

您现在的位置: 首页 >> 四川建筑杂志 - 精选文章

## 钢筋混凝土开孔框架梁设计探讨

(所属杂志: 此文章来自原稿) 发布时间: 2013-07-11 已阅读: 721

张玉明, 杨木, 刘晶

(徐州市建筑设计研究院, 江苏徐州 221003)

**摘要:** 目前, 由于建筑物层高的要求, 作为建筑物中高度大且受力复杂的开孔框架梁越来越受关注, 但迄今仍缺乏对开孔框架梁完善的设计方法。同时既有建筑物为满足层高的要求, 需要对既有框架梁上开孔, 洞口的增设导致框架梁的强度和刚度有一定程度的降低, 需要给出合适的加固设计方案, 以提高结构的可靠性。为此本文给出框架梁开孔前后承载力的计算算例, 可供工程设计人员参考。

**关键词:** 钢筋混凝土框架梁; 开孔; 设计

中图分类号: TU318.2

文献标识码: A

现代建筑由于消防和使用的要求, 往往需要在楼层梁下方布置很多的暖通、电气等设备管线, 同时为了满足美观的要求, 管线下方安装吊顶, 吊顶与梁底这部分空间被称为无效区。为了满足净高的要求, 楼层高度需扣除此部分无效区高度, 为此建筑物的高度需要很高, 进而提高了建筑物的造价。而对建筑物中高度最大的框架梁采取在合适位置开一些孔洞, 供设备管线通过。这样可以大大降低楼层的高度, 具有很好的经济效益。

但是框架梁开孔, 使梁截面的连续性、整体性遭到破坏, 开孔区就成了梁构件的薄弱部位, 截面的抗弯承载力和抗剪承载力将受到一定的削弱, 受力机理也发生了改变。目前, 国内外对开孔梁的研究仅停留在试验阶段, 各版本设计规范中仅《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3-2010)中给出了梁开洞的构造措施(以下简称《高规》), 尚无钢筋混凝土开孔梁的设计计算方法, 因而工程技术人员在设计时缺乏依据, 实际工程需要设计开孔梁时, 普遍偏于保守的在开孔处增加构造钢筋, 这样既不合理也不经济。为此针对钢筋混凝土开孔框架梁的设计方法, 日益受到广大设计人员的关注。

### 1 开孔钢筋混凝土框架梁的受力性能



四川建筑杂志

四川建筑杂志

精选文章

杂志简介

广告刊例

编委会名单

投稿须知



站内搜索

请输入关键字

搜索

钢筋混凝土梁开孔后，孔洞部位使梁形成了上弦杆和下弦杆，具有“空腹桁架”或“拉杆拱”结构的受力特征。上、下弦杆分别承受“压弯剪”、“拉弯剪”作用。另外，由于钢筋混凝土梁通常是带裂缝工作的，受拉钢筋承受拉力，上部混凝土承受压力。对于钢筋混凝土框架梁受压区高度有严格的要求，同时《高规》中也给出了框架梁开洞的位置和高度限制，开洞范围一般不在混凝土受压区，所以梁腹开洞对框架梁的整体受弯影响相对较小；但是在孔洞周围易产生应力集中，因此对孔洞周围需要采取加强措施。

对于开孔混凝土梁的抗剪破坏主要有四种形态：

- (1) 孔侧剪压破坏，构件破坏前有较大的变形且抗剪强度高，为延性破坏；
- (2) 孔侧斜拉破坏，孔侧腹筋达不到屈服，为明显的脆性破坏；
- (3) 弦杆剪切破坏，破坏较突然，为脆性破坏；
- (4) 孔间剪切破坏，孔间箍筋未达到屈服，属于脆性破坏。

而孔洞大小对开孔混凝土梁的破坏形态有直接影响<sup>[6]</sup>。为此，我们需要严格控制开孔大小。《高规》中也指出梁开洞时洞口大小不应大于梁高的40%。开孔梁孔洞处的剪力理论上由上弦杆和下弦杆共同承担，但是由于下弦杆为拉弯剪构件，且下弦杆混凝土处于开裂工作状态，混凝土承担的剪力很小，剪力基本上依靠受拉钢筋的销栓作用，而下弦杆的箍筋主要起避免周围混凝土撕裂裂缝发生的悬吊作用。为此，对总剪力在洞口上、下弦间如何分配有很大的争议。有的文献认为受压弦杆承担的剪力约占总剪力的80%~90%；有的认为剪力完全由受压弦杆承担；有的文献认为应按洞口上、下弦截面面积或抗弯刚度分配剪力。考虑到混凝土梁开孔造成截面损失较大，基本达到截面面积的1/3，由受压弦杆承受所有剪力可以有更大的安全储备，也是基于混凝土设计“强剪弱弯”的要求。

