

能見度

氣象觀測項目之一

別列茲金著



財政經濟出版社

27

龍興度

國朝史部地理類之——

卷之四



新加坡出版

能見度——氣象觀測項目之一

別 列 茲 金 著

吳賢緯譯 張之錡校

財政經濟出版社

1957年·北京

內 容 提 要

關於專門闡述能見度理論的書籍，過去我國還極少出版過。本書由中央氣象局推薦出版，書中介紹了能見度的基本原理和計算實際目標物能見度的方法，對於我國氣象實際工作者可有許多幫助。此外，本書也可供有關各大學及中等技術學校的師生參考。

Вл. Березкин
ДАЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ КАК
ОБЪЕКТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
НАБЛЮДЕНИЙ

Гидрометеониздат
Ленинград 1949

根據蘇聯國立水文氣象出版社
1949年列寧格勒俄文版本譯出

能 見 度——氣象觀測項目之一

〔蘇〕別列茲金 著

吳 賢 緯 譯

張 之 錡 校

財政經濟出版社出版

（北京西總布胡同7號）

北京市書刊出版業營業許可証出字第60號

中華書局上海印刷廠印刷 新華書店總經售

850×1168 1/32 • 3 3/4 印張 • 2 插頁 • 83,000 字

1953年12月第1版

1957年1月上海第2次印刷

印數：1,001—3,000 定價：（10）0.60元

統一書號：13005.41 55.12,京型

目 錄

前言	5
第一章 氣象站上能見度觀測最初的使命及 以後用途的改變	7
第二章 能見度的定義	13
第三章 決定光學能見度的因子	20
第四章 大氣對觀測目標物視亮度的影響	29
第五章 能見度理論的基本原理	40
第六章 能見度的目測及其級別	45
第七章 夜間能見度	57
一、夜間遠距離燈光的能見度	58
二、黎明、黃昏與夜間不發光目標物的能見度	66
第八章 用儀器測定大氣透明度	84
一、沙朗諾夫視程器	86
二、有分光鏡頭的望遠鏡式儀器	93
三、用渾濁測定器測定透明度的方法	100
第九章 光學能見度	103
附 錄 能見度理論方程式中的基本觀念和數值	115

前 言

研究各種目標物的能見條件是光學上的一項任務，許多實際工作機關和人員，都關心這一問題的解決。在野外的環境中，決定某目標物能見度的重要因素之一為大氣的光學透明度。

在某些個別場合下，大氣透明度具有決定性的意義，而當觀測以天空為背景的黑色目標物時，目標物的能見度與大氣透明度相同，因此可作為大氣渾濁程度的量度。這亦是所以把能見度列入氣象站觀測項目的原因。

但是要用能見度來鑑定大氣透明度，必須先具備一系列的條件。

本書的目的便是討論這些條件，敘述一些用儀器測定透明度的方法及計算實際目標物能見度的方法。在本書之末附有一個本書用到的光學上基本概念和數值的名詞解釋。

第一章

氣象站上能見度觀測最初的使命及 以後用途的改變

在天氣工作機構開始應用鋒面分析法來分析天氣的時候，定時觀測能見度便已成為氣象站的一個工作項目了。鋒面分析法在蘇聯已於 1932 年在實際工作中應用起來。那時我們的氣象站已開始用新的國際電碼傳遞氣象情報，這種電碼當時大致在大多數其他的歐洲國家中都已應用起來，以後美洲也應用了。

新的國際電碼是適應天氣學的新要求而擬製和確立的。新電碼中包括有許多舊電碼中所沒有的天氣要素，而能見度即其中之一。

在實施新的國際氣象電碼之前，氣象站工作的基本項目中沒有能見度的觀測，即或某些氣象站和氣象台曾經觀測過，也都是把它作為非必要的和額外的工作。為進行這項觀測而下達各地的觀測須知都是在同一個地方擬就的，但卻種類繁多，以致按照這樣不同的規定而觀測的結果將無法比較。這種情形之所以產生，在很大程度上是由於在那時對能見度理論的物理學基礎研究得尚未充分，而廣大的氣象學界及地球物理學界對之完全無知的緣故。第一批有關能見度理論的詳細著作是在二十年至二十五年以前出現的。它們揭示了能見度問題的全部複雜性，同時把它分為一系列獨

