

萬有文庫

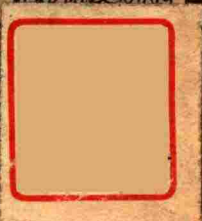
第一集一千種

王雲五主編

氣象學

竺可楨著

商務印書館發行



學 象 氣

著 楨 可 竺

書 叢 小 科 百

種千一第

氣象學

著 植 可 竺

上海寶山路
商務印書館 發行

上海及各埠
商務印書館 發行

中華民國十八年十月出版

此書有著作權翻印必究

The Complete Library

Edited by

Y. W. WONG

METEOROLOGY

by

COCHING CHU

THE COMMERCIAL PRESS, LTD.

Shanghai, China

1929

All Rights Reserved

氣象學

目錄

第一章	氣象學之起源	氣象學之範圍	一		
第二章	空氣之由來	空氣之成分	空氣之高度	三	
第三章	天色何以青	八			
第四章	虹蜺	暈珥	海市蜃樓	一一	
第五章	溫度	一六			
第六章	氣壓	二二			
第七章	風	二六			
第八章	露	霜	霧	雲	三五
第九章	雨	雪	雹	四六	

第十章 風暴 颶風……………五三

第十一章 雷雨……………五七

氣象學

第一章 氣象學之起源 氣象學之範圍

氣象一門，起源特早，關於氣象之歌謠，載在我國古書上者，不可勝數。如詩云「月離於畢，俾滂沱兮。」老子曰，「飄風不終朝，驟雨不終日。」至於禮記月令一篇，全部幾盡爲時令節氣之記事。蓋自古以來，人類卽已徜徉於大氣之中，舉凡耳之所聞，目之所見，皮膚之所感覺，如風雨雷電，雲霞雪雹，寒暑燥濕，在在皆與氣象有關，宜其常在古人心目中也。氣象之起源雖早，但其成立爲一種科學，則亦不過晚近五十年事耳。古人歌謠記載，多係個人觀察所得，非經精確儀器之推算，團體詳細之研究，雖其所說，往往與事理相脗合，然要不得謂之爲科學也。自西曆十七世紀初當我國明季末葉時，寒暑表氣壓表相繼爲意大利人該列倭 (Galileo) 托列紀賴 (Torricelli) 所發明，氣象一科，乃

日有進步。迨十九世紀中葉，歐美各國爭先設立氣象臺，全球氣候之形勢，於是大明，而氣象學乃始得自立爲一科矣。（註一）

近人往往以氣象學與天文學混合爲一，實則二者範圍迥不相同。所謂氣象學（meteorology）者，乃研究地球上空氣中各種現象之科學，與天文學之專論恆星行星衛星，及他種天體者，實可謂有天壤之別。如推算日蝕屬於天文學，但研究日暈之理，則屬於氣象學。因日蝕由於月球在天空中位置，適介於日地二球之間，地上日光爲月球所掩而生。而日暈則由空氣對於日光之作用而成者也。

（註一）欲知氣象學發達之歷史可參觀科學雜誌第五卷第三期及觀象叢報第五卷第十一冊竺可楨著「氣象學發達之歷史」篇

第二章 空氣之由來 空氣之成分 空氣之高度

吾人生長於大氣之中，不可以須臾離也。蓋絕飲食猶可以苟延殘喘於旦夕，無空氣，則生命之絕滅將不旋踵矣。空氣之重要既若此，安得不一考其來源。天文學家謂地球之初，實來自日球，全部均係氣體。自離日球而後，地球溫度逐漸冷降，岩石金類，均由氣體而變為液體。在地球面部，因熱量易於發散，溫度下降較速，故岩石金類，浸假而變為固體。猶氫氫氫等因沸騰點甚低，不易凝結為流質，故至今猶為氣體，即成所謂空氣是也。（註二）

空氣之成分，以氫氣為最多，而氮氣次之。以大概而論，則氫氣約占空氣體積百分之七十八，氫氣則占空氣體積百分之二十一，其餘一分則合氫、氫及碳酸等氣而成，如下表所示：

第一表 空氣之成分（註三）

氣名

沸騰點（攝氏）

體積成分（以百分計）

氮 (nitrogen)	零下 一九四度	七八·〇三
氧 (oxygen)	零下一八二度	二〇·九九
氬 (argon)	零下一八六度	〇·九四
碳酸氣 (carbon dioxide)	零下八十度	〇·〇三
氫 (hydrogen)	零下二五二度	〇·〇一
氖 (neon)	零下二五〇度	〇·〇〇一二
氦 (helium)	零下二六九度	〇·〇〇〇四

氮氣成分之多，雖不及氫氣，而其重要則過之。蓋草木鳥獸人類之所以能生殖，火之所以能燃燒，岩石之所以能風化而成爲泥土，莫不均賴氮氣。以功用而論，次於氮氣者爲碳酸氣，其成分雖僅空氣體積萬分之三，而植物纖維細胞之所以能增長者，實有賴於是。氫氣雖占空氣之大部，然因其與他種物質不易化合，故功用極少。氫之性質，頗似氫，此外如氖、氬等氣，則其在空氣中成分過少，更無足道矣。

以上所述成分，係指乾燥之空氣而言。但地面附近之空氣，因與海洋湖澤相接觸，未有不沾潤濡濕者。空氣中所含水氣之多寡，視乎天氣之晴晦，溫度之高下而定。多時可達空氣體積百分之四，少時則可在百分之一以下，以浸至於無。氫氫等氣，因沸騰點甚低，如第一表所示，故在尋常空氣中爲氣體。水氣則不然，或結成液體則爲雲霧雨露，或凝成固體則爲霰雹霜雪。其所呈之形狀因時而易，此所以在氣象學上水氣之重要，遠過於他種氣質也。

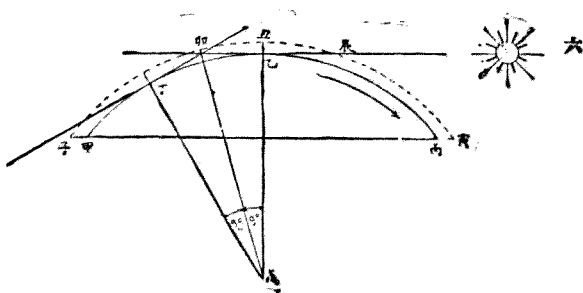
空氣既爲地球之一部，隨地球而移行，則其高度之有限也明矣。有謂空氣充溢於宇宙，其厚乃無極，日月星辰與地球之間，莫不存有空氣者，妄也。測量空氣之高度方法甚多，（註四）其發明最早者，爲阿拉伯人埃爾哈善（Alhazen），於西曆十二世紀時，以晨昏曙光（twilight）時間之長短，而推算得空氣之高度，乃爲五十哩，其理由可說明之如下。

自晨光破曉以至日出，其時間可謂之曙，自日落西山以至薄暮，黑暗不辨人物，其時間亦可謂之曙。日出以前，日落以後，地球上之所以得有曙光，而不卽刻成爲黑暗世界者，全賴空氣反射作用。曙光時間之長短，視乎空氣之厚薄而定，如第一圖甲丁乙丙爲地面。甲子、乙丑、丙寅，爲空氣之高度。

設地球自左向右而轉，當太陽在亥，則地面上乙處正爲旭日東升之時，丁處適在晨光破曉之時。因在丁處雖不見太陽，但自空氣層卯處之日光，反射入丁，而丁處乃亦能見熹微之曙光。丁以左，則併曙光亦不能見矣。乙戊丁角爲十八度，由是以求得空氣之高度乙丑，爲七十九公里（五十哩）。

近世科學進步極速，測量空氣高度之方法亦日多且精。故在十二世紀時，祇能於地面七十九公里以上推得有空氣，至近日，則雖離地三百五十公里（二百哩）以上，尚可查得有空氣也。諾威科學家拋爾升（Paulsen）曾以北極光而測得離地四百公里處尚有空氣云。（註五）

第一圖



（註二）欲知地球上空氣之來源參觀 Chamblin and Salisbury "Text Book of Geology", Vol. II. pp.

(註三) 表見 J. Hann "Lehrbuch der Meteorologie", S 6

(註四) 欲知測量空氣高度之法參觀 A. G. Meadie "The Principles of Aerography", Rand McNally & Co. 1917 pp. 19-20

(註五) 參觀 Scientific American Monthly, July, 1921 按一哩乃等於一公里又十分之六

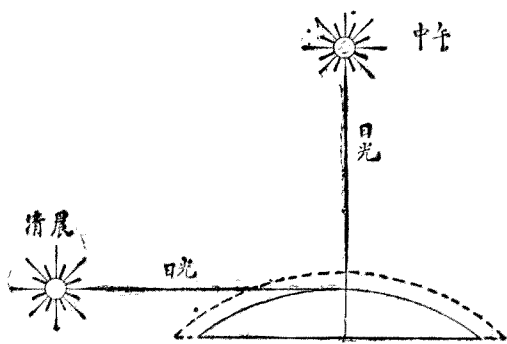
第三章 天色何以青

或謂氣之輕清而上浮者爲天，氣本無色，因積高厚無極之氣，乃成青色。（註六）歐美科學家，在十九世紀初葉，亦常有此等論調。（註七）迨十九世紀之末，賴英國科學家司脫盧忒（Sturtt）之研究，而天之所以青者，乃得一充分之解釋。（註八）蓋日光合紅、黃、綠、藍、青等色而成，此等光線，均爲空中以太（ether）之波浪，如水之有波浪也。紅色黃色光線，光波中之長者也。藍色青色光線，光波中之短者也。空氣中除各種氣質而外，尚含有多數微細之塵泥，爲吾人肉眼所不能見，大小與光波不相上下。光線透過空氣時，光波小者如青色藍色光線，一遇此等微塵，爲所阻礙，不得前進，而返射入天空。紅色黃色光線，光波較長，故獨能推排此等微塵，而至地面。吾人若瞪目視太陽，則但見紅黃等色，因藍色光線與青色光線，已爲微塵返射入天空也。但苟移日向天空仰視，則不見紅黃等色，而但見蔚然之青藍色矣，此天色之所以青也。

