

水力发电建设技术经验专题报导



苏联水工建筑物加筋混凝土 结构设计技术规范

上海科学技术出版社

苏联电站部水电設計总局
水力发电設計院技术援助处

水工建筑物加筋混凝土 結構設計技术规范

(草案)

第二次审閱

莫斯科

1968 年

內 容 提 要

本規範草案系苏联水力发电設計院所編,內容分概況、承載能力以受拉区强度确定的加筋混凝土結構的計算、承載能力以受压区强度确定的加筋混凝土結構的計算、結構上的指示及附录图表,譯出供結構設計机关內部參考。

()

水力发电建設技术經驗專題报导

苏联水工建築物加筋混凝土 結構設計技术規範(草案)

原书名 НОРМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРМОВЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ

原編者 Гидроэнергопроект

水利电力部上海勘测設計院譯

*

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路 2004 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所总經售

*

开本 850×1168 1/32 印张 2 5/16 • 插頁 2 字數 49,000

1959 年 6 月第 1 版 1957 年 6 月第 1 次印刷

印數 1—3,000

統一書号: 15119 · 1270

定 价: (十二) 0.42 元

序 言

本規範草案系根据“加筋混凝土結構計算理論”編制的。加筋混凝土結構計算理論，由技术科学博士 И. И. 拉烏普曼研究，述于其“加筋混凝土水工結構計算方法”（国立动力出版社 1948 年）著作內和一些“水工建筑”杂志內。

关于加筋混凝土結構的設計規範，是早已有醞釀。同时，这一方面的設計有很长时期始終未有規範作为根据。在 1940 年水电总局所出版的第一批技术規範中，第一次指出了这个問題，但是并未解决。在国定全苏标准 4286-48 “水工建筑物混凝土及鋼筋混凝土結構”一书中，該問題向前推进了一步，但是仍未彻底的解决，仅是作为假定列入的。

本規範草案中的理論部分，系根据 И. И. 拉烏普曼的著作而定；而标准的特性和原始安全系数，則仍以国定全苏标准 4286-48 为根据。

本規範草案是在技术科学博士 И. И. 拉烏普曼同志的直接领导下，由水力发电設計院技术援助处（設計方法标准科）的工程师 С. И. 塔依捷尔和 В. И. 毕尔曼編制，并由副教授 В. М. 柳布琴珂、技术科学碩士 С. Я. 維果茨基及技术科学博士 Е. В. 布利茲梁克教授共同审核。

本規範草案第一次审閱时，下列各部：电站部、重工业企业建設部、机器制造企业建設部、內务部、植棉部、海运部的科学研究設計部門均提出意見和評論。

本規範草案第二次审閱时，系根据上述部門的意見編制。

水力发电設計院总工程师 И. И. 瓦西連珂
技术援助处处长 В. М. 柳布琴珂

假定的符号

b ——矩形断面的宽度；

h ——矩形断面的高度；

h_0 ——矩形断面的有效高度；

e_0 ——法向力对于断面几何轴的偏心距；

e ——相对偏心距；

F_a ——钢筋断面面积；

受弯结构纵向受拉钢筋；偏心受压结构离法向力最远的断面边缘附近的纵向钢筋断面面积（即受拉或受压较少的钢筋）；偏心受拉结构离法向力最近的断面边缘附近的纵向钢筋断面面积（即受拉力较多的钢筋）；双筋中心受压及中心受拉结构的对称的纵向钢筋断面面积（双筋断面一边的钢筋）；

F_a' ——偏心受拉结构离法向力最远断面边缘附近的纵向钢筋断面面积（即受拉较少的钢筋）；

F_c ——混凝土断面面积；

k_p ——受拉区域混凝土开裂时，钢筋达到屈服点，防止破坏的可变安全系数。

k_{p1} ——相当于加筋混凝土结构最小配筋率的 k_p 值 ($k_{p1}=1.0$)；

k_{p2} ——相当于加筋混凝土结构最大配筋率的 k_p 值，该 k_p 等于钢筋混凝土结构的 k_p 值；

k_c ——防止因混凝土达到极限抗压强度和受压区钢筋达到流限而破坏的不变安全系数，该系数等于钢筋混凝土结构的 k_c 值；

k_r ——防止混凝土受拉区域产生裂缝的可变安全系数；

k_{r_1} ——相应于加筋混凝土结构最小配筋率的 k_r 值, 等于混凝土结构规定的 k_r 值;

k_{r_2} ——相应于加筋混凝土结构最大配筋率的值 k_r 值 ($k_{r_2} = 1.0$);

l_0 ——构件计算长度;

