

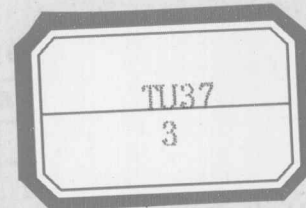
混凝土结构与 砌体结构

主编 崔熙光

(下册)



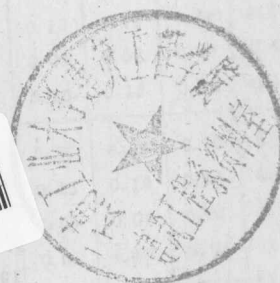
005966



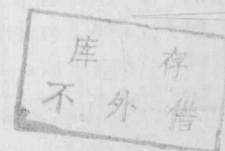
混凝土结构与砌体结构

下 册

主编 崔熙光
主审 董文章



大连理工大学出版社



008300
(辽)新登字 16 号

混凝土结构与砌体结构
Hunningtujiegou Yu Qitijiegou
主编 崔熙光 主审 董文章

* * *
大连理工大学出版社出版发行

(邮政编码: 116024)

大连理工大学出版社激光照排中心排版

沈阳市市政二公司印刷厂印刷

* * *
开本: 787×1092 1/16 印张: 22 字数: 490 千字

1995 年 2 月第 1 版

1995 年 2 月第 1 次印刷

印数: 0001—8000 册

* * *
责任编辑: 刘 杰

责任校对: 佟 作

封面设计: 孙宝福

* * *
ISBN 7-5611-0976-8

TU · 20

(上、下册)

定价: 30.00 元

《混凝土结构与砌体结构》

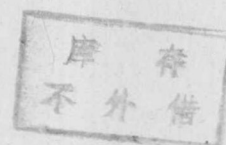
编委会成员

名誉主审 丁大钧
主 审 董文章

上册主编 王 萍
副主编 王清湘 王国森

下册主编 崔熙光
副主编 闫 石 张维信

编 委 王国森 王清湘 王 萍
闫 石 张维信 崔熙光
姜鸿光 隋丽丽 梁德志



目 录

第十章 预应力混凝土结构构件	1
§ 10-1 预应力混凝土的概念	1
一、概述	1
二、预应力混凝土的基本原理	1
三、预应力混凝土构件的优缺点	2
§ 10-2 施加预应力的方法	3
一、先张法	3
二、后张法	4
§ 10-3 预应力混凝土的材料、夹具和锚具	5
一、预应力钢筋	5
二、混凝土	6
三、夹具和锚具	6
§ 10-4 张拉控制应力和预应力损失	8
一、张拉控制应力 σ_{con}	8
二、预应力损失	9
三、预应力损失的组合	14
§ 10-5 预应力钢筋的传递长度、锚固长度、局部受压计算	15
一、先张法构件预应力钢筋的传递长度和锚固长度	15
二、后张法构件端部锚固区的局部受压计算	16
§ 10-6 预应力混凝土构件的一般构造要求	19
一、概述	19
二、先张法构件的构造要求	19
三、后张法构件的构造要求	20
四、非预应力纵向钢筋的设置	20
§ 10-7 预应力混凝土轴心受拉构件的计算	21
一、轴心受拉构件各阶段应力分析	21
二、轴心受拉构件使用阶段的计算	28
三、轴心受拉构件施工阶段的验算	29
§ 10-8 预应力混凝土受弯构件的计算	32
一、受弯构件的应力分析	32
二、正截面受弯承载力计算	36

三、斜截面受剪承载力计算	38
四、使用阶段抗裂和变形计算	39
五、施工阶段验算	42
第十一章 钢筋混凝土单层厂房结构	53
§ 11-1 概述	53
§ 11-2 单层厂房结构的组成和布置	54
一、结构的组成	54
二、柱网布置与变形缝	56
三、支撑的作用和布置原则	58
§ 11-3 排架计算	62
一、排架计算简图	63
二、排架荷载计算	64
三、排架内力计算	71
§ 11-4 单层厂房柱	81
一、柱的形式	81
二、矩形、工字形截面柱的设计	82
三、牛腿设计	89
四、抗风柱设计*	94
§ 11-5 柱下独立基础	95
一、概述	95
二、柱下独立基础设计	95
三、带短柱的独立基础设计要点	103
§ 11-6 单层厂房各构件与柱的连接*	104
一、屋架(或屋面梁)与柱的连接	104
二、吊车梁与柱的连接	105
三、墙与柱的连接	105
四、圈梁与柱的连接	106
五、连系梁与柱的连接	106
六、屋架(或屋面梁)与山墙抗风柱的连接	106
§ 11-7 单层厂房屋盖结构	107
一、概述	107
二、屋面构件	108
三、屋面梁和屋架	109
四、天窗架	117
五、托架	117
六、板梁(架)合一的屋盖结构*	118
§ 11-8 吊车梁	119
一、吊车梁的类型	119

