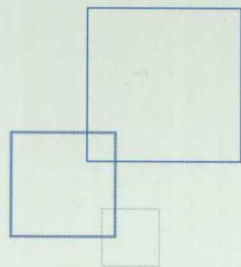




国防科技图书出版基金



# 红外搜索系统

## Infrared Search System



国防工业出版社

National Defense Industry Press



国防科技图书出版基金

# 红外搜索系统

Infrared Search System

吴晗平 著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

红外搜索系统/吴晗平著. —北京:国防工业出版社,  
2013.3

ISBN 978-7-118-08673-7

I. ①红... II. ①吴... III. ①红外搜索 IV. ①TN215

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 033811 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)

北京嘉恒彩色印刷责任有限公司

新华书店经售

\*

开本 710×960 1/16 印张 17½ 字数 298 千字

2013 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 89.00 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

## 致 读 者

**本书由国防科技图书出版基金资助出版。**

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

**国防科技图书出版基金资助的对象是:**

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。
4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

**国防科技图书出版基金**

**评审委员会**

## 国防科技图书出版基金 第七届评审委员会组成人员

|           |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|
| 主任委员      | 王 峰 |     |     |     |
| 副主任委员     | 吴有生 | 蔡 镭 | 杨崇新 |     |
| 秘书长       | 杨崇新 |     |     |     |
| 副秘书长      | 邢海鹰 | 贺 明 |     |     |
| 委 员       | 才鸿年 | 马伟明 | 王小谟 | 王群书 |
| (按姓氏笔画排序) | 甘茂治 | 甘晓华 | 卢秉恒 | 巩水利 |
|           | 刘泽金 | 孙秀冬 | 陆 军 | 芮筱亭 |
|           | 李言荣 | 李德仁 | 李德毅 | 杨 伟 |
|           | 肖志力 | 吴宏鑫 | 张文栋 | 张信威 |
|           | 陈良惠 | 房建成 | 赵万生 | 赵凤起 |
|           | 郭云飞 | 唐志共 | 陶西平 | 韩祖南 |
|           | 傅惠民 | 魏炳波 |     |     |

# 前 言

20 世纪 60 年代,作为世界上最大的海军国家,苏联海军和美国海军就已改变其装备部署,并且其战术组织改变为地区防御组织,要求一个战区编成能覆盖很宽的海域,仅用少量高性能平台就能保护许多舰船。与此类似,空军、陆军同样需要相应的高性能平台覆盖与之适应的区域。红外搜索系统作为舰载、机载、车载等载体的目标探测、搜索、警戒、预警装备,有其独特的用途,成为现代武器平台的重要装备,该系统就是在这样的背景下提出的。

红外搜索系统根据具体的应用场合和对象,也称为红外搜索和跟踪系统(IRST)、红外警戒系统,由于往往是全方位搜索,因此也称为全方位红外搜索系统。海军 IRST 是一种被动式监视设备,它能全方位探测和跟踪空中和水面威胁目标,尤其是在电磁传感器不起作用的区域,在水天线附近几度典型情况下更有效。掠海反舰导弹的性能的发展过程已反映了舰载红外自卫防御系统所具有的优点。在多传感器数据融合领域可利用雷达和 IRST 系统互补。雷达和红外组合保证用数据冗余技术进行探测,这就从根本上提高了目标跟踪、分类、识别性能,从而减少了作战系统反应时间。空军和陆军的红外搜索系统也具有类似的与之要求匹配的功能和性能。

第一代 IRST,以法国 VAMPIR 为代表,1973 年开始进行可行性研究,1977 年研制首台陆基装置,1980 年—1986 年为全尺寸研制阶段,1986 年装在防空护卫舰上。1993 年—1996 年为第二代 IRST——VAMPIR MB 的全尺寸研制阶段,1997 年在法国海军试验船上试验,装在反潜护卫舰和“夏尔·戴高乐”航空母舰上。与第一代相比,第二代 IRST 一般采用双波段,质量减少,可靠性、维修性、信号处理性能、分辨速度提高,成本降低。目前已进入第三代红外搜索系统阶段,各方面的性能与第一代、第二代相比又有了明显的提高。在世界范围内,美国、英国、法国等国家的各类红外搜索系统发展较快。其中,舰载用途的红外搜索系统发展显著,同时机载和陆基用途的红外搜索系统也在快速发展。机载 IRST 从用于战斗机的多功能系统到导弹告警。陆基 IRST 适用于中程、近程、超近程防空武器系统,既可独立工作,也可作为战场武器系统的有机组成部分进行协同、配合工作。

