

UDC

GB

中华人民共和国国家标准

P

GB 50069—202X

给水排水工程构筑物结构设计标准

Structural design standard for structures of
water supply and waste water engineering

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

给水排水工程构筑物结构设计标准

Structural design standard for structures of water
supply and waste water engineering

GB 50069—202X

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：202X年XX月XX日

中国 xx 出版社

202X 北京

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014 年工程建设标准规范制定修订计划〉的通知》（建标[2013]169 号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外相关先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：总则、术语和符号、材料、结构上的作用、基本设计规定、基本构造要求等。

本标准修订的主要内容是：

- 1.补充了“术语”；
- 2.修改了混凝土材料的热工系数；
- 3.砖石砌体材料删除了粘土砖，增加了烧结普通砖和混凝土实心砖；
- 4.变形缝材料增加了金属止水带，并提出了变形缝材料的产品标准要求；
- 5.将地表水、地下水的归类由可变作用改为永久作用，并修改了地表水的设计重现期规定；
- 6.可变作用中增加了地面活荷载及其引起的侧向土压力；

- 7.修改了可变作用的组合值或组合值系数；
- 8.增加了沉井侧壁上的主动土压力系数计算公式；
- 9.修改了壁面温差的计算公式，补充了中面温差的计算公式；
- 10.统一并修改了基本组合的效应设计值一般表达式，删除了风荷载起控制作用的表达式；
- 11.修改了基本组合的作用分项系数取值和组合值系数取值；
- 12.在基本组合效应设计值表达式中增加了设计工作年限调整系数；
- 13.增加了结构构件正截面的受力裂缝控制等级的规定；
- 14.增加了预应力混凝土构件张拉阶段的拉、压应力限值要求及工作阶段的压应力限值要求；
- 15.修改了预应力混凝土构件和钢筋混凝土构件的抗裂验算规定；
- 16.修改了钢筋混凝土构件最大裂缝宽度限值规定；
- 17.增加了第 5.4 节“耐久性规定”：给出了混凝土构筑物环境类别划分的规定，规定了适合于给排水结构的混凝土耐久性基本要求，明确了腐蚀性环境构筑物的内防腐要求，修改了砖石砌体的最低强度等级规定；

- 18.增加了第 5.5 节“改变既有构筑物的设计原则”；
- 19.修改了混凝土保护层定义和保护层最小厚度取值；
- 20.增加了收缩缝的构造要求；
- 21.修改了钢筋在墙（板）交点处的锚固要求；
- 22.修改了金属预埋件的防腐蚀要求；
- 23.修改了钢筋混凝土构筑物开孔处加固的有关规定；
- 24.增加了附录 B（预应力混凝土构件的预应力损失计算）。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由北京市市政工程设计研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京市市政工程设计研究总院有限公司（地址：北京市海淀区西直门北大街 32 号 3 号楼，邮编：100082）。

本标准主编单位：北京市市政工程设计研究总院有限公司
深圳建业工程集团股份有限公司

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	材料	7
4	结构上的作用	10
4.1	作用分类和作用代表值	10
4.2	永久作用标准值	11
4.3	可变作用标准值、组合值、准永久值	16
5	基本设计规定	23
5.1	一般规定	23
5.2	承载能力极限状态计算规定	24
5.3	正常使用极限状态验算规定	27
5.4	耐久性规定	33
5.5	改变既有构筑物的设计原则	36
6	基本构造要求	38
6.1	一般规定	38

6.2 变形缝和施工缝	39
6.3 钢筋和预埋件	41
6.4 开孔处加固	43
附录 A 钢筋混凝土矩形截面构件处于受弯或大偏心 受压（拉）状态时的最大裂缝宽度计算 ..	45
附录 B 预应力混凝土构件的预应力损失计算	48
本标准用词说明	51
引用标准名录	52

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Materials	7
4	Actions on Structures	10
4.1	Classification of Actions and Representative Values of Actions	10
4.2	Characteristic Values of Permanent Actions	11
4.3	Characteristic Values 、 Combination Values and Quasi-permanent Values of Variable Actions ..	16
5	General Requirements	23
5.1	General	23
5.2	Ultimate Limit States Design	24
5.3	Checking of Serviceability Limit States	27
5.4	Durability Requirements	33
5.5	Principles for Design of Rehabilitation and	

Alteration of Existing Structures	37
6 General Detailing Requirements	39
6.1 General	39
6.2 Movement Joints and Construction Joints	40
6.3 Steel Reinforcement and Embedded Parts	42
6.4 Fortification at Holes in Structures	44
Appendix A Calculation of Maximum Crack Width of Reinforced Concrete Members of Rectangular Cross Sections	46
Appendix B Calculation of Prestress Loss of Prestressed Concrete Members	49
Explanation of Wording in This Code	52
List of Quoted Standards	53
Addition: Explanation of Provisions	54

1 总 则

1.0.1 为了在给水处理工程构筑物结构设计中贯彻执行国家的
技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质
量、保护环境，制订本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的城镇公用设施和工业
企业中一般给水处理工程构筑物的结构设计；不适用于工业企
业中具有特殊要求的给水处理工程构筑物的结构设计。

1.0.3 给水处理工程构筑物结构设计除应按本标准执行外，尚
应符合国家现行相关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 混凝土抗渗等级 (Pi) resistance class to water penetration of concrete

龄期 28d 的混凝土试件,用逐级加压法施加 $i \times 0.1\text{MPa}$ 水压后满足试验方法标准规定的不渗水指标。

2.1.2 混凝土抗冻等级(Fi) resistance class to freezing-thawing of concrete

龄期 28d 的混凝土试件,用快冻法经过 i 次冻融循环后,相对动弹性模量下降不超过 40%或质量损失不超过 5%。

2.1.3 作用水头 action head of water level

构筑物壁(板)计算截面以上的内、外水位差值。

2.1.4 壁面温(湿)差 thermal or moisture gradients through the thickness of structural elements

假定温度沿多层复合壁(板)的每一层材料的厚度方向均按线性变化,根据连续介质热传导理论计算出的壁(板)结构层内、外表面之间的温差。

2.1.5 中面温差 temperature differences between structural

elements

在构筑物施工闭合时的月平均气温与运行阶段壁（板）内侧介质的计算温度之间的温差作用下，根据连续介质热传导理论计算出的壁（板）结构层中心位置处的温度变化值。

2.1.6 伸缩缝 expansion and contraction joint

在构筑物上设置的划分结构单元的构造缝，该种缝具有一定的宽度，允许缝两侧的结构发生膨胀或收缩变形。

2.1.7 收缩缝 contraction joint

在构筑物上设置的划分结构单元的构造缝，该缝不留空隙，仅允许缝两侧的结构发生收缩变形。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

