

水文氣象觀測與水文氣象預報

劉衍淮

(一) 緒 起

民國二十三年冬天，作者在北平遇到黃河水利委員會德籍顧問高鈞德(Gunther Koehler)氏，曾相與數次討論黃河水利問題，當時余曾告以中國古語有云：黃河之水天上來，以現代科學觀念解釋之，即謂黃河之水乃由降雨而來，研究水利問題，應多注意氣象，二十四年春，應黃委會委員長李儀祉先生之約，利用春假到開封西安二地參觀黃委會所屬氣象台與水文站，返平後，曾將觀感所及寫出，寄交李先生參考，此後余對水利氣象問題即未再從事研究與探討。

由於水利與氣象關係之密切，以及水文氣象預報之重要與成就，在氣象學巨著中，每見有水文氣象學之專文，例如1941年美國農業部出版之氣候與人(Climate and Man)一書中即有洪水之災害與洪水控制一章，1945年Bollay, Beers 與 Beery 三先生合編之氣象學手冊(Hand book of Meteorology)一書中，附有水文氣象學文章二篇，又1951年 Malone 主編之氣象學綱要(Compendium of Meteorology)一書中亦有水文氣象學二篇。

在美空軍氣象人員之訓練中，高級班次亦有水文學之講授，美空軍訓練司令部1951年7月11日頒佈之高級氣象班課程綱要中，即有水文學三十小時，該部1951年6月18日公佈之氣候班課程綱要中，亦有水文學，其鐘點共為九十五小時，計講授基本資料十五小時，基本特性十五小時，河流預報中之因素十五小時，河流預報方法十五小時，各種天氣形勢下可望有之降水特性十小時，洪水預報實習十小時，測驗十小時，此外在美國大學或理工學院之氣象系中亦每有水文氣象學之講授。

鑑於美國文武學校氣象班次對水文氣象學之注意，與水利局與氣象局合作之重大成就，與夫我國在臺灣與反攻大陸後在中國本部，皆須積極提倡水利，減除水害，水文氣象學亟待提倡，故特將三先生合編氣象學手冊一書中有關水文氣象學之部，譯輯成為本篇，使我氣象同仁明瞭水文氣象觀測與預報之概況，如能由之引起我科學界對水文氣象學之注意，則更幸甚。

(二) 水 文 氣 象 學

水文學(Hydrology)乃處理降水在陸地上分佈與配置之學問，對農業專家，水利工程師，氣象學家，土壤技術人員與地質學者皆為饒有興趣之科學，水文氣象學(Hydrometeorology)則為氣象學水文學二科之結合，用於二科學皆不能單獨解決之自然現象之充分瞭解，在水之控制保持與使用等水利計劃上，大有供獻，所謂水利計劃，包括洪水控制，水力發電，航行，灌溉，泄水工程，家庭與工業用水之供應與改造，變換土地使用以及其他複雜應用問題。

水文氣象學重要用途之一，為能決定將在一區出現之暴風雨，此一決定，對水利工程師與水文學有無量大之價值，在許多水利計劃中，自工程計劃開始，即需要水文氣象學之知識，及進入水利工作實施中，則無日不需水文氣象學之協助，例如某區水利計劃之初期，首先須設計一個或多個水壩，以創建水庫或水庫系，最關心之問題，為將來本區可望有若干雨量，包括最大最小年雨量，季雨量，與風暴雨量，此種知識，唯有氣象學家能供，水利工程師使用水文學方法，由雨量而決定可用之水的容積，與必須由水庫予以儲存之水的容積，水庫乃用於調濟水量，控制洪水者，在最大洪水時期應能保證安全，又如設計建造橫跨大河之橫樑，則需要最大洪水流出之知識，以決定洪水能安全流過所需之水道，此種知識，唯有藉水文氣象學之方法得之。

