

# 第一章 概 况

## 第一节 自然地理

台湾岛地处我国南海和东海的分界线位置，隔台湾海峡与祖国大陆相望。海峡最狭的地方只有 130km，水深平均 100m，最大水深不超过 200m，海底坡度非常平缓，底质大部分为砂质。东侧面临太平洋，海岸陡峻。

### 一、地质和地形

台湾岛位于欧亚大陆板块与太平洋板块的接触带上，接触分界线位于花莲至台东之间的台东纵谷。纵谷以西属欧亚板块，以东即为太平洋板块。由于板块运动，太平洋板块向西移动，至此遇到欧亚板块的阻挡而转入地壳，使原位于岸外的海岸山脉寄舶于台湾岛的东侧。就地质构造而言，台湾岛与大陆同属于欧亚板块的一个单元，而台湾岛东侧的海岸山脉则属于另外一个单元。

台湾岛的地层，以第三纪海相沉积为主体，主要分布于西部地区。中央山脉东半部则为中生代和古生代变质岩地层所构成；西部山麓地质区由第三纪碎屑岩层组成。东部海岸山脉地质区由新生代第三纪岩层组成，以火山岩、沉积岩、碎屑沉积岩等组成。

台湾岛由于受到东侧海洋板块的不断挤压，产生造山运动，地表仍在不断隆起，根据碳 14 同位素定年法测定，中央山脉的上升率高达每年 4~5mm，因此台湾本岛为一地质年代甚轻的褶皱山脉地区，岛内高山叠起，山脉的走向与岛的狭长走向近乎平行，有中央山脉、雪山山脉，玉山山脉和阿里山山脉，与东部的海岸山脉合称为台湾的五大山脉。其中以中央山脉为主干，形成台湾岛的脊梁，也是台湾岛东西部河川的分水岭。

由于上述地质构造的特点 台湾是一个高山岛屿 地形起伏变化很大 且极为陡峭。岛内多高山少平地 其最高峰高达 3950m 其中超过 3000m 的高山有 200 多座 海拔 1000m 以上的山区面积占全岛的 32%，100~1000m 的浅山丘陵台地占 31%，100m 以下的冲积平原占 37%。

### 二、气候和降雨

#### (一) 气候

台湾位置介于全世界最大的大陆和海洋之间，北回归线通过其中部地区，因属于热带

和副热带海洋性气候区，同时受亚洲季风和岛内高山地形的影响，台湾的气候以高温、多雨和强风为特征。但此三者随季节的变化和区域性差异甚为明显。

台湾平原的年平均温度高达  $22^{\circ}\text{C}$ ，4 月份之后平均温度即达  $20^{\circ}\text{C}$  以上，且长达 9 个月之久。其中 6~9 月为最热，平均温度在  $26\sim 28^{\circ}\text{C}$  之间，平均最高日气温超过  $30^{\circ}\text{C}$ ，同时南北两端的温度无多大差异。从 11 月至翌年 3 月称为凉季或冷季，除山区外各地最冷月平均温度多在  $15^{\circ}\text{C}$  以上，平均最低温度亦在  $10^{\circ}\text{C}$  以上。遇寒流来袭，温度才会骤降。至于山区，主体气候明显，随高度可具体分为热带、亚热带、温带和寒带四个气候区。

台湾北部台北市 10 以上年积温达  $6925.5^{\circ}\text{C}$ ，西南部、中部地区的积温就更高，光热资源极为丰富，很适合热带、亚热带作物的生长。

## (二) 降雨

台湾全岛多雨，平均年降雨量达  $2515\text{mm}$ ，山区多达  $3000\text{mm}$  以上，而最高地区可达  $6000\text{mm}$ 。台湾全岛降雨受季风和地形的影响很大，一般山区多于平原，东部多于西部，北部又多于南部。

### 1. 降雨类型

由于季风和地形的影响，台湾的降雨主要有 5 种不同的类型。

(1) 东北季风雨，主要发生在冬季北部地区。冬季东北季风盛行期间，台湾北部为雨季，大多为连续阴雨，降雨强度小，而此时南部地区为旱季。

(2) 锋面雨，即梅雨，常形成全省在 5、6 月份的连绵降雨。这类雨历时短，强度虽然不大，但常形成大范围降雨，降雨总量大，会形成河道洪水和农田积涝。

(3) 局部地形雨，常发生于冬季西南地区的山地。

(4) 雷雨，夏季西南季风盛行期间，易产生对流性雷雨，盛夏各区皆有，但西南部和山地较多。

(5) 台风雨，7、8 月份最盛。台风系指西北太平洋地区所发生的热带气旋，它除具有暴风外，也常带来暴雨或大暴雨（台称豪雨）。台风雨一般短历时的雨强很大，台湾雨量站记录到的 10min、1h 极端点雨量分别达  $75\text{mm}$ 、 $200\text{mm}$ ，这常形成河道洪峰流量急增和水位陡涨，造成水土流失、河道堤防被冲毁和农田被淹。这一雨量常是农田排水或河道防洪设计等的主要水文依据。

### 2. 降雨量及其年内分配

根据 1949~1990 年 42 年的降雨资料，绘制出台湾年降雨量等值线图，如图 1-1 所示。其年降雨总量为  $90.5 \times 10^9 \text{m}^3$ ，各分区年雨量以北部区域最为丰沛（ $2934\text{mm}$ ），东部区域次之（ $2715\text{mm}$ ），南部区域又次之（ $2501\text{mm}$ ），中部区域最少（ $2081\text{mm}$ ）。

台湾各月降雨分配很不均匀，降雨多集中于 5~10 月，占全年降雨量的 78%。台湾各区域月雨量分配情况，以北部区域较为平均，愈向南则分配愈不均匀，每年 5~10 月雨量由北部区域占全年降雨量的 62% 增至南部区域的 90%。最大月雨量北部区域集中于 8~10 月，中部区域集中于 5~8 月，南部区域集中于 6~9 月。最小月雨量各区则均发生于 11 月至次年 2 月。



其中台湾本岛面积约 3.58 万  $\text{km}^2$ ，南北长度 394km（北起富贵角，南至鹅銮鼻），东西宽度如果取浊水溪口到秀姑峦溪口的直线距离约 140km，台湾本岛海岸线长约 1139km 海岸大都平直，缺乏优良港湾。

