

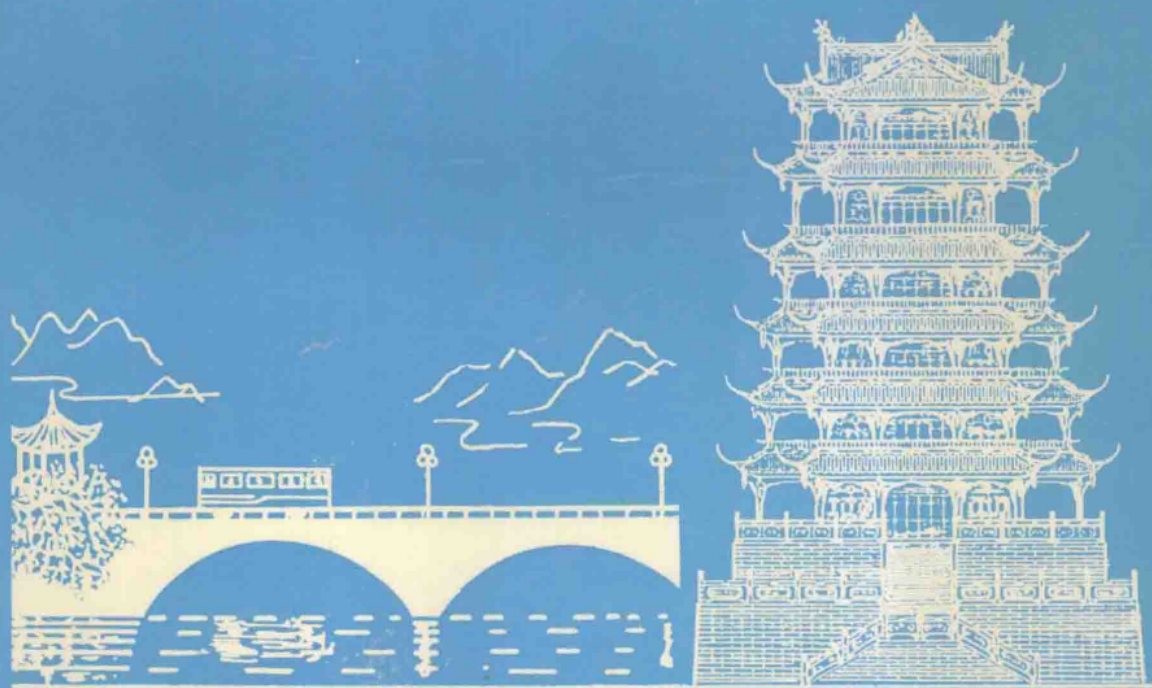
全国第四届现代结构技术交流会

现代结构技术论文选集

上册

(四川 都江堰市)

韩选江 汪达尊 主编



全国现代结构研究会

一九九五年八月

全国第四届现代结构技术交流会

现代结构技术论文选集

上 册

(四川 都江堰市)

韩选江 汪达尊 主编

全国现代结构研究会
一九九五年八月

全国第四届现代结构技术交流会

论文选集编选委员会

主 任:汪达尊
付 主 任:章天恩
主 编:韩选江
编 委:汪达尊
章天恩
林平洲
责任编辑:张东山

谢醒悔
汪达尊
谢醒悔
任时恭
陈宝康
唐明怡

韩选江

韩选江
陈德文
张东山

前 言

根据一九九四年十月在南京建筑工程学院召开的全国建筑物诊断、加固、改造与维修学术讨论会的专家教授和代表的建议,并经研究会常务理事会研究决定,全国现代结构研究会于一九九五年八月十五日至十九日在四川省成都都江堰市与四川省古建筑设计研究院联合召开全国第四届现代结构技术交流会。

会议收到来自全国二十四个省、市的教学、设计、科研、施工等单位的作者撰写的近 100 篇论文,经过研究选择了其中的 78 篇汇编成册,提供同行学者及工程技术人员参考。其中,文集中收录了七位专家教授准备在学术讲座上的专题报告或讲座提纲。

为方便读者阅读和查阅资料,现将收编论文按以下七个部份进行编排出版:(一)予力技术与结构理论(11 篇);(二)建筑物诊断与结构补强(10 篇);(三)结构试验研究与设计(10 篇);(四)结构抗震分析与加固(10 篇);(五)建筑物增层与改造(12 篇);(六)深基坑开挖支护技术(12 篇);(七)基础工程与其他问题(13 篇)。文集最后还刊登了几个生产单位的产品情况介绍,以方便同行加强专业联系。

在编选过程中,限于时间和水平,均按作者审稿后修改的原稿排印,畅所欲言,百家争鸣,以活跃整个学术气氛,达到相互促进和共同提高的目的。同时,也体现了本研究会一贯坚持的“交流技术,以文会友”的宗旨和愿望。对我们选编工作中如有不当之处,敬请读者原谅和不吝指正。

