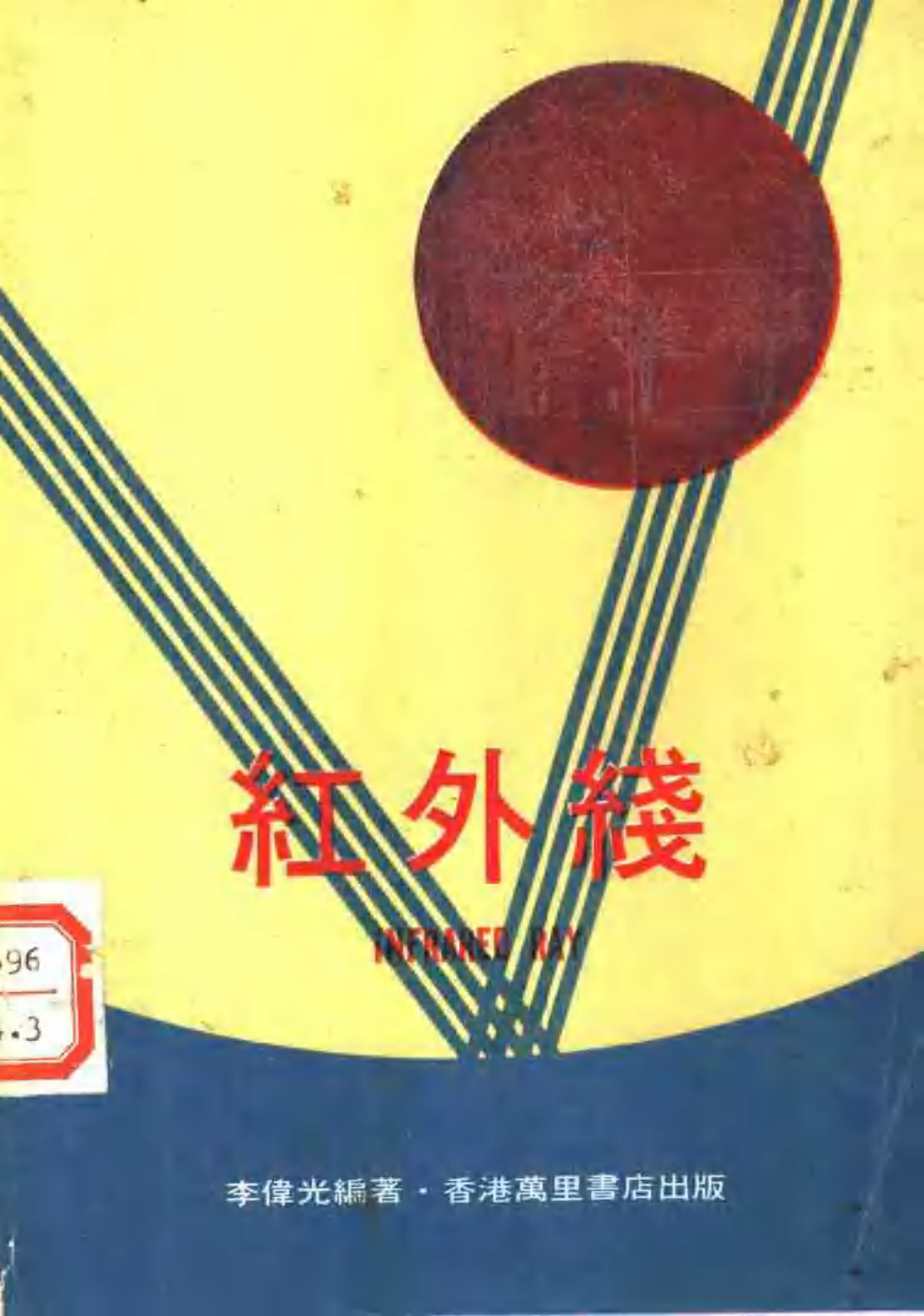




紅外線

INFRARED RAY

96

.3

李偉光編著・香港萬里書店出版

紅 外 綫

李 偉 光 編 著

萬 里 書 店 出 版

紅 外 錢

李偉光編著

出版者：萬里書店

香港北角英皇道486號三樓

電話：5-632411 & 5-632412

承印者：新華印刷股份有限公司

香港鰂魚涌華廈工業大廈四樓B座

定價：港幣三元

版權所有 • 不准翻印

(一九七八年七月印刷)

