

建造师执业手册

水利水电工程



SHUILI
SHUIDIANGONGCHENG

陈龙珠 主 编

中国建筑工业出版社

建造师执业手册

水利水电工程

陈龙珠 主编
宋春雨 黄 铭 编写
张家春 陈 玲

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水利水电工程/陈龙珠主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006

(建造师执业手册)

ISBN 7-112-08098-3

I. 水... II. 陈... III. ①水利工程—技术手册
②水力发电工程—技术手册 IV. TV-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 012334 号

建造师执业手册

水利水电工程

陈龙珠 主编

宋春雨 黄 铭 张家春 陈 玲 编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京华艺制版公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 32 $\frac{1}{4}$ 字数: 798 千字

2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月第一次印刷

印数: 1—3 000 册 定价: 60.00 元

ISBN 7-112-08098-3

(14052)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书为建造师执业必备参考手册，也可作为全国建造师水利水电工程专业执业资格考试复习用书。根据建造师（水利水电工程专业）所应具备的知识，全书涵盖水利水电工程技术、水利水电工程项目管理与实务、水利水电工程相关法规和标准等。本书对考试大纲要求掌握、熟悉和了解的相关内容作了详尽的阐述，并配有应用实例，既注重基础理论和专业知识的掌握，又加强了对项目综合管理能力的培养。

本书适合于参加全国建造师（水利水电工程专业）执业资格考试和相关的工程管理人员使用，也可供高等院校相关专业的师生教学参考。

* * *

责任编辑：赵梦梅

责任设计：赵明霞

责任校对：张景秋 关 健

前 言

根据《一级建造师执业资格考试大纲（水利水电工程专业）》的具体要求，为了便于参加水利水电工程专业全国一级建造师考试的人员复习和执业人员工作需要，我们编写了本手册。

《一级建造师执业资格考试大纲（水利水电工程专业）》要求掌握、熟悉和了解的水利水电工程技术、水利水电工程项目管理与实务、水利水电工程相关法规和标准等知识。本书根据大纲要求并参考2005年首次考试情况进行整理、提炼和总结，对各知识点作了较为准确、详尽的阐述，其内容既注重便于读者掌握基础理论和专业知识，又有利于培养理论联系实际以及实际工程项目综合管理的能力。因此，本书除适合参加全国一级建造师执业资格考试和相关专业的工程管理人员学习外，对二级建造师执业资格考试也具有参考作用，还可作为高等院校相关专业师生的教学参考用书。

为便于读者学习和查阅，本书在每一章节后附有典型例题及答案，其目的是使读者通过实际应用加深对专业基础知识的理解。

由于编者对于编写此类考试学习用书尚缺乏经验，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。有关修改意见请寄出版社或直接寄往本书编者：200030 上海市华山路1954号交通大学船舶海洋与建筑工程学院 陈龙珠（收）；电子信箱：lzchen@sjtu.edu.cn。

编者

2005年10月于上海交通大学

目 录

I 水利水电工程技术篇

1F410000	水利水电工程技术	3
1F411000	工程概论	3
1F411010	熟悉水力学的基本概念	3
1F411020	熟悉水利水电工程基础知识	17
1F411030	熟悉水工建筑材料应用知识	24
1F411040	了解水利水电工程勘察设计基本知识	29
【1F411000	答案与解析】	47
1F412000	导流工程	49
1F412010	施工导流的概念与导流方式	49
1F412020	围堰施工技术	54
1F412030	截流的基本方法	63
【1F412000	答案与解析】	70
1F413000	地基处理	71
1F413010	掌握水利水电工程地基处理的基本要求及方法	71
1F413020	熟悉灌浆、防渗墙施工技术	75
【1F413000	答案与解析】	86
1F414000	土石方工程	87
1F414010	掌握土石方工程施工的基础知识	87
1F414020	掌握土石方开挖技术	91
【1F414000	答案与解析】	106
1F415000	土石坝工程	107
1F415010	土石坝施工技术	107
1F415020	混凝土面板堆石坝施工技术	130
【1F415000	答案与解析】	135
1F416000	混凝土坝工程	137
1F416010	掌握混凝土坝的施工技术	137
1F416020	掌握碾压混凝土坝施工的主要技术	143
1F416030	熟悉混凝土的生产与运输	147
1F416040	熟悉模板类型及安装拆除技术要求	159
【1F416000	答案与解析】	163
1F417000	堤防及疏浚工程	164
1F417010	掌握堤防及护岸工程施工技术	164
1F417020	熟悉疏浚工程施工技术	168

