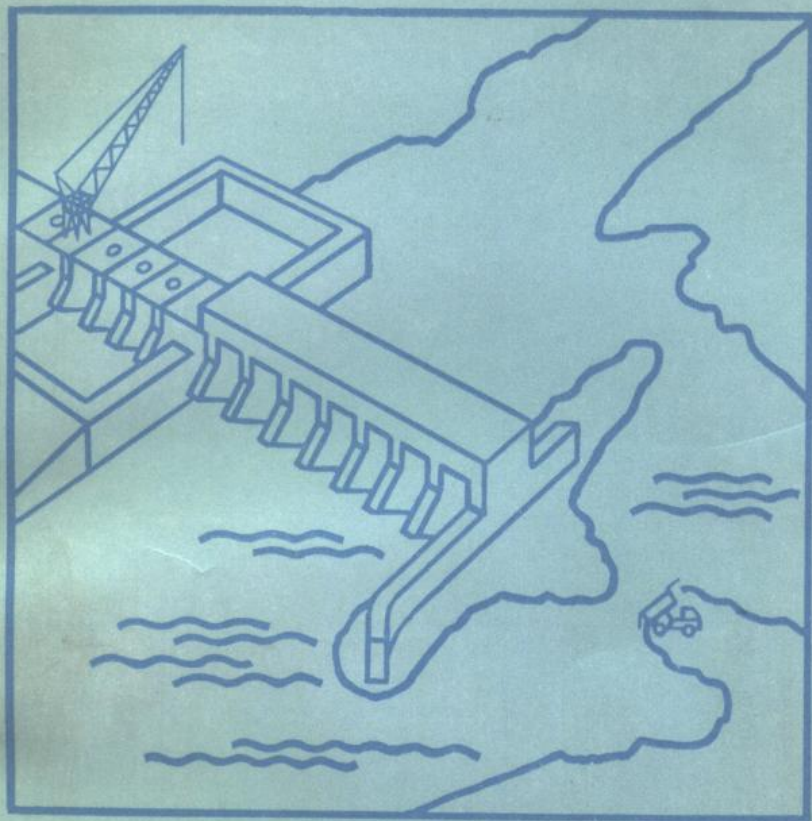


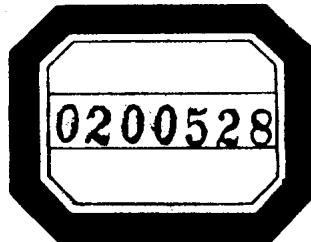


[苏] Ю. Г. 尼古拉耶夫 A. Г. 雅柯伯松

刘泊生 童正则译

水利水电建设中的施工导流

水利出版社



水电部科技情报所	
图书总号	中 6068
分类号	TV12

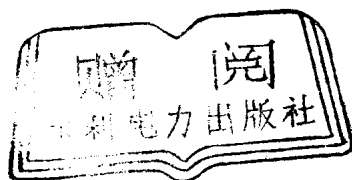
水利水电建设中的 施工导流



006089 水利部信息所

[苏]Ю.Г.尼古拉耶夫 A.Г.雅柯伯松

刘泊生 童正则译



水利出版社

内 容 提 要

本书介绍国外水利水电工程施工期导流、截流和围堰建设的各种情况和经验。书内根据建筑物的不同布置形式,提出了导流方式、截流方法和围堰建设选型等方面的一些建议,以及围堰和截流设计的一些计算方法。此外,书中还讨论了一些新的围堰型式和未来的施工方法,并附计算实例。