寫在前面

「紅外線」的被發現和利用，雖然已有一百多年的歷史，但爲人們所悉知的，還是近數十年的事。至於它的較廣泛地爲人們所掌握和使用，那就是更近的事情了。

所謂「紅外線」，是一種不可見的輻射綫。它被物體吸收後就轉化爲熱，所以又是熱射綫。

紅外綫的來源是相當廣泛的，一切發熱的物體都能發射出紅外綫，因此，在理論上，要產生紅外綫並不困難，但是目前採用的只有電紅外綫和煤氣紅外綫兩種。經過長期的實驗證明：煤氣紅外綫對於提高產品質量，節省燃料、電力，改善衛生條件，提高生產率……等方面具有良好的效果。同時由於煤氣紅外綫輻射器構造簡單，操作方便，容易爲人們掌握，正在得到廣泛的應用。

本書除了述及紅外綫的性質等之外，還較詳細地介紹了有關煤氣紅外綫的特性、優點，煤氣紅外綫輻射器的安裝調整測定以及紅外綫的應用。

作者限於水平，本書錯漏之處，在所難免，希望讀者指正。

目 次

寫在前面

1. 紅外線的光源及其性質.....	1
可見光與不可見光.....	1
紅外線的光源.....	2
紅外線的性質.....	4
2. 紅外線技術.....	6
3. 煤氣紅外線輻射器.....	14
煤氣紅外線輻射器工作原理及分類.....	14
煤氣紅外線輻射器的特性和優點.....	18
4. 煤氣紅外線輻射器的安裝調整及測定.....	32
煤氣紅外線輻射器的安裝.....	32
煤氣紅外線輻射器安全操作要點.....	33
煤氣紅外線輻射器的性能測定.....	35
5. 紅外線在工業上的應用.....	38
紡織工業上的應用.....	38

冶金鑄造工業上的應用·····	39
燃化工業上的應用·····	40
玻璃工業上的應用·····	41
機器製造工業上的應用·····	42
採暖工業上的應用·····	43
食品、糧食工業上的應用·····	43
在其他工業上的應用·····	44
6. 紅外線在農業上的應用·····	46
7. 紅外線在醫學上的應用·····	50
8. 新型的紅外線煤氣燈·····	56
9. 紅外線遠距離測溫儀·····	58
10. 紅外線濕度計·····	60
11. 紅外線夜視器·····	66
12. 紅外線攝影·····	72

1. 紅外線的光源及其性質

可見光與不可見光

在日常生活中，太陽光、電燈光、油燈光、電視熒光幕發出的光等等，都是我們的肉眼可見的光，隨着光源的不同，我們所看到的光的成分和強度也有很大的差別。例如太陽是我們所能看到的最亮的天然光源，它是一個在燃燒中的天體，表面溫度高達 $6,000^{\circ}\text{C}$ 左右。還有一些光綫是我們覺得很微弱的，黃昏時候，本來還有一些光綫，但你却看不清楚周圍的東西，需要燈光來照明了。此外，是不是還有我們的肉眼看不見的光呢？有的，而且正多着哩！例如，很多人都知道的X光，就是一種不可見光，它是從人造的玻璃管中金屬電極上發出來的射綫，它可以透視肌肉，而在熒光板上，現出被X光射到的影像（例如照肺或照身體的某一部分）。由此可見，X光雖然是一種不可見光，但人們是有辦法來發現它的踪跡的。

事實上，在我們日常的生活，却是常常遇到不可見光或射綫的。例如燒熱的電熨斗，暖氣設備，甚至我們自

己的身體，都在不斷地發生一種不可見的光。這種光就是這本書要談的紅外線。

如果我們把可見光和不可見光都看成是一種波動（即電磁波），那麼，它們的共同特性，就是具有一定的波長

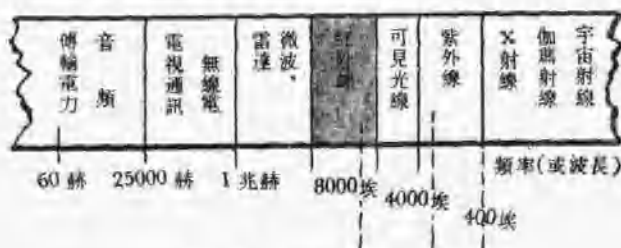


圖 1-1 紅外線的頻率區域。

（圖1—1）。而各種光波的基本區別，就在於它們的波長有所差別。波長通常用埃（ $\text{\AA}$ ）來表示，一埃相當於一公分（ 1cm ）的一億分之一。可見光的範圍是從4,000埃（紫光）~7,600埃（深紅光）；而X射線（俗稱X光）的波長更短，只有150~10埃左右；因此人們看不見它，但波長比可見光更長的光波，人們也看不見它。紅外線的波長比紅光波長較大，它的範圍遠比可見光要大（人體發出的紅外線波長約為9,900埃），最短的紅外線波長大約在8,000埃左右，而最長的紅外線可達0.04公分。

