

文章编号: 1007-4619 (2001) 02-0090-05

# 机载热红外扫描仪的信噪比研究

郭冠军, 尤红建, 李树楷

(中国科学院 遥感应用研究所, 国家遥感工程技术研究中心, 北京 100101)

**摘 要:** 分析了机载热红外扫描仪的信噪比与各种因素之间的关系, 利用高斯-喇格公式给出了信噪比的解析表达式, 阐述了提高信噪比的途径。分析了温度、发射率、扫描角度对系统信噪比的影响, 得出了相应的理论公式, 并定性分析了它们对信噪比的贡献。

**关键词:** 热红外扫描仪; 信噪比; 发射率

**中图分类号:** TP751.1 **文献标识码:** A

## 1 引 言

机载热红外扫描仪昼夜都能工作, 具有快速和高分辨地获取地面热分布的能力, 此外具有许多特点, 如光通量大, 信噪比高, 便于实现等, 因而具有重要的应用价值。特别是它与激光扫描测距系统、全球定位系统、惯性导航系统相结合, 可构成定性、定量、定位、高精度和实时化的高效机载遥感系统, 能够提供数字影像地图、正射影像、地面数字模型和地理信息库, 代表了航空遥感的一个重要发展方向, 各国都投入了大量的人力和物力对此进行研究和开发<sup>[1-3]</sup>。信噪比是遥感器的重要技术指标之一, 直接影响到所获取图像的质量, 为了获取低噪声的图像, 有必要对机载热红外扫描仪的信噪比进行研究。本文给出了机载热红外扫描仪信噪比的解析表达式, 分析了温度、发射率和扫描角度对信噪比的影响。

## 2 机载热红外扫描仪的信噪比分析

### 2.1 系统的信噪比

光机扫描式红外热像仪由飞机的飞行提供机载光学系统视场的纵向扫描, 扫描镜的转动提供横向扫描。BC 为航带宽度,  $\angle BAC$  为光学系统的视场角。设光学系统物镜的有效通光面积为  $A_0$ , 瞬时视

场(IFOV)的立体角为  $\Omega_0 = \alpha^2$ , 光学系统 A 与像元 S 之间的距离 SA 为 r, 系统瞬时视场所对应的像元面积为  $\Delta S = \alpha^2 r^2$ , 物镜对像元所张的立体角为  $\Omega = A_0 / r^2$ ,  $\theta$  为像元法线与像元和光学系统中心的连线之间的夹角, 并认为像元(地面)为朗伯余弦辐射体, 探测器所接受到的光谱辐射功率为:

$$P_\lambda = L_\lambda \Delta S \Omega \tau_a(\lambda) \tau_o(\lambda) \cos \theta \\ = L_\lambda A_0 \alpha^2 \tau_a(\lambda) \tau_o(\lambda) \cos \theta \quad (1)$$

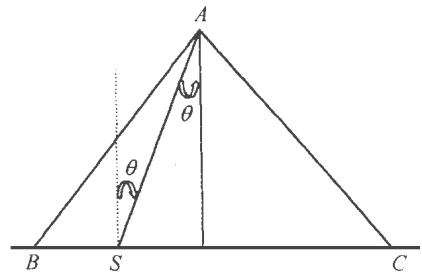


图 1 扫描原理示意图

Fig. 1 Schematic Diagram of the scanning principle  
上式中,  $\tau_a(\lambda)$  为大气的光谱透过率,  $\tau_o(\lambda)$  为光学系统的光谱透过率,  $L_\lambda$  为像元的光谱辐射亮度。

$$L_\lambda = \frac{1}{\pi} \frac{c_1}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) - 1} \quad (2)$$

上式中,  $c_1 = 2\pi^5 c^2 h = 3.74 \times 10^{-12} \text{W} \cdot \text{cm}^2$ ,  $c_2 = ch/k = 1.438 \text{cm} \cdot \text{K}$ 。

$P_\lambda$  在红外探测器上所引起的信号电压为:

收稿日期: 2000-07-05; 修订日期: 2000-09-22

基金项目: 国家 863 计划 308 主题项目, 项目号: 863-308-12-01(1)。

作者简介: 郭冠军, 1963-11-11 生于山东莱州, 中国科学院遥感应用研究所博士研究生, 研究方向为激光精密测量和遥感对地定位。

$$V_s(\lambda) = P_\lambda R_v(\lambda) = A_0 \alpha \beta \cos \theta \tau_a(\lambda) \tau_o(\lambda) L_\lambda \frac{V_n D^*(\lambda)}{\sqrt{A_d \Delta f}} \quad (3)$$

