

钢筋混凝土结构设计与构造

85年设计规范背景资料汇编

中国建筑科学研究院

钢筋混凝土结构与构造

85年设计规范背景资料汇编

主编：周铁英
副主编：王明坚、李国平、李国平、李国平

主编：周铁英、王明坚、李国平、李国平、李国平

中国建筑科学研究院

容包罗：以概率理论为基础的极限状态设计方法，以平面假定为基础的正截面强度计算体系，在复杂受力下的抗剪和抗扭计算体系，结构构件的设计方法及构造措施，结构构件的抗震设计等。

编写本书的目的是为了便于广大工程技术人员和大专院校师生了解新一代规范的内容及其依据。

审编：白生翔 黄成若
责任编辑：黄成若

中国建筑科学研究院

北京三环印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/16印张；19字数：500千字

1985年7月第一版 1985年7月第一次印刷

内部发行

序 言

为了不断提高《钢筋混凝土结构设计规范》的科学性,更好地为工程建设服务,在国家计委标准定额局的指导下,从七十年代初开始,由中国建筑科学研究院建筑结构研究所《钢筋混凝土结构设计规范》管理组组织全国有关高等院校、科研、设计、施工单位有计划地开展了三批钢筋混凝土结构设计规范科研课题的研究,其中,第一、二两批科研课题均已进行了成果分级鉴定和审议,大部分专题以研究报告、论文或设计建议等形式分别发表在《钢筋混凝土结构研究报告选集》(2)和近年来的《建筑结构学报》和《建筑技术通讯》(建筑结构)等刊物上。第三批科研课题正在开展,部分专题已基本完成。通过这三批课题的试验研究,获得了大量十分宝贵的科学数据,提出了许多新的见解和实用的建议,为修订《钢筋混凝土结构设计规范》(TJ10-74)作出了重要贡献。

根据国家计委和建设部关于修订规范的计划,从1982年开始,中国建筑科学研究院会同有关设计、教学和科研单位共同派员组成规范修订组,修订组由结构可靠度与材料、极限状态计算方法、结构构造、抗震设计四个分组组成,分头负责对规范(TJ10-74)的修订工作。

修订规范是一项技术性和政策性很强的工作。科研成果是修订规范的基础,但仅靠试验研究成果还不够,还必须结合国情,从实际情况出发,重视广大设计人员的经验,同时,还要积极吸收国外合理的、先进的经验。总之,必须体现技术先进、经济合理、安全适用、确保质量的要求。

修订组成立两年来,召开了五次工作会议。具体的修订工作是在三批规范课题科研成果的基础上,广泛收集了国内外的有关文献和国外规范,征求国内各省市设计、研究、教学等单位的意见,作了必要的工程调查。修订组汇总了资料和意见,分析了各种来源的试验数据,比较了各种计算方法,从修订规范的原则和工程实际的需求出发,提出了修订建议。在1983年12月召开了《钢筋混凝土结构设计规范》重要修订问题审议会,与会代表有全国钢筋混凝土结构标准技术委员会委员、各学组召集人、规范课题组负责人等。他们对修订组提出的修订建议作了审议,肯定了规范修订的指导思想、修订范围和基本格局,同时指出需要进一步解决的问题,其主要是:

- 1.钢筋混凝土结构设计规范应以《建筑结构设计统一标准》为依据,与荷载、抗震、地基基础等设计规范的内容需更好地协调一致;
- 2.应注重解决量大面广以及经充分论证对安全和经济影响较大的工程设计问题;
- 3.对于重大的修订问题,不仅要注重国内外的试验依据,而且要重视工程实践经验。要进行必要的工程设计校验,做到宽严适度;
- 4.规范中采用的计算公式应有明确的概念,且力求简明;
- 5.对安全和经济影响不大,且又不影响整个规范体系的问题,原则上可不进行修改;
- 6.规范内容的编排,既要考虑方便应用,又要恰当考虑规范的体系。

修订组认真考虑了审议意见,于1984年6月编写出了《钢筋混凝土结构设计规范》

(TJ10-85)征求意见稿和编制说明,寄发全国征求意见。

这次修订的重点是:1.结构可靠度和材料;2.正截面强度计算体系;3.在复杂受力下的抗剪强度和抗扭设计体系;4.正常使用极限状态的裂缝控制分类和变形计算体系;5.结构构件设计及一般构造的内容;6.结构构件抗震设计等。