【1F417000 答案与解析】	174
1F418000 水电站与泵站	176
1F418010 水电站组成及布置	176
1F418020 水轮机类型	188
1F418030 水轮机发电机组安装	193
1F418040 泵站的组成及布置	197
1F418050 水泵机组的选型	203
【1F418000 答案与解析】	206
1F419000 水闸和渠系建筑物	208
1F419010 水闸的组成及布置	208
1F419020 水闸主体结构的施工技术	224
1F419030 闸门和起闭机的安装方法	232
1F419040 渠系建筑物及施工技术	236
【1F419000 答案与解析】	246
II 水利水电工程项目管理实务篇	
1F420000 水利水电工程项目管理实务	251
1F421000 水利水电工程项目管理专业知识	251
1F421010 掌握水利水电工程建设程序的主要内容	251
1F421020 掌握水利水电工程招标投标基本知识	259
1F421030 掌握水利水电工程施工分包的基本要求	278
1F421040 掌握水利工程质量管理与事故处理的基本要求	282
1F421050 掌握水电建设工程质量管理与施工安全的基本要求	289
1F421060 掌握水利工程文明建设工地的基本要求	295
1F421070 掌握水利工程验收的基本要求	296
1F421080 掌握水电工程验收的基本要求	306
1F421090 掌握水利水电工程质量评定的基本要求	311
1F421100 掌握水利水电工程施工组织设计及施工进度计划	316
1F421110 掌握水利水电工程造价与成本管理	327
1F421120 掌握《水利水电工程施工合同和招标文件示范文本》的主要内容	342
1F421130 熟悉水利水电工程评标委员会组成和评标程序	344
1F421140 熟悉水利工程施工监理的基本内容	347
1F421150 熟悉水电工程施工监理的基本内容	352
1F421160 了解水利水电工程重要设备材料、监理、勘察设计 招标投标的基本要求	355
1F421170 了解水利水电施工企业资质等级的划分和承包范围	360
1F421180 了解水利水电工程建设监理单位、人员的基本要求	363
【1F421000 部分例题答案与解析】	366
1F422000 检验应试者解决实际问题的能力	379

1F422010	掌握施工组织设计	379
1F422020	掌握施工进度控制	385
1F422030	掌握施工质量控制	393
1F422040	掌握施工成本控制	404
1F422050	掌握合同管理	410
1F422060	掌握施工安全管理	415
1F422070	掌握施工现场管理	425
【1F422000	答案与解析】	431
III 水利水电工程法规及相关知识篇		
1F430000	水利水电工程法规及相关知识	441
1F431000	水利水电工程法规	441
1F431010	掌握《水法》与工程建设有关的规定	441
1F431020	掌握《防洪法》与工程建设有关的规定	443
1F431030	熟悉《水土保持法》与工程建设有关的规定	446
1F431040	了解《水污染防治法》与工程建设有关的规定	446
1F431050	了解《土地管理法》有关水利水电工程建设的规定	447
1F431060	了解《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》 的主要规定	449
【1F431000	答案与解析】	450
1F432000	水利水电工程建设强制性标准	452
1F432010	掌握《工程建设标准强制性条文》(水利工程部分) 施工方面的主要内容	452
1F432020	掌握《工程建设标准强制性条文》(电力工程部分) 第二篇 水力发电工程之2 施工方面及验收的主要内容	482
【1F432000	答案与解析】	506



I 水利水电工程技术篇





1F410000 水利水电工程技术

1F411000 工程概论

1F411010 熟悉水力学的基本概念

1F411011 水力荷载

水工建筑物常与水直接接触，所以计算某一面上的水力荷载是经常遇到的实际问题。常见的水力荷载主要有静水总压力、动水压力、扬压力、浪压力和冰压力。由于在工程界习惯于把静水压强简称为静水压力，为了避免混淆，把某一受压面上所受的静水压力称为静水总压力。

