

如何在建筑结构设计提高建筑的安全性探析

叶纪倩

四川省建筑设计研究院有限公司

摘要:现阶段建筑事业的发展过程中,建筑质量以及工程安全作为建筑工程的基础性原则,一直是从业人员关注的要点。而结构设计会很大程度上影响工程质量,就需要结构设计人员结合实际发展需要对建筑结构设计进行重视,通过各种手段提升建筑的安全性。就以吉龙二街幼儿园为例,通过分析其结构特点以及设计标准等探究其结构设计的方式,并且通过合理的加强措施对建筑的安全性进行提升,以保证建筑工程的质量。

关键词:建筑工程;结构设计;地质勘察;安全性;抗震

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.14.092

前言

建筑事业的发展过程中,随着建筑工程的规模的扩大,施工难度以及技术性不断提升,在建筑设计中,建筑结构设计是非常重要的一个环节。设计师需要根据建筑的用途、周边环境、地质与地形条件等因素来确定结构类型和方案,并选取合适的材料和构件。建筑安全是建筑设计中最基本的要求之一。一个安全的建筑能够在正常使用、不良天气和自然灾害等情况下维护稳定和完整。建筑结构和建筑材料的选取对建筑的安全性有着非常重要的影响。建筑结构与建筑安全密不可分。一个优秀的建筑结构设计方案不仅可以提高建筑的功能性和美观性,还能够保障建筑的安全性。所以实际作业环节,就需要相关人员加强对建筑结构的重视,实现对建筑安全的保证。本文就从吉龙二街幼儿园入手,浅谈其结构设计的思路,探究如何提升建筑的安全性。

一、项目概述

(一)工程概况及结构形式

项目所在地名称为成都市双流县中和街道。根据《建筑抗震设计规范》及《中国地震动参数区划图》来看,吉龙二街幼儿园所在的双流县中和街道场地抗震设防烈度为7度,设计基本地震加速度为0.10g,设计地震分组为第三组,特征周期为0.45s。多遇地震时水平地震影响系数最大值为0.08。结构阻尼比为0.05。根据项目特点,为了满足幼儿园教学的使用功能,本项目拟采用钢筋混凝土框架结构,总高度 ≤ 24 m。设计工作年限、结构耐久性使用年限均为50年。

(二)抗震设防类别及其抗震标准

吉龙二街幼儿园属于教育类工程,承担幼儿的教学任务,一共有12个班级,属于中型幼儿园。根据相关法规规定,现有的幼儿园教学楼、食堂以及住宿楼等建筑在抗震方面其抗震设防不能够低于重点设防类之下,也就是说不能够低于乙类之下。所以吉龙二街幼儿园,即乙类建筑应该按照比本地区抗震设防烈度提高一度(即8度)的要求加强抗震措施,确定其抗震等级为二级^[1]。

根据《建筑结构可靠性设计统一标准》划分,本项目乙类建筑的结构安全等级应为一级。

(三)荷载取值

为了适应建筑结构设计需要,符合安全适用、经济合理的要求,吉龙二街幼儿园的荷载值主要有以下几个方面。基本风压 $W_0=0.3$ kN/m²,地面粗糙度为B类,结合本项目建筑体型来看,其风荷载体型系数为1.3。基本雪压 $S_0=0.10$ kN/m²,根据当地50年一遇的雪压来看,其雪荷载准永久值分区为III。其次是恒荷载取值,虽然梁、板、柱等结构构件的自重由程序根据构件的截面和材料属性自动计算,但是考虑到构件抹灰及钢筋容重等因素的影响,计算模型中结构混凝土自重的容重取27kN/m³。所有填充墙容重多孔砖不得大于17kN/m³,而且空心砖容重不得大于12kN/m³,实心砖容重不得大于19kN/m³,预制装配式隔墙(改性复合石膏轻质隔墙板)容重不得大于11kN/m³。栏杆的水平荷载1.5kN/m,竖向荷载1.2kN/m。结构恒荷载根据建筑面层构造层次依次统计严格把控,活荷载合理选取,作用在结构上的力有据可依,保证结构设计的安全可靠,同时兼顾经济合理。