本书供从事水利水电建设的设计和施工技术人员使用,也可供大专院校水利系师生及有关科研人员参考。

ПРОПУСК РАСХОДОВ РЕКИ ПРИ ГИДРО- ТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ю.Г.НИКОЛАЕВ, А.Г.ЯКОБСОН

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

水利水电建设中的施工导流

[苏]Ю.Г.尼古拉耶夫 А.Г.雅柯伯松

刘泊生 童正则译

*

水利出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 10印张 222千字

1982年8月第一版 1982年8月北京第一次印刷

印数 0001—4110册 定价 1.15元

书号 15047·4200

3710/7

前 言

水利水电枢纽的建设与河流的水情及筑坝地区的其它自然条件有关。水利水电枢纽的施工方式和施工程序则在很大程度上取决于施工导流、施工过程中天然河道的分流以及水工建筑物的泄流条件。而这些条件又与截流、围堰施工、主体建筑物与施工导流的结合，以及永久性或临时性专用泄水建筑物的施工有关。在大型水利水电枢纽建设中，为了解决这些问题，需要对各种可能的导流方案进行技术经济比较，进行室内模型试验，以验证其正确性。

在解决上述问题的过程中，了解国内外所采用的导流和截流方法，以及评价国内外各种临时性围堰和导流建筑物的施工和运用条件具有重要的意义。

苏联早期建在平原河流上的一些水利枢纽多参考国外类似的工程进行施工，即采用重型木笼围堰保护基坑，用传统的“梳齿”方法使河水经由溢流坝上的开敞孔口下泄（第聂伯水电站）。后来，开始采用钢板桩防渗的土围堰，水流除由溢流坝孔口宣泄外，还经水电站厂房中预留的二期孔口、水电站厂房中的放水孔，以及各种型式的底孔宣泄（高尔基、古比雪夫、卡霍夫枢纽等）。

利用水电站厂房预留二期孔口宣泄施工期流量得到了广泛的推广。这种导流方法不仅在苏联，而且在一些与苏联进行技术合作的国外水利枢纽施工中也得到了采用（阿拉伯埃及联合共和国的阿斯旺水力枢纽、喀麦隆共和国的塔伯卡水

电站、南斯拉夫和罗马尼亚的捷尔达伯·铁门水利枢纽等)。

在苏联许多水利枢纽施工中，曾经采用过光滑流线型围堰首部结构，但现已逐渐为导流丁坝所取代。这种丁坝最初为钢板桩格箱式，以后逐渐过渡为填筑式堆石戗堤和木笼式（如伏尔加·格勒、萨拉托夫、泽雅、萨阳·舒申斯克）。

苏联在河流截流方面积累了一定的经验，截流方法已由既费工又须修筑栈桥的平堵法过渡为无须修筑栈桥的立堵法（如第聂伯河的基辅水电站、安加拉河的乌斯奇·伊里姆水电站、叶尼塞河的克拉斯诺雅尔斯克水电站、伊黎河的卡伯恰加依水电站，以及其它河流上的一些水利水电枢纽）。

在个别情况下，当条件有利时，苏联也采用水力冲填方法截流（如第聂伯河的卡涅夫水电站、伏尔加河的阿斯特拉汉分水工程的截流等）。

作者在编写本书之前曾写过两本小册子：《水利水电枢纽建设中的施工导流》（1969年）和《水利水电建设中的施工围堰》（1971年），由动力出版社编入《水利工程与水力发电丛书》出版。本书以这两本小册子为基础，又补充了一些近年来国内外水利水电建设中有关河流截流方面的新资料。编写本书时，还参考了有关临时性水工建筑物计算方面的新规范（建筑法规III-45-76，建筑法规II-53-73，建筑法规II-50-74，建筑规程435-72）。

作者根据自己在С.Я. 茹克水利设计院多年从事设计工作的经验，对导流建筑物的设计和施工提出了一些建议和解决的途径，并以一些截流计算实例来说明设计初期应如何确定原始参数和泄水建筑物的规模。

作者希望本书能够对从事这方面工作的有关人员在迅

速、准确地解决有关截流问题方面有所助益，使他们有可能根据具体情况采取最先进的解决方法。

Н.А.谢利莫诺夫教授、技术科学候补博士В.Л.库别尔曼和И.С.莫依谢耶夫以及工程师С.А.叶果洛夫都为充实本书内容提供了许多宝贵建议和希望，作者对此谨表谢意。

