

368431

成都工学院图书馆

基本馆藏

〔苏联〕B. E. 阿努弗里耶夫 著

顾慰慈 译

居民区的防汛工程



中国工业出版社

22
045

居

序

用地的严重淹沒（水災），將使得国民經 济遭受巨大的損失。用地的淹沒可分为临时淹沒及永久淹沒两种。前者是由于短期的严重超高水位所引起的，例如在洪水时期，以及当河中冰凌拥塞、河口处涨潮时等等。

永久性的淹沒是由于修建水电站及其他水力枢纽的拦河坝使河道水位壅高而引起的。

必須強調指出，河流水能的利用乃是国民經 济中重要任务之一，但是在設計及修建水电站时，对某些最重要的用地事前注意采取防汛措施却是十分重要的，因为在許多場合下，可能会使位于上游河段的居民区成为永久淹沒区。

采取各式各样的措施，以及修建綜合性的水工构筑物来保护居民区免遭水災的危害是可能的。只有仔細地分析了水災产生的自然地理因素，以及对所拟定的方案进行技术經 济比較之后，才能正确地选定合理的防汛方案。同时必須保証采取防护措施的城市中的居民完全安全，以及城市的經 济利益免于可能的損失。

應該指出的是，所积累的城市防汛經驗仍然是很不够的。但是在这一門防汛技术不断发展的現阶段，对已完成的防汛工程进行总结是迫不容緩的。

由于有关居民区防汛技术方面的书籍几乎完全沒有，因此乃促使作者来总结这一方面的已有經驗，以及在苏联和国外发表过的設計方案和某些零星文献，从而有助于城市防汛中某些一般問題，能够得到实际的解决。

目 录

序

第一章 总論	1
第一节 居民区发生淹沒的原因	1
第二节 淹沒使城市經濟遭受的損失	4
第三节 1953年1~2月欧洲西北部濱海地区的淹沒	8
第二章 由于洪水所引起的河道水位上漲和在冰坝、冰塞及河槽阻水时期河道水位上漲所造成的用地的临时淹沒	11
第一节 洪水时期河道的最高水位及最大流量	11
第二节 冰坝、冰塞及河槽阻水时河道水位的上漲	28
第三节 防护河水水位临时上漲引起水災的措施	33
第四节 防护方案的技术經濟比較	41
第五节 防治用地不受临时淹沒的构筑物	44
1. 水庫	45
2. 排水渠及非常泄水道	47
3. 防护堤及护岸墙	54
4. 蓄水容积及調节水池	59
5. 水泵站	64
6. 水閘、放水构筑物、閘門	69
7. 河槽的整治构筑物	71
第三章 由于水庫所形成的永久淹沒	77
第一节 河流中筑坝后水位的上升	77
第二节 波浪現象	83
第三节 庫岸的变迁	88
第四节 在建立水庫时防护居民点不受淹沒及浸沒的措施	90
第五节 防护用地不受淹沒及边坡破坏的构筑物	96

VI

1.堤	96
2.雨水分水道及排水	99
3.水泵站	106
4.防护边岸破坏的构筑物(边岸加固、边岸、外坡护脚、护岸墙、 导流堤、防波堤)	107
第四章 在海港中及河口处由于水位上涨造成的淹没	110
第一节 由于风的驱使及涨潮所引起的水位上涨	110
第二节 防护滨海地区不受淹没的方法	116
第三节 海堤、坝和闸门	119
第四节 修复已破坏海堤的措施的特点	124
第五章 泥石流所引起的淹没	128
第一节 泥石流形成的原因及其特性	128
第二节 防止泥石流的措施	133
第三节 防止泥石流的构筑物	136
参考文献	143

第一章 总 論

第一节 居民区发生淹没的原因

水災是由于一系列自然因素及人为因素在不利的組合条件下发生的；这些自然因素及人为因素出现在河沟的集水面积內或水庫的附近地带。

属于促成水災的基本的自然地理因素及人为因素是：

地形；

气候；

水文現象；

組成集水面积的岩石在构造上的地质特性；

由人們經濟活动所引起的人为因素（森林的砍伐、水庫的修建及其他等）。

集水面积的地形对形成大洪水起着主导作用。在山区，集水面积內的斜坡坡度达到 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。这就引起山溪的水急湍地流动，水面迅速上涨，继而位于川地中的居民点用地便被淹沒。