## 2 算例

某二级C30钢筋混凝土框架梁，截面300x800 mm。由于层高限制和设备安装要求，需要在梁中部最大限度的开设洞口。试给出此钢筋混凝土框架梁的最大承载力。

解：由《高规》知，二级框架梁截面受压区高度与有效高度比值不应大于 0.35

即： $\varepsilon \leq 0.35$ ， $h_0 = 800 - 65 = 735 \text{ mm}$ ，

最大受压区高度  $x = \varepsilon h_0 = 0.35 \times 735 = 257.25 \text{ mm}$

《高规》指出开孔顶面距梁顶应大于 200mm，为了最大限度的发挥此框架梁的承载力，受压区高度取为最大受压区高度，即  $x = \varepsilon h_0 = 0.35 \times 735 = 257.25 \text{ mm}$ ，

最大受弯承载力：

$$M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - \frac{x}{2}) = 1.0 \times 14.3 \times 300 \times 257.25 (735 - \frac{257.25}{2}) = 669.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

开孔后，下弦杆受拉开裂不考虑其对受剪能力的贡献，其最大受剪承载力：

$$V_u = 0.25 \beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 0.8 \times 14.3 \times 300 \times 257.25 = 221 \text{ kN}$$

未开孔最大受剪承载力：

$$V_u = 0.25 \beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 0.8 \times 14.3 \times 300 \times 735 = 630 \text{ kN}$$

由上述算例可见，开孔前后由于框架梁受压区高度的限制，且受压区高度距梁顶有一定的构造要求，框架梁的抗弯承载力未有实质变化，抗剪承载力降低为开孔前框架梁抗剪承载力的1/3。因此，如需对既有混凝土框架梁进行开洞改造，需要对其进行加固处理。同时需考虑开洞位置对原混凝土框架梁受压区高度的影响，尽量使开洞位置避开框架梁的受压区，保证框架梁的受弯承载力降低较小且使上部混凝土抗压弦杆有更大的抗剪有效截面。由于开孔后，框架梁的受剪承载力降低过多，需重点对框架梁的抗剪能力进行加固处理。同时，针对目前对钢筋混凝土梁开洞周围采取碳纤维加固，由于碳纤维只能单纯的承受拉力，本文觉得欠妥。由于开孔后钢筋混凝土梁的受力性能接近于“空腹桁架”，上、下弦杆受压或受拉，可参照粘贴角钢对钢筋混凝土柱加固的方法，对开孔混凝土梁周围采取粘贴钢板加固的办法，会起到更好的效果。

### 3 结束语

(1) 孔洞大小对钢筋混凝土梁的破坏形态影响较大。我们应合理控制开孔大小，保证开孔混凝土梁不会发生脆性破坏。

(2) 通过合理的控制开孔钢筋混凝土框架梁的受压区高度，可以最大限度的发挥梁的抗弯和抗剪承载力。

(3) 既有钢筋混凝土梁开孔后，梁的抗剪能力降低较多，应重点对梁的抗剪承载力进行加强。同时，针对钢筋混凝土梁采取粘贴钢板加固会有更好的效果。

### 参考文献

[1] GB 50010-2010 混凝土结构设计规范[S]

[2] JGJ3-2010 高层建筑混凝土结构技术规程[S]

[3] 韩丽婷，刘伟庆.开孔钢筋混凝土梁的受力性能及简化计算[J].南京建筑工程学院学报，1999(1)

[4] 王命平, 刘晓春, 李彬.钢筋混凝土开洞梁的试验分析及传力模式[J].建筑结构, 2001(5)

[5] 方有珍, 于小健, 王乘风, 等.既有混凝土梁上开孔后的受力性能分析与加固设计[J].四川建筑科学研究, 2011(2)

[6] 黄泰贇, 蔡建.腹部开有矩形孔的钢筋混凝土简支梁的试验研究[J].土木工程学报, 2009(10)

定稿日期：2012-11-01

作者简介：张玉明（1982~），男，硕士生，工程师，主要从事建筑结构设计、研究工作。

来源：此文章来自原稿

◇最新评论

目前共有 0 条评论