

## 「航空氣象教室」第四集 雲

郭忠暉

如果你有興趣的話，可以找一個多雲的日子，到戶外空曠的地方，仔細的欣賞一下那漂浮在空中的雲，你會發現雲是千變萬化的，沒有兩朵雲是一樣的。你也許會問，雲從那來的呢？如何分辨雲的形狀？雲有多高呢？雲與天氣變化有關係嗎？以下的解析將帶引你進入雲的世界，以增進對雲的認識，亦可解答你的問題。

### 雲的形成

雲的形成與大氣中的水汽和空氣上升運動有關。大氣中的水汽是地面的水（海洋、湖泊、河流、溼地等等）經過陽光照射，其中的水分蒸發變成水蒸氣上升，飄散到空氣中。在空氣上升時因為溫度的下降而逐漸冷卻，到了一定的溫度後，其中的水汽因達到飽和而凝結成小水滴，或經昇華自水汽直接變成冰晶。當很多的小水滴或冰晶在大氣中聚集時，就會折射和反射陽光，使它看起來呈白色或灰色，那就是我們可以看得到的雲(cloud)。在氣象學上，雲的定義，指在地面以上大氣內之一種目視水汽現象，包含小水滴及（或）冰晶等之集合體。

### 雲與天氣變化的關係

雲是變化多端的千面人，常隨天氣的變化而呈現不同的面貌。換句話說，天空雲的形狀和色澤，與天氣變化有密切的關係。在古老的年代裡，農夫與漁夫常藉著對雲之觀測以預知天氣，例如，雲很厚，是灰黑色，把陽光全遮掉了，這種雲容易下雨，如果是見到

一絲絲像棉絮般的薄雲，那就是晴天的徵兆。現今的氣象預報作業，也常利用雲的觀測資料（包括氣象衛星雲圖）來分析天氣及判別天氣的好壞，因為雲系常伴隨天氣系統而發展，因此觀測雲的變化也是預測天氣的重要指標。

## 雲之觀測

雲之觀測為氣象觀測中最難觀測的一種，因為雲是最千變萬化的。在氣象觀測實務上，雲之觀測包括雲狀之辨識、雲量之估量及雲底高度之測量或估計。觀測雲通常先自雲狀開始，其次則是雲量及雲底高度。觀測時必須守視天空一段時間，追蹤雲或天氣現象的演變情形，再加以參照其過去變化情形，不但有利於觀測的準確度，對於識別疑難之雲狀也甚有幫助。

由於雲存在於不同的高度，為容易觀測，通常於觀測時先進行雲層的辨識，將天上的雲依高度區分成一個以上的雲層，然後再進行個別雲層的觀測。所謂雲層(cloud layer)，係指一行列的雲，形狀不必完全相同，惟其雲底則均近乎在同一高度。雲層可連續成片，亦可由分離的雲塊組成。

## 雲狀(cloud type)

為容易辨別雲狀，將先說明雲之分類(cloud classification)。雲之形態千變萬化，捉摸不定，實難加以準確描述，但基本上仍可從雲的形狀及高度來辨別。通常雲之分類係按照雲的形狀予以分類，此種分類係根據英國何華特(Luke Howard)於 1803 年所介紹之分類系統，已被世界氣象組織(WMO)所採用，並於 1956 年印成《國際

雲圖》(International Cloud Atlas), 以供世界各國觀測雲之標準。依WMO《國際雲圖》, 雲分為十屬(genera) (或稱雲屬), 屬之下又分為: 類(species) 變型(varieties) 副型及附屬雲(supplementary features and accessory clouds)、母雲(mother cloud)等。雲之十屬為: 卷雲、卷積雲、卷層雲、高積雲、高層雲、雨層雲、層雲、層積雲、積雲、積雨雲(十雲屬之照片如封底附圖)。另外一種雲之分類, 係按照雲的一般高度予以分類, 共分為四族(families), 即低雲族、中雲族、高雲族及直展雲族。