例如，在法兰西南部卡尼格山麓，有个避暑城維尔奈一利一本，是处在不大的山区河流卡德河的肥沃的川地中。該河上游河段的坡降为0.2，而下游部分，即在維尔奈一利一本城处約为0.04；由河口到这个避暑城的距离不超过10公里。当集水区內发生强烈的暴雨时，水从流域面积急速地向下流动，因此常常发生严重的水災，使城市經濟遭受极大的損失。

气候因素对水災的形成起着主要的作用。

在居民点地区內，集水面积上降落大量的降水，往往是造成河沟上出現大洪水的原因。連續降雨和劇烈的融雪，在許多情況下常常引起河道水位大幅度地上升，因而釀成水災。

不仅降水的数量具有意义，而且它在一年中的分布也具有意义。例如，在哈萨克的半干旱地区，年降水量不超过 200 毫米，降雪量约为 70 毫米，然而因为在上述的地区条件下，春季融雪十分强烈，所以就使得该地区水道的水位急剧上升。洪水量达平均年水量的 75~80%；但是，从六月开始一直到次年四月，河道水量则降至零。

现在我们再举一例：在非洲西部塞内加尔的中部，年降水量为 500 毫米，但是这些降水在一年中的分布极不均匀。在塞内加尔几乎全年正常降水都集中在三个月内（七月、八月、九月），以致引起低洼地区的淹没，而且有时导致巨大的水灾，如 1954 年夏天在圣路易及达喀尔城所发生的水灾。

风在水灾的形成中常常是起着决定性意义的气候因素。风从水池一侧吹来，会使河口处形成涨水。若以平均水位计算，从里海吹来的风就使滨海处伏尔加河的水位上升达 3 米。

有时由风所引起的河道水位上涨也能达到极大的高度，以致河水漫出河岸，并淹没沿岸地区。在涅瓦河河口处特别容易出现这种现象。在强烈的西风及西南风的作用下，海湾中的水面不仅会掀起波浪，而且水体还会随着风向向前运动，因此造成水灾。

当风所引起的涨水同涨潮（与大洋自由联通的海的水面上升）相吻合时，则水面的上升特别猛烈。涨潮乃是由太阳和月亮的引力作用所引起的海水水位的定期上涨。此时港口或海湾的形状对水位上涨也起着巨大影响。如向大陆方向逐渐缩窄的海湾，在其狭窄的末端，潮水可高达 12~15 米。鄂霍次克海的品仁港湾及新斯科夏省（加拿大东南部）靠海边的芬地湾均属于此种型式的海湾。

濒临苏联海岸的巴伦支海、白海、鄂霍次克海、日本海等（都为暴雨海），均出现涨潮及落潮的现象。

涨潮的影响表现在北德维纳河、伯紹拉河、美督河及其他河流下游河水位的上涨。

有时河道水位的上涨是与冰坝及冰塞现象所造成的河流冬季

情况的特性有关。

冰坝是由于春季及秋季流冰时期河槽中的冰凌堆积而造成的。这种冰凌积聚的现象通常发生在上游最早开始解冻的河道上，并且发生在阻碍漂流自由流动的地方——河槽缩窄的地方、急剧转弯的地方、桥梁支座的地方等等。

冰塞的特征就在于它是水内冰块的冰凌积聚。它形成于那样的河段上，即在这种河段的前面存在不结冻的冰穴或急流段。

在某些河道上由于冰坝、冰塞现象所造成的水位上涨可达3~6米。但是也能遇到特别高的水位上涨。如在1909年，在叶尼塞，安加拉河汇流处以下，冰坝在一昼夜内引起水面上升约达12米。