一、作用在矩形平面上的静水总压力

矩形平面形状规则，在水工中最为常见。计算矩形平面上所受的静水压力，最为方便的是利用静水压强分布图，此法称为压力图法。

1. 静水压强分布图的绘制

静水压强与水深成线性函数的关系。将某一受压面上压强随水深增加的这种函数关系表示成图形，称为静水压强分布图，其绘制规则是：

- (1) 按一定比例，用线段长度代表该点的静水压强的多少；
- (2) 用箭头表示静水压强的方向，与作用面垂直并指向作用面。

因静水压强与水深成一次方的关系，故在深度方向静水压强按直线分布，只要绘出两点压强即可确定此直线。如图 1F411011-1 所示， A 点在自由面上，其相对压强为 $p_A = 0$ ， B 点的淹没深度为 h ，其相对压强为 $p_B = \gamma h$ ，用带箭头的线段 EB 表示 p_B ，连接直线 AE ，则 AEB 即表示 AB 面上的静水压强分布图。若在 A 点和 B 点分别加上大气压强 p_a ，得 G 、 F 点，则 $AGFB$ 即为 AB 面上的绝对压强分布图。在实际工程中，建筑物的迎水面和背水面均受有大气压强，其作用相互抵消，所以一般只需绘制相对压强分布图。

2. 静水总压力

平面上静水总压力的大小，应等于分布在平面上各点静水压强的总和。因此，作用在单位宽度上的静水总压力，应等于静水压强分布图的面积；整个矩形平面的静水总压力则等于平面宽度乘压强分布图的面积。

图 1F411011-2 表示一任意倾斜放置的矩形平面 AB ，平面长为 L ，宽为 b ，令其压强分布图的面积为 Ω ，则作用在该矩形平面上的静水总压力为：

$$P = b\Omega \quad (1F411011-1)$$

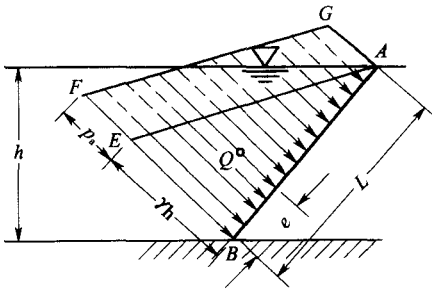


图 1F411011-1 矩形平面上的静水压力

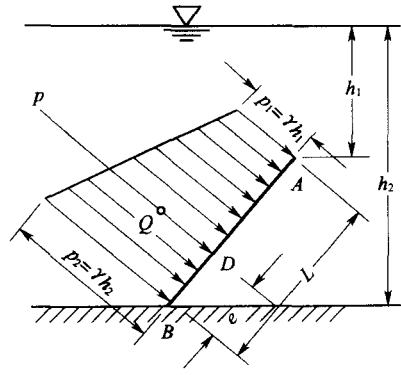


图 1F411011-2 任意倾斜放置的矩形平面的静水总压力

因压强分布图为梯形, $\Omega = (\gamma h_1 + \gamma h_2) L/2$, 所以

$$P = \gamma (h_1 + h_2) bL/2 \quad (1F411011-2)$$

矩形平面有纵向对称轴, P 的作用点 D (又称压力中心) 必位于纵向对称轴 $O-O$ 上, 同时总压力 P 的作用点还应通过压强分布图的形心点 Q 。

当压强为三角形分布时, 压力中心点 D 离底部距离为 $e = L/3$; 当压强为梯形分布时, 压力中心离底部距离为 $e = (2h_1 + h_2) L / [3 (h_1 + h_2)]$, 如图 1F411011-2 所示。