二、构造要求	120
三、吊车梁的受力特点	122
四、吊车梁的计算要点	123
五、吊车梁的疲劳验算	124
§ 11-9 预埋件	131
一、由直锚筋和锚板组成的预埋件的承载力计算	131
二、由锚板、弯折钢筋和直锚筋组成的预埋件的承载力计算	137
三、预埋件的构造要求	138
§ 11-10 单层厂房结构设计例题	138
第十二章 多层框架结构房屋	164
§ 12-1 多层框架结构的组成与布置	164
一、多层框架结构的组成	164
二、框架结构的类型	164
三、框架结构的布置	165
§ 12-2 框架结构的计算简图及荷载	167
一、框架结构的计算简图	167
二、构件截面尺寸的选取	169
三、框架结构的荷载	170
§ 12-3 框架结构内力及位移的近似计算方法	171
一、竖向荷载作用下的分层法	171
二、水平荷载作用下的反弯点法	173
三、水平荷载作用下的 D 值法(修正反弯点法)	175
四、框架结构侧移的计算及限值	179
§ 12-4 内力组合	181
一、控制截面	181
二、荷载效应组合	182
三、最不利内力组合	183
四、竖向可变荷载的最不利位置	183
五、梁端负弯矩调幅	185
§ 12-5 框架结构构件设计	185
一、一般要求	185
二、框架柱设计	186
三、框架梁设计	189
四、框架节点的构造要求	196
§ 12-6 多层现浇框架设计例题	197
第十三章 砌体结构	224
§ 13-1 概述	224
一、砌体结构简史	224

二、砌体结构的特点和应用范围	225
三、砌体结构的发展趋势	225
§ 13-2 砌体材料与砌体的物理力学性能	226
一、块体和砂浆	226
二、砌体类型	229
三、砌体的抗压强度	231
四、砌体的抗拉、抗弯和抗剪强度	235
五、砌体的弹性模量、线膨胀系数和摩擦系数	237
§ 13-3 砌体结构的设计方法	240
一、以概率理论为基础的极限状态设计方法	240
二、分项系数的设计表达式	240
三、砌体强度计算指标	241
§ 13-4 无筋砌体构件的承载力计算	245
一、受压构件	245
二、局部受压	257
三、轴心受拉、受弯和受剪构件	265
§ 13-5 配筋砖砌体构件	267
一、网状配筋砖砌体构件	267
二、组合砖砌体构件	270
§ 13-6 混合结构房屋墙体设计	275
一、房屋的墙体承重体系	275
二、房屋的静力计算方案	277
三、受压构件的计算高度	281
四、构造措施	282
五、单层房屋的计算	293
六、多层刚性方案房屋的计算	298
七、多层刚弹性方案房屋的计算	307
§ 13-7 过梁、墙梁及悬挑构件	310
一、过梁	310
二、墙梁	314
三、悬挑构件	325
附表	334

第十章 预应力混凝土结构构件

§ 10-1 预应力混凝土的概念

一、概述

钢筋混凝土材料自身的缺陷使得钢筋混凝土结构的应用受到了某些限制。首先,由于混凝土的极限拉应变很低,一般只有 $0.0001 \sim 0.00015$, 所以,对于某些在使用阶段不允许开裂的构件,其受拉钢筋的工作应力仅仅能达到 $20 \sim 30 \text{ N/mm}^2$, 这显然很不经济。众多的钢筋混凝土构件都是带裂缝工作的,《规范》对构件正常使用阶段最大裂缝宽度的限值一般为 0.3 mm 或 0.2 mm , 此时,受拉钢筋的应力也不过达到 200 N/mm^2 左右,而且截面的配筋量也往往由裂缝宽度控制。现代冶金技术已可生产强度超过 1600 N/mm^2 的钢筋,但若将它们用于普通混凝土构件中,在其强度远未充分利用之前裂缝宽度就已大大超过允许限值。因此,高强钢筋的使用受到限制。另外,由于混凝土的过早开裂,钢筋混凝土构件的刚度明显降低,为了满足变形的限制条件,采用普通钢筋混凝土构件时往往不得不采用过大的截面尺寸,尤其是对于大跨度结构或荷载过大的结构。总之,为了满足裂缝和变形的要求,有时难以合理地采用钢筋混凝土结构,而且高强材料的应用受到限制。目前,解决上述问题的有效手段就是采用预应力混凝土结构。