在第聂伯河、庫班河、涅瓦河、叶尼塞河、安加拉河、勒拿河及其他河流上，均出现过冰坝及冰塞现象。

河槽阻水所引起的水位上升，作用是很小的。所谓河槽阻水是指由阻隔河槽的土丘以及由树干组成的河槽等。

河槽阻水所引起的河道水位上涨，将导致河道形成新的弯曲的河槽。河槽阻水可以在苏联大森林地区遇到，特别是在西伯利亚及远东地区。

带大量泥沙的河流在下游河道发生淤积，乃是形成区域淹没的重要原因。阿姆河、捷列克河、黄河（中华人民共和国）及其他河流均属于这种河流。这些河流带有大量的固体径流。因此在河道下游和三角洲处，河道的纵坡，也就意味着河道的流速，都是很小的，所以就造成泥沙的淤积。泥沙逐渐淤多以后，就使得河道在河流的下游，在由其本身的泥沙所造成的略高周围地区的土堤上流过。例如捷列克河的河床就高出周围的平原10米以上。如若在洪水时这些天然的土堤溃决，则将造成附近洼地的淹没。

黄河河口处由于泥沙的淤积，引起此河的局部摆动。在大洪水时则将发生堰堤溃决和水灾的危险。

集水面积范围内岩石的地质特性也影响到洪水的径流量。如具有透水性很好的地层，则可使地表径流变成地下径流，因而也

就使洪水过程綫变得平緩，并使洪峰时期的水位上升减小。

流域斜坡地带受冲洗的松质岩层，或者是以滑坡、山崩及崖堆的形式在重力作用下移动的松质岩层，乃是充滿泥石流的基材料。

流域地区內森林的砍伐，是影响洪水大小的人为因素。

植物覆盖对洪水的大小影响极大。覆盖植物的地面較之沒有植物的地段吸收的水份要多得多。除此以外，植物，特别是林木在春季融雪时期能比較均匀地輸送出融化的雪水，而在开敞地区則雪的融解很快，因而形成比較猛烈的洪水。其次，植物能加固土壤的表面，抵抗对土壤的侵蝕作用。植物滯緩着水的径流过程，而它的根則束縛住土壤，因而大大地减小了土分子的冲刷，所以也就减小了形成泥石流的可能性。

在山区流域中，如若林木、灌木丛及草覆盖层遭到毁灭性的破坏，那么在这里可导致形成过去从未有过的泥石流。

南高加索在革命以前，森林被擅自砍伐殆尽，以致严重到这种程度，使得埃里溫、第比利斯及其他城区泥石流极为活跃。

大型水工枢纽的水庫，必然要淹沒其邻近地段。位于这些地段上的城市及其他居民点，或多或少地要遭到淹灌或浸沒，因此必須采取防护措施。

可以指出，在大多数情况下当城区某些地段发生淹沒时，都說明是由于水流通过涵管、桥孔、支流河谷以及諸如此类等产生渗流所引起的。

1893年3月6～8日在哈尔科夫发生的水災，几乎淹沒了城市的五分之一，而水是从河那面通过污水管渗过来的。因此，采取措施来防止水流通过人工构筑物的孔道或者通过天然洼地的入口（小河沟的河槽、山澗、沟壑）渗入到城区来是非常重要的。

第二节 淹沒使城市經濟遭受的损失

水災使国民經濟遭受巨大的损失。在城市用地淹沒时期，城市經濟遭到破坏或停頓，因而造成极大的损失。

現在我們僅以不久前，即發生在1955年的一些水災為例，作一些簡短的描述。

一月份，馬恩河及塞納河（法蘭西）的水位上漲，導致非常嚴重的水災。在許多地方由於水的壓力而毀壞了許多堤及堤；淹沒了約300個居民點；淹沒數百公里的公路，中斷許多條鐵路的運輸。在巴黎，河水淹灌了幾個地下火車站。

二月份，印度尼西亞巨大的群島——蘇門答臘、爪哇、加里曼丹等地由於水災而遭受損害。

在蘇門答臘群島上，水災曾經破壞了勾通巴鄰旁、武吉丁宜及占碑等城市的交通道路。占碑地區遭受了巨大的損失；這地區的40萬居民中有35萬人因洪水而受難。

2月24日，杭特河（澳大利亞）的河水漫過了兩岸。河水涌到了新格爾頓城（悉尼城以北250公里）的大街上，並且切斷了位於杭特河川地上的其他城市的外界聯繫，破壞了電話通訊，使得這些城市的數千居民無家可歸。

