



紅 外 綫 在 軍 事 中 的 應 用

B. E. 基 契 卡 編



國防工業出版社

紅 外 綫 在 軍 事 中 的 應 用

B. E. 基 契 卡 編



國防工業出版社

1959

內 容 簡 介

本書系供軍事學校學員、軍官、以及具有中等文化程度的其他讀者閱讀。

本書的任務——幫助讀者了解利用紅外線工作的儀器的設計和作用原理。書中也闡述了可見光和紅外線的自然屬性和它們在大氣中的傳播。

本書譯者署名在各章之末。

蘇聯 В. Е. Кичка 編 ‘Инфракрасные лучи в военном деле’ (Воениздат 1958年第一版)

*

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第 074 号
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 2 $\frac{9}{16}$ · 54 千字

1959年 9 月第一版

1959年 9 月第一次印刷

印數：0,001— 2,300 册 定價：(11) 0.41 元

NO. 3063

目 录

前言	5
第一章 輻射能	7
1. 可見光和非可見光	7
2. 电磁波标度	10
第二章 紅外線在大气中的傳播	15
1. 紅外綫的吸收	17
2. 紅外綫的散射	18
第三章 紅外綫光源	20
1. 白熾灯泡	22
2. 水銀灯	24
3. 电弧	25
4. 紅外綫滤光器	27
第四章 紅外綫摄影	29
1. 紅外綫摄影的优越性及其缺陷	29
2. 伪装目标的摄影判別	32
3. 克服摄影材料局限感色性的方法	34
第五章 光的光电作用	36
1. 外光电效应	36
2. 內光电效应	43
3. 带阻擋層的光电管	45
第六章 發光	47
1. 發光的种类	47
2. 光电發光	48
3. 阴極發光	51
4. 放射綫發光	52

第七章 紅外線記錄儀器	53
1. 光学閉鎖儀	53
2. 光電話	55
3. 帶溫差電偶的熱定向儀	57
4. 帶輻射能測量計的熱定向儀	59
5. 帶光電阻的熱定向儀	61
6. 光電引信	63
7. 紅外線光源探測儀	65
第八章 紅外線觀察	66
1. 在黑暗中觀察的條件	66
2. 在照度低時觀察的可能性	67
3. 雙電極的光電變換器	69
4. 帶有複雜靜電聚焦系統的光電變換器	73
5. 夜視儀器	75
結束語	80

前 言

紅外線最初是英国天文学家格尔舍里在1780年發現的。然而由于缺乏足够灵敏的測量仪器，長期地影响了对紅外線的研究。直到1835年法国的物理学家安別尔才做出了关于紅外線和可見光線的自然共同性的結論。

直到我們这一世紀廿年代，由于已經創造了紅外線实际应用的先决条件，才引起了对紅外線的兴趣。

各种类射線——可見光，紫外線和紅外線，无綫电波等——都是以波長見异的电磁波。根据波長的轉移，电磁振动的性能，获得它們的方法和它們的作用也有所改变。

人的眼睛易于接受的并不是全部光譜的电磁振动，而仅是它的可見部分——由0.38到0.78微米。

紅外線在光譜可見部位之后，处于較長的長波部分，并且不为普通的眼睛所接受。同可見光比較起来，紅外線被大气吸收和散射的少，因此它具有較大的导磁率。紅外線的这一特点使得它能用于軍事目的。

本書中所談到的軍事仪器可以分成三种基本类型：

- 1) 紅外線照像用仪器；
- 2) 热力探测器；
- 3) 夜視仪器。

紅外線照像仪器可以拍攝离像机很远距离的地形。既可以在白天拍攝也可以在夜間拍攝。

热力探测器能够根据目的物的热輻射探测出(發現)它的方

位。这种仪器的工作原理是憑借專用的热力指示器將目的物的热輻射變成電信号。还在第一次世界大战时期就有少量的热力探测器应用了。在第二次世界大战中，尤其是在海軍方面，它們才被普遍地应用。

利用夜視仪器，可以在夜間觀看。在二次世界大战时，曾試圖將夜視仪器用于輕武器和火炮的瞄准射击以及駕駛坦克和汽車。然而当时在仪器的技术数据方面不符合現代战斗的要求，因此沒有得到足够广泛的应用。

二次世界大战以后，許多国家的設計師都在从事改进旧有的夜視仪器的工作和設計新的夜視仪器。近年来电子技术的蓬勃發展，毫無疑問，会在較短的時間內設計出更为完善的夜視仪器。

