

我國古代對大氣物理現象之認識

劉 昭 民

一、引 言

自然界一直呈現不停地推移變化狀態，所以大氣層中，壯觀的風、雨、雷電以及絢麗斑斕的奇光異彩，很早即引起我國先民的注意和探討，後來隨着生產活動的發展，他們對這些自然界現象的性質和規律的認識，也就更加深入，更加精闢，並記載在古代的文獻中保存下來，成為我國古代重要的文化遺產以及氣象學史的一部分。茲將我國古代先民對大氣物理現象的認識，分為對大氣中水汽凝結現象的認識、對天氣改造的認識、對大氣光象的認識、對大氣中雷電的認識等四大部份，分別加以說明。

二、對大氣中水汽凝結現象的認識

我國先民很早就對自然界的雲、霧、霜、露、雨、雪、霰、雹等水汽凝結現象有所認識，所以殷商時代的甲骨卜辭中就有很多有關雲、雨、雪、雹、霰、霧、霜等現象之記載。周朝以後，陰陽五行學說盛行，於是我們的祖先便以陰陽學說來解釋自然界的一切現象，在天氣現象方面，也以陽代表熱、乾空氣以及暖氣團；陰代表冷濕水汽以及冷空氣團。

例如漢代之春秋緯元命苞有曰：

「陰陽聚為雲，陽氣凝為霰。」

曾子天圓篇也說：

「陰氣勝，則凝為霜。」

陰氣即代表濕氣，凝聚則代表水汽相凝結合併的過程。

對霧的解釋，莊子曾說：「騰水上溢為霧。」就是說霧之形成乃空氣中水汽過多（就是溢）所致，水汽則源自於下墊地面的蒸發（即騰）。成書於

西漢初年的爾雅釋天又曰：

「地氣之發，天不應曰霧。霧謂之晦。」

按「地氣之發，天不應」乃謂地面上之水汽向上蒸發，如果無法充份擴散出去，則即形成霧，此只能解釋輻射逆溫霧之形成，對於其他各種霧，則不能如此解釋。

在西元前一百多年的淮南子也說：

「陰陽相薄，亂而為霧。」

按「薄」可解作侵入解，即冷濕空氣侵入乾熱空氣的領域，或乾熱空氣侵入冷濕空氣之領域，即可以互相混合冷卻，以致空氣過飽和成霧，這種物理過程近乎現代對平流霧、混合霧、蒸汽霧成因的解釋。

宋哲宗時，蔡卞在毛詩名物解中更進一步指出霧與雲是同一類東西，云：

「大氣純化，在天成霧。霧，雲之類也。」

按上文說明水汽在空中形成霧，霧和雲是同一類東西。這個正確的見解比近代德國氣象大師柯本所言「雲為空中之霧，霧為地面之雲」一語要早數百年。

南宋度宗時，朱熹朱子語類中也談到露、霧問題，他說：

「今高山頂上，雖晴亦無露，露只是下蒸上。……或問：高山無霜露，其理如何？曰：上面氣漸清，風漸緊，雖微有霧氣，都吹散了，所以不結。……。」

按「高山頂上，雖晴亦無露。」確係當時觀測所得。至於所謂「露只是下蒸上」，「雖微有霧氣，都吹散了。」似指露為霧所凝結者，則謬。高山無露之理在於高山上的空氣與高山上物體接觸時，

乃冷却，密度增加，重量加大，乃致下墜，而另易以較暖之空氣。迨較暖空氣又復冷却時，乃又下墜而另易以較暖之空氣，如此往復下去，乃使高山上空空氣恒無達飽和點之可能，故高山頂上空空氣恒無達飽和點之可能。故高山頂上不能結露。

到了明代，唐順之在荊州稗篇中說：

「觀物張氏曰：露者，土之氣，升則為霧，結則為霜。」

認為露係土中之水分所形成者，其見解正確，當其凝結時，若溫度在冰點以下，則結成霜，亦正確，「升則為霧」，係指水因太陽光輻射增溫而起蒸發作用，形成短暫之霧象。

在降雨理論方面，周朝和春秋時代的詩經谷風篇在論及谷風（東風）與陰雨天氣的關係時，曾說：「習習谷風，以陰以雨。」這是說飽含潮濕水汽的東風，沿著山坡爬升時，東風中的水汽乃源源凝結而成雲致雨，所以習習谷風能形成陰雨之天氣。

春秋時代，范子計然中有說：「雨為地之氣，……天之氣下降，地之氣上升。」認為雨是地面上的水汽所形成的。因為雲是地氣上升所形成的，雨是天氣下降所形成的，雨雖然從天降，但其源却自地氣之上升。這個說法是正確的，可見我們的祖先早在春秋時代即已觀察到這種大氣現象。其他如黃帝內經素問和管子卷十八度地篇所說：「天氣下，地氣上。」所說的道理也是一樣的。莊子天運篇又說：「雲者為雨乎？雨者為雲乎？」謂雲可形成雨，地面上之雨乃來自空中之雲，說明雲雨之密切關係。