在法蘭西南部地區，由於三月份的傾盆大雨釀成了嚴重的水災，使城鄉經濟遭受了巨大的損失。

八月末，在東巴基斯坦發生了水災，使千百萬居民蒙受損害，沖毀了許多居民點，使作物收成遭受極大的損失。

九月初，在墨西哥由於傾盆大雨而釀成嚴重的水災。首都墨西哥市蒙受了非常嚴重的損失。城市中淹沒了許多街坊。上萬的居民無家可歸。

九月末，美利堅合眾國由於水災而使大量居民遭受損害。下列各州受災特別嚴重：賓夕法尼亞州、康內提克特州、新澤西州、馬薩諸塞州、紐約州。在居民中曾經有人口的傷亡。

九月和十月份，印度由於傾盆大雨而在國內北部地區——旁遮普、彼普及德里等州釀成巨大的水災。這些州的居民遭受了嚴重的損失。

十月末，希臘的許多地區由於已過去的暴雨而淹沒。遭受水災損害特別嚴重的是沃洛西城。這個城市的成千居民無家可歸，并

有不少人口伤亡。

十一月份，在哥斯达黎加城发生了严重的水灾，伴随有人口的伤亡及大量的破坏。

十二月份，在黎巴嫩西部地方发生了水灾。由于阿布—阿利河的氾滥而使特里波利城遭受损害，并有人口伤亡。

十二月末，在太平洋上发生的暴风以及倾盆大雨，使美国的西海岸地区发生了严重的水灾，它袭击了加利福尼亚州及俄勒冈州。10多条大河的河水漫出河岸。许多地区与外界的联系被切断。引起人口的伤亡。

还应该指出的是，发生在更早一些时候，即在1953年1月31日到2月2日的一段时间内，袭击过欧洲西北部、英吉利东南部、荷兰及比利时等附近一些地区的那次严重的水灾。在那次水灾期间，没有逃走而死亡或失踪的约2500人。防护英吉利低处海岸及荷兰的较海面低的耕地的堤坝，被冲开许多决口，并且在这些国家里好几十公里以内的大陆也都为水所淹没。下面我们再描述这次大水灾发生的原因。

1951年12月初，在波河（意大利）的川地发生了大水灾，受灾区域约为7200平方公里。河水冲决围堤，淹没了许多居民点及成万公顷的肥沃土地。这次水灾是由阿迪杰河及波河的大洪水所引起的。

1938年3月2日及5日之间的一段时间内，剧烈的暴雨淹没了加利福尼亚州（美国）整个南部地区。铁路及其他公共交通路线全被破坏了，在两天的时间内，大部分地区与外界的联系完全中断。并有人口伤亡。城市经济遭受千百万元的损失。

山区居民点的淹没及冲毁，常常是由于带大量泥石团的山区泥石流所引起的，这些泥石团包含有水和细泥土及石块（石块有时可达很大）。

除去区域淹没之外，泥石流还破坏房屋及构筑物，而遗留在居民点上的泥石团则将埋没人工构筑物、房屋、道路、公园及城区的其他地段。

从历史中我們可以看出，严重的泥石洪水发生过多次。

例如，1934年1月1日的夜間，发生在洛杉磯（美国）地区的泥石流曾經淹沒了克列岭塔、芒特罗茲及其他城市，这些受淹地区被覆了一层厚厚的泥沙，受难人数及損失数量是极大的。

在苏联，泥石流的破坏作用出現在中亚細亞、南高加索及其他山区。

1921年7月8～9日，强大的泥石流大大破坏了阿拉木图城。深达3米寬200米的泥石流侵袭了城市建筑。許多街坊的街道及庭院被埋沒在厚厚的一层泥石团下面。

严重的水災事例是举不胜举的，但是上面所列举的这些例子已足够說明水災本身严重的破坏后果。

在有一些国家里水災出現得如此之多，而它所产生的破坏作用又如此巨大，以致水災也成为这些国家人民的的灾难了。美国就屬於这样的国家，在那里，一般每年因水災而遭受的损失要以千万元計，而且常常达亿元之多。图1所示系美国13个涝洼地由于水災而造成的年平均損失的图解，它是根据分析了美国在1925年到1948年內由于水災而造成的年損失以后編制成的。