其中  $R_v(\lambda)$  为探测器的光谱响应率,  $V_n$  为探测器的噪声均方根电压,  $D^*(\lambda)$  为探测器的比探测率,  $A_d$  为探测器的有效面积,  $\Delta f$  为系统的通频带带宽,  $D^*$  依赖于波长, 对于光子器件, 比探测率有如下的关系:

$$D^*(\lambda) = \frac{\lambda}{\lambda_{\max}} D_{\max}^* \quad (4)$$

$\lambda_{\max}$  是探测器的比探测率的峰值  $D_{\max}^*$  所对应的波长。

$$V_s(\lambda) = \frac{A_0 \alpha \beta V_n D_{\max}^*}{\lambda_{\max} \sqrt{A_d \Delta f}} \lambda \tau_a(\lambda) \tau_o(\lambda) L_\lambda \cdot \cos \theta \quad (5)$$

设红外扫描仪的工作波段为  $(\lambda_1 - \lambda_2)$ , 像元在该波段上所产生的总的信号电压为:

$$V_s = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} V_s(\lambda) d\lambda \quad (6)$$

信噪比 SNR:

$$SNR = \frac{S}{N} = \frac{V_s}{V_n} = \frac{A_0 \alpha \beta D_{\max}^*}{\lambda_{\max} \sqrt{A_d \Delta f}} \cos \theta \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \lambda \tau_a(\lambda) \tau_o(\lambda) L_\lambda d\lambda \quad (7)$$

把大气的透过率看作是不依赖于波长的常数, 为  $\tau_a$ , 认为光学系统的透过率在通频带内不随波长变化, 为  $\tau_o$ , 把像元(地面)看作灰体, 以像元的平均发射率  $\epsilon$  来代替像元的发射率, 则:

$$SNR = \frac{c_1 A_0 \alpha \beta \tau_a \tau_o \epsilon D_{\max}^*}{\pi \lambda_{\max} \sqrt{A_d \Delta f}} \cdot \cos \theta \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{1}{\lambda^4} \frac{d\lambda}{\exp\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) - 1} \quad (8)$$

令  $x = \frac{c_2}{\lambda T}$ , 上式可化为

$$SNR = \frac{c_1 A_0 \alpha \beta \tau_a \tau_o \epsilon T^3 D_{\max}^*}{\pi \lambda_{\max} \sqrt{A_d \Delta f}} \cos \theta \int_{x_2}^{x_1} \frac{x^2}{e^x - 1} dx \quad (9)$$

上式中,  $x_1 = \frac{c_2}{\lambda_1 T}$ ,  $x_2 = \frac{c_2}{\lambda_2 T}$ , 对上式积分作如下变换:

$$\int_{x_2}^{x_1} \frac{x^2}{e^x - 1} dx = \int_{x_2}^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx - \int_{x_1}^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx = \int_{x_2}^{\infty} \frac{1}{e^{\frac{x}{3}} - 1} dx - \int_{x_1}^{\infty} \frac{1}{e^{\frac{x}{3}} - 1} dx \cdot \cos \theta \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{1}{\lambda^5} \frac{d\lambda}{\exp\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) - 1} \approx \frac{c_1 A_0 \alpha \beta \tau_a \tau_o \epsilon T^2 D_{\max}^*}{\pi c_2^3 \lambda_{\max} \sqrt{A_d \Delta f}} \quad (10)$$

再利用高斯-喇格朗近似公式<sup>[4-7]</sup>:

$$\int_{x_0}^{\infty} \frac{x^n}{e^x - 1} dx \approx n! e^{-x_0} \sum_{l=0}^n \frac{x_0^l}{l!} \quad (10)$$

可得系统的信噪比 SNR:

$$SNR \approx \frac{c_1 A_0 \alpha \beta \epsilon \tau_a \tau_o D_{\max}^* T^3}{\pi c_2^3 \lambda_{\max} \sqrt{A_d \Delta f}} \cos \theta \left[ 2! \exp\left(-\frac{c_2}{\lambda_2 T}\right) \cdot \sum_{l=0}^2 \frac{1}{l!} \left(\frac{c_2}{\lambda_2 T}\right)^l - 2! \exp\left(-\frac{c_2}{\lambda_1 T}\right) \sum_{l=0}^2 \frac{1}{l!} \left(\frac{c_2}{\lambda_1 T}\right)^l \right] \quad (11)$$