在河道工程上，風暴對堤岸，橋樑，與水之進口，皆有重大影響，氣象學家所作之風暴預告，可助工程師預測洪水之高度，適時發出洪水警報，使建造工作有所防護，以減免損失，水文氣象學最重要之應用，或在於水庫及其他水利工程完成以後，進入水量控制與利用之日常工作之階段。水文氣象學之工作，已被認為達成最高度之水量控制，保持與使用之最有效工作。

水利事業關係國計民生，至為重要，我國之注意防洪與灌溉，已有數千年之歷史，歷代政府皆設有河務與水利機構專司其事，國民政府成立後，除中央政府設立之黃河長江淮河珠江等水利委員會外，各省亦多有河務局水

利局之設置，實施防害興利工作，臺灣水利事業本已發達，光復後又經政府積極建設，建水壩，築水庫，開渠圳，以利發電與灌溉，此種事業現正方興未艾，以後尚將有顯著之發展，為水利事業計，工程增建固屬重要，而有效之水的控制與運用，亦極重要，吾人知於種植時期，各地農民常因分水困難而引起糾紛，水之分配不盡合理，影響生產計劃，又知雨季前日月潭之水位過低，分區停電所造成之普遍困惑與關切，工業生產亦因而萎縮，苟有完善之水利氣象組織，配合水利事業，將全部雨量作最有效之控制與最合理最經濟之使用，則發電與灌溉等之效率，必尚可大為提高，此外由颱風豪雨所造成之嚴重災害，亦必可因而大量減少。

(三) 水文氣象觀測

水利工程師每日至少需要閱覽本灌水區之雨量及水文之完全報告一次，以便對本區各河流現在與未來數日水流之容積，作精確之估計，欲達成此項任務，須有綿密之雨量與水文觀測網。

甲、雨量測量網 觀測網之規模隨泄水區之大小與地文而定，一般言之，在山區，雨量之變化甚大，故單位面積上測站數目應較平地為大，所注意之泄水區之面積愈小，則單位面積所需設置之雨量計之數目愈大，在美國之田納西河谷，平均每80平方哩有一雨量計，在多山之東部，平均每40平方哩有一雨量計，在西部，高度較小，每一雨量計所佔之面積，平均為130方哩，各測站多使用自記之雨量計，以獲知暴雨之強度與延續時間，雨量計須按地形而設置，高處與低處之降雨，皆須測量之。

全區並須設有足量之水文測量站，以觀測來自主要水文區與附屬分水區之實際流量，使用自動連續自記儀器，以記錄水文之高度，觀測員應能隨時由記錄紙上迅速讀出水面之高度。

如水利區雨量與水文測量之測站甚多，以至每日作水利預報時，時間不允許作全部資料之考慮，則每日報告係由選擇與有代表性之重要測站之資料構成之，但於有豪雨與洪水時，則報告雨量與水文之測站，愈多愈佳，每一測站之報告次數亦應增多，務使水利工程師隨時有雨量與水文之完全資料，以便風暴出現時之查考，決定測站之配當是否合宜，其數量應增加或可減少。

由雨量與水文之完全工作網，工程師可以作出其用於河流與水庫預報之水文要素之圖表與水冊，並使之保持及時，而不顯資料陳舊，須經常對風暴與洪水加以研究，以求出雨量，地上與地下之水流，與特定區水之行動之基本關係。此種關係，使水文學家能由觀測預報之雨量，估計出某地點之水文高度與流量。

乙、報告之傳遞 各測站每日一次或多次報告雨量與河流之觀測，以電話或電報將此種報告發向中心預報所或分所，中心預報所附近之測站，皆直接向該所報告，而遙遠地區之觀測則報向分所，各分所再將該分區之報告，集中轉報於中心預報所，如此之報告系統，既有效又經濟。

