

日本国河流沙防技术标准

第2卷 计划篇

2001年03月

原版监修	日本国建设省河川局
原版编著	社团法人日本河川协会
中文版监修	日本国际协力事业团 氏家清彦
中文版翻译	中国水利人材培训项目 北京纬度公司（WEDO）翻译部

本书经原著者日本国建设省河川局、社团法人日本河川协会的同意，由日本国际协力事业团（JICA）氏家清彦组织编制中文版（节选），用于中日合作中国水利人材培训项目的内部培训。未经许可，不得任意翻印或复制。

因翻译人员专业知识不足，难免有不少错误失当之处，期望各位专家学者给予指正。

2001 年 03 月

序

近年来，高龄人口的比重显著增大，出生率逐步降低，社会的信息化程度以及经济、社会的国际化程度也日益提高。各种形势的变化，对传统的经济、社会体系提出了新的要求。

江河治理领域也是如此，除了传统的治水、利水的功能以外，要求水利工作者进一步更新思路，为社会各个领域提供更好的服务，比如为居民提供休闲娱乐的水际空间，创造多元化的生物栖息、生育的良好环境，甚至将视野扩大到作为社会风土文化的重要成分加以建设。

同时，在进一步促进水利建设的过程中，不仅对经济效益和社会效益，还对水利事业的客观性和透明度，也提出了更高的要求。

为了适应 21 世纪江河行政管理的需要，我们重新修订了河川砂防技术标准，期望广大水利技术人员能够充分学习和利用。

借此机会，谨向本次修订工作中付出辛勤劳动的全体编者及有关人士表示诚挚的谢意。

日本国建设省河川局长

尾田 荣章

1997 年 9 月

《日本国河川砂防技术标准》参考目录

卷目	章 目	备注
第1卷 调查篇	第1章 降水量调查	
	第2章 水位调查	
	第3章 流量调查	
	第4章 水文统计	
	第5章 径流计算	
	第6章 水位计算和糙率	
	第7章 地下水调查	○
	第8章 内水调查	
	第9章 河口调查	
	第10章 滑坡调查	○
	第11章 陡坡调查	○
	第12章 雪崩调查	
	第13章 堆砂调查	○
	第14章 输砂调查	○
	第15章 海岸调查	
	第16章 水质·底质调查	○
	第17章 土质地质调查	
	第18章 河川环境调查	○
	第19章 河道特性调查	
	第20章 河川经济调查	○
	第21章 测量	
第2卷 调查篇	第1章 综合治水计划	○
	第2章 防洪计划的概要	
	第3章 低水计划的概要	○
	第4章 砂防计划的概要	○
	第5章 环保计划的概要	○
	第6章 海岸计划	
	第7章 滑坡防治计划的概要	○
	第8章 陡坡坍塌防治计划的概要	○
	第9章 雪崩防治计划的概要	
	第10章 河道以及河流工程计划	○
	第11章 多功能工程计划	
	第12章 水库计划	○
	第13章 砂防工程计划	○
	第14章 泥石流防治工程计划	○
	第15章 陡坡防护工程计划	○
	第16章 雪崩防治工程计划	
第3卷 设计Ⅰ	第1章 河流工程的设计	○
	第2章 水库的设计	○
	第3章 砂防工程的设计	○
第4卷 设计Ⅱ	第4章 滑坡防护工程的设计	○
	第5章 陡坡防护工程的设计	○
	第6章 海岸防护工程的设计	

注：○为中译稿节选部分，文件名称从fs101（第1卷第1章）到fs405（第4卷第5章）。

目 录

第 1 章 河流综合治理规划

第 1 节 河流综合治理规划	3
[参考例 1.1] 对河流综合治理计划进行策划时的基本方针	4
[参考例 1.2] 流域计划（有关流域的事项）	4
[参考例 1.3] 内陆水计划（有关内陆水事项）	5
[参考例 1.4] 泥砂计划（有关泥砂的事项）	6
[参考例 1.5] 环境计划（与环境有关的事项）	6

第 3 章 低水计划的基本

第 1 节 总 论	33
第 2 节 为维持水流的正常功能所必需的流量	33
2.1 为维持水流的正常功能所必需的流量	33
2.2 计划的基本点	34
2.3 正常流量的设定	35
第 3 节 需量的计算	35
3.1 需量的预测步骤	35
3.2 资料的收集和资料的分析	35
3.3 需水预测方法	36
3.4 生活用水的需求预测	37
3.5 工业用水的需求预测	37
3.6 农业用水的需求预测	38
第 4 节 新开发水量的计算	38
4.1 新开发水量的计算	38
第 5 节 河流开发水量的计算	39
5.1 河流开发水量的计算	39

第 4 章 水土保持基本计划

第 1 节 概 述	47
第 2 节 水土保持基本计划的基本要求	47
2.1 制定计划的基本方针	47
2.2 计划控制点	47
2.3 计划规模	48
2.4 计划中的泥沙量	48
2.4.1 设计产沙量	48

2.4.2 设计泥沙径流量	48
2.4.3 设计允许输沙量	49
2.4.4 超设计泥沙量	50
第 3 节 水土保持基本计划的制定	50
3.1 制定计划的基本要求	50
3.2 产沙控制计划	52
3.3 泥沙径流控制计划	52
3.4 泥沙径流调节计划	52
3.5 与环境保护之间的协调	52

第 5 章 环境保护计划的基本原则

第 1 节 总 论	55
第 2 节 制定环境保护计划的基本方针	55
第 3 节 河流环境治理计划	55
3.1 河流环境治理计划	55
〔参考 5.1〕关于环境治理计划中区域的划分	56
〔参考 5.1.1〕关于环境治理计划中区域的划分	56
〔参考 5.1.2〕努力保护和恢复河道地段等自然环境的区域	56
〔参考 5.1.3〕需要保护景观的区域	56
〔参考 5.1.4〕提供城市便民设施的区域	57
3.2 河流整治计划	57
3.3 水库周围环境整治计划	57
3.4 水土保持环境治理计划	58
〔参考 5.2〕河流区域的植树	58
第 4 节 水质保护(改善)计划	65
4.1 水质保护(改善)计划	65
4.2 水质保护(改善)方法	65
4.3 通过疏浚保护水质	66
4.4 通过改善流域状况而改善水质	66
〔参考 5.3〕净化水量的计算方法	67
4.5 利用水质保护渠道保护水质	67
4.6 通过减少污染负荷保护水质	68

第 7 章 滑坡防治计划的宗旨

第 1 节 概 要	85
1.1 概 要	85
1.2 计划安全率(P.F _s)	85

第 8 章 陡坡坍塌防治计划的宗旨

第 1 节 概要	89
第 2 节 陡坡坍塌防治计划的宗旨	89
2.1 计划对象区域	89
2.2 保护对象	89
2.3 坡地在地区规划中的重要性	90
2.4 景观及自然环境的保护和创造	90

第 10 章 河道整治及河道建筑物的计划

第 1 节 河道整治计划的制定	97
1.1 河道整治计划的基本要求	97
1.2 河道整治计划的制定程序	97
1.3 泄流能力的计算方法	98
1.4 糙率	99
第 2 节 河道的平面形状	99
2.1 河道路径的选定	99
2.2 法线	100
2.3 支流的汇流点形状	101
2.4 开口套堤	101
2.5 连山堤	102
第 3 节 截湾河道与泄水道	102
3.1 截湾河道与泄水渠的计划	102
3.2 隧道结构式河流	104
3.2.1 计划的基本要求	104
3.2.2 断面与纵坡度	104
第 4 节 设计洪水位	105
4.1 设计洪水位	105
4.2 干流回水区域内支流的设计洪水位	105
4.3 弯曲河段等的设计洪水位	106
第 5 节 河道的纵横断面形状	106
5.1 河道的纵剖面形状	106
5.1.1 设计河床坡度	106
5.1.2 设计河床高程	107
5.2 河道断面形状	107
5.2.1 断面形状的计划	107
5.2.2 低水河槽的河道宽度以及洪水河槽高度	108
5.2.3 弯曲段的断面形状	108
第六节 堤防	108
6.1 高度	108

6.2	超高	109
6.3	受高潮影响的河段的堤防高度	110
6.4	湖堤高度	111
第 7 节	高堤	111
7.1	高堤的高度	111
7.2	在高堤设置河段内进行汇流的支流等的回水区域	111
7.3	与地区治理计划的协调	112
第 8 节	河道控制设施的计划	113
8.1	河道控制设施计划的基础	113
8.2	护岸的计划	113
8.2.1	配置的根本要求	113
8.2.2	闸坝、固床工程等构筑物的周边护岸	114
8.3	丁坝计划	115
8.4	固床工程计划	115
8.4.1	计划的基础	116
8.4.2	形状以及方向	116
8.4.3	堤顶高程	116
第 9 节	闸坝(包括河口闸) 涵管、水闸	116
9.1	设置的根本要求	116
9.2	形状以及方向	117
9.3	地基高程	117
9.4	闸坝的蓄水位	118
9.5	闸坝的跨长	118
9.6	闸坝的鱼道	119
第 10 节	排涝计划	119
10.1	掌握涝水特性	119
10.2	研究排涝方式	120
10.3	涝水研究对象的选定	122
10.4	概率评估方法的研究	123
10.5	排涝设施规模的确定	124
第 11 节	河口治理计划	125
11.1	计划的基本要求	125
11.2	河口部的设计洪水位	126
11.3	河口部的河道整治计划	126
11.4	河口治理施工法的确定	127
第 12 章 水库大坝设施计划		
第 1 节	总 论	143
第 2 节	坝型的选定	143

2.1 坝型的选定	143
2.2 从地形条件方面加以讨论	144
2.3 从基础地质条件加以讨论	144
2.4 从水文条件和泄洪道加以讨论	145
2.5 从大坝材料加以讨论	145
第 3 节 规模的确定	146
3.1 坝高	146
3.2 水库大坝的设计洪水流量	146
3.3 水库大坝设计用的水位	149
3.4 坝体非溢流部分的高度	150
3.5 水库大坝结构原则	152
第 4 节 溢洪道及其他排放设备	155
4.1 堤坝的排放设备	155
4.2 溢洪道的构成	156
4.3 溢洪道的结构	156
4.4 消能工程设施	157
4.5 溢流型溢洪道的闸门、桥梁等坝顶结构物的结构	157
4.6 填筑坝的溢洪道	158
4.7 闸门和阀门的结构	158
第 5 节 管理设备	159
5.1 堤坝的管理设备	159
5.2 坝体计量设备	159
5.3 水力观测计量设备	160
5.4 放水警报设备	161
5.5 大坝管理用控制处理设备	163
5.6 监控设备	164
5.7 通讯设备	164
5.8 电气设备	164
5.9 水库蓄水池配套设备	165
5.10 管理所	165
第 6 节 保持水库功能的计划	166
6.1 防止水库大坝周围滑坡及防止漏水的计划	166
6.2 关于堤坝蓄水水质的计划	166
6.3 对流入水库的泥沙进行治理的计划	168

第 13 章 水土保持工程计划

第 1 节 总 论	171
1.1 基本计划	171
1.2 水土保持工程及其功能	171
第 2 节 大 坝	172
2.1 分类	172
2.1.1 分类	172
2.1.2 稳固山脚的大坝	172
2.1.3 防止河道下切的大坝	172
2.1.4 防止河床淤积的大坝	172
2.1.5 治理泥石流的大坝	173
2.1.6 抑制、调节水土流失的大坝	173
2.2 位置	173
2.2.1 一般情况	173
2.2.2 选址	174
2.2.3 阶梯状大坝群位置的选择	174
2.2.4 大坝基础	174
2.3 方向	174
2.3.1 大坝的方向	174
2.3.2 阶梯状大坝的方向	175
2.4 淤沙量的计算	175
2.5 结构	175
2.5.1 过水口	175
2.5.2 下游坡面	175
2.5.3 基础	176
2.5.4 翼墙	176
2.5.5 排水涵洞	176
2.5.6 护坦	176
2.5.7 填空	176
2.5.8 侧壁护岸	177
2.5.9 拦木网	177
2.6 断面计算	177
2.6.1 设计外力	177
2.6.2 稳定条件	177
2.6.3 确定拱坝的断面	177
第 3 节 固床工程	178
3.1 目的	178
3.2 位置	178
3.2.1 一般情况	178
3.2.2 位置的选定	178

3.3	方向	178
3.4	高程	179
3.4.1	一般情况	179
3.4.2	无落差护床工程	179
3.5	河床坡度	180
3.5.1	一般情况	180
3.5.2	设计坡度	180
3.5.3	阶梯状固床工程	180
第 4 节	护岸工程	181
4.1	位置	181
4.1.1	选择	181
4.1.2	选择	181
4.1.3	选择	182
4.2	种类的选定	182
4.3	高度	182
4.3.1	一般情况	182
4.3.2	与大坝的联接	182
4.4	河床坡度	183
第 5 节	丁坝	183
5.1	位置	183
5.1.1	一般情况	183
5.1.2	顶冲部	183
5.2	方向	183
第 6 节	河道维护工程	183
6.1	目的	184
6.2	设计条件	184
6.2.1	一般情况	184
6.2.2	上游段的处理	184
6.2.3	含沙量	184
6.2.4	桥梁等横跨结构物	184
6.2.5	河床	185
6.2.6	变坡点	185
6.2.7	设计条件	186
6.2.8	水利用	186
6.3	实施的顺序	186
6.4	边坡线	186
6.5	河床坡度	187
6.6	结构	187
6.6.1	蜿蜒部	187
6.6.2	大坝的连接	187
6.6.3	底衬段的尾部处理	187

6.6.4	人工掘方式的原则	188
6.6.5	固床工程的重复高程	188
6.6.6	设计断面	188
第 7 节	治坡工程	188
7.1	工程种类的选定和配置	188
7.2	谷坊工程	189
7.3	切坡工程	189
7.4	挡土工程	190
7.5	水渠工程	190
7.6	涵洞工程	190
7.7	栅栏工程	190
7.8	植树工程	190
7.9	植被护坡工程	191
7.10	山坡覆盖防护工程	191
7.11	直播工程	191
7.12	草皮工程	191

第 14 章 防止滑坡工程措施计划

第 1 节	概要	195
第 2 节	防止滑坡设施计划	195
2.1	防止滑坡设施计划的基本内容	195
2.2	工程方法的选择	196
第 3 节	坡地稳定性分析	198
3.1	稳定性分析	198
	[参考 14.1]稳定性分析法的种类	199
3.2	土质强度参数 (c, ϕ)	199
3.3	间隙水压	200
第 4 节	抑制工程的计划	200
4.1	地表水排除工程	200
4.1.1	地表水排除工程	200
4.1.2	渠系工程	200
4.1.3	防浸工程	200
4.2	地下水排除工程	201
4.2.1	地下水排除工程	201
4.2.2	通过地下水排除工程实现的地下水位设计下降幅度	201
4.2.3	浅层地下水排除工程	201
4.2.3.1	涵管工程	201
4.2.3.2	明暗渠工程	202
4.2.3.3	水平钻孔工程	202
4.2.4	深层地下水排除工程	202

4.2.4.1 水平钻孔工程	202
4.2.4.2 集水井工程	202
4.2.4.3 排水涵洞工程	203
4.3 弃土工程及后戛填土工程	203
4.3.1 弃土工程（挖方工程）	203
4.3.2 后戛填土工程	203
4.4 河流构造物	203
第 5 节 支撑工程的计划	204
5.1 排桩工程	204
5.2 竖井工程	204
5.3 接地锚固工程	204

第 15 章 防止陡坡坍塌工程措施计划

第 1 节 防止陡坡坍塌工程措施计划的基本方针	209
1.1 计划的基本内容	209
1.2 工程计划的出发点	209
1.3 工程方法的分类	209
1.4 选择工程方法的基准	210
1.5 选择工程方法的流程	211
1.6 总体规划	212
1.6.1 总体规划的制定	212
1.6.2 工程实施顺序	212
1.6.3 年度计划的区划	212
1.6.4 计划的修改	212
1.7 坡地的稳定	212
第 2 节 环境对策计划	215
2.1 环境对策计划的基本观点	215
2.2 环境对策的种类	215
2.3 环境对策手法	215

第1章 河流综合治理规划

第1节 河流综合治理规划

河流综合治理规划是与河流和其流域有关的规划，它是对有关河流各项规划的基本事项进行设定的同时，把这些事项作为流域内诸计划中河流所处理的基本内容而进行制定策划。

因此，在对河流进行计划的时候，通过对流域的划分以及评价来设定从河流角度所看到的流域所应有的环境，同时还要制定有关内陆水系的控制、导流、利用，水土流失的控制、调节以及环境的保护、改善等相关的基本方针。

对那些在国土保持，国民经济发展上极为重要的水系制定综合治理规划时，通常要分别对各个水系进行策划。

说 明

过去河流起到了地球水循环的1个中间环节的作用，它的主要功能是使降水流入大海，同时搬送由于地表的侵蚀作用而产生的泥砂等。

河流是自然之物，它与人之间的相互关系最早起因于人们要利用河流，而河流又以各种各样的方式来影响人们。

此外，河流还忠实地反映了其流域的自然环境的变迁，河流及其流域人们的行为改变了河流，因此，河流和人们的相互关系也由此而变化。

在这些行为中，为使河流更好地为人们服务而所做的工作和为使人们更加有效地利用河流等而所做的努力是相辅相成的。从综合的观点并且以自然和社会条件为基础，对河流及其流域所应有的自然环境和所期待的功能进行设定将是非常重要的。

在这里，所谓河流及其流域应有的自然环境是指以河流及其流域自然和社会的现状为出发点，使河流和流域以及两者的关系处于最佳的自然环境而进行设定的内容。

所期待的功能是指处于这样最佳环境时，可以从河流及其流域中期待的功能。

对以上内容进行规划就是河流综合治理规划。

河流综合治理规划的必要性是为了减少以往对各个不同目的设施进行规划时，仅仅停留在片面地对个别河流及其流域的理解上，而在整体上缺乏考虑时所带来的危险性。特别是随着经济和社会的发展，对于必须有效利用有限国土的我国来说，考虑到各个领域中的开发或者建设都存在着错综复杂的情况，对河流有关防洪计划和供水计划进行立案时设定基本条件不仅是必要的，而且从河流与其有关流域内的各项计划所相互对应的事实考虑也是必要的。

因此，河流综合治理规划的内容就是针对河流以及流域，对代表性的特性指标数据进行整理和分析，根据不同目的对它们进行大致的划分和分类，并对它们的评价以及相应的措施目标设定基本方针，所以它不涉及个别的设施计划。

当然，应该说某种程度上综合计划是在个别设施计划的基础上编制而成的。

从这项综合计划的目内容来看，不需要对所有的河流进行规划，但是一般认为对于国土保持和国民经济发展极其重要的水系需要进行规划。

河流综合治理规划通常是按照各个水系进行规划的，但也不尽然，比如考虑到地下水以及洪水泛滥等情况时，河流流域的范围已有所扩大，这时可以对包括地下水和洪水因素在内的河流流域进行个案规划。此外考虑到供水等的情况，此时不仅是单一的流域，同相邻接的流域一起考虑也是必要的。另外对有密切关系的若干个水系归纳在一个计划中一起考虑也是比较合理的，所以这时可以制定出适合各自情况的范围对其过程进行策划。

[参考例 1.1] 制定河流综合治理规划的基本方针

河流综合治理规划一般包括以下的几个事项，在这里省略一些不必要的项目，读者可根据需要自行添加一些内容。

1. 有关流域的事项（流域计划）
2. 有关内陆水的事项（内陆水计划）
3. 有关泥砂的事项（泥砂计划）
4. 有关环境的事项（环境计划）

河流综合治理规划一般认为由以上框中所示的事项组成，但这些事项并不是相互独立的，它们相互联系、相互补充、相互调和，从整体上看该计划应明确河流及其流域的自然及社会条件，要描绘出河流及其流域应有的自然环境和与之所期待的功能。

此外，自然及社会条件一般随着时间的推移而变化，河流综合治理规划所设定的目标时期不同，其内容也有所不同。一般来说河流综合治理规划的目标应规定在其可以预见的未来，大约为 10~20 年比较妥当，根据需要还可以逐渐对计划进行修正。但是如果我们对河流及流域基础性的自然和社会条件进行合理且充分的设定，则可以使其计划的一贯性保持较长的时间。

[参考例 1.2] 流域计划（有关流域的事项）

流域计划是根据流域的自然和社会条件，通过对流域的划分和评价，来设定从河流角度所看到的流域应具有的自然环境。

这里所说的自然环境是流域的地形、地质、地表状况、降雨降雪等，所谓的社会条件是在整个国土中其流域所处所在的社会地位、人口、资产以及土地利用等的现状及其推移等。

制定流域计划的策划时，应考虑该计划同包含其流域在内的区域计划等那些其他地区规划等的关系。

在流域计划中，要调查和讨论框内所示的有关流域的各种自然和社会条件，对其流域进行划分和评价。

流域的分类方法虽然没有具体的规定，但是可以举出以下的具体实例来加以说明。

首先可以从地形条件将流域大致分为水源地区（或者集水地区）和洪泛地区。

就水源地区而言，还可以从地形、地质条件进行山区分类或者地质分类，从地表状况进行地表分类、森林分类等。

另外，就洪泛区而言，主要从社会条件来加以研究。

即洪泛区内人口、资产的分布、土地的利用等的现状以及其将来的变化等，根据需要还可以进行城市规划上的区域分类、各种土地用途的分类等。

根据以上方法获得各种资料后，再从河流的角度对流域进行评价。

首先是水源地区的评价，即从洪水径流机制的角度对防洪功能的评价、河水或者地下水作为水源补给的评价、水源作为泥砂产生源的评价以及自然环境上的评价等。

其次是对洪泛区的评价，在目前径流机制以及防洪功能的条件下，这些划分、评价包括根据洪水规模的大小而产生泛滥程度的划分、泛滥防止中所必需的区域划分以及其防止程度的划分、评价，以及容许泛滥区域的划分、评价等。

这些划分和评价，在经过以下所述的内陆水计划、泥沙计划、环境计划等的讨论后，还需要进行更深入的研究，对于评价后的流域，设定其所期待的应有自然环境则是该流域计划的内容。

此外，如框内所示，在这些研究过程中，需要充分地关注与该流域相关的地区规划以及各种设施计划等，并且要确认同那些计划是否协调或者不协调。

[参考例 1.3] 内陆水计划（有关内陆水事项）

内陆水计划就是在流域计划的范围内，设定内陆水径流机制及其控制或者导流计划（这里被称为内陆水控制计划）。对于内陆水径流机制来说，主要是掌握径流机制的现状以及河流和流域的变化对径流机制的影响，就内陆水控制计划而言，则是把握流况、防洪、供水功能的现状，以及制定与流域计划相协调的内陆水控制计划。

根据需要，内陆水计划不限于1个流域，必须要设定其影响的范围。

内陆水是内陆水经过陆地上各种各样的路径，一直到达大海所经过的地区的总称，但是在这里所说的内陆水可以理解为河流水（包括湖泊）以及地下水。

制定内陆水计划时，必须要研究以下几个主要事项。首先来看径流机制。

1. 对降雪降雨资料的研究
2. 对河流流况以及流况调节现状的掌握
3. 对河流洪水径流以及洪水调节现状的掌握
4. 地下水机制的掌握；等等。

接着再看一下内陆水控制计划，它有以下几项。

1. 对与流域计划相对应的径流机制的研究
2. 各发生频率下的降雪和降雨量、及与之相对应的洪水径流量
3. 河流水利用的现状和需求预测、以及流况调节可行性的探讨
4. 对河流水水质现状以及水质改善的必要性和可行性的探讨
5. 对地下水利用的现状和储存量的探讨；等等。

通过这些探讨，从而设定与河流水流况的改善及流域计划相协调的洪水防御体系、水利用体系以及地下水保护和利用等与内陆水相关的主要课题，设定这些对应方法的基本方针，这些设定就是内陆水计划的内容。

[参考例 1.4] 泥沙计划（有关泥沙的事项）

泥沙计划是在流域计划以及内陆水计划的范围内设定水土流失机制及其控制、或者调节计划（这里被称之为泥沙控制计划），对于水土流失机制来说，主要是把握径流机制的现状，以及把握河流和流域条件的变化对径流机制的影响，就泥沙控制计划而言，则是防止由于水土流失而引起的危害、在考虑了对国土保持要求的基础上计算出根据各自目的所设定的容许值或者供给的泥沙量。

设定泥沙计划时有以下几个主要事项必须要加以讨论。

1. 水土流失机理的把握

2. 水土流失量的把握

3. 由于堤坝等其他设施引起输砂量变化的把握

4. 对水土流失所产生影响的把握，即对水土流失引起危害的预测、河道维护、海岸保护中所需要输砂量的预测、作为资源用泥沙供给量的把握等。

泥沙计划的主要内容就是研究以上内容，并制定出的有关泥沙调节的基本方针，即设定流失泥沙的调节体系，以及设定基于该体系的容许量、或者产砂量等。

[参考例 1.5] 环境计划（与环境有关的事项）

环境计划是有关维持和改善河流及其流域环境的计划，它的主要内容是对自然环境的正确保护、对河流空间以及流水的质和量所实施的维持和改善等工作进行设定。

毫无疑问河流是位于自然和社会交汇处的自然物，是组成自然环境以及生活环境的重要因素。

因此，在河流综合治理规划中有必要对河流及其流域所具有的环境进行评价，以及对它的维持和改善进行设定，这些就是环境计划。

关于自然环境的保护，要充分地考虑它同自然环境保护法、自然公园法、鸟兽保护法等自然环境保护为目的的法律间的关系，所有的计划要能够正确地保护自然，此外关于河流空间的保护、整治或者利用，要考虑到河流空间的现状和今后河流修缮可能的变化等，所制定的计划必须要适合流域内河流和社会之间的位置关系。

另外，维持和改善流水的量和质，要考虑河流的流况、下水道的设施、今后河水取水及排水的变化、流入海域等的环境等，并且要在考虑它同公害对策基本法、水质污染防治法等法律的关系后再加以设定。此外，名胜古迹的保护、水栖或者水中生物的保护等也要根据需要加以设定。

第3章 低水位时水利计划的基本

第1节 总论

为了对低水位时的河流进行正确的综合管理,要在河流的主要地点设定为维持正常的流水功能所必要的流量,各种水源利用计划要充分考虑到这个流量,从而预测将来所需的水量,计算可供开发的水量等。

第2节 为维持水流的正常功能所必需的流量

2.1 为维持水流的正常功能所必需的流量

所谓为维持水流的正常功能所必需的流量(以下称为正常流量)是综合考虑了航运、渔业、景观、盐害的防止、河口堵塞的防止、河流管理设施的保护、地下水位的维持、动植物的保护、流水清洁的保护等因素后,对在枯水时应努力加以维持而设定的流量(以下称为维持流量)以及为保持规定地点下游处流水占用所需的流量(以下称为水利流量)这两者加以充分满足而供给的流量,它是为了正确地进行河流管理而制定的。

说 明

以下对本文将要提到的各项目进行解说,在这里需要说明的是在维持某一项目功能时所需要的流量往往还有助于维持其他项目功能。

1. 水运

就水运而言,一般认为为了确保船的吃水,对河流水量有一定的要求。

2. 渔业

就渔业而言,虽然地区和鱼种的不同对此问题的观点也不同,但有必要考虑水质、流速、水深等问题。在河道水库等设置了鱼道的地方,至少要确保其最小的必需流量。

3. 景观

在这里要求能够满足视觉上要求的流量和水质。此外,在有游船航行的河流上,还应具备同第1条船运相同的条件。

4. 防止盐害的防止

由于盐水逆流而上,使生活用水和地下水的盐分浓度上升,往往对上水道、农业、渔业等产生重大影响。

5. 河口堵塞的防止

流量减少的话,则往往由于沙土的堆积而使河口堵塞。但是仅仅为了解决河口堵塞而增加正常的流量未必能很好的解决问题,所以需要研究一下同时使用导流堤等其他设施的方法。

6. 河流管理设施的保护

流量减少引起水位降低,因而容易引起木制设施(护堤基础和透水桩排丁坝)等腐蚀之类的问题,所以对此要多加注意。碰到这个问题时,与其增加正常流量,不如在

河流管理设施用材料、结构以及在设计方面采取相应的对策要有效的多。

7. 地下水位的维持

河流流量的减少往往直接影响到地下水位的降低。进行大规模排水的时候和在冬季积雪的地带，其影响是较大的，所以必须加以注意，然而在年降雨量较多的地方，正常流量的多少一般不会成为多大的问题。

8. 动植物的保护

最近，给动植物提供栖息的场所作为河流存在的意义之一，而倍受重视。当水质受到污染，或者河流水位和流量的减少破坏沼泽地，威胁到该地域独特植物等生存的时候，河流的保护就要同这些动植物的生存一并加以讨论。

9. 河水清洁的保护

这是在决定正常流量时需要考虑的最大要素之一，在研究2.,3.,4.,6.,8.,10.等因素的时候也要一起考虑这个问题。

在研究水质方面问题的时候，需要把握水域现在以及将来利用的状况。

在设定水质目标值的时候，要参考公害对策基本法第9条规定中有关公共用水水域水质污染的环境标准。

此外，此时不应单纯地通过增加正常流量来维持水质，还必须综合地考虑河流水质污染对策事业、下水道设施事业、排水水质限制等手段。

10. 水利流量

从水利使用的角度加以研究时，不仅要规定水利使用的实际情况，而且还要对常规水利使用的实际情况进行充分的调查，以明确其使用目的、水量和使用期间等。

关于流水的占用，其正常流量是考虑了在测量处下游能够充分地取水的水位、水量之后而设定的。

其中维持取水水位的问题，需要结合闸坝的设定、取水设施的改良等一起加以讨论。

除以上项目外，还有一些其他问题，如在河口处对海苔栽培所产生影响的问题，所以需要包括将来该地区水资源利用问题在内，就河流利用的实际情况进行认真的研究。

2.2 计划的基本点

在以往的水文资料中，已获得了足够的计划基本点，它们将成为水文分析的根据，并且还要选定与低水位水利计划有密切关系的地点。计划基本点可以选择多处。

说 明

它是与计划篇第2章2.3中的计划基本点相对应的，该基本点定义为正常流量的设定和供水计划制定时的计划基本点。

计划基本点的主要内容是获取长系列的流量资料，如果只有短系列的流量资料，则要分析降雨和径流的关系，利用降雨来推测长期的流量或者用邻近类似流域的流量关系式进行修正后进行内插计算。

另外，希望考虑支流汇合、取水地点等情况之后，再选定基本点。

基本点也可以设置多个，但是主要地点应同满水时的计划基本点相一致。

2.3 正常流量的设定

正常流量是针对河流的计划基本点而设定的，其计划的原则是 10 年一遇的最大干旱时可以维持的流量。

说明

正常流量是河流各项计划的前提，应该加以维持，在进行计划时，要尽可能地收集以往比较早的资料（最好是 20~30 年的资料，没有的话，要收集 10 年左右的），在计划时，原则上需要使河水在 10 年中最干旱（20 年的时候可选择第 2 位枯水状态，30 年的时候可选择第 3 位枯水状态，不得已时可用 10 年的第 1 位枯水状态）的时候能够维持这个流量。在难以维持的地方，也要把它作为治水事业的目的之一积极地争取。

此外，所应该确保的正常流量的安全度原则上相当于 10 年间第 1 位的干旱状态，这个基准是尊重了既有水利使用的安全度而制定的，因为过去制定的水资源开发计划原则上是把 10 年间第 1 位枯水状态作为基准，水利使用许可标准也是将 10 年第 1 位枯水状态作为基准而设置的。

第3节 需水量的计算

3.1 需水量的预测步骤

预测需水量时，需要明确预测的对象和预测精度。

预测的步骤是 1. 资料的收集、2. 资料的分析、3. 需水预测的方法、4. 预测的评价

说明

需水预测的对象大致分为：1. 生活用水、2. 工业用水、3. 农业用水。

除了该水利流量之外，也必须要考虑河流维持流量。

此外，在水需求紧张的地区，还需要从需求的控制、水利利用的合理化和高度化等综合性的观点加以讨论。

根据目标年的设定，可以将需求预测分为短期性的需求预测和长期性的需求预测，由于需求预测方法的不同其预测精度也有所不同，所以需要明确预测精度。

短期性的需求推测是根据目前需求增大的趋势以及具体的各种用水需求计划，可以以比较准确的精确度进行预测。

另外，长期性的需求需要在政策上掌握将来的人口、产业结构以及水的使用形态等因素后进行推测。在进行预测时，需要同我国经济社会发展的长期规划（县、市镇村等相应的长期规划）结合起来，并且根据现实的社会经济发展动向及时地加以修正。

对预测进行评价时，要用预测工作中所使用的各种方法进行比较，同时还要同其他机构所做的预测进行比较评价，还要通过对预测值和实测值进行对比来进行评价。

3.2 资料的收集和资料的分析

在预测水需时，需要针对各个对象尽可能多地收集资料进行分析。

说 明

预测需水领域时，要收集过去及目前水使用的实际情况、其主要需求原因等资料。

例如：1. 生活用水：供水人口、每人每天供水量（最大量和平均量）、使用用途（家庭、学校、商店等）

2. 工业用水：制造业产值、各工种的使用用途（冷却用水、温度调节用水、处理用水等）、回收率、海水使用量

3. 农业用水：水田和旱田面积、净用水量（退少深度）、毛用水量、计划用水量

进而还要从有关的机构收集已制定完成的未来各种用水需求计划、国家、县和市镇的长期计划。另外，工业用水还要参考各年的工业统计，上水道用水还要参考上水道的统计资料。

对以上所收集的资料，要按照其预测对象和目的进行比较和讨论，要分析那些对水需求变动有着重要意义的内容，通过画图表等方法以了解需求的动向。

3.3 需水预测方法

需水的预测是根据生活用水、工业用水、农业用水等各自的目的而进行的。

各种用需水的计算有许多方法，这时需要比较和探讨这些计算结果，以选择最适用于预测对象的方法。

说 明

各种用水需求的推测方法有以下几种。

1. “基本需求、定额积累的方法”，即根据人口以及制造业使用额等基本需水的增加倾向和消费量定额增减的动向，推测未来需水。

2. “线性方程式的方法”，即用人口、店铺面积、制造业产值等之类的与水需求有着密切相关性的因素为变量，来预测使用水量。

3. “土地利用分析的方法”，即通过预测未来土地使用的倾向和水使用定额的倾向性变化来预测水的使用。

4. 此外还有地域相关分析的方法和用 OR 手段等的方法。

无论哪个方法都有利有弊，今后还需要进一步地研究。

对需水进行预测时通常使用基本需求、定额积累的方法。这是因为该方法有一些优点，比如只要具备过去各基本需求以及使用水量等的资料，通过简单的计算就可以获得结果，若所推测的是短期性的水需求则可以保证一定的精度等。相反，在生活用水方面，除了个人消费用家庭用水之外，包括第 2 和第 3 产业社会消耗中所必需的生活用水等在内，该方法以每人的消耗量来表现该地区复杂水消费构成尚显不足。

此外由于难以将未来地域结构的变化考虑在内，所以对长期性的水需求预测在精度上还有些偏差。

为此，在预测长期性需水的时候，通常需要按照 3. 的方法，立足于土地使用对各种用水的需求进行预测。由于长期性预测往往作为综合性土地使用计划的一项内容，所以在进行大量的工作后，还需要法律限制等政策上的支持，计划也可能难以实施，所以要

求根据各种情况经常性地对计划进行修改。

在使用定额时，定额分为实际使用时定额和取水时定额，所以要加以注意。

虽然可以使用以上任何一个方法，但是要比各种方法，采用那些被认为最符合预测对象的方法。此外，在采纳预测结果的时候，需要同有关人员以及有关的行政机关进行充分的协商。

3.4 生活用水的需求预测

在对生活用水的需求进行预测时，要根据计划目标年的人口、上水道普及率、平均每人每天的用水量等，计算必要的水量。

说 明

在对生活用水的需求进行预测时，有必要参考本章 3.2 的结果，研究计划目标年的人口、上水道普及率、平均每人每天的用水量。

用基本需求、定额积累的方法可以按照以下的公式求得计划目标年的必要水量。

$$\text{人口} \times \text{上水道普及率} \times \text{平均每人每天用水量} \times 365 \text{ 天}$$

这样求得的必要水量为年间所需的总需求水量，由于实际用水需求的模式夏天多而冬天少，所以用每秒的方式表示必要水量的时候，需要划分整个年，然后对各个时期所必需的水量模式化。

此外，最近由于地面下沉，地下水的使用有所限制，地下水向地表水转换以及下水处理后作为杂用水而再利用等情况不断增多，所以这些情况也都需要加以考虑。

表 3—1 供水人口和供水量（1971 年的数据，由水道局统计）

以供水人口计算的 规模（单位：万人）	每人每天的供水量	
	最 大	平 均
100 以上	582	475
50~100	459	364
25~50	456	361
10~25	425	329
5~10	418	321
1~5	370	273
1 以下	295	243
建设中	314	224
总计	461	358
简易水道	261	166

3.5 工业用水的需求预测

在对工业用水需求进行预测时，要根据计划目标年中的制造业产值、工业用水定额来计算必要的水量。

说 明

对工业用水需求进行预测时，需要参考本章 3.2 的结果，讨论计划目标年的制造使用额和工业用水定额。

用基本需求、定额积累的方法可以按照以下的式子求得计划目标年的必要水量。

$$\text{工业使用额} \times \text{工业用水定额} \times 365 \text{ 日}$$

这样求得的必要水量为年间所需的总需求水量，由于工业用水一般在一年里是一定的，所以为了用每秒来表示它，将它除以 31 536 000 秒来求得。

此外，最近由于地面下沉，对地下水的使用有所限制，因而地下水转换成地表水，这些情况也都需要加以考虑。

另外，使用目的的不同对水质的要求也不同，通常工业用水不使用优质淡水，可以使用其他代用的手段（提高回收率、下水处理水的再利用、海水的利用），所以对总需求量进行预测时，要对这些水量考虑在内进行讨论，定额要使用淡水补给量的定额。

此外，工业用水定额对于大型工厂来说其预测值是比较妥当的，但是对中小型规模的工厂来说，它的预测值往往估计过大，所以这时需要进行充分的探讨。

3.6 农业用水的需求预测

在对农业用水需求进行预测时，要参考过去实际用水的资料，计算计划目标年各时期的需求水量和总需求水量。

说 明

在对农业用水需求进行预测时，要参考本章 3.2 的结果计算现情况下的需水量，对于未来新的需求，除了要预测计划目标年中的耕地灌溉所需新的面积、旧耕地补水的面积、新耕地的面积等新增面积之外，还要预测伴随退耕以及市街化区域的设定而引起的农田废弃面积等的减少因素，对于这些面积，要设定各自农业用水的定额（水量减少深度等），在考虑了有效雨量后进行计算。

此外，在灌溉设施改造改良等的合理化措施中，经常将所需要的水量转用到其他的用途中，对于这一点需要充分地加以考虑。

此外，最近由于地面下沉，对地下水的使用有所限制，因而地下水转换成地表水，这些情况也都需要加以考虑。

另外农业用水的实际需要还会因农作物的种类、农作物生长期等因素的不同而发生较大的变化，所以除了总需求量之外还需要把整个年划分为各个不同的时期，按各个时期计算所需要的水量。

表 3—2 各种土壤退水深（正常最大值）

土 质	水量减少深度	摘 要
沙 土	26.1cm	6 地区 11 个地点的平均值
砂壤土	20.0	10 地区 14 个地点的平均值
壤 土	20.6	18 地区 29 个地点的平均值
腐积土	18.2	13 地区 20 个地点的平均值
粘 土	17.5	11 地区 17 个地点的平均值
平 均	20.5	

摘自农业土木手册（农业土木学会编）

第 4 节 新开发水量的计算

4.1 新开发水量的计算

从计划目标年中的水需求量减去目前可能的供给量，就可以求得今后应该重新开发的水量，其中还要计算水资源开发设施所提供的水量。

说 明

本章第3节所得到的未来水需求量与目前可能供给量之差即为今后开发时所应该确保的水量，地下水等之外可依赖的水量将取自于河水。

河流水依存量中，在确保正常流量的前提下，如果还有可利用的自流水量，则减去这个部分后，剩下的不足部分可以通过水利设施来补充。

第5节 河流开发水量的计算

5.1 河流开发水量的计算

河流中的开发水量要规定计划基本点，在规定时要考虑到以下几个问题。

1. 要明确取水的地点
2. 在标准枯水的时候，原则上要满足必要的水量（考虑到损失后的数量）。
3. 要考虑经济性。

说 明

计算开发水量时，取水地点选择的不同则区间流域等不同，其径流形态将产生变化，所以要明确规定取水地点。若取水地点没有确定，则通常用开发地点来代替。

无论在什么情况下，对于标准枯水都要先确保正常流水，然后在考虑到必要水量的情况下计算开发水量，这时当然要考虑水库等水源设施结构的可能性，但还要结合周围的状况等，从综合的观点对它的经济性进行讨论。

河流的水开发，包括水库、湖泊开发、流况调整性河流等，其中对于水库中的开发水量，其计算的一般顺序以及计算例如下所示。

开发水量的计算例

- (1) 坝址的自然流量
- (2) 在 B 地点从水库流域以外处流出的流量
- (3) 在 B 地点处的自然流量 ((1) + (2))
- (4) 在 B~C 间对不特定目标应确保的流量
- (5) 确保不特定用水后的 B 地点的流量 (针对 B 地点，水库蓄水量) ((3) - (4))
- (6) 当(5)成为负值时，水库应该补充的流量 (在 B 地点为补充不特定用水，从水库排出的流放量) ((4) - (3))
- (7) 在 C 地点的自然流量。但是本例中，在 B~C 间所使用的不特定用水在半旬 (5 天) 的时间内全部还原，此外在 B~C 间将没有流入。
- (8) C 地点下游处对不特定目的用水应确保的流量
- (9) 确保不特定用水后的 C 地点的流量 (针对 C 地点，水库可能的蓄水量) ((7) - (8))
- (10) 当(9)成为负值时，水库应该补充的流量 (在 C 地点为补充不特定用水从水库排出的放水量) ((8) - (7))
- (11) 可能的利用量 (不特定用水补充后的自流量) ((5)、(9)都为正值，且数值较小)
- (12) 由水库补充的不特定目的用水的流量 ((6) + (10))

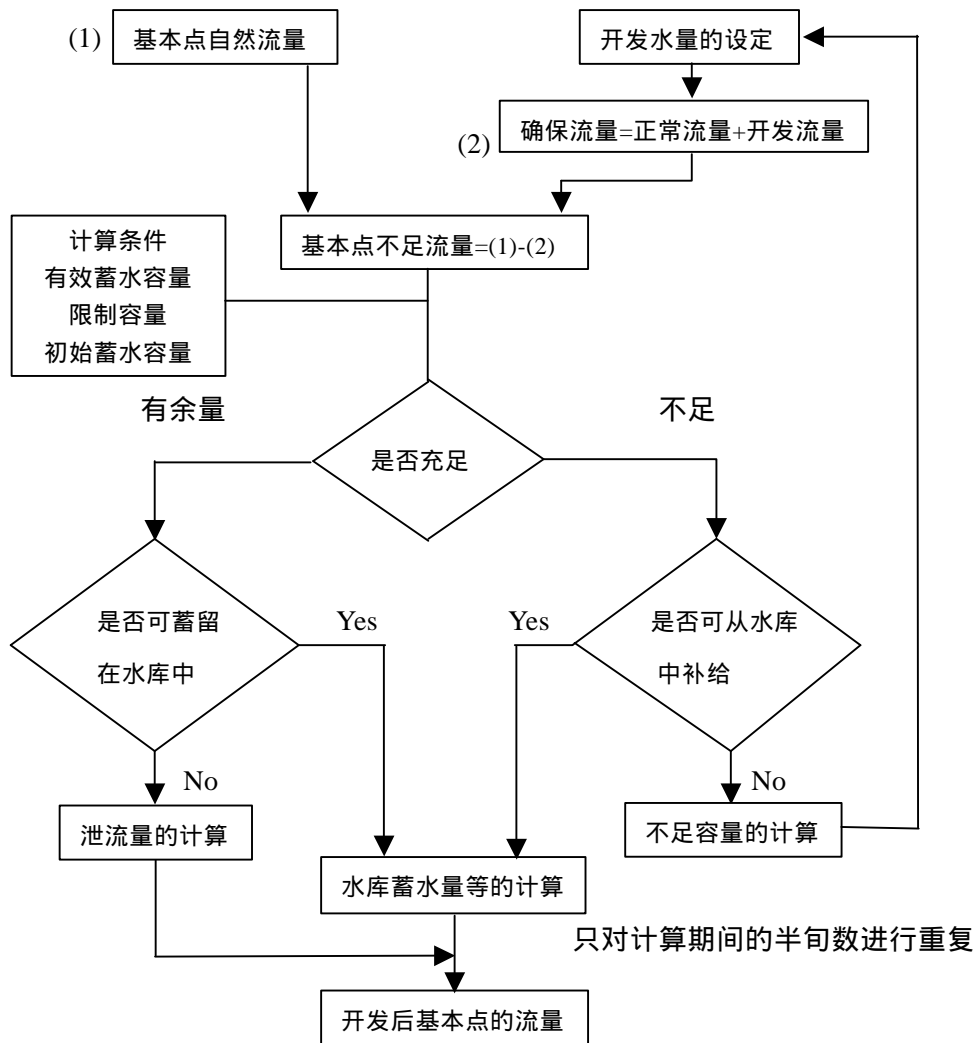


图 3—1 开发水量计算的步骤

- (13) 新的取水量。半句为 6 天时，则乘以 1.2 倍
- (14) 当(13)>(11)时，为取得新的用水量，而从水库中补充的量 ((13)>-(11))
- (15) 当(13)<(11)时，在(11)的可能利用量中，新的取水中还剩下的多余流量 ((11)-(13))
- (16) 当(15)>(1)时，在(15)中对水库蓄水量的回复没有起到作用的流量(从水库下游流域排出的流入量)((15)-(1))
- (17) 流入水库内的流入量中，毫无目的地又被泄流的流量 ((1)和(15)中较小者)-(18))
- (18) 流入水库内的流入量中，被储存在库内的流量(为水库回复的流量)((1)、(15)
(半句前的 22) 中较小的一个值)
- (19) 水库所补充的总量 ((12)+(14))
- (20) 水库蓄存量减少部分中，补给不特定目的用水流量所引起的部分 ((半句前的(20))
+(12)-(18))
- (21) 水库储存量减少的部分中，用于新的取水而补给流量后所引起的部分 ((半句前的

