

大跨度无支撑装配式混凝土结构厂房设计

向黎明¹ 徐立宾¹ 焦祥梓¹ 张志坚² 唐成众²

1 上海思睿建筑科技有限公司, 上海 200000

2 安徽元鼎建筑工业有限公司, 安徽 蚌埠 233000

[摘要] 本项目一楼层高 12 米, 柱距为 9X18.2 米, 楼面活荷载为 5kN/m^2 , 为降低项目总造价, 施工过程中采用无支撑设计, 预制构件采用预制柱、预制叠合梁、预应力双 T 板, 预应力外墙板, ALC 内墙板等构件。由于在设计中对施工及使用过程的各种工况进行了一体化的考虑, 使本项目在进度、质量和工期上都较好的体现了装配式建筑的优越性, 实现了节能减排, 文明施工的目的。

[关键词] 大跨度厂房; 无支撑; 装配式; 双 T 板; 预应力外墙板

DOI: 10.33142/ec.v5i12.7302

中图分类号: TU741.2

文献标识码: A

Design of Large Span Unsupported Prefabricated Concrete Structure Workshop

XIANG Liming¹, XU Libin¹, JIAO Xiangzi¹, ZHANG Zhijian², TANG Chengzhong²

1 Shanghai Sirui Construction Technology Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

2 Anhui Yuanding Construction Industry Co., Ltd., Bengbu, Anhui, 233000, China

Abstract: The first floor of the project is 12m high, the column spacing is 9X18.2m, and the floor live load is 5kN/m^2 . In order to reduce the total project cost, the unsupported design is adopted in the construction process, and the prefabricated components are prefabricated columns, prefabricated composite beams, prestressed double T plates, prestressed exterior wall panels, ALC interior wall panels and other components. Due to the integrated consideration of various working conditions in the construction and use process in the design, the project has better reflected the advantages of prefabricated buildings in terms of schedule, quality and duration, and achieved the purpose of energy conservation, emission reduction and civilized construction.

Keywords: large span workshop; no support; assembled type; double T plate; prestressed exterior wall panel

1 项目概况

本项目位于安徽省蚌埠市天井湖大道东侧、磨王路南侧、六号路西侧、四号路北侧, 项目总占地约 141.7 亩。用地面积: 94483.8m^2 (约 141.7 亩), 总建筑占地面积: 50864m^2 , 总建筑面积: 92769.76m^2 , 计容面积: 168691.7m^2 , 建筑密度: 53.8%, 容积率为: 1.8。包括厂房, 综合楼, 配电房, 门卫及水处理车间等组成。



图 1 总体效果图

其中 5#厂房地 2 层, 无地下室, 建筑高度 18.50m, 一层层高 12.00m, 底层设 5t, 7.0m 轨高行车; 二层层高 6.50m, 单层建筑面积约 3560m^2 ; 结构形式采用框架结构, 主要柱距 9X18.2m, 抗震设防烈度: 7 度。建筑平面见图 2, 剖面见图 3。

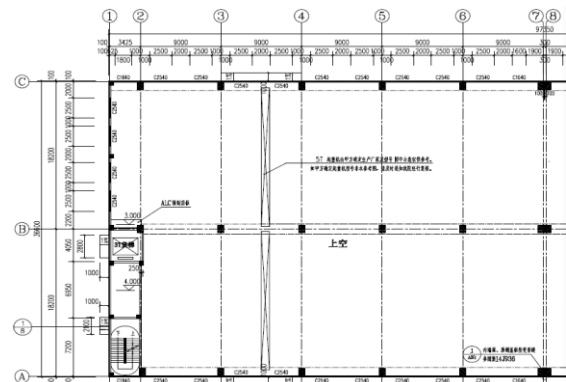


图 2 典型建筑平面图

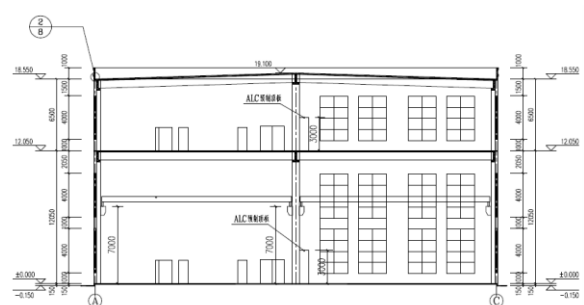


图 3 建筑剖面图

2 装配式建筑拆分

根据 5#楼实际情况, 采用了预制柱、预制叠合梁、预应力双 T 板, 预应力外墙板, ALC 内墙板等装配式构件。5#楼一层层高为 12 米, 最大跨度为 18.2 米。经过经济性比较分析, 本项目楼梯间范围采用现浇框架结构; 其它区域采用了装配整体式框架结构, 并按施工过程中无支撑的要求设计。

