

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发〈2021年山东省工程建设标准制修订计划〉的通知》(鲁建标字〔2021〕19号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考国内外先进标准,结合山东省实际情况,在广泛征求意见的基础上,编制了本标准。

本标准共分7章,主要技术内容包括:1.总则;2.术语和符号;3.材料;4.结构设计;5.生产运输;6.施工安装;7.质量验收。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理,由山东省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请反馈至山东省建筑科学研究院有限公司(济南市天桥区无影山路29号,邮编:250031,联系电话:0531-85595501,邮箱: jiegoufenyuan@vip.163.com),以供今后修订时参考。

本标准主编单位: 山东省建筑科学研究院有限公司
山东瑞坤装配式建筑科技有限公司

本标准参编单位: 济南长兴建设集团工业科技有限公司
山东省建筑设计研究院有限公司
同圆设计集团股份有限公司
三东筑工(德州)有限公司
山东惠晟建筑科技有限公司
山东盈顺建筑科技有限公司
青岛光大集团大型构件有限公司
山东通发实业有限公司

本标准主要起草人员: 崔士起 刘文政 贾志臣 崔凤坤
萧树忠 张 玲 李当生 李俊峰
房泽志 潘 涛 李宏林 于明照
张发军 郑东胜 杨志松 许芸川

孙亚鹏

本标准主要审查人员：

徐新生

石玉仁

刘善玲

王 健

张 毅

宋亦工

董先锐

张永欣

任陟成

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	2
3	材 料	4
4	结构设计	6
4.1	一般规定	6
4.2	作用及作用组合	6
4.3	构件设计	7
4.4	构造要求	9
5	生产运输	12
5.1	一般规定	12
5.2	模 具	12
5.3	钢 筋	14
5.4	预应力	15
5.5	混凝土	17
5.6	脱模与成型	18
5.7	运输与堆放	18
5.8	构件检验	19
6	施工安装	23
6.1	一般规定	23
6.2	施工准备	23
6.3	现场安装	24
7	质量验收	26
7.1	一般规定	26
7.2	主控项目	27
7.3	一般项目	28
	本标准用词说明	30

引用标准名录.....	31
附：条文说明.....	33

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
	2.1 Terms	2
	2.2 Symbols	2
3	Materials	4
4	Structural design	6
	4.1 General Requirements	6
	4.2 Effects and Combination of Effects	6
	4.3 Component Design	7
	4.4 Construct Requirements	9
5	Manufacturing and Transportation	12
	5.1 General Requirements	12
	5.2 Moulds	12
	5.3 Reinforcement	14
	5.4 Prestress	15
	5.5 Concrete	17
	5.6 Demoulding and Identification	18
	5.7 Transporting and Storage	18
	5.8 Component inspection	19
6	Construction and Erection	23
	6.1 General Requirements	23
	6.2 Construction Preparation	23
	6.3 Installation	24
7	Quality Acceptance	26
	7.1 General Requirements	26
	7.2 Master Items	27
	7.3 General Items	28
	Explanation of Wording in This Standard	30

List of Quoted Standards	31
Addition: Explanation of Provisions	33

1 总 则

1.0.1 为规范装配式混凝土楼梯的工程应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山东省行政区划内抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下且环境类别为一类、二 a 类工业与民用建筑的装配式混凝土楼梯。

1.0.3 装配式混凝土楼梯的设计、生产、施工及验收除应符合本标准的规定外，尚应符合国家及山东省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 装配式混凝土楼梯 precast concrete stair

在工厂制作的两个平台之间若干连续踏步或若干连续踏步和平板组合的预制混凝土构件。按结构形式分为装配式板式楼梯和装配式梁式楼梯，按是否配置受力的预应力筋分为装配式钢筋混凝土楼梯和装配式预应力混凝土楼梯。

2.1.2 装配式板式楼梯 precast slab stair

由梯段板承受该梯段全部荷载，并将荷载传递至两端平台梁上的预制混凝土楼梯。

2.1.3 装配式梁式楼梯 precast beam stair

踏步板直接搁置在斜梁上，斜梁支承在两端平台梁上的预制混凝土楼梯。

2.1.4 装配式预应力混凝土楼梯 precast prestressed concrete stair

楼梯底部配置预应力筋，并采用先张法施加预应力的预制混凝土楼梯。

2.1.5 隔震橡胶支座 elastomer seismic protection isolation for buildings

由多层橡胶和多层钢板或其他材料交替叠置结合而成的隔震装置，包括天然橡胶支座（LNR）、铅芯橡胶支座（LRB）和高阻尼橡胶支座（HDR）。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

M_k ——各种短暂设计状况在荷载标准组合作用下正截面弯矩标准值；

N_{p0} ——装配式混凝土楼梯预加力。

2.2.2 材料性能

f_{tk} ——与各环节的混凝土立方体抗压强度相应的抗拉强度标准值；

f_{ck} ——与各环节的混凝土立方体抗压强度相应的抗压强度标准值；

f_{ptk} ——预应力钢筋极限抗拉强度标准值。

3 材 料

3.0.1 装配式混凝土楼梯所用混凝土材料的力学性能指标和耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

3.0.2 装配式钢筋混凝土楼梯的混凝土强度等级不宜低于 C30，装配式预应力混凝土楼梯的混凝土强度等级不应低于 C40。装配式梁式楼梯宜采用自密实混凝土。

3.0.3 钢筋和钢材的力学性能和工艺性能应符合国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95、《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223、《钢结构通用规范》GB 55006 和《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

3.0.4 装配式混凝土楼梯普通受力钢筋宜采用 HRB400、HRB500 钢筋，也可采用 CRB550、CRB600H 钢筋；装配式预应力混凝土楼梯的预应力筋宜采用预应力钢丝。

3.0.5 预应力筋用锚具和连接器的性能应符合国家现行标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的规定。

3.0.6 预埋钢板宜采用 Q235B 碳素结构钢，钢材的性能指标应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的规定，钢板的防腐、防锈应符合现行行业标准《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 的规定。

3.0.7 预埋件的锚筋、吊环等应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，严禁采用冷加工钢筋。

3.0.8 装配式混凝土楼梯脱模、翻转、吊装用内埋式螺母或内埋式吊杆及配套的吊具，应符合相应产品标准和应用技术标准的规定。

3.0.9 装配式混凝土楼梯端部接缝处密封胶应符合下列规定：

- 1 密封胶应与混凝土具有相容性，以及规定的抗剪切和伸缩变形

能力；密封胶尚应满足防霉、防水、防火、耐火等性能要求；

2 硅酮、聚氨酯、聚硫建筑密封胶应分别符合国家现行标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 和《聚氨酯建筑密封胶》JC/T 482、《聚硫建筑密封胶》JC/T 483 的规定。

3.0.10 装配式混凝土楼梯安装孔的灌浆料、封堵砂浆的物理力学性能应满足国家现行标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 和《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的有关规定。

3.0.11 装配式混凝土楼梯隔震橡胶支座的形状系数、外观质量、力学性能、尺寸偏差、钢板材质、橡胶物理机械性能、耐久性及相关性能应满足国家现行标准《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 和《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的有关规定。

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 装配式混凝土楼梯应根据建筑结构平面布置及生产、运输、吊装能力进行优化设计，应满足模数化、标准化的要求。预制预应力混凝土楼梯的外形尺寸尚应考虑预应力筋张拉及锚具布置等因素。

4.1.2 装配式混凝土楼梯的安全等级和设计工作年限应与主体结构一致。

4.1.3 装配式混凝土楼梯与主体结构应可靠连接，保证楼梯间结构整体牢固性。

4.1.4 装配式混凝土楼梯应按短暂设计状况、持久设计状况分别进行设计，并均进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算。

4.1.5 装配式混凝土楼梯的挠度限值、裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值应按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定。

4.1.6 梯梁或梯梁挑耳作为梯段的支承构件，应考虑受弯、受剪、受扭组合作用，其断面及配筋应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

4.1.7 装配式混凝土楼梯端部采用简支或隔震连接方式时，结构整体计算不考虑装配式混凝土楼梯对主体结构的影响。

4.1.8 装配式混凝土楼梯的耐久性设计应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369 的有关规定。

4.1.9 装配式混凝土楼梯的耐火极限应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

4.2 作用及作用组合

4.2.1 装配式混凝土楼梯短暂设计状况验算的荷载及荷载组合应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《混凝土结构工程施

工规范》GB 50666 及《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。

4.2.2 装配式混凝土楼梯持久设计状况的可变荷载应取施工阶段与使用阶段的较大值，其作用及作用组合应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的有关规定。

4.2.3 装配式预应力混凝土楼梯设计应计入预应力作用效应，其分项系数应符合下列规定：

1 对于承载能力极限状态，当预应力作用效应对结构有利时，预应力作用分项系数 γ_p 应取 1.0，不利时 γ_p 应取 1.2；

2 对于正常使用极限状态，预应力作用分项系数 γ_p 应取 1.0。

4.2.4 预制预应力混凝土楼梯中预应力筋的张拉控制应力、预应力损失值计算，应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369 的有关规定。