往往狂風驟起時，雖天無點雲，但頃刻間即陰翳蔽日，使天作魚白色，其故何也。是實因狂風揚塵而起，增加空氣中微塵之數，且此等塵泥，顆粒較大，不但能反射青藍色之短波光線，而亦能返射紅黃色之長波光線使回入天空，天空既有各色光線，則不能保持其尋常之青色，而作魚白色。

當太陽初出時，其顏色鮮紅可愛，與平常之作蛋黃色者不同，是為旭日。旭日紅色之所以顯明者，由於清晨日光抵地，中途所經過之空氣極厚，在中午則所經過之空氣層較薄如第二圖所示。所經過之空氣層愈厚，則光線之受反射者愈多，不特青色藍色之光波已反射無餘，即光波較長之黃色光線，亦受影響，僅餘光波最長之紅色光線，以照耀晨光熹微之世界而已。夕陽之所以作紅色者，亦可以此理類推。

第 二 圖



(註六) 參觀中華書局出版天空現象譚第一頁

(註七) 參觀 J. Hann "Lehrbuch der Meteorologie", Leipzig, 1915, p. 18.

(註八) 見 "Origin of the Blue of the Sky," by Lord Rayleigh (J. W. Strutt) *Philosophical Magazine*, April, 1899

第四章 虹蜺 暈珥 海市蜃樓

夏季雷雨而後，往往

見虹，虹所在之方向，與日
適相反，朝則見之於西，暮

則見之於東，吾人背日始

能見虹。虹之光彩，七色皆

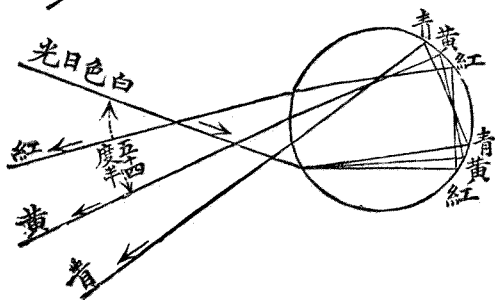
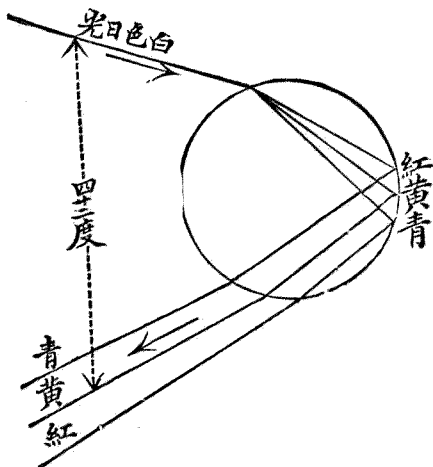
備，（註九）由於日光經雨

點而後，白色之日光，分析

為紅黃青等色而成。凡日

光遇雨點時，經一次折光，

圖



則成主虹(primary rainbows),如第三圖甲所示。經兩次折光,則成副虹(secondary rainbows),如第三圖乙所示,副虹各色光彩,遠不及主虹之顯明,且其顏色排列,亦與主虹相反。爾雅疏謂「虹雙出鮮盛者爲雄,雄曰虹。暗者爲雌,雌曰蜺。」蜺卽副虹也,是則古人於虹蜺已能辨別清楚,但謂虹蜺有雌雄之別,則誤矣。

俗謂虹能截雨,其典出自詩經,「朝濟于西,崇朝其雨,」意卽方雨而見虹,則其雨終朝而止矣。朱子語類謂「虹非能止雨也,而雨氣至是已薄,亦是日色射散雨氣」云云。其言極透徹,不但道破虹之不能截雨,且能將真正理由說出,惟其雲薄雨稀,所以能漏日光,惟其能漏日光,所以見虹也。俗稱虹能截雨,未免將因果倒置。

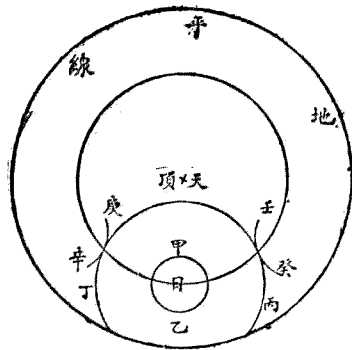
禮記月令爲「季春虹始見,」又曰「孟冬虹始藏。」是明明以季春至孟冬爲虹見之時期矣。但虹何以能見於夏季,而不能見於冬季哉?是亦可以科學上之理解釋之。夏季之雨如雷雨驟雨等,其範圍較冬季之雨爲小,而其來也驟,故諺有夏雨隔牛背之稱。往往村之一方有大雨,而他方向能見太陽,亦有同時降雨而併見太陽者。苟當時吾人背太陽而向雨,則卽能見虹矣。冬季無隔牛背之

雨，亦不能同時降雨而併見太陽，此冬季之所以無虹也。

暈與珥亦有別，呂氏春秋謂『環繞四匝曰暈，在日旁內向日珥。』日月之外，均可有暈珥。暈有兩種，其小者（觀第四圖）如甲乙名爲光環（corona）其大者如丙丁，名爲華環（halo）。光環直徑長自四度，以至二十度（按月亮直徑爲半度）。華環直徑則或爲四十五度，或爲九十度。暈之佳者七色皆備。但普通所見者，光環作橙黃色，華環則作白色。圖中庚辛壬癸爲珥（Lowitz' arcs），尋常光環華環不並見。珥惟華環能有之，光環不能有也。

暈珥之所以生，由於上層空氣之含雨點或冰針，日月光線一遇雨點冰針，則生散光或折光作用，而暈珥於是乎生也。故暈珥實爲將雨之兆。凡暈愈小則愈足爲降雨之徵。蘇老泉謂『月暈而風』，田家五行謂『月暈主風，一方有闕，卽此方風來』。又曰『南耳晴，北耳雨，日生雙耳，斷風絕雨』。此

第四圖

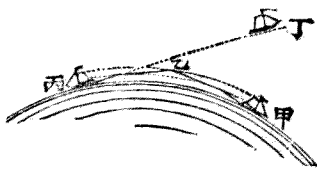


皆似是而非者也。惟東方朔別傳稱「有赤雲氣如冠珥，上以問朔，朔曰：必大雨，後數日果大雨。」則東方朔似已知此理矣。（註十）

海市蜃樓古人以為荒誕不經之語，但拿破侖（註十二）征埃及，於沙漠中忽見汪洋之大海。英國陀浮（Dover）與法國隔英吉利海峽，相距約有二十餘哩之遙，尋常不能見對岸，但有時在陀浮能見法國之海濱於空中。（註十二）地中海之馬耳泰（Malta）島與西西萊（Sicily）島相距更遠，約有五十餘哩之遙，亦能時見空中樓閣。（註十三）宋沈括著夢溪筆談，中稱「登州海中時有雲氣，如宮室臺觀，城堞人物，車馬冠蓋，歷歷可觀。」按山東圖則知與蓬萊（即昔時登州）相隔者，有廟島列島，相距遠近自二十里以至百里。登州之能見廟島於空中，猶之馬耳泰島之能見西西萊島，英國陀浮之能見法國海濱於空中。由此以觀，則海市蜃樓之為事實可信矣。

海市蜃樓由於空氣之折光而生成。如第五圖甲丙二處相距甚遠，本不能相見，因海面之空氣受海水之影響，溫度較上層空氣之溫度為低，遂生折光作用；由甲折至乙，達

第五圖



此處光線已與地面平行，乃生反射，復由折光而達丙，但在丙處之人，仍以光線爲直線，乃見甲之小影於丁處，而成海市蜃樓 (mirage or looming) 之現象。

(註九) 欲知虹之成因觀科學雜誌第一卷第十二期說虹篇

(註十) 欲知暈珥之理參觀 O. D. Chwolson "Traite de Physique", Tome II, pp. 545-547 又 W. J. Humphrey "Physics of the Air," pp. 488-518, Lippincott Co., 1929

(註十一) 見 Ganot's Physics, Section 499.

(註十二) 見 R. Hinman "Electric Physical Geography," American Book Co., 1897, p. 103

(註十三) 見 O. D. Chwolson "Traite de Physique", Tome II.