西漢武帝時，淮南子卷二傲真訓有曰：「周雲之龍從遼集彭澤而為雨。」言密雨經過聚合和蘊積作用以後即成為雨，基本上符合氣象學原理。可見西漢時代已經知道降雨的原因了。西京雜記卷五載：「漢武帝元光元年（西元前一三三年），京師雨霤，飽傲問董仲舒曰：電何物也？何氣而生之？仲舒曰：陰氣脅陽氣，天地之氣，……氣上薄為雨，……二氣之初蒸也，若有若無，若實若虛，若方若圓，攢聚相合，其體稍重，故雨乘虛而墜，風多則合速，故雨大而疏，風少則合遲，故雨細而密。」（見圖一）。董仲舒的見解，吾人可以解作：兩個

為雨下薄為霧風其噫也雲其氣也雷其相擊之聲也電其相擊之光也二氣之初蒸也若有若無若實若虛若方若圓攢聚相合其體稍重故雨乘虛而墜風多則合速故雨大而疏風少則合遲故雨細而密其寒月則雨凝于上體上輕微而因風相襲故成雪焉寒有高下上暖下寒則上合為大雨下凝為小霰雪是也霰之流也陰氣暴上雨則凝結成雹焉大平之世則風不鳴條開甲散萌而已雨不破塊潤葉津莖而已雷不驚人號令啓發而已電不眩目宣示

圖一：西京雜記卷五所記載的，董仲舒的降水理論

或兩個以上的雲滴相互碰撞而合併在一起，成為較大雲滴的過程，與現在所稱雨滴碰撞合併增長過程的暖雲降水理論相符合。「風多則合速，故雨大而疏，風少則合遲，故雨細而密。」是正確的，因為雲中上升氣流速度大於雲滴降落速度時，氣流所攜帶的大雲滴和尾隨而上的，速度更快的小雲滴碰撞合併，從而加速雲滴的增長，這就是現代所謂「重力合併」的過程，當上升氣流足夠強盛時，雲滴可在雲中再起再落地增長成大水滴，再下墜成大雨，故曰「風多則合速，故雨大而疏」。在層積雲和層雲中，則因雲中氣流微弱，故只能降下小雨，這是「風少則合遲，故雨細而密」的例證。

東漢王允在論衡說日篇中也說：「雨之出山，或謂雲載而行，雲散水墜，名為雨矣！……初出為雲，雲繁為雨。」說明雨係來自於雲層中的降水。

北宋末年陸佃在埤雅一書中又引傳曰：「陰凝上結，則合而成雲，陽散下流則降而為雨。地氣上為雲，……天氣下為雨。」可以解作：地面氣流上升冷凝聚合成雲，一旦上升氣流不能維持時，則轉而散下，就會變成雨降落。它指出，降雨之前有上升氣流（陰凝上），然後雲中再有輻散下沉氣流（

陽散下流），這一個動力過程之觀點也符合現代之降水理論。

至於雪方面，我國先民很早就已加以詳細觀察了，早在西漢初年（西元前二世紀），韓嬰就已指出雪花六出（見韓詩外傳），而雪的形成方面，西漢春秋緯春秋說題辭說：「盛降之氣，凝滯為雪。」認為雪是水汽所凝結而成者，相似於今人之「氣體形成說」。西漢武帝時的董仲舒則認為「其寒月（冬季）則雨凝於上，……而因風相襲，故成雪焉。」（見西京雜記董仲舒雨雹對）也就是說，雪就是冬季時，雨在上層凝結，再受風之吹襲而形成者。漢代劉熙在釋名中也說：「雪，綏也，水下遇寒氣而凝，綏綏然也。」認為雪乃雲滴或雨滴冷凍而成者。許慎在說文通訓定聲中說：「雨未出雲，為寒氣凝諸雲中者為雪。」認為雪是雨滴在雲中為寒氣所凝結而成者。南北朝陳叔齊也承襲劉熙的見解。宋代王達在蠡海錄中也說：「雪者，雨之凝也，因高而寒極，故雨凝而為雪也。」言氣溫低時，雨滴或雲滴才凝結成雪。朱熹也說：「雪只是雨遇寒而凝，故高寒處雪先結也。」（見朱子語類）認為雪是雨滴遇冷凝結而成的。由此可見，漢代董仲舒、劉熙、許慎，宋代朱熹和王達等，都認為雪是雲滴或雨滴冷凍結成的。相似於今人的雪之「液體形成說」。明代的楊慎則認為雪是霰或米雪形成的，此又相似於今人的雪之「固體形成說」。

三、對天氣改造的認識

凡企圖對自然界大氣現象施以人為變更，如建造風擋和防風林、消霧、防霜、消雹、消滅雷電、人造雨、使颱風威力減弱或轉向等，均稱為天氣改造。現在專門研究這一方面的學問就叫做天氣改造學。我國古代很早就已經對天氣改造有所認識，茲分別列述如下。