## 2.2 温度、发射率、扫描角度对信噪比的贡献

大部分热成像系统是交流耦合的, 只对交变信号敏感, 只有少部分系统探测直流信号。下面分析交流耦合系统一些变化因素对信噪比的贡献, 引起探测器输出电压变化的因素有相邻像元的温差  $\Delta T$ , 相邻像元发射率  $\epsilon$  的变化以及扫描角度  $\theta$  的变化, 这些因素都将导致输出电压发生变化。

$$\delta V_s = \frac{\delta V_s}{\delta T} \delta T + \frac{\delta V_s}{\delta \epsilon} \delta \epsilon + \frac{\delta V_s}{\delta \theta} \delta \theta \quad (12)$$

$$SNR = \frac{\delta V_s}{V_n} = \frac{1}{V_n} \frac{\delta V_s}{\delta T} \delta T + \frac{1}{V_n} \frac{\delta V_s}{\delta \epsilon} \delta \epsilon + \frac{1}{V_n} \frac{\delta V_s}{\delta \theta} \delta \theta = SNR_{Temp} \delta T + SNR_\epsilon \delta \epsilon + SNR_\theta \delta \theta \quad (13)$$

$SNR_{Temp}$ ,  $SNR_\epsilon$ ,  $SNR_\theta$  分别代表温度、发射率、扫描角度变化一个单位对信噪比的贡献。

### 2.2.1 像元温度对信噪比的贡献

$$SNR_{Temp} = (NETD)^{-1} = \frac{1}{V_n} \frac{\partial V_s}{\partial T} = \frac{A_0 \alpha \beta \tau_a \tau_o D_{\max}^*}{\lambda_{\max} \sqrt{A_d \Delta f}} \cos \theta \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \lambda \frac{\partial L_\lambda}{\partial T} d\lambda \quad (14)$$

上式中  $NETD$  为等效噪声温度, 是热成像系统的一个重要指标。

$$\frac{\partial L_\lambda}{\partial T} = L_\lambda(T) \frac{1}{1 - \exp\left(-\frac{c_2}{\lambda T}\right)} \left(\frac{c_2}{\lambda T^2}\right) \quad (15)$$

在通常情况下,  $\exp\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) \gg 1$ , 上式中的  $\exp\left(-\frac{c_2}{\lambda T}\right)$  相对于 1 可忽略, 把  $\frac{\partial L_\lambda}{\partial T} \approx L_\lambda(T) \frac{c_2}{\lambda T^2}$  代入(14)式, 得:

$$SNR_{Temp} = (NETD)^{-1} = \frac{c_1 c_2 A_0 \alpha \beta \tau_a \tau_o \epsilon D_{\max}^*}{\pi T^2 \lambda_{\max} \sqrt{A_d \Delta f}}$$

$$\begin{aligned} & \cdot \cos \theta \left[ 3! \exp \left[ -\frac{c_2}{\lambda_2 T} \right] \sum_{l=0}^3 \frac{1}{l!} \left[ \frac{c_2}{\lambda_2 T} \right]^l \right. \\ & \left. - 3! \exp \left[ -\frac{c_2}{\lambda_1 T} \right] \sum_{l=0}^3 \frac{1}{l!} \left[ \frac{c_2}{\lambda_1 T} \right]^l \right] \quad (16) \end{aligned}$$

从(16)式,可看出温度对信噪比的贡献  $SNR_{Temp}$  在机下点最大,相应的等效噪声温度  $NETD$  最小,随着角度的增加,  $SNR_{Temp}$  逐渐减小,  $NETD$  逐渐增加。

