

YUYINGLIGONGCHENG SHEJISHIGONGSHOUCE

熊学玉 黄鼎业 编著

预应力工程 设计施工手册

中国建筑工业出版社

预应力工程设计施工手册

熊学玉 黄鼎业 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

预应力工程设计施工手册/熊学玉, 黄鼎业编著
—北京: 中国建筑工业出版社, 2003

ISBN 7-112-06072-9

I. 预… II. ①熊…②黄… III. ①预应力结构—
结构设计—技术手册②预应力结构—工程施工—技术手册
IV. TU378-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 093258 号

本手册的编写根据预应力技术发展的特点和现状, 力求反映当今预应力结构发展的最新成果。本书共 3 篇, 第 1 篇: 预应力结构设计, 分 22 章, 给出了各类构件的设计计算理论及构造措施; 第 2 篇: 预应力结构施工, 分 8 章, 给出了各类预应力工程施工工艺及方法; 第 3 篇: 预应力结构设计与施工实例, 分 8 章, 给出了各类预应力结构的设计与施工实例。本书可作为从事预应力结构理论研究、技术开发、工程设计与施工等方面的人员使用与参考。

* * *

责任编辑 王 跃 吉万旺

责任设计 崔兰萍

责任校对 王 莉

预应力工程设计施工手册

熊学玉 黄鼎业 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

有色曙光印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 38½ 字数: 956 千字

2003 年 11 月第一版 2003 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3,000 册 定价: 55.00 元

ISBN 7-112-06072-9

TU·5340 (12085)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

预应力结构由于其优良的结构性能已成为当今最有发展前途的现代结构之一。预应力技术以其独特的结构形式、结构体系和施工工艺及方法,使其应用领域非其他技术所能替代。现代预应力结构的主要特征由原来较为简单的预应力简单受力结构构件(往往是简支构件)转变为预应力复杂受力结构(往往是超静定结构);其次现代预应力结构已广泛应用于各种结构材料领域(除大量的混凝土结构外,还应用于钢结构、砖、石结构和木结构等);预应力结构还不断追求自身理论、技术和材料的不断革新,以最大限度发挥其潜在性能的优势。

本书共三篇,第1篇 预应力结构设计,分22章,本篇给出了各类构件的设计计算理论及构造措施。第2篇 预应力结构施工,分8章,本篇给出了各类预应力工程施工工艺及方法。第3篇 预应力结构设计 with 施工实例,分8章,本篇给出了各类预应力结构的设计与施工实例。本书编写力求反映当今预应力结构发展的最新成果,可作为从事预应力结构理论研究、技术开发、工程设计与施工等方面的人员使用与参考。

本书是黄鼎业教授领导的同济大学预应力研究集体努力的结晶,同济大学预应力研究所大量的研究成果部分被吸收在本书中,上海同吉预应力工程有限公司提供了必要条件及大量的工程实例。本书是由熊学玉、黄鼎业编著,参与编写工作的还有(按姓氏笔画排列):王燕华、刘华良、沈土富、张大照、顾炜和蔡跃。全书由苏小卒教授审定。

本书编写过程中得预应力界各位前辈和同仁的大力支持,书中也引用了他们的大量研究成果,限于篇幅,参考文献未能一一列出。真诚感谢中国建筑工业出版社,没有他们的支持和帮助,本书的及时出版是不可能的。