我们热切期望有更多的专业同行积极撰写出更多更好的学术论文,以推动本研究会的学术交流工作与技术开发服务工作迈上新的台阶,积极为国民经济建设做出更大贡献。

韩选江 汪达尊

一九九五年七月十九日

目 录

上册 第四分册

(一) 予力技术与结构理论

1. 予力技术在高层建筑中的应用	谢醒梅	1
2. 予力技术在基础工程中的应用	韩选江 刘道源 蒋君芳	8
3. “系统预应力”钢筋砼结构的研究	邓金汉	19
4. “部分预应力”在多层框架中的运用	范延证	28
5. 双程序设计大跨度框架(部分预应力梁)	朱应达	36
6. 泉州市侨乡体育馆拱架吊索制作与张拉测力	谢醒梅 王洪水	40
7. 张紧集成结构的原理及应用	郭志恭	43
8. 结构振动控制实践的新进展	李宏男	52
9. MSTCAD 的开发	罗尧治 董石麟 葛 玮	58
10. 关于国家新规范应用中的一些问题	陈 健	66
11. 日本阪神大地震给人们的教训	汪达尊 张立人	99

(二) 建筑物诊断与结构补强

12. 房屋诊治技术发展的现状及展望	扬于北 陈 力	104
13. 谈空间网架结构的可靠性鉴定与加固处理	高维元	111
14. 现存结构可靠性鉴定评级方法探讨	叶燕华	119
15. 砖砌体抗压强度的原位测试方法的试验研究及工程应用		
..... 王秀逸 王庆霖 林文修		124
16. 增设支点加固法的讨论与实践	荀 勇 吴法红	134
17. 预应力下撑式拉杆加固钢筋混凝土梁的应用	孙亚玲	139
18. 八层砖混结构综合楼首层砖砌体裂缝加固的具体实施	王晓佳 张仁生	147
19. 某面粉厂筒仓钢锥漏斗质量事故的分析处理	李延和 陈 贵 陆永林	152
20. 破损多孔楼板的补救措施	周 挺	159
21. 氯盐损坏钢筋混凝土结构 SBR 修补法的工程实践	陈延辉 张宏权	162

(三) 结构试验研究与设计

22. 装有粘弹性阻尼器结构的试验研究与设计方法	周 云 刘 季	166
23. 冷轧扭钢筋混凝土大跨度楼板的试验研究	陈德文 李智渊	177
24. 小剪跨钢筋砼空腹牛腿在水平荷载作用下的承载力	袁保禄	185
25. 非标准框支转换层结构设计——惠浦大厦转换层结构设计介绍	畅君文	193
26. 混凝土内含角钢骨架梁抗弯刚度计算	薛建阳 王 满 赵鸿铁	199
27. 高强混凝土	何茂华	206
28. 广州中天广场 80 层办公楼的结构计算与分析	丁洁民	214
29. 福昌大厦结构设计	李玉汕	224
30. HG 微膨胀高强灌浆材料	何茂华	231

31. 多层粘土砖砌体建筑超层超高的设计探讨	涂 津 赵佩华	238
------------------------------	---------	-----

(四) 结构抗灾分析与加固

32. 滑移减震房屋的设计方法	刘榆生 杨中雄等	242
33. 上海东方明珠广播电视塔地震反应控制	施卫星 朱伯龙 赵鸣	255
34. 抗震设计的新理论“初始位移理论”		
..... 张双来 张东山 安成林 王少辉 张桂云 张丽杰		262
35. 地震区多层砖房超高的设计方法	汪恒在 汪跃勇	277
36. 地震区既有建筑物增层中的结构控制方法	施卫星 王 群	282
37. 通过震害现象的讨论来看“初始位移理论”		
..... 安成林 王少辉 张双来 张东山 张桂云 张丽杰		288
38. 公司底层商店住宅楼基础不均匀沉降的处理	毛树森	292
39. JGN-Ⅱ型建筑结构胶粘剂在抗震加固中的应用	刘金伟	298
40. 火烧受损构件和砼强度严重不足构件的加固实例	项剑锋	300
41. 钢管混凝土结构抗火灾事故实例	林平洲 祝总成 李至钧	305

下 册

(五) 建筑物增层与改造

42. 整体式外套框架增层合理计算模型的探讨	汪恒在 汪跃勇	308
43. 沈阳铝镁设计研究院办公楼楼层设计	孙占一 余福山 黄锦源 袁文度	315
44. 盛业大厦加层结构设计	郑福森	329
45. 砖混结构房屋套建高层建筑结构设计	王永桢 刁朝位	338
46. 三层楼上增建四层的设计实践	孔德润 李玉祥 胡应吉	344
47. 某建筑物室内增层设计	陈柏文 李治国	347
48. 扬州地区建筑物增层改建分析与探讨	汪庆玲 刘殿华	352
49. 仪征化纤胥浦宾馆餐厅改造	任明达	360
50. 房屋的增层与开发	王天领	363
51. 某大开间多层框架结构倾斜扶正实例	吴佳雄 林 红	368
52. 某建筑物倾斜原因分析及处理	迟锡云	372
53. 《掏土法》对倾斜房屋扶正的实践	汤文良	377

