

某商业裙房混凝土梁板裂缝检测与原因分析

文 / 余晓航 中冶建筑研究总院（深圳）有限公司

摘要：既有房屋出现裂缝是最常见的质量通病，受力裂缝影响安全，非受力裂缝有碍观瞻，本文结合实际工程，分析裂缝产生的原因，区分裂缝类型，并对受损构件提出加固补强的建议。

关键词：混凝土结构；裙房；混凝土梁板；裂缝

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.041

引言

本研究旨在深入分析混凝土结构裂缝的成因和影响，探讨有效的防治措施，为提高混凝土结构工程质量提供理论依据和实践指导。通过系统研究裂缝的形成机理和防治方法，有助于减少工程隐患，延长结构使用寿命，对推动建筑行业的可持续发展具有重要意义。

一、工程概况

深圳某商业-住宅楼1999年建成，该建筑物主楼部分结构形式为部分框支剪力墙结构，裙房结构形式为框架结构。该建筑地下一层、地上二十层，底部一层、二层为商业裙房，三层为主楼转换层，四层及以上为住宅。主体结构总高为61.4m，其中地下室层高4.2m，裙房一层层高5.4m，二层层高4.8m，主要框架柱截面尺寸为600mm×600mm，主要框支柱截面尺寸为1000mm×1000mm、900mm×1200mm等；主要框架梁截面尺寸为350mm×700mm、350mm×800mm、500mm×1000mm等；裙房轴网尺寸主要为8.0m×8.0m、8.0m×8.3m等；该建筑物南北长约96m，东西长约156m，中间设置有变形缝。负一层、一层、二层建筑面积约为33016.48m²。裙房一~二层框架柱混凝土强度设计值均为C35，裙房二层梁混凝土强度设计值为C30，裙房屋面梁混凝土强度设计值为C40。结构平面布置如下图所示。

2023年委托方拟对一、二层商业裙楼进行升级改造，故委托我司对其进行检测鉴定。我司在检测过程中发现，二层梁、板及屋面层梁、板普遍存在开裂现象。

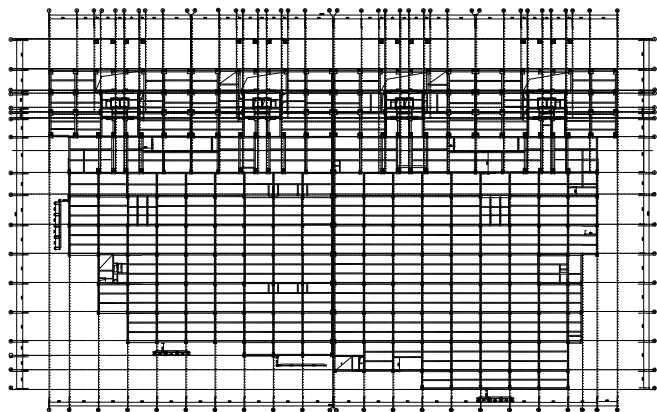


图1 二层结构平面布置图

二、现场检测结果汇总

（一）结构平面布置检测结果

依据现场检测结果，二层部分楼电梯洞口被封堵，相应的部分区域新增了楼电梯洞口，其余结构布置基本与设计图纸一致。

（二）混凝土抗压强度检测结果

现场采用钻芯法对一、二层裙房混凝土梁进行了抗压强度抽样检测，检测结果表明，二层梁、屋面梁混凝土强度最大值分别为50.3 MPa、50.8 MPa，最小值分别为18.8 MPa、24.0 MPa，混凝土强度标准差分别为6.69和5.69，标准差较大，说明离散性较大，混凝土强度分布不均匀，容易造成不均匀的收缩变形，因此混凝土梁板各处的抗裂能力不均匀。

（三）框架梁尺寸及钢筋配置情况检测结果

根据现场检测结果，检测区域抽检的框架梁截面尺寸，钢筋配置情况（包括主筋直径及数量、箍筋直径等）检测结果基本符合设计图纸要求，梁截面尺寸偏差和箍筋间距分布偏差在混凝土施工验收规范允许范围内。