紅外線的光源

和常見的光源一樣，紅外線的光源可以來自天體

(天然光源)，也可以來自人爲的。一般來說，一切發熱的物體都會發出紅外線(或多或少)，因此都是紅外光源。遙遠的星雲也有紅外線射到我們地球上來。每當太陽下山後，地面也發出一種紅外線。隨着科學技術的日益發展，人們不但能測出光源直接發出的紅外線，就連反射或吸收後再發射出來的紅外線，也有辦法測出來。

在目前，如果要利用天然的紅外光源，由於氣候變化所影響，還是不很方便的。因此，人們使用許多人爲的方法來做紅外光源。例如，有人曾用稀土金屬的化合物製成燈絲，又有人用汽燈紗罩作為長波的紅外光源等等。在這



圖1-2 科學家用光譜分析器研究紅外線的特點。

裏，介紹一種反射型紅外線電燈泡，其製造原理是這樣的：當鎢絲被通過電流燒熱到 $2,000^{\circ}\text{C}$ 附近時，就會發出波長在 $10,000\sim 20,000$ 埃間的紅外線（圖1—2），這時80%以上的輻射能都集中在這段紅外線範圍，其餘一小部分則包含在可見光中。這種燈泡相當熱，也相當亮，所以很容易被當作是可見光發出來的熱。其實不是的，這熱能極大部分都是來自看不見的紅外線。根據測量，這種燈泡的極大部分輻射能集中在 $12,000$ 埃附近，與一種德國製的紅外線燈泡的性能可以媲美呢！不過，這已是中國十多年前的製成品了。

紅外線的性質

紅外線的波長，由光譜分析，分為長、中、短波三個波段。長波的波長為 $400\sim 100$ 微米，中波的波長 $100\sim 15$ 微米；短波的波長為 $15\sim 0.76$ 微米。它具有光線的基本特性，如輻射、定向、穿透、吸收及反射等。它被金、銀反射較多，被鐵反射較少。物體吸收了紅外線後，溫度就升高，但是紅外線有一種奇特的性質，能穿過相當厚的不透明物體，而在物體的內部加熱。這種穿透性是與可見光不同的（圖1—2）。例如，有一塊黑紙，對可見光來說是不透明的，但對紅外線却有相當的透明，也就是說，當光源被黑紙遮蔽時，我們還可以測出紅外線來。

紅外線射到我們身上，就會被我們的身體所吸收，而使那些構成身體的物質的分子，作更加強烈的雜亂無章的

運動。我們知道，所謂熱就是分子的雜亂無章的運動。這樣，我們的身體受到紅外線照射，就自然會感到熱。

雖然可見光也能被人體吸收，而使人感到熱；但是，由於太陽光綫中主要是紅外線，所以人在太陽光下，主要是紅外線使他感到熱。

紅外線透過空氣的時候，幾乎沒有什麼損失；而它射到雪上去，又會差不多完全漫反射出來。因此，在積雪的山上，我們既要受到直接從太陽中來的紅外線的照射，還要受到從積雪上漫反射出來的紅外線的照射。而在積雪溶化了以後，這種紅外線的漫反射就要弱得多，因為深色的土地會吸收紅外線，而使自己變熱。

2. 紅外線技術

前面說過，紅外線不僅是來自太陽。每一個物體，只要它比周圍熱，它就會將它的熱能的一部分，以輻射的形式放出來。因此，我們可以造出人工的紅外線源。利用這種人工紅外線源進行熱處理，在經濟上具有重大意義。

人工製造的紅外線輻射源的種類很多，按照生產輻射的物理性質可以分成熱輻射源、電熒光輻射源、混合輻射源和電磁輻射源四大類。

將燃料或物體燒到一定溫度，能發生較多的紅外線。這類輻射源產生紅外線，主要是由於加高溫度所致，因此叫做熱輻射源。例如普通的白熾電燈燈絲、電爐絲、矽碳棒等，在通電後能發熱，放出較多的紅外線來。煤氣、汽油、煤油等在燃燒時也有紅外線放出來。

電流通過稀薄的惰性氣體（如氬氣）或金屬蒸氣（如水銀蒸氣），它們能發出較多的紅外線。這類輻射源的輻射紅外線，主要是由於電流與氣體的原子打交道，使原子放光的結果。因為這叫做熒光現象，所以用這種辦法來得到紅外線的輻射源，就統稱為電熒光輻射源。屬於這類輻射源的有鉍氣光管，低壓水銀氣光管等。