### 2.2.2 发射率 $\epsilon$ 对信噪比的贡献

$$\begin{aligned} SNR_{\epsilon} &= \frac{1}{V_n} \frac{\partial V_s}{\partial \epsilon} = \frac{A_0 \alpha^3 \tau_a \tau_o D_{max}^* \cos \theta}{\lambda_{max} \sqrt{A_d \Delta f}} \cos \theta \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \lambda \frac{\partial L_{\lambda}}{\partial \epsilon} d\lambda \\ &= \frac{c_1 A_0 \alpha^3 \tau_a \tau_o D_{max}^* \cos \theta}{\pi \lambda_{max} \sqrt{A_d \Delta f}} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{1}{\lambda^4} \frac{d\lambda}{\exp \left[ \frac{c_2}{\lambda T} \right] - 1} \\ &\approx \frac{c_1 A_0 \alpha^3 \tau_a \tau_o T^3 D_{max}^* \cos \theta}{\pi c_2^3 \lambda_{max} \sqrt{A_d \Delta f}} \cos \theta \left[ 2! \exp \left[ -\frac{c_2}{\lambda_2 T} \right] \right. \\ &\quad \cdot \sum_{l=1}^2 \frac{1}{l!} \left[ \frac{c_2}{\lambda_2 T} \right]^l \\ &\quad \left. - 2! \exp \left[ -\frac{c_2}{\lambda_1 T} \right] \sum_{l=0}^2 \frac{1}{l!} \left[ \frac{c_2}{\lambda_1 T} \right]^l \right] \quad (17) \end{aligned}$$

从(17)式,可以看出,发射率对信噪比的贡献在机下点最大,随扫描角度的增大,  $SNR_{\epsilon}$  将减小,是扫描角度的余弦函数。

### 2.2.3 扫描角度变化对信噪比的贡献

$$\begin{aligned} SNR_{\theta} &= \frac{1}{V_n} \frac{\partial V_s}{\partial \theta} = -\frac{A_0 \alpha^3 \tau_a \tau_o D_{max}^* \sin \theta}{\lambda_{max} \sqrt{A_d \Delta f}} \sin \theta \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \lambda L_{\lambda} d\lambda \\ &= -\frac{c_1 A_0 \alpha^3 \tau_a \tau_o \epsilon D_{max}^* \sin \theta}{\pi \lambda_{max} \sqrt{A_d \Delta f}} \sin \theta \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{1}{\lambda^4} \frac{d\lambda}{\exp \left[ \frac{c_2}{\lambda T} \right] - 1} \\ &\approx -\frac{c_1 A_0 \alpha^3 \tau_a \tau_o \epsilon D_{max}^* T^3 \sin \theta}{\pi c_2^3 \lambda_{max} \sqrt{A_d \Delta f}} \sin \theta \left[ 2! \exp \left[ -\frac{c_2}{\lambda_2 T} \right] \right. \\ &\quad \cdot \sum_{l=0}^2 \frac{1}{l!} \left[ \frac{c_2}{\lambda_2 T} \right]^l - 2! \exp \left[ -\frac{c_2}{\lambda_1 T} \right] \\ &\quad \left. \sum_{l=0}^2 \frac{1}{l!} \left[ \frac{c_2}{\lambda_1 T} \right]^l \right] \quad (18) \end{aligned}$$

$SNR_{\theta}$  在机下点为零,随角度的增加,  $SNR_{\theta}$  变为负值,其绝对值逐渐增大,导致信噪比  $SNR$  降低,这是因为随扫描角度的增加,探测器所接受到的辐射能量将减小。

## 2.3 以实际系统的理论计算和实验室测试

### 2.3.1 理论计算

在国家 863 计划支持下研制的机载三维成像仪的主要组成部分——热红外扫描仪,采用圆扫描方

式,其物镜的有效孔径为 106 mm,有效通光面积为  $88 \text{ cm}^2$ ,光学系统的透过率为 0.8,瞬时线视场为  $\alpha = \beta = 1.5 \text{ mrad}$ ,视场角为  $73^\circ$ ,采用碲镉汞( $\text{HgCdTe}$ )探测器,其最大比探测率为  $D_{max}^* = 2 \times 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{Hz}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{W}^{-1}$ ,对应的波长约为  $10 \mu\text{m}$ ,探测器的面积  $A_d = 0.1 \times 0.1 = 0.01 \text{ cm}^2$ ,系统的工作波段为  $8-12.5 \mu\text{m}$ ,扫描镜的转速  $S$  可变,分为  $10\text{r/s}$ ,  $20\text{r/s}$ ,  $30\text{r/s}$ ,  $40\text{r/s}$  4 档,探测器对像元的积分时间为  $t_d = \frac{\alpha}{2\pi S}$ ,等效噪声带宽为  $\Delta f = \frac{\pi}{2} \frac{L}{2t_d}$ 。飞行高度通常在  $600-1000 \text{ m}$  的范围内,按大气透过率的经验公式<sup>[8]</sup>估算,  $\tau_a$  约为 0.7。取地面的温度  $T = 300 \text{ K}$ ,取发射率  $\epsilon = 1$ ,利用(11)式,绘制信噪比  $SNR$  与扫描角度和扫描镜转速的关系曲线,在图 2 中,虚线、实线和十字线分别代表扫描镜转速为  $10\text{r/s}$ ,  $20\text{r/s}$ ,  $40\text{r/s}$  时,信噪比与扫描角度的关系曲线。