台湾全岛共有河川 129 条，以中央山脉为主要分水岭。河川多为东西流向，分别流入台湾海峡和太平洋。由于河川发源地地势高峻，流路短促，比降较大，许多急流河川与海口多为卵石沉积，此乃河川特性之一。其次，河川流量变化很大，除降水原因外，据环境部门的资料称：“各河川上游地区，因天然覆盖不良，森林砍伐，河川宽度甚为狭窄，暴雨洪水汇集极快，致洪水量极大”；枯水又常“涓涓细流”，甚至涸竭，“故其枯水量与洪水量之比值极小”。第三，河川含沙量大，主要分水岭的地质多粘板岩，比较脆弱，加之“森林保育欠佳”，一经暴雨，上游土砂、石砾极易崩坍，冲入河川。第四，河道分叉，蜿蜒曲折。因洪水流速极大，砂砾又多，使河川很不稳定，有的则常改道，形成蜿蜒曲折的河形。第五，河床面积大，台湾河川一大特色便是“河川腹地甚广”。

## 二、水利建设情况

### 1. 水文

台湾雨量丰沛，年平均降雨量 2515mm，台风季节雨量更甚，降雨时空分布不均，强度变化甚大，需建立密集的观测站网。至 90 年代，干、支流已有流量站 133 处、雨量站 938 处。多数流量站均有含沙量实测记录。在平原地区还有地下水文观测站 332 处。水质监测站 79 个。

### 2. 防洪

台湾主要河川有 21 条，现有堤防 1978 km，护岸 588 km，各类丁坝 8026 座，防潮堤 97km

### 3. 农田水利

台湾现有灌溉面积 40 万  $\text{hm}^2$ ，占总耕地面积 87 万  $\text{hm}^2$  的 46%，大小水渠总长超过 60000km，拦水坝 1634 座，水闸 19798 座，渡槽 5056 座，机井 20.6 万余眼。

### 4. 水库

台湾共有大小水库 35 座，蓄水总量 25 亿  $\text{m}^3$ ，有效库容 18.28 亿  $\text{m}^3$  以曾文水库库容最大，总库容为 7.08 亿  $\text{m}^3$ 。台湾地区水库大、中、小型划分标准与祖国大陆略有差别，大型水库库容标准为 1 亿  $\text{m}^3$  以上，中型水库库容标准为 1 亿  $\text{m}^3$  以下至 500 万  $\text{m}^3$ ，库容 500 万  $\text{m}^3$  以下为小型水库。

### 5. 水力发电

台湾地区现有装机容量 159.3 万 kW，施工中有 31.7 万 kW，抽水蓄能 260 万 kW。

### 6. 水资源利用

台湾地区 90 年代平均年用水量 176 亿  $\text{m}^3$ ，其中农业用水占 77%，生活与工业用水占 23%。1998 年的资料显示，年用水量为 194 亿  $\text{m}^3$ ，其中农业用水量 150 亿  $\text{m}^3$ ，占 77%；公共给水量 27 亿  $\text{m}^3$ ，占 14%；工业用水量 17 亿  $\text{m}^3$ ，占 9%。

### 三、水土保持

台湾的水土保持工作始于 1952 年，由“农委会”的前身——“农复会”推动。当时仅以零星、个别的农地作水土保持示范。从 1965 年开始，台湾省山地农牧局（水土保持局的前身）实施区域综合水土保持，以改善坡地农业经营环境，促进土地的合理利用。每个面积在 50hm<sup>2</sup> 以上的区域，实施水土保持，兴建农路及灌溉渠道等公共设施，并辅导农业经营。90 年代以来，山坡地利用趋于复杂，为促进保育利用的多元化功能，实施了以坡地农村为中心的整体性保育利用，以改善生产和生活环境。台湾水土保持工作主要包括山坡地保育利用、治山防洪、山坡地紧急防灾、集水区调查规划、山坡地利用管理、水土保持及集水区研究。

台湾广泛采用的水土保持方法主要有以下几种。

(1) 平台阶段。此方法为台湾早期最主要的水土保持方法，相当于水平梯田。但这种方法施工费高，而且机械作业不易。经改善增辟作业道及联络道，节省作业及搬运劳力达 62%。

(2) 山边沟。这是台湾最主要的水土保持方法，它可以减短坡长，分段截泄径流，以防止土壤冲蚀，并可提供田间作业道路。山边沟这种水土保持措施原由美国引进，沟为梯形断面，后经廖绵濬博士改良为三角形断面，并且加以推广。对于农场内的冲蚀沟，配合山边沟构筑或整体作业，进行有系统的整治。蚀沟两旁坡面整理后，即打桩埋草束种植百喜草，并配合简易构造物，如蛇笼坝。

(3) 果园山边沟配合覆盖与敷盖，构成新型坡地果园水土保持以及省工的经营模式。百喜草是水土保持植生的优良草种，已被用作覆盖作物、山边沟植草、台壁植草、草带法、农路、边坡稳定及草沟上。农路及边沟种植草类，可以收到坡面稳定的效果，并可减省维护费用，保持自然景观。

(4) 植草的排水沟，已在陡坡上发展成功，取代了工程构造物；在山边沟或联络道与安全排水沟的衔接处，则以过水面取代涵管。

台湾为解决水土保持工作中存在的问题，采取了以下对策。

(1) 扩大水土保持教育与宣传。加强水土保持教育宣传，传播水土保持知识，以使大家重视维护水土资源。

(2) 制定法令规章，加强山坡地保育利用管理。制定各项水土保持处理规范及审核标准，同时加强山坡地利用管理，严格执行申报制度，坚决取缔山坡地违规使用行为。

(3) 落实水土保持试验研究，提高水土保持处理技术。建立台湾地区山坡地基本资料库，制订适合本地情况的水土保持技术规范。同时，推动成立水土保持试验所，提高台湾水土保持技术水平。