同時利用熱輻射現象和電熒光現象的輻射源，稱爲混合輻射源。例如高壓石英水銀燈就是。這種燈發出的紅外線，一方面是靠電流直接激發水銀蒸氣，使它發射包括紅外線在內的熒光；另一方面，電流使水銀蒸氣的原子互相碰撞，溫度升高，而發出紅外線來。電弧燈、脈衝管也屬於這類輻射源。

在金屬粉末中進行火花放電，可以獲得波長很短的電磁波，其中包括紅外線，這種輻射源稱爲電磁輻射源。

紅外線輻射源中最常用的是紅外線亮燈，或叫鏡燈。它是一種熱輻射源，構造和普通白熾電燈大致相同。燈絲溫度爲攝氏 1,000 度左右。它輻射出來的光綫中最多的是波長 1.2 微米的紅外線。燈泡是用一種不含鐵質的玻璃製成的。這種玻璃對波長 1~2 微米的紅外線是透明的。後部內壁鍍着銀層或鋁層，作爲反射鏡。把許多這樣的亮燈裝置在一起，就成爲一個輻射爐，可以用於從烘乾汽車噴漆到烤製糕點的各種熱處理工藝。

另一種重要的紅外線輻射源是紅外線暗燈。它也是熱輻射源，它的製造方法將在下面敘述。

爲了使讀者們比較深入地理解人工紅外線源的作用，有必要首先來談談物體對光綫的吸收和輻射。

研究知道，從一個溫暖或發熱的物體發出來的輻射的光譜分佈，是依溫度爲轉移的。在一定的溫度下，有一個波長發射的能量最大。而且溫度升高，這個最大值就向短波方面轉移。【對黑體來說，輻射光譜中的能量分佈，遵從這樣的定律：輻射能最多（相當於光譜分佈曲綫的最高

點)的電磁波的波長 $\lambda_{\max}$ 和絕對溫度下(攝氏溫度減去273)的乘積,是一個常數,即 $\lambda_{\max} = 2,897.18$ 微米/度。從這個式子可以算出,在哪一度下,黑體射出什麼波長的電磁波最多。】

這段話說起來比較抽象,用圖來說明也許會更清楚

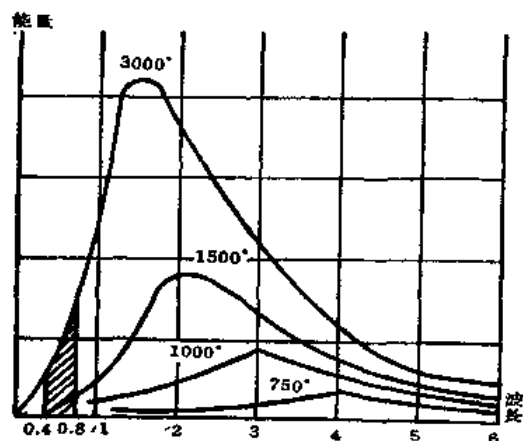


圖 2-1 在不同的溫度下黑體輻射光譜的能量分佈。

些。現在讓我們看圖2—1,這個圖表與一般生產統計圖表有共同的地方。這些曲綫,每一條各表示一種溫度下的光譜的能量分佈。橫軸代表波長長短(以微米為單位);縱軸代表能量多少。用斜綫畫出的地方,指明可見光的範圍(波長以0.4微米到0.8微米)。圖中告訴我們:在2,000度,波長1~2微米之間的紅外線最多;在1,500度,波長2微米左右的紅外線最多;在1,000度,波長3微米的紅外線最多;在750度,波長4微米的紅外線最多。

不過，這裏說的是「黑體」。黑體不同於一般的黑色物體，它是科學家爲了研究上的必要而假設出來的。根據科學家的假設，黑體是這樣一種物體：作爲輻射吸收體來看，不管什麼波長的輻射，它都一概吸收。而當它熱到超過周圍的溫度，作爲輻射體來看，它在任何一個光譜範圍內都發射出最大可能的輻射能。

一個物體，如果輻射本領不及黑體，在所有光譜區域所發射的能量都按照同一個比例減弱；那麼這個物體就叫做「灰輻射體」。地球上的紅外線輻射體，絕大部分都是「灰輻射體」，首先是金屬。而金屬氧化物的輻射光譜却同正常的情况有很大的差別。它們在輻射能本來應該更微弱的波長區域附近，却發射出一些很强很狹的譜帶。這種狀態叫做「選擇輻射」。

