

高等工科院校自学函授教材

钢筋混凝土结构

(上册)

范家骥 高莲娣 喻永言 编

中国建筑工业出版社

高等工科院校自学函授教材

钢筋混凝土结构

(上册)

范家骥 高莲娣 喻永言 编

中国建筑工业出版社

前 言

本书是根据我国新颁布的《混凝土结构设计规范》(GBJ10-89)编写的。编写本书时,还以已颁布的《建筑结构设计统一标准》(GBJ68-84)、《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》(GBJ83-85)、《工业与民用建筑结构荷载规范》(GBJ9-87)作为依据。全书曾在同济大学函授学院工业与民用建筑专业本科教学中试用,根据试用中存在的问题进行修改和补充。本书可作为工业与民用建筑专业本科教材、成人教育自学教材,并可供土建工程技术人员在学习和运用新规范时参考。

编写本书的指导思想是适合自学要求,内容上既有理论又注重实用,突出重点,文字叙述力求简明扼要、说理清楚。每章开头有学习要点,以便学习每章时掌握要领,每章末尾附有复习思考题和习题。

全书分上、下两册。上册包括绪论,材料的物理力学性能,基本设计原则,受弯构件正截面及斜截面承载力计算,受扭构件的承载力计算,受压及受拉构件的承载力计算,裂缝宽度及变形的验算,梁板结构。下册包括预应力混凝土构件计算,单层厂房,多层及高层房屋,房屋抗震设计等内容。

全书由俞载道教授主审,提出了许多宝贵意见,使我们得以作必要的修正。本书上册的绪论、第一章及第二章由范家骥编写,第三章、第六章及第九章由高莲娣编写,第四章、第五章、第七章、第八章及第九章9-3由喻永言编写。本书下册第十章由高莲娣编写,第十一章、第十二章由喻永言编写,第十三章由范家骥编写。封面编者署名按姓氏笔画为序。

限于编者的业务水平,本书一定存在不少缺点乃至错误,请读者提出批评指正,以便改进。

主要符号

材料性能

- E_c ——混凝土弹性模量 (modulus of elasticity 弹性模量, concrete 混凝土);
 E_c^f ——混凝土疲劳变形模量 (fatigue);
 G_c ——混凝土剪变模量 (shear modulus);
 ν_c ——混凝土泊松比 (Poisson ratio);
 E_s ——钢筋弹性模量 (steel, steel reinforcing bars 钢筋);
C20——表示立方体强度标准值为 20N/mm^2 的混凝土强度等级 (concrete, newton 牛顿—力的单位: $1\text{N} = 10^5$ 达因);
 f_{cu} ——边长为 150mm 的混凝土立方体抗压强度 (cubic 立方的);
 f'_{cu} ——边长为 150mm 的施工阶段混凝土立方体抗压强度;
 $f_{cu,K}$ ——边长为 150mm 的混凝土立方体抗压强度标准值 (characteristic 特征, 基准);
 f_{cK}, f_c ——混凝土轴心抗压强度标准值、设计值 (compressive strength 抗压强度);
 $f_{cm,K}, f_{cm}$ ——混凝土弯曲抗压强度标准值、设计值 (moment 弯矩);
 f_{tK}, f_t ——混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值 (tensile strength 抗拉强度);
 f'_{cK}, f'_{tK} ——施工阶段的混凝土轴心抗压、抗拉强度标准值;
 f_{yK}, f_{pyK} ——普通钢筋、预应力钢筋强度标准值 (yield strength 屈服强度, prestress 预加应力);
 f_y, f'_y ——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值;
 f_{py}, f'_{py} ——预应力钢筋的抗拉、抗压强度设计值。

作用和作用效应

- N ——轴向力设计值 (normal force);
 N_s, N_l ——按荷载的短期效应组合、长期效应组合计算的轴向力值 (short 短, long 长);
 N_p ——后张法构件预应力钢筋及非预应力钢筋的合力;
 N_{po} ——混凝土法向预应力等于零时, 预应力钢筋及非预应力钢筋的合力;
 N_{u0} ——构件的轴心受压或轴心受拉承载力设计值 (ultimate strength 极限强度, 0 表示偏心距为零);
 N_{ux}, N_{uy} ——轴向力作用于 x 轴、 y 轴的偏心受压或偏心受拉承载力设计值;
 M ——弯矩设计值 (moment of force 力矩);
 M_s, M_l ——按荷载的短期效应组合、长期效应组合计算的弯矩值;