(4) 山坡地整体保育利用。在大面积山地上实施综合性水土保持，兴建农路及灌溉等公共设施，并辅导农业经营，以建立区域性综合水土保持区。

(5) 治山防洪整体治理。政府推动治山整体治理计划，按集水区上、中、下游作系

规划，从增加森林覆盖、保育土地、防治崩坍，抑止泥沙下移至河川，循序标本兼顾，以达到维护土地保安、促成保育利用、减少泥沙洪水的目标。

(6) 制订重大坡地灾害紧急处理计划。针对环境敏感及特殊地质灾害地区，诸如梨山地滑、新浦湖口台地崩坍及澎湖外安地滑等，邀请学术研究单位调查探讨灾害原因，规划具体治理方案，并通过“台湾省坡地灾害防治技术小组”协调有关单位共同处理。

(7) 推广水土保持工作，融合自然景观、生态保育的理念。水土保持处理应尽量兼顾生态保育与景观的调和，将水土保持、环境保护及生态保育相互兼顾，确保提高台湾的生活环境品质。

## 四、水 利 法 规

台湾有关部门制定的水资源管理主要法规有数十种。主要有“水利法”，该法首次制定时间为 1942 年，全文 71 条，1943 年 4 月 1 日施行，后又于 1955 年、1963 年、1974 年、1983 年进行过修改，现为 99 条。1994 年 11 月又颁布了“水土保持法”及“山坡地保育利用条例暨施行细则”，此外还有 1987 年颁布的“台湾地区地下水管制办法”等。

## 五、水利体制与水利投入

### 1. 台湾地区水利机构

台湾地区的水利机构分为三类，即 水利主管机关； 水利目的事业单位； 水利目的事业单位主管机关。“经济部”为水利主管机关，负责水利行政、政策、法规、管理、水利建设的督导及长期计划与重大计划的审核。具体负责水利业务的单位原为“水利司”与“水资会”。20 世纪 90 年代“水利司”与“水资会”合并，改为“水资源局”。其他水利事业以省（市）政府为主管机关，主要负责地区水利建设计划的执行与管理，由“建设厅”下设的“水利局”或“工务局”负责。近年台湾省水利部门独立成立“水利处”，负责全省水利行政事务。县（市）部分以县（市）“政府”为主管机关，以水利设施的管理及维护为主，由“工务局”或“建设局”负责。

水利目的事业单位包括各地农田水利会、自来水公司、台电公司等，业务分为 家用及公共给水； 农业用水； 水力用水； 工业用水； 污染防治； ⑥游憩；⑦水运等。

水利目的事业单位主管机关有“内政部”、“农委会”、“经济部”、“环保署”及“交通部”等（详见第十一章）。

### 2. 水利投入

台湾地区自 1980 年至 1990 年间水资源投资额为 2364 亿台元，平均每年约 236 亿台元。而“六年计划”（1992~1997 年）中又有较大增长，水源开发、防洪、公共给水、灌溉排水、集水区治理、水污染防治、水力发电等项合计 10750.09 亿台元。其中水污染防治费为 3385 亿台元，占 31.49%。

### 第三节 水利简史及近期发展过程

#### 一、水利简史

台湾大学吴建民教授在“台湾地区之水资源”一文中介绍，台湾水利开发历史较长，可划分为五个时期，即“台湾之史前水利”、“明清时代之台湾水利”、“日治时代之水利”、“光复初期之台湾水利”和“近期之台湾水利”。现分述如下。

##### 1. 台湾的史前水利

《台湾通史》自序中说“台湾固无史也，荷人启之，郑氏作之，清代营之，开物成务，以立我丕基，至于今三百有余年矣……”吴教授认为，“台湾有一段相当长的史前史。就水利而言，由台湾史前文物遗址和早期平埔族生活，考证台湾早期人民生活圈都远离高屏溪、浊水溪、淡水河和兰阳溪等大河流域。高屏溪流域开发是郑成功之后，浊水溪是施世榜（长令）建设八堡圳以后，淡水河是郁永河探险以后、兰阳溪是吴沙等开垦以后之事”。这与一般规律相反，其原因，一是台湾河川坡陡流急，河岸变迁频繁，“十年河东，十年河西，破坏性甚强，居住于大河流两岸固然平时取水容易，洪水时则生命难保”。二是“河道两岸因湿气过重，瘴毒猖獗，人多患恶性症疾或赤痢等症，致死者不计其数”。故早期台湾地区水流附近无居民生活。

##### 2. 明清时代的台湾水利

据台湾八堡水利会史记载：“康熙四十八年，有凤山拨贡吞陞兵马指挥施世榜者，欲图与设水利，藉以开拓荒芜，得福建都督之允准，投资九十五万元，开发水利，名曰浊水溪（亦曰施厝圳），以导引浊水溪上游之水流，灌溉东螺东堡（田尾）…等八堡之农田。”故后称八堡圳（渠）。由于该引水工程，促使浊水溪下游冲积平原成为台湾地区之农业中心。自乾隆末年到嘉庆、道光年间，又陆续开圳道。清代末，“芝兰堡之埤圳发展呈现新貌”，并逐渐形成早期士林地区的繁荣景象，这与当时水利事业的发展密不可分。

##### 3. 日治时代的台湾水利

据吴教授介绍，日本人占据台湾 50 年中，由于台湾发展农业的需要，注重水利的开发，进行“改旧建新”，渐入“科学之治”。但二战时期，加上 1941 年、1942 年、1943 年连续三年灾害，堤防破坏、渠道田地损毁无收。30 年代制订的全岛土地改良方案，拟新设工程 51 处，改良面积 60 万  $\text{hm}^2$ 。后因战事影响，仅完成一处而已。至 1945 年日本投降时，全岛灌溉总面积共有 561999 $\text{hm}^2$ 。

此外，自来水设施、水力能源设施也进行了一些建设。1918 年在台北龟山兴建水力发电厂，是台湾电力发展之开端。台湾光复时，大小水力电厂共有 28 座，装机容量 22.1 万 kW，为当时火力电厂装机容量 5.4 万 kW 的 4.1 倍。但二战末期，水电设施遭盟机轰炸及台风、洪水的侵袭，发电设备几乎全毁，光复时实际供电能力尚不足 6.5 万 kW。

##### 4. 光复初期的台湾水利

台湾在 1949 年以前，主要是积极进行修复工作，修复的设施包括防洪设施、灌溉设施、自来水设施和水利能源设施。防洪方面，是主要河流堤防的修复及新建，截至 1949 年修复及新建主要河流堤防工程的总长为 63.5km，丁坝 278 座；次要河流堤防工程总长 12.5km，丁坝 19 座。同时还进行了一些抢修工程，以利防汛准备，共抢修堤防及护岸工程 51.2km，丁坝 258 座。