二、作用在任意平面上的静水总压力

当受压面为任意形状时, 如图 1F411011-3 所示, 静水总压力的大小等于平面形心点上的静水压强与平面面积的乘积。即

$$P = p_c A \quad (1F411011-3)$$

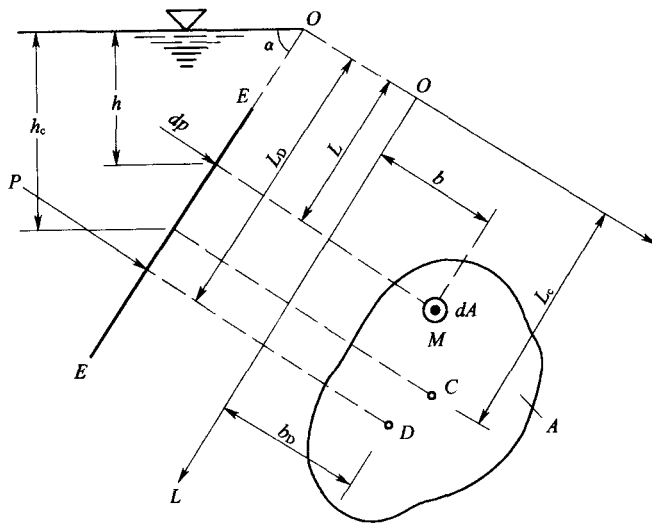


图 1F411011-3 任意平面上的静水总压力

形心点的压强 p_c ，可以理解为整个平面的平均静水压强。 $p_c = \gamma h_c$ ，所以

$$P = \gamma h_c A \quad (1F411011-4)$$

总压力作用点的位置在 D 点，它的坐标值为 (L_D, b_D) ，则

$$L_D = L_c + I_c / (L_c A) \quad (1F411011-5)$$

$$b_D = I_{bc} / (L_c A) \quad (1F411011-6)$$

三、作用在曲面上的静水总压力

在水利工程中常遇到受压面为曲面的情况，如拱坝坝面、弧形闸门或弧形闸墩等，这些曲面多为二向曲面（或称柱面）。作用在曲面上任意点处的静水压强，其大小等于该点的淹没深度乘以水的重度，即 $p = \gamma h$ ；其方向垂直并指向作用面。具体计算时，将作用在曲面上的静水总压力分为水平分力 P_x 和垂直分力 P_y ，在求出它们后，再将其合成为总压力 P ：

(1) 静水总压力 P 的水平分力

$$P_x = \gamma h_c A_c \quad (1F411011-7)$$

(2) 静水总压力 P 的垂直分力

$$P_y = \gamma b \Omega \quad (1F411011-8)$$

(3) 静水总压力 P

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2} \quad (1F411011-9)$$

如图 1F411011-4 所示，静水总压力 P 的作用线应通过 P_x 和 P_y 的交点 K ，过 K 点沿 P 的方向交曲面于 D ， D 即是总压力 P 在曲面 AB 上的作用点。

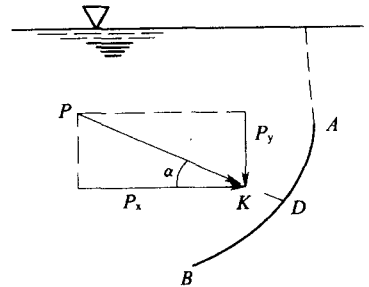


图 1F411011-4 作用在曲面上的静水总压力

四、扬压力

各种挡水建筑物由于其基础与地基接触面之间存在孔隙，而地基和水工建筑材料也都有有一定的透水性，在一定的水头差作用下，水流会通过材料孔隙由上游向下游运动，形成渗流场。扬压力就是因渗流作用而引起的水压力荷载。

1. 坝基底面扬压力

重力坝或其他挡水建筑物挡水后，在上下游水位差作用下，水流将通过地基向下游渗透，并在坝基底面产生渗透压力。坝基底面承受的垂直向上的总水压力称为扬压力，它包括因下游水深 H_2 引起的浮托力 U_1 和上下游水头差引起的渗透压力 U_2 ，如图 1F411011-5 所示。

扬压力会削减坝体自重而引起坝体的稳定性问题，为减少坝体扬压力，通常会在坝踵附近的地基中进行灌浆，形成防渗帷幕，并在帷幕后设置排水孔。对于设置防渗帷幕和排水孔的实体重力坝，坝体扬压力可按图 1F411011-5 计算。坝踵扬压力强度为 γH_1 ，排水孔中心线处扬压力强度为 $\gamma H_1 + \alpha \gamma H$ ，坝趾扬压力强度为 γH_2 ，其间以直线相连。式中 α 为扬压力折减系数，与坝基地质条件及防渗排水设施的设置情况有关。重力坝设计规范建议：河床坝段 $\alpha = 0.2 \sim 0.3$ ；岸坡坝段 $\alpha = 0.3 \sim 0.4$ 。