由于作者水平有限,对书中谬误及不妥之处,敬请各位专家学者批评指正。

目 录

第 1 篇 预应力结构设计

1 前言	3
1.1 预应力结构在国内外的发 展简史	3
1.2 预应力结构的发 展现状	5
1.3 预应力结构的概 念	12
1.4 预应力结构的优越性、应用范围及经济效益评价	17
1.5 预应力结构的发 展趋势	20
2 材料及锚固体系	25
2.1 混凝土	25
2.2 预应力筋	31
2.3 锚固体系	36
2.4 灌浆材料	38
3 初始张拉应力与预应力损失	40
3.1 初始张拉应力与张拉控制应力	40
3.2 预应力损失计算	41
4 荷载效应组合	51
4.1 概述	51
4.2 荷载与作用	51
4.3 设计中各种荷载代表值的取值原则	52
4.4 次内力在预应力超静定结构荷载组合中的影响	53
4.5 预应力混凝土结构的荷载效应组合	54
5 预应力混凝土受弯构件正截面承载力计算	59
5.1 有粘结预应力受弯构件正截面破坏形态及基本假定	59
5.2 预应力混凝土受弯构件正截面承载力计算的特点	61
5.3 正截面承载力计算	62
5.4 公式使用方法	66
5.5 无粘结预应力混凝土受弯构件正截面破坏形态及结构计算特点	66
5.6 无粘结预应力筋的极限应力	68
5.7 无粘结预应力混凝土梁的极限弯矩	71
5.8 计算举例	73
6 预应力混凝土受弯构件斜截面承载力计算	74
6.1 预应力混凝土斜截面破坏形态	74

6.2	预应力混凝土受弯构件斜截面承载力分析	74
6.3	预应力混凝土斜截面抗剪承载力计算	77
6.4	斜截面抗弯承载力计算	80
6.5	预应力开洞梁的抗剪强度计算	81
7	预应力混凝土受弯构件挠度计算	84
7.1	外荷载作用下的挠度	84
7.2	预应力的反拱挠度	86
7.3	预应力混凝土挠度计算方法	87
7.4	徐变对挠度的影响	88
7.5	预应力混凝土受弯构件挠度计算实例	89
8	预应力混凝土受拉构件设计	90
8.1	概述	90
8.2	受拉构件的破坏状态及基本假定	91
8.3	轴心受拉构件的承载力的计算	91
8.4	偏心受拉构件	91
9	预应力混凝土受压构件设计	93
9.1	概述	93
9.2	破坏形态和基本假定	93
9.3	偏心受压构件	94
10	预应力混凝土构件疲劳验算	97
10.1	概述	97
10.2	预应力混凝土构件疲劳验算	98
11	预应力混凝土构件的抗裂验算	102
11.1	概述	102
11.2	预应力构件中裂缝的出现、分布及特征	102
11.3	环境对预应力混凝土结构裂缝控制等级的影响	103
11.4	正常使用阶段预应力混凝土构件抗裂度验算	104
11.5	正常使用阶段预应力混凝土构件裂缝宽度验算	109
11.6	预应力混凝土结构裂缝控制的名义拉应力法	111
11.7	预应力混凝土结构的早期裂缝	113
11.8	短期荷载下部分预应力混凝土梁的裂缝闭合	115
12	预应力混凝土局部承压设计与计算及构造措施	119
12.1	概述	119
12.2	先张法预应力混凝土构件锚固区设计	119
12.3	后张法预应力混凝土构件端部设计	121
12.4	局部承压构造要求	126
13	预应力混凝土抗冲切设计与计算	129
13.1	概述	129
13.2	冲切的破坏形态和机理	129

13.3	我国规范的抗冲切规定	130
13.4	有柱帽板	137
13.5	配型钢剪力架的板	138
14	超静定结构的设计与计算	141
14.1	概述	141
14.2	弹性分析	142
14.3	压力线、线性变换和吻合索	142
14.4	预应力筋的线形布置	146
14.5	等效荷载的计算	149
14.6	约束次内力法	153
14.7	超静定梁的收缩、徐变及其内力	166
14.8	支座沉降及其内力	169
14.9	超静定结构的内力重分布	170
14.10	荷载平衡法	172
15	预应力混凝土结构的抗震设计	181
15.1	概述	181
15.2	预应力混凝土结构在地震作用下的反应特性	181
15.3	预应力混凝土结构的截面延性	188
15.4	预应力混凝土框架结构的抗震设计	193
15.5	预应力整体装配式结构的抗震设计	200
16	预应力混凝土结构的防火设计	203
16.1	概述	203
16.2	混凝土和预应力筋的高温性能	205
16.3	预应力混凝土结构构件的抗火性能及火灾试验研究	214
16.4	预应力混凝土结构防火设计	221
17	预应力混凝土特种结构设计	226
17.1	预应力混凝土特种结构的现状与发展	226
17.2	预应力筒仓设计	226
17.3	无粘结预应力圆形水池设计	231
17.4	预应力管桩设计	244
18	预应力组合结构设计	250
18.1	概述	250
18.2	预应力钢—混凝土组合梁的受力性能与分析计算	252
18.3	剪力连接件设计	263
18.4	预应力钢—混凝土组合梁的疲劳与稳定	267
18.5	预应力钢—混凝土组合梁设计算例	272
19	预应力混凝土叠合受弯构件的结构设计	276
19.1	概述	276
19.2	预应力混凝土叠合梁的计算实例	281

