

# 预制楼梯安装工艺

付静怡, 周庆, 郑梓豪, 文川

(重庆大学土木工程学院, 重庆40045)

**摘要:** 预制楼梯是产业化住宅的重要构件之一。根据预制楼梯的特点提出了从生产制作、运输存放到现场安装、后浇钢筋混凝土板施工等一整套施工工艺流程。预制楼梯构件采用工厂化生产, 用平板车运输至施工现场。梯段板与楼梯中部的梯梁通过聚四氟乙烯板滑动支座实现连接, 并在下梯段与梯梁间伸缩缝处安装挤塑聚苯板。浇筑楼梯板后浇带时采用膨胀混凝土进行浇筑。最后通过综合效益分析表明预制楼梯适合大规模应用和推广。

**关键词:** 预制楼梯; 施工工艺; 滑动支座; 预制

**中图分类号:** TU375 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-4764(2015)S1-0139-04

## The construction technology of prefabricated monolithic staircase

Fu Jingyi, Zhou Qing, Zheng Zihao, Wen Chuan

(College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

**Abstract:** Prefabricated staircases are one of the most important elements of industrial buildings. The complete construction procedures are demonstrated, including the manufacture of the component, the transportation, the installation in the field, and the concrete placing of stair landing. The prefabricated staircase components are industrially manufactured in the plants, and are transported to the field by the flat-bed trailer. The waist slab and the steps beam are connected by sliding support made by tetrafluoroethylene plate, and are installed with extruded polystyrene between the descending ladder and in the expand joint between steps beam. Expansive concrete is placed to form a stair slat. By further comprehensive consideration, it is evident that prefabricated monolithic staircases are suitable for large-scale application.

**Key words:** prefabricated staircase; construction technology; sliding support; monolithic structure

预制楼梯在建筑工业化中占有重要的地位, 楼梯作为非承重构件, 是建筑中垂直交通的重要组成部分, 并且楼梯具有楼梯间形式规整, 尺寸统一等特点, 是最具有大规模推广应用前景的预制构件之一。预制楼梯符合绿色、生态、可持续发展的理念, 具有标准化程度高, 成型质量好, 施工安装速度快, 可大规模生产等优点, 能改善现场施工环境, 减少建筑材料的浪费, 缩短施工周期<sup>[1-2]</sup>。但目前预制楼梯的施工尚存在许多问题, 施工缺乏技术性, 没有形成成熟

的施工方法, 不重视楼梯构件的堆放和保护, 导致预制构件受损, 质量下降<sup>[3]</sup>, 使得预制楼梯的优势不能充分发挥出来。从解决预制楼梯的生产制作、运输存放和施工现场安装等问题出发, 通过工程实践积累和总结形成了一套完整的预制楼梯施工工艺, 着重解决预制楼梯的施工难题。

### 1 工艺特点

目前普通高层和多层建筑楼梯多数为剪刀楼

梯,工艺针对图 1 所示混凝土结构预制剪刀楼梯提出了一套具体的施工方法。

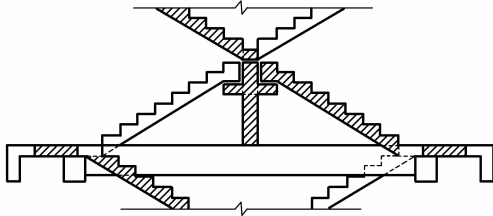


图 1 预制剪刀楼梯

预制楼梯梯段采用立式模具浇筑,成型质量好,不需要二次装饰,防止了楼梯因二次装饰而产生的空鼓开裂等质量通病。楼梯模板为钢材制作,可回收利用,模板组装简便,周转次数高,一套模具至少可生产 400 件以上的梯段。在楼梯结构形式、层高、楼梯间梯段的各项尺寸数据一致的情况下,预制楼梯梯段可以通用。整体楼梯梯段安装采用常规的 QTZ63 塔吊和手动葫芦相结合的吊装方式,速度快,完全能够满足主体施工进度需要。

## 2 材料与设备

预制楼梯构件的模具采用 Q235 钢制作,预制构件所使用的混凝土均采用 C30 商品混凝土,水泥、骨料、外加剂、掺合料和水等质量应符合现行有关标准的规定。根据混凝土强度等级、耐久性和工作性等要求进行配合比设计,并经试配确定混凝土生产配合比。混凝土性能应满足浇筑时塌落度不宜小于 140 mm;脱模强度(20 h)不低于 15 MPa。

施工中使用的主要机具设备见表 1。吊装机械设备与吊具的选择应符合楼梯混凝土构件形状、尺寸、重量和作业半径等要求,并经计算取最大单体构件重量,即按照不利状况的取值标准计算,确保使用安全。