M ——允许的弯矩;

M_c ——因受压区域强度丧失, 偏心受压结构的破坏弯矩 (在偏心距很小的情况下);

M_r ——受拉区域出现裂缝时的弯矩;

M_p ——受拉区混凝土开裂时钢筋达流限使结构破坏的弯矩;

N ——允许的法向力;

N_c ——中心受压结构破坏时的法向力;

N_r ——受拉区域出现裂缝时的法向力;

N_p ——受拉区混凝土开裂时钢筋达流限使结构破坏的法向力;

R_{np} ——混凝土棱柱强度;

R_n ——受弯和偏心受压时的混凝土抗压极限强度;

R_p ——混凝土中心受拉时的极限强度;

R_{pn} ——混凝土在弯曲、偏心受压或偏心受拉时抗拉极限强度;

r ——断面惯性半径;

φ ——纵向弯曲系数;

μ ——相当于钢筋 F_s 的配筋率 (以工作断面的分数和百分数表示之);

$\mu_1 = k_{r_1} = k_{r_2}$ 和 $k_p = k_p = 1.0$ 时, 加筋混凝土结构最小 μ 值;

μ_2 ——当 $k_{r_1} = 1.0$, $k_p = k_p$ 时加筋混凝土结构的最大 μ 值;

μ_0 ——在 μ_1 和 μ_2 之间的 μ 值, 此时安全系数 k_r 和 k_p 相等;

μ' ——相当于钢筋 F_s 的配筋率, 以工作断面的分数和百分数表示之;

σ_r ——钢筋的流限。

翻譯：專家工作組

水力发电建設

沪 技 0054号

校核：姚慰城

技術經驗專題报导

1959年1月

苏联水工建筑物加筋混凝土 結構設計技術規範

(草案)

目 录

序言

假定的符号

第一章 概況	1
1. 定义及应用范围	1
2. 材料	2
3. 一般計算原則	5
第二章 承載能力以受拉区强度确定的加筋混凝土結構的計算(弯曲、偏心距較大时的偏心受压、偏心受拉、中心受拉)	6
1. 基本原則	6
2. 受弯結構的計算	11
3. 承載能力以受拉区强度确定的偏心受压結構的計算(較大的相对偏心距)	14
4. 单筋偏心受拉結構的計算(相对偏心距較大)	16
5. 双筋偏心受拉結構的計算(偏心距較小)	17
6. 中心受拉結構的計算	19

第三章 承载力以受压区强度确定的加筋混凝土结构的計	
算(偏心距較小的偏心受压、中心受压).....	21
1. 基本原則.....	21
2. 承载力以受压区强度确定的偏心受压结构的計算	
(較小的偏心距).....	23
3. 中心受压结构的計算.....	23
第四章 结构上的指示.....	25
附 录.....	27
附录 1 加筋混凝土结构的計算程序.....	27
A. 受弯结构.....	27
B. 承载力以受拉区强度确定的偏心受压结构.....	29
B. 单筋偏心受拉结构.....	32
Γ. 双筋偏心受拉结构.....	33
Д. 中心受拉结构.....	34
E. 承载力以受压区强度确定的偏心受压结构.....	35
Ж. 中心受压结构.....	36
附录 2 加筋混凝土结构計算例题.....	36
A. 受弯结构.....	36
B. 承载力以受拉区强度确定的偏心受压结构.....	39
附录 3 偏心受压和偏心受拉时确定特性配筋率的方程	
式.....	44
附录 4 采用可变安全系数 K_p 节省鋼筋的比較計算.....	46
A. 用可变安全系数 K_p 时的計算.....	47
B. 当安全系数 K_p 为常数 $K_p = K_{p2} = 1.80$ 时的計算.....	52
B. 計算結果的比較.....	56
附录 5 曲綫图.....	58

