

科学技术 成果汇编

1984

中国建筑科学研究院

前 言

本集收编了我院建筑结构、地基基础、工程抗震、混凝土、空气调节、建筑物理及建筑机械化七个研究所一九八四年完成的科技成果简介55篇，其中科研成果43篇，标准、规范规程12篇。不妥之处，请予指正。

中国建筑科学研究院
一九八五年二月

目 录

第一部分 科研成果

建筑结构研究所

- 复杂边界条件带孔矩形薄板的样条函数实用分析方法····· (1)
- 底层大空间高层建筑剪力墙结构研究····· (3)
- 高层框剪结构及筒体结构设计计算方法····· (6)
- 几种网架结构的简化分析方法····· (8)
- 钢管混凝土柱基本性能和强度计算方法的研究····· (10)
- 部分预应力混凝土 T形梁斜截面疲劳性能
及斜裂缝宽度研究····· (12)
- 盆式搁置预加应力平板网架结构····· (14)
- 大板结构接缝的力学性能及设计建议····· (16)
- 5-6根7 ϕ 5钢绞线束预应力张拉锚固体系的
研究和应用····· (19)
- 钻芯法评定结构混凝土强度的试验研究····· (22)

地基基础研究所

- 关于一般土的分类与定名的建议····· (25)
- 关于低塑性土地基承载力表的修订····· (28)
- 地基压缩层深度的确定····· (31)
- 对沉降计算经验系数 m_s 值修订的建议····· (34)
- 用微机控制的连续加荷固结、三轴仪····· (36)

工程抗震研究所

- 抗震设计反应谱····· (38)
- 柔性地基上建筑物地震荷载的研究····· (40)
- 钢筋混凝土框剪结构中剪力墙合理数量的研究····· (42)
- 钢筋混凝土框架柱外包角钢加固方法的试验研究····· (44)

直接动力法中地震记录的选用·····	(46)
强震记录数据库及软件管理系统·····	(48)
降低液压油污染度等级的研究·····	(50)

混凝土研究所

混凝土减水剂对水泥适应性的研究·····	(51)
装饰混凝土改性聚丙烯塑料衬模的研制及应用技术·····	(52)
合成树脂乳液彩砂涂料·····	(54)
ZJ82型耐擦洗内墙涂料·····	(57)
ZJ-82 型毛面顶棚涂料 ·····	(58)
QGS ₁ 型杠杆式小型混凝土空心砌块成型机 ·····	(61)
JKW-1 型自动控温仪 ·····	(63)

空气调节研究所

高效空气过滤器钠焰法检测装置的试验研究·····	(65)
高效空气过滤器钠焰法检测装置氯化钠气溶胶的 实验研究·····	(67)
高效空气过滤器钠焰法检测装置温湿度控制的探讨·····	(69)
油雾气溶胶的平均粒径与偏光故障值的关系 以及分散度分析·····	(70)
DWS-P系列温度湿度传感器 ·····	(72)

建筑物理研究所

研究提高几种复合外围护结构的防潮保温效能改进 其湿热计算方法·····	(73)
高照度计量方法的研究·····	(75)
建筑围护结构热工性能测定装置的研制·····	(77)
CDP-1型常低温导热系数测定仪·····	(78)
混光灯具的研制及其应用·····	(80)

建筑机械化研究所

JD150-I 型单卧轴强制式混凝土搅拌机 ·····	(82)
JD150-II 型单卧轴强制式混凝土搅拌机·····	(83)
ZL8 型滑移转向装载机·····	(85)
塔式起重机基础零部件回转机构与电缆卷筒装置·····	(87)

第二部分 标准、规范、规程

建筑结构研究所

建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语 (国标) … (90)

混凝土研究所

普通混凝土基本性能试验方法 (国标) …… (91)

混凝土减水剂质量标准 and 试验方法 (部标) …… (94)

空气调节研究所

高效空气过滤器性能试验方法

——透过率和阻力 (国标) …… (96)

尘埃粒子计数器性能检验方法 (国标) …… (97)

层流洁净工作台检验标准 (国标) …… (98)

建筑物理研究所

室内照明测量方法 (国标) …… (99)

光源显色性评价方法 (国标) …… (100)

采光测量方法 (国标) …… (102)

民用建筑热工设计规程 (部标) …… (103)