本书以舰船红外搜索系统为基础,统揽使用方和研制、生产方的一致性,从系统总体、技术论证、设计、研制、生产、试验、检验质量管理等全过程、多角度出发,着重介绍了红外搜索系统的总体和关键技术内容,主要包括绪论、红外搜索系统总体、目标与环境红外辐射、红外辐射大气透过率的工程理论计算方法、大口径非球面红外光学系统、红外传感器、全方位红外动态点目标信息处理与图像仿真、扫描与稳定伺服系统、作用距离、探测概率与虚警概率、红外搜索系统的对抗与作战效能。

红外搜索系统牵涉到目标特性、大气传输、红外探测器、信号处理、计算机、机械结构、伺服控制等多学科的内容,技术复杂、发展迅速。作者作为项目主管,从预先研究、总体论证、技术设计、研制、试验、检验,到安装、使用等方面,历时十几年,负责主持并具体参与了红外搜索系统(装备)研制的全过程。因此本书融合了作者长期从事红外搜索系统工程技术的理论、部分成果、实际经验和体会。在成书过程中还参考了许多文献资料,在此对这些文献资料的作者表示衷心的感谢。同时,对曾在工作中给予关心、支持和帮助的同事、朋友们表示深深的谢意。本书从作者从事红外搜索系统研究、立意撰写到成书前后将近十八年,是国内第一部红外搜索系统学术专著,希望其出版能对红外搜索系统的理论研究、工程研制、试验、使用和发展起到积极的、应有的推动作用。

由于作者水平和成书时间所限,以及许多技术内容还处在不断发展之中,书中难免存在不足或错误之处,恳请读者批评指正。

吴晗平

2013年2月16日

于武汉工程大学光电子系统技术研究所

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第 1 章 绪论 .....          | 1  |
| 1.1 红外搜索系统的界定 .....     | 1  |
| 1.2 与前视红外系统的比较 .....    | 1  |
| 1.3 总体研究与设计的目的及意义 ..... | 2  |
| 1.4 国外现状与发展趋势 .....     | 3  |
| 1.4.1 国外研制与装备情况 .....   | 3  |
| 1.4.2 红外搜索系统的发展趋势 ..... | 9  |
| 1.5 在未来战争中的作用与地位 .....  | 10 |
| 参考文献 .....              | 12 |
| 第 2 章 红外搜索系统总体 .....    | 13 |
| 2.1 搜索系统分类 .....        | 13 |
| 2.1.1 行扫描搜索系统 .....     | 13 |
| 2.1.2 圆锥—旋转扫描搜索系统 ..... | 13 |
| 2.1.3 螺旋线扫描搜索系统 .....   | 14 |
| 2.1.4 周视搜索系统 .....      | 14 |
| 2.2 系统组成及分析 .....       | 14 |
| 2.2.1 红外扫描头 .....       | 14 |
| 2.2.2 信号处理装置 .....      | 15 |
| 2.2.3 稳定平台 .....        | 15 |
| 2.2.4 测角系统 .....        | 16 |
| 2.2.5 导航接收单元 .....      | 16 |
| 2.2.6 电源单元 .....        | 16 |
| 2.2.7 随动伺服系统 .....      | 16 |
| 2.2.8 显控台 .....         | 16 |
| 2.3 系统工作原理 .....        | 16 |
| 2.4 系统技术要求 .....        | 18 |
| 2.4.1 材料、零部件与元器件 .....  | 19 |