第五章 溫度

量溫度之儀器，名爲寒暑表。最普通者係一玻璃管，內盛流質，管外刻有度數，看管內流質之升降，卽可以知溫度之高下。現在世界各國所通行之寒暑表有兩種，卽攝氏寒暑表（centigrade thermometer）與華氏寒暑表（Fahrenheit thermometer）是也。攝氏寒暑表以水之冰點爲零度，水之沸騰點爲一百度。華氏表則以水之冰點爲三十二度，水之沸騰點爲二百十二度。攝氏表分沸點至冰點中間一段爲一百度，華氏表則分爲一百八十度。由是觀之，攝氏表實較華氏表爲便利，故歐洲各國，多用攝氏表。特英美因習慣上之關係，至今猶用華氏表也。

華氏寒暑表，爲德人華倫海（Fahrenheit）所發明，於是有疑攝氏寒暑表，卽攝的克萊（centigrade）所發明者，誤也。攝的克萊非人名，乃百度之意，因此表分沸點至冰點一段爲百度故也。但何以而稱攝氏，則因其爲瑞典人攝爾式司（Celsius）所發明。華氏表發明於西曆一七〇九年，攝氏

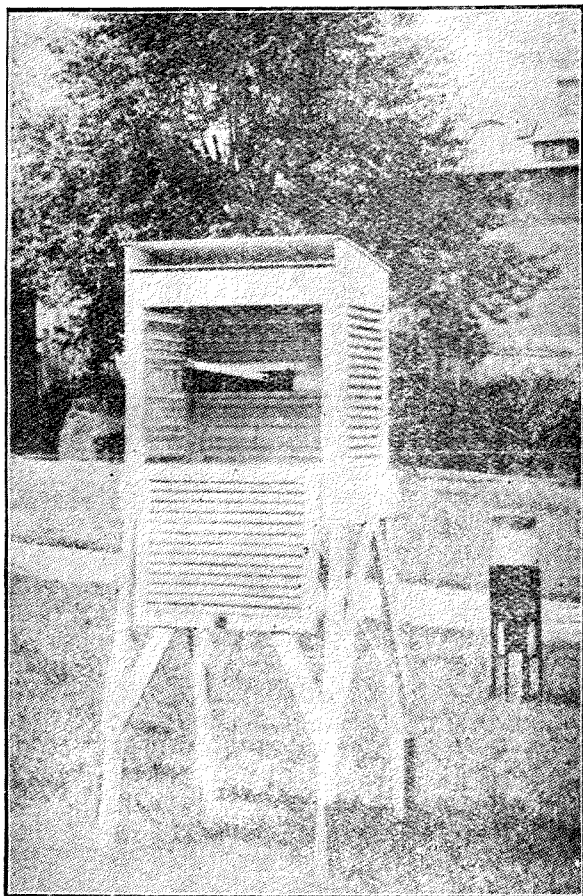
表則發明於一七四二年，均非爲最早之寒暑表。最早之寒暑表，管內不裝流質，而裝空氣，係一五九六年，意大利人該列倭所發明。明崇禎時，比國教士南懷仁 (Verbiest) 曾以此等寒暑表，傳入中國。古今圖書集成中，尙有表之圖樣及說明也。(註十四)

現在國內所通行之寒暑表，多屬下品。凡寒暑表之佳者，管內必須用水銀而非他種流質。且度數必刻在玻璃管上，而非在管外之木板上。(註十五) 測定溫度時，宜注意使兩目與玻璃管中水銀柱之上端齊高，不然，則所得之結果不能精確。凡欲測量空氣之溫度，則寒暑表不應放在房內，因戶外空氣之溫度，與室中不同，亦不能置諸日光之下，宜特作一百葉箱，爲貯藏之所，如第六圖所示。箱長及高，各二尺半，廣尺半，離地須在三尺以上，宜置在空曠而平坦之處。

有精確之寒暑表，有適當之百葉箱，而後始可從事於測量溫度。凡測量溫度，必須日日爲之，不能一日間斷。積一月三十日溫度而平均之，即得該月平均溫度，積一載三百六十五日之溫度而平均之，即得全年平均溫度。

但晝夜寒暑不同，一日之中以天將破曉時爲最涼，以下午二時爲最熱，觀測溫度，不宜於日中，

第 六 圖



亦不宜於清晨子夜。最佳法，莫如於上下午九時各觀測一次，而取其平均。如至不得已時，則在上午

九時觀測一次亦可。因上午九時之溫度，與一日二十四小時平均溫度相彷彿也。茲將中國各大都會各月及全年溫度列為表如左：

第二表 中國各處溫度表（註十六）（表中度數均係攝氏表）

漢口	南京	杭州	上海	北平	牛莊	哈爾濱	月數
3.8	3.0	5.1	3.1	-4.7	-5.9	-18.7	一
4.5	4.0	3.6	4.0	-1.7	-8.2	-14.8	二
9.6	8.2	8.2	7.8	5.0	-0.2	-4.4	三
16.2	14.1	14.6	13.5	13.7	8.6	5.7	四
21.7	19.9	20.4	18.6	19.9	15.9	13.3	五
25.7	24.1	24.4	23.0	24.5	21.5	18.9	六
28.6	27.3	28.1	26.9	26.0	24.3	22.3	七
28.5	27.2	27.6	26.8	24.7	24.4	20.8	八
24.4	22.5	23.7	22.7	19.8	18.5	14.4	九
18.2	17.3	18.0	17.4	12.5	11.9	4.5	十
12.1	10.3	11.2	11.0	3.6	1.5	-6.0	十一
6.3	4.7	6.8	5.6	-2.6	-5.8	-16.0	十二
16.6	15.2	16.0	15.0	11.7	8.6	3.3	全年

疏勒	鄯善	漢中 (計十七)	太原	青島	香港	昆明	成都
-5.8	-10.5	-2.7	-6.2	-0.4	15.4	9.0	6.6
-0.1	-2.9	0.8	-3.0	0.0	14.3	10.4	7.2
8.4	7.4	8.6	2.6	4.4	17.2	15.1	11.8
17.3	19.0	14.9	11.8	9.9	21.3	18.9	17.0
19.2	24.1	17.6	18.5	15.5	24.9	21.2	21.3
24.2	29.6	22.2	23.6	20.0	27.0	21.5	24.3
27.5	32.5	26.5	26.6	23.4	27.6	22.6	26.2
25.7	29.6	22.1	23.4	24.8	27.3	21.1	25.4
19.2	23.2	16.5	17.4	21.5	26.8	19.3	21.3
12.3	13.0	11.6	10.5	16.2	24.5	17.5	17.3
3.5	0.5	6.1	3.8	8.5	20.6	12.6	12.2
-2.7	-6.2	-0.6	-6.2	2.3	17.0	8.8	8.1
12.4	13.3	12.0	10.2	12.3	22.0	16.5	16.6

觀上表，可知我國全國冬季最冷在黑龍江一帶，一月平均溫度在攝氏表零下十八度。夏季最熱，則在蒙古新疆沙漠中，七月平均溫度在攝氏表三十二度以上。而以雲南省之氣候為最佳，因其冬煖而夏涼也。

在地球上以赤道附近溫度爲最高，南極北極西伯利亞溫度爲最低。若於全世界地圖上將各處地方溫度相等者連爲一線，此等線名爲等溫線(isotherms)，其圖卽名爲等溫線圖。第七圖爲世界全年等溫線圖，查圖中攝氏十五度五等溫線，經過我國上海，卽表示上海全年平均溫度爲攝氏十五度五也。

(註十四) 古今圖書集成第一百零八圖又參觀竺可楨著“Some Chinese Contributions to Meteorology”

The Geographical Review, Feb, 1918

(註十五) 參觀 Abbu Cleveland “Treatise on Meteorological Apparatus and Methods”, Washington 1888 Chap. 3.

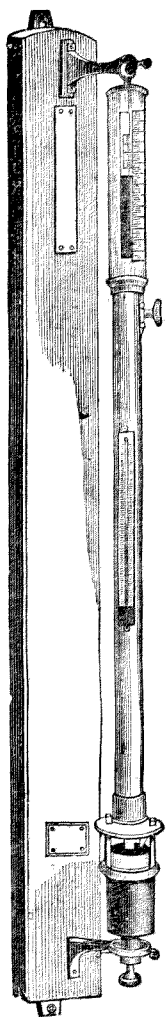
(註十六) 參觀 J. Hann “Handbuch der Klimatologie”, Vol. II. pp. 246-247 Vol. IV, pp. 306-308 及日本中央氣象臺出版之『日本氣候表』按日本氣候表中而有中國各處之氣候實亦咄咄怪事但吾人祇能怪自己之放棄責任不能怪他人之越俎代庖也

(註十七) 漢中即今之陝西南鄭

第六章 氣壓

空氣既爲物質，卽有重量，既有重量，卽有壓力。在海平面上每一方糵 (centimeter) 上空氣之壓力爲一千零三十四克 (每方吋上空氣之壓力爲十四磅半) 空氣之壓力，簡稱之曰氣壓，測量空氣壓力之儀器，名曰氣壓表。最精確之氣壓表，爲水銀氣壓表 (mercurial barometer) 如第八圖所示。其結構，簡單言之，爲一玻璃管，一端洞開，管長約九十一糵，內裝水銀，將開口一端插入皮袋中，

第八圖



袋內亦有水銀，氣壓高，則袋中之水銀升入於管。氣壓低，則管中之水銀回入於袋，管中水銀之高，在

海平面約爲七十六糎（三十吋）。此七十六糎之水銀，卽爲皮袋內空氣所壓迫而上，皮袋內空氣與外邊空氣相流通，故七十六糎之水銀，卽外邊空氣之壓力也。

天將大雨，則氣壓表中之水銀卽下降，然亦不盡然，間有水銀甚高，而下雨者。故日本譯氣壓表爲晴雨計，其名不妥，更有於氣壓表上註明『晴』『雨』等字樣者，要皆不足恃也。

除水銀氣壓表外，尙有空盒氣壓表（aneroid barometer），雖攜帶較便，而精密則不及水銀氣壓表。至於市上通行之風雨計，則爲欺人之具。（註十八）其製法係一玻璃管，四周均封閉，內含溶有樟腦，氫化阿摩尼亞，氫氯化鉀及他種物質之酒精。因溫度之高低，而樟腦等物所呈之形態卽不同，初與風雨晴晦毫不相關。夫稱氣壓表爲晴雨計，已屬名不符實，況其四周，均已密封，與外邊空氣不相流通哉。

在海平面上空氣之壓力，等於七十六糎高之水銀。故吾人卽稱海平面氣壓爲七十六糎或七百六十耗（millimeter）從海平面上升則氣壓漸漸減少。上升愈高，則氣壓亦愈少。以大概而論，則上升一百零八公尺，則氣壓卽減少十耗。換言之，上升九百呎，則氣壓卽減少一吋。（註十九）譬