4.3 构件设计

4.3.1 装配式混凝土楼梯应进行脱模、翻转、吊运、堆放及安装等短暂设计状况下的承载力、挠度以及抗裂或裂缝宽度验算。

4.3.2 装配式混凝土楼梯短暂设计状况验算可简化为吊点或支撑作为简支支座的单向带悬臂的简支梁或连续梁，采用弹性方法计算其内力和变形。

4.3.3 各种短暂设计状况下，装配式混凝土楼梯正截面边缘混凝土法向压应力应符合下列规定：

$$\sigma_{cc} \leq 0.8f_{ck}' \quad (4.3.3-1)$$

对于装配式钢筋混凝土楼梯：

$$\sigma_{cc} = \frac{M_k}{W_{cc}} \quad (4.3.3-2)$$

对于装配式预应力混凝土楼梯：

$$\sigma_{cc} = \sigma_{pcc} + \frac{M_k}{W_{cc}} \quad (4.3.3-3)$$

$$\sigma_{\text{pcc}} = \frac{N_{\text{p0}}}{A_0} + \frac{N_{\text{p0}}e_{\text{p0}}}{W_{\text{cc}}} \quad (4.3.3-4)$$

式中： σ_{cc} ——各种短暂设计状况下，在荷载标准组合作用下产生的装配式混凝土楼梯正截面边缘混凝土法向压应力（N/mm²）；

σ_{pcc} ——由预加力产生的装配式混凝土楼梯正截面边缘混凝土法向压应力（N/mm²）；

W_{cc} ——装配式混凝土楼梯正截面受压边缘弹性抵抗矩，按照简化计算截面计算（mm³）；

A_0 ——装配式混凝土楼梯正横截面面积，按照简化计算截面计算（mm²）；

M_{k} ——各种短暂设计状况在荷载标准组合作用下正截面弯矩标准值（N·mm）；

N_{p0} ——装配式混凝土楼梯预加力（N），按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 计算；

e_{p0} ——预加力作用点至正截面重心的距离（mm）；

f_{ck}' ——与各种短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗压强度标准值（N/mm²），按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 表 4.1.3 以线性内插法确定。

4.3.4 各种短暂设计状况下，装配式混凝土楼梯不应出现裂缝，其正截面边缘混凝土法向拉应力应符合下列规定：

$$\sigma_{\text{ct}} \leq 1.0 f_{\text{tk}}' \quad (4.3.4-1)$$

对于预制钢筋混凝土楼梯：

$$\sigma_{\text{ct}} = \frac{M_{\text{k}}}{W_{\text{ct}}} \quad (4.3.4-2)$$

对于预制预应力混凝土楼梯：

$$\sigma_{\text{ct}} = \sigma_{\text{pct}} + \frac{M_{\text{k}}}{W_{\text{ct}}} \quad (4.3.4-3)$$

$$\sigma_{\text{pct}} = \frac{N_{\text{p0}}}{A_0} + \frac{N_{\text{p0}}e_{\text{p0}}}{W_{\text{ct}}} \quad (4.3.4-4)$$

式中： σ_{ct} ——各种短暂设计状况下，荷载标准组合作用产生的装配式混凝土楼梯正截面边缘混凝土法向拉应力（ N/mm^2 ）；

σ_{pct} ——由预加力产生的装配式混凝土楼梯正截面边缘混凝土法向拉应力（ N/mm^2 ）；

W_{ct} ——装配式混凝土楼梯正截面受拉边缘弹性抵抗矩，按照简化计算截面计算（ mm^3 ）。

f_{tk}' ——与各种短暂设计状况下的混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗拉强度标准值（ N/mm^2 ），按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 表 4.1.3 以线性内插法确定。

4.3.5 持久设计状况下，装配式混凝土楼梯的内力和变形可采用弹性方法计算，其计算简图应符合实际受力情况。

4.3.6 装配式混凝土楼梯正截面受弯承载力、斜截面受剪承载力计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

4.3.7 装配式混凝土楼梯正常使用极限状态下的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

4.4 构造要求

4.4.1 装配式混凝土楼梯形式可采用直跑楼梯、双跑楼梯或多跑楼梯，楼梯规格应满足现行国家标准《民用建筑通用规范》GB 55031 的有关规定。

4.4.2 装配式混凝土楼梯低、高端平台段长度应满足搁置长度要求，且平台段长度不宜小于 400mm。

4.4.3 预制预应力混凝土楼梯配筋率应满足国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369 的有关规定。

4.4.4 装配式混凝土楼梯钢筋的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关要求，且不应小于 20mm。

4.4.5 装配式混凝土楼梯纵向受力钢筋直径、数量及净距等应满足国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369 的有关规定。

4.4.6 装配式预应力混凝土楼梯宜在构件端部 10d (d 为预应力钢丝直径)，且不小于 100mm 范围内设置 (3~5) 片与预应力筋垂直的钢筋网。

4.4.7 装配式混凝土楼梯的吊点数量及布置应根据尺寸、重量及起吊方式通过计算确定，吊点宜对称布置且不应少于 4 个。

4.4.8 装配式混凝土楼梯与支承构件之间宜采用简支连接。采用简支连接时，应符合下列规定：

1 装配式混凝土楼梯宜一端设置固定铰，另一端设置滑动铰，其转动及滑动变形能力应满足结构层间位移的要求，且装配式混凝土楼梯端部在支承构件上的最小搁置长度应符合表 4.4.8 的规定；

2 装配式混凝土楼梯设置滑动铰的端部应采取防止滑落的构造措施。

表 4.4.8 装配式混凝土楼梯的最小搁置长度

抗震设防烈度	7 度	8 度
最小搁置长度 (mm)	100	120

4.4.9 大型装配式混凝土楼梯下端与支承构件之间宜设置隔震橡胶支座。隔震橡胶支座的竖向和水平力学性能应满足设计和现行行业标准《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的有关规定。

4.4.10 装配式混凝土楼梯隔震橡胶支座应符合下列规定：

1 隔震橡胶支座的规格、数量和分布应根据竖向承载力、侧向刚度和位移等要求确定，同一建筑宜采用相同规格的隔震橡胶支座；

2 隔震橡胶支座的压应力和徐变性能应符合现行国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 的有关规定；

3 隔震橡胶支座设置尚应考虑便于检查和替换；

4 隔震橡胶支座及其连接应根据建筑空间的耐火等级采取相应

的防火措施，且耐火极限不应低于装配式混凝土楼梯的耐火极限。

4.4.11 装配式混凝土楼梯隔震橡胶支座在罕遇地震作用下的水平位移应符合下列规定：

$$u_h \geq 1.2[\theta_p]h_s \quad (4.4.11-1)$$

$$u_h \leq [u_h] \quad (4.4.11-2)$$

式中： u_h ——罕遇地震作用下，装配式混凝土楼梯端部隔震橡胶支座的水平位移（mm）；

$[\theta_p]$ ——结构弹塑性层间位移角限值，按国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 取值；

h_s ——装配式混凝土楼梯的竖向高度（mm）；

$[u_h]$ ——隔震橡胶支座的水平位移限值（mm）。

4.4.12 隔震橡胶支座的水平位移限值应以产品的型式检验报告为准，且应符合现行国家标准《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 的有关规定。

4.4.13 隔震支座连接预埋件和连接螺栓的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

5 生产运输

5.1 一般规定

5.1.1 装配式混凝土楼梯生产前，应由建设单位组织设计单位、生产企业、施工单位、监理单位进行设计文件交底和图纸会审。当设计文件深度不足以指导生产时，应根据批准的设计文件、拟定的生产工艺、运输吊装方案等编制构件加工详图。

5.1.2 装配式混凝土楼梯宜由建设单位组织生产企业、施工单位、监理单位进行首件验收。

5.1.3 装配式混凝土楼梯的原材料质量、钢筋力学性能、混凝土强度等均应按照国家现行有关标准进行检查和检验，并应具有生产操作规程和质量检验记录。

5.1.4 装配式混凝土楼梯生产的质量检验应按照模具、钢筋、混凝土、预应力、预制构件等检验进行。预制构件的质量评定应根据钢筋、混凝土、预应力、预制构件的试验、检验资料等项目进行。当上述各检验项目的质量均合格时，方可评定为合格产品。

5.1.5 装配式混凝土楼梯经检查合格后，应设置表面标识。装配式混凝土楼梯出厂时，应出示质量证明文件。

5.1.6 装配式混凝土楼梯生产、运输、堆放及质量检查与验收应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

5.2 模 具

5.2.1 模具配置方案应与装配式混凝土楼梯的类型、生产计划、生产工艺相适应。预制预应力混凝土楼梯模具应能满足各阶段作业荷载和制作工艺的要求。

5.2.2 模具应具有足够的强度、刚度和整体稳固性，并应能满足各阶段作业荷载和生产工艺的要求。

5.2.3 模具平整度应符合装配式混凝土楼梯尺寸精度要求，应便于拼

装和拆卸，并满足周转次数、钢筋安装与定位、预留孔洞和预埋件定位、脱模等要求。

5.2.4 模具外观质量及其拼装应符合下列规定：

- 1 模具拼装应连接牢固、接缝紧密并保持清洁；
- 2 模具与混凝土接触面不应有锈渍和氧化层脱落等现象；
- 3 涂刷脱模剂、缓凝剂时应均匀、无漏刷、无堆积；脱模剂、缓凝剂不得沾污钢筋表面，且不得影响装配式混凝土楼梯外观质量；脱模剂宜采用水溶性隔离剂。