|            |                                |           |
|------------|--------------------------------|-----------|
| 2.4.2      | 设计要求                           | 20        |
| 2.4.3      | 结构                             | 24        |
| 2.4.4      | 尺寸和质量                          | 25        |
| 2.4.5      | 环境适应性                          | 25        |
| 2.4.6      | 安全性                            | 25        |
| 2.4.7      | 人机工程                           | 25        |
| 2.4.8      | 性能特性                           | 26        |
| 2.5        | 工程技术特点                         | 27        |
| 2.5.1      | 系统的关键技术                        | 27        |
| 2.5.2      | 光学系统方案选取                       | 28        |
| 2.5.3      | 系统软件研制工程化要求                    | 29        |
| 2.5.4      | 系统可靠性、维修性与保障性要求                | 29        |
| 2.5.5      | 电磁兼容性要求                        | 30        |
| 2.6        | 使命任务与技术要求分析                    | 30        |
| 2.6.1      | 使命任务                           | 30        |
| 2.6.2      | 系统特点                           | 31        |
| 2.6.3      | 技术要求分析                         | 32        |
| 2.7        | 主要战术技术指标论证                     | 32        |
| 2.7.1      | 搜索目标的运动特性                      | 33        |
| 2.7.2      | 系统主要战技指标的确定                    | 34        |
| 2.8        | 总体设计应注意事项                      | 37        |
|            | 参考文献                           | 38        |
| <b>第3章</b> | <b>目标与环境红外辐射</b>               | <b>39</b> |
| 3.1        | 绝对黑体及其基本定律                     | 39        |
| 3.1.1      | 绝对黑体与非黑体                       | 39        |
| 3.1.2      | 普朗克(Max Planck)定律              | 41        |
| 3.1.3      | 斯特藩—波耳兹曼(Stefan - Boltzmann)定律 | 41        |
| 3.1.4      | 维恩(W. Wien)位移定律                | 43        |
| 3.1.5      | 朗伯余弦定律                         | 44        |
| 3.2        | 辐射源分类及辐射量空间分布                  | 45        |
| 3.2.1      | 辐射源分类                          | 45        |
| 3.2.2      | 辐射量空间分布                        | 46        |
| 3.3        | 点源、小面源、朗伯扩展源产生的辐照度             | 48        |
| 3.3.1      | 点源产生的辐照度                       | 49        |

|            |                                 |           |
|------------|---------------------------------|-----------|
| 3.3.2      | 小面源产生的辐照度 .....                 | 49        |
| 3.3.3      | 朗伯扩展源产生的辐照度 .....               | 50        |
| 3.4        | 目标与环境的分类及特点 .....               | 52        |
| 3.4.1      | 空间目标与深空背景 .....                 | 52        |
| 3.4.2      | 空中目标与天空背景 .....                 | 52        |
| 3.4.3      | 地面目标与地物背景 .....                 | 53        |
| 3.4.4      | 海面目标与海洋背景 .....                 | 54        |
| 3.5        | 环境与目标辐射特性 .....                 | 54        |
| 3.5.1      | 天体背景辐射特性 .....                  | 55        |
| 3.5.2      | 太阳辐射特性 .....                    | 56        |
| 3.5.3      | 天空背景辐射特性 .....                  | 56        |
| 3.5.4      | 海洋背景辐射特性 .....                  | 58        |
| 3.5.5      | 自然辐射源与目标辐射源 .....               | 59        |
| 3.6        | 目标辐射的简化计算程序 .....               | 64        |
|            | 参考文献 .....                      | 65        |
| <b>第4章</b> | <b>红外辐射大气透过率的工程理论计算方法 .....</b> | <b>66</b> |
| 4.1        | 大气衰减与透过率 .....                  | 66        |
| 4.2        | 大气层结构与大气的组成及吸收作用 .....          | 67        |
| 4.2.1      | 大气层结构 .....                     | 67        |
| 4.2.2      | 大气的组成及吸收作用 .....                | 68        |
| 4.3        | 大气中辐射衰减的物理基础 .....              | 68        |
| 4.4        | 大气透过率数据表 .....                  | 69        |
| 4.5        | 海平面上大气气体的分子吸收 .....             | 90        |
| 4.6        | 不同高度时的分子吸收修正问题 .....            | 93        |
| 4.6.1      | 吸收本领随高度而改变的修正 .....             | 93        |
| 4.6.2      | 分子密度随高度而降低所引起的修正 .....          | 94        |
| 4.6.3      | 纯吸收时的透过率计算程序 .....              | 96        |
| 4.7        | 大气分子与微粒的散射 .....                | 97        |
| 4.8        | 与气象条件有关的衰减 .....                | 100       |
| 4.9        | 平均透过率与积分透过率的计算方法 .....          | 101       |
| 4.9.1      | 平均透过率的计算方法 .....                | 101       |
| 4.9.2      | 积分透过率的计算方法 .....                | 101       |
| 4.10       | 计算举例 .....                      | 102       |
|            | 参考文献 .....                      | 106       |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>第5章 大口径非球面红外光学系统</b>    | 107 |
| 5.1 红外光学系统性能及其结构形式技术分析     | 107 |
| 5.1.1 军用红外光学系统的性能特性        | 108 |
| 5.1.2 传统光学系统结构             | 109 |
| 5.1.3 现代新型红外光学系统           | 113 |
| 5.1.4 传统红外光学结构与现代红外光学结构比较  | 121 |
| 5.2 红外光学材料                 | 123 |
| 5.2.1 红外光学材料应具备的性能         | 124 |
| 5.2.2 红外光学材料的应用            | 125 |
| 5.3 光学非球面                  | 127 |
| 5.3.1 光学非球面定义              | 127 |
| 5.3.2 光学非球面的数学表述           | 127 |
| 5.3.3 非球面的初级像差             | 129 |
| 5.3.4 实用非球面的评价指标           | 132 |
| 5.4 大口径红外非球面光学系统设计方法       | 133 |
| 5.4.1 设计过程与两镜R-C系统设计方法     | 133 |
| 5.4.2 大口径光学系统特点            | 136 |
| 5.4.3 轻量化设计方案              | 138 |
| 5.4.4 消热差技术                | 139 |
| 5.5 设计举例                   | 140 |
| 5.5.1 系统主要技术指标             | 140 |
| 5.5.2 设计过程                 | 141 |
| 5.5.3 系统像差分析               | 147 |
| 5.5.4 系统热差分析               | 148 |
| 5.5.5 设计结果                 | 151 |
| 参考文献                       | 154 |
| <b>第6章 红外传感器</b>           | 157 |
| 6.1 红外成像系统概述               | 157 |
| 6.2 红外工作波段的选取分析            | 160 |
| 6.2.1 光谱辐出度                | 160 |
| 6.2.2 光谱辐射对比度              | 160 |
| 6.2.3 光谱辐射对比度极值波长          | 161 |
| 6.2.4 两个红外波段的一些实际比较        | 162 |
| 6.3 红外焦平面阵列非均匀性产生的原因及其校正技术 | 163 |