19.3 预应力混凝土空心板叠合连续板的设计实例	288
20 体外预应力结构设计	298
20.1 概述	298
20.2 体外预应力结构的预应力损失	299
20.3 体外预应力结构的极限设计	300
20.4 体外预应力转向块设计	300
20.5 体外预应力梁的设计	302
20.6 工程实例	306
21 预应力钢结构设计	311
21.1 概述	311
21.2 预应力钢结构平面结构体系的分类与特征	315
21.3 预应力钢结构工程实例介绍——北京西站主站房 45m 跨预应力钢桁架的设计与施工	327
21.4 预应力技术加固钢结构	331
22 预应力结构的耐久性	340
22.1 概述	340
22.2 影响预应力混凝土结构耐久性的主要因素	340
22.3 预应力结构耐久性设计的具体要求	344

第 2 篇 预应力结构施工

1 前言	351
1.1 预应力结构施工技术的发展	351
1.2 预应力技术的展望	354
2 预应力混凝土材料和设备	356
2.1 概述	356
2.2 预应力钢筋和混凝土材料	356
2.3 预应力设备	360
2.4 预应力筋用锚具、连接器	379
2.5 非金属预应力筋	382
2.6 柳州 HVM 材料、设备及工艺介绍	384
3 先张法施工	407
3.1 概述	407
3.2 台座法	408
3.3 施工工艺流程	410
3.4 先张法预应力构件的构造措施	414
3.5 先张法预应力构件的检验和验收	415
4 后张法有粘结预应力施工	417
4.1 概述	417
4.2 孔道的留置	418
4.3 预应力筋的制作及张拉	425

4.4	孔道灌浆	434
4.5	后张法有粘结预应力混凝土结构施工质量检验与验收要点	436
5	共张法预应力施工	438
5.1	概述	438
5.2	结构计算	438
6	后张无粘结预应力施工	441
6.1	我国规范中的一般规定	441
6.2	后张无粘结预应力施工流程	444
6.3	无粘结预应力筋布置工艺	445
6.4	无粘结筋张拉	447
6.5	无粘结预应力筋锚固端的处理	449
6.6	后张无粘结预应力施工质量检验与验收	450
7	后张缓粘结预应力施工	451
7.1	概述	451
7.2	工艺要求和机理	451
8	预应力工程专项施工组织与管理	454
8.1	概述	454
8.2	专项施工作业	454
8.3	专项施工组织设计	456
8.4	预应力筋张拉施工方案	458
8.5	预应力工程专项施工组织设计实例	459

第3篇 预应力结构与施工实例

1	房屋建筑预应力混凝土结构设计	467
1.1	预应力结构选型与设计步骤	467
1.2	常用设计方法概述	470
1.3	预应力结构设计的主要内容	471
1.4	预应力结构设计有待进一步讨论的问题	473
2	先张法预应力混凝土圆孔板的设计	483
2.1	概述	483
2.2	使用阶段承载力计算	484
2.3	抗裂验算	485
2.4	变形验算	486
2.5	施工阶段验算	487
2.6	最小配筋率	487
2.7	生产工艺要点	488
2.8	空心板的设计实例	491
3	后张无粘结预应力混凝土连续梁结构设计	498