这次修订,对钢筋混凝土结构构件采用了概率理论为基础的极限状态设计方法,以可靠度指标度量结构构件的可靠性,以分项系数设计表达式作为基本的设计表达式。确定分项系数时,用现行规范的可靠度水平作校准,配合新增加的或调整后的抗力模式,确定了分项系数数值。此外,在结构构造上也有较多的调整,故修订的规范在内容上较现行规范有较大增改,提高了规范的合理性和先进性。根据国家计委标准定额局《关于对几本建筑设计规范与建筑抗震设计规范修订内容协调意见》,本规范第一次增列了钢筋混凝土结构构件抗震设计的内容,使静力设计与抗震设计相匹配,以适应我国地震区建设的需要。关于场地烈度、地震作用组合、结构效应计算以及建筑物构造等,我们将依据协调意见,在修订的抗震规范定稿后,根据相互协调的意见再作必要的调整和补充。

为了反映规范修订的科学依据以及在修订过程中修订组集体讨论与审定的修订建议和某些问题的结论意见,我们编写了这本书。从内容上讲,它反映了规范征求意见稿的内容,但它比编制说明更为详细,是技术基础资料,各篇报告中,尽管反映了某些同志的观点,但它仍不同于个人的学术论文;尽管反映了专题组的科研成果,但仍不同于专题组的研究报告。正如前述的原因,修订组提出的方案或建议,已不是单纯地从试验研究角度出发,或仅从局部的合理性出发,而是综合考虑了工程实用上各种情况以及各方面意见的结果。本书列入的许多篇报告都以专题研究组的资料为基础,然而,在许多问题上的结论是修订组集体工作的成果,文章的执笔人主要分工负责归纳整理和校审,当然,执笔人一般在其中担任了主要的工作。此外,在修订工作期间,我们邀请了路湛沁、朱伯龙、郁彦、蔡绍怀等专家参加了讨论与把关工作,对他们给予修订组的支持,我们表示衷心的感谢。总之,这本书是集体力量和智慧的结晶。

最后还应当说明,由于本书主要反映规范征求意见稿的内容,因此如与规范送审稿文本有出入之处,应以正式文本为准。但本书仍不失其技术基础资料的作用,为设计、施工、科研、教学人员了解规范修订的背景和演变是有重要价值的。