$F_{ep,k}$ —主动土压力标准值；

$F_{epn,k}$ —第 n 层土层中、距地面 Z_n 深度处、沉井侧壁上的主动土压力标准值；

$F_{dw,k}$ —流水压力标准值；

$q_{fw,k}$ —地下水的浮托力标准值；

F_{Ik} —冰压力标准值；

f_{I} — 冰的极限抗压强度；

f_{Iw} — 冰的极限弯曲抗压强度；

Δt —壁板的内、外侧壁面温差；

Δt_0 —壁板的中面温差；

σ_{cck} —在标准组合作用下，构件截面边缘的混凝土法向压应力；

σ_{ccq} —在准永久组合作用下，构件截面边缘的混凝土法向压应力；

σ_{ctk} —在标准组合作用下，构件截面边缘的混凝土法向拉应力；

σ_{pc} —扣除相应阶段预应力损失后，由预应力在构件抗裂验算边缘产生的混凝土法向应力；

w_{max} —钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度；

γ_{s} — 回填土的重力密度；

γ_{soi} — 第 i 层土的天然重度；

γ_{w} — 水的重力密度。

2.2.2 材料性能

F_{i} — 混凝土的抗冻等级；

P_i — 混凝土的抗渗等级；

α_c — 混凝土的线膨胀系数；

λ — 混凝土的导热系数；

λ_e — 外保温层的导热系数；

β_i — 内表面热交换系数；

β_e — 外表面热交换系数。

2.2.3 几何参数

H_s — 地下构筑物顶板上的覆土高度；

H_{wmax} — 地下水的最高水位至基础底面（不包括垫层）
计算部位的距离；

H_w — 地下水水位至基础底面（不包括垫层）计算部位
的距离或地表水计算水位至最低冲刷线的距离；

h — 壁板的厚度；

h_e — 外保温材料的厚度；

t_i — 冰厚；

Z — 自地面至计算截面处的深度；

Z_w — 自地面至地下水位的距离。

2.2.4 计算系数及其他

- K_a — 回填土的主动土压力系数；
- K_{an} — 第 n 层土的主动土压力系数；
- K_f — 水流力系数；
- K_s — 设计稳定性抗力系数；
- m_h — 取水头部迎水流面的体型系数；
- n_d — 淹没深度影响系数；
- n_s — 竖向土压力系数；
- n_{fw} — 地下水浮托力折减系数；
- ψ_c — 可变作用的组合值系数；
- ψ_q — 可变作用的准永久值系数；
- α_{pc} — 预压应力调整系数；
- T_e — 壁板外侧介质的计算温度；
- T_i — 壁板内侧介质的计算温度；
- T_c — 构筑物施工闭合时的月平均气温；
- w_{lim} — 钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度限值。

3 材 料

3.0.1 贮水或水处理构筑物、地下构筑物，宜采用混凝土结构；

当容量较小且安全等级低于二级时，可采用砖石结构。

3.0.2 在最冷月平均气温低于 -3°C 的地区，外露的贮水或水处理构筑物不应采用砖砌结构。

3.0.3 混凝土、钢筋、砖石砌体、钢材、钢铸件的设计指标应按现行国家标准的有关规定采用。

3.0.4 混凝土的热工系数，可按表 3.0.4 采用。

表 3.0.4 混凝土的热工系数

系数名称		系数值	适用条件
混凝土线膨胀系数 ($1 / ^{\circ}\text{C}$)		1×10^{-5}	温度在 $0 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 范围内
导热系数 ($\text{W} / \text{m} \cdot \text{K}$)	钢筋混凝土墙、板	1.55	两侧表面与室外空气接触
		2.03	一侧表面与室外空气接触，另一侧表面与水接触。
		1.74	其它工作条件
外表面热交换系数 ($\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$)	外墙、顶板与室外空气之间	23	冬季
		19	夏季
内表面热交换系数	墙面、地面、顶板与室内空气之间	8.7	-

(W / m ² · K)	墙面、地面、顶板 与内水之间	∞	-
----------------------------	-------------------	---	---

3.0.5 贮水或水处理构筑物、地下构筑物的砖石砌体材料，应符合下列要求：

1 砖应采用混凝土实心砖或烧结普通砖。混凝土实心砖应符合现行国家标准《混凝土实心砖》GB/T 21144 的要求，强度等级不应低于 MU20，密度等级应为 A 级。烧结普通砖应符合现行国家标准《烧结普通砖》GB 5101 的要求，强度等级不应低于 MU15。

2 石材强度等级不应低于 MU30，软化系数不应低于 0.8。

3 砌筑砂浆应采用水泥砂浆，强度等级不应低于 M10。

3.0.6 变形缝材料应符合下列要求：

1 橡胶止水带的技术性能应符合现行国家标准《高分子防水材料 第二部分 止水带》GB 18173.2 的有关规定。

2 金属止水带的化学成分和物理力学性能应符合现行国家标准《铜合金带材》GB/T 2059 或《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280 的有关规定，厚度宜为 0.8mm ~1.2mm，拉伸强度不应小于 205MPa，铜止水带的断裂伸长率不应小于 20%，不锈钢止水带的断裂伸长率不应小于 35%。

3 填缝材料应采用具有适应变形功能的板材。

4 嵌缝材料应采用聚硫密封胶、聚氨酯密封胶或遇水膨胀橡胶条，其技术性能应分别符合现行行业标准《聚硫建筑密封胶》JC/T 483、《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482 和现行国家标准《高分子防水材料 第三部分 遇水膨胀橡胶》GB 18173.3 的有关规定。

4 结构上的作用

4.1 作用分类和作用代表值

4.1.1 结构上的作用可分为三类：永久作用、可变作用和偶然作用。

4.1.2 永久作用应包括：结构和永久设备的自重、土的竖向压力和侧向压力、地表水或地下水的水压力和浮托力、构筑物内部盛水的水压力、结构的预加应力、地基的不均匀沉降。

4.1.3 可变作用应包括：楼面和屋面上的活荷载、地面堆积荷载及其产生的侧压力、吊车荷载、雪荷载、风荷载、流水压力、融冰压力、结构构件的温（湿）度变化作用。

4.1.4 偶然作用包括：爆炸力、撞击力。

4.1.5 结构设计时，对不同的作用应采用不同的代表值：对永久作用，应采用标准值作为代表值；对可变作用，应根据设计要求采用标准值、组合值或准永久值作为代表值。

4.1.6 承载能力极限状态设计或正常使用极限状态按标准组合设计时，对可变作用应按规定的组合采用其标准值或组合值作为代表值。可变作用的组合值应为可变作用的标准值乘以其组合值系数。

4.1.7 正常使用极限状态按准永久组合设计时，对可变作用应采用准永久值作为代表值。可变作用的准永久值，除流水压力外，应为可变作用的标准值乘以其准永久值系数。

4.1.8 使结构或构件产生不可忽略的加速度的作用，应按动态作用考虑，可将动态作用简化为静态作用乘以动力系数后按静态作用计算。

4.2 永久作用标准值

4.2.1 结构自重的标准值可按结构构件的设计尺寸与相应材料单位体积的自重计算确定。对常用材料和构件，其自重可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的有关规定采用；永久性设备的自重标准值可按该设备的实际自重或铭牌提供的数据采用。