作者深望读者对本书提出意见要求，来信请寄苏联莫斯科113114，М-114，Шлюзовая Набережная, 10 动力出版社。

作者

目 录

前 言

第一章 水利枢纽施工分期和施工步骤	1
1-1 施工导流概述	1
1-2 主体建筑物采取河滩式布置时的施工导流	5
1-3 主体建筑物采取河床式布置时的施工导流	13
1-4 混凝土建筑物采取岸边布置方式时的施工导流	22
1-5 施工期间的航运条件	24
1-6 水利枢纽施工中冰凌和其它漂浮杂物的泄放	26
1-7 施工导流的水力条件	30
1-8 高坝施工期导流	38
第二章 截流	41
2-1 截流概述	41
2-2 用抛填块石方法修筑戗堤进行截流	45
2-3 利用水力机械设备或其它方法截流	57
第三章 截流的组织及其水力计算	65
3-1 准备工作	65
3-2 河道的初步束狭	69
3-3 龙口的封堵	71
3-4 截流用工作桥	77
3-5 截流的水力计算	85
3-6 关于截流组织工作的建议	99
第四章 围堰的一般特性	103
4-1 围堰的任务及其分类	103
4-2 围堰结构的发展	106
4-3 计算条件	111

4-4	围堰选型的一般条件	118
4-5	围堰的施工方式及其拆除	121
第五章	土质围堰、土石围堰和堆石围堰	126
5-1	土质围堰	126
5-2	土质围堰实例	132
5-3	土石围堰和堆石围堰	139
5-4	土石围堰和堆石围堰实例	144
第六章	木笼围堰和板桩围堰	148
6-1	木笼围堰	148
6-2	木笼围堰的计算	152
6-3	木笼围堰的实例	155
6-4	单排和双排板桩围堰	161
6-5	格箱围堰	165
6-6	格箱围堰的计算	169
6-7	格箱围堰实例	176
第七章	过水围堰	188
7-1	苏联的过水围堰	188
7-2	其它国家的过水围堰	195
第八章	掌握新型的围堰结构及其施工方法	209
8-1	水利水电枢纽的无围堰施工	209
8-2	浮式结构	216
8-3	其它结构	219
第九章	围堰的运用与管理	223
9-1	一般要求	223
9-2	围堰的事故	228
第十章	计算实例	234
10-1	主体建筑物采取河滩式布置时的导流	234
10-2	主体建筑物采取河床式布置时的导流	254
10-3	经岸边隧洞过水的施工导流	273
附录		287
参考文献		307

第一章 水利枢纽施工分期和 施工步骤

1-1 施工导流概述

建筑物的施工分期和施工步骤在很大程度上取决于施工导流和所选定的水利枢纽布置方式。

施工期间，通过枢纽宣泄河水流量（设计简称施工导流）主要依靠由围堰、土堤、戗堤、渠道、隧洞，以及主体建筑物的某些过水部分所组成的一整套导流系统实现。主体建筑物与其它导流建筑物一起共同构成导流布置方案。这些建筑物的特点是，无论在施工过程中，还是在运用期间内，它们都与水流直接发生关系。

施工导流方法的选择应考虑到筑坝地区的地形、地质、水文和施工经济条件；其它水利经济部门（航运、筏木）对河流利用的要求；排冰要求，修筑围堰对河流性态所引起的改变，以及围堰和泄水建筑物的工程量等。

水位变化幅度，流量过程线特性，洪水持续时间，洪水和枯水流量之间的关系，冰情等对施工导流方式的选择均有很大影响。正确解决施工导流问题可以加速施工进度，降低工程造价；反之，将提高工程造价，延缓施工进度，在个别情况下，还可能导致严重事故。对修建在大型平原河流上和易冲刷软基上的水工建筑物的施工导流问题尤应进行详细的设计研究工作。

施工导流方式通常须根据坝址勘察成果加以选定。这些

勘查工作成果应能说明河流的水文条件，河床和河漫滩范围内过水断面的大小，河床和两岸地基的特性以及其抗冲刷稳定性，通航和筏木的期限及条件，冰情，河床和河漫滩糙率等。对所选定的导流方式，一般要进行室内水工模型试验。