（一）求雨止雨方面的欲望：我國自古以來即多旱澇災害，古代先民對於旱魃和雷雨都感到相當困擾，所以很早就有求雨止雨之巫術出現，後來就成為朝廷一個很重要的禮節——雩禮。漢代，我們的先民認為「雲從龍」，所以用「土龍求雨」，以土龍

引出真龍，招雲致雨。也有專書記載求雨止雨的方法，漢書卷三十藝文志記有請雨止雨書三十卷，可惜後來失傳了！後世也有不少請雨止雨書出現，清文宗時，馬國翰將這些文獻收錄在玉函山房輯佚書中。請雨禮大都有焚薪擊鼓之舉，所以易經有載：「風自火出，雲行雨施。」將五行的道理應用在求雨的措施上。

唐初，歐陽詢、令狐德棻合撰之藝文類聚卷一百及宋代羅泌所撰之路史餘論卷二有這樣的記載：「春夏久旱不雨，使人舞之。……積薪擊鼓而焚之。……。」現世戰火硝煙和大火災也曾一再造成降雨。今日氣象學家也已經證實燃燒的煙火，也可以引起上升氣流，增強氣流的輻合作用，而且煙質點乃良好的凝結核，被上升氣流攜帶升空以後，可以增加高空中水汽之凝結核，以致成雲致雨。唐宋以來，中國人以燃燒大量的薪柴求得降雨，其理有之，決非偶然。

明末流寇張獻忠曾首創使用大砲轟擊雲層，求得降雨，據史書記載，明末四川久旱不雨，張獻忠曾命屬下先以土砲轟擊雲層，引出旱魃（旱災之鬼），再以更多的砲轟擊雲層，打擊旱魃，頃刻間，大雨傾盆而下云云，這也是有道理的，因為利用土砲向雲層轟擊，可使雲滴和雲滴發生碰撞，併合增大，形成雨滴落下來。

（二）消雹：我國是個多雹的國家，雹災遍及全國各地（僅台灣、兩廣、兩湖平原少見），所以自古以來，我國有很多關於預測冰雹的農諺出現，例如：「西北風，雹子精。」「雲色惡，必有雹。」「天上泛紅雲，必定有冰雹。」各地也有祭祀雹神的廟宇存在。很早以前，我國先民就已想到要如何防禦冰雹，春秋時代的左傳有如下之記載：

「魯昭公四年（西元前五三八年）正月大雨雹，季武子問於申豐曰：雹可禦乎？對曰：譬人在上無雹，雖有，不為災，古者，日在北陸，而藏冰西陸，朝觀而出之，其出入也時，今棄而不用，雹之為災，誰能禦之？」

到了明太祖洪武年間，河北磁縣南來村已開始使用土砲轟擊雹雲，來消滅冰雹（見圖二）。



圖二：我國明代先民以土砲轟擊電雲，消滅冰雹。

五十年前，德國氣象學家霍維志(H. T. Horwitz)曾考證十六世紀末葉(明末)之法國薛立尼自傳(Benvenuto Cellini Autobiography, 1500~1571)以及清康熙年間之巴士汀遊記(Bastian Travels)，發現中國的僧侶、喇嘛在明末清初曾在甘肅境內以砲火轟擊積雨雲，以求消雹，而且在儀式進行時，地方官吏還要向山川神祇祈禱，以求恕於此舉。清康熙三十四年(西元一六九五年)劉獻廷在廣陽雜記卷三中也曾經記曰：

「子瞻言：平涼一帶，夏五、六月間常有暴風起，黃雲自山來，風亦黃色，必有冰雹，大者如拳，小者如栗，壞人田苗，此妖也。土人見黃雲起，則鳴金鼓，以鎗炮向之施放，即散去。……。」

可見薛立尼和巴士汀遊記所記載的史實是實在的。現代西方人亦以舊砲或火箭轟擊積雲及積雨雲，希望能夠降雨或降雹，以解苦旱或保護農作物，我國明末清初所使用土砲轟擊電雲，以消滅冰雹的方法，實乃現代消雹技術之濫觴。

武進陽湖合志卷二十四宦績篇曾記載江蘇武進的舉人許宏聲，曾於雍正年間在甘肅固原使用烏槍

向電雲(黑雲)發射，以消滅冰雹之事，其文曰：

「許宏聲，字聞繡，雍正己酉舉人，授中書，遷平涼府鹽茶同知，駐固原，與州牧分土治，軍民雜處，號繁劇。宏聲惠孤貧，懲蠹役，興學校，政令一新。有黑雲(雹雲)烈風自西來，吏馳報曰：大雹至矣！一城盡驚，宏聲曰：是可力驅也，亟請(立即請求)提督令軍士排烏槍齊發，雹遂却，民廬獲全，沿邊因得却雹法。……。」(見圖三)