立的問題。

因為在氣象情報中应用新的國際電碼以前，大多數台站還沒有進行過能見度的觀測，所以無疑的，既然一定要實行這種觀測，就必須制定一種觀測須知。這樣的觀測須知與氣象電碼同時編寫成了，且編入其中成為其不可缺少的一部分。從這一觀測須知上，氣象站的觀測員們初次知道了組織起來觀測的，並按照國際通用的十級制來估計的能見度。但在這一觀測須知裏，僅有一些指令性的指示來規定在觀測目標物的選擇及條件方面他們所應當作到的，以及在選擇這些目標物時應避免的東西；而關於這些要求所根據的理論上的理由，在觀測須知上卻沒有，因此驟然看來，好像觀測須知上所有的要求是任意訂出的，有着假定的意義，僅在使觀測工作能獲得一個同樣的可以比較的觀測結果而已。但更仔細地研究一下觀測須知，把其中所引用的原理與能見度理論比較一下，就可以發現這些要求是合乎物理學的，並也是建立在普通的能見度理論之上的。同時，假若在目標物的挑選方面嚴格地遵守觀測須知上的要求，則從觀測目標物所得的能見度數值，可以作為確定大氣透明度或渾濁度之鑑定值。

天氣圖的鋒面分析法引起一個新的概念——“氣團”——的应用。根據鋒面的研究，不同源地氣團的移動，引起了天氣的變化。因此，各種能夠用來辨認天氣圖上不同類型氣團的特徵，是非常重要的；而在氣團移動及隨時間而變性的過程中很少變化並能保持穩定的特徵，則尤其重要。過去曾假定了這種穩定特徵之一為空氣透明度。但那時氣象站尚未進行任何有關大氣透明度的觀測，也沒有觀測儀器。為了使所有的天氣預報台站獲得關於透明度的資料，並在這些台站上組織進行同樣的觀測，便不得不進行不用儀器的目測。作為大氣透明度的鑑定值，就採用了能見度。但是能見度，正如

下面將要說到的，僅在嚴格地遵守觀測須知上，爲了進行此項觀測而規定的許多條件時，方能代表大氣透明度。這一觀測須知附訂於新的天氣電碼中。因爲按照透明度來鑑定氣團，必須使觀測記錄包括最大可能的變化範圍，同時當時又沒有必要使它特別精確，所以觀測須知上所提出的，用十級制來估計能見度的方法已足够了。這種等級概括了空氣透明度從 50 米到 50 千米的變化；當然，對於這樣巨大的能見度變化範圍來說，這是一個比較粗略的等級。

當時所提出的目測大氣透明度的方法，從能見度理論的觀點上來看，正如下面還要提到的，對於粗略地決定氣團透明度這樣一個任務是完全合適的。可惜，由於地形的條件，實際上大多數台站在組織觀測能見度時不能適合觀測須知上所提出的全部要求。

在樹木繁茂的地區，台站的視程通常是很有限的，而在草原地區卻又沒有可以用來觀測的目標物。由於不能正確地組織能見度的目測，便使得每天氣象情報中記錄質量顯著降低，而預報員們在新電碼實施之後不久，在分析天氣圖時便幾乎完全不用能見度的資料了。