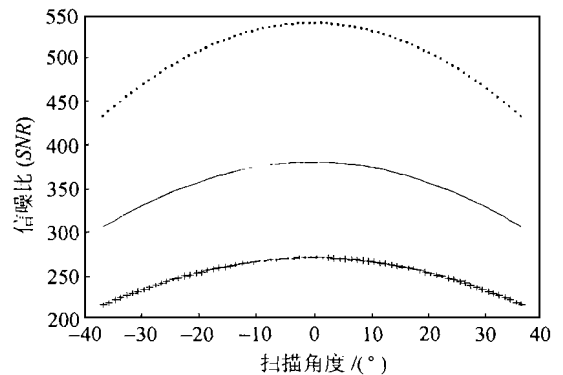


图 2 信噪比与扫描角度的关系曲线

Fig. 2 SNR variation with scanning angle

### 3.2.2 实验室测试

在实验室利用两个可控制温度的水箱来测量信噪比,箱体是用工程塑料制成的,其上盖是铝板,并用碳粉将铝板上表面涂黑,使铝板接近黑体,利用两个测辐射热电偶分别测量两个铝板的温度,红外扫描仪置于水箱的上方,两水箱的结合部处于扫描仪的正下方,即其对应的扫描角度  $\theta = 0^\circ$ ,水箱充满扫描仪的整个视场,利用示波器测量探测系统噪声电压有效值  $V_n$  和红外前置放大器的输出信号电压  $V_s$ ,可求得信噪比  $SNR = V_s/V_n$ ,测量得到的噪声均方根电压  $V_n = 3\text{mV}$ 。

表 1 所列出的测量值为机下点的信噪比,从表 1 和图 2 可看出,两者所对应机下点的信噪比略有差异,在理论计算和实验室测试中,目标的温度、发

表1 机载热红外扫描仪信噪比的测量值

Table 1 The measured values of SNR of the airborne thermal scanner

转速	10r/s	20r/s	30r/s	40r/s
信号电压 $V_s/mV$	1530	1040	860	675
信噪比 SNR	510	347	287	225

射率和大气衰减情况是不同的。在图2的计算中,把目标看作黑体,温度取为300K,大气衰减为0.7。在实际测试中,低温水箱温度为275K,高温水箱为313K,大气的衰减不需要考虑,铝板的发射率与黑体的发射率存在差别,所有这些都导致理论计算与测试的出入。

### 3 定性分析温度、发射率和扫描角度对信噪比的影响

利用(12)式,得到:

$$\frac{\delta V_s(\lambda)}{V_s(\lambda)} = \frac{1}{V_s(\lambda)} \frac{\delta V_s(\lambda)}{\delta T} \delta T + \frac{1}{V_s(\lambda)} \frac{\delta V_s(\lambda)}{\delta \epsilon} \delta \epsilon + \frac{1}{V_s} \frac{\delta V_s(\lambda)}{\delta \theta} \delta \theta \quad (19)$$

利用(5)式和(15)式,可得:

$$\frac{\delta V_s(\lambda)}{V_s(\lambda)} = \left[ \frac{x e^x}{e^x - 1} \right] \frac{\delta T}{T} + \frac{\delta \epsilon}{\epsilon} - \text{tg} \theta \delta \theta \quad (20)$$

其中  $x = \frac{c_2}{\lambda T}$ , 对于环境温度,  $e^x \gg 1$ , 上式可简化为:

$$\frac{\delta V_s(\lambda)}{V_s(\lambda)} \approx x \frac{\delta T}{T} + \frac{\delta \epsilon}{\epsilon} - \text{tg} \theta \delta \theta \quad (21)$$

在大多数情况下,  $x$  的值在3~7之间,取  $x=3$ ,  $T=300K$ , 由上式得:

$$\frac{\delta V_s(\lambda)}{V_s(\lambda)} \approx 0.01 \delta T + \frac{\delta \epsilon}{\epsilon} - \text{tg} \theta \delta \theta \quad (22)$$