武進陽湖合志卷二十四宦績篇曾記載江蘇武進的舉人許宏聲，曾於雍正年間在甘肅固原使用烏槍向電雲(黑雲)發射，以消滅冰雹之事，其文曰：大府入奏得旨豁免後移知東安士民不忍其去為建生祠許宏聲字聞繡雍正己酉舉人授中書遷平涼府鹽茶同知駐固原與州牧分土治軍民雜處號繁劇宏聲惠孤貧懲蠹役興學校政令一新有黑雲烈風自西來吏馳報曰大雹至矣一城盡驚宏聲曰是可力驅也亟請提督令軍士排烏槍齊發震天雹遂却民廬獲全沿邊因得却雹法歲屢歉賑卹災黎俾得所適御史李源奏甘省多匿荒命會督臣察勘至固原嘆曰固知許君賑荒有法使人皆如

圖三：武進陽湖合志上所記載，清雍正年間，在甘肅進行之消雹方法。

嘉慶年間(西元一七九六年至一八二〇年)，姚元之在竹葉亭雜記卷十中也記載說：

「甘肅徽縣多蝦蟆精，往往陡作雲黑，遂雨雹，禾稼人畜甚或被傷；土人謂之「白雨」。其地每見雲起，輒以鎗擊之，轟聲羣振，雲亦時散。……泉蘭沈大尹仁樹，少府時，有陣雲起，衆鎗齊發，……。」

如果這兩段記載沒有過分誇大的話，不妨認為這些都是效果較好的消雹法。所以我國早在明代和清初，就已經有兩種消雹方法，一種是以土砲轟擊電雲，另外一種是以烏槍或鎗轟擊電雲，兩者之爆炸聲波和衝擊波，都能把電雲(會下冰雹的積雨雲

內空氣運動的規律打亂，促進雲內外空氣交換，加速雲中處於攝氏零度以下的過冷水滴提早凍結，使大雹塊不易形成。又能打斷雲根，打散烏雲，使雲轉向，截殺雲頭，使雹粒變小，更能使冰雹互撞而破碎成小冰雹，都能達成消雹的目的。

(二)防霜：早在南北朝時，我國著名的農業科學家賈思勰，就在他的名著「齊民要術」一書中指出：「天雨新晴，北風寒切，是夜必霜，此時放火作燭，少得烟氣，則免於霜矣！」在這一段文句裏，他不僅正確地指出霜生成的必要條件，而且很科學地總結了我國古代先民薰煙防霜的措施(圖四)。這種防霜法，直到今日還在使用，不失為一種有效的方法。



圖四：我國南北朝時先民薰煙防霜。

四、對大氣光象的認識

大氣光象指天空中發光之大氣現象，包括：暈、虹、極光、峨嵋光及蜃景現象等，我國古代也有很多這方面的觀察和記載，茲分別一一略加說明。

(一)暈：我國古代至遲在西漢以前已經對暈的結構有所瞭解，周禮春官有云：

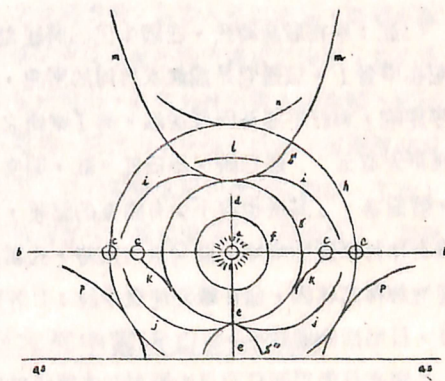
「盼視掌十輝之法，以觀妖祥，辨吉凶，蓋以察天之變象，而以測人事之吉凶。」

「十輝」曰：一曰暈，謂陰陽五色之氣浸淫相侵或抱珥(乃侵略性之暈)，如虹而短是也，背僞之屬。二曰象，雲氣或形象，如赤烏夾日以飛類。三曰鵠(金屬鐘鼎飾物)，日旁氣刺日，形如童子所佩之鵠。四曰監，雲氣臨在日上也(即霍爾暈部分之上弧)。五日闕，日月蝕或日脫光也(日光暗)。六曰

膏，不光明也(謂受霧靄障蔽，隱暗無光也)。七曰彌(滿也，完整之幻日環)。白虹彌天而貫日也。八曰序，氣如山而在日上或日冠珥，背僞重疊以序，在於日旁。九曰隕，暈氣也，或曰虹，即朝隕於西者也。十曰想，謂氣五色而形想也(乃假想之雲形也)。」

按日暈完整之形象觀測，殊不易睹，而古人能辨暈之結構，如是清楚，殊為不易，惜暈與虹之間莫辨。到了唐太宗貞觀九年(西元六三五年)房玄齡在晉書天文志中更將暈的結構分成二十六個，除了敘述「彌」(即今日所稱之幻日環，見圖五之b b)、「序」(即四十六度暈部分之上弧，見圖五之h)、「鵠」(即今日所稱之日柱，見圖五之d e)以外，並云：