3.1	概述	498
3.2	约束次内力法、荷载平衡法介绍	501
3.3	结构设计步骤	503
3.4	约束次内力法设计预应力混凝土连续梁举例	506
3.5	后张无粘结预应力混凝土连续梁的一般构造要求	507
4	后张有粘结预应力混凝土框架设计与施工	511
4.1	概述	511
4.2	设计原则及设计步骤	511
4.3	预应力筋的用量估算和布置方式	513
4.4	变形计算	518
4.5	构造设计	519
4.6	张拉顺序的影响	523
4.7	设计实例	524
5	后张无粘结预应力混凝土平板设计与施工	531
5.1	概述	531
5.2	无粘结预应力混凝土平板的工作性能	531
5.3	实用分析方法	533
5.4	平板的布筋形式	539
5.5	受弯承载力计算	542
5.6	无梁双向平板挠度计算	542
5.7	冲切设计计算	544
5.8	设计步骤	545
5.9	构造及施工要求	546
5.10	开洞平板的设计探讨	547
5.11	无粘结预应力混凝土平板设计实例	548
6	预应力井式结构的设计与施工	554
6.1	概述	554
6.2	布置选择	555
6.3	井式梁板内力分析	556
6.4	构造措施	557
6.5	施工	557
6.6	工程实例分析	561
7	预应力混凝土转换结构设计	565
7.1	概述	565
7.2	带转换层结构的一般分析方法	567
7.3	预应力混凝土梁式转换结构设计	570
7.4	预应力混凝土板式转换结构设计	572
7.5	工程实例	574
8	预应力混凝土在基础结构中的应用	582

8.1 预应力基础及其优点	582
8.2 预应力基础设计原则和分析理论	583
8.3 高层建筑预应力基础共同作用理论介绍	597
参考文献	599

第 1 篇

预应力结构设计

1 前 言

1.1 预应力结构在国内外的发展简史

1.1.1 国外的发展简史^[1,2,3]

预应力的原理应用于生产已有很悠久的历史。我国早就利用这一原理制造木桶、木盆和车轮，但是预应力技术真正成功地应用在工程上还不到一个世纪。1886年，美国的杰克森（P.H.Jackson）取得了用钢筋对混凝土拱进行张拉以制作楼板的专利。德国的陶林（W. Dohring）于1888年取得了用加有预应力的钢丝浇入混凝土中以制作板和梁的专利。这也是采用预应力筋制作混凝土预制构件的首次创意。

奥地利的孟特尔（J.Mandl）于1896年首先提出用预加应力以抵消荷载引起的应力的概念。1900年德国的柯南（M.Koenen）进行了将张拉应力为60MPa的钢筋浇筑于混凝土中的实验，观察到混凝土的初始预压应力由于混凝土收缩而丧失的现象。1908年美国的斯坦纳（C.R.Steiner）提出两次张拉以减少预应力损失的建议并取得了专利。于混凝土强度较低的幼龄期进行第一次张拉以破坏钢筋与混凝土之间的粘结，于混凝土硬化后再二次张拉。奥地利的恩丕格（F.EmPerger）于1923年创造了缠绕预应力钢丝以制作混凝土压力管的方法，钢丝应力为160~800MPa。

无粘结预应力筋的概念是美国的迪尔（R.H.Dill）于1925年提出的。他采用涂隔离剂的高强钢筋，于混凝土结硬后讲行张拉并用螺帽锚固。德国的费勃（R.Farber）于1927年取得了在混凝土中制作能滑动的无粘结预应力筋的专利。当时采用在钢材表面涂刷石蜡或将预应力筋放在铁皮套管或硬纸套管内以防止钢材与混凝土的粘结。

1928年以前，预应力混凝土技术基本上处在探索阶段，那时只有一些少量的局部的设想和试制，而且先后都失败了。预应力混凝土在早期活动中提出的各种方法与专利，由于当时对混凝土和钢材在应力状态下的性能缺少认识，施加的预应力太小，效果不明显，所以都没有能得到推广应用。

预应力混凝土进入实用阶段与法国工程师弗雷西奈（F.Freyssinet）的贡献是分不开的。他在对混凝土和钢材性能进行大量研究和总结前人经验的基础上，考虑到混凝土收缩和徐变产生的损失，于1928年指出了预应力混凝土必须采用高强钢材和高强混凝土。弗氏这一论断是预应力混凝土在理论上的关键性突破。从此，对预应力混凝土的认识开始进入理性阶段，但对预应力混凝土的生产工艺，当时并没有改进。