表 1 主要施工机械设备表

设备名称	用量
QTZ63 塔吊	1 台
2T 手动葫芦	4 台
钢丝绳(直径 13 mm)	4 副
吊链	2 副
起吊接驳器	4 个
卸扣(D24)	10 个

## 3 预制楼梯构件的生产

### 3.1 楼梯模具设计及安装

预制楼梯模具设计应考虑混凝土浇筑、脱模、翻

转、起吊强度、刚度和稳定性要求,且便于支、拆和钢筋安放及浇筑混凝土。模具表面应平整、光滑,并应充分考虑防腐防锈措施。

### 3.2 楼梯构件的制作

预制构件制作应遵循设计方案进行操作,严格控制构件制作误差,确保结构的质量和精度。先根据图纸和钢筋下料表对钢筋进行切断、弯曲等加工,并绑扎成型。浇筑前检查钢筋笼和预埋件位置是否正确,混凝土拌合物入模温度不应低于 5 ℃,且不应高于 35 ℃。混凝土应分层浇筑,分层厚度 $\leq 500$  mm,将混凝土运输、输送入模的过程中应使混凝土连续浇筑,以保证其均匀性和密实性。混凝土振捣可采用插入式振动棒或附着振动器,必要时可采用人工辅助振捣。采用自然养护的方法,浇筑完成后需覆盖并按时浇水保持湿润,楼梯拆模后应按时浇水保持一定湿度,使其强度正常发展。混凝土浇筑后,在混凝土初凝前和终凝前,分别对混凝土裸露表面进行抹面处理<sup>[4]</sup>。楼梯拆模起吊前检验同条件养护的混凝土试块强度,当平均抗压强度达到 15 MPa 以上方可脱模<sup>[5]</sup>,否则继续进行养护。楼梯构件采用吊梁起吊。产品拆模后吊至指定存放地点,对刷缓凝剂位置的混凝土表面洗刷出抗剪粗糙面。脱模后对构件产生的不影响结构性能、钢筋、预埋件的局部破损和构件表面的非受力裂缝,用修补浆料对表面或裂缝进行修补。

## 4 构件运输和现场堆放

预制楼梯构件混凝土强度达到设计强度时方可运输。选用低平板车运输,楼梯构件按其受力要求水平重叠平运<sup>[6]</sup>,各层之间放 100 mm $\times$ 100 mm 木方支垫。为防止产品滑移或倾覆,应用绑带、撑杆、葫芦等对产品进行加固,与楼梯构件接触部位应采用柔性垫衬材料加以保护。

构件运送到施工现场后,应按规格、品种、吊装顺序分别设置堆场,并覆盖塑料薄膜防止污染构件。堆放场地应平整且具有足够承载力,设置在吊车范围内,堆垛之间宜设置通道。

预制楼梯堆放采用平放,预埋吊点应向上。楼梯构件堆放层与层之间应设置支垫,每层至少设置 2 条支垫,最下面一层支垫宜通长设置。楼梯各层构件间的支垫应上下对齐,保持在一条垂直线上。楼梯构件需水平堆放 2 层时,应考虑构件的稳定性和支垫的可靠性,必要时应设置支架(图 2)。

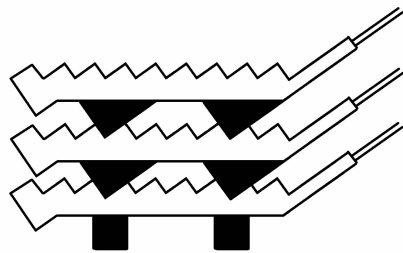


图2 预制楼梯构件的运输和堆放形式

## 5 预制楼梯现场安装

### 5.1 施工准备

施工前应根据预制楼梯的设计图纸编制专项施工方案,根据现场条件设置专门的楼梯构件堆场,将构件按型号、出厂顺序、吊装顺序分别堆放<sup>[7]</sup>。检查核对构件编号,确定安装位置,并对吊装顺序进行编号。养护用水、施工用电等在施工前准备就绪,并配备必要的备用供电设备。

### 5.2 安装前测量定位

安装施工前应在已施工完成的结构和楼梯构件上进行测量放线,设置安装定位标志。楼梯构件的竖向与水平安装线应与楼层安装位置线相符合。混凝土构件安装位置线由控制线引出,每个混凝土构件横竖两个方向应各设置不少于2条的安装位置线。在现浇的梯梁上安装楼梯构件前,应根据高程控制点对梯梁面的标高和控制线进行复核。楼梯侧面距结构墙体预留30 mm空隙,为后续初装的抹灰层预留空间;梯井之间根据楼梯栏杆安装要求预留40 mm空隙。在楼梯段上下口梯梁处铺20 mm厚C25细石混凝土找平灰饼<sup>[8]</sup>。

