

基于规范的楼梯抗震设计探讨

孙鹏 覃相贤 李玥 廖艺菲

广西交通职业技术学院, 广西 南宁 530216

[摘要]文中总结了基于规范的常规楼梯抗震设计方法,并针对常规楼梯设计方法中存在的梯柱截面不按框架柱进行设计的问题,给出了三个具体的解决办法,(1)在设计初期提前与审图单位进行技术沟通,确定楼梯设计方法。(2)梯柱截面尺寸严格按规范执行。(3)采用滑动支座或装配式楼梯。

[关键词]楼梯钢筋混凝土楼梯;抗震楼梯设计;滑动支座装配式楼梯

DOI: 10.33142/ec.v7i8.12969

中图分类号: TU2

文献标识码: A

Discussion on Seismic Design of Stairs Based on Specifications

SUN Peng, QIN Xiangxian, LI Yue, LIAO Yifei

Guangxi Transport Vocational and Technical College, Nanning, Guangxi, 530216, China

Abstract: The article summarizes the conventional seismic design methods for stairs based on specifications, and provides three specific solutions to the problem of not designing the section of the ladder column according to the frame column in the conventional staircase design methods. (1) In the early stage of design, technical communication is conducted with the reviewing unit to determine the staircase design method. (2) The cross-sectional dimensions of the ladder columns shall be strictly executed in accordance with the specifications. (3) Use sliding supports or prefabricated stairs.

Keywords: stairs reinforced concrete stairs; seismic staircase design; sliding support prefabricated stairs

引言

楼梯作为建筑结构的一部分,虽然楼梯的设计与主体结构相比,其设计难度相对较低,且其造价对建筑总造价影响较小。但是,楼梯平时作为建筑物的竖向交通通道,在建筑物发生火灾或地震时,是人们的紧急疏散通道。设计合理的楼梯在地震发生时不会过早发生破坏,有利于人员疏散及救援,能大幅度减少人员伤亡,设计师应对楼梯设计给予足够的重视。根据楼梯材料的不同,可分为木结构楼梯、钢结构楼梯以及钢筋混凝土楼梯等,目前建筑物中使用最广泛的是钢筋混凝土楼梯。因此,如何合理地设计钢筋混凝土楼梯成为建筑结构设计过程中非常重要的工作。

现行规范及图集中对楼梯设计的要求主要如下:

(1)《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010(以下简称高规)第6.1.4条4款当钢筋混凝土楼梯与主体结构整体连接时,应考虑楼梯对地震作用及其效应的影响,并应对楼梯构件进行抗震承载力验算^[1]。

(2)《建筑抗震设计规范》(2016年版)GB 50011—2010(以下简称抗规)第3.6.6条1款计算模型的建立、必要的简化计算与处理,应符合结构的实际工作状况,计算中应考虑楼梯构件的影响^[2]。

(3)《建筑抗震设计规范》(2016年版)GB 50011—2010第6.1.15条2款对于框架结构,楼梯间的布置不应导致结构平面特别不规则;楼梯构件与主体结构整浇时,

应计入楼梯构件对地震作用及其效应的影响,应进行楼梯构件的抗震承载力验算;宜采取构造措施,减少楼梯构件对主体结构刚度的影响^[2]。

(4)《建筑设计防火规范》(2018年版)GB 50016—2014(以下简称防火规范)表5.1.2,耐火等级为一级的建筑,钢筋混凝土柱应为不燃性且耐火极限为3h,则构件的最小截面尺寸应为300×300或200×500^[3]。

(5)《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(现浇混凝土板式楼梯)22G101—2(以下简称22G101—2图集)包含14种楼梯类型,其中滑动支座梯板类型有ATa、ATb、BTb、CTa、CTb、DTb,楼梯均不参与结构整体抗震计算但采取抗震构造措施。无滑动支座梯板类型有AT、BT、CT、DT、ET、FT、GT、ATc,其中仅ATc类型的楼梯参与结构整体抗震计算且采取抗震构造措施,其他梯板类型的楼梯既不参与结构整体抗震计算也不采取抗震构造措施^[4]。

(6)《预制钢筋混凝土板式楼梯》15G367—1(以下简称15G367—1图集)给出了预制钢筋混凝土板式双跑楼梯和剪刀楼梯的具体做法^[5]。

2 常规楼梯设计方法

首先,确定所设计的楼梯是否应参与结构整体抗震计算。根据对上述规范条文的理解,具体可按如下执行:(1)框架结构由于本身刚度较弱,结构整体抗震计算时不能忽略楼梯刚度的影响,因此,结构建模时应建立楼梯模型,

计算时应考虑楼梯刚度的影响,楼梯参与整体结构的计算。

(2)框架-剪力墙结构、剪力墙结构等由于本身刚度较大,结构整体抗震计算时可忽略楼梯刚度的影响,因此,结构建模时可不建立楼梯模型,楼梯不参与整体结构的计算。

其次,确定楼梯的抗震等级。规范规定楼梯的抗震等级应与主体结构相同,根据《防火规范》的要求,框架柱的截面尺寸可取 200×500 ,梯梁、梯板及梯柱抗震构造措施按相应的抗震等级确定。