丙、無線電測量儀器 在造成洪水之嚴重風暴時期，高架電線之交通系可能中斷，在有的地方，可能無電話與電報之方便，欲從此類地方獲得雨量與水文報告，與準備在風暴期電線中斷時仍能報告，美國TVA工程師曾創製無線電雨量計，與無線電水流計，無線電雨量計按標準情形受集雨量，於一定之間隔，將所受雨量時數，用變形之毛爾斯電碼，自動播出，無線電水流計亦同樣按時發射出重要河流之水高，在距離測量儀器五十哩以內之預報所或分所，皆可收聽此種無線電儀器之廣播信號，接收係用手抄或用紙條自記機作自動記錄，每隔二小時廣播一次，已被認為方便與合用，使用此種設備，可以得到足量之資料，在同一分水區有多個無線電測量儀器，用同一週率廣播，亦無妨礙。

(四) 水文預報

每晨收到各地雨量與水流報告後，水利工程師立予分析，根據實際降落之雨量，估計來自各分水區之流水可望有之容積，並根據氣象學家所作之氣象預報，估計尚未降落之雨，將有若干水量之流出，由已降及將降之雨所作流量之估計作成水文預報，成為水庫系將如何工作以適應地上及雲中水量之根據，因而製出每日管理水量之時間表，放水須配合發電，航行，灌溉，及其他用水之要求。

每日將氣象預報與水文預報聯合公佈，定名為每日河流公報，分送水庫系工作人員，實業家及其他關心河流與水庫水位人士。以下為美國氣象局與TVA合作預報所所作之每日河流公報之例，此公報之正面為各地河水高度與雨量之報告，背面為預報之河水流動與高度。

美國氣象局 測 站	合作預報所		星期六 1944年4月15日					
	田納西河谷		田納西河谷水利局					
	每日河流公報		報來之河水高度與雨量					
測 站	河口上游 哩數	水門頂或 洪 水 期	下午12時—下午12時 放 水	高 度	24小時 變 化	早 6 時 24小時	雨 本 月 至 本 日	量
田 納 西 河								
1. Knoxville	648	818		814.0	-0.2	.30	2.51	
2. Fort Loudoun 水庫	602	815	14,300	813.81	-0.17	.48	2.39	
3. Watts Bar 水庫	530	745	47,200	741.18	-0.36	.76	3.27	
4. Chickamauga 水庫	471	685	66,300	680.66	-0.22	.62	3.21	
5. Chattanooga	464	651		636.1	--3.8	.56	3.81	
6. Hales Bar 水庫	431	629	77,000	631.93	-1.65	.43	3.02	
7. Guntersville 水庫	349	595	89,200	594.78	+0.28	.20	3.25	
8. Decatur	305	559		556.3	-0.2	.28	2.34	
9. Wheeler 水庫	275	556	131,300	555.86	-0.10	.31	2.23	
10. Wilson 水庫	259	508	131,300	507.72	+0.20	.08	2.60	
11. Florence	257	419					1.49	
12. Pickwick 水庫	207	418	144,800	414.35	-0.37	.20	2.16	
13. Savannah	190	370	144,000	368.6	-0.7	.03	3.21	
14. Perryville	135	357		355.0	+0.9	.02	1.67	
15. Johnsonville	96	352	166,000	344.3	+1.6	.47	3.12	
16. Danville	78	342		—				
17. Kentucky 水庫	22	375		329.4	+3.0	.72	3.72	
Gilbertsville		316	148,000	323.8	+2.8			
18. Paducah (USED)	0	325		—			3.94	
Chatt. 平均雨量						.40	2.31	
Clinch 與 Holston								
19. Tazewell	160	1079	5,480	1066.2	-2.1			
20. Arthur	65	1058	4,000	1050.9	-2.5	.53	2.45	

預報之河水流量與高度 星期六 1944年4月15日

預報之高度與放出係根據直至本日早六時報來之流量與雨量所作出，已計及現時水管工作，水高預報係本日末子夜十二時者，流量為自子夜十二時至次一子夜十二時之平均每秒千立方呎數。