5.2.5 装配式混凝土楼梯模具的尺寸偏差和检验方法应符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 模具尺寸允许偏差和检验方法

项次	检验项目、内容		允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	≤6m	1, -2	用尺量两侧边长度，取其中偏差绝对值较大值
		>6m	2, -4	
2	宽度、高（厚）度		2, -4	用尺量两端，取其中偏差绝对值较大值
3	表面平整度		2	用靠尺和塞尺量
4	对角线差		3	用尺量两对角线，计算差值
5	侧向弯曲		$l/1500$ 且 ≤5	拉线，用尺量侧向弯曲最大处
6	翘曲		$L/1500$	对角拉线，用尺量拉线交点间距离，其值的 2 倍为翘曲值
7	组装缝隙		1	用塞尺量测，取最大值

注：l 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

5.2.6 装配式混凝土楼梯的预埋件和预留孔洞宜通过模具进行定位，

并安装牢固，其安装偏差应符合表 5.2.6 的规定。

表 5.2.6 模具上预埋件、预留孔洞安装允许偏差

项次	检验项目、内容		允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋钢板、预埋组件	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		平面高差	±2	钢直尺和塞尺检查
2	预留孔、洞	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		尺寸	+3,0	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其中较大值
3	预埋螺栓	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		外露长度	+5,0	用尺量测
4	预埋螺母	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		平面高差	±1	钢直尺和塞尺检查
5	吊环	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值
		外露长度	0, -5	用尺量测

5.3 钢 筋

5.3.1 钢筋宜采用自动化机械设备加工，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

5.3.2 钢筋应安装牢固、定位准确，入模后的钢筋发生变形、歪斜应

及时扶正修理，并应采取措施保证钢筋的混凝土保护层厚度符合设计要求。严禁在入模后的钢筋上踩踏或行走，不得在钢筋上放置杂物。

5.3.3 预埋件加工允许偏差应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 预埋件加工允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	预埋件锚板的边长		0, -5	用钢尺量测
2	预埋件锚板的平整度		1	用直尺和塞尺量测
3	锚筋	长度	+10, -5	用钢尺量测
		间距偏差	±10	用钢尺量测

5.4 预应力

5.4.1 装配式预应力混凝土楼梯应编制专项预应力生产方案，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

5.4.2 预应力筋的下料长度应根据构件长度、锚具、夹具长度等经过计算确定；预应力钢筋的调直与切割应使用专用机械设备，不得采用电弧或气焊切断。

5.4.3 预应力筋的安装、定位和保护层厚度应符合设计要求。

5.4.4 预应力钢筋张拉设备及压力表应定期维护和标定，并应符合下列规定：

1 张拉设备和压力表应配套标定和使用，标定期限不应超过半年。当张拉设备检修后或使用过程中出现反常现象时，应重新标定；

2 压力表的量程应大于张拉工作压力读值，压力表的精确度等级不应低于 1.6 级；

3 标定张拉设备用的试验机或测力计的测力示值不确定度不应大于 1.0%；

4 张拉设备标定时，千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状

态一致。

5.4.5 预应力筋的张拉控制应力应符合设计及专项方案的要求。当需要超张拉时，消除应力钢丝调整后的张拉控制应力 σ_{con} 不应超过预应力筋极限强度标准值 f_{pk} 的0.8倍。

5.4.6 采用应力控制方法张拉时，应校核最大张拉力下预应力筋伸长值。实测伸长值与计算伸长值的偏差应控制在 $\pm 6\%$ 之内，否则应查明原因并采取措施后再张拉。

5.4.7 预应力筋的张拉应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 应根据构件受力特点、施工方便及操作安全等因素确定张拉顺序；

2 张拉时应采取对称和分级方式，按照校准的张拉力控制张拉精度，以预应力筋的伸长值作为校核；

3 预应力筋张拉时，应从零拉力加载至初拉力后，量测伸长值初读数，再以均匀速率加载至张拉控制力；

4 张拉过程中应避免预应力筋断裂、滑脱、遗漏、绞缠等；

5 预应力筋张拉锚固后，应对实际建立的预应力值与设计给定值的偏差进行控制；应以每工作班为一批，抽查预应力筋总数的1%，且不少于3根。

5.4.8 预应力钢筋放张应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 预应力筋放张时，混凝土立方体抗压强度不应低于设计值的75%，且不应低于30MPa；当跨度大于等于6.6m时，预应力筋放张时的混凝土立方体抗压强度不应低于37.5MPa；

2 放张前，应将限制构件变形的模具拆除；

3 放张时应由中间位置向两侧对称交错放张，每次截断钢筋根数不应超过钢筋总根数的15%；

4 当有设计要求时按设计要求放张，以免放张不正确影响构件质量；

5 放张后端部预应力钢丝与混凝土应牢固粘结，钢丝无滑移现象。

5.5 混凝土

5.5.1 混凝土工作性能指标应根据装配式混凝土楼梯的生产工艺确定，混凝土配合比设计应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。

5.5.2 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 混凝土浇筑应连续进行并均匀摊铺，倾落高度不宜大于 600mm；

2 应采取措施保证模具、钢筋、预埋件等不发生变形或移位，如有变形或移位应及时纠正；应对外露钢筋、预埋件、预留孔洞进行保护；

3 在投料完成后应进行振捣成型；

4 混凝土从出机到浇筑完成时间应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

5.5.3 混凝土养护应根据生产计划选择自然养护、自然养护加养护剂或加热养护等方式。当采用加热养护时，应建立加热养护制度，加热养护制度应通过试验确定；宜采用加热养护温度自动控制装置，严格控制升降温速度和最高温度，并做好温控记录。

5.5.4 混凝土应进行抗压强度检验，并应符合下列规定：

1 混凝土检验试块应在浇筑地点取样制作；

2 每拌制 100 盘且不超过 100m³ 的同一配合比混凝土作为一批，当每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘也作为一批；

3 每批制作强度检验试块不少于 3 组、随机抽取 1 组进行同条件转标准养护后进行强度检验，其余可作为同条件试块在预制构件脱模和出厂时控制其混凝土强度；还可根据预制构件吊装、张拉和放张的要求，留够足够数量的同条件混凝土试块进行强度检验；

4 蒸汽养护的混凝土楼梯，其强度评定混凝土试块应随同构件蒸养后，再转入标准条件养护。构件脱模起吊、预应力张拉或放张的混凝土同条件试块，其养护条件应与构件生产中采用的养护条件相同；

5 除设计有要求外，非预应力装配式混凝土楼梯出厂时的混凝土强度不宜低于设计混凝土强度等级值的 75%，装配式预应力混凝土楼

梯出厂时的混凝土强度应达到设计混凝土强度等级值的 100%。

5.6 脱模与成型

5.6.1 装配式混凝土楼梯脱模时，同条件养护的混凝土立方体试块抗压强度应满足设计要求。当设计无具体要求时，预制钢筋混凝土楼梯的拆模强度不应低于 15MPa，预制预应力混凝土楼梯应根据预应力筋放张要求按本标准第 5.4.8 条确定。

5.6.2 装配式混凝土楼梯吊运应符合下列规定：

1 应根据装配式混凝土楼梯尺寸、重量和起重设备作业半径等选择吊具和起重设备。所采用的吊具、起重设备及其操作，应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的规定；

2 吊点数量、位置应经计算确定；

3 应保证吊具连接可靠，并应采取措施保证起重设备的主钩位置、吊具及装配式混凝土楼梯重心在竖直方向上重合；

4 吊索水平夹角不宜小于 60° ，且不应小于 45° ；

5 应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，吊运过程中应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，严禁吊运构件长时间悬停在空中；

6 对尺寸较大、形状复杂的装配式混凝土楼梯，应采用分配梁或分配桁架等吊具，并应采取避免构件变形和损伤的临时加固措施。

5.6.3 装配式混凝土楼梯脱模后，对不影响结构性能的局部破损或表面非受力细微裂缝，可用修补浆料进行修补。

5.6.4 装配式混凝土楼梯成品质量检查合格后，应及时在构件上设置产品标识及安装方向标识。

5.6.5 装配式混凝土楼梯产品标识宜包括工程名称、构件编号、构件规格、构件重量、生产企业、制作日期、质检员等信息。

5.7 运输与堆放

5.7.1 装配式混凝土楼梯的运输与堆放应制定专项方案。专项方案包括堆放场地、固定要求、堆放支垫、运输时间、运输次序、运输路线及成品保护措施等。

5.7.2 装配式混凝土楼梯的堆放应符合下列规定：

1 堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施，堆放时装配式混凝土楼梯与地面之间应有一定的间隙；