建筑机械化研究所

钢管脚手架扣件标准 (部标) …… (104)

钢筋调直切断机、钢筋切断机和钢筋弯曲机

(三项部标准) …… (105)

复杂边界条件带孔矩形薄板的 样条函数实用分析方法

中国建筑科学研究院 何广乾 周润珍

样条函数是按一定的光滑性要求连接起来的分段多项式，它的逼近精度高、连续性强，采用较低次的样条函数便能得到较好的逼近精度和较高的连续性。另外，因样条具有紧凑性，插值待定参数少，最终形成的总体刚度矩阵阶数较低。近几年，它已成为函数逼近的一种常用工具。

本研究提出了一种新的分析方法，它以三次修正B样条的线性组合作位移插值函数，应用弹性薄板的广义变分原理解决了复杂边界条件的薄板平衡问题。

以往公开发表的文章，如石钟慈在1978年发表的“样条有限元”以及我们在1981年发表的“样条函数法在解板壳问题中的应用”都是以最小势能原理为基础。它要求位移插值函数必需满足全部强加边界条件，从而使其应用范围受到限制，即只允许板、壳的每条边界有一种类型的约束（位移或转角）。然而在实际工程中，板、壳的边界条件往往十分复杂，寻求满足板、壳复杂几何边界条件的位移插值函数将是件非常困难的事情。

新的分析方法由于应用的是广义变分原理，故不要求位移插值函数满足全部几何边界条件，视情况放松其中某些约束，然后按拉格朗日乘子法求解。这种方法十分灵活，成功地解决了复杂边界条件的薄板平衡问题。

此外，新方法巧妙地利用叠加原理解决了求解开孔薄板这一难度较大的课题。在研究报告附录中，我们首次推算给出与计算开孔板有关的全部系数矩阵。按这种原理和文中有关公式，我们编制了通用程序“PLSH”，它适用于内、外边界均为矩形、内边界自由、外边界

属常见边界（固支、简支、自由）的开孔板，开孔可在板中任意位置，但注意内、外边界都要在网络格线上。该程序现配备在“PDP”机器里，输入数据仅22个，使用起来极为方便。

研究报告后面给出了几个算例，分别将本分析方法与其它方法的计算结果加以比较，证实了新方法计算理论的正确，计算精度能满足工程设计要求。

由于此法利用了广义变分原理的灵活性并发挥了样条逼近精度高、插值待定参数少的优势，使得对复杂薄板的分析得以在中、小型电子计算机上实现。除限制薄板内、外边界为矩形外，本方法的计算公式适用于任意开孔板、复杂边界条件的薄板以及各向异性板等。此外，本分析方法的计算原理很容易推广到投影面为矩形的开孔薄壳、复杂边界条件的薄壳以及板柱结构、板梁结构中去。

鉴定认为，本课题理论正确、论证清楚、推导严谨，创造性地提出了一个十分精辟的方法。它将广义变分原理成功地应用于实际问题，发挥了广义变分原理灵活性的特点，又利用了样条函数的逼近精度高、连续性强、插值待定参数少等特点。对开孔薄板问题巧妙地利用了叠加原理。计算结果有很好的精度。鉴定认为本研究成果推动了薄板计算理论的发展，给今后推广各向异性板壳结构、板柱结构提供了条件，具有相当高的学术水平和实用价值。

底层大空间高层建筑剪力墙结构研究

中国建筑科学研究院结构所 徐培福 吴廉仲 郝锐坤 赵西安

钱庚青 黄宝清 皮绍刚 邵弘

北京市建筑设计院 陈克标 宁淦泉

大连市建筑设计院 黄澄波 韩玉令

北京市第一建筑工程公司 王绍豪

清华大学 方鄂华

北京市第二建筑工程公司 曹哲

底层大空间高层剪力墙结构体系，在底层形成大空间可设置商业和服务业等公用设施，上部标准层剪力墙结构可以满足住宅和旅馆的使用要求。

一、研究的主要内容

(1) 结构体系和结构布置研究的体系其上部标准层为小开间(2.7~3.9米)和大开间(6.0~7.2米)两种结构形式，底层的部分剪力墙改为支承框架以形成大空间，底层落地墙组成筒体并且加厚，使上下楼层刚度相差不过大，过渡层采用现浇楼板，加强其刚度和强度，从而保证底层结构的安全。