（四）楼板厚度及钢筋配置情况检测结果

根据现场检测结果，检测区域抽检的楼板厚度及钢筋配置情况（包括主筋直径及间距等）检测结果基本符合设计图纸要求，楼板厚度偏差和钢筋间距分布偏差在混凝土施工验收规范允许范围内。

（五）混凝土梁、板裂缝检测结果

根据现场检测结果，二层梁及屋面梁普遍存在开裂现象，基本均出现了沿梁轴线方向的横向裂缝（多条），大多数裂缝宽度都比较细微，裂缝形态特征主要为中间粗，两头细。本次对比较直观的混凝土梁典型裂缝进行抽检，共抽检了23条二层梁及12条屋面梁，裂缝宽度分布在0.03mm~0.49mm之间，其中有3条裂缝宽度超过0.3mm（裂缝宽度超出规范限制），个别裂缝为贯穿裂缝。

二层板及屋面板板底普遍存在开裂现象，裂缝分布不规则，大多数裂缝宽度都比较细微。本次对比较直观的楼板典型裂缝进行抽检，共抽检了11块二层板及10块屋面板，裂缝宽度分布在0.10mm~1.45mm之间，其

中有3条裂缝宽度超过0.3mm(裂缝宽度超出规范限制)。个别楼板板底裂缝较宽,且是沿楼板板底主筋方向开裂,经现场开凿检测发现,此种类型裂缝为钢筋锈蚀,导致的混凝土保护层胀裂。

三、混凝土结构裂缝的成因

混凝土结构裂缝的形成是一个复杂的过程,受多种因素影响。荷载作用是导致裂缝产生的主要原因之一。当结构承受的应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝。这种裂缝通常出现在应力集中区域,如梁的跨中、柱的角部等。

温度变化也是引发裂缝的重要因素。混凝土具有热胀冷缩的特性,当温度变化引起的应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生温度裂缝。这类裂缝在大体积混凝土结构中尤为常见。

收缩裂缝是混凝土结构中最常见的裂缝类型之一。混凝土在硬化过程中会发生体积收缩,当收缩受到约束时就会产生拉应力,导致裂缝形成。塑性收缩、干燥收缩和碳化收缩是主要的收缩形式。

地基不均匀沉降也会引起混凝土结构裂缝。当建筑物各部分沉降差异较大时,会在结构中产生附加应力,导致开裂。这种裂缝通常呈斜向或竖向发展,严重时可能危及结构安全。

本工程属于既有房屋,裂缝的成因复杂多样,主要可归纳为设计因素、施工因素、材料因素、环境因素和使用因素等方面。设计因素包括结构方案不合理、荷载计算错误、配筋不足等,这些都可能直接导致结构裂缝的产生。施工因素涉及施工工艺不当、质量控制不严、养护不到位等,这些都可能影响混凝土的强度和密实度,从而引发裂缝。材料因素主要指混凝土和钢筋等材料的质量不达标,如混凝土强度不足、钢筋锈蚀等,这些都会降低结构的承载能力,导致裂缝产生。环境因素包括温度变化、湿度变化、地基沉降等,这些都可能引起结构变形,从而产生裂缝。使用因素则是指房屋使用过程中的人为影响,如超载使用、不当改造等,这些都可能对结构造成损害,引发裂缝。

对于本工程而言,从现场检测结果可知,混凝土梁板构件截面尺寸及钢筋配置情况(包括主筋直径及根数,箍筋直径及间距等)基本符合设计图纸的要求,抗震构造措施也基本满足规范要求,房屋使用功能未发现变化,未发现超载使用的情况,荷载也符合设计图纸要求,由此可知,设计因素不是导致裙房混凝土梁板开裂的主要原因。

该房屋1999年建成,距今已使用近25年,施工资料缺失,因此无法判断本工程裙房梁板裂缝是否是由混

凝土原材料的质量、施工工艺不当、质量控制不严、养护不到位等因素导致的。

根据混凝土强度检测结果可知,梁板构件当前混凝土强度相较于设计强度有所下降,且混凝土强度离散性较大分布不均匀,导致混凝土梁板的抗裂能力较差,容易造成混凝土梁板产生收缩裂缝。