4.2.2 直接支承轴流泵电动机的结构构件，设备转动部分的自重及由其传递的轴向力应乘以动力系数后作为标准值。动力系数可取 2.0。

4.2.3 作用在地下构筑物上的竖向土压力标准值，应按下式计算：

$$F_{sv,k} = n_s \gamma_s H_s \quad (4.2.3)$$

式中： $F_{sv,k}$ — 竖向土压力标准值 (kN/m^2)；

n_s — 竖向土压力系数，可取 1.0，当构筑物的
平面尺寸长宽比大于 10 时， n_s 宜取 1.2；

γ_s — 回填土的重力密度 (kN/m^3)，地下水位以上可取
18，地下水位以下应采用有效重度，可取 10；

H_s — 地下构筑物顶板上的覆土高度 (m)。

4.2.4 作用在开槽施工地下构筑物上的侧向土压力标准值，应
按下列规定确定 (图 4.2.4)：

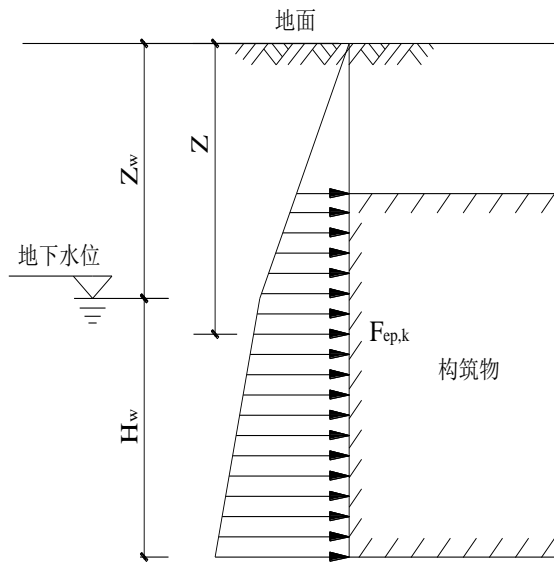


图 4.2.4 侧壁上的主动土压力分布图

- 1 应按主动土压力计算。
- 2 当地面平整时，构筑物侧壁上的主动土压力标准值可按

下列各式计算：

$$\text{地下水位以上： } F_{ep,k}=K_a\gamma_s Z \quad (4.2.4-1)$$

$$\text{地下水位以下： } F_{ep,k}=K_a[\gamma_s Z_w+10(Z-Z_w)] \quad (4.2.4-2)$$

式中： $F_{ep,k}$ — 主动土压力标准值 (kN/m^2)；

K_a — 回填土的主动土压力系数，应根据回填土的抗剪强度确定，当缺乏试验资料时可取 1/3；

Z — 自地面至计算截面处的深度 (m)；

Z_w — 自地面至地下水位距离 (m)。

4.2.5 作用在沉井侧壁上的主动土压力标准值可按下列公式计算：

$$F_{epn,k}=K_{an}\left[\sum_{i=1}^{n-1}\gamma_{soi}h_i+\gamma_{son}\left(z_n-\sum_{i=1}^{n-1}h_i\right)\right] \quad (4.2.5-1)$$

$$K_{an}=\text{tg}^2\left(45^\circ-\frac{\varphi_n}{2}\right)-\frac{2c_n}{\bar{\gamma}_{son}z_n}\text{tg}\left(45^\circ-\frac{\varphi_n}{2}\right) \quad (4.2.5-2)$$

式中： $F_{epn,k}$ — 第 n 层土层中、距地面 z_n 深度处、沉井侧壁上的主动土压力标准值 (kN/m^2)；

γ_{soi} — 第 i 层土的天然重度 (kN/m^3)，当位于地下水以下时应取有效重度；

γ_{son} — 第 n 层土的天然重度 (kN/m^3)，当位于

地下水位以下时应取有效重度；

$\bar{\gamma}_{\text{son}}$ — 计算截面以上各土层的天然重度（当位于地下水位以下时取有效重度）按各土层厚度的加权平均值（ kN/m^3 ）；

h_i — 第 i 层土的厚度（ m ）；

z_n — 自地面至计算截面处的深度（ m ）；

K_{an} — 第 n 层土的主动土压力系数；

φ_n — 第 n 层土的内摩擦角（ $^\circ$ ）；

c_n — 第 n 层土的粘聚力（ kPa ）。

4.2.6 地表水或地下水对构筑物的水压力标准值应按下列规定确定：

1 构筑物侧壁上的水压力应按静水压力计算，水的重力密度可取 10 kN/m^3 。

2 水压力标准值的相应计算水位，应根据水文部门或勘察部门提供的数据采用，对于基本组合或标准组合，应根据对结构的不利作用效应取 50 年内可能出现的最高或最低水位，最高地表水位的重现期应按构筑物的防洪标准确定，最高地下水位宜综合考虑近期内变化及 50 年内可能的发展趋势确定；对于

准永久组合，地表水可采用常年洪水位，地下水可采用平均水位。

3 作用在构筑物上的浮托力标准值应按最高水位确定，并按下式计算：

$$q_{fw,k} = \gamma_w H_{wmax} \eta_{fw} \quad (4.2.6)$$

式中： $q_{fw,k}$ — 构筑物基础底面上的浮托力标准值（ kN/m^2 ）；

γ_w — 水的重度（ kN/m^3 ）；可取 10；

H_{wmax} — 地表水或地下水的最高水位至基础底面（不包括垫层）计算部位的距离（m）；

η_{fw} — 浮托力折减系数，对非岩质地基应取 1.0；

对岩石地基应按其破碎程度确定，当基底设置滑动层时，应取 1.0。

注：1 当构筑物基底位于地表滞水层内，又无排除上层滞水措施时，基础底面上的浮托力仍应按式（4.2.6）计算确定；

2 当构筑物两侧水位不等时，基础底面上的浮托力可按沿基底直线变化计算。

4.2.7 构筑物内的水压力应按设计水位的静水压力计算，对给水处理构筑物，水的重度标准值可取 10 kN/m^3 ；对污水处理构筑物，水的重度标准值可取（ $10 \sim 10.8$ ） kN/m^3 。

注：机械表面曝气池内的设计水位，应计入水面波动的影响。

4.2.8 施加在结构构件上的预应力标准值，应按预应力钢筋的张拉控制应力值扣除相应张拉工艺的各项预应力损失采用。张拉控制应力值应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定确定。预应力损失可按本标准附录 B 计算确定。

注：当对构件作承载能力极限状态计算，预应力为不利作用时，由钢筋松弛和混凝土收缩、徐变引起的预应力损失不应扣除。

4.2.9 地基不均匀沉降引起的永久作用标准值，其沉降量及沉降差应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定计算确定。

4.3 可变作用标准值、组合值、准永久值

4.3.1 构筑物楼面和屋面（顶盖）的活荷载标准值、组合值系数及其准永久值系数，应按表 4.3.1 采用。

表 4.3.1 构筑物楼面和屋面（顶盖）的活荷载

项 序	构筑物部位	活荷载标准值 (kN/m ²)	组合值系数 ψ_c	准永久值系数 ψ_q
1	不上人的屋面、贮水或 水处理构筑物的顶盖	0.5	0.7	0.0
2	上人屋面或顶盖	2.0	0.7	0.4
3	走道板、操作平台或泵 房等楼面	2.0	0.7	0.5
4	楼梯	3.5	0.7	0.3
5	操作平台、楼梯的栏杆	水平向 1.0	0.7	0.0

		kN/m		
--	--	------	--	--

- 注：1 对水池顶盖，尚应根据施工或运行条件验算施工机械设备荷载或运输车辆荷载；
- 2 对操作平台、泵房等楼面，尚应根据实际情况验算设备、运输工具、堆放物料等局部集中荷载；
- 3 对预制楼梯踏步，尚应按集中荷载标准值 1.5kN 验算。

4.3.2 吊车荷载、雪荷载、风荷载的标准值、组合值系数及准永久值系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的有关规定采用。

4.3.3 确定水塔风荷载标准值时，整体计算的风载体型系数 μ_s 应按下列规定采用：

- 1 倒锥形水箱的风载体型系数应为+0.7。
- 2 圆柱形水箱或支筒的风载体型系数应为+0.7。
- 3 钢筋混凝土构架式支承结构的梁、柱的风载体型系数应为+1.3。

4.3.4 作用在取水构筑物头部上的流水压力应按下列规定确定（图 4.3.4）：

- 1 流水压力标准值或准永久值应按下列式计算：

$$F_{dw} = n_d K_f \frac{\gamma_w V_w^2}{2g} A \quad (4.3.4)$$

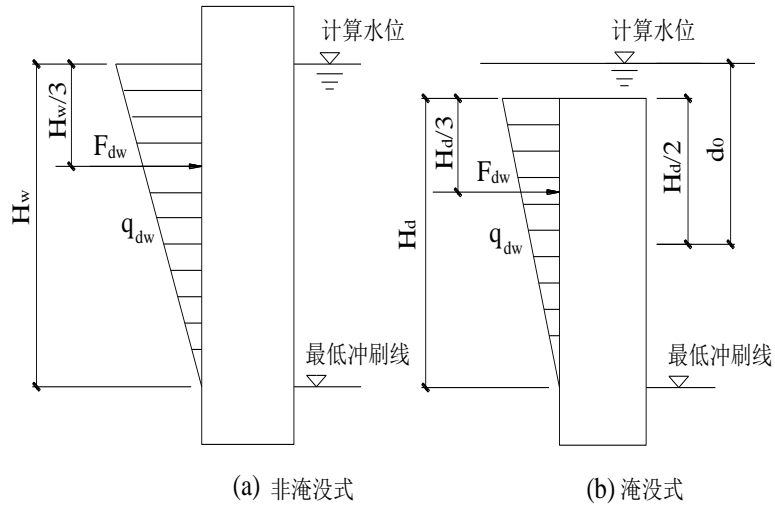


图 4.3.4 作用在取水头部上的流水压力图

式中： F_{dw} —取水头部上的流水压力（kN），可为标准值（ $F_{dw,k}$ ）

或准永久值（ $F_{dw,q}$ ）；

n_d — 淹没深度影响系数，可按表 4.3.4-1 采用；

对于非淹没式取水头部应取 1.0；

K_f — 取水头部的水流力系数，可按表

4.3.4-2 采用；

v_w — 水流的平均速度（m/s）；

g — 重力加速度（ m/s^2 ）；

A — 取水头部的阻水面积（ m^2 ），应计算至最低冲刷线处。

表 4.3.4 - 1 淹没深度影响系数 n_d

$\frac{d_0}{H_d}$	0.50	1.00	1.50	2.00	2.25	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	≥ 6.00
n_d	0.70	0.89	0.96	0.99	1.00	0.99	0.99	0.97	0.95	0.88	0.84