(四)勘察成果

实际勘察环节,吉龙二街幼儿园经过勘察之后得到了大量的数据,为后续的设计及施工提供了足够的信息。拟建场区东侧距龙泉山褶断带较近,但区内断裂构造和地震活动较微弱,历史上从未发生过强烈地震,从地壳稳定性来看应属稳定区。根据钻探揭露,拟建场地地层主要由第四系全新统人工填土层(Q4ml)杂填土及素填土,第四系全新统冲洪积(Q4al+pl)成因的粉质黏土、细砂、中砂、卵石以及下伏白垩系上统灌口组(K2g)泥岩组成。杂填土层在场地内连续分布,欠固结,结构紊乱,均匀性较差,层厚0.5~3.5m。粉质黏土层在场地连续分布,位于填土层以下,层厚0.5~3.5m。细砂层在场地内局部孔段缺失,层厚0.5~3.6m。中砂层在场地内仅5#、8#、11~19#、23#、24#钻孔内揭见,层厚0.8~1.2m。卵石层埋深3.0~8.6m。场地细砂属于液化土层,液化等级轻微~中等,属于对建筑抗震不利地段,需要通过一些手段进行治理。



图1 建筑三维轴测示意图

二、建筑结构设计中的要点

(一) 基础持力层选择和基础布置方案

结合吉龙二街幼儿园一二单元的上部建筑形式、高度、柱底反力以及持力层深度，在充分考虑地勘单位的建议后，基础持力层选择稍密卵石。但是，要想保证其质量，并消除抗震不利地段的影响，关键就在于基础方案的比选。经过地勘孔点的研究，结合不利因素，最终决定将地下设备用房全部设置在二单元。这样考虑的原因有以下两点：①施工阶段，地下室向下开挖时，恰好可以将部分区域土层中的细砂及中砂清除，超挖0.4~0.7m就可以到达稍密卵石层，正好作为地下室筏板基础的持力层。②经过抗浮设计，二单元筏板标高整体下降至稍密卵石持力层，通过增加配重法（800mm厚C15混凝土压重）来满足结构整体抗浮要求和局部抗浮要求，正好解决超挖问题。最后经过验算，二单元筏板基底反力均 $\leq 320\text{kPa}$ ，满足地基未修正的承载力特征值 $f_{ak}=350\text{kPa}$ 的要求^[2]。一单元（无地下室）最终选择预应力混凝土管桩基础，选用型号为PHC 600 AB 130，采用稍密卵石为桩端持力层，桩端极限端阻力标准值 $q_{pk}=7000\text{kPa}$ 。通过科学的设计，基础选择此方案，尽可能地消除液化砂层对抗震的影响，且一并解决结构抗浮问题。

(二) 地下室抗浮水位

对于地下室来说，容易受到地下水的影响，再加上本地区降水较多，地下室的设计就需要加强对抗浮的重视。吉龙二街幼儿园的地下室抗浮水位一般按照高程483.00m及室外地坪标高以下1.0m中的较高值进行采用。因其室外地坪标高为483.2m，最后采用483.00m作为抗浮设计水位。根据以上的方案比选，通过增加配重

法等方式实现对整体抗浮以及局部抗浮的要求，保证抗浮功能的顺利发挥，确保在修建和使用地下室的时候不会上浮或者开裂。

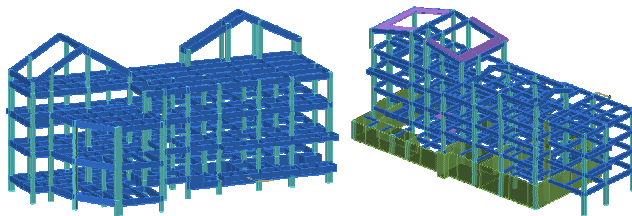


图2 一二单元混凝土框架三维轴测示意图

三、建筑结构设计提高建筑的安全性途径

现阶段建筑事业的发展过程中，建筑结构设计和建筑的安全性联系十分紧密，所以实际作业环节就需要施工人员结合实际的施工需要加强对建筑安全性的重视，并且通过专业的结构设计提升建筑安全性。

(一) 针对主体结构凹凸不规则

在历次的震害中，不规则的结构在地震中更容易发生破坏。建筑平面倘若凹凸不平，间接会影响结构抗侧力构件的布置，最后很容易引起质心和刚心的不均匀，使结构产生不同程度的扭转变形或者应力集中。这种不规则让某部分抗侧力构件没办法完全发挥其效用，凹凸连接部分也容易应力集中，在地震最用下发生脆性破坏。吉龙二街幼儿园的平面设计为“L”型，结构体系设计拟采用钢筋混凝土框架结构，为了结构平面的规则性，在基础顶面以上设置一道防震缝，j将原“L”型的平面分成两个独立结构单元（一单元和二单元），最后两个结构单元平面接近矩形。