如一人登山，在山足測得氣壓爲二十九吋，至山頂，則氣壓已降至二十七吋，即可知山頂比山足高一千八百呎也。

氣壓之高低，與水之沸騰點亦有關係。在海平面，水之沸騰點爲攝氏一百度。至高山頂上，因空氣壓力減少，水容易氣化，不達攝氏百度，而水已沸騰矣。英國人初次往喜馬拉雅山探險，攜馬鈴薯爲食品，迨達一萬五千呎之高，煮馬鈴薯不能熟，探險者均得胃病而返。因在一萬五千呎之高度，水至攝氏表八十五度，即已沸騰，而馬鈴薯則非燒至九十度以上，不能熟也。美國之發明家愛迭生 (Edison) 去歲 (民國十年) 爲公司招聘職員，特出常識問題一百五十條，(註二十) 問題之一即爲『何以在派克峯 (Pikes Peak) (註二十一) 上雞蛋不能煮熟。』應試者均係大學畢業生，但能答對此問題者，實居少數。有謂因山峯太近太陽，故不能煮熟者，亦有謂因氣壓低而沸騰點太高者，是皆由於缺乏氣象常識之故也。茲將離海面高下各處之氣壓及沸騰點列爲表如左。

第三表 (註二十二)

地球上氣壓以南北緯三十度爲最高，赤道及南北極附近氣壓均低。赤道兩旁氣壓之所以低者，因此處溫度最高，凡氣質溫度高，則膨脹而散向他方，氣壓因之以下降。南北極附近氣壓之所以低者，則因地球自轉而生離心力之故。遇各處氣壓相等之處，連接一線，是爲等壓線。第九圖卽爲世界全年等壓線 Isobars 圖，覽圖則世界各處氣壓之高下，可以一目瞭然矣。

沸騰點 (攝氏)	氣壓 (吋)	高度 (呎)
100°	29.92	0
99°	28.74	1,000
98°	27.61	2,000
95°	24.45	5,250
90°	19.82	10,750
85°	16.68	15,250
83°	13.94	20,000

(註十八) 參觀 W. I. Wilham "Meteorology," Macmillan, 1914 p. 123

(註十九) 耗卽密里米達十耗等於一呎但因密達尺我國不甚通行故兼用呎吋

(註二十) 其事詳見美國 Scientific American Monthly, Nov., 1921 pp. 16-17.

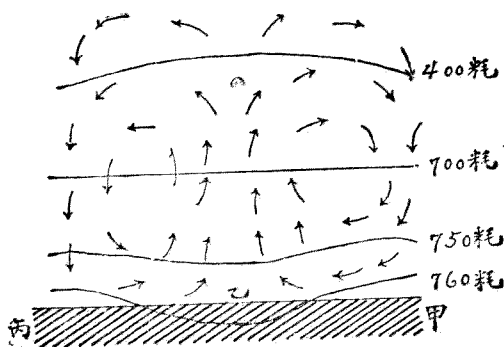
(註二十一) 按派克峯高一萬四千七百呎爲美國本部第二高峯

(註二十二) 詳細表見 A. R. Hinks "Maps and Survey", Cambridge, 1913 p. 81.

第七章 風

莊子齊物篇謂『大塊噫氣，其名爲風。』則風之爲空氣流行也，古人知之稔矣。風以所自來之方向爲名。如來自東北方則曰東北風，來自東南方則曰東南風。但風何由而生，推其原因，則知風之生，由於地面各處氣壓之不均。氣壓之不均，則由於溫度之有高低。如第十圖甲乙丙三地，氣壓本相等，設乙處溫度較甲丙二地爲高，氣體溫度高則膨脹，使空氣密度減少，而上升至高處，乃散向四方。夫甲乙丙三地氣壓本相等，今乙處上層之空氣既散向甲丙，

第十圖



圖中
指針
表示
風之
方向
曲線
表示
氣壓

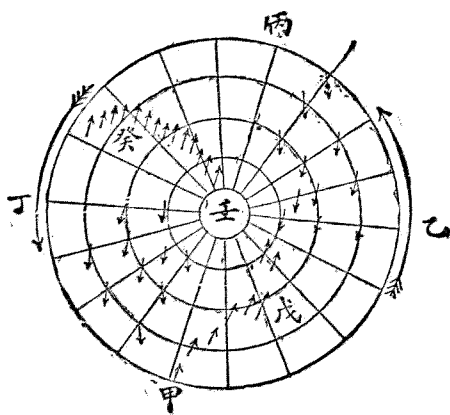
則甲丙之氣壓必因以增高，而乙處之氣壓必因之以低減。乙處輕而煖之空氣既上升，則甲丙二處較重之空氣必起而代之。是故在地面之空氣，自甲丙趨向乙。

水性趨下，風性則趨向低氣壓。故苟地面各處氣壓有高下，則風即隨之以生，如第十圖所示，循環不息，直至氣壓差別泯除而後止。此等對流作用，在氣象學上極爲重要，因雲雨雪雹，多由對流而成者也。

但各方之風，趨向低氣壓時，非能不折不撓，直前進行也。因地球自轉之故，北半球之風折向右方，南半球之風折向左方。（註二十三）如第十一圖，甲乙丙丁爲赤道，壬爲北極，設甲處有南風吹向北極，同時地球自西向東而轉，迨至戊，則南風已易向成爲西南風矣。又

如壬處有北風吹向赤道，亦因地球自轉之故，至癸而變爲東北風。要之在北半球無論風向如何，地

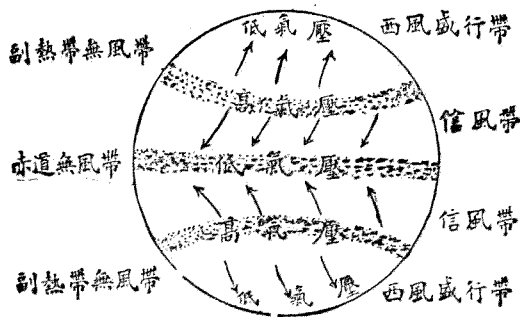
第十圖



球自轉之影響，均能使之折向右方。在南半球則折向左方。

地球上各處氣壓既有高下之不同，則風向自不能一致。赤道附近，因氣候炎熱，故為低氣壓，兩極附近，則因地球自轉，受離心力之影響，亦為低氣壓。惟南北緯三十五度左右之地，以介於二者之間，故為高氣壓。地面之風，自南北緯三十五度，趨向兩極及赤道。高氣壓與低氣壓，均為風平浪靜之地，因低氣壓為空氣上升之所，高氣壓則為空氣下降之處也。故赤道附近，名曰赤道無風帶 (Goldrum)，南北緯三十五度左右，則稱副熱帶無風帶 (subtropical calm belt) (註二十四) 介於二者之間者稱信風帶 (trade wind belt) (註二十五)。在信風帶內，其風應自副熱帶直趨赤道，但因地球自轉之故，在北信風帶乃變為東北風，在南信風帶變為東南風，如第十二圖所示。至西風盛行帶 (prevailing

圖 二 十 第



westerly belt) 內，則其風應自副熱帶吹向兩極，但亦因地球自轉之故，而變爲西南風，或西北風。我國南方閩粵各省，均在北信風帶範圍之內，然考其風向，冬季固爲東北風，至夏季則變爲東南風。其理由又安在乎？蓋海陸之分布，與風向亦有密切之關係。大抵以氣候而論，海洋冬溫夏涼，而大陸則冬寒夏熱。故冬季大陸溫度較海洋爲低，至夏季則較海洋爲高。冬季大陸爲高氣壓，至夏季則爲低氣壓。大陸與海洋冬夏溫度氣壓，既有差別，則風向即隨之。冬季風自大陸趨向海洋，至夏季則自海洋吹入大陸。此等視季候爲轉易之風，名爲季風 (monsoon)。亞洲面積既爲五洲冠，故季風之發達，全球亦首屈一指，而尤以南方印度洋一帶爲最盛。閩粵沿海，夏季東南風之所以獨盛者，亦受季風之影響。我國自晉朝僧人法元浮海至印度以來，商人僧侶之南游者，代不乏人。隋唐之際，往來天竺，多用水道，須時三月，冬去夏返，(註二十六) 所以利用季風，蓋在印度洋中冬季爲東北風，而夏季則爲西南風之故也。

海洋與大陸冬夏溫度變遷，既有不同，於是乃有海洋氣候，與大陸氣候之辨別。海洋氣候，冬溫夏涼，大陸氣候，則冬夏寒暑，相隔懸殊。但在熱帶中，終年酷熱，而寒帶中則四季嚴寒，故海洋氣候與

大陸氣候之辨，實祇應用於溫帶而已。溫帶中風多來自西方，故在大陸西面者，得飽受海洋之影響，其氣候為海洋性。在大陸東面及大陸中部者，因為海洋影響所不及，故為大陸性。我國雖濱太平洋，但因居歐亞大陸（註二十七）之東，故仍為大陸性。試以我國濱海各處，與歐洲及美國西岸同緯度之地相較，其差別不難立見矣。下表中南京北平為大陸氣候之代表，生笛愛哥那杯兒司（註二十八）為海洋氣候之代表。

第四表（表中度數均用攝氏）

地名	緯度	一月溫度	七月溫度	全年溫度
南京	32°05'	3.0°	27.3°	15.2°
那杯兒司	40°52'	8.4°	24.3°	16.0°
北平	39°57'	-4.7°	26.0°	11.7°

生笛愛哥

32°43'