(六) 深基坑开挖支护技术

54. 深基坑开挖及支护结构设计	陈德文	380
55. 浅谈悬臂式灌注支护桩的设计	陈 清 陈一马	386
56. 陕西南路地铁车站“逆作法”支护体系优化研究	扬忠汉	407
57. 高层建筑深基坑围护桩环梁支护结构施工监测与分析	刘万海 张方俊 陈世鸣	422
58. 无锡华联商厦工程深基坑支护设计	徐锁云	428
59. 深基础水泥搅拌桩支护结构可靠性评定	陈世鸣 张利华	436
60. 多级式基坑边坡支护	陆林江 何茂华	442
61. 南京地区深基坑施工的环境效应问题	冯 刚 张大春 王 军	448

62. 桥梁深基坑处理实例	王学坤 叶漫霖 吴西伦	456
63. 扬州市人防工程深基坑支护	何茂华	461
64. 深基坑护坡桩的设计与施工实例	王世贤	470
65. 住宅区基坑事故实例剖析	徐东白 俞志辉	473

(七)基础工程与其它问题

66. 浅析基础托换技术	韩选江 蒋君芳 沈 飞	478
67. 土坡设计软件 TPS3.0	马德建	495
68. 地震作用下基础水平抗力的计算	胡俊才	510
69. 大直径钢筋砼人工挖孔空心桩在地震区的应用	米庆佐	519
70. 钢筋混凝土薄型沉井在深基础施工中的应用	邱树昌	529
71. C.F.G 桩在铁路桥涵工程中的应用	黄祥镛 时永庆	533
72. 钻孔灌注桩孔侧孔底压浆技术在武汉首次应用取得重大突破	胡秀宣	537
73. 某综合楼软土地基加固处理	山文华 区志红	539
74. 挖孔灌注桩的非正常应用	崔秉安	543
75. 毛石砼墩基在民用建筑中的应用	张德元	547
76. 浅谈建筑基础的防腐蚀设计	何木兰	550
77. 高寒区建筑物有效保温抗冻措施		
..... 庞国良 孔幼眉 李忠华 齐耀宗 邢 江 刘植东		555
78. 宜昌市某中等专业学校的规划设计	张德元	559

予力技术在高层建筑中的应用

谢醒悔 现代结构研究会

浙江省予力大跨建筑技术服务部

[内容提要]本文论述以下几个问题:高层建筑的特点是高重大,给结构带来困难;地下工程的地基基础,地下室及其开挖;裙房大空间、大跨度,标准层无内柱的楼盖、屋盖结构设计,均需予力技术来解决。高层予力结构设计原则、计算、构造和施工要求,需要有认同的模式。

一、高层建筑结构的特点

1. 高层建筑结构的特点是高、重、大。

设计的主要任务是安全传递竖向荷载,同时传递水平荷载。随着房屋增高,竖向荷载对结构轴向力增加与高度成正比,而水平荷载产生的弯矩与高度平方成正比,对于房屋顶端的水平位移,则与高度四次方成正比。因此,高层建筑的降低总高,即减少每层楼盖的结构高度是工程的普遍要求,通过予力技术,可以降低总高 8—12%。

2. 侧向位移控制。

由于高层建筑侧移随高度而迅速增大。结构不仅需要有足够的强度,而且需要足够的刚度。目前提高建筑竖向刚度,主要选用空间作用大的结构体系来解决,纯框架→框墙→全墙→框筒→多筒→组合巨型筒等。当结构方案已定,要增加结构刚度,一般是增加构件数量,扩大构件尺寸,这是消极的、典型的“事倍功半”的做法。特别是地震力作用下,刚度增加一倍,顶点位移和层间位移,仅降低 13—19%。结构用料大量增加,效果不大,是不经济的。

上述矛盾的有效解决办法,求助于予力技术。对房屋结构整体施加竖向力,提高结构整体刚度,抗弯能力,抗倾能力,减小房屋自震周期和侧移。

3. 楼板结构。

楼板结构是高层建筑中的水平隔板,设计要求水平刚度为无限大,不变形。目前一般作法是从增加楼板的厚度来解决。这样增加了结构重量,对抗震不利。因此,在较薄的楼板中采用予力技术,把楼板整体箍紧,就能大大提高隔板的水平刚度。

4. 变形缝。

高层建筑的体型很大,一般都要设置各种各样的临时的和永久缝。它对结构不利,使用也不便。目前通过各种构造措施,有限地扩大缝的间距。采用予力技术平衡砼收缩,温度变化的伸缩,以及地基沉降差异等,大型建筑可以实现无永久缝的要求。

