

2004 年全国光电技术学术
交流会论文集
(上)

二〇〇四年十月 厦门

目 录

一 光电总体技术

1. 红外近距格斗空空导弹发展展望.....樊会涛等 (1)
2. 固定区域内对红外防空导弹的防御.....陈晓明等 (6)
3. 红外警戒系统设计中一些问题的探讨.....张建新等 (10)
4. 毫米精确打击导弹武器中的导引头技术.....汪朝群 (14)
5. 光电制导武器与光电技术.....范金荣等 (18)
6. 复合制导导弹的现状及其发展.....方有培等 (23)
7. 外层空间红外成像系统性能分析.....林 涛等 (27)
8. 红外成像制导自动识别跟踪性能评估系统的研究.....祁月辉等 (31)
9. 反舰红外制导巡航导弹面临的光电威胁环境.....赵 强 (36)
10. 红外空空导弹波段选择与发展分析.....黄士科等 (41)
11. 红外与雷达隐身在机载上的应用.....王 宏 (46)
12. 非制冷红外探测器数字伺服控制系统的设计.....李为民 (51)
13. 无人机自主着陆视觉系统研究.....朱大勇等 (55)
14. 炮兵无人机载光电稳定平台重要指标的确定.....高洪兴等 (61)
15. 国外军用直升机光电对抗装备技术发展综述.....孙伟通等 (65)
16. 引战配合是激光近炸引信总体设计的核心.....张正辉 (69)
17. 针对 YAL-1A 型机载激光的对抗分析.....何俊发等 (73)
18. 空间对抗中的激光武器.....任国光等 (77)
19. 高能激光武器的应用与发展.....欧阳艺等 (83)
20. 模拟红外制导武器对海上目标特征的选取方法研究.....王 迅等 (87)
21. 激光光斑跟踪器的研制.....李云飞等 (90)
22. 高速光电扫描侦察系统的研究.....田桂荣等 (92)
23. 基于 FPGA 的并行 FIR 滤波器设计.....宋晓鑫 (97)
24. 车载转台 U 型架动态特性分析.....穆远东等 (101)
25. 美俄强激光武器的发展情况.....王 迅 (104)

二 光电探测、制导及目标特性研究

26. 激光主动成像制导技术.....杨树谦 (107)
27. 光电武器的控制应用与对抗方法探讨.....陈晓明等 (110)
28. 光学照相侦察及反侦察技术综述.....赵勤杰等 (116)
29. 捷联成像导引头视线角速率的提取问题研究.....林 喆等 (122)
30. 光电制导技术与对抗研究.....孙 静 (127)
31. 弹道导弹中段突防红外对抗技术分析.....陈萍萍等 (131)

32. 二次光电成像系统对 1.06 μm 激光探测能力研究	刘正云等 (136)
33. 高速飞行器自主式惯性/红外成像制导技术研究	张义广等 (140)
34. 激光雷达三维像对精确制导的作用	孙剑峰等 (144)
35. 根据大气辐射特征进行目标探测的波段选择	范伟等 (148)
36. 完全“冻流”近似下的波前重构技术	谢文科等 (155)
37. 大气传输模型对输入参数的敏感性分析研究	刘浩等 (159)
38. 空间目标表面光散射特性测量与理论建模	王明军等 (166)
39. 空间目标可见光散射特性模拟测量研究	王淑华等 (171)
40. 激波和窗口气动热辐射效应研究	杨晓颖等 (175)
41. 目标特性对目标-背景对比度的影响	王毅等 (181)
42. 湍流大气中高斯谢尔光束波面位错	张逸新等 (187)
43. 天空背景红外辐射特性测量研究	李学智等 (192)
44. 几种模式大气湍流的等效性分析	强希文等 (197)
45. 空间部分相干光束在大气中的传输特性	蒲继雄等 (200)
46. 目标与环境光学特性研究现状和发展动向	赵世明 (203)
47. 哈得曼波前测量方法在气动光学研究中的应用	姜宗福等 (207)
48. 透视美军隐身技术发展	葛强胜等 (211)
49. 国外光电对抗战术应用研究	沈长有等 (216)
50. 舰船防护用组合式激光诱饵的设计	杨希伟等 (219)
51. 激光制导武器攻击特点及其烟幕干扰作用分析	葛强林等 (223)
52. 舰载烟幕干扰对抗激光制导反舰导弹的战术研究	高东华等 (228)
53. 激光主动探测回波识别技术研究	赵铭军等 (231)
54. 飞机红外伪装与隐身技术分析	刘益民等 (236)
55. 红外与毫米波复合隐身分析	王自荣等 (239)
56. 烟幕的现状与发展趋势	杨帆等 (242)
57. 水雾遮蔽性能的计算和分析	许波等 (246)
58. 水雾的红外衰减性能实验与分析	陈兵等 (250)
59. 高光谱遥感与陆基导弹阵地伪装	王家营等 (255)
60. 导弹逼近紫外告警技术	宁永刚等 (259)
61. 导弹紫外告警技术应用分析	马进 (265)
62. 基于导弹羽烟紫外辐射特性的紫外预警技术	赵逸科等 (267)
63. 基于大气湍流理论的激光压制干扰效果评估及仿真实现方法	邢晖等 (272)
64. 机载光电预警探测系统的体制研究	倪树新 (278)
65. 星载空间目标光电跟踪控制研究	徐小琴等 (281)
66. 星载紫外探测浅析	石凤等 (285)

三 光电子器件技术

67. 正交偏振激光器及其应用的发展	张书练 (289)
68. 硬边衍射光束的计算模拟	吕百达等 (299)
69. 新一代极轨气象卫星用红外探测器的进展	龚海梅等 (305)