从上式可看出,1%的发射率的变化相当于相邻像元温差为1K对信噪比的贡献,由此可见发射率对信噪比影响较大。扫描角度对信噪比的贡献不是个常量,它与扫描角度的瞬时值有关。在机下点,  $\theta=0$ , 扫描角度对信噪比没有贡献。在其它角度处,它对信噪比的贡献为负值,导致信噪比降低,随扫描角度的增加,其绝对值逐渐增大,在航带边缘达到最大值。相邻像元之间的角度差为系统的瞬时线视场角,通常为毫弧度量级,取  $\delta \theta=1 \text{ mrad}$ , 相邻像元角度变化对信噪比的贡献在量值上相当于相邻像元温差  $\delta T = \frac{1}{10} \text{tg} \theta$  对信噪比 SNR 的贡献,系统的视场角通

常  $< 90^\circ$ , 因此,  $\theta < 45^\circ$ ,  $0 \leq \delta T < 0.1K$ , 由此看来,发射率对信噪比的影响最大,扫描角度的影响最小。

## 4 结论

对于热像仪,信噪比的高低决定了图像质量,为了获得低噪声的图像,应尽可能地提高系统的信噪比。对于热红外扫描仪,信噪比为扫描角度的余弦函数,在机下点,信噪比较高,随着扫描角度的增加,信噪比逐渐降低,在航带边缘达到最小值,为保证航带边缘的图像质量,系统的视场角不宜太大。扫描镜的转速决定了系统的噪声带宽,为了降低噪声带宽,提高信噪比,扫描镜的转速不宜太快。瞬时视场角决定了图像的地面分辨率,但它对信噪比有很大影响,增大瞬时视场角,能显著提高信噪比,但降低了地面的分辨率,应当合理地选取瞬时视场角,使其既保证系统有足够的信噪比,又能满足地面分辨率的要求。另外,为了提高信噪比,应增加系统物镜的有效通光面积,即增加光学系统的相对孔径,并采用感光面积尽可能小的红外探测器。

## 参考文献 (References)

- [1] LI Shu-kai, XVE Yong-qi. Airborne Multi-Dimensional Imaging System [M]. Beijing: Science Press, 1999.  
[李树楷, 薛永祺. 高效三维遥感集成技术系统[M]. 北京: 科学出版社, 1999].
- [2] Baltasvias E P. Airborne laser scanning: existing systems and films and other resources [J]. *ISPRS. Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 1999, 54 (2): 164-198.
- [3] Bolton J. Characterization of an airborne imaging spectrometer system [A]. Proceedings of the Fourth International Airborne Remote Sensing [C]. Canada, 1999.
- [4] LI Shichun, Lu Fei. The optimum efficiency of production of radiation: a new relation for black body radiation [J]. *Infrared Phys.* 1987, 29(2): 205-207.
- [5] Johnson R B. Integration of Planck's equation by the Laguerre: Gauss quadratic method [J]. *J. Opt. Soc. Am.*, 1974, 64 (11): 1445-1449.
- [6] Janes M. The Gauss: Laguerre approximation method for the evaluation of integrals in thermal radiation theory [J]. *Infrared Phys.* 1984, 24(1): 49-56.
- [7] Low F J, Hoffman A R. The detectivity of cryogenic bolometers [J]. *Appl. Opt.* 1963, 2(6): 649-650.
- [8] Wolf W L. *The Infrared Handbook* [M]. New York: John Wiley & Son, 1978.

## Study on *SNR* of Airborne Thermal Infrared Scanner

GUO Guan-jun YOU Hong-jian LI Shu-kai

(*Institute of Remote Sensing Applications, CAS, National Engineering Research Center for Geoinformatics, Beijing 100101, China*)

**Abstract:** Airborne thermal scanner is capable of obtaining terrestrial temperature distribution with high resolution and efficiency. One of the essential parameters is signal to noise ratio (*SNR*), which determines the final quality of thermal image. There are several factors such as emissivity, temperature, and scanning angle, which contribute to the *SNR* and in this paper, their influences on *SNR* have been theoretically analyzed and approaches of enhancing the *SNR* have been supplied. By using Gauss-Laguerre approximation method, the contributions of temperature, emissivity and scanning angle to the *SNR* have been studied and their mathematical expressions are presented. The theoretical estimation indicates that the emissivity has the highest influence on *SNR* and the scanning angle has the least one. The influence of scanning angle tends to lower the *SNR* and the value varies with angles. Laboratory measurement has been made, and the discrepancy between the theoretically computed and measured values of *SNR* is within the permissive error scope, considering the difference between conditions and that utilized to simulate.

**Key words:** thermal infrared scanner; *SNR*; emissivity