2. 坝体扬压力

筑坝材料也具有一定的透水性，在上下游水头差的作用下，水流会由上游进入坝体向

下游渗透，在坝体内产生渗透压力。坝体内各计算截面上扬压力的分布与坝基底面类似，如图 1F411011-6 所示。对于下游水位以上的截面 $H'_2 = 0$ 。扬压力折减系数 α_3 按重力坝设计规范通常取 0.15 ~ 0.3。

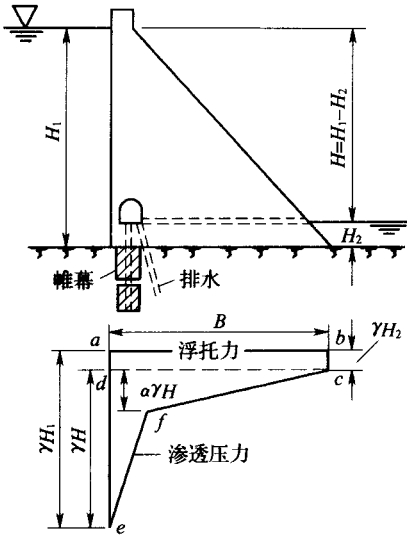


图 1F411011-5 坝基扬压力分布图

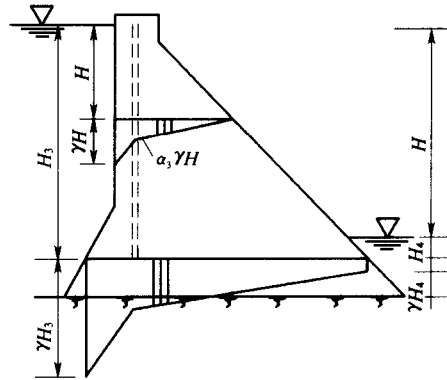


图 1F411011-6 坝体内扬压力分布图

五、浪压力

水库库面开阔，在风力作用下形成波浪，对水工建筑物产生浪压力。要确定波浪压力，首先要确定波长 $2L_1$ 、波高 $2h_1$ 、波速 V 等波浪要素。

当坝前水深 H_1 大于半波长 L_1 时，波浪运动不受库底的影响，此种波浪称为深水波；当坝前水深 H_1 小于半波长 L_1 而大于临界水深 H_k 时，波浪运动受库底的影响，此种波浪称为浅水波。其中 $H_k \approx (3 \sim 5) h_1$ 。

目前，波浪压力的计算主要由风速和吹程并结合水库所在位置的地形特征，根据经验公式确定。《水工建筑物荷载设计规范》和《重力坝设计规范》对波浪压力的计算都有规定并推荐了经验公式。对于山区水库，推荐使用官厅公式：

$$2h_1 = 0.0166V_f^{5/4}D^{1/3} \text{ (m)} \quad (1F411011-10)$$

$$2L_1 = 10.4(2h_1)^{0.8} \text{ (m)} \quad (1F411011-11)$$

式中 V_f ——计算风速 (m/s)，是指水面以上 10m 处 10min 内风速平均值。设计情况宜采用洪水期多年平均最大风速的 1.5 ~ 2 倍，校核情况宜采用洪水期多年平均最大风速；

D ——水库吹程 (km)，是指坝前沿面至对岸的最大直线距离，可根据水库形状确定。水库特别狭长时，以 5 倍的平均库面宽度为准。

由于空气阻力比水小，平均波浪中心线要比静水位线高 h_0 ，如图 1F411011-7 所示。 h_0 值按下式计算：

$$h_0 = \frac{4\pi h_1^2}{2L_1} \text{cth} \frac{\pi H_1}{L_1} \quad (1F411011-12)$$