綜合上述, 雲的主要分類列表如下, 其中高度欄所列為各層次雲上下限之近似高度, 乃經由觀測統計得出, 並以中緯度地區之雲為代表。

雲的主要分類表

雲族	雲屬		高度 (中緯度地區)
	名稱(中文、英文)	簡縮字	
高雲族	卷雲 Cirrus	Ci	23,000 43,000 呎
	卷積雲 Cirrocumulus	Cc	
	卷層雲 Cirrostratus	Cs	
中雲族	高積雲 Altocumulus	Ac	6,500 23,000 呎
	高層雲 Altostratus	As	
	雨層雲 Nimbostratus	Ns	
低雲族	層雲 Stratus	St	6,500 呎以下
	層積雲 Stratocumulus	Sc	
直展雲族	積雲 Cumulus	Cu	雲底在低雲族的範圍, 雲頂可延伸至中雲族或高雲族的範圍。
	積雨雲 Cumulonimbus	Cb	

上述十雲屬除了高度有別之外, 雲的形狀也各有不同, 基本上

可歸納成三種主要雲狀，即：積狀雲、層狀雲及卷狀雲三大類。積狀雲就是一朵一朵高低起伏的雲，代表對流較為旺盛；層狀雲就是成層且較平坦的雲，通常是較弱的對流所造成；而卷狀雲則是一絲絲輕薄的雲，這正是由冰晶組成的特徵。

雲狀之觀測就是觀察雲的形狀，分辨雲所隸屬之雲屬。通常出現於天空中的雲呈典型雲狀的較為稀少，大多介於兩種雲狀之中，因此觀測時應仔細辨別，然後選取最為相近之雲屬。此外，可由雲高來分辨同一天空中的雲各屬於何種雲族，也是用來輔助辨別雲屬的指標。在夜間觀測雲狀，如難於辨別時，可推測其雲狀。觀測時如遇有濃霧或其他視障天氣現象，導致天空被遮蔽無法觀測到雲時，則雲狀可報告為不明。此種天空完全被地面為底之視障天氣現象所掩蔽的情況，即氣象觀測實務上所稱的「天空不明」(obscuration)。

### 顯著性對流雲

在航空方面，飛機在空中飛行，常會與雲相遇，有時會遭遇亂流、積冰、雷暴等顯著天氣(significant weather)，對飛航安全有重大的影響。這些顯著天氣通常發生在積狀雲之雲中或雲外附近，因此，航空上對雲狀之需求，特別著重於對飛航有影響之顯著性對流雲。所謂顯著性對流雲，係指積雨雲及垂直發展旺盛之濃積雲(cumulus congestus)。而在航空氣象上，則以術語「塔狀積雲」(towering cumulus) 來描述垂直發展旺盛之濃積雲，並以國際民航組織規定的簡縮明語 TCU 表示之。為了容易辨識顯著性對流雲，以下將就雲之特性及物理組成來說明積雨雲、濃積雲及與此有關的

## 積雲之辨識。

### 1. 積雲

積雲為孤立的雲塊，常濃密而無纖維之外形，垂直發展如山岳或高塔，頂部隆起呈圓形類似花椰菜狀；在陽光照耀下，色白而明亮；其底部較黑暗而近乎水平。近地平線之積雲，其垂直發展使個別雲塊顯示合併狀。積雲亦有因風吹而破碎者，為碎積雲；若垂直發展甚小時，則稱為淡積雲(cumulus humilis)，亦稱晴天積雲(fair-weather cumulus)。

積雲係由濃密之小水滴組成，常有過冷卻水滴。當雲在發展中，其內部可產生較大水滴，由底部下降成雨或雨旛(virga)（註）。

註：雨旛，指自雲中降落之水或冰，在到達地面成為降水前因蒸發而形成之束狀或條狀物。

### 2. 濃積雲

濃積雲是一種迅速發展之積雲類，輪廓顯明且具顯著的垂直發展與巨大花椰菜狀或塔狀之特徵。濃積雲係由中度積雲發展而成，有時亦由堡狀高積雲或堡狀層積雲發展所成。濃積雲常轉變為積雨雲。