在灌溉方面，在光复接管后，先将受灾部分在短期内全部修复，日人未完成的大小工程 17 处进行复工。截至 1949 年全岛灌溉面积总计 599490hm<sup>2</sup>（其中 1945~1949 年实际增加 4 万余 hm<sup>2</sup>）。

自来水设施，在二战期间损毁最为严重，且维修困难，日总供水量由最高时的 23600m<sup>3</sup> 降至约 10000m<sup>3</sup>，供水人口自 142 万人减至 104 万人。光复后台湾省政府协助台北、基隆、高雄、新竹、台中、嘉义等重要都市整修自来水设备，增加或恢复供水能力。1949 年又全面修复乡村自来水系统 77 处，受益人口达 19 万人。经 5 年的努力，使自来水供水量与受益人口基本达到第二次世界大战前的水平。

在水力能源设施方面，台湾光复初期电力不足，1946 年 5 月 1 日台湾电力公司正式成立，当时电力系统以大观、钜工水力发电为中心，开始进行修复工作，其他各厂亦进行抢修，至 1950 年 11 月基本完成复旧工作。

### 5. 近期发展

据吴教授介绍，近 50 年台湾水利主要在 8 个方面有较大的进展，对台湾经济的发展起到了不可低估的作用。水利功不可没。

(1) 防洪工程方面。以保障人民生命财产安全为前提，继续修建防洪工程。其工程量与 1949 年比较成倍增加。截至 1992 年底，已有堤防 1978km、护岸 588km、丁坝 8026 座。

(2) 海堤工程方面。台湾四面环海，台风频繁，沿海低地区常遭潮浪侵袭及海水倒灌之害，为此兴建了海堤工程 97km、护岸 14km、丁坝 51 座。

(3) 农田水利设施方面。自 1956 年配合土地改革政策的实施，将当时 40 个水利委员会合并为 26 个农田水利会，1968 年台北市改制，又将这 26 个农田水利会并为 22 个。1975 年 1 月发布实行“台湾省加速农村建设时期健全农田水利会实施要点”后，又将农田水利会调整为 14 个。1982 年 6 月台湾地区农田水利会为 17 个。这个“水利自治团体”的运作发挥了很大作用，使台湾农田水利事业得到稳步发展。截至 1992 年，属 17 个农田水利会管辖的大小渠道 60502km，拦水坝 1634 座，水闸 19798 座，渡槽 5056 座，其他工程 154776 座，灌溉排水面积 400308hm<sup>2</sup>，占耕地总面积 870463hm<sup>2</sup> 的 45.99%。

(4) 区域排水设施。在河川出口近海地段，设置防潮闸，防止海水倒灌，避免潮汐浸入，兼顾排水，对农业生产贡献很大。截至 1992 年，共完成改善排水路 82 km、构造物 160 座，改善浸水面 4570 公顷。

(5) 水库设施方面。台湾早期就有水库，截至 1992 年底，有大小水库 35 座，70 年代之后完成的居多，如最大水库——曾文水库，总库容 7.08 亿 m<sup>3</sup>。20 世纪 90 年代又建成了南化水库。

(6) 地下水开发方面。地下水的利用始于日本侵台初期，地下水源勘察工作，历时 5 年

时间，于 1959 年完成。地下水开发是以供应都市及工业用水为主，由于大量的开采，曾导致台北盆地发生严重的地层下陷。1972 年台湾公布了台湾地区地下水管制办法。

(7) 自来水设施方面。1963 年前，经过 13 年的努力，完成了 257 处新、扩建供水工程。此间供水人口由 202 万人增至 388 万人，约增加 92%。出水量由  $346600\text{m}^3/\text{日}$  增至  $801712\text{m}^3/\text{日}$ ，约增加 131%。以后台湾又进行了三期规划，逐步扩大供水量与供水人口。截至 1991 年，自来水供水人口已达到 1731 万人，平均每人每日用水量为 355L。

(8) 水力能源方面。近 50 年来，台湾积极开发水力能源，迄今已有水力发电装机容量约 156.5 万 kW，为光复时的 6.17 倍。结合流域治理与开发，梯级开发也有较大进展，如大甲溪的开发，已开发 86.49 万 kW。

## 二、近期发展过程

自 1945 年二次世界大战结束后至今 50 余年，台湾水利为台湾经济发展及改善人民生活、供给工农业生产用水都作出了卓越贡献。台湾省前水利局局长谢瑞麟先生 1999 年撰写的“台湾水利之回顾与展望”一文，较系统地介绍了台湾水利半个世纪的发展过程。他把这一发展过程划分了四个时期，即农业复兴期（1945~1955 年）；粮食增产期（1956~1970 年）；加速发展期（1971~1985 年）；稳定成长期（1986 年至今）。

### 1. 农业复兴期

由于第二次世界大战期间“人力及资源均耗费于战争，水利设施缺乏维修，加上水灾损毁，水利设施无法发挥应有的功能”。稻米产量减半，年产仅有 64 万 t，造成粮荒。为增产粮食，台湾积极振修水利设施，组织水利委员会，加强灌溉，在 10 年的时间里使粮食年产量超过战前，达 160 万 t，但由于 1949 年国民党撤退，台湾人口剧增，粮食仍供给不足。

### 2. 粮食增产期

“耕者有其田”土改政策的实施、农业技术改良、水利开发（开始建设较大型水利工程，如石门、大埔、明德、白河、曾文等水库）以及“轮流灌溉”的实施，使台湾的粮食产量大幅度增长。美援农村复兴计划于 1968 年结束，至 1971 年，台湾稻米年产量达到 240 万 t。在此期间，生产结构亦发生变化：60 年代农业占全台经济的 27.5%，工业占 24.4%；至 1971 年，农业占 13.1%，工业占 38.9%。农业人口总数也由 50%降为 28%，人均年生产毛额为 443 美元，故又称这一时期为“产业转型期”。

