

文章编号: 1672-8785(2017)04-0006-06

## 论光子分裂视角下的宇宙观(中)

王忆锋

(昆明物理研究所, 云南昆明 650223)

**摘 要:** 在思想实验的框架下, 提出了体积或形状可变的广义质点的概念。分析了光速概念的起源。论述了超光速的不可能性。提出了宇宙起源于一个初始光子黑洞的分裂的观点。运动速度接近光速的类星体是支持光子分裂模型的第一个证据。可以将光子分为高能光子和低能光子。讨论了光子数据的排列和筛选问题。由黑洞可以导出黑体的概念。介绍了基于 MATLAB 软件的黑体辐射公式推导过程。通过在光子数据序列中引入一项“0”, 可以得到低能光子的黑体辐射公式(即普朗克公式), 否则得到的是包括高能光子在内的结果趋于无穷大的黑体辐射公式。对于宇宙终极命运的描述来说, 无需引入熵等其他概念或术语。通过光子分裂模型加上辐射换热模型即可得到与热寂理论或耗散结构理论等价的结论。介绍了基于光子分裂的暗物质粒子(暗子)模型。暗子是支持光子分裂模型的第二个证据。提出了宇宙演化的光速 $\rightarrow$ 非光速循环模型。

**关键词:** 光子; 光子分裂; 宇宙起源; 暗物质; 宇宙循环模型

**中图分类号:** O572.31 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2017.04.002

## On the View of the Universe from the Perspective of Photon Splitting (II)

WANG Yi-feng

(Kunming Institute of Physics, Kunming 650223, China)

**Abstract:** Under the frame of thought experiment, the concept of generalized particle which has variable volume or shape is proposed. The origin of the concept of the speed of light is analyzed. The impossibility of faster-than-light is discussed. The view that the universe originated from the split of an initial photon black hole is proposed. The quasars moving at a speed close to the speed of light are the first evidence for supporting the photon splitting model. Photons can be divided into high energy photons and low energy photons. The arrangement and selection of photonic data are discussed. The concept of blackbody can be derived from the black hole. The derivation process of the blackbody radiation formula based on MATLAB is presented. The blackbody radiation formulae for low energy photons (i.e., the Planck's formulae) can be obtained by adding a 'zero' in the photonic data sequence; otherwise, the blackbody radiation formula including high energy photons is obtained and the result tends to infinity. For the description of the ultimate fate of the universe, there needs no introduction of any other concepts or terms such as entropy. By using a photon splitting model plus a radiative heat transfer model, the conclusions equivalent to those from the theories of heat silence or dissipative structure can be obtained. The dark matter particle (or simply, the darklet) model based on photon splitting is presented. The darklets are the second evidence for supporting the photon splitting model. A cycle model between the

**收稿日期:** 2016-11-23

**作者简介:** 王忆锋(1963-), 男, 湖南零陵人, 工学士, 高级工程师, 主要从事器件仿真研究。

E-mail: wangyifeng63@sina.com

speed of light and the non speed of light is proposed for the evolution of the universe.

**Key words:** photon; photon splitting; origin of the universe; dark matter; universe cycle model

#### 4 关于光子数据的筛选和排列

因为光子质量与光子能量等价, 所以下面主要从光子能量的角度来分析。假设按照能量从小到大的方式把光子排成一个数据序列:

$$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \dots, \varepsilon_\infty \quad (20)$$

因为光子数量无穷多, 所以式 (20) 是一个无穷大的序列。构成一个数据序列的各项如果没有规律性, 那么在分析上就很难导出公式化的函数表达式。设想用某种算法对式 (20) 进行筛选处理, 挑选出具有规律性的数据并将其排成一个新的数据序列。例如, 该算法先选定一个较小的值  $\varepsilon_0$  作为基本单元, 并将其作为一个新序列的第一项; 然后找出一个值为  $2\varepsilon_0$  的数据作为新序列的第二项, 接着找出一个值为  $3\varepsilon_0$  的数据作为新序列的第三项, 如此等等, 于是新生成的数据序列为

$$\varepsilon_0, 2\varepsilon_0, 3\varepsilon_0, \dots, n_\infty \varepsilon_0 \quad (21)$$

式 (21) 是一个离散化的数据序列, 其规律为  $\varepsilon_n = n\varepsilon_0$ , 即各项只取基本单元  $\varepsilon_0$  的整数倍。这也就是普朗克提出的能量量子化假设。