最后,踏步段梯板的设计。常见的梯板类型有 AT、BT、CT 及 DT,梯板在恒、活载作用下可视为受弯构件,以 AT 型梯板为例,配筋图如图 1 所示。但在地震作用下,梯板实际为压弯构件,板钢筋应双层双向配置,配筋图如图 2 所示。具体设计时,可采用理正工具箱计算楼梯在恒、活载作用下的板配筋,再按图 2 双层双向配置板钢筋,钢筋类别及锚固长度等应满足抗震构造措施的要求。

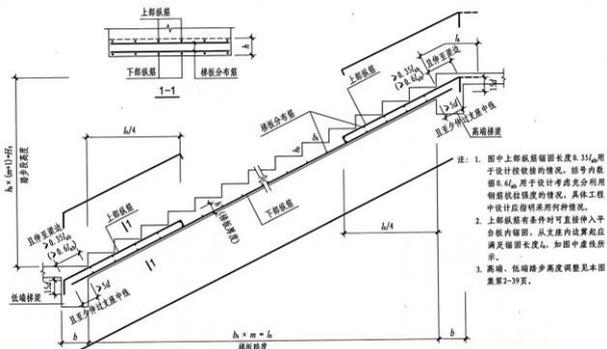


图 1 AT 型梯板不考虑地震作用时配筋图

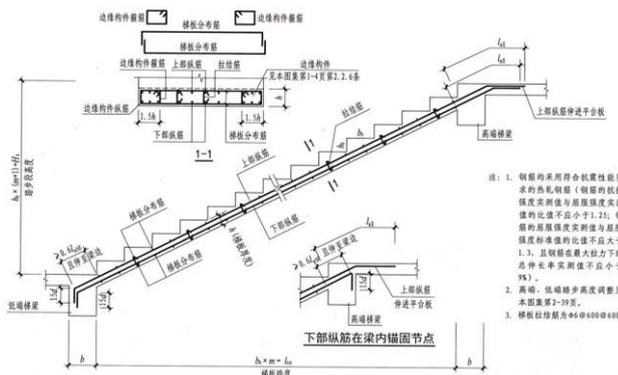


图 2 AT 型梯板考虑地震作用时配筋图

3 存在的问题及解决方法

采用上述楼梯设计方法存在一个问题:对于框架-剪力墙结构、剪力墙结构等刚度较大的结构,结构整体抗震计算时可忽略楼梯刚度的影响,楼梯不参与整体结构的计算。框架柱的截面尺寸可取 200×500 ,楼梯设计按常规楼梯设计方法即可。但是对于框架结构,梯柱是否须按框架柱进行设计,不同设计单位及设计师看法往往不同。许多设计单位及专家认为梯柱不需要按框架柱进行设计,梯柱钢筋满足抗震构造措施即可。不过当设计单位在审图阶

段被审图单位指出,梯柱未按框架柱进行设计,违反强制性条文时,设计单位往往因没有文件依据进行反驳而陷于被动。解决的方法有三个:(1)在设计初期提前与审图单位进行技术沟通,确定采用常规楼梯设计方法,即梯柱不需要按框架柱进行设计,梯柱钢筋满足抗震构造措施即可。

(2)梯柱按《抗规》6.3.5 条及《高规》6.4.1 条框架柱要求执行,梯柱截面尺寸不小于 300×300 ,楼梯其他设计方法不变。若确定按此方法设计楼梯,结构专业应提前与其他各专业沟通,给其他专业特别是建筑专业提资时,应明确告知梯柱的尺寸,并在提字图中将梯柱圈出。因为梯柱一般位于墙体中部,室内隔墙厚度一般为 100mm 或 200mm 厚,若梯柱尺寸不小于 300×300 ,则梯柱尺寸将突出墙面,轻则影响室内使用、美观,重则可能因为梯柱突出楼梯间,导致楼梯间疏散宽度不够,违反《建筑设计防火规范》相关强制性条文。(3)减弱楼梯与主体结构的连接,结构整体抗震计算时即可忽略楼梯刚度的影响,楼梯可不参与整体结构的计算。可采用以下方法减弱楼梯与主体结构的连接。

3.1 滑动支座

将踏步段梯板下端设置为滑动支座。《22G101—2》图集提供了三种滑动支座构造做法,分别是设聚四氟乙烯垫板、设塑料片和预埋钢板,以 ATa 型梯板为例,详图 1。由于此时楼梯与主体结构处于半脱开状态,楼梯刚度对主体结构影响非常小,因此,无论是框架结构、框架-剪力墙结构亦或是剪力墙结构,建模时可不建立楼梯模型,楼梯不参与整体结构的计算。根据《建筑设计防火规范》框架柱的截面尺寸可取 200×500 。楼梯的抗震等级与主体结构相同,梯梁、梯板及梯柱抗震构造措施按相应的抗震等级确定。踏步段梯板可按《22G101—2》图集中 ATa、ATb、BTb、CTa、CTb、DTb 类型进行设计。