- M_u ——构件的正截面受弯承载力设计值;
 M_{cr} ——受弯构件正截面开裂弯矩值 (crack 裂缝);
 T ——扭矩设计值 (torque 扭矩);
 V ——剪力设计值 (vertical 竖向的、垂直的——剪力多为竖向且与构件的纵轴垂直);
 V_{cs} ——构件斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值 (stirrup 箍筋);
 F_l ——局部荷载设计值或集中反力设计值 (force 力, local 局部的);
 σ_{sc} 、 σ_{lc} ——荷载的短期效应组合、长期效应组合下抗裂验算边缘的混凝土法向应力;
 σ_{pe} ——由预加应力产生的混凝土法向应力;
 σ_{tp} 、 σ_{cp} ——混凝土中的主拉应力、主压应力 (principal tensile stress 主拉应力, principal compressive stress);
 $\sigma_c^t, \max, \sigma_c^t, \min$ ——疲劳验算时受拉区或受压区边缘纤维混凝土的最大应力及最小应力;
 σ_s 、 σ_p ——正截面承载力计算中纵向普通钢筋、预应力钢筋的应力;
 σ_{ss} ——按荷载的短期效应组合计算的纵向受拉钢筋应力或等效应力;
 σ_{con} ——预应力钢筋张拉控制应力 (control 控制);
 σ_{po} ——预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力钢筋应力;
 σ_{pe} ——预应力钢筋的有效预应力;
 σ_l 、 σ'_l ——受拉区、受压区预应力钢筋在相应阶段的预应力损失值 (loss 损失);
 τ ——混凝土的剪应力;
 w_{max} ——考虑裂缝宽度分布的不均匀性和荷载长期效应组合影响的最大裂缝宽度;
 B ——受弯构件的截面刚度 (bending 受弯的);

几 何 参 数

- a 、 a' ——纵向受拉钢筋合力点、纵向受压钢筋合力点至截面近边的距离;
 a_s 、 a'_s ——纵向非预应力受拉钢筋合力点、受压钢筋合力点至截面近边的距离;
 a_p 、 a'_p ——受拉区纵向预应力钢筋合力点、受压区纵向预应力钢筋合力点至截面近边的距离;
 b ——矩形截面宽度, T形、工形截面的腹板宽度 (breadth of section);
 b_t 、 b'_t ——T形或工形截面受拉区、受压区的翼缘宽度 (flange 翼缘);
 d ——圆形截面的直径或钢筋直径 (diameter of circular section, diameter of steel bar);
 c ——混凝土保护层厚度;
 e 、 e' ——轴向力作用点至纵向受拉钢筋合力点纵向受压钢筋合力点的距离;
 e_o ——轴向力对截面重心的偏心距 (eccentricity 偏心距);

e_a ——附加偏心距 (additional附加的);
 e_i ——初始偏心距 (initial初始的);
 h ——截面高度 (height of section);
 h_o ——截面有效高度;
 h_t, h'_t ——T形或工形截面受拉区、受压区的翼缘高度;
 i ——回转半径;
 r_c ——曲率半径 (radius of curvature);
 l_a ——纵向受拉钢筋的最小锚固长度 (length长度, anchorage锚固);
 l_o ——计算跨度或计算长度;
 s ——沿构件轴线方向上横向钢筋的间距, 或螺旋筋 (spiral) 的螺距, 或箍筋的间距 (pitch间距);
 x ——混凝土受压区高度;
 y_o, y_n ——换算截面重心、净截面重心至所计算纤维的距离 (net净的);
 z ——纵向受拉钢筋合力点至混凝土受压区合力点之间的距离;
 A ——构件截面面积 (area面积);
 A_o ——构件换算截面面积;
 A_n ——构件净截面面积;
 A_s, A'_s ——受拉区、受压区纵向非预应力钢筋的截面面积;
 A_p, A'_p ——受拉区、受压区纵向预应力钢筋的截面面积;
 A_{svl}, A_{stl} ——在受剪、受扭计算中单肢箍筋的截面面积;
 A_{sv}, A_{sh} ——同一截面内各肢竖向、水平箍筋的全部截面面积 (horizontal 水平的);
 A_{sb}, A_{pb} ——同一弯起平面内非预应力、预应力弯起钢筋的截面面积 (bent弯起的);
 A_c ——混凝土局部受压面积;
 A_{cor} ——钢筋网、螺旋配筋或箍筋范围以内的混凝土核芯面积 (core核心);
 W ——截面受拉边缘的弹性抵抗矩 (section modulus);
 W_o ——换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩;
 W_n ——净截面受拉边缘的弹性抵抗矩;
 I ——截面惯性矩 (moment of inertia, 现今基本术语的译法为second moment of area);
 I_o ——换算截面惯性矩;
 I_n ——净截面惯性矩;