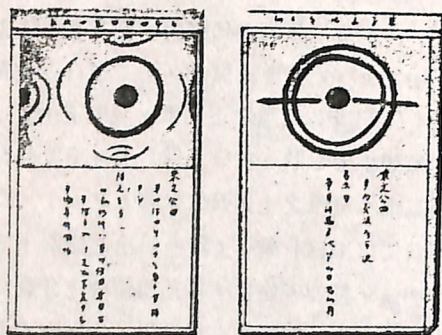
『日戴者，形如直狀，其上微起在日上為「戴」(即今日所稱之巴立弧，見圖五之l)。青赤氣抱在日上，小者為「冠」(即二十二度暈上頭之冠狀弧，見圖五之g')。青赤氣小而交於日下為「纓」(即二十二度暈下端外切弧，言其若流蘇也，見圖五中之g'')，青赤氣小，一二在日下左右者為「紐」(即二十二度暈之下切弧，見圖五中之j)。青赤氣如小半暈狀，在日上為「負」(又稱「背」，乃二十二度暈之上切弧，見圖五之i)。青赤氣長而斜倚日旁為「戟」(即今日所言之四十六度暈之外切弧，見圖五之p，言其如傾倚之矛刺然)。青赤氣圓而小，在日左右為「珥」(見圖五中之cccc，言其似耳環也)。日旁如半環向日為「抱



圖五：日暈之詳細結構。

」(即今日所言之二十二度暈,言環抱之意,見圖五之 g)。青赤氣如月初生,背日者為「背」,又曰背氣(見圖五中之 n)。青赤而曲向外為「叛」(見圖五之 m)。「瑤」者。如帶瑤,在日四方(即今日所言之霍爾暈,見圖五中之 f)。青赤氣長而立日旁為「直」。青赤氣形三角,在日四方為「提」(即今日所稱之羅維茲弧,見圖五之 k)。「提」,言其如籃之提柄然)。青赤氣橫在日上下為「格」,如半暈在日下為「承」。又曰日下有黃氣三重若抱名曰「承」。及青白氣如履,在日下者為「履」。日旁有氣圓而周匝內赤外青,名曰暈。」

按歐洲之科學家直到西元一六三〇年始在羅馬對日暈作詳細之觀測和分析,可見中國人對日暈之詳細分析比歐人早一千年。自唐以後我國古代天文學家也常常將所觀測到的日暈描繪在古書上,圖六就是明仁宗(朱高熾)在其著作天元玉曆祥異賦中所繪的日暈圖。



圖六：明仁宗(朱高熾)所作天元玉曆祥異賦中關於日暈兩頁。

(二)虹：早在殷商時代,我國先民已將虹刻作文字記在甲骨上,以為它是能飲水於河的雨龍,並把寬字作蜺,與虹字部首同樣從蟲。到了秦漢之際,爾雅釋天有云：「雌曰蜺,雄曰虹。虹,明盛者;蜺,暗微者。」其後也有不少有關虹的記載,但是都沒有作科學性的解釋,直到唐太宗時,孔穎達始合理地解釋其成因,他在禮記注疏中說：「若雲薄露日,日照雨滴則虹生。」

孔穎達首先提到虹乃日光照射到水珠的結果,說明產生虹的兩個條件——雲和日,特別重要的是

「日照雨滴」,把「日照」和「雨滴」結合起來,雨滴要通過陽光之照射,才能產生虹,這種說法是正確的。

北宋神宗時,沈括在夢溪筆談卷二十一異事篇中又記曰：

「世傳虹能入溪澗飲水,信然。熙寧三年(西元一〇七〇年),予使契丹,至其極北黑水境,永安山下卓帳,是時,新雨霽,見虹,下帳前澗中,予與同職扣澗觀之,虹兩頭皆垂澗中,使人過澗,隔虹對立,相去數丈,中間如隔絹縠,自西望東則見(蓋反虹也),立澗之東西望,則為日所鑠,都無所觀,久之,稍稍正東踰山而去,次日行一程,又復見之,孫彥先云：虹乃雨中日影也,日照雨則有之。」

由此可見,當時沈括和孫彥先皆認為虹係由於浮游於空中水滴,經日光反射而形成者,比唐初孔穎達的解釋又進了一步,而西人則在沈括之後兩百餘年,才予虹霓現象作如此完善之解釋。

(三)極光：極光現象和太陽黑子活動有關,當太陽黑子數最多時,極光出現亦最頻最亮,這是因為黑子數多時,自太陽上所輻射之微粒流衝擊到地球表面高層大氣,乃激發稀有氣體——氮氣、氦離子、氧原子等而發光之故,其顏色有白色、綠色、淡紅色、紫藍色、火焰色等等,極富變化。我國先民很早就注意到這些奇異的大氣光象,例如竹書紀年有載：

「黃帝軒轅二十年,有景雲之瑞,赤方氣與青方氣相連。」

文中所言赤方氣和青方氣,就是指極光現象。又史記卷十五帝本紀正義、卷七項羽本紀、卷二十七天官書及古今圖書集成庶政典卷六十八雲氣異部等,也有黃帝時代到漢初的極光極光紀錄,可惜記載都極為簡短,直到漢成帝以後,才有較詳細的描述。例如漢書卷二十六天文志曰：

「漢成帝建始元年,四月辛丑,夜,西北有如火光。九月戊子,有流星出文昌,色白,光觸地,長可四丈,大一圍,動搖如龍蛇行。有頃,長可五六丈,大四圍,所詘折委曲,貫紫宮,在斗西北子亥間,後詘如環,北方不合,留一刻所。」