四、梁板构件承载力计算及裂缝原因分析

在现场检测结果基础之上,对检测区域混凝土梁板构件进行了鉴定评估。结构计算参数取值如下:依据原设计图纸,抗震设防烈度7度,抗震设防类别为丙类,框架抗震等级为二级,基本风压 0.77 kN/m^2 ,主要楼面活荷载 3.5 kN/m^2 ,上人屋面活荷载 1.5 kN/m^2 。

该建筑设计于1997年,并于1999年建成,按照《既有建筑鉴定与加固通用规范》(GB55021-2021)的规定,应将其划分为A类建筑,后续设计使用年限为26年,并按照A类建筑的要求进行抗震鉴定。此外,依据《既有建筑鉴定与加固通用规范》(GB55021-2021)第5.1.4条,A类建筑的抗震鉴定,应允许采用折减的地震作用进行抗震承载力和变形验算,应允许采用折减的地震作用进行抗震措施的核查,但不应低于原建造时的抗震设计要求。

对于本项目,虽然是对裙房进行升级改造,但是使用功能基本未发生变化,即改造前后荷载不发生变化,除按原设计图纸恢复原有楼、电梯外,其余结构平面布置也未进行明显改动,后续使用年限也未做调整,与原设计保持一致;从现场检测结果可以推断出,部分梁、板构件是需要进行加固处理,如果按照《既有建筑鉴定与加固通用规范》(GB55021-2021)第4.2.2条当为结构加固的目的而鉴定原结构、构件的安全性时,应按现行规范与标准的规定进行验算。依据《工程结构通用规范》(GB55001-2021)荷载分项系数由旧规范的1.2和1.4提高到1.3和1.5,商业楼面活荷载及上人屋面活荷载由旧规范 3.5 kN/m^2 和 1.5 kN/m^2 调整为 4.0 kN/m^2 和 2.0 kN/m^2 ;依据《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB55002-2021)地震作用分项系数从原来的1.3调整为1.4。经过以上一系列荷载分项系数、地震作用分项系数及荷载的提高,在此基础之上进行承载力验算,相较于旧规范,梁板构件的加固量会大量增加。通过分析本工程的实际情况,结合委托方的改造需求及项目的经济性,本项目鉴定评估依据房屋原建造时期的设计规范进行。

本项目根据现场检测结果采用PKPM计算软件建立整体分析模型,分析梁板结构构件在上述计算参数取值下的承载能力状况。本次主要对框架梁承载力进行计算分析。

表 1 框架梁承载力（配筋）验算结果（摘录）

验算构件	构件配筋 (mm ²)			计算配筋 (mm ²)			结论
	支座钢筋	跨中钢筋	箍筋 (mm ² /0.1m)	支座钢筋	跨中钢筋	箍筋 (mm ² /0.1m)	
二层梁 4a/C1-D1	1963	1963	314	2700	1600	70	不满足安全使用要求
屋面梁 13a/B1-C1	5892	4419	314	6300	5200	220	不满足安全使用要求

表 2 框架梁承载力及内力计算结果（摘录）

验算构件	剪力 (kN)		弯矩 (kN·m)		
	左侧支座剪力 / 内力	右侧支座剪力 / 内力	左端弯矩 / 内力	跨中弯矩 / 内力	右端弯矩 / 内力
二层梁 4a/C1-D1	642/334	642/352	365/457	365/303	608/513
屋面梁 13a/B1-C1	963/640	963/777	714/612	876/896	1076/1069

从上表可知，在鉴定荷载作用下，该建筑物框架梁斜截面抗剪承载力均满足要求，与现场混凝土梁支座未出现斜裂缝结果是一致的；从表中还可看出，部分框架梁受弯承载力不满足要求，但现场混凝土梁并未发现有受弯裂缝。结构承载力验算是依据规范要求在最不利荷载布置下进行的，而实际使用过程中，楼面荷载可能未到设计最大荷载，荷载布置也未达到最不利的情况，在加上材料强度设计值是在材料本身强度折减之后得到的，考虑以上因素，混凝土梁构件实际内力可能并未超过受弯承载力，故而未出现受弯裂缝。