### 3. 積雨雲

積雨雲是一種特別濃厚之雲塊，垂直伸展非常強盛，外貌如山岳或高塔，至少頂部之一部分平滑而有纖維組織或呈條紋狀，近似平頂。此部分常展開呈鐵砧狀，或巨大羽毛狀。其底部多黯黑，該處常有與主雲相連或不相連的降水狀雲及破片

雲，也有雨旛。其降水多為暴雨，且必為陣性。在雲中或雲外附近並可能有強烈亂流存在。由於此種雲通常會發生閃電(lightning)及雷聲(thunder)，故亦有「雷雨雲」之俗稱。積雨雲常由濃積雲之繼續發展演變而成，而濃積雲又常由積雲之生成而成。

積雨雲係由水滴及冰晶所組成，後者幾乎全在其上部，其中亦包括大水滴、雪片、雪珠並偶有冰雹。液體水之形態可能為顯著之過冷卻。

### 雲量(cloud amount)

天空為雲所遮蓋之部分，是為雲量，通常以天空被遮蓋之十分數測定之，航空上則以八分數(okta)表之。所謂八分數（十分數），亦即指天空視面積八等分（十等分）中的一分。例如，一地天空有八分之六面積為雲所遮蓋，則該地雲量為  $6/8$ (6 oktas)，雲量 0 則是全天空無雲，雲量  $8/8$  則是整個天空完全被雲所遮蓋。由於各種雲出現的高度不同，因之雲量又可分為個別雲量（或各層雲量）及總雲量兩種。個別雲量乃指某種雲或某雲層所佔天空的面積，而總雲量為不分雲屬，全部可見之雲遮蓋天空之量。

在航空上，又以碧空、少雲、疏雲、裂雲或密雲等名詞來表示雲量，其意義及簡縮字如下：

名稱 (中文、英文)	簡縮字	雲量
碧空 Sky Clear	SKC	0
少雲 Few	FEW	1/8~2/8(1 to 2 oktas)
疏雲 Scattered	SCT	3/8~4/8(3 to 4 oktas)
裂雲 Broken	BKN	5/8-7/8(5 to 7 oktas)
密雲 Overcast	OVC	8/8(8 oktas)

雲量之觀測，一般以目視估量之。此外，於進行雲量之估量時，應視無其它雲存在下，來決定各雲層或雲塊之雲量。

#### 雲底高度 (height of the base of cloud)

雲底高度即雲高(cloud height)，在氣象觀測中，指雲底高出當地地面之高度。按照世界氣象組織的規定，雲高應以公尺為單位，但在航空上仍沿用以呎為單位。雲高之測量，通常多以目視估計為準，惟在航空飛行上，對雲高準確性的要求甚嚴，因此，各機場均以雲高指示器(cloud-height indicator)代替目視觀測。所謂雲高指示器，為測定雲底高度之各種儀器通稱，雲幕儀(ceiliometer)為其中常用的一種。雲高指示器通常設置於精確跑道(precision runway)之中信標台(middle marker)，有時亦可設置於跑道著陸區附近，用於量測進場區或著陸區之雲高。

在航空氣象服務作業上，經常會提及雲幕高(ceiling)一詞，根據氣象觀測實務，雲幕高係指最低雲層或視障現象(obscuring phenomena)之高度，且其所報之雲量為裂雲、密雲或不明(obscuration)者。在天空不明時，雲幕高即表示視障現象之垂直能

見度(vertical visibility) (註), 而非指雲底或視障現象在上空之高度。

註：垂直能見度，指觀測人員對以地面為底之視障現象，在垂直方向所能看進去之距離。

## 雲之報告

在機場天氣報告中，雲之報告係由雲量、雲底高度及雲狀組合成一雲組，以電碼 (METAR 和 SPECI) 或簡縮明語 (MET REPORT 和 SPECIAL) 之格式表示。此二種報告除格式不同外，其內容及意義是相同的。此外，要特別說明的是，因使用者之需求不同，在以電碼表示之 METAR 和 SPECI 報告中，雲之報告應代表機場及鄰近地區之天空狀況，而在以簡縮明語表示之 MET REPORT 和 SPECIAL 報告中，雲之報告應代表機場進場方向之天空狀況。