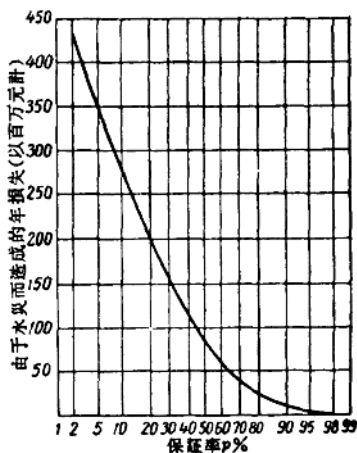


图1 美国由于水災而造成的年損失的保证率曲线（根据福斯特資料）

若考虑到水災的普遍性、它的頻率以及在淹沒居民区时对城市經濟的严重后果，就应该认为防洪工作是一个重要而又实际的問題之一。

当居民区处于永久淹没区域内时，如果又未采取防护措施，則应完全将其舍棄。

例如，在洪水时，整个居民区或部分居民区仅遭受临时淹没，然而临时淹没的全部后果在许多情况下也是很严重的，因此有必要对城区也进行临时淹没的防护。

城市经济的重要部門——发电站、給水及排水构筑物、地下电車站、电话局以及其他等等是完全不允许淹没的。

区域临时淹没的不良后果有：

城市对外联系的破坏——电话及电报联系的中断，陆路交通运输的停顿；

桥梁淹没及街道路面的破坏；

住宅房屋的地下室、仓库、工业企业、敷設在地下的暖气設備的地道及其他地道等的淹没；

水污商品、书籍、电車发动机、汽車等的损坏；

淹没时期及退水以后长时期內居民点卫生情况的急剧恶化；

城区內堆积着含泥濘的沉积物。

山溪常常携带大量的泥沙。位于冲积錐(山溪在山谷出口处)上的居民点，在泥石流洪水时則被泥沙沉积物所湮埋。

1921年阿拉木图城在巨大的泥石流洪水通过后，淤沙总量約为250万立方米。1946年埃里溫城地区在通过泥石流洪水后，淤沙数量达到50万立方米。

要从城区清除这些泥石质的泥沙，需要大量的费用。其实，泥沙中的石块部分在城市建設中是可以加以利用的；阿拉木图城的許多房屋都是用1921年泥石流洪水时所沉积在城区內的石块建造的。

第三节 1953年1~2月欧洲西北部滨海地区的淹没

为了說明居民区淹没的原因以及遭受淹没后損失的大小，我們現在对1953年1月份在欧洲西北地区所发生的洪水作简单的描述。

从1月31日早晨到2月1日晚間，在北海上空刮起最强烈的

颶風。風速達到30米/秒。

從冰島南部海岸向歐洲沿岸推進的氣旋，與由加拿大地區向英吉利海岸運動的反氣旋相遇，是這次颶風產生的直接原因。颶風使北海南部造成漲水，使水位上升達3米。這一水位上漲恰與荷蘭濱海地區達2.5米的高潮（朔望潮）相重合。因此北海南岸一帶水位總的上升約為5.5米。在風浪及極大的水頭作用下，荷蘭、比利時、英吉利東南部及法蘭西的部分地區（敦刻爾克及加來地區）的沿海地區曾發生淹沒，使這些地區的經濟遭到了巨大的損失。

特別是這次水災使荷蘭西部海岸遭受損害，在這裡淹沒了許多島嶼及一系列居民區（圖2）。受害地區淹沒的總面積約16萬公頃。死亡1853人。因水災而在不同程度上受害的人數，超過全國居民的10%。在鹿特丹、多爾德雷依赫特、維廉斯塔特及其他許多城市，遭到了極大的破壞。防護堤被造成大量潰決。海水通過這些決口侵入國內大陸深處63公里。