它不但紀錄極光出現之日期、呈現之長度、寬度、顏色,而且把動態都描繪下來,極為難得。統計黃帝時代到時代,我國之極光紀錄共有三百五十次,而歐洲古代之極光紀錄只有一百多次,不如我國多。研究這些極光紀錄,可以進一步發現極光週期也是十一年,研究古代之極光紀錄,也可以供作地球磁場變化和日地關係等問題之參考。

(四)峨嵋光：峨嵋光也是很奇異的光象,我國山東泰山、黃山、廬山和四川峨嵋山常有此種光象出現,南宋孝宗時范成大曾在吳船錄中記曰：

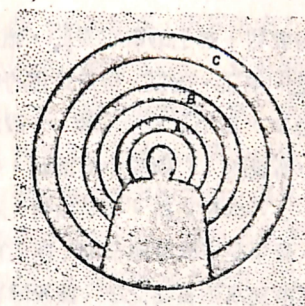
「……己申後,……雲出岩下,……即雷洞山也,雲行勃如儀仗,即當岩,則少駐,雲頭顯大圓光,雜色之暈數重,倚立相對,有水墨影,若仙聖,跨象一杯茶頃,光沒,而後復現,……。丙申復登望岩,後岷山萬重,……。雲頭現大圓光雜色之暈數重。……。雲平如玉地,時雨點有餘飛,俯視岩腹,有大圓光,偃平雲之上,外暈三重,每重有青黃紅綠之色,光之正中虛明,凝湛觀者各自見其形現於虛明處,毫釐無隱,一如對鏡,舉手動足,影皆隨形而不見傍人,僧云攝身光也。……凡佛光欲現,必先布雲,……。」

按文中所載「雲頭現大圓光雜色之暈數重。」「有大圓光,偃平雲之上,外暈三重,每重有青黃紅綠之色,光之正中虛明,……僧云攝身光也。」皆指峨嵋光,其原理和虹相同,但是虹在地面上見之,只能見到半個圓圈,而在山頂上,由於觀測者立足點高,所以能見到整個圓圈,圓圈中央有龐大的佛首,乃山頂上人頭之影子,古人以為是如來佛現身,故謂之佛光。當觀者前方有大水滴組成之雲霧時,陽光照射,乃起反日華之繞射效應,人頭之影被圍以三重或數重有色光環,最內之A環色彩自內而外依次為藍、綠、黃、橙、紅,次內之B環則色彩排列與A環相反,C環色彩排列則與A環相同,但是僅綠、黃、橙三色而已(見圖七)。

(五)蜃景現象：我國古代有關海市蜃樓的記載極早,例如西漢司馬遷之史記天官書有云：「海旁蜃氣象樓台,廣野氣成宮闕然。」其後有關蜃景現象之記載甚多,北宋時王謙在唐語林卷八中進一步指出

太原以北地方有蜃氣天氣時,即可看到,但是都沒有將其成因作合理的解釋,直到明代時,郎瑛始加以合理地解釋,他在七修類稿事物類卷四十一中說：

「登州海市,世以為怪,不知有可格(研究)之理,第(但是)人礙於聞見之不廣,故於理有難窮,觀其所見之地有常,又獨見於春夏之時,是可



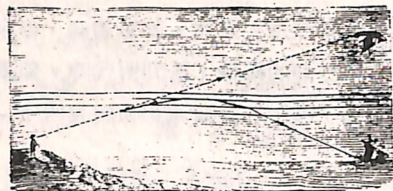
圖七：蜃景之圖解說明。

知也,春夏之時,地氣發生,則於水下積久之物而不散者,薰蒸以呈其像也,故秋冬亦然,無蜃霧之時又不然矣!觀今所圖海市之形不過城廓山林而已,豈有怪異也。即蘇人徐大參翊常云：陝西郊野忽日起蜃霧,漸有人物車騎之形。又聞淞江春霧時,亦忽有樹木屋舍之形。廣西象州山中,雨後遍有象狀。豈三方所見亦鬼怪也耶?或新結氣空中,遇天地縕,則隨氣以見,……,何足為怪。」

按「遇天地縕」中的「縕」字係細縕之意,乃空氣交密之狀。由於蜃景現象所成之像,因光線之屈折作用及氣層之搖動作用,因而常變動形態,顯現出駭人之怪異景像,故古人多以為怪,郎瑛則認為它係天地間空氣密度不同所造成之現象,故不足為怪。由登州海市、陝西郊野所現人物車騎、淞江所現樹木屋舍、廣州山中所現象狀皆在有蜃霧時或雨後方出現,可見當時低層空氣非常穩定,下冷上暖,有逆溫層存在,故能顯現「上現蜃景」,見圖八。