70. 自适应红外焦平面器件成像系统盲元补偿·····	范心田等 (311)
71. 用腔倒空产生小于 3 纳秒的 Q 开关激光脉冲·····	朱少岚等 (314)
72. 可重构光系统中的动态可调器件技术研究·····	戴恩光等 (317)
73. 红外焦平面阵列的响应漂移研究·····	刘会通等 (322)
74. 资源遥感用红外多谱段探测器组件性能探讨·····	翟文生 (327)
75. 激光二极管抽运 Tm, Ho: YLF 激光器的输出特性·····	张新陆等 (331)
76. 基于斐索干涉仪的多普勒激光雷达测量低空风场·····	刘继桥等 (335)
77. 用全息透镜和 CCD 探测激光辐射方向·····	王红霞等 (339)
78. 激光成像雷达大气传输仿真·····	李侠其等 (342)
79. LD 泵浦 Nd: GdVO ₄ 晶体主动调 Q 激光特性研究·····	杨克建等 (347)
80. 双通道 Z 折叠电光调 Q 射频波导 CO ₂ 激光器主被动差频稳定性研究·····	田兆硕等 (351)
81. 相干 CO ₂ 激光雷达距离像噪声抑制研究·····	李 琦等 (355)
82. 激光在晶体中传输产生的热透镜效应研究·····	陈子伦等 (358)
83. DPL 中热不稳定性对调 Q 脉冲的影响·····	蔡德芳等 (362)
84. 端面抽运调 Q DPL 中激光脉冲场分布的数值研究·····	王石语等 (364)
85. 射频放电激励板条 CO 激光器的脉冲工作特性·····	王新兵 (369)
86. 亚皮秒脉冲激光局部辐照 CCD 探测器的效应实验·····	黄绍艳等 (372)
87. 基于 GPIB 总线的半导体激光器特性参数测试系统·····	杨明伟等 (376)
88. 判断激光威胁等级的模糊决策研究·····	程玉宝等 (380)
89. 成像激光雷达微弱信号提高信噪比的方法·····	杨春沪等 (384)
90. 弹载微光 CCD 成像系统发展研究·····	姜忠宝等 (388)
91. 红外武器系统对相控阵雷达作用距离研究·····	毛宏霞等 (391)
92. 人视场激光引信目标识别方法研究·····	吕 华等 (394)
93. 基于 VHDL 设计综合的扫描控制·····	李邦军 (397)
94. 线性调频非扫描激光雷达·····	李 旭等 (402)
95. 基于小波分析的一种全新激光引信模式的建立·····	杨悦丰等 (407)
96. KTP 晶体倍频特性分析·····	尹经祥等 (412)
97. 半导体激光器温度控制器的研究·····	赵毅强等 (418)
98. 手持式激光测距机定向棱镜腔 OPO 激光器·····	王小兵等 (422)
99. 激光对抗信号模拟器初步设计·····	李金亮 (425)
100. 光学相阵列激光束敏捷控制·····	吴丽莹等 (429)
101. 自动调焦液晶透镜控制电极的设计·····	方 运等 (433)
102. 衍射光栅自准直结构实现窄线宽激光输出·····	黄 珂等 (437)
103. 美国机载激光器的技术发展·····	陈 兢 (440)
104. 高功率 DPL 激光器光束质量研究·····	杨文是等 (444)
105. 灯泵钛宝石可调谐激光器输出特性研究·····	周海龙等 (449)
106. 8 字形腔皮秒脉冲掺 Yb ³⁺ 光纤激光器·····	马海全等 (455)
107. 新型高能固体热容激光器的研究进展分析·····	刘天华等 (458)
108. 布拉格反射镜制作及其在光电子领域的应用·····	王勇刚等 (462)
109. 1310nm LD 组件高低温循环寿命的实验研究·····	苏美开等 (466)
110. 偏振特性对激光箔条角散射的影响分析·····	张 军等 (469)

111. 532nm 激光雷达的低对流层大气消光特性的研究	李洪敬等 (472)
112. 小型气溶胶激光雷达及其系统校准	薛国刚等 (476)
113. 提高激光雷达作用距离研究	李冬梅等 (481)
114. 激光测距机的几种虚警抑制措施	任建国等 (485)
115. 二氧化碳激光器在激光测距机中的应用研究	陶 禹等 (488)
116. 亚纳秒淬灭腔染料激光器	肖伟伟等 (492)
117. 用 SPSS 评定激光器性能的方法研究	赵民全等 (495)
118. 固体热容激光器脉冲工作方式下板条温度和应力分布模型	万学斌等 (501)
119. 相对论电离波前导致的探针光频率变换	颜立新等 (504)
120. 一种激光光斑采集与分析系统	李文煜等 (507)
121. K9 玻璃表面的 1064nm 激光损伤	胡建平等 (511)
122. 0.53 μ m 强激光侦察告警系统检测方法研究	张建辉等 (515)
123. 一种基于牛顿插值算法的激光方位简易测量方法	刘 瀚等 (519)
124. 离子束清洗在激光薄膜中的应用	张大伟等 (522)
125. 空间交会激光相位测距鉴相新技术研究	邵珠法等 (526)
126. 含能材料激光点火的氧平衡问题研究	项仕标等 (530)
127. XMZ7-110C XMZ7-80C 型高平均功率脉冲氙灯	刘 力等 (533)
128. 光纤陀螺中法拉第效应的理论仿真和实验测量	张桂才等 (537)
129. DFB 光纤激光器及其应用	姜典杰等 (542)
130. 保偏光纤阵列制作中偏振轴对准工艺研究	张 岩等 (545)
131. IFOG 偏置误差分析及其导航角误差的估算	李永兵等 (549)
132. 光纤陀螺用宽谱光源的强度噪声及其抑制	杨远洪等 (553)
133. 光纤环围绕制方法的发展状况及关键技术	闵春华等 (557)
134. 高功率光纤激光器及其在光电对抗领域的应用前景	赵尚弘等 (561)
135. 闭环干涉式光纤陀螺温度漂移的改进马氏链模型辨识方法	钱 峰等 (565)
136. G 级多路数据光纤传输系统的设计与实现	张海兵等 (569)
137. 光纤电流传感器的研究新进展	蒙 文等 (572)
138. 可调谐单频环形腔掺铒光纤激光器的研究	王 林等 (526)
139. γ 辐照对 InGaAs 红外探测器性能影响的研究	黄杨程等 (579)
140. 焦平面探测器应用系统的设计与实现	王明昌等 (582)
141. 铁电薄膜红外焦平面阵列的研究进展	吴传贵等 (587)
142. 基于邻域双向外推的虚拟微扫红外焦平面像素倍增技术	顾国华等 (591)
143. 金属纳米粒子光学特性的研究	周海光等 (595)
144. 大热容材料的红外伪装效果分析	崔宝生等 (598)
145. 超高真空深低温工作的红外探测器窗口吸附物的特性分析	刘大福等 (603)
146. 保护环在碲镉汞红外探测器中对少子扩散抑制效应的研究	贾 嘉等 (607)
147. 光伏 InSb 器件钝化层不稳定性分析	杜红燕等 (612)
148. 退火对硫化后的 P ⁺ 型 InP 表面性能的影响	庄春泉等 (617)
149. P-i-N 结构 AlGaIn 外延材料的高分辨 X 射线衍射研究	游 达等 (620)
150. X 射线双轴衍射摇摆曲线的计算机模拟	王庆学等 (624)
151. 离子后处理技术对氧化锆薄膜的改性	张东平等 (628)