楼板为一般构件，不计算地震作用，在静力荷载作用下，经验算承载力满足安全使用要求，此处不做具体描述。下面对楼板进行温度荷载作用下的受力计算分析。

根据《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012），深圳市温度作用标准取为：升温 20℃，降温 -12℃，采用 YJK 进行计算。楼板板底受拉应力云图如下所示：

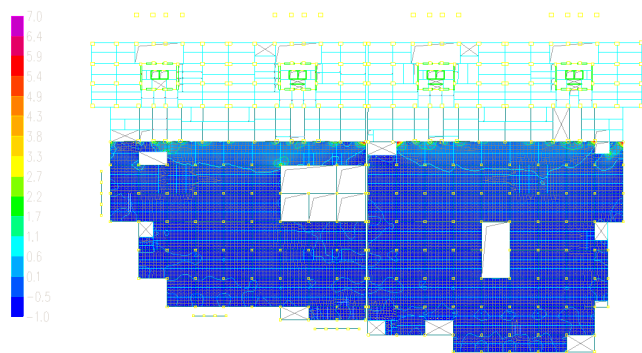


图 2 裙房二层板板底应力云图（降温）

裙房二层板和屋面板受温度作用计算结果表面，板底温度应力在 0.1N/mm² 至 6.1 N/mm² 之间，绝大部分区域楼板温度应力小于 1.0 N/mm²，未超过混凝土的抗拉强度，仅裙房角落位置板底温度应力较大，达到了 6.1 N/mm²，由此可以推断出，温度作用不是楼板开裂的主要原因。

综上所述，本工程梁板裂缝不是荷载引起的受力裂缝，温度作用也不是造成楼板开裂的主要原因，排除掉以上两种梁板开裂的因素后，通过混凝土梁板构件裂缝

的形态特征，可以推断出，本工程裙房混凝土梁板，可以推断出裙房混凝土梁板裂缝主要是由于混凝土的收缩变形导致的非受力裂缝。

五、混凝土结构裂缝处理措施

混凝土结构裂缝处理需要考虑多个因素，包括裂缝的宽度、深度、走向、分布密度以及对结构性能的影响。根据检测评估结果，可以将裂缝分为无害裂缝、轻微有害裂缝和严重有害裂缝。无害裂缝通常不会影响结构的安全性和使用功能，只需进行表面处理即可。轻微有害裂缝可能影响结构的耐久性，需要采取适当的修复措施。严重有害裂缝则可能危及结构安全，必须立即采取加固措施。

对于本工程，裙房梁板裂缝主要是由收缩变形引起的非受力裂缝，裂缝宽度分布在 0.10mm ~ 1.45mm 之间，裂缝宽度小于 0.3mm 属于无害裂缝，0.3-0.5mm 为轻微有害裂缝，大于 0.5mm 为严重有害裂缝，上述三种类型的裂缝均包含在内，因此采用了多种处理方法。对宽度 ≤ 0.2mm 的裂缝采用表面封闭法进行修补处理；对宽度 < 0.5mm 且 > 0.2mm 的裂缝采用压力注浆法进行修补处理；对 > 0.5mm 的裂缝，首先进行封堵，然后在采用增大截面或粘贴碳纤维等方法进行加固处理。

经过上述措施处理后，本工程裂缝得到了有效控制，未再出现新的裂缝。通过定期监测，裂缝宽度未再扩大，结构安全性得到了保障。

结语

本文系统分析了既有房屋裂缝的类型、特征及成因，提出了针对性的治理对策。纵观全文可知，既有房屋裂缝问题复杂多样，需要从设计、施工、材料、环境和使用的多方面入手，采取综合措施进行预防和治理。

参考文献

[1] 王铁梦. 工程结构裂缝控制 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.
 [2] CECS 293: 2011 房屋裂缝检测与处理技术规程 [s]. 北京: 中国计划出版社, 2011.
 [3] GB50367-2013 混凝土结构加固设计规范 [s]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.