測 站	四月十五日		四月十六日		四月十七日		流入	放出	高 度
	流入	放出	高 度	流入	放出	高 度			
1. Knoxville		8.5	813.6		4.0	813.0		4.0	813.0
2. Fort Loudoun 水庫	9.0	11.5	813.5	5.0	9.0	813.0	5.5	5.0	813.0
3. Watts Bar 水庫	35.5	38.0	741.1	35.5	40.0	740.8	33.0	35.0	740.7
4. Chickamauga 水庫	51.0	52.0	680.6	52.5	55.0	680.4	44.0	50.0	680.1
5. Chattanooga			635.8			635.8			634.3
6. Hales Bar 水庫	55.0	56.0	631.6	58.0	58.0	631.6	52.0	54.0	631.0
7. Guntersville 水庫	66.0	75.0	594.8	65.0	65.0	594.7	59.0	60.0	594.7
8. Decatur			556.2			556.0			556.0
9. Wheeler 水庫	99.0	108.0	555.9	83.0	90.0	555.7	75.0	75.0	555.7
10. Wilson 水庫	110.0	110.0	507.5	92.0	92.0	507.5	76.0	76.0	507.5
11. Florence			416.0			415.4			413.5

12. Pickwick 水庫	113.0	123.0	413.9	94.0	115.0	412.9	78.0	95.0	412.0
13. Savannah		138.0	365.8		128.0	364.6		119.0	360.3
15. Johnsonville		164.0	344.3		152.0	343.5		137.0	342.8
16. Danville			340.1			340.4			340.2
17. Kentucky 水庫			331.2			332.1			332.5
Gilbertsville Ky		156.0	325.8		158.0	327.2		150.0	328.1
18. Paducah (U.S.)			324.3			325.7	6.0	12.0	326.6
21. Norris 水庫	10.0	8.4	1023.1	7.6	12.0	1022.8	7.1	3.4	1022.5
24. Cherokee 水庫	10.0	0	1070.6	8.2	0	1071.1	10.9	3.91	1071.4
27. Douglas 水庫	11.4	0	997.2	11.5	0	998.0		5.5	998.5

河流備註—Pickwick 水壩之放水，可望日漸減少，除強雨外，下游之田納西河測站水位最高如下：

Johnsonville —344.3 今日

Danville —340.5 四月十七日

Kentucky 水庫 —352.5 四月十八日

田納西河谷之天氣預報

本日午後，本夜與星期日雲量多變，本夜本區西半部變冷，星期日本區東半部變冷。 (美國氣象局)

另外尚發佈一種大若明信片之公報，定名為每日航行公報，分送民衆，並供給航行界以河流通告與預報。

(五) 水文氣象工作之效果

1940年8月中之風暴，TVA 水庫系所做到之減低洪水高度之工作，可視為氣象學與水文學合作成果之例證，該次係一強烈之熱帶風暴在查理士敦 (Charleston) 附近登陸，走向內陸而逐漸衰退，當其中心經過時，在東部田納西，西部卡羅來納，與南部弗吉尼亞之山地河流中，造成大部之洪水，在田納西谷之山地，高雨量之中心，雨量達13—15吋，降於40—50小時之內，美氣象局曾為 TVA 作此風暴降雨量之預告，當各地雨量與上游河流水位報告到達中心河流預報所後，曾作流量之估計，洪水來自田納西河之支流，曾斷定洪水到達查塔奴噶 (Chattanooga) 上游齊喀毛噶 (Chickamauga) 水庫之水量與時間，由不斷之報告與預報，工程師能於洪水到達水庫之前四天，增大自齊塔毛噶水庫所放出之水量，放水量以在查塔奴噶市及以下造成最小損失為準，因之當洪水降臨時，水庫已騰出儲蓄洪水之容量，此一氣象與水文合作之結果，使查塔奴噶市洪水高度，較在自然情況下減少7呎。由相似之工作，同一洪水，由於查塔奴噶下流水庫之放水，得使田納西河下游200哩之洪水高，較無調整所應出現之水位，低12呎。此次洪水發生於秋收之季，由於適時水量調整，使洪水之高度大為減低，阻止巨大之田禾損失，弭災禍於無形。