(21) + (14)) , 但是当(18) > 0 并且(18) > (半旬前的(20)) 时, 则该值为 (半旬前的(21) - { (18) - (半旬前的(20)) }) 。 在这里(20)将被优先补给。

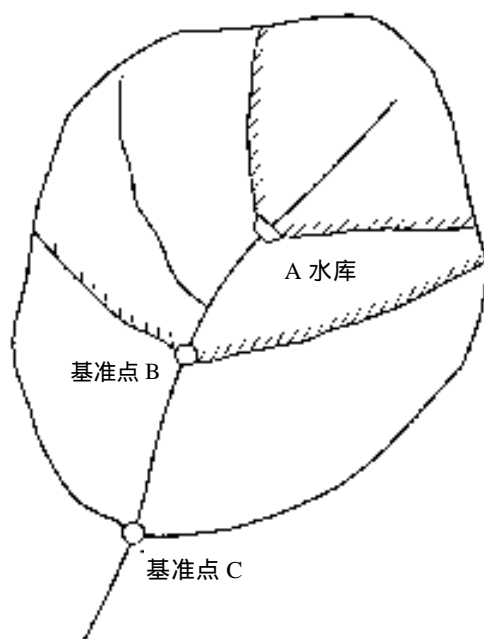


图 3—2 示意图

(22) 水库蓄留量的减少总量 (蓄留容量与此时储存量之差) ((20) + (21))

用 $60 \times 60 \times 24$ 乘以最大的(22)所得到的值就是为了补给不特定用水和新的取水而所需要的库容量 (在本例中, 其计算值为 $150.94 \times 60 \times 60 \times 24 = 13\ 041\ 216\text{m}^3$)

注) 在本例中, 不特定用水中的自流部分已全部被回流, 从水库补给的量没有还原, 对于不特定用水的还原和其他流入的量, 要根据实际情况进行相应的处理。

水库开发水量的计算实例

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
年月	坝址 流量	区间 流域 流量	B地 点流 量	上游 不特 定确 保流 量	蓄留 的可 能性	不特 定的 补给	C地 点的 流量	下游 不特 定确 保流 量	蓄留 的可 能性	不特 定的 补给
64.7	7.92	8.08	16.00	13.60	2.40	-	16.00	15.50	0.50	-
	31.33	31.97	63.30	13.60	49.70	-	63.30	15.50	47.80	-
	34.70	35.40	70.10	13.60	56.50	-	70.1	15.50	54.80	-
	91.08	92.92	184.0	11.40	172.6	-	184.0	5.70	178.3	-
	17.72	18.08	35.80	11.40	24.40	-	35.8	5.70	30.10	-
(31日)	5.40	5.50	10.90	13.68	-	2.78	10.9	6.84	4.06	-
8	3.07	3.13	6.2	11.40	-	5.20	6.2	5.70	0.50	-
	2.97	3.03	6.0	11.40	-	5.40	6.0	5.70	0.30	-
	2.13	2.17	4.3	11.40	-	7.10	4.3	5.70	-	1.40
	1.49	1.51	3.0	7.75	-	4.75	3.0	9.30	-	6.30
	8.76	8.94	17.7	7.75	9.95	-	17.7	9.30	8.40	-
(31日)	12.08	12.32	24.4	9.30	15.10	-	24.4	11.16	13.24	-
9	3.96	4.04	8.0	7.75	0.25	-	8.0	9.30	-	1.30
	8.66	8.84	17.5	7.75	9.75	-	17.5	9.30	8.20	-
	4.21	4.29	8.5	7.75	0.75	-	8.5	9.30	-	0.80
	3.42	3.48	6.9	7.75	-	0.85	6.9	9.30	-	2.40
	35.28	36.01	71.29	5.50	65.79	-	71.29	5.50	65.79	-
(31日)	50.59	51.61	102.2	5.50	96.70	-	102.2	5.50	96.70	-
10	9.36	9.54	18.9	5.50	13.40	-	18.9	5.50	13.40	-
	9.90	10.10	20.0	5.50	14.50	-	20.0	5.50	14.50	-
	54.65	55.75	110.4	5.50	104.5	-	110.4	5.50	104.9	-
	14.95	15.25	30.2	5.50	24.70	-	30.2	5.50	24.70	-
	10.64	10.86	21.5	5.50	16.00	-	21.5	5.50	16.00	-
(31日)	10.54	10.76	21.3	6.60	14.70	-	21.3	6.60	14.70	-
11	8.79	8.94	17.7	5.50	12.20	-	17.7	5.50	12.20	-
	5.74	5.86	11.6	5.50	6.10	-	11.6	5.50	6.10	-
	18.02	18.38	36.4	5.50	30.90	-	36.4	5.50	30.90	-
	7.18	7.32	14.5	5.50	9.00	-	14.5	5.50	9.00	-
	5.64	5.76	11.4	5.50	5.90	-	11.4	5.50	5.90	-
(31日)	5.05	5.15	10.2	5.50	4.70	-	10.2	5.50	4.70	-
12	5.40	5.50	10.9	5.50	5.40	-	10.9	5.50	5.40	-
	5.00	5.10	10.1	5.50	4.60	-	10.1	5.50	4.60	-
	4.36	4.44	8.8	5.50	3.30	-	8.8	5.50	3.30	-
	4.21	4.29	8.5	5.50	3.00	-	8.5	5.50	3.00	-
	4.16	4.24	8.4	5.50	2.90	-	8.4	5.50	2.90	-
(31日)	4.85	4.95	9.8	6.60	3.20	-	9.8	6.60	3.20	-

平均半旬 m³/sec

(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
不特定补给后自流(5)(9)中较小者	水库补给的不特定流量	新的取水量	水库补给新的水量	余量	区间流域的无效	水库的无效	水库的回复	水库补给总计	水库补给不特定量累计	水库补给新的水量累计	水库补给累计量的总计
0.50	-	12.50	12.00	-	-	-	-	12.00	0	16.31	16.31
47.80	-	12.50	-	35.30	3.97	15.02	16.31	-	0	0	-
54.60	-	12.50	-	42.10	7.40	34.70	-	-	-	-	-
172.6	-	12.50	-	160.1	69.02	91.08	-	-	-	-	-
24.40	-	12.50	-	11.90	-	11.90	-	-	-	-	-
-	2.78	15.00	15.00	-	-	-	-	17.78	2.78	15.00	17.78
-	5.20	12.50	12.50	-	-	-	-	17.70	7.98	27.50	35.48
-	5.40	12.50	12.50	-	-	-	-	17.90	13.38	40.00	53.38
-	8.50	12.50	12.50	-	-	-	-	21.00	21.88	52.50	74.38
-	11.05	12.50	12.50	-	-	-	-	23.55	32.93	65.00	97.93
8.40	-	12.50	4.10	-	-	-	-	4.10	32.93	69.10	102.03
13.24	-	15.00	1.76	-	-	-	-	1.76	32.93	70.86	103.79
-	1.30	12.50	12.50	-	-	-	-	13.80	34.23	83.36	117.59
8.20	-	12.50	4.30	-	-	-	-	4.30	34.23	87.66	121.89
-	0.80	12.50	12.50	-	-	-	-	13.30	35.03	100.16	135.19
-	3.25	12.50	12.50	-	-	-	-	15.75	38.28	112.66	150.94
65.79	-	12.50	-	53.29	18.01	-	35.28	-	3.00	112.66	115.65
96.70	-	12.50	-	84.20	33.61	-	50.59	-	0	65.07	65.06
13.40	-	12.50	-	0.90	-	-	0.90	-	0	64.17	64.16
14.50	-	12.50	-	2.00	-	-	2.00	-	0	62.17	62.16
104.9	-	12.50	-	92.40	37.75	-	54.65	-	0	7.52	7.52
24.70	-	12.50	-	12.20	-	4.68	7.52	-	0	0	0
16.00	-	12.50	-	3.50	-	3.50	-	-	-	-	-
14.70	-	15.00	0.30	-	-	-	-	0.30	0	0.30	0.30
12.20	-	12.50	0.30	-	-	-	-	0.30	0	0.60	0.60
6.10	-	12.50	6.40	-	-	-	-	6.40	0	7.00	7.00
30.90	-	12.50	-	18.40	0.38	11.02	7.00	-	0	0	0
9.00	-	12.50	3.50	-	-	-	-	3.50	0	3.50	3.50
5.90	-	12.50	6.60	-	-	-	-	6.60	0	10.10	10.10
4.70	-	12.50	7.80	-	-	-	-	7.80	0	17.90	17.90
5.40	-	12.50	7.10	-	-	-	-	7.10	0	25.00	25.00
4.60	-	12.50	7.90	-	-	-	-	7.90	0	32.90	32.90
3.30	-	12.50	9.20	-	-	-	-	9.20	0	42.10	42.10
3.00	-	12.50	9.50	-	-	-	-	9.50	0	51.60	51.60
2.90	-	12.50	9.60	-	-	-	-	9.60	0	61.20	61.20
3.20	-	15.00	11.80	-	-	-	-	11.80	0	73.00	73.00

第4章 水土保持基本计划

第1节 概述

制定水土保持基本计划的目的是，在于通过防止河流流域产沙以及泥沙径流造成的灾害，保护环境、确保河流整治和供水功能。

说明

产沙，是指伴随着暴雨、积雪融化、地震等引起的山体崩落、河床·河岸冲刷等现象而产生非稳定泥沙。

防止泥沙灾害，是指防止山体崩落、泥石流袭击等直接性泥沙灾害，或者泥沙径流造成蓄水池埋没、或河床升高引起的洪水泛滥等间接性泥沙灾害，从而保障国民的生命财产安全，保护自然生态环境。

已制定有综合计划的河流，应以其为依据，制定水土保持基本计划。

第2节 水土保持基本计划的基本要求

2.1 制定计划的基本方针

制定水土保持基本计划时，应考虑在水土保持计划区域内，合理而有效地处理有害泥沙。

说明

有害泥沙，是指可能引起泥沙灾害的产沙、泥沙径流。关于产沙和泥沙径流，请参考本章2.4提及的泥沙量。

2.2 计划控制点

计划控制点，是水土保持基本计划所涉及确定泥沙量的地点。它可设在水土保持计划区域的最下游点以及与河流计划相关的地点，还可以考虑其地区特性，设在所保护地区的上游、泥石流地区和推移质地区的分界点等必要的地点。

说明

为了明确水土保持基本计划的对象、协调计划区域的泥沙处理总体计划，应将规模控制点设立在地区特点比较鲜明的地方。

泥石流地区，指泥沙径流呈集中移动状态的地区。推移质地区，指泥沙径流借助于水流呈个别移动状态的地区。通常，将位于3维槽（关于槽的次数，请参考调查篇第11章产沙调查第2节）上游的、坡度大于1/30的溪谷地区设定为泥石流地区。

2.3 计划规模

水土保持基本计划的规模分为泥石流地区规模和推移质地区规模。前者以设计泥石流规模为准，后者应综合考虑以往的灾害、计划区域的重要性、工程效益而决定。通常以设计降雨量的年超概率来评估。

说明

对于泥石流形态的泥沙径流而言，是否发生泥石流是个问题，设定其中等规模比较困难，因此原则上以最大规模的泥石流为对象，确定计划规模。

对于推移形态的泥沙径流，需参照第2章 2.4.1 来确定计划规模。

2.4 计划中的泥沙量

2.4.1 设计产沙量

设计产沙量，是指山地及溪岸的新的塌坍泥沙量、已塌坍而有可能扩大的泥沙量、已塌坍处的残余泥沙量中有可能在发生新的塌坍时流入河道的部分，以及河床淤沙中有可能受到2次侵蚀的部分。

设计产沙量，是估算超计划泥沙量的基础量，应根据计划区域的现状调查资料、历史灾害资料、类似地区资料来确定。

说明

设计产沙量，应对于每一个计划控制点，以其上游流域为对象，分别不同的产沙形态，并假设流域内无止沙设施来算定。流域情况发生显著变化时，应进行必要的修改。

设计产沙量的计算，原则上要根据不同的产沙形态，调查其母体在对象区域内的土地面积。在下列各种情况下，应分别计算。① 暴雨型小规模塌坍时：山地面积×以往暴雨时的新的塌坍面积比率×平均塌坍深度×河道径流系数×土量变化率。② 秃山及塌坍地：根据其面积和泥沙径流的实测资料进行计算。③ 河床淤沙受到2次侵蚀：根据现在的淤积状况和以往发生灾害时的河床变化资料进行计算。④ 滑坡型大规模塌坍：根据有滑坡征兆的具体地形、裂缝的分布等可推断出的范围及类似地区的塌坍深度、河道径流系数及土量变化率进行计算。

对于滑坡型大规模塌坍，可在某种程度上，从地质、地形来预测其位置和规模，但要预测到底何时发生塌坍，则极其困难。滑坡型大规模塌坍一旦发生，其产沙量非常巨大，有可能形成天然大坝，并在塌坍时发生大规模的泥石流，造成很大的影响，因此对危险地区的调查一定要加以慎重。

2.4.2 设计泥沙径流量

设计泥沙径流量，是指计划产沙量中由于泥石流或水流的推移力而被冲入计划控制点的泥沙量。确定设计泥沙径流量时，应考虑以往泥沙径流量、流域地形、植被情况、河道调节能力等。

说明

搞清泥沙径流的实际情况，是水土保持计划中的重要研究课题，各地正在对实际情况进行调查。现在是否还有问题尚未搞清，因而假设流域内无泥沙径流防止设施，按以下方法推

算。

泥石流地区的设计泥沙径流量，原则上的算法是从该计划控制点上游的设计产沙量中减去该地区的河道调节量。此时要注意，泥石流的发生时间并不一定与计划中的降雨发生时间完全一致。

没有相关地区的泥石流资料，且认为不会发生滑坡型大规模塌坍时，可参考以下数据。

泥石流地区（标准流域面积为 1km^2 ）

- | | | |
|-----------|--|---|
| 1) 花岗岩地带 | $50,000\sim 150,000\text{m}^3/\text{km}^2/1$ 次洪水 | |
| 2) 火山喷发地带 | $80,000\sim 200,000$ | ∵ |
| 3) 第3纪层地带 | $40,000\sim 100,000$ | ∵ |
| 4) 破碎地带 | $100,000\sim 200,000$ | ∵ |
| 5) 其他地带 | $30,000\sim 80,000$ | ∵ |

流域面积为标准面积的10倍时，其值为上述数值的0.5倍，1/10倍时则以3倍计算（根据建设省河川局砂防部的调查）。

推移质地区的设计泥沙径流量的算法如下：该计划控制点的紧邻上游控制点（有时是复数）发生洪水时的设计泥沙径流量，加上两个计划控制点之间的产沙量与其间的河道调节量之差。

认为不会发生滑坡型大规模塌坍时，可参考以下数据。

推移质地区（标准流域面积为 10km^2 。年超概率为 1/50、1/100 时，则按 1.1 倍计算）

- | | | |
|-----------|---|---|
| 1) 花岗岩地带 | $45,000\sim 60,000\text{m}^3/\text{km}^2/1$ 次洪水 | |
| 2) 火山喷发地带 | $60,000\sim 80,000$ | ∵ |
| 3) 第3纪层地带 | $40,000\sim 50,000$ | ∵ |
| 4) 破碎地带 | $100,000\sim 125,000$ | ∵ |
| 5) 其他地带 | $20,000\sim 30,000$ | ∵ |

流域面积为标准面积的10倍时，可采用0.5倍数值，1/10倍时可采用3倍数值（根据建设省河川局砂防部的调查）。

蓄水池上游的河流或泥沙径流量较多、经常发生泥沙灾害的河流，有时采用设计年平均泥沙径流量。设计年平均泥沙径流量，是多年来的泥沙径流量累计值除以累计年份而得出的量，通常参考蓄水池的淤沙量监测资料或河床变化资料来确定。

2.4.3 设计允许输沙量

设计允许输沙量，是从计划控制点输送到下游河流的、对河流不造成危害的必要泥沙量。应考虑水流的推移力和径流泥沙的粒径，并根据河道现状及其计划来确定。

推移质地区内有多个计划控制点时，设计允许输沙量必须在上下游之间进行调整。

说明

设计允许输沙量有时还像洪量一样以秒为单位，但在多数情况下，包括泥石流在内，是作为洪水单位来计算。对于以泥石流形态输送的泥沙，应根据水土保持计划区域内的保护对象地区情况确定设计允许输沙量；对于以推移形态输送的泥沙，则应根据水土保持计划区域内的河道及下游河道的现状及其计划来确定。

确定推移质地区内的设计允许输沙量时，应与河道计划中的输沙量协调考虑；对于蓄水

池上游河流的计划，原则上应参考蓄水池的设计淤沙量，确定年平均允许输沙量。

2.4.4 超设计泥沙量

超设计泥沙量，是水土保持基本计划中需要进行处理的泥沙量，其计算方法为：从每个计划控制点的设计泥沙径流量减去设计允许输沙量。

说明

对于蓄水池上游地区，可根据悬移质泥沙的含量来设定超设计泥沙量。可采用扣除了设计年平均允许输沙量（水库设计淤沙量）的超设计年平均泥沙量。

第3节 水土保持基本计划的制定

3.1 制定计划的基本要求

水土保持基本计划，是为了合理、有效地处理超设计泥沙量而制定的计划，由泥石流防治计划、输沙调整计划构成。

泥石流防治计划、输沙调整计划均由产沙控制计划、泥沙径流控制计划、泥沙径流调节计划构成，而这些计划之间，有着密切关联。

说明

水土保持基本计划由下列两个计划构成：为防止泥石流造成灾害而制定的泥石流防治计划；为防治输沙在推移质地区内造成灾害而制定的输沙调整计划。

两个计划中有关泥沙处理的计划，均以两个紧邻的计划控制点之间的流域为对象，采用下列公式计算并确定设计止沙控制量、设计泥沙径流控制量、设计泥沙径流调节量（请参考图 4-1）。

$$E = (Q + A - B)(1 - \alpha) - C - D$$

E：设计允许输沙量

Q：该计划控制点的紧邻上游控制点（有时是复数）的设计洪水泥沙径流量

A：设计产沙量

B：设计产沙控制量

α ：针对河道调节泥沙量的（Q+A-B）的情况

C：设计泥沙径流控制量

D：设计泥沙径流调节量

泥沙径流控制计划用于评估调蓄流沙、控制其径流的砂防坝的功能。因淤沙量的增加，砂防坝会失去其功能。制定水土保持基本计划时，应考虑到需要恢复其功能的情况。

输沙调整计划不但包括输沙量，还包括流沙粒径的调整。应考虑河道淤沙的粒度分布等现状调查资料、水流的推移力、径流泥沙的粒径等，以使河道现状及其计划能够得到协调。

这些计划还应包括拦木材措施，以解决漂流物引起的灾害不断增多的问题。

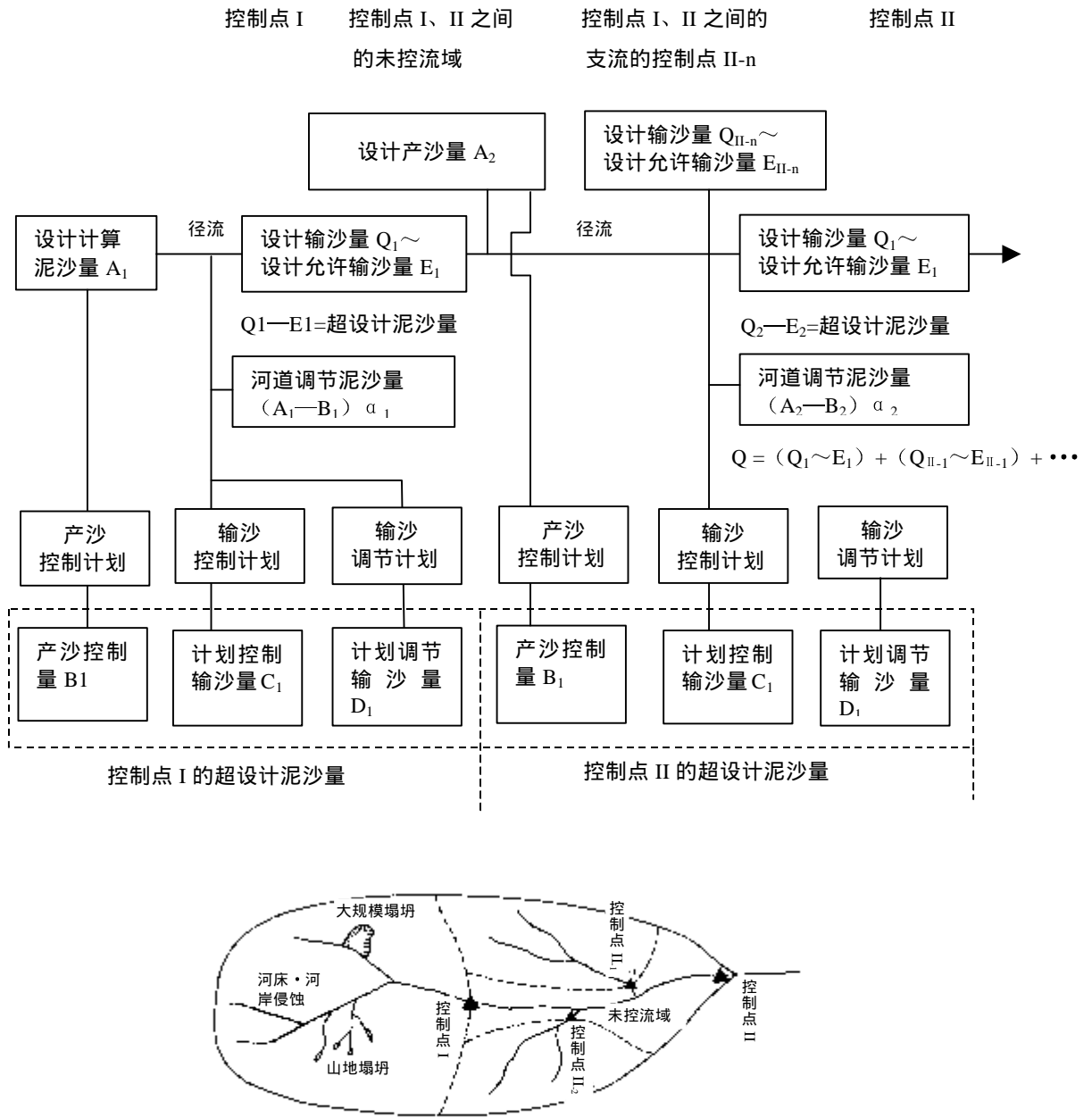


图 4-1 水土保持基本计划系统图

图中 $(Q_1 \sim E_1)$ 在河道调节时为 Q_1 ，
 产沙·输沙控制以及输沙调节计划完成时为 E_1 ，
 这些计划未完成时为 Q_1 和 E_1 的中间值。

3.2 产沙控制计划

制定产沙控制计划的目的是，在于通过控制因降雨等引起的山体崩落、滑坡、河床·河岸冲刷等，恢复荒废的形成源地区，防止出现新的荒废地区，同时控制有害泥沙的形成。制定计划时，应考虑形成源的状况、泥沙的形成形态、泥沙的径流形态、以及所保护地区的情况，将计划产沙控制量合理地分配到砂防坝、渠系工程和山地工程。

说 明

基于产沙控制计划的设施计划，应针对泥沙的1次形成源（山地）以及2次形成源（河道）制定。

确定利用水土保持设施的产沙控制量时，应考虑设施规模以及地形·地质、植物生长情况、地面稳定状况。

3.3 泥沙径流控制计划

制定泥沙径流控制计划的目的是，在于将有害的径流泥沙积蓄在砂防设施内，控制其径流。制定计划时，应考虑泥沙的径流形态、所保护地区的情况、地形、河床坡度、超设计泥沙量以及泥沙粒径、河道等的荒废状况、砂防设施的止沙功能等，将计划泥沙径流控制量合理地分配到砂防坝、止沙工程的设计防、拦沙容量中。

说 明

制定泥沙径流控制计划时，应预测砂防坝等的设计拦沙量中，固定蓄拦量的未淤沙容量，以及借助于除石工程的功能恢复等情况。

3.4 泥沙径流调节计划

制定泥沙径流调节计划的目的是，在于将有害的泥沙径流暂时蓄拦在防砂设施内，尔后利用水流安全地将其输送到下游，进行量化调节，同时调节径流泥沙的粒径。制定计划时，应考虑泥沙的径流形态、数量、粒径、河道现状及其计划、所保护地区的情况等，将设计泥沙径流调节量合理地分配到砂防坝等。

说 明

砂防坝的泥沙调节量，一般通过淤沙的稳定坡度和洪水坡度之间的淤沙容量来决定。因为砂防坝的堆沙区域往往位于河道调节功能较大之处，此时的砂防坝的泥沙调节量只能用新增量来评估。此外，通过在泄水口上设置缝口、调节放水孔的大小、调节配置来增加其功能的例子也很多。

3.5 与环境保护之间的协调

与环境保护之间的协调，请参考计划篇第5章。

第5章 环境保护计划的基本原则

第1节 总论

本章就制定保护与河流有关的自然环境、维护和改善河流空间环境和水量水质等计划的基本原则做了说明。

说 明

一般认为，河流是处于自然和社会接点上的自然物，是构成自然环境和生活环境的重要因素。

因此，必须保护与河流有关的环境，努力改善它的质量，并从全社会出发确立河流环境保护计划的目标。对于已制定了综合河流计划的河流，要根据其中规定的环境计划确立这一目标。

本着这样的思路，以下说明第9章以后制定设施计划时对制定环境保护计划的考虑。

关于环境调查，请参照调查篇第14章水质和底质的调查和第16章生态环境调查；关于综合河流计划，请参照计划篇第1章；对于施工中的环境问题，请参照施工篇第5章环境保护的内容。

另外，所谓河流空间，系指河流占地及其上空。

第2节 制定环境保护计划的基本方针

制定环境保护计划在于有效保护（改善）和利用河流环境，一般包括下列各项计划。

1. 河流环境保护治理计划
2. 水质保护（改善）计划

说 明

制定环境保护计划时，要分别制定河流空间的环境治理计划和水质保护计划，这些计划构成了总体的环境保护计划，但它们之间并不是相互独立的，而是相互关联互为补充的。

第3节 河流环境治理计划

3.1 河流环境治理计划

河流环境治理计划系指为了保护和利用河流空间而确定的关于保护和治理的基本思路。

〔参考 5.1〕关于环境治理计划中区域的划分

〔参考 5.1.1〕关于环境治理计划中区域的划分

在制定环境治理计划时，需将河流区间划分为如下几类：

1. 努力保护或恢复河道自然环境的区域
2. 需要保护河流及其周围景观的区域
3. 需要建设城市公园、运动场地等城市便民设施的区域
4. 其他的一般区域

在划分这些区域时必须注意如下事项。

1. 目前的自然状况
2. 河道地段的利用现状以及根据河流周围土地利用的变化预测将来河道地段土地利用的前景
3. 河流的现状和今后有必要对河流进行的整治
4. 有关河流环境的其他法律所指定的状况
5. 由于河道地段土地利用的变化而导致维护工作的难易程度

另外，在设定区域和制定计划时，必须基于整个水系考虑问题，必要时还要考虑召开联席会议，以便听取有关地方行政机关的意见。

〔参考 5.1.2〕努力保护和恢复河道地段等自然环境的区域

对原生自然环境保护区等应该保护其自然环境的地区，应该设定为努力保护和恢复河道地段等自然环境的区域（以下简称为“自然环境区域”）。

针对本区域制定的计划一般包括应该保护的自然景观、动植物种类等自然环境保护要素、保护方法、河流工程的内容等。

所谓应该保护其自然环境的地区系指如下的地区：

1. 自然环境法规定的原生自然环境保护区、特殊自然环境保护区及其类似地区
2. 自然公园法的特殊地区及其类似地区
3. 有关保护野生动物和狩猎法律规定的野生动物保护区及其类似地区

在本区域所进行的河流整治工程，必须预先进行充分的环境调查（包括替代方案），并在计划中充分反映调查的结果。

〔参考 5.1.3〕需要保护景观的区域

对相邻地区为自然公园、神社寺庙、历史古迹或对河流具有历史意义的地区，应该设定为保护景观的区域。

制定本区域计划时，一般包括景观的内容、保护方法、河流整治工程的内容等。

在本区域，首先要保护景观，进而努力创造更好的景观，为此可采取如下措施。

河流工程中的护岸工程要从强度着眼设计成整齐划一的工程，而是采用楔石、石笼、卵石或用这些材料制作的砌块，或者在护岸上覆盖表土，栽种草坪等。另外，水坝挖掘后的坡面处理也应该采用与周围景观相适应的施工法，而且也不能搞成完全划一的配置。对桥梁等构筑物也是同样，其形状和颜色将对周围的景观产生重大影响，必须充分研究。

〔参考 5.1.4〕提供城市便民设施的区域

对需要建设城市便民设施的城市规划区及其周围区域,应设定为提供城市便民设施的区域。

制定本区域计划时,一般包括城市便民设施的内容以及相关河流工程的内容等。

在本区域,为了促进与河流的协调,健康地利用自然环境,要努力整修城市基础设施,必要时将这些设施的整修纳入计划。

但是,即使在这样的区域,必要时也需要规定出保护自然环境现状的地区,使设施的整修与自然环境相协调。

另外,本区域具有城市公园的功能,同时也可以作为发生异常灾害时的紧急避难场所。

城市便民设施可举例如下:

儿童公园、运动场、散步道路、自行车道、钓鱼场等。

3.2 河流整治计划

河流工程中的河道整治包括两方面,一是挖掘整治低水河槽,设置护岸,平整河漫滩,以利行洪,同时也可以利用公园、绿地等,充分发挥河流的功能。另一方面是整修与河流相协调的开放性设施。

对于每年发生1次以下洪水的地区应制定河漫滩的整治计划。而制定设施计划时,则必须充分考虑对岸和上下游的水利水害问题。

说 明

对于每年发生1次以下淹水的地区进行计划,与其说是为了治水,不如说是为了水利用。在淹水影响大的地方设置设施,由于洪水的淹没,考虑到维护管理费用,应选择建在洪水淹没频度低的区间。

关于与治水计划之间的关系,例如,当预定短期内将要对一部分河漫滩进行挖掘时,河岸的护岸就可以计划简单些,在计划建筑场地建筑物或构筑物时,要预先考虑好挖掘的预定分割线。

考虑上下游和对岸时,如果只急于利用河漫滩,而对与低水河槽接近堤坝的对岸护岸放任不管,往往会招致危险的结局,这是绝对需要避免的问题。

3.3 水库周围环境整治计划

随着人民群众休闲时间的增加和活动半径的扩大,为了整治水库和蓄水池周围的环境,使之与周围的自然环境相协调,同时发挥蓄水池所固有的休闲作用,需要对水坝周围的环境进行整治,创造出人民群众赏心悦目的水坝和蓄水池周围环境,同时有利于周围河流区域和河流保护区域的管理。

说 明

在河流整治计划中曾强调了水滨环境的休闲功能,对水库来说,由于蓄水池规模的扩大和近来观光人数的增加,利用新建的河流蓄水池空间作为休闲场所的情况越来越多,整修蓄洪区等(包括河流保护区和超高)也是一项河流治理工作。与此相适应,正确管理河道地段

和蓄水池水面、正确引导利用周围的占地、确保参观人员的安全等也属于河流管理的内容。

整治计划以周围占地的平整、护岸、植被、散步道路、厕所、垃圾处理设施等环境保护设施、指路标志设施、报警设施的整修为中心。对于植被、各种设施的标准以及占用建筑场地上的建筑物和构筑物许可标准，目前正在研究之中。计划的适用对象目前为正在管理的水库，将来，对正在建设的水库有必要引进采用共同分担费用（cost allocation）的制度，目前正在对此进行研究。

3.4 防砂环境治理计划

整修水土保持设备及其周围环境以提高防止土砂灾害的功能，同时为了保护 and 培育环境，有必要整修水土保持设备周围的环境。通过整修使水土保持设备与周围环境相协调，同时确保美丽的水滨环境和绿地等自然空间，为人民群众创造赏心悦目的水土保持设备周围环境。

说 明

通过保护、恢复和培育自然环境，水土保持设备除了防止泥砂灾害之外，还应该在水土保持设备周围积极地建设公园，提高其休闲功能。

另外，要使水土保持设备实现与周围环境的协调，除采用天然石料等当地材料的工程措施外，还必须充分采用林带等植物学措施。

对于河漫滩和沿河道空间，除确保其作为特大洪水安全阀这一防灾功能之外，平时还应保证它的公园、绿地、休闲场所之功能。

〔参考 5.2〕河流区域的植树

在掘进河道的顶端、堤坝背面的坡脚植树，要执行另行制定的河岸等地植树标准（草案）。滞洪区和大河的河漫滩以及水库蓄水池周围，因为有河水的影响，对植树必须慎重研究。

1. 河岸等植树的背景

过去，由于考虑到对河流管理设施的影响，禁止在堤坝、河岸等地植树，但从改善河流环境和城市绿化等方面来看，只要不给河流管理带来妨碍，河岸等地的植树是可以接受的。

这就是说，最近重新认识到河流所拥有的自然环境价值，通过给城市提供绿地而可改善日常的生活环境，因而要求充分发挥它的功能。为此，几年来推进河流环境整治业务，进行了河道整治。但是，对于不能绿化的河漫滩等地，目前尚没有改善河流环境的好方法。由于绿化的迫切性和各种社会情况的改变，现已对河岸等地的植树制定了一定的标准，在进行适当维护管理的前提下可以进行绿化了。

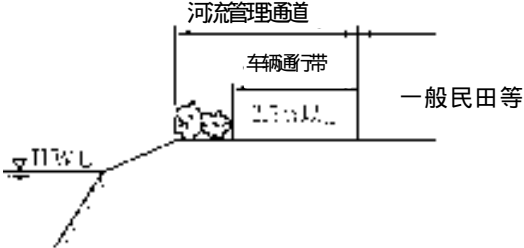
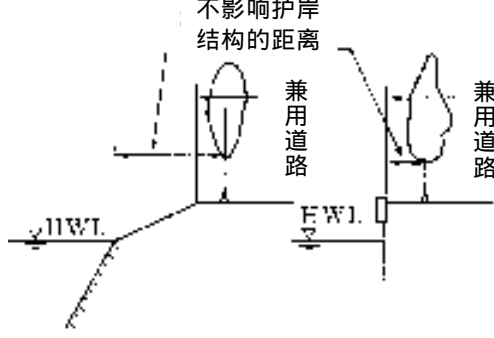
2. 植树的位置和树木的种类

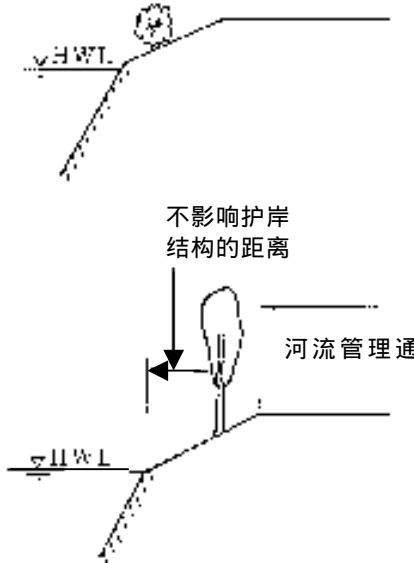
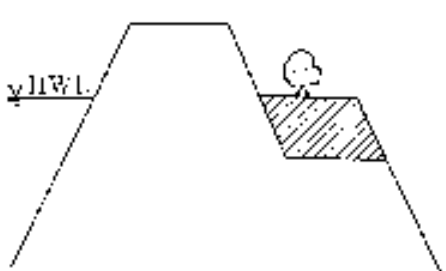
当在河岸的河流管理通道上植树时，植树位置必须确保必要的宽度，在堤防上植树时，应在堤防定准截面之外设置植树空间，并确保树根的深度。树木的种类则以另表所示的河岸等地植树标准（草案）为准。

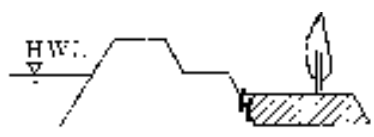
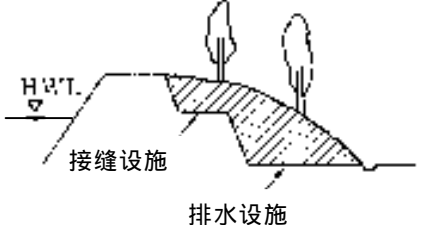
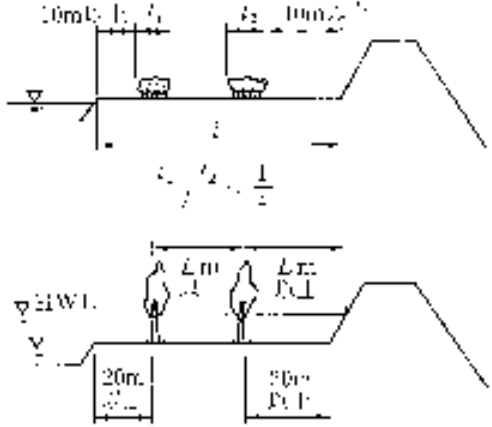
河岸等地植树标准（草案）术语的含义

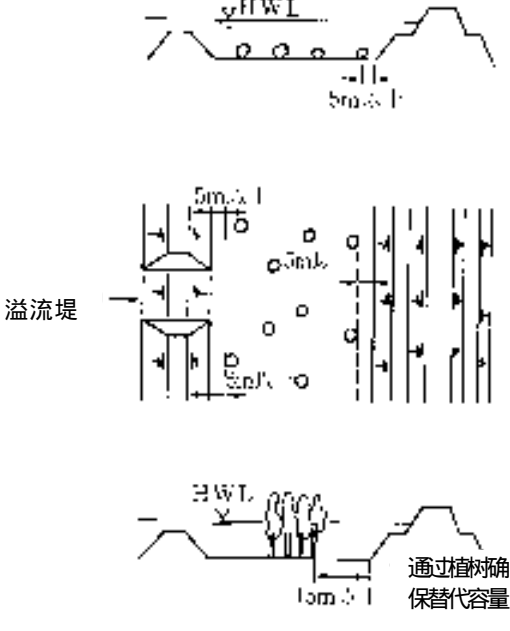
人工河道	系指当将一定空间进行平均时，对于设计洪水位低于堤外地盘高度以下的河道，其堤坝高度（从堤外地盘填土或到防波墙顶端的高度）不到 60cm 的河道。
镇台	系指河川管理设施等构造令第 24 条规定的镇台。
河道的河漫滩	系指在河川法第 6 条第 1 项第 3 号规定的土地中除与滞洪区、湖泊和水库蓄水池有关的设施以外的部分。
滞洪区	为了减少下游河道发生洪水时的流量，在河道旁边设置的蓄留河水的土地。
湖泊的前滩	系指设计洪水位在没有水面坡度的情况下湖泊河川法第 6 条第 1 项第 3 号所规定的土地。
高堤	系指在特大洪水时产生溢流也不会损坏的宽堤。
自立式护岸	系指包括自立式钢板桩护岸和混凝土挡土墙护岸等基础结构的自立式护岸。
高树	系指附表“树木分类表”中属于高树类的树木及与此类似的成林高度在 1 米以上的树木。
矮树	系指附表“树木分类表”中属于矮树类的树木及与此类似的成林高度在 1 米以下的树木。
抗风性树木	系指附表“树木分类表”中属于深根系的树木及与此类似的具有抗风能力的树木。
耐湿性树木	系指附表“树木分类表”中属于耐湿性的树木及与此类似的具有耐湿能力的树木。

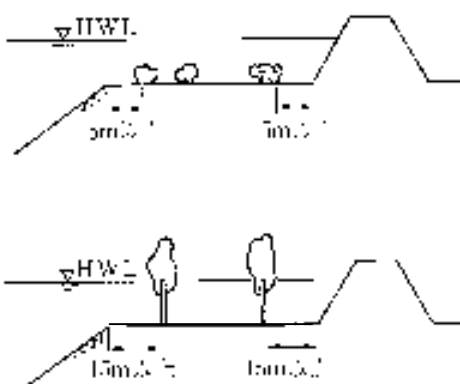
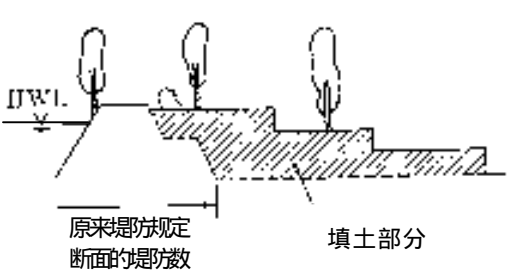
河流区域的划分	一般性标准
人工河道的河岸	<ol style="list-style-type: none"> 1 植树的位置应在河流管理通道（兼用作道路法规定的道路，以下简称为“兼用道路”）和河岸边坡坡面上。 2 在河流管理通道（除兼用道路）上只能种植矮树，并确保必要数量的车辆通过。 3 在河岸边坡坡面上植树时，应考虑特大洪水的安全疏导和边坡坡面的稳定。 4 树木的枝、根等不能侵入背后的民田及其分界线，或道路法所规定道路（以下简称为“道路”）的建筑界限。
堤坝的 背后戽道	<ol style="list-style-type: none"> 1 植树的位置只限于没有漏水等堤坝维护问题的区间。 2 植树要进行填土。 3 树木的枝、根等不能侵入背后的民田及其分界线，或道路的建筑界限。
堤坝的 镇台	<ol style="list-style-type: none"> 1 植树的位置只限于没有漏水等堤防维护问题的区间。 2 在第一种镇台上植树要种植矮树。 3 树木的枝、根等不能侵入背后的民田及其分界线，或道路的建筑界限。
河道的河漫滩	<ol style="list-style-type: none"> 1 高树的种植位置应设在河流宽度比上下游突扩部分，且其行洪时的河水不能处于死水状态或与此相近的状态，也不能是为疏导计划洪峰流量所需过水断面的区域。
滞洪区	<ol style="list-style-type: none"> 1 植树必须确保滞洪区所需的蓄水功能，同时在行洪时洪水不能外溢。
高堤	<ol style="list-style-type: none"> 1 根据人工河道的标准进行植树。

河流区域的划分	植树的位置划分	技术上的详细标准
掘进河道的河岸	河流管理通道	<p>(兼用道路以外的情况下)</p> <p>1 在堤内和堤外均植树时必须确保 2.5m 以上的车辆通行带。</p> <p><模式图></p>  <p>(兼用道路的情况下)</p> <p>1 种植的高树应为抗风性树木。</p> <p>2 种植高树只限于护岸高度在设计高水位以上的情况下。</p> <p>3 种植高树时，必须保证树木的主根在成林时不影响护岸结构，并离开护岸坡顶必要的距离。</p> <p><模式图></p> 

河流区域的划分	植树的位置划分	技术上的详细标准
堤防背面 戽道	河岸边坡坡面	<p>1 当护岸高度在设计洪水位以上时才能植树。</p> <p>2 植树时要进行铺设草坪等边坡坡面保护工程。</p> <p>3 当离河岸边坡坡面坡顶的堤内一侧为河流管理通道(包括兼用道路)时才能种植高树。</p> <p>4 种植的高树应是抗风性树木。</p> <p>5 种植高树时,必须保证树木的主根在成林时不影响护岸结构,并离开护岸坡顶必要的距离。</p> <p><模式图></p> 
		<p>1 种植高树时,应沿背面戽道的堤防坡脚进行必要的填土,以保证树木的主根在成林时不进入堤防的规定截面以内,并根据必要设置边缘分割设施。在这种情况下要注意不要影响防洪行动,同时填土也不能损害堤防的安全性。</p> <p>2 在1的填土部分应进行铺设草坪等边坡坡面保护工程。</p> <p><模式图></p> 