注：表中 d_0 为取水头部阻水面积中心至水面的距离， H_d 为取水头部最低冲刷线以上的高度。

表 4.3.4-2 取水头部的水流力系数 K_f

头部体型	方形	矩形	圆形	尖端形	长圆形
K_f	1.47	1.28	0.78	0.69	0.59

2 流水压力的标准值或准永久值的计算水位，应根据水文部门提供的数据采用，作用标准值的计算水位应根据对结构的不利作用效取 50 年内可能出现的最高或最低地表水位，最高地表水位的重现期应按防洪标准确定；作用准永久值的计算水位可采用常年洪水位；作用的组合值系数可取 0.7。

4.3.5 河道内融流冰块作用在取水头部上的压力可按下列规定确定：

1 作用在具有竖直边缘头部上的融冰压力标准值可按下式计算：

$$F_{Ik} = m_b f_i b t_i \quad (4.3.5-1)$$

2 作用在具有倾斜破冰棱的头部上的融冰压力标准值可按下列公式计算：

$$F_{Iv,k}=f_{Iw}t_I^2 \quad (4.3.5-2)$$

$$F_{Ih,k}=f_{Iw}t_I^2 \operatorname{tg} \theta \quad (4.3.5-3)$$

式中： F_{Ik} — 竖直边缘头部上的融冰压力标准值 (kN)；

m_h — 取水头部迎水流面的体型系数，方形时可取 1.0；

圆形时可取 0.9；尖端形时应按表 4.3.5 采用；

f_I — 冰的极限抗压强度 (kN/m²)，当初融流冰水位时可取 750；

t_I — 冰厚 (m)，应按实际情况确定；

$F_{Iv,k}$ — 竖向融冰压力标准值 (kN)；

$F_{Ih,k}$ — 水平向融冰压力标准值 (kN)；

b — 取水头部在设计流冰水位线上的宽度 (m)；

f_{Iw} — 冰的弯曲抗压极限强度 (kN/m²)，可按 0.7 f_I 采用；

θ — 破冰棱对水平线的倾角 (°)。

表 4.3.5 尖端形取水头部体型系数 m_h

尖端形取水头部迎水 水流向角度	45°	60°	75°	90°	120°
m_h	0.60	0.65	0.69	0.73	0.81

3 融冰压力的组合值系数 ψ_c 可取 0.7，准永久值系数 ψ_q ，对东北地区和新疆北部地区可取 0.5；对其它地区可取 0。

4.3.6 贮水或水处理构筑物的温差（包括湿度变化的当量温差），可按下列规定确定：

1 构筑物壁板的壁面温差应按下式计算：

$$\Delta t = \frac{\frac{h}{\lambda}}{\frac{1}{\beta_i} + \frac{1}{\beta_e} + \frac{h}{\lambda} + \frac{h_e}{\lambda_e}} (T_i - T_e) \quad (4.3.6-1)$$

式中： Δt — 壁板的内、外侧壁面温差（℃）；

h — 壁板的结构厚度（m）；

h_e — 外保温层的厚度（m）；

λ — 壁板的导热系数（W/m·K）；

λ_e — 外保温层的导热系数（W/m·K）；

β_i — 内表面热交换系数（W/m²·K）；

β_e — 外表面热交换系数（W/m²·K）；

T_i — 壁板内侧介质的计算温度（℃）；对于盛水

构筑物可按年最低月的平均水温采用；

T_e — 壁板外侧介质的计算温度（℃）；

当外侧为大气时，可按当地年最低月的统计平均温度采用。

2 构筑物壁板的中面温差应按下式计算：

$$\Delta t_0 = T_c - T_e - \frac{\frac{1}{\beta_e} + \frac{h}{2\lambda} + \frac{h_e}{\lambda_e}}{\frac{1}{\beta_i} + \frac{1}{\beta_e} + \frac{h}{\lambda} + \frac{h_e}{\lambda_e}} (T_i - T_e) \quad (4.3.6-2)$$

式中： Δt_0 — 壁板的中面温差（℃）；

T_c — 构筑物施工闭合时的月平均气温（℃）。

3 暴露在大气中的构筑物壁板的壁面湿度当量温差 Δt 应按 10℃采用。

4 温（湿）度变化作用的组合值系数 ψ_c 可取 0.9，准永久值系数 ψ_q 宜取 1.0。

4.3.7 地面堆积荷载的标准值可取 10 kN/m²，其对地下构筑物的侧压力系数可取 1/3。地面堆积荷载及其侧压力的组合值系数 ψ_c 可取 0.7，准永久值系数 ψ_q 可取 0.5。

5 基本设计规定

5.1 一般规定

5.1.1 本标准采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠指标度量结构构件的可靠度；按承载能力极限状态计算时，除对结构整体稳定性验算及地基承载力验算外均采用分项系数的设计表达式进行设计。

5.1.2 本标准采用的极限状态设计方法，包括下列两类极限状态：

1 承载能力极限状态：应包括对结构构件的承载力（包括压曲失稳）计算、结构整体失稳（滑移及倾覆、上浮）验算、地基承载力验算。

2 正常使用极限状态：应包括对需要控制变形的结构构件的变形验算，钢筋混凝土和预应力混凝土构件的应力限值验算，使用上要求不出现裂缝的构件抗裂验算边缘混凝土法向拉应力验算，使用上需要限制裂缝宽度的验算等。

5.1.3 结构内力分析，均应按弹性体系计算，不考虑由非弹性变形所产生的塑性内力重分布。

5.1.4 对于水池的承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算的作用组合，应根据水池型式及运行模式，合理且充分考

考虑满水试验、使用阶段池内满水、多格水池间隔贮水、池内放空等不同工况。对于预应力水池，尚应考虑空池时预应力张拉阶段以及构件制作、运输、吊装等施工阶段。

5.1.5 水池的作用组合中，关于温（湿）差作用应符合下列要求：

1 壁面温差和湿度当量温差不应同时考虑，应取其较大者。

2 对于现浇圆形水池以及总尺寸或结构单元尺寸超过本标准第 6.2.1 条规定的伸缩缝或收缩缝最大间距的现浇矩形水池，尚应包括中面温差作用。

5.1.6 给水排水工程构筑物结构的承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算，除本标准有特别规定外，应按建筑设计现行国家标准的有关规定执行。

5.2 承载能力极限状态计算规定

5.2.1 对结构构件进行承载力计算时，应符合下式要求：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (5.2.1)$$