|            |                            |            |
|------------|----------------------------|------------|
| 6.3.1      | 两点温度校正法                    | 165        |
| 6.3.2      | 恒定统计平均法                    | 166        |
| 6.3.3      | 时域高通滤波法                    | 168        |
| 6.3.4      | 人工神经网络法                    | 168        |
| 6.3.5      | 四种算法的优点和缺点                 | 169        |
| 6.4        | 系统总体对红外传感器提出的功能及性能指标要求     | 170        |
| 6.4.1      | 主要功能                       | 170        |
| 6.4.2      | 红外传感器性能指标                  | 171        |
| 6.5        | 红外传感器工作原理与组成               | 171        |
| 6.5.1      | 红外传感器工作原理                  | 171        |
| 6.5.2      | 红外传感器组成                    | 171        |
| 6.6        | 红外探测器件及物镜光学参数选取            | 173        |
| 6.6.1      | 红外探测器组件的选取                 | 173        |
| 6.6.2      | 物镜光学系统的设计考虑及参数选取           | 175        |
| 6.6.3      | 物镜的温度补偿                    | 176        |
|            | 参考文献                       | 177        |
| <b>第7章</b> | <b>全方位红外动态点目标信息处理与图像仿真</b> | <b>178</b> |
| 7.1        | 全方位红外搜索系统点目标处理方法           | 178        |
| 7.1.1      | 点目标信号预处理                   | 178        |
| 7.1.2      | 点目标提取                      | 179        |
| 7.1.3      | 目标航迹(点迹)处理                 | 180        |
| 7.2        | 双波段数据融合                    | 183        |
| 7.3        | 红外搜索系统的被动测距方法与目标威胁判断       | 184        |
| 7.3.1      | 双站定位测距                     | 184        |
| 7.3.2      | 单站定位测距                     | 188        |
| 7.3.3      | 目标威胁判断                     | 190        |
| 7.4        | 红外动态点目标图像仿真系统              | 190        |
| 7.4.1      | 技术实现方法分析                   | 191        |
| 7.4.2      | 系统组成及工作原理                  | 192        |
| 7.4.3      | 仿真数学模型                     | 194        |
| 7.4.4      | 仿真结果                       | 196        |
|            | 参考文献                       | 197        |
| <b>第8章</b> | <b>扫描与稳定伺服系统</b>           | <b>198</b> |
| 8.1        | 扫描头伺服系统                    | 198        |