计算系数及其他

α_c ——混凝土线膨胀系数;
 α_{ct} ——混凝土拉应力限制系数;
 α_E ——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值 ($\alpha_E = E_s/E_c$);

目 录

主要符号

绪 论	(1)
1 钢筋混凝土的概念	(1)
2 钢筋和混凝土共同工作的基础	(1)
3 钢筋混凝土结构的施工方式及其类型	(2)
4 钢筋混凝土结构的优缺点	(2)
5 钢筋混凝土结构的发展和应用简况	(3)
6 钢筋混凝土结构课程内容及其与其他课程关系的简介和学习要点	(4)
复习思考题	(5)
第一章 钢筋混凝土材料的物理力学性能	(7)
学习要点	(7)
1-1 钢筋	(7)
1-1-1 钢筋的强度与变形	(7)
1-1-2 钢筋的品种、等级和成分	(9)
1-1-3 钢筋的冷加工(冷拉、冷拔)	(10)
1-1-4 钢筋的形式	(11)
1-1-5 钢筋混凝土结构对钢筋性能的要求	(12)
1-2 混凝土	(13)
1-2-1 混凝土的强度	(13)
1-2-2 混凝土的变形性能	(18)
1-3 钢筋与混凝土之间的粘结与锚固	(28)
复习思考题	(33)
第二章 钢筋混凝土结构的基本设计原则	(35)
学习要点	(35)
2-1 极限状态设计原则	(35)
2-2 有关概率论和数理统计方面的简介	(39)
2-3 荷载和材料强度的取值	(43)
2-4 概率性极限状态设计方法	(52)
复习思考题	(58)
第三章 受弯构件正截面受弯承载力计算	(59)
学习要点	(59)
3-1 试验研究分析	(60)
3-1-1 梁的受力性能	(60)
3-1-2 梁正截面工作的三个阶段	(61)
3-1-3 配筋率对正截面破坏性质的影响	(61)
3-1-4 梁正截面受弯承载力计算的基本理论	(61)

3-1-5 界限相对受压区高度 ξ_b	(69)
3-1-6 最小配筋率 $\rho_{\min}$	(71)
3-2 单筋矩形截面受弯构件的受弯承载力计算与截面构造	(71)
3-2-1 基本计算公式及适用条件	(71)
3-2-2 截面构造	(73)
3-2-3 基本公式的应用	(74)
3-2-4 计算表格	(77)
3-3 双筋矩形截面受弯构件的受弯承载力计算	(79)
3-3-1 受压钢筋的应力	(80)
3-3-2 基本计算公式及适用条件	(81)
3-3-3 基本公式的应用	(83)
3-4 T形截面受弯构件的受弯承载力计算	(86)
3-4-1 基本计算公式及适用条件	(88)
3-4-2 基本公式的应用	(90)
复习思考题	(94)
习题	(96)
第四章 受弯构件斜截面的承载力计算	(98)
学习要点	(98)
4-1 概述	(98)
4-2 无腹筋简支梁裂缝出现前的应力状态	(99)
4-3 无腹筋简支梁斜裂缝出现后的受剪性能	(101)
4-3-1 斜裂缝的形成	(101)
4-3-2 斜裂缝出现后应力状态的变化	(101)
4-3-3 斜截面剪切破坏形态	(102)
4-3-4 影响斜截面受剪承载力的主要因素	(103)
4-4 有腹筋简支梁的受剪性能	(104)
4-4-1 有腹筋简支梁沿斜截面破坏的机理	(104)
4-4-2 有腹筋简支梁的破坏形态	(105)
4-4-3 影响有腹筋简支梁受剪承载力的主要因素	(105)
4-5 有腹筋简支梁斜截面受剪承载力计算	(106)
4-5-1 斜截面受剪承载力的计算表达式	(106)
4-5-2 仅配有箍筋梁的斜截面受剪承载力	(107)
4-5-3 弯起钢筋的受剪承载力	(109)
4-5-4 斜截面受剪承载力设计计算方法	(109)
4-6 连续梁、框架梁和外伸梁的斜截面受剪承载力计算	(112)
4-6-1 连续梁、框架梁和外伸梁斜截面剪切破坏特点	(112)
4-6-2 连续梁、框架梁和外伸梁的斜截面受剪承载力计算	(113)
4-7 梁斜截面受剪承载力的计算步骤	(113)
4-7-1 截面选择(设计题)	(113)
4-7-2 截面复核(复核题)	(120)
4-8 受弯构件斜截面的受弯承载力	(121)
4-8-1 抵抗弯矩图	(121)
2 纵向钢筋弯起时保证斜截面受弯承载力的构造措施	(122)