第一章 輻射能

1 可見光和非可見光

[光——是眼睛，最細膩的、万能和强有力的感觉器官工作所必需的条件。夜晚使人等于失去了这一器官，将积极的生活变得消极……]●。

当物体被照明时或者它自身发光时，即光源，我們可以看到各种物体。

可見光和非可見光輻射的能量称为輻射能。在光譜可見範圍（可見光綫）的輻射称为光。光綫射到物体上，对它們产生各种作用。例如，物体吸收了光就变热。在光的作用下可以产生电流（光电效应）。光也能产生化学作用，引起光化反应。在光的各种作用下，就出現各种能——热能、电能、化学能等等。它們的来源就是輻射能。

輻射能在空間从一光源向四方扩展不是一瞬間，而是具有一定的速度。它在空气中的扩展速度約为300000公里/秒。

还在远古的时候，人就形成了一个概念，認為阳光是白色的并且其成份也是一致的。然而在十七世紀科学就推翻了这一概念。在1667~1668年間英国物理学家牛頓研究光通过各种介質的規律，做了下述試驗（圖1）。他用护窗板将房間弄暗，在护窗板上鑽了一个不大的孔使阳光通过。在这一光綫的光路中牛頓放了一个玻璃三棱鏡。太阳光束通过棱鏡分解成許多顏色。牛頓看到了彼此接連交錯的紅色，橙黃，黃色，綠色，青色，藍色和紫色的色帶。这一分解成各种顏色的白色光束后来就叫

● С. И. 瓦西洛夫。論“热”和“冷”光。苏联科学院出版社，1949年。

做光譜。然而學者並沒有停留在這一點上。牛頓進一步進行試驗，在有色光束的光路上又放置了第二個稜鏡，將它翻轉了180度。此時，他在牆上重新看到了白色的光束。試驗重複幾次後，牛頓確信並不是稜鏡使陽光着色，而是白色光束其自然性質就不是均一的，而是由各種顏色組成的。

當已証明白色光是由各種顏色組成之後，就產生了一個問題，在太陽光束中除了已知的、眼睛看到的光綫外，是否還存在着另外的看不見的光綫？

其實早就知道，光譜的兩端有某些非可見的輻射。

在1780年英國的天文學家格爾舍里在研究太陽光譜的同時，進行了下述試驗（圖2）。格爾舍里用溫度計測量光譜每一部分的時候，發現在光譜紅色部分溫度最高。這位學者被這麼一個問題引起了興趣：在光譜紅色界限外將會表示出什麼呢？因為在光譜紅色界限外人的眼睛在黑暗中看不到任何光，所以似乎溫度計的示值應與室溫一致。

然而在光譜紅色界限外溫度計的示值不僅沒有降低，反而升高了。這意味着唯一的結論是：太陽光譜並不止於紅色部分，在紅色光綫界限外還存在着某些普通眼睛看不見的其它光綫。他將溫度計由光譜紅色部分邊緣移開，並肯定了在一定的距離上溫度計的示值達到了最大值，以後就降至室溫。

這樣，就証明了在太陽光譜內與可見光同時還存在非可見光。這些非可見光在科學上就稱為紅外線，而光譜上與之適應的部分叫做紅外部分（infra-字意為低於，在……之下；在全部光譜中紅外線是低於紅色光綫的）。