本书由白生翔、黄成若同志负责审编工作,对文稿作了必要的修改、调整和补充,由于时间仓促,未能逐篇地请执笔者校核,如有错误之处,请批评指正。

李明顺 1985年7月

《钢筋混凝土结构设计规范》修订组分工名单

•李明顺 白生翔

结构可靠度与材料分组

••胡德炘、韩素芳

陈友根、马坤贞、徐文江、张克球、宋绍文、黄成若

极限状态计算方法分组

••滕智明、白生翔、沙志国

王振东、李树瑶、篮宗建、马文正、沈在康、鲍质孙、
陈家夔、施岚青、喻永言、吴德安、李引擎、殷芝霖

结构构造分组

••车宏亚、周起敬、白绍良

周旺华、陈止戈、杨松泉、屠成松、陈敖宜、苏锵武、徐有邻、邵卓民

抗震设计分组

••陆竹卿、孙慧中

姜维山、邹银生、徐培福、束继华、沈聚敏、丁祖堪

•组长。

••分组长。

《钢筋混凝土结构设计规范》修订组名册

序 号	姓 名	姓 别	职 称	工 作 单 位
1	李明顺	男	高级工程师	中国建筑科学研究院结构所
2	白生翔	男	高级工程师	中国建筑科学研究院结构所
3	胡德炳	男	高级工程师	中国建筑科学研究院结构所
4	韩素芳	女	工程师	中国建筑科学研究院结构所
5	马坤贞	女	工程师	中国建筑科学研究院结构所
6	孙慧中	女	工程师	中国建筑科学研究院结构所
7	沈在康	男	工程师	中国建筑科学研究院结构所
8	黄成若	男	工程师	中国建筑科学研究院结构所
9	徐培福	男	工程师	中国建筑科学研究院结构所
10	徐有邻	男	工程师	中国建筑科学研究院结构所
11	李引擎	男	助理工程师	中国建筑科学研究院结构所
12	邵卓民	男	高级工程师	城乡建设部科技局
13	陈友根	男	高级工程师	航空工业部第四设计院
14	徐文江	男	高级工程师	机械工业部设计研究总院
15	张克球	男	工程师	冶金部建筑研究总院结构室
16	束继华	女	工程师	冶金部建筑研究总院结构室
17	宋绍文	男	工程师	中国建筑总公司第四工程局料研所
18	滕智明	男	付教授	清华大学土木与环境工程系
19	施岚青	男	讲师	清华大学土木与环境工程系
20	沙志国	男	高级工程师	北京铁路局北京勘测设计所
21	鲍质孙	男	高级工程师	兵器工业部第五设计研究院
22	马文正	男	高级工程师	北京钢铁设计研究总院土建室
23	吴德安	男	工程师	北京钢铁设计研究总院土建室
24	王振东	男	付教授	哈尔滨建筑工程学院一系
25	李树瑶	男	付教授	大连工学院水利系
26	陈家陵	男	讲师	西南交通大学铁道工程系
27	喻永言	男	讲师	同济大学结构理论研究所
28	兰宗建	男	讲师	南京工学院建筑结构研究室
29	车宏亚	男	付教授	天津大学水利系
30	周起敬	男	高级工程师	北京有色冶金设计研究总院土建室
31	白绍良	男	付教授	重庆建筑工程学院建工系
32	苏锦武	男	高级工程师	铁道部专业设计院标准处
33	杨松泉	男	高级工程师	交通部水运规划设计院
34	周旺华	男	付教授	武汉建筑材料工业学院建工系
35	陈止戈	男	付教授	华南工学院土木系
36	屠成松	男	付教授	同济大学建工系
37	陈敦宜	男	工程师	天津市建筑设计院
38	陆竹卿	男	高级工程师	四川省建筑科学研究所
39	姜维山	男	付教授	西安冶金建筑学院工程结构研究所
40	邹银生	男	讲师	湖南大学土木系
41	丁祖堪	男	高级工程师	北京钢铁设计研究总院
42	沈聚敏	男	付教授	清华大学土木与环境工程系
43	殷芝霖	男	高级工程师	机械工业部设计研究总院

全國钢筋混凝土规范编审会

1984.4.23 成局

西南交通大



(20)

(88) 廣東省立圖書館藏書

全国钢筋混凝土规范修订组第六次会议 84.12.26于同济大学

84.12.26 于同济大学

22 乾元庚申年五月廿五日癸亥日亥時

(50) 第十期中国历史地理学



..... (108) 中國社會科學院社會學研究所編

目 录

1. 钢筋混凝土构件可靠度分析·····	(1)
2. 按工程经验确定材料设计指标·····	(7)
3. 根据可靠指标调整规范设计公式·····	(18)
4. 混凝土标号的确定原则及试件标准尺寸的修改·····	(29)
5. 钢筋的标准强度和强度统计分析·····	(34)
6. 钢筋混凝土构件裂缝控制的等级和要求·····	(38)
7. 关于预应力混凝土结构构件计算的修改·····	(45)
8. 钢筋混凝土构件正截面强度计算·····	(53)
9. 均匀配筋构件正截面强度计算·····	(61)
10. 钢筋混凝土构件偏心距增大系数 η 值计算·····	(69)
11. 钢筋混凝土双向偏心受压构件正截面强度计算·····	(88)
12. 钢筋混凝土双向偏心受拉构件正截面强度计算·····	(97)
13. 配置无屈服台阶钢筋的预应力混凝土受弯构件强度计算·····	(105)
14. 钢筋混凝土构件斜截面抗剪强度计算·····	(112)
15. 钢筋混凝土及预应力混凝土受扭构件的设计方法·····	(140)
16. 钢筋混凝土板的冲切强度计算·····	(148)
17. 混凝土及钢筋混凝土的局部承压计算·····	(156)
18. 钢筋混凝土和预应力混凝土受弯构件的疲劳验算·····	(162)
19. 钢筋混凝土构件抗裂度计算·····	(174)
20. 钢筋混凝土构件斜截面抗裂计算·····	(179)
21. 钢筋混凝土构件裂缝宽度计算·····	(183)
22. 钢筋混凝土受弯构件刚度计算公式的改进和简化·····	(196)
23. 预应力混凝土受弯构件的短期刚度·····	(201)
24. 钢筋混凝土剪力墙结构伸缩缝最大间距·····	(205)