5. 减重措施。

高层建筑的重量大,有效地减少结构的重量,特别是地震区,是非常重要的。采用轻质、高强的予力薄壁构件、结构,具有显著综合效益的。

二、地下工程

高层建筑的地基、基础,地下室及其开挖支护等地下工程的设计与施工是很重要的一部分。地基强度要高,基础稳定性要好,建筑物沉降要小。因此,基础一般是较深的。地基处理和开挖是复杂的。设计方案力求技术合理,选择可行的施工方法,作业安全,工期较短,经济适宜。采用予力技术,可以顺利解决目前遇到的很多难题。并能获得显著的经济效益。

1. 地基。当土的承载力不足时,需要打桩。一般不考虑土的承载力,或者适当增大桩的承载力,或者由土承担 15—20% 的荷载。这些做法,不是心中很有数的。当我们引入予力概念后,完全可以充分利用土的承载力和桩的承载力。设计者根据土质情况,结合上部结构,基础的设计,确定土承担多少荷载,桩承担多少荷载。即:

基础的承载力 $[F] = \text{土承载力}[AF] + \text{桩承载力}[nR_d]$ 施工者按设计要求,把上部荷载分别传到土上和桩上。这种做法,心中有数,并大大减少桩的数量,缩短工期,节约费用。

2. 高层整体基础地下室,受力复杂,为了抗裂,配筋较多,又留后浇带或伸缩缝,但难免不出现裂缝。如果采用予力索控制裂缝是很有效的。国内已有这方面的实践经验。

大跨度的地下室抗地下水的浮力,一般采用结构抗浮,重量抗浮,费用较高,采用予力抗浮锚杆,可能是适宜的。

3. 地下深基坑的开挖是高层建筑施工的突出的技术问题。工期长,费用高,经常出现安全事故。国内在基坑开挖护坡支撑技术方面取得了一些成功经验;设计、施工和监测都有创新发展。如果将开挖支护结构与地下室结构结合,配以予力锚杆,予力支撑与抗侧力墙板桩,配套监测措施,就可确保开挖安全,提前工期 1~2 个月或更长时间,其费用亦可省下 50~60%,有显著的综合效益。

4. 预制予力桩,特别是予力空心高强桩(C80 级以上)桩,性能好,综合造价比普通砼桩或钻孔灌注桩低,现已广泛用于工程中。

三、裙房大空间大跨度的形成

一般高层建筑都有多层的裙房,作车库、商业用房,公共用房,要求大空间,灵活分隔。但目前设计跨度不大,柱网跨度在 9m 以内,不满足使用要求,梁的截面较高,影响房屋净空的利用率。

由于予力技术的应用,房屋柱网跨度可不受限制,不为隔墙设梁,梁和板的截面高度可减到最低限度。例如,实心板可用于跨度 10m 以下,板厚不超过 220mm,跨度比为 45~55 梁跨度 18m 以下时,梁跨高比为 20—35。当梁腹穿过管道时,跨度扩大到 36m 也是适宜的。从结构观点看,跨度 24~60m 时,采用“层高结构”,以一层或多层的高度为结构高度,其间距为 6m~15m 的大开间,可充分利用建筑结构空间。大大改变长期以来,结构给建筑设计“穿小鞋”(小柱网),给水、暖、电设备设置障碍的局面。现在可以提供任意分割的广阔的空间,为建筑创作丰富客观条件。

多幢塔楼群之间的裙房,按连结体结构设计。此连接体可不设基础,两端直接支承在高层有关构件上。我们已建成上部承重 6 层的连结体,跨度为 30m。没有独立基础,方便施工,

降低工程费用。

四、标准层

标准层的建筑层高一般较低,希望结构占用层高愈低愈好。从现有条件来看,优先采用予力实心平板,板跨高比为45—55。结构占用高度为150~250mm。当采用扁梁或密肋梁时,跨度可扩到12m,结构占用高度250~400mm。一般标准层不设专为减小跨度的支柱或墙。

五、高层予力结构设计计算构造原则

为了有助于理解予力砼结构,对于砼结构设计熟悉已久的设计者,最好忘掉一些结构分析原则,例如平板的柱上板带、跨中板带,连续梁的传力方式和弯矩分配概念,而是通过予力的作用力学原理去理解予力结构的性能。从新建立新的概念原则。

1. 予力概念。这里“予力”不同于一般定义的预应力:砼结构构件承受荷载以前,利用张拉钢筋回弹挤压砼使砼截面受到预压应力,而被张拉的钢筋中存在予拉应力。予力的概念是以予力技术为主要手段,改善结构整体受力状态和构件截面的性能,主动地给予结构施加影响力(外力、内力、应力、位移、变形和应变),提高结构的性能,安全使用,经济耐久。予力在时间上、空间上、数量上、可调性等方面,均由设计时综合考虑,优化安排。予力技术是设计施工的有效手段。综观现代结构的实践,无不广泛应用予力技术,它已成为现代结构的重要组成部分。