利用式 (18) 将  $\varepsilon_0$  写为  $\varepsilon_0 = hv$ , 则式 (21) 变为

$$hv, 2hv, 3hv, \dots, n_\infty hv \quad (22)$$

若引入一个分数倍系数  $\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ ), 则有<sup>[1]</sup>

$$\alpha hv, 2\alpha hv, 3\alpha hv, \dots, n_\infty \alpha hv \quad (23)$$

#### 5 关于黑体

形象地说, 黑洞因为巨大质量而产生的万有引力, 使得质量再小的光子也进得去、出不来。反过来看, 如果有某种结构可以让光子进得去、出不来, 比如在一个封闭空腔上开一个狭缝

或者小孔, 则光子一旦进去, 再出来的可能性便很小, 那么这种空腔结构在一定程度上也就等效于黑洞。这就是黑体的概念。

对于一个体系来说, 输入能量与输出能量相等时的状态称为热平衡 (状态)。对于具有空腔结构的黑体来说, 进入的光子相当于能量输入; 如果黑体没有某种能量消耗机制, 那么随着进入黑体的光子越来越多, 其能量就会趋于无穷大。当然真实情况并非如此, 这就意味着黑体一定存在着某种能量输出机制来消耗所接收到的输入能量, 从而最终达到某种热平衡。由于具有空腔结构的黑体的内部是空的, 这种能量输出机制必然源于构成空腔结构的材料本身 (包括材料表面和材料内部)。在模型上最简单的处理方法就是让能量输出的方式和能量输入的形式一样且只是方向相反。也就是说, 进来的是光子, 出去的也是光子, 这就是黑体辐射。由此可以很自然地把光速  $c$  引入到以非光速状态存在的物体上。如果输入的能量是光子, 输出的能量是非光子, 那么由于两者之间的速度差异, 还是有可能使能量趋于无穷大。但是这种情况并没有出现, 暗示着输出的能量也是以光子形式完成的。

从测量角度去看, 黑体辐射不管进行了多长时间, 黑体质量基本上没有变化, 说明低能光子是黑体辐射的主要成分。这一点不妨这样理解, 即一方面可以接收到黑体辐射的光子能量, 另一方面又检测不出黑体质量的变化; 由式 (4) 可知, 黑体辐射的光子质量小到无法检测的程度, 或者说黑体辐射的光子只可能是低能光子。换一个角度来看, 由于质量守恒, 质量无法凭空产生; 倘若有一种足够灵敏的质量探测器可以分辨出每一个低能光子的质量, 那么同样会产生一个问题, 即从黑体辐射出来的那一个低能光子的质量源于何处? 该问题可能还是用光子分裂理论解释起来比较容易。

光子因为受力而产生分裂。这种力可以由碰撞产生的力,也可以是由振动产生的力。对于黑体辐射来说,这种振动就是由温度( $T$ )产生的热振动。因为温度是物体固有的,所以总会有热振动;相应地,总是存在黑体辐射,只是辐射量的多少因温度不同而有所差异。换言之,在黑体辐射的光子能量函数表达式中必须出现温度参数 $T$ ,即式(19)定义的 $\varepsilon(\nu)$ 要写为 $\varepsilon(\nu, T)$ ,  $\varepsilon(\lambda)$ 要写为 $\varepsilon(\lambda, T)$ ,于是有

$$\varepsilon \Rightarrow \varepsilon(\nu) \Rightarrow \varepsilon(\nu, T) \Rightarrow \bar{\varepsilon}(\nu, T) \quad (24)$$

或者

$$\varepsilon \Rightarrow \varepsilon(\lambda) \Rightarrow \varepsilon(\lambda, T) \Rightarrow \bar{\varepsilon}(\lambda, T) \quad (25)$$

式中,  $\bar{\varepsilon}(\nu, T)$  和  $\bar{\varepsilon}(\lambda, T)$  分别为与频率相关和与波长相关的光子辐射的平均能量。

又因为黑体辐射的光子要发射出去,而光子一旦遇到阻碍则有很大的概率被湮灭,所以虽然热振动在整个黑体结构内都存在,但由热振动产生的光子能量只有在黑体表面上才最容易发射出去。这大概就是人们认为黑体辐射机制只会出现在物体表面上的原因所在。