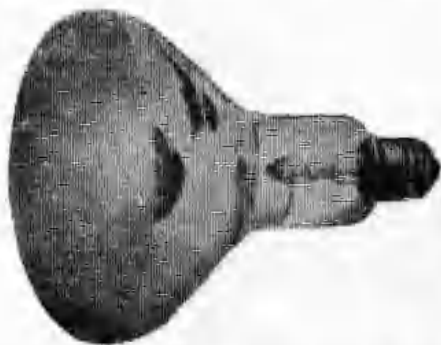


圖 2-2 燈泡廠的紅外線亮燈。

另一方面，科學家研究確定，在紅外線的範圍內，絕大多數的物體吸收紅外線，總是到了一定的波長就強烈地增加。能夠知道一種物體強烈地吸收哪一種波長的紅外線的裝置，就可以使熱處理既省錢又省時間。這就是紅

外線熱處理技術所尋求的目的。

普通的白熾電燈的放光效率很差，但是它却能夠把90%的輸入電能作為短波的紅外線放出。因此，它是很合用的紅外線源。可以從白熾電燈製得所謂「紅外線亮燈」。這種燈在十多年前，已經成功地投入了生產（圖2—2）。在相同的線路電壓和輸入功率下，這種亮燈的鎢絲比白熾電燈的鎢絲稍微長一些。它的溫度可以達到1,900度左右，它的輻射最大值是波長1.2微米。亮燈的燈泡是用一種不含鐵質的玻璃造成的，使得我們所需要的波長很短的紅外線能夠很好地通過。它的內部充滿着氮氣。在內壁並且鍍有銀，這是為了增加它的效率和得到適宜的輻射方向。如果把許多這樣的亮燈裝置在一起，就成為一個「輻射爐」（圖2—3）。應用這種設備，可以把各種東西，特別是人造樹膠的烘乾時間縮短到只有幾分鐘。其所以能夠取得這種效果，是因為樹膠對波長1~2微米的紅外線吸收最

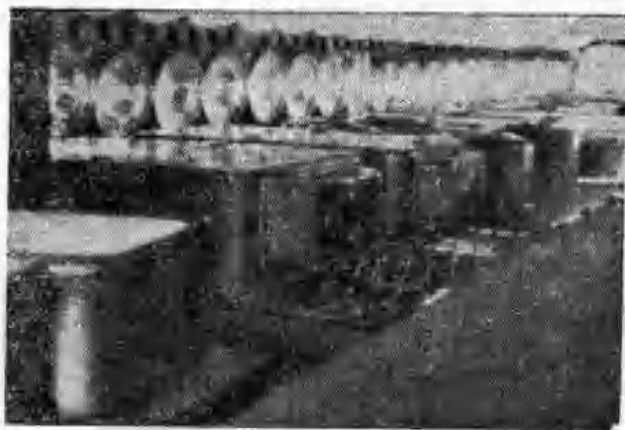


圖2-3 電器工廠裏的紅外線乾燥體。

強烈，而紅外線亮燈的發射值也有意識地選擇同樣的波長。把一輛小汽車放在輸送帶上，在紅外線輻射的通道裏移過，它的車身的油漆只要幾分鐘就可以烘乾，可見圖5—1。此外，紅外線亮燈在紡織工業裏可以烘乾印花布，在食品工業裏可以烘製餅乾和麵包。在醫療上，還可以診治傷風和炎症，這在以後將再作較具體的敘述。

但是，在很多情況下，紅外線亮燈也會發生失效的情況。這就是說：當需要烘乾的東西，例如白漆（鋅白）或是普通刷得很亮的東西，在波長1到1.5微米的範圍內，能夠把紅外線反射回來。又像厚度在1毫米以下的水層，差不多完全吸收波長大於2微米的紅外線，但是波長較短的紅外線却能透過。這些問題必須要用長波的紅外線來加以解決。而長波的紅外線是不能用玻璃燈泡的燈來供給的，因為玻璃燈泡只允許波長2.5微米以下的紅外線來加以解決（玻璃燈泡只允許波長2.5微米以下的紅外線通過）。而長波的紅外線是不能用玻璃燈泡的燈來供給的，如果換用石英玻璃所製成的燈泡，能夠得到較好的效果，但是，價錢太貴。因此，人們又發明了一種紅外線暗燈（見圖2—4），這種暗燈將使紅外線技術得到更廣泛的應用。

應用於工業上的新發明的暗燈由是一根纏有耐高溫的金屬絲的陶瓷管造成的。各種暗燈的表面溫度是由一根纏有耐高溫的金屬絲的陶瓷做成的，各種暗燈的



圖2—4 紅外線暗燈。