25. 混凝土保护层厚度的取值·····	(210)
26. 钢筋的锚固与搭接·····	(214)
27. 钢筋混凝土框架柱的计算长度·····	(225)
28. 钢筋混凝土迭合构件的设计方法·····	(245)
29. 预应力混凝土迭合构件的设计方法·····	(262)
30. 钢筋混凝土深梁的设计方法·····	(268)
31. 钢筋混凝土牛腿的设计方法·····	(280)
32. 钢筋混凝土结构构件抗震设计中一般规定·····	(285)
33. 结构抗震对钢材性能的要求·····	(290)
34. 多层钢筋混凝土框架梁的抗震设计·····	(294)
35. 多层钢筋混凝土框架柱的抗震设计·····	(299)
36. 单层厂房钢筋混凝土铰接排架柱的抗震设计·····	(309)
37. 多层钢筋混凝土框架节点的抗震设计·····	(314)
38. 剪力墙的抗剪设计·····	(322)

钢筋混凝土构件可靠度分析

我国《建筑结构设计统一标准》对各类构件的可靠指标、荷载系数、结构重要性系数作出了明确的规定,结构设计规范需要通过选用适当的材料系数调整设计强度取值以达到《统一标准》规定的可靠指标。

钢筋混凝土构件的材料设计强度取值是根据可靠度分析及工程经验校正两方面确定的。本文介绍根据可靠度分析确定材料设计强度的内容。

一、钢筋、混凝土、几何尺寸统计数据

1. 钢筋

结构中钢筋强度 $f_{s,st}$ 是由试件强度 $f_{s,sp}$ 、面积因素 K_A 、加荷速度因素 K_v 三者决定的。 K_A 为钢筋实际面积与标准面积的比值, K_v 为构件慢速加荷时的钢筋强度与钢筋试件快速加荷时强度的比值。因此,结构中钢筋强度的平均值 $\mu_{f_{s,st}} = \mu_{f_{s,sp}} \cdot \mu_{K_A} \cdot \mu_{K_v}$,变异系数 $\delta_{f_{s,st}} = \sqrt{\delta^2_{f_{s,sp}} + \delta^2_{K_A} + \delta^2_{K_v}}$,各项统计参数见表1。

钢筋强度影响因素统计值

表1

种 类	$f_{s,k}$	$f_{s,sp}$		K_A		K_v		$f_{s,st}$	
		$\mu_{f_{s,sp}}$	$\delta_{f_{s,sp}}$	μ_{K_A}	δ_{K_A}	μ_{K_v}	δ_{K_v}	$\mu_{f_{s,st}}$	$\delta_{f_{s,st}}$
I 级	2400	2650	0.0755	1.0	0.035	0.92	0.033	2438	0.0885
II 级	3400	4050	0.0617	1.0	0.035	0.95	0.022	3848	0.0743
III 级	3800	4300	0.0581	1.0	0.035	0.95	0.022	4085	0.0713

2. 混凝土

根据修订方案,混凝土的标号定义为边长15厘米立方体试块抗压强度总体分布的0.05分位值(简称“双改”)。混凝土“双改”后的统计数据是以现有统计数据为基础进行推算的。

15厘米立方试块强度与棱柱试件强度不同,根据试验统计,后者为前者的76%;结构中混凝土强度与棱柱体试件强度也不同。此外,构件尺寸、养护条件、加荷速度等均有差异。这些因素统称为 K_0 , $\mu_{K_0} = 0.88$, $\delta_{K_0} = 0.1$ 。因此,结构中混凝土强度 $f_{c,st}$ 与15cm立方试块强度 $f_{c,cu}$ 的关系为: $\mu_{f_{c,st}} = \mu_{f_{c,cu}} \times 0.76 \times 0.88 = 0.67 \mu_{f_{c,cu}}$,