1938年德国的霍友（E.Hoyer）研究成功靠高强细钢丝（直径0.5~2mm）和混凝土之间的粘结力而不靠锚头传力的先张法，可以在长达百米的墩式台座上一次同时生产多根构件。1939年，弗雷西奈研究成功锚固钢丝束的弗式锥形锚具及其配套的双作用张拉千斤顶。1940年，比利时的麦尼尔（G.Magnel）研究成功一次可以同时张拉两根钢丝的麦式模块锚。这些成就为推广先张法与后张法预应力混凝土提供了切实可行的生产工艺。德国

1934 年用后张法建成了较大跨度的桥梁, 1938 年制造了预应力钢弦混凝土; 1938 年法国用双作用千斤顶张拉钢丝束; 1940 年英国采用预应力混凝土芯棒和薄板制作预应力混凝土构件; 1941 年前苏联采用连续配筋法; 1943 年美国、比利时提出了电热法; 1944 年法国设想采用膨胀水泥的化学方法获得预应力。

预应力混凝土的大量推广, 开始于第二次世界大战结束后的 1945 年。当时西欧由于战争给工业、交通、城市建设造成大量破坏, 急待恢复或重建, 而钢材供应异常紧张, 一些原来采用钢结构的工程, 纷纷改用预应力混凝土结构代替, 几年之内西欧和东欧各国都取得了蓬勃的发展。应用的范围从桥梁和工业厂房, 后来扩大到土木、建筑工程的各个领域。从 20 世纪 50 年代起, 美国、加拿大、日本、澳大利亚等国也开始推广预应力混凝土。为了促进预应力技术的发展, 1950 年还成立了国际预应力混凝土协会 (简称 FIP), 有四十多个会员国参加, 大会每四年举行一次, 交流各国在理论和实践方面的经验, 这是预应力技术进入推广和发展阶段的重要标志。1953 年在英国伦敦举行了首届国际预应力混凝土会议, 以后先后在荷兰阿姆斯特丹、德国柏林、捷克布拉格等地召开了第二届至第六届国际预应力混凝土会议。在这段时间, 有些国家拟订了预应力混凝土设计规范, 许多国家在土木建筑、交通、桥梁、水利、港道及其他工程上采用预应力混凝土。

1.1.2 国内的发展简史^[4,5]

预应力混凝土技术在我国应用和发展时间较短。1956 年以前基本上处于学习试制阶段, 先是于 1950 年在上海等地开始学习和介绍国外预应力混凝土的经验, 以后于 1954 年铁道部试制预应力混凝土轨枕, 1955 年丰台桥梁厂开始试制 12m 跨度的桥梁。1956 年是准备推广预应力混凝土的重要一年, 原建筑工程部北京工业设计院等单位试设计了一些预应力拱形和梯形屋架、屋面板和吊车梁。太原工程局等重点单位试制成功了跨度为 24m、30m 的桁架, 跨度为 6m、吨位 30t 的吊车梁, 宽 1.5m、长 6m 的大型屋面板和预应力芯棒空心板等预应力混凝土构件。铁道部、冶金部和电力部亦先后设计和试制一些预应力混凝土构件, 为推广预应力混凝土作了技术方面的准备。从 1957 年到 1964 年, 预应力混凝土处于逐步推广阶段, 1957 年 3 月和 1958 年元月分别在北京和太原召开了两次预应力混凝土技术经验交流会, 建筑工程部、铁道部、电力部、交通部和北京建工局等所属单位, 交流了预应力混凝土生产经验和科研成果。1958 年中国建筑科学研究院编制了《预应力钢筋混凝土施工及验收规范》(建规 3—60)。北京工业设计院等单位于 1960 年左右设计了一批预应力混凝土标准构件和参考图集。在材料方面, 根据我国合金资源建立了普通低合金钢体系; 在设计方面, 制订了我国钢筋混凝土和预应力混凝土设计规范; 在构件方面, 设计和试制了一批新型的预应力混凝土结构; 在施工工艺和机具设备方面, 根据我国的生产特点采用土洋结合的办法, 试制成功了许多新的机具设备, 出现了许多新的生产工艺, 使我国预应力技术焕然一新。