二、预应力混凝土的基本原理

预应力混凝土系其中已建立有内应力的混凝土,内应力的分布和大小是预先人为产生的,它能抵消给定外荷载所引起的应力至所预期的程度。下面以图 10-1 所示简支梁为例来说明预应力混凝土结构的基本原理。

设在外荷载 q 作用下,梁跨中最大弯矩截面下边缘产生的拉应力值为 σ_{ct} (图 10-1(b)), 在正常使用荷载下,一般 $\sigma_{ct} > f_{tk}$, 即梁受拉区将开裂而且可能裂缝宽度较大难以满足限制条件。若在外荷载作用之前,在梁端施加一对偏心预压力 N , N 的大小可以根据需要人为地选定,在 N 作用下跨中截面应力及构件变形如图 10-1(a) 所示。设 N 使跨中截面下边缘产生的预压应力为 σ_{cp} , 相应上边缘的应力为 σ_{cp}' (可能是拉应力;也可能是压应力)。在梁上施加荷载后,在外荷载 q 和预压力 N 的共同作用下,梁下边缘处混凝土的应力为上述两种情况应力的叠加。依据预压力 N 的数值或偏心距的不同,使用阶段下的受拉区边缘的应力状态可能会出现三种情况(图 10-1(c)): ①为压应力,截面处于偏心受压状态,截面根本不可能开裂;②为拉应力,但拉应力值小于混凝土的抗拉强度,构件一般不会出现开裂;③为拉应力,且其应力值已超过混凝土的抗拉强度,截面会开裂,但其裂缝宽度将远小于普通钢筋混凝土构件在相同荷载作用下的裂缝宽度,从而容易满足规范给定的限制。第一种情况一般称为全预应力混凝土,第二种和第三种情况可称为部分预应力混凝土。

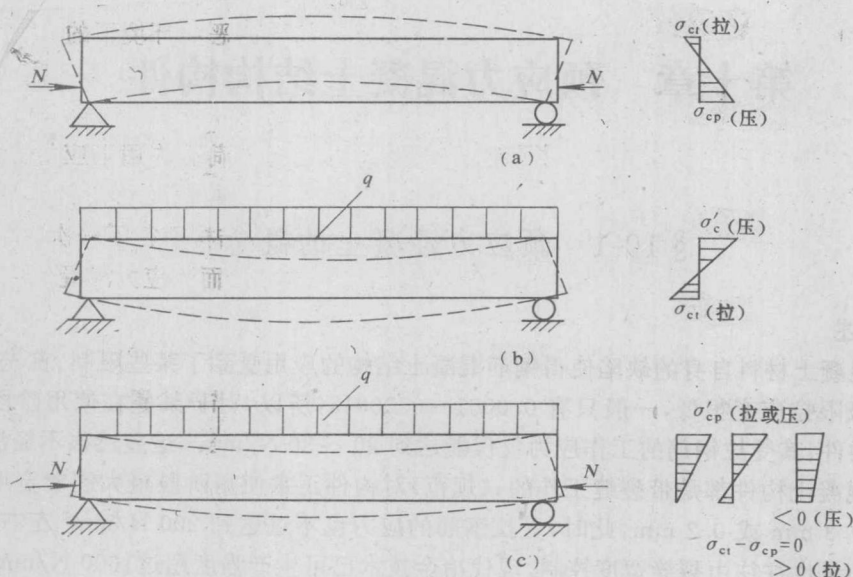


图 10-1

以上是从抗裂度和裂缝宽度方面来考虑的,下面再看一下变形情况。在偏心预压力 N 的作用下,梁首先产生一个向上的变形,称之为反拱,在荷载作用下产生向下的变形,总的变形值为二者叠加,故使变形值减小。另外,由于大多数的预应力混凝土构件是不开裂的,因而其截面刚度比开裂的普通混凝土构件大,也使荷载作用下产生的变形减小。

三、预应力混凝土构件的优缺点

与普通钢筋混凝土构件相比,预应力混凝土构件具有下列优点:

(一) 抗裂性能好

由于对构件使用阶段可能受拉部位施加了预压应力,且这种预压应力的大小可根据需要人为地控制,因而可避免构件在正常使用条件下出现裂缝或裂缝过宽现象。适用于建造水工结构、储水结构以及其它要求较高的不渗漏结构,更适合于建造压力容器及原子能核电站安全壳等特种结构。