1942年12月之末，田納西河谷發生普遍之洪水，氣象局曾預報出此次洪水，TVA 諸水庫之水利工程師俱會注意，由於適當之水量調整，使查塔奴噶之水位，較無調整減低4呎，獲免損失之價值，約達一百萬元，此例可以說明水文氣象工作之效果，水利管理工作之重要，及其價值。

(六) 定量氣象預報

由於氣象學之進步，一般定質預報之外，氣象學家已獲有定量預報之方法，此法自尚在發展之初期未臻理想，但其開始即已在水利方面獲有成就，而證明為極端重要，雨水偶一降下，水利工程師當可由之估計其所造成之流量，未來數日內形將降落之雨量，亦同樣重要，有可靠之定量預報，工程師可未雨綢繆，對洪水作更佳之控制，如能預知未來之雨量，則可充分使用現儲之水於發電或其他用途，而不虞水庫之枯渴，同時使水庫容納雨水，避免泛濫或無益之流出。

定量預報之價值，可由美國田納西河谷水利局 (TVA) 與美國氣象局1940年之協定證明之，此協定旨在利用氣象學與水文學於降水及天氣之預報上，並決定水之流出量，以作為水庫系儲水放水之根據，田納西河及其支流之分水區面積共約 40910 平方哩，區中水庫共有28個，其中21個為用於多種目的之水庫，為控制洪水，水力發電

，及航行等而工作，在此龐大小庫系中，水庫對水庫之放水，為一相當繁雜之工作，氣象人員與水利工程人員同力為此水利事業工作，由於十數年來之經驗，確實證明水文氣象學在水利方面之價值，並證明氣象與水文兩方之合作步驟至當，其他水利計劃之實施，亦應仿效之。

(七) 水文氣象預報

河流與水庫中之水，係經常流動而非靜止者，水利工程師每日二十四小時無時非在從事於水之管制與計劃，由於定量天氣預報之供給，氣象家予管水工程師以極大幫助，氣象家須向工程師說明天氣狀況與可望有之降水情況與數量，工程師須明瞭流經全部分水區之水量，特別是流經水庫者，在洪水季氣象家每日須作多次預報，氣象家與工程師須有密切之聯繫，以利天氣預報與建議之傳達，水文氣象預報，有以下數種：

甲、初步預報：每日早晨氣象家應向水利工程師發出初步預報，此一預報乃根據中夜氣象報告作出者，目的在於儘早提供工程師以彼對本日用水計劃作必要修正所關心之知識，茲舉一美氣象局人員為田納西水利局所作之初步預報之例如下：

1944年3月28日與29日，本日與本夜，大部陰雲，有間歇性之雨。本日有間歇性之雨，陣雨與雷雨，因陰雲及降水而微冷，本夜本區西部三分之一之區域變為更冷，風力3—5級，今日最高溫度介於本區北界之55°F以至本區南部之65°F之間，今夜最低溫度介於極西北部之36°F到極東南部之66°F之間，天光強度3至4。星期三

雲量為裂雲至密雲，本區西半部變為裂雲至疏雲，東半部多為裂雲，本預報期末後，本區東半部陣雨雷雨終止，變為較冷，風力4—5級，天光強度3。

降水量在本預報期內，可望：平均為1.20—1.60吋，局部多雨之處，雨量可達3.50吋

星期四指一般晴好與較冷之天氣。

乙、完全預報，初步預報之後，繼之以根據本日清晨氣象報告作出之完全預報，此一預報係根據更為完備之資料分析，包括高空報告所作出，將初步預報精製，使之更趨現時化。水量管理工作之時間表，每日須由工程師根據早晨收到之資料排定之，此時完全預報尚未作出，將近中午工程師方能收到之，收到完全預報後，工程師重新檢討其根據初步預報，所作之河流及水庫之預報，以及所定之工作計劃，但一般而論，完全預報係屬證實而非改變初步預報，以下為完全預報之例：