总的看来,在初始光子黑洞分裂的瞬间,不管质量大小,所有分裂体的瞬时速度都是光速;从概念上来说,它们都属于光子,只是质量大的属于高能光子(质量无穷大的高能光子属于黑洞),质量小的属于低能光子。万有引力会使大质量的分裂体受到牵制且不再具有光速,导致其从可称为光子的物体变成一般意义上的黑体。各黑体之间通过辐射低能光子的方式输入和输出能量。至此就很自然地要涉及到如何计算黑体辐射的问题。

## 6 基于 MATLAB 软件的黑体辐射公式推导

振动的质点称为谐振子。谐振子不一定代表某种现实的物体,如分子、原子等;也可以是抽象化的模型,只要假定它们遵从的物理规律(力学、热力学、电磁学,等等)与现实物体相同

即可<sup>[6]</sup>。由于光子是质点,通过把光子当成谐振子而求出的谐振子能量就是相应的光子辐射能量。

经典理论认为,光辐射源于带电粒子在其平衡位置附近的振动;当振幅不大时,可以把它当作谐振子处理。与任何物体处于热平衡的辐射场的能谱皆为 $u(\nu, T)$ ;在平衡态下,谐振子的能量平均值为 $\bar{\varepsilon}(\nu, T)$ <sup>[6]</sup>。总辐射能量 $E$ 按式(26)计算:

$$E = \int_0^{\infty} u(\nu, T) d\nu \quad (26)$$

其中

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \bar{\varepsilon}(\nu, T) \quad (27)$$

在宏观世界里,振动基本上都是连续的。如果把谐振子能量 $\varepsilon$ 也认为是连续的,则 $\bar{\varepsilon}(\nu, T)$ 可按式(28)计算<sup>[6]</sup>:

$$\bar{\varepsilon}(\nu, T) = \frac{\int_0^{\infty} \varepsilon \exp\left(-\frac{\varepsilon}{k_B T}\right) d\varepsilon}{\int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{\varepsilon}{k_B T}\right) d\varepsilon} = k_B T \quad (28)$$

式中,  $k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ , 称为玻尔兹曼常数。利用 MATLAB 软件的积分命令 `int()` 容易得到式(28)的结果。

将式(28)代入式(27)后可得:

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} k_B T \quad (29)$$

由式(29)可见,当 $\nu \rightarrow \infty$ 时,  $u(\nu, T) \rightarrow \infty$ 。

另外对式(29)作积分运算:

$$E = \int_0^{\infty} u(\nu, T) d\nu = \frac{8\pi}{c^3} k_B T \int_0^{\infty} \nu^2 d\nu \rightarrow \infty \quad (30)$$

由式(30)可知,总的辐射能量也趋于无穷大,这被认为是荒谬的、不可接受的。此即物理学史上所谓的“紫外灾难”<sup>[6]</sup>。

而从光子分裂的角度来看,一方面,总的辐射能量趋于无穷大是正常的、必然的,因为初始光子黑洞的能量就是无穷大。另一方面,光子分裂的随机性又决定了能量分布很难是连续的,这是从物理的角度来看;若从计算的角度来看,则根据微积分理论,一个函数如果可以作积分,那么它必须是连续的,这是一个非常严格的条

件;即使是数量无穷多的谐振子,其能量分布是否连续也是很难确认的。总之,在计算能量时,不能对式(27)作无穷积分,而只能作无穷级数求和。

### 6.1 包括高能光子和低能光子在内的辐射公式

在式(27)中,将无穷积分改为无穷级数求和,并根据式(22),则有

$$\bar{\varepsilon}(\nu, T) = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} \varepsilon_n \exp\left(-\frac{\varepsilon_n}{k_B T}\right)}{\sum_{n=1}^{\infty} \exp\left(-\frac{\varepsilon_n}{k_B T}\right)}$$

$$= \frac{\sum_{n=1}^{\infty} nh\nu \exp\left(-\frac{nh\nu}{k_B T}\right)}{\sum_{n=1}^{\infty} \exp\left(-\frac{nh\nu}{k_B T}\right)} = \frac{h\nu \exp\left(\frac{h\nu}{k_B T}\right)}{\exp\left(\frac{h\nu}{k_B T}\right) - 1} \quad (31)$$

式(31)可通过执行下列 MATLAB 程序得到:

```
syms h kB T n v positive;
s1=symsum(n*h*v*exp(-n*h*v/kB/T),n,1,inf); %
```