第一章 概 况

1. 定义及应用范围

1. 凡大体积少钢筋结构,同时符合强度及抗裂要求者,皆称为加筋混凝土结构^①。

加筋混凝土结构的钢筋含量,低于钢筋混凝土结构一般所用的含量。加筋混凝土结构的最大配筋率和最小配筋率皆依力的作用种类、法向力的偏心距、钢筋及混凝土的标号和规定的安全系数的数值而定。边界配筋率的确定述于本规范第 26, 30, 33, 36, 38, 和 40 节内。

附注:本规范所规定的加筋混凝土结构的配筋率范围,包括下述二项:(1)低于因定全苏标准 4286-48 水工建筑物混凝土及钢筋混凝土结构、设计技术规范所规定的钢筋混凝土结构的配筋率下限;(2)超过上述界限的配筋率的某些范围。

2. 加筋混凝土结构按照力的作用种类分为下列两组:①承载能力依断面受拉区的强度确定,即依抗裂条件确定的结构,如受弯结构、偏心距很大的偏心受压结构、偏心受拉结构和中心受拉结构;②承载能力依断面受压区的强度确定,如偏心距很小的偏心受压结构、中心受压结构。

第一组加筋混凝土结构应满足下列要求:

- a) 防止混凝土受拉区产生裂缝。
- b) 充分利用钢筋的强度防止钢筋未达流限时发生破坏(假定混凝土受拉区产生裂缝)。

第二组加筋混凝土结构应保证:在充分利用受压区的混凝土和钢筋的强度时不发生破坏。

① 在 ГОСТ 4286-48 中称为“少钢筋结构”。

3. 本规范为设计各级水工建筑物加筋混凝土结构所必需之规范,按本身工作情况不仅要保证结构的强度,而且要保证结构的抗裂性。

本规范代替并扩充了国定全苏标准 4286-48 中所附的假定的少钢筋结构的设计指示。

附注:本规范不包括轻混凝土的加筋混凝土结构的设计。

2. 材 料

4. 对水工混凝土的特殊要求、其类别、标号、级配的设计,以及对混凝土材料的要求、混凝土和材料的试验方法,这些皆由下列水工混凝土国定全苏标准规定:

国定标准 4795-49: 定义,类别,技术要求。

国定标准 4796-49: 介质和水侵蚀性的特征和标准。

国定标准 4797-49: 对混凝土拌制材料的技术要求。

国定标准 4798-49: 混凝土拌制材料的试验方法。

国定标准 4799-49: 流态混凝土的试验方法。

国定标准 4800-49: 混凝土的试验方法。

国定标准 4801-49: 混凝土的级配设计。

5. 对加筋混凝土结构,采用下列标号的混凝土(按强度):

“90”, “110”, “140”, “170”, “200”, “250”。

混凝土的计算强度极限按表 1 采用,附列于后。

6. 在用低标号混凝土浇筑的应力较小的大体积加筋混凝土结构中,建议分区改变混凝土的成分,并在布有主筋的地区提高混凝土的标号。

7. 若用 CT. 3 号钢筋和热轧螺纹钢筋时,建议提高混凝土的标号不低于“140”;若用 CT. 0 号钢筋,则采用不低于“110”标号的混凝土。

附注:在分区改变混凝土成分的情况下,各相连的部分或同一块中相接的各层材

料不应相差两个标号(按强度)以上。

表 1 計算强度的极限(公斤/平方公分)

力的类别	混 凝 土 标 号					
	"90"	"110"	"140"	"170"	"200"	"250"
1. 軸向受压 R_{np} (棱柱强度)	72	88	108	125	145	175
2. 弯曲受压 R_n	90	110	135	155	180	220
3. 軸向受拉 R_p	10	11.5	13.5	15.5	17	20
4. 弯曲受拉 R_{pn}	17	19	22	26	28	33

附注: 作 I, II, III 級建築物施工設計时, 計算的抗拉强度极限应当借選擇混凝土的級配和檢查試驗來保証。

8. 加筋混凝土的容重 (在缺乏試驗資料的情況下) 按表 2 采用。

表 2 加筋混凝土的容重(公斤/立方公尺)

粗 骨 料 特 性 (碎石或砾石)	未經震動的混凝土	震動的混凝土
石灰岩粗骨料	2200	2300
砂岩粗骨料	2300	2400
火成岩粗骨料	2400	2500