灼熱物體所放射的紅外線能量總合大大地多於同一物體所放射的全部可見光的能量。例如，甚至最完善的白熾電燈也几

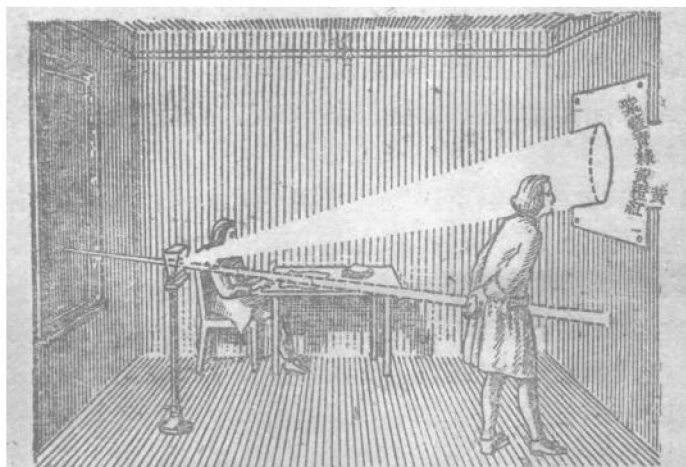


圖1 牛頓裝置圖，借助該裝置牛頓觀察；
白光分解成各種顏色的情形。

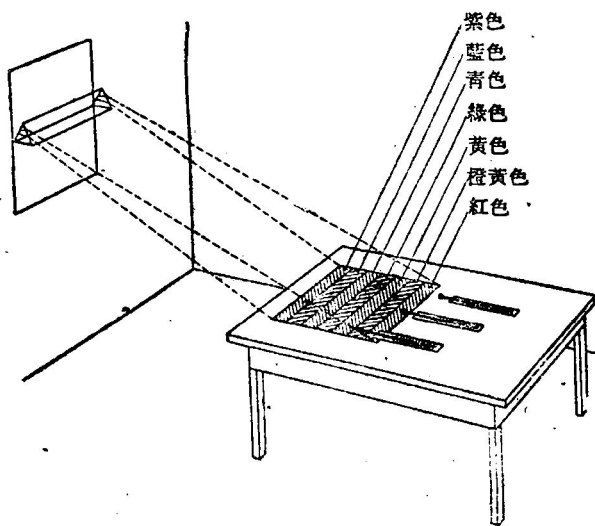


圖2 格爾舍里借以發現紅外線裝置圖。

乎其全部能量的90%是在紅外部分放射的。因而，任意一盞电灯都是比可見光更强的非可見紅外線光源。因为紅外線很容易根据其对周圍物的热作用被發現，所以又常常把它們称为热光綫。

在1801年李契尔發現可見光譜紫色部分外，还存在一种比紫色光綫波長短的并且也不为眼睛接受的光綫。它們被叫做紫外綫。

紫外綫的波長为0.01到0.38微米（1微米=10⁻⁶厘米）。

紫外綫很容易根据其化学作用發現，因而它們也叫做化学光綫。

2 电磁波标度

波是什么，其性能是什么样的呢？

波——这是在某种介質中扰动（状态的改变）扩展的过程。任何一种波在扩展时，譬如在声音扩展的时候，在每一点上都圍繞着某一原始平衡状态發生振蕩运动。

紅外線、紫外綫和可見光綫都屬於电磁波范围，屬於这一范围的还有无线电波、X-射綫和γ-射綫。

当电磁波在自己的路途上遇到了最小的带电的質点——电子时，它即帶一定力量对电子冲击。电子于是开始振蕩。

电磁波对电子的冲击力量不断地改变自己的方向，并且周期性地增長到某一最高限或者降低。

振蕩运动的最簡單形态是諧波振蕩。对于进行諧波振蕩的質点，它的对平衡状态o的偏差值y（圖3）在每一瞬間t內按下列公式求得

$$y = A \cos\left(2\pi \frac{t}{T}\right),$$

式中 A —— 振幅 (距平衡状态最大的偏差);

T —— 振荡周期 (质点完成一次完全振荡的时间)。

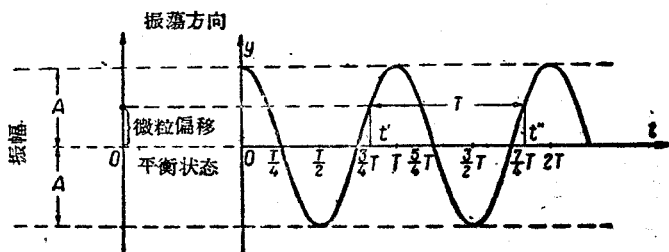


圖 3 諧波振蕩圖表。

假如振荡过程是在空間扩展, 則以波長来标志, 即在一次振荡周期時間內振荡过程所能够扩展的距离。波長以希腊字母 λ 来表示。

波在 1 秒鐘內所走过的距离称为波的扩展速度 v 。

1 秒鐘內所形成的波数称为振荡頻率。頻率一般以希腊字母 ν 来表示。

波長 λ , 其扩展速度 v , 振荡周期 T 和頻率 ν 以下列关系式联系:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \nu T。$$

电磁波具有極寬的波長范围: 由数公里到 10^{-10} 毫米。

如何激励电磁波呢?

现在为了激励电磁波有許多种方法, 可是在初期却只用一种最簡單的方法。将一端呈球形的金屬杆充以正电荷, 而另外一个同样的金屬杆充以負电荷, 然后将它們靠攏直到在两个球端迸出火花。火花——这是非常短暫的通过空气的放电。此时, 电荷从一个金屬杆跳向另一个金屬杆, 以后再跳回来, 在 1 秒

鐘內方向變換達數百萬次。利用這種火花放電，德國的物理學家蓋茨在1888年獲得了波長達9米的電磁波。

著名的俄國物理學家列別捷夫在研究電磁波時，證明了光——這是一種電磁輻射。他在上一世紀90年代獲得了當時最短的波——長度為6毫米。應當指出，求更短電磁波的技术由於極大的複雜性發展得是很遲緩的。直到1924年蘇聯的物理學家格拉柯列娃-阿爾卡契耶娃才利用金屬屑放射器（圖4）獲得了更短的電磁振蕩。