1944年3月28日與29日完全預報。

今日 大部多雲，有雨及分散之雷雨，天光強度4，風力4級。

本夜 多雲有雨，中部與東部有分散之雷雨，西部較冷，中部及東部溫度變化甚小，風4級。

星期三 大部多雲，東部較冷偶有雨，在本預報期中停止，天光強度4到3，風4級到5級。

展望 星期四 晴好與微冷。

在本預報期中降水量可望在南方邊區平均接近2.00吋在北方邊區少至1.00吋，西區例外，該區平均降水量介於0.50至0.80吋，在南部，有幾處可望高達3.00吋。

在初步預報與完全預報中皆含有天光強度之預報。天光強度，與用水有關，白晝供給燈光所需之電力，依隨光之強度而變，因而影響用於發電所需之水量，在火力發電之地，天光強度，同樣重要，美國田納西河谷所採用之天光強度標準如下：

天光強度 說 明

- | | |
|---|---------------|
| 1 | 燈光不需要 |
| 2 | 僅暗室需要燈光 |
| 3 | 除最明亮之房間外，皆需燈光 |
| 4 | 一切房間皆需要燈光 |

關於天光強度之知識，現尚甚感缺乏，光強之測量，須有一致之標準，實際光強之連續記錄，現亦無之。

在初步預報與完全預報中，皆有溫度預測，溫度於水流之估計，甚為重要，在冬季，結冰可在農業與水利以及其他方面造成損害，由溫度預報，使人能及時防護，冬須加暖夏須通風與冷卻之地，對於電力之負擔，頗有影

響，由溫度預報，決定發電量。

高架電力輸送線與電報電話線，每受風、雪與寒之影響。航行與野外消遣，亦每受此類因素之影響，故預報須包括此類知識，在山區，積雪融化，將使溪河水漲，故山中結冰高度線之觀測與預報，頗有價值。

丙、洪水季補充預報：在洪水很可能出現季節，氣象家與工程師須維持較在其他月份更為密切之接觸，在洪水季節，雨量，雨之續降或停止，以及降雨之面積與位置，可能要求洪水分管理計劃之改變，在此時期，水利工作計劃需要不斷檢查與可能改變，在田納西河谷區，洪水季大約起自十二月一日，止於五月一日，在此五個月中，氣象人員每日須作夜間預告，定名曰補充預報，係根據美國東方標準時刻下午一時三十分報來之資料作出，而於中部戰時時刻下午八時發出，在夏季之洪水期，此種預報亦屬重要，1940年8月田納西河谷即曾由一來自熱帶之颶風，造成洪水，補充預報之形式，通常與完全預報相同，僅刪除天光強度，以下為一補充預報之例。

1944年4月14日至15日補充預報。

本夜 接近早晨本區大部之雲量逐漸增大，溫度漸變暖，有陣雨與分散之雷雨，最低溫度52至62°F，風力4—6級。

星期六 大部多雲，並繼續溫和，僅西部變冷，陣雨與散漫之雷雨，最高溫度68—78°F，風力4—6級。

星期六夜間 東部三分之二之面積有相當大之雲量，有陣雨與散漫之雷雨。接近早晨，西半部較冷，東部大半變為較冷，風力3—5級。

降水量由於雷雨之活躍，可望有極端之變化，局部高達2—3吋。

現時估計，以後36小時內，平均雨量為：全區1.00—1.25吋，東北區低於1.00吋，東南區與東中區之南部1.25—1.75吋，降水之大部，可望出現於未來24小時內。