五、對大氣中雷電現象的認識

我國古代關於雷電的記載,最早可追溯到殷墟之甲骨文辭(商朝中期至末期,西元前十二至十五



圖八：上現象之原理說明圖。上層之空氣暖於下層之空氣。實線示自目標物來之彎曲射線，虛線示觀測者之視線。

世紀)，當時殷墟卜辭上的雷字是，電字則為、或、或、或、或。至於雷電的起因，殷墟的甲骨卜辭中，則不見有所記載。一般的神話，例如山海經中所說的：「雷澤中有雷神，龍身而人頭，鼓其腹。」乃無稽之談，不足採信。有關雷電問題的討論，最早是春秋戰國初期（西元前四世紀）時，黃綰問惠施風雨雷霆之故，據說博學的惠施回答得很有道理，但是失於記載，他所說的道理如何，也就無從查考了。差不多同一時期的莊子，則指出：「陰陽錯行，……於是乎有雷有霆（霆即閃電）。」肯定雷電是一種自然界的現象。

前面說過，我國古代，陰陽代表兩個極端及兩個相反的物理屬性，若兩者侵入，則衝擊是很激烈的，例如冷暖氣團相交綫的鋒面上所出現的雷雨，即是一例，現在的大氣物理學家雖然認為雷電乃大氣中強烈的火花放電現象，亦即積雨雲與地面間，或積雨雲與積雨雲之間有很大的電位差所致，但是對電荷的產生和分離問題，至今還沒有十分完善的解釋。所以莊子的說法，我們也就不妨用來解釋雷電現象，積雨雲和地面可視作陰和陽相對立，電荷的產生乃源自於陰和陽之感應作用，巨大的電位差導致放電現象，正好像是陰（電）和陽（電）起激烈衝突作用，所以莊子的說法不是沒有道理的。

比莊子更早一些的慎到，對雷電的起因也有一套理論，他在戰國時代初期（西元前第四世紀）曾說：「陰與陽夾持，則磨軋有光而為電。」這可以說是雷電的摩擦形成論。

到了東漢時代，王充對雷電之成因和性質曾經作了最完整的論述，他在論衡雷虛篇中記曰：

「盛夏之時，雷電迅疾，擊折樹木，壞敗室屋

，時犯殺人。世俗以為擊折樹木，壞敗室屋者，天取龍。其犯殺人也，謂之陰過。飲食人以潔淨，天怒而擊而殺之。隆隆之聲，天怒之者，若人之呼呼矣！世無愚智，莫謂不然。

推人道以論之，虛妄之言也。夫雷之發動，一氣一聲也。折木壞屋，亦犯殺人，犯殺人時，亦折木壞屋，獨謂折木壞屋者，天取龍，犯殺人罰陰過與取龍，吉凶不同，並時共聲，非道也。……。

禮曰：刻尊為雷之刑，一出一入，一屈一伸，為相校軋則鳴，校軋之狀，鬱律崪壘之類也，此象類之矣！氣相較軋分裂，則隆隆之聲，校軋之音也。魄然若鑿裂者，氣射之聲也，氣射中人，人則死矣。

實說雷者，太陽之激氣也。何以明之，正月陽動，故正月始雷，五月陽盛，故五月雷迅，秋冬陽衰，故秋冬雷潛。盛夏之時，太陽用事，陰氣乘之，陰陽分爭，則相校軋，校軋則激射。激射為毒，中人輒死，中木木折，中屋屋壞，人在木下屋間，偶中而死矣。

何以驗之，試以一斗水灌冶鑄之火，氣激鑿裂，若雷之音矣，或近之，必灼人體，天地為爐火矣，陽氣為火猛矣！雲雨為水多矣！分爭激射，安得不迅中傷人身，安得不死。

當冶工之消鐵也，以土為刑，燥則鐵下，不則躍溢而射，射中人身，則皮膚灼剝。陽氣之熱，非直燒鐵之烈也，陰氣激之，非直泥土之濕也，陽氣中人，非直灼剝之痛也。

天雷火也，氣剝人，人不得無迹，如炙處狀，似文字，人見之，謂天記。書其過以示百姓，是復虛妄也。使人盡有過，天用雷殺人，殺人當彰其惡，以懲其後，明著其文字，不當闇昧。……今雷死之書，非天所為也。」

王充在雷虛篇中以其入微的觀察，自然之論辨，駁斥了雷電是「天取龍」、「天懲」、「天怒」等謬說，又對雷電現象發生之有季節性作科學解釋，指出雷電發生的季節性和太陽輻射的季節變化有密切關係，認為春夏太陽熱力作用強盛，所以雷電比較厲害，秋冬季太陽熱力作用已衰弱，故雷電很