式中： γ_0 — 结构重要性系数，对安全等级为一、二、三级时的基本组合，应分别取 1.1、1.0、0.9，对偶然组合取 1.0；

S_d — 作用组合的效应设计值；

R_d — 结构构件的抗力设计值，应按建筑设计现行国家标准的有关规定确定。

5.2.2 对持久设计状况和短暂设计状况，应采用作用的基本组合。基本组合的效应设计值应按下式中最不利值确定：

$$S_d = \sum_{i \geq 1} \gamma_{G_i} S_{G_{ik}} + \gamma_P S_P + \gamma_L (\gamma_{Q_1} S_{Q_{1k}} + \sum_{j \geq 2} \gamma_{Q_j} \psi_{cj} S_{Q_{jk}}) \quad (5.2.2)$$

式中： $S_{G_{ik}}$ — 第 i 个永久作用标准值的效应；

S_P — 预应力标准值的效应；

γ_{G_i} 、 γ_P — 分别为第 i 个永久作用、预应力的分项系数，当作用效应对承载力不利时应取 1.3，当作用效应对承载力有利时应取 1.0；

$S_{Q_{1k}}$ 、 $S_{Q_{jk}}$ — 第 1 个、第 j 个可变作用标准值的效应；

γ_{Q_1} 、 γ_{Q_j} — 第 1 个、第 j 个可变作用的分项系数，当作用效应对承载力不利时应取 1.5，当作用效应对承载力有利时应取 0；

γ_L — 考虑结构设计工作年限的可变作用调整系数，对于设计工作年限为 5 年、50 年、100 年可分别取 0.9、1.0、1.1；

ψ_{cj} — 第 j 个可变作用的组合值系数。

注：应轮次以各可变作用作为第一可变作用。

5.2.3 对偶然设计状况，应采用作用的偶然组合。偶然组合的效应设计值可按相关现行国家标准的有关规定确定。

5.2.4 构筑物的稳定性验算应符合下列规定：

- 1 构筑物的设计稳定性抗力系数 K_s 不应小于表 5.2.4 的规定。
- 2 抵抗力只计入永久作用，可变作用和侧壁上的摩擦力不应计入。
- 3 抵抗力和滑动力、倾覆力均应采用标准值。
- 4 无梁楼盖或框架的地下或半地下构筑物底板，应以单柱区格作为计算单元进行局部抗浮稳定验算。

表 5.2.4 构筑物的设计稳定性抗力系数 K_s

失稳特征	设计稳定性抗力系数 K_s
沿基底或沿齿墙底面连同齿墙间土体滑动	1.30
沿地基内深层滑动（圆弧面滑动）	1.20
倾覆	1.60
上浮	1.05

5.2.5 对挡土（水）墙、水塔等构筑物基底的地基反力，可按直线分布计算。基底不宜出现脱空区。

5.3 正常使用极限状态验算规定

5.3.1 结构构件按正常使用极限状态设计时，应符合下式要求：

$$S_d \leq C \quad (5.3.1)$$

式中： S_d — 作用组合的效应设计值；

C — 对结构构件变形、应力、裂缝宽度等规定的限值。

5.3.2 对于正常使用极限状态，作用标准组合、准永久组合的效应设计值应分别按下列公式确定：

1 作用标准组合的效应设计值

$$S_d = \sum_{i \geq 1} S_{G_{ik}} + S_P + S_{Q_{1k}} + \sum_{j \geq 2} \psi_{cj} S_{Q_{jk}} \quad (5.3.2-1)$$

2 作用准永久组合的效应设计值

$$S_d = \sum_{i \geq 1} S_{G_{ik}} + S_P + \sum_{j \geq 1} S_{Q_{jq}} \quad (5.3.2-2)$$

式中： $S_{Q_{jq}}$ — 第 j 个可变作用准永久值的效应。流水压力的准永久值及其效应应按本标准第 4.3.4 条确定，其余可变作用的准永久值效应应按其准永久值系数 ψ_{cj} 乘以其标准值的效应 $S_{Q_{jk}}$ 确定。

注：标准组合中，应轮次以各可变作用作为第一可变作用。

5.3.3 钢筋混凝土和预应力混凝土结构构件正截面的裂缝控制等级分为下列三级：

1 一级：严格要求不出现裂缝的构件，在工作阶段标准组合作用下，截面抗裂验算边缘混凝土不应产生拉应力。

2 二级：一般要求不出现裂缝的构件，在工作阶段标准组合作用下，截面抗裂验算边缘混凝土允许出现拉应力，拉应力值不应超过混凝土轴心抗拉强度标准值。

3 三级：允许出现裂缝的构件，在工作阶段准永久组合作用下，构件的最大计算裂缝宽度不超过本标准规定的限值。

5.3.4 混凝土构件的正截面抗裂验算要求应符合表 5.3.4 的规定。

表 5.3.4 混凝土构件的正截面抗裂验算要求

构件类型	作用组合	裂缝控制等级	备注
圆形水池环向预应力混凝土构件	标准组合	一	
圆形水池竖向预应力混凝土构件	标准组合	一	三 a~五 c 类环境
		二	一~二 b 类环境
其他预应力混凝土构件	标准组合	二	
竖向未配置预应力的预应力混凝土水池池壁竖向构件	标准组合	二	裂缝控制等级可降为三级，按准永久组合计算
钢筋混凝土构件	标准组合	二	轴心受拉或小偏心受拉
	准永久组合	三	受弯、大偏心受压（拉）

5.3.5 张拉阶段的预应力混凝土构件，其应力限值应符合下列各式要求：

$$\sigma_{\text{cck}} \leq 0.6f'_{\text{ck}} \quad (5.3.5-1)$$

$$-\sigma_{\text{ctk}} \leq f'_{\text{tk}} \quad (5.3.5-2)$$

式中： σ_{cck} 、 σ_{ctk} —在自重、预应力和施工荷载标准组合作用下，构件截面边缘的混凝土法向压应力、法向拉应力（ N/mm^2 ），可按式（5.3.7）计算；

f'_{ck} 、 f'_{tk} —与各施工阶段混凝土立方体抗压强度 f'_{cu} 相应的轴心抗压强度标准值、轴心抗拉强度标准值（ N/mm^2 ）。

5.3.6 工作阶段的预应力混凝土构件，其应力限值应符合下列各式要求；裂缝控制等级为二级的钢筋混凝土构件，其应力限值应符合式(5.3.6-3)的要求。

$$\sigma_{\text{cck}} \leq 0.6f'_{\text{ck}} \quad (5.3.6-1)$$

$$\sigma_{\text{ccq}} \leq 0.45f'_{\text{ck}} \quad (5.3.6-2)$$

$$-\sigma_{\text{ctk}} \leq \alpha_{\text{ct}} f'_{\text{ck}} \quad (5.3.6-3)$$

式中： $\sigma_{\text{cck(q)}}$ 、 σ_{ctk} —在工作阶段标准组合（准永久组合）作用下，构件截面边缘的混凝土法向压应力、法向拉应力（ N/mm^2 ），可按式（5.3.7）

计算；

f_{ck} 、 f_{tk} —混凝土轴心抗压强度标准值、轴心抗拉强度标准值 (N/mm²)；

α_{ct} —混凝土拉应力限制系数，一级裂缝控制等级取 0，二级裂缝控制等级取 1.0。

5.3.7 预应力混凝土构件或钢筋混凝土构件截面边缘的混凝土法向应力可按下列公式计算：

$$\sigma_{cck(q)} \text{ 或 } \sigma_{ctk} = \gamma_{pc} \sigma_{pc} + \frac{N_{k(q)}}{A_0} \pm \frac{M_{k(q)}}{W_0} \quad (5.3.7)$$