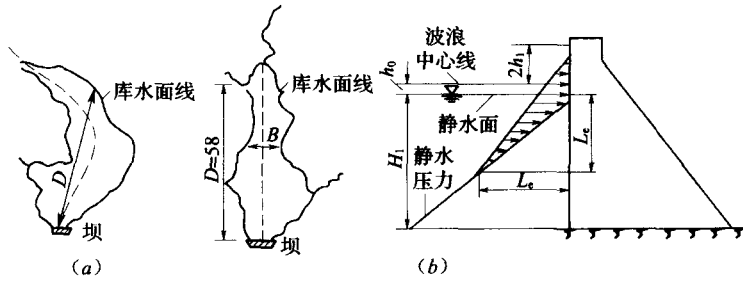


图 1F411011-7 波浪压力示意图

对于深水波，铅直坝面上的总浪压力为：

$$P_1 = \frac{\gamma(L_1 + 2h_1 + h_0)L_1}{2} - \frac{\gamma L_1^2}{2} \quad (1F411011-13)$$

对于浅水波，铅直坝面上的总浪压力为：

$$P_1 = \frac{\gamma(L_1 + 2h_1 + h_0)(H_1 + a)}{2} - \frac{\gamma H_1^2}{2} \quad (1F411011-14)$$

式中 a 为坝踵处浪压力的剩余强度，其值为：

$$a = 2h_1 \text{sh} \frac{\pi H_1}{L_1} \quad (1F411011-15)$$

在坝上游面倾斜的情况下，坝面与铅直面交角小于 45° 时，按铅直坝面考虑；大于 45° 时，按斜坡坝面考虑。

六、动水压力

溢流坝泄水时，反弧段承受的动水压力可根据水流的动量方程求得，即

$$p_x = \frac{\gamma q v}{g} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) \quad (1F411011-16)$$

$$p_y = \frac{\gamma q v}{g} (\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) \quad (1F411011-17)$$

式中 α_1 、 α_2 ——反弧段通过圆心竖线两侧的中心角（如图 1F411011-8）；

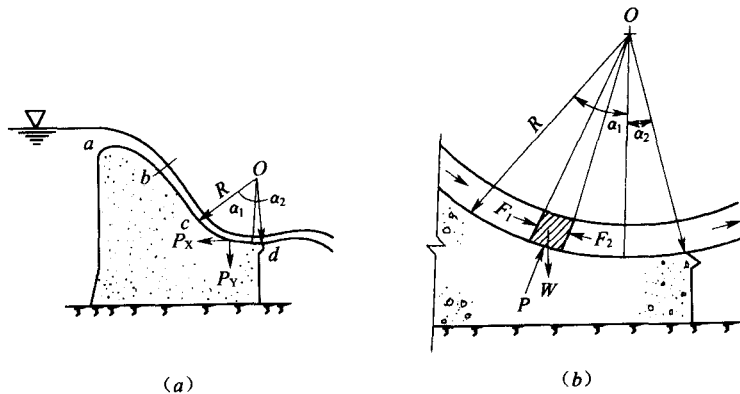


图 1F411011-8 坝面反弧段动水压力分布示意图

v ——反弧段上的平均流速 (m/s);

q ——单宽流量 ($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$);

g ——重力加速度 (m/s^2);

p_x 、 p_y ——总动水压力的水平和铅直分量 (kN)。

总的动水压力的作用点可近似地认为作用在圆弧的中点。当反弧上水深较大时, p_y 应计入水体重量。

七、泥沙压力

水库蓄水后, 流速减小, 上游水流挟带的泥沙会在坝前淤积, 对坝体产生泥沙压力。因泥沙淤积高程随时间而增加, 所以计算泥沙压力时, 首先要确定淤积年限, 然后根据河流的挟沙量估算坝前淤积高程。因泥沙逐年淤高, 逐年固结, 泥沙重度和内摩擦角不断变化, 所以准确计算泥沙压力比较困难, 一般可参照经验数据, 按土压力公式计算:

$$p_n = \frac{1}{2} \gamma_n h_n^2 \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_n}{2} \right) \quad (1\text{F}411011-18)$$

式中 p_n ——泥沙总压力 (kN);

γ_n ——泥沙浮重度 (kN/m^3);

h_n ——泥沙淤积高度 (m);