(2) 结构的内力与位移计算研究并应用高层建筑结构空间协同工作矩阵位移法的程序，进行底层大空间高层建筑剪力墙结构的内力计算；用高精度平面有限单元法程序对框支剪力墙进行应力分析并编制计算图表；研究了楼板变形对高层建筑结构内力与位移的影响及其计算方法，编制了设计用表。

(3) 截面设计与结构构造进行了12层底层大空间剪力墙结构模型(1:6)静力、拟动力试验研究，单片落地墙与框支墙的研究，对剪力墙结构整体的受力性能、应力分布、破坏特征、强度、刚度等进行了系统的分析与总结，并结合试点工程设计与施工经验，提出了一般剪力墙与框支剪力墙的截面设计方法及配筋构造要求。进行拟动力试验时，对试验方法进行了专门研究并编制了相应的试验控制及计算

程序。

(4) 编写了底层大空间高层建筑剪力墙结构抗震设计要点, 并应用于试点工程。

二、主要结论

这种结构体系的设计要求为:

(1) 控制沿高度方向结构层刚度变化率 γ , γ 宜近于 1 不宜大于 2。

(2) 必须控制底层落地筒之间的净距 L , 宜使 $L/B \leq 2.5$ (B 为建筑物宽度)。

(3) 加强底层结构的强度、刚度。限制底层框架柱轴压比 $N/R_a b h_0 \leq 0.5 \sim 0.6$ 。托梁的截面尺寸取 $h/L = 1/5 \sim 1/7$ (h , L 为托梁截面高度及跨度)。底层框架柱所受剪力应考虑楼板变形的影响, 加强底层梁柱配筋。

(4) 底层楼板应采用现浇混凝土, 标号 300 号, 板厚 18 厘米以上。

(5) 框支柱上二层墙体内力按有限元法计算进行配筋, 在应力集中这段要加强配置垂直、水平钢筋。

(6) 加强标准层剪力墙的抗弯、抗剪能力。

按本研究所提计算方法及抗震设计要点所设计的建筑物可满足八度抗震设防要求、安全可靠。

三、社会经济效益

采用这种结构建筑平面布置灵活, 适宜于各类建筑工程中推广应用, 与框架结构比较节约用钢 10 公斤/米² 左右, 减少投资 10% 左右, 加快工期, 节约用工, 减轻自重 15% 左右, 造价与小开间大模板接近。这种建筑体系推广后, 在小区规划上可以减少或不集中设商业网点, 节约用地美化环境, 方便群众购物, 并丰富街景。

四、鉴定评议意见

1. 底层大空间建筑可在底层设置商业服务等设施, 使空间利用更为合理, 并能节约用地, 丰富街景。大开间建筑可使住宅平面设计灵活多样, 并能扩大使用范围, 在一些公共建筑中采用。研究本建筑体系在七度、八度地震区的应用, 具有重要的现实意义和较大的经济意

义。

2.在内力和位移分析中采用了结构所编制的考虑空间协同的矩阵位移方法和平面有限无法,并且提出了考虑楼板平面内变形对内力位移影响的计算方法。这些计算方法能反映结构实际受力状态,与试验结果较为一致。国内外对此问题研究较少,未见有如此系统深入的研究。

3.对底层大空间的十二层剪力墙住宅模型进行拟动力试验,直接输入地震记录,模拟结构在地震全过程的动力反应,对掌握结构薄弱环节,了解其破坏机理与安全储备,取得了丰硕的成果。此外还做了单片剪力墙构件试验,以验证构件截面设计的准确性。

4.专题成果已应用于大连友好广场15层住宅、北京广安门内大街16层住宅及前三门大街626号14层住宅,这些工程的设计与施工验证了这种建筑结构体系先进、经济合理、施工方便。

5.本项专题研究由科研、设计、施工、高校等六个单位通力合作,在较短时间内取得重要的成果,这种研究方法是值得提倡和发扬的。

6.本专题试验方法先进,理论分析正确,按照本成果设计,可保证结构安全可靠,满足抗震要求,可以推广使用。就本类结构研究的深度和成果而言,达到了当前的国际先进水平。

高层框剪结构及筒体结构设计计算方法

中国建筑科学研究院结构所 张维嶽 吴秀水 宣荣芬 兰 天

赵西安 钱庾青 郝锐坤 黄宝清

中国人民解放军总后勤部设计部 陈锡智 王孙旦

湖北工业建筑设计院 樊小卿

江苏省建筑科学研究所 钱若军

本研究主要包括四项研究内容:

1. 高层建筑结构空间分析方法;
2. 直接输入地震波对高层建筑结构进行动力分析;
3. 高层框剪结构的优化设计;
4. 有边框剪力墙的设计方法。

(一)

近年来,随着国民经济发展和对外开放,高层建筑结构迅速发展,其特点是:层数不断加高;结构体型与布置更为复杂。进入80年代以后,超过30层的建筑不断兴建,如深圳国际贸易中心已达50层,160米。超过50层的建筑物在北京、上海广州都在设计中。另一方面、平面布置不规则、竖向有收进、底层大空间等复杂结构广泛应用。这些都对高层建筑结构设计计算提出了新的课题。本研究提出了高层建筑结构杆系—薄壁杆系空间分析方法,编制了计算机程序,可用于任意布置的复杂结构的精确分析,解决了目前国内复杂高层建筑的设计问题。这一计算方法和程序已用于深圳国际贸易中心(50层筒中筒结构,国内最高)、中央彩电大楼(26层,107米,9度设防)、总后某办公楼(9度设防)、南京玄武饭店(丫形不规则平面)、深圳东湖住宅区钻石形平面住宅、深圳金陵大酒家(弧形平面,5层大空间的剪力墙结构)等工程设计中。还有许多工程正在计算。

在1984年4月举行的鉴定会上,鉴定意见为:“研究提出由杆系和筒体组成的高层建筑结构的分析方法是当前国内生产中极需要解决的

问题。该研究提供的杆系—薄壁杆系空间分析及动力特性分析方法能比较精确地反映高层建筑的空间受力特点，有效地解决体系布置较复杂的结构计算问题，计算方法是可靠的，已成功地应用于实际工程。该计算程序功能较全，由于采用分层子结构法，使用计算机数据输入方便并能节省机时，直接提供筒体各墙肢内力。该成果达到国内先进水平。”

(二)

高层建筑结构弹塑性动力分析研究的鉴定意见为：该研究“提出了分层模型和杆系—分层模型的弹性及弹塑性动力分析方法，编制了相应的计算程序。这些方法未知量少，可以在中、小型机上实现，其计算结果与振动台模型试验和12层住宅模型拟动力试验结果进行了比较，两者基本相符，经过一些工程应用表明：输入地震波进行结构动力分析可较好地反映结构在地震过程中的性能，发现薄弱环节，为工程设计提供参考依据。”

(三)

在对周边有梁柱的剪力墙进行的研究中，分析了三十余个无边框剪力墙的试验结果，在此基础上进行了两片现浇周边有梁柱的剪力墙的试验，并与有限元计算结果进行了比较。通过研究提出了周边有梁柱的剪力墙的截面设计与构造要求，作为高层建筑结构与施工规定中有关条件的试验依据，鉴定意见认为：“通过试验研究较深入地了解这类结构的受力性能并提出了截面设计与构造要求，为设计工作提供了依据，并验证了《高层建筑结构与施工规定》中相应条文的正确性。”

(四)

高层框剪结构优化方法以结构总造价或用钢量最低为优化标准，考虑了许多设计变量，编制了相应的计算机程序。鉴定意见认为：“本研究是国内首次对框剪结构采用数学规划法进行多变量优化设计的尝试，程序的运行效率较高，为高层框剪结构选择梁柱截面和剪力墙数量提供了一条新的途径，其结果可供工程方案优选之参考。”

几种网架结构的简化分析方法

中国建筑科学研究院结构所 董石麟 樊晓红 宦荣芬

本专题工作中,研究并提出了斜放四角锥网架、蜂窝形三角锥网架、抽空三角锥网架Ⅱ形等三种网架结构的计算精度较高、便于编制计算图表、方便手算的实用方法。这些简化分析方法具有下列优点:

1. 可事先查找网架内力和挠度的大小及其分布规律;
2. 便于初步设计中进行多方案比较;
3. 电算条件较差的地区和单位也能进行网架设计计算。

因此,这些简化分析方法与精确的矩阵位移法(电算)相比各有其特点,可互为补充。

斜放四角锥网架的拟夹层板分析法,揭示了这种网架的受力特点。按连续化途径推导了网架的基本微分方程式:

$$\left\{ \left(K_2 \frac{\partial^4}{\partial x^4} - 2K_1 \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + K_2 \frac{\partial^4}{\partial y^4} \right)^2 + K_2 \left(K_1 \frac{\partial^4}{\partial x^4} + K_3 \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + K_1 \frac{\partial^4}{\partial y^4} \right) \nabla^2 \nabla^2 + \frac{2K_2 D}{C} \left(\frac{\partial^4}{\partial x^3 \partial y} - \frac{\partial^4}{\partial x \partial y^3} \right)^2 \nabla^2 \right\} \omega = \frac{q}{h^2}$$

式中 ω 是引进的一个新的位移函数,它和拟夹层数板的三个广义变位 ω 、 ψ_x 、 ψ_y 和应力函数 ϕ 存在一定的关系式, K_1 、 K_2 、 K_3 是与网架上、下弦刚度比 μ 有关的系数, D 、 C 为网架的抗弯、抗剪刚度, h 为网架高度, q 为均布竖向荷载。对筒支网架,可求得基本方程式的重级数解,并可根据某些主要参数,编制内力、位移计算用表,以便工程中应用。文中阐明了1963年日本人加藤勉提出的所谓假想弯矩法为其特例,并论证了假想弯矩法的误差在于未能考虑相当于拟夹板的平面内力以及平面内力和弯曲内力的耦合作用。从理论上解释了斜放四角锥网架为什么有时长向弯矩会大于短向弯矩。

蜂窝形三角锥网架计算的新方法——下弦内力法，建立了以网架下弦杆内力为未知量的基本方程式，讨论了简支、周边法向可动铰支、周边不动铰支等各种支承条件下网架的受力特点，研究了支座沉降、温度变化对内力的影响。文中指出，这种蜂窝形三角锥网架在一般情况下属于部分静定部分超静定结构，在特殊情况下是属于全部静定结构。与此同时，对矩形平面网架，在竖向均布荷载作用下，按网架长、宽方向不同的网格数，编制了内力和挠度计算用表共46组，以供工程设计中应用。

抽空三角锥网架Ⅱ型的简捷分析法与计算用表，研究讨论了一种几何构造比较简单的抽空三角锥网架，其上弦组成为三角形网格，而下弦组成为六角形网格。这种网架的下弦和斜杆内力以及竖向支承反力是静定的，可由本文推导的下弦三内力方程组直接求解得出；上弦是超静定的，可通过求解仅以上弦组成的平面桁架来确定。对于间等边六边形平面的网架，在竖向均布荷载作用下，编制了10组可供设计用的内力和变位计算用表。

所研究的简化分析方法及其计算用表已在福州法庭大厅、秦皇岛环保干校食堂等网架屋盖工程中应用。计算蜂窝形三角锥网架的下弦内力法已被同济大学、浙江大学等高等院校网架教材所采纳。

评议意见：

几种网架结构的简化分析方法，已进行多年研究，理论严谨，是精确度较高的简化计算方法，实用上方便，丰富了网架方面的计算理论，具有创造性，成果显著，达到了国际水平。

钢管混凝土柱基本性能和强度计算方法的研究

中国建筑科学研究院结构所 蔡绍怀 焦占桂 顾万黎 邸小坛

钢管混凝土是由普通混凝土填入薄壁钢管内而形成的组合材料,除具有一般套箍混凝土的强度高、塑性好、耐疲劳等优点外,还具有大幅度节约钢、木、水泥材料、简化施工程序、缩短工期等优点,有较好的技术经济效益,适宜用于大跨、重载、高层和抗震的建筑物。

国外在土木建筑工程中应用钢管混凝土结构已有八十多年的历史。我国从六十年开始已在北京地铁车站和冶金、造船、电力等部门的单层厂房和重型构架中应用,目前正致力于探索在多层和高层建筑中应用钢管混凝土柱。

为在多层和高层建筑中推广应用钢管混凝土柱,必须首先解决钢管混凝土偏压柱的强度计算问题。关于钢管混凝土柱的破坏机理和强度计算方法,国内外至今众说纷纭,现有的计算公式和方法都比较冗繁,不便设计人员掌握和应用。

本专题从1980年到1983年共计完成了钢管混凝土轴压短柱57根,中长柱26根,偏压柱51根,受弯构件2根共136根试件的试验,同时搜集和分析了大量的国内外试验数据,提出了四篇研究报告,计