河流区域的划分	植树的位置划分	技术上的详细标准
河道的河漫滩	堤防镇台	<p>1 在第2种镇台，只限于对防洪活动有利的情况下才能种植高树。</p> <p>2 种植高树时，必须保证树木的主根在成林时不进入堤防的规定断面以内。有填土部分时，根据必要在堤防背面的边坡坡面和填土部分之间设置边缘分割设施和排水工程。在这种情况下要注意填土不能损害堤防的安全性。</p> <p>3 在2的填土部分应进行铺设草坪等边坡坡面保护工程。</p> <p><模式图></p> 
	第2种和第3种镇台	<p><模式图></p>  <p>1 种植矮树必须离开堤防表面坡脚和低水位渠道坡顶 10m 以上。</p> <p>2 种植簇生矮树时，在河流横断面方向簇生宽度（2 个以上簇生时为其和的宽度）必须在河漫滩宽度的 1/4 以下。另外，进行成排种植时，在河流纵断面方向上一排的长度应在 100m 以下，排的间隔在 50m 以上。</p> <p><模式图></p>  <p>(注) $L=20+0.005Q$</p> <p>3 种植高树时，要离开堤防表面坡脚和低水位渠道 20m 以上，而且要离开堤坝表面边坡坡面与计划洪水位的切线 $(20 + 0.005Q)$ m (Q 为计划洪水流量，单位 m^3/sec，下同) 以上的距离（不到 30m 时为 30m，超过 70m 时为 70m）。另外，植树的间隔，在河流横断面方向为 $(20 + 0.005Q)$ m（超过 70m 时为 70m）以上，在河流纵断面方向为 $(30 + 0.005Q)$ m 以上，并使其不会沿堤脚产生大流速。</p> <p>4 种植的高树应为抗风性树木，应种植单棵树，并采取堵缝工程措施。</p>

河流区域的划分	植树的位置划分	技术上的详细标准
滞洪区		<p>1 植树应确保替代容量，以便不使其影响滞洪区的必要蓄水功能。</p> <p>2 种植矮树时应离开堤脚、溢流设施和排水闸门 5m 以上，同时要考虑到发生洪水时的水深、流速等，采取防止漫堤措施，或者种植在不会漫堤的位置。</p> <p>3 种植高树应离开堤脚、溢流设施和排水闸门 15m 以上，同时要考虑到发生洪水时的水深、流速等，采取防止漫堤措施，或者种植在不会漫堤的位置。</p> <p>4 种植的高树应为抗风性和耐湿性树木。</p> <p><模式图></p> 

河流区域的划分	植树的位置划分	技术上的详细标准
湖泊的前滩		<p>1 种植矮树应离开堤脚和低水位渠道坡顶 5m 以上。</p> <p>2 种植高树应离开堤脚和低水位渠道坡顶 15m 以上。</p> <p>3 种植的高树应为抗风性和耐湿性树木,应种植单棵树木,树木密度限在每 0.1 公顷 1 棵。</p> <p><模式图></p> 
高标准堤坝		<p>1 在原来堤防标准断面堤基上的高标准堤防进行植树时,要根据掘进河道的标准进行。</p> <p>但当高标准堤防所需的断面尚未建成时,应仅在填土部分植树,植树的位置要保证树木的主根在成林时不进入原来堤坝的规定断面以内。</p> <p>2 在原来堤坝防定断面的堤基以外的高标准堤坝处可自由进行植树。</p> <p><模式图></p> 

第4节 水质保护（改善）计划

4.1 水质保护（改善）计划

水质保护（改善）计划要确定公共水域的水质保护（改善）的基本原则。

在制定水质保护计划时，要根据河流的当前水质和底质状况以及河流的环境标准等，明确达到环境标准各项措施之间的相互关系。

在水质保护（改善）计划中要确保没有水源的城市河流的流域状况。

说 明

对于河流的水质保护来说，基本上就是使流域内工厂排水达标排放和完善生活污水处理设施，对这些措施进行调整组合，可以采取如下所述的过渡性措施和永久性措施。

4.2 水质保护（改善）方法

保护（改善）水质时，根据对象水域的状况需采取如下方法。

1. 疏浚污泥

2. 改善流域状况

从其他河流引水

从蓄水池补水

生态用水循环

海水、下水处理等引水

3. 水质保护渠道

清污水分流

防止河水与污染源接触

4. 削减污染负荷

设置氧化塘、沉淀堰、渗透池等

向河水中投放石灰等，中和天然来水或矿山排水中的酸性水

5. 其他

说 明

通常采用的组合方法是在疏浚的基础上再采取引水的方法。

防止河水与污染源接触的例子可举出，北上川水系的赤川因渗流而与硫磺矿床接触，排出强酸性水，为此对河道三面铺设了混凝土，以防止河水的渗流。

投放石灰的例子可举出利根川的吾妻川、北上川的赤川等。

4.3 通过疏浚保护水质

制定污泥疏浚计划时要根据调查篇第 16 章水质、底质调查第 3 节底质调查的结果确定疏浚的范围和数量，同时考虑到污泥的性质、污泥中所含有的有毒物质的数量等之后再决定不会产生二次污染的疏浚施工法，并据此制定废弃污泥的处理计划。

说 明

在疏浚污泥时，应弄明白发生恶臭的污泥对河流环境的影响之后再制定疏浚计划。

在流域开发较快、水质污染比较显著的河流或湖泊的底部，生活污水和工业废水所造成的有机堆积物非常多，在这些堆积物中，常含有对人体健康有害的汞、镉、PCB（多氯联苯）等有害物质。堆积的污泥通过生物化学分解过程长期消耗水中的溶解氧，向水中溶出有机物和有害物质，恶化水质。浑浊的河流和湖泊可因污泥的厌氧分解而产生甲烷和硫化氢，发出恶臭。

疏浚污泥的目的是为了防止恶臭的发生，减少溶解氧的消耗，去除危险的有害物质。在疏浚污泥时应尽可能不要使污泥散乱开，必要时分割成块进行疏浚。特别是对于有害物质超标的污泥，要计划好在运输过程中不要使其流出或飞溅，同时还必须加入药剂或混凝土使之固化，或密封在混凝土槽中。

另外，对于疏浚时期，应避免在捕捞水产品的季节或容易发生恶臭的夏季进行疏浚。

国家或地方公共团体为防止污染疏浚污泥或其他污染物，或水质污染的河流、湖泊等公共水域、引入清水等而投入的工程费用，应由有关单位全部或部分负担，关于费用负担的范围和金额，可根据“防公害事业费负担法”（1970年12月25日，法律第133号）进行分摊。

关于去除含汞等有害物质污泥的费用分摊，请参考1974年5月30日环境厅水质保护局长通报（环水管第114号）的“关于底质的处理、处置的暂行规定”（1975年11月8日进行了部分修订）执行。

4.4 通过改善流域状况而改善水质

流域状况改善计划要根据对象水域的状况从下列各项中选择适当的方式。

另外，在进行计划时，当然要研究净化水量和费用等，但应与其他治理计划和供水计划进行充分协调。

1. 由蓄水池补充
2. 从大河流引水
3. 引入海水
4. 生态用水循环

说 明

对于污泥负荷流入量非常多、而相对自流量较少的河流进行净化时，可在本流域内建设水库等以增加维持用水量，或由其他水质较好的流域或海域通过泵和水渠引水，以改善流域状况，保护水质。

在制定这些计划时，净化水量可由本章〔参考 5.3〕净化水量的计算方法求得，但因为净化水量因河流的水利用状况而变化，所以要充分考虑现状和将来的变化，明确各个时期的效果。另外，还必须检查净化水要流经河道的疏通能力。流域状况改善计划的费用除建设费外，还应包括维护管理费用。

在制定建设水库、引水渠、抽水泵等计划时，要与其他治水项目所计划的调洪坝、排水渠道、内涝水排放泵等以及用于水利目的的工农业用水库和引水渠等计划充分协调，对能够兼用的，尽可能制定兼用计划。

“循环以生态用水”，系指城市内的小河流因下水道设施齐全而使其流水用光的河流，用水质良好的水循环以改善其流域状况，补给水量只要能够补充蒸发损失水量就足够了，这对最近无法获得大量净化水的现状是有效的。

〔参考 5.3〕净化水量的计算方法

引入净化水(与改善流域状况相同)时，如果仅考虑其稀释效果的话，则可按下式求取。

$$C_2 = \frac{C_1 Q_1 + C_S Q_S}{Q_1 + Q_S} \quad (5-1)$$

式中， Q_1 ：引水前河流的流量 (m^3/s)

Q_S ：引水的流量 (m^3/s)

C_1 ：引水前河流的水质 BOD (ppm)

C_S ：引水的水质 BOD (ppm)

C_2 ：引水后河流的水质 BOD (ppm)

净化水的引水量一般越多越好，但应与其他措施相结合，考虑尽快达标的必要性、现状和将来引水的可能情况、各个时期的效果等进行计划。

利用水质保护渠道分离污水时的效果，同样可由下式求得。

$$C_2 = \frac{C_1 Q_1 - C_S Q_S}{Q_1 - Q_S} \quad (5-2)$$

符号含义同上。

4.5 利用水质保护渠道保护水质

水质保护渠道根据其目的可通过两个方法进行选择，但在进行计划时必须与其他水质保护计划进行充分地比较研究。

1. 目的是将河水与污水分离
2. 目的是防止河水与污染源接触

说 明

在 1. 的河流中将河水与污水分离，对在河流下游作为自来水取水水源用的河流或尚未建成自来水系统的河流是非常有效的水质保护对策。

对于河宽大的河流，其河水与污水的分离可采用以下的方法，设置与低水位渠道平行的第 2 低水位渠，对小河则可在目前的河床下设置污水专用的暗渠，使上部的开放水渠流动洁净的河水。构成双层结构。但是，这样的污水专用水路对河流是纵向布置的，在河流管理上并不合理，因此，对于用于此种目的的保护水路害多利少，所以在计划时应充分研究将来进行下水道的三级处理计划和下游的水利用计划。

对于 2.，请参照本章 4.2 的说明。

4.6 通过减少污染负荷保护水质

在河流空间内制定污染负荷削减计划时，要根据水域的状况选择最适当的方法。

说 明

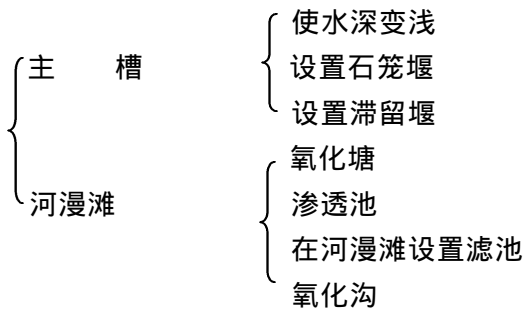
保持河流环境的空间，采取氧化、沉淀等净化措施。

虽然没有固定不变的方法，但可通过试验选择下列方法。

1. 氧化塘
2. 调节堰
3. 渗透池
4. 生物滤池
5. 氧化沟

对河流实施去除污泥负荷工程时，不能只着眼于所处理的空间。其基本原则是，在去除污泥负荷的同时，还要使它对水的治理不产生损害，为创造更好的河流环境而进行净化。所建设的设施应与周围形成一体，使其在改善河流环境时发挥重要的作用。

一般考虑采取的方法如下：



通过物理或生物化学方法给有机物供给氧和太阳能，使微生物繁殖而分解有机物，这种一系列的过程是通过沉淀、过滤和鱼的吸收等而去除污染物的过程，对于营养盐类，通过雨久花、凤眼蓝属等浮游微生物，或者说通过营养盐类 藻类 贝类、甲壳类、幼虫 鱼类的食物链，再通过藻类的过滤作用予以去除。

这些方法目前尚没有具体的实际成绩可以借鉴，需要通过反复试验不断积累。

第 7 章 滑坡防治计划的宗旨

第 1 节 概要

1.1 概要

制定滑坡防治计划的目的在于防止、减轻滑坡带来的灾害。

滑坡带来的灾害包括滑坡区内的房屋、公共设施以及耕地因滑坡而遭受的直接灾害和因滑坡而造成的河流堵塞带来的间接灾害。为了到达目的，需要分别进行设计。

说 明

由于地质、地形、气象以及土地利用情况等特殊条件，使日本成为滑坡灾害的多发地区，滑坡带来的灾害大致可以分为两类，一类是发生滑坡的坡地上的保护对象遭受的直接灾害，另一类是河流堵塞及堵塞的泥沙发生 2 次崩塌，给上下游地区带来的间接灾害。

滑坡防治计划要把握上述两种类型的灾害，考虑保护对象和紧急性，确定计划安全率、施工方法、工程规模以及施工顺序。

滑坡防治的对策有两类，一类是通过防治工程确保安全性，另一类则是通过转移民居和公共建筑物，实施道路和河流改道工程等顺应滑坡、合理利用土地的方法，以减轻受害程度。

1.2 计划安全率 ($P.F_S$)

计划安全率 ($P.F_S$) 即通过滑坡防治的工程提高坡地的安全度以达到保护坡地的目的的目标值。在确定计划安全率 ($P.F_S$) 时要综合考虑滑坡的现象与规模、保护对象的重要性以及滑坡可能带来的灾害的程度等因素。

说 明

计划安全率会有很大的变动，对广大人民的生命安全、房屋、公路、铁路、河流以及其他公共设施有重大影响的活动板块采用 1.10~1.20 (局部可采用 1.20 以上)，对于规模尤其巨大，对房屋、公共设施影响小的以及当前抢险的重点一般采用 1.05~1.10。此外，如果是出现在水库周围的滑坡则要研究蓄水位变化的影响等。

这里所说的安全率是根据滑坡的活动状况，假设现在的安全率为 $F_S=0.95\sim 1.00$ ，反映预防工程提高安全率的程度，并非工程后坡地的安全性。

第8章 陡坡坍塌防治计划的宗旨

第1节 概要

陡坡坍塌防治计划的目的在于减轻陡坡坍塌带来的危害，保护人民的生命财产安全。因此，制定陡坡坍塌防治计划，应根据相关法律法规充分协调各种关系，进一步完善警戒疏散体制，控制危险行为，严格建筑标准，及时迁移住宅和实施坍塌防治工程等。

说明

陡坡坍塌防治计划以“防治陡坡坍塌危害的相关法律”为中心，需要结合相关法律法规制定综合措施。

陡坡坍塌防治带来的危害，须在完善警戒疏散体制的同时限制有害行为，并通过严格住宅建筑标准以免发生新的危险，另外还要督促土地所有者和受到灾害威胁的居民采取防灾措施，或者通过转移住宅等来确保安全。

在实施以上对策的同时，为了消除、减轻陡坡坍塌的危险，还要实施陡坡坍塌防治工程，在实施过程中，要注意依照国家相关法律制度协调各种关系。必须综合制定陡坡坍塌对策计划，确保人民生命财产和国土的安全。

第2节 陡坡坍塌防治计划的宗旨

2.1 计划对象区域

陡坡坍塌防治工程的计划区域必须位于陡坡坍塌危险区域内，并根据坍塌的原因、结构以及规模，确认属于必须实施有效防治工程的范围。

说明

陡坡坍塌防治工程的计划区域应处于可能发生坍塌危险的陡坡，即因坍塌威胁众多居民安全的陡坡及其附近可能加剧或诱导陡坡坍塌的区域，同时根据坍塌的原因、结构及规模必须采取有效适当工程的范围。

2.2 保护对象

陡坡坍塌防治工程的保护对象是居民、住宅以及政府机构、学校、医院、车站等公共建筑物。

2.3 坡地在地区规划中的重要性

陡坡坍塌防治工程的计划要明确该坡地的地位，在有关坡地灾害的安全性的基础上考虑地区的特征，研究坡地的最佳存在方式。

说 明

要研究陡坡坍塌防治工程的计划，首先要研究该坡地在该地区的地位。如果以防止坡地的泥沙危害为主，还要研究符合地区特征的坡地。确定地区计划中坡地的地位，是为了防止坡地坍塌灾害，促进防止工程的实施，并使坡地更符合地区特点，以求协调发展。

2.4 景观及自然环境的保护和创造

陡坡坍塌防治工程的计划原则上要尽量考虑自然景观和自然环境，积极保护现有树木，种植新植被。

说 明

住宅区，尤其是城市中树木花草茂盛的坡地是硕果仅存的绿地，非常宝贵。但是，绿地空间由于雨水和温差等造成的风化作用，加剧了坍塌的危险性。

对于这些坡地，要尽量注意自然景观和自然环境，并积极保护现有树木，种植新的植被。

第10章 河道整治及河道建筑物的计划

第1节 河道整治计划的制定

1.1 河道整治计划的基本要求

为使河道能够安全地通过高水位以下的流量（如果是临时性改造计划，则它是指计划中所设定的临时设计洪水流量）而对河道进行计划时，要充分考虑河流环境保护与治理，以建设多自然型河流，并且还要考虑河岸沿线的土地利用现状等。

说 明

河道，即河流流水流经的土地空间，通常指堤防和由河岸与河床所圈围起来的部分。所计划的河道首先必须拥有能够使设计洪水流量过流所需要的断面与平面形状，而且由于河流流量变化频繁，再加上河道需要同时过流随流而下的泥沙等物，在进行计划时，对于治理后设计目标所设定的相关各项功能能否长期得以维持，以及为达到此目的需要进行哪些维护管理等问题，都需要进行充分的研究。

河道计划既要确保必要的安全性、又要考虑该河流河道特性可能形成的河道地形形状以及所形成的自然环境与景观，以实现多自然型河流。同时河道计划还应根据河流与人之间的日常关系，对河流利用以及河流所具有的历史、文化等多个侧面予以充分考虑。

1.2 河道整治计划的制定程序

河道整治计划按照以下程序进行制定。

1. 设定河道设计洪水流量。
 2. 按照改建的理由设定计划河段。
 3. 设定计划法线。
 4. 设定河道纵剖面形状。
 5. 设定河道断面形状。
 6. 研究改建效果。
- 对2.以下的各阶段要反复进行修改，直到总体计划达到均衡。

说 明

设计洪峰流量应按照第2章防洪计划的基本要求算出。

河道整治计划的制定要充分符合防洪计划中所确定的目的。首先，要对需要改建的理由与河段进行调查。在对过流能力是否不足、由于取水堰、桥梁等原因而在河道上形成的窄路、河道法线是否合理、迄今为止的主要灾害的发生原因等进行调查分析之后，确定改建方针。

其次，按照所设定的平面、纵剖面形状、断面形状，对那些可以防止、控制河道侵蚀、冲刷、淤积的构筑物（护岸、丁坝、无落差护床工程等）以及可以稳定河床的横断构筑物[河川稳定工程（落差工程、无落差工程）等的配置计划进行制定，以期河道能够长期稳定。另外，根据需要，还应就闸坝、涵闸、水闸以及其他构筑物（包括以治水功能以外功能为主要目的的构筑物）的设置进行研究。如果需要，还应就原有构筑物的改建、统一作出计划。在配置河流构筑物时，要充分考虑平时以及洪水发生时水流的变动情况、河床及河岸形状的变化特性、土质与土质特性、河流输沙特性，明确构筑物在河道计划中的定位、作用、以及优

先程度、建造时期的判断标准，寻找出一种不过多依赖构筑物作用，能够以最小规模的构筑物实现所需功能的方法，实施一种能够充分顾全河流环境的治理、保护的措施。

河道的平面形状、纵剖面形状、断面形状均不能单独设计。在具体操作时，应首先将这些项目进行临时设定后再对各个部分进行检查调整，最终寻找出一种适合该河道的最佳河道计划。另外，在评估改建效果时，不仅要就改建后的投资事业费与经济效益之间的关系，同时要评估对改建工程各阶段的效益等诸多因素进行评估。

1.3 泄流能力的计算方法

泄流能力的计算要根据河道状况原则上采用非均匀流算法算出。一般采用 Manning 公式作为平均流速公式。

说 明

作为洪水处理的基本条件，泄流能力是关乎法线、河道纵剖面形状、断面形状、河道状况、设计高水位间的相互关系的重要条件。由于洪水水流的流速随着时间的推移而发生变化，所以它不是稳定流。但在对一般性河道整治计划进行评估时，通常可将其设作为稳定流进行处理。但是对于类似于大型河流这样需要基于现有河道进行改建的河流来说，由于处于洪水下泄方向的河道断面与河性的变化过大，在评估河道计划时，必须考虑到流速的纵向变化这一因素，所以在计算下泄能力时原则上采用非均匀流算法。

当然，如果不适于应用非均匀流算法，也可采用均匀流计算或者不稳定流计算。特别是对于那些规模比较小的河流中河道断面与河性几乎没有变化的河段来说，由于流速的纵向变化基本上可以忽略不计，所以在计算泄流能力时可以采用均匀流算法。

非均匀流计算的手法可参照调查篇第6章水位计算以及糙率部分。

平均流速公式有很多种，一般采用计算方法比较简单、方便的 Manning 公式。

Manning 公式：

$$V = (L/n) \cdot R^{2/3} \cdot I_e^{1/2} \quad (\text{单位：m/s})$$

V：过水断面的平均流速 (m/s)

R：径深 (m) (过水断面 A) / (润周长 P)

I：能量梯度

n：Manning 的糙率

在对复式断面河道以及有森林植被的河道进行计算时，要在考虑了各河道对水流所具有的阻力特性的前提下应用平均流速公式（参照调查篇第6章）进行计算。

1.4 糙率

用于计算泄流能力的糙率要在重视其与历史洪水分析结果的关系基础上予以确定。如果改建后的河道状况与现状相去甚远，或者历史洪水与设计洪水的规模相差很大，糙率应该在考虑到改建后河道状况的基础上适当确定。

说 明

制定河道计划时不可或缺的糙率要根据复式河道等的断面形状、河床质、河道形状、植被状况等合理地制定（参照调查编第6章）。对于可以区分为河滩、河槽的复式河道，一般应该分别设定河滩糙度和河槽糙度。

在设定糙率时，要重视其与设计洪水流量设定时所应用的、通过历史洪水分析而得出的糙率之间的关系。同时，还应与其他类似河流的糙率以及该河流的河性进行比较。如果改建后的河道状况与现状大不相同，或者历史上的洪水与设计洪水的规模相去甚远时，糙率应该在考虑到改建后河道状况的基础上适当确定。

对于规模较小的河流来说，若改建后的河道条件完全改变，且没有洪水资料的话，有时无法进行充分的研究。这时，对于单纯断面的河道可以采用以下数值作为糙率。

一般河道	0.030 ~ 0.035
湍急河流以及河面较宽水深较浅的河流	0.040 ~ 0.050
临时性无衬砌河道	0.035
泄洪隧道	0.015 ~ 0.023

以上数值与普通河道的糙率相比略大一些。这里所设定的数值是在充分考虑了改建工程经过常年以后，河性所发生的变动的基础上所设定的单纯河道横断面的设计值。但是，在对那些需要将流速因素加以考虑的工程进行计算时，除了泄流能力计算这一项外，这一数值不一定适用，需要另外研究。

在对历史洪水进行分析时，应该在对洪迹值进行调查的基础上研究糙率。

第2节 河道的平面形状

2.1 河道路径的选定

对于需要实施改建的计划河段，应该以沿现有河道进行改建为首选路径，在必要时还可与含有泄水渠、裁湾河计划的路径进行比较。在对各种备选路径进行比较研究后，确定出一条最佳的河道改建路径。

说 明

一般来说，河道改建大多都应该在对现有河道沿线的地形、土地利用状况、用地收购的难易程度等进行考察的基础上，沿现有河流路径实施。所以在这里我们主要也是以沿现有河道进行改建的方式进行论述。

多数情况下，沿现有河道进行改建的方式有利于自然环境的保护，但若需要扩宽的区域有重点保护的自然环境，则应考虑选择其他路径。另外，对现有河道弯曲较严重的河流，或现有河道沿线拥有大规模民居聚集的河流，可以考虑采用新建泄水渠、裁湾河等开挖新河等

方法。这时，首先将现有河道可利用部分与计划开挖的新河作为候选线路，然后就各方案在地形、地质上的合理性、现在以及未来用地收购的难易度、行政区划、灌排渠道系统、对地下水水位的影响、涝水对策、对计划河段上下游的影响、自然环境、工程费、改建后的维护管理进行考察，最终选定出一个最佳路径。

在设定改建路线时，对以下各事项亦应进行研究。

1. 法线应该以实现洪水的安全下泄以及自然环境的保护为前提进行研究确定。
2. 河道应尽量远离人口稠密地区。
3. 设堤河段应尽量将河堤设为连山堤。
4. 湍急河流应尽量设置开口套堤。

2.2 法线

堤防法线（包括挖方河道等河段）要以确保设计洪水流量安全泄流所必要的河宽为根本条件，在对河流沿岸的土地利用状况、河流环境、洪水发生时的流态流量特性、现有河道状况、未来河槽的维护、工程费等进行研究的基础上予以确定。

河槽道的法线要在重视现有法线以及其与堤防法线的关系的基础上，充分考虑洪水发生时的流态流量特性、未来河道的维护、河流环境等因素后进行设定。

说 明

堤防法线是制定泄洪所必须的平面形状的根本要素——河宽的因素之一，也是制约堤内保护区土地利用最为重要的条件。另外，即使设计洪水流量相同，若水深、坡度、河床糙度不同，最佳河宽也会不同。同时，最佳河宽也会因为已建堤防的状况、沿岸房屋的密集情况、自然环境及河流利用状况、用地收购状况而变化。即应对整体河道计划进行研究的基础上确定河宽。以下是根据以往经验总结的数值，可作为一个标准来参考。但是由于可动幅度（参照图 10—1）较大，在具体操作时有必要对照当地的条件因地制宜的进行研究。

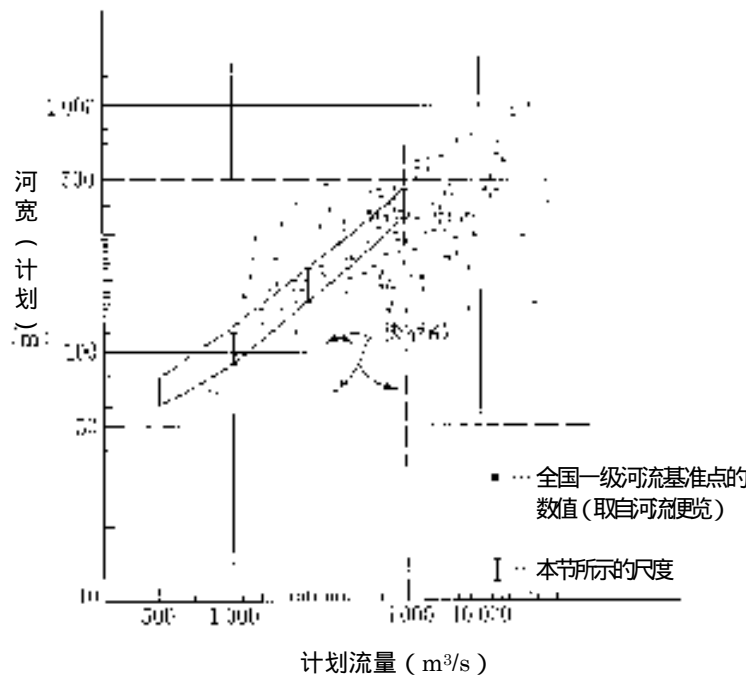


图 10-1 设计洪峰流量和河宽的关系

设计洪峰流量 (m ³ /sec)	河宽 (m)
300	40 ~ 60
500	60 ~ 80
1000	90 ~ 120
2000	160 ~ 220
5000	350 ~ 450

堤防法线要参照以上数值根据下述标准进行确定。

1. 要考虑与原自然环境及河流利用状况的关系，且河流环境的保护、治理要简单易行。
2. 从过流能力方面看，即使现有河道具有非常充裕河宽，也应该维持这一河宽以便维护河道的调蓄效应。

3. 根据洪水发生时的流态流量特性，就如何确保堤防安全性以及如何防治侵蚀、淤积维护河道等问题进行综合研究。一般来说，湍急河流的法线多设定为近似于直线的形状。对于缓流河来说，法线不一定要设定为直线，在必要时，还可以采用适度的河曲形状，以此限定需要采取堤防以及河岸侵蚀对策的必要范围。

4. 在确定顶冲部位置时，要对现有河道、背面地形、地质状况、土地利用状况等因素进行考察。而且应该尽量避免设在居民区聚集区域或者故道围堰部分。

河槽法线一般要在充分考虑河道维护、河流环境的基础上设定，且并不一定要与堤防法线平行。但是要尽量远离堤防。也就是说，一方面要注意其与堤防法线的关系，对现有河槽形状本着充分利用的方针进行必要的修正后，设定出合适的位置，防止堤防、河滩以及河槽河岸发生过大流速水流。另一方面还要考虑到河槽的水边也是自然环境的重要组成部分。

2.3 支流的汇流点形状

支流的汇流点形状要充分考虑汇流点的流态流量特性、以及冲刷、淤积状况，其形状要能满足各支流可以顺利地汇合至主流之中的要求。

与主流相比，如果支流的设计洪水流量微不足道，汇流之后对于主流的影响很小的话，则可不在此之列。

说 明

在汇流点，由于有两个（或两个以上）流向、流速各不相同的水流汇合，流态流量特性要比一般河段复杂。因此，堤防沿线有可能产生高流速水流或者静水区以及大规模的冲刷、淤积，或者由于水流聚积而引起上游水位上升。另外，如果汇流点处的干支流河床产生高差，还会对水生生物的逆流·顺流游动产生影响。

也就是说，为了使汇流点附近的洪水安全下泄，防止河床冲刷、淤积，一般来说，支流与干流汇流时必须畅通无阻。但是，如果支流的设计洪水流量与主流相比微不足道，汇流对干流的影响很小时，则可以将其设定为以干流法线为主体的汇流形状。

关于排涝支流的汇流形状，可参照本章第 10 节的内容。

2.4 开口套堤

对于湍急河流，要根据堤后保护地的状况以及上下游的河性，尽量设置开口套堤。

说 明

为将超高洪水以及河床淤积、决口造成的灾害控制在最小程度，在不对堤后保护地的土

地利用产生影响的前提下，应该对湍急河流设置开口套堤。

2.5 连山堤

为使上游流域的洪水能够十分安全的流入河道内，河道上游端的法线应该设定在堤后保护地地面高程足够高的地区。

说明

在河道的上游段，为了使上游洪水流入河道，防止进入堤内保护区，应该将法线设置在堤后保护地足够高的地点、道路、山丘处。

第3节 截湾河道与泄水道

3.1 截湾河道与泄水道的计划

新河开挖的截湾河道裁弯取直河道以及泄水渠（或分洪渠），其定义如下。

（1）所谓截湾河道，是指通过在弯曲严重的河道上开挖新河后形成的改道水道。

（2）所谓泄水渠，是指为了避免对现有河道进行大幅增宽，或者为了缩短改建延伸，在河流中途重新开挖的用于直接下泄洪水至大海、其他河流或者干流的水渠。

在计划设计截湾河道以及泄水渠等新河时，既要做到使洪水能够安全下泄，又要充分照顾到新河周边的环境、现在以及未来的土地利用、周边的地下水水位、灌排渠道系统、堤内地区的积水对策、新河开挖后的河道维护等问题。

说明

1. 截湾河道与泄水道

为了应对大型河流所存在的众多的严重蜿蜒、弯曲河段，当初曾经实施了众多的截湾河道工程。但现在，在大型河流的主要河段上，随着改建工程的进展，河流的平面形状已经基本固定成型，所以很少再进行大规模的截湾河道工程。另一方面，在对中小河流实施改建工程时，对于那些弯曲严重的河道，为了扩大排沙能力、更有效地防止河岸决口、缩短改建延伸和未来需要进行维护管理的延伸，最近又实施了大批截湾河道工程。

另外，在实施土地地区划调整等城市计划工程、或者田间整修等农业结构改造工程时，有时会对城市中的小河流或者农村的河流进行河流改建工程。在这种情况下，如果用地比较容易征购、土地能够得到合理利用，大多会在全河范围内实施新河开挖工程。

我国的泄水渠工程，除了信浓川的大河津分洪渠、荒川的泄水渠等在治水史上名声赫赫的大型工程以外，近年来又在广岛的太田川、静岡的狩野川、爱知的丰川实施了泄水渠工程，在新泻实施了关屋分洪渠工程。对于已经实施了很多改建工程的斐伊川等河流，由于最近发生了大洪水，在重新制定设计洪水流量时，正在研究是否采取以开挖泄水道的方式来处理所增加的流量。对于那些毗邻城市的中小河流，由于流域以及河道周围城市化的快速发展，很难沿着现有河流进行改建工程，因此人们讨论通过增加众多的泄水渠来解决这个问题。

由于泄水渠计划要受到地形上或者土地利用上的约束，特别是在大城市，时常需要采用隧道形式开挖新河。比如寝屋南部地下河流、东京环状七号及八号地下河流就是典型的事例。另外，在作为住宅、宅基地候选地的首都圈外围，还前瞻性的开挖了兼备治水作用的首都圈外围泄水渠。有关隧道结构式河流的设计，在设计篇第1章第9节有详细论述。

此外，当干流洪水位很高时，为减少雍水的影响，有时可将汇流点改道至下游一侧。这

也是处理支流汇流点的常用方法之一。另外，当支流流域的大部分河段为山区时，为使山水尽量在取直了的回水堤内得到处理，可以将汇流点改道至上游一侧。此时，也许要开挖新河。

随着水资源的利用越来越高度化、综合化，有时可采取开挖水路将相邻水系联系起来的方式对流态流量特性进行调整，并且还可赋予这些水渠排涝等治水功能，使其发挥河流的作用。这类河流通称流量流态特性调节河流，与泄水渠同属新河开挖范畴。

2. 新河的设定

(1) 计划裁湾河道的目的是为了缩短河流改建延伸（以及维护管理延伸）增加泄洪能力。但同时也会使河床坡度变陡。也就是说，对于那些河道弯曲但河床稳定的河流实施裁湾工程时，有可能破坏其原有的稳定性，造成上游流速增加，从而引发冲刷，危及构筑物，在下游则有可能引发淤积造成水位上升。

也就是说，在计划裁湾时，除了裁湾河段以外，还应对其上游及下游相当长河段的河床坡度、河道法线、断面形状的改造工程同时进行计划。所以，在必要时，对裁湾河道上下游河段的河道形状、河床坡度、构筑物、河床材料、流态流量特性、河床演变等进行基本调查，对所计划的新河道可能引发的河床演变进行预测，对新河道反复进行修正和预测计算，最终确定一个最佳计划。

(2) 由于泄水渠建设不仅需要大量经费，而且由于洪水将下泄到迄今为止基本上没有遭受过洪灾的地区，所以在进行计划时，有必要对各种设计方案进行比较，寻找一种经济性和洪水下泄安全性均能充分兼顾的方案。为此，需要对以下各点进行综合性研究探讨。

在设定设计洪水流量中需分流至泄水道中的分流量时，一般应首先假定几种分流比例，然后据此对改建费进行预算，干流与泄水道全部改建费总计最少的组合即最佳组合。

泄水道路线应该尽量接近于直线，且应该尽量远离人口稠密地区。同时，还应该注意自然环境以及文物保护，在充分照顾到土地利用、水利秩序、行政区划等的基础上进行确定。

分流方式可以采取自然分洪、滚水坝、或者水闸等构筑物的方式。如果决定采用设置构筑物的方式，则还需要就建筑物是建在干流一侧为好，还是建在泄水道一侧为好，抑或是两侧均建为好等问题进行研究确定。

与裁湾河一样，一般来说，多数情况下，泄水渠的纵剖面形状与其上下游相比将骤然变陡，再加上河床材料也大不相同，过水之后将会引起大幅度河床演变。所以，在设定纵剖面形状时，在充分研究探讨减缓洪水能量方法的同时，还应就如何加强桥梁、护岸的埋入程度、构筑物的安全措施进行慎重考虑。

出于安全考虑，断面形状应该尽量设定为复式断面。

通常以分洪为目的而建造的泄水渠不应该用于小水分流，以免对干流的水利用产生影响。但是应该就丰水期如何利用其净化用水引流等非洪水期的河流功能进行研究。

(3) 如果需要开挖裁湾河、泄水渠等新河，应该就堤外地区的排涝措施进行充分研究，做到不再引发新的涝水问题。为此，特别需要充分掌握沿河流域的排水渠系统。

对于筑堤河段，应该就排涝措施进行研究，尽量做到不损坏现有的排水渠功能。另外，

如果上下游河道条件允许的话，应该将筑堤河段河道设定为挖方河道。在这种情况下，新河沿河流域的径流也应该计入设计洪水流量之中。

另外还需就新河建设对地下水的影响事先进行充分调查，以免对地下水产生严重影响。

3.2 隧道结构式河流

3.2.1 计划的基本要求

隧道结构式河流是由于地形状况以及其他特殊理由而别无选择时采取的一种方式，其路线要在对地形、地质条件、地面利用条件、地下埋设物等进行调查的基础上加以决定。而且其线性要避免严重弯曲。

另外，除非万不得已，应确保维持现有河道。

说 明

除了常见的明渠式捷水路或泄水渠外，还有隧道结构式裁湾河或者泄水渠。这里，将拥有进水段或者排水设施的称为地下河流，其他的称为隧道河流。

当发生洪水时，由于隧道结构式河流断面容易被下泄物堵塞等原因，在河道维护方面，与普通河流相比要困难的多。而且由于有时还需要由人工进行操作，在管理方面也有很多课题有待解决。为此，在对河道计划中的裁湾河或泄水渠进行计划时，尽量不要采取隧道结构式河流的方式。但是，若由于现有河道的下游段已经被城市化而没有足够的空间用于拓宽，致使分洪道必须通过民居密集地带时，或者由于地形上的原因而无法选定明渠时，在就河道拓宽对城市功能影响的大小、治水事业的紧迫性、河流环境的改善、施工性能、经济成本进行充分研究的基础上，与各种代替方案比较研究后，可以考虑是否采用隧道结构式河流。

为了防止将来由于某种原因而致使所开挖的隧道结构式河流无法使用，出现比维持现状还不利的情况，应该确保现有河道。

维持现有河道的做法从保护城市地区珍贵的水景资源的角度来看，意义也非常重大。与城市地区其他形式的土地利用相比，不论从规模上，还是从连续性上来讲，城市中的河道都具有极大的优越性，是一个拥有多种环境功能的空间。也就是说，借高度利用土地之名义，通过开挖隧道结构式河流的方法随便废弃、缩小现有河道的做法是不可取的。

3.2.2 断面与纵坡度

隧道断面除了要有下泄设计流量所必要的断面面积外，原则上还应确保充分的空余面积。隧道的纵坡度要从确保洪水处理功能、水利稳定性、维护管理上的观点进行确定。

说 明

1. 断面

明渠式隧道不仅常常因为悬浮垃圾的过流而引起泄流障碍，而且当高速水流过流时，还容易引起气压降低。为此，为了能够充分补给空气，使气流能够顺利过流，有必要确保不少于设计流量过流所必要的断面面积 15%左右的空余面积。

由于特殊情况而不得不废除现有河道时，隧道断面应该在充分考虑到未来的安全性的基础上加以确定。确定断面时所需要的设计流量，在设计篇第1章第10节中有具体论述。

压力管式隧道断面形状要在充分考虑泄流能力、水流渗气量、负压的发生状况、防渗性、

涌波现象以及衬砌计划等的基础上进行确定，同时根据维护管理状况设置仰拱。压力管式隧道的断面加成率大都采用 10%左右的比率。为了尽量减少渗气，需要设置进口部形状、进水段形状工程，同时还要实施必要的工程以排掉管内空气。

2. 纵坡度

一旦隧道主体的纵坡度设置不当，坡度较缓的河段就有可能产生淤积。也就是说，纵坡度要在充分考虑到全部河段水流推移力平衡的前提下进行设定。

由于压力管式隧道内的流速是随着水文坡降的变化而发生变化，与水渠坡度没有关系，所以纵坡度主要应从维护管理的角度予以确定。

在压力管式隧道的具体运用中，如果准备利用下游水泵来处理洪水过后的隧道内剩余洪水的话，那么最好选择使下游处于较低位置的纵坡度。

第4节 设计洪水位

4.1 设计洪水位

设计洪水位应根据设计洪水流量、河道纵剖面形状、断面形状等因素进行设定。但同时应该尽量减少设计洪水位所超过的沿河地面高程的高度，设计洪水位最好能够抵御历史洪水的最高水位。特别是对于那些计划规模很小的河流来说，如果下流河道条件允许采取较大水面比降的话，设计洪水位与地面高程大体相同。

说 明

设计洪水位越高，排涝、支流治理方面所遇到的困难就会越多。所以，在对设堤河道进行计划时，设计洪水位应该尽量设计的低一些，通常，应该设定在历史洪水的最高水位之下。如果迫不得已必须要设置高一些的话，应该就由此可能引起的问题进行充分的考虑。

如果上下游河道条件允许采用挖方河道，且低水时地下水位的维持、各种用水的取水水位的维持以及其他流水的正常功能维护措施比较充分的话，应该积极研究采用挖方河道。

这是因为采用挖方河道的方式不仅可使堤后保护地的排水全部流入河道之内，而且由于挖方河道没有堤防等构筑物，它还可以避免决口等灾害。若挖方河道过度，实质上就等同于增加了挖方河道的过流能力。由此，下游设堤河段的河道就得过流设计流量以上的流量，这对堤防的安全会造成威胁。而且，从水系的整体安全上来看，也应避免过度的挖方河道。

4.2 干流回水区域内支流的设计洪水位

干流回水区域内的支流设计洪水位应该以以下水位中较高的水位为基准进行设定。

1. 在干流水位为设计洪水位的时候，支流中流过了与干流洪峰流量相对应的汇流量时，根据回水计算所求出的水位。
2. 当支流的设计洪水流量汇入干流时，与干流流量相对应的干流水位作为出发水位，根据回水计算所得出的水位。

但是，当支流的设计洪水流量与干流设计洪水流量相比小到微不足道时，可以采用根据速流计算所得出的与支流设计洪水流量相对应的水位来代替 2. 的水位。

说 明

充分考虑支流洪水位的基础上予以确定。但实际上，一般来说，没有必要进行如此细致的计算，只要以主流设计洪水位、支流设计洪水流量两个数值为基准进行计算就可以了。

如果主流与支流的流域状况相去甚远,且两者洪峰的出现状况之间基本上没有什么关系,那么就可以判定主流的回水基本上是水平的。在这种情况下,与汇流点主流水位相对应的水平水位即本文 1. 的水位。

4.3 弯曲河段等的设计洪水位

如果因河道弯曲等原因所引起的水位上涨的程度较大,那么在设定设计洪水位时应该考虑到这一因素。

说 明

弯曲河段的外岸水位非常容易上升。特别是由于河道弯曲程度大、或者由于弯曲而形成静水区,致使由此而引起的水位上升程度到了不能忽视的程度时,应该在考虑了此因素的基础上设定设计洪水位。

另外,当与干流相比支流汇流量较大时,在汇流处有时会引发不可忽视的水位上升,所以在设定设计洪水位时应该根据需要对这一因素予以考虑。

第 5 节 河道的纵横断面形状

5.1 河道的纵剖面形状

5.1.1 设计河床坡度

设计河床坡度应该在考虑到河床维护、工程费的基础上与设计河床高程联系起来加以确定。一般来说,在设定时,特别需要重视现有河道的平均河床坡度。对于一般性河流来说,其上游至下游的坡度应该设定为一个从急到缓不断变化的过程。

说 明

由于水流作用等原因,从横断方向来看,河道断面形状的高度不尽相同。一般来说,可将河道断面形状中的低水河槽(如果是单一断面,指除去河岸以外的河床)河床高程的平均值设定为设计河床高程,根据此河床高程所得出的纵剖面形状坡度即设计河床坡度。普通河道的设计河床坡度可以参照调查篇第 19 章河道特性调查等部分的论述,按照现有河道坡度进行确定。这是因为只要现有河床没有正在发展中的局部变化,沿用现有河床坡度的做法从维护未来河道的角度来看是最为安全的,所需工程费也少。但是,如果按照河道计划要求而需要改变现有河道时则不在此列。比如裁湾等工程就需要对现有河床坡度进行局部更改。对于这种情况,要在对前后两个河床坡度进行考察的基础上确定纵剖面形状。

另外,在需要对全部河性进行改变时,纵剖面形状应该在充分考虑到断面形状以及未来河道安全的基础上进行设定。对于一般性河流来说,其上游至下游的坡度应该设定为一个从急到缓不断变化的过程。由于河道特性的原因,有时纵剖面形状很难确定。对于这种情况,为了防止河床坡度变化幅度突然变化过大,可以在河床坡度变曲点的上下游坡度比小于 2 的范围内假定出多种设计河床坡度,然后再按照上游至下游的河床坡度应逐渐变缓这一原则下不断的对设计河床高程进行调整,最终确定出纵剖面形状。为了使将来的河道能够长期稳定,采用这种方法设定纵剖面形状时,同样需要对所设定的纵剖面形状进行考证,就未来河道可能出现的情况进行前瞻性预测。