### 5.3 安装聚四氟乙烯滑动支座

梯梁和梯梁挑耳表面找平3 d后,开始安装聚四氟乙烯滑动支座<sup>[9]</sup>。先把聚四氟乙烯板切割成250 mm×1 200 mm若干块,再在每块聚四氟乙烯板上用直径8 mm钻头均匀地钻14个孔。把钻好孔的聚四氟乙烯板安放在楼梯中部的梯梁和挑耳表面上,再用红铅笔在梁面和挑耳面对钻孔位置进行标记,然后采用直径8 mm钻头的电锤进行钻孔,钻孔深度为100 mm。钻好孔后用鼓风机吹尽孔内的灰尘,用植筋胶填满孔内空隙。把聚四氟乙烯板重新安放在梁面上,聚四氟乙烯板上钻的孔应和梁面上钻的孔一致,接着把植筋胶挤入孔内,最后把直径4 mm长70 mm的不锈钢平头螺钉钉入孔内,平头螺钉帽平聚四氟乙烯板,用5 kg重物将聚四氟乙

烯板和平头螺钉压住,待24 h后植筋胶硬化再把重物移开。四氟乙烯滑动支座示意图如图3。

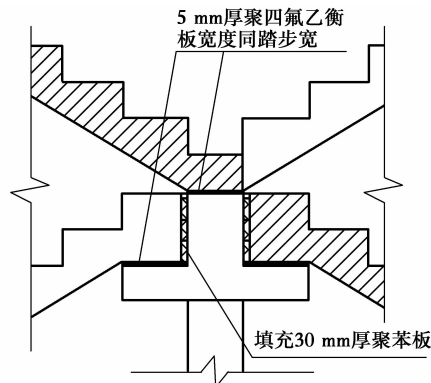


图3 聚四氟乙烯滑动支座细部构造

### 5.4 预制楼梯板安装就位

现场安装采用QTZ63塔吊(50 m),吊装时应保证楼梯构件的吊装受力状态与安装受力状态一致。具体安装步骤如下<sup>[8]</sup>

1)塔吊吊钩下端挂2根同样长的钢丝绳,每根钢丝绳下部吊一手动葫芦,然后通过钢丝绳把手动葫芦与预制构件连接。

2)采用塔吊提升构件,保证预制楼梯离地800 mm,然后进行梯段角度调整<sup>[10]</sup>。

3)把梯段用塔吊从楼梯井内吊运至安装楼层,然后用手动葫芦进行梯段吊装角度调整,调整的角度应预先经过计算所得。

4)预制楼梯角度到位后,采用塔吊水平移动并下落至安装位置面以上50 mm处,再用手动葫芦进行微调到位,最后下落安置。在下落安置的过程中根据安装控制线随时用撬棍进行微调。

5)梯段安装好后,在下梯段与梯梁间伸缩缝处安装挤塑聚苯板<sup>[11-12]</sup>。

6)安装完成后对楼梯的梯步、净空、预埋件等尺寸、位置进行复查,合格后采用废旧模板,加工成踏步形状,对楼梯踏步进行保护,防止现浇墙、梁时,对预制梯段的污染,以及转运建筑材料时对楼梯踏步的损坏。

### 5.5 平台处后浇带施工

预制楼梯段安装好后进行平台板后浇带施工。先铺设好后浇钢筋混凝土板的底模,再进行楼梯梯段的预留钢筋和现浇板的预留钢筋的绑扎,然后按单面焊10 d进行焊接,并绑扎好分布筋。浇筑混凝土前检查钢筋绑扎质量,并安装好预留线管,同时对模板进行润湿。采用比预制构件混凝土强度高一个等级的C35膨胀混凝土,浇筑时采用塔吊和手推车

把混凝土推到楼梯平台后浇板的位置进行浇筑,同时采用插入式振捣棒对混凝土进行振捣,保现浇筑节点质量<sup>[13]</sup>,人工 2 次对混凝土进行收光抹平,采用自然养护,进行覆盖并按时浇水保持湿润,达到强度要求后拆模。

## 6 安全措施

1)起吊前应对吊具进行检查,保证质量合格要求,应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》的相关规定,保证吊装安全<sup>[14]</sup>。

