

文章编号: 0258-7025(2003)Supplement-0085-03

激光敌友目标识别系统参数设计的选择与计算

张洪涛¹, 尹福昌², 王秋贵¹

¹ 装甲兵技术学院电子工程系, 吉林 长春 130117

² 长春理工大学光电工程系, 吉林 长春 130022)

摘要 从作用距离方程式出发,详细推导了目标识别系统中半导体激光器、发射光学系统、接收光学系统、光电探测器等总体参数选择的依据。系统经发展可具有激光搜索及制导功能,系统的全方位光电接收机还可实现对0.9~1.06 μm 激光波段报警。

关键词 激光技术; 目标识别; 光学系统效率; 最小可探测功率

中图分类号 TN253; TN929.11

文献标识码 A

Selection and Calculation of Parameter Designation in Laser Friend-or-Foe Identification System

Zhang Hong-tao¹, Yin Fu-chang², Wang Qiu-gui¹

¹Electronic Engineering Department, Armor Technique Institute of PLA, Changchun, Jilin 130117, China

²Electronic Engineering Department, Changchun University of Science and Technology, Changchun, Jilin 130022, China)

Abstract From operation distance equation, some general parameters of semi-conductor laser, transmitting optical system, receiving optical system and photo-electric detector are derived detailed. After development, the system can search and guide the target with laser, it can also alarm for 0.9~1.06 μm bands of laser beam with all-round photo-electric receiver.

Key words laser technique; target identification; optical system efficiency; minimum detectable power

1 引言

激光敌友目标识别系统选用高功率半导体激光器辐射的激光波为载波传递信号,是一个协同式的载波返回式系统。系统的回波调制使用了反射棱镜,反射棱镜由直流电机控制。通常,反射棱镜是静止的,当全方位光电接收机的探测器探测到敌友识别钥匙密码时,电机带动反射棱镜旋转,形成调制回波。为解决 APD 光电传感器的抗强背景光干扰和适应背景不断变化情况下工作的探测技术问题,在 APD 光电接收系统中采用了计算机控制的模糊噪声补偿技术和信号识别技术。车载式目标识别系统由激光发射系统(含四像限光电探测器)、全方位光电接收系统、微机控制系统、语音信号处理系统等组成,系统的组成原理如图 1 所示。

2 系统总体参数的确定

根据作用距离方程式

$$R^2 e^{\sigma R} = \frac{4K \cdot P_w \cdot T_R \cdot S}{\pi \cdot \theta^2 \cdot P_R} \quad (1)$$

在给定大气能见度 8 km 时(按 GJB470-88,衰减系数 $\sigma=0.36 \text{ km}^{-1}$),作用距离 R 将与下列参数的选择相关。

2.1 激光器辐射峰值功率(P_w)

高功率脉冲半导体激光器选用美国 LASER DIODE PRODUCTS INC. 产品。根据二极管阵列形式和辐射脉冲峰值功率的要求,选取 InGaAs PULSED 904nm,额定辐射峰值功率大于 120 W。

2.2 激光器峰值功率利用系数(K)

激光器峰值辐射功率利用系数 K 与激光发射光学系统的焦距 f_i 和物镜口径 D 有关,它间接地受

作者简介: 张洪涛(1968-),男,装甲兵技术学院武器光学教研室教官。长春理工大学光学工程专业博士研究生,主要从事光通信领域的研究。E-mail: zhtylf555@sohu.com