2. 索梁(架)概念。以予力索为主要手段的现代予力结构的发展,已超出一般的预先给构件加拉力、加压力,控制构件的应力和结构分析沿用典型的梁平面假定和截面核算应力的概念。予力结构可以认为是普通结构与予力索结构共同承担设计荷载的组合或混合的结构、或者两个结构各分担设计规定(分配)的荷载。这就是索梁(架)的概念。索的设置可以在构件内部或外部。索轴线与构件同向布置,也可异向布置,平面布置或空间布置。索可以是直线、折线或曲线。索与构件有点联结(无粘索)、连续联接(有粘索),也可与构件合一。结构分析方法、不受梁的理论的约束,不受材料的限制。索按索结构的特性构造计算,梁按梁的构件构造计算。这种予力索梁概念,为结构设计开创新的思路,为予力结构理论研究,技术普及推广开辟新途径。

予力度的定义:予力索所承担的荷载占结构总荷载的比例。设计根据恒载与变载的情况而选择适宜的予力度。这是与一般预应力度度的提法是不同的。

3. 索梁的计算,主要是索结构和梁结构的极限分析计算。一般可分为三步:第一步,根据荷载情况,选定索承担荷载值即予力度。按表1确定跨高比和索形状,计算索的截面和构造。第二步,梁所承担的荷载部分,按普通砼结构分析梁的内力,第三步,将索的锚固端作用力(予力)加在梁上与梁内力组合而最后确定梁的配筋。一般情况下,由索承受的荷载,可不考虑它对结构在使用荷载下产生挠度、裂缝的影响。予力砼结构计算同普通砼计算基本一致,可从繁琐计算中解出来。

表 1

恒载 : 变载	予力度	跨 度 比			予力索形状
		板	小梁	大梁	
1 : 0.25	0.75~0.80	50—55	35—40	25—30	曲线
1 : 0.5	0.7~0.75	45—50	30—35	20—25	曲线
1 : 1.0	0.65~0.70	40—45	25—30	16—22	曲线 直线
1 : 1.5	0.60~0.65	35—40	22—27	14—18	曲线 直线
1 : 2.0	0.55~0.60	30—35	20—25	12—15	直线
1 : 3.0	0.5~0.60	30—35	16—22	10—15	直线

当荷载以恒载为主,并为予力索所承受时,跨高比一般可不受限制。对于有振动荷载时跨高比宜取小值。

为了减少予力索张拉力的损失及便于施工,连续梁超过三跨时,宜布置直线索。

4. 高层予力结构分析。一般予力索仅分担部分竖向荷载,只参与所在层的局部分析,不参与高层结构整体分析。梁所承担的荷载参加高层整体分析时,索所承担的竖向荷载按传到柱子上后,再进入整体程序分析,配置普通钢筋,再与予力索叠加,构造协调。

予力是局部平衡力系,对高层整体没有影响。局部影响是由于楼层砼压缩而影响竖向柱子、墙等构件侧向位移。一般楼层砼平均预压应力最大不超过 3.5N/mm^2 ,板梁的压缩量不超过 5mm ,产生次应力可以忽略。

按索梁概念设计予力砼结构,不参加抗震分析,因此予力不会影响高层结构的抗震性能。

5. 无粘索的应用。目前国内外广泛使用无粘索,主要是从施工方便考虑的。无粘索砼结构分析,仍沿一般梁板理论进行。由于索与砼不是一个整体,应变应力是不协调的,对于恒载为主的单跨板梁,影响还不显著。对于活载和多跨连续梁板,索的内力增加较慢,甚至很小增加。把无粘索与有粘索一样看待,是不妥当的。《无粘结预应力砼结构技术规程》JGJ/T 92—93 在结构分析方面,没有提特别概念,只是预加力对结构产生的内力和变形,可按等效荷载法进行计算。受弯构件在承载能力极限状态下无粘结预应力筋的应力设计值 σ_p ,未考虑无粘索在不同结构不同荷载变化的情况,因而有时是不安全的。总的来说,无粘束的钢材的利用率,较有粘束低 $20\sim 30\%$ 。当按索梁概念设后,上述一些问题,可得较好解决。

6. 提高有效予力值的措施。无粘索的有效予力值是受弯构件安全的基础,提高无粘索的有效予力值,是人们普遍关心的问题。一般可采取以下措施:

(1) 提高予力索张拉控制值。过去规范规定后张预应力控制应力为 $0.65f_{pk}$,现在提高为 $0.7f_{pk}$,超张拉不大于 $0.75f_{pk}$ 是适宜的。有些工程提高到 $0.8f_{pk}$,易发生拉断事故,利少而弊大。