### 3. 加速发展期

据谢先生介绍，生产结构转型后，工业用地需求增加，生产原料的运输及产品的流通，使完善交通设施成为必需，因此，台湾扩大基础建设，修建高速公路，建设航空机场，扩建商港设施，建设钢铁、石油、电力等基础设施。而在农业方面，由于农业人口转移工商或服务业，缺乏劳力，农户家庭收入降低，仅为非农户收入的 70%。为促进农业现代化，当时采取“加速农业建设，改善农村生活”的方针，大力推广机械化耕作，兴办农田水利建设，把重点放在防治洪水灾害及改善排水设施上。早期的排水设计采取最大纪录“三日暴雨三日排除”的标准，但对高价值作物，如豆类、蔬菜，其排水标准又要高些，采用十年

一遇的暴雨“一日内排除”的标准。这一时期的另一特点是都市人口增加，公共给水设施严重不足，急需增辟水源及建设净水与输水、配水设施。1963年依据“自来水法”筹设全省性自来水公司，合并全省128个水厂，于1964年元月成立“台湾省自来水公司”统一经营，并进行统一水价的改革。为开发供水水源，这期间兴建有新山、翡翠、宝山、永和山、石门坝、仁义潭、镜面、凤山等水库及澎湖县兴仁、东街两座水库。特别是翡翠水库，其地位和作用相当于北京的密云水库，为台北市的主要供水水源，并实行“封闭式”的管理，严格保护水质。

这一时期的台湾经济高度发展，带来的负面影响—环境污染问题日益突出，主要是水污染及废弃物的处理问题。尤以天然河川变成排污河，河川地被用来弃置废物，造成严重的水环境污染。为此，台湾水行政主管部门于1974年公布了“饮用水管理条例”、“水污染防治法”、“废弃物清理法”等有关环境法规，作为组织措施，在省、县（市）成立环保单位，负责环保工作。

#### 4. 稳定成长期

自1986年起至今，台湾年总生产毛额显著增长，由6592百万美元提高到62062百万美元，1997年的人均生产毛额则为13200美元。由于个人所得增加，生活多样化，饮食习惯也在改变，如大米的消费，1960年每人每年消费的米量约为130kg，肉类约20kg，现在大米消费量降为58kg，而肉类消费量上升为75kg，蛋类消费量为17.5kg，增加了几倍。在用水方面，每人年用水量大量增加，如20世纪60年代人均日用水量不到250L，90年代台北市人均日用水量超过400L，全省平均值超过300L，据谢先生介绍，这一用水量已超过欧洲发达国家的平均值（280L）。美、日节约型家庭的人均日用水量约为140L，而发展中国家的人均日用水量约80L。谢先生认为目前台湾用水存在浪费问题。台湾的工业用水早期依赖地下水，但由于超采，导致部分地区发生地层下降，台北盆地30年间下沉量最大达到2.3m，地下水管制办法于1971年公布实施。

## 第四节 水资源可持续发展纲领计划

### 一、水资源可持续发展方略

台湾水利界对土地与水资源的“永续经营”十分重视，1998年12月在台北召开了土地及水资源会议，并以“追求国土与水资源的永续经营”为主题，强调了“追求永续发展”、“国土与水资源供需相互配合”、“开发行为明确合理设限”、“整合水资源保育与经营管理”。会议反映若干观念或者叫思路，值得借鉴。如土地规划必须考虑其合理性及永续性（即可持续发展），同时强调在“土地保安、生态保育、人民生命财产保障的前提下，考虑与环境协调共生的土地利用政策”；又如“国土的开发利用应以水资源供应能力为上限”；再如“充分考量土地开发利用对水资源涵养、用水供给及水患防治的冲击”，“河川整治与都市更新、都市排水、水土保持、交通设施改善等公共建设相结合，作整体规划”以及“严格管

制一切开发行为，杜绝违规使用”等等。

台湾在水利未来的展望中，也突出了“可持续发展”即“永续发展理念”这一观念。重视联合国通过的“里约宣言”、“21世纪议程”(Agenda 21)的基本观点：“经济发展不能沿用传统的牺牲资源和环境为代价的发展模式，而是以不降低环境质量和不破坏地球自然资源基础的模式求发展”。1996年3月台湾水行政部门提出了一个“338”政策纲领（编者归纳），即三个政策，三个行动原则，八点行动策略。

#### 1. 三个政策

- (1) 加强自然环境保育，维护优质水源永续供应。
- (2) 实现水资源永续利用，满足人类淡水的基本需求。
- (3) 防治旱涝灾害，保护人民生命财产。

#### 2. 三个行动原则

- (1) 生态保育与开发利用兼顾，避免造成不可回复的生态环境破坏。
- (2) 节流与开源并重，有效利用珍贵的水资源。
- (3) 建立资源有偿使用机制，实行使用者付费，促进水资源的合理利用。

#### 3. 八点行动策略

(1) 健全水利管理组织体系，加强联系协调，并根据社会经济发展的需求，全盘检讨、修订水利法及相关法规，以促进政府水利行政效率。

(2) 加强水资源调配，健全用水管理制度，促进区域间供水调度能力，且积极推动节约用水，提高用水效能，建立节水型社会。

(3) 积极增辟水源，根据未来用水需求，并兼顾经济效益与公平正义原则，采取适当措施，回馈水源区居民，以利加速推动水资源开发。

(4) 整体规划治理并有效管理河川，积极消灭洪灾损失，并制定河川地整体规划与重划政策，促进河川空间多目标利用，维护河川生态机能，建立新水环境。

(5) 加强集水区的治理、保育及管理，涵养水资源，以维护水系的自然环境与生态机能。

(6) 加强地下水保育与海岸管理，防止地层持续下陷，有效保护水土资源。

(7) 整合水资源科技研发体系，并推广国际交流与合作，提高水资源科技水准，以促进水资源工作品质。

(8) 加强水资源专业人员的培训，广泛开展爱护水资源的教育，以提高水资源专业人员素质，并促进群众爱护水资源。

## 二、台湾水资源纲领计划

台湾地区战后就着手进行系统的水资源开发计划，先后完成重要河川流域水资源多目标开发规划。从20世纪70年代开始，由于台湾地区人口及经济增长迅速，用水及需求结构变异甚大，必须对水资源进行综合规划、调配和利用，并由“流域性”规划阶段进入“区域性”水资源整体规划阶段。将台湾地区水资源区域调整为北、中、南、东四区，再划