懸浮在油M中的金屬屑被吸附在絕緣體的小輪K的輪沿上。通過電極 ϑ 向小輪上部輸送高壓。火花放電是通過附着在小輪上的金屬屑層進行的。結果發生了波長在82微米到50毫米之間的振蕩。

此時，電磁波的來源是發生在金屬屑之間的電磁振蕩。

為了避免金屬屑沉到底上，在皿鉢中專用的攪拌器不停地旋轉。

格拉柯列娃-阿爾卡契耶娃的金屬屑輻射器極可貴的一點是它製造出在很大程度上超過紅外線部分的無線電波，並明顯地證明紅外波和光波的電磁自然屬性。

在1895年德國的物理學家倫琴發現了迅速飛舞的電子流

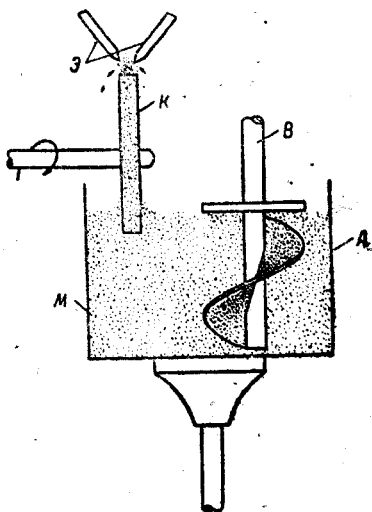


圖4 格拉柯列娃-阿爾卡契耶娃的金屬屑放射器：
A—皿鉢； B—攪拌器軸；
M—油； K—輪子； ϑ —電極。

在撞击到玻璃或者金屬薄板上时，能引起一种看不見的射綫出現。这种射綫的發現是偶然的：它們入射到塗有特殊物質——鉑氰化鋇的紙上，于是紙在黑暗中發起光来。X-射綫就是这样被發現的，現在利用这种射綫来[照亮]人的内部器官，以及發現用各种金屬或者其他材料制造的产品的疵病(X-光探伤法)。X-射綫的波長在1埃(1埃= 10^{-8} 厘米)的10分之几到几百埃之間。在电磁标度上它們在紫外綫后，处于更短波的部分。

在1896年法国的学者安里·別凱列里發現了放射

性的物質，它們在自行分解的时候，在某些情況下放 射 γ -射

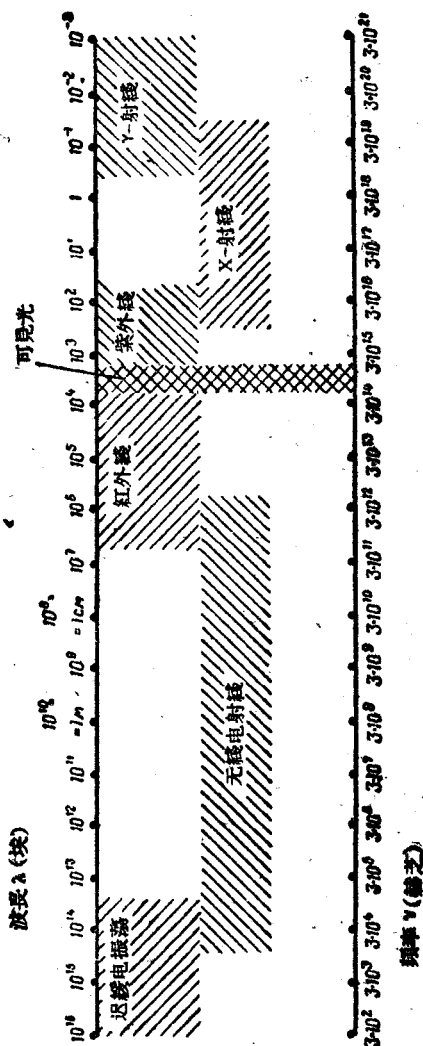


圖 5 电磁波标度。

綫。这种射綫的波長从 0.1 到 0.005 埃。

全部电磁波的总合构成电磁輻射光譜。这一光譜極寬。可以將它分成几个單獨的部分。关于輻射能在电磁振蕩全部光譜中所占地位的概念提供于圖 5 上的电磁振蕩标度中。

研究一下电磁波标度，可以确信一点，即人的眼睛所接受的光仅仅是全部电磁光譜的微不足道的部分，这一光譜由数公里長的波起直到千亿分之一公里波長方止。可見光部分仅包括由 0.38 到 0.78 微米的波長。可見光長波方面接連紅外綫，在短波方面則是紫外綫。各种不同射綫之間的界限只是想像的：射綫連續地一个接着一个，甚至彼此互相重叠起来。