$\delta_{f_{c,st}} = \sqrt{\delta^2_{f_{c,cu}} + \delta^2_{K_0}}$ 。各项统计参数见表2。

本文由胡德新执笔,马坤贞、韩素芳、陈友根、张克球参与工作。

混凝土强度影响因素统计值

表 2

标 号	$f_{c, cu}$		$f_{c, st}$	
	$\mu_{f_{c, cu}}$	$\delta_{f_{c, cu}}$	$\mu_{f_{c, st}}$	$\delta_{f_{c, st}}$
150	229	0.218	153	0.239
200	298	0.204	200	0.227
300	394	0.161	264	0.189
400	489	0.113	328	0.151

3. 几何尺寸

构件制作安装后的实际尺寸与设计图上的尺寸不同,用 K_A 表示前者与后者的比值。根据吉林建工学院等单位在全国范围内进行的调查统计,在分析可靠指标时采用的统计数据见表3。

构件几何尺寸偏差统计值

表 3

项 目	μ_{K_A}	δ_{K_A}
b	1.0	0.01
h	1.0	0.01
h_0	1.0	0.02

二. 可靠度分析方法

《统一标准》分析构件可靠度时考虑了三种常遇的荷载效应组合情况,最后取这三种情况的平均值。这种做法的计算结果与只计算恒载+住宅楼面活载的结果极为接近,所以规范修订稿在确定设计强度取值分析可靠指标时,只考虑了 $S_G + S_L$ 这种组合情况。 S 为荷载效应,指轴力、弯矩等, G 、 L 分别为恒载、住宅楼面活载。

活载效应与恒载效应的比值 ρ (即 S_{L_K}/S_{G_K} , L_K 、 G_K 分别为活载、恒载标准值)变化时,可靠指标 β 随之变化;常遇的比值 ρ 取五种:0.1、0.25、0.5、1.0、2.0。一个 ρ 值就对应有一个 β 值,取五个 β 值的平均值作为构件的可靠指标。

规范修订稿整个可靠度分析的步骤为:

①首先对受拉构件作可靠度分析,选定钢筋设计强度,以满足《统一标准》对 β 的要求;

②其次对受压构件作可靠度分析,根据已选定的钢筋设计强度,选定混凝土设计强度,以满足《统一标准》中对脆性破坏的要求;

③最后根据已选定的钢筋、混凝土设计强度及《统一标准》规定的可靠指标,选定各种构件抗力计算公式中的系数取值。

本文介绍①、②方面的内容,至于③中的内容由其他文章介绍。

1. 轴拉构件

轴拉构件的承载能力与混凝土无关, 所以根据轴拉构件可靠度分析以确定钢筋设计强度。

影响构件抗力的主要因素是材料强度 M 、几何尺寸 A 和抗力计算模式的精确性 P , 三者都是随机变量。

材料强度的不定性可以采用随机变量 K_M 表达, $K_M = f_{st}/f_d$, f_{st} 为结构中材料实际强度, f_d 为材料设计强度。平均值 $\mu_{K_M} = \mu_{f_{st}}/f_d$, 变异系数 $\delta_{K_M} = \delta_{f_{st}}$ 。

几何尺寸不定性可以采用随机变量 K_A 表达, $K_A = a/a_d$, a 为构件实际尺寸, a_d 为构件设计尺寸。 $\mu_{K_A} = \mu_a/a_d$, $\delta_{K_A} = \delta_a$ 。

抗力计算模式的不定性可以采用随机变量 K_P 表示, $K_P = R_{r,0}/R_{d,0}$, $R_{r,0}$ 为构件实际抗力, $R_{d,0}$ 为按材料实际强度、构件实际尺寸、规范规定公式的计算抗力。根据构件实际抗力(可取试验值或精确计算值)与计算抗力的比值, 经统计分析, 即可得 μ_{K_P} 和 δ_{K_P} 。