4-8-3 纵向钢筋切断时保证斜截面受弯承载力的构造措施	(123)
4-9 钢筋的构造要求	(124)
4-9-1 钢筋的最小锚固长度及延伸长度	(124)
4-9-2 纵向钢筋在支座处的锚固	(125)
4-9-3 钢筋的弯钩和接头	(126)
4-9-4 箍筋和弯起钢筋的构造要求	(127)
复习思考题	(130)
习题	(131)
第五章 受扭构件扭曲截面承载力计算	(134)
学习要点	(134)
5-1 概述	(134)
5-2 纯扭和弯剪扭构件的开裂扭矩计算	(135)
5-2-1 纯扭构件开裂时的应力状态及开裂扭矩计算	(135)
5-2-2 弯剪扭构件的开裂计算	(136)
5-3 矩形截面纯扭构件的受扭承载力	(137)
5-3-1 试验研究分析	(138)
5-3-2 纯扭构件的计算理论	(138)
5-3-3 《规范》的矩形截面纯扭构件承载力计算公式	(140)
5-4 矩形截面弯剪扭构件的承载力	(141)
5-4-1 剪扭构件承载力计算公式的建立	(141)
5-4-2 V_c 及 T_c 的简化计算	(142)
5-4-3 剪扭构件的受剪扭承载力计算公式	(142)
5-5 T形和工字形截面弯剪扭构件的承载力计算	(144)
5-6 钢筋的构造要求	(144)
5-6-1 箍筋	(144)
5-6-2 纵向钢筋	(145)
5-7 弯剪扭构件承载力的计算步骤	(145)
复习思考题	(150)
习题	(150)
第六章 受压构件的受压承载力计算	(151)
学习要点	(151)
6-1 轴心受压构件的受压承载力计算	(151)
6-1-1 配有纵筋和箍筋(或在纵向钢筋上焊有横向钢筋)柱的受压承载力计算	(152)
6-1-2 配有纵筋和螺旋筋(或焊接环筋)间接钢筋柱的受压承载力计算	(160)
6-2 偏心受压构件的受压承载力计算	(164)
6-2-1 试验研究分析	(165)
6-2-2 矩形截面偏心受压构件的受压承载力计算	(167)
6-2-3 偏心受压构件的 $M-N$ 相关曲线	(173)
6-2-4 偏心受压构件考虑挠曲影响的轴向力偏心距增大系数 η	(174)
6-2-5 矩形截面不对称配筋的计算方法	(178)
6-2-6 矩形截面对称配筋的计算方法	(191)
6-2-7 工字形截面偏心受压构件的受压承载力计算	(193)
6-2-8 偏心受压构件的构造要求	(199)

6-3 偏心受压构件的斜截面的承载力计算	(201)
6-4 双向偏心受压构件正截面的受压承载力计算	(204)
复习思考题	(211)
习题	(212)
第七章 受拉构件的承载力计算	(214)
学习要点	(214)
7-1 概述	(214)
7-2 轴心受拉构件的承载力计算	(214)
7-3 偏心受拉构件的承载力计算	(215)
7-3-1 矩形截面偏心受拉构件的正截面承载力计算	(215)
7-3-2 矩形截面偏心受拉构件的斜截面承载力计算	(218)
复习思考题	(220)
习题	(220)
第八章 钢筋混凝土构件裂缝宽度和变形的验算	(221)
学习要点	(221)
8-1 概述	(221)
8-2 裂缝宽度的验算	(221)
8-2-1 裂缝开展宽度计算理论的发展概况	(222)
8-2-2 裂缝出现前后沿构件长度各截面的应力状态	(223)
8-2-3 平均裂缝间距 l_{cr}	(224)
8-2-4 平均裂缝宽度 w_m	(227)
8-2-5 最大裂缝宽度 w_{max}	(231)
8-2-6 裂缝宽度验算方法	(232)
8-3 受弯构件的变形验算	(236)
8-3-1 截面的平均曲率、平均应变和刚度	(236)
8-3-2 受弯构件的变形(挠度)验算	(240)
复习思考题	(244)
习题	(245)
第九章 梁板结构	(247)
学习要点	(247)
9-1 概述	(247)
9-2 单向板肋梁楼盖	(248)
9-2-1 结构平面布置	(248)
9-2-2 单向板肋梁楼盖按弹性理论的计算	(249)
9-2-3 内力型性重分布的基本原理	(254)
9-2-4 单向板肋梁楼盖考虑塑性内力重分布的计算	(260)
9-2-5 单向板肋梁楼盖的截面计算和构造要求	(263)
9-2-6 单向板肋梁楼盖设计例题	(268)
9-3 双向板肋梁楼盖	(282)
9-3-1 受力特点及试验结果	(282)
9-3-2 双向板按弹性理论的计算	(282)
9-3-3 双向板按塑性理论的计算	(284)
9-3-4 双向板的截面设计和配筋构造	(289)