2 存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理；

3 应按产品品种、规格型号、检验状态分类存放，严禁混放；

4 标识应清晰、明确、永久；

5 应平放，严禁倒置；

6 应合理布置装配式混凝土楼梯垫块，垫块位置宜与吊点位置一致；

7 装配式混凝土楼梯多层叠放时，各层垫块应上下对齐。装配式混凝土楼梯的叠放层数不宜大于 6 层，并采取防止倾覆的措施。

5.7.3 装配式混凝土楼梯装车前应进行检查，吊具、专用运输架应完好、齐全；吊具与装配式混凝土楼梯规格应匹配，吊装时，不应错挂、漏挂。

5.7.4 装配式混凝土楼梯的运输应符合下列规定：

1 宜采用专用运输车进行运输；当采用非专用运输车时，应采取相应的加固、保护措施；

2 装配式混凝土楼梯应平放，并绑扎牢固；楼梯边角和绑扎接触部位应采用柔性垫衬材料保护；车厢板和楼梯间应放入柔性材料；

3 装配式混凝土楼梯堆放高度不应超过运输路线的限高要求。

5.8 构件检验

5.8.1 装配式混凝土楼梯的质量检查与验收应符合国家现行有关标准的规定。

5.8.2 预应力值检测应符合下列要求：

1 预应力张拉机具及仪表应定期维护和校核，并配套标定、配套使用（不超过半年应标定一次）；

2 检测数量：每一工作班抽查预应力筋总数的 1%，且不得少于 3 根；

3 一个构件中全部钢丝预应力平均值与规定值的偏差为 $\pm 5\%$ 。

5.8.3 装配式混凝土楼梯浇筑混凝土前，应进行隐蔽工程检查，检查应包含下列内容：

- 1 钢筋的规格、数量、位置、间距等；
- 2 钢筋的牌号、长度、弯折角度及平直段长度；
- 3 预应力筋及其锚具、连接器和锚垫板的品种、规格、数量、位置；
- 4 钢筋的混凝土保护层厚度；
- 5 预埋件的规格、数量、位置及固定措施；
- 6 预留孔洞的规格、数量、位置及固定措施。

5.8.4 装配式混凝土楼梯脱模后，应进行成品质量检查，检查应包含下列内容：

- 1 外观质量；
- 2 尺寸偏差；
- 3 预埋件、预留插筋的规格、数量、位置；
- 4 预留孔洞的规格、数量、位置。

5.8.5 装配式混凝土楼梯的外观不应有露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、裂缝、沾污等质量缺陷。

5.8.6 装配式混凝土楼梯尺寸偏差及预留孔、预留洞、预埋件、预留插筋的位置和检验方法应符合表 5.8.6 的规定。

表 5.8.6 装配式混凝土楼梯尺寸允许偏差及检验方法

项次	检查项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	±5	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
2	宽度	±3	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
3	侧向弯曲	$L/750$ 且 $\leq 10\text{mm}$	拉线，钢尺量最大弯曲处
4	扭翘	$L/750$	四对角拉两条线，量测两线交点之间的距离，其值的 2 倍为扭翘值

5	表面平整度		3	用 2m 靠尺安放在构件表面上，用楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙
6	对角线差		6	在构件表面，用尺量测两对角线的长度，取其绝对值的差值
7	踏步高		± 2 ，相邻踏步高度差 ≤ 4	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
8	踏步宽		± 2	用尺量两端及中间部，取其中偏差绝对值较大值
9	预埋件	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	± 3	用尺量
10	预留孔洞	中心线位置偏移	5	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		孔尺寸	0, +5	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值

注：L 为装配式混凝土楼梯两端水平投影长度。

5.8.7 装配式混凝土楼梯出厂前应进行质量检验，并形成质量证明文件。质量检验内容应包括外观质量、尺寸偏差、混凝土强度和结构性能检验。

5.8.8 装配式混凝土楼梯的结构性能检验应符合下列规定：

1 同类型装配式混凝土楼梯不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 1 个构件进行结构性能检验。检验要求和试验方法应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定；

2 装配式混凝土楼梯和允许出现裂缝的装配式预应力混凝土楼梯应进行承载力、挠度和裂缝宽度检验；不允许出现裂缝的装配式预应力混凝土楼梯应进行承载力、挠度和抗裂检验；

3 对有可靠应用经验的装配式混凝土楼梯，可只进行裂缝宽度、抗裂和挠度检验；

4 对使用数量较少的装配式混凝土楼梯，当能提供可靠依据时，可不进行结构性能检验；

5 对多个工程共同使用的同类型装配式混凝土楼梯，结构性能检验可共同委托，其结果对多个工程共同有效。

5.8.9 装配式混凝土楼梯的质量证明文件应包括下列内容：

- 1 出厂合格证；
- 2 钢筋检验报告；
- 3 混凝土强度检验报告；
- 4 结构性能检验报告；
- 5 合同要求的其他质量证明文件。

6 施工安装

6.1 一般规定

6.1.1 装配式混凝土楼梯安装施工前应编制专项施工方案，并对施工人员进行安全技术交底。专项施工方案中应有保障安全的措施。

6.1.2 施工现场应根据施工平面规划设置运输道路和堆放场地。运输道路及场地应平整、坚实，并设有排水措施。堆放场地应在吊装设备有效起重范围内。

6.1.3 装配式混凝土楼梯卸放、吊装工作范围内不得有障碍物，不应影响运输道路的正常使用的。

6.1.4 装配式混凝土楼梯的安装宜与结构楼层施工进度一致。

6.2 施工准备

6.2.1 装配式混凝土楼梯安装用材料及配件等应符合国家现行相关标准及产品应用技术手册的规定，并应按照国家现行相关标准的规定进行进场验收，未经验收或验收不合格的产品不得使用。

6.2.2 安装施工前，应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、预留预埋的尺寸偏差等，并应核对装配式混凝土楼梯混凝土强度及配件的型号、规格、数量等符合设计要求。

6.2.3 安装施工前，应复核吊装设备的吊装能力。应按现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 的有关规定，检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态，并核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。

6.2.4 安装施工前，防护系统应按照施工方案进行搭设、验收。高处作业人员应正确使用安全防护用品，宜使用工具式操作架进行安全安装作业。

6.2.5 吊装作业区应实施隔离封闭管理，并应设置警戒线和警戒标识；对无法隔离封闭的，应采取专项防护措施。

6.3 现场安装

6.3.1 装配式混凝土楼梯每班吊装作业前应试吊一次，确认起重设备与通信设施工作正常、吊具连接可靠。

6.3.2 装配式混凝土楼梯每次起吊脱离运输车辆或堆放点时，应适当停顿，确认起吊系统安全可靠后方可继续提升。

6.3.3 装配式混凝土楼梯起吊、移动、就位的全过程中，信号工、司索工、起重机械司机应保持通讯畅通并协调一致。信号不明时不得吊运和安装。

6.3.4 装配式混凝土楼梯吊装除应符合本标准第 5.7.2 条的规定外，还应符合下列规定：

1 应按国家现行有关标准的规定和设计方案的要对吊具进行检查，同时应根据当天的作业内容进行班前安全技术交底；

2 使用专用吊具，保证每个吊点受力均匀一致；

3 应核对装配式混凝土楼梯的规格和编号，吊装过程应严格按编号顺序进行；

4 应垂直吊运，严禁斜拉、斜吊；

5 优先采用从运输车辆上直接吊装，以避免二次倒运；

6 在吊装过程中，宜设置缆风绳控制楼梯转动。

6.3.5 装配式混凝土楼梯吊装就位后，应及时对安装位置、安装标高、平整度、高低差及拼缝尺寸进行校核与调整。

6.3.6 装配式混凝土楼梯安装应符合下列规定：

1 安装前应检查支座顶面标高及支撑面的平整度是否符合设计要求；

2 装配式混凝土楼梯端部的搁置长度应符合设计要求，端部与支承构件之间宜坐浆或设置支承垫块，坐浆或支承垫块厚度不宜大于 20mm；

3 装配式混凝土楼梯的安装孔应穿过主体结构支撑构件上的预埋钢筋或锚栓，预埋钢筋或锚栓的长度、规格、位置应满足设计要求；

4 装配式混凝土楼梯端部接缝宽度应满足设计要求；

5 装配式混凝土楼梯吊装完后应对板底接缝高差进行校核。如板

底接缝高差不满足设计要求，应将构件重新起吊，通过可调托座进行调节。

6.3.7 采用隔震橡胶支座的装配式混凝土楼梯，隔震支座的安装施工应符合现行行业标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360 的有关规定。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 装配式混凝土楼梯的检验批划分和质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

7.1.2 装配式混凝土楼梯隔震支座的验收应符合现行行业标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360 的有关规定。

7.1.3 装配式混凝土楼梯端部接缝和安装孔封堵前，应进行隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包含下列内容：