1. 钢管混凝土短柱的基本性能和强度计算的研究;
2. 钢管混凝土长柱的性能和强度计算的研究;
3. 钢管混凝土抗弯强度的试验研究;
4. 钢管混凝土偏压柱的性能和强度计算的研究。

研究结果表明:

1. 用极限平衡法所导得的轴心受压短柱的极限强度公式,与试验结果吻合良好。

2. 轴压长柱的极限承载能力,随长细比的增大而降低,并可用轴压短柱的极限承载能力乘以考虑长细比影响的折减系数 φ_L 的方法进行计

算。建议的 φ_L 经验公式与试验结果符合良好。

3. 偏压柱的极限承载能力，随长细比和偏心率的增大而降低，并可用轴压短柱的极限承载能力乘以考虑长细比影响的折减系数 φ_L 和考虑偏心率影响的折减系数 φ_e 的方法进行计算。建议的 φ_e 经验公式与试验结果符合良好。

建议的钢管混凝土极限承载能力计算公式如下：

$$N_u = \varphi_L \cdot \varphi_e (A_c f_c + 2A_s f_s) \quad (1)$$

当长细比 $L/D \leq 4$ 时，取得 $\varphi_L = 1$

当 $L/D > 4$ 时，取

$$\varphi_L = 1 - 0.115 \sqrt{L/D - 4} \quad (2)$$

当偏心率 $e_o/r_c \leq 1.55$ 时，取

$$\varphi_e = \frac{1}{1 + 1.85 \frac{e_o}{r_c}} \quad (3)$$

当 $e_o/r_c > 1.55$ 时，取

$$\varphi_e = \frac{0.4}{\frac{e_o}{r_c}} \quad (4)$$

以上式中：

N_u —极限承载能力；

A_c, f_c —分别为核芯混凝土的横截面积和混凝土的抗压强度；

A_s, f_s —分别为钢管横截面积和屈服极限；

L, D —分别为钢管混凝土柱的计算长度和外径；

r_c —钢管的内半径；

e_o —作用力的初始偏心距。

本研究成果，具有独特的见解，概念清楚，公式简明，便于应用，有助于钢管混凝土结构的推广应用。本项研究成果可推荐作为制订有关设计规范的参考。

部分预应力混凝土T形梁斜截面 疲劳性能及斜裂缝宽度研究

中国建筑科学研究院结构所 孙慧中
北京建工学院 刘承瑞
机械工业部研究总院 李全福

一、课题内容及研究成果简要说明

本专题是《钢筋混凝土结构设计规范》第三批科研课题之一。

部分预应力混凝土的概念早在40年代已提出了。大量试验研究和工程实践表明,采用部分预应力混凝土结构(除有特殊要求的结构外)会带来明显的经济效益。但关于部分预应力混凝土结构承受多次重复荷载的问题,国内外均研究较少。现行规范还缺少此部分内容。在以往由中国建筑研究院、河北工学院等单位所进行的I形梁疲劳性能试验研究基础上,自1982年开始由中国建筑科学研究院结构所、北京建工学院、机械工业部设计研究总院三单位组成疲劳研究组,又承担了《钢筋混凝土结构设计规范》第三批科研课题中的“部分预应力混凝土T型梁斜截面疲劳性能及斜裂缝宽度”的试验研究工作。针对部分预应力吊车梁标准BGB119设计,共进行了五根模拟梁试验,重复荷载作用总次数达两千万次。

根据BGB119标准图设计,中级工作制厂房吊车梁采用部分预应力混凝土可节省主筋用量15%~20%,或者混凝土用量15%~20%。

通过对部分预应力混凝土T形梁斜面截面疲劳性能及斜裂缝宽度的试验研究得出以下几点结论:

- 1.部分预应力混凝土T形梁斜截面疲劳破坏特征与I形梁相似,其特点是:在正常配箍率情况下,重复荷载作用使跨过腹剪斜裂缝中部的某一肢箍筋首先疲断,最终由剪压区混凝土疲劳剪压破坏或斜裂缝始端处纵向受拉钢筋疲劳断裂,引起整个斜截面剪切破坏。对于T形截面梁前者的情况较多。从第一根箍筋疲断到整个构件剪切疲劳破