12.2°

19.4°

15.9°

全球各處風之分類，既述其大概，試進而論測定風向，及風力之方法。測定風向之儀器名曰風針，或風信器 (wind vane)，我國嚮卽有之。明太祖定鼎金陵，於雞鳴山 (註二十九) 上築觀象臺，上置有圭表向風針，等等。萬曆間利瑪竇來南京時，其器尙在云。(註三十) 又觀象玩占論候風之法，謂『候風必於高平遠暢之地，立五丈竿，以雞羽八兩爲葆，屬竿上，候風吹葆平直則占，或於竿首作盤，上作三足鳥，兩足連上外立，一足繫下內轉，風來則鳥轉回首向之，鳥口啣花，花施則占之。……長短輕重，惟適宜，不在過泥，但須出衆，不被隱蔽，有風卽動，直而不激，便可占候』云云。足知我國古時之向風針，與歐美各國現時所通用者，大同小異。

測定風速率之儀器，名爲風力表 (anemometer) 此在我國發明更早，東漢張衡製相風銅鳥，置長安靈臺上，千里風至此鳥乃動。(註三十一) 至於近世風力計，則不但能測強有力之風，凡空氣偶有流動，其速率卽可覘知。第十三圖中甲乙爲歐美各國氣象臺所通用之向風針，係鋅片或銅片所

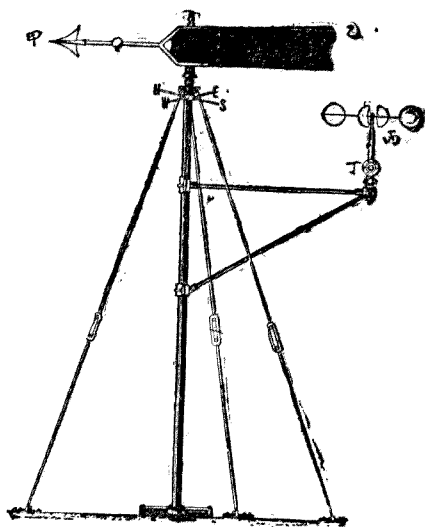
製，長約七呎，而重不過三兩。前部尖銳爲指針，後部分爲兩翼，翼作長方形，風來則翼轉而移針向之。圖中丙爲風力表，合四半圓形之銅杯而成，風力愈大，則銅杯之轉運愈速。銅杯轉運之速率，可以齒輪丁測定之。

但不勞機械，祇用目力，亦可測定風之速率。觀象玩占載『凡風發初遲後疾

者其來遠，初急後緩者其來近。動葉十里，鳴條百里，搖枝二百里，落葉三百里，折小枝四百里，折大枝五百里，走石千里，拔大樹三千里。』(註三十二)現時以目力定風之速度，所取標準，亦不外乎此，特風之速率，不以取源之遠近計，而以每小時空氣流行之遠近計耳。

第五表 風之等級速率表(註三十三)

圖 三 十 第



等級	風名	標 準	速率 每點鐘所 行哩數	速 率 每公秒鐘所 行公尺數
0	無風	烟直上	〇—一	〇—〇·五
1	微風	動葉	一—九	〇·五—四·〇
2	和風	動小枝	九—二〇	四·〇—八·九
3	疾風	動大枝	二〇—三三	八·九—一五
4	強風	搖幹揚塵	三三—五一	一五—二三
5	烈風	折枝走石	五一—七四	二三—三三
6	颶風	拔樹傾屋	七十四哩以上	三十三公尺以上

(註二十三) 欲知地球自轉與風向之關係參觀科學雜誌三卷三期竺可楨著說風篇

(註二十四) 氣象學上稱南北緯三十度至三十五度左右之地為副熱帶其氣候夏季帶熱帶性冬季則帶溫帶性

(註二十五) 英文 trade 通常作貿易解但所謂 trade wind 者其意謂風之有常而不變者也故不應譯作貿易

風參觀 Wm. Davis "Elementary Meteorology", p. 116

(註二十六) 見趙汝括著諸蕃志

(註二十七) 歐亞雖習慣上常分爲兩洲然自地理學家眼光觀之實祇一洲

(註二十八) San Diego 在美國西部舊金山之南 Naples 在意大利羅馬之南

(註二十九) 按雞鳴山卽今之北極閣

(註三十) 見觀象叢報四卷十一册及十二册

(註三十一) 見圖書集成曆象彙編乾象典及三輔黃圖

(註三十二) 見圖書集成曆象彙編乾象典

(註三十三) 參觀 "Smithsonian Meteorological Tables," 1918, p. 70.

第八章 露 霜 霧 雲

空中除淡氣養氣而外，尚含有若干之水氣。其成分之多寡，視乎來源之盛衰及溫度之高下而定。在海洋之上，水氣既可予取予求，則空氣自必濡濕。在沙漠之中，則來源乏絕，空氣必極乾燥，赤道附近，溫度高，則所含之水氣較多。迨達兩極，天氣嚴寒，則所含水氣乃絕無僅有矣。空中所能含水氣之容量，有一定限制，如在攝氏寒暑表二十度時，每一立方公尺空氣中能含水氣十七克 (gram) 而強。至攝氏寒暑表零度時，則每一立方公尺，空氣中僅能含五克而弱。若空中所含水氣已達此限度，則其水氣已至飽和點 (saturation point)，或露點 (dew point)。達露點而後，若水氣之接濟，仍源源而來，則供過於求，而所餘之一部，必凝結為液體或固體矣。

水氣凝結時，若溫度在冰點以上，則結成液體，有雲霧雨露四種之別。若溫度在冰點以下，則結成固體，復有霜雪雹三者之不同。露與霜惟天氣晴朗時有之，而雨雪雹則不然。茲將上述七種現象

依次敘其梗概。

露 空中所能含水氣之限度，既視溫度而定。但一日中空氣溫度高下不等，以下午二時左右為最高，以天將破曉時為最低。往往在日中空氣收吸水分，達中夜或清晨，因溫度下降，而水氣乃達飽和點，一部分水氣凝結為纍纍若圓珠之白露。迨曦日東升而後，空氣溫度復逐漸增加，空氣又能收吸水分，而白露即消形滅跡，昔人有言，命若朝露，非無故也。

成露之晚，必無風雲，惟其無雲為之掩覆，故地面之熱力，在晚中得以盡量發散。惟其無風，故較重較冷之空氣，得以靜止於一處，不至與和煖之空氣相混合。且晚中地面岩石與草木枝葉之發散熱量，較之空氣為更甚，故溫度之下降也亦獨多。空中水氣雖未達飽和點，但一遇寒冷之岩石枝葉，則即凝結為露珠矣。

但露水非均得自空中者，草木根蒂，在泥土中能吸取水分，上升達枝葉面部而蒸發。晚中因空中水氣已達飽和點，空氣不復能收吸水分，乃在枝葉面部結而為露。各種植物上朝露之所以特重者，洵非無故也。（註三十四）朱子語類載『古人說露是星月之氣，不然，今高山頂上，雖晴亦無露，露只

是蒸上』云云，可爲先得我心者矣。

霜 霜無他，特露之變形耳。凡水氣凝結時，溫度在冰點以上爲露，在冰點以下卽爲霜。詩不云乎『白露爲霜。』是故霜與露，雖狀態不同，露爲液體而霜爲固體，然其成因與其徵候，則固一也。我國古人不明霜之成因，遂致多所誤會，宋陸游詩『肅肅霜飛常十月，離離斗轉欲三更。』唐張繼詠楓橋夜泊，曰『月落烏啼霜滿天。』霜而能飛，能滿布天空，則與雪夫復何異之有。

霜在農業上殊爲重要，因當春初秋末之際，初放之嫩芽，將熟之瓜菓，一經寒霜，則無噍類矣。程伊川謂『霜雪之別，蓋霜能殺物，而雪不能殺物。』（註三十五）是則僅辨其果而未涉其因。但霜非能殺物也，殺物者低溫耳，蓋溫度降至冰點以下，則嫩綠枝葉內之水分，必冰凍，而枝葉因以受摧折。霜者，不過爲空氣溫度已達冰點之表示耳，不得遂謂霜能殺物也。至於雪之所以不殺物者，其故有二。一則因凡有霜時，則其地面必曾達冰點或冰點以下之溫度，下雪時則未必然。故雪花抵地而後，往往卽溶解爲水。一則因霜可見之於孟春秋之交，其時草木尙有嫩綠之枝葉，易於摧殘，雪則多降在隆冬，瓜菓已熟，枝葉已凋，所餘者均堅忍耐冷之枝幹，雖飽經霜雪，亦不足爲害也。

霧 霧與露有別，露之成由於空氣與較冷之岩石或枝葉相接觸，水氣乃達飽和點。結霧時，則空中水氣較多，不待與外部溫度較低之物質相接觸，其自身之溫度，已足使所含之水氣達飽和點而有餘。故露僅限於顯露天空之岩石及草木枝葉之上。密蔭之下居室之內，不能有露。而霧則能迷漫天空，隨處皆可沾潤。霧重時空中咫尺不辨人物，雖室內之空氣亦受影響也。

霧常着地而生，往往入晚，平地濃霧迷漫，而山頂則無霧之蹤跡，抑又何也。此蓋因空氣愈冷則愈重，雲消風靜之晚，冷空氣自山巔流入山谷中，使空中水氣達飽和點，而霧因以生也。此等霧與露霜相類似，惟於晚間見之。至翌晨日出而後，即漸漸消滅。此外冷空氣與熱空氣相混合，亦能生霧，如南風忽轉爲北風，則溫度降低，亦能使空中水氣達飽和點。

凡水氣結爲霧點，必以浮在空中之煤屑塵泥爲中心點，若空氣非常清潔，毫無塵垢，則水氣雖達飽和點，亦不能結爲霧。（註三十六）歐美都邑工廠林立，空中煤屑特多，故霧亦較鄉村爲常見，英國京城倫敦，素以霧著，十九世紀中葉，倫敦一年中有霧日數共五十一天，至十九世紀末葉增至每年七十四天，由於增設工廠消耗烟煤所致。（註三十七）