152. 退火处理对氧化镁薄膜光学特性的影响.....喻志农等(632)
153. 纯氧低温原位溅射沉积 PZT 铁电薄膜.....曾亦可等(637)
154. (100)面偏向 $\langle 111 \rangle$ A 15° GaAs 衬底上生长的 ZnO 薄膜 XRD 特性.....郑 凯等(641)
155. 硫化温度对硫化 FeS 制备二硫化铁薄膜的影响.....钟南保等(645)
156. 用椭偏光谱法研究掺铬的半绝缘砷化镓的光学性质.....张瑞锋等(648)
157. 温度对 CVDZnS 生长的影响.....付利刚等(641)
158. 不同紫外光照强度下氮化镓光导器件响应时间的研究.....许金通等(654)
159. $\text{PbSc}_{0.5}\text{Ta}_{0.5}\text{O}_3$ 铁电薄膜制备及微结构分析.....胡 勇等(657)
160. 基于 PPLN 的中红外 CW QPM-OPO 技术发展.....鞠有伦等(661)
161. 基于 DSP 的 APS 太阳敏感器.....陈凡胜等(666)
162. 新型光波导材料——光子晶体光纤.....李启成等(670)

四 光学系统设计及光学元件加工技术

163. 超轻型高分辨率空间 CCD 相机的光机设计.....沈为民等(673)
164. 折/衍混合超光谱红外成像光谱仪离轴系统设计.....杨新军等(677)
165. 提高人眼波前传感器信噪比的实验研究.....高卫华等(683)
166. 大口径球面计算全息图检测样板的制作研究.....李凤有等(686)
167. MOEMS 光学系统的发展与应用.....耿 凡(690)
168. 一种无扫描器测距成像方案设计.....严惠民(695)
169. 动基座光学仪器两种基本构造形式瞄准线稳定时像倾斜特性分析.....张坤石等(698)
170. 液晶光学相控阵相位延迟单元的数值模拟.....徐 林等(703)
171. 红外搜索与跟踪系统中光学指向器的设计.....孙 波等(708)
172. 计算全息法(CGH)检测大口径凹非球面系统的研究.....刘 华等(712)
173. 用计算全息简化光学相关识别系统.....盛兆玄等(716)
174. 超二代 MCP 阴极生长的反射光监控技术.....叶结松等(721)
175. 双随机相位编码光学图像加密的无透镜实现.....周 朴等(724)
176. 锗基底 8~11.5 μm 减反射膜研究.....宋洪君等(727)
177. KDP 晶体铣削力特性实验研究.....张飞虎等(730)
178. 大口径光学表面超精密铣削加工的平面度误差分析.....张文生等(734)
179. 玻璃应力对精密光学仪器可靠性的影响及应采取的措施.....李德培(738)
180. 透红外大尺寸氧氟化物玻璃研究.....袁新强等(743)
181. 傅里叶变换红外光谱仪复数光谱辐射定标方法.....张天舒等(747)
182. 空间编码消畸变投影系统的研究.....刘 晨等(752)

五 图像处理与目标识别技术

183. 一种基于混合概率密度估计的盲解卷积新算法.....杨 杰等(754)
184. 基于确定性退火技术的分类器设计.....曹治国等(760)
185. 基于图论的图像分割研究进展.....桑 农等(765)
186. 数学形态学在机场目标识别中的应用.....刘 岩等(770)

187. 景象匹配置信度分析和估计	邹腊梅等 (774)
188. 强背景杂波条件下运动的弱小目标检测方法	李吉成等 (779)
189. 焦平面红外图像异值扫描消噪与自适应增强算法	胡旭等 (783)
190. 基于结构特征的遥感图像机场目标识别	周焰等 (787)
191. 云杂波背景图像序列中弱小运动目标检测算法研究	张兵等 (793)
192. 旋转不变的下视景象匹配和目标识别	钟胜等 (799)
193. 基于形态面形态学和 Kohonen 神经网络的小目标检测算法	张兆宁等 (803)
194. 基于图像绘制技术的红外场景模拟	左峥嵘等 (807)
195. 自主交会对接中运动参数的估计	徐刚锋等 (812)
196. ATR 与人在回路的选择	宋福志 (818)
197. 自动目标识别技术在飞航导弹上的应用	陈红伟等 (822)
198. 气动光学迭代盲目反卷积图像复原算法	刘纯胜等 (825)
199. 红外图像被动测距技术研究	杨卫平等 (829)
200. 一种实用的点源目标配准方法	陶冰洁等 (833)
201. 一种图像多小波域矢量量化策略	彭宁嵩等 (837)
202. 小波分析在实时红外系统目标识别中的应用与实现	李 佳等 (842)
203. 红外舰船图像的目标分割方法研究	崔 颖等 (846)
204. 通过图像分析获取红外成像系统的调制传递函数	徐春梅等 (849)
205. 一种飞行目标跟踪方法	程 科等 (855)
206. DCT 的相似性及其在图像匹配中的应用	于振红等 (858)
207. 基于 DSP 红外图像处理技术	熊 飞等 (863)
208. 一种最小化行能量的图像分割方法	陈良瑜等 (867)
209. 基于异或算法的复杂地面固定目标匹配	张麟瑞等 (870)
210. 气动光学效应降晰函数辨识 $E-\sigma$ 算法研究	赵 划等 (875)
211. 基于平移不变和小波域局部邻域方差估计的去噪方法研究	苏 涛等 (879)
212. 红外图像中机场跑道的复原及提取	朱宪伟等 (883)
213. 图像角点检测方法综述	杨必武等 (887)
214. 分层搜索在景象匹配中的应用研究	何芳芳等 (891)
215. 低信噪比红外图像的快速统计法边缘提取	高 阳等 (895)
216. 应用于红外图像特征优选的方差与相关系数综合法	李军梅等 (900)
217. 红外图像序列的目标增强和检测跟踪	张凤超等 (905)
218. 基于小波变换的气动光学效应图像复原	杨秋英等 (910)
219. 一种用于粒子场全息图中粒子目标的检测图像处理方法	蒲明辉等 (915)
220. 基于补偿矩阵的红外焦平面阵列非均匀校正算法	徐田华等 (918)
221. 图像处理对倾斜量提取算法的有效性研究	高文静等 (923)
222. 归一化积相关匹配的快速算法	刘凡军等 (928)
223. 一种基于残余图像的细节保持模糊形态滤波算法	蒋立辉等 (931)
224. 图像边缘检测方法研究综述	段瑞玲等 (935)
225. 实用动态图像小目标跟踪算法研究	周 楨等 (939)
226. 基于统计假设检验的视频对象分割技术	于跃龙等 (942)
227. 偏微分方程图像去噪模型的参数选择	谢美华等 (945)