根据水工建筑物所在河段的河道宽度和设计流量的大小，可以利用人工水道导流，也可不设人工水道而采取其它方式导流，前者包括渠道、隧洞、渡槽、管道，后者则可利用经部分束狭的河道，通过混凝土主体建筑物中的孔口或过围堰顶溢流，以及通过部分完建的建筑物泄流。

水利枢纽的布置一般有河床式和河滩式两种方式。在河床式布置中，混凝土建筑物（溢流坝和水电站厂房）布置在天然河道上。在河滩式布置中，混凝土建筑物布置在河流的一侧滩地上，也有少数布置在两侧滩地上的，而河床部分则利用非溢流式土坝挡水。

在极少数情况下，也有采用岸内布置方式的。这时，混凝土建筑物被移至岸内，修建在人工渠道中，建筑物建成后，河水将被引至此处下泄，天然河道则利用非溢流坝拦堵。

河床式布置多采用在河道比较狭窄，没有漫滩的河流上，通常为山区河流和流经岩石区或抗冲刷性能良好的岩质地区河流上。与此相反，河滩式布置则多采用于流经易冲刷的非岩石地区、洪水期严重漫溢的平原河流上。

如果河道比较宽阔，所有建筑物均可布置在挡水前缘上，并可在围堰防护下采用分段法进行分期施工时，则可无须设置人工水道进行施工导流（图1-1）。而山区河流，由于河道狭窄，不存在这种可能性，只得利用围堰将原河道截断，使水流经由人工水道下泄。此时，可利用隧洞、人工渠

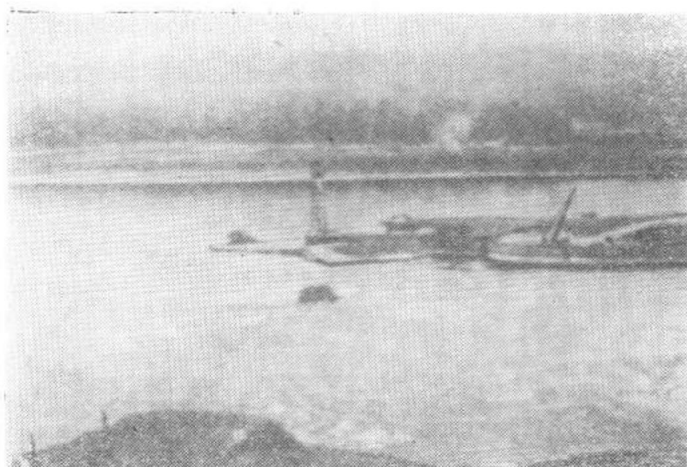


图 1-1 安加拉河乌斯奇·伊利姆水电站施工中经混凝土建筑物中的泄水孔导流的情况

道，有时还可利用水槽宣泄施工流量（图1-2）。

上述施工导流方法主要采用在河床地基抗冲刷性能良好、河水位变化幅度不大的河流上。

苏联欧洲部分各河流多为水量丰沛的通航平原河流，两岸有较低的漫滩台地，地基多为易冲刷的软基。由于两岸岸坡平缓开阔，施工导流流量大，洪水期河水漫溢范围比较宽，以及必须利用分期围堰数次分段拦截河道，主河槽过水部分冲刷严重，施工期内必须使坝址处的航运中断一个时期等，所以，在这些河流上的水利枢纽施工中不能采用传统的施工导流方法。

