

水資源工程與規劃講義

第一回

504821-1



社團法 人 考友社 出版發行

第一講 水文學概論

◎ 命 題 重 點 ◎

壹、水文學之定義

美國聯邦科學及技術會議通過水文學之定義：水文學為研究地球上水之存在、循環與分佈，其物理及化學性質，以及其與環境及生物之關係。

貳、水文循環

地球面上之水受日光（太陽能供給主要動能）所晒，化為水汽上昇於天空中，遇冷而以液體或固體形態下降，存於地面，再遇熱而上昇。太陽不停地供給能量，水因而活動循環不已，此種現象乃謂之水文循環。

霄零即降水（Precipitation）

晞曠即蒸發（Evaporation）

葉蒸為經由植物葉面之晞曠又稱蒸散（transpiration）

蒸發散 = （葉面蒸散） + （地面、水面之晞曠） + （截留），

因之蒸發散亦可稱之為總蒸發量或耗水量（Consumptive use）

參、水文循環現象

如用量來計算，則可根據質量不減原理為依據，表示成水文平衡方程式即

$$I - O = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (1-1)$$

式中 I 表流入量：即流入某區域之水量，包括由其他區域自地表或地下之流入量及降水量。

O 表流出量：即某區域流出之水量，包括由本區域自地表或地下之流出量及蒸發散量。

ΔS 表蓄水變化量：包括窪蓄截留及地表滯留。

Δt 表時間間距。

上式之應用頗為廣泛如洪水演算，地文之水文平衡法，蒸發之水平衡法及能量平衡法。

如一開始無準確之水文資料，則水文計算及水力計算均將使用不準確之數據作為計算依據，其結果自亦不準確，如再貿然從事構築及至完成甫知欠妥，雖欲加以改良當已無能為力。

再以水資源觀點而言，若一水工結構物，其設計流量採用 100 年之重現期距，則該結構物必須冒著此流量有 $\frac{1}{100}$ 被超過的風險，而此風險何時發生在不可預見的未來乃是吾人所無法預見，也就是此水工結構物之失敗在設計當初已預先考慮。

至於結構設計除各種理論已發展甚為完全，且在設計上亦常加入一定百分比之安全係數，故其設計強度較所要求強度大，自不易失敗。

肆、常用單位換算表

1. 長度換算表

公分 cm	公尺 meter	台尺 shaku	吋 inch	呎 foot	哩 mile	公里 km
1	0.01	0.033	0.3937	0.03281	0.000006	0.00001
100	1	3.3	39.3701	3.28084	0.00062	0.001
30.303	0.30303	1	11.9303	0.99419	0.00019	0.0003
2.54	0.0254	0.08382	1	0.08333	0.00002	0.00003
30.48	0.3048	1.00584	12	1	0.00019	0.0003
160,934	1,609.34	5,310.83	63,360	5,280	1	1.60934
100,000	1,000	3,300	39,370.1	3,280.84	0.62137	1

2. 面積換算表

公 畝	平方公尺	平方公分	坪	平方吋	平方呎	英 畝
are	m ²	cm ²	tsubo	in ²	ft ²	acre
1	100	1,000,000	30.25	155,000	1,076.39	0.02471
0.01	1	10,000	0.3025	1,550	10.7639	0.000247
0.000001	0.0001	1	—	0.155	0.001076	—
0.000006	0.00065	6.5452	0.0002	1	0.00694	—
0.033058	3.30579	—	1	5,123.98	35.5832	0.00082
0.000928	0.09290	928.99	0.02810	144	1	0.00002
40.47	4,046.87	—	1,224.12	—	43,560	1

* 1 甲 = 2,934 坪 = 9,699 m² 1 公頃 = 3,025 坪 = 10,000m²

3.其他

1 大氣壓 (atm) = 10.333 m 水頭 = 33.90 呎水頭 = 760 mm 汞柱高 = 29.92 吋汞柱高 = 14.7 psi = 1013.2 毫巴。

1 磅 / 吋² (psi) = 2.31 呎水頭

1 馬力 (hp) = 550 秒呎磅 = 746 瓦特。

1 節 = 1 哩 / 時 = 1.1516 哩 / 時 = 0.5148 公尺 / 秒 = 1850 m / hr 。

1 毫巴 (millibar) = 0.001 巴 (bar) = 1,000 達因 / 公分² = 0.02953 吋汞柱高。

1 吋 / 平方哩逕流 = 26.9 秒立呎日 = 53.3 畝 - 呎 = 2,323, 200 立方呎。

1 公分 / 時 / 平方公里流量 = 2.78 立方公尺 / 秒

1 卡熱量 = 0.00397 BTU

4.體積換算表

立方吋	美製加侖	英制加侖	立方呎	立方公尺	畝-呎	秒立方呎日
in ³	U. S. gal	Emp. gal	ft ³	m ³	acre-foot	sfd
1	0.00433	0.00361	5.79×10 ⁻⁴	1.64×10 ⁻⁵	1.33×10 ⁻⁸	6.70×10 ⁻⁹
231	1	0.833	0.134	0.00379	3.07×10 ⁻⁶	1.55×10 ⁻⁶
277	1.20	1	0.161	0.00455	3.68×10 ⁻⁶	1.86×10 ⁻⁶
1728	7.48	6.23	1	0.0283	2.30×10 ⁻⁵	1.16×10 ⁻⁵
61,000	264	220	35.3	1	8.11×10 ⁻⁴	4.09×10 ⁻⁴
7.53×10 ³	3.26×10 ⁵	2.71×10 ⁵	43,560	1,230	1	0.504
1.49×10 ⁸	6.46×10 ⁵	5.38×10 ⁵	86,400	2,450	1.98	1