(二) 刚度大、变形小

钢筋混凝土构件开裂后,刚度迅速降低,变形显著加大。预应力混凝土构件由于在使用阶段可避免裂缝的产生,因而刚度不发生突然降低,变形也不显著增大,同时预应力受弯构件还产生一定的反拱。所以,在使用荷载下,预应力混凝土梁板构件的挠度,往往只有相同情况下钢筋混凝土梁板构件的几分之一。故可适当地减小构件截面尺寸,既节约了材料,又减轻了结构自重,一般结构自重可减轻 30% 左右,同时人们的感观性能良好,又可增加建筑物的净空高度,对于大跨结构非常有利。

(三) 可采用高强度钢筋

预应力混凝土构件中钢筋强度的发挥不再受混凝土极限应变的限制,而且为了提高预应力的效果,预应力混凝土构件中要求采用高强钢筋;材料的强度得以充分利用,降低了钢材用量。钢材一般可节约 30%~40%。

(四) 耐久性好

由于预应力混凝土构件可以做到不开裂,因而提高了结构在恶劣环境下的抗腐蚀能力,延长结构的使用寿命。

(五) 可提高构件的抗疲劳性能

预应力混凝土中存在着事先人为施加的应力状态,故在重复荷载作用下应力的变化幅度减小,提高了构件的抗疲劳性能。

此外,由于结构或构件在使用前先施加了预应力,相当于对结构进行了一次检验,若施工制作过程中构件存在隐患,在施加预应力时就会暴露出来,因而预应力混凝土结构工程质量较高。

与普通钢筋混凝土结构相比,预应力混凝土存在下列缺点:

施工工序多,工艺复杂,施工技术要求高,且需要张拉设备和锚固装置。此外,由于预应力混凝土构件的开裂荷载与破坏荷载较接近,因而它的延性较差。

§ 10-2 施加预应力的方法

目前,对混凝土施加预应力,一般通过张拉钢筋(称为预应力筋),利用钢筋的回弹挤压混凝土,使混凝土受到预压应力。根据张拉钢筋与混凝土浇筑的先后关系,可分为先张法和后张法两大类。

一、先张法

在浇筑混凝土前先张拉预应力筋的方法为先张法。其主要工序是:①在台座(或钢模)上张拉预应力筋,并将它们临时锚固在台座(或钢模)上,如图 10-2(a)、(b);②支模、绑扎一般钢筋、浇筑混凝土,如图 10-2(c);③待混凝土达到一定强度后切断或放松钢筋,

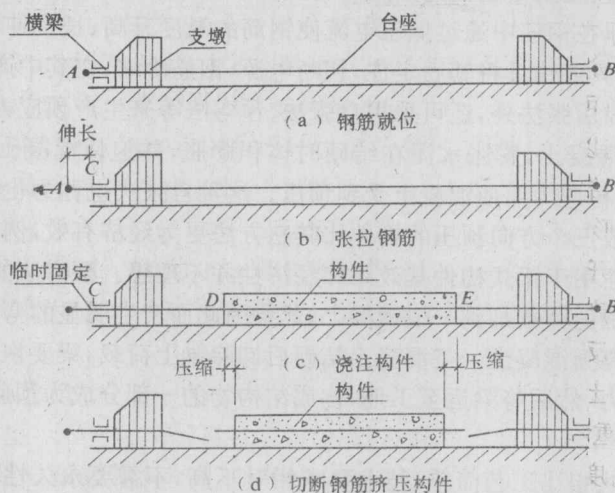


图 10-2 先张法施工工序

钢筋要回缩,但由于钢筋与混凝土之间存在粘结力,钢筋带着混凝土一起回缩,这样,在混凝土中要产生预压应力;同时,混凝土阻止钢筋回缩,即钢筋只能回缩一部分,因此,预应力钢筋中还存在很大的拉应力。

二、后张法

在混凝土结硬后在构件上张拉预应力筋的方法为后张法,主要工序是:①浇筑混凝土构件,并在构件中预留孔道(图 10-3(a));②待混凝土达到一定强度后将预应力筋穿入孔道,并利用构件作为支点张拉预应力筋,同时对混凝土构件进行预压(图 10-3(b));③在张拉预应力筋达到设计要求后,将预应力筋用锚具固定在构件上,使构件保持预压状态(图 10-3(c));④可在孔道内灌浆,使预应力筋与孔壁间产生粘结力;也可不灌浆,完全靠锚具传递预压力,形成无粘结预应力构件。