雲 霧實爲雲之一種，特雲均在山巔或空中高處，霧則着地而生耳。王充論衡謂『雲霧雨之徵也，夏則爲露，冬則爲霜，溫則爲雨，寒則爲雪。』寒霜白露，與雲霧無關，已於上章述及。即雲霧亦未必盡爲雨雪之徵兆，要視乎其雲霧之高下形式何如耳。十九世紀初葉，英人苛華分雲爲四種：(一)卷雲 (cirrus)，(二)積雲 (cumulus)，(三)層雲 (stratus)，(四)雨雲 (nimbus)。迨十九世紀末葉，氣象學家因苛華氏之分類雖簡捷了當，而苦於太略，乃於西曆一八九四年，召集萬國氣象學會時，推委員審定雲之種類，大別爲十種，此即近今各國氣象臺所通用之分類法是也，試歷敘之如左：
(註三十八)

(一)卷雲 (cirrus) 乃雲類中之最高者，爲羽毛狀或亂穰狀之雲類，如第十四圖甲所示。色白，纖維組織細而長，常孤立天空中，亦有排列成行作帶狀者。

(二)卷層雲 (cirrus stratus) 色白如綾織之幕，往往滿布天空，其狀隱約，初視頗難辨其爲雲抑爲天也，日月近旁之暈 (華環 halo)，多由卷雲而成。

(三)卷積雲 (cirrus cumulus) 爲白色微小圓球狀之雲，合若干排列爲行，宛如魚鱗，鱗片

之間，露有若干之天空。

(四)高積雲 (alto-cumulus)

亦為排列成行之雲塊，但較卷積雲之雲塊為大，且其纖維亦較粗，尋常作白色，間亦有下部作灰色者，狀若羣羊偃伏，又如大塊棉花散布空中。

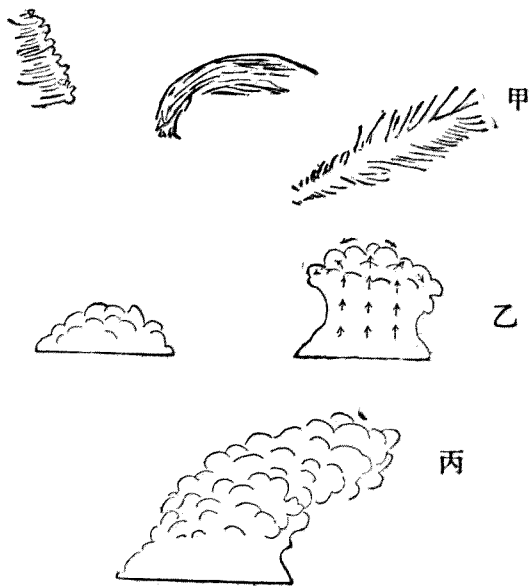
(五)高層雲 (alto-stratus)

狀如濃厚之幕帳，往往滿布天空，作灰色或淡青色。日月近旁之光環 (corona)，多由此類雲而成。

(六)層積雲 (stratus cumulus)

為極大之雲塊，連綿作帶狀，能掩蔽天空之全部，惟雲塊間時露一線之青天而已，雲作深灰色。

第十 四 圖



(七)積雲(cumulus) 濃厚如羊毛，往往作圓形之塊狀。頂部作圓錐形，而底部則甚平坦，如十四圖乙所示，我國各處在夏季日中，天氣晴朗時，幾於無日無之，在曠野舉目四望，但見此等雲散處各方，如星羅棋布。雲下往往有影。

(八)積雨雲(cumulus nimbus) 雷雨以前常見之。狀若積雲，而更爲濃厚，其頂部遠望如山峯之林立，如十四圖丙所示。

(九)雨雲(nimbus) 色如清淡之中國墨水，其中乏纖維狀之組織，邊際殘曲支離，雨雪卽由此下降。

(十)層雲(stratus) 在各種雲類中爲最低，其結構與霧相似，特較霧爲高耳。

第六表 雲之高度及厚度表(註三十九)

雲名	縮寫(萬國通用)	平均高度	平均厚薄
卷雲	Ci.	九千公尺	

雨雲	積雨雲	積雲	層積雲	高積雲	高層雲	卷積雲	卷層雲
Nb.	Cu.nb.	Cu.	St.cu.	A.cu.	A.st.	Ci.cu.	Ci. st.
一千二百公尺	一千五百至八千公尺	一千六百公尺	二千三百公尺	四千公尺	五千公尺	七千公尺	七千公尺
五百九十公尺	二千零七十公尺	六百九十九公尺		一百九十四公尺	五百一十公尺		

層雲

St.

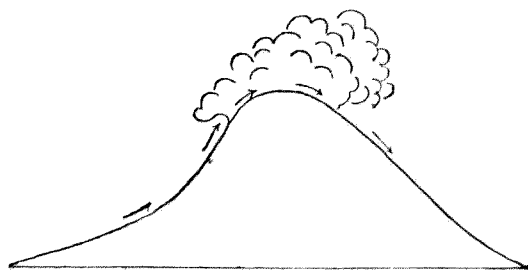
七百公里

三百五十三公尺

然雲固何由而成乎，推其原因，大要不外二道。一則由於空氣之上升，一則由於冷空氣與熱空氣相混合。溫度高低不等之空氣，至互相調和而後，若近地面則生霧，若在高處則成雲。層雲，積層雲等，卽由此故而成。至於空氣上升，則能使其容積增大，而溫度低減，尋常空氣上升一百公尺（等於三百二十八呎），則其溫度卽須減少攝氏一度。設近地面空氣溫度爲攝氏三十度，又設其露點爲二十度，則苟上升一千公尺，其溫度卽須減少十度，而達露點（註四十）或水氣之飽和點。若空氣更上升，則一部之水氣必成爲雲矣。

空氣之所以上升者，或則由於夏季酷暑，使近地面之空

第五十圖



氣非常炎熱，遂以膨脹而上升。夏季之積雲，及雷雨將發時之積雨雲，即由此故而成。或則由於山脈橫梗前途，使風吹至此處，必須上升，遂能越嶺而過，如第十五圖所示。江西廬山五老峯之雲海，（註四十二）即因此故而成。此等雲塊，無論天之晴晦，均可有之。因無風則已，若有風，則空氣至山足，必須上升也，雲南大理（今太和縣）一帶，無論陰晴，雲氣常冒山頂，晴則雲明，雨則雲晦，（註四十二）可爲明證也。

（註三十四） 植物排洩水分成露之作用德文名爲 *Wasserehalation* 參觀 *Hann Lehrbuch der Meteorologie*, p. 253.

（註三十五） 見圖書集成及朱子語類

（註三十六） 參觀 *J. Hann Lehrbuch der Meteorologie*, S. 258.

（註三十七） *J. Hann Loc.*, Cit. S. 261

（註三十八） 欲知雲分類之歷史參觀 *Annals of the Observatory of Harvard College*, Vol. Part 4

“Discussion of the Cloud Observations made at the Blue Hill Observatory” by H.

H. Clayton

(註三十九) 參觀 "Smithsonian Meteorological Tables", pp. 234-235 欲知各種雲之狀態參觀 Atlas international des Nuages, Paris, Gauthier Villars, 1910.

(註四十) 按之實際空氣須上升一千二百公尺始能達露點因空氣上升則膨脹而每一立方尺內所含之水氣即減少之故

(註四十一) 廬山通志謂廬山山高境曠每晴際有白雲平鋪大塊望者見之稱爲雲海又王思任廬山雲海記有云昔有青田小洋中得看天錦以爲奇絕不意五老峯上復看雲海之奇也云云

(註四十二) 見濱行紀略

第九章 雨 雪 雹

雨 雨與雲霧相類似，所不同者，則雨點較雲點略大耳。雨點實爲雲點所結成，雲點之大小輕重不一致，故其下降也有緩速之不同。雲點之大而重者，其降也較速。雲點之小而輕者，則其降也較緩，或竟爲上升之空氣挾以俱升。因是之故，雲點乃互相擊撞，互相併合，卒成爲雨點，顆粒較大，乃下降而達地面矣。

雨既爲雲所成，但何以雲不盡能致雨。此其故有二，一則因上升空氣苟流行甚速，則其力足抵禦雨點之下降。一則雲點成雨而後，若中途空氣乾燥，則未抵地以前，雨點復蒸發爲水氣。在沙漠中往往見雨自雲足下垂，而無涓滴達地，職是之故也。

雨點之直徑，普通自二耗（密理米達）至四耗，大者可達八耗。過此則不易團聚爲一。卽偶聚爲一粒，下降時必濺成飛沫矣。雨點下降之速率，視乎其直徑大小而定，雨點之大者其下降速率亦不

過每秒鐘八公尺。是故空氣上升苟每秒鐘有八公尺之速率，則不能有雨。因雨點直徑在八耗之下者，受空氣上升之抵抗，不得下降。雨點直徑在八耗以上者，則受空氣之衝激，必且碎爲細點矣。

雪 凡水氣凝結時，溫度在冰點以下，則不成雨而成雪。雪之組織，古人考之詳矣。韓詩外傳謂『草木之花多五出，獨雪花六出。』又謝澗五雜俎云，『余於冬春之交，收雪觀之，皆六出，其五出十不一二』云云。自十七世紀荷人李繁和克 (Leeuwenhoek) 發明顯微鏡以來，研究雪之組織者，乃得一利器。嗣後以顯微鏡觀測雪之結晶者，代不乏人，而美人班德萊 (Bentley) 盡畢生之力，以顯微照相機 (photomicroscope) 撮雪結晶之影，至千餘種之多，尤可稱爲苦心孤詣。(註四十三) 據班氏所測結果，則知雪花均爲六角形，或六邊形，惟形式錯雜離奇，變態百出，洵奇觀也。

