途导弹武器系统的成功研制成为现实。借本书出版的机会,谨对所有为光纤图像制导技术领域发展和多用途导弹装备研

制,做出重要贡献的科研人员及项目管理者表达深深的敬意和感谢!期望本书能够发挥承前启后的作用。

中国兵器工业第203研究所对本书的出版给予了极大支持。本书参考了科研团队近年来的研究报告、工程研制资料及所培养研究生的论文。刘钧圣、赵军民、王琨、王小永、陈韵、朱启举、赵志军、徐宏斌、卫炜、刘芳、薛耀辉、石永彬、汤祥、姬龙、李源娜、符新军、刘馨心等技术负责人及其团队成员为本书的研究工作做出了重要贡献,常冠男、王齐双等在本书的撰写出版过程中提供了重要帮助,在此一并致以诚挚的感谢!

中国兵器工业第203研究所王兴治院士和杨绍卿院士对本书初稿进行了审阅,提出了宝贵的修改意见,谨此表达由衷敬意和感谢!

鉴于作者水平有限,多用途导弹系统和精确制导领域的理论和工程实践均在不断发展,书中难免有不妥之处,恳望读者不吝指正。

作者

2018年3月于西安

# 目 录

第 1 章 多用途导弹概论 .....	1
1.1 陆战场精确打击火力体系概要 .....	1
1.2 攻坚破甲导弹发展历程 .....	3
1.2.1 术语说明 .....	3
1.2.2 阶段与代际的划分 .....	4
1.3 多用途导弹概念 .....	5
1.4 攻坚破甲领域装备与技术发展展望 .....	6
第 2 章 武器系统能力需求分析与体系顶层设计 .....	8
2.1 陆战场主要目标的特性分析 .....	9
2.1.1 先进陆战平台分析 .....	9
2.1.2 建筑类目标分析 .....	16
2.1.3 武装直升机类目标分析 .....	18
2.1.4 目标外形、机动及防护特性概要 .....	19
2.1.5 目标的可探测特性分析 .....	20
2.2 环境影响分析 .....	23
2.2.1 气候类环境影响 .....	23
2.2.2 力学类环境影响 .....	25
2.2.3 生化类环境影响 .....	25
2.2.4 电磁环境影响 .....	25
2.2.5 要点提示 .....	26
2.3 武器系统核心作战能力要素 .....	26
2.3.1 多模式侦察定位 .....	27
2.3.2 多层次指挥控制 .....	27
2.3.3 多目标攻击发射控制 .....	28
2.3.4 多功能毁伤打击 .....	28
2.3.5 综合保障系统 .....	29
2.3.6 武器系统作战使用模式 .....	29

2.4	武器系统装备功能视图	31
2.5	武器系统功能子系统设计	34
2.5.1	制导控制系统	35
2.5.2	火控系统	35
2.5.3	惯性导航系统	35
2.5.4	图像寻的系统	35
2.5.5	飞行控制系统	38
2.5.6	电气系统及连接网络	38
2.5.7	总线系统	39
2.5.8	算法与逻辑模型体系构架	39
2.5.9	武器系统信息流总视图	42
2.5.10	武器系统时序	42
2.6	系统坐标系及参量定义	43
2.6.1	坐标系定义	43
2.6.2	坐标系转换	48
2.7	武器系统技术体系设计	57
2.7.1	研制专业技术体系	58
2.7.2	技术体系分解	58
2.7.3	技术要求体系	61
2.8	武器系统测试验证与试验评估体系	63
2.8.1	测试验证与试验评估体系规划	63
2.8.2	研制性试验	64
<b>第3章</b>	<b>导弹系统总体设计</b>	<b>75</b>
3.1	总体设计的基本要求	75
3.2	能力视图与设计程序	75
3.2.1	能力需求分析	75
3.2.2	主要设计内容与程序	76
3.3	导弹总体参数设计	77
3.3.1	导弹初步方案的确定	77
3.3.2	导弹主要飞行性能参数	77
3.3.3	导弹总体参数的确定	80
3.3.4	导弹速度方案设计	82
3.3.5	导弹质量特性分析	84

3.4	总体方案设计示例	92
3.4.1	任务输入	92
3.4.2	导弹初步方案选择	92
3.4.3	基型导弹参考	93
3.4.4	确定总体方案	94
3.4.5	总体参数概要设计	96
3.4.6	主要性能参数的比较研究与权衡分析	103
3.5	导弹气动布局设计与气动参数分析	109
3.5.1	概述	109
3.5.2	导弹气动布局方案设计	112
3.5.3	气动力工程预估	121
3.5.4	气动特性数值模拟	124
3.5.5	攻坚破甲导弹风洞试验	132
3.5.6	攻坚破甲导弹特殊气动问题分析	138
3.6	导弹动力系统设计	147
3.6.1	概述	147
3.6.2	单室单推力发动机	147
3.6.3	单室多推力发动机	148
3.6.4	弹箭武器动力系统特点	149
3.6.5	固体火箭发动机研制流程	149
3.6.6	固体火箭发动机的设计要求	153
3.6.7	发动机总体方案设计	154
3.6.8	装药设计与性能计算	159
3.6.9	绝热层设计	169
3.6.10	结构设计	170
3.6.11	密封结构设计	172
3.6.12	发动机喷管设计	173
3.6.13	点火装置设计	174
3.6.14	仿真测试评估方法	175
3.7	引战系统设计	183
3.7.1	概述	183
3.7.2	破甲杀伤多功能战斗部	183
3.7.3	侵彻爆破型战斗部	198
3.7.4	温压战斗部	209
3.7.5	触发引信	214