(2) 减少钢索的松弛。采用低松弛的钢材,适量的超张拉,分阶段重复张拉,对结构有利无害。

(3)减少曲线索的总弯角,采取分段张拉措施。

(4)减少砼收缩。采取分段施工,留后浇带,加强养护,配制无收缩砼。

(5)选用锚具变形小,予力索内缩量小而又能分批、重复张拉的锚具体系,如铸锚索、镦头锚等锚具。

(6)对于多跨连续配索结构,张拉后增加锚固点,尽量减少索的传力长度。

7. 予力索的测力与监控是现代予力结构的迫切需要。新的《砼结构工程施工及验收规范》GB50204—92,对予力工程的予力索张拉锚固后实际予力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差为 $\pm 5\%$,这对无粘索予力工程非常需要。我们从1991年以来,普遍开展予力工程的测力监测工作,保证施工质量,提高技术水平,并为设计提供实测数据,改进设计,发展现代结构及推动我国技术进步将产生积极的效果。

我们先后在江西上饶市体育馆多层大厅中 27m 框架,14m 挑梁,上海国际购物中心予力组合网架,福建泉州华侨体育中心予力吊杆网架,江苏无锡毛纺厂四层 24m 框架,海南海口海港大厦大厅,门厅予力工程以及上海里昂花园 32m 拱架过街楼等工程,进行张拉控制测力,多次张拉调整,指导施工,长期观测,效果很好。由于测力传感器需求日增,铸锚束体系配套测力传感器及其数字打印仪表,(范围 250KN~2000KN)已批量生产,成本逐步降低,现场监测费用不多,一般工程均能接受。

8. 予力索材料及张锚体系对结构的使用性能与安全有直接关系。张锚体系应与予力材料相匹配。

(1)予力钢材性质,除极限强度、屈服强度符合标准外,如延伸率指标低,张拉时易断,结构安全度会降低。现代予力结构需严格控制予力损失,要求钢材的松弛低。不同锚具对钢材提出附加要求,铸锚索,镦头锚要作可镦性检验。夹片锚、锥塞锚对钢材直径公差和硬度要求,直径公差太大,硬度太小,钢材易刻痕。折线束的钢材冷弯应合格。

(2)张锚体系。国内外种类繁多,主要为两类:一为支承式锚具,如铸锚索、镦头锚、螺丝杆锚等,这类锚具在锚固过程中,内缩量小,可重复张拉。一为楔紧式锚具,用于钢绞线的二片或三片夹片锚和钢丝的锥塞锚,锚固过程内缩量由钢绞线直径和硬度变化,锚加工公差和予紧力大小,均影响予力工程质量和锚固效率,对于无粘索带油操,锚固效率分散性大,应引起张拉人员的重视。

目前国内常用锚具主要有钢绞线用的 XM, QM, OVM 等夹片锚,操作简单,锚固内缩量,短束应力损失大,这类锚具锚固 7 Φ 5 钢丝束特别是无粘束要注意钢丝直径公差和带油操作的不利影响。其次是钢丝用的钢质塞锚,镦头锚和铸锚索,其中钢质塞锚,锚固效率低,不宜用于无粘束中。镦头锚易拉脱头。铸锚束是国内国外优良锚具体系之一,是浙江予应力大跨建筑技术服务部获奖专利成果项目。主要用于斜拉、悬索结构中,现在广泛在建筑中应用,取得良好效果。铸锚束吸收多种锚具的优点,锚效率高,对钢丝不刻痕,张拉不滑丝,延性好,整束受力均,试件破坏在钢丝本身上。集中制束,质量易于控制,按设计要供应各种类型、规格的成品束(有粘束,无粘束防火、防腐束等)。如需要对铸锚束逐根予拉在最大使用荷载下的最大内力的 1.2 倍,或者 $0.7 \sim 0.75f_{pk}$,可在制造车间内完成,这是保证索结构质量最有效措施。铸锚索成卷运,简化工地予力工程现场工作量,可加速工程进度。

附:高强钢丝铸锚索(ZM)体系。

附录: 高强钢丝铸锚束(ZM)体系

目前,我国预应力结构应用已很广泛,由于粗筋强度低,焊接性能差,经常发生断筋事故,经济效益亦差,限制预应力结构的发展,采用高强钢丝束代替粗筋,势在必行。钢丝束的锚固锚具是关键。国内常用的钢质锥形锚具,锥形螺杆锚具和墩头锚等,各有其应用范围,尚难满足使用提出较高要求。

铸锚束(ZM)体系是近年来研制的锚具体系。钢丝束头用合金铸为整体,点的受力均匀,能充分了挥钢丝的延性。试验证明,试件破坏均在锚头外的钢丝本身上,达到钢丝等强度的要求。获国家发明专利,国家专利。

铸锚束体系的承载能力范围大。束的能力从 220kN 到 9721kN。根据工程设计要求,束的极限能力还可扩大。

铸锚束集中制造,质量易于控制,成本可以降低。成卷运送工地,施工极为方便。浙江已有专业制束厂家,按设计要求供应各种类型的铸锚束成品(有粘结束,无粘结束,防锈防火束等)。

铸锚束能满足土木建筑工程中各种预应力结构提出的要求,已广泛用于大型厂房、桥梁以及悬索结构中,取得良好效果。特别是圆形、球形结构的环向预应力束,配合径向张拉方法,较其他预应力体系为优。