在比利時，由於水災而使奧斯坦德、安特衛普、墨爾維爾及其他城市遭受損害，這些城市均位於奧斯坦德與荷蘭邊界之間長六十公里的濱海地帶上。在安特衛普地區，些爾德河的河水超出了基本河槽，並淹沒到城市的內部。成千的人無家可歸。城市經濟受到了極大的損失。

在英吉利東海岸，由於水災而使多數居民點——梅布耳梭倫、哈爾斯坦頓、馬爾格特及其他居民點等遭受損害。在風力增漲的影響下，特姆茲地區的水位上升，致使倫敦的許多地區被淹沒。

在法蘭西也曾破壞了沿岸的堤防，並且因水災而使敦刻爾克港及加來港遭受嚴重的損害。

應該指出，在許多地區水災的嚴重後果是由於防護構築物處於不良狀態下而引起的。許多堤壩是在100多年以前建造的，因而它們目前就不能滿足近代技術的要求了。

現存的堤壩的頂部高程已較低。許多構築物加固的邊坡也已破壞。

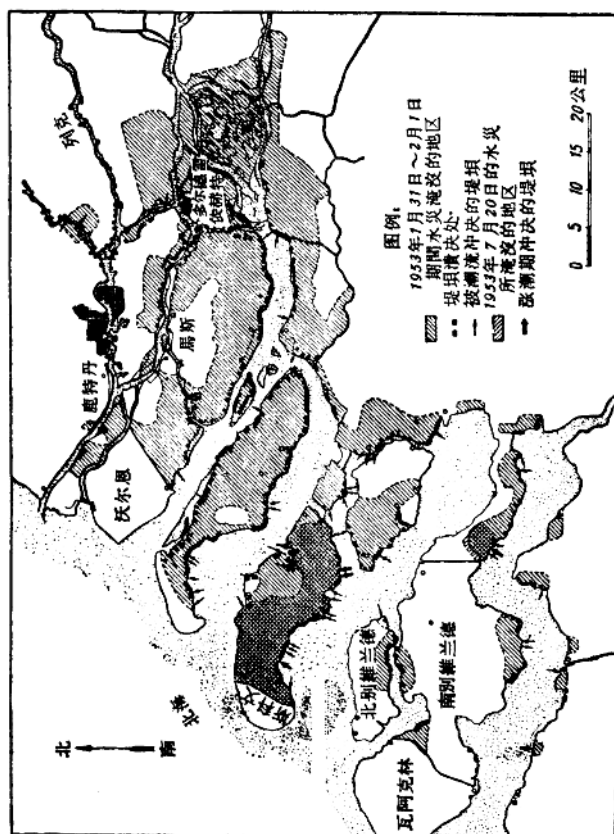


图 2 荷兰西南部水灾地区图

第二章 由于洪水所引起的河道水位上涨 和在冰坝、冰塞及河槽阻水时期河道水位 上涨所造成的用地的临时淹没

第一节 洪水时期河道的最高水位及最大流量

在大多数情况下，河道水位的大幅度上涨出现在汛期，而且是在降雨所造成的洪水时期。

查明最高水位的高程，对于决定用地的淹没边界、确定堤坝的高度及设计其他防护构筑物来说，都是必需的。

大家知道，高水位是出现得比较少的，而很高的水位就出现得更少。

然而产生这样一个问题，就是在设计水工构筑物时水位的数值是必须确定的。在水工建筑实践中，通常按水位的保证率，也就是按在100年中某一水位出现的次数来区分水位。假如取100年为100%，那末保证率 P 就用百分数来表示。例如，在计算时采用保证率 $P=20\%$ 的水位，这就是说，上述水位在100年中可能出现20次。保证率 $P=5\%$ 的水位，在同样的100年中出现5次。这是比较稀少的水位，对于这样一个河沟来说是比较高的水位。

假如采用大的计算水位保证率，那末此时构筑物可能受到的损坏或破坏的某些危险性要比它的自然损坏来得早得多。换句话说，用较小的保证率来确定此河沟的计算水位，那末对构筑物的安全性就给予较大的保证，但是却导致过大的安全强度，以及造成建筑材料的过大耗费。