平原河流水利枢纽建设的发展要求寻求一些新的施工导流方法，以满足易冲刷软基丰水河流的特有自然条件。

苏联工程界曾研究过一些新的河水导泄方法。这些方法

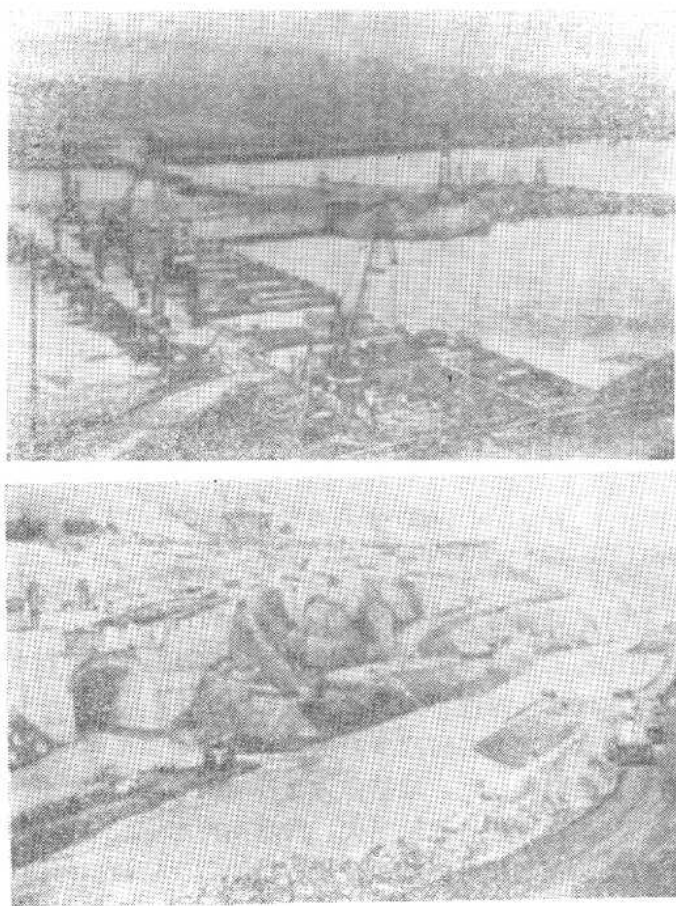


图 1-2 契尔切克河查尔瓦克水利枢纽施工中通过隧洞导流的情况

最先应用在伏尔加河伊万科夫水电工程施工中，随后，在许多水工建设工程上都得到了成功的采用。这里指的是主体建筑物采用河滩式布置的施工导流方法。

就导流条件而言，在河床式布置中，大型土坝的导流将会遇到很大的困难。然而，也正是在这里，建坝时有力求利用主体建筑物进行施工导流的要求。

要求施工期泄放水流的主要原因之一，就是要确保在水库蓄水期间向下游泄放卫生用水。在有混凝土坝的水利枢纽中，可通过底孔放水。如利用隧洞导流，则先将隧洞用混凝土塞封堵，然后在混凝土塞内埋设断面不大的钢管，管内装设阀门调节流量。

1-2 主体建筑物采取河滩式布置时的施工导流

在河滩低台地为主的地区，在冰情比较严重的条件下，主体建筑物采用河滩式布置最为有利。这种布置方式，对施工期导流比较方便，它使我们有可能在较低的非过水围堰防护下，相当迅速地开始全面的土建安装工作，而且无须大大束狭原河道。

在苏联欧洲部分的平原河流上已建成的大型水电站，其布置多为河滩式。如以列宁命名的伏尔加水电站，伏尔加河上的高尔基、切勃克萨尔、萨拉托夫水电站，卡玛河上的沃特金和下卡玛水电站，顿河上的齐姆良水电站，第聂伯河上的卡霍夫、德聂伯捷尔任斯基、克列明楚克、卡涅夫、基辅水电站，道加瓦河上的里加水电站等。

根据施工导流条件，水利枢纽主体建筑物的施工大体分两期进行。在河滩地上修筑第一期围堰，用以保护混凝土主体建筑物基坑内的施工，在开始阶段，河水经由第一期围堰束狭的主河道宣泄。在此情况下，围堰立即沿整个工作面修

筑。第二期，在混凝土建筑物为过流做好准备后，将围堰拆除，进行河道截流，然后，将施工流量引向混凝土建筑物，在河床中开始进行非溢流坝施工（第二期工程）。随着河床主坝和淹没基坑中的混凝土建筑物的完工，水库逐渐蓄水，水流状态遂进入运用期。