分为 18 个用水区，分别研究水资源开发供需方案，已完成以 2021 年为目标年的“台湾地区水资源开发利用供需分析”。各区域未来的水资源开发方案将以满足生活及工业用水的需要为主（农业用水维持现有用水量，不另开辟水源），到 2021 年，估计需增水量每日约 798 万  $m^3$ ，与 1992 年相比，相当于每年需增水量约 29.15 亿  $m^3$ ，须另辟水源供应。

台湾地区水资源纲领计划的主要策略包括：维持农业用水不再增长；全面推行节约用水；改善现有供水及用水设施；提高水资源经营管理效率；⑤产业东移；⑥加强水资源保育；⑦改善金门、马祖地区生活水准。

除上述“纲领计划”外，还有一个“水资源经理纲领计划”，主要是提供水资源经营管理决策，具有经营管理策略的导向作用，并作为促进水资源管理效率的指导方针。该“计划”以“区域为主体”并利用数学模式对区域内各类用水需求量进行预测，计算评估区域内水资源可利用的机率，同时模拟河川水质的变化趋势等，作为开发、利用、分配、水质管理及水资源营运等重要决策的参考依据。

作为今后水资源开发与规划的方向，台湾有关部门提出了以下原则：开源与节流并重；加强水资源保育，并提高现有水源的利用效率；区域性水平衡，并相互支援，改变需求，以适应有限资源；地表水与地下水联合运用；⑤水量与水质、能源与资源兼顾；⑥经济增长与环境保护并重，以求水资源永续利用。

近年来，台湾有关方面还呼吁“建立纲领计划法定地位”。

## 第二章 水资源开发利用

### 第一节 水资源开发

#### 一、概 述

台湾可资利用的水资源大致分为地表水和地下水两类。地表水包括河川、水库、湖泊、山涧溪流、池塘、伏流水及海水淡化等水源。目前主要的供水水源是自然取用的河川水、水库、池塘等调蓄水和地下水。

台湾开发地面水的方式有自然取水和建设水库闸坝工程蓄引水，而以建设水库为开发地面水的有效方式。早期水资源开发主要为农业灌溉，如 1924 年建成的桃园大圳，引淡水河的水进行灌溉，这是著名的引水工程。继而扩展到建设水库，为公共供水、工业用水以及水力发电提供稳定水源。

台湾 50 年代开始进行水资源综合规划和开发。1956 年台湾水资源统一规划委员会首先进行大甲河流域水利综合调查。在美国专家团协助下，于 1959 年完成台湾水资源规划，为以后各流域调查规划及开发架构奠定基础。1960~1962 年先后完成淡水河、大安溪、东港溪、林边溪及四重溪、花莲溪等河川的水力普查工作，以及浊水溪、乌溪及高屏溪的水资源调查规划。1963~1966 年完成头前溪、昇前溪以及西南平原地的水资源调查。1966~1971 年进一步开展大甲溪、乌溪、浊水溪和高屏溪的水资源调查规划，并对各流域水资源供需及可能开发途径提出结论意见和建议。

70 年代初，由于人口增长及经济发展，用水需求变化很大，而水资源开发费用日趋昂贵。为加强综合规划和开发利用，由流域规划扩大为区域规划，全台湾被划分为北部、中部、南部和东部四个区域，分别进行调查规划。1979 年水资源统一规划委员会综合完成了这四个区域的水资源整体规划。根据上述水资源规划，相继进行了水库建设，建成了许多水库供水工程。

台湾地下水开发方式主要是打井取用地下水。早期曾开采地下水，建设了第一座自来水厂。1949 年台湾糖业公司利用现代技术打深井取水灌溉甘蔗田。70 年代后，城市及工业用水量增加，养殖渔业蓬勃发展，竞相引用地下水，使台湾地下水进入全面开发时期。

1958 年台湾水资源统一规划委员会请美国专家团进行台湾地表水和地下水综合规划，研究地下水资源分区。最初，曾将地下水资源分布划分为 9 个区。以后考虑到地下水资源分区要与水资源综合开发计划相协调，将其调整为 4 个分区，即北部、中部、南部和东部分区。台湾地下水天然补给量（台湾称补注量）约 40 亿  $\text{m}^3$ （见表 2-1）。目前地下水实际

表 2-1 台湾地区地下水资源分区及地下水资源量估计 (1983 年)

水资源分区	水资源分区面积 (km <sup>2</sup> )	地下水资源分区面积 (km <sup>2</sup> )	地下水资源分区面积比例 (%)	地下水资源年补给量 (亿 m <sup>3</sup> )
北 部	7347	2410	33	4.72
中 部	10507	3340	32	16.14
南 部	10004	3650	36	16.64
东 部	8144	930	11	2.50
合 计	36002	10330	29	40.00

开采量已达到 70 亿 m<sup>3</sup>，大大超过天然补给量。

据 1991 年统计，台湾已有水井 206509 个，年抽水量 71.39 亿 m<sup>3</sup>。

## 二、供水水源与供水量

### (一) 供水水源

截至 1993 年，台湾已建成水库和水坝共 39 座，总库容 27.0 亿 m<sup>3</sup>，其中有效库容 20.98 亿 m<sup>3</sup>。年供水量 85.11 亿 m<sup>3</sup>（包括部分发电用水）。从建设时期看，1949 年前建成的有 8 座，1949~1965 年建成的有 9 座，1966~1993 年建成的有 22 座。正在施工的水库有 3 座，总库容 3.15 亿 m<sup>3</sup>，其中有效库容 3.02 亿 m<sup>3</sup>，预计年供水量 7.26 亿 m<sup>3</sup>。表 2-2 列出已建和在建水库的资料。地下水供水水源为水井，如前所述，台湾 1991 年有地下水井数 20 万个，年抽水量 71.39 亿 m<sup>3</sup>。

表 2-2 台湾已建和在建水库情况 (1993 年)

水库建成时期	水库数 (座)	总库容 (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	有效库容 (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	1993 年供水量 (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	水 库 名 称
1949 年前	8	371.72	239.27	1644.08	虎头埤、西势、乌山头、日月潭等
1949~1965 年	9	562.62	381.56	2296.01*	阿公店、石门、谷关等
1966~1993 年	22	1765.81	1476.89	4570.66*	曾文、成功、德基、宝山等
施工中	3	315.01	302.01	726.50	鲤鱼潭二期、南化二期、牡丹等