9-3-5 支承梁双向板的设计	(290)
9-3-6 双向板肋梁楼盖设计例题	(291)
9-4 装配式楼盖	(295)
9-4-1 装配式钢筋混凝土楼板的型式	(296)
9-4-2 装配式梁	(297)
9-4-3 装配式楼盖构件的计算特点	(298)
9-4-4 铺板式楼盖的布置与连接	(298)
9-5 梁板结构体系的应用示例	(301)
9-5-1 楼梯	(301)
9-5-2 雨蓬	(317)
复习思考题	(321)
附表	(323)
附表 1 混凝土强度等级及其强度标准值	(323)
附表 2 混凝土强度等级及其强度设计值	(323)
附表 3 混凝土受压或受拉时的弹性模量 E_c	(323)
附表 4 不同 ρ^f 值时混凝土的疲劳强度修正系数 γ_ρ	(324)
附表 5 混凝土疲劳变形模量 E_c	(324)
附表 6 热轧钢筋、冷拉钢筋及热处理钢筋的强度标准值	(324)
附表 7 碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线及冷拔低碳钢丝的强度标准值	(325)
附表 8 热轧钢筋、冷拉钢筋及热处理钢筋的强度设计值	(325)
附表 9 碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线及冷拔低碳钢丝的强度设计值	(326)
附表10 钢筋弹性模量 E_s	(327)
附表11 钢筋混凝土结构中钢筋的疲劳强度设计值	(327)
附表12 钢筋混凝土结构中预应力钢筋的疲劳强度设计值	(328)
附表13 裂缝控制等级、混凝土拉应力限制系数及最大裂缝宽度允许值	(329)
附表14-1 钢筋混凝土构件不需作裂缝宽度验算的最大钢筋直径	(329)
附表14-2 钢筋混凝土受弯构件不需作挠度验算的最大跨高比	(330)
附表15 受弯构件的容许挠度	(331)
附表16 混凝土保护层最小厚度	(331)
附表17 钢筋混凝土矩形截面受弯构件正截面受弯承载力计算系数表	(332)
附表18 钢筋的计算截面面积及公称质量表	(333)
附表19 每米板宽各种钢筋间距的钢筋截面面积	(334)
附表20 钢筋截面面积 A_s 及钢筋排成一行时梁的最小宽度 b	(334)
附表21 混凝土构件(中)纵向受力钢筋的最小配筋百分率(%)	(335)
附表22 配置热轧钢筋的受弯构件的最大配筋百分率 $\rho_{\max}$ (%)	(335)
附表23 截面抵抗矩塑性系数表	(336)
附表24 连续板、梁的计算跨度	(337)
附表25 等截面等跨度连续梁在常用荷载作用下的内力系数表	(337)
附表26 双向板计算系数表	(346)
附表27 民用建筑楼面均布活荷载	(350)
附表28 设计楼面梁时,楼面活荷载标准值的折减	(351)
附表29 设计墙、柱、基础时,对楼面活荷载标准值的折减	(351)
附表30 按楼层的活荷载折减系数	(352)

附表31	工业建筑楼面（包括工作平台）活荷载	(352)
附表32	屋面均布活荷载	(352)
附表33	屋面积灰荷载	(352)
附表34	楼面和屋面的施工或检修集中荷载	(353)
附表35	栏杆顶部水平荷载	(353)
附表36	常用材料和构件的自重(恒载)	(353)
附表37	非法定计量单位与法定计量单位的换算关系	(357)
参考文献		(358)