5.1.2 设计河床高程

设计河床高程应该与设计河床坡度、设计断面形状联系起来在照顾到堤内地面高程、河流环境的基础上予以确定。在进行设定时，同时应该考虑到地下水位、用水的取水水位、已设重要构筑物的地基高程等因素。

说 明

设计河床高程需要在对设计河床坡度以及设计断面形状反复进行假定研究的基础上进行决定。在进行确定时，需要根据河道特性按照以下要求进行。

(1) 设计洪水位应尽量接近堤外地面高程。

(2) 充分考虑重要构筑物的地基高程、用水的取水水位、岩体暴露地区的河床高程、周围地区的地下水位等因素。如果是支流，还应该考虑汇流点的干流设计河床高程这一因素。

(3) 如果河床坡度变化幅度过大，河床就会不稳定。为了稳定上中下游河床，在设定纵剖面形状时还应该考虑流速这一对堤防具有影响的因素。有时迫于稳定河床的需要，可以根据河床状况设置护床工程以抑制洪水期流速。护床工程的位置与方位可以根据河道平面形状进行确定。

(4) 实际河床高程有时会因洪水所引发的河床演变以及局部冲刷等原因而低于设计河床高程。所以，在进行构筑物计划、设计时，应该充分考虑长期的、局部的河床演变这一因素。特别是应该在对护床工程上下游可能发生的河床下切进行充分考证的基础上对周边构筑物的设置进行研究。关于护床工程计划，可参照本章第8节。关于河口设计河床高程可参照本章第11节。

由于河道的纵剖面形状对于水生物的逆流及顺流游动以及作为生物生存空间的浅滩、深潭的形成、河流利用等具有重大影响，所以在设定时，还有必要对河流环境进行充分考察。

5.2 河道断面形状

5.2.1 断面形状的计划

河道的设计断面要在对包括河道纵剖面形状、地形、地质、生物的多种生存空间在内的河流环境以及沿河的土地利用状况进行考察的基础上，并且对长期的、局部的河床演变予以详细考察之后进行确定，一般均设定为复式断面。但是，对于湍急河流或者设计洪水流量较小的河流来说，根据河道状况、维护的难易程度，也可以考虑设置为单一断面。

说 明

对于一般性河流来说，由于其最小流量与最大流量的比值较小，为了稳定河道，最好设置为复式断面。从长远角度来看，由于河道断面形状根据以往洪水发生的状况而自然地变化，而且由于法线和纵剖面形状的原因产生了局部的深沟，所以在制定计划断面形状和计划和设计河道控制设施时要充分考虑这些问题。

在湍急河流河面较宽的河段中，有多条不断变动的流路，从河道维护的角度来看，要想明确确定低水河槽与洪水河槽通常是很困难的。另外，设计洪水流量较小的河流的断面形状一般设定为单一断面。

河道的断面形状对于自然环境、河流利用也很重要。所以应该根据平时以及洪水期的流量流态特性，设定出一个既符合水流等自然作用、同时又能够保护、形成浅滩、渊池或者河流植被的合适的河床或者河岸形状。

5.2.2 低水河槽的河道宽度以及洪水河槽高度

低水河槽的河道宽度以及洪水河槽高度应根据河道维护、洪水河槽的淹没频率以及洪水河槽的利用情况、自然环境等因素予以确定。

说明

一般来说，洪水河槽高度应该与河道宽度联系起来进行设定。但同时应该注意，从维护洪水河槽的角度来看，洪水河槽上的流速过快不利于确保洪水期洪水河槽的稳定。

中小河流或者新设河道的洪水河槽流速一般设定为 2m/sec。

在设定低水河槽河道宽度时，要重视河道现状。而洪水河槽高度应该通过对其泄流能力不断进行试算，使淹没频率达到数年一次的前提下进行确定。但是，由于河流洪水河槽的利用形式随着地域的不同而不同，保护和创造出河道及其周边的自然环境又非常重要，所以在设定低水河槽以及洪水河槽的高度时应该对这些因素进行综合考证。

5.2.3 弯曲段的断面形状

河道弯曲段的断面形状要根据弯曲状况、上下游河道的状况判断是否需要采取扩大河宽等措施。

说明

当发生洪水时，由于河道弯曲段容易引发偏流（左右摆动的水流形态），致使内岸一侧产生静水区或者发生涡流而造成损失。所以在计划时，应该对法线进行适当矫正。另外，考虑到有效河流过流断面面积将会不断缩小这一因素，可以考虑采取将有效河宽扩大 10% 至 20% 等改善平面形状的措施。

第六节 堤防

6.1 高度

设计洪水位与本章 6.2 中所规定的与设计洪水流量相对应的超高相加即为堤防高度。

说明

堤防高度是以设计洪水位为标准进行计算的，只要在设计洪水位的基础上加上所需要的超高，就可以得出堤防高度。

所谓设计洪水位，即通过计算求出当计划河道泄流设计洪水流量时可能达到的水位后，再根据这一水位来确定可使设计洪水流量能够安全泄流的水位。不仅堤防的设计要以这个设计洪水位为基准，防渗透措施也是以设计洪水位为对象来制定的。

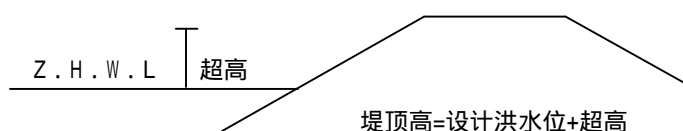


图 10-2 堤顶高积的解说图

6.2 超高

1. 堤防超高应该高于表 10-1 所列出的与设计洪水流量相对应的超高数值。但是，如果与该堤防相邻的堤内地区的地面高程高于设计洪水位，且根据地形状况断定低超高不会对治水产生影响的话，该河段堤防的超高设计则可不在此原则之列。

表 10-1 设计洪水流量与超高

设计洪水流量 (单位: m ³ /s)	超高 (m)
200 未満	0.6
200 以上 500 未満	0.8
500 以上 2000 未満	1.0
2000 以上 5000 未満	1.2
5000 以上 10000 未満	1.5
10000 以上	2.0

2. 支流回水区域内的堤防高度应该不低于汇流处干流的堤防高度。但是如果另设防倒灌设施，则不在此列。

说 明

堤防超高根据构造令（有关建筑物结构的法令—译注）的有关规定制定。

本文 1. 中所列数值为堤防超高。正如本章 6.1 中所述，只要在设计洪水位的基础上加上这里所列出的超高，即可得出必要的堤防高度。但附加条款同时还规定若堤内地面高程高于设计洪水位，且从地形状况等方面来看，也不会因此而对治水带来影响的话，在计划时可以采取灵活态度设定一个适当的超高（一般为 0.6m 以上）。另外，这里所说的超高指的是应该附加到设计洪水位之上的高度的惯用的说法，而不是计划上的富裕度。

所谓超高，基本上就是指为了防止达到设计洪水位的洪水溢流而预留的堤防高度。由于堤防一般均为泥沙结构，所以抗溢流能力较弱。也就是说，堤防超高只是预防全面溢流为目的，针对洪水发生时因风浪、涌浪、水跃等引起短时间水位上升而采取的措施。同时也是为了在洪水发生时能够安全执行巡视、防汛任务、以及为了处理泄流物而采取的措施。

严格地讲，堤防超高应该根据河流、河段以及堤防结构以及这些要素的特性进行设定，但是由于超高计划是一个非常复杂的问题，而且如果堤防高度因河段不同而有所差异的话，就会对民生安定产生不利的影响，所以应该根据设计洪水流量的规模对超高进行阶段性设定。另外，由于在实际操作时，很难在设计洪水流量转折点处统一变更超高，所以一般都在山口堤或者桥梁等容易区分的地区进行变更。

本文 2. 是有关支流回水区域内堤防超高的规定。也就是说，只要与主流一侧的堤防连接到一起之后能够有效防止该区域内的泛滥，在设定超高时，就应该使其高度等同于汇流点处干流堤防高度。一般来说，均以水平延长汇流点处主流堤防高度作为支流天然流量堤防高程的方式设定支流回水区域内堤防超高。

附加条款同时规定，如果因支流设定为完全回水堤方式而出现需要收购大量土地用于堤基或者需伴随大量民居搬迁等不合理问题时，可以采用通过建设水闸等防倒灌设施来降低支流堤防超高等缩小结构规模的方式加以解决。也就是说，可以将其设定为半回水堤方式或者自流堤方式。这种情况下的超高可以采用与支流设计洪水流量相对应的超高值。

对于采用非回水堤形式堤防的内涝河流来说，当水闸关闭时，涝水就会漫过堤顶。所以

为了防止决口，堤防高度通常会很自然地限制在一定范围之内。另外，如果准备用混凝土或与此类似的材料对堤防进行全断面衬砌或者准备建设溢流堤的话，还需要从地形、经济效益等方面对堤防高度进行研究。

如果是挖方河道，要注意不要混淆堤防和管理用通道这两种容易混淆的设施。正如本章 6.1 说明中所叙述的那样，凡是高于堤内地面 0.6m 以内的填土式筑堤均可认定为管理用通道。

关于管理用通道的高度虽然没有特殊的規定，但是如果堤防与挖方河道混建在一起，管理用通道的高度也应该像堤防那样，通常要将设计洪水位追加 0.6m 以上的数值作为顶部高程，以使堤防与管理用通道的高度达到一致。如果某段河道没有堤防，也就是说为全挖方河道时，那么所有筑堤均为管理用通道。在这种情况下，管理用通道的高度不必按照设计洪水位追加 0.6m 以上这一原则进行设定。

另外，此类河段的堤顶宽度以及植树标准可以按照河岸管理用通道的标准执行。

小型河流等特例的处理按照构造令施行规则第 36 条执行。

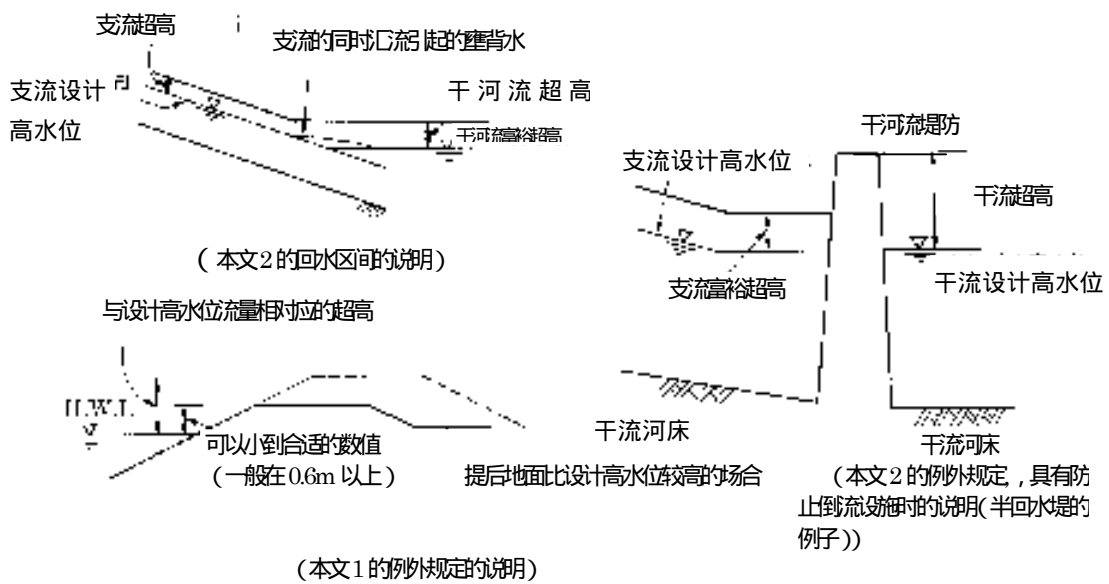


图 10-3 超高的说明图

6.3 受高潮影响的河段的堤防高度

受高潮影响的河段（设计高潮位高于设计洪水位的河段）的堤防高度按以下两种计算方法中计算结果较高的数值为标准。

1. 本章 6.1 中所规定的高度
2. 设计高潮位+考虑风浪爬高因素时所应追加的高度

说 明

建有防浪墙的堤防高度指的是防浪墙的顶部高度。设计高潮位一般均按照设计篇第 6 章 4.3 所规定的值进行设定。但是，当河流中建有用于河流或者高潮截流的水闸时，水闸下游的堤防高度还应该追加试验所得出的高潮在河道内的回水高度。另外，所谓根据风浪爬高所应

追加的高度一般均指波高，但是对于堤后保护地等重要地区，应该根据试验所得出的风浪爬高进行确定。

对那些地基较低且位于平坦市区的中小河流，其受高潮影响的河段的堤防高度如果按照2.所规定的高度进行设定的话，不仅会带来经济上的损失，而且还会造成城市功能丧失。所以在计划时，一般均采取建造水闸进行截流。这时，如果水闸关闭时的蓄水位加上超高（并非本章6.2中所规定的数值，而是根据堤防强度、堤后保护地的重要性等设定的数值）后的数值高于本文1.中所规定的数值的话，应以此较高值为水闸内侧的堤防高度。

6.4 湖堤高度

湖堤高度不应按照6.1、6.2、6.3的规定设置，而应该根据设计洪水位、风浪爬高、风增水等因素进行确定。

说 明

与河流河段不同，湖堤超高不能根据设计洪水流量进行设定，而应该根据水文条件、土质条件、堤防的地基等因素在充分考虑堤防安全的基础上予以研究决定。

第7节 高堤

7.1 高堤的高度

高堤防的高度为本章6.1中所规定的堤防高度。

说 明

高堤不仅要能抵御该堤防设计水位以下流水的作用，而且其安全结构还应具有应付设计洪水位以下水流的作用。一般来说，为防止低于设计洪水流量的水流溢流，堤防高度应有一定的富裕度，以应对洪水发生时因波浪、涌浪、水跃而引发的短时间的的水位上升。另外，为了确保洪水发生时巡视执行、防洪工作的安全、处理浮木等泄流物等，堤防高度也应保留一定的富裕度。也就是说，堤防高度应该主要根据这两点因素进行设定。高堤除了应具备这些普通堤防所具有的功能外，还要能处理超过设计洪水流量的流水所产生的作用。

另外，由于高堤常常需要与市区计划、公园治理、农田整顿等联系起来进行计划，所以常常以非连续、间断的形式进行建造。因此，应该在与高堤附近的常规性堤防结构保持一致的前提下进行计划。还有，即使某一河段的堤防已经建设完毕，如果降低高堤高度，也会对其上下游堤防高度的一致性、稳定民生方面产生不好的影响。所以，高标准堤防的高度应该与本章6.1中所规定的高度相一致。

7.2 在高堤设置河段内进行汇流的支流等的回水区域

对于在高堤设置河段内进行汇流的支流等的回水区域应该采取与干流汇流点相同的超量洪水应对措施。

说 明

当发生超量洪水时，若高标准堤防河段内进行汇流的支流产生回水，那么回水所引发的支流堤防决口所造成的灾害程度将不亚于因主流堤防决口所造成的灾害。换言之，支流回水区域的堤防须起到干流堤防的功能，与干流堤防同样，它必须能够处理过量洪水。

但是，那些能够通过设置水闸等防止倒灌的设施来解决回水发生的河段则不在此列。在这种情况下，由于为了预防回水发生而设置的用于防止倒灌的水闸以及涵管将起到与干流堤防相同的功能，所以它必须能够处理干流中过流洪水所产生的作用。

另外，如果采用回水堤形式，由于超量洪水对主流所造成的影响范围将会波及到干流超量洪水设计水位（参照设计篇第 1 章 3.1.3）向支流设计洪水水位方向水平位移的地点，所以在对支流设施进行计划时，对于这些不属于回水区域的河段也要进行充分的研究。

7.3 与地区治理计划的协调

由于高堤以维护正常的土地利用为前提，所以往往要与城区整顿、公园治理、农田整顿联系起来协调进行计划。为此，高堤必须在与沿河地域治理计划进行充分协调的基础上进行计划。

说 明

高堤除了河流管理上的特殊情况，一般是未取得土地所有权的，所以在此建设堤防的前提是该用地应该按照正常的土地使用程序被提供出来。在建设时应该了解当地城乡的建设动向，并与之保持一致。为此，在制定与地区建设有关的计划时，需要积极地同当地有关机构进行协调。特别是城乡建设从计划到实施往往需要很长的时间，所以需要同地方公共团体的城市规划负责部门共同制定河流沿岸市街区段的建设基本计划——“河流沿岸建设基本构想”。在这个河流沿岸建设的基本构想中，要根据河流沿岸地区的城市规划、该地区的城市化动向等，制定出有关河流沿岸建设的基本规划以及优先建设地区的事项等。

对于河流沿岸建设基本构想中优先建设地区来说，如果城乡建设部门同河流管理者通过协商共同制定了与高标准堤防和市区建设有关的计划——“市区沿岸建设计划”的话，那么应该遵守这项计划建设高标准堤防。

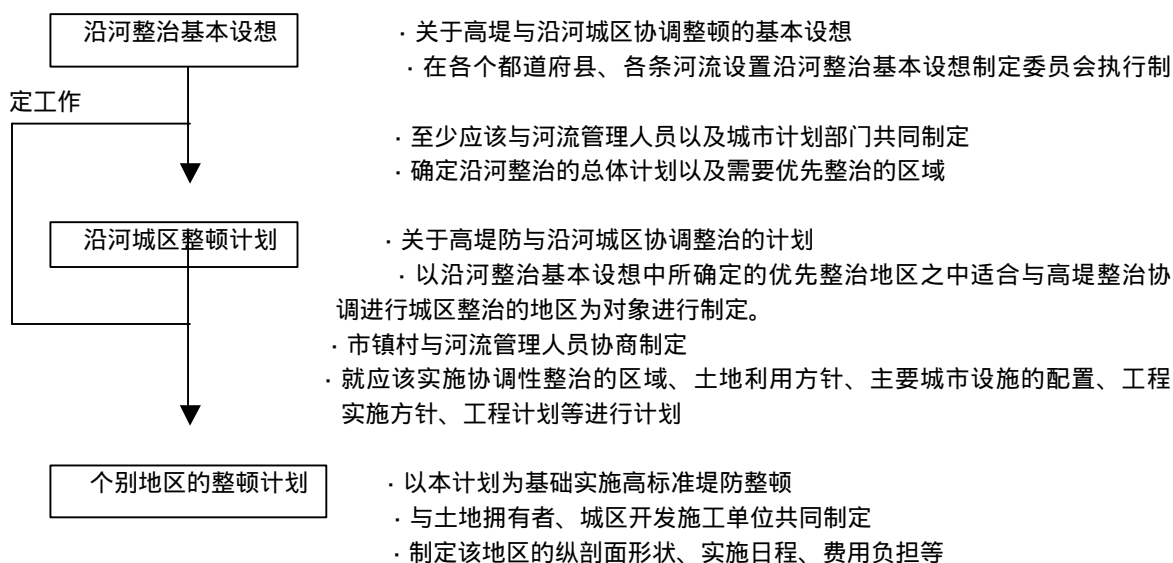


图 10—4 高堤和城区建设协调实施计划的制定流程

第8节 河道控制设施的计划

8.1 河道控制设施计划的基础

对用于堤防与河岸侵蚀、河川冲刷与淤积控制的设施进行计划时,要根据河道的纵剖面形状及断面形状、河道特征、洪流的流态流量特性、土质、河流环境,在充分照顾到长期或者局部性河床演变的基础上,对所需设置的法线、设置场所以及延伸等做出规定。

说 明

对那些用于堤防与河岸侵蚀、河川冲刷与淤积控制的设施进行计划时,要根据需要设置该设施的河段的纵剖面形状、断面形状以及洪流的流态流量特性,在把握住侵蚀、冲刷、淤积特性、充分理解各设施特性的基础上,就所设置的设施或者设施组合、施工地点以及延伸等进行研究。

同时,还应该就其将对河流环境带来的效果、影响进行充分的研究,使之成为总体工程费较低、对河流环境具有积极作用的河道。

用于控制河道的设施包括护岸、丁坝工程、护床工程(无落差护床工程、落差工程)等。选择设施类型时,要在充分理解各类设施特征的基础上,确定出最适合控制河道的一种控制设施或者由数种类型形成的组合性控制设施。尤其是,由于河道一直在经历着长期的、局部的变动,所以有必要在充分把握这一特性的基础上对各种设施进行计划。另外,由于控制设施的设置有时会使周围河床或者河岸的侵蚀进一步恶化,所以有必要从洪水发生时的堤防安全以及自然环境保护的观点进行研究。

8.2 护岸的计划

8.2.1 配置的根本要求

设置护岸的目的是为了使其能够与洪水河槽以及其他构筑物一道保护堤防(如果是挖方河道,则指堤内地区)免受流水的侵蚀作用。在对护岸进行配置时,要在充分把握包括洪水河槽宽度在内的断面形状、发生洪水时的水流状况、深水线的变化等的基础上,就其必要性(设置地点)、法线、延伸等作出规定。另外,由于护岸对于河流环境保护、治理具有非常大的影响,护岸计划应该有利于维护多姿多彩的生物生存环境。

说 明

由于堤防一般均以泥沙建成,所以为了防止堤防免受水流侵蚀,可以根据需要设置护岸。但是,由于护岸常常设置于作为重要自然环境的河道河边处,其设置对河流环境将产生极大的影响。所以进行计划时,在对护岸设置的必要性进行充分研究的同时,还应该做到使护岸能够与洪水河槽、丁坝一道发挥协调性作用,使其有利于保护多姿多彩的生物生存环境、实现多自然型河流的目标。为此,在具体实施时,根据河流特性通过创意寻找出一种能够充分照顾到河流环境且又比较经济的护岸施工方法是非常重要的。

护岸包括用于保护堤防外坡的洪水护岸和用于保护洪水河槽河岸与堤内地区的堤水护岸。高水护岸与低水护岸一体化的护岸称为堤防护岸。护岸设置的目的是为了使其能够与洪水河槽以及其他构筑物一道保护堤防或堤内地区免受流水的侵蚀作用。在计划护岸时,要根

据堤防及河岸附近的洪水流速、洪水河槽的宽度、深水线的年际变化等因素就工种、设置地点及延伸作出计划。另外，还必须注意护岸设置往往会造成顶冲部向下游方向的移动。

另外，由于洪水护岸是沿着堤防法线进行设置的，所以洪水护岸的法线也要尽可能地根据堤防法线形状平滑地设定。堤水护岸的法线要根据洪水河槽以及河流环境进行设置，并且要适合低水与高水的流向。

8.2.2 闸坝、固床工程等构筑物的周边护岸

1. 除非为岩体类等地质，一般来说，与固床工程或者闸坝相连接的河岸或堤防的护岸工程，上游一侧以护床工程或者闸坝上游段 10m 处、或者护底工程上游段 5m 处中较长的一个为起点，下游一侧以护坦下段端 15m 处、或者护底工程下游段 5m 处中较长者为终点的河段进行实施。

2. 水闸横穿的河流或水道护岸延伸的护岸可沿用 1. 的标准。不过 1. 中的“固床工程”、“闸坝”在这里相当于“水闸”，“上游一侧”在这里相当于“该水闸横穿的河流或者水道护岸延伸的上游一侧”，“下游一侧”在这里相当于“该水闸横穿的河流或者水道护岸延伸的下游一侧”。

3. 水闸以及涵管横穿的河岸或者堤防的护岸在其上游一侧以及下游一侧各 10m 的区间进行设置。但是根据地形状况认定不必遵循此原则且规模较小（断面面积小于 0.5 m^2 ）的涵管可不在此列。

4. 因桥梁设置而需实施护岸工程时，应根据以下规定进行。但是若根据地质情况判定没有发生河岸或者堤防冲刷的可能性、并且不会因此而治水造成不利影响的话，可不在此列。

(1) 如果在河道内设置桥墩，从最接近河岸或者堤防的桥墩的上游段以及下游段向上游以及下游各自延长河川管理施設等构造令中所规定的标准跨距长度的二分之一以上的区间实施护岸工程。

(2) 如果在河岸或者堤防设置桥台，从桥台两端向上游以及下游延伸 10m 以上的区间内要实施护岸工程。

说 明

由于桥梁、泄水管、涵管、水闸以及闸坝、固床工程等构筑物上下游的水流不规则，所以有必要在其上下游设置相当长的保护堤防安全的延伸性护岸工程。本文所述均引自构造令施行规则中的规定。护岸延伸应该考虑护岸设置往往会引发顶冲向下游方向的移动这一因素，并且在这基础上进行设定。同时，在计划时还应该注意保护构筑物周围的自然环境与景观。

闸坝、固床工程等横穿河流构筑物的连接性护岸其线性要尽量平滑，以免产生涡流、死水区。

8.3 丁坝计划

丁坝是为了与洪水河槽以及其他构筑物一道保护堤防、低水河岸、堤外地区免受流水侵蚀，或者为了维护航道、保护生态而设置的。

丁坝计划要在掌握河流的平面形状以及纵剖面形状、断面形状、河道特性、自然环境等的基础上，充分考虑到可能对上下游以及对岸造成的影响的前提下进行。

说 明

丁坝的功能包括两点：增加水流阻力降低流速；作为水流的直接障碍物使水流改变方向，防止水流冲击应该受到保护的部位。这些功能分别与水文学上以下两点意义相对应，即：发挥糙度作用；形成丁坝区间（处于丁坝背后的免受水流作用的区域，一般为静水

区)。本文前面所提到的丁坝设置目的就是通过丁坝的这些作用来达到的。

通过本文所提到的丁坝设置目的可以发现，由于丁坝计划与河道计划、护岸计划之间有着密切的联系，所以计划时，在重视它们之间的相互关系的同时，还要考虑到所设丁坝对上下游、对河岸将造成的影响、对保护和形成河流自然环境的影响，根据河道特性、设置目的进行计划。

护岸与丁坝的区别如下：

1. 护岸是利用直接覆盖河岸的方式来防止侵蚀的，所以能够比较容易可靠的达到目的。
2. 由于丁坝是通过挑流效果、减低流速效果来间接防护河岸的，所以有时会因配置或者结构形式不合理而致使效果不能充分发挥。
3. 丁坝的合理配置可以缩小平水时的河宽，增加平水时的水深。
4. 由于丁坝与河岸的连接部位及其下游容易受到洪水期复杂的水流的侵蚀，所以应该引起足够的注意。

如上所述，丁坝具有保护河岸或者控制河岸附近的地形、水流等与护岸不同的功能，可以在就所需要的治水效果、河流环境的保护、治理进行充分研究的基础上，计划配置方案。

8.4 固床工程计划

8.4.1 计划的基础

固床工程要根据维持河床稳定所必要的工程位置、高度、形状，在充分照顾到周边河岸、河流管理设施、鱼类等的逆流和顺流游动的基础上进行计划。

说 明

固床工程包括有落差和无落差两种类型，前者称为落差工程、后者称为无落差护床工程。主要是为了稳定河床而按照下列目的进行设置的。

1. 减缓河床坡度、减轻流水侵蚀、稳定上游河床（一般为落差工程）。
2. 防止紊流、确定流向（一般为落差工程）。
3. 防止河床冲刷、下降（一般为无落差护床工程）。

一旦河床因水流作用而发生侵蚀、下降，不仅会造成护岸等的基础隆起，在治水上引发险情，同时还会伴随着河床下切造成各种用水上的采水障碍。在这种情况下，出于河流管理上的需要，可以设置固床工程以便维持河床高度、稳定河床。但是，由于固床工程会阻断上下游水流的连续性、阻碍鱼类等的逆流和顺流游动，所以除非迫切需要稳定河床外，不应该轻易设置。如果确定要设置固床工程，应该通过采用合理的结构、设置鱼道等措施，防止对鱼类等的生息等造成影响。

为了增加河道过流能力，需要尽量将过流断面设定的大一些。为了解决由此引起的河床下切，首先应该考虑的就是通过加深护岸基底深度或者实施坡脚固槽、丁坝工程来保护护岸基础的措施。但是，如果因各种用水采水等河流利用设施的原因，或者出于河流纵坡度、河床材料的原因而需要将河床高程维持在所定的高度时，就有必要计划固床工程进行解决。

8.4.2 形状以及方向

固床工程的平面形状原则上应设定为平面形状。固床工程的方向应根据洪水发生时的水流方向确定，但与固床工程下游水流方向之间的角度应该为直角。

说 明

固床工程的平面形状与流向之间的关系如图 10-5 所示。

1. 平面形状为直线形状，与水流方向之间的角度为直角

这是最常见的施工方式，与其他方式相比很少对治水工作带来障碍，施工费也比较低。

2. 平面形状为直线形状，与水流方向之间的角度为斜角

除非因下游堤防的平面线形等的原因而需要与固床工程下游流向相一致的情况外，原则上不要采用这种方式。

3. 河流中央成为具有顶点的折线形时

虽然能够将固床工程下游的中泓汇集于河流中央，但是它的施工费较高、下游段容易产生冲刷，固床工程或者下游河床的维护也比较困难。

4. 河流中央成为具有顶点的曲线形时

多采取圆弧或者抛物线的形式，与折线形具有同样的缺点。

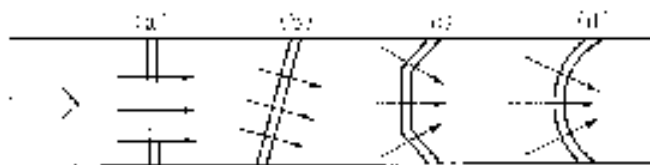


图 10-5 固床工程的平面形状与流向

8.4.3 坝堤高程

固床工程的堤高程必须与设计河床高程相一致，一般来说，固床工程上、下游河床的落差应该在 2m 以内。

说 明

固床工程设置的目的是稳固河床。但固床工程设置后，与工程直接相连的下游河床其稳定就成了一个最大的课题。为此，固床工程的堤顶高程与下游河床高程之差应设为 1~2m。

虽然固床工程的堤顶高程应与设计河床相一致，但是河床演变较明显的河流的堤顶高程应根据河床现状及未来发展方向进行确定。在研究河道计划时，特别要注意固床工程的设置有可能引发下游一侧的河床以及与工程连接的河岸的冲刷以及上游一侧河床的下降。

第 9 节 闸坝（包括河口闸）、涵管、水闸

9.1 设置的根本要求

闸坝、涵管、水闸（以下简称为闸坝等构筑物，其中包括涵管）的设置位置要根据设置目的进行确定，而且应该尽量避开河道弯段、河道断面狭小的部位以及河流形状不稳定的部位。另外，凡能够统一到一起的要尽量统一，以便减少设置地点的数量。

说 明

根据设置目的，堰可以分为引水坝、分水坝、挡潮闸等，根据结构又可分为滚水坝、活动坝。而涵管、水闸则根据用途分为取水、排水、取水排水兼用几类。

在选择堰等构筑物的设置位置时，首先应考虑的是该位置必须能够使设置目的得到充分的实现。但同时，特别是闸坝的设置有时不仅会引起河流形状紊乱、高水位发生时还有引发泄流障碍的危险，所以，其位置应该选在那些中泓为直线、流速变化少、干流安定且因水流所引发的河川变动较少的地点。另外，为了节省施工费，一般认为将堰设置在河宽较窄的部位比较有利。但这样一来，就需要采取一些特殊措施以利于洪水的安全泄流，而且随着时间的推移，闸坝有可能成为河道的制约条件，所以必须尽量避免将其设置在河面狭窄处。

由于堰等构筑物有时会成为堤防的薄弱环节，而且从运作、维修管理方面考虑，设置的数量也应该尽量的少，所以应该做到能够统一的要尽量统一。

另外，本书中所论述的涵管包括泄水管。

9.2 形状以及方向

堰的平面形状原则上应为直线。闸坝的方向应该根据水流方向进行确定，但原则上与闸坝下流的水流方向之间的角度应该为直角。

涵管、水闸的方向与堤防平面线形之间的角度应该为直角。

说 明

关于闸坝的平面形状の設定，请参照 8.4.2。

由于涵管、水闸的设置有时会成为堤防的薄弱环节，所以为了确保施工的精确性，在设定其方向时，最好使其与堤防平面线形之间的角度为直角，尽量避免结构上的复杂化。但同时由于支流的汇流形状、与主流对岸的距离等原因而迫不得已需要采用斜角方向，这时需要就结构以及施工安全的确保等问题进行充分的研究。

9.3 地基高程

1. 滚水坝的坝顶高程或者活动坝（包括固定部分）的地基高程应该设定在河流断面形状或者河流现有过流断面中较大者的外侧。

但是，如果构筑物位于山区狭窄部，或者根据河流状况、地形状况认定不会因此而对治水带来障碍的话，可以将其设置在现有过流断面之内。

2. 以取水为目的而设置的涵管的堤顶高程应该根据各自的取水目的进行设置，但同时也应该考虑到将来的河床演变。

以排水为目的而设置的涵管的堤顶高程应该根据所连接的排水河流等的河床高程或者水道的地基高程进行确定。

说 明

1. 滚水坝的堤顶高程或者活动坝（包括固定部分）的地基高程

本文论述的内容是以构造令中规定的内容为依据。

闸坝的设置不仅意味着该地点河床高程将被固定，同时也意味着河流过水断面面积的继续扩大也将受到阻碍。为了使洪水发生时水流能够安全下泄，有必要确保必要的断面用于疏通水流。为此，滚水坝的坝顶高程或者活动坝的地基高程必须设在该断面的外部。对于附加条款中所规定的情况，应该作为特例单独进行研究。

2. 涵管类工程

很多取水涵管常常由于河床下切而引发取水困难。所以在设置取水涵管时，要在调查以往河床演变动向的基础上就未来河床下切的可能性进行充分的研究。但是，如果涵管设置过低，取水量有可能超过用水权所允许的范围。在这种情况下，还应该对取水量进行调整。

排水涵管的地基高程过低，容易引发泥沙淤积进而造成有效截面面积减少。如果地基高程过高，排水能力就会减少，则需要大批经费用于出口的维护。所以在确定地基高程时，应该研究与涵管相接的排水河流的河床高程或者水道基地高程与涵管之间的关系。

9.4 闸坝的蓄水位

闸坝的设计蓄水位原则上应该低于洪水河槽高程 50cm。并且要低于堤内地面高程。但是，如果已经采取了填土等适当措施则不在此列。

说 明

一般来说，河流堤防结构不是以维护正常蓄水为目的进行设计的，而且当堤内地面高程较低时，还容易引发堤内地区排水不良或者地下水位上升等问题。而如果利用洪水河槽进行正常蓄水的话，就会使洪水河槽的维护发生困难。

为此，在选择闸坝的位置时，应该对这些问题进行充分的考虑。由于地形状况的原因而迫不得已时，可以通过采取填土等特殊措施来改善堤外地基或者洪水河槽。

9.5 闸坝的跨长

活动闸坝跨长的设计按照以下标准进行。

1. 活动闸坝的跨长要以洪水发生时不给水流疏通带来影响为前提，以高于表 10-2 所列长度（如果可动部分的全长低于表 10-2 中根据设计洪水流量所设定的跨长值时，则以可动部分的全长值为准）为标准。但是，如果该闸坝设置于山区狭窄部或者与此相类似的地区，且认定所设河段不会因此而对治水工作带来障碍的话，可不在此列。

表 10-2 设计洪水流量和跨长

设计洪水流量 (m ³)	跨长 (m)
500 以下	15
500 以上 2000 以下	20
2000 以上 4000 以下	30
4000 以上	40

2. 但是，属以下情况的，分别按照下列相对应标准制定。

(1) 如果闸坝的可动部分全长低于 30m，设计洪水量低于 500m³，可动部分的跨长可设置在 12.5m 以上。

(2) 除非符合 (1) 的条件，高度低于 2m 且可动部分为起伏式的堰，其水门纵向和横向的长度之比可以设为十分之一（不满 15m 的按 15m 计）。

(3) 如果根据表 10-2 进行计算后，因定间距的关系而致使活动闸坝的跨长超过了 50m 时，可采取以下方法进行计算。首先，按照该表规定计算出跨长，然后，再用与该跨长相对应的跨数加 1 后除以活动堰全长，由此将得出一个商数。最终可以采用高于此商数的数值作为跨值。在这种情况下，可动部分的跨长必须相等。但是，当可动部分的跨长的平均值超过 30m 时，可以将设置于中泓以外的可动部分的跨长设定为 30m 以上。

(4) 对于具有排沙功能的跨，如果设计洪水流量高于 2000m³/s，则可将跨长设定为 1. 中所规定的二分之一以上的数值（不足 15m 的按 15m 计）。如果设计洪水量低于 2000m³/s，跨长可以缩小至 12.5m。

但是，原则上全部堰长平均之后所得出的跨长不应低于 1. 中所规定的值。

说 明

本文所列各项规定均为构造令中的原则性规定。

由于活动坝的坝墩有时会成为洪水安全泄流的障碍，所以跨长应该尽量设置大一些。在构造令中，本文所列跨长的设定方法是根据堰的建造技术以及经济性等进行制定的。

另外，本文第二项的规定是为了在设定跨长时能够有一定的弹性空间，以利于洪水安全下泄、维护堰的功能、确保经济性而作出的调整性、弹性规定。

9.6 堰的鱼道

如果堰的建设有可能对鱼类等水生物的生息造成影响，则应该设置鱼道加以解决。

说 明

为了尽量减少堰的设置对于生态系造成的影响，应该以逆流游动的鱼类等为对象设置鱼道。鱼道不应该仅以那些从水产资源的角度看占有重要地位的鱼类为对象，还应该从保护生态系的多样性的角度出发，对于杜父鱼、螳螂鱼等水底鱼类以及螃蟹等甲壳类鱼类的保护也应该加以研究。

在进行鱼道计划时，要在对设置地点的流态流量特性、闸坝上下游水位变动范围、作为鱼道对象的鱼类的各自的逆流游动时期及路线、顺流游动时期、堰的取水和泄流操作等进行充分研究的基础上，设定鱼道流量、水位及配置等以确保受保护的鱼类可逆流而上，又能够减少受保护鱼类误入取水设施。

第10节 排涝计划

10.1 掌握涝水特性

在制定排涝计划时，首先应该掌握计划地区的涝水蓄水以及涝水灾害特性。

说 明

在制定排涝计划时，掌握作为调查对象的涝水河流的涝水特性是必不可少的工作。狭义的涝水特性是指涝水现象本身的特性，广义的涝水特性则还包括对引发涝水的原因的分析。要想很好的分析涝水特性，不仅需要把握当前涝水特性，还应该掌握过去到现在的涝水特性的历史变化以及变化原因。

比如，如果引发涝水蓄水的原因一直是外部水位过高的话，那么仅仅采用自流式堤防方式来改建涝水河流进行排涝的做法其效果是不大的，而如果通过采用完全回水堤、半回水堤方式对河道进行改建或者采用泵排水方式，效果就会明显的多。

另外，在这种情况下，由于可以认为影响涝水规模的只有涝水河流的径流量一项因素，所以，可以将涝水河流流域的雨量（径流量）最大值设定为计划对象的涝水规模，同时，涝水的概率也可根据涝水河流流域的雨量来进行评估。不仅如此，涝水的计算方法也可以根据涝水积水现象的特性进行选择。如果积水区为1个以上，那么至少有必要采用多池塘积水模式加以解决。根据积水区域、积水深度可以确定应该采用池塘模式还是采用泛滥流模式。

涝水灾害的发生是以积水区有资产存在为前提。也就是说涝水灾害的规模因积水特性和

资产分布状况不同而不同。与城区灾害的情况相比，如果灾害形态主要为农作物灾害，那么就应该考虑降低设计规模（治水安全度）。另外即使发生了一般性房屋建筑灾害，若房屋位于积水区边缘部，而且积水深度比较小，那么只要减少积水总量就有可能消除房屋建筑方面的灾害。反之，如果房屋位于积水区域的最低地面高程处，那么即使采用泵排水的方式也很难消除灾害。在这种情况下，从投资效果看，对少数房屋单独采取防水措施则更为有利。

一旦掌握了涝水灾害的特性，不仅能够据此设定出适当的水闸以及适当的泵操作方式预防灾害的发生，而且在研究排涝计划时，还可以将其作为设定涝水计算条件的根据加以利用。另外，关于涝水分析模式的制定方法，请参照调查篇第8章第3节。

10.2 研究排涝方式

在选择排涝方式时需要根据涝水河流域以及假定积水区域地形、土地利用、排水状况、排涝河流以及干流改建计划、相关工程计划、积涝水特性、涝水灾害特性等来预测其效果，并且从经济性、社会性角度出发选择可操作性的候选方案，对设施维护管理、超量洪水发生时的灾害程度进行综合性评价的。

说 明

排涝方式首先要首先选择能够适用于计划区域的排涝方式，然后再对这些方式进行比较研究之后确定。在对排涝方式进行比较研究时，要考虑到该地区的社会条件以及管理方面的难易程度，确定出各类处理方式所需要的设施规模，把握所需施工费、效果等。同时还应该考虑到过量洪水发生时的灾害状况。

排涝方式应根据计划对象涝水河流的特性灵活改变，不必拘泥于某些单一形式。在确定时，还要同时研究涝水河流改建计划。从这种意义上讲，排涝河流的改建方式也属于排涝方式的一部分。另外，理想的排涝方式不仅指诸如河流改建、设置排水泵站、设置滞洪区等工程措施，同时还应该包括对土地利用的规范、引导等非工程措施以及工程、非工程措施的搭配。

排涝方式大致可以按以下标准进行分类。

1. 根据措施类型可分为

- (1) 工程措施
- (2) 非工程措施

2. 根据措施的实施场所可以分为

- (1) 在径流区域实施的措施
- (2) 在涝水区域实施的措施
- (3) 在干流实施的措施

3. 根据排水方式可分为

- (1) 自然排水方式

(2) 水闸围堰方式

如图 10-6 所示,根据排涝计划立案时的研究讨论情况还可将上述 3 种分类进一步划分。

为了确定出最佳的排涝方式,可以根据图 10-6 所列分类方法对排涝方式进行研究。也就是说,首先对图 10-6 所列各排涝方式的可行性、具体措施按照分类进行研究,然后再对各种组合方式进行研究。最后,就各类措施方法所需设施规模进行研究,并就其效果、经济性进行比较,确定出最终选用的方式。另外,仅仅依靠软件措施往往很难达到预期效果,所以,一般应该与硬件措施组合在一起进行实施。