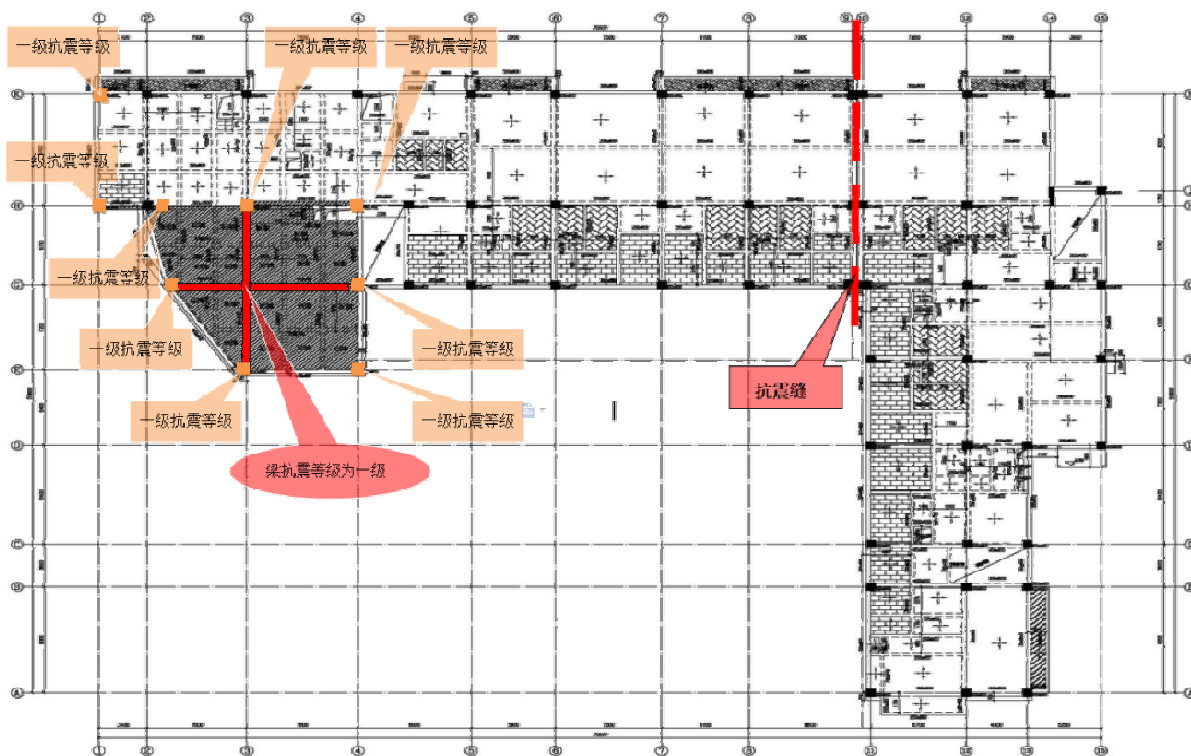


图3 一二单元结构平面示意图

不规则类型	判定项目		结论
	一单元	二单元	
(1) 扭转不规则	A. 位移比 $1.33 > 1.2$; B. 周期比 $0.85 < 0.9$; (参考《高规》)	A. 位移比 $1.31 > 1.2$; B. 周期比 $0.89 < 0.9$; (参考《高规》)	✗
(2) 凹凸不规则 (含平面长宽比较大)	A. 平面基本形状: 矩形; B. 平面一侧凸出: $1/B_{max} = 7.2/53.6 = 13\% < 30\%$; C. 平面凸出部分长宽比: $1/b = 7.2/14.8 = 10.49 < 1.5$; D. 细腰型平面: 无; E. 结构长宽比 < 6 ; 高宽比 < 4 ; F. 角部重叠: 无;	A. 平面基本形状: 矩形; B. 平面一侧凸出: $1/B_{max} = 3.9/51.4 = 7.6\% < 30\%$; C. 平面凸出部分长宽比: $1/b = 3.9/23.85 = 0.16 < 1.5$; D. 细腰型平面: 无; E. 结构长宽比 < 6 ; 高宽比 < 4 ; F. 角部重叠: 无;	✓
(3) 楼板局部不连续	A. 有效楼板宽度小于该层楼板典型宽度的50%: 无 B. 开洞面积大于该层楼面面积的30%: 无 C. 错层楼层: 无;		✓
(4) 侧向刚度不规则 (含尺寸突变)	A. 楼层侧向刚度比与相邻上层侧向刚度的比值: $> 70\%$; B. 楼层侧向刚度比与上相邻三层侧向刚度的平均值的比值: $> 80\%$; C. 不存在上部楼层收进、竖向外挑、多塔、加强层、连体结构等情况;		✓
(5) 竖向抗侧力构件不连续	A. 不存在竖向构件间断、转换等情况;		✓
(6) 楼层承载力突变	A. 层间受剪承载力与相邻上层受剪承载力比值 $> 80\%$;		✓