228. 局部强干扰条件下的分块匹配与分层匹配相结合的景象匹配方案设计·····	彭双春等 (951)
229. 视频图像的场景拼接新算法·····	刘德连等 (955)
230. 基于中轴线与螺旋线的交点定位的转速测量方法·····	向丽等 (960)
231. 复杂背景下低信噪比运动点目标检测算法研究·····	卓宁等 (965)
232. 基于数学形态学的红外运动小目标识别算法研究·····	李俊山等 (968)
233. 红外小目标检测与跟踪的两类方法·····	许彬等 (972)
234. 特定红外图像下斑状目标面积计算方法的初步探讨·····	李飞等 (975)
235. 图像中梭状纵纹噪声的平滑滤除·····	洪流等 (978)
236. 红外云背景天空图像的统计模型·····	刘畅等 (982)
237. 基于自适应提升小波收缩阈值图像去噪算法·····	刘献民等 (987)
238. 一种新的图像清晰度评价函数·····	朱孔凤等 (992)
239. 差分吸收激光雷达监测化学毒剂的算法模型·····	李翠萍等 (997)
240. 红外压缩图像的质量评价研究·····	郝蒙 (1002)

六 光电系统测试与仿真技术

241. 一种新颖的用于高能激光光斑在线测量的光取样器·····	陈绍武等 (1005)
242. 基于虚拟现实的光电对抗仿真系统关键技术研究·····	吴盘龙等 (1010)
243. 星敏感器安装方位对天文导航精度影响的分析与研究·····	宋利芳等 (1014)
244. 便携式光纤型 IMU 测控系统设计研究·····	郭恩志等 (1020)
245. 真空紫外波段在轨对日指向校准方法研究·····	陈波等 (1024)
246. 红外成像制导光电对抗系统数字仿真评估方法·····	李华等 (1030)
247. 光电对抗效果评估方法分析·····	艾华 (1035)
248. 红外热像系统校准和测量方法研究·····	戴映红 (1039)
249. 红外热波无损检测技术及其在航空航天领域的应用·····	沈京玲等 (1042)
250. UV 光谱测量方法研究·····	何佑明等 (1046)
251. 某型机(舰)载电视测量跟踪器的研制·····	朱明等 (1049)
252. 激光超声技术用于材料表面缺陷检测·····	张国平等 (1053)
253. 气动式室温红外探测器的微电容快速测试系统·····	金文贤等 (1056)
254. 雷达/红外双模导引头仿真试验模型研究·····	张继勇等 (1059)
255. 衍射法细圆柱体直径测量系统设计·····	唐文彦等 (1063)
256. 红外干扰云团检测数据处理方法的研究·····	陈乃光等 (1066)
257. 基于 FPGA 的红外光斑中心实时检测·····	陈兴美等 (1070)
258. CO ₂ 脉冲激光大光斑测量技术·····	王云萍 (1075)
259. 单片机在激光远场光斑直接测量系统中的应用研究·····	朱震等 (1080)
260. 基于双横向效应 PSD 的高精度光位置检测仪·····	刘鸿飞等 (1084)
261. 光栅在激光测量中应用的可行性·····	张永生等 (1089)
262. 基于 Mie 散射理论的微球体颗粒半径测量装置的分析与设计·····	孙国正等 (1092)
263. 一种激光水平度检测仪的设计与研究·····	李育新等 (1096)
264. 基于白光干涉特性的透明介质折射率测量·····	赵玮等 (1099)
265. 便携式 MRTD 检测仪研究·····	乔胜军 (1102)

七 光电系统应用

266. 全固态激光技术在航天领域的应用.....施翔春等 (1105)
267. 基于非线性最优化的摄像机标定方法.....郭军海等 (1110)
268. 光电信息工程研究与发展趋势.....刘文耀 (1115)
269. 差分光学吸收光谱技术在城市空气质量监测中的应用研究.....刘建国等 (1119)
270. 一种标定摄像机径向畸变中心和畸变系数的新方法.....贾晓东等 (1124)
271. 气象数据对大气透过率的影响.....赵雪松等 (1127)
272. 环境温度对傅里叶变换红外光谱仪的探测极限的影响.....徐亮等 (1131)
273. 双散射角光学粒子计数器测量大气能见度.....胡欢陵等 (1135)
274. 神经网络在导弹设备电路板红外诊断中的应用.....王跃钢等 (1140)
275. 遥感图像数据动态管理系统.....陈华等 (1143)
276. 航天光学遥感的图像质量方程.....周胜利等 (1147)
277. 基于 DSP 的多路数据采集与处理平台.....马永忠等 (1150)
278. FIFO 在多级滤波图像处理 ASIC 芯片中的设计应用.....陈朝阳等 (1154)
279. 基于虚拟仪器的双波段扫描辐射计软硬件实现.....曲卫东等 (1157)
280. 光学加密防伪技术.....刘莉等 (1160)
281. 基于便携装置的 DC-DC 电源设计.....王明超 (1164)
282. 一种快速倍频切换装置的设计.....吕华昌等 (1171)

八 文摘

283. 红外辐射探测材料研究进展.....褚君浩 (1175)
284. 用超快激光研究 $C_{22}H_{22}N_4O$ 染料的多光子吸收荧光饱和特性.....王玉晓等 (1175)
285. 基于非线性光学原理的激光防护技术.....宋瑛林等 (1176)
286. 金属团簇化合物掺杂高聚物的光限幅.....杨昆等 (1176)
287. 一种测量相变薄膜结晶活化能的新方法.....张学如等 (1177)
288. 红外焦平面成像器件发展和应用现状.....陈伯良 (1177)
289. 双包层光纤激光技术.....楼祺洪等 (1177)
290. 导弹目标防热红外伪装网的技术途径.....王家营 (1178)
291. 烟幕伪装与光电对抗.....王家营等 (1178)
292. 合成孔径雷达与导弹阵地伪装.....王家营等 (1178)
293. 低频副载波复用对光信号性能损伤影响的理论模型及分析.....王岩等 (1179)
294. 基于小波域极大似然方法的光纤陀螺随机噪声参数估计.....张传斌等 (1179)
295. 大口径离轴非球面数控加工与检测技术.....张学军 (1179)
296. 基于 OCS 船用 GINS 非自主式初始对准方法.....卞鸿巍等 (1180)
297. 基于光学相关器的光电混合指纹识别技术.....袁怡圆等 (1180)
298. 单 CCD 相机人体步态测量系统的研究.....雷玉堂等 (1180)
299. 牌照信息的自动提取与识别.....张怀利等 (1181)
300. 基于统计信号处理的图像融合技术研究.....曹治国等 (1181)
301. 基于模拟退火-单纯型法的图像配准目标函数的最优化.....曹治国等 (1181)