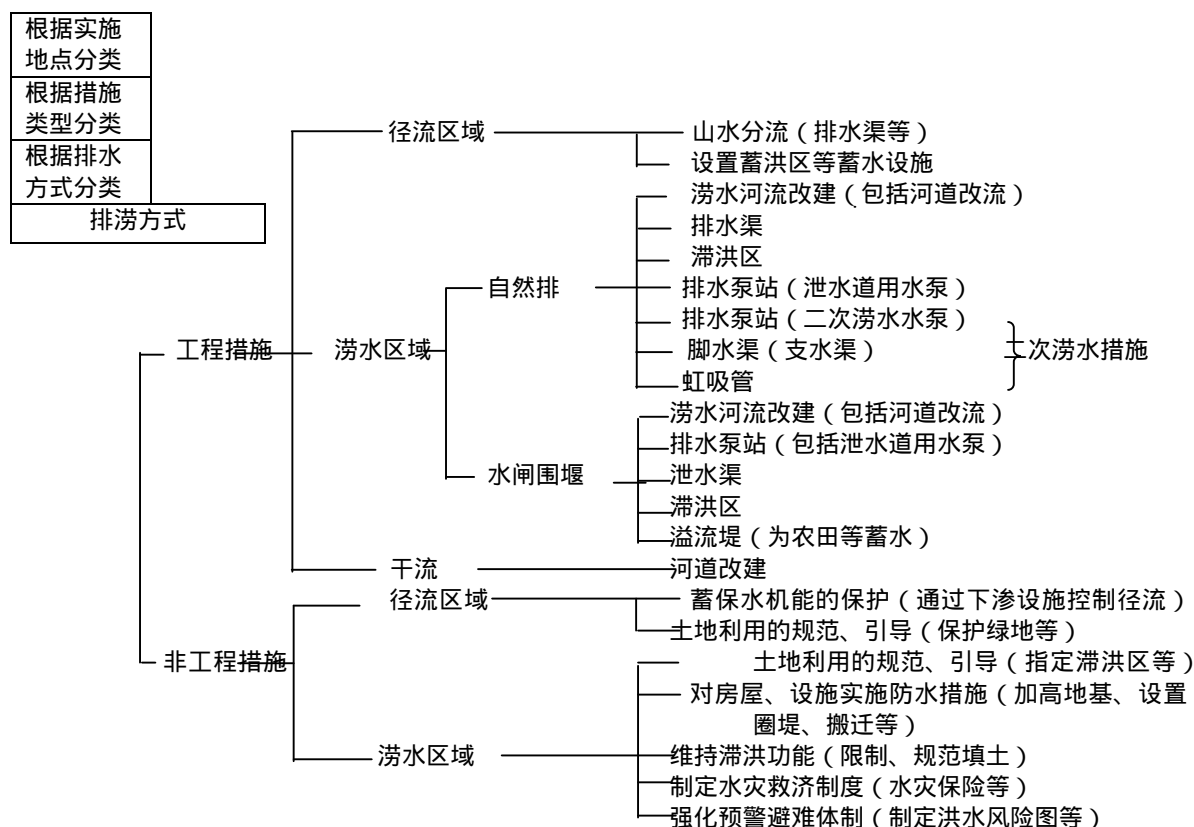
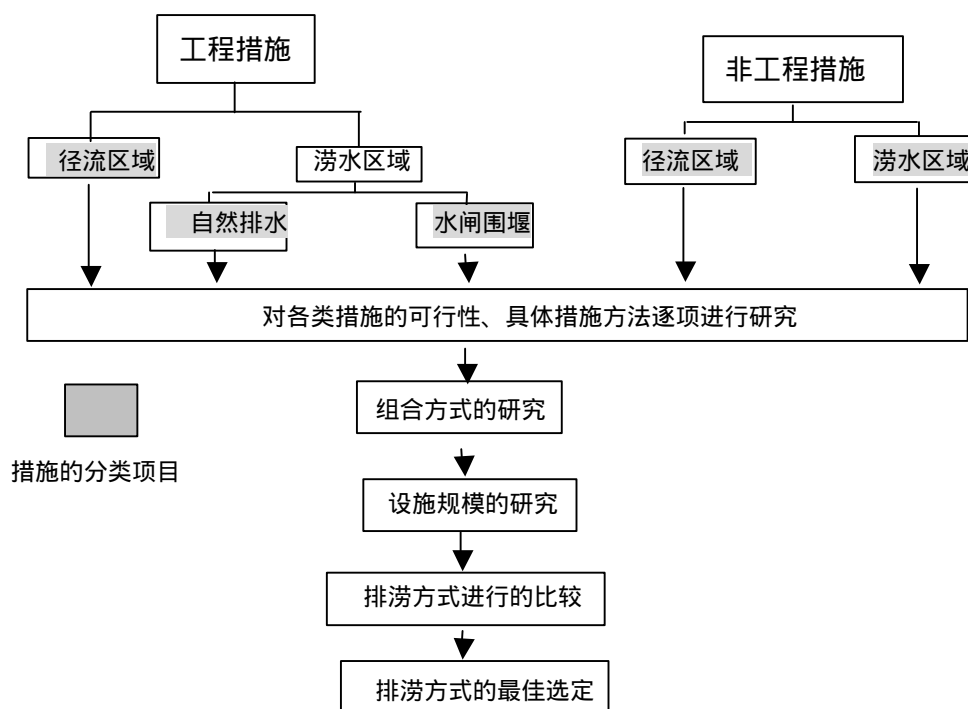


图 10-6 排涝方式的分类



注 1) 对于某些计划河流来说, 有些分类项目将没必要采用。

注 2) 有些措施可独立达到预期效果, 有些措施需与其他措施组合后才能够达到预期效果。

图 10-7 排涝方式的研究过程

10.3 涝水研究对象的选定

要在考虑以往降雨情况、外水位以及积水状况的基础上, 根据水文资料的完备程度选择出包括引发历史最大灾害的涝水在内的几个涝水研究对象。

说 明

涝水研究用于以下目的。

1. 制定涝水分析模式时的验证 (验证涝水)
2. 排涝方式以及设施规模的研究 (计划涝水)

另外, 虽然用于 1. 与 2. 的涝水最好为同一涝水, 但是由于水文资料整理状况等原因, 有时会有所不同。

为确定排涝方式而在对降雨过程线、外部水位过程线及其相对关系进行研究时, 最好将各类涝水纳入涝水研究对象之中。按照这一方针, 涝水研究对象应该根据灾情、水文资料的整理情况, 从以往所发生的涝水中选择包括曾引发历史最大洪水的涝水在内的 4-6 个涝水样本。同时, 由于在计划方案中需要对计划区域进行说明, 所以应该尽量选择近年来的涝水作为分析样本。迄今为止, 在制定排涝计划时, 涝水研究对象是按照以下标准进行选择的。

- (1) 灾害大的涝水
- (2) 涝水河流域雨量大的涝水
- (3) 外水位高于堤内地面高程的涝水
- (4) 河流域雨量与内部水位均较大的涝水

- (5) 积水深度大的涝水
- (6) 积水时间长的涝水
- (7) 水文资料较完备的涝水
- (8) 其他(干流改建计划等的洪水或者干流的代表性洪水)

10.4 概率评估方法的研究

排涝计划中涝水规模的概率评估方法应该按照选用对象的涝水特性以及水文资料的完整状况进行选定,在具体操作时,可以从下列概率评估方法中根据各个方法的特性进行选择。

1. 根据涝水河流域降雨量进行概率评估
2. 根据涝水时段降雨量进行概率评估
3. 根据积水量进行概率评估

说 明

概率评估手法研究的目的是正确地评估涝水规模年超过的概率为目的,这项研究是根据选用涝水河流域特性进行的。

涝水规模的大小由挑涝河流域的径流量、外部水位过程线以及二者的时程相对关系所决定。也就是说,由于涝水概率受多个变数影响,所以致使排涝计划变得愈加复杂。另外,由于排涝河流域的径流量、外部水位过程线以及其间的相对关系不仅仅受自然条件限制,同时还会因为河道整治、土地利用变化等人为因素而发生变化,所以涝水规模概率评估是非常复杂的。为了正确把握涝水区域的治水安全度、确定适当的设施规模,应该根据涝水特性、水文资料的完备程度等研究出符合调查区域的概率评估手法。

在一般性的防洪计划中,常常采取对降雨进行概率评估,然后将其转换成径流量来设定计划规模外力的手法。同样,在排涝计划中,一般均将影响涝水河流泄流能力的设施(河道、水闸、涵管等)计划外力作为洪峰流量,利用降雨量进行概率评估。

而在对历史涝水的规模以及排涝设施(排水泵站、滞洪区等)的计划外力进行评估时,应该使用积水量而不是洪峰流量。由于涝水蓄水是多个原因复杂地交织在一起所引起的现象,所以在进行积水量概率评估时,有多种方法可供选择。运用涝水现象的结果既历史涝水的积水位或者积水量的实际数值进行评估是最为直接的方法。但是,由于这些历史资料一般都不够完备,而且由于即使在同一降雨条件下,蓄水量有时也会因为人为因素而发生变化,所以常常难以将其作为涝水规模的评估手法加以利用。

根据涝水时段降雨量进行概率评估时,其基本出发点就是要用涝水时段(涝水区域内发生积水的时段)的降雨量来表示蓄水量。所以仅适用于涝水河流域极小、集流时间短的情况。另外,要想采用该方法,首先需要掌握外部水位资料或者有关水闸操作纪录的资料,即使是涝水河流域很小的河流,有时会因为此类资料完备情况的原因,而无法应用此方法。

当历史积水量资料比较完备,且在选用的统计期间内排涝河流以及干流流域、河道没有大的变化时,可以利用积水量进行概率评估。当统计期间内排涝河流以及干流流域、河道有大的变化时,虽然无法运用历史积水量进行概率评估,但是可以运用计算积水量进行概率评估。计算积水量可以通过涝水分析模式求得。在进行计算时,首先需要掌握在统计期间中可能引发的历年最大积水量的涝水的外部水位过程线和排涝河流域降雨量。

另外,由于涝水规模的大小由排涝河流域的径流量、外水位过程线以及二者的时间相对关

系这三个要素决定,所以,有时只要利用可以代表此三要素的几项变数进行概率评估,就可以比较正确的表达选用区域的涝水规模。特别是在计算排涝河流域规模的时候,因为流水尽头干流流域规模非常大等原因,致使过去的涝水中涝水河流降雨量与外部水位之间的相对关系比较弱,这时运用多变量进行概率评估比运用单变量往往会更有效。在具体操作中,一般认为最多只能运用两个变量,所以有必要根据选用区域的涝水特性提取两个能够代表涝水规模的变量。但是,当无法提取这两个代表性变量时,该手法就不会很有效。例如,当将最大外水位与涝水河流域降雨量作为两个变量时,虽然可以求出两个变量组合后所形成的概率,但是该概率不一定能够代表涝水规模。这是因为涝水规模常常因外部水位过程线和涝水区域雨量之间存在的时间上的错位大小而发生大幅变化。

10.5 排涝设施规模的确定

在设计排涝设施规模时,首先需要对涝水区域的重要程度、历史涝水所造成的灾害情况、与主流计划规模的协调、与附近涝水区域计划规模的协调等问题进行综合考虑后,再设定计划规模,然后再确定出能够确保相当于计划规模的涝水区域治水安全度的设施规模。

但是,如果采用的是泵排水方式,原则上应该根据计算的效益成本来确定设施规模。

说 明

采用自然排水方式进行计划时,设施规模按照一般性河流改建方式进行确定。

采用水闸围堰方式进行计划时,设施规模要在综合考虑涝水区域在社会经济中的重要程度、涝水区域与干流之间在计划规模上的协调问题、与附近涝水区域之间在计划规模上的协调问题等的基础上进行确定。

1. 涝水河流与排涝设施的计划规模

如上所述,外水与涝水在灾害结构上有很大的差异,采用改变安全度的方法来处理外水泛滥与内涝是比较合理的。但是,在设定排涝设施的计划规模时,有必要充分考虑如何与干流计划规模进行协调等问题。

毋庸置疑,涝水河流的河道计划规模与排涝设施的计划规模没有必要相同。

2. 计划区域的重要程度

计划区域的重要度主要可以根据涝水区域的土地利用和资产集成度进行判断。一般来说,水田、旱田等农田和城区之间在资产密集度方面有2至3级的差别,在灾害程度方面也大不相同。也就是说,根据涝水区域的土地利用状况来改变排涝设施的计划规模是比较合理的。但是,在涝水区域的土地利用中,积水区域仅仅由水田、旱田、城区中的单一形式构成的情况是非常少的,这些形式通常是混杂在一起的。而且由于土地利用的标高分布不同也会使排涝地区的主要土地利用形式产生差异。

一般来说,当涝水区域主要由城区构成时,设施的计划规模的目标应该设定为30年以上,如果主要由其他土地利用形式构成,排涝设施的计划规模的目标应该设定为10年以上。

3. 发生超过计划规模洪水时的灾害预测

如前所述,排涝设施的计划规模通常设定为30年左右,但这并不排除超过此规模涝水发生的可能性。也就是说,为了防止此类大规模涝水发生时造成极大的灾害,有必要对超过计划规模涝水发生时的灾害情况作出预测。

一般计划的涝水数量较少,这时多以涝水计划对象中可以设计出最大规模设施的涝水为准设

置设施规模。当所计划涝水数量较多时,可以根据该排涝设施引入覆盖率这一概念,这个覆盖率表示在计划对象涝水中可以以多大的比例与排涝设施相对应。但有时不一定非要采用最大规模。

当由于涝水计划对象的不同而使所需的设施规模相去甚远时,那么最好对所制定的最大规模设施所依据的涝水与所采用的概率评估手法之间的关系以及根据它在制定的计划规模的过程中是否存在技术上的不合理性等问题重新进行研究。另外,在确定设施规模时,需要对候选设施规模是否能够处理熟知的历史涝水进行研究。

不过,如果采取的是泵排水方式,在确定设施规模时,还需要从经济性的角度进行研究,原则上可以通过效益成本计算进行确定。关于效益成本计算,可以参照调查篇第20章经济调查的部分。在这种情况下,机械设备的耐用年限一般设定为20年。

第11节 河口治理计划

11.1 计划的基本要求

所谓河口治理计划,是指在充分考虑河流以及大海两方面条件的基础上所制定出来的既能够使低于设计洪水流量的流量安全过流、防治高潮灾害,又能够在需要的时候增加河流利用、保持河口与海岸之间的自然平衡的河口治理方式。

河口治理方式应按以下标准进行确定。

1. 在总体河道计划中能够与其他要素保持功能上、经济上的平衡。
2. 不对通航造成影响。
3. 容易维护。
4. 维持河口或者海岸的自然平衡,以免引发二次灾害。
5. 不损害河流的自然环境及利用。

说 明

河口治理计划的主要内容大致可以分为河口部的河道计划和高潮处理措施两大类。河道计划内容即有关河口治理施工法的研究。包括河口部设计洪水位的确定、开挖、疏浚等河口部的河道计划以及导流堤等的河口淤塞处理措施。高潮处理措施仅仅需要对那些需要考虑高潮影响的地区进行制定。高潮处理措施是指有关包括确定设计堤顶高程等在内的措施。

由于河口部是河流与大海的交界处,要同时受到两者的影响,所以与河流上游河端相比,情况更为复杂。

有些河流由于河口处沙洲发达造成水流的自由下泄受到阻碍。这种现象即所谓的河口淤塞。因河口淤塞而引起的多种多样的障碍大致可分为以下几种。

1. 造成河口附近的水深与深水线摇摆不定,引发通航障碍。
2. 如果是河口港,还会引起港内水深变浅,造成船只靠岸不便。
3. 影响泄洪。
4. 造成河口附近堤后保护地的排水不良。

解决河口淤塞的施工法有

1. 导流堤
2. 水闸、暗渠、岛堤
3. 人工开挖

另外,对现有河流进行疏浚、开挖虽然也属于河口治理措施,但本文将其内容编入河道计划中。

在制定河口部的河道计划时,特别要注意应使所计划的河口河道在河流流量以及潮流发生季

节性变化等复杂的外力的情况下也能够较容易的进行维护。

在进行河口治理时，应注意不要大幅度地破坏河口部业已形成的自然环境平衡。

另外，制定河口治理计划时，除了需要进行理论性研究外，还需要通过实施水文模型试验以及数值模拟掌握情况，对计划进行检查。

11.2 河口部的设计洪水位

河口部的设计洪水位要在把握河口附近河流、流域的水文、气象特性的基础上，根据河口与河口附近河道特性以及河口治理方法进行制定。

说 明

在设定河口部设计洪水位时，最重要的是要确定出非均匀流计算出发地点的水位。该水位一般按下述方法进行确定。

1. 如果该地点附近有观测点，可采用将(1)(2)中较大值追加加上所必要的水头损失的方法计算水位，也可以采用(3)的方法进行计算。

(1) 朔望平均高潮位

(2) 历史洪水(10年一遇上的)的洪峰潮位中的最高潮位。

(3) 对历史洪水的洪峰水位进行概率处理之后所得出的水位。

但是，如果改造后的河口部的河道状况与现状大不相同，或者历史洪水与设计洪水规模相去甚远时，则不能原封不动地用(2)(3)的方法进行计算。

2. 如果河口附近河道的堤后保护地为特别重要的地区，那么还有必要考虑一下是否采用朔望平均高潮位+相当于改建规模偏差的水位。若河口部的近旁没有观测点，那么可以采用外海尽量靠近河口处的观测点。但在这种情况下，应该在此潮位的基础上追加河口部的水头损失。

11.3 河口部的河道整治计划

河口部的纵剖面形状、断面形状要根据河流和大海两方面的条件，在充分留意以下事项的基础上慎重的进行确定。

1. 能够充分满足设计洪水量的处理需要。
2. 易于维护。
3. 低水时不对河口附近的水资源利用带来影响。
4. 充分照顾到了河口部的自然环境。

说 明

由于河口部是河流与大海两种因素同时作用的地区，所以在进行计划时，需要对河流一侧以及大海一侧的条件进行综合考虑。

河口部的河宽应根据流量、河床坡度、河床材料以及河流输沙量进行确定，但是现阶段并没有明确标准。在流域或者平水、低水流量等计划没有大幅变更的情况下，应该尊重现状。如果存在河口沙洲，且有充分证据表明完全清除此沙洲将会使河道维护变得困难，或者清除沙洲之后将会损坏固有的防波浪以及海水入流的功能，并且其影响很大，或者河口沙洲对于河口部的生态系至关重要，则应该尽可能的维持沙洲现状。同时在设定纵剖面形状时，需要充分考虑沙洲这一因素。如果没有河口沙洲，在进行河口部加宽和河床开挖时，若将河口部作为堆积空间加以利用，就会对河口部的维护管理带来困难，所以应该尽力避免这种情况的出现。在迫不得已的情况下，则有必要研究出一个万全之策。

一般来说，河口部的断面形状应该以河口与河道特性完全相同的范围内的稍为上游部位的断

面形状为基础来进行设定。但是在这种情况下,如果计划河口宽于现有河口,河口维护就会成为问题,所以对于这些问题也应该进行充分的研究。

11.4 河口治理施工法的确定

河口治理施工法应该根据流量变化等河流特性、漂沙以及潮流等河口部附近的大海特性、河口部的自然环境、施工费及其效果、未来维护等进行确定。

说 明

由于海岸以及河流中产生的各种现象会同时或者单独地互动,这将会使河口部引发非常复杂的水文现象和地形变化,所以在制定河口治理施工法时,单纯从处理措施、施工法的角度进行选择、计划是不够的。也就是说,在对设施进行计划时,需要就这些设施对河口造成的影响进行充分的研究。

河口治理的施工法包括导流堤、水闸、暗渠、岛堤、人工开挖沙洲等。下面就这些内容逐一地进行介绍。

1. 导流堤

在计划导流堤时,需要做到既要使之能够发挥其应有的功能,又能够尽量缩小对周边海岸的影响。

(1) 导流堤的功能

导流堤的功能有:

固定河口位置

稳定深水线

维持河口水深

降低洪水及平水时的水位等。在计划导流堤时,设计方案应该根据设置目的进行制定。

(2) 导流堤的长度

导流堤长度因河口治理目的、河口规模而异,但通常可对它做以下的结论。

为防止河口位置发生漂流,并将开口位置固定于河道之中,在充分对水边线的季节性变动进行观察的基础上,可以在低潮水边线与稍稍靠近大海之间的范围内以河道宽度为间隔在两侧设置两条导流堤。如果每侧只设置一条的话,那么将其向海中延伸一部分,不论将其设置于沿岸漂沙盛行方向的上游侧还是下游侧,河道均能够沿导流堤得到固定。

如果需要将河口部水深维持在一定深度以上且要维持开口宽度,那么就需要将两条导流堤延伸至水深较深处。根据全国一级河流导流堤端部水深与该处河床变动调查结果,对于那些面向外海的河流来说,当导流堤段部水深为4~5m时,基本上能够维持河口部水深。当导流堤段部水深为2~3m时,水深有可能变浅。当导流堤端部水深不足一米,就会形成沙洲。

如果存在堤防、护岸等构筑物,导流堤的基础应该与这些构筑物连接在一起。如果采用天然海岸、中岛堤的方式,还应该将其延伸至风暴天气时波浪不能回绕到的基础背后的河道一侧。

(3) 导流堤间隔

当导流堤间隔狭窄时,河流推移力将会增大,从而冲洗效果也将会提高,这有利于防止河口淤塞。但是,如果从洪水疏浚的角度看,导流堤间隔狭窄有时会引起河口部水位上升,对河道计划造成影响。所以,应该根据河口水位变化、导流堤间隔与导流堤间河床高程之间的关系设定河口河宽。

(4) 导流堤方向

原则上讲,导流堤与水边线之间的角度应该成直角。不过,在近海处其方向可以有一些舒缓的曲折和角度。如果弯曲幅度过大,一旦发生洪水,主泓就会顶冲导流堤从而引发冲刷。另外,如果导流堤方向面向水边线大幅度倾斜,导流堤处产生的反射波就会引起水边线后退等问题。不仅如此,对于那些输沙量较多的河流来说,还会致使河流泥沙按单一方向淤积,造成河口附近海边泥沙的收支变动,因此需要充分考虑应对措施。

(5) 导流堤的高度

为了防止波浪越过导流堤顶部而将泥沙带入河道之内,沙洲部位导流堤的高度应该高于最高沙洲高度 1m 以上。同时,飞沙较多的地方还应该研究飞沙应对措施。当发生高浪时,大海一侧导流堤的端部可以允许发生越堤波现象,其高度多以高于朔望平均高潮位 2m 以上为基准进行设定。

(6) 导流堤的宽度与结构

导流堤宽度视导流堤结构而定,其结构应该能够充分处理波浪与河水流(洪流)所引起的破坏,必要时可以设置护底固槽、消波工程。另外,不透水式结构的导流堤更易于固定河口位置、阻止飘沙,因此效果更好。不过,如果采取了增加堤宽、缩小孔隙等措施,透水性导流堤也可以发挥同样的效果。

2. 水闸

水闸应该根据设置目的进行计划,同时应该避免对设计洪水流量的疏浚造成影响。一般来说,水闸的设置目的包括,利用设置于河口部水闸开闸时的水流冲洗沙洲,利用波浪对构筑物前面的冲刷作用维护河口。同时,水闸大多还兼有防止海水、波浪以及高潮入侵,维持水位等作用。在判断水闸的设置是否对沙洲起到了冲洗作用时,可以根据没有水闸而发生洪水时沙洲的冲刷程度,并与同等规模的河流相比,选用河口和河流规模以及海边土质的粒径情况等进行判断。同时,模型试验对于判断也很有效。另外,如果是设置在水边线变化较为激烈的海边,还应该就设置位置进行充分研究。

如果是小河流,则常常在距离河口稍稍上游的部位设置水闸和水泵,以便与泵排水并用。

3. 暗渠、岛堤

所谓暗渠,即通过贯通河口沙洲部分的方法,在基本不受沙洲变动制约的情况下将河水引入大海的一种河口治理方式。暗渠的计划要能够充分发挥这一功能。

该工法多以排除小河流涝水为目的。另外,暗渠施工如果能够与其他构筑物综合利用,则河口治理效果就会更好。比如,可以在暗渠上游段设置水闸以提高暗渠内发生淤积时的冲洗效果,或者可以通过设置岛堤的方式减轻到达河口周边的波浪进而抑止沙洲高度,在这种情况下,暗渠可以设置在岛堤的背后。

(1) 暗渠的设置方向

当暗渠主体的设置方向与海岸水边线之间的角度为直角时,渠长较短且比较经济。所以除非条件特殊,原则上应该与海岸水边线形成直角。为了防止波浪直接流入暗渠之内,暗渠端部的开口部应该有些弯曲。如果是海岸飘沙较为严重的海岸,那么开口部的方向应该面向飘沙的下游端方向。如果沿岸飘沙因波浪入射方向的变动而发生变动,那么可以将暗渠设定为 2 孔或 4 孔,而开口方向则可设定为双方向。

(2) 暗渠的长度

暗渠的上游端应该位于海边的上游一侧,同时应该做到能够避免受到波浪爬升的影响。将暗渠地基高程设置较高有利于防止暗渠内产生堆沙。

暗渠端部位置要在把握水边线变动的基础上进行设置,开口部位置应该设置在不易被掩埋的地区。另外,如果因沙洲部上游河道的河床高程较低而无法将暗渠地基高程设置较高时,那么就需要将暗渠端部一直延伸至大海中高于海床高程的部位。此时应该注意到,如果洪水发生时的河流水位与潮位之差不大,那么暗渠内的堆沙有可能得不到冲洗。另外,还应该采取充分的对策防止暗渠端部被严重冲洗。特别是当暗渠需要延伸至坡度较陡的砂砾海岸时,由于飘沙下游一侧将会受到侵蚀,所以在进行计划时应该就此进行充分的研究。

4. 人工开挖沙洲

人工开挖沙洲的方式有以下两种。在计划时应该就开挖方式所具有的河道维护效果进行充分的研究。

(1) 大规模开挖河口以维持水深和河宽。

(2) 利用人工对河口沙洲的一部分进行开挖以使洪水发生时沙洲更容易得到冲洗,进而防止河口水位上升。

通过大规模开挖河口维持河流过水断面面积的方法来适应内湾等波浪作用较小、河口淤积较少的情况。对于那些波浪作用强烈、河床常因飘沙而上升的河口来说,应该与导流堤结合利用。在采用这种方式时,由于飘沙将随波流入,且河流也将携入泥沙,所以还应该就人工河道能够得到多大程度的维护这一问题进行研究。另外,由于大规模的开挖还会使周边海岸遭受侵蚀,所以还应就如何将开挖出来的泥沙供给于受侵蚀的海岸这一问题进行研究。

以利于河口沙洲冲洗为目的的人工开挖就是对一部分或者全部河口沙洲的沙洲顶部高程进行开挖以使其低于自然状态,进而达到在洪水初期冲洗沙洲的目的。但是,在诸如太平洋海岸这些地区,当台风引发涨水时,所开挖的沙洲部分将被洪水发生前的涌浪立即掩埋,所以对于大河流来说,很难实施此种方法。

若将沙洲开挖纳入河口治理计划之中,就应该经常地监视开挖部分,一旦因波浪而引发大幅变化时,应该采取措施将其维持在设计沙洲高程或者设计断面形状范围之内。

参考文献

- 1) 河口处理理论(): 土木研究所资料第1394号,1978年5月,200P.

第12章 水库大坝设施计划

第1节 总论

本章适用于几乎所有的水库大坝设施计划，但除了以下2种情况。

1. 为防止泥沙的流出、调节泥沙的流量而建的水库大坝；
2. 从基础地基到坝顶的高度不足15m的大坝。

说 明

本章将对高15m以上的大坝设施计划中基础性标准加以说明。根据《构造令》第3条有关水库大坝的适用范围，为防止泥沙的流出、调节泥沙流量而建的水库大坝以及从基础地基到坝顶的高度不足15m的大坝不在此列。但高度不足15m的大坝，应尊重各项规定的精神，根据实际情况加以运用。另外，这里所说的基础地基是按照本章3.1规定的地基。

为防止泥沙流出、调节泥沙流量而建的水库，其设施的目的、功能是有差异的。但不论如何，都应该适用于第12章的防沙设施计划。

水库大坝设施计划是以水库计划为基础的，在计划的各个阶段要与水库计划进行统一协调。

在本章中，水库周围和坝体主体都考虑在水库大坝设施的功能之内。

第2节 坝型的选定

2.1 坝型的选定

在选择坝型时，必须充分研究坝址的地形、地质、泄洪道、坝体材料等。

基础地基到坝顶的高度在30m以上的大坝，原则上必须使用大体相同的坝体材料建造填石坝。

说 明

按大坝材料分类，坝型可分为混凝土坝和填筑坝。根据力学特性混凝土坝，又分为重力坝和拱坝；根据隔水功能部分的构造填筑坝又分为均匀型、区域型、面板防渗。另外，填筑坝还可根据坝体材料分为填土坝和堆石坝。

在选定坝型时，必须充分研究坝址的地形、地质、泄洪道的规模、坝体材料等情况，综合考虑周围环境、经济特性等各种条件，选定最合适形式。

《构造令施行规则》第10条第5项规定：“基础地基到坝顶的高度在30m以上，且使用坝体材料大体相同的填筑坝构造，除依据第1项及第3项的规定外，对于坝体材料及设计等，要通过类似堤坝的工学试验或计算等确认其安全性”。坝体材料大体相同的填筑坝，必须特别重视坝体的稳定性及坝体材料，因此基础地基到坝顶的高度在30m以上的堤坝，原则上必须照此执行。这里所说的基础地基是本章3.1所规定的地基。另外生活用水库（小规模生活水库）因流域面积小，所以原则上采用在泄洪方面设计限制较少的重力式混凝土坝。

2.2 从地形条件方面加以讨论

从坝址地形条件角度讨论就是研究河谷的横断形式及平面两岸等高线的状况。

说 明

河谷的横断形式主要与经济性有关，两岸等高线的流动状况主要与安全性有关。在研究地形条件时，必须充分调查大坝轴向及大坝上下流方向的范围。

混凝土坝中，重力坝是现在采用最多的形式，从地形角度来看，它的制约性较少。拱坝比较使用于河谷宽度较窄的条件。一般认为，顶面谷宽是坝高的 1.5 倍时，可以依据重力坝体积的 30% 来设计；地质条件优越的地方，顶面谷宽甚至达到坝高的 3 倍，拱坝比重力坝经济实惠。值得注意的是由于依靠拱形的作用使负荷作用于两侧的岩盘上，所以需要河谷具备充分的平面形状，以使之能作为支撑拱形推力的支座而发挥作用。

不能在填筑坝主体设置溢洪道，所以必须选择能在填筑坝坝体之外建溢洪道的地形。支座岩盘倾斜较大时，容易产生坝体的不同沉降，因此，一般认为面板防渗斜墙型是不合适的。若是分区坝的话，则中央岩心比倾斜岩心更有利。

2.3 从基础地质条件加以讨论

从基础地质条件讨论时，要研究坝址的地质特性、支撑坝体的地层厚度、倾斜、透水性断层、裂缝等。

说 明

水库大坝所要求的大坝基础条件如下：

1. 混凝土坝

(1) 重力坝

由于传到岩盘的力随堤坝高度而增大，所以最大断面附近的基础岩盘必须坚硬，且具有充分的剪断强度。若坝址有水平或近似水平的断层、弱层，必须要慎重对待。

(2) 拱坝

拱坝对于河床部的剪断强度的制约性比重力坝小，但是岩盘直到顶部都是坚硬的，必须有能充分抵御拱形推力的强度。由于堤坝较薄，所以对基础透水性的要求较高。再有，必须充分调查研究岩盘内受到拱形推力时易滑动方向（与河川并行）的断层的规模。

2. 填筑坝

一般来说，与混凝土坝相比，填筑坝能把来自大坝的负荷传导到更广阔的地域，所以基础强度方面的制约条件更少。

作为基础的必要条件，隔水分区坝要求有必需的隔水性和剪断强度；隔水分区坝以外的基础要求具有一定的剪断强度和对管道的抗性。

岩盘基础只要没有特别的缺陷，强度就没有问题。隔水分区坝的基础一般挖掘到与坝体的透水系数相同的程度，或者是用灌浆来处理的深度。

沙砾基础除层状形成的以外，一般都有剪断强度，但是隔水性较差，所以必须制定与坝高和基础的透水性相适应的隔水对策。

土质基础隔水性比较好，但一般剪断强度小，有滑动、沉降或变形等问题，不宜作高坝的基础。

3.4 从水文条件和泄洪道加以讨论

从水文条件和泄洪道角度应进行以下方面的讨论。

1. 该大坝流域及同该水库流域水文或气象条件相类似流域的降雨特性及流出特性。
2. 可处理设计洪水流量的该大坝泄洪道的规模、形式及配置。

说 明

洪水规模大时，这些因素在大坝型选择上就显得很重要。在与大坝泄洪道的关系中，洪水规模是根据该大坝流域以及水文或气象条件与该流域相似的流域的降雨特性、流出特性来确定的。但是一般来说，该洪水规模与《构造令》上的“大坝设计洪水流量”相当。在这里要对处理这种规模洪水的溢洪道的规模、形式以及配置的坝型进行研究。

为了能处理溢洪道的高速水流，必须用混凝土建造。采用溢流型混凝土坝很经济。因洪水调节等目的而必须安装大口径排水管时，混凝土坝更加有利。

填筑坝因洪水溢流而导致的安全上的问题比混凝土坝大得多，除了坝体，还必须另建溢洪道，所以这种溢洪道工费比其他大坝大得多。

2.5 从大坝材料加以讨论

从堤坝材料角度讨论混凝土骨料、石材、芯材等取自当地材料的性质及蕴藏量。

说 明

工程材料被大量使用，在水库建设费用中运输费所占比例很大，所以对此要加以研究。特别是填筑坝，石材、芯材等能否在坝址附近得到是个很重要的问题。

对于填筑坝而言，只要能得到材料，就能建成堆石坝。

第3节 规模的确定

3.1 坝高

坝高是以坝体非溢流部分的高度为基准规定的。坝高是从基础地基到坝顶的高度。

说明

坝体非溢流部分的高度是以水库计划设定的正常蓄水位、警戒水位及设计洪水位为基准，按照本章 3.4 规定的方法制定的。这时，必须通过坝址、水库地基地质调查的结果来讨论是否能建设如此高度的大坝。如果建设如此高度的大坝有困难，须重新研究蓄水计划。

坝高以坝顶标高与基础地基的差表示。

此处的坝顶指坝体顶面最高的部分，包括填石坝隔水墙上部保护层的厚度，但不包括栏杆、胸墙、坝体顶面等作为道路使用而附加的部分。

此处的基础地基，若是没有防渗墙（包括防渗墙和灌浆帷幕，以下同），则指通过坝顶上流端的垂直面与基础地基面相交的坝体最低标高部分；若有隔水墙，则是指连接防渗墙正下流坝体部分的垂直面与基础地基面相交的坝体最低标高部分。这时，宽度在 10m 以下的防渗墙将不认为是坝体的一部分。

3.2 水库大坝的设计洪水流量

在堤坝坝体和溢洪道的设计中，洪水流量是基本的设计内容，必须按以下方法测定。

1. 混凝土坝的设计洪水流量指以下洪水流量中任何一种大流量。

(1) 大坝地点 200 年一遇的洪水流量；

(2) 大坝地点发生的最大洪水流量；

(3) 根据在该大坝相关流域或水文或气象条件相似流域中发生的与最大洪水相关的水文或气象观测的结果，而得出的该大坝地点可能发生的洪水流量；

2. 填筑坝的水库设计洪水流量为混凝土坝的大坝设计洪水流量的 1.2 倍。

说明

大坝设计洪水流量及本章 3.3 规定的设计洪水位是为确保大坝的安全性而对坝址洪水规定的最大基本量。

这个基本量将被用于水库大坝计划中以决定坝体非溢流部分的高度、它还用于计算坝体及基础地基稳定水位、以及溢洪道的泄洪能力。

制定该坝址的洪水流量时，一般是参考与该流域类似流域的洪水观测结果，然后使用目前的各地区比流量图（图 12-1）计算流量。

各地区比流量图的数值显示了各个流域的下限值，所以在使用时必须运用该水库流域或水文和气象条件相似流域所发生的异常气象观测资料，并且对流出进行分析，确认其合理性。

该大坝的流域面积在 20 k m^2 以下时，若它的流量大于从各地区比流量图中求出的流量，则应把与该流域的实际情况相对应的数值定为大坝设计洪水流量。但流域面积在 1 k m^2 以下的各地区比流量图中所求出的流量则是从 1 k m^2 比流量值中求出的流量。

考虑到洪水溢流的危险性，将混凝土坝设计洪水流量的 1.2 倍的流量定为填筑坝大坝的设计洪水流量。

水库大坝设计洪水流量用于设计由混凝土坝和填筑坝构成的复合坝以及溢洪道时，要使用填筑坝大坝设计洪水流量。但在设计混凝土坝为主要坝体要素的坝体时，则可使用混凝土坝的大坝设计洪水流量。即可将本章的 3.3、3.4 分别用于混凝土坝、填筑坝，分别规定设计洪水位、非溢流部分的高度。这时可在坝体上设置溢洪道，当 1.2 倍的流量流下时引起导流部分和减势工程导流墙的溢流和减势工程流况恶化，这种恶化对填筑坝坝体安全不构成威胁的情况下，可以使用混凝土坝的大坝设计洪水流量。该混凝土坝水库设计洪水流量是指溢洪道的导流部分和减势工程设计时的水库设计洪水流量。另外，按本章 4.6 制定混合坝溢洪道计划。

水库因引水而形成间接流域时，其大坝设计洪水流量包括按上述方法针对直接流入水库的直接流域而求得的流量（直接流域水库设计洪水流量），和间接流域引水得出的流量。间接流域流量是考虑了引水地点的洪水流量及取水、引水设施等的构造之后设定的。引水地点的洪水流量原则上是以间接流域为对象，用与大坝设计洪水流量相同的方法求得的（间接流域大坝设计洪水流量）。但是，如各地区比流量图所示，汇水面积越大，比流量越小，所以直接流域大坝设计洪水流量发生时，引水地点的洪水流量要比用上述方法求得的间接流域大坝设计洪水流量小。因而，若能够恰当评价它的影响时，就可以降低引水地点的洪水流量。

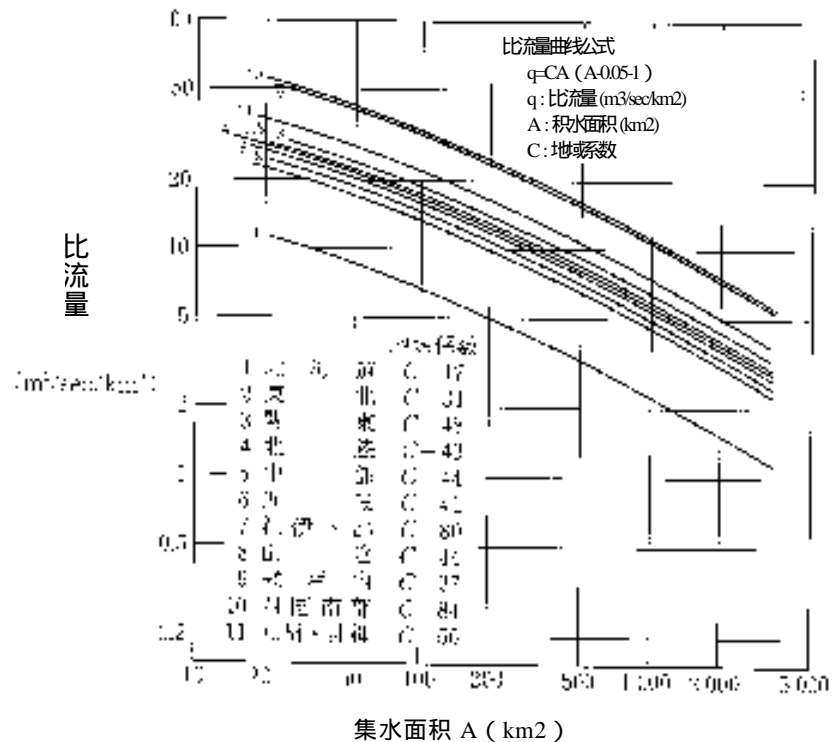


图 12—4 各地区比流量图

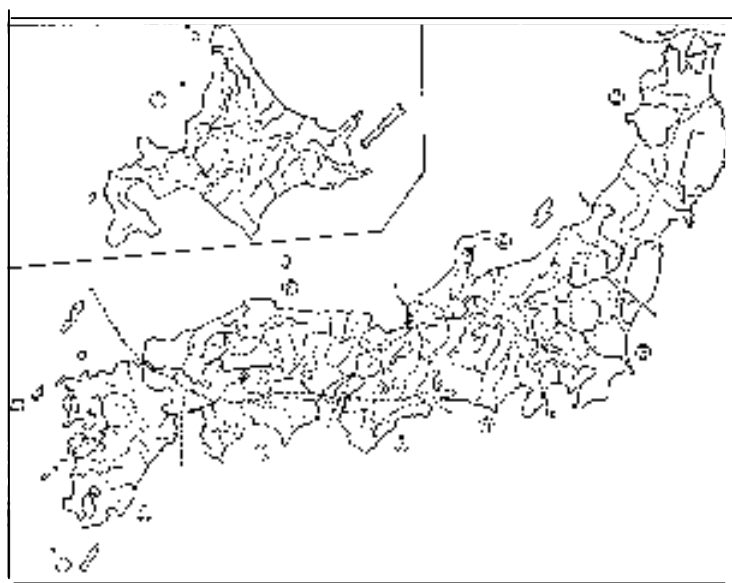
各地区比流量值

比流量曲线公式 $g=C \cdot A^{(A-1)}$

q : 比流量 (m³/sec/km²) A : 汇水面积 (km²) C : 地区系数

地区	地区系数	适用地区
北海道	17	北海道全境
东北	34	青森、岩手、宫城、秋田、山形、福岛（阿贺野川流域除外）各县
关东	48	茨城、栃木、群马（信浓川除外）、埼玉、东京、千葉、神奈川各都县，山梨县的多摩川、相模川流域以及静岡县的酒匂川流域
北陆	43	新潟、富山、石川各县，福岛县的阿贺野川流域，群马县的信浓川流域，长野县的信浓川、姬川流域，岐阜县的神通川、庄川流域以及福井县的九头龙川流域以北地区
中部	44	山梨县及静冈县 以外的地区，长野县和岐阜县 以外的地区，爱知县和三重县（淀川流域、栲田川流域以南地区除外）
近畿	41	滋贺县，京都府的淀川流域，大阪府，奈良县的淀川流域及大和川流域，三重县的淀川流域和兵库县神户市以东地区
纪伊南部	80	三重县栲田川流域以南地区，奈良县 以外的地区，和歌山县
山阴	44	福井县 以外的地区，京都府 以外的地区，兵库县日本海有河口的流域地区，鸟取、岛根各县，广岛县江川流域以及山口县佐波川流域以西地区
瀬户内	37	兵库县、 以外的地区，冈山县、广岛县以及山口县 以外的地区，香川县，爱媛县 以外的地区
四国南部	84	德岛县、高知县、爱媛县吉野川、仁淀川流域及肱川流域以南地区
11 九州、冲绳	56	九州各县及冲绳县

（注）地区 中属长野县的信浓川流域以及地区 中属长野县的天龙川流域，它们的地区系数 C 可定在 35 以上。



在间接流域引水地下游建水库时，下游大坝的设计洪水流量是否能达到预期效果是难以估计的，若引水未达到预期流量，则会因上述的引水流量超过了取水、引水设施计划中的流量，因此不认为因引水而减少了大坝设计洪水流量。另外、在取水、引水设施中安装闸门，并进行操作的话，只要在结构设计、洪水处理计划及管理计划上不保证间接流域大的大坝设计洪水流量，在进行准确闸门操作时就要根据闸门全开状态算出间接流域的引水流量。

3.3 水库大坝设计用的水位

为了设计坝体和溢洪道，必须规定以下水位。

1. 正常蓄水位：水库设计中，非汛期水库所蓄留的最高水位，处于大坝非溢流部分的正上流部。
2. 警戒水位：水库设计中，洪水发生时水库暂时蓄洪的最高水位，处于大坝非溢流部分的正上游部。
3. 设计洪水位：大坝设计洪水流量的洪水经溢洪道下泻时水库的最高水位（对大蓄水容量水库来说，最高水位是该水位减去设定蓄水效果水位值后所得的水位）。

说 明

正常蓄水位、警戒水位、设计洪水位都是讨论大坝结构安全性时的标准水位。坝体非溢流部分的高度、作用于坝体等的负荷种类以及用于计算坝体稳定性的负荷状态都是以这些水位为基准。

正常蓄水位是与水库容量相应的水库最高水位。水库容量包括以日常用水量为目的而蓄积的各种容量、死库容及淤沙容量。具有调节洪水目的的水库在洪水期有时要将水位维持在正常蓄水位以下，这即为洪水期限制水位。

警戒水位是超过正常蓄水位的、洪水发生时暂时蓄留的最高水位。

具有调节洪水目的的水库，在防洪设计时，对于基本洪水水位，必须确保必要的防洪库容。这一库容和汛期各种用水容量、死库容、淤沙容所构成的相应最高水位就是超载水位。

确保供水专用水库也规定警戒水位。

这个警戒水位是在研究了水库运行上规定的迎洪水位、对象洪水以及溢洪道构造之后规定的。但这里所提到的对象洪水，在该坝址基本洪水水位达到超过概率 1/100 以上的规模时，是把该坝址的基本高水位作为基准设定的。当基本洪水水位在超过概率 1/100 以下规模或者没有规定基本洪水时，则对象水位是以该大坝设计洪水流量的 80% 为基准进行设定。

设计洪水位是本章 3.2 规定的水库设计洪水流量经溢洪道下泄时水库的水位。溢洪道有闸门的堤坝，从警戒水位到设计洪水位，直到全部打开溢洪道闸门进行泄洪的期间内，必须制定临时的溢洪道闸门操作规则，并且在研究必要的蓄水容量之后规定出设计洪水位。

在指定临时的溢洪道闸门操作规则时，通常在考虑了闸门开启速度、每次闸门的启动、控制入库量（为防止过量放水）所需要的闸门停止时间之后，把起始水位作为警戒水位，把入库量作为大坝设计洪水流效果，把排放量作为计划最大排放量而加以讨论。

对具有溢洪道闸门的供水专用水库制定设计洪水位时，不得考虑水库的蓄水量。

3.4 坝体非溢流部分的高度

坝体非溢流部分的高度根据有无溢洪道闸门来定，对于混凝土坝来说，它大于表 12-1 中的最大值，对填石坝来说，它的值大于表 12-1 中最大值加 1m 后所得的值。