φ_n ——泥沙内摩擦角。

当坝体上游面倾斜时, 除了水平向泥沙压力之外, 还应计算坝面以上泥沙重量。

八、冰压力

在严寒地区, 冬季水面结冰, 当气温升高, 冰层膨胀对坝面产生挤压力, 称为静冰压力; 当冰盖破碎后冰块流动, 流冰对坝面产生的撞击力称为动冰压力。两种冰压力的计算目前都有一些经验公式和经验数据可以参考应用。

静冰压力日前尚无合适的公式进行计算。通常可按表 1F411011-1 的数值进行估算, 选用单位面积上的静冰压力, 再乘以冰的厚度, 即为作用在单位长度坝体上的静冰压力。

工程上为了减小静冰压力, 通常在建筑物上游采取防冰、破冰措施。例如在建筑物上游面附近的冰盖上凿槽或在建筑物附近的水中通以压缩空气等, 使建筑物附近水面不能结冰, 使冰压力减小或去掉。

静 冰 压 力

表 1F411011-1

最低温度 (°C)	-40	-35	-35 ~ -25	-25	-20	-15	-10
气温上升率 (°C/h)	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0
静冰压力 (kPa)	280 ~ 400	250 ~ 350	230 ~ 300	200 ~ 280	150 ~ 220	130 ~ 180	120 ~ 140

1F411012 水流形态及能量转换

一、水流形态

水流的运动特性可以用流量、流速、加速度等物理量来表示，这些通常称为水流的运动要素。水流运动时，一般情况下，将表征运动特征的运动要素都表示为空间坐标和时间的连续函数。从不同的角度出发，水流的形态包括：恒定流和非恒定流、均匀流和非均匀流、层流和紊流。

1. 恒定流和非恒定流

若流场中任意点上所有的运动要素都不随时间而变化，这种水流称为恒定流。即在恒定流情况下，任意一点上，无论哪个水质点通过，其运动要素都是不变的，运动要素仅是空间坐标的函数，与时间无关。例如，水库岸边一输水隧洞，当库水位保持不变时，隧洞中的水流的所有运动要素都和时间无关，隧洞中的水流便是恒定流。

若流场中任意点上的任何一个运动要素是随时间而变化的，这种水流称为非恒定流。例如水库岸边的输水隧洞，当水库中的水位随着时间而改变时，那么隧洞中的水流运动要素也随着时间而改变，此时洞中的水流就是非恒定流。

研究实际水流时，必须首先分清水流属于恒定流还是非恒定流。对恒定流问题，分析起来比较简单，但非恒定流问题包含时间变量，分析起来比较复杂。

2. 均匀流和非均匀流

在水流运动的过程中，由不同时刻水流质点所流经的空间点所连成的线，称为迹线。迹线其实是水流质点运动时所走的轨迹线。在某一瞬时，若流场中某一条曲线上所有各点的速度向量都与其相切，则该曲线称为流线。恒定流时，流线的形状和位置不随时间而改变，迹线和流线相重合。而非恒定流时，在不同的时刻，各点的流速方向均与以前不同，此时迹线和流线一般不重合。

当流场内的流线为相互平行的直线时，该水流为均匀流。例如，直径不变的直线管道中的水流就是均匀流。均匀流的过水断面为平面，且其形状和尺寸沿程不变。在均匀流中，同一流线上不同点的流速相等，过水断面上动水压强的分布规律与静水压强的分布规律相同，即同一过水断面上各点的测压管水头为一常数。因此，过水断面上任一点的动水压强和断面上的动水总压力可以按照静水压强和静水总压力的公式计算。

当流场内水流的流线不是互相平行的直线时，该水流为非均匀流。若流线虽然互相平行但不是直线（如在管径不变的弯管中的水流），或流线虽为直线但不互相平行（如在管径沿程均匀扩散或收缩的渐变管中的水流）均为非均匀流。按照流线不平行和弯曲的程度，非均匀流可分为渐变流和急变流。

当水流的流线虽然不是互相平行的直线，但接近于平行直线，或相互平行的流线为曲线，但曲线的曲率半径很大时的水流可称为渐变流。渐变流的极限状况就是均匀流。由于渐变流的流线近似于平行的直线，所以过水断面上的动水压强的分布规律可近似地按静水压强考虑。

当流线之间的夹角很大或流线的曲率半径很小时，该水流称为急变流。急变流过水断