缺少觀測目標物，使台站上的觀測員們處境很困難，也很苦惱。實際上，一方面他們必須在每一份氣象電報上填寫各組電碼的全部數字，也包括第三組電碼的第二位——能見度——在內，而另一方面，因爲沒有必需的觀測目標物，他們又不可能從直接的觀測中獲得實際的能見度值。由於這樣的結果，觀測員被迫從最遠的目標物這一範圍用內插法，有時亦用外推法，甚至以簡單的猜想來推測能見度的可能值；顯然這種情況是完全不能容忍的，而必須儘快地設法改善能見度記錄。改進的方法即是由目測改爲儀器觀測，儀器觀測應較易於選擇觀測目標物，而即或是按照粗略的十級所得的能見度記錄，亦是足夠可靠的。

但是現在問題不僅僅在於改善氣象電報中用國際等級拍發的能見度記錄質量。假如所有問題僅僅歸結於在台站網中不可能組織目的在於鑑定氣团透明度的能見度的觀測,也就是說如果只是爲了分析預報上的目的的話,那麼他們想必從現在起,就儘可簡單地停止和忘記這毫無成效的試驗。

實際上剛剛相反。由於陸上、海上、特別是空中運輸速度的發展和增大,能見度的測定、報告及預報問題具有了很大的獨立意義。現在之需要能見度,已不是要它來在天氣圖鋒面分析上作爲渾濁度的標誌了,而是作爲決定實際運輸工作的要素,現在需要的是所謂不同目標物的“光學能見度”的資料,而這與“氣象能見度”或“計算能見度”有着本質的不同。這三種能見度概念的區別將於以下幾章內詳細闡明。這三種數值的混淆以及把它們都統一於“能見度”這樣一個普通名詞下,會招致許多誤會,而有時也會在運輸中造成巨大的事故。可惜不但在搞運輸的工作人員中,而且也在服務於他們的氣象工作者中,還有許多人不懂得這三個名詞所確定的數值是不容混淆的。有時實際工作人員在利用氣象報告中的記錄時,完全忽視了記錄的物理意義和作用,認爲氣象站報導的能見度值是萬能的,可以直接用來解決任何實際問題。這種把能見度單純化的結果是很嚴重的,並往往引起氣象站所服務的實際工作機關方面的責難和控告,這些責難和控告有時完全是不公平的。

新的氣象電碼編製者採用“能見度”這個名詞是不恰當的,這是發生這種情形的原因之一。

問題在於這裏,在新電碼中的能見度不是真正的能見度,而它代表的是大氣透明度,關於觀測能見度的觀測須知,也是適應着它來編擬的。現在氣象站所報告的是我們稱之爲“氣象能見度”的數值,它是以接近地平綫處的天空爲背景的黑色目標物的能見度。氣

象能見度值与所謂“計算能見度”的數值相近，这二种 又与 鑑定大氣透明度的大氣渾濁度的指標同義。某些 实际工作者 所需要的各种实际目標物的真正能見度，在某些場合下可以比氣象電報上的氣象能見度值小若干倍，有時却又比它大些。因此雖然在氣象電報中傳送的級別比較正確（在 wwV_hN_h 这組電碼中的 V ），但不能称为能見度的級別，而祇能称为透明度的級別，因為氣象站所確定的能見度僅僅是估計透明度的手段和方法。必須設想，假如在一九三二年的氣象電碼中，把 V 的位置上的記錄称为透明度而不称为能見度的話，我們就可以避免許多誤會。

用能見度資料為運輸業服務乃是很複雜的問題，而解决这些問題又遠超出氣象站工作範圍之外。应当注意到，祇有当問題在指出要的是那一個目標物的能見度時，能見度問題才可以令人滿意地解决。如果有人只問“離這裏有多遠”而不同時說明究竟要知道那一個地點離這裏有多遠的話，則这种詢問是毫無意義的，同樣，如果只問“現在能見度如何”而不說明所要知道的是那個目標物的能見度，則也是沒有意義的，縱令後者是非常明顯的，且儘管在提問題和作答覆的時候如不同時指出所談的是那一個目標物的能見度來，則問題和答覆都將是毫無意義的，但这种情况却仍然常被忽略。各实际工作部門所需要的各种目標物的能見度，可以用觀測这些目標物的方法來確定（假如目標物在視野中的話），或根據一般的能見度的原理和公式來計算（假如在視野中沒有目標物的話）。目前有幾种計算实际目標物能見度的方法，其中某些方法將在下面討論到。但所有的計算的方法都需要先知道：（1）鑑定目標物及其所处背景光学屬性的許多數值；（2）大氣透明度或計算能見度或与之近似的氣象能見度。由此可見，要解决純粹關於实际目標物能見度問題亦需要了解大氣透明度。如果為了天氣工作（氣团分析）