|       |                                           |     |
|-------|-------------------------------------------|-----|
| 8.1.1 | 功能及性能指标                                   | 198 |
| 8.1.2 | 方位驱动单元                                    | 199 |
| 8.1.3 | 俯仰伺服单元                                    | 200 |
| 8.2   | 稳定平台伺服系统                                  | 203 |
| 8.2.1 | 功能及性能指标                                   | 203 |
| 8.2.2 | 组成与工作原理                                   | 204 |
| 8.2.3 | 数学模型及参数计算                                 | 205 |
| 8.2.4 | 程序框图                                      | 208 |
| 8.3   | 测角系统                                      | 209 |
| 8.3.1 | 功能及性能指标                                   | 209 |
| 8.3.2 | 组成与工作原理                                   | 210 |
| 8.3.3 | 测量元件、模块选型及计算                              | 211 |
| 8.3.4 | 粗精组合纠错                                    | 212 |
| 8.3.5 | 锁存                                        | 213 |
| 8.4   | 导航信息接口                                    | 214 |
| 8.4.1 | 功能及性能指标                                   | 214 |
| 8.4.2 | 组成与工作原理                                   | 214 |
| 8.4.3 | 参数计算及元件选择                                 | 215 |
|       | 参考文献                                      | 217 |
| 第9章   | 作用距离、探测概率与虚警概率                            | 217 |
| 9.1   | 红外搜索系统的目标探测距离概述                           | 217 |
| 9.2   | 红外系统作用距离一般形式                              | 218 |
| 9.3   | 频域信号处理对红外搜索系统作用距离的影响                      | 221 |
| 9.4   | 时域信号处理对红外搜索系统作用距离的影响                      | 224 |
| 9.5   | 一种作用距离简化计算方法                              | 226 |
| 9.6   | 考虑背景辐射的红外搜索系统的作用距离                        |     |
|       | 方程修正及其等效检验                                | 228 |
| 9.6.1 | 作用距离方程推导与修正                               | 228 |
| 9.6.2 | 等效作用距离折算方法                                | 232 |
| 9.6.3 | $\Delta J$ 的计算                            | 232 |
| 9.6.4 | 检验方法                                      | 233 |
| 9.7   | 基于探测率温度特性与背景影响的                           |     |
|       | 红外搜索系统作用距离方程                              | 234 |
| 9.7.1 | 归一化探测率 $D^*$ 与光谱探测率 $D^*(\lambda)$ 及其物理特点 | 234 |

|        |                                   |     |
|--------|-----------------------------------|-----|
| 9.7.2  | 作用距离方程推导与修正 .....                 | 236 |
| 9.7.3  | 辐射源温度与测试 $D^*$ 用温度不同时的处理方法 .....  | 238 |
| 9.8    | 基于 $D^*$ 值综合修正的红外搜索系统作用距离方程 ..... | 239 |
| 9.8.1  | 问题提出 .....                        | 239 |
| 9.8.2  | 探测器 $1/f$ 噪声对 $D^*$ 值影响分析 .....   | 239 |
| 9.8.3  | $D^*$ 值的综合修正方法 .....              | 240 |
| 9.8.4  | 作用距离方程修正 .....                    | 241 |
| 9.9    | 虚警时间、虚警概率与探测概率 .....              | 241 |
|        | 参考文献 .....                        | 242 |
| 第 10 章 | 红外搜索系统的反对抗与作战效能 .....             | 244 |
| 10.1   | 激光损伤及加固方法 .....                   | 244 |
| 10.1.1 | 激光破坏机理 .....                      | 244 |
| 10.1.2 | 激光与光学介质薄膜相互作用的机理 .....            | 245 |
| 10.1.3 | 激光对光伏(PV)传感器的损伤 .....             | 246 |
| 10.1.4 | 激光对光导(PC)传感器损伤 .....              | 246 |
| 10.1.5 | 激光对 CCD 传感器的破坏 .....              | 247 |
| 10.1.6 | 红外光学材料的激光损伤 .....                 | 248 |
| 10.1.7 | 光电探测器的非线性效应 .....                 | 249 |
| 10.1.8 | 抗激光加固方法 .....                     | 249 |
| 10.2   | 综合性能评价方法研究 .....                  | 251 |
| 10.3   | 作战效能 .....                        | 253 |
| 10.3.1 | 系统作用距离要素 .....                    | 253 |
| 10.3.2 | 火力要素 .....                        | 254 |
| 10.3.3 | 反应时间要素 .....                      | 254 |
| 10.3.4 | 抗性能下降能力 .....                     | 255 |
| 10.3.5 | 可用度 .....                         | 255 |
|        | 参考文献 .....                        | 256 |