轴拉构件的拉力全部由钢筋承受, 故抗力 R 为:

$$R = K_M \cdot K_A \cdot K_P \cdot R_d$$

上式中 R_d 为按材料强度设计强度、构件设计尺寸、规范规定公式的设计抗力。

根据随机变量函数统计参数的运算法则, 可写出 R 的统计参数为:

$$\mu_R = \frac{\mu_R}{R_d} = \mu_{K_M} \cdot \mu_{K_A} \cdot \mu_{K_P}$$

$$\delta_R = \sqrt{\delta_{K_M}^2 + \delta_{K_A}^2 + \delta_{K_P}^2}$$

现以I级钢配筋的轴拉构件为例, 说明 k_R 、 δ_R 的计算方法。

钢筋设计强度 $f_{s,d}$ 取为3100kg/cm²(取其它值时计算方法相同), $\mu_{K_M} = \mu_{f_{s,0}}/f_{s,d}$, $f_{s,0} = 3848/3100 = 1.24$, $\delta_{K_M} = 0.0743$; 构件几何尺寸的不定性对轴拉构件而言已在钢筋材料中考虑, 不再另行考虑 μ_{K_A} 和 δ_{K_A} ; 关于抗拉计算模式的不定性, 取 $\mu_{K_P} = 1$,

$\delta_{K_P} = 0.04$ 。因此, $k_R = 1.24$, $\delta_R = \sqrt{0.0743^2 + 0.04^2} = 0.084$ 。

设上述构件承受恒载标准值产生的拉力 $S_{Gk} = 10T$, 活载标准产生拉力的 $S_{Lk} = 5T$ 即 $p = 0.5$, 分析其可靠指标。

$$R_d = 1.2S_{Gk} + 1.4S_{Lk} = 12 + 7 = 19T$$

$$\mu_R = k_R R_d = 1.24 \times 19 = 23.56T$$

$$\delta_R = 0.084$$

根据《统一标准》中的荷载统计参数, $k_G = \mu_{S_G}/S_{Gk} = 1.06$, $\delta_G = 0.07$, $k_Q = \mu_{S_L}/S_{Lk} = 0.859$, $\delta_L = 0.233$ 。 μ_{S_G} 、 μ_{S_L} 分别为恒载、活载产生拉力的平均值, 所以 $\mu_{S_G} = 10.6T$, $\mu_{S_L} = 4.3T$ 。

根据《统一标准》, 已知恒载为正态分布, 活载为极值I型分布, 抗力为对数正态分布。已知 S_G 、 S_L 、 R 三个随机变量的平均值及变异系数, 即可按《统一标准》的计算方法(过程从略)算出可靠指标 $\beta = 3.58$ 。

2. 轴压构件

轴压构件的压力由两种材料共同承受, 因此抗力统计参数的计算方法比轴拉构件复

杂。

钢筋占总承载能力的百分比变化时,可靠指标亦随之变化,为了搞清这种变化,分析了三种配筋情况,即钢筋占总承载能力的10%、20%、30%三种情况:

$$\frac{A_s f_{s,d}}{b h f_{c,d} + A_s f_{s,d}} = 0.1, 0.2, 0.3$$

即 $\frac{A_s f_{s,d}}{b h f_{c,d}} = 0.1111, 0.2500, 0.4286$

现以Ⅰ级钢筋, 300号混凝土, $A_s f_{s,d} / b h f_{c,d} = 0.25$ 的轴压构件为例,说明抗力R的统计参数 k_R 、 δ_R 的计算方法:

$$\mu_R = \mu_b \mu_h \mu_{f_{c,d}} + \mu_{A_s} \mu_{f_{s,d}}$$

$$R_d = b h f_{c,d} + A_s f_{s,d}$$

取 $\mu_b = b$, $\mu_h = h$, $\mu_{A_s} = A_s$, 经整理可得:

$$k_R = \frac{\mu_R}{R_d} = \frac{\frac{\mu_{f_{c,d}}}{f_{c,d}} + \frac{A_s f_{s,d}}{b h f_{c,d}} \frac{\mu_{f_{s,d}}}{f_{s,d}}}{1 + \frac{A_s f_{s,d}}{b h f_{c,d}}}$$

$$\delta_R = \sqrt{\frac{\delta_b^2 + \delta_h^2 + \delta_{f_{c,d}}^2 + \left(\delta_{f_{s,d}}^2 + \delta_{A_s}^2 \right) \left(\frac{A_s f_{s,d}}{b h f_{c,d}} \frac{\mu_{f_{s,d}}}{f_{s,d}} \frac{f_{c,d}}{\mu_{f_{c,d}}} \right)^2}{\left(1 + \frac{A_s f_{s,d}}{b h f_{c,d}} \frac{\mu_{f_{s,d}}}{f_{s,d}} \frac{f_{s,d}}{\mu_{f_{c,d}}} \right)^2} + \delta_p^2}$$