的需要，有了那怕是按照十級制來粗略地估計的透明度已經足夠的話，那麼計算實際目標物能見度用的空氣透明度就需要很大的精確性了。實際工作機關對能見度資料的最低要求為精確性在80%以上。因之，確定所有決定目標物真正能見度的因子的精確性也應與此相同。要想使透明度的精確度在80%以上，只有在改用儀器觀測後才能保證，這一點氣象機構已經在為之努力了。

因為實際目標物的能見度不僅是隨大氣透明度而變的，並且也是隨目標物及其所處背景的光學屬性而變的，因此在同樣的天氣條件、地點、時間下，不同目標物的能見度將是不同的。因此，氣象站不能在氣象電報中發出萬能的、能直接用來解決任何具體問題的能見度值，這些具體問題是需要這個或那個實際目標物能見度資料的。實際目標物（例如某建築物、信號標或標柱）的能見度，應當單獨地用特殊計算方法或直接觀測此目標物的方法來確定。但大氣透明度的資料在此時還是需要的，因之精確地確定透明度的任務不僅未取消，而相反地與過去能見度僅與天氣圖的分析有關時比起來，現在變得更為重要，更為迫切需要了。

一九四六年在國際氣象會議（蘇聯代表也參加了這次會議的工作）上曾擬製了新的氣象電碼，並打算最近期間在實際工作中採用。在傳遞能見度的記錄用的新電碼中，它已不只佔一個電碼而是佔兩個電碼的位置了，第二組電碼成了這樣的形式：VV_{ww}W，這裏VV——能見度已不是按十級估計的而是按90級估計的，同時測定能見度數值的範圍亦增大了，包括從10米到500千米的數值。但遺憾的是新電碼如同舊電碼一樣，其中並未涉及能見度本身的數值，只得理解為它和早先一樣，與其說是能見度，還不如說是大氣透明度，並且已非常明顯，要按90級來報告能見度記錄，僅在有了完善的測定大氣透明度的儀器時，才能作到。

綜合上面所述，可得出如下原則：

1. 氣象站所進行之能見度觀測工作，僅能鑑定透明度，而不能求出實際目標物的能見度，因為此種能見度是隨觀測目標物本身的光學屬性而變的。

2. 對實際工作很重要的各目標物的能見度，可以用直接觀測目標物的方法來確定，或是用根據這些目標物已知的光學特點、照明條件和氣象站關於目標物所處地點大氣透明度的資料來計算的方法確定。

3. 把實際目標物的能見度與氣象能見度——也就是以靠近地平綫的天空為背景的黑色目標物的能見度——混為一談是不可容忍的。

4. 為了獲得對精密地計算實際目標物能見度有用的大氣透明度的正確記錄，就必需供應氣象站以專門儀器。

以下將討論許多能見度理論和實際觀測的問題和原理，它們對更詳細地了解能見度問題是必需的，同時亦是本章所述各種原理的物理基礎。

第 二 章

能 見 度 的 定 義

雖然“能見度”這名詞按其字面說來，是純粹由二俄語單字組成的，並也未必在它所組成的概念上引起某些懷疑，但仔細研究一下，即可發現這個名詞所代表的現象的嚴重複雜性，因此必需加以補充的說明和限制，使能見度的觀念成為易於測定之物理值。首先應注意到“能見”（換句話說即“看的能力”）是由我們視覺器官——