分子项从  $n=1$  开始作无穷级数求和

```
s2=symsum(exp(-n*h*v/kB/T),n,1,inf); % 分
```

母项从  $n=1$  开始作无穷级数求和

```
AverageEnergy=simple(s1/s2) % 化简结果
```

将式(31)代入式(29)后可得:

$$u(\nu, T) = \frac{8\pi h}{c^3} \cdot \frac{\nu^3 \exp\left(\frac{h\nu}{k_B T}\right)}{\exp\left(\frac{h\nu}{k_B T}\right) - 1} \quad (32)$$

通过量纲转换将  $u(\nu, T)$  转换为  $u(\lambda, T)$ , 则有

$$u(\lambda, T) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{k_B \lambda T}\right) - 1} \cdot \exp\left(\frac{hc}{k_B \lambda T}\right) \quad (33)$$

当  $T=300\text{ K}$  时,式(33)的函数曲线如图 1 中的曲线①所示。由于包括高能光子在内的缘故,可以看到已经呈现出能量无穷大的趋势;换言之,出现所谓的“紫外灾难”是很自然的。

### 6.2 仅包括低能光子的辐射公式

在式(22)所定义的序列中增加一项“0”,

即

$$0, h\nu, 2h\nu, 3h\nu, \dots, n_{\infty} h\nu \quad (34)$$

在式(27)中,将无穷积分改为无穷级数求和;然后根据式(34),将无穷级数求和的下限改为从  $n=0$  开始,则有

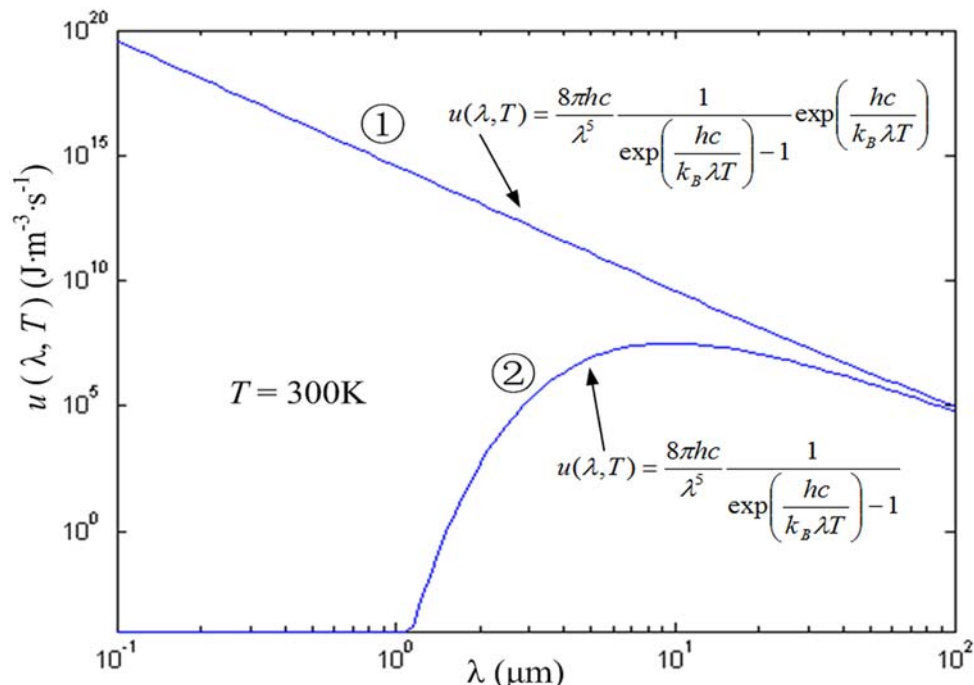


图 1 曲线①为包括高能光子和低能光子的辐射函数曲线;曲线②为仅包括低能光子的辐射函数曲线

$$\bar{\varepsilon}(v, T) = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_n \exp\left(-\frac{\varepsilon_n}{k_B T}\right)}{\sum_{n=0}^{\infty} \exp\left(-\frac{\varepsilon_n}{k_B T}\right)}$$

$$= \frac{\sum_{n=0}^{\infty} nhv \exp\left(-\frac{nhv}{k_B T}\right)}{\sum_{n=0}^{\infty} \exp\left(-\frac{nhv}{k_B T}\right)} = \frac{hv}{\exp\left(\frac{hv}{k_B T}\right) - 1} \quad (35)$$