包括发电用水量。

### (二) 供水量

随着经济发展和人口增长对水需求的增加以及水利工程的建设，70 年代至 80 年代初，台湾供水规模呈增长趋势。1971 年台湾总供水量 168 亿 m<sup>3</sup>，至 1982 年达到 194 亿 m<sup>3</sup>。1982 年以后，供水量总体呈下降趋势，但不同年份也有起伏。供水量下降的原因，一是逐渐认识到水资源是有限的自然资源，对节水日益重视，并产生效果；二是农业灌溉中水稻用水量，稻米增产导致水稻种植面积减少，使农业用水量减少。台湾历年供水量见表 2-3。

台湾 1993 年总供水量为 171.06 亿 m<sup>3</sup>，地表水源供水量为 99.67 亿 m<sup>3</sup>，占总供水量的 58.27%。地表供水中，水库、堰闸蓄引水设施供水量为 43.17 亿 m<sup>3</sup>，农田水利会小型蓄水池供水量为 4.21 亿 m<sup>3</sup>，两类水利设施供水量占地表供水量的 47%，提供农业用水 24.16 亿 m<sup>3</sup>，生

活和工业用水 23.22 亿  $m^3$  其余地表供水为河川直接引水。1993 年地下水源供水 71.39 亿  $m^3$ ，其中提供农业灌溉用水 32.26 亿  $m^3$ ，占地下水供水的 45%；养殖用水 23.17 亿  $m^3$ ，占地下水供水的 32%；工业用水 9.77 亿  $m^3$ ，占 14%；生活用水 6.19 亿  $m^3$ ，占 9%。

自 80 年代起，台湾出现地表水源供水不足，供水量逐年下降。1981 年地表供水量 150.34 亿  $m^3$ ，至 1993 年地表供水量降至 99.67 亿  $m^3$ 。地表水供水量下降，导致地下水抽水量急剧增加。1981 年地下水供水量为 38.01 亿  $m^3$ ，1986 年为 41.05 亿  $m^3$ ，与天然补给量基本持平。至 90 年代，由于大量开采地下水发展养殖，地下水供水量超过 70 亿  $m^3$ ，大大超过天然补给量，成为水资源开发中的严重问题。据统计，台湾地下水资源分区中，除台北盆地因管理得当，抽水量减少，以及东部地区维持平衡外，其余各地区地下水都超量抽用。中南部屏东、云林、彰化等滨海地区，已引起海水入侵及地层下陷问题。台湾于 1971 年制定了“地下水管制办法”，后经数次修正，以控制地下水超采。目前，台湾有 93 个大小城镇被列为地下水管制区。

表 2-3 台湾地区历年供水量统计

单位：亿  $m^3$ 

年份 水源	1981	1986	1991	1992	1993
地表水	150.34	140.60	107.35	106.99	99.67
地下水	38.01	41.05	71.39	71.39	71.39
合计	188.35	181.65	178.74	178.38	171.06

注 1. 地表水源包括河川引水量和水库供水量。

2. 1992 年、1993 年地下水供水量沿用 1991 年资料。

### 三、重要水资源工程

#### (一) 石门水库和桃园大圳

桃园大圳（灌渠）是台湾较早开发的大型灌溉工程。1919 年建立灌溉机构，1924 年在淡水河支流大汉溪完成桃园大圳工程，引淡水河水灌溉桃园台地 22000  $hm^2$  农田。桃园大圳包括导水路 19  $km$ ，干渠 25  $km$ ，支分渠 140  $km$ 。全部渠线总长近 2000 公里。1964 年在桃园大圳引水口建成石门水库。水库总库容 3.09 亿  $m^3$ ，有效库容 2.37 亿  $m^3$ ，年供水量 10 亿  $m^3$ 。石门水库不仅使桃园灌区有了稳定的灌溉水源，而且具有防洪、发电等多目标效益。防洪方面，石门水库与淡水河下游正在建设的防洪工程联合运用，可防御台北市 200 年一遇洪水。石门水电站装机容量 9 万  $kW$ ，年发电量 2.17 亿  $kW \cdot h$ 。

#### (二) 曾文水库

曾文水库是台湾省最大的水库，1973 年建于曾文溪上。水库库容 7.08 亿  $m^3$ ，有效库容 5.99 亿  $m^3$ ，土石坝高 133  $m$ 。曾文水库具有多目标效益：灌溉嘉南地区农田 6.7 万  $hm^2$ ；为台南、嘉义地区提供工业及公共用水，日供水量 11 万  $t$ ；一座装机容量 5 万  $kW$  的地下水电站，年发电量 2.24 亿  $kWh$ ；具有显著的防洪效益。曾文水库建成后，与乌山头水库联合运用，增加了乌山头水库的效益。乌山头水库建于曾文溪支流官田溪上，水库有效库容 1.47 亿  $m^3$ 。曾文水库电站发电尾水经乌山隧洞引入乌山头水库，使乌山头水库蓄水量增加 2~3 倍，供水量由 4.6 亿  $m^3$  增加到 10 亿  $m^3$  以上。乌山头水库由原来的提供灌溉用水扩大到提供工业和公共用水。

#### (三) 日月潭水资源开发

日月潭是位于台湾中部的天然湖泊，湖面面积  $5.5\text{km}^2$ 。1934 年在浊水溪上建武界引水坝，通过  $15.2\text{km}$  长的隧洞将浊水溪的水引至日月潭以增加日月潭的水量，引水流量  $41.1\text{m}^3/\text{s}$ 。引水后，日月潭成为重要的调蓄水库，总库容  $1.71\text{亿 m}^3$ ，有效库容  $1.38\text{亿 m}^3$ ，年可供水量  $5.85\text{亿 m}^3$ 。利用日月潭水库先后建设了大观一厂、水里、钜工等 3 座水电站和明湖、明潭 2 座抽水蓄能电站。明湖、明潭抽水蓄能电站的装机容量分别为  $100\text{万 kW}$  和  $160\text{万 kW}$ ，均以日月潭为上池，通过引水隧洞将水引至地下电站。

武界引水隧洞运行 60 年后，于 1995 年进行检查，发现多处塌陷、开裂。决定增建新武界引水隧洞，其长度、断面、引水流量均与现在的隧洞相同，计划 5 年建成，工程费预算为 125 亿台元。