302. 红外小目标的特性与检测方法	韦萍兰 (1181)
303. 支持向量机在非线形分类辨识中的应用	陆波等 (1182)
304. 光电技术学科类专业人才培养的发展战略的初步研究	张在宣 (1182)
305. 空间光通信发展历史及最新进展简述	马惠军 (1182)
306. 光纤通信系统中孤子相互作用的探析	马慧等 (1183)
307. 全光网络技术的发展现状与趋势	包彤 (1183)
308. 用 DOAS 法测量厦门地区大气中 NO_2 的浓度	徐红鹄等 (1183)
309. 光传播辐射的一般条件	刘建军等 (1183)
310. 梳状一维位置敏感探测器 (PSD) 的研制	唐九耀等 (1183)
311. 论各类自动调焦技术及其优劣	雷玉堂等 (1184)
312. 枕型二维位置敏感探测器 (PSD) 的研制	唐九耀等 (1184)
313. 飞秒脉冲激光引起光学损伤的理论研究	彭玉峰等 (1184)
314. 飞秒激光在金属纳米材料制备中的应用	孟宪康等 (1184)
315. 空间红外传感器探测性能分析	邓盼 (1184)
316. 用倒置准直望远镜测量微激光束发散角的分析	余新鹏等 (1185)
317. 人气湍流基本特征与变化特性分析	强希文 (1185)
318. 1550nm 光预准直模块的研制与测量发散角的实验	张宪亮等 (1185)
319. 红外隐身涂层的热图研究	王自荣等 (1185)
320. 白宝石晶体的强度研究及强化技术进展	张俊计等 (1186)
321. 大尺寸光学级铌酸锂晶体的生长及检测	孔勇发等 (1186)
322. 层状随机分布的光子晶体光纤	朱敏等 (1186)
323. 多种物质的远红外吸收研究	陈治平等 (1186)
324. 人口径离轴抛物面的几种加工方法及结果	李德培 (1186)
325. 关于陀螺仪的测试	马晓飞 (1187)
326. 一体化陀螺瞄准仪的发展需求论证	王悦勇等 (1187)
327. 过载振动复合环境下平台惯导系统仿真分析	王跃钢等 (1187)
328. 基于小波变换边缘增强的数字散斑相关测量	赵玮等 (1187)
329. 红外热成像系统海上监测应用中工作波段选择的思考	崔麦会等 (1188)
330. 红外探测器响应光谱的自动测试分析与软件校正	孔令才等 (1188)
331. 激光散斑与探测角度之间关系的研究	王建新等 (1188)
332. 激光武器对红外点源导引头破坏的研究	刘廷武等 (1188)
333. 灵敏实用的单片机控制激光平面探测电路	解生晃等 (1188)
334. 基于结构光投影的联合变换相关器	黄黎红 (1189)
335. 锗基底 $3\sim 5\mu\text{m}$ 和 $8\sim 12\mu\text{m}$ 双波段兼容高性能红外减反膜的研究	潘永强等 (1189)
336. 红外热像检测复合材料的缺陷	金永君 (1189)
337. 用 LCD 液晶屏一步法制作真彩彩虹全息技术	金伟民 (1189)
338. 计算机模拟计算全息图的研究	盛兆玄等 (1189)
339. 基于计算全息技术实现二维 Haar 小波变换的研究	盛兆玄等 (1190)
340. 高速数字电路的设计和仿真	苏海冰等 (1190)
341. 基于数学形态学的机场跑道自动识别方法	吴盘龙等 (1190)
342. 棱镜虚像问题分析	严桂兰 (1190)

343. 化学毒剂激光遥测报警系统的数学模型、LIDAR 方程及信号处理.....张国胜等 (1191)
344. 激光诱变选育低双乙酰啤酒酵母.....张智维等 (1191)
345. 新一代高功率固体绿光/红外激光器及其科研应用——薄片式 Yb: YAG 激光器
..... 张志伟等 (1191)
346. 大口径离轴非球面数控加工与检测技术.....张学军 (1191)
347. 成像制导算法仿真评估系统.....崔宝生等 (1192)
348. 数字全息图像重建的一种新方法.....郑德香等 (1192)
349. 激光目标指示器参数选择分析.....欧阳艺等 (1192)
350. 光电多模数据融合目标识别研究.....王继光等 (1192)
351. DSP 的自举引导方法的应用研究.....刘荣晖 (1192)
352. 几种提高 PLD 技术中成膜均匀性方法研究.....叶景峰等 (1193)

红外近距离格斗空空导弹发展展望

樊会涛 刘代军

(中国空空导弹研究院 洛阳 471009)

摘要: 空空导弹是夺取制空权的重要武器,现代空战近距离格斗不可避免。本文分析了现代空战对新一代红外近距离格斗导弹的要求,介绍了国外新一代红外近距离格斗导弹的发展情况,对红外近距离格斗导弹普遍采用的先进的气动外形与系统设计、红外成像制导、气动力/推力矢量复合控制、小型捷联惯导等主要关键技术进行了探讨。

关键词: 红外近距离格斗导弹; 红外成像制导; 气动力/推力矢量复合控制

1. 引言

在现代战争中,空中较量成为具有决定意义的较量,谁夺取了制空权就掌握了战争的主动权,空空导弹是夺取制空权的重要武器。未来空战遵从先视先射的原则,从超视距交战开始,在强大的电子干扰和光电干扰的支援下,按照作战网络提供的全面信息和指令,用中远程导弹毁伤威胁最大的各类目标,包括破坏敌方的信息链路;继而按照“看见即攻击”的原则,用全向近距离格斗导弹,消灭余下的目标,以贴近格斗结束战斗。模拟空战的结果显示,空战中有约 40% 的概率要进入近距离格斗状态。