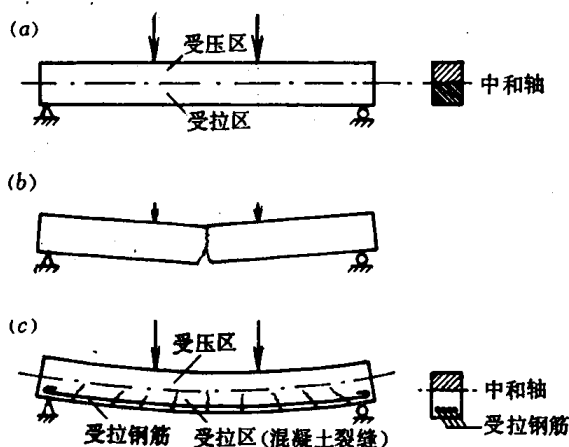
绪 论

1 钢筋混凝土的概念

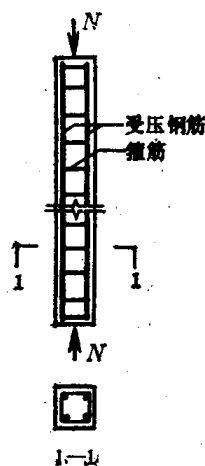
混凝土由石子、砂粒、水泥和水拌和而成，简称“砼”，顾名思义，就是人工石材。混凝土像天然石材一样，承受压力的能力很强，但抵抗拉力的能力却很弱。钢材则不然，其抗压和抗拉的能力都极强。于是，可以利用两种材料各自的特点，把它们有机地结合在一起共同工作，就可以用于工程结构的实际。

试以一简支梁为例，由材料力学可知，梁受弯后，截面的中和轴以上部分受压，以下部分受拉（图绪-1a）。如该梁由素（或叫纯）混凝土浇成，则由于混凝土的抗拉能力很小，于是在不大的荷载作用下，梁的下部即行开裂，在荷载持续作用下，裂缝随即急速上升，导致梁骤然脆断（图绪-1b），而梁上部混凝土的抗压能力储备却还未充分利用。倘若在备制时，在梁的受拉区配置适量的钢筋，则当梁受弯混凝土开裂后可由钢筋来承受梁中和轴以下部分的拉力。随着荷载的增加，先是钢筋屈服，继而上部受压区的混凝土也被压碎，梁才破坏（图绪-1c）。这样，混凝土的抗压能力和钢筋的抗拉能力都能得到充分的利用，于是就大大地提高了梁的承载能力。

又如图绪-2所示的轴心受压的柱，如果在混凝土中配置了受压钢筋和钢箍协助混凝土共同承受压力，也同样可改善柱的受力性能，并使承载能力大为提高。



图绪 -1 简支梁



图绪 -2 轴心受压柱

2 钢筋和混凝土共同工作的基础

钢筋和混凝土这两种物理-力学性能不同的材料。之所以能有机地结合在一起共同工

作，一般是建立在下述三点基础之上的：

1. 粘结力的结合 由于混凝土中的水泥是胶结材料，在混凝土硬化后，可以使钢筋和混凝土整体地结合在一起，正是钢筋与混凝土之间的粘结力促成这两种性质不同的材料能有效地共同工作，共同承受荷载，并保证钢筋与相邻混凝土变形一致。

2. 温度线膨胀系数相近 混凝土的温度线膨胀系数约在 $1.0 \sim 1.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ （当温度在 0°C 到 100°C 的范围内可定为 $1.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ），而钢筋的温度线膨胀系数为 $1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ，两者极其相近。因此，当温度变化时，两种材料间的粘结，由于不会产生较大的相对变形而得以保持，不致破坏结构的整体性。

3. 防锈 应用这两种材料时，总使混凝土包围在钢筋的外围，起着保护钢筋免遭锈蚀的作用，这对这两种材料的共同工作无疑也是一项保证。

3 钢筋混凝土结构的施工方式及其类型

钢筋混凝土结构，按照施工建造方式的不同，一般可分为现浇式、装配式和装配-整体式三种类型。

在工地现场搭脚手架、竖立模板、配置钢筋，然后就地浇筑混凝土的称为现浇式或整体式。在预制厂中或在工地现场预先制好构件，然后运输、吊装到设计位置上，加以拼接而成的称为装配式或预制式。在装配式结构的基础上，如果将各预制构件的联结节点现浇成连续整体，或者将构件的一部分做成预制的，运吊就位后再浇现浇部分使整个结构结成一体；或者将各装配式预制构件加筑钢筋混凝土现浇层结成整体等等，均可称为装配-整体式。