在我国房屋建筑工程中, 开始主要用预应力混凝土以代替单层工业厂房中的一些钢屋架、木屋架和钢吊车梁, 后来逐步扩大到代替多层厂房和民用建筑中的一些中小型钢筋混凝土构件和木结构构件。既采用高强度钢材制作跨度大、荷载重和技术要求高的结构; 又不为国外经验所束缚, 结合我国实际, 采用中强、低强钢材制作中、小跨度的预应力构件。常用的预应力预制构件有 12~18m 的屋面大梁, 18~36m 的屋架, 6~9m 的

槽形屋面板, 6~12m 的吊车梁, 12~33m 的 T 形梁和双 T 形梁, V 形折板, 马鞍形壳板, 预应力圆孔空心板和檩条等。此外, 还少量采用一些无粘结预应力升板结构和预应力框架结构。

近二三十年, 预应力混凝土的应用已逐步扩大到居住建筑、大跨和大空间公共建筑、高层建筑、高耸结构、地下结构、海洋结构、压力容器、大吨位围船结构等各个领域。

1.2 预应力结构的发展现状^[25,7]

预应力发展到今天, 不仅广泛应用于桥梁、建筑、轨枕、电杆、桩、压力管道、贮罐、水塔等, 而且也扩大到高层、高耸、大跨、重载与抗震结构、土木工程、能源工程、海洋工程、海洋运输等许多新的领域。例如美国发展推广的后张法平板结构在新加坡 40 层办公楼中得到了应用。马来西亚预应力建筑高达 76 层, 泰国的无粘结预应力平板建造的 35 层、27 层、22 层的商场、办公、贸易用大楼及印度尼西亚雅加达的办公贸易大厦等。

美国芝加哥的一幢 50 层公寓, 采用了 7.9m 长、17.8cm 厚的预应力楼板, 高跨比为 44.3。德克萨斯州的一幢 35 层的公寓建筑应用了预应力楼板, 并有 5.5m 的悬臂梁。前联邦德国建造了预应力悬挂式的高层建筑, 还建造了预应力悬索大跨空间结构, 室内净空面积达 270m×100m; 在贝尔格莱德建造的大跨度飞机库中, 其双坡预应力桁架的跨度达 135.8m。

在桥梁方面, 国外最大跨度的简支梁桥是阿尔姆桥, 跨径为 76m, 最大跨径的 T 形梁桥是 270m 的巴拉丰来松森大桥, 预应力连续梁桥的最大跨径是 92m 的瑞士摩塞尔大桥。英国用悬臂法施工的箱形桥梁跨度最大的达 240m; 西班牙建成的预应力桥面板斜拉索桥, 跨度达 440m。世界上最大跨度预应力连续刚构是 20 世纪 80 年代建成的澳大利亚的给脱威桥, 主跨 260m。

在特种结构方面, 如原子反应堆压力容器 (PCRV), 美国、前联邦德国已建造了高温气体炉, 原子反应堆存储容器 (PCCV) 以美国及法国为中心已建造了 100 座以上。

加拿大建成贮存 12000t 水泥烧结料后张预应力圆形筒仓, 内仓 65.2m, 地上高度 40m, 地下深度 24m。加拿大建成了 553m 高的预应力混凝土电视塔。

法国建造 12000m³ 大型预应力液化气罐多个。

此外, 印尼还有预应力巨型货船, 石油开采平台也采用了预应力混凝土。挪威于北海水深 216m 处建造了格尔法克斯 (Gullfakse) C 形采油平台, 油罐底部面积有 16000m², 总高度 262m, 在油罐壁、底板、环梁与裙壁板均水平施加预应力, 在管桩与罐壁中采用竖向预加应力, 这是世界上最大的混凝土平台。

在预应力高强混凝土管桩方面 (简称 PHC 桩), 日本采用量很大, 其用量占整个基础用桩量的 80% 以上, 美国、德国、意大利、前苏联以及东南亚地区也已大量发展和生产使用。美国后张预应力管桩, 直径为 0.914~2.389m, 壁厚 12.7~17.78cm, 管段长 4.88m, 采用 C70 混凝土。前苏联最大预应力管桩管径达 5m, 管长 6~12m, 壁厚为 8~14cm。管桩为方桩混凝土用量的 70%, 省钢 30%~50%, 价格为钢桩的 1/3。