指示在未來36小時內俄亥俄(Ohio)河谷亦將收到實質之雨量。

在有如TVA之大水利計劃系中，洪水期龐大水量須加控制，此種補充預報有令人滿意之效果，洪水形勢可能視降雨情形隨時改變，在此時機，氣象人員有沈重之責任，應使工程師經常獲得天氣情況與可能陣雨量之忠告，工程師欲知任何時間可望有若干增降之雨量，與風暴何時停止。如彼可隨時獲得可靠之氣象報告，即可按照最後可望有之雨量預報，修正其對洪水之估計，實際洪水得由水庫系安全泄出，可能雨量之任何不確定性，將使水庫儲量不能充分利用，以減低洪水之高潮，1942年12月會發生此種事例，查塔奴噶附近之齊喀毛噶水庫會按其所期待之強雨雨量放水，但此強雨並未發生。

丁、展期預報：正常之預報，為包括未來二十六小時所期之天氣預報，氣象學尙未能奠定長期天氣預報之滿意基礎，雖可能不述及量之問題，但如能於數日前作出天氣一般情況之簡略預報，對水利工程師亦極有助益，為滿足此項需要，美氣象局對由納西河谷區作有五日期間之展期預報，以下為此種預報之例。

四月十五日至十九日（包括十九日全日）之展期預報。降水量可望龐大，溫度可望其平均接近標準平均，此期本區之標準平均溫度約為58°F。

完全預報於三十六小時定量預報之外，尚包含預報期以後數日之展望預報，景況預報非定量預報，而為概括之天氣摘要，此種預報之例如下：

展望 現在中心位於懷俄明(Wyoming)之一擾動，可望向東移動，在星期四夜間或星期五，西部發甚之輕微降水，將有變化，目前指示此一擾動在北部向東移動，在本區只生輕微之雨量。

(八) 氣象學家與水利工程師之合作

甲、天氣圖：管水工程師對於天氣圖甚感需要，氣象人員之辦公室應與工程師者，儘可能接近，使工程師有親睹天氣圖之機會，而能對預報作較佳之判斷，並看出風暴之運動，而獲導風暴經過之速度之觀念，此於雨水流出時間之估計，甚為重要。

乙、會談：氣象學家除供給水利工程師以天氣預報外，與管水工程師之個人會談，亦關重要，風暴時期尤然，個人會談，對氣象學家與工程師皆有裨益，無論預報之字句如何審慎與詳細，氣象學家對現行天氣狀況之親自說明，對工程師極有價值，唯有親自接觸，氣象學家所感覺之確實程度，方能傳達之於水利學家，使彼對其工作限度有所擴張或緊縮。

由個人接觸，氣象學家可獲知其所作之預報之用途，及其在處理水利計劃上之價值。彼得知正確與有鼓勵性之預報之重要，並可得知預報如不正確，對雨量作過高或過低估計所引起之困難，在水利計劃之實施上，氣象學家與水利專家應結合一體，彼此應互相信賴，個人會談實為達成此項目標之最佳方法。

(九) 水文氣象預報問題

甲、預報區之劃分：水文氣象預報，非為點之預報，須包括泄水盆地之重要區域，而為區域預報，水文家需要知道有水流向水壩之各泄水區可望有之雨量。區域之大小，視地形與泄水情形而定，並受水庫位置或水位預報地之影響，能變化於幾百或數千平方哩之範圍，為一水壩之建築或工作而預報，則水壩以上之泄水區，為合理之預報區，如有許多水庫，於水量之管理與運用，有聯帶關係，則須注意全部各個分水區，而繪出每一區域之雨量。

就美國之田納西河盆地而論，為預報雨量分佈，應分為七區，每區大約六千平方哩，少數區域之地形與位置，使降雨發展特甚，此自與風暴之方向與路線有關，泄水系受其影響頗大。為適應正常降雨而作之分區，大致與為流量預報所作之分區相符合，田納西之西部，屬風暴降雨區，而風暴進入盆地之他區，則發生稀少之雨量，南部為來自南方與西南方之風暴之降雨區，東南部亦然，惟風暴進入北部與東部，則強度業已喪失，東中部常位於向主要河谷上游行走之風暴之路線上，東部與東北部則受由大西洋而來之風暴之勢力甚大。