在混凝土结构中：不配置钢筋的称作素混凝土结构；配置钢筋的称作钢筋混凝土结构或普通钢筋混凝土结构；若是为了改善钢筋混凝土的受力性能，在其受拉部位预先施加预压应力，以提高钢筋混凝土结构的抗裂性，则称为预应力混凝土结构。

4 钢筋混凝土结构的优缺点

钢筋混凝土结构除了能较合理地应用这两种材料的性能外，还有下列的一些优点：

1. 就地取材 在钢筋混凝土结构的组成材料中，钢筋和水泥需要工厂生产，但它们的需要量相比之下较少。用量较大的石子和砂往往容易就地取材，有条件的地方还可以将工业废料制成人工骨料应用，这对材料的供应、运输和结构的造价提供了有利的条件。

2. 节约钢材 钢筋混凝土结构合理地应用了材料的性能，在一般情况下可以代替钢结构，从而能节约钢材、降低造价。

3. 耐久性 混凝土的强度是随龄期增长的，钢筋被混凝土保护着又不致锈蚀，所以钢筋混凝土结构耐久性好。若处于侵蚀性的环境时，可以适当选用水泥品种，妥善处理，也能满足工程要求。

4. 保养费省 钢筋混凝土结构很少需要维修，不象钢结构和木结构需要经常的保养。

5. 耐火性 比起容易燃烧的木结构和导热快且抗高温性能不十分强的钢结构来，钢筋混凝土结构的耐火性是好的。因为混凝土是不良热导体，遭受火灾时，混凝土起隔热作

用,使钢筋不致达到或不致很快达到降低其强度的温度。经验表明,虽然经受了较长时间的燃烧,混凝土常常只损及表面。对承受高温作用的结构,还可应用耐热混凝土。

6. 可模性 因为新拌和而未凝固的混凝土是可塑的,故可以按照不同模板的尺寸和式样浇筑成设计所需要的构件。

7. 刚度大、整体性好 钢筋混凝土结构刚度较大,对现浇式钢筋混凝土结构而言其整体性尤其好,宜用于变形要求小的建筑,也适用于抗震、抗爆结构。

8. 传声性小 与钢、木结构相比,钢筋混凝土结构的传声、隔声性能相对较好。

但是,钢筋混凝土结构也有不少缺点和不足之处:

1. 自重大 在承受同样荷重的情况下,钢筋混凝土构件的自重往往比钢结构构件大得很多,这对材料的消耗、建造较高的房屋以及抗震等等都是不利的。但也有不少措施可以用于减轻自重,例如:采用用轻骨料制成的轻质混凝土;采用受力性能好且又能减轻自重的构件型式,如空心板、槽形板、薄腹梁、空间薄壁结构等;还可以采用预应力混凝土结构,应用高强材料达到缩小构件截面尺寸,从而减轻自重。

2. 抗裂性能差 由于混凝土抗拉强度低,所以钢筋混凝土构件在使用阶段往往免不了带有裂缝。当然,要是采用预应力混凝土就可以有效地提高构件的抗裂性。

3. 施工的季节性 在严寒地区冬季施工,混凝土浇筑后可能冻坏,这时可采用预制装配式结构、也可在混凝土中掺加化学伴和剂加速凝结增加热量防止冻结、还可以采用保温措施。在酷热地区或雨季施工,可采用防护措施,控制水灰比、加强保养、或采用预制装配式结构。

4. 费工多、费模板、现场施工期长 特别是现浇式钢筋混凝土结构,更具有这些缺点,还需要养护期。采用装配式预制构件、将木模板改用可重复使用的钢模板或工具式模板、以及采用顶升或提升等施工技术,可以不同程度地克服这些缺点。

5. 加固和拆修较费事。

5 钢筋混凝土结构的发展和应用简况

相对于砌体结构、木结构和钢、铁结构而言,钢筋混凝土结构是一种新兴的结构,它的应用也不过一百多年的历史。

在世界上,产生钢筋混凝土结构的渊源,是缘起于十九世纪二十年代水泥的发明。此后,逐渐出现了钢筋混凝土板、梁、柱、拱、基础等构件,也形成了钢筋混凝土挡土墙、刚架等形式的结构,其计算理论则以材料力学为基础,采用容许应力的设计方法。