式中： σ_{pc} —扣除相应阶段预应力损失后，由预应力在构件抗裂验算边缘产生的混凝土法向应力 (N/mm²)；

$N_{k(q)}$ 、 $M_{k(q)}$ —不包括预应力的标准组合（准永久组合）下计算的轴向力值、弯矩值；

A_0 —换算截面面积，包括混凝土净截面面积以及全部普通钢筋和预应力筋截面面积换算成混凝土的截面面积；

W_0 —验算边缘的换算截面弹性抵抗矩；

γ_{pc} —预应力标准值调整系数，可按表 5.3.7 取值。

注：式 (5.3.7) 中， σ_{pc} 为压应力时取正值，为拉应力时取负值； $N_{k(q)}$ 为

轴向压力时取正值，为轴向拉力时取负值； $M_{k(q)}$ 产生的边缘纤维应力为压应力时式中符号取“+”号，为拉应力时式中符号取“-”号。

表 5.3.7 预应力标准值调整系数 γ_{pc}

预应力类型	有利	不利
后张法（无粘结）、先张法	0.95	1.05
后张法（有粘结）	0.90	1.10
预应力筋张拉力、伸长值量测值与计算值偏差不超过±1%时	1.00	1.00

5.3.8 裂缝控制等级为三级的钢筋混凝土构件，其裂缝宽度应符合下式要求：

$$w_{\max} \leq w_{\lim} \quad (5.3.8)$$

式中： w_{\max} —构件的最大裂缝宽度计算值（mm），可按本标准附录 A 计算确定；

w_{\lim} —构件的最大裂缝宽度限值（mm），应按本标准第 5.3.9 条规定取值。

5.3.9 钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度限值应符合下列规定：

1 对于准永久组合下受弯、大偏心受压（拉）的钢筋混凝土构件，其最大裂缝宽度限值应取式(5.3.9)之计算值及表 5.3.9 规定值的较小者。

$$w_{\lim} = 0.225 - 0.005 i_w \quad (5.3.9)$$

当 $i_w < 5$ 时取 $i_w = 5$ ，当 $i_w > 35$ 时取 $i_w = 35$

式中： i_w —最大作用水头与混凝土壁、板厚度之比。

2 当外水、土或大气具有腐蚀性时，构件外侧最大裂缝宽度限值尚应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046 及其他相关标准的有关规定。

表 5.3.9 钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度限值 w_{lim}

类别	部位	w_{lim} (mm)
水处理构筑物、水池、水塔	给水水质净化处理构筑物	0.25
	给水清水池	0.20
	污水、污泥处理构筑物、水塔的水柜	0.20
	臭氧接触池	0.15
	活性炭滤池	0.15
泵房	贮水间、格栅间、雨、污水泵池	0.20
	给水泵房以及其他地面以下部分	0.25
取水头部	常水位以下部分	0.25
	常水位以上湿度变化部分	0.20

注：强腐蚀环境下的最大裂缝宽度限值不应大于 0.15mm。

5.3.10 电机层楼面的支承梁应按作用的准永久组合进行变形计算，其允许挠度应符合下式要求：

$$w_v \leq \frac{l_0}{750} \quad (5.3.10)$$

式中： w_v — 支承梁的允许挠度（mm）；

l_0 — 支承梁的计算跨度（mm）。

5.4 耐久性规定

5.4.1 贮水或水处理构筑物、地下构筑物的混凝土，其碱骨料反应的预防措施应按现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 的有关规定执行。

5.4.2 在混凝土配制中采用外加剂时，应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定，并应根据试验验证，确定其适用性及相应的掺含量。

5.4.3 混凝土用水泥宜采用普通硅酸盐水泥；当处于冻融环境时，不得采用火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥；受侵蚀介质影响的混凝土，应根据侵蚀性质选用。

5.4.4 贮水或水处理混凝土构筑物的抗渗，应以混凝土本身的密实性满足抗渗要求。

5.4.5 构筑物混凝土的抗渗等级应按表 5.4.5 采用。

表 5.4.5 混凝土抗渗等级 P_i

最大作用水头与混凝土壁、板厚度之比值 i_w	抗渗等级 P_i
<10	P4
10~30	P6
>30	P8

5.4.6 最冷月平均气温低于-3℃的地区，外露的混凝土构筑物的混凝土抗冻等级应按表 5.4.6 采用。

表 5.4.6 混凝土抗冻等级 F_i

结构类别		地表水取水头部		其它
工作条件		冻融循环总次数		地表水取水头部的水位涨落区以上部位及外露的水池等
		≥ 100	<100	
气候条件	最冷月平均气温低于-10℃	F300	F250	F200
	最冷月平均气温在-3℃~-10℃	F250	F200	F150

注：1 气温应根据连续 5 年以上的实测资料，统计其平均值确定；

2 冻融循环总次数系指一年内气温从+3℃以上降至-3℃以下，然后回升至+3℃以上的交替次数；对于地表水取水头部，尚应考虑一年中日平均气温低于-3℃期间，因水位涨落而产生的冻融交替次数，此时水位每涨落一次应按一次冻融计算；

3 最冷月平均气温低于-10℃的地区，当冻融循环总次数远大于 100 时，可根据实际情况采用更高的抗冻等级；

4 最冷月平均气温低于-20℃的地区，混凝土抗冻等级应根据具体情况研究确定。

5.4.7 构筑物混凝土的抗渗等级和抗冻等级应根据试验确定，并按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定执行。

5.4.8 混凝土构筑物的环境类别划分应按下列规定执行：

1 环境类别划分应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 及本条第 3 款的规定。

2 当构件的一侧表面接触空气，另一侧表面接触水体或湿润土体时，则临空气一侧应按干湿交替环境考虑。

3 与污水（污泥）接触的环境、与氯离子腐蚀以外的腐蚀性土壤或腐蚀性地表水或地下水接触的环境，应根据腐蚀性等级为弱腐蚀、中腐蚀、强腐蚀，分别划分为五 a、五 b、五 c 类；腐蚀性等级的划分应按现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的有关规定执行。

5.4.9 构筑物结构混凝土应符合表 5.4.9 的规定。

表 5.4.9 构筑物结构混凝土的耐久性基本要求

环境类别	最低强度等级	最大水胶比	水溶性氯离子最大含量 (%)	最大碱含量 (kg/m ³)
一	C25	0.50	0.30	不限制
二 a	C25	0.50	0.20	3.0
二 b	C30	0.50	0.15	
三 a	C35	0.45	0.10	

三 b	C40	0.40	0.10	
四	C40	0.40	0.10	
五 a	C35	0.45	0.10	
五 b	C40	0.40	0.10	
五 c	C45	0.38	0.08	

- 注：1 本表适用于设计工作年限为 50 年的混凝土构筑物。设计工作年限为 100 年时，最低混凝土强度等级宜按表中规定提高 10MPa，最大氯离子含量为 0.06%，且不得使用碱活性骨料；
- 2 对于预应力混凝土结构，最低混凝土强度等级宜按表中规定提高 10MPa，其最大氯离子含量为 0.06%；
- 3 水溶性氯离子含量即指其占胶凝材料总重量的百分比；
- 4 五 a、五 b、五 c 类环境的结构混凝土，当采取表面防腐蚀措施时，最低强度等级可降低 5MPa；
- 5 素混凝土构件的最低强度等级要求可适当放松，但不应低于 C20；
- 6 当使用非碱活性骨料时，对混凝土中的碱含量可不作限制。

5.4.10 构筑物结构混凝土的胶凝材料用量宜符合表 5.4.10 的规定。

表 5.4.10 构筑物结构混凝土胶凝材料用量 (kg/m³)

环境类别	一	二 a	二 b	三 a	三 b	四	五 a	五 b	五 c
最小用量	300			320		300	320	—	
最大用量	—			—		—	—	450	

注：当混凝土中加入活性掺和料、高效减水剂时可适当降低胶凝材料用量。

5.4.11 配筋混凝土骨料最大粒径宜满足表 5.4.11 要求。

表 5.4.12 配筋混凝土骨料最大粒径要求 (mm)

混凝土保护层最小厚度 (mm)		30	35	40
环境分类	一	30	35	40
	二、五	20	25	25
	三、四	15	20	20

5.5 改变既有构筑物的设计原则

5.5.1 对既有构筑物进行如下改变时，应对其进行评定、验算或

重新设计：

1. 延长使用年限。
2. 改变用途、改变工艺流程或内部介质。
3. 改建或扩建。
4. 加固或修复。

5.5.2 对既有构筑物进行安全性、适用性、耐久性及抗灾害能力进行评定时，应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB55001、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068 及其他相关国家标准的原则要求。