雪之下降也，不作垂直線而飄飄徐下，宛若鴻毛。謝道韞比之若風吹柳絮，良有以也。若風力甚猛，或溫度較高，則數雪花能合成爲一雪片，雪片大者，直徑長可達四十耗。雪花既較雨點爲大而輕，故其下降速率亦較緩，平均每秒鐘不過半公尺而已。雪作白色，與水及冰之色不同。此由於雪之結晶，各方面非互相整合重疊，而有空氣雜於其間。故而與面之間，空氣光線四射，觸於吾人之眼簾乃

作白色。(註四十四)

霰，雹，霰俗稱雪子，冬季天將雪時常見之。是故詩云『相彼雨雪，先集維霰。』霰卽德文之 Graupel，爲半透明之圓球，直徑自二耗至五耗，係數雪花膠結而成。因降雪之初，近地面空氣溫度尙高，遂以成霰也。

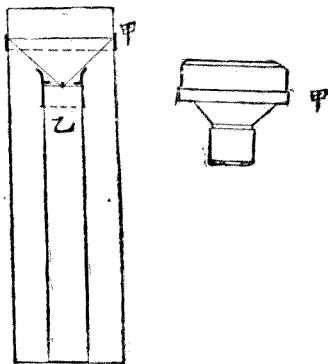
雹則惟見之於春夏天將雷雨時，雹之大者，其直徑可與萍菓或鵝蛋不相上下，往往積於地面，深可盈尺。其小者足以傷折禾黍，其大者則雖人類鳥獸亦能殃及。本年（民國十一年）四月二十九號下午四時許，江蘇徐屬蕭沛一帶，風雹爲災，一農婦乳兒，適一巨雹穿屋落兒頭，腦漿迸裂以死。（註四十五）據另一報告，則謂豐縣運賑糧車，在途被雹擊斃馬夫一名，馬四匹不知下落云。雹之爲害可謂烈矣。

大如鵝蛋之雹，其重量當在半磅（二百二十克）左右，如許重大之物，而能成於天空，實可驚異。大抵下雹時近地面之空氣溫度甚高，因而上升成積雲或積雨雲，迨達高處，則其中水氣凝結成雪，嗣後下降，溫度增高，中途一部分之雪，溶而爲雨。至下層，則上升空氣勢力甚猛，復挾之以上，雨復凍

結爲冰。且與雲中之雪花相擊觸，冰雹之外乃包有雪。再降，則雪之一部溶解爲水。更升，則所溶之水又結爲冰。忽升忽降，時結時溶，雹之體積，乃逐漸增益，直至其重量過大，乃墮於地面矣。是故吾人剖雹而視之，則知其合若干層數而成，冰與雪互相間迭，互相包圍，一層透明，一層不透明，足悉前說之爲不謬也。（註四十六）

世界各處雨量，多寡不均，如戈壁沙漠中可終年不見涓滴，至印度却拉朋齊地方，則多至每年一萬六千耗（等於六百三十吋。）所謂雨量者，不特專指雨而言，卽雪雹霰亦包含在內。量雨之法，置測雨器於空曠之地。天降雨時，則雨水自測雨器之面部甲（第十六圖）流入乙筒中，乙筒之面積，適爲甲筒十分之一。故降一耗之雨，則乙筒水深卽達十耗。迨雨止後，以尺量乙筒水深，卽得降水量矣。如此日積月累，則全年雨量，不難求得也。

第十 六 圖



我國雨量以兩粵爲最豐沛，向西北遞減，至西藏蒙古則極稀少。（註四十七）故各處雨量相等之處，作一線，名爲同量雨量線（isohyetal）。第十七圖爲我國一歲中平均雨量圖，閱此，則滿洲及十八省雨量之多寡，可以一目瞭然。蒙藏新疆一帶尙無精確之調查，故圖獨付缺如。茲將北平上海等三處各月及全年雨量列爲表如左：

第七表 中國各處雨量表（註四十八）（以耗爲單位）

地名	哈爾濱	瀋陽	北平	青島	南京
一月	0	5	3	12	45
二月	0	6	5	6	50
三月	0	19	6	21	78
四月	17	29	16	37	115
五月	15	52	36	51	78
六月	51	94	77	92	207
七月	126	159	240	195	209
八月	148	138	161	145	126
九月	22	90	65	84	99
十月	8	39	16	48	60
十一月	0	24	7	11	52
十二月	0	5	2	15	19
全年	391	661	634	718	1104

香港	南寧	福州	昆明	成都	漢口	杭州
36	11	44	12	5	53	68
29	51	105	19	8	27	112
67	46	134	12	9	72	141
139	89	112	14	50	121	153
259	144	142	110	53	126	114
383	208	206	168	105	177	255
289	225	169	184	234	217	140
354	152	190	193	280	118	156
292	106	234	127	150	57	142
114	85	70	94	65	99	111
40	36	53	51	10	29	93
32	18	56	7	5	15	47
2035	1186	1515	1098	885	1113	1530

(註四十三) 班德萊所繪雪結晶圖見美國氣象月報 Monthly Weather Review, 1902, 一年 Summary

(註四十四) 參觀科學雜誌第五卷五期袁修德君『雪之研究』篇

(註四十五) 見蘇省義賑會龐宗吉報告書又參觀五月初上海各日報

(註四十六) Hann "Lehrbuch der Meteorologie", Tafels 25, 26 有雹之照片據漢氏謂西曆一八九八年

七月二號法國恩省地方下雹巨者直徑達六英寸重至兩磅但我國日報及歷史上常有謂下雹巨如斗者要皆未經實測不足以徵信也

(註四十七)

欲知我國各處雨量分配之詳參觀科學雜誌二卷二期竺可楨所著「中國之雨量及風暴」篇

(註四十八)

以限於篇幅故未能將我國各處雨量均列入欲知其詳參觀上海徐家匯天文臺出版「La Pluie en

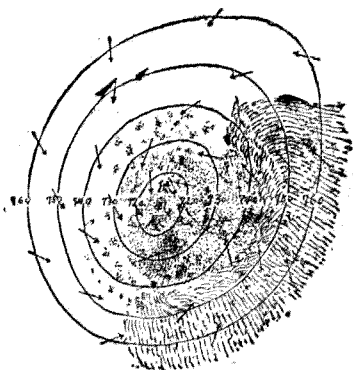
Chine', 1912 及日本東京觀象臺出版之日本氣候表

第十章 風暴 颱風

所謂風暴者，(註四十九)乃一種低氣壓，英文稱 storm 或 cyclone，又簡稱 low。凡風暴中等壓線常作橢圓形，如第十八圖所示。以風暴中心氣壓為最低，至外部而逐漸增高，風之趨勢常向風暴中心。但因地球自轉之故，在北半球之風略折向右，其故已於第七章述及。若分風暴為東北，西北，西南，東南，四象限。則在東北象限內風來自東北，西北象限內風來自西北，依次類推，圖中指針↑表示風之方向。

但風暴非注足於一處，而不能移行者在

第十八圖



等壓線
風向

表示風向

等壓線

溫帶中風暴自西移向東，其速率與滬寧鐵路特別快車不相上下，每日能行五百哩（八百公里）至八百哩（一千三百公里）如風暴行經一處，則其天氣大受影響。風暴未至以前，日暖風和，氣壓甚高。嗣後卷雲見於西方，氣壓漸降，此實爲風暴最初之朕兆。卷雲漸密，則變爲卷層雲，或卷積雲。迨風暴更近，則變爲高層雲，而日月乃爲所掩蔽。未幾而雨雲密布，乃降雨雪矣。風暴中心過後，雨收雲散，得復重見天日，而此時氣壓亦恢復原狀。

苟風暴中心掠一處之北而過，則其風向由東南變而爲西南。若中心掠一處之南而過，則其風向由東北變爲西北。風暴範圍之廣，平均約二千五百公里，故經一番風暴，自始至終，須時三日。在溫帶中每六七日必有一風暴。故六七日之內必有一番晴陰雨霽之循環也。

颱風 (typhoon, hurricane) (註五十) 亦爲風暴之一種，特尋常風暴均在溫帶，而颱風則源自熱帶。其與溫帶中風暴不同之點，可得而歷舉之。(一) 颱風亦能移行，但自東向西。(二) 颱風前行，速率較緩，每日平均不過五百公里，其範圍亦較小，約八百公里至一千公里。(三) 颱風中心氣壓較低，風力較猛，雨量較多。此外颱風性質與尋常風暴如出一轍。福建志書『謂五六七八月，應屬南風，颱

將發則北風先至，轉而東南，又轉而南，又轉而西南，始止」云云。

我國沿海各省，夏季之颱風，均取源於赤道附近太平洋中。由非列濱而臺灣，遂達閩粵蘇浙之沿海。去歲（十年）八月中，兩颱風先後在上海附近登陸，（註五十二）以致狂風暴雨，相繼而來。結果釀成江浙兩省去冬今春之災况。我國政府，對於此種災害，不思設法消弭，以防患於未然。歐西人士，乃起而越俎代謀。如法人所設之上海徐家匯觀象臺，英人所設之香港氣象臺，至颱風將來時，均有預告，使一般人士得以爲未雨之綢繆，法至善也。

我國大部均在溫帶，故尋常風暴，自較颱風爲多，至於風暴，復可以其所取之途徑而分爲數種。如十九圖（一）爲西伯利亞風暴。（二）爲滿蒙風暴。（三）爲黃河流域風暴。（四）爲長江流域風暴。（五）與（六）則爲颱風。圖中兩小圈相隔距離，表示風暴一日中所行之路程。風暴多見之於冬春二季，而夏季爲少。颱風則均在夏季，或初秋。茲將一九〇一年，至一九一一年，我國各處風暴及颱風數目列爲表如下。