未来空战将充分体现体系对抗的特点,目前各种作战飞机广泛采用光电、电磁以及综合干扰手段,使敌方的飞机无法在中距有效地进行攻击。另外飞机的隐身化也是一个重要的发展方向,据报道美国 F-117 隐身战斗机的雷达反射面积几乎与一只大鸟相当,机载雷达很难在远距离发现这样的隐身目标。电磁干扰环境的日益恶化和飞机隐身性能的提高使空战中双方突然遭遇的可能性加大,在敌对双方势均力敌的情况下将有更大的概率进入近距离格斗状态。美国最先进的第四代战斗机 F-22 有多种武器配置,但每种配备方案都至少有两枚近距离格斗弹 AIM-9X,这说明了近距离格斗导弹在未来空战中仍然是必不可少的。

从近年来发生的海湾战争、科索沃战争以及伊拉克战争中可以看出,巡航导弹总是作为战争的先锋官对敌方首先发动攻击,并且具有巨大的破坏力,对敌方造成心理震撼,因此如何防范巡航导弹的攻击成为现代战争重要的研究课题。与地面高炮、地空导弹相比,空空导弹由于发射平台的机动、灵活性,克服了地面防空部队阵地容易被敌方发现和摧毁的缺点,另外由于制导精度和机动能力的优势,空空导弹对巡航导弹的拦截成功概率要远大于其它武器。对巡航导弹的拦截将成为新一代近距离格斗导弹的作战使命。

2. 现代空战对红外近距离格斗导弹的要求

为了在未来空战的近距离格斗中获胜,要求携带导弹的载机具有不占位发射能力,或至少对占位的要求比较低。所谓载机“占位”,是指在近距空中格斗时为使目标进入导弹允许发射区载机所作的机动。不站位发射就是要求载机能够攻击载机前方、侧方甚至后方的目标,这对近距离格斗导弹提出了很高的要求。为了实现这一要求,近距离格斗导弹应具有大离轴发射能力,发射离轴角达到 $\pm 90^\circ$;应具有很好的敏捷性,机动能力达到 60g 以上;应大大增加迎头探测能力,真正实现全向攻击;应具有发射后截获目标的能力,扩大发射攻击区;应具有越肩发射能力,可以攻击载机侧后方的目标;应具有优异的抗红外诱饵干扰能力,适应复杂的战场环境。目前正在服役的第

三代红外近距格斗导弹大多是在 80 年代完成设计定型的, 已难以满足现代空战的需要, 主要表现在对目标迎头探测距离太小、抗干扰能力差、离轴角和机动过载较小, 不具备发射后截获能力等几个方面。必须发展新一代红外近距格斗导弹满足现代空战的需要。

3. 国外红外近距格斗导弹的发展情况

世界各主要军事强国都竞相发展和装备新一代红外近距格斗导弹, 主要型号有: 美国的“AIM-9X”、英国的“ASRAAM”、德国为主多国联合研制的“IRIS-T”、法国的“MICA 红外型”、南非的“A-Darter”和以色列的“Python IV”等。下面简单介绍几个型号的基本情况:

3.1 AIM-9X 导弹发展情况

AIM-9X 是由美国空军和海军联合研制的新一代红外近距格斗空空导弹, 用于取代现役的 AIM-9L/M。美国空军和海军对 AIM-9X 的性能要求各有侧重, 但他们还是一致要求 AIM-9X 总的战术性能要超过前苏联的 R-73 和其它大离轴角发射全向攻击的导弹, 即要具有比对手更好的目标截获能力、更大的机动能力和优良的抗红外干扰能力。同时要求导弹能够在发射前和发射后锁定目标, 以获得发射后不管能力。美国休斯公司经过八年的研制, 于 2002 年完成鉴定并开始小批量生产。AIM-9X 主要装备 F-15、F-16、F/A-18、EF2000 等先进战斗机, 尤其能够在 F-22 战斗机的武器舱中内埋发射。AIM-9X 导弹外形图如图 1 所示。

AIM-9X 导弹进行了全新的气动外形设计, 采用正常式布局, 前弹体装有四个固定翼, 弹体尾部安装了四个控制舵。其导引头采用 128×128 元的碲镉汞凝视焦平面红外成像探测器, 工作波段为 $3 \sim 5 \mu\text{m}$, 导引头的框架角能够达到 $\pm 90^\circ$ 。控制系统采用气动舵与推力矢量相结合的复合控制系统, 提高了导弹的敏捷性, 可以使导弹在高空、低速时进行大攻角飞行, 攻角可达 50° , 导弹的转弯速率达到 $60^\circ \sim 100^\circ/\text{s}$ 。其动力装置、激光引信和战斗部与 AIM-9M 的相同, 未做改变。

3.2 ASRAAM 发展情况

90 年代初美欧国际合作研制空空导弹计划失败后, 英国就以马特拉英宇航动力公司为主承包商开始独立研发一种红外制导的先进近距空空导弹—ASRAAM。该弹经过十年的研制, 于 2002 年完成鉴定并交付英国皇家空军使用。装备飞机有 EF-2000、狂风 GR MK4 和鹞式 GR-5/7 等。ASRAAM 导弹外形图如图 2 所示:



图1 AIM-9X 导弹外形图



图2 ASRAAM 导弹外形图

ASRAAM 导弹外形采用“干净”弹身、切梢三角形尾舵控制方案, 这种气动方案可使导弹获得较高的机动性能, 同时阻力较小、飞行速度高。其导引头与 AIM-9X 的相同。ASRAAM 同样采用了推力矢量/气动力复合控制系统, 但可做到全程推力矢量控制。其动力装置采用高性能固

体火箭发动机,有助推续航两级推力,发动机的红外特征较弱,且尾烟少。据称该弹的制导精度很高,能选择目标的要害部位进行攻击,并能在敌方干扰严重的情况下有效攻击。ASRAAM 也具有发射后截获目标能力。

3.3 IRIS-T 发展情况

IRIS-T 导弹是由德国牵头,六国联合研制的先进红外型近距格斗空空导弹。该导弹于 1996 年开始方案设计,2002 年完成了设计定型,在定型靶试中 6 发导弹全部直接命中目标,2004 年开始批量交付用户。IRIS-T 将装备欧洲各国“台风”、“阵风”战斗机。IRIS-T 导弹外形图如图 3 所示:

IRIS-T 导弹采用正常式气动布局,用四个反安定面取代了响尾蛇的四个鸭式舵,以实现大攻角时的敏捷性。弹体中部装了固定边条翼,以增加升力并保持大攻角时的可控性。IRIS-T 导弹采用机械扫描的 128×4 的碲化镉红外成像导引头,工作波段为 $3 \sim 5 \mu\text{m}$,与头盔瞄准具配合使用能以大于 90° 的离轴角锁定目标,并且具有优异的抗人工和自然干扰性能。IRIS-T 导弹机动由气动控制面和导弹后部的发动机推力矢量控制机构共同完成,推力矢量控制机构为燃气舵形式。IRIS-T 导弹采用固体火箭发动机,推进剂为少烟的星型装药,该发动机具有助推—巡航—续航的推力曲线。引信采用主动激光引信,该引信在距目标一定距离时由成像导引头产生的“目标接近”信号启动。