* 1 公升 (ℓ) = 0.001 立方公尺 = 0.0353 立方呎 = 0.264 美加侖
 1 立方公尺 (m³) = 10⁶ 立方公引 = 811 畝-呎 = 409 秒立方呎日。

1 桶 (barrel) = 5.773 立方呎 = 0.1634 立方公尺

1 acre in / hr = 1.008 cfs

5. 流量換算表

加侖 / 日	立呎 / 日	美加侖 / 分	英加侖 / 分	畝-呎 / 日	立呎 / 秒	立米 / 秒
gal / d	ft ³ / d	gpm	Imp gal / min	acre-ft / d	cfs	cms
1	0.134	6.94×10 ⁻⁴	5.78×10 ⁻⁴	3.07×10 ⁻⁶	1.55×10 ⁻⁶	4.38×10 ⁻⁸
7.48	1	5.19×10 ⁻³	4.33×10 ⁻³	2.30×10 ⁻⁵	1.16×10 ⁻⁵	3.28×10 ⁻⁷
1440	193	1	0.833	4.42×10 ⁻³	2.23×10 ⁻³	6.31×10 ⁻⁵
1728	231	1.20	1	5.31×10 ⁻³	2.67×10 ⁻³	7.57×10 ⁻⁵
3.26×10 ⁵	43,560	226	1.88	1	0.504	0.0143
6.46×10 ⁵	86,400	499	374	1.98	1	0.0283
2.28×10 ³	3.05×10 ⁶	15,800	13,200	70.0	35.3	1

6. 重量換算表

公 噸 ton	公 斤 kg	公 克 g	台 斤 kin	磅 lb	(美)短 噸 st	(英)長 噸 lt
1	1,000	1×10^5	1,666.67	2,204.62	1.1023	0.9842
0.001	1	1,000	1.667	2.2046	0.001102	0.00098
1×10^{-6}	0.001	1	0.00167	0.0022	1×10^{-8}	9×10^{-6}
6×10^{-4}	0.6	600	1	1.323	6.6×10^{-4}	5.9×10^{-4}
4.53×10^{-6}	0.4536	453.59	0.756	1	5×10^{-4}	4.46×10^{-4}
0.9072	907.185	907,185	1,511.97	2,000	1	0.893
1.016	1,016.05	1,016,047	1,693.44	2,240	1.12	1

● 精選試題 ●

【題一】 列舉10個水文字彙之中英文名稱並簡釋其要義。

解答：

蒸發 Evaporation 液相之水受熱，分子活動力增強終至脫離液面形成氣相為水汽。

雲 Cloud 水汽在大氣中飄浮，遇冷則部份凝結成細小水珠是為雲

降水 Precipitation 雲之重量如不能為空氣浮力承擔則落下稱為降水。

截留 Interception 降水落於地面前有部分落於樹葉上或房屋建築物之上，不落於地面謂之截留。

窪蓄 Depression storage 降水落於地面後一部分蓄存於地面窪地中是為窪蓄。

入滲 Infiltration 降水落於地面後一部分經由土壤滲入地面下。

蒸散 Transpiration 降水入滲後溶解於土壤有機物中，為植物根系所吸收，由蒸葉將水散逸空中是為蒸散。

可用水分 Available water 介於田間含水量與凋萎點間之水分稱之。

田間含水量 Field capacity 土壤能充分供給葉蒸及地面晞嘆之含水量。亦可定義為重力排水完畢後土壤中之水份含量。

凋萎點 Wilting point 表示植物不能由土壤吸取水份時之土壤水份含量。

可降露露（水量） Precipitable water 大氣中所含全部水分。

【題二】 簡述現代水文研究之情況

解答：現代水文發展已由經驗式水文測量

進入合理式流域分析

而發展為理論式水文模式研究。

自 1950 年後配合電算機之快速發展，水文科學亦步亦趨一日千里，理論水文學之研究大致可分為確立型及序率型。

(a) 確立型：以數理方式分析降水及逕流間之因果關係 $P \propto R$ ，假設自然界水文現象皆遵守物理定則確立不變。

(b) 序率型：假設水文歷程仍依照機率定律，又可以非時變性及時變性兩不同特性而分為機率式及序率式。

(b-1) 機率式假定水文事件發生、分佈與時間無關。

(b-2) 序率式方式則假定水文事件之發生與時間成函數關係。

總而言之，理論水文學大致為以數學統計基礎，配合電算機之應用，以從事水文之預測、校驗及模擬。

【題三】 水文分析所需資料有若干，試列舉之。

用 途	分 類	所需水文資料主要種類
1 流域經理 土壤冲刷控制 湍流控制	降 水	雨量強度及延時。
	地下水	入滲容量、地下水水位及降水量。
	土 壤	土壤性質、廣袤及冲刷，地表逕流之含沙量、土壤水分。
2 洪水控制	降 水	暴雨降水量、強度、延時、面積及途徑，冰雪測量。
	水 位	最高水位，洪水期水位線，洪水波在本河及支流之進行，洪水位縱剖面。
	流 量	最高流量，洪水頻率，洪水流量歷線。
	沉 滓	浮懸質及河床質負荷轉運率。
灌 溉	降 水	作物季節降水，年變化，最小降水，冰