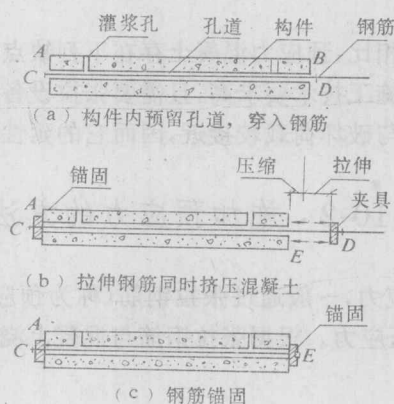


图 10-3

在先张法和后张法中,张拉钢筋最普通的方法是用千斤顶等机械张拉,当预应力钢筋中的应力达到要求后,用夹具或锚具固定在台座或构件上。除了机械方法张拉钢筋外,还可以采用电热法。即在钢筋中通过低压电流使钢筋的温度升高、长度伸长,待其伸长值达到设计要求时,用夹具或锚具将其固定住,切断电源,钢筋冷缩,在其中产生拉应力。

除上述先张法和后张法外,还可采用自张法、预弯法等来生产预应力构件。自张法是采用膨胀水泥制做混凝土,膨胀水泥在结硬时体积膨胀,并迫使混凝土内的钢筋一同伸长,致使钢筋中产生拉应力而使混凝土受到预压。这种自张法也称为化学预应力法,此法用于制造两个方向或三个方向预压的构件比其它方法更为经济有效,例如,用于制造压力管道、机场跑道等,而用于梁式构件其效果和经济性并不理想。预弯法的典型例子是在工厂中将等于预期要加的荷载加到一根钢筋上,此梁因此而产生明显的弯曲变形,这时在其受拉翼缘周围浇筑高强混凝土。待混凝土结硬后卸除梁上荷载,梁要恢复变形,从而在混凝土中产生预压应力。然后将梁运至工地,构成结构物的一部分成为预应力弹性混凝土梁或组合截面构件。

先张法与后张法相比工艺简单,技术要求相对不高,不需要永久性的工作锚具,生产成本相对较低;但台座及张拉设备一次性投资大,且只能固定在一处,不能移动。先张法一般适宜在预制构件厂大规模生产中、小型的标准构件。

后张法工艺较复杂,且需在构件上安装永久性的工作锚具;但不需要固定的台座等设备。后张法适用于现场成型的大型构件,在现场分阶段张拉的大型构件以致整个结构。另

外,后张法的预应力筋可按照设计需要做成曲线或折线形状,以适应荷载的分布状况,节约混凝土,减轻结构的自重。

一般来讲,采用机械方法张拉钢筋时,所施加力的大小很容易控制,精度较高,人们容易掌握,故在工程中应用得最多。电张法控制的是钢筋的伸长率,虽不算太难,但耗电量较大,故我国采用不多。

§ 10-3 预应力混凝土的材料、夹具和锚具

一、预应力钢筋

在预应力混凝土构件中,使混凝土建立预压应力是通过张拉钢筋来实现的。预应力钢筋在预应力混凝土构件中,从制造阶段开始,直到破坏始终处于高应力状态。因此,预应力混凝土必然对它使用的钢筋提出较高的质量要求。归纳起来有以下四个方面:

1. 高强度

混凝土预压应力的大小,很大程度上取决于张拉力的大小。为了使预应力混凝土构件在完成各项预应力损失(见 § 10-4)后仍然能够在混凝土中建立较高的预压应力,需要采用较高的张拉应力,这就要求预应力钢筋有较高的抗拉强度。

2. 良好的加工性能

在施工过程中需对钢筋进行这样或那样的机械加工,需要钢筋有良好的可焊性,以及经过冷墩或热墩后并不改变原来的物理力学性能。

3. 与混凝土之间有足够的粘结强度

这一点对于先张法构件尤为重要,因为先张法构件就是依靠钢筋与混凝土之间的粘结力来传递预应力的。在传递长度范围内钢筋与混凝土之间的粘结强度是先张法构件建立预压应力的保证。

4. 具有良好的塑性

为了避免预应力混凝土构件发生脆性破坏,要求预应力钢筋在拉断时具有一定的延伸率。当构件处于低温环境或受冲击荷载作用时,这一点尤为重要。一般来说,冷拉热轧钢筋要求延伸率 $\geq 6\%$;光面钢丝、刻痕钢丝要求延伸率 $\geq 4\%$ 。

预应力混凝土构件中常用的钢材有:

(1) 冷拉低合金钢——采用Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级钢筋经冷拉后获得。

(2) 冷拔低碳钢丝——用Ⅰ级钢筋经过多次冷拔加工而成。常用钢丝直径为5 mm, 4 mm, 3 mm。Ⅰ级钢容易获得,冷拔工艺及设备简单,因此,冷拔低碳钢丝广泛用于中小型构件之中,最典型的是预应力混凝土空心板等。需要注意的是,它的物理力学性能发生了较大变化;虽然强度明显提高,但塑性显著降低,屈服流限越来越不明显,钢材变脆。