乙、預報之正確性：水利氣象家對於預報區之地形與氣候，應有深切之認識，地形及其對風暴之影響之知識愈多，則氣象預報之正確性與價值亦愈大，地形知識外，尚須預報區風暴類型之知識，包括季節，風暴類型，位置，等等之知識，例如在田納西河谷之西部，夏雷雨之重要性頗小，但在多山之東部，雷雨能幅員數百平方哩，並足以生成影響TVA系之風暴洪流。

在將來，氣象學或能成為極精確之科學，受有良好訓練之職業氣象專家，對任何地點在任何時間俱能作出完全滿意之定量氣象預報，但此一日期，尚未來臨，在一預報區多年累積之經驗，甚有助於氣象預報，但由於資料之不足，與知識之現況，雨量之確定的數字，尚不能絕對準確預報，氣象學家應稱許定量求值之重要，並應繼續致力於發展判斷之技巧與技術，以增進定量估計之精確性。

氣象學家須認識其每一特殊預報之正確度或不正確度，且使應用此預報之水利工程師知之，如是後者可將此項度數計算於其管水計劃之工作內，在事實許可之範圍內，預報應儘量正確與一定，力避廣汎與籠統，以免預報價值之貶低，定量之降雨預報不確，可使水利工程師對水量之管理，遭遇困難，降水較預報者為多，則將有較計劃中為大之流量，水庫可能未騰出足夠之容積，以致洪水未能充分控制，造成本可避免之無謂損失，反之降雨量之估計過大，可能由此預報而於洪水前從水庫中放出過多之水，以致有用之水，作無用之犧牲，蒙受不必要之損失。

雖計算與自然條件對雨量有顯明之指示，而氣象家實際作大雨量之預報，仍需勇氣，1943年5月10日美國氣象局之氣象專家，為肯塔基州之巴都喀(Paducah)附近之田納西河谷之雨量，曾作有以下之預報：

於大氣擾動經過時，本區雨量高地點，其雨量可達6.00吋。

預報如此大之雨量，確屬勇力十足，但此次預報，極為成功，巴都喀之實際降雨5.65吋。

丙、定時：降雨之定量預報外，定時預報亦極重要，風暴移動之方向與速度，在風暴雨造成之流量形式中反映出來，雨止之預報，特有價值，在小泄水區，風暴雨之最高潮，出現於重大降雨終止後，在大區，水流之時間，受風暴雨時間之影響，如能合理正確預報雨將於何時停止，則可由估計之流來水量，將較有利之情形下適時將洪水放出，並阻止水之無謂浪費。

丁、長期預報：水文氣象學現尚在發展階段，預報之準確率，尚有待於增加，發展長期預報，亦極重要，現有之五日預報，雖對水利事業，已甚有價值，但其有待改進之處仍多，龐大之水利計劃，每須於數週前或數月前擬定，現時因無法作出如此期長之預報，故水利計劃須具伸縮性，隨時按實有水況修正之，欲早日完成水利業務之固定計劃，長期天氣預報，極為需要。

戊、預報之詞句：作氣象預報所使用之詞句，須加注意，文辭以使人正確瞭解為主，應力求簡單，直接，與易解，充分敘述出現有天氣狀況，風暴運動，以及可期待之未來發展，給人以清楚之天氣印像，無意義或不確定之字句，應予刪除，預報員應練習寫出有趣文字體裁，簡潔，正確，通暢，易解，使讀者能對之發生興趣，並能正確引用之。此種原則，不僅適用於水文氣象預報，即在為其他目的或一般民眾所發佈之氣象預報，亦應如是。