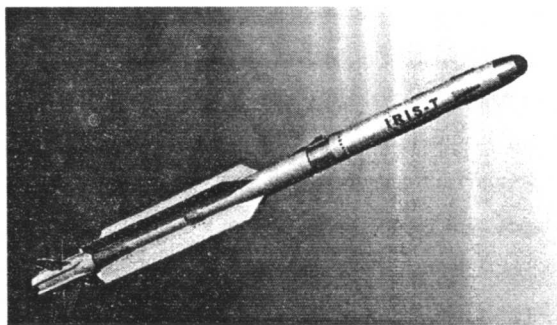


图 3 IRIS-T 导弹外形图

4. 新一代红外近距格斗导弹的关键技术

为了满足现代空战对近距格斗导弹的要求,国外新一代红外近距格斗导弹普遍采用了以下新技术:先进的气动外形与系统设计技术、红外成像制导技术、气动力/推力矢量复合控制技术和小型捷联惯导技术等,下面对这些技术进行介绍。

4.1 先进的气动外形与系统设计技术

新一代近距格斗导弹普遍采用了全新的气动外形设计,抛弃了第三代导弹的鸭式布局,采用正常式布局,缩小了舵翼面尺寸,甚至采用干净的弹身,导弹机动所需要的过载主要通过大攻角飞行时弹身提供的升力产生。这对气动外形设计提出了很高的要求,导弹大攻角飞行时,对称弹体将产生非对称、不稳定的分离涡,而弹体产生的涡流流场特性是影响飞行器稳定性和操纵性的关键因素。如何准确地预测弹体大攻角特性,研究导弹在大攻角下的非对称流场以及对操稳特性的影响,对导弹设计显得尤为重要。另外对于大攻角气动外形的气动试验方法也是设计师要解决的新问题。

新一代红外近距格斗导弹大量采用新技术,导弹性能的大幅度提高增加了系统总体设计的难度,导弹和载机的联系更为紧密,成为一个完整的武器系统。导弹的大离轴发射技术、越肩发射技术、发射后截获技术、抗干扰技术以及拦截巡航导弹技术是系统设计时需要重点考虑的问题,系统设计往往需要多次叠代才能闭合总体设计方案,数字仿真、虚拟样机和半实物仿真是主要的系统设计手段。

4.2 红外成像制导技术

红外成像导引头是一种有大量探测元,利用目标与背景之间的温度差经过数据信息处理成像的导引头。红外成像导引头具有以下特点:

(1) 具有较高的灵敏度和空间分辨率,以被动方式全方位对目标进行探测,对目标迎头探测距离远大于点元导引头;

(2) 抗红外干扰能力强,对红外诱饵、假目标具有较高的鉴别能力,并且可以抑制背景干扰;

(3) 可以实现智能化制导,利用软件实现对目标的自行判断、决策和跟踪,使导弹可以选择目标和可选择攻击目标的关键部位,导弹发射后在飞行过程中即使丢失目标,导引头具有记忆和推断目标运动状态重新搜索并截获目标的能力。

根据成像方式不同,红外成像导引头可分为扫描成像和凝视阵列成像两种。凝视阵列的优点是采用能瞬间观察景物的电扫,取消了扫描成像的一套摆动或旋转式反射镜对景物扫描的机构及电子处理设备,并具有更高的对目标截获能力的分辨率、信噪比及低的虚警率和重量体积,但是凝视阵列系统具有阵列中探测器响应不均匀的缺点,且价格昂贵。而线列扫描成像则具有难度小、成本低的优点。两种导引头都可以采用摆动的万向支架,使导引头框架角达到 $\pm 90^\circ$ 以上,提高了导弹离轴发射和跟踪能力。关于扫描成像和凝视阵列成像两种体制的导引头哪一种更适用于空空导弹使用目前尚无定论,目前发展的新一代红外近距格斗导弹两者都在应用。

4.3 气动力/推力矢量复合控制技术

近距空战对空空导弹的要求越来越高,为了有效对付未来大机动的空中飞行目标,需要更大的横向可用过载和更快的响应速度,传统的气动面控制受飞行速度和飞行环境的影响较大,已经不能满足要求。推力矢量控制是一种通过控制发动机主推力相对于弹轴的偏移来产生所需控制力矩的控制技术。很显然,推力矢量控制的特点是导弹的机动性不依赖于导弹的飞行环境,导弹的机动加速度和转弯依靠控制导弹推力矢量的方向得到,而与导弹的飞行速度、飞行高度无关,这对于导弹的初始飞行段(速度较低)和高空飞行段(空气稀薄)的控制特别有好处。推力矢量控制系统使导弹在低速、高空飞行状态下仍然可以产生较大的横向过载,这一点是常规的空气动力翼面控制系统根本无法比拟的。另外,推力矢量控制技术的采用使导弹在初始飞行段可以获得较大的过载,这对于消除初始发射误差,提高制导精度具有重要意义。空空导弹使用推力矢量控制技术具有增大导弹的攻击区、减小导弹舵翼展、提高导弹的快速性等优点,这些优点对于近距格斗型空空导弹具有特殊的价值。推力矢量控制技术在现代空空导弹的设计中得到了广泛的应用。

目前推力矢量控制在空空导弹上主要有两种应用模式:一种是全程推力矢量控制方式,另一种是气动力/推力矢量复合控制方式。所谓全程推力矢量控制方式是指在导弹外形设计上完全取消空气舵面和翼面,导弹所需的机动需求完全由推力矢量舵提供。所谓气动力/推力矢量复合控制方式是指在发动机燃烧时,推力矢量舵和空气舵同时工作,当发动机关车后,推力矢量舵不起作用,只使用空气舵进行控制。

4.4 小型捷联惯导技术

新一代红外近距格斗导弹为了具有发射后截获能力和实现越肩发射必须采用捷联惯导技术。采用捷联惯导技术同时又是基于先进制导律的要求,另外自动驾驶仪闭环稳定也要求惯导系统提供弹体姿态角、姿态角速度以及线加速度等信号。