(3) 高强钢丝(碳素钢丝、刻痕钢丝)——用高碳钢轧制成盘条后再经多次冷拔而成。它的抗拉强度可达 $1500\sim 1700\text{ N/mm}^2$,条件屈服点可达 $1000\sim 1100\text{ N/mm}^2$,而极限延伸率较小,仅为 $2\%\sim 6\%$ 。在工程上,高强钢丝多用于大跨度结构。

(4) 钢绞线——一般由7股 $\phi 3$, $\phi 4$ 或 $\phi 5$ 的高强钢丝组成,用绞盘拧成螺旋状,公称直径分别为9, 12, 15 mm,抗拉强度分别为1700, 1600或 1500 N/mm^2 ,条件屈服点分别为

1130, 1070 或 1000 N/mm^2 , 延伸率一般不小于 4%。这种钢筋多用在后张法预应力构件之中。

(5) 热处理钢筋——指 40Si₂Mn、48Si₂Mn、45Si₂Cr 等低合金钢经过热处理后形成的高强度、无明显物理流限的硬钢, 其标准强度和设计强度分别为 1500 和 1000 N/mm^2 。

二、混凝土

预应力混凝土构件对混凝土的性能要求是:

(1) 高强度。预应力混凝土必须有较高的强度, 能够承受很高的预压应力, 以便能有效地减小构件的截面尺寸, 节约材料, 减轻构件的自重。《规范》规定: 预应力混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C30; 当采用碳素钢丝、钢绞线、热处理钢筋作预应力筋时, 混凝土强度等级不宜低于 C40。

(2) 收缩、徐变要小。这样可以减少由于混凝土收缩与徐变引起的预应力损失。

(3) 快硬、早强。以利混凝土较快地获得强度, 尽早地施加预应力, 以提高台座、模具、夹具的周转率, 加快施工进度。

三、夹具和锚具

夹具和锚具是在制作预应力混凝土构件时固定预应力钢筋的工具。一般认为, 构件制成后能够取下重复使用的称之为夹具, 永久性地留在构件上不能重复使用的称之为锚具。锚具是后张法预应力混凝土构件不可缺少的重要工具和附件。锚具的种类很多, 仅在美国, 关于锚具的专利就达一百多项。下面先阐述一下锚具的一般要求, 然后再介绍几种常用的锚具。

1. 对锚具的要求

(1) 安全可靠。锚具本身要具有足够的强度和刚度; 且能可靠地传递预应力。

(2) 由锚具变形引起的预应力损失小;

(3) 构造简单, 便于加工制作, 使用方便, 省材料, 价格低。

2. 锚具的形式

锚具的形式, 根据使用对象不同分为锚固粗钢筋、锚固平行钢筋(钢丝束)、锚固钢绞线的锚具等几种。用于锚固粗钢筋, 一般是一个锚具锚住一根钢筋。用于钢筋束和钢绞线, 则一个锚具往往须同时锚住若干根钢筋或钢绞线, 它们往往排列成环形, 也有排列成矩形的。下面介绍几种常用的锚具。

(1) 螺丝端杆锚具(图 10-4)。用来锚固粗钢筋。其做法是在单根预应力钢筋的两端各焊一短段螺丝端杆, 套以螺帽和垫板。预拉力通过螺丝端杆螺纹斜面上的承压力传到螺

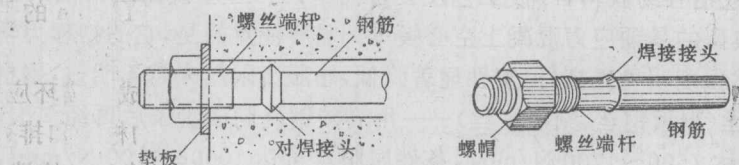


图 10-4 螺丝端杆锚具

帽,再经过垫板将预压力传给预留孔道口四周的混凝土上。这种锚具即可用于张拉端,也可用于固定端。

螺丝端杆锚具的优点是操作比较简单,且锚固后预应力钢筋基本不产生滑移。如有必要,可以再次张拉。缺点是对预应力钢筋长度要求甚高,不能太长,也不能太短,否则螺纹长度不够用。