在可見部分的不同波長的單色●射綫被我們眼睛接受时成为不同顏色的光綫。可見光的某些波長大致与下列顏色相适应：

紫色	0.38~0.45 微米；	黃綠色	0.55 ~0.575 微米；
藍色	0.45~0.48 微米；	黃色	0.575~0.585 微米；
青色	0.48~0.51 微米；	橙黃色	0.585~0.62 微米；
綠色	0.51~0.55 微米；	紅色	0.62 ~0.78 微米。

在日光照明下人的眼睛在光譜的黃綠色綫射部分（波長約为 0.555 微米）达最高灵敏度。

紅外綫部分在总的电磁振蕩光譜中包括有从 0.78 到 500 微米的波長。在光譜短波部分紅外綫同可見光（ $\lambda = 0.78$ 微米）为邻，在光譜的長波部分（ $\lambda = 500$ 微米）几乎同无綫电超短波銜接。

紅外綫所占的光譜区域为了研究方便起見，一般分成两部分：近紅外部分（0.78~15 微米）和远紅外部分（15~500

● 一定波長的輻射叫做單色射綫。

微米)。

对近部分的紅外線研究得最为全面。它們拥有热輻射器所分出的絕大部分能量，并因此广泛地用在技术上。

在近紅外部分又分出「攝影部分」(0.78~1.2微米)，即可以用照像法研究的部分。

近紅外部分的紅外線光源是白熾电灯、高压和超高压水銀灯、各种充气放电管及其它等。

远部分的紅外線在技术上几乎没有应用，因为很少研究它。

紅外線符合所有的光学定律，然而同时又区别于可見光。普通的眼睛看不到紅外線。紅外線的波長大于构成可見光的光綫波長。因此，紅外線在大气中被散射的机会很少。

适用于可見光的光学有时可能不适用于紅外線，因为各种不同介質的折射率是取决于波長的。此外，各种物体的反射系数对可見光和紅外線也不相同。

(郑有厚譯)

第二章 紅外線在大气中的傳播

在各种观察条件下影响地面目标紅外線視見度的主要因素是大气下層的光学性能，就是：它們吸收和散射由目标投向观察者的光綫的性能。

大气——这是地球的气状外壳，系由空气、各种状态的水以及有机和无机生成的悬浮顆粒組成。干燥的大气空气是由氮(78.08%)、氧(20.95%)、氬(0.93%)和其它少量气体(总共0.04%)的混合体組成。大气中杂质——水蒸汽、碳酸气、

烟、灰塵、細菌——的含量是根据周圍的条件变化的。

大气下層中悬浮的顆粒尺寸摆动在很寬的界限中，从 $5 \cdot 10^{-6}$ 到 $5 \cdot 10^{-3}$ 厘米。較大的顆粒在大气中很少遇到，因为它们很快地就沉到地面上。在空气中聚有直径 0.5 微米的顆粒即形成烟，更大的顆粒即成为霧。

绝对純潔的空气任何时候也不会有，其中总是有固体或液体的悬浮顆粒。大气中存在着的任何一种微粒都会引起它的混濁，这一点使紅外綫透过的条件不利。

大气混濁的主要原因，是水蒸汽的凝結作用。在蒸汽还保有气体性質的时候，它也如同空气一样透明，因此，对大气的透明度影响很小。当蒸汽变成水的时候，則在空气中形成極小的、眼睛看不到的水滴。空气即由透明的变成混濁的。小而且輕的蒸汽滴可以長期地存在于空气中，即不降落也不沉淀。当蒸汽凝結作用强的时候，水滴变大，于是由于难在空气中支持就开始逐漸下降。水滴愈大，他們下降的就愈快。然而不仅仅是液体或者固体（雪、冰雹）状态的水可以大大地降低大气透明度。各种固体顆粒（細小的砂子、烟）以及活的微生物存在于空气中时，也使大气混濁。

紅外綫在大气中傳播时会在自己的光路上遇到悬浮在大气中的微粒，一部分被它們反射，一部分則被它們吸收。結果，紅外綫就向各个方向散射，因而也就減弱。尺寸可以同紅外綫波長相比拟的微粒对傳播着的紅外綫能量削弱得最厉害。紅外綫的波長比悬浮在空气中的微粒直径愈大，則紅外綫被它們散射的就愈少，并且更容易「迂迴」过去。因此，波長大于可見光的紅外綫能穿过烟和薄霧，易于在大气中傳播。