附注: 作 I, II 級建築物的結構施工設計时, 其穩定性要以混凝土的重量保証者, 則混凝土的容重应用試驗确定。

9. 混凝土的彈性模数按表 3 采用。

表 3 混凝土的彈性模数(公斤/平方公分)

杆 件 名 称	混 凝 土 标 号					
	"90"	"110"	"140"	"170"	"200"	"250"
受压杆件	180000	200000	280000	280000	290000	320000
受弯和受拉杆件	110000	125000	140000	160000	180000	200000

10. 計算加筋混凝土結構時採用的常數等於：

- a) 泊松比 $1/6$
- б) 線膨脹係數 0.00001
- в) 收縮係數 0.00015

11. 加筋混凝土結構中的鋼筋，採用標號為 CT. 0, CT. 3, CT. 5 的鋼料。這種鋼料應符合國定全蘇標準 380-50 “普通熱軋碳素鋼一般的技术条件和分类” 和國定全蘇標準 535-45 “普通熱軋碳素鋼，种类、技术条件” 的要求。

按鋼筋的產品可採用：

a) 標號為 CT. 3, CT. 0 軋成的圓鋼、方鋼或扁鋼；扁鋼斷面的長邊與短邊的比率，一般不應大於 2。

б) 標號為 CT. 3, CT. 0 軋成的型鋼，一般僅作為勁性鋼筋用。

в) 標號為 CT. 5 的熱軋螺旋鋼筋，應滿足國定標準 5781-51 鋼筋混凝土結構加筋用的熱軋螺旋鋼筋和鋼筋混凝土結構加筋用的熱軋螺旋鋼筋（直徑為 36~90 公厘）的臨時技術條件

TY-84-51
ГМТТ 2971-51

的要求。

г) 用軋成圓鋼冷壓的螺旋鋼筋，在符合下述附注的情況下採用。

附注 1. 在混凝土標號為 “90” 和 “110” 的加筋混凝土結構中，建議不用 CT. 3 號鋼。

2. 在混凝土標號為 “90” 的加筋結構中，不允許採用熱軋螺旋鋼筋。

12. 鋼筋的計算流限取為：

a) CT. 0 號鋼做的受拉和受壓鋼筋——2500 公斤/平方公分；

б) CT. 3 號鋼做的受拉和受壓鋼筋——2850 公斤/平方公分；

в) CT. 5 號鋼做的受拉和受壓熱軋螺旋鋼筋——3500 公斤/平方公分；

r) 受拉的冷压螺旋钢筋(按压扁以前的钢筋断面计算)——
3500 公斤/平方公分。

钢筋的弹性模数采用 2100000 公斤/平方公分。

附注: 在用单独的钢筋桁架或钢筋构架作为主要受力钢筋时, 冷压螺旋钢筋通常仅用来做成钢筋网, 铺设在混凝土受拉面附近(见 48 页)。

在不允许焊接接合的情况下, 冷压螺旋钢筋提高的流限在计算中加以考虑; 在计算中, 钢筋网中杆件的实际面积, 即在受力方向者, 并根据它们的计算流限和主受力钢筋流限之比而相应增加后, 加于主受力钢筋的面积中。

13. 无保证书的钢材如果实验证明: 其机械性能不低于 CT. 0 号钢的机械性能, 则可作为 CT. 0 号钢使用。

3. 一般计算原则

14. 计算荷重按国定全苏标准 3154-46 “作用于各类水工结构的力和荷重”采用。

温度和收缩作用属于附加力。

计算 V 级水工建筑物的加筋混凝土结构时, 特殊的力和荷重不作考虑。

15. 按最不利的荷重组合情况计算结构杆件断面。这种荷重组合能得出最大的横断面。

16. 加筋混凝土结构杆件的应力, 如求匀质弹性体的应力一样, 照建筑力学原则计算。

17. 计算变形和变位时, 计算断面的惯性矩要考虑全部的受压和受拉的混凝土(钢筋除外)。

18. 当计算在受力方向(即垂直于受力钢筋)有浇筑缝的加筋混凝土结构时, 应考虑到缝中的水压力; 计算水压力时, 应考虑到缝中设置的排水、止水设备。若缝中无上述设备, 则水压力按梯形分布图考虑。