钢筋设计强度按轴拉构件分析取 $f_{s,d} = 3100 \text{ kg/cm}^2$, 混凝土设计强度取 $f_{c,d} = 150 \text{ kg/cm}^2$, $\mu_{f_{c,d}}$ 在材料统计数据中可查出,代入上式即得:

$$k_R = \frac{\frac{264}{150} + 0.25 \frac{3848}{3100}}{1 + 0.25} = 1.656$$

关于抗压计算模式的不定性,取 $\delta_p = 0.05$,将有关数据代入上式即得:

$$\delta_R = \sqrt{\frac{0.01^2 + 0.01^2 + 0.189^2 + 0.0743^2 \left(0.25 \frac{3848}{3100} \frac{150}{264} \right)^2}{\left(1 + 0.25 \frac{3848}{3100} \frac{150}{264} \right)^2} + 0.05^2} = 0.169$$

设构件承受的压力与前述轴拉构件承受的拉力大小相同、方向相反,即前例中拉力换为压力,数量不变,则得:

$$\mu_R = k_R R_d = 1.656 \times 19 = 31.46 \text{ T}$$

$$\delta_R = 0.169$$

恒载、活载效应的平均值、变异系数及分布类型与上述轴拉构件全部相同,用同样计算方法,最后得可靠指标 $\beta = 3.90$ 。

三. 可靠度分析结果汇总

1. 钢筋设计强度取值

钢筋设计强度取值对有充分统计数据的热轧钢筋主要依据可靠度分析确定，经多次试算，现将热轧 I、II、III 级分析结果汇总于表4。

钢筋设计强度与可靠指标值

表4

钢筋种类	设计强度	β					
		$\rho=0.1$	$\rho=0.25$	$\rho=0.5$	$\rho=1$	$\rho=2$	平均
I 级	2000	3.02	3.30	3.29	3.08	2.90	3.13
	2100	2.59	2.89	2.96	2.83	2.69	2.79
II 级	3100	3.53	3.77	3.58	3.28	3.05	3.45
III 级	3400	3.27	3.53	3.39	3.12	2.91	3.25

I 级钢筋从可靠度分析设计强度宜取2000kg/cm²，但 I 级钢筋在工程上有长期使用经验，情况良好，所以其设计强度取2100kg/cm²，即流限强度的 88%。

II 级钢筋的全国统计平均强度大大高于冶标规定强度，所以设计强度用到3100kg/cm²，即高达冶标流限强度的91%。从可靠指标来讲，设计强度还可提高，但考虑到这样高的平均强度并不是冶标规定要求的，某些批量的钢筋平均强度可能超过冶标规定并不多而是合格品，可以出厂，在这种情况下设计强度用得过高就不安全了。从国内外规范来看，设计强度用到冶标流限强度的91%，已不能再高了。