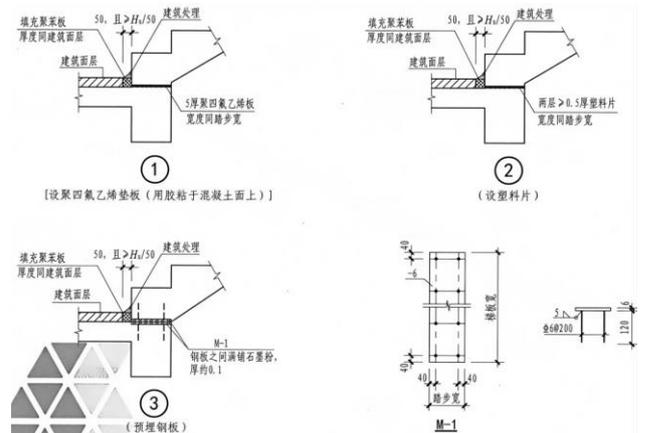


图 3 ATa 型梯板滑动支座构造做法

3.2 装配式楼梯

现浇钢筋混凝土楼梯有以下两个缺点:一、梯板需要现场支模、绑扎钢筋、浇筑混凝土、拆模等,现场工序多。

二、梯板现浇施工难度较大、楼梯质量难保证。钢筋混凝土装配式楼梯梯板为预制混凝土构件，梯梁、梯柱、平台梁、平台板为现浇钢筋混凝土构件。钢筋混凝土装配式楼梯的梯板在工厂预制生产，外观精美；现场安装效率高，省去了支模、浇筑、面层处理等工序，节约了工时，同时现场无建筑垃圾产生。预制梯板与现浇梯梁可采用销键连接或焊接连接等其他可靠的连接方式。当采用销键连接时，对于双跑式楼梯，上端支承处为固定铰支座，做法详图4；下端支承处为滑动铰支座，做法详图5^[5]。装配式楼梯可不参与结构整体抗震计算，因此结构建模时可不建立楼梯模型，楼梯不参与整体结构的计算。根据《建筑设计防火规范》框架柱的截面尺寸可取200×500。楼梯的抗震等级与主体结构相同，梯梁及梯柱抗震构造措施按相应的抗震等级确定。预制梯板可按《5G367—1》图集进行设计。

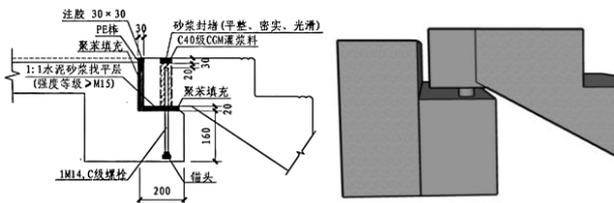


图4 双跑式楼梯上端支承处固定铰支座做法

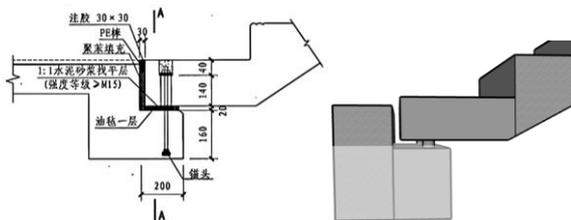


图5 双跑式楼梯下端支承处滑动铰支座做法

4 结论

本文基于规范，对楼梯抗震设计进行了探讨，并得出如下结论：(1)对于结构刚度较大的框架-剪力墙结构、剪力墙结构等，可采用常规楼梯设计方法。(2)对于结构刚度较小的框架结构等，①在与审图单位沟通好的前提下，可采用常规楼梯设计方法。②在与审图单位沟通无果的前提下，采用常规楼梯设计方法时，梯柱应严格按框架柱进行设计，梯柱截面尺寸不小于300×300，楼梯其他设计方法不变。③采用滑动支座或装配式楼梯，减弱楼梯与主体结构的连接，结构整体抗震计算时可忽略楼梯刚度的影响，楼梯不参与整体结构的计算。

[参考文献]

- [1]JGJ 3—2010 高层建筑混凝土结构技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.
 - [2]GB 50011—2010(2016年版)建筑抗震设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.
 - [3]GB 50016—2014(2018年版)建筑设计防火规范[S].北京:中国计划出版社,2018.
 - [4]22G101—2 混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土板式楼梯)[S].北京:中国标准出版社,2022.
 - [5]15G367—1 预制钢筋混凝土板式楼梯[S].北京:中国计划出版社,2015.
- 作者简介:孙鹏(1988.9—),毕业院校:广西大学,所学专业:结构工程专业,当前工作单位:广西交通职业技术学院,职务:专职教师,职称级别:高级工程师。