3.7.6	触发/近炸复合引信 .....	217
3.7.7	延期引信 .....	218
3.7.8	引战配合 .....	218
3.7.9	安全性设计 .....	220
3.8	本章小结 .....	221
<b>第4章</b>	<b>任务管理与火控系统设计 .....</b>	<b>223</b>
4.1	概述 .....	223
4.2	系统功能 .....	223
4.2.1	火力控制系统 .....	224
4.2.2	任务管理系统 .....	224
4.3	体系结构 .....	225
4.3.1	功能架构 .....	226
4.3.2	信息架构 .....	228
4.4	主要技术指标要求的论证 .....	228
4.4.1	作用范围 .....	228
4.4.2	信息处理与交换能力 .....	228
4.4.3	导弹发射控制能力 .....	229
4.4.4	系统反应时间 .....	229
4.4.5	精度 .....	229
4.4.6	连续工作时间 .....	230
4.4.7	通用质量保证特性 .....	231
4.5	总体方案设计 .....	231
4.5.1	系统工作方式 .....	231
4.5.2	目标攻击方式 .....	232
4.5.3	工作流程与时序 .....	233
4.5.4	系统信息交互 .....	236
4.5.5	数据总线传输系统设计 .....	238
4.5.6	视频传输系统 .....	240
4.5.7	人机交互操作与显示 .....	241
4.5.8	数据记录与回放 .....	243
4.6	导弹发射与控制 .....	244
4.6.1	导弹发射控制基本任务 .....	244
4.6.2	导弹发射控制程序 .....	245
4.6.3	导弹发射安全性设计 .....	245

4.7	模型与算法设计 .....	247
4.7.1	概述 .....	247
4.7.2	目标威胁计算及排序 .....	247
4.7.3	火力分配 .....	248
4.7.4	导弹可攻击区判断模型 .....	249
4.7.5	诸元与目标解算 .....	249
4.8	空地导弹发射控制模型 .....	250
4.8.1	概述 .....	250
4.8.2	发控系统攻击距离模型 .....	250
4.9	任务管理与火控系统仿真 .....	252
4.10	任务管理与火控系统试验 .....	253
<b>第5章</b>	<b>制导控制系统</b> .....	<b>255</b>
5.1	概述 .....	255
5.1.1	基本概念 .....	255
5.1.2	主要技术特点 .....	256
5.1.3	反坦克导弹制导控制系统的发展 .....	257
5.2	制导控制系统研发的基本问题 .....	257
5.2.1	设计依据 .....	257
5.2.2	设计任务 .....	260
5.2.3	设计阶段 .....	260
5.3	制导控制系统总体设计 .....	261
5.3.1	制导控制方式选择 .....	261
5.3.2	导引规律设计 .....	262
5.3.3	制导控制系统结构设计 .....	262
5.4	制导控制系统数学模型 .....	264
5.4.1	目标运动模型 .....	264
5.4.2	被控对象——导弹 .....	267
5.4.3	导引头 .....	277
5.4.4	惯性器件及惯性导航装置 .....	280
5.4.5	舵机 .....	282
5.4.6	飞行控制器 .....	284
5.4.7	“人在回路”模型 .....	285
5.5	制导系统模型设计 .....	285
5.5.1	目标信息综合处理 .....	285

5.5.2	飞行轨迹动态规划 .....	288
5.5.3	连续发射方案设计 .....	291
5.6	飞行控制系统参数设计与性能分析 .....	292
5.6.1	飞行控制系统结构设计 .....	292
5.6.2	倾斜稳定控制系统 .....	294
5.6.3	姿态稳定控制系统 .....	297
5.6.4	高度控制系统 .....	301
5.6.5	比例导引制导律 .....	302
5.6.6	补偿与修正设计 .....	303
5.6.7	制导滤波设计 .....	305
5.6.8	舵面权重分配算法 .....	306
5.6.9	导引头指向搜索方案设计与分析 .....	307
5.7	制导控制系统精度分析 .....	311
5.7.1	制导误差 .....	311
5.7.2	主要误差因素 .....	314
5.7.3	蒙特卡罗方法 .....	316
5.7.4	应用举例 .....	317
5.8	制导控制系统设计验证 .....	320
5.8.1	数字仿真验证 .....	320
5.8.2	半实物仿真试验验证 .....	321
5.8.3	飞行试验验证评估 .....	322
<b>第6章</b>	<b>惯性导航系统</b> .....	<b>325</b>
6.1	概述 .....	325
6.2	惯性器件与惯性测量 .....	326
6.2.1	陀螺仪 .....	326
6.2.2	加速度计 .....	333
6.2.3	惯性测量误差建模与补偿 .....	337
6.3	惯性导航 .....	343
6.3.1	捷联惯性导航原理 .....	344
6.3.2	惯性系统误差分析 .....	353
6.3.3	初始自对准 .....	358
6.3.4	传递对准 .....	371
6.4	组合导航系统 .....	380
6.4.1	组合导航滤波技术 .....	380