以B.И.列宁命名的伏尔加水电站是一个能够很好地说明河滩式布置方式中施工分期和施工导流的实例。由于伏尔加河的径流分布极不均匀，洪水期流量很大（平均流量7620立米/秒，最大流量63000立米/秒），所以，该电站的施工导流问题是一个很复杂的水文课题。

伏尔加河的河道（图1-3）于1951年第一季度开始束狭，当时在上游修筑了右岸围堰和堆石戽体，它们对这一年的春汛洪水的宣泄未起很大影响。1952年春汛期间，最大流量达23200立米/秒，洪水在右岸围堰水下部分已完工和下游船闸围堰全部完建条件下宣泄。在这种情况下，束狭河道对泄洪已有影响，因为在围堰首部区域，河床已出现了严重局部冲刷。

到1953年春季，围堰施工完毕，流量达30500立米/秒的洪水经由被水电站及溢流坝基坑围堰束狭的原河道和左岸滩地下泄。此外，沿主体建筑物轴线，人工填筑了一个小岛，将主河道束狭了八分之一，筑岛的目的在于设置架空索道河床支架的基础。这样，与天然状态相比较，河道的过水断面面积此时已被缩小了50%。

由于河道缩窄，左岸滩地在300米范围内被河水刷深达12米。但在此期间，右岸围堰并未发现严重淘刷现象。这也许是因为这一侧的纵向围堰边坡已用块石加固，且堰首又有块石充填的钢板桩格箱加护的缘故。仅在右岸围堰的上游首

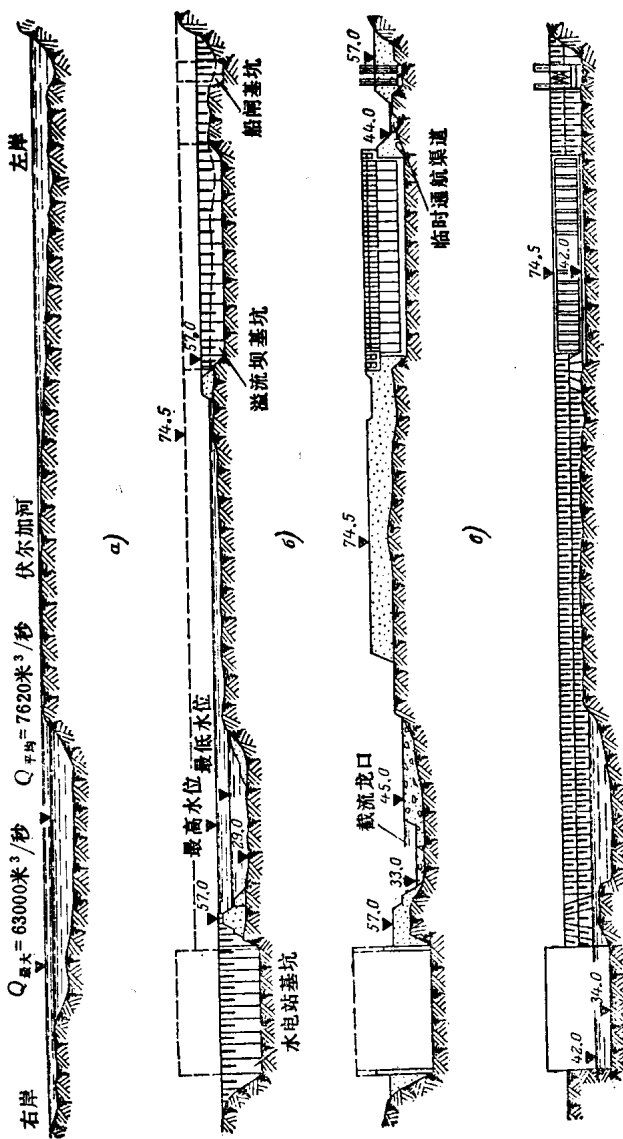


图 1-3 以B.И.列宁命名的伏尔加水电站建设中的施工导流分期

a) 在天然条件下泄流, b) 通过被水电站和溢流坝基坑围堰束狭的河道泄流, c) 通过龙口泄流, d) 截流后通过水电站各机组段泄流

部发现有不太严重的冲刷。

1954年洪水在整个施工期间是最小的（20900立米/秒），河床未遭受进一步冲刷。1954年夏秋两季进行了河滩部分土坝坝体的冲填。所以，1955年的春汛洪水全部经由右岸被水电站基坑围堰、左岸被河滩土坝束狭了的主河道下泄。