捷联惯导系统主要由惯性测量组件(IMU)、惯导计算机及惯导电源三部分组成,惯导计算机及惯导电源部分在导弹总体设计时可以考虑合并到导引头计算机和弹上主电源,惯性测量组件就成为捷联惯导系统中唯一独立出现的部分,同时它又是捷联惯导系统的核心部分。惯性测量组件主要由敏感角速度的陀螺、敏感加速度的线加速度计和处理补偿传感器数据的电子部件三部分组成。

成。与中远程空空导弹捷联惯导系统相比, 近距格斗导弹捷联惯导系统应更加强调小型化设计, 所以应用于近距格斗导弹的捷联惯导系统大都采用了新型惯性器件(光纤陀螺和硅加速度计)。

光纤陀螺是基于萨格纳克效应的一种新型的光学惯性器件, 与基于经典力学原理的机械陀螺相比, 由于光纤陀螺内部取消了高速旋转的活动件, 所以它具有普通机械陀螺无法比拟的优点, 比如准备时间短、动态范围大、无转动摩擦问题、抗振动/冲击性能好、可靠性高以及全寿命费用低、体积功耗小等。因而光纤陀螺是弹载捷联惯导系统理想的惯性测量器件, 目前光纤陀螺正在进一步向小型化、低成本和高性能方面发展。

5. 结束语

空中力量将是今后战争中的核心力量, 制空权是达到一切作战任务的前提, 在争夺制空权的战斗中, 近距空战不可避免。面对未来日益复杂、严峻的空战环境, 第三代红外型近距格斗空空导弹已不能满足需要, 世界各国都在积极发展和装备性能先进的新一代红外近距格斗导弹。新一代近距格斗导弹普遍采用了系统设计和集成、红外成像制导、气动力/推力矢量复合控制、小型捷联惯导等先进技术。这些先进技术的采用, 使近距格斗空空导弹在机动能力、发射距离、抗干扰能力以及作战使用等方面得到了质的改进, 对敌方作战飞机的毁伤效能不断提高, 成为近距格斗中名副其实的“空中杀手”, 是空战进入格斗时的决定性武器。

参考文献

- [1] 樊会涛, 空空导弹 21 世纪展望. 航空兵器, 2001(1)
- [1] 王秀萍, 国外先进近距空空导弹的发展和关键技术情报分析报告. 内部资料.
- [3] 王秀萍译, 射向心脏的一把利剑. 《Jane' s International Defense Review》 2002(7).
- [4] Arming for close-in air combat. 《Jane' s International Defense Review》 1999(1).
- [5] 刘代军、崔颖, 推力矢量控制技术与第四代空空导弹. 航空兵器, 2000(5).
- [6] 宋振峰, 推力矢量技术在空空导弹上的应用. 航空兵器, 1993(3).
- [7] 邢晓岚、刘代军, 第四代红外近距格斗空空导弹关键技术探讨. 航空兵器, 2001(6).
- [8] 王锡泉, 红外成像空空导弹及其制导系统的一些考虑. 航空兵器, 1993(6).

固定区域内对红外防空导弹的防御

陈晓明 陆益敏

(解放军电子工程学院 308 教研室 合肥 230037)

摘要: 本文讨论了在固定区域内,利用地基雷达站和红外激光站,防护红外防空导弹对飞行器的攻击。文章分别从总体概念、地面雷达站、红外干扰激光站、视场角运算法则以及红外对抗(干扰)措施等方面作了较为详细的介绍。;给出了在已知跟踪雷达精度和威胁导弹距离的条件下,快速估测干扰激光实施有效干扰所需光斑的最小尺寸的方法。

关键词: 固定区域; 红外干扰措施; 搜索雷达; 跟踪雷达; 红外干扰激光站

1. 引言

对飞机来讲,来自单兵便携式防空系统的威胁是致命的。随着这些武器日益普遍,对它们的防御也越来越多地成为人们关注的焦点。本文就是要讨论在固定区域内,如何消除地基防空导弹对飞行器的威胁;讨论的范围限于雷达探测、跟踪和电子对抗措施,后者主要使用红外干扰措施来对抗红外制导、热制导地-空导弹(如单兵便携式防空导弹)。

2. 在固定区域内对抗地基导弹攻击的系统要求

在固定区域内,空中飞行要防御地基防空导弹的攻击,需要满足若干规则和要求。使用地基雷达和激光站实施电子对抗措施来对抗威胁导弹、保护飞行器需要极快的反应速度,这对低空飞行的飞机尤为重要。要在任何区域实施防御、应付便携式单兵防空导弹,系统设计要做到以下三点:1) 尽早发现;2) 精确跟踪;3) 尽快干扰威胁导弹,使之丢失锁定的目标。

针对防空导弹的地基防御系统的优势在于它对尺寸、重量和能量的限制要低于机载系统。地基激光系统具有便于实现连续、多波段红外激光的优点,从而提供了可以干扰多波段的红外光谱。这就使系统能够干扰多种导弹的寻的器,而且能够较为容易地拓展以满足对抗新型威胁导弹(譬如红外成像制导)。不同的激光可以具有变化或固定的发散性。

该系统的重要任务之一就是,利用雷达波束迅速定位,为更窄的激光波束进入威胁导弹视场范围提供引导。

在本文,我们是基于激光光轴讨论的,它和单脉冲跟踪雷达的跟踪轴相结合。跟踪雷达跟踪威胁导弹,并且引导激光的干扰能量作用在导弹传感器上。图1是区域对抗地基导弹的防御系统的组成部分。图中显示了搜索雷达的矢量 $\vec{T}$ 和地基激光矢量 $\vec{L}$ 。

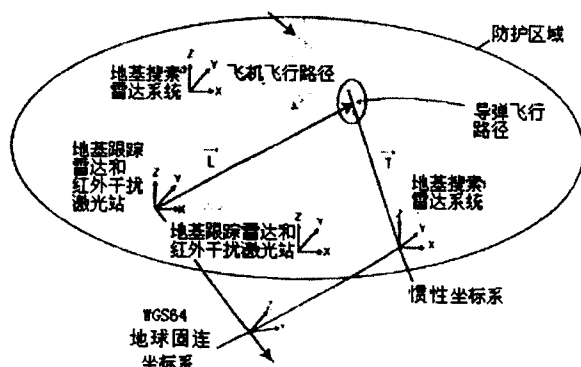


图1 地基固定区域导弹防御的新概念示意图

3. 搜索雷达

搜索雷达在相对短的距离上需要很快的扫描能力,这取决于扫描区域的空间大小。为了便于讨论,我们想定一个半径小于30海里的固定区域,一枚导弹(比如便携式单兵防空导弹)具有很小的