- 1 装配式混凝土楼梯的搁置长度；
- 2 装配式混凝土楼梯端部安装孔内预埋锚筋或锚栓的长度、规格、位置；
- 3 装配式混凝土楼梯端部接缝宽度。

7.1.4 混凝土结构子分部工程施工质量验收时，应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、装配式混凝土楼梯安装施工图和加工制作详图；
- 2 装配式混凝土楼梯的主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录和抽样复验报告；
- 3 预应力筋安装、张拉的检验记录；
- 4 装配式混凝土楼梯吊装施工记录；
- 5 隔震橡胶支座部件供货企业的合法性证明、支座出厂合格证书、产品性能出厂检验报告、施工安装记录；
- 6 隐蔽工程验收文件；
- 7 装配式结构分项工程质量验收文件；
- 8 其他相关文件和记录。

7.2 主控项目

7.2.1 装配式混凝土楼梯进场时，应检查质量证明文件和标识。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件及质量验收记录；观察标识。

7.2.2 装配式混凝土楼梯的外观不应有严重缺陷，不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量；检查处理记录。

7.2.3 装配式混凝土楼梯上的预埋件、预留孔、预留洞等规格型号、数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

7.2.4 装配式混凝土楼梯端部接缝和安装孔封堵前，应进行隐蔽工程验收，验收内容应符合本标准第 7.1.3 条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；尺量。

7.2.5 隔震橡胶支座应进行见证检验，见证检验的技术内容和要求应符合国家现行标准《橡胶支座 第 3 部分：建筑隔震橡胶支座》GB/T 20688.3 和《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的有关规定。

检查数量：同一生产厂家、同一类型、同一规格的产品，取总数量的 2%且不少于 3 个进行力学性能试验，其中检查总数的每 3 个支座中，取一个进行水平大变形剪切试验。

检验方法：检查检验报告。

7.2.6 隔震橡胶支座的外观质量应符合表 7.2.6 的规定。

表 7.2.6 隔震橡胶支座外观质量要求

缺陷名称	质量指标
表面	光滑平整，防腐涂层均匀光洁，无漏刷
气泡	单个表面气泡面积不超过 50mm ²
杂质	杂质面积不超过 30mm ²

缺胶	缺胶面积不超过 150mm ² ，不得多于 2 处，且内部嵌件不得外露
凹凸不平	凹凸不超过 5mm，面积不超过 50mm ² ，不得多于 3 处
胶钢粘结不牢（上、下端面）	裂纹长度不超过 30mm，深度不超过 3mm，不得多于 3 处
裂纹（侧面）	不应出现
钢板外露（侧面）	不应出现

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，游标卡尺测量，钢尺测量。

7.2.7 隔震橡胶支座的尺寸偏差应符合现行国家标准《橡胶支座 第 3 部分：建筑隔震橡胶支座》GB/T 20688.3 中的有关规定。

检查数量：支座总数的 10%，且不少于 5 个。

检验方法：尺量。

7.2.8 隔震橡胶支座连接件的尺寸偏差、平整度及机械性能应符合现行行业标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360 的有关规定。

检查数量：支座总数的 10%。

检验方法：尺寸偏差采用钢尺测量；平整度采用连接板测量；机械性能检查检测报告。

7.2.9 隔震橡胶支座型号、数量、安装位置应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；检查施工记录。

7.3 一般项目

7.3.1 装配式混凝土楼梯外观质量不应有一般缺陷，对出现的一般缺陷应要求生产企业按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

7.3.2 装配式混凝土楼梯的尺寸偏差应符合本标准表 5.8.6 的规定，设计有专门规定时，尚应符合设计要求。

检查数量：按照进场检验批，同一规格（品种）的构件每次抽检

数量不应少于该规格（品种）数量的 5%，且不少于 3 件。

检查数量：尺量。

7.3.3 装配式混凝土楼梯安装后的尺寸偏差应符合表 7.3.3 要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：尺量

表 7.3.3 装配式混凝土楼梯安装允许偏差及检验方法

项目	允许偏差（mm）	检验方法
中心线位置	5	尺量检查
标高	±5	水准仪或尺量检查
板搁置长度	±10	尺量检查

7.3.4 装配式混凝土楼梯端部接缝和安装孔封堵应均匀、顺直、密实、表面平滑，不应漏填。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件允许时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《工程结构通用规范》 GB 55001
- 2 《组合结构通用规范》 GB 55004
- 3 《钢结构通用规范》 GB 55006
- 4 《混凝土结构通用规范》 GB 55008
- 5 《民用建筑通用规范》 GB 55031
- 6 《建筑防火通用规范》 GB 55037
- 7 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 8 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 9 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 10 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 11 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 12 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 13 《工程结构可靠性设计统一标准》 GB 50153
- 14 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 15 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 16 《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448
- 17 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 18 《建筑隔震设计标准》 GB/T 51408
- 19 《碳素结构钢》 GB/T 700
- 20 《合金结构钢》 GB/T 3077
- 21 《预应力混凝土用钢丝》 GB/T 5223
- 22 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》 GB/T 14370
- 23 《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》 GB/T 14683
- 24 《橡胶支座 第3部分：建筑隔震橡胶支座》 GB/T 20688.3
- 25 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 26 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33

- 27 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
- 28 《建筑施工安全检查标准》 JGJ 59
- 29 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》 JGJ 85
- 30 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》 JGJ 95
- 31 《建筑隔震工程施工及验收规范》 JGJ 360
- 32 《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》 JGJ 366
- 33 《预应力混凝土结构设计规范》 JGJ 369
- 34 《预拌砂浆应用技术规程》 JGJ/T 223
- 35 《建筑钢结构防腐技术规程》 JGJ/T 251
- 36 《建筑隔震橡胶支座》 JG/T 118
- 37 《预制混凝土楼梯》 JG/T 562
- 38 《工厂预制混凝土构件质量管理标准》 JG/T 565
- 39 《聚氨酯建筑密封胶》 JC/T 482
- 40 《聚硫建筑密封胶》 JC/T 483
- 41 《装配整体式混凝土结构设计规程》 DB37/T 5018
- 42 《装配式混凝土结构工程施工与质量验收标准》 DB37/T 5019
- 43 《装配式建筑预制混凝土构件制作与验收标准》 DB37/T 5020

山东省工程建设标准

装配式混凝土楼梯应用技术标准

DB 37/T 5261-2023

条文说明

编制说明

《装配式混凝土楼梯应用技术标准》DB 37/T 5261-2023，经山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局 2023 年 10 月 10 日以 2023 年第 10 号文件批准、发布。

本标准是根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发〈2021 年山东省工程建设标准制修订计划〉的通知》（鲁建标字〔2021〕19 号）的要求，山东省建筑科学研究院有限公司会同有关单位开展了编制工作。

本标准编制过程中，编制组进行了广泛深入的调查，总结并吸收了国内外装配式混凝土楼梯先进标准、技术指南和应用经验，开展了“装配式建筑结构用新型预制预应力混凝土楼梯的研制与开发”专项课题研究，并结合我省装配式混凝土楼梯的工程应用现状，经过认真讨论和修改，编制了本标准。

为了便于广大工程技术人员、科研和高校的相关人员在执行本标准时，能准确理解条文规定，《装配式混凝土楼梯应用技术标准》编制组按章、节、条的顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	36
2	术语和符号	38
2.1	术 语	38
3	材 料	40
4	结构设计	42
4.1	一般规定	42
4.2	作用及作用组合	43
4.3	构件设计	44
4.4	构造要求	45
5	生产运输	47
5.1	一般规定	47
5.2	模 具	48
5.3	钢 筋	48
5.4	预应力	48
5.5	混凝土	49
5.6	脱模与成型	49
5.7	运输与堆放	50
5.8	构件检验	50
6	施工安装	51
6.1	一般规定	51
6.3	现场安装	51
7	质量验收	52
7.1	一般规定	52
7.2	主控项目	52
7.3	一般项目	53

1 总 则

1.0.1 楼梯是建筑结构重要的水平承重构件，承担着建筑内部垂直方向交通运输功能，也是地震灾害发生时的紧急逃生通道。现浇楼梯施工工序繁琐、耗费工时长、环境污染重，强震下作为斜向支撑参与结构抗侧力作用，致使主体结构受力复杂，楼梯及楼梯间由于承担较大的水平作用往往先于主体结构破坏，影响内部人员逃生。

装配式混凝土楼梯具有标准化程度高、安装快捷高效、施工绿色环保等优点，楼梯端部通过设置滑动支座能够消除斜向支撑作用，降低结构抗侧力刚度和地震作用，保证楼梯间结构安全。2020年住房和城乡建设部等九部门印发《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》提出推动构件和部件标准化，加快推进装配式混凝土楼梯等通用部件的工厂化生产，满足标准化设计选型要求，扩大标准化构件和部品部件使用规模，逐步降低构件和部件生产成本。现阶段装配式混凝土楼梯成为我国建筑工业化应用最为成熟、标准化最高的结构部品。