12-1 坝体非溢流部分的高度

项目	区 分	坝体非溢流部分的高度 (单位：m)
1	有溢洪道闸门的堤坝	$H_n+h_w+h_e+0.5$ ($h_w+h_e < 1.5$ 时, H_n+2) $H_s+h_w+h_e/2+0.5$ ($h_w+h_e/2 < 1.5$ 时, H_s+2) $H_d+h_w+0.5$ ($h_w < 0.5$ 时, H_d+1)
2	没有溢洪道闸门的堤坝	$H_n+h_w+h_e$ ($h_w+h_e < 2$ 时, H_n+2) $H_s+h_w+h_e/2$ ($h_w+h_e/2 < 2$ 时, H_s+2) H_d+h_w ($h_w < 1$ 时, H_d+1)
备注 该表中, H_n 、 h_w 、 h_e 、 H_s 、 H_d 分别表示以下数值。 H_n : 正常蓄水位 (单位: m) h_w : 水库水面有风浪时, 设计洪水位距水面的高度 (单位: m) h_e : 该大坝的结构计算中, 设计震级的地震发生时水库水面距日常满水位的高度 (单位: m) H_s : 警戒水位 (单位: m) H_d : 设计洪水位 (单位: m) 但是, 没有溢洪道闸门的填筑坝, 当大坝的设计流量的洪水经溢洪道下泄时的溢流水深在 2.5m 以下时, 也可以利用上述规定的公式, 但是在第 2 项中的“ $h_w+h_e < 2$ 时, H_n+2 ”将改为“ $h_w+h_e < 1$ 时, H_n+1 ”, “ $h_w+h_e/2 < 2$ 时, H_s+2 ”将改为“ $h_w+h_e/2 < 1$ 时, H_s+1 ”。		

说 明

规定坝体非溢流部分的高度时，首先在正常蓄水位、警戒水位、设计洪水位上分别加上所定的附加高度，然后根据该大坝的实际情况选定其中的最高数值以上的值。

因风而起的浪高只不过是采用正常蓄水位、警戒水位、设计洪水位状态下水库水面以上的浪高，一般的水库都把设计洪水位状态下水库水面以上的浪高看做是警戒水位、正常蓄水位状态下水库水面以上的浪高。

地震引起的波浪距水面的高度应该采用正常蓄水位、警戒水位时波浪距水库水面的高度，但是通常情况下，是把正常蓄水位状态下的水库水面的浪高为标准值。而警戒水位时的数值则规定为正常蓄水位数值的 1/2。

因风而起的浪高多由 S.M.B 法中的 Wilson 修正公式求得。坝体上流面几乎垂直时，考虑到反射波的作用，水库水面以上的浪高则成为全波高，所以用下列计算式计算(参照图 12-2)。

$$h_w=0.00077V.F^{0.5}$$

V: 10 分钟内的平均风速 (m/s) (一般为 30m/s 乃至 20m/s)

F: 设计洪水位中距坝体的最大对岸距离 (m)

上流面像填石坝那样倾斜时，要考虑波浪沿坝体掀起的击岸高度，这时一般使用 Wilson 的方法。

图 12-3 利用了由 S.M.B 法求得的浪高、由 Wilson 的方法导出的上流面的斜面坡度、斜面保护材料以及击岸高度/浪高的关系，根据对岸距离以及风速求得的包括浪高的击岸高度。

因地震导致的浪高，它的计算经常使用佐藤清一的计算式：

$$h_e = K \sqrt{gH_0} / 2p$$

K：正常蓄水位状态下的设计震级

：往往使用地震的周期（s）1 秒

H₀：正常蓄水位状态下的水库水深（m）

g：重力加速度 9.8m/s²

例如，K=0.15，=1 秒，H₀=60~100m 时，则 h_e=0.6~0.7m。

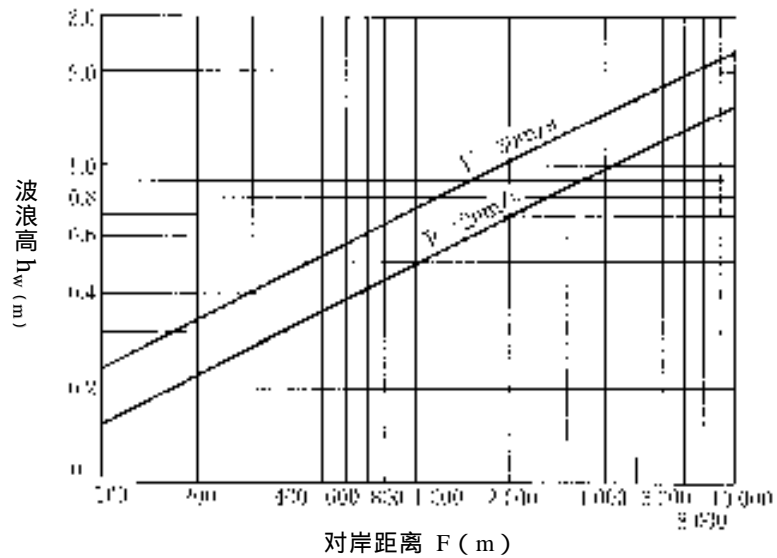


图 12-2 根据 S.M.B 法中的 Wilson 修正公式求得的浪高

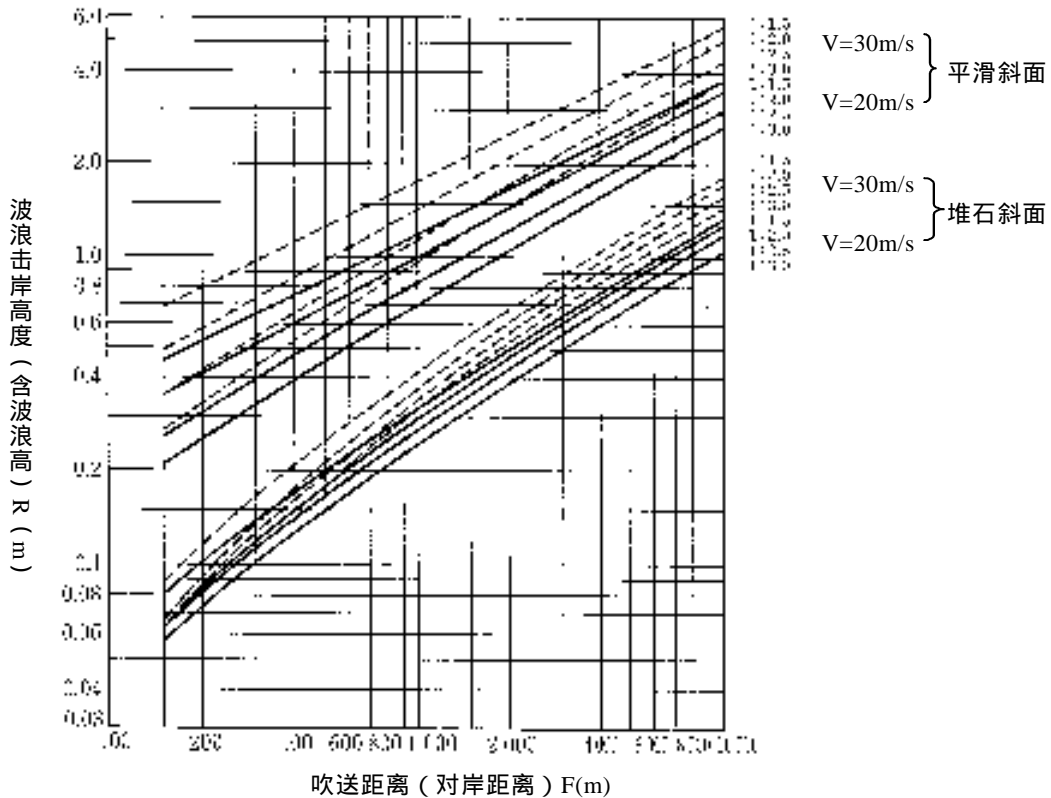


图 12-3 组合了 S.M.B 法中的 Wilson 修整公式和 Wilson 方法后求得的击岸高度 (含浪高)

3.5 水库大坝结构原则

1. 大坝及基础地基 (包括它们的连接处, 以下同) 要有必要的水密性, 对于预料的负荷要有必要的强度。
2. 混凝土坝体的结构要不因预料的负荷而滑动、倒塌。
3. 填筑坝体的结构要不因预料的负荷而产生滑动破坏或浸透破坏。
4. 大坝的基础地基要不因预料的负荷而产生滑动、滑动破坏或浸透破坏。
5. 填筑坝体不得安装排放设备以及其它的水路构筑物。

说 明

本文规定了设计大坝时的大坝结构原则。

本文内容应该是有关坝体及基础地基安全的基本事项, 除 5. 外, 其安全性必须从工程学的角度进行计算后加以确认。

大坝基础地基所要求的水密性因大坝形式、规模、地基状态的不同而各异, 作为改善的目标, 混凝土坝要增加 1~2 个透水系数, 填石坝要增加 2~5 个透水系数。

为了不使重力式混凝土坝倒塌, 应使其设计成上流面不产生拉伸应力的结构; 对于滑动

来说，要通过下列计算式（Henny 式）研究坝体与基础地基的接合部及其附近的剪断摩擦阻力后加以判断。其安全率必须在 4 以上。

$$R_b + fV + \sigma_0 I_0 \geq 4H$$

R_b ：单位宽的剪断摩擦阻力（tf/m）{kN/m}

f ：依据适当的工程学试验结果或类似大坝结构计算中所用的值而设定的内部摩擦系数

V ：作用于单位宽剪断面上的垂直力（tf/m）{kN/m}

σ_0 ：除了依据类似大坝的资料及岩盘性状等而判明的场合外，基于现场试验的结果而设定的剪断强度（tf/m）{kN/m}

I_0 ：产生剪断阻力的剪断面的长（m）

H ：单位宽的剪断力（tf/m）{kN/m}

Henny 式是以基础地基的平均强度为对象的，所以被认为是基础地基弱点的部分，必须用研究局部安全率的方法等另外加以讨论。根据实例，坝体上流面坡度多为 1：0~0.1，下流面坡度为 1：0.7~0.9。

在确定拱形混凝土坝的形状时，必须适当选择坝体的中心角和厚度，并研究坝体应力的计算和基础地基的安全性。一般认为，最大拱形中心角在 120° 时，拱形混凝土坝的应力状态最好。但实际上，利用近似直角的角度使拱形推力作用于山腰，而且为了调整好拱形混凝土坝的应力状态，往往采用最大拱形中心角为 75° 左右的抛物线拱形。在设计拱形混凝土坝时，必须注意安全性，防治路肩部岩盘滑落，必须将剪断摩擦阻力的安全率定为 4。

填石坝的形状必须考虑到坝体材料、基础地基的状况、大坝的形式等进行设计，这样就可以在碰到坝体和基础地基下沉、滑动破坏、浸透破坏以及波浪、雨水造成侵蚀的情况下保证大坝的安全。一般是使用圆弧滑动面法来研究坝体和基础地基接合部以及附近的滑动破坏，在确定形状时必须使安全率达到 1.2 以上。

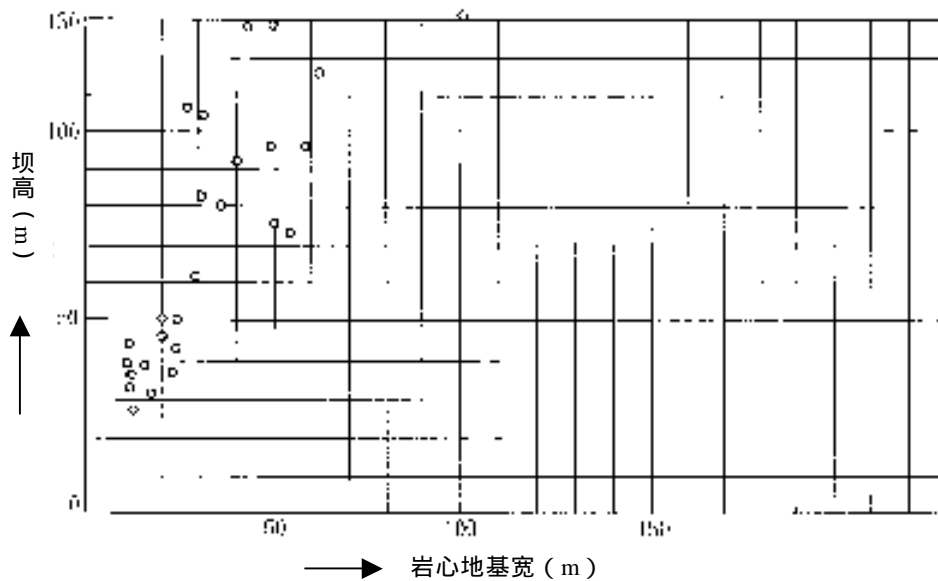


图 12-4 填筑坝坝高和岩心地基宽的关系

填筑坝坝体不得安泄洪放设备和其它的水渠构筑物。但以下情况不在此限：水渠构筑物被埋设在设计好的基础岩盘面内，且与坝体顺利对接，对于外力和水的浸透来说结构都很安全；或代替坝体，在基础地基上设置了自立式溢流型溢洪道。

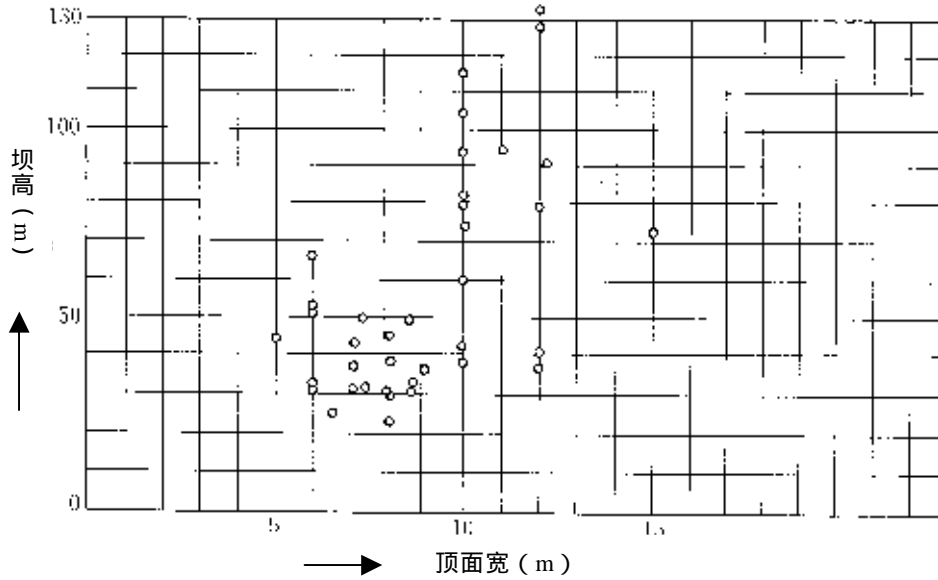


图 12-5 填筑坝坝高和顶面宽的关系

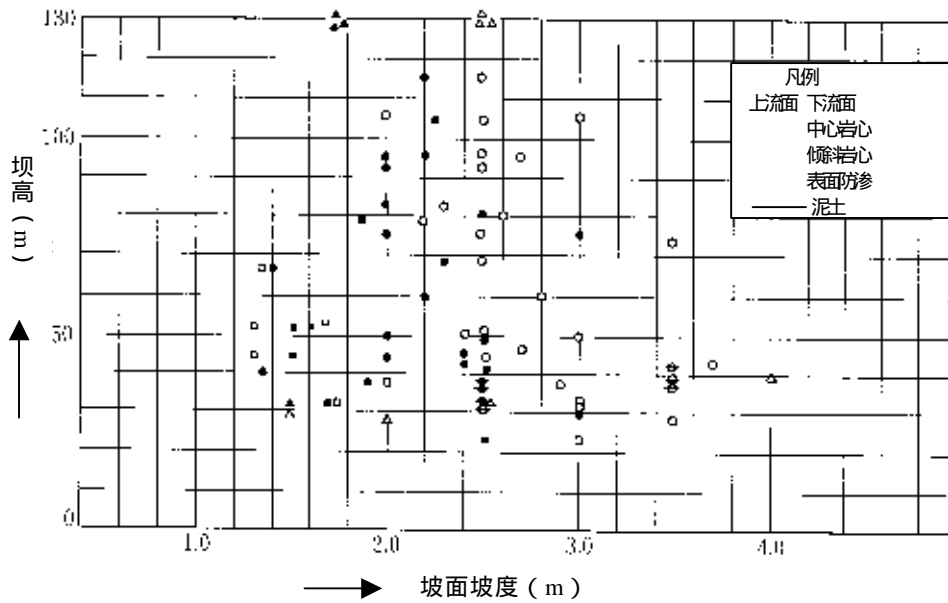


图 12-6 填筑坝坝高和坡面坡度的关系

拱坝顶面宽、地基宽一览表

企业名称	水坝名	坝高	顶面高	地基高	备注
关西电力	黑四	186.8	9.0	39.697	
电源开发	池原	111	12.0	24.944	
电源开发	坂本	103		12.191	
电源开发	二津野	76		11.0	
中国电力	佐佐并川	67.4	1.8	10.1	
九州电力	上椎叶	11.0	7.0	27.7	
建设省	丰平峡	102.5	4.8		
建设省	汤田	81.5	4.0	33.0	GA
建设省	川俣	117	3.0	12.0	
建设省	川治	140	8.0	33	
建设省	小涩	105	4.0	16.73	
建设省	矢作	100	5.0	20	
建设省	天濑	73	4.0		
建设省	真名川	127.5	6.0	26.3	
建设省	下釜	98	5.0		
建设省	川边川	107.5	6.0	18.0	
公团	八木泽	131	7.9	19.05	
公团	青莲寺	82	4.0	13.0	
长野县	裾花	83	4.0	18.2	
爱知县	新丰根	116.5	5.0	19.614	
山口县	阿武川	95	7.5	45.0	GA
建设省	鸣子	94.5	5.0	28.0	
富山县	室牧	80.5	4.0	7.5	
大分县	北川	82	4.5	12.5	
建设省	二濑	95.0	4.0	39.9	GA
公团	高山	67.9	5.0	33.5	GA
宫崎县	绫北	75.3	3.5	13	

第4节 溢洪道及其他排放设备

4.1 水库的排放设备

水库必须设置以下排放设备：

1. 溢洪道
2. 维持江河正常功能的低水位排洪设备
3. 为维修填筑坝坝体而设的用于降低水位的排放设备
4. 为解决水库内滑坡、漏水等问题而设的用于降低水位的排放设备

说 明

溢洪道必须采用本章 4.3 所示的结构。

河流正常功能除了流量，当然还包括污浊、水温等水质问题。

维持河流正常功能的低水位排洪设备要根据需要安装选择取水设备等。在规定低水位排放设备的排放能力时要考虑到，水库使用计划规定的下流低水位基准点所必需的排放量、枯水期坝址应维持的流量、使水库水位降低的排放量（但是，另有水库水位降低设备的水库除外）等。

为维修填筑坝体需设用于降低水位的排放设备，该排洪设备的排洪能力必须考虑水库的规模、流域特性等，但是其排放能力的标准是将水位从日常满水位降低到水库使用的最低水位时，防渗斜墙型填筑坝应该需4天，其他种类的填筑坝应该用7至10天完成。为解决水库内滑坡、漏水等问题而设的用于降低水位的排放设备的排洪能力在正常水流量时应该平均每天能够降低水位0.5m到1m，另外还要考虑水深和水位可降低的时期以及最低水位以下的蓄水利用、富营养化问题对策、排沙等功能，并与降低水位一起进行综合判断。另外，降低水位设备按照有些安装目的有可能安在水库的底部，而被泥沙埋没，因此最好通过放水定期冲刷入口附近堆积的泥沙。

4.2 溢洪道的构成

溢洪道是由流入部、导流部和减势工程构成的。

说 明

溢洪道构成要素区分如下：

流 入 部		导 流 部	减 势 工 程	
溢 流 部	正面溢流型	坝体流下式 隧道式 斜槽式	水跃式	水平护床型 铲斗型
	横向溢流型			
	半圆溢流型			
	漏斗型			
孔洞型			飞跃滑雪式	
排 水		管		自由落体式

大坝下游大多通过水库放水来冲刷河床，由于大坝安全及河流管理方面问题较多，所以最好不用铲斗型减势工程、飞跃滑雪式减势工程。用自由落体式减势工程时，除在下游建副坝外，还要保护河床。

4.3 溢洪道的结构

1. 溢洪道（减势工程除外）的结构应能使大坝设计洪水流量以下的流水安全流下。
2. 溢洪道的结构不得妨碍坝体、基础地基及水库，而且必须具有洪水调节功能。

说 明

溢洪道是洪水发生时排放流入水库洪水的设施。在所制定的大坝计划中，有常用溢洪道和与常用溢洪道一起使用的非常用溢洪道这二种结构。常用溢洪道的设置是为了用警戒水位以下的水位一边调节洪水，一边排放；非常用溢洪道的设置是为了安全导流大坝设计洪水流量以下的流水。

常用溢洪道的结构最好能适应将来洪水调节计划。

与该水库相关的流域面积约在 20 km^2 以下的大坝，或者防洪库容的等效雨量约在 50 mm 以下的大坝，它们的溢洪道最好不设闸门，至少非常用溢洪道不设闸门。

所谓常用溢洪道“不设闸门”，也包括这样一种情况，即使洪水发生，也不使用闸门。

与该大坝相关的流域面积约在 100 km^2 以下的大坝，它的非常用溢洪道首先应该研究没有闸门的结构。

特别是填筑坝，最好要研究它没有闸门的构造（参见本章 4.6 填石坝的溢洪道）

4.4 消能工程设施

为了保护坝体、下游河床、河岸、河流管理设施等，必须减缓从溢洪道流下来的河水水势。这时就要在溢洪道设置适当的消能工程设施。

说 明

从溢洪道排放的水，由于壅流而附加了能量，因而有可能危及坝体和下游河道、河流管理设施、房屋、道路、桥梁、电厂等。这时为避免灾害的发生必须利用减势工程来减弱能量。

消能工程由安装了护床的消能池和下游具有防波堤等的河道构成。为了达到上述之目的，其设计标准是在消能工程范围内能将按设计洪水位所排放流量以下的排放水恢复到大坝建设前河水流淌的状态。这时，对于按设计洪水位排放的流量以下的排放水，消能工程必须不受危害地正常发挥既定功能。

4.5 溢流型溢洪道的闸门、桥梁等坝顶结构物的结构

1. 溢流型溢洪道的提升式闸门提升至最大时闸门的下端以及附属于溢流型溢洪道的桥、卷扬机之外的坝顶结构物要与按设计洪水位排放的流水的溢流水面保持 1.5m 以上的距离。

2. 大坝设计洪水流量的流水从溢洪道下泄时的溢流水深为 2.5m 以下的大坝可使用 1. 中的规定。但是这时应将 1. 中的“ 1.5m ”改为“ 1.0m ”。

说 明

来自溢流型溢洪道流入部的溢流水力一般会产生气泡和水库水面的变动，所以有时会因为脉动的产生、浮游物的流下，而在溢洪道流入部产生壅流，使水库水位异常上升。本文的规定就是为防止这种现象而制定的。

这里所谓的闸门下端一般认为是门体的下端。门的支杆等支撑部因产生壅流而造成水库水位异常上升，只要不对门的结构产生致命的破坏，就可忽略支撑部的影响。

4.6 填筑坝的溢洪道

为了不使水库水位异常上升，就要研究填筑坝溢洪道的结构。

与该大坝有关的流域面积较小的填筑坝以及与流域面积相比洪水调节容量较小的填石坝，它们的非常用溢洪道原则上都不安装闸门。

考虑到流域及水库和溢洪道的结构，必须制定出警戒水位和设计洪水位。

说 明

填筑坝溢洪道有闸门时，为了防止坝体溢流，必须制定万全之策。

有闸门的溢洪道为了留有操作闸门的时间，要考虑到洪水波型与闸门操作的时间差，必须根据这时蓄水量的增加，来决定警戒水位和设计洪水位。灌水面积较小的水库因为有可能导致水库水位的异常上升，所以不应在非常用溢洪道上设闸门。

大坝高度受到地形、地质等条件制约时，在溢洪道的局部设大规模的自由溢流堤有时也很有效。

所谓“与该大坝有关的流域面积较小”，是以流域面积约在 20 km^2 以下为衡量标准的；所谓“与流域面积相比洪水调节容量较小”是等效雨量约在 50 mm 以下为衡量标准的（参见本章 4.3 溢洪道结构的说明）。

4.7 闸门和阀门的结构

在决定堤坝闸门的时候（含阀门，下同），要研究以下的事项，并要考虑与该大坝有关的河流的洪水规模、漂流的木头、流沙等情况。

1. 确实能够启闭，且有必要的水密性。
2. 开关装置确实能启闭闸门。
3. 安全地承受预料的负荷。
4. 高压闸门设有预备闸门。
5. 根据需要应在溢洪道闸门（高压闸门除外）安装预备闸门或代替预备闸门的设备。
6. 能满足洪水调节和其它排放设备所要求的功能。
7. 结构上易管理。
8. 与坝体的适应性良好。

说 明

1. 溢洪道闸门

溢洪闸门一般使用滚轮闸门或扇形闸门。扇形闸门比滚轮闸门便宜，但对溢流较弱，所以小流域、蓄水容量小的大坝、河流漂木多的水库、涨水时以不操作闸门的方式（一定开度方式或开孔方式）控制水势的水库，最好采用滚导闸门。

2. 排水管闸门和阀门

排水管闸门（含孔洞闸门）和阀门在高水压下操作，所以必须选用构造坚固、开闭良好的结构。一般使用高压扇形闸门、高压滚轮闸门、喷流闸门、高压滑动闸门、空心喷射阀、

锥阀。

另外，正常蓄水位达到溢洪道闸门时，在溢流型溢洪道和排水管上要设置预备闸门或预备阀门。

第5节 管理设备

5.1 水库的管理设备

大坝安装的管理设备有，坝体计量设备、水力观测计量设备、放水警报设备、大坝管理用控制处理设备、监视设备、通讯设备、电气设备、大坝水库附属设备、管理站等。

说 明

为了维护大坝的安全，发挥其功能，大坝必须安装管理设备。

当然，管理设备必须能够安全地、切实地进行既定的洪水处理、低水位排放，同时，它还必须能够容易处理以下工作。

1. 由于设备部件的故障、地震等，而发生各种设施的破坏、损坏等异常情况或紧急情况时，能采取相应措施；

2. 进行设备的维修、更换。

因此，该设计必须充分考虑发生异常情况或紧急情况时，操作人员能迅速到达事故现场，同时必须研究水位仪、排水设备的开度仪等重要设备的双重化问题。而且还要考虑用于设备维修、更换通道、搬运机器的方法，同时必须研究尽量使用无需维修的材质、机器标准件等。

有时，大坝管理设备由于施工进入收尾阶段，涉及范围较广，因而对水库操作、使用考虑不周，在进入管理阶段时会产生一些问题。为此，在进行计划决策时，和其他设施一样，必须从水库大坝建设的最初阶段就逐次研究必要的措施。

此外，作为管理用的设备还有车辆、船舶、一般宣传设备、融雪设施等。

5.2 坝体计量设备

坝体计量设备依照坝体的种类和高度，可以测量漏水量、变形、浮力、地震时的加速度等。

说 明

为了监视坝体的状况、状态，必须依据下表，根据坝体的种类和高度，必须在大坝上安装设备用于测量渗水量、变形、浮力、地震时的加速度等。

基础地基到坝顶的高度在 100m 以上的堤坝，或特殊设计的大坝，除了按前项规定外，还要添加一些用于测量大坝管理上所需数据的装置。

项目	区分		计量事项
	大坝种类	基础地基到坝顶的高度(单位:m)	
1	重力式混凝土坝	50 未満	渗水量、浮力、地震时的加速度
		50 以上	渗水量、变形、浮力、地震时的加速度
2	拱形混凝土坝	30 未満	渗水量、变形、地震时的加速度
		30 以上	渗水量、变形、浮力、地震时的加速度
3	坝体使用同样材料		渗水量、变形、浸润线、地震时的加速度
	填筑坝其他		渗水量、变形、地震时的加速度

5.3 水力观测计量设备

水力观测计量设备根据其安装位置、大坝操作方法等不同也有所不同，一般是由雨量计、雪量计、水库水位计、河川水位计、流量计、开度计、水质观测装置及其他仪器构成。

说明

1. 雨量计原则上装在水库汇水区内，在距大坝操作的标准地点之间有大的支流汇合时，根据需要也可设置在汇水区外。有间接流域的大坝，在水库操作过程中若需要间接流域的降雨信息时，最好也在间接流域设置雨量计。

应该在每 50 km^2 的汇水面积中安装 1 个雨量计，设置时要考虑到该流域的规模、形状、降雨特性等，以使其充分适应水库的目的、规模、特性。当雨量为大坝管理运营上的重要数据时，最好安装雨量计，以免漏测。

雨量计数据的传送方式，坝址为有线，其他地区的雨量原则上使用可靠性较高的无线传送，这样可不必担心断线的问题。数据收集使用专用的遥测仪，显示、记录等的处理则使用大坝管理用控制处理装置。

安装地点最好是公路附近等容易进行维修的场所。

2. 汇水区的一部分或全部位于积雪地区时，原则上安装 1 个以上的雪量计。

必须调查了汇水区内的地形、降雪特性之后再配置雪量计，使其能够根据大坝的安装目的、特性来掌握汇水区内的积雪量。数据的传送方式及处理，对于担心融雪洪水的大坝可以参考雨量计标准；其他的大坝要进行实地观测。

3. 水库水位计最少要安装正副 2 台，水尺应该可以从管理所目观测到。

安装位置原则上是在水库的上游，但要安装在受水库水面变化和放水影响较小的地方。必须注意正副水位计的安装位置的测定值尽量不要有误差。

测量范围原则上是从最底部的排放设备地基高到顶面。

数据传送是有线传输方式。注意避免出现因电磁感应、雷涌等造成的数据紊乱。数据处理通过大坝管理用控制处理设备来进行。

4. 在需要预先了解入库量时，要设置水库上游的河川水位计，该水位计应设置在流入水

库的主要河流上。

数据传送使用专用的遥测装置。若数据只是用于大坝操作的参考时，可使用标准遥测方式，若作为大坝操作的基本资料时，则采用与水库水位仪一样的连续遥测方式。作为大坝操作的基本资料时的水位数据处理通过电子计算机进行。

5. 大坝下游的河川水位仪是为了掌握大坝下游的水位变化和流量，而设于治水基准点、用水基准点、操作基准点的。并根据需要设在狭窄的地方。

数据传送使用专用的标准遥测装置，原则上是无线传送。数据处理通过大坝管理用控制处理设备来进行。

6. 如果需要使用流量计了解小容量低水位排放设备等的流量时，应使流量计设置于排水管等处。流量计有电磁流量计和超声波流量计，但必须根据流量规模、排水管的管径、直管长等选定。流量计有模拟输出或数字输出功能，具有在管理所进行远距离监视的功能。

7. 开度仪设置在所有需要控制开度的闸门和阀门上。开度仪有机械式和电子式两种。机械式可通过目视，电子式可通过开度的远程传送，来确认所显示的开度情况。它必须设置在容易调试、检修的地方。

8. 水质自动观测装置装有选择性取水设备等。为了充分使用该设备，应根据需要使之安装在需进行连续水质观测的水库。

观测水库水质的地点必需是不受取水或放水影响的地方。观测入库水或出库水的地点尽可能靠近水库。

观测项目有水温、pH、溶解氧(DO)、导电率、混浊度、CDO、叶绿素-a及其他项目。必须根据用途来选定。

考虑到维修管理的方便，计量装置一般都采用水中潜浸方式，这样也可保证它的可靠性、持久性。测量数据使用专用装置处理，它具有显示、记录的功能。

9. 其他仪器有气象观测设备、雷达雨雪量终端设备、气象信息终端设备。

气象观测设备的观测项目有温度、湿度、气压、蒸发量、日照量、风向、风速，要根据需要来设置。计量数据通过综合气象盘等自动记录。

雷达雨雪量终端设备原则上应设置，它能掌握雨区移动及流域降雨量的分布情况，有效预测降雨。终端设备包括建设省雷达雨量终端设备、(财)河流信息中心终端设备。

气象情报终端设备是用来获取气象厅的气象信息的，可根据情况的需要来设置。它可获得的信息有气象厅发布的信息、台风消息、天气预报、自动气象数据探测系统、高空气象、天气图、降雨短期预测、气象厅雷达信息、气象卫星图像。

5.4 放水警报设备

放水警报设备主要是指示牌、报警器、扬声器，还有报警车。要根据需要使用放水警报显示装置、旋转灯等。

说 明

大坝放水使河流流量骤然发生变化，这是很危险的，所以必须预先向下游的人们，特别是河川内的作业者及将要进入河道的人们发出通知。用放水警报装置让众人知晓。

发布放水警报是为了防止因放水而产生危险，对于进行闸门操作的堤坝，应该在大坝开始放水的时候、放水期间超过增加排放限制过量放水的时候发布警报；对于没有闸门，或即使有闸门，涨水时也不使用的堤坝来说，原则上应该从常用溢洪道溢流的时候、从非常用溢洪道溢流的时候发布放水警报。应发布放水警报的区域是下游河道的水位每30分钟急剧上升30cm到50cm以上的地区，以及认为有必要发出警报的地区。

放水通知除了发给上述河道作业者外，还要发送给防灾活动的执行机构、因放水而受到影响的有关机构，为此还必须要安装放水通知设备。

各设备计划依以下情况而定。

1. 警报器和扬声器要配置在所规定的放水警报区域内的所有沿岸地区，要考虑声音传播范围、周围环境，以使河道作业者及欲进入河道的人都能清楚地听到。

控制方式采用大坝管理所的远距离遥控，基本上使用无线电，要设置采用回路确认方式的动作确认装置在管理所直接确认其工作状态。停电时的电源设备为直流电源，可以进行扬声器的声音播放、模拟警报器发出警报。

2. 指示牌立在所规定的放水警报区域内、河道作业者及周围居民都容易看到的地方，以使河道作业者及周围居民知道水库放水的危险性和报警器发出警报的意义。

3. 大坝信息显示装置作为报警器和扬声器等警报装置的辅助手段，以确保所有人都知道警报。控制方式为水库管理所的远距离遥控，使用有线或无线电方式。

4. 指示灯显示放水警报后的警报持续状态，和报警器、扬声器、指示牌、大坝信息显示装置等同时安装。控制为大坝管理所的远距离遥控，随同时安装的装置一起工作。

5. 设置警报车时，要根据下游河道的使用状况、河流周围的道路情况、警报区域、河道特性等情况设置多台汽车，使其能够一边移动一边迅速报警。警报车应装有扬声器，还要装备红色旋转灯和报警器，同时还要装备与管理所联络用的专用移动无线电话设备。

6. 放水通知设备主要是传真通信设备或传声电话，它可以把放水通知传送给大坝放水可能受到影响的辖区内都道府县知事、市镇村长、警察署长及应该通知的其他机关。传真通信设备能够同时通报，最好应具有来电自动查询功能。

通信线路尽量使用行政用无线线路，不具备无线线路的条件下，可使用有线线路。特别是对法令规定有义务通知的部门，最好要确保有2条以上的通信线路。

5.5 大坝管理用控制处理设备

根据水库的操作上需要，大坝管理用控制处理设备的功能为输出输入功能、演算功能、控制功能、显示记录功能、信息传递功能及其他功能。

大坝管理用控制处理设备是将大坝管理信息集于一身的设备，所以主要部分要双重化，以确保安全。为了确保修理、更换的方便，要使用通用型仪器。

说 明

大坝的基本控制在于正确操作放水设备，发挥调节洪水、补给用水等功能。闸门、阀门等放水设备由操作人员进行操作。但大坝管理用控制处理设备是保证正确、简便地进行操作的辅助设备，所以必须在明确了操作人员的责任分担之后再行设计。

各功能与装置如下：

1. 输出输入功能除了输入大坝操作和管理的各种信息外，还将操作放水设施的信号从其他装置输出到终端，它由文件整理功能、数据检测功能、一次加工处理功能、向终端输出信号功能、向其他装置传送数据功能组成。输入处理的对象数据有蓄水水位、闸门阀门的开度、放水设施的状态信号、流量计、其他直接传送的信息、操作台的设定信号。输出处理的对象数据包括指示放水设施的控制信号。

2. 演算功能是根据输出输入处理装置、信息传递装置所提供的信息为基础，按照操作规则、细则，监视放水设备操作目标的演算及水文量状态和设备状态，在发生异常时能迅速应对。它由水文量的演算功能、信息的判断处理功能、操作演算处理功能、其他处理功能组成。

3. 控制功能主要体现在利用演算处理装置算出的各目标值，准确无误地操纵放流设备的操作控制功能、以及通过监视设备状态能够迅速检测出异常并采取相应对策的功能。它由放水设备的控制功能、放水设备状态的判断处理功能构成。

4. 显示记录处理功能是将演算处理装置等演算得出的各种信息加以数字化、图表化进行显示的功能，以及将记录终端的各种数据打印记录的功能。它由数据显示处理功能、图表显示处理功能、操作记录功能、洪水调节报告的记录功能、管理日报、月报、年报记录功能、异常判定记录功能、文件处理功能构成。

5. 信息传递功能是指与大坝管理用控制处理设备以外的装置进行数据交换的功能，以及与显示盘等其他装置难以连接的装置进行连接的功能。

所处理的信息包括遥测观测信息、放水警报局工作信息、大坝管理设施信息、坝体和地震信息、气象和水质信息、机构信息、建房信息、时钟信息，应该根据具体需要进行选择。

6. 其他功能有操作训练功能、管理支援功能。

操作训练功能是指在了解大坝管理用控制处理设备的功能之后，为熟悉设备操作而设计的功能，除了放流设备外，它可以使用实际的机器设备进行训练。但在训练中，应保证日常的水库管理能发挥正常的功能。

管理支援处理功能是指为求出水库的操作量来预测必需的流出量，制定放水计划，支援设备维护等的功能，它可根据需要从中选择。

5.6 监控设备

监控设备是指 CCTV 装置和远程监控设备，它根据需要安装。

说 明

CCTV 装置能够在管理大楼内确认闸门的工作状态以及大坝下游河道内人们的活动等，要在勘察了拍摄范围和能见度、使用条件、距离等之后再安装。

远程监控设备能在远离大坝管理所的地方监视大坝管理信息，它是由从大坝管理用控制处理设备传送大坝管理信息的通信设备、远程管理场所的显示装置、不停电电源设备构成。当操作规则上的所长其常驻地很远时、管理多个水库的时候、积雪区大坝在冬季至管理所的道路难以确保的时候、水库操作频度比较高的时候最好安装这个设备。

通过远程监控设备处理的信息有，(1)洪水预警体制的判断所必需的信息；(2)蓄水水位、水库的取水放水量等有关水库状况的信息；(3)由地震振动造成的最大加速度、地震后的漏水量；(4)设施的状态信号、故障信号等设备工作监视所必需的信息。应在判断了各种情况后，选择以上信息来操作水库等。

5.7 通讯设备

通讯设备根据必须通信的信息的种类、量等，由单频道无线电装置、多路无线电装置、用户电话以及电话交换机、传真通信、电话应答通报装置、所内电话组成。

说 明

在无线电线路方面，通信量大，需要多条通信线路以及需要传送画面等大量数据的情况下，要使用多路无线电线路。

电话交换机有专用电源，由常驻人员管理的水库设有 3 台以上电话机时要装自动交换机。自动交换机也包括内部电话、传真通信装置用的内线、多路无线电线路、电信公司的线路。

安装电话应答通报装置是为了使职员和有关机构等能在管理所之外掌握大坝的情况。应答通报内容为蓄水水位、流入量、流域雨量、累积雨量等基本的大坝信息。一般使用专用线路。当周围地区电话线路满负荷时，最好使用优先线路。

为了能与管理所、闸门机械室等装有坝体内的主要设备的场所、电气室、发电机室、无线电室、艇库、车库、通道出入口、升降口等现场进行联络，大坝管理使用的通话装置要安装所内电话。电话原则上不与外线连接，但是闸门机械室、电气室、无线电室等在保养时经常需要与外部联络，所以这里的电话最好能与外线连接。

5.8 电气设备

电气设备由受变电设备、配电设备、备用发电设备、不停电电源设备、照明设备及其他设备组成。

说 明

受变电设备的电力容量考虑到将来的需要，应乘以适当的需要率来决定。受电方式是 3 相 3 线制 1 线路方式的高压或低压受电，以屋内设施为标准。必须签订经济的电力供需合同。

在计划配电设备时，要考虑负荷分布，研究改善功率因数的对策。配电电压原则上尽可能统一。线路要按动力、电灯、控制计量装置等加以区分，重要设施的负荷线路要研究预备配电线路。

备用发电机设备，原则上有关门的水库安装2台，没有闸门的水库大坝安装1台。发电容量必须充分确保闸门操作电源、屋内外照明电源、管理大楼电源、其他大坝管理设备电源的用电。要考虑峰值漂移、峰值限电、发电及废热供暖系统等备用发电设备平时的有效利用。

大坝管理设备中对那些不能瞬间断电的机器来说，必须安装不停电电源装置。蓄电池应以铅蓄电池为标准。

为进行大坝顶面、通道内作业，应安装照明设备。大坝顶面的照明设备的照明度应保证在浓雾或暴雨天气也不影响作业和通行，顶面作道路使用时，应兼作道路照明。

其他设备还包括本章2.8的管理用水力发电设备，必须尽量安装。

5.9 水库蓄水池配套设备

水库蓄水池附属设备根据大坝和水库的特性，由升降装置、排水设备、系船设备、除尘及处理设备组成。

说 明

升降装置用于运送坝体、基础地基、闸门、阀门等坝体内各种设备的维修人员，根据需要安装。设备形式有电梯、单轨车、斜面升降器等，但一般只安装电梯。虽然也有安装单轨车、斜面升降器的情况，但为了有效利用，必须在明确安装目的时，充分考虑升降的便利和乘坐的感觉。

排水设备用来排除坝体和基础地基的漏水等。要根据大坝形式、大坝规模、基础地基的地质特性来研究必要的排水量，使其能够有效地排水。排水原则上是利用自然下流。但下流水位高，难以通过自然下流进行排水时，要使用水泵。

保船设备包括保留设备、升降设备、仓库。要考虑水库的水位变化、船舶的使用频度等，充分发挥其必要的功能。

除尘及处理设备一般包括流木拦网、卷扬机、搬运道路、干燥、焚烧设备，但通常多用收集船。计划设备时要充分注意流木漂流量、流木和垃圾的种类、水库灌水面积，应使从流木、垃圾的收集到处理的一条龙作业能顺利进行。

5.10 管理站

为了切实安全地进行大坝管理，必须在水库大坝设立管理站。

管理站的结构为永久结构，其规模要考虑到操作室的面积、操作、监视所必需的设备机器的占地面积，但不宜过大。

管路站的位置应设在能目视到水库水位、闸门操作状况的地方，在附近应尽量确保用于作业的广场。管理所不能设在大坝主体的建筑上。

考虑到发生洪水时的值班制度，应配有可以住宿等的设施。

说 明

管理站是在发生洪水及出现异常情况时能安全进行大坝管理,顺利完成日常作业的场所。但是,它不能建在出现异常情况时因浸水、滑坡等原因而不能发挥作用的地方。

管理站安装有进行水库操作、信息收集、联络警报的发送、记录、信息处理等的机器。

管理站设有操作室、办公室、资料室、值班设施、车库、仓库、备用动力室、油库、受电设备室等,其中备用动力室、车库等最好设在别处。

设置有大坝管理用控制处理设备电子机器时,必须考虑空调设施。但必须充分研究与整个管理所空调设施的关系。

第6节 保持水库功能的计划

6.1 防止水库周围滑坡及防止漏水的计划

为了保持大坝水库的功能,在水库内或靠近水库的土地,为了防止因水库大坝的建设或蓄水而引起的滑坡,或者为了防止水库的漏水,必要时应设置适当的滑坡防止工程设施或漏水防止工程设施。

说 明

如概论所述,本章所谓的“水库设施”包括水库大坝设施。为了保持水库的功能,就要研究防止因大坝的建设或蓄水而引起的滑坡发生的防止工程,以及防止漏水的计划。为了计划这些滑坡防止工程和漏水防止工程,在调查阶段,要按需要调查水库周围的地质情况。

6.2 关于水库蓄水水质的计划

为了将大坝蓄水作为各种用水和下游河流的维持用水合理地加以利用,同时为了充分发挥包括水库在内的河流的环境功能,必要时制定合理的水库水质的保护计划。

说 明

大坝建设形成大规模水库湖时,由于河水的滞留,产生了水力学的变化,呈现出与水库建设前迥异的水域环境。结果,冷水现象、浊水长期化现象、富营养化现象等时有发生。

要根据调查篇第14章《水质、底质调查》、第16章《生态环境调查》等,来把握水库内的水流和浮游物的运动机理、向生态系的转化,特别是水温、水质等相关的因素,同时要追踪调查既有大坝的水质、向下游排放水质造成的影响和水文条件、流域自然和社会的各种条件等,并将这些加以综合探讨,制定出必要的水质保护计划。

必须在可能发生水质问题、已经发生了水质问题、正在发生水质问题的时候,对水质实施治理措施。这时发生的水质问题主要受污浊特性等流域自然和社会的条件所左右。为此,单纯在水库湖及上游河流采取削减浊质、有机污浊物质、营养盐类等污染物质向水库的流入的措施有限的话,必须与有关单位合作,开展以流域对策为基本的综合治理。