# Contents

|                  |                                                              |    |
|------------------|--------------------------------------------------------------|----|
| <b>Chapter 1</b> | <b>Introduction</b>                                          | 1  |
| 1.1              | Definition of infrared search system                         | 1  |
| 1.2              | Comparison with forward looking Infrared (FLIR) system       | 1  |
| 1.3              | Purpose and signification of overall research and design     | 2  |
| 1.4              | Current status and trend of infrared search system in aboard | 3  |
| 1.4.1            | Situations of development and equipment in aboard            | 3  |
| 1.4.2            | Trends of infrared search system                             | 9  |
| 1.5              | Functions and roles of infrared search system in future war  | 10 |
|                  | References                                                   | 12 |
| <b>Chapter 2</b> | <b>Infrared search system overall</b>                        | 13 |
| 2.1              | Classifications of search system                             | 13 |
| 2.1.1            | Line – scanning search system                                | 13 |
| 2.1.2            | Cone – rotating scanning search system                       | 13 |
| 2.1.3            | Helix search system                                          | 14 |
| 2.1.4            | Periscopic search system                                     | 14 |
| 2.2              | Composition and analysis of system                           | 14 |
| 2.2.1            | Infrared scanner                                             | 14 |
| 2.2.2            | Signal Processor                                             | 15 |
| 2.2.3            | Stabilized platform                                          | 15 |
| 2.2.4            | Angle measuring system                                       | 16 |
| 2.2.5            | Navigation receiver unit                                     | 16 |
| 2.2.6            | Power supply unit                                            | 16 |
| 2.2.7            | Follow – up servo system                                     | 16 |
| 2.2.8            | Control console                                              | 16 |
| 2.3              | Principles of infrared search system                         | 16 |
| 2.4              | Technical demands of system                                  | 18 |
| 2.4.1            | Materials , parts and components                             | 19 |
| 2.4.2            | Design and demands                                           | 20 |

|                  |                                                                               |           |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.3            | Structure                                                                     | 24        |
| 2.4.4            | Size and weight                                                               | 25        |
| 2.4.5            | Environmental adaptation                                                      | 25        |
| 2.4.6            | Safety                                                                        | 25        |
| 2.4.7            | Ergonomic engineering                                                         | 25        |
| 2.4.8            | Performance characteristics                                                   | 26        |
| 2.5              | Characteristics of engineering technology                                     | 27        |
| 2.5.1            | Key techniques of system                                                      | 27        |
| 2.5.2            | Project Selection of optical system                                           | 28        |
| 2.5.3            | Engineering demands of the system software development                        | 29        |
| 2.5.4            | Reliability , maintainability and indemnificatory<br>demands of system        | 29        |
| 2.5.5            | Electromagnetic compatibility demands                                         | 30        |
| 2.6              | Analysis of missions and technical demands of system                          | 30        |
| 2.6.1            | Missions and tasks                                                            | 30        |
| 2.6.2            | Characteristics of system                                                     | 31        |
| 2.6.3            | Analysis of technical demands                                                 | 32        |
| 2.7              | Demonstration of primary tactical and technological indexes                   | 32        |
| 2.7.1            | Motional characteristics of searched targets                                  | 33        |
| 2.7.2            | Determining of primary tactical and technological<br>indexes of system        | 34        |
| 2.8              | Matters needing attention in overall design                                   | 37        |
|                  | References                                                                    | 38        |
| <b>Chapter 3</b> | <b>Infrared radiation of targets and environment</b>                          | <b>39</b> |
| 3.1              | Absolute blackbody and its the basic law                                      | 39        |
| 3.1.1            | Absolute blackbody and non – black body                                       | 39        |
| 3.1.2            | Planck's law                                                                  | 41        |
| 3.1.3            | Stenfan – Boltzmann law                                                       | 41        |
| 3.1.4            | Wien's displacement law                                                       | 43        |
| 3.1.5            | Lambert's cosine law                                                          | 44        |
| 3.2              | Classifications of radiation sources and spatial<br>distribution of radiation | 45        |
| 3.2.1            | Radiation sources classifications                                             | 45        |
| 3.2.2            | Space distributions of radiation quantity                                     | 46        |