随着装配式混凝土楼梯跨度增加，结构自重也随之增长，尤其大型预制剪刀楼梯，自重通常大于5t。楼梯跨度、自重增加导致构件运输、安装需要大型运输车辆和大吨位塔吊，大大增加了构件运输及安装费用。实际工程调查发现，大跨钢筋混凝土楼梯在起吊、运输及安装时存在开裂现象。板底开裂影响建筑室内美观，给用户带来一定的心理恐慌，另外构件开裂也会影响主体结构的竣工验收，增加施工建造成本和周期。

针对上述大型装配式混凝土楼梯存在自重大、易开裂等问题，山东省建筑科学研究院有限公司联合设计、生产、施工等相关单位开展了“装配式建筑结构用新型预制预应力混凝土楼梯的研制与开发”的专项课题研究工作。本课题列入2018年山东省住房城乡建设科技计划项目，2021年完成课题验收与评价工作。验收与评价委员会一致认为课题成果具有广阔的推广应用前景。为加快推进山东省装配式混凝土楼

梯新技术、新工艺、新产品的推广应用，促进建筑产业转型升级与工业化建造技术的持续发展，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下地区，无特殊使用环境和条件下的普通单层或多层工业与民用建筑。一类、二 a 类环境根据《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行定义，其中一类环境为室内干燥环境、无侵蚀性静水浸没环境；二 a 类环境包括室内潮湿环境、非严寒和非寒冷地区的露天环境、非严寒和非寒冷地区的无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境、严寒和寒冷地区的冰冻线以下与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境。

本规程未包括环境类别为二 b 类、三 a 类、三 b 类、四类、五类的楼板，如需采用，应进行专门论证。当建筑处于特殊使用环境和条件时，如高温高湿、腐蚀环境、承受动力荷载等，应根据具体情况进行专项设计。

1.0.3 本标准针对装配式混凝土楼梯的设计、生产、施工及验收编制而成，凡本标准未规定的部分应符合国家及山东省现行相关标准的规定。现行国家及山东省相关标准包括《工程结构通用规范》GB 55001、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《钢结构通用规范》GB 55006、《组合结构通用规范》GB 55004、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565、《预制混凝土楼梯》JG/T 562、《装配整体式混凝土结构设计规程》DB37/T 5018、《装配式混凝土结构工程施工与质量验收标准》DB37/T5019、《装配式建筑预制混凝土构件制作与验收标准》DB37/T 5020 等。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.2 装配式板式楼梯由梯段斜板、休息平台、平台梁组成，具有受力简单、施工方便的优势，是民用建筑中最为常见的一种装配式混凝土楼梯结构形式。装配式板式楼梯有单跑楼梯、双跑楼梯、三跑楼梯等。

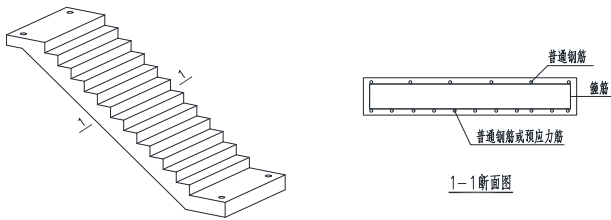


图1 预制板式楼梯示意

2.1.3 装配式梁式楼梯是带有斜梁的预制混凝土楼梯，由踏步板、斜梁、平台梁和平台板组成。踏步板支承在斜梁上，斜梁和平台板支承在平台梁上，平台梁支承在主体结构竖向承重构件上。装配式梁式楼梯具有节省材料、降低自重的优点，适用于建筑楼层较高、跨度较大的情况。

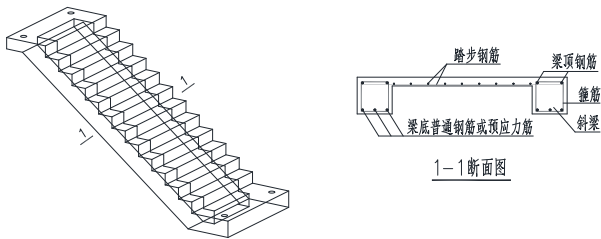


图2 预制梁式楼梯示意

2.1.4 装配式混凝土楼梯的自重随结构跨度增大显著增加，尤其是大型预制剪刀楼梯，自重往往达到 5t 以上。楼梯跨度、自重增加导致构件制作、运输及安装困难。调查研究发现，大型预制钢筋混凝土楼梯在制作、运输及安装过程中普遍存在板底开裂问题，影响工程验收与正常使用功能。

依据 2018 年山东省住房城乡建设科技计划项目“装配式建筑结构用新型预制预应力混凝土楼梯的研制与开发”的课题研究结果，与普通装配式混凝土楼梯相比，装配式预应力混凝土楼梯的结构自重可降低 20%以上，而抗裂能力可显著提高。

3 材 料

3.0.2 装配式混凝土楼梯采用工业化生产方式，易于控制质量，因此对其混凝土最低强度等级提高至 C30。对于装配式预应力混凝土楼梯，由于预应力筋强度较高且施加预拉力，为提高材料利用效率，要求混凝土强度最低等级进一步提高至 C40。

装配式混凝土楼梯通常采用立模生产，装配式梁式楼梯由于结构构造原因，斜梁部分区域混凝土振捣困难。为保证装配式梁式楼梯成型后混凝土密实，外观无质量缺陷，宜采用自密实混凝土浇筑。

3.0.4 装配式混凝土楼梯的普通受力钢筋宜优先选用强度高、延性好、可焊性和机械连接性能优良的 HRB 系列普通热轧带肋钢筋。装配式预应力混凝土楼梯采用先张法制作，其预应力筋宜采用消除应力螺旋肋钢丝。

3.0.8 为方便施工、吊装可靠，并避免外露金属件锈蚀，装配式混凝土楼梯的吊装方式宜优先采用内埋式螺母或内埋式吊杆。这些部件及配套的专用吊具应根据国家现行相关标准及产品应用技术文件选用。吊具的产品质量、安装质量及吊装方法是影响装配式混凝土楼梯吊装安全和工程质量的关键因素，应高度重视。内埋式吊具应严格按照相关表和产品手册进行型式检验和进场检验。内埋式吊具宜采用辅助构造措施，避免发生脆性破坏。

3.0.9 装配式混凝土楼梯与支承构件之间一般采用简支连接，装配式混凝土楼梯端部的转动与滑动能力应满足结构层间位移要求，因此楼梯端部与支承构件之间的接缝密封胶应具有良好的变形能力。除此之外，密封胶应具有良好的不透水性、环保性、蠕变性、可维修性及良好的耐久性，不应与基材发生不良物理化学反应，不应对环境造成污染。

3.0.11 为降低高设防烈度地区强烈地震引发的次生灾害，大型装配式混凝土楼梯下端与主体结构之间宜采用隔震支座连接。隔震支座需要

满足楼梯支承所需的竖向承载力、竖向和水平刚度、水平变形能力等性能要求，并且使用年限不应低于建筑结构设计工作年限。

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 模数化、标准化设计是实施工业化建筑的有效手段。装配式混凝土楼梯应做到模数化、标准化设计，同类型建筑宜采用固定用几种楼梯规格种类，进而提高模具重复使用率，降低造价，发挥工业化建造的技术优势。

4.1.2 楼梯作为结构重要的水平构件和逃生通道，其安全等级和设计工作年限应与主体结构一致。

4.1.3 装配式混凝土楼梯与主体结构应有可靠连接，避免地震作用下发生坠落，造成人员伤亡和逃生通道失效。

4.1.4 按照现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 及《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的规定，对结构构件的短暂设计状况、持久设计状况应按承载能力极限状态进行计算，并对正常使用极限状态进行验算。短暂设计状况包括装配式混凝土楼梯的脱模、吊运、堆放、安装等工况。持久设计状况是指建筑结构使用过程中一定出现且持续期很长的设计状况。

4.1.7 装配式混凝土楼梯与支承构件之间一般采用简支连接，一端为固定铰，另一端为滑动铰。这种连接方式能够有效释放楼梯的斜撑效应，降低楼梯对主体结构刚度的影响。为防止大型装配式混凝土楼梯在强震下发生坠落，其端部与支承构件之间宜采用隔震连接。通过理论分析得出，装配式混凝土楼梯端部采用隔振支座连接时，楼梯对结构整体刚度和构件内力的影响与简支连接方式相差不大，结构整体计算时亦可不考虑装配式混凝土楼梯对主体结构的影响。

4.1.9 装配式混凝土楼梯的耐火极限应根据建筑类别、耐火等级确定。楼梯下部普通钢筋和预应力钢丝的保护层厚度应分别满足现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037 和《建筑设计防火规范》GB 50016 中耐火极限的要求。

4.2 作用及作用组合

4.2.1 根据现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666，施工阶段短暂设计状况验算采用的等效荷载标准值应符合下列规定：

1 脱模验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍；其中，动力系数不宜小于 1.2；脱模吸附力应根据实际状况取用，且不宜小于 1.5kN/m^2 。