第二章 承载力以受拉区强度 确定的加筋混凝土结构的计算

(弯曲、偏心距较大时的偏心受压、偏心受拉、中心受拉)

1. 基本原则

19. 承载力以受拉区强度确定的加筋混凝土结构的断面,按下列基本原则计算:

1. 第二章所述的加筋混凝土结构应同时满足下列三个要求:

a) 防止混凝土受拉区产生裂缝; 6) 防止因受拉区混凝土一旦裂开时, 钢筋达到流限而发生破坏也即应有一关系式:

$$P = \frac{P_r}{k_r} = \frac{P_p}{k_p} \quad (1)$$

式中: P ——已知断面的计算内力值;

P_r ——使混凝土受拉区发生裂缝的内力值;

P_p ——当受拉区混凝土裂开时钢筋达到流限而破坏的内力值;

k_r ——防止混凝土受拉区产生裂缝的安全系数;

k_p ——当受拉区混凝土开裂时防止因钢筋达到流限而破坏的安全系数。

2. 第二章所述的加筋混凝土结构, 其安全系数 k_r 和 k_p 根据配筋率的不同而变, 但依照关系式(1)是相互有联系的。相应于加筋混凝土结构范围的界限, 其安全系数 k_r 和 k_p 的极限值, 述于第21节内; 在该区域内的安全系数 k_r 、 k_p 的变化规律述于第22节内; 限制该区域的配筋率按第20节确定。

20. 第二章所述的加筋混凝土结构的边界配筋率, 根据相应的安全系数 k_r 和 k_p , 用下列方法确定:

1. 相应于混凝土和加筋混凝土结构界限間的最小配筋率 μ_1 决定如下, 即相应于該配筋率的安全系数 k_r 有最大值 k_{r1} , 等于混凝土结构因受拉破坏所规定的的安全系数值; 同时, 安全系数 k_p 有最小值 k_{p1} , 等于 1.0。

2. 相应于加筋混凝土和钢筋混凝土结构之間的最大配筋率 μ_2 决定如下, 即相应于該配筋率的安全系数 k_r 有最小值 k_{r2} , 等于 1.0; 而安全系数 k_p 有最大值 k_{p2} , 等于钢筋混凝土结构所规定的防止破坏的安全系数值。

第二章所述的加筋混凝土结构, 关于其最大和最小配筋率的计算, 在各种不同的受力情况下, 分述于本章第 26, 30, 33, 36, 38 节內。

21. 相应于第二章所述的加筋混凝土结构最大和最小配筋率的安全系数值 k_r 和 k_p , 列于表 4 和表 5 內。

22. 第二章所述的加筋混凝土结构的配筋率 μ 和可变的安全系数 k_r 和 k_p , 在最小和最大配筋率 μ_1 和 μ_2 之間の間隔中相互間的关系由下列关系表示:

a) 安全系数的倒值 $\frac{1}{k_r}$ 和配筋率 μ 有綫性关系。

$$\frac{1}{k_r} = 1.0 - \left(1.0 - \frac{1}{k_{r1}} \right) \frac{\mu_2 - \mu}{\mu_2 - \mu_1} \quad (2)$$

由此, 当已知安全系数 k_r 时

$$\mu = \mu_2 - (\mu_2 - \mu_1) \times \frac{1.0 - \frac{1}{k_r}}{1.0 - \frac{1}{k_{r1}}} \quad (2')$$

关系式(2)繪于附录 5 的图 2 中。

б) 安全系数 k_p 和 配筋率的关系为

表 5 相应于加筋混凝土结构最大和最小配筋率的安全系数 k_p 值
(承载力以受拉区强度确定的)

结构种类	k_{p1} (相应的 μ_1 为混凝土和加筋混凝土结构的界限配筋率)	k_p											
		(相应的 μ_2 为加筋混凝土和钢筋混凝土结构的界限配筋率)											
		建筑物的类别											
		I		II		III		IV 和 V					
力和荷重的组合													
基本的		附加的		特殊的		基本的		附加的		特殊的		基本的	
基本的		附加的		特殊的		基本的		附加的		特殊的		基本的	
1. 按混凝土受拉区强度计算的偏心受压结构 (墩、柱、拱)	1.0	2.2	2.0	1.8	2.0	1.8	1.6	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5
2. 按混凝土受拉区强度计算的其他结构	1.0	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5