以下为一单元及二单元规则性判定:

从以上数据可以判断,一单元及二单元均属于扭转不规则,属于一般不规则类型。通过设置抗震缝,一二单元体型变更的更加简单,抗侧立体系在刚度和承载力上下变化也连续、均匀,结构方案切实可行。本项目在罕遇地震作用下,弹塑性层间位移角限值均 $< 1/50$,两个独立结构单元均满足大震不倒的要求。

(二) 对楼梯及电梯间开大洞加强措施

建筑楼梯间处,由于该环节结构之间的拉结较少,所以设计环节就需要增大有关部位的梁柱纵向钢筋,需要结合计算值放大1.1倍以上,全长加密楼梯间四周框架柱箍筋,同时楼梯间剪跨比小于2的短柱,体积配箍率不小于1.2%,楼面薄弱部位也取消装配式构件改为现浇,保证结构整体性能。对梯板设计上,均采用了滑动支座处理,以释放楼梯斜板的刚度,避免对楼梯周边的框架梁、柱产生不利影响。

(三) 大开间框架加强措施

为了保证一单元边跨的音体教室的使用功能,结构为 $14m \times 14m$ 大开间,且结构顶标高比周边结构板面高 $0.8m$ 。此部分框架结构冗余度不高,特别注意将音体教室范围内的结构梁柱抗震等级由二级提高到一级,进一步提高其安全性能。

(四) 针对非结构构件加强措施

除却主体结构之外,非结构构件的设计也会很大程度上影响建筑安全,所以实际设计环节,就需要相关人员结合实际发展需要加强对非结构构件的研究,采取相应的措施加强非结构构件的整体性,并让非结构构件与主体结构有可靠的连接锚固。首先,设计人员需要结合实际需要,采用钢筋混凝土结构对屋面女儿墙进行设计,钢筋混凝土具有很好强度和受力性能,能够在地震作用下保证非结构构件的稳定性以及安全性;其次是填充墙构造的研究,实际作业环节,就需要相关人员结合

实际发展的需要,按照8度的标准进行设计^[3]。而对于普通填充墙来说,需要按照《混凝土结构轻质填充墙构造图集(三)》中的规范进行作业。然后是楼梯间与人流通道环节的填充墙设计,为了进一步保证建筑的质量,则需要采用双面钢丝网砂浆面层进行加强,保证该环节的作业质量。

结语

现阶段建筑事业的发展过程中,建筑安全是从业人员密切关注的一环,就需要各方对建筑工程安全性的重视。本文从设计角度分析吉隆二街幼儿园结构方案的可行性,采用各种加强措施保证结构安全,并将所有的加强措施落实到后期施工图中,保证图纸的完整表达,为后期的施工提供依据。在实际施工环节,为保证整个建筑的质量及建筑安全,就需要施工人员把控各个环节。施工单位应当在危险性较大的分部分项工程施工前组织工程技术人员编制专项施工方案。对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程,施工单位应当组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。专项施工方案应根据现场实际情况,采取切实可行的施工措施保障工程周边环境安全和工程施工安全。

参考文献

[1] 廖锶禾. 浅析农村自建房建筑设计中存在的的核心安全问题及解决策略[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(28): 115-117.
 [2] 李晓龙, 江大旺. 探讨如何在建筑结构设计提高建筑的安全性[C]//《建筑科技与管理》组委会. 2019年12月建筑科技与管理学术交流论文集. 2019年12月建筑科技与管理学术交流论文集, 2019: 110-111.
 [3] 王浩屹, 曹维科, 秦世奇. 建筑结构设计安全性分析及对策分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020(16): 90.