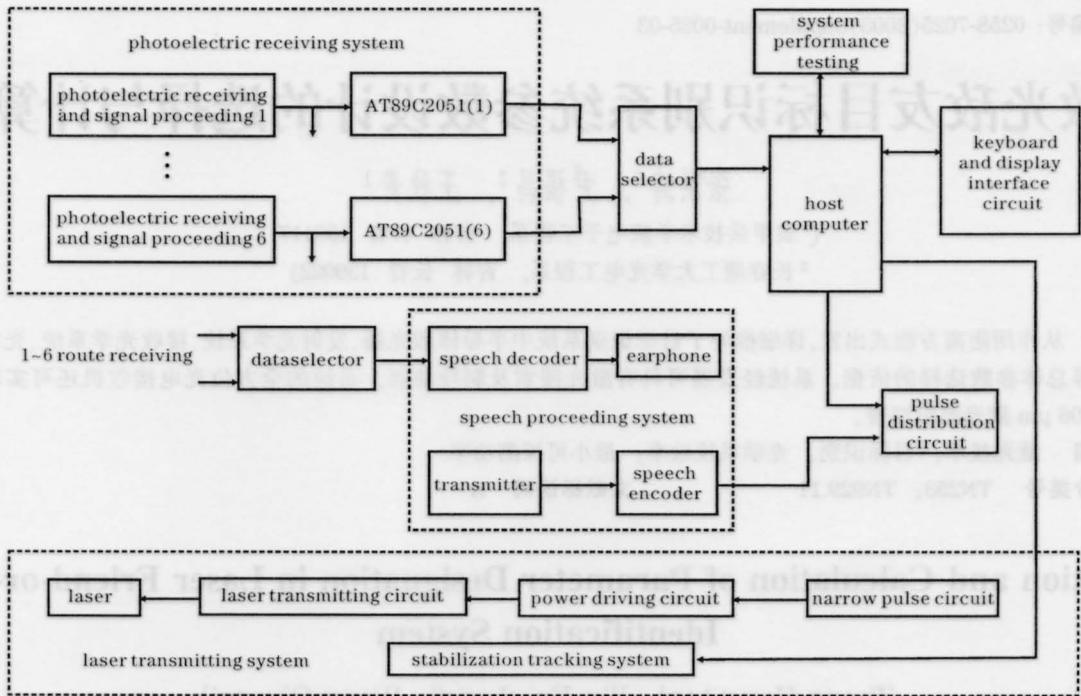


图1 系统结构的原理框图

Fig.1 Principle diagram of system configuration

到目标处光斑(发射系统辐射散角)和激光发射机尺寸的限制。根据车辆尺寸,在 3000 m 处,激光光斑为 9 m×9 m,激光束发散角为 3 rad (0.172°)。激光器的发光面尺寸为 0.4 mm×0.4 mm,故发射系统物镜焦距为

$$f_i = \frac{0.2}{\tan(0.172^\circ/2)} \approx 133.25 \text{ mm} \quad (2)$$

当发射物镜设计成摄远物镜型时, f_i 满足限定的结构尺寸要求;由于发射机结构尺寸受到限制,取发射物镜最大有效孔径 $\phi 49 \text{ mm}$,此时有

$$K = \arctan\left(\frac{49/2}{133.25}\right) / 13.76^\circ \approx 0.76 \quad (3)$$

2.3 发射光学系统效率(T_T)

发射光学系统由 4 个镜片构成,前两片为双胶合型,共有 6 个折射面,镀增透膜后,每个折射面透过率为%,总光程

$$L = 10 + 5 + 7 + 2 = 24 \text{ mm} \quad (4)$$

光束的传输效率

$$T_T = (99\%)^6 \times 0.99^{24} \approx 0.9 \quad (5)$$

2.4 接收光学系统效率(T_R)

接收光学系统分 PIN 和 APD 光电探测系统两个部分。PIN 探测器的光学部分由干涉滤光片和空心光锥构成。折射和反射面共 3 个,镀膜后每个表面折射和反射损失 1%;干涉滤光片光程为 8 mm,透过率为 75%,所以

$$T_R = (99\%)^3 \times 0.99^{0.8} \times 0.75 \approx 0.7 \quad (6)$$

APD 光电接收系统由 11 个镜片组成,其中 4 个为双胶合透镜,共有 14 个折射面。镀透光膜后,每个折射面折射损失在 1%以下,干涉滤光片透过率为 65%。

$$T_R = (99\%)^{14} \times 0.99^5 \times 0.65 \approx 0.5 \quad (7)$$

2.5 系统接收面积(S)

阵列 PIN 探测器前方加空心光锥,大端为接收有效孔径, $\phi 52.70 \text{ mm}$ 。

$$S = \pi R^2 = \pi \times 26.35^2 = 0.00218 \text{ m}^2 \quad (8)$$

2.6 激光束发射角(θ)

激光束发散角直接反映目标处有效光斑的大小。考虑到目标尺寸在 3000 m 处,激光光斑尺寸应为 9 m×9 m,激光束发散角为:

$$\theta = 9/3000 \approx 0.003 \text{ rad} \quad (9)$$

2.7 探测器最小可探测功率(P_R)

由于大视场接收的要求,PIN 光电探测器选用 OPTO TECHCORPRATION SILICON PHOTODIODE CHIPS, PD-120,每个芯片 3 mm×3 mm,列阵后尺寸为 42 mm×42 mm,放在空心光锥小端处。放大器增益大于 60 dB,此时噪声峰值电压约 50 mV,放大器带宽 700~3700 kHz,最小可探测功率达到 $2.9 \times 10^{-6} \sim 2.9 \times 10^{-7} \text{ W}$ 。

APD 光电探测器选用美国 RCA 公司 C30950E

雪崩光电二极管。温度补偿量为 2.2 V/°C, 放大器增益大于 100 倍, 在无背景光照射条件下, 放大器输出噪声电压的峰值小于 100 mV_{p-p}, 放大器带宽 500~4000 kHz, 最小可探测功率达到 1.8×10⁻⁷~1.8×10⁻⁹ W。

2.8 系统作用距离估算

将以上分析结果代入(1)式得到作用距离方程式的最终结果为

PIN探测器

$$R^2 e^{0.36R} = \frac{4 \times 0.76 \times 120 \times 0.9 \times 0.7 \times 0.00218}{\pi \times 0.003^2 \times 2.9 \times 10^{-6}} \approx 4700 \text{ m}$$

APD 探测器

$$R^2 e^{0.36R} = \frac{4 \times 0.76 \times 120 \times 0.9 \times 0.00218 \times 0.5}{\pi \times 0.003^2 \times 1.8 \times 10^{-7}} \approx 11000 \text{ m}$$

此时系统单程工作距离可以达到 5500 m。

参 考 文 献

- 1 Leon Cohen. Time-Frequency Analysis: Theory and Applications[M]. Prentice Hall, 1995
- 2 Lan Juxin. Laser Technology [M]. Beijing: Science Publishing House, 2000
- 3 卢亚雄, 杨亚培, 陈淑芬. 激光束传输与变换技术[M]. 北京: 电子科技大学出版社, 1999. 102~114
- 4 Shen Fumin. Adaptive Signal Proceeding [M]. Xi'an: Publishing House of Xi'an University of Electrics Science and Technology, 2001
- 5 J. G. Proakis. Digital Communications [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2001