在根据构筑物的用途及造价来设计水工构筑物时，水位的计算保证率或其他水文指标（河沟的流量、波浪的尺寸等等）应按

构筑物的用途及造价根据现行的标准及技术规范来采用。

近来,在设计防护构筑物(堤埝)时,通常按计算保证率 $P = 1\%$ 的水位来计算,并且按保证率 $P = 0.1\%$ 的水位来校核。

确定相应的水文指标值是根据保证率曲线来进行的,当具有观测系列(不少于10~15年)时,保证率曲线可按解析法来绘制。

为此需确定下列参数:

$$\begin{aligned}\bar{H}_{\text{maxc}} &= \frac{\sum H_{\text{maxc}}}{n}, \\ C_v &= \sqrt{\frac{\sum (K-1)^2}{n-1}}, \\ C_s &= \frac{\sum (K-1)^3}{nC_v^3},\end{aligned}$$

式中 $\bar{H}_{\text{maxc}}$ ——最大水位的算术平均值;

$\sum H_{\text{maxc}}$ —— n 年最大水位的总和;

C_v ——变差系数;

$K = \frac{H_{\text{maxc}}}{\bar{H}_{\text{maxc}}}$ ——水位变率;

C_s ——偏差系数。

任一保证率的最大水位值可按下式来确定:

$$H_{\text{maxc}} = \bar{H}_{\text{maxc}} (\Phi C_v + 1),$$

式中 Φ ——与保证率曲线纵座标中心的偏差值,在已定 C_s 值时按表1来确定,在未定 C_s 值时按表2来确定。

为了计算泄水构筑物及为了计算用于从已维护的用途上排除地表水而设置的抽水站时,极为重要的是不仅要确定最大水位的保证率,而且也要确定容泄区内水位上升及下降的历时的保证率。

对于流经堤埝围护的城市用地边界上的支流,在这支流计算水位以上的容泄区(水库、河流)内水位升降的历时,可以用

● 在应用此 C_v 值的计算公式时,数列的项数应不少于20~25。

来解决泄水构筑物及抽水站的工作历时问题。

当具有直接观测资料时，应绘制洪水时期容泄区内的水位过程线。

观测表明，在汛期的洪水时期，高水位在年平均水位以上的上涨时间，高水位持续的历时以及高水位的降落时间，均与下列因素有关：流域面积的大小，集水面积内地表的特征，降水的形式、降水的历时和强度以及径流的再调节程度等。

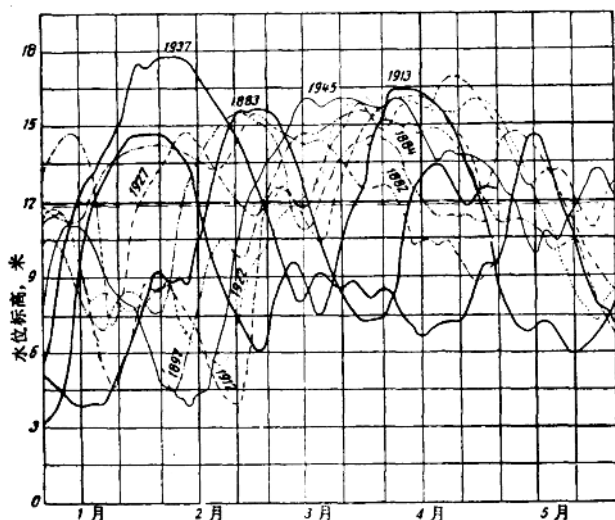


图 3 某一平原河流在一系列年份中最高洪水水位的过程线图

12—当河水由河岸外溢时的水位标高

在大河流上，当集水面积很大，并且在集水区域内具有天然调节容积（湖泊、沼泽、水浸低地、开阔的河滩）时，每一个上述时期（系指最高水位的上涨时间、最高水位的持续历时以及最高水位的降落时间等三个时期——译者注）都可以持续好几个星期（见图3）。

在具有几千平方公里的流域面积的中等河流上，每一时期