難再出現，以今日而言，亦合乎科學原理。王充又進一步闡述雷電的物理過程，說：「盛夏之時，太陽用事，陰氣乘之，陰陽分爭，則相校軋，校軋則激射。」它的意思是說：盛夏時，在太陽的強烈照射下，將會產生旺盛的熱力對流（即太陽用事），它挾帶水汽（陰氣）上升（乘之），就會產生積雨雲，雲中陰陽電荷之產生和分離過程，就是「陰陽分爭，則相校軋」，當衝突到一個程度時，隨即產生放電現象（激射）。此外，王充還主張「爆炸起電說」，利用簡單的室內試驗來模擬大自然的雷電現象，他說：「試以一斗水灌冶鑄之火，氣激鑿裂，若雷之音矣！」這不但說明雷電是因為陰氣（陰電）和陽氣（陽電）互相衝突，引起的爆炸而產生，而且還用來解釋產生雷聲的原因，是很有道理的。他再由此推知「天地為爐火矣，陽氣為火猛矣，雲雨為水多矣，分爭激射，安得不迅」，還舉出冶鐵時，若以濕土為模（以土為形），當鐵水灌進去時，將「躍溢而射」的例子，指出太陽熱力非鐵水可比，陰氣也非泥土之濕可比，所以衝突之激烈，極為可觀。王充以論述兼帶實驗的方法，來說明雷電的本質和過程，可以說是我國最早最豐富的一套雷電理論，而且他所做的實驗，也說明他是模擬實驗的先驅。

在我國古代大量文獻中，關於雷電現象的描述相當多，有的生動地描述山間雷電發生時的火球相追逐的壯觀場面，有的則正確地報導雷擊的實況。值得注意的是，有一些文獻記述中，還指出金屬和非金屬物質受雷擊時的不同變化，例如南宋高宗紹興六年時，莊季裕在雞肋篇中記載說：

「宋高宗紹興丙辰（即紹興六年，西元一一三六年）八月二十四日，雄州一雷擊，是日大雷破樹者數處，而福慧寺普賢像亦裂，其所乘獅子，凡金所飾與像面悉皆銷釋，而其餘彩色如故。」

另外，北宋時代沈括在夢溪筆談卷二十中所舉「李舜舉家曾為暴雷所震」之例，亦有膾炙人口的描述。夢溪筆談卷二十神奇篇有曰：

「李舜舉家曾為暴雷所震，其堂之西室雷火自窗間出，赫然出簷，人以為堂屋已焚；皆出而避之

。及雷止，其舍宛然。牆壁窗紙皆黔。有一木格，其中雜貯諸器，其漆器銀釘者，銀悉鎔注於地，漆器曾不焦灼，有一寶刀極堅鋼，就刀室中鎔為汁，而室亦儼然。人必謂火當先焚草木，然後流金石，今乃金石皆鎔，而草木無一燬者，非人情所測也。佛書言龍火得水而熾，人火得水而滅，此理信然。人但知人境中事耳，人境之外，事何有限，欲以區區世智情識，窮測至理，不其難哉！」

沈括說明「漆器銀釘者，銀悉鎔注於地，漆器曾不焦灼，有一寶刀極堅鋼，就刀室中鎔為汁，而室儼然」的情況，乃雷擊造成的結果。雖然沈括在當時不可能認識金屬導電問題，但是他能正確地指出金屬與非金屬之分別，還是很有意義的。

南宋時，朱熹對雷電現象也有論述，但大體上和前人的說法相類似，例如朱子語類卷九十九，沈側錄載：

「陰氣凝聚，陽在內者不得出，則奮擊而為雷霆，陽氣伏於陰氣之內不得出，故爆開而為雷也。」

朱子語類卷二李子方錄載：

「雷如今之爆炸，蓋鬱積之極而迸散者也。」

朱子語類卷七十二晁淵錄載：

「陰陽之氣，閉結之極，忽然迸散出，做這雷雨。」

朱熹的理論可以解說為陰電和陽電累積到相當多時，乃爆炸成雷電，基本上和王充的爆炸起電說相似。

比朱熹更早的程子（指程顥、程頤兄弟）則和朱熹的看法不同，因為河南程氏遺書第二下有載：「弟子問雷電於程子曰：只是氣相摩軋，是否？先生（指程子）曰：然。」

程氏遺書又載：

「雷者陰陽相軋，雷者陰陽相擊也。」

可見程子的主張和戰國時代的慎到相同。所以我國古代的雷電起因理論計有摩擦起電說和爆炸起電說兩種。

六、結語

由以上所述，可知我們的祖先對大氣物理現象

的認識和瞭解是多方面的，而且有很多發現和見解領先於西人，不但充實了我們古代科技史和文化史的內容，而且對世界人類的文化發展，也有很大的貢獻。本文僅就大氣中水汽凝結現象和降水理論、

天氣改造、大氣光象、雷電現象等作簡單的討論，有關大氣物理現象的記載和文獻還沒有被作者發現的，一定還很多，希望以後再繼續研究，以期使這一方面的學問和內容更加豐富。

The Ancient Chinese Knowledge Concerning the Atmospheric Physics Phenomena

Chao-Ming Liu

Abstract

The ancient Chinese have paid much attention to research into the atmospheric physics phenomena — the condensation of water vapor , rainmaking , hail suppression , frost prevention , halo , rainbow , aurora , brocken spectre , mirage , thunder , and lightning etc. since Yin-dynasty (1324 B.C.). The purpose of this paper is to make a brief introduction of these knowledge concerning the atmospheric physics phenomena.