6.4.2	惯性/卫星组合导航	401
6.4.3	惯性/里程计/高度计组合导航	408
6.5	导航系统工程设计	414
6.5.1	导航系统总体设计	414
6.5.2	导航系统测试与试验验证	418
6.5.3	设计举例	421
6.6	惯性技术发展要点	424
<b>第7章</b>	<b>图像寻的系统</b>	<b>426</b>
7.1	概述	426
7.2	图像导引头	427
7.2.1	概述	427
7.2.2	总体方案选择	429
7.2.3	基本组成与功能设计	430
7.2.4	探测系统	432
7.2.5	信息处理器设计	441
7.2.6	伺服控制系统	444
7.2.7	稳定平台	445
7.2.8	总体设计工艺性	447
7.2.9	总体性能分析	447
7.2.10	测试评估	451
7.3	光纤双向传输数据链	451
7.3.1	概述	451
7.3.2	工作原理	453
7.3.3	技术指标体系	453
7.3.4	工程计算与分析	455
7.3.5	端机设计	457
7.3.6	光缆释放器设计	458
<b>第8章</b>	<b>导弹结构与电气设计</b>	<b>462</b>
8.1	概述	462
8.1.1	结构设计要求	462
8.1.2	电气设计要求	463
8.2	多用途导弹结构设计	464
8.2.1	概述	464

8.2.2	导弹外载荷和结构分析 .....	465
8.2.3	翼面的构造与设计 .....	469
8.2.4	弹身结构设计 .....	482
8.2.5	机构设计 .....	500
8.2.6	发射防护包装 .....	501
8.2.7	机电保险装置 .....	503
8.2.8	复合材料结构设计 .....	504
8.2.9	结构动态设计 .....	507
8.2.10	结构优化设计 .....	513
8.2.11	导弹结构设计的测试与验证 .....	520
8.3	电气系统设计 .....	522
8.3.1	电气流程设计 .....	522
8.3.2	供电系统设计 .....	523
8.3.3	电缆网设计 .....	530
8.3.4	电气元器件的选型和设计 .....	534
8.3.5	导弹安全性设计 .....	535
8.3.6	电气系统的测试性设计 .....	538
8.4	导弹电磁兼容性设计 .....	541
8.4.1	自兼容设计 .....	541
8.4.2	对外界电磁环境的抗干扰设计 .....	543
8.4.3	电磁兼容仿真评估 .....	543
<b>第9章</b>	<b>武器站总体设计</b> .....	<b>558</b>
9.1	概述 .....	558
9.1.1	武器站的类型 .....	558
9.1.2	武器站技术的发展状况 .....	561
9.2	武器站的战术技术要求 .....	563
9.2.1	战斗全重和外形尺寸要求 .....	563
9.2.2	机动能力 .....	564
9.2.3	转换时间 .....	564
9.2.4	载弹量和反应时间 .....	564
9.2.5	射角和调转速度 .....	564
9.2.6	侦察能力 .....	565
9.2.7	定位定向导航能力 .....	565
9.2.8	连续工作时间 .....	565

9.2.9	通信指挥能力 .....	565
9.2.10	人-机-环境要求 .....	565
9.2.11	环境适应性 .....	565
9.2.12	电磁兼容性 .....	565
9.2.13	安全性 .....	566
9.2.14	防护性能 .....	566
9.3	武器站主要研制流程 .....	566
9.3.1	总体设计流程 .....	566
9.3.2	总体调试流程 .....	568
9.4	武器站方案选择要点 .....	568
9.4.1	载体的选择 .....	568
9.4.2	发射方式的确定 .....	570
9.4.3	装填形式 .....	570
9.4.4	射击模式 .....	570
9.5	武器站总体方案设计 .....	570
9.5.1	总体布局设计 .....	571
9.5.2	总体参数的分析计算 .....	575
9.5.3	安全性设计 .....	585
9.5.4	运输性设计 .....	586
9.6	直升机载发射装置总体设计 .....	589
9.6.1	概述 .....	589
9.6.2	发射装置总体方案设计 .....	592
9.6.3	在役典型发射装置 .....	598
9.7	武器站结构特性分析与测试 .....	601
9.7.1	理论分析法 .....	601
9.7.2	模态试验法 .....	611
9.7.3	理论与试验相结合的方法 .....	613
9.7.4	结构特性测试 .....	615
<b>第 10 章</b>	<b>可靠性工程 .....</b>	<b>620</b>
10.1	型号可靠性工程概述 .....	620
10.1.1	可靠性要求 .....	620
10.1.2	研制阶段的可靠性工作 .....	622
10.2	可靠性工程管理 .....	623
10.3	电子元器件选用控制 .....	624