(2) JM12 锚具(图 10-5)。JM12 锚具由锚环和夹片组成,夹片的块数与预应力钢筋或钢绞线的根数相同。锚环可以嵌入混凝土构件中,也可凸在构件外。

这种锚具张拉时需采用特制的双作用千斤顶。所谓双作用,即千斤顶操作时有两个动作同时进行,其一是夹住钢筋进行张拉,其二是将夹片顶入锚环,将预应力钢筋挤紧,牢牢地锚住。

锚环和夹片均由铸钢制成,加工精度要求较高。

锚具的缺点是钢筋的内缩量,从而预应力损失较大。

(3) 锥形锚具(图 10-6)。这种锚具用于锚固 3~6 根Ⅲ、Ⅳ级 $d=12\text{ mm}$ 的钢筋,或多数根平行钢丝束,或七股组成的钢绞线。

锚具由锚环和锚塞两部分组成,一般由铸钢制成。锚环在浇筑构件混凝土时预埋在构件端部,锚塞中留有灌浆孔。

这种锚具也需双作用千斤顶,一面张拉钢筋,一面将锚塞推入挤紧。

该锚具的缺点是滑移大,而且不易保证每根钢筋(丝)中的应力分布均匀。

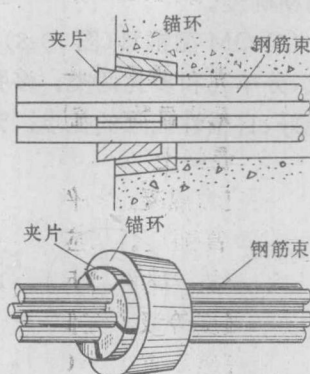


图 10-5 JM12 锚具

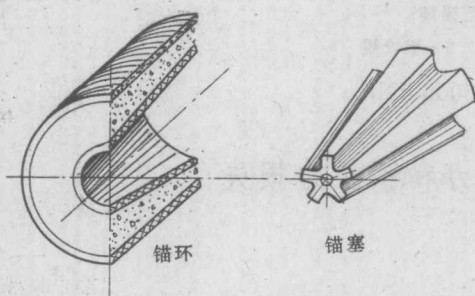


图 10-6 锥形锚具

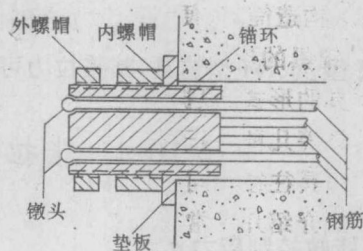


图 10-7 镦头锚具

(4) 镦头锚具(图 10-7)。镦头锚具用于锚固多根直径为 10~18 mm 的平行钢筋束,或者锚固 18 根以下直径 5 mm 的平行钢丝束。

这种锚具由锚环、外螺帽、内螺帽和垫板组成,均用 45 号钢制成。锚环应先进行热处理后再加工。锚环上的孔洞数和间距由被锚固的预应力钢筋(丝)的根数和排列方式确定。

操作时,将钢筋(丝)穿过锚环孔眼,用冷镦或热镦方法将钢筋(丝)的端头镦粗成圆头,与锚环固定。然后将预应力钢筋(丝)束连同锚环一起穿过构件的预留孔道。待钢筋伸出孔道后,套上螺帽进行张拉,边张拉边旋紧内螺帽。

镦头锚具锚固性能可靠,锚固力大,张拉操作方便;但要求钢筋或钢丝束的长度有较

高的精确度。

(5) QM 型锚具(图 10-8)。QM 型锚具用来锚固钢绞线或钢丝束。锚具由锚板与夹片组成,分单孔和多孔两类。多孔锚具又称群锚。该锚具每根钢绞线均锚固可靠,具有互换性能好、自锚性能强的优点。是我国建筑科学研究院开发的产品。

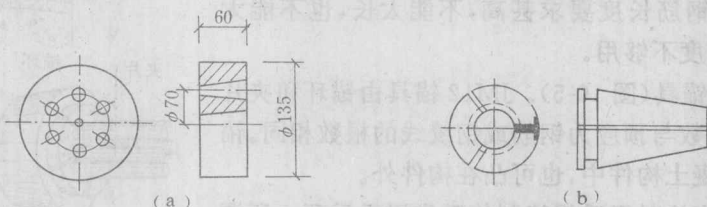


图 10-8 QM 型锚具

(a) 锚板; (b) 夹片

(6) XM 型锚具(图 10-9)。XM 型锚具工作原理与 QM 型锚具相似,不同之处仅在于夹片的结构, XM 型锚具夹片沿轴向有偏转角。也是我国自行开发的产品。