1950~1955年春汛期间河流水情特点可从下列数据看出：

施 工 年 份	最大洪水流量 (米 ³ /秒)	最 大 流 速 (米/秒)	河道过水断面 减 少 程 度 (%)
1950	22500	—	天然状态
1951	30000	1.73	8
1952	23200	2.60	11
1953	30500	3.50	28
1954	20900	3.00	54
1955	35800	3.97	63

1955年10月，河道完全被截断，从此以后，多余的来水和卫生要求的放水流量，均由水电站的14个机组段内的底部泄水孔（图1-4）泄放，部分水量则蓄积在库内。1956年水库继续充水，多余流量（达4000立米/秒）经由两台机组和水电站的六个机组段内的底部泄水孔泄放。在此以后，多余流量则按运行方式利用水电站的底部泄水孔和大坝溢流孔泄放。

在河滩式布置中，水利枢纽中的水电站、溢流坝和船闸等混凝土建筑物通常在不过水围堰防护下进行施工。围堰堰顶和围堤堤顶高程根据建筑规程435-72中的规定，视建筑物重要性等级，按10年一遇或100年一遇春季洪水不被淹没条

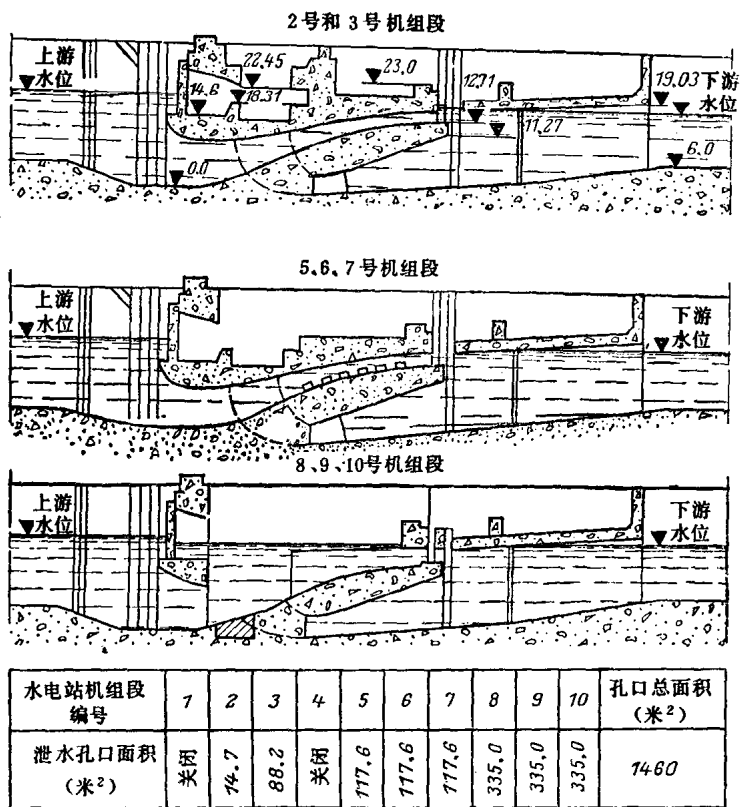


图 1-4 以B.И.列宁命名的伏尔加水电站截流时机组段内
预留孔口利用情况

件和排冰条件确定。一般，在施工的第一年开始修筑围堰，第二年春汛前完工。

截流开始时间决定于水电站和溢流坝的准备程度和是否可以过水，是否可将水流引向尚未完建的混凝土建筑物。通常，基坑过水前须完成混凝土工程量的80~85%左右。此