式 (35) 所示的结果可通过执行下列 MATLAB 程序得到:

```
syms h kB T n v positive;
s1=symsum(n*h*v*exp(-n*h*v/kB/T),n,0,inf); %
分子项从 n=0 开始作无穷级数求和
s2=symsum(exp(-n*h*v/kB/T),n,0,inf); % 分
母项从 n=0 开始作无穷级数求和
AverageEnergy=simple(s1/s2); % 化简结果
将式 (35) 代入式 (29) 后可得:
```

$$u(v, T) = \frac{8\pi h}{c^3} \cdot \frac{v^3}{\exp\left(\frac{hv}{k_B T}\right) - 1} \quad (36)$$

式 (36) 为频率形式的普朗克定律。通过量纲转换将  $u(v, T)$  转换为  $u(\lambda, T)$ , 则有

$$u(\lambda, T) = \dots = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{k_B \lambda T}\right) - 1} \quad (37)$$

式 (37) 为波长形式的普朗克定律。当  $T=300$  K 时, 式 (37) 的函数曲线如图 1 中的曲线②所示。

因为  $v = c/\lambda$ , 所以  $hv$  可以是低能光子, 也可以是高能光子, 甚至可以变到无穷大。在式 (34) 中, 引入“0”作为数列的第一项, 其作用相当于一个滤掉高能光子且只留下低能光子的截断器。低能光子的无穷级数求和收敛, 这也是一个符合物理现实的结果。

上述计算过程可以推广到分数倍。在式 (23) 所定义的序列中引入“0”, 即

$$\varepsilon_n = \alpha nhv, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (38)$$

相应地修改一下上述 MATLAB 程序, 最终可得:

$$u(v, T) = \frac{8\pi h}{c^3} \cdot \frac{\alpha v^3}{\exp\left(\frac{\alpha hv}{k_B T}\right) - 1} \quad (39)$$

以及

$$u(\lambda, T) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{\alpha}{\exp\left(\frac{\alpha hc}{k_B \lambda T}\right) - 1} \quad (40)$$

## 7 从光子分裂的角度看热寂理论和耗散系统理论

如图 2 所示, 设想用高低温箱构造一个环境温度为  $T_0$  的封闭空间, 其中放入两个球体 S (温度为  $T_S$ ) 和 R (温度为  $T_R$ )。三个温度值之间的大小关系为  $T_S > T_R > T_0$ 。

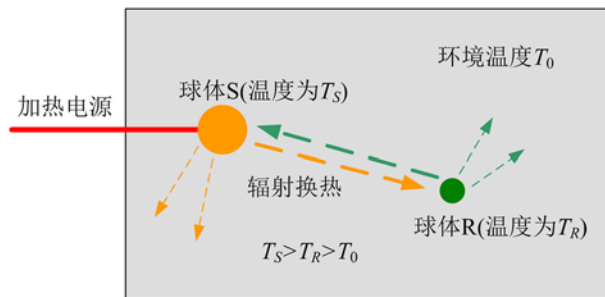


图 2 封闭空间中物体的辐射换热

图 2 中将光子简单地分为两类: 第一类是从球体 S 辐射到球体 R 的光子, 或者是从球体 R 辐射到球体 S 的光子, 这一部分属于辐射换热方面的问题; 第二类是定义这样一些光子, 例如从球体 S 发射出来的光子不管怎么运动都不会落到球体 R 上; 类似地, 从球体 R 发射出来的光子不管怎么运动都不会落到球体 S 上, 这一部分属于光子分裂方面的问题; 通过不断分裂, 这一部分的光子能量将会趋于零。该结论的意义在于它从逻辑上确保了体系中没有参与辐射换热的那部分光子能量不会越变越多, 以至于最终使总能量增加且能量守恒关系受到不确定性因素的扰动。

在图 2 中, 如果吸收和放出的热量之间相差较大, 或者说球体 S 的温度  $T_S$  比球体 R 的温度  $T_R$  高很多, 并且通过从箱外引入电能使球体 S

的温度一直保持在  $T_s$ , 那么此体系就是一个远离平衡态的开放系统。由伊利亚·普里高津提出的耗散系统理论指出, 一个远离平衡态的开放系统通过不断地与外界交换物质和能量, 在外界条件的变化达到一定阈值时, 就有可能从原有的混沌无序状态过渡到一种在时间上、空间上或功能上有序的规范状态。这样的新结构称为耗散系统。在此不妨把图 2 想像成太阳系, 其中球体 S 为太阳, 球体 R 为地球, 等等。至少从当下来看, 在太阳能量没有耗尽之前, 太阳系是一个远离平衡态的耗散系统。