2 运输和吊运验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数，动力系数宜取 1.5。

3 施工验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数，动力系数可取 1.2。

4.2.4 国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369 均对张拉控制应力做出了如下规定：

1 消除应力螺旋肋钢丝、钢绞线：

$$\sigma_{\text{con}} \leq 0.75f_{\text{ptk}}$$

2 中强度预应力钢丝：

$$\sigma_{\text{con}} \leq 0.70f_{\text{ptk}}$$

3 预应力螺纹钢筋：

$$\sigma_{\text{con}} \leq 0.85f_{\text{pyk}}$$

式中： f_{ptk} 为预应力筋极限抗拉强度标准值， f_{pyk} 为预应力螺纹钢筋屈服强度标准值。

当符合下列情况之一时，上述张拉控制应力限值可相应提高 $0.05f_{\text{ptk}}$ 或 $0.05f_{\text{pyk}}$ ：

1) 要求提高构件在施工阶段的抗裂性能而在使用阶段受压区内设置的预应力筋；

2) 要求部分抵消由于应力松弛、摩擦、钢筋分批张拉以及预应力筋与张拉台座的温度等因素产生的预应力损失。

消除应力钢丝、钢绞线的张拉控制应力不应小于 $0.4f_{\text{ptk}}$ ，预应力螺纹钢筋的张拉控制应力不宜小于 $0.5f_{\text{pyk}}$ 。

国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《预应力混凝土

土结构设计规范》JGJ 369 规定的引起预应力损失的因素包括六项，分别是张拉端锚具变形和预应力筋的内缩、预应力筋的摩擦、预应力筋与张拉设备的温差、预应力筋的应力松弛、混凝土的收缩和徐变、混凝土弹性压缩以及采用螺旋式预应力筋作为配筋的环形构件的混凝土局部挤压（直径不大于 3m 时），并给出了每种预应力损失的计算方式。两本标准同时对先张法预应力总损失值的下限进行了规定，即先张构件预应力总损失值不小于 $100\text{N}/\text{mm}^2$ 。

4.3 构件设计

4.3.2 装配式混凝土楼梯在翻转、运输、吊运、堆放及安装过程中，可简化为吊点或支撑作为简支支座的单向带悬臂的简支梁或连续梁。

对于装配式混凝土板式楼梯，简化后的简支梁或连续梁的截面为梯段板的横断面，不考虑踏步混凝土，按照最不利截面计算。对于装配式混凝土梁式楼梯，简化后简支梁或连续梁截面为梯段斜梁横断面。对于两侧均有斜梁的预制梁式楼梯，可将上部荷载等分，简化成一根斜梁计算。

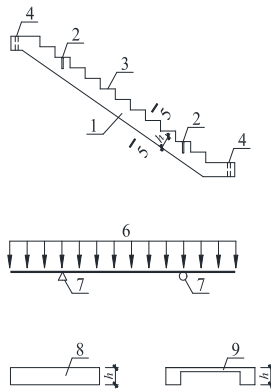


图 3 装配式混凝土楼梯吊装计算简图

1—装配式混凝土楼梯；2—吊点；3—踏步；4—安装孔；5—计算截面；6—等效均布荷载；7—等效简支支座；8—板式楼梯计算截面；9—梁式楼梯计算截面

4.3.7 装配式混凝土楼梯正常使用极限状态下的验算内容包括挠度、抗裂或裂缝宽度。根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定，装配式钢筋混凝土楼梯的最大挠度计算应按荷载的准永久组合，装配式预应力混凝土楼梯的最大挠度计算应按荷载的标准组合，并均应考虑荷载长期作用的影响进行计算。裂缝控制等级为一级、二级时，按照荷载标准组合计算；受力裂缝控制等级为三级时，装配式钢筋混凝土楼梯的最大裂缝宽度计算应按荷载的准永久组合，装配式预应力混凝土楼梯的最大裂缝宽度计算应按荷载的标准组合，并均应考虑荷载长期作用的影响。

4.4 构造要求

4.4.6 先张法预应力筋传递长度范围内的局部挤压造成的环向拉应力容易导致构件端部混凝土出现劈裂裂缝。因此端部应采取构造措施保证局部承载能力。

4.4.8 图 4 给出了装配式混凝土楼梯与主体结构连接构造示意图。

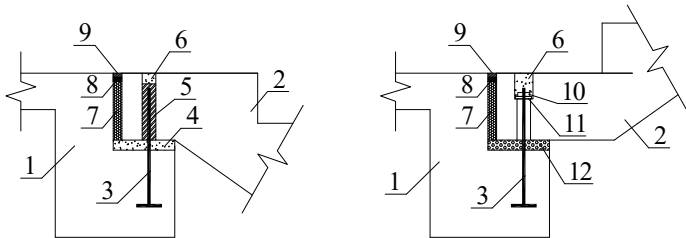


图 4 装配式混凝土楼梯简支连接节点示意图

1—梯梁；2—装配式混凝土楼梯；3—预埋锚筋或锚栓；

4—水泥砂浆找平层；5—灌浆料；6—封堵砂浆；7—填充聚苯板；8—PE 棒；

9—密封胶；10—螺母；11—垫片；12—油毡

4.4.9 时程分析结果表明，强震作用下采用简支连接的大型装配式混凝土楼梯端部水平位移和竖向振动较为显著，此时楼梯极易发生坠落，后果不堪设想。为降低强震下的次生灾害，避免装配式混凝土楼梯发生坠落，大型装配式混凝土楼梯下端与支承构件之间宜采用隔震支座

连接。隔震支座连接的构造示意图 5。

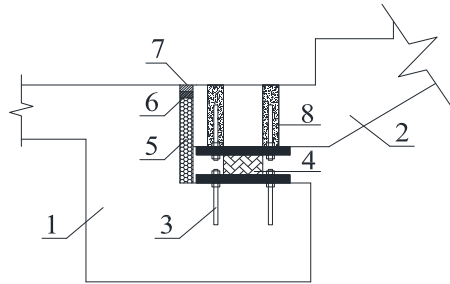


图 5 装配式混凝土楼梯隔震连接构造示意图

- 1—梯梁；2—装配式混凝土楼梯；3—预埋锚栓；4—隔震支座；
5—填充聚苯板；6—PE 棒；7—密封胶；8—灌浆料

4.4.11 层间位移角是控制结构性态的重要指标，层间位移角限值用于保证结构具有足够的刚度和抗震安全性。现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 提出了抗震设防的三水准要求，其中在罕遇地震作用下结构主体允许遭遇严重破坏但不应倒塌，并给出了罕遇地震作用下薄弱层的弹塑性层间位移角限值。

装配式混凝土楼梯作为地震发生时的逃生通道，考虑其重要性，本标准规定装配式混凝土楼梯端部隔震橡胶支座在罕遇地震作用下的水平位移不应小于规范规定的弹塑性层间位移限值的 1.2 倍。

5 生产运输

5.1 一般规定

5.1.1 技术交底包括制定生产工艺方案、生产计划、操作程序、质量控制措施、成品保护、运输与堆放要求等内容。装配式混凝土楼梯的设计需综合考虑制作、脱模、运输、安装的要求，采用标准化的尺寸和构造形式，减少构件种类，保证制作简单、运输安装方便。当设计文件深度不足以指导生产时，需要生产单位或专业公司另行制作加工详图。加工详图包括构件布置、模具图、配筋图、预留孔洞及预埋件布置图等。如果加工详图与设计文件意图不同时，应经原设计单位认可。

5.1.2 首件验收应重点检查模具、构件、预埋件、混凝土浇筑成型等过程中存在的问题，确认该批预制构件生产工艺是否合理，质量是否能够得到保障，共同验收合格后方可批量生产。

5.1.4 检验时对新制或改制后的模具应按件检验，对重复使用的定性模具、钢筋半成品和成品应分批随机抽样检验，对混凝土性能应按批检验。模具、钢筋、混凝土、预制构件制作等质量均应在生产班组自检、互检和交接检的基础上，由专职检验员进行检验。

5.1.5 装配式混凝土楼梯检查合格后，应在明显位置设置表面标识。表面标识的内容宜包括构件编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息。装配式混凝土楼梯交付时，应提供质量证明文件。

5.1.6 装配式混凝土楼梯生产、运输、堆放及质量检查与验收的国家现行有关标准有《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366、《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565 等。

5.2 模 具

5.2.1 模具设计应考虑多次重复利用，节省材料和成本。

5.2.2 先张预应力混凝土楼梯采用先张法制作，预应力筋张拉时模具局部受力较大，模具的强度、刚度和整体稳固性尚应满足预应力筋张拉与锚固的要求。

5.2.5 对新模具和改制后的模具，需加强尺寸检查，合格后方可投入生产。数显卷尺、数显卡尺以及数显塞尺的操作方式与传统设备相同，却可以明显提升检测效率和检测结果的准确性。

5.3 钢 筋

5.3.1 钢筋采用专用自动化机械设备调直、切割、弯折和焊接，可有效保证钢筋加工质量和效率。

5.3.2 钢筋安装牢固并保证位置准确，是钢筋安装的基本要求。保证钢筋的混凝土保护层厚度的措施主要指采用各种定位件。定位件的数量、间距和固定方式应能保证钢筋的位置偏差符合国家现行有关标准的规定。