第八表 中國各類風暴多寡表（註五十二）

風暴種類	滿蒙類	黃河流域類	長江流域類	沿海颱風
月一	12	3	23	0
月二	9	7	16	0
月三	20	4	21	0
月四	28	7	25	0
月五	26	11	19	0
月六	17	5	26	4
月七	6	6	8	14
月八	1	5	2	20
月九	7	2	5	13
月十	11	5	11	8
月十一	18	4	9	1
月二十	16	5	12	0
共合	171	64	177	60

(註四十九) 風暴本非新名辭詩衛風終風且暴其內容組織詳見科學雜誌第一卷第五期五百〇三頁美國威爾遜

教授所著國家氣象臺之建設篇

(註五十) 颱風屢一也福建志書謂風大而烈者謂颶又甚者爲颶云云英文在太平洋中則稱 typhoon 在印度洋中稱 cyclones 在大西洋中稱 hurricane 其實一也關於颱風最佳之參考書爲 Aigue "Cyclones of the Far East," Manila Observatory, 1904

(註五十一) 參觀上海申報星期增刊第一百期竺可楨所著『本月兩大颱風之來蹤去跡』篇

(註五十二) 表見科學雜誌二卷二期

第十一章 雷雨

在科學未明時代，天空現象中之最足以驚心觸目者，莫如雷電。因電閃則光彩奪目，霹靂則一鳴驚人，疑懼之心，油然而起。均信天空暗中，必有爲之主使者。是以我國嚮有雷公雷母之稱。卽泰西亦有雷斧（thunder bolt）之名辭。所謂雷斧者，卽一般人所信上帝震怒時，用以擊人之具也。至一七五二年美國人法蘭克令（Franklin）以風箏引空中之閃電而加以研究，知與物理試驗空中之電，無絲毫之別。（註五十三）於是世人乃始恍然於雷電之爲物。嗣後研究雷電者，頗不乏人，其組織形狀乃得以大明。

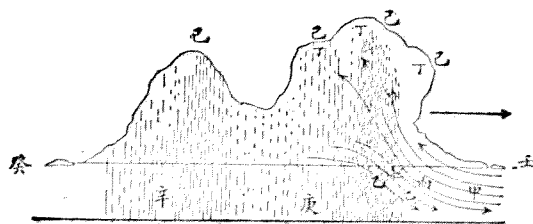
凡下雨時而兼有雷電者，謂之雷雨。一年中雷雨以夏季爲最多，一日中則以午後二時至四時爲最多。要而言之，則雷雨多見之於天氣最酷熱之時也。如以上海而論，平均每年有雷雨四十八次，四季分配如下。春季平均每年十四次，夏季二十六次，秋季則僅三次，至冬季每五年始有一次。（註五

十四) 蓋空氣溫度高，則雷雨易於生成，若知雷雨之組織成因，則其理不難明曉也。

雷雨多見於風暴中心之東南。故雷雨未至以前，南風徐來，力不甚勁，氣壓漸降，而溫度則甚高。空氣溫度高則膨脹而上升，初成積雲，繼為積雨雲，俄而遠聞雷聲隆隆，西北方陰雲漸密，則雷雨將至矣。自初聞雷聲後，約一小時，風忽自東南驟變為西北，黑雲洶湧，勢如怒濤，溫度頓減，而氣壓則驟增。未幾而狂風驟雨，接踵而來，雷聲電光，亦愈接愈厲。如是者又一小時半。乃雲消雨散，天朗氣清，雷雨已向東南過矣，惟尚能聞雷聲耳。此時天氣較雷雨以前驟覺涼爽，半由於雨水之蒸發，半則由於西北風也。

第二十圖表示雷雨之組織，甲為東南風，乙為西北風。因西北風溫度較低，故足以使東南風上升，而成雲霧雨雹。壬癸為雲足，己為雲頂，丙處適當東南風與西北風相交錯混合，遂成勢如怒濤之亂雲。當雷雨時，初次驟雨而後，往往稍停，旋復大雨。圖中庚為第一次驟雨，辛

第二十二圖



爲第二次驟雨。但雷雨非常在一處，而不移動者。在溫帶中往往自西移向東，或自西北移向東南。故我國俗諺有云，『南閃晴北閃雨，』又曰，『南閃千年，北閃眼前，』洵非無故也。雷雨移行之速率，我國尙無精確之調查。在歐洲各國測得平均爲每小時四十公里。在美國則測得平均爲每小時五十公里云。雷雨生成多在下午溫度最高時，但生成而後，卽能向東移行。是故中夜清晨，亦能有雷雨。此等雷雨蓋非本地所製造，乃由他處轉運而來者也。

雷雨既爲風暴之一種，但他種風暴，何以無雷電，而此則獨有之。對於此問題，研究者雖不乏人，但迄無正確之解釋。至近年賴英人新普松博士在印度研究之結果，雷電生成之理乃大明。（註五十）據新普松博士謂雷雨時空氣上升甚速，上升速則其力足以挾雨點以俱上。是故冰雹下降，必在雷雨時，此實足爲空氣上升猛烈之證。若雨點較大，則受空氣上升之衝激而碎爲飛沫。凡水點被空氣衝擊而破碎爲細珠，則成陰陽二電。陰電隨空氣以俱上，陽電則蓄於雨點中。雨點互相擊撞，則能混合爲一。空氣上升不止，則雨點之碎散聚合，亦無已時。卒至陰陽二電，愈聚愈衆，雲之高者，乃具有陰電，雲之低者，具有陽電，地面則本有陰電。（註五十六）陰陽二電互吸不已，若吸力過大，則卽生放

射而成閃電，及雷響之現象也。電之放射，或在二雲之間，或則自雲中至地面。

空氣非爲良善之導電體，五金最易傳電，而動植物及木石次之。是故當電閃自雲中放射至地面時，若遇矗立於地面之樹木居室，或散處於田間之牛羊人類，則必假道而過，乃遭雷擊矣。一年中爲雷擊死之人，正復不少。如以歐美而論，每年每百萬人口中，爲雷所擊斃者，在英國不及一人，比國二人，法國瑞典各三人，德國四人，至美國則達八人。（註五十七）其死亡率之所以不同者，以各處雷雨之有多寡也。凡大陸氣候之地，雷雨較多，爲雷所擊斃者亦必較衆。我國氣候與美國相彷彿，則爲雷所擊斃之死亡率，當亦不相上下。苟以每百萬人口中擊斃八人計算，則我國每年死於霹靂者，當達三千二百人也。（註五十八）

我國嚮以死於霹靂者爲一種報應，其說之不足信，已可概見。蓋雷電一也，空氣非爲善良之導電體，當陰陽二電吸力過大，而成放射時，空氣阻力橫生，溫度頓增，凡電所經之處，淡輕等氣，爲之發光，或曲折之電閃，同時空氣溫度高而復低，漲縮極速，乃生霹靂，霹靂而後，往往大雨如注，較前爲甚，亦因受空氣漲縮之影響也，故雷電實根於一源，同時發生。電光行較速，爲每秒鐘三十萬公里（十

八萬六千哩。雷聲行較緩，每秒鐘不過三百三十公尺（一千零八十三呎）。故達於吾人之眼簾耳鼓，有先後之不同。凡雷電自遠處來者，不特電光弱而雷聲微，且雷電二者相隔之時間亦必久。至於不及掩耳之迅雷，則必發生於近處者也。是故苟見電而後，即計秒數至聞雷聲始止，則雷電之遠近，不難測算矣。由此法計算，則知一百四十公里（八十四哩）以外之雷電，尙可以覺察云。

雷電既足以斃人畜，毀屋宇，乃不得不設法以爲抵制之策。於是乃有避雷針之建設。避雷針（Lightning rod）創於十八世紀美人法蘭克令。固其效用顯著，故迄今能風行歐美。（註五十九）避雷針，係銅製或鐵製管，自屋頂沿牆垣通出土內，使空中之電，得以循管而行，不致毀垣裂壁，使遭焚如，併可以保護室內之居人也。若居室無此種建設，或在野外欲免避雷擊，有數要點，試列舉之：（一）雷雨時宜靜居室內，不可外出。（二）宜避善良之導體，如金屬等。（三）若在野外遇雷雨，不可隱避於高樹之下。（四）若在室內，不可逼近牆角自來水管。（註六十）

（註五十三） 欲知法蘭克令之試驗參觀 Alex McAdie, "Aerography," 1917, pp. 167-198

（註五十四） 見 Hann "Lehrbuch der Meteorologie", S. 676 又據上海徐家匯一九〇四年出版 Moidrey

所著“Climate of Shanghai”謂上海雷雨每年平均十四次或十五次其中有十三次在四月與九月之間云云其數與上所述者懸殊此中原因由於所取之標準不同漢氏所謂雷雨者但有雷電便可稱數莫氏所謂雷雨則雷電而外必兼有傾盆之大雨也但雷雨之多在夏季則二者調查固若合符節

(註五十五) 參觀 Memoirs Indian Meteorological Department, Simla, 1910 及美國氣象月報民國三年六月號

(註五十六) 參觀科學雜誌二卷五期胡剛復博士著『大地電象』篇

(註五十七) 詳見 Hann “Lehrbuch der Meteorologie”, pp. 651-655

(註五十八) 按我國緯度較美國略低故雷雨應較多且美國房屋多有避雷針而我國則無之如是則一年中全國死於霹靂者當尙不止三千二百人也

(註五十九) 避雷針因限於篇幅不及詳述欲知其詳者參觀 Sir Oliver Lodge “Lightning Conductors and Lightning Rod”, London, 1892

(註六十) 與雷雨相類似者尙有龍捲或龍異即俗稱龍吸水欲知其理請參觀科學雜誌二卷十一期『神龍見首不見尾』篇