本体系按束径大小分为 12 级,有 ZM-A、ZM-B、ZM-C 三种型式,供不同结构选用。有关具体应用技术,可向浙江省科技咨询中心,预应力大跨建筑技术服务部联系。

铸锚束(ZM)体系主要参数

表 1

序号	型号(ZM) 束经(d ₀)	φ5 根数 (n)	束极限 能力 P _u (KN)	束最大张 拉力 P _y (KN)	穿束孔径		单排端孔 最小间距 mm S
					直线 孔 mm D _d	端扩 孔 mm D _b	
1	15	7	220	165	38	45	70
2	20	12	376	282	48	58	80
3	25	19	596	447	54	70	100
4	30	27	847	635	63	82	120
5	35	37	1160	870	70	94	140
6	40	48	1505	1129	78	108	160
7	45	62	1994	1467	87	120	180
8	50	76	2333	1786	95	132	200
9	55	93	2916	2188	102	142	220
10	60	110	3450	2586	110	150	240
11	65	130	4076	3058	120	170	240
12	70	150	4704	3528	130	182	280
13	75	173	5425	4069	140	195	300
14	80	197	6178	4638	150	210	320
15	85	223	6993	5245	160	222	340
16	90	250	7842	5880	170	235	360
17	95	280	8780	6586	180	250	380
18	100	310	9721	7291	190	260	400

注：1. 束极限能力相当于钢丝标准强度，为 1.60KN/mm^2

2. 最大张拉力相当于束极限能力的 0.75 倍

3. 采用拉力千斤顶张拉

予力技术在基础工程中的应用

韩选江
刘道源
蒋君芳

南京建筑工程学院
郑州市建筑设计院
深圳市钜建公司

[内容提要] 本文从木屋架起拱的力学思想入手,介绍了予力技术的基本概念,并全面阐述了予力技术在地基处理和基础结构中的应用。根据一些工程应用实践证明,此项技术在基础工程中的应用前景广阔,是值得深入研究予以完善的一项实用新技术。

一、从木屋架起拱谈起

中国是世界四大文明古国之一,具有五千年的人类文明历史。在土木建筑工程中,我们的祖先很早就能建造木结构和砖石结构的房屋。经大量考古发掘资料证实,在我国新石器时代末期(约6000~4500年前),已出现了地面木架建筑和木骨泥墙建筑。

从古代劳动人民建造庙宇宫殿开始,木结构得到迅速发展。此时,民间的砖石结构采用的木屋架形式越来越多。木屋架的起拱技术就成为予力技术的萌芽而逐步为人们所掌握所利用。

从图1中看到,如果木屋架下弦制作时放置水平位置[图1(a)],则使用后屋架下弦要产生较大挠度[图1(b)],可以导致吊顶天棚的开裂破坏,尤其是抹灰吊顶出现的天棚掉灰就是例证。如果木屋架下弦制作时先“起拱”,“起拱”高度约为屋架跨度的 $\frac{1}{200}$,则使用时屋架下弦产生的挠度会大大减小,至多接近水平更方便使用。

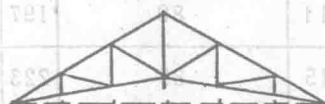
以上谈到的对木屋架的“起拱”思想,是事先给予木屋架下弦一个向上的初始位移,这个位移使木屋架各杆件内产生一个初始的反作用应力;屋架受荷使用后,该木屋架各杆件内先要抵销这部分初始的反作用应力,从而改变木屋架各杆件的受力变形状态即减小木屋架体系的向下挠曲变形,使得木屋架受力使用上更加合理。



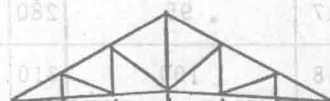
a)制作时下弦水平



b)使用后下弦产生挠度



c)制作时下弦先起模



d)使用后下弦挠度大大减小

图1 木屋架的“起模”概念

二、予力技术基本概念

上面所说的对木屋架下弦的事先“起拱”所主动给予的初始位移,就是给木屋架下弦事先施加了一个广义的力,称为“予力”(the given force)。对结构

物施加这种“予力”的技术就称为“予力技术”(technology of the given force)。

予力技术是指人们为了达到某种目的,对结构物的某些部位或某些构件有意识地按其事先确的予力度(degree of the given force)施加的一种影响力(包括外力、内力、位移、变形或应变等),使其结构性能得以改良或改善的实施方法或有效途径。

予力技术是从材料性能与结构受力状态两个方面入手来综合考虑的。在某段时期内人们不能期求建筑材料性能有什么突飞猛进的罕见变化,但是人们完全可以从结构受力性能方面去采取措施使之材料性能能满足更高要求的受力性能。予力技术正是可以帮助人们达到这一目标的较好手段。

预应力混凝土结构就是根据予力技术原理从一般的普通混凝土概念中扩展引伸来的。通过施加预应力,可以减小结构变形和开裂,结构断面和自重也将减小很多,结构物可以向大跨和更大高度迈进。