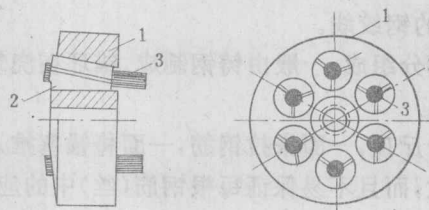


图 10-9 XM 型锚具

1—锚块; 2—夹片; 3—钢绞线

QM 型及 XM 型锚具,其张拉力可为 100~5000 kN。

§ 10-4 张拉控制应力和预应力损失

一、张拉控制应力 σ_{con}

张拉控制应力 σ_{con} 是指张拉钢筋时,预应力钢筋必须达到的预拉应力值。对于机械施力方法而言,即为张拉设备(千斤顶油压表)所控制的总张拉力除以预应力钢筋截面面积所得到的应力值。

张拉控制应力的大小将直接影响预应力的效果。张拉控制应力越大,混凝土中产生的预压应力也越大,构件的抗裂性能及抗变形性能越好,可为节约预应力钢筋或减小构件截面尺寸创造条件;但若是张拉控制应力 σ_{con} 值过高,构件的开裂荷载与破坏荷载可能很接近,这就意味着构件出现裂缝后不久就要丧失承载力,发生脆性破坏,即破坏前缺乏明显的预兆。另外,预应力受弯构件会由于张拉控制应力值 σ_{con} 过高而产生过大的反拱,或使预拉区(即在施加预应力时处于受拉状态的区域)出现过大的裂缝;对于后张法构件还可能

造成锚固区混凝土局部受压破坏。此外,考虑到钢筋屈服强度的误差和可能采用超张拉工艺等因素,如张拉控制应力值过高,可能会使个别钢筋超过抗拉屈服强度甚至脆断。因此,张拉控制应力值也不能定得过高。《规范》规定预应力钢筋的张拉控制应力值 σ_{con} ,不宜超过表 10-1 的数值。

表 10-1 张拉控制应力允许值

钢 种	张 拉 方 法	
	先 张 法	后 张 法
碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线	$0.75f_{ptk}$	$0.70f_{ptk}$
热处理钢筋、冷拔低碳钢丝	$0.70f_{ptk}$	$0.65f_{ptk}$
冷拉钢筋	$0.90f_{pyk}$	$0.85f_{pyk}$

表中张拉控制应力 σ_{con} 的限值是以预应力钢筋标准强度的相对关系给出的。因在张拉预应力筋时是对预应力钢筋的一次检验,故 σ_{con} 值可不受抗拉强度设计值的限制,而直接与强度标准值相联系。

在下列情况下,《规范》规定表 10-1 中的张拉控制应力允许值可提高 $0.05f_{ptk}$ 或 $0.05f_{pyk}$:

(1) 为了提高构件在施工阶段的抗裂性能而在使用阶段受压区内设置的预应力钢筋;

(2) 为了部分抵消由于应力松弛、摩擦、钢筋分批张拉以及预应力钢筋与张拉台座之间的温差等因素引起的预应力损失。

二、预应力损失

预应力钢筋张拉完毕或经一段时间后,钢筋中的应力值由于施工工艺和材料本身特性等因素将逐渐降低,由上述因素引起的预应力钢筋的应力降低称为预应力损失。正确估算和设法减小预应力损失是预应力混凝土构件设计和施工中的一个重要问题。

早在 1886 年,就有人提出了在混凝土中施加预应力,并申报了专利,但是由于当时钢筋的强度低,施加的预应力不大,对于预应力的损失没有认识,所建立的预应力由于预应力损失而很快地失掉了,故并未达到理想的、预期的效果。到 1928 年,人们开始将高强度钢丝用于预应力混凝土构件,并开始考虑预应力的损失,预应力混凝土构件才获得了新生;到 1939 年及 1940 年,人们创造出了理想的锚具,预应力混凝土构件才得以广泛的应用。由此可见预应力损失在预应力混凝土中所占的重要地位。

引起预应力损失的因素很多,而且有的因素之间又存在互相依存的关系,因此,要想对预应力损失值进行精确分析是十分困难的。为了简化计算,《规范》采用先分项计算各因素引起的预应力损失,不考虑其间的相互影响,然后再叠加,即先分后合的方法来计算预应力钢筋总的预应力损失值。下面分别讨论引起预应力损失的因素及其相应的预应力损失的估算方法。

(一) 锚具变形引起的预应力损失 σ_{l1}

直线预应力钢筋张拉到张拉控制应力 σ_{con} 后,当将其锚固在台座或构件上时,由于张拉端锚具(夹具)受力后产生压缩变形、垫板间的间隙被挤紧、钢筋在锚具中产生内缩(滑