依据建政秘[2021]10 号文《蚌埠市装配式建筑装配率计算方法》装配率计算结果为 74.6。其中主体结构 Q1 采用预制梁、板、柱, 实际得分为 46.7; 围护墙和内隔墙 Q2 采用非承重围护墙非现场砌筑和内隔墙非砌筑, 实际得分为 10.9; 装修和设备管线 Q3 采用全装修和管线分离, 实际得分为 12.0; 鼓励创新项 Q5 采用光电建筑(薄膜发电组件板面积规模), 实际得分为 5。

预制柱、预制叠合梁平面布置图如图 4, 预应力双 T 板平面布置图如图 5。

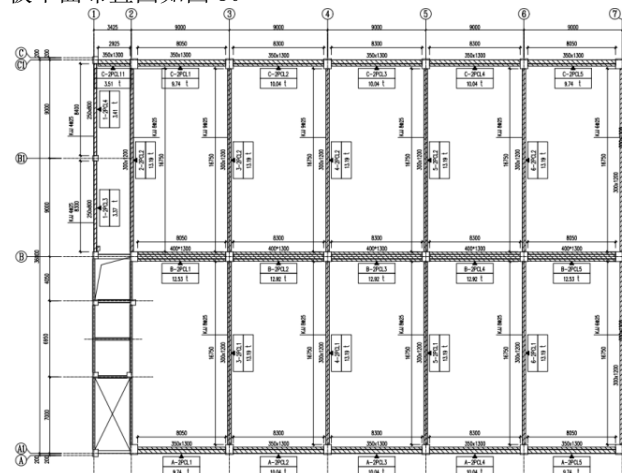


图 4 预制柱、预制叠合梁平面布置图

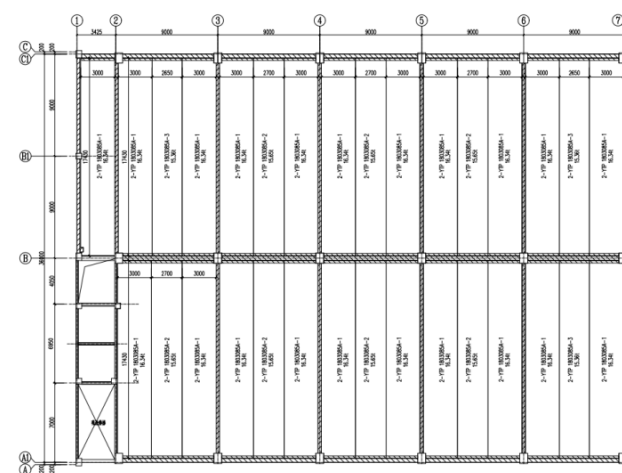


图 5 预应力双 T 板平面布置图

3 大跨度预应力双 T 板

本项目板的实际长度为 17.43m, 活荷载为 5kN/m^2 ,

采用预应力双 T 板。双 T 板高度为 850mm, 宽度不超过 3000mm, 混凝土强度等级为 C40, 预应力钢筋为 $8\Phi^{s}15.2$, 预应力张拉控制应力系数为 0.60。

双 T 板叠合层考虑反拱大小后厚度取为 80mm, 双 T 板按《混凝土结构设计规范 [附条文说明]》GB50010-2010(2015 年版)附录 H 无支撑叠合梁板两阶段设计。

4 预制外墙板

外墙板采用了预制外墙板, 一层层高 12m, 中部设置抗风钢桁架, 为了满足施工过程中的受力要求, 预制外墙板两侧分别设置了预应力钢筋。

预制外墙板按脱模、运输、吊装(翻转)、安装完成等四个工况包络设计, 高 12 米的外墙板两侧分别设置了预应力钢绞线 $2\Phi^{s}15.2$ 以满足脱模、吊装(翻转)阶段的设计要求。连接节点参考《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102-2003 进行设计。