5.5.3 改变既有构筑物时，其结构设计应符合下列规定：

- 1 应优化结构方案，保证结构的整体稳固性以及施工期间既有结构的安全性。
- 2 承载能力极限状态计算、正常使用极限状态验算、耐久性设计和构造要求应符合本标准的规定。
- 3 既有结构的材料设计指标应根据实测值确定。
- 4 作用的种类、取值和组合可根据本标准的规定并考虑实际情况确定。
- 5 设计时应考虑既有结构的实际几何尺寸、实配钢筋、连

接构造和已有缺陷。

6 基本构造要求

6.1 一般规定

6.1.1 贮水或水处理构筑物宜按地下式建造；当按地面式建造时，严寒和寒冷地区宜设置保温设施。

6.1.2 混凝土贮水或水处理构筑物，除水槽和水塔等高架贮水池外，其壁、底板厚度均不宜小于 200mm。

6.1.3 构筑物钢筋的混凝土保护层最小厚度（从最外层钢筋的外缘处起），应符合表 6.1.3 的规定。

表 6.1.3 混凝土保护层最小厚度（mm）

环境类别	壁、板	梁、柱	基础、底板下层筋
一	20	25	40
二 a	20	25	
二 b	25	30	
三 a	30	35	
三 b	40	45	
四	40	45	
五 a	35	40	
五 b	35	40	
五 c	40	45	

注：1 本表适合于设计工作年限为 50 年的混凝土构筑物，对于设计工作年限为 100 年的情况，保护层最小厚度应按表中数值增加 10mm。

- 2 后张预应力混凝土构件的预应力钢筋保护层厚度从护套或孔道管外缘算起，其保护层厚度尚不应小于护套或孔道管直径的 1/2。
- 3 当构筑物的构件外表设有水泥砂浆抹面或其它涂料等质量确有保证的保护措施时，表列要求的钢筋的混凝土保护层厚度可酌量减小，但不得低于无腐蚀环境的要求。

6.1.4 钢筋混凝土墙（壁）的拐角及与板的交接处，宜设置腋角。腋角的边宽不应小于 150mm，并应配置构造钢筋，可按墙或板截面内侧较大受力钢筋面积的 50% 采用。

6.2 变形缝和施工缝

6.2.1 矩形构筑物的长度或宽度较大时，应设置适应温度变化作用的伸缩缝或收缩缝。伸缩缝或收缩缝的最大间距可按表 6.2.1 的规定采用。

表 6.2.1 矩形构筑物的伸缩缝或收缩缝最大间距（m）

地基类别		岩基			土基	
		露天	地下式或有保温措施	露天	地下式或有保温措施	
结 体	砖	30	-	40	-	
	石	10	-	15	-	
构 类 别	现浇素混凝土		5	8	8	15
	钢 筋 混 凝 土	装配整体式	20	30	30	40
		现浇	15	20	20	30

注：1 对于地下式或有保温措施的构筑物，应考虑施工条件及温度、湿度环境等

因素，外露时间较长时，应按露天条件设置伸缩缝或收缩缝；

- 2 当有经验时，例如在混凝土中施加可靠的外加剂或浇筑混凝土时设置后浇带，减少其收缩变形，此时构筑物的伸缩缝或收缩缝最大间距可根据经验确定，不受表列数值限制。

6.2.2 当构筑物的地基土有显著变化或承受的荷载差别较大时，应采用适当的地基处理方法消除不均匀沉降，或设置沉降缝加以分割。

6.2.3 构筑物的伸缩缝、收缩缝或沉降缝应做成贯通式，在同一剖面上连同基础或底板断开。伸缩缝的缝宽不宜小于 20mm；收缩缝不留空隙；沉降缝的缝宽不应小于 30mm。

6.2.4 钢筋混凝土构筑物的伸缩缝、收缩缝和沉降缝的构造，应符合下列要求：

- 1 伸缩缝、沉降缝处的防水构造应由止水板材、填缝材料和嵌缝材料组成。

- 2 止水板材宜采用橡胶或金属止水带，止水带与构件混凝土表面的距离不宜小于止水带埋入混凝土内的深度，当构件的厚度较小时，宜在缝的端部局部加厚，并宜在加厚截面的突缘外侧设置可压缩性板材。

- 3 金属止水带的型式和断面宜符合现行行业标准《水工建筑物止水带技术规范》DL/T 5215 的有关规定。

6.2.5 位于岩石地基上的构筑物，其底板与地基间应设置滑动层构造。

6.2.6 混凝土构筑物的施工缝设置，应符合下列要求：

- 1 施工缝宜设置在构件受力较小的截面处。
- 2 除需要设置后浇带的情况以外，不应设置垂直施工缝。
- 3 施工缝构造应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

6.3 钢筋和预埋件

6.3.1 钢筋混凝土构筑物构件的受力钢筋，应符合下列规定：

- 1 受力钢筋的最小配筋百分率，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

- 2 受力钢筋宜采用直径较小的钢筋配置；每米宽度的墙、板内，受力钢筋不宜少于 4 根，且不宜超过 10 根。

6.3.2 现浇钢筋混凝土矩形构筑物构件的构造钢筋，应符合下列规定：

- 1 当构件的截面厚度不大于 500mm 时，其内、外侧构造钢筋的配筋率均不应小于 0.15%。

- 2 当构件的截面厚度大于 500mm 时，其内、外侧均可按

截面厚度 500mm 配置 0.15% 的构造钢筋。

6.3.3 钢筋混凝土壁（板）拐角（含丁字相交节点）处的钢筋锚固应符合下列要求：

1 钢筋锚入相邻壁（板）的长度应自相邻壁（板）的内侧表面起算，且不应小于锚固长度。

2 锚固长度的计算及锚固长度范围内的横向构造钢筋配置应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定执行。

3 与锚固钢筋垂直相接的钢筋可兼作横向构造钢筋，但其直径、间距应满足规范要求。

6.3.4 钢筋的连接应符合下列要求：

1 对处于轴心受拉或小偏心受拉状态的构件，其受力钢筋不应采用绑扎搭接连接。

2 受力钢筋采用绑扎搭接时，搭接位置应设置在构件受力较小处。

3 受力钢筋的连接应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定相互错开。

6.3.5 钢筋混凝土构筑物上的预埋件应符合现行国家标准《混

《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。永久性金属预埋件应根据不同腐蚀特征，采取可靠的防腐措施。

6.4 开孔处加固

6.4.1 钢筋混凝土构筑物的开孔处，应按下列规定采取加强措施：

1 当开孔的直径或宽度大于 300mm 但不超过 1000mm 时，孔口的每侧沿受力钢筋方向应配置加强钢筋，其钢筋截面积不应小于开孔切断的受力钢筋计算截面积的 75%。