III 级钢筋的设计强度取3400kg/cm²，为流限强度的89%。

总之，根据各级钢筋的统计数据，设计强度分别取用流限强度的88%~91%。

冷拉钢筋的冷拉工艺正在改革，现在不具备可靠度分析的条件。对钢丝、钢绞线等没有明显屈服台阶的钢材，按流限强度还是极限强度分析可靠度也是有争议的问题，这

混凝土设计强度与可靠指标值

表5

标 号	设 强	计 度	钢筋承载力 总承载力 %	R					
				$\rho=0.1$	$\rho=0.25$	$\rho=0.5$	$\rho=1$	$\rho=2$	平 均
150	75	10	3.43	3.60	3.78	3.74	3.65	3.64	
		20	3.48	3.66	3.79	3.77	3.66	3.68	
		30	3.55	3.74	3.85	3.79	3.66	3.72	
200	100	10	3.50	3.67	3.80	3.79	3.68	3.69	
		20	3.56	3.74	3.86	3.81	3.68	3.73	
		30	3.63	3.82	3.92	3.83	3.68	3.78	
300	150	10	3.52	3.72	3.82	3.74	3.59	3.68	
		20	3.61	3.81	3.90	3.77	3.60	3.74	
		30	3.71	3.92	3.97	3.79	3.60	3.80	
400	195	10	3.97	4.18	4.16	3.95	3.72	4.00	
		20	4.06	4.27	4.22	3.95	3.71	4.05	
		30	4.15	4.36	4.25	3.94	3.68	4.08	

些钢材的设计强度取值，均按工程经验确定（见本书“按工程经验确定材料设计指标”一文）。

2. 混凝土设计强度取值

混凝土设计强度取值对有充分统计数据的四种标号，即150、200、300、400号，主要根据可靠度分析确定。

轴压构件配筋量分低、中、高三种，即钢筋承载能力占构件总承载能力的10%、20%、30%三种。现将四种标号、三种配筋量的可靠指标分析结果汇总于表5。

从上表可见，无论那一种标号，无论那一种 ρ 值，当配筋量从低到高变化时，可靠指标 β 都比较稳定，说明所选用的钢筋和混凝土设计强度是合理的。

标号很低的，如100号混凝土，或标号很高的，如500号及以上混凝土，因使用量少，统计数据也少，其设计强度取值主要依据工程经验确定。

《统一标准》对延性破坏构件要求 $\beta = 3.2$ ，对脆性破坏构件要求 $\beta = 3.7$ ，我们通过反复试算，最终选定的钢筋和混凝土设计强度可满足上述要求。

按工程经验确定材料设计指标

一、概述

根据《建筑结构设计统一标准》的规定，钢筋及混凝土的材料分项系数及设计强度主要应通过对可靠指标的分析及工程经验校准确定，即对具备统计资料的情况通过可靠指标的分析方法确定；对统计资料不足的情况则以工程经验校准法确定。

工程经验校准法是指以现行规范(TJ10-74)构件材料用量为基准，将单一安全系数中的材料设计强度转化为规范修订稿分项系数中的设计强度。

按工程经验校准法确定材料设计强度是以下列几点为前提：

1. 材料标准强度

根据《统一标准》的规定，钢筋和混凝土的标准强度均应具有不小于95%保证率。

2. 材料设计强度

钢筋和混凝土的设计强度系按标准强度除以相应的材料分项系数确定。

3. 钢筋强度

现行规范的钢筋标准强度一般均具有95%以上的保证率，故这次修订对一般钢筋仍沿用现行规范的标准强度，仅将现行规范的钢筋设计强度转换成规范修订稿的设计强度。

4. 混凝土强度

(1) 混凝土标号双改方案：混凝土标准强度的保证率为95%，试块尺寸为15厘米立方体。

(2) 混凝土标号不改方案：标准强度仍按现行规范采用，保证率为85%，试块尺寸为20厘米立方体。

5. 荷载系数

根据《统一标准》规定，恒载系数 $\gamma_G = 1.2$ ，活载系数 $\gamma_L = 1.4$ 。对钢筋混凝土构件采用五种常遇荷载效应比值，即 $\rho = L/G = 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2$ ，其平均比值 $\rho = 0.5$ ，平均荷载系数 $\gamma_s = 1.2667$ ($\gamma_s = (1.2G + 1.4L)/(L + G)$)。在计算分析时以 $\rho = 0.5$ 的情况作为现行规范与规范修订稿之间的“设计校准点”，即在该点上现行规范与规范修订稿的构件材料用量基本相同（指混凝土标号定义不改的情况）。

采用校准法确定钢筋、混凝土设计强度的步骤为：先以轴拉构件（延性破坏）为准，确定钢筋的设计强度；再根据已确定的钢筋设计强度，以轴压构件（脆性破坏）为准，确定混凝土的设计强度。

二、钢 筋

1. 标准强度

对有明显物理流限的热轧钢筋采用“冶标”规定的屈服点；对无明显物理流限的钢

本文由陈友根执笔，胡德新、马坤贞、韩素芳、张克球参与工作。