随着近代工业的兴起,新的工程技术的出现,以及高强度钢材、性能趋好的水泥的应用,到本世纪二十年代之后,又有形式新颖的钢筋混凝土装配式结构、预应力混凝土结构和薄壳结构相继问世;与此同时,计算理论也在改进,开始采用破损阶段作为结构构件截面承载力的设计依据,并且在一些结构上考虑利用钢筋混凝土塑性变形所引起的内力重分布的现象。这些都标志着钢筋混凝土结构有了较快的发展。

至二十世纪中叶,随着施工建造方法的进一步工业化,钢筋混凝土结构在各种工程领域中的应用更加扩大,而设计理论则进入按极限状态的计算方法。

近年来,由于科学研究工作的深化和电子计算机的应用,使得钢筋混凝土结构无论在理论上或在应用上都得到了很大的发展,也使得在结构的计算、绘图和优化设计方面更加

快捷方便。在对结构的可靠度方面，则进而采用以概率理论为基础的极限状态设计方法。

我国于十九世纪七十年代生产水泥之后，也开始了钢筋混凝土结构的建造，但应用不多，发展很慢，在施工方式上习用的是原始的手工捣制浇筑混凝土、几乎没有制订出钢筋混凝土结构设计的规章制度、也谈不上科研和理论工作。直到开国后，兴起了宏大的社会主义建设，我国在钢筋混凝土的设计理论、计算方法和工程实践方面才做了空前的工作。建国后不久就以按破损阶段的设计方法取代了按许可应力的设计方法。其后，又改进为采用多系数的按极限状态的设计方法，继而又改用单一系数的极限状态设计方法。现在，已采用可靠度的概率分析法，使极限状态的设计方法进入更加精确和合理的分析阶段，从而更趋完满。目前，考虑材料塑性性能的计算理论已在钢筋混凝土结构设计中加以应用。钢筋混凝土构件和结构从开始受力到破坏的全过程分析、从个别构件到平面结构体系再到空间结构体系的分析方法，已由电算的应用和对钢筋混凝土材性的掌握而取得进展。总之，钢筋混凝土结构的设计理论和计算方法将取得更快的发展并达到新的高度。

钢筋混凝土和预应力混凝土的发展与材料的发展有密切的关系。建国之后，我国大力发展建筑材料工业，推行多品种多类型的水泥和钢筋，以适应各种工程的需要。特高强度混凝土和各种轻质高强混凝土的研制成功和应用，以及对钢筋混凝土和预应力混凝土抗腐蚀、耐高温的研究和进展，都为其日益扩大的应用创造了条件。

一百多年来，在钢筋混凝土学科领域中所进行的大量理论研究、科学试验以及工程实践，使得能在各种工程结构的设计方面取得日益完整而又实用的设计方法。结构设计正进入工业化建筑体系，采用系列化、标准化、定型化体制，加快了建设速度、降低了工程造价、保证了施工质量。钢筋混凝土结构已广泛应用于工业与民用建筑、水利、交通、航运、港口、桥隧、地下、海洋、防护、压力容器等等工程结构，辉煌瞩目的高层、高耸、大跨、重型和特种钢筋混凝土结构已星罗棋布于祖国大地之上。

总之，钢筋混凝土结构在我国进行基本建设中，占有重要的地位，故在实现四化的宏图中，必须加强科学研究、深入技术革新、完善设计理论、提高施工水平、应用新材料、新工艺、新结构，使钢筋混凝土结构不断地发展，不停地演进，达到新的水平。

6 钢筋混凝土结构课程内容及其与其他课程关系的简介和学习要点

一般说来，钢筋混凝土结构课程的内容可以分为两个部分。

第一部分——钢筋混凝土结构的基本构件。这部分内容讨论材料的性能、计算原理、构件（如受弯、受压、受拉和受扭等构件以及预应力混凝土构件）的计算方法和配筋构造。第一部分可说是钢筋混凝土结构的基本理论，是学习钢筋混凝土房屋结构的基础。

第二部分——钢筋混凝土房屋结构。这一部分介绍钢筋混凝土单层工业房屋和多层房屋的结构布置，各种结构部件（楼面、梁柱、基础、屋盖结构、排架、框架）的型式、计算、构造、各部件的联结和整体工作。由于我国是一个多地震的国家，所以也介绍一些关于钢筋混凝土结构构件的抗震设计要点。

钢筋混凝土结构课程，和许多课程关系密切，互相呼应配合，有的需要先行掌握，例如：