现代予力混凝土结构也是根据予力技术原理从一般的预应力混凝土概念中进一步发展来的。通过施加予力,提高构件抗裂性,减小结构变形,有效调整结构内力。由于严格控制了予力度,对结构安全进行了有效控制,且通过装设测力计等仪器,还可进行结构报警,对结构物的生存力进行综合评估,有效地控制了结构物的使用寿命。

予力技术的不断应用,反复实践,逐渐加深认识和综合分析,就可提供更为有效的结构方案决策的专家系统,真正实现优化设计。这样为设计者提供更为广阔的创作思路。予力技术是推动结构设计革命的强大推动力。

予力技术的核心问题是要控制好予力度。这是予力技术的关键所在,也是施工实施的难点所在。

按照我国《部分预应力砼结构设计建议》对预应力度的定义方法,将结构物控制的予力度 λ_c 定义为:

$$\text{受弯构件: } \lambda_c = \frac{M_0}{M} \quad (1)$$

$$\text{受拉构件: } \lambda_c = \frac{N_0}{N} \quad (2)$$

式中, M_0 和 N_0 分别表示对结构施加予力后产生的消压弯矩和消压轴力;

M 和 N 分别表示该结构在使用荷载短期组合下控制截面产生的弯矩和轴力。

对结构物控制的予力度 λ_c 还可用位移概念来定义,即

$$\lambda_c = \frac{D_0}{D} \quad (3)$$

式中, D 和 D_0 分别表示结构构件在使用荷载下的最终位移和预先施加到结构构件上改变体系受力状态的调节位移。

由于予力结构的概念的扩展以及“索梁(架)概念的引入,因而予力度的概念也与之呼应。故予力度的定义又指予力索所承担的荷载值与结构构件承担的总荷载的比值。

$$\lambda_c = \frac{F_0}{F} \quad (4)$$

式中, F_0 和 F 分别表示予力索所承担的荷载值和结构构件所承担的总荷载。

常规砼结构采用予力技术后,在相同土建造价时,其跨度可加大一半,且使用效果得以显著改善,其社会效益也很明显。

一般予力梁板结构构件的高度为普通梁板构件高度的50~70%。对于予力梁板构件的

跨高比没有很严格的限制。从实用经济和美观观点出发,梁板跨高比宜大些。但是,过大的跨高比,对荷载变化,予力位置和温度变化都会反应敏感,尤其对振动荷载的反应更为敏感。

对跨高比的选择,需要全面考虑荷载性质和大小,结构构件的边界条件、构件的截面形状、跨度大小、材料的弹性模量与阻尼特征等因素。严格说,合理确定梁板构件的跨高比是困难的。但是,文献[1]收集了工程技术人员长期的实践经验所积累的资料,列在以下表1中,可供技术人员设计参考。

予力梁板构件跨高比参考值 (表1)

恒载:活载	予力度	跨 高 比		
		板	小 梁	大 梁
1:0.25	0.75~0.80	50~55	35~40	25~30
1:0.50	0.70~0.75	45~50	30~35	20~25
1:1.00	0.65~0.70	40~45	25~30	16~22
1:1.50	0.60~0.65	35~40	22~27	14~18
1:2.00	0.55~0.60	30~35	20~25	12~15

注:当荷载以恒载为主,并用予力索来承受时,跨高比一般不受限制。当有振动荷载时,跨高比宜取小值。

予力技术是可控制可调整结构构件受力性能的技术,它使结构设计由被动的静态的过渡为主动的动态的,它提高了结构的使用性能,安全可靠,经济合理,施工方便,可使结构设计稳步地由必然王国向自由王国过渡。

必须看到,在现有的材料科学水平的技术条件下,如果不借助于予力技术,一些大跨度的楼房、桥梁和核电站等结构物甚至不可能建成。因此可以说,予力技术给设计人员提供了广阔的创作思路。予力技术的不断发展,也将进一步推动设计和施工技术水平的提高。

三、予力技术在地基处理中的应用

当天然地基上的强度、变形性质不能满足其上建筑物荷载要求时,一般可在地基土中设置增强体或加筋体(包括纵向、横向和纵横向)以形成复合地基,即使得地基变成一种加筋增强后的复合材料(又称改良土性材料)来承受上部荷载。这是目前地基处理方法中使用较多的一类人工地基。

1. 予力复合地基

在地基土中设置增强体或加筋体的过程中,人们有意识地给予地基土施加一种影响力(包括外力、内力、位移、变形或应变等),使该地基土在其影响下改善其性能并与设置的增强体或加筋体更好地结合起来以形成上部工程结构需要的强度和变形性能的复合地基。这种复合地基就称为予力复合地基。

可以说,多数复合地基由于设置增强体或加筋体的形成过程中,人们总是要不同程度地给予地基土施加一种影响力(包括外力、内力、位移、变形或应变等),似乎多数复合地基都可