2)吊装施工时,混凝土构件的强度应符合设计要求。当设计无具体要求时,混凝土构件抗压强度不宜小于混凝土强度等级值的 75%。

3)正式吊装作业前,应先试吊,确认可靠后,方可进行作业。构件应采用垂直吊运,严禁采用斜拉、斜吊。

4)吊装施工中,葫芦链条的水平夹角为  $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ,并保证塔吊主钩位置、手拉葫芦及构件重心在竖直方向重合。

5)吊装施工就位后,应及时采取临时固定措施。混凝土构件与吊具的分离应在校准定位及临时固定措施安装完成后进行。

6)当风速达到  $9.0 \text{ m/s}$  及以上或大雨、大雪、大雾等恶劣天气时,应停止露天吊装作业。重新作业前,应先试吊,并确认各种安全装置灵敏可靠后进行作业。

## 7 效益分析

预制楼梯适用性强,对目前普通建筑楼梯多数为层高 3 m 的剪刀楼梯,在楼梯结构形式、层高、楼梯间尺寸、楼梯段的尺寸一致的情况下,预制楼梯段可以通用,而一个模具至少可生产 400 件以上的梯段,可进行大规模生产。楼梯模板用钢材制作,可回收利用,节约木材资源,更能降低住宅的物耗和对环境的负荷、实现资源的循环利用。安装完成后的楼梯不需二次装饰就能满足公共区域的清水交房标准,大大减少了楼梯间装饰的材料和人工费用,节约工期,降低成本,相同结构形式的建筑楼梯,使用预制楼梯,其楼梯间的工程总体造价可降低 10% 左右<sup>[15]</sup>。预制楼梯混凝土不在现场进行浇筑,减少噪声、扬尘和建筑垃圾,更环保。吊装采用塔吊和手动葫芦相结合的吊装方式,速度较快,完全能够满足主体施工进度需要。

相比现浇混凝土楼梯,使用预制楼梯具有更好

的经济与社会效益。预制楼梯具有大规模生产和推广的潜力,在建筑工业化中占重要的地位,具有广阔的应用前景。

## 8 结 语

随着建筑工业化的不断推进,预制楼梯必将得以大规模应用。要使预制楼梯的优点得以充分发挥,必然要有相应的完善成熟的施工工艺,从工厂的生产制作、运输存放到现场的安装施工一整套的流程必须相互联系配合。由于本文所述形式的预制楼梯在安装时最后一道工序还需要浇筑平台板后浇带,仍然有一定的现场湿作业,因此一种新型的全预制楼梯还有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 沈孝庭. 产业化装配式住宅建筑体系与施工应用技术[J]. 住宅科技, 2014, 34(6): 81-84.
- [2] 周婵. 混凝土装配式住宅建筑施工技术优势[J]. 黑龙江科技信息, 2015(5): 154.
- [3] 储竹龙. 浅议混凝土装配式住宅施工技术的运用[J]. 民营科技, 2014(5): 125.
- [4] 程华安. 现浇楼梯清水混凝土模板设计与施工[J]. 山西建筑, 2010, 36(17): 133-134.
- [5] 龚志宏. 预制住宅中预制构件的施工技术[J]. 科技资讯, 2010(22): 81-82.
- [6] 曹慧, 陈凤闯. 预制装配式剪力墙结构住宅施工技术[C]// 土木工程建造管理: 辽宁省土木建筑学会建筑施工专业委员会论文集, 沈阳, 2012: 108-111.
- [7] 尹衍樑, 詹耀裕, 黄绸辉. 台湾地区润泰预制结构施工体系介绍[J]. 混凝土世界, 2012(37): 48-52.
- [8] 王召新. 混凝土预制住宅施工技术研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2012.
- [9] 胡庆昌. 钢筋混凝土结构楼梯间与楼梯的震害及设计建议[J]. 建筑结构, 2005, 35(11): 31-32.
- [10] 王永奇. 混凝土装配式住宅施工技术分析与研究[J]. 电子制作, 2014(9): 226.
- [11] 崔福秀. 探析楼梯施工缝施工处理技术[J]. 山西建筑, 2012, 38(35): 115-116.
- [12] 赵晖. 混凝土楼梯施工缝留置方法和处理技术[J]. 黑龙江科技, 2014, 5(1): 48.
- [13] 段凯元, 张继超. 预制装配式混凝土住宅设计施工一体化研究[J]. 施工技术, 2014, 43(22): 45-47.
- [14] JGJ33—2012. 建筑机械使用安全技术规程[S].
- [15] 赵福顺. 预制装配式住宅与现浇混凝土结构住宅造价对比研究[D]. 长春: 长春工程学院, 2015.