#### (四) 大甲溪梯级开发

大甲溪位于台湾中部，自东向西入海，长  $124\text{km}$ ，流域面积  $1236\text{km}^2$ 。在台湾河流中，大甲溪水能资源最为丰富。大甲溪梯级开发以水能开发为主，兼顾防洪、供水、灌溉，规划建设 6 座水电站和 1 座供水水库。自 50 年代开始建设，已建成 5 座水电站、1 座水库，另有 1 座水电站正在建设。6 座水电站总装机容量  $111.5\text{万 kW}$ ，占台湾常规水电站装机容量的 70%。大甲溪梯级中，最大的德基水电站有 3 台机组，总装机容量  $23.4\text{万 kW}$  地下厂房，混凝土拱坝高  $180\text{m}$ 。1996 年 8 月成立的大甲溪发电厂，对大甲溪梯级电站实行统一管理。大甲溪梯级水电站的主要指标见表 2-4。

表 2-4 大甲溪梯级水电站主要指标

工程名称	开发目标	流域面积 ( $\text{km}^2$ )	坝高 ( $\text{m}$ )	水库有效库容 ( $\text{万 m}^3$ )	水电站装机容量 ( $\text{万 kW}$ )	建成年份
德基	发电、灌溉、防洪	592	180	17500	23.4	1974
青山	发电	517		59	36	1970
谷关	发电	707	85	702	18	1961
新天轮	发电	—	—	—	10.55	1996
天轮	发电	797	—	75.4	9	1952
马鞍	发电	—	—	—	13.55	建设中
石岗	供水、灌溉	1060	25	220	—	1977

#### (五) 集集共同引水工程

集集共同引水工程是台湾省正在建设的大型水利工程。该工程位于浊水溪集集峡谷处。浊水溪是台湾省最大的河流，长  $186\text{km}$ ，流域面积  $3155\text{km}^2$ 。浊水溪下游两岸是台湾农业的精华地带。但自集集峡谷以下 15 条灌渠均系临时挡水坝，常遭水毁，引水源不稳定。集集共同引水工程以建设永久引水闸及输水管路来取代临时引水，不仅稳定水源，同时对上游的钜工、大观水电站进行反调节，增加下游供水。工程包括：①拦河闸，长  $545\text{m}$ ，9 座弧形闸门，每座  $15\text{m}\times 10\text{m}$  (宽 $\times$ 高)，有效库容  $1000\text{万 m}^3$ ；②2 个引水口，引水流量南岸  $90\text{m}^3/\text{s}$ ，北岸  $70\text{m}^3/\text{s}$ ，年供水量  $7300\text{万 m}^3$ ；③4 座沉沙池；④2 条南北联络渠道，长度分别为  $38\text{km}$  和  $51\text{km}$ ；工业用水专用管道，长  $44\text{km}$ 。相关工程包括自来水工程及 3 座

渠道式水电站。该项工程于 1991 年开工，计划 2000 年完成。总经费预算为 326.5 亿台元。

## 第二节 水资源利用

台湾水资源利用早期以农田灌溉为主，70 年代中期，农业用水量约占总用水量的 90%。此后 20 年来，随着社会结构的逐渐改变，经济发展和生活质量的提高，工业和生活用水量迅速增加，农业用水量逐渐减少。据 1993 年统计（表 2-5），总用水量 171.06 亿 m<sup>3</sup>，其

表 2-5 台湾地区 1993 年各区域

水资源供需情况 单位：10<sup>6</sup>t

项 目	北部	中部	南部	东部	合计	占总量百分比 (%)	
用水量	(一)农业	1369	4782	4962	1538	12651	73.96
	灌溉	1254	4087	2911	1461	9713	56.78
	养殖	103	644	1981	74	2802	16.38
	畜牧	12	51	70	3	136	0.80
	(二)生活	1438	635	640	58	2771	16.20
	公共给水	1366	556	577	47	2546	14.88
	自行取水	72	79	63	11	225	1.32
	(三)工业	555	404	653	72	1684	9.84
	(四)合计	3362	5821	6255	1668	17106	100.00
	供水	(一)地面水	2943	3181	2335	1508	9967
河川引水		1040	2100	1002	1508	5650	33.03
水库调蓄		1903	1081	1333	0	4317	25.24
(二)地下水		537	2592	3797	213	7139	41.73
(三)合计		3480	5773	6132	1721	17106	100.00

中工业和生活用水 44.55 亿 m<sup>3</sup>，占 26%；农业用水 126.51 亿 m<sup>3</sup>，占 74%。台湾历年用水量情况见表 2-6。

上述用水指消耗性用水，非消耗性用水主要是发电用水。1993 年水力发电总装机容量 256 万 kW 年发电用水量约 115 亿 m<sup>3</sup>；火力发电厂冷却用水量（淡水部分）仅为 0.06 亿 m<sup>3</sup>，未计入工业用水量内。

表 2-6 台湾地区历年用水量情况

单位：亿 m<sup>3</sup>

项目	年份					
	1981	1986	1991	1992	1993	
农业用水	灌 溉	137.08	123.71	103.32	103.03	97.13
	养 殖	21.23	24.31	30.93	30.64	28.01
	畜 牧	0.71	1.00	1.28	1.35	1.37
	小 计	159.02	149.02	135.53	135.02	126.51
生活用水	14.66	19.01	24.93	26.03	27.71	
工业用水	14.67	13.62	16.28	17.33	16.84	
合 计	188.35	181.65	178.74	178.38	171.06	

### 一、生 活 用 水

台湾 1993 年生活用水量 27.71 亿 m<sup>3</sup>。生活用水包括饮食、调理、洗涤、沐浴、厕所等家庭用水，餐饮、旅馆、百货公司、游泳池等商业用水；政府机关、公司商号机关等事务用水；以及公园绿地浇灌、街道清洗、公共厕所、消防等公共用水。家庭用水量约占生活用水量的 65%。

生活用水供应分为自来水和自行取水两部分。台湾 1993 年自来水普及率已达到 86.2%，自来水供应人口为 1806.1 万人 用水量 25.45 亿 m<sup>3</sup> 占生活用水量的 91.8%。生活用水的自行取水量为 2.26 亿 m<sup>3</sup> 供应人口为 288.3 万人。台湾历年生活用水量统计见