1. 冷水治理措施

就冷水治理措施而言,有表面取水设备或选水取水设备。

只是冷水问题时,安装表面取水设备,取出表层水即可。要注意,只排放表层高温水时

反而容易引起暖水化。其他原因,如除了冷水,当出现浊水的长期化问题和富营养化问题时,要综合研究水质状况,从适当的深度取水。这时要安装能从任意水质中取水的取水设备。

2. 浑水长期化的治理措施

浑水长期化的治理措施从浊质的发生、流送、贮留过程加以考虑,分别有流域治理措施、河流内治理措施、水库治理措施。就是说,流域治理措施是浊质发生过程中的措施,河流内治理措施是留输送过程中的措施,水库治理措施是浊质蓄留过程中的措施。

(1) 流域、发生源治理措施

流域治理措施基本上是通过抑制浊质的生产量来减小水浓度的措施。以下是流域治理措施的主要内容。

- 森林整治
- 治山
- 防止滑坡
- 防止流域的乱开发

(2) 河流内治理措施

河流内治理措施是为了防止流域内发生的浊质流入水库内的措施。河流内采取的浊水治理措施如下:

- 溪流治理措施
- 浑水治理措施的贮留设施
 - (a) 浑水贮留型
 - (b) 清水贮留型
- 水库迂回水路
 - (a) 浊水迂回水渠
 - (b) 清水迂回水渠

(3) 水库内治理措施

水库内治理措施是在抑制浊质流入水库的同时,通过放水操作,将流入的浊质排出,减轻大坝下游的浊水现象。

- 选水取水设备
- 水库岸边坡面的保护
- 水库末部的整治
 - (a) 维护工程
 - (b) 疏浚

3. 富营养化治理措施

富营养化治理措施就是依据藻类繁殖机制,采取适合各水库的措施。藻类繁殖的原因可归纳如下:

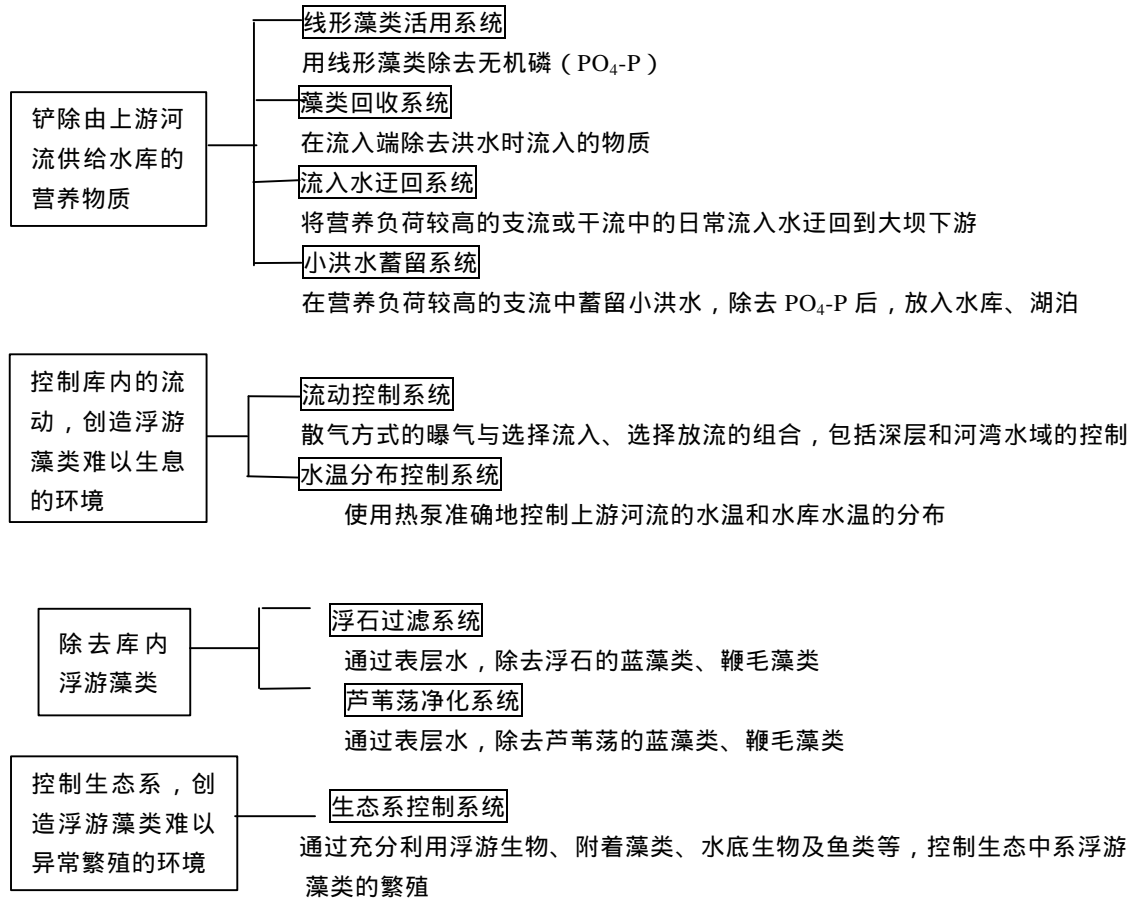
- 营养盐类的流入
- 光合作用所必需的环境条件(光、水温、滞留时间)

(1) 流域治理措施

富营养化治理措施,必须从根本上利用 中所介绍的营养盐类流入来加以抑制。为此,最有效的方法是实施控制污浊发生负荷源的流域治理措施(削减流域中流入负荷的

措施)。所以,需要同流域有关的单位协作,努力推进这一措施。

(2) 上游河流和水库内的治理措施



6.3 对流入水库的泥沙进行治理的计划

为了保持水库的功能, 必要时要采取措施, 治理流入水库的泥沙。

说 明

本篇第 11 章 2.1 认为, 多功能水库的淤沙库容原则上采用滞留 100 年的推定淤沙量。但是, 流入泥沙量较多的水库, 要确保相当于 100 年的淤沙量是非常不经济的。这时必须采取适当的治理措施, 以降低淤沙库容。

治理流入泥沙的措施有许多方法, 比如稳定水库周围的斜面、建贮沙坝、挖掘疏浚堆积的泥沙、建泥沙旁路、泥沙气涌、树林带等, 在采取这些措施的时候, 必须探讨这些措施是否与大坝及水库的特性相适应。这里的建泥沙旁路、泥沙气涌的措施都利用了水库流入水泥沙输送的自然能力。泥沙旁路是通过绕过水库来降低水库的泥沙量, 泥沙气涌则是通过降低蓄水水位来一次性排出堆积在水库内的泥沙。

第13章 水土保持工程计划

第1节 总 论

1.1 基本计划

水土保持工程计划以防沙基本计划为基础，加以合理的制定。
水土保持工程要注意各水系的相互关联，无论在技术方面，还是在效果方面，必须把握平衡。
在实施水土保持工程计划时，必须考虑优先顺序，使其最有效地发挥出效能。

1.2 水土保持工程及其功能

在制定水土保持工程计划时，必须明确其目的，以使其最有效地发挥水土保持工程的功能。

说 明

水土保持工程的代表性建筑是大坝、固床工程、护岸、河道维护工程、治坡工程等。

水土保持工程按功能分类如下：

抑制水源地区产沙.....	... 治坡工程、大坝
抑制来自河流沿岸产沙	大坝、固床工程、护岸
抑制河道产沙.....	大坝、固床工程、河道维护工程
抑制河道水土流失.....	大坝、止沙工
调节河道水土流失.....	大坝、固床工程

第2节 大 坝

2.1 分类

2.1.1 分类

大坝依其目的分为5类。一座大坝兼有两种以上的目的时，按其主要目的分类。

1. 稳固山脚的大坝..... 目的在于通过抬高河床，来稳固山脚，预防山坡的坍塌并防止其扩大，抑制泥沙的产生。
2. 防止河道下切的大坝..... 目的在于防止河道的刷深，抑制产沙。
3. 防止河床淤积的大坝... 目的在于防止淤积在河床上的不稳定的水土流失。
4. 治理泥石流的大坝..... 目的在于阻止或抑制泥石流。
5. 抑制、调节水土流失的大坝... 目的在于抑制、调节水土流失。

2.1.2 稳固山脚的大坝

稳固山脚的大坝的位置原则上在紧靠山坡的下游处。大坝的高度要能够防止山脚的冲刷。

稳固山脚的大坝兼作抑制、调节水土流失的大坝时，要根据需要确定其位置和高度。

2.1.3 防止河道下切的大坝

防止河道下切的大坝建在紧靠河道下切区域的下游。大坝高度要使堆沙区域包含河道下切区域。

河道下切区域距离较长时，应呈阶梯状连续建数座大坝。在阶梯状大坝群中，主要大坝原则上要使基础稳定在山岩上。

2.1.4 防止河床淤积的大坝

防止河床淤积的大坝原则上建在紧靠河床淤积区域的下游。大坝高度要使淤积面内包含河床淤积物。

2.1.5 治理泥石流的大坝

治理泥石流的大坝依据遏制泥石流、缓解泥石流等目的来决定位置和高度。
要想遏制泥石流，原则上每座大坝的规模要能淤积设计泥石流的30%以上的泥沙量。
要想缓解泥石流，在确定位置、高度、形状和数量时，要使泥沙的流出形态能够变成推移质状态，而不是泥石流的状态。

说 明

治理泥石流一般采用通过向大坝堆沙遏制泥石流的方法，或者改变径流形态缓解冲击力的方法。

要将泥石流转变成推移质状态，就要降低河床的坡度，扩大河床的宽度。

所谓大坝的规模要能淤积设计泥石流的30%以上的泥沙量，其目标就是依靠每条河流上1~3座水土保持大坝来防止泥石流造成的灾害。所以在大的河流上必须留有设计泥石流的至少30%的堆沙空间，在小河流上必须留有更多的堆沙空间。

一般情况下，如果河床坡度在1/30以下，而且与上游泄流区域的比小于1/2，河床宽度达到3倍以上的话，泥石流就会变成推移质状态。

2.1.6 抑制、调节水土流失的大坝

抑制、调节水土流失的大坝在确定位置、高度、形状和数量时，应最有效地确保抑制、调节水土流失量，有效发挥调节水土流失的功能。

说 明

抑制、调节水土流失的大坝最好是大容量的。但一般很少只以抑制、调节水土流失为目的，有时还因大坝位置的条件使其高度受到限制，所以必须加以综合考虑。

此外，通过大坝调节水土流失量时，其粒径调节功能是基于淤积面产生的，所以最好能增大淤积面积。

2.2 位置

2.2.1 一般情况

设计坝址最好是河床和两岸有岩盘的地方。但是因目的不同，有时必须设计在沙砾层上。这时必须充分考虑到大坝下游的保护。

说 明

一般在大坝设计选址时，为了防止溢流水对下游坡面的深度冲刷和两岸冲刷造成的破坏，大多选择在河床和两岸有岩盘的地方，或者为了节省工程成本而选择上游较宽阔的狭窄部，但不一定总能具备这样的条件。有时，根据某种目的，如防止河床淤积的大坝等，必须在不利的条件下设计。河床没有岩盘时，必须根据河床的状况设计护床或副坝，以保护下游坡面。

这时必须充分考虑渗透水的管涌现象对护坦的破坏、对副坝垂直壁下游的冲刷等。

2.2.2 选址

设计大坝时，在支流的汇合点附近，为了充分发挥基础大坝对两侧河流的作用，一般把大坝的位置选定在汇合点的下游部。

说明

有支流汇合时，为了充分发挥工程基础大坝对干流和支流的作用，最好建在汇合点的下游部。但如果干流和支流有一支处于废弃状态时，则应优先设计废弃河道。这种情况下，为安全起见，大坝不能太靠近汇流点。

2.2.3 阶梯状大坝群位置的选择

在阶梯状大坝群中，上游大坝的设计位置原则上应选择其中一座大坝的设计堆沙线与现有河床的切点上。

说明

在废弃河流中，当底蚀或旁蚀显著的区域或者河岸崩塌的区域很长时，需设计阶梯状大坝群。

这时，大坝的堆沙线一般采用设计坡度（原则上采用现有河床坡度的1/2），在纵断面上从最下游大坝起依次划出设计坡度线，设计位置自然就能确定，但必须考虑其位置作为坝址是否合适、基础埋置深度等。

2.2.4 大坝基础

在决定大坝高度时，必须充分考察基础的地质状况。特别是大坝高度超过15m时，还必须进行岩盘调查。这里所说的岩盘调查，是指对地质状况的好坏、承载能力、透水性、有无断层、走向节理等的调查。建在河床沙砾上的浮式坝原则上高度应在15m以下。

说明

在设计高坝时，必须充分考察基础的地质状况，如地质状况的好坏、承载能力等。还要充分调查岩盘，选择良好的坝址。要根据岩盘的状态充分实施基础处理（固结灌浆等）。

在河床沙砾上建浮式坝时，要特别注意大坝承载能力、对管涌现象的安全性等。

2.3 方向

2.3.1 大坝的方向

从大坝的过水口溢出的水流一般与过水坝顶下游端的线、即坝轴呈直角下落，因此在设计大坝的方向时，原则上应使过水口中心点与其下游的主泓线呈直角交汇。

说明

从大坝的过水口溢出的水流一般与过水坝顶下游端的线、即坝轴呈直角下落。

所以，过水口中心设在由设计坝址的下游状况决定的主泓线上，在这一点上与下游主泓线呈直角设定的线就是大坝的方向。

如果设计坝址由于两岸岩盘的关系或坝长的关系等，而难以使大坝的方向与下游的主泓呈直角，而且不可能成为潜堰时，最好设计副坝，使副坝的方向与下游主泓线呈直角。这时，即使主坝的基础有岩盘，大多也须根据副坝来修正方向。

2.3.2 阶梯状大坝的方向

阶梯状大坝群中各大坝的方向原则上在各大坝的过水口中心点（过水坝顶下游端）与设计场所下游的主泓线呈直角，各大坝的过水口中心点定在其上游大坝过水口中心点的主泓线上。

2.4 淤沙量的计算

淤沙量的计算采用大坝所在地上游的横断面水准测量的方法。

2.5 结构

2.5.1 过水口

大坝的过水口应具有能使设计流量充分下泄的断面，确定位置时要考虑大坝上下游的地形、地质、河岸状态和水流的方向等。

设计流量要采用降雨量的年最大值概率1%，或历史最大值中偏大的。

过水口宽度要考虑现有河床的宽度。

过水口高度要在设计水位上加上安全超高。

说 明

大坝必须具有可靠的安全性。所以要与基本设计中的设计降雨规模不同，要以比它更大规模的流量为对象，来确定结构方面的设计。

对象流量是在降雨量的年最大值概率1%或根据历史最大值中偏大的值计算出的结果上，再将含沙量考虑进去之后所得的值。

含沙量应在充分调查现状之后确定。特别是建在泥石流发生地区的水土保持大坝，在确定过水口断面时更应加以注意。

过水口宽度在河床允许范围内应尽量加宽，使溢流水深尽量减小，以减轻对下游部的冲刷。但由于过宽有时会造成紊流，所以必须加以慎重研究。

上游流域面积较小时，流量会变小。但考虑到泥石流、漂流木等因素，过水口最小宽度应为3m。

过水口的安全超高应参考河道维护工程，根据泥石流等的输沙形态来考虑附加高度。

2.5.2 下游坡面

大坝的下游坡面应尽量避免溢流泥沙造成的损伤。

大坝溢流部下游坡面的坡度一般为1:0.2。

说 明

泥沙冲刷会破坏大坝，所以必须充分加以考虑。

根据经验，一般认为大坝下游坡面的坡度最好是1:0.2。但是，这不利于大坝的稳定。所以，非溢流部和溢流泥沙为白色沙质沉积层等粒径小的场合，确定下游坡面坡度时，还要充分考虑其经济性。

2.5.3 基础

大坝的基础必须具有所需的承载能力和剪切摩擦阻力，以免受到渗透水等的破坏。大坝的基础要根据需要用隔断、隔水墙等来加固。

说 明

在易发生滑坡或地基松软的地方，迫不得已设计水土保持大坝时，要选择木笼填石坝等适应地基承载能力的坝型。

2.5.4 翼墙

大坝的翼墙以不使洪水溢流为原则，必须十分坚固。设计翼墙的顶部时，治理泥石流的大坝要与河床坡度相当，其他大坝要等于或大于上游的设计堆沙坡度。特别是建在弯曲段的水土保持大坝的凹岸的翼高应大于凸岸的翼高。

说 明

大坝的翼墙以非溢流为原则，所以安全高度应大于设计水位，并充分附着在岩体上，以使其结构坚固。

特别是上游部的大坝，预想会有泥石流等的巨大冲击力时，须研究翼墙的培厚问题。有时因异常水位而导致翼墙溢流，所以在设计上必须加以注意。

泥石流动能很大，而且具有直进性，所以即使在弯曲部也直线前进。洪水在弯曲部的凹岸一侧也有水位上升现象。为了防止这些因洪水和泥石流造成的翼墙溢流，弯曲部的凹岸一定要确保充分的高度。

2.5.5 排水涵洞

大坝根据需要建排水涵洞。排水涵洞根据其目的确定大小、数量、形状和配置。

说 明

排水涵洞在水土保持大坝中的目的如下：

1. 施工中的导流；
2. 堆沙后排泄渗透水，减轻水压；
3. 调节洪水流量、输沙量。

应根据这些目的来确定充分发挥其效能的大小、数量、形状和配置。

2.5.6 护坦

在大坝的下游，必须根据需要建护坦，以防止因冲刷造成的坝体的破坏。

2.5.7 填空

在基础和翼墙的贯穿部的超挖部分，必须通过填空来保护。

2.5.8 侧壁护岸

大坝下游两岸要根据需要建侧壁护岸。

2.5.9 拦木网

可能有流木漂下时，根据需要设置拦木网。

说 明

在大坝或副坝设置拦木网时，如图13-1所示，过水口断面不包括拦木网。



图13-1 设有拦木网时的过水口断面

2.6 断面计算

2.6.1 设计外力

作用于水土保持大坝的外力包括由于静水压、堆沙压、浮力、地震力、温度变化造成的膨胀力、收缩力、泥石流的冲击力等，必须根据设计条件，以适当的外力加以设计。

说 明

作为作用于水土保持大坝的外力一般有静水压、堆沙压、浮力、地震力等，但是根据大坝的形式、功能进行分类时，各自所取的值是不同的，所以必须根据大坝的设计条件，以适当的外力加以设计。

2.6.2 稳定条件

一般作为水土保持大坝而使用的重力坝，为保持其稳定性，必须满足以下3个条件。

1. 为避免大坝上游段产生拉应力，大坝的自重以及外力合力的作用线原则上应落在坝基底宽的（中间）1/3以内。
2. 坝底和基础地基之间不许产生滑动。
3. 大坝内产生的最大应力不应超过材料的容许应力。地基所承受的最大压力在地基容许支撑力以内。

说 明

在确定大坝断面时，原则上要考虑溢流水深。

2.6.3 确定拱坝的断面

确定拱坝的断面需用内茨利法、概算负荷法等进行计算。

说 明

在计划建设拱坝时，施工地点的河流横断面应尽可能选择左右对称的地点，而且两岸和河床都必须是优质坚硬的岩盘。特别是大坝上部的岩盘状况，一般容易被忽视，所以必须做充分的调查。

第3节 固床工程

3.1 目的

固床工程用于防止深刷，稳定河床，并防止河床淤积物的再移动、河岸的溃决、崩塌等，同时还要保护护岸等设施的基础。

3.2 位置

3.2.1 一般情况

固床工程的位置应考虑如下事项。

1. 建在河床有可能下沉的地方。
2. 有支流汇合时，在汇合点下游选择位置。
3. 以保护设施基础为目的时，建在这些设施的下游。
4. 易发生河岸溃决、崩塌以及滑坡等的地方，原则上建在其下游。

说 明

固床工程防止深刷，稳定河床。

特别是因为冲刷基础而造成设施的破坏时，由于河道下切或底蚀和旁蚀的双重作用而导致河岸溃决、崩塌以及滑坡等时，当然应该建在它们的下游。这时，将设施及崩塌的作用区域往往较长，所以在冲刷区间很长的地方，如果1座固床工程不够，应该呈阶梯状增建数座。

3.2.2 位置的选定

固床工程的位置应考虑以下条件。

1. 在河流弯曲部，最好回避弯曲区域，建在它的下游。
2. 建在河流宽度大、紊流严重的地方，进行整流。

说 明

河流弯曲部的下游、河床宽度大的地方容易形成紊流。建在这里的固床工程将修正水流的方向，从而防止或减小曲流造成的冲刷。为了提高河道整治的效果，大多根据河流状况呈阶梯状建固床工程群。

3.3 方向

1. 固床工程的方向原则上与设计场所下游的主泓线呈直角。
2. 计划建阶梯状固床工程时，各固床工程的方向原则上与各设计场所下游的主泓线呈直角。各固床工程过水口的中心点定在处于它上游的固床工程过水口中心点的主泓线上。

说 明

在固床工程中，过水口的溢流水理论上与固床工程呈直角放射。将固床工程过水坝顶下流端中心定为固床工程的中心，其原因就在这里。在决定固床工程的方向时，必须注意不要使整个过水口溢流的洪水冲击固床工程上下游两岸及两岸的设施，以免造成破坏。所以，单独的固床工程的方向与下游主泓线呈直角，在阶梯状固床工程群中决定各固床工程的过水口位置时，要使固床工程的过水口中心点处于上游固床工程过水口中心点的下游主泓线上。

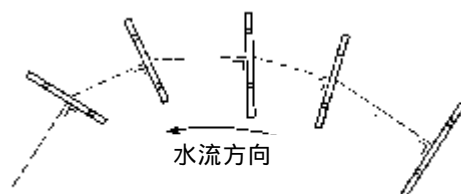


图13-2 固床工程的方向

3.4 高程

3.4.1 一般情况

1. 固床工程的高度通常在5m以下，建护床和垂直壁时落差限于3.5—4.5m之间。
2. 固床工程的高度（包括建护床和垂直壁）必须在5m以上时或者必须在较长区间建固床工程时，适合设计成阶梯状。

说 明

固床工程的目的原则上是防止深刷，稳定或维护河床，特别是防止对设施基础的冲刷。所以很难确定其高度。但一般在5m以下，没必要建得过高。而且，固床工程的施工场所由于河岸地形的关系，大多难以建得太高。因而每1座固床工程所能稳定的河床长度是有限度的。在相当长的区间内遭受河道下切，或河流沿岸的设施长度过长时，就必须计划使用阶梯状的固床工程群。

3.4.2 无落差护床工程

单独的固床工程的下游以及阶梯状固床工程群的间隔很大，如仍然受到河道下切，或有可能遭受河道下切时，需计划进行无落差护床工程。

说 明

无落差护床工程原则上是不考虑落差的护床工程，施工高度是使其顶部与河床等高，并沿着固床工程的稳定坡度或设计河床坡度的线进行设计。

3.5 河床坡度

3.5.1 一般情况

1. 固床工程一般建在河流上游较稳定的下游冲刷区域，或上游为废弃河流而实施固沙工程后的下游仍然遭受冲刷的地方。建设护床工程后，大多河床会形成新的河床坡度。
2. 建设护床工程后，上游状态越稳定，流下的沙砾越小，形成的坡度越低缓，这一点尤其值得注意。

说 明

河流上游荒芜时，一般沙砾被大量输送下来，有可能使下游河床上升，而不伴有河道下切。固床工程的施工要么时间过早，要么无此必要。

这时，首先要在上游实施固沙工程。上游未荒芜时，下游会发生河道下切，有必要建固床工程。就是说，上游完全没有输送泥沙，或仅有少量泥沙时，会发生河道下切，所以，建在冲刷区域的固床工程的上游，会形成与现有坡度不同的河床坡度，而且上游状态越稳定，固沙工程的效果越大，所形成的坡度值也越小。

3.5.2 设计坡度

1. 河流的河床坡度由流量、即流速和水深以及河床的阻力来决定，所以固床工程的上游河床的设计坡度必须适合河道，不引起冲刷和淤积。
2. 固床工程的下游坡面因受溢流水的深度冲刷，河床降低，因而在决定阶梯状固床工程群间的设计坡度时，要特别注意。
3. 因此在固床工程群中，基础的埋置深度必须定在下游固床工程设计河床坡度线以下。

3.5.3 阶梯状固床工程

在阶梯状固床工程群施工区间，必须注意由河床坡度的曲折和蜿蜒部的深度冲刷引起的河床坡度的局部变化。

说 明

河流的河床坡度一般越到下游越缓，因此要特别注意由此导致明显的坡度屈折是否存在于阶梯状固床工程群的施工区间。如果存在，在考虑固床工程的高度和数量之后，必须使固床工程之间的设计坡度接近一致。蜿蜒部外侧河床一般会受到水流的深度冲刷，所以必须推算深度冲刷的程度，研究因此导致河床坡度的变动情况。

第4节 护岸工程

4.1 位置

4.1.1 选择 I

在河流上，由于水流或河道的弯曲而使顶冲部或凹部河岸山坡的崩塌扩大，或有可能发生崩塌时，应在这一部分实施护岸工程。

说明

为了防止山坡旁蚀，支撑易崩塌的河岸斜面以及加固基础，可以直接计划建护岸。但多数情况适合通过改变导流护岸或河道，来回避水流直接冲击这些危险的场所（参见图13-3）。但是要注意，河流改道一般适合短区间，在长区间改道若是接近直线，反而会使河床坡度变陡，流速加快。



图13-3 护岸工程的位置

4.1.2 选择 II

在河流下游的泥沙淤积地，或耕地和住宅地等区域，在河岸溃决或有可能溃决时，应实施护岸工程。

说明

河流的下游比上游河床坡度缓，但比一般河流急，弯曲部自不必说，即使在直流部溪岸也容易溃决。因此，需要建护岸。而且这样的区域往往溃决区间长，两岸多因素流作用而交替受到冲刷，所以护岸工程大多须在两岸实施。

4.1.3 选择 III

为了防止溪岸的溃决或崩塌，除了实施固床工程或大坝工程，大多还必须在山脚护基建护岸。

说明

在河流的弯曲部等处，因水流的冲击而在凹部发生溃决或崩塌时，底蚀和旁蚀时一般会交互发生作用，所以要在崩塌地点的下游建固床工程或大坝。但是如果因此防止了底蚀，却不能制止旁蚀时，就必须在固床工程或大坝上游崩塌处的山脚建护岸，以防溃决或崩塌。

4.2 种类的选定

一般在河流上建混凝土护岸、混凝土块护岸或堆石护岸。但在使用堆石护岸和混凝土块护岸时，要使用浆砌法。干砌护岸一般不适合河流。

说 明

一般来说，水流流速大，基础容易受到冲刷，水流多含泥沙和漂石，护岸所受的冲击很大，所以简单的设施很快就有破损的危险。为防止此类事情的发生，必须依靠混凝土、混凝土块或堆石。混凝土块和堆石使用墙背塞缝混凝土，需要强度时必须使用背衬混凝土。采用干堆石时，必须保证足够的安全强度。

4.3 高度

4.3.1 一般情况

1. 原则上，护岸的顶部高是设计水位高度加上安全超高。
2. 河流蜿蜒部凹岸的护岸在建得坚固的同时，特别要增加顶部高度。

说 明

河流堤防要考虑到发生洪水时的风浪、涌浪、水跃等造成的水位的短暂上升、漂流木等情况，根据流量设定安全超高。但是在以水土保持为主的湍急河流（一般河床坡度在1/100以上）中，由于流木、巨石等的混入，上述现象特别显著，所以建护岸时要估计充分（设计水位高度+安全超高）。

河流曲线部的流速一大，就在横断面两岸产生水位差，凹岸比凸岸水位高，所以凹部的河岸不仅需要建特别坚固的护岸，而且必须加大坝顶高度。

4.3.2 与大坝的联接

计划建在大坝和固床工程上游的护岸顶高程必须等于或大于大坝和固床工程的翼墙坝顶高度。

说 明

大坝工程和固床工程的翼墙一般应大于过水口的设计水位高度，所以护岸顶部高程必须等于或大于大坝和固床工程的翼墙顶部高度。如有疏忽，洪水将越过护岸，固床工程或大坝翼墙的岩体结合部就有可能溃决。同时，为了防止大坝和固床工程的翼墙角部的破损，原则上必须对湍急河段的翼墙和护岸的两个坡面同时加以防护，以避免突出而受到水流冲击。

4.4 河床坡度

1. 护岸施工区间的河床坡度参照本章3.5和6.5。
2. 在河流曲线部凹岸和顶冲部建护岸时，与施工前相比，靠近护岸的河床更容易被冲刷，使河流横断面和河床坡度产生变化，因此要多加注意。

说 明

河床坡度，特别是设计河床坡度是决定护岸顶部以及基础的纵向坡度和基础埋置深度的重要因素。因此必须参照本章3.5和6.5河床坡度慎重研究。其次，在河流的蜿蜒部和紊流部分，河道的凸部有泥沙淤积，相反，凹部却有河床被冲刷的倾向，其程度随流速的增加而增大。重要的是，因为护岸施工区间的横断面和河床纵向坡度与设计有出入，所以应预先加以研究。

第5节 丁 坝

5.1 位置

5.1.1 一般情况

1. 丁坝一般建在河流的下游，或者建在沙砾圆锥地带河床宽度大且河床坡度较小的地方。
2. 计划在近似直线的区域的两岸建丁坝时，其位置要使丁坝的顶部对立，其中心线的延长线在中央相交。

说 明

丁坝一般建在河流的下游，或沙砾圆锥地带的紊流区域，在这样的区域，计划建在左右两岸对称的位置，利用水流来降低各丁坝顶部间的新渠道河床，同时将泥沙淤积在丁坝之间，及至河道固定下来，用导流工或护岸工程连接水头部，完成整治。

5.1.2 顶冲部

即使在河流上游建丁坝，也要选择因沿岸水流的冲击造成崩塌的山脚部等，以远离水流，阻止崩塌的扩大。

说 明

在废弃河流的上游，虽然很少建丁坝，但也有不少地方适合建设丁坝。就是说，在短区间的崩塌区域，计划在崩塌的上游段建1个向下游倾斜的非溢流丁坝，通过使水流远离崩塌的山脚，能防止崩塌的增大。在崩塌区较长时，计划建几个非溢流丁坝。一般对于崩塌场所，大多只建在河岸一侧。

5.2 方向

在河流上，向上游倾斜的丁坝很有利，但是一般多用直角丁坝。对于流线或它的切线， 70° — 90° 之间的角度是适当的。

说 明

直角丁坝在丁坝间的中央产生泥沙淤积，顶部河床的冲刷比较弱。向下游倾斜的丁坝中，丁坝间的沙砾淤积比直角丁坝少，顶部的冲刷最弱。向上游倾斜的丁坝，丁坝间的沙砾淤积沿着河岸和丁坝，比前两者多得多，但顶部的冲刷作用最强。河流中的水流从丁坝溢流时，直角丁坝不会产生偏流，但向下游倾斜的丁坝却向河岸偏流，向上游倾斜的丁坝向河流中心偏流。所以，一般应尽量避免使用向下游倾斜的溢流丁坝。

第6节 河道维护工程

6.1 目的

实施河道维护工程的目的在于通过改变河道来防止紊流，通过控制纵向坡度来防止底蚀和旁蚀。

6.2 设计条件

6.2.1 一般情况

原则上，河道维护工程一般与固床工程及护岸工程一起使用。

6.2.2 上游段的处理

河道维护工程计划区域的上游段，原则上建大坝或固床工程。

说 明

在河道维护工程的上游，不管建设河道维护工程的河流上游的荒芜状况如何，不管固沙工程的进展情况如何，为了对付万一出现的泥沙下泄，必须建具有抑制、调节水土流失功能的大坝或固床工程。此外，这个大坝或固床工程还必须具有隔水功能，因此必须充分考虑翼墙的贯穿部等。

6.2.3 含沙量

河道维护工程计划在考虑流量时，根据固沙工程的进度，原则上针对含沙量减少后的洪水。

说 明

关于河道维护工程计划中的含沙量，按照本章6.3的实施顺序，以如下标准计算。

1. 固沙工程在施工中（本章6.3本文1.(2)）以及弯曲、防止紊流时 含沙量 10%
2. 固沙工程结束时 含沙量 5%

6.2.4 桥梁等横跨结构物

在计划建河道维护工程时，要尽量减少桥梁、配水管等横跨结构物。

说 明

迫不得已建横跨结构物时，要考虑到上游的流木等带来的破坏等，最好在河流的安全超高上再加0.5m（参见图13-4）。

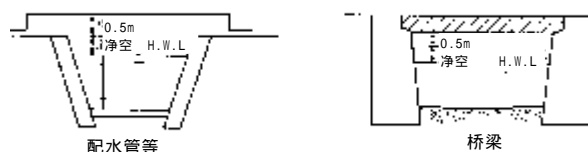


图13-4 横跨结构物的梁下净空

6.2.5 河床

河道维护工程原则上是不铺底部的。但在建河道维护工程的区间，对于构成河床的粒径的临界流速小于因设计坡度和设计水深而产生的流速，可以将水渠全断面砌护。

说明

计划建河道维护工程时，原则上不铺底部。因河床坡度等的作用而使水流推移力大于河床阻力时，也要在计划缓和坡度的阶段进行研究，尽量避免全断面砌护。但是即使考虑到缓和坡度及扩大河流宽度后，推移力仍然大于河床阻力时，则需要考虑全断面砌护。在较长的全断面砌护区间，必须适当建垂直壁，以防止地下水渠的发育。

6.2.6 变坡点

坡度有变化时，原则上应在其折点处建固床工程，并利用无落差护床工程来保持坡度。

说明

在改变河道维护工程的坡度时，为了尽量不使上游坡度造成的水流的物理性影响波及下游，原则上在变坡点建固床工程，设定落差。

一个坡度延续的距离相当长时，为防止对中间护岸基础的冲刷，要在中间地带建无落差护床工程。

6.2.7 设计条件

河道维护工程的安全超高原则上由设计流量决定。但是，安全超高也因河床坡度而变化，安全超高（H）与设计水位高度（H）之比（H/H）不得低于下表值。				设计流量		安全超高
				不足200m ³ /s		0.6m
				200~500 m ³ /s		0.8m
				500 m ³ /s以上		1.0m
坡度	~1/10	1/10~1/30	1/30~1/50	1/50~1/70	1/70~1/100	1/100~1/200
H/H值	0.50	0.40	0.30	0.25	0.20	0.10

说明

坡度很陡的河流容易发生河床变化、泥沙径流等，加上输沙量大而导致水面变动也大，因此需要较大的安全超高。这也与河床宽度有关，即使是同一流量，如果河床越宽，那么设计水位高度的水深越小，所确定的安全超高就十分安全。

在此采用设计水位高度（H）与安全超高（H）之比，根据不同坡度规定了下限值。

6.2.8 水利用

在扇形地区建河道维护工程时，有可能对地下水、淹没水等产生影响，因此关于河道维护工程周围的水利用状况，事前要充分进行调查。

说 明

由于实施全断面砌护，以及掘进河道的河道维护工程，有时施工前的淹没水、地下水被隔断，或水位降低，对流域周围的水利状况（涌水、抽水等）产生明显的影响，所以必须预先充分调查扇形地区的水动态。

关于地下水的调查，参考调查编第7章《地下水的调查》和第10章《滑坡以及陡坡地区的调查》。

6.3 实施的顺序

实施河道维护工程时，必须研究河流上游的荒芜情况。

1. 上游荒芜时

- 1) 未实施固沙工程 建河道维护工程为时过早。
- 2) 正在实施固沙工程 原则上在上游固沙工程控制设计输沙量的50%（包括抑制泥沙的产生、输沙的抑制调节量）后实施河道维护工程。
- 3) 固沙工程实施完毕 可以实施河道维护工程。

2. 上游的荒芜程度较轻时

大多在下游弯曲部或紊流严重、冲刷显著的情况下，有必要实施河道维护工程。但是，为了对付今后的荒芜情况，上游的固沙工程对于设计输沙量，原则上在完成50%以上后实施河道维护工程。

说 明

河道维护工程完成后，如果来自上游的输沙量大，往往给人口居住区带来泥沙灾害。所以，原则上应在上游输沙防治设施完成以后再着手建设河道维护工程。

6.4 边坡线

河道维护工程的边坡线要尽量保持平滑。

说 明

为了使河水顺畅下泄，同时为了便于将来的维护，河道维护工程的边坡线最好接近直线。但是，土地利用率高河流的下游以及沙砾圆锥地带，大多很难矫正边坡线，所以一般不得不沿着现有水渠设计边坡线。但是也应切记河道维护工程的本来目的，避免因征地困难等原因而沿着弯曲显著的原有水渠设计。

河道维护工程最下游流入河流或大海时，关于河流的回水水位以及满潮水位，参考计划篇第9章第4节《设计水位高度》。

6.5 河床坡度

改变河道维护工程的河床坡度时，要使坡度从上游到下游逐渐趋于平缓。河床坡度应将水流推移力的变化控制在50%以内。

说 明

如果坡度变化过猛，变坡点附近就会产生冲刷和淤积现象，使河道维护工程的维护产生困难。所以，在变坡点确定坡度和水深时，最好使上下游的水流推移力不发生50%以上的变化。

6.6 结构

6.6.1 蜿蜒部

河道维护工程曲线的外侧因水流的离心力造成水位的上升，因此原则上说，护岸顶部应高于内侧。水流容易聚集在曲线部外侧，所以结构上必须考虑能应对它的强度。

说 明

所需加固高度参见本章4.3.1护岸高度。

发生洪水时，洪水集中在曲线部外侧，冲刷力很强。所以，较之直线部的护岸工程，更需要结构坚固的。特别是双面砌护时，要考虑使用埋置深度等足以抗冲刷的结构。

6.6.2 大坝的连接

直接连接大坝和河道维护工程时，原则上大坝的过水口断面用大坝公式计算，河道维护工程的断面用流量公式计算，其间的连接从副坝或垂直壁下游进行，应保证接缝平实。

说 明

除了特别低的大坝，大坝的过水口断面通常用水文学上的大坝公式计算，与河道维护工程明渠的计算断面结合时，从副坝或垂直壁下游进行调整。

但是，将河道维护工程安接在大坝的副坝或垂直壁上时，大坝必须安全容纳超量径流的泥沙。如果大坝自身具有调节功能，具有防止底蚀和旁蚀等的目的（参见第2节大坝、2.1.1分类），这种大坝和河道维护工程的直接连接就可能招致泥沙灾害，所以最好在大坝和河道维护工程之间建立适当长度的河道调节段。

6.6.3 底衬段的尾部处理

在全断面砌护的河道维护工程向双面砌护的河道维护工程过渡的部分，由于流速的差，有可能在双面砌护的河道维护工程上游附近的护岸基础部分产生冲刷，因此要考虑河床保护工、消能工。全断面砌护的下游至少要建无落差护床工程，以防止吸出。

说 明

在全断面砌护的河道维护工程向双面砌护的河道维护工程过渡时，河床有可能被深度冲刷。这时要考虑两者的流速、坡度、水深等，必要时还要用石块实施河床保护工、消能工，以维护河床和调节流速。

6.6.4 人工掘方式的原则

原则上河道维护工程采用人工掘方式，筑堤工只限于与干流的结合部等。

说 明

水土保持工程中的河道维护工程，通常坡度很陡，流速很大，采用筑堤方式往往决堤、溃决的危险性很高，一旦决堤受害严重，因而应该尽量避免筑堤方式，而采用人工掘方式等提高安全性的工程法。

6.6.5 固床工程的重复高程

河道维护工程的固床工程互相采用充足的重复高程，相邻固床工程的顶部和基础至少必须等高。

说 明

河道维护工程的固床工程群呈阶梯状。河床累积漂石或接近累积时，也可以使相互邻接的固床工程的过水口和基础高成为水平。河床由沙子或沙砾层形成时，固床工程基础为了解决下游部的冲刷，必须与下游固床工程的过水坝顶重复。但是全断面砌护不在此限。

6.6.6 设计断面

河道维护工程的设计断面应充分注意现有河道宽度，以免宽度小于现有河道。

说 明

缩小现有河道宽度，不仅会破坏河流的功能，还会使设计洪量的水深相对增大，因此在结构上成为危险地段。为此，设计断面至少应满足现有河道的宽度。

河床过宽而可能发生紊流、特大淤积时，采用复式断面。如果附近尚处于空闲状态，那么最好利用现存天然林作为缓冲地带。自然扩宽部分最好作为贮沙池使用，以防意外的泥沙径流。

第7节 治坡工程

7.1 工程种类的选定和配置

在计划治坡工程时，必须充分调查该地区的地形、地质、土壤、气象及其与护坡大坝的关系，来选择最适当的工程。治坡工程要注意工程种类的配置、组合，以有效发挥各个工程的综合功能。

说 明

治坡工程以土木工程为辅助手段，在山坡荒地上培育植被，利用植被抑制水源地区泥沙的产生。

决定治坡工程成败的关键是栽培树种的选定和工程种类的选定及配置。因此，必须在事前充分调查研究了当地的地形、地质、土壤、气象等诸条件。

治坡工程的代表工程如下：

- | | | |
|---------|-------------|----------|
| 1. 谷坊工程 | 6. 栅栏工程 | 11. 草皮工程 |
| 2. 切坡工程 | 7. 植树工程 | |
| 3. 挡土工程 | 8. 植被护坡工程 | |
| 4. 渠道工程 | 9. 山坡覆盖防护工程 | |
| 5. 涵洞工程 | 10. 直播工程 | |

一般治坡工程是通过这些工程的组合来完成的。另外，根据地段分类的注意事项如表13-1所示。

表13-1 地段分类注意事项

地段分类	注意事项
积雪地带	治坡工程会因雪崩造成困难，所以主要进行山谷中的工程。也进行治坡工程时，要加宽阶梯，同时进行栅栏工程。
冻土地带	完善河流工程，治坡工程应避免截断阶梯，而采用山坡覆盖防护工程和栅栏工程。
多雨破碎带	以河流工程为重点，治坡工程应充分实施排水工。
多雨第三、四纪地层带	减少河流工程，建低矮的谷坊工程、护岸等。治坡工程以排水工为主，尽量简化山坡覆盖防护工程。
多雨第三、四纪地层带	依照多雨第三、四纪地层带进行，但治坡工程要同时使用防止雪崩的工法。
多雨火山淤积物地带	以处理地表水的水渠工程为重点。覆盖工程采用轻材料以及全面覆盖工法。
少雨花岗岩地带	以治坡工程为重点，以求全面覆盖。

7.2 谷坊工程

谷坊工程建在秃山以及崩塌区内的冲刷河谷。谷坊工程的位置原则上在该山坡的下游，高度足以防止冲刷山脚，方向、结构及断面计算依照本章2.3~2.6。

7.3 切坡工程

在秃山以及崩塌区斜面的全部或部分陡峭的情况下，切坡工程应针对陡峭部分及起伏多的斜面进行设计。切坡工程原则上应切取到构成斜面的泥沙的安息角。

7.4 挡土工程

在崩塌斜面较长或切坡工程土方量大时，或者在作为其他设施的基础的地方，实施挡土工程。

位置和高度必须使从山脚到顶点的整个坡度成为自然的、协调的坡度。

断面足以安全对抗背面土压、漂石、温度变化等。

基础必须在坚固的基岩上。不得已建在地基松软的地方时，必须进行基础处理。

7.5 水渠工程

斜面较长时，斜面有起伏时，崩塌区周围积水时，必须将涵洞工程积聚的水导为地表水时，实施水渠工程。

水渠工程的位置选择在斜面凹部最能有效汇流、排水的位置，断面要充裕，足以安全通过进水的最大流量。水渠原则上每隔20~30m建1座无落差护床工程，在水渠尾部必须用挡土工程或谷坊工程加以固定。

7.6 涵洞工程

地下水较多，再崩塌的可能性大的地方，不得不大量淤积修整坡面的泥沙的地方，要实施涵洞工程。

涵洞工程建在最容易进出地下水的地方。结构需考虑到地下水的水量、地基是否良好等。

7.7 栅栏工程

在山坡斜面的表土有可能流失的地方，而且有可能导入植被的地方实施栅栏工程。栅栏高度的标准为50cm左右。

7.8 植树工程

植树工程建在基岩裸露的、少雨干燥的地方。

植树工程的配置标准是每升高1.5m左右切出一个水平台阶，进行植树。

7.9 植被护坡工程

植被护坡工程建在表土较深、土质良好的地方，或者在崩塌地的基岩部，以分散雨水和防止冲刷山坡斜面以及迅速培育植被为目的。

植被护坡工程的配置根据斜面坡度、植被护坡工程的种类而定。

7.10 山坡覆盖防护工程

土质较轻且荒废，可能受到雨、霜冻、霜柱、风等的冲刷时，或者在斜面播种并防止种子流失、干燥时，应建山坡覆盖防护工程。

7.11 直播工程

直播工程建在斜面短而平缓，土壤条件良好的地方，单独或与其他工程并用，目的是实施早期绿化。

7.12 草皮工程

草皮工程建设以秃山及崩塌地的早期绿化为目的。

树种的选择以适合的土地、适当的树木为原则，应符合以下条件，在土壤条件恶劣的地方，原则上要2~4种树木组合栽植。

1. 生长力旺盛，枝繁叶茂的树种。
2. 根系发达，土壤紧附性强的树种。
3. 对瘠薄之地、干燥、冷害、虫害等适应性强，抵抗力大的树种。
4. 土壤改良效果大的树种。