5.4 预应力

5.4.1 预应力混凝土楼梯生产应编制专项方案，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。预应力混凝土楼梯专项方案宜包括生产顺序、工艺流程、生产质量要求、资源配置和质量保证措施、生产安全要求和保证措施等。

5.4.2 由于预应力筋过度受热会降低力学性能，因此不得采用电弧或气焊切断。

5.4.6 张拉预应力筋的目的是得到设计希望的预应力，而伸长值校核是为了判断张拉质量是否达到设计规定的要求。如果各项参数都与设计相符，一般情况下张拉力值的偏差在 $\pm 5\%$ 范围内是合理的，考虑到实际工程的测量精度及预应力筋材料参数的偏差等因素，适当放松了对伸长值偏差的限值，将其最大偏差放宽到 $\pm 6\%$ 。

5.4.7 预应力筋的张拉顺序应使混凝土不产生超应力、构件不扭转与

侧弯，因此，对称张拉是一个重要原则，对张拉比较敏感的结构构件，若不能对称张拉，也应尽量做到逐步渐进的施加预应力。

预应力工程的重要目的是通过配置的预应力筋建立设计希望得准确的预应力值。然而，张拉阶段出现预应力筋的断裂，可能意味着，其材料、加工制作、安装及张拉等一系列环节中出现了问题。同时，由于预应力筋断裂或滑脱对结构构件的受力性能影响极大，因此，规定应严格限制其断裂或滑脱的数量。先张法预应力构件中的预应力筋不允许出现断裂或滑脱，若在浇筑混凝土前出现断裂或滑脱，相应的预应力筋应予以更换。本条控制的不仅是张拉质量，同时也是对材料、制作、安装等工序的质量要求。

5.5 混凝土

5.5.2 混凝土浇筑过程中，需要进行充分有效振捣，避免出现漏振造成蜂窝麻面现象。振捣棒振捣过程中，不宜触碰模具、钢筋、预埋件、预埋线盒等，以免发生位置、尺寸偏差。对洒落的混凝土应及时清理。

5.5.3 加热养护可加速混凝土凝结硬化，缩短脱模时间，加快模板的周转，提高生产效率。当采用加热养护时，需要通过试验确定合适的养护温度曲线，对静停、升温、恒温、降温时间进行控制，避免产生混凝土收缩裂缝。加热养护制度应通过试验确定，宜采用加热养护温度自动控制装置。宜在常温下预养护 2h~6h，升、降温速度不宜超过 20℃/h，最高养护温度不应超过 70℃。预制构件脱模时的表面温度与环境温度的差值不宜超过 25℃。

5.6 脱模与成型

5.6.2 装配式混凝土楼梯的吊装方式及相应吊具需根据构件尺寸、重量和作业半径等进行选择和设计。当吊索与装配式混凝土楼梯的夹角小于 60°时，需设置分配梁或分配桁架。吊运前，应按国家现行有关标准的规定和设计方案要求对吊具进行检查，符合吊装设备的吊装能力。

5.7 运输与堆放

5.7.1 预制构件的堆放和运输涉及质量安全要求，需按设计要求、工程和产品特点制定运输、堆放方案，对重点控制环节提出质量安全保证措施，制定运输与堆放方案。

5.8 构件检验

5.8.1 预制构件质量检查与验收的国家现行有关标准主要有《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231，行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1、《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366、《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565 等。

5.8.8 装配式混凝土楼梯应进行结构性能检验。本条规定了装配式混凝土楼梯的结构性能检验基本要求。结构性能检验通常应该在构件进场时进行，但考虑检验方便，通常在工程各方参与在预制构件生产场地进行。

有可靠应用经验是指该单位生产的装配式混凝土楼梯已经在多个实际工程中应用，没有出现严重或一般质量问题。使用数量较少是指装配式混凝土楼梯数量在 50 件以内，可以采用近期完成的合格结构性能检验报告作为可靠依据。

多个工程共同使用的同种类型装配式混凝土楼梯，可以在多个工程的施工、监理单位见证下共同委托进行结构性能检验，其结果对多个工程有效。值得注意的是，多个工程共同委托时，装配式混凝土楼梯检验批容量为 1000 件。“同类型”是指同一钢种、同一混凝土强度等级、同一生产工艺和同一结构形式。抽取装配式混凝土楼梯时，宜从设计荷载最大、受力最不利或生产数量最多的预制构件中抽取。

6 施工安装

6.1 一般规定

6.1.1 专项施工方案应按规定程序审批。专项施工方案应包含施工现场平面布置、构件转运路线、道路条件及吊装方案等；对涉及结构安全和人身安全的内容，应有明确的规定和相应的措施。

6.1.2 施工现场需根据装配化建造方式要求布置施工总平面，宜规划主体装配区、构件堆放区、材料堆放区和运输道路。装配式混凝土楼梯运输到施工现场后，可根据场地平面布置，分单元合理安排堆放，便于现场吊装施工。预制构件临时堆放场地需布置在吊装机械覆盖范围内，避免二次搬运。

6.3 现场安装

6.3.2 开始起吊时，将装配式混凝土楼梯吊离运输车辆或堆放点200mm~300mm后停止起吊，检查楼梯平衡性和吊点位置情况、起重设备的稳定性、制动系统的可靠性等，确认系统安全可靠后方可继续起吊。

6.3.3 装配式混凝土楼梯吊装时，至少安排两个信号指挥员与起重机械司机沟通。起吊时以下方信号指挥员的发令为准，安装时以上方信号指挥员的发令为准。司索工是指吊装作业中主要从事地面吊具准备、捆绑挂钩、摘钩卸载等工作的工人，多数情况还担任指挥任务。司索工的工作质量与整个吊装作业安全关系极大。根据行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59规定，起重机作业应设专职信号指挥员和司索工，一人不得同时承担信号指挥和司索作业。

6.3.7 采用隔震橡胶支座的装配式混凝土楼梯，施工单位应制定详细的支座安装施工流程，并应由设计单位、监理单位、建设单位相关人员确认。

7 质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 对于分项工程的划分，装配式混凝土楼梯应隶属于装配式结构分项工程，其检验批划分及质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 中装配式结构分项工程的有关规定。

7.1.2 采用隔震连接的装配式混凝土楼梯，其隔震支座检验、施工及验收应符合现行行业标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360 的有关规定。

7.1.4 没有采用隔震橡胶支座的装配式混凝土楼梯，可不提供隔震橡胶支座相关的供货企业的合法性证明、支座出厂合格证书、产品性能出厂检验报告、施工安装记录等。

7.2 主控项目

7.2.1 质量证明文件包括产品合格证书、混凝土强度检验报告及其他重要的检验报告等；装配式混凝土楼梯的钢筋、混凝土原材料、预应力材料、预埋件等均应按照本标准和国家现行有关标准的规定进行检验，其检验报告在装配式混凝土楼梯进场时可不提供，但应在预制构件生产企业存档保留，便于随时查阅。

7.2.2 装配式混凝土楼梯的外观质量不允许存在严重缺陷，外形尺寸不允许存在影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。外观质量缺陷和影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差应按照本标准第 5.8.6 条进行检验和判断。对于外观质量存在严重缺陷或有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差的装配式混凝土楼梯，应做退场报废处理。

7.2.3 装配式混凝土楼梯进场时，应按照设计要求对每件装配式混凝土楼梯上的预埋件、预留孔洞等的规格型号、数量及位置进行检查，

合格后方可进场，避免在楼梯安装过程中发现问题造成停工等不必要损失。对于预埋件、预留孔洞等存在问题时，应和设计协商处理方案，如果设计不同意处理应作退场报废处理。

7.2.5 隔震橡胶支座作为高烈度区连接大型装配式混凝土楼梯重要的关键结构元件，必须严格进行进场检验，保证在较大地震作用下能够可靠地发挥作用。橡胶支座见证检验的技术内容包含压缩性能、剪切性能、水平极限变形能力等，检验方法及要求详见国家现行标准《橡胶支座 第3部分：建筑隔震橡胶支座》GB/T 20688.3 和《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118 的有关规定。

7.2.7 橡胶支座的尺寸偏差包含支座平面尺寸、支座高度等内容。隔震橡胶支座尺寸的具体测量方法如下：对圆形支座，应在2个不同位置测量直径值，应在圆周上的4个不同位置测量高度值，此4点的2条连线应互相垂直并通过圆心。对矩形支座，应在每边的2个不同位置测量边长值，应在截面的4个角点位置测量高度值。支座平面和高度值为测量值的平均值。

7.2.8 现行行业标准《建筑隔震工程施工及验收规范》JGJ 360 给出了橡胶支座连接件尺寸偏差、平整度的检验方法及合格标准，具体应用时可参考该标准执行。支座连接板的机械性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《合金结构钢》GB/T 3077 的有关规定，并具有出厂质量证明书；钢材牌号不清或对材质有疑问时应予复检，符合标准后方可使用。

7.3 一般项目

7.3.1 装配式混凝土楼梯外观质量不应存在一般缺陷。对于出现一般缺陷的装配式混凝土楼梯，应由预制构件生产企业按照技术方案进行处理，并重新检查验收。