2 当开孔的直径或宽度大于 1000mm 但不超过构筑物壁（板）计算跨度的 1/4 时，可按本条第 1 款的方法加固，也可采用肋梁加固，肋梁内配筋应按计算确定。

3 当开孔的直径或宽度大于构筑物壁（板）计算跨度的 1/4 时，宜对孔口设置边梁，梁内配筋应按计算确定。

4 对矩形孔口的四周尚应加设斜筋，对圆形孔口尚应加设环筋。

5 加固筋两端伸出洞口边的长度均不应小于锚固长度的 1.4 倍。

6.4.2 砌体构筑物的开孔处，应按下列规定采取加强措施：

1 砖砌体的开孔处宜设置过梁或采用砌筑砖券加强。砖券厚度，对直径小于 1000mm 的孔口，不应小于 120mm；对直径

大于 1000mm 的孔口，不应小于 240mm。

2 石砌体的开孔处，宜采用局部浇筑混凝土加强。

附录 A 钢筋混凝土矩形截面构件处于受弯或大偏心受压（拉）
状态时的最大裂缝宽度计算

A.0.1 在准永久组合作用下处于受弯、大偏心受压（拉）状态的钢筋混凝土构件，其最大裂缝宽度，可按下列公式计算：

$$w_{\max} = 1.8\psi \frac{\sigma_{\text{sq}}}{E_s} \left(1.5c + 0.11 \frac{d}{\rho_{\text{te}}} \right) (1 + \alpha_1) \nu \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$\psi = 1.1 - \frac{0.65f_{\text{tk}}}{\rho_{\text{te}}\sigma_{\text{sq}}\alpha_2} \quad (\text{A.0.1-2})$$

$$\rho_{\text{te}} = \frac{A_s}{0.5bh} \quad (\text{A.0.1-3})$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & \text{受弯、大偏心受压} \\ \frac{0.28}{1+2e_0/h_0}, & \text{大偏心受拉} \end{cases} \quad (\text{A.0.1-4})$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} 1.0, & \text{受弯} \\ 1-0.2h_0/e_0, & \text{大偏心受压} \\ 1+0.35h_0/e_0, & \text{大偏心受拉} \end{cases} \quad (\text{A.0.1-5})$$

式中： w_{\max} — 最大裂缝宽度计算值（mm）；

ψ — 裂缝间受拉钢筋应变不均匀系数：当 $\psi < 0.4$ 时，应取 0.4；当 $\psi > 1.0$ 时，应取 1.0；

σ_{sq} — 按准永久组合计算的钢筋混凝土构件纵向受拉钢筋应力(N/mm²)；

E_s — 钢筋的弹性模量(N/mm²)；

c — 最外层纵向受拉钢筋的混凝土保护层厚度(mm)；

d — 纵向受拉钢筋直径(mm)，当采用不同直径的钢筋时，应取 $\frac{4A_s}{u}$ ， u 为纵向受拉钢筋截面的

的总周长(mm)；

ρ_{te} — 以有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率；

b — 截面计算宽度(mm)；

h — 截面计算高度(mm)；

h_0 — 计算截面的有效高度 (mm)；

e_0 — 纵向力对截面重心的偏心距(mm)；

A_s — 受拉钢筋的截面面积(mm²)，对偏心受拉构件应取偏心力一侧的钢筋截面面积；

α_1 、 α_2 — 系数；

v — 纵向受拉钢筋表面特征系数：对光圆钢筋应取 1.0；对带肋钢筋应取 0.7；

f_{tk} — 混凝土轴心抗拉强度标准值(N/mm²)。

A.0.2 按准永久组合计算的钢筋混凝土构件纵向受拉钢筋应力可按下列公式计算：

1 受弯构件

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q}{0.87A_s h_0} \quad (\text{A.0.2-1})$$

式中： M_q — 在准永久组合作用下，计算截面处的弯矩 (N·mm)。

2 大偏心受压构件

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q - 0.35N_q(h_0 - 0.3e_0)}{0.87A_s h_0} \quad (\text{A.0.2-2})$$

式中： N_q — 在准永久组合作用下，计算截面上的轴向力 (N)。

3 大偏心受拉构件

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q + 0.5N_q(h_0 - a')}{A_s(h_0 - a')} \quad (\text{A.0.2-3})$$

式中： a' — 位于偏心力一侧的钢筋至截面近侧边缘的距离(mm)。

附录 B 预应力混凝土构件的预应力损失计算

B.0.1 千斤顶张拉（包括无粘结预应力）的预应力钢筋中的预应力损失，可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 与现行行业标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的规定计算。

B.0.2 绕丝张拉预应力混凝土圆形水池的预应力钢筋在各阶段的预应力损失的组合，按表 B.0.2 采用。

表 B.0.2 各阶段的预应力损失值的组合

预应力损失分批	损失值的组合
混凝土预压前（第一批）的损失	张拉锚具变形损失 σ_{l1} 分批张拉损失 σ_{l5}
混凝土预压后（第二批）的损失	局部压陷损失 σ_{l2} 应力松弛损失 σ_{l3} 收缩徐变损失 σ_{l4}

B.0.3 绕丝张拉圆形水池的预应力钢筋中的预应力损失可按下列公式计算，但预应力总损失的取值不应小于 $150 \text{ N} / \text{mm}^2$ ：

1 张拉锚具变形引起的预应力损失可按下列各式计算：

$$\sigma_{l1} = \zeta_s \sigma_{con} (1 - e^{-\mu \theta_p}) \quad (\text{B.0.3-1})$$

$$\theta_p = \frac{-S_l + \sqrt{S_l^2 + \frac{2aE_s}{\mu\sigma_{con}}(R_1 - \mu S_l)}}{R_1 - \mu S_l} \quad (\text{B.0.3-2})$$

式中： μ — 钢筋与混凝土的摩擦系数，可取 0.65；

- θ_p — 锚具变形影响区中钢筋曲线段弧长的中心夹角 (弧度);
- S_l — 钢筋锚固处至钢筋与池壁接触点的直线长度 (mm);
- a — 锚具变形值 (mm), 绕丝张拉一般采用锥形锚夹具, 可取 5mm;
- R_l — 水池中心至预应力钢筋形心轴的距离 (mm);
- E_s — 钢筋的弹性模量 (N / mm²);
- ζ_s — 预应力损失折减系数, 取 $\frac{1}{n_1 n_2}$ (n_1 为每盘钢丝所绕圈数, n_2 为锚固槽的个数)。

2 混凝土局部压陷所引起的预应力损失 σ_{l2} , 可按下式计算:

$$\sigma_{l2} = E_s \frac{\Delta D}{D} \quad (\text{B.0.3-3})$$

式中: D — 水池的平均直径 (mm);

ΔD — 池壁混凝土的径向局部压陷, 可取 2mm。

3 环向预应力钢筋的应力松弛损失 σ_{l3} , 按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定采用。

4 环向预应力钢筋由于混凝土收缩、徐变引起的预应力损失值 σ_{l4} , 可按表 B.0.3 采用。

表 B.0.3 混凝土收缩、徐变引起的预应力损失值 (N/mm²)

$\frac{\sigma_{pc}}{f'_{cu,k}}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
σ_{l4}	20	30	40	50	60	90

注：1 表中 σ_{pc} 为混凝土的预压应力，此时预应力损失仅考虑混凝土预压前（第一批）的损失。

2 表中 $f'_{cu,k}$ 为施加预应力时混凝土的立方体抗压强度标准值。

5 环向预应力钢筋由于分批张拉引起的平均预应力损失值 σ_{l5} 可按下式计算：

$$\sigma_{l5} = 0.5\alpha_E\mu_y\sigma_{con} \quad (\text{B.0.3-4})$$

式中 μ_y — 环向预应力钢筋的配筋率；

α_E — 钢筋弹性模量与混凝土弹性模量之比。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其它有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1. 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
2. 《建筑结构荷载规范》 GB50009
3. 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
4. 《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB50046
5. 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
6. 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082
7. 《地下工程防水技术规范》 GB 50108
8. 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
9. 《预防混凝土碱骨料反应技术规范》 GB/T 50733
10. 《工程结构通用规范》 GB 55001
11. 《铜合金带材》 GB/T 2059
12. 《不锈钢冷轧钢板和钢带》 GB/T 3280
13. 《烧结普通砖》 GB 5101
14. 《高分子防水材料 第二部分 止水带》 GB 18173.2
15. 《高分子防水材料 第三部分 遇水膨胀橡胶》 GB 18173.3
16. 《混凝土实心砖》 GB/T 21144
17. 《水工建筑物止水带技术规范》 DL/T 5215
18. 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》 JGJ 92
19. 《聚氨酯建筑密封胶》 JC/T 482
20. 《聚硫建筑密封胶》 JC/T 483