预应力基础应用也有新的发展,在新加坡 71 层旅馆的建筑中,后张法预应力筏基得到了应用,上海政德路车库也采用了超长预应力基础等。

我国预应力混凝土也有不少新的应用与发展,在房屋建筑中,我国应用预应力建造了不少多层和高层建筑,并在工业与民用建筑中的大跨度、大柱网及承重荷载中得到推广,其结构有现浇后张预应力(有粘结或无粘结)和预制先张预应力两大类。

此外,在多层、高层的抗震建筑中,应用了单向及双向有粘结预应力楼板与叠合连续板、梁结构,薄板的长度为 7~8m。这种预制现浇整体预应力建筑在外交公寓、小区建设、中国银行、昆仑饭店、西苑饭店以及武汉、长沙等高层建筑中广泛采用。

现浇后张有粘结与无粘结单向、双向预应力超静定结构建筑也得到了推广,如部分预应力框架结构在工业、民用建筑中已推广 800 余万平方米,最高应用到 21 层,最大跨度为 40m,最大柱网为 18m×18m,无粘结预应力 T 形板、平板、升板、板柱结构,均用于办公楼、仓库、展厅、厂房、体育建筑及高层建筑中,目前应用的板跨多为 7~12m,高跨比为 1/45~1/25。建成的最高建筑为 63 层。近期,我们还将无粘结预应力创新地应用于工业建筑的多层多跨框架结构中,当应用于宽扁梁时,其高跨比还可达 1/30。

在公共和工业建筑中,应用了有夹层、无夹层的无粘结预应力的井式网格梁板结构。最大跨度为上海松江游泳馆工程 35m×31.2m。后张竖向预应力及预制后张整体预应力在民用建筑中也有应用和发展。前者建成了 6 层、18 层的大开间高层建筑,并扩大到预应力砌块建筑之中。预应力板柱结构用于住宅、宾馆、办公楼与厂房、仓库等,公共建筑最高修建到 16 层。另外高层建筑转换层(梁、厚板、桁架)亦多采用了预应力结构。

预应力大悬臂结构除用于中央电视塔塔座悬挑结构外,在高层图书馆的挑结构、体育建筑看台大挑、悬挑大雨篷等均有应用,山西国际大厦大悬臂达 10.18m,厦门国际机场大悬臂达 11m。此外在电影院、娱乐城、高层办公楼、多层厂房中,也较多地应用了大悬臂结构。

近期又建成了长达 160m 的厦门太古机库预应力结构、首都国际机场新航站楼、停车楼、航华综合楼、外交部新楼、建材集团金隅大厦、电教中心、天津劝业场新楼、百货大楼、南京新华大厦、北京东方广场、世纪坛建筑、杭州黄龙体育中心以及湖南、湖北、浙江、山西、山东、福建宜发大厦等 200 多个有粘结、无粘结预应力工程。

在桥梁结构中,预应力混凝土桥已占主导地位。跨径 50m 以内的公路桥梁,绝大部分是预应力的;T 形刚构桥最大跨度已做到 170m(我国虎门桥);斜拉索桥跨度日益扩大,南京长江二桥跨度为世界第三,杨浦大桥为 602m,法国 Normardie 桥为 865m,不久斜拉桥跨度即可扩大到 1000m 用以代替悬索桥。在预应力斜拉桥方面,现已建成的铜陵长江公路大桥 432m,是亚洲第二大双索面斜拉桥。这些斜拉桥与悬索桥的建成标志着我国预应力桥的建造技术达到了世界先进水平。

在特种结构工程中已建有电视塔、水池、筒仓以及圆形、方形清水池与消化池、蛋形污水处理池与核电站压力容器等,国内外的电视塔绝大部分都采用预应力,如高度为 553m 的加拿大的 CN 塔,高度为 468m 的上海东方明珠塔等;海上石油开采平台,特别是在恶劣条件下工作的平台,如北海的石油平台,基本上都是预应力的,这些都是国内外著名的高大精尖结构。