在 METAR 和 SPECI 報告中，有關雲組之報告及用法說明如下：

1. 在一般情況，雲組由六位文數字組成，前三位表示雲量，後三位表示雲底高度。
2. 雲量之編報：雲量應編報為少雲、疏雲、裂雲或密雲，分別以三個字母簡縮字 FEW、SCT、BKN 或 OVC 表示之，其後緊接著雲層(塊)之雲底高度。
3. 雲底高度之編報：雲底高度在 10,000 呎(3,000 公尺)以下應以 100 呎(30 公尺)為報告間距，雲底高度在 10,000 呎(3,000 公尺)以上應以 1,000 呎(300 公尺)為報告間距，並皆以 100 呎為單位之三位數字來表示雲底高度，不足三位數字則於前方補 0，例如，雲底高度為 12,000 呎，編報為 120，雲底高度為 300 呎，則編報



為 003。

4. 雲狀之編報：除顯著性對流雲外，其他的雲狀不必編報。當觀測到顯著性對流雲時，應以適當之簡縮字 CB 或 TCU 緊附加在雲底高度之後。
5. 雲組可重複編報不同之雲層或雲塊，而雲組數通常不超過三組，但有顯著性對流雲除外。

6. 選報雲層應按照以下準則：

第一組：任何雲量之最低個別雲層(塊)，編報為 FEW、SCT、BKN 或 OVC；

第二組：雲遮蔽超過 2/8 天空之次高個別雲層(塊)，編報為 SCT、BKN 或 OVC；

第三組：雲遮蔽超過 4/8 天空之更高個別雲層(塊)，編報為 BKN 或 OVC；

附加組：觀測到顯著性對流雲(CB 或 TCU)且其並未編報於上述三組中任一雲組內。

以上各組之編報順序，應依序自較低層至較高層。

7. 如有以下的天空狀況，則按特例方式編報，以取代一般的雲組。
  - (1) 當天空狀況不明但可觀測到垂直能見度時，則應編報垂直能見度組以取代雲組。垂直能見度組由五位文數字組成，前二位文字為 VV(vertical visibility)，接著後三位數字為以 100 呎(30 公尺)為單位之垂直能見度。例如 VV005，表示垂直能見度 500 呎。當無法觀測到垂直能見度時，則此組編報為 VV///。

- (2) 當天空無雲且簡縮明語 CAVOK (註) 也不適用時, 則使用簡縮字 SKC 以取代雲組。

註: 當以下的能見度、雲及天氣情況在觀測時間同時發生, 則可用電碼字 CAVOK(Ceiling And Visibility OK) (雲幕高及能見度良好) 來取代機場天氣報告中之能見度組、跑道視程組、現在天氣組和雲組:

- 能見度: 10 公里或以上;
  - 雲: 無積雨雲及 5,000 呎 (1,500 公尺) 以下或最高之最低區域高度(minimum sector altitude)以下 (二者取較高者) 無雲;
  - 天氣: 無顯著天氣現象。
- (3) 當 5,000 呎 (1,500 公尺) 以下或最高之最低區域高度以下 (二者取較高者) 無雲, 無積雨雲, 在垂直能見度上也沒有任何受限, 以及簡縮明語 CAVOK 和 SKC 均不適用時, 則使用簡縮明語 NSC (Nil Significant Cloud), 以取代雲組。NSC 用以表示無顯著性雲。

參考文件:

1. 交通部交通研究所, 1965: 交通名詞辭典氣象類。
2. 交通部民用航空局飛航服務總台, 1993: 航空氣象電碼手冊 (1995 年版, 2001 年 8 月第三次補充修訂)。
3. ICAO, 2004: Annex 3 --- Meteorological Service for International Air Navigation, 15<sup>th</sup> Edition.