耗散系统的前提是一直有能量输入, 其反面就是没有能量输入的情况。与其他物体既没有物质交换也没有能量交换的系统称为孤立系统<sup>[7]</sup>。任何能量或质量都不能进入或者离开一个孤立系统, 而只能在系统内移动。在图 2 中, 如果断掉电力输入, 那么该体系就变成了一个孤立系统。断电之后, 球体 S 的温度从  $T_s$  开始下降; 通过辐射换热, 球体 R 的温度也开始下降; 最后达到三者温度一致的状态即热平衡。顺着这样一个思路来看宇宙, 由于至少在目前还想像不出宇宙与哪一个别的体系之间存在物质

交换或能量交换, 所以根据相关定义, 宇宙又是一个孤立系统。

由热力学第二定律可以引出一个反映自发过程不可逆性的参数——熵。它用于描述一个体系的混乱或者紊乱程度。作为一个孤立系统, 宇宙的熵会随着时间的流逝而增加, 且由有序走向无序; 当熵达到最大值时, 宇宙中的其他有效能量已经全部转化为热能, 而且所有物质的温度达到热平衡, 这种状态称为热寂。这样的宇宙中再也没有任何可以维持运动或生命的能量存在。热寂理论最早是由威廉·汤姆森于 1850 年根据自然界中机械能损失的热力学原理推导出来的。具体到对宇宙终极命运的分析上, 热寂理论和耗散系统理论实际上是对同一问题的正面描述和反面描述。前者讲只要没有能量宇宙就会归于热平衡, 后者则讲只要有能量宇宙就不会归于热平衡。

在无需熵等概念或术语的情况下, 利用辐射换热模型加上光子分裂模型就可以从正面和反面来清楚描述宇宙终极命运的一个图样。

(未完待续)

## 新闻动态 News

### 法国 ULIS 公司推出像元间距为 $12\ \mu\text{m}$ 的热成像传感器

据 [www.ulis-ir.com](http://www.ulis-ir.com) 网站报道, 法国 ULIS 公司最近推出了一款像元间距为  $12\ \mu\text{m}$  的 Atto320 型全数字化热成像传感器(见图 1)。这种  $320 \times 240$  元非制冷型红外传感器的工作波长为  $8 \sim 14\ \mu\text{m}$ , 热灵敏度小于  $60\ \text{mK}$  ( $f/1, 300\ \text{K}, 60\ \text{Hz}$ ), 工作温度为  $-30\ ^\circ\text{C} \sim 60\ ^\circ\text{C}$ , 热时间常数小于  $10\ \text{ms}$ , 阵列可操作性大于  $99.5\%$ , 功耗小于  $220\ \text{mW}$  ( $60\ \text{Hz}$ )。

由于采用新的  $12\ \mu\text{m}$  像元制备技术, 基于微测辐射热计的 Atto320 型传感器最多可将相关光学成像组件的尺寸缩减一半, 进而使总成本下降  $20\%$ 。在市场应用中, 减小相机的整体尺寸和成本是很重要的, 因此  $12\ \mu\text{m}$  像元间距已经成为

了热成像传感器行业的新标准。

Atto320 型传感器可以帮助用户对快速移动的物体以及数百米开外的场景进行观察。在采用直径为  $40\ \text{mm}$  的透镜 ( $5.5^\circ \times 4^\circ$ ) 时, 该传感器能够对  $530\ \text{m}$  处的人体 ( $1.80\ \text{m} \times 0.50\ \text{m}$ ) 进行识别。相关人员表示, Atto320 型传感器将会在按需设计方面给系统集成商带来很大的灵活性, 使其为终端用户提供满足特定性能需求的差异化产品。

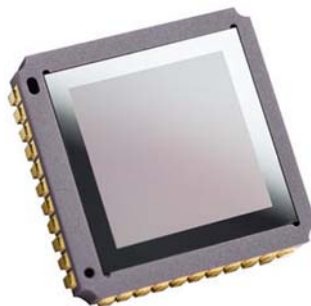


图 1 Atto320 型热成像传感器

□ 岳桢干