栽植数量原则上按以下条件计划。

1. 在泥沙淤积地区等土壤条件比较好的地区，每1ha栽种3000~5000棵。
2. 基岩裸露地区，每1ha栽种8000~12000棵。

栽植时，原则上要施肥。

第14章 防止滑坡工程措施计划

第1节 概要

在制定防止滑坡计划时，既要制定针对各运动板块的计划，又要制定整体计划，以提高包括各运动板块在内的全地区的安全性。

说明

在整个地区同时进行防止土体滑动工程，将会取得更好的效果，而一般说来，土体滑动现象规模都很大，完成一项工程需要进行很多烦琐的工作。因此，须根据各运动板块的危险程度和保护对象的重要性，在充分考虑工程方法特点的基础上，制定包括工程方法、位置、数量及施工顺序等内容的整体计划。而且，还应在施工中或完工后，考虑到土体滑动的运动状况、地下水位的变化以及新得到的信息，根据需要修订总体计划。

防止滑坡工程的效益，在地下水排除工程方面体现在土体滑动面的间隙水压的降低，在支撑工程方面则体现在支撑工程的强度施加在土体滑动面的阻力上。判断这些工程的效益时，应确认各种工程方法的效果是否符合计划。如果难以确认，则可通过确认完工后计划对象地区的土体滑动现象是否已经消失，来判断工程效益。

不过，土体滑动现象一般比较缓慢，而且往往随异常气象（暴雨、持续大雨、融雪等）而间歇活动，因此，根据土体滑动的盛衰判断工程效果时，须特别细致观察。在判断是否需要结束工程时，要参考施工过程中土体滑动现象的变化，完工后也仍然需要在必要的时期内（至少1年以上）继续观察，以确认有无异常活动。

运动板块的分割，按照调查卷 第10章 土体滑动和陡坡调查 2.2.2.1 的规定执行。

第2节 防止滑坡设施计划

2.1 防止滑坡设施计划的基本内容

制定防止滑坡设施计划时，须根据土体滑动的发生构造及其规模，恰当地协调安排抑制工程和支撑工程。

说明

防止滑坡工程主要可以分为抑制工程和支撑工程。

抑制工程即通过改变土体滑动地点的地形、地下水状态等自然条件，来阻止或延缓土体滑动的工程方法。

支撑工程即通过修建造物、利用其阻力来完全或部分性地阻止土体滑动的工程方法。

制定永久性的防止滑坡计划时，须注意以下几点：

1. 要合理、协调地利用抑制工程和支撑工程的特点。
2. 工程方法以抑制工程为中心，支撑工程则是在提高运动板块的稳定性，直接保护住宅和设施时使用。

3. 土体滑动运动持续活跃时，原则上不使用支撑工程，要先实施抑制工程，待运动减轻或停止之后再实施支撑工程。
4. 有时，事前的调查无法反映土体滑动的整体状况，因此，有必要根据以后得到的信息来修改计划。

表 14-1 为通常使用的防止滑坡工程分类法。

表 14-1 防止滑坡工程分类



研究设施计划的基本程序如图 14-1 所示。

2.2 工程方法的选择

选择防止滑坡的工程方法时，首先要考虑发生机理，尤其要充分考虑降雨（融雪水）及地下水与土体滑动运动的关联、地形·地质、土体滑动的规模、运动形态、运动速度、保护对象以及经济效益等。

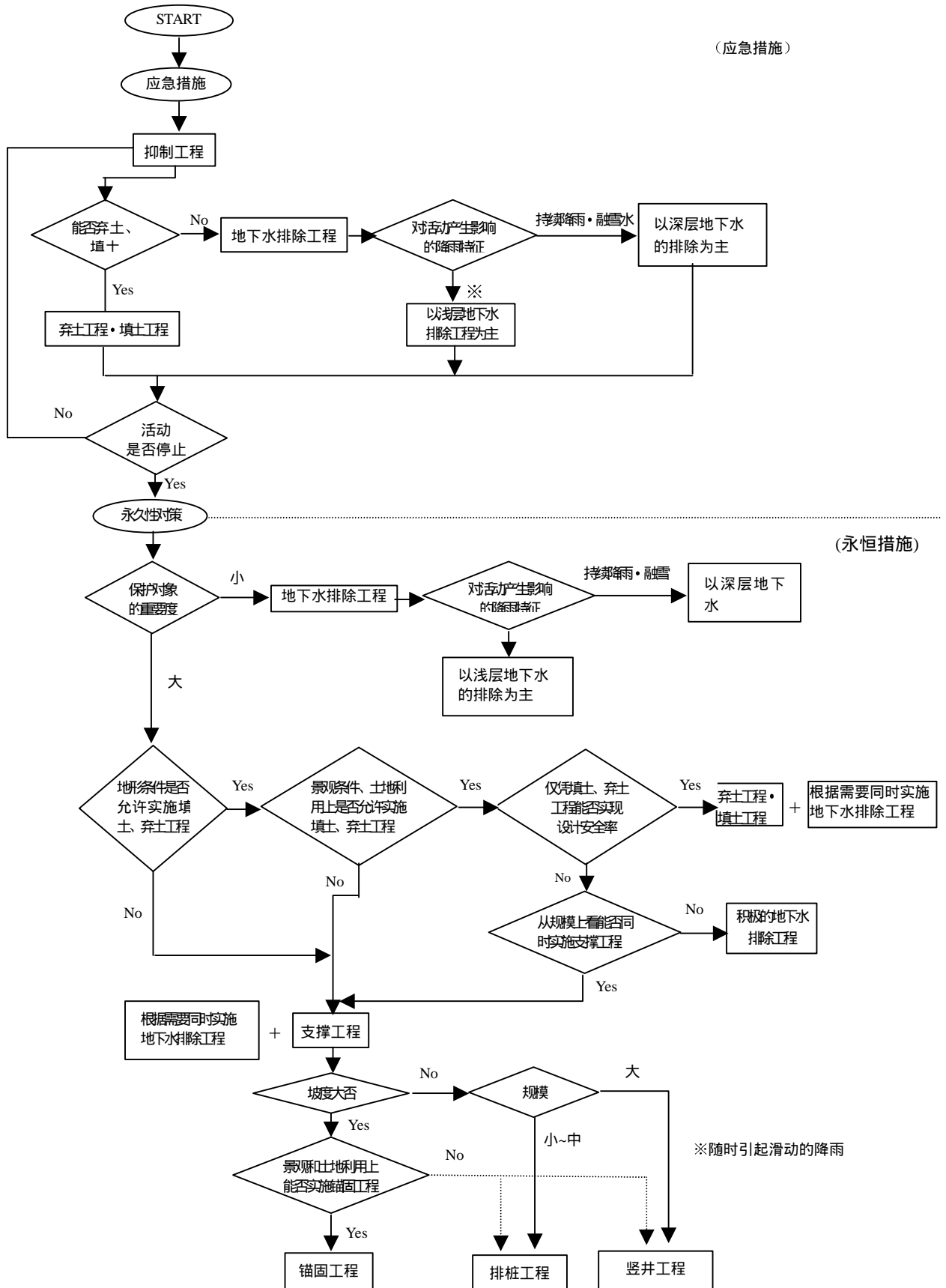
说 明

土体滑动是一种由地形、地质、土质、地下水等因素，降雨、融雪等气象条件，挖方等人为因素以及地震等诱发因素组合引起的复杂现象。因此，要制定有效的防止滑坡设施计划，就要事先进行充分的调查，明确发生土体滑动的原因和机理，再根据实际情况选择工程方法。

具体应注意以下几点：

1. 如果降雨或融雪水与土体滑动的运动密切相关，应立刻实施地表水排除工程，防止雨水渗透。
2. 如果梅雨等长期降雨或融雪水与土体滑动的运动密切相关，则以地下水排除工程为中心的工程方法比较有效。
3. 对于风化的凝灰岩、泥岩等粘质土的活动性土体滑动，应采取以处理浅层地下水和地表水为中心的对策，但如果属于极其松软的粘质土块，则需要通过在土体滑动坡地上方实施地下水拦截或地下水排除工程，防止地下水流入该地区，逐步使坡地稳定。

图 14-1 研究设施计划的基本流程



4. 如果在单一运动板块（坡地上方没有其他板块）上，滑动面明显呈椅子型或船底型，则在顶部实施弃土工程或深层地下水排除工程比较有效。
5. 运动板块沿倾斜方向分为几个板块，且互相连续时，滑动面的形状为平面或近似于船底型时，尾部伴有隆起时，在未部实施后戗填土工程和地下水排除工程比较有效。
6. 如果土体滑动的诱因是溪岸塌方、溪岸侵蚀、海岸侵蚀，则要首先防止溪岸和海岸的侵蚀。

第 3 节 坡地稳定性分析

3.1 稳定性分析

为选择、决定能够确保实现预期安全率的防止土体滑动工程的工程方法及其规模，要对每个运动板块进行稳定性分析。

说 明

根据滑动坡地的不同形状，可使用瑞典式分割法及扬卜法等进行稳定性分析，一般多采用瑞典式分割法。

但是，不应简单地利用通过普通的稳定性分析求得的安全率来判断坡地的危险性。

以下为瑞典式分割法的实例：

$$F_s = \frac{\sum (N-U)\tan \phi + c \sum l}{\sum T} \quad (14-1)$$

N ：分割片的重力产生的法向力（ $\text{tf/m}^2\{\text{kN/m}^2\}$ ） $=W\cos \theta$

T ：分割片的重力产生的切向力（ $\text{tf/m}^2\{\text{kN/m}^2\}$ ） $=W\sin \theta$

U ：作用于分割片的间隙水压（ $\text{tf/m}\{\text{kN/m}\}$ ）

l ：分割片的滑动面长（ m ）

ϕ ：滑动面的内部摩擦角（度）

c ：滑动面的粘聚力（ $\text{tf/m}^2\{\text{kN/m}^2\}$ ）

W ：分割片的重量（ $\text{tf/m}\{\text{kN/m}\}$ ）

θ ：滑动面分割片部分的倾斜角（度）



图 14-2 稳定性计算

公式（14-1）用于计算必要的工程量。

例如：

1. 排桩工程法：通过排桩工程确保预期的计划安全率时，利用公式（14-2）求出须施加的抗剪阻力。

$$P_R = P \cdot F_s \times \sum T - \sum (N-U) \tan \phi - c \sum l \quad (14-2)$$

P_R : 利用桩附加的必要抗剪力

$P.F_S$: 设计安全率

2. 排水工程法: 通过排水工程确保预期的计划安全率时, 利用公式 (14-3) 求出必须降低的间隙水压, 计算地下水位平均降低量。

$$\Delta U = \frac{1}{\tan} (P.F_S \times \Sigma T - \Sigma (N-U) \tan - c \Sigma l) \quad (14-3)$$

ΔU : 必须降低的间隙水压

[参考 14.1] 稳定性分析法的种类

稳定性分析法包括利用应力的极限平衡探讨稳定性的极限平衡法和探讨土体应力与应变之关系的应力分析法。应力分析法尚处于技术发展阶段, 在设计工程方法对策时, 原则上应采用极限平衡法进行稳定性分析。

极限平衡法中分割法(条分法)最常用, 根据滑动面的形状、薄片间力等不同的假设条件, 可以使用瑞典法、毕肖普法以及扬卜法等各种方法。同时, 极限平衡法除了利用主测线上的断面进行 2 维稳定性分析外, 还可以利用滑动板块整体进行 3 维稳定性分析。

在实际使用中, 应根据土体滑动坡地的各种特征(平面形、滑动面形、变形·裂缝等移动情况等), 从以上各种稳定性分析方法中选择最佳方法。

3.2 土质强度参数 (c, ϕ)

稳定性计算所使用的土质强度参数 c, ϕ , 应根据土体滑动形态及土质条件, 选择最佳方法进行设定。

说 明

土体滑动的地质构造相当复杂, 滑动面的强度沿滑动面变化多样, 因此, 在固定点进行原位试验求得滑动面的平均强度比较困难。所以, 经常采用反算法, 尽量准确地估算滑动面, 并且通过土体滑动的活动状态推算目前的安全率, 从而确定 c, ϕ 。

通常, 利用土质试验或表 14-2 决定粘聚力 c , 再反算出目前的安全率 $P.F_S$ 。

当土体滑动的最大垂直层厚度大于 25 米时, c 为 $2.5tf/m^2\{2.45kN/m^2\}$, 但在实际操作中, 除 c 之外, 还要考虑与之相应的 ϕ 做出综合判断, 或采用逆向分析等, 利用各种方法, 探讨妥当性, 谨慎地作出决定。同时, 最大垂直层厚度小于 5 米时, 也应另行加以研究。

土块的单位重量采用 $1.8tf/m^3\{18Kn/M^3\}$, 但对于火山灰或巨石多、间隙大的地层, 以及发生火山变质的地层, 最好是在原位置进行测量后, 再做决定。

表 14-2 最大垂直层厚和粘着力

土体滑动的最大垂直层厚 (m)	粘着力 c (kN/m^2)
5	5
10	10
15	15
20	20
25	25

3.3 间隙水压

用于稳定性分析的间隙水压数值，应使用测量间隙水压的最佳方法测得。

说明

当存在多个含水层时，钻孔内的地下水位显示的是异常水位，存在透水性差的土质时，会出现地下水位变化滞后的现象。因此，最好使用直接间隙水压计测量间隙水压。无法实施时，可用钻孔内的地下水位代替。

第4节 抑制工程的计划

4.1 地表水排除工程

4.1.1 地表水排除工程

为了防止雨水的渗透、以及涌水、池沼、水渠等的二次渗透引起土体滑动，须制定地表水排除工程计划。

说明

地表水排除工程的效果在稳定性计算中无法用数值表示，但作为防止土体滑动的对策，必须实施。尤其在降雨量与土体运动密切相关的情况下，这种工程方法更加有效。地表水排除工程应根据土体滑动的状况，选择能够尽快施工的工程方法。

排除流进土体滑动地区的地表水时，应选择与土体滑动的裂缝部或滑落山崖有一段距离的周围地区。

4.1.2 渠系工程

为了迅速集中土体滑动地区内的降水，将其排放到地区外，并排除来自地区外的流水而制定渠系工程计划。

说明

渠系工程分为集水渠系工程和排水渠系工程。

1. 集水渠系工程

为了尽量集中降水和地表水，通常横跨坡地修筑宽而浅的雨水渠，与排水渠相连。

2. 排水渠系工程

为了把集中的水尽快排出土体滑动地区而修筑排水渠系，一般坡度较大，须根据径流计算决定其断面。排水渠系一般修建在山谷形的位置，原则上每隔 20-30 米设置无落差固槽工程，在排水渠的终点和水渠的汇合处进行河床加固。

4.1.3 防浸工程

防浸工程的目的是防止地表水渗入地下。对于发生裂缝的地方，用粘土、水泥填充或用塑料布覆盖。池沼、水渠等的防渗工程，则可采用覆盖不透水材料、开挖池沼、水渠改道及改建等方法。

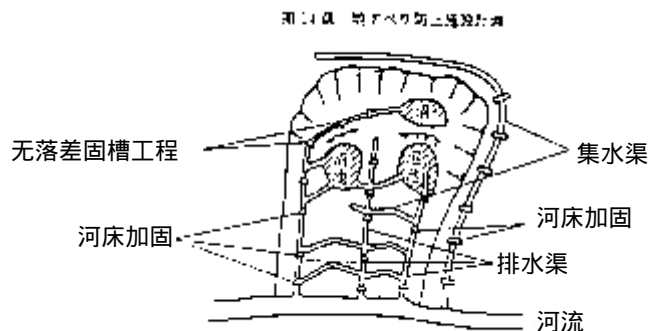


图 14-3 地表集排水渠工程

4.2 地下水排除工程

4.2.1 地下水排除工程

地下水排除工程的目的在于通过排除流入土体滑动地区内的地下水及地区内的地下水，降低土体滑动土块内部的间隙水压（地下水位）。

说 明

地下水排除工程包括浅层地下水排除工程和深层地下水排除工程。

4.2.2 通过地下水排除工程实现的地下水位设计下降幅度

应考虑土体滑动地的特性,决定通过地下水排除工程实现的地下水位设计降低幅度。

说 明

地下水位的降低幅度因工程措施的种类、土体滑动地的地形、地质、土质、地下水条件而异，因此，须在充分研究地下水位分析结果和相似地点施工后的水位下降情况的基础上做出决定。

如果土体滑动地内布满了各种设施，大致的标准是横向钻孔 3m，雨水井 5m，排水涵洞 5-8m。这种值应看作是地下水位下降幅度的最大值和计划上的目标值。因此，施工后应继续观察，如果地下水位没有发生预期变化，应重新研究工程方法，考虑增加工程。

为实现地下水位的计划下降幅度需要实施何种地下水排除工程的问题，如果可以通过考虑土体滑动地的特性、进行渗流分析来明确地推断地下水位下降幅度，则应采用这种方法。

4.2.3 浅层地下水排除工程

4.2.3.1 涵管工程

涵管工程的目的在于排除浅层部分的地下水以及迅速排除降水带来的渗透水。尤其是在排除透水系数小的土层中的地下水时，要积极采用涵管工程。

4.2.3.2 明暗渠工程

浅层地下水与地表水一样，受地形左右，容易集中在地表的凹陷部分和谷地中，需要采用涵管工程和地表排水渠系工程相结合的明暗渠工程计划。

4.2.3.3 水平钻孔工程

当明暗渠工程无法排除地下水，且从地形条件上可以进行施工时，须采用水平钻孔工程方法。

说 明

每个水平钻孔的长度应横贯含水层或滑动面 5m 左右。

4.2.4 深层地下水排除工程

4.2.4.1 水平钻孔工程

水平钻孔工程是为了排除滑坡地的深层地下水而采用的方法，必须先进行地下水调查，确认土体滑动板块的深层存在地下水，并确认地下水位之后，再向含水层钻孔。

说 明

以排除深层地下水为目的的水平钻孔计划，大都是作为紧急措施来使用。

水平钻孔工程的前端的间隔一般为 5-10m，要横贯整个活动面，并挖出 5-10m 的富余量。

4.2.4.2 集水井工程

集水井工程是要在深层位置集中地下水或水平钻孔的长度过长时采用的方法。

说 明

集水井不能指望通过集水井壁的集水孔涌水实现集水，而要依靠水平钻孔进行集水。

决定集水井的位置和规模时，应考虑安全性和维护管理的需要。应当研究适当的工程方法，使集水能够通过自然方式向外排水。

如果无法从集水井直接向地表排水，则须计划建设接续井。接续井的排水钻孔有可能因土体滑动而被截断，因此，原则上接续井不要横跨滑动板块。

地下水呈层状或脉状广泛埋藏于土体滑动地区内、需要集中排除地下水时，要采用集水井工程方法。如果地下水的分布呈多层结构，则需要在纵深方向打 2 层以上的集水钻孔。

地质松软、涌水量大时，钻孔较困难，因此须采用其他方法。此外，在运动活跃的地区，侧向压力的增加会使集水井发生应变，成为破坏的原因。因此，无论从施工后的维护管理还是从施工中的防灾角度来看，都应该尽量避免在这样的地方进行施工。在确定集水井工程的位置时，通常用勘探钻孔确认地质和地基情况。

设置 2 个以上集水井时，要充分考虑集水钻孔的施工长度、集水井对地下水位的影响范围以及目前地下水的状况等因素后，确定其位置。

4.2.4.3 排水涵洞工程

排水涵洞工程的目的是排除深层地下水，在土体滑动的移动层较厚、集水井工程和钻孔工程效果不佳时采用。

说明

采用排水涵洞的目的，是通过其内部的集水钻孔排除地基附近的深层地下水。包括设在土体滑动面以下的底部涵洞和设在滑动地周围的周边涵洞。除特殊情况外，应避免在滑动土块内部钻挖涵洞。

为了排除地下水，要在地下水流动位置上设计向上或斜向钻孔。

4.3 弃土工程及后戗填土工程

4.3.1 弃土工程（挖方工程）

弃土工程的目的是为了降低土体滑动推动力。如果滑动地背后的坡地上土体滑动扩大或再次发生的可能性较小时，在滑动地顶部实施。多个土体滑动板块相互牵连时，要考虑上方的板块进行设计。

说明

在制定弃土工程计划时，要尽量准确地求得土体滑动的规模、滑动面的分布，用稳定性计算来决定弃土量。

计划弃土工程时，须事先进行充分调查，研究上方坡地是否存在潜在的诱发土体滑动的可能性。上方坡地的土体滑动规模大时，要暂时停止该计划。

4.3.2 后戗填土工程

后戗填土工程是为了增加对土体滑动推动力的阻力而实施的。如果不会降低填方部分及填方部分下方坡地的安全度，则可以在土体滑动末端部分实施。

说明

后戗填土工程与弃土工程并用效果较好，因此，通常将两者结合起来使用。

填方量须根据稳定性计算来决定。考虑到填方背面的地下水位的上升，应同时实施地下水排除工程。

4.4 河流构造物

如果流水的侵蚀造成河床下降或溪岸侵蚀破坏滑动土块的稳定性、成为诱发土体滑动的因素，为了保护溪岸、稳定土体滑动末端而设计河流构造物。

说明

防止土体滑动的河流构造物有防砂水库工程、固槽工程、护岸工程、丁坝工程等。此外，虽不属于构造物，也可以设计河流改道。

如果在紧邻土体滑动地区的下游地区实施防砂水库工程、固槽工程，它们带来的堆砂会防止土体滑动末端部分的坍塌和侵蚀，达到与后戗填土工程相同的效果。

设置防砂水库、实施固槽工程时，原则上选择紧邻土体滑动地区的下游地区内不受土体滑动影响的稳定的地基。

在土体滑动地区内计划设置一系列水库工程或固槽工程时，须将离其最近的、不受土体滑动影响的下游地点作为设置的最下端。

第5节 支撑工程的计划

5.1 排桩工程

排桩工程是在土体滑动坡地打入排桩，用桩的阻力对抗土体滑动推动力。要选择能够充分阻挡移动土块的地点。

说明

排桩工程是通过将桩打入至固定不动的土块，施加剪断阻力和弯曲抗力，直接对抗土体滑动移动土块的推动力的工程方法。

排桩工程一般是将多个桩相对于土体的移动方向垂直、排列设置，与土体滑动推动力合为一体进行抵抗的工程方法。因此，当土体滑动活跃、达 1mm/day 以上时，如果不能将计划打入的桩同时打入的话，每根桩的作用就会分散，预期效果就无法实现。因此，原则上要避免在这样的地点采用这一方法。

计划位置，原则上应选择桩根部接触地点的地基坚固、位于滑动板块中央的下方、可能产生地基反力的地点。

5.2 竖井工程

土体滑动推动力大，依靠排桩工程无法确保预期的计划安全率 ($P.F_s$)、且地基良好时，选择竖井工程。

说明

竖井工程是纵向挖掘直径 2.5-6.5m 的坑，一直挖到不动土块，向坑中填入钢筋混凝土，用来代替桩的工程方法。

由于地基的原因无法使用大口径机械钻井，或曲桩无法抵抗土体滑动土压时，采用竖井方法。

5.3 接地锚固工程

接地锚固工程是利用固定在地基内的钢材的牵引力对抗土体滑动的工程方法，选择能够发挥牵引效果和紧固效果的地点实施。

说明

锚固工程是把高强度的钢材作为牵引材料固定在地基上，将牵引材料顶部的重力传达到地基上，使反力构造物和土地形成整体，达到稳定的目的。

根据土体滑动地的地形、地质及其移动状况进行研究，土体滑动地坡度大、排桩工程和竖井工程无法得到足够的地基反力时，情况紧急、须尽快发挥效果时，选择适当的地点实施锚固工程。

参考文献

- 1) 土质工程学手册, 土质工程学会, P223-263, 1982
- 2) 坡地稳定分析入门, 土质工程学会, P223-263, 1989
- 3) 土体滑动工程学——理论与实践——, 申润植, 山海堂, 1989
- 4) 建设省土木研究所, 坡地稳定性分析法——Sarma法, 土木研究所资料第2708号, 1989
- 5) 土体滑动、坡地坍塌的预知与对策, 渡正亮, 小桥澄治, 山海堂, P14, 1987年4月
- 6) 道路土方工程——坡面、坡地稳定工程指南, 日本道路协会, 1986年11月

第15章 防止陡坡坍塌工程措施计划

第1节 防止陡坡坍塌工程措施计划的基本方针

1.1 计划的基本内容

制定防止陡坡坍塌工程的计划时，要对坡地进行调查，掌握当前的稳定性，并为提高坡地的安全性而采取必要的措施。

说明

多数需要实施防止坍塌工程的坡地都是经过长期的发育形成的，一般情况下都保持着平衡，比较稳定，但当暴雨袭击时，力量的均衡被打破，就会发生坍塌。

防止坍塌工程是为了提高不稳定坡地的稳定度而实施的，在工程计划中，原则上要选择施工过程中不会明显降低坡地稳定度的工程方法。

1.2 工程计划的出发点

要防止坍塌，就应该消除崩落或滑动力，或增加滑动面的阻力，或施加能够对抗坍塌与滑动的抵抗力。在制定工程计划时，必须因地制宜。

说明

陡坡坍塌的原因一般是降雨、地震等，但地形、地质等许多原因也会产生影响，其形成机制复杂，存在很多问题，因此，在制定计划时，要事先进行充分的调查，掌握坍塌的原因、机制，制定有效的最佳计划。

此外，自然坡地的地基情况复杂，很多地基特征是在施工过程中才发现的，因此，施工时要注意地基状态，如果有必要修改计划，应迅速采取措施。无论工程计划时预想的事项，还是施工中遇到的事项，都要在施工后的维护管理上继续予以重视。

1.3 工程方法的分类

工程方法包括通过改变坡地的地形、地质、地下水状态等自然条件，达到护坡目的的工程方法和通过设置构造物控制坡地的坍塌及滑动的工程方法，要根据不同的目的进行适当选择。

1.4 选择工程方法的基准

制定防止坡地坍塌工程计划时，须根据对象坡地的地形、地质等推测坍塌的原因和坍塌形态，要在兼顾安全性、耐久性、施工性及周围环境的基础上，选择有效、适当的工程

说明

在选择工程方法时，应根据需要综合各种工程方法，制定计划。即使是在同一地点，地形、地质及住宅分布情况不同时，也要充分考虑坡地的特点，采取适合每个地点的特性的工程方法，无论这个地点的规模有多小。同时，为了与周围环境协调、统一，要在保持坡地稳定性的前提下，实施植被工程。

尤其是实施挖方工程时，要在充分考虑坡地的稳定性及与环境协调的基础上制定计划。涌水多、地下水位高时，制定地下水排除工程计划。工程方法如表 15-1 所示。

表 15-1 防止坡地坍塌工程的种类和目的 (1/2)

工程种类		详细工程种类	目的或详细情况
排水工程		地表水排除工程	集中地表水并将其迅速排出坡地，或防止地表水流入坡地内。包括横向排水渠系工程（坡肩截水工程、马路排水渠工程）、纵向排水渠系工程、防渗透工程、谷坊工程
		地下水排除工程	排除坡地内地下水，降低间隙水压，稳定坡地。包括涵管工程、水平钻孔工程（防渗墙工程、集水井工程）
植被护坡工程		植被工程	包括喷播草种护坡、铺席式植被、块式植被、袋式植被、挖坑种草植被、格条式植草皮、条状草皮护坡、草皮护坡、盆状植被、栽植等工程。目的是防止雨水的侵蚀、缓解地表温度、防止发生冻土现象，以及通过绿化达到美化效果。（喷射厚层材料工程）
利用构造物的边坡工程	喷射工程	喷浆工程	在防止坡面侵蚀的同时，阻隔坡面与外部气和雨水等的接触，防止风化，防止坡地地基的强度下降。
		混凝土喷射工程	
		砌石护坡·	
	护坡工程	混凝土块护坡工程	防止坡面的风化、侵蚀以及轻微的剥离坍塌等。
		混凝土护坡	
	框格工程	预制板框格工程	在坡面铺设预制板框格、或现场浇注框格，在框格中种植植被，或用混凝土覆盖，防止坡面风化、侵蚀。
现场浇注框格工程		现场浇注混凝土框格，具有支撑工程的作用。（喷射护坡工程）	
其他	其他边坡工程	有塑性水泥稳定土护坡工程，网式液体合成树脂喷射工程，覆盖垫层护坡工程，沥青坡面工程等，目的是防止侵蚀。	
不稳定土块的挖土工程	挖土工程 (A)	削除突出部分，清除表层不稳定土层，清除浮石等有坍塌危险的土层、岩块。	

表 15-1 防止坡地坍塌工程的种类和分类 (2/2)

工程种类	详细工程种类	目的或详细情况
改造坡地形状的 挖土工程	挖土工程 (B)	修整坡地的坡度和高度, 使其在受到雨水侵袭时, 也能够保证安全。
挡土墙 工程	石材· 混凝土砌块挡土墙	防止坡地下端的小规模坍塌。
	后靠式混凝土 挡土墙	除直接支撑坍塌外, 还可以防止侵蚀和风化对坡面的影响。
	重力式混凝土 挡土墙	除直接支撑坍塌外, 也是重压填方、保护坡地稳定的基础。 接受式挡土墙工程: 无法直接支撑坡地坍塌时, 在离开坡地下端 (脚部) 的地方设置重力式挡土墙, 接受坍塌泥沙。
	混凝土格架式 挡土墙	防止涌水多、地基比较软弱的坡地的小型坍塌, 实现坡地稳定。
锚固工程	地锚及岩石 锚栓工程	为了防止强风化岩、裂缝多的岩石、表土层坍塌滑落, 综合采取现场浇注混凝土框格、混凝土挡土墙、混凝土护坡等工程方法, 提高其稳定性。此外, 把裂缝、节理、层理发达的岩石固定在内部的稳定岩石上, 防止坍塌和剥落。
排桩工程	排桩工程	在坡地上设置排桩, 利用排桩的弯距和剪断力抵抗滑动力, 提高坡地的安全度。
防落石工程	预防落石工程	防止发生落石的工程, 有除石工程、固定工程等。
	落石防护工程	防止民居受落石影响的防护工程, 有防落石网工程、防落石栅工程、防落石墙工程。
栅栏工程	档土栅栏工程	防止坡度平缓、表土层较薄 (2.0m) 的坡地局部表土坍塌, 并防止其扩大。
	栅栏工程	作为植被工程的补充, 用于防止降雨和地表流水对坡地表土的侵蚀。

1.5 选择工程方法的流程

选择防止坡地坍塌的工程方法时, 首先应了解坍塌的原因、形态, 制定计划。

说 明

通过调查推测坍塌形态和坍塌的原因时, 要勘察环境、景观、坡地高度、坡地规模、施工条件以及以往的施工情况、工程费用概算等, 判断是否应该采用以坡地整体为施工对象的工程方法。选择工程方法的流程如图 15-1 所示。工程方法选择概念如图 15-2 所示。图 15-2 的选择应利用正式调查的结果, 做出恰当的决定。

如果出于环境保护和景观的原因不能采用挖土工程方法，则可以按照以下程序选择工程方法：

- ①从坡地整体的安全考虑，须实施适当的支撑工程。
- ②如果上述坡地内有部分不稳定地区，须在该地设置支撑设施。
- ③如果通过调查了解到除了受各种力的影响外，还会受到地下水的影响，就应该考虑采用排水钻孔等地下水排除工程方法。
- ④为了防止地表流水引起侵蚀、风化和局部坍塌，采用坡面保护工程方法。这时，如果有水从腹地流入，则需要实施地表水排除工程。

1.6 总体规划

1.6.1 总体规划的制定

要在充分考虑与陡坡坍塌危险区域内的坡面特性及保护对象的状况、住宅迁移等其他防灾对策的关系的基础上，制定防止陡坡坍塌工程总体规划。

1.6.2 工程实施顺序

要根据坍塌的危险性、坍塌引起的灾害程度等，决定在陡坡坍塌危险区域内实施工程的顺序，从情况紧急的地区开始重点实施。

1.6.3 年度计划的区划

跨年度施工时，原则上以本年度开工的工程可以完工为标准划分，制定年度计划。地表水排除工程则要以相关的排水系统为范围制定计划。

1.6.4 计划的修改

在施工过程中，要严密监视坡地的情况，根据实际变化修改原计划的工程方法和工程数量。

1.7 坡地的稳定

由于自然坡地的地形、地质、土质情况复杂，有时难以通过计算进行稳定性研究。但在坍塌为滑落型坍塌、可以预测滑落面、并且可以把握土质强度和间隙水的状况时，则应该通过稳定计算研究其稳定性。使用的计算公式和计算方法同土体滑动，计划安全率标准为 1.2 以上。

说 明

坍塌的原因多种多样，有由于地表被侵蚀或带水而使土层强度下降的情况，也有重量增加、间隙水压上升等原因。如何处理这些作用、准确地进行设计，是决定防止坍塌工程稳定度的关键。

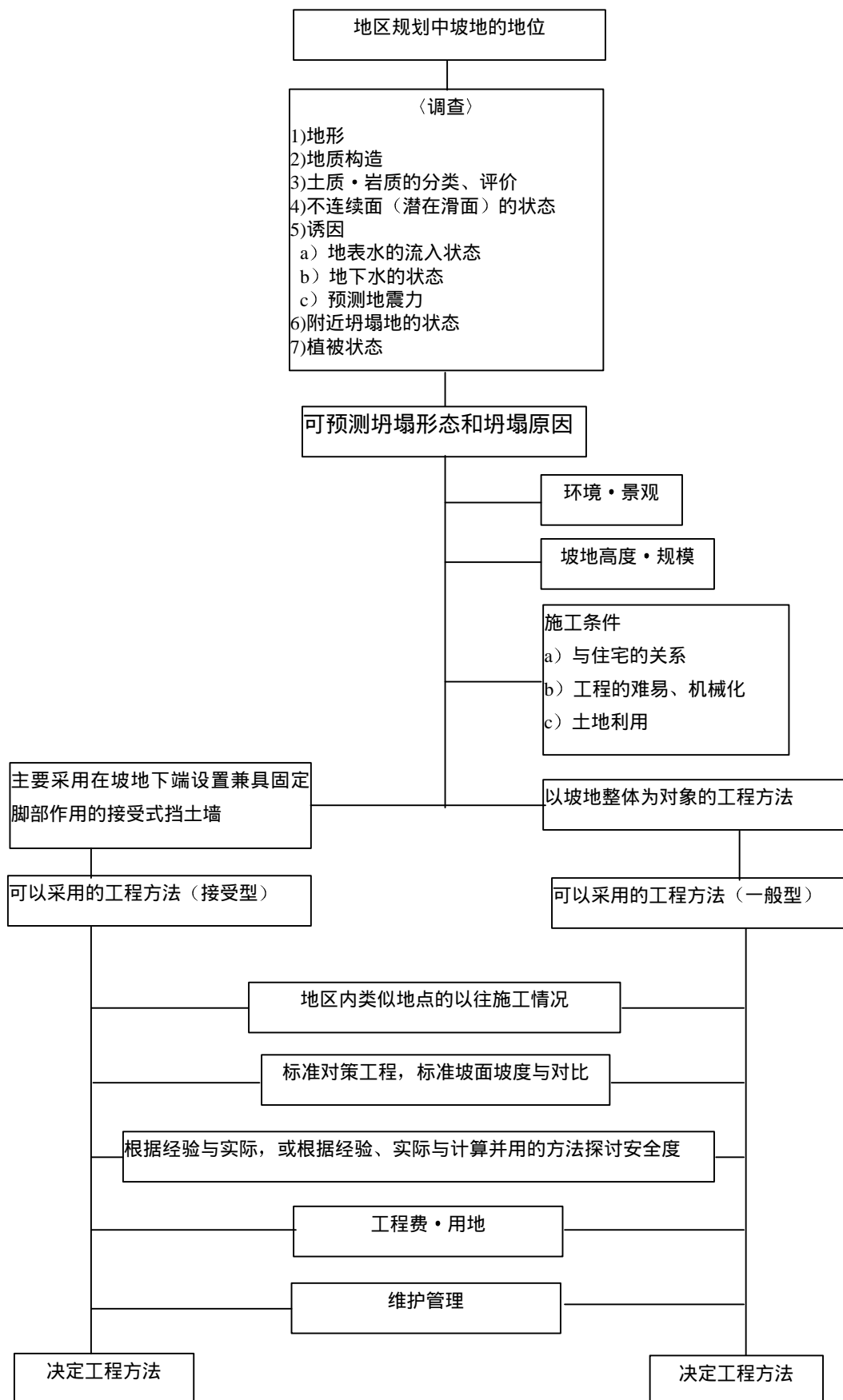
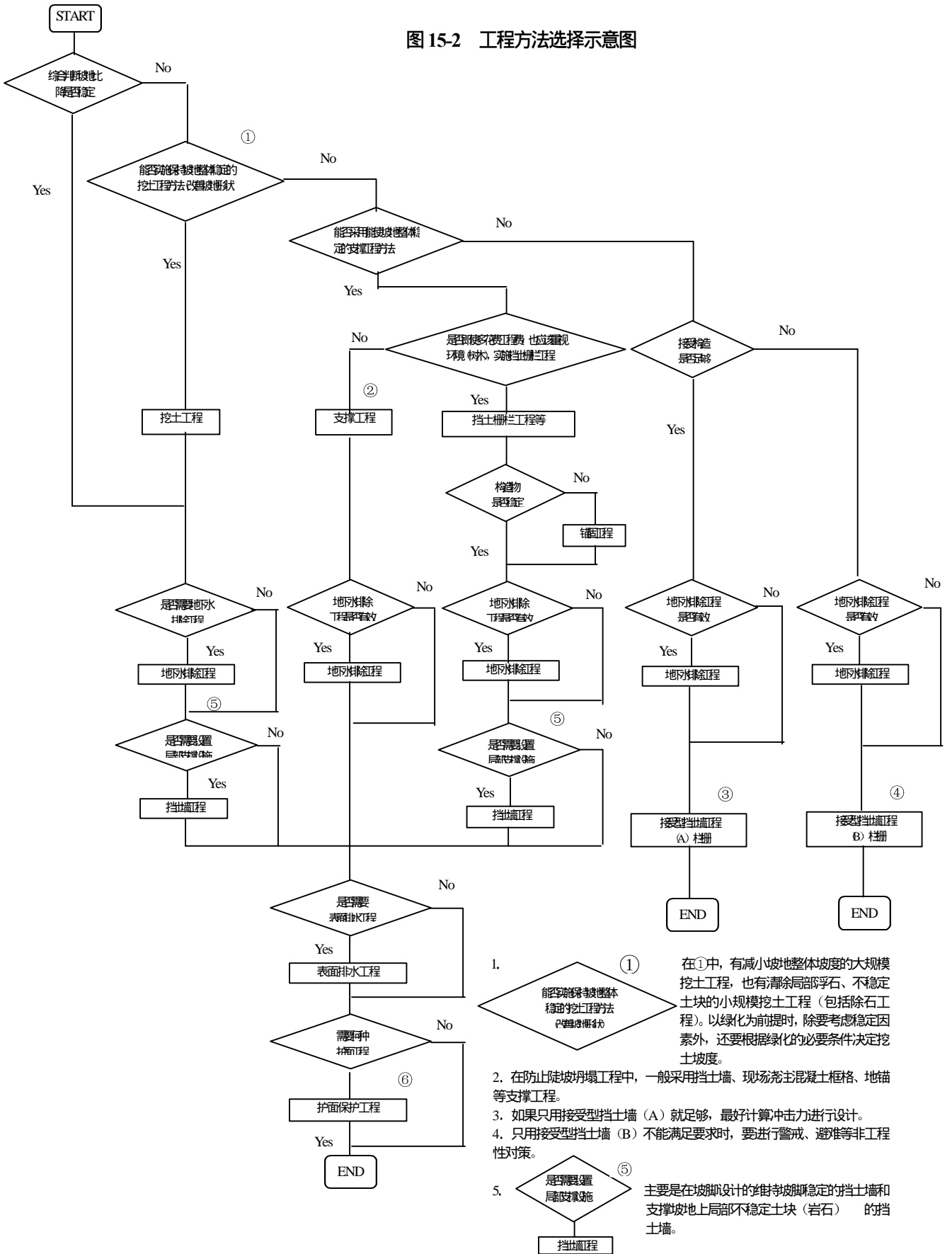


图 15-1 工程方法选择流程图

图 15-2 工程方法选择示意图



1. 在①中, 有减小坡地整体坡度的大规模挖土工程, 也有清除局部浮石、不稳定土块的小规模挖土工程 (包括除石工程)。以绿化为前提时, 除要考虑稳定因素外, 还要根据绿化的必要条件决定挖土坡度。
2. 在防止陡坡坍塌工程中, 一般采用挡土墙、现场浇筑混凝土框格、地锚等支护工程。
3. 如果只用接受型挡土墙 (A) 就足够, 最好计算冲击力进行设计。
4. 只用接受型挡土墙 (B) 不能满足要求时, 要进行警戒、避让等非工程性对策。
5. 主要是在坡脚设计的对斜坡脚稳定的挡土墙和支撑坡地上局部不稳定土块 (岩石) 的挡土墙。
6. 护面工程的目的是防止坡面和坡地受侵蚀、风化而影响稳定。护面工程包括通过植被和通过构筑物护坡 2 种方法, 如果可能就优先采用植被方法。

坡地对策的必要支撑力，通过将当前的安全率（ F_{sn} ）设定如下，再乘以计划安全率（ F_{sp} ）即可求得。

- | | |
|------------------|----------------|
| ①坡地存在异常、变形、坍塌征兆时 | $F_{sn}= 0.95$ |
| ②没有立即会发生坍塌的征兆时 | $F_{sn}= 1.00$ |

第2节 环境对策计划

2.1 环境对策计划的基本观点

制定陡坡坍塌对策时，要恰当地考虑环境因素。

2.2 环境对策的种类

根据需要须采取自然环境对策、社会环境对策、景观对策。

说 明

(1) 自然环境对策

通常要在实施各种工程的同时保护自然环境，应该阶段性地采取尽量保护自然环境、恢复自然环境、积极创造新的环境等方法。在防止陡坡坍塌工作中，也要从这些阶段出发，研究自然环境对策。

(2) 社会环境对策

可以把居住环境放在地区范围，积极利用坡地，以提高某一地区的居住环境的舒适度。除了可以作为绿地以外，还可以作为发生海啸、洪水时的避难场所，或作为地区的象征。正如特定坡地利用保护事业一样，今后将更加需要开展重视地区居住环境的事业。

(3) 景观对策

每个人的价值观、审美观不同，其对景观的评价也会产生很大差异。加之社会背景因素的影响，使人们的价值观更加趋于多样化。

虽然难以用统一的标准评价景观，但通常可以通过以下项目对景观进行评价：

① 和谐性

评价自然景观（背景）与设施是否和谐，其标准有“紊乱度”（设施是否使自然景观发生紊乱）、“连续度”（自然景观与设施的连续程度）、“突出度”（自然景观中设施是否突出）。

② 统一性

尤其是在同时建设多个设施时，各设施之间的统一性与综合评价密切相关。主要评价因素有“复杂度”（表示设施的种类和大小的综合印象）和“整齐度”（受设施排列方法左右）。

③ 亲和性

评价设施是否具有亲和力的评价因素有“顺眼度”。

2.3 环境对策手法

为了使周围的自然环境、社会环境、景观协调发展而采取环境对策。

说 明

(1) 自然环境对策

自然环境对策的主要方法有现有树木的保护和种植新植被等。

(2) 社会环境对策

防止陡坡坍塌事业中的居住环境对策有许多内容都与景观对策相同，因此，使用(3)介绍的具体方法，可以在一定程度上解决。

(3) 景观对策

为了创造良好的景观，一般情况下最佳方法是保持坡地自然状态。但是，一般的防止陡坡坍塌对策事业往往不可能采取这种方法。因此，为了使设施与周围的景观相融和，需要选择几种方法。

① 构造物形态的创意

在保持构造物应有的机能的同时，选用使其融入自然的形态设计。

② 利用天然石材等

利用天然石材建造构造物，减少不和谐的感觉，是保护景观的最佳方法。

③ 利用装饰性框格

在挡土墙和护面混凝土的表面加上仿石材型装饰性框格。

④ 利用常春藤等植物

在挡土墙等构造物上种植常春藤等植物，或覆盖上多孔植被水泥板。

⑤ 构造物表面的壁画浮雕

目前实例尚不多，主要是在护面混凝土和挡土墙的表面绘制壁画，或制作浮雕。