眼——的特性所決定的一種生理現象。因此，“能見度”首先是一種生理作用，更確切地說是一種心理作用，這種作用是由很多不同的因子決定的，這些因子就是觀測員的感覺器官——眼——及其全部器官以及器官的狀態。同時在觀測員的外界尚有不少對能見度數值有很大影響的因子。因此，僅僅各種影響能見度的因子中一個因子的變化，就足以使能見度值改變。很明顯，能見度的測定及其數值僅在所有內部（生理的）和外部決定能見度數值的因子在觀測時均為已知並已加考慮的條件下，才可以當作地球物理學的數值來用。因此在觀測能見度時，要不就得能確定這些因子的數值，要不就得保證在觀測能見度時可以假定這些因子是不變的。祇有在不同時間、地點觀測能見度時保持這一條件，能見度的觀測記錄才能互相比較並用來求得某些通用的結論，這正像在研究其他氣象要素，如溫度、風、雲等時所做的一樣。

但在轉而研究決定能見度的因子之前，必須確定我們是按照何種特徵把被觀測目標物分為能見及不能見的。初看似乎甚易回答，而且不會引起任何懷疑。但在進行過兩、三次確定某目標物能見度的觀測後，馬上就發生困難了。讓我們來討論一下觀測能見度時若干最典型的情況吧！

1. 在白天全部光照下並在大氣完全透明的情況下觀測目標物。目標物相當大，例如山、森林及大建築物等，這些目標物在背景的襯托下，在亮度方面與背景有着很大的區別。當逐漸遠離這目標物時，它的能見度很久幾乎沒有什麼變化，但若是我們沿着走的路徑轉彎了或走到了低地裏，於是目標物就被地勢、樹林或某建築物所遮蔽而立刻消失了。在這種情況下，目標物的能見度純粹決定於幾何因素，這些因素既與眼的任何生理特點無關，也和大氣狀態無關。在海洋上也有同樣情形發生，此時所觀測的目標物常隱沒在水

平綫下。在這種情況下，能見度問題，在陸地上就藉表明該地地形的地形圖來解決，而在海洋中則按觀測目標物及觀測點的拔海高度來解決。

這種能見度受限制的情況我們在下面不再討論，同時認為這種目標物是容易按幾何學來測定的，也就是說，不論地形、某些人為的障礙，甚至連地球表面的圓形，都不是限制觀測工作可能性的因素。

2. 假定在白天全部光照下且空氣透明度很大時進行觀測（如第一種情況一樣），但目標物的面積較小，譬如是人、汽車、不大的建築物等等。當逐漸遠離這種目標物時，它的能以看到的部分，即目標物的視面積逐漸減小，最後它變得如此模糊，以致在這種狀態下眼睛已不能分辨出它來了。這時，目標物不是立刻就消失的，鼓一鼓眼睛，已消失的目標物又可以重新看見。視力較好的觀測員，縱使距離更遠些的話，也還可以繼續看見。如果換上另一個目標物，例如大於原來三倍的（用其他比例亦可），那麼對每個觀測員來講，這樣一個已加大的目標物的能見度，在同樣的觀測條件下，要比原來的能見度也增大三倍。雖然，在這種情況下，幾何因子是影响能見度的主要因子，但却不是唯一的，因為在此時觀測員的眼睛情況也起着很大的作用。在這種條件下，目力不同的兩個觀測員所確定的能見度值可有很大差別。順便提提在與此相似的情況下，由於利用了望遠鏡或某種在這種情形中常用的天體望遠鏡，能見度數值可顯著地增大。

3. 現在討論一下在渾濁的大氣中全部白天光照下來觀測相當大的目標物的情形。目標物的大小假定是這樣的：即在空氣透明度甚大時，甚至在好幾十千米以外都能看見。當觀測員逐漸遠離這一目標物時，在觀測員與目標物之間形成一個愈來愈厚的渾濁空氣