外墙顶部通过预埋螺栓与预制梁底连接, 平面内预留螺栓空隙大小满足大震变形要求, 平面外通过螺栓与屋面预制梁拉结。

外墙中部通过预埋螺栓与钢抗风桁架连接, 平面内预留螺栓空隙大小满足大震变形要求, 平面外通过螺栓拉结。

外墙下部通过埋件与基础梁形成铰接连接。

为验证预制外墙板在施工及使用工况的安全性, 采用 ABAQUS 有限元程序对外墙板的脱模、吊装、安装完成后实际受力状况分别进行了分析, 结果显示最大的混凝土拉应力均不超过 f_{tk} , 满足规范要求。

5 预制柱、叠合梁 无支撑设计

本项目由于一层层高 12 米, 跨度为 9×18.2 米, 为避免施工时高支模带来的造价和工期的影响, 施工工况采用了无支撑设计。

为了实现施工过程中的无支撑设计要求, 主要受力方向的叠合梁采用外挑牛腿作为双 T 板的支撑; 预制柱在主要受力梁方向设置混凝土牛腿, 次要受力梁方向采用临时钢牛腿作为两个方向预制叠合梁安装施工过程中的支撑, 并且在混凝土牛腿顶面埋设梁的定位钢筋, 方便叠合梁的安装和定位。

叠合梁按《混凝土结构设计规范 [附条文说明]》GB50010-2010(2015 年版)附录 H 无支撑叠合梁板两阶段设计。

第一阶段后浇的叠合层混凝土未达到强度设计值之前的阶段。荷载由预制构件承担, 预制构件按简支构件计算; 荷载包括预制构件自重、预制楼板自重、叠合层自重以及本阶段的施工活荷载(一般按 1.5kN/m^2)。第二阶段叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后的阶段。叠合构件按整体结构计算; 荷载考虑下列两种情况并取较大值: 施工阶段考虑叠合构件自重、预制楼板自重、面层、吊

顶等自重以及本阶段的施工活荷载;使用阶段考虑叠合构件自重、预制楼板自重、面层、吊顶等自重以及使用阶段的可变荷载。

经过计算复核并适当增加预制部分截面高度和钢筋,满足施工和设计工况的要求。

6 现场安装照片

图6为现场柱安装图片,图7为现场叠合梁安装照片,图8为现场双T板安装图片,图9为预制外墙板安装照片。



图6 预制柱安装



图7 预制叠合梁安装



图8 双T板安装



图9 外墙板安装

7 小结

本项目一层层高达到12m,最大跨度达到18m,楼面活荷载为 5kN/m^2 。楼面采用预制叠合梁、预应力双T板,柱采用了全预制柱,通过设计永久混凝土牛腿或者临时钢牛腿的方式实现了施工过程中的无支撑设计,避免了高支模带来的成本和工期的影响。一层的外墙采用高12m预制预应力混凝土外墙板,降低了外墙的施工难度,节省了工期。

经过本项目的实践进一步证明了装配式建筑在对设计及施工中出现的工况进行一体化的考虑,因地制宜的选用合适的预制构件,可以较好的在进度、质量和工期上体现装配式建筑的优越性,实现节能减排,文明施工的目的。

[参考文献]

- [1] 装配式混凝土结构技术规程:JGJ 1-2014[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [2] 装配式混凝土建筑技术标准:GB/T 51231-2016[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [3] 装配式钢结构建筑技术标准:GB/T 51232-2016[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2016.

作者简介:向黎明(1976.1-),男,同济大学,结构工程,工学硕士,副总经理,一级注册结构工程师;徐立宾(1977.3-),男,华东船舶工业学院,建筑工程,装配式建筑设计经理,工程师;焦祥梓(1960.7-),男,美国新泽西理工学院,土木工程,硕士,总工程师,美国华府注册结构工程师;张志坚(1963.6-),男,安徽省建筑学校、同济大学,工民建专业,安徽元鼎建筑工程有限公司,总经理,高级工程师;唐成众(1989.12-),男,毕业于河北建筑工程学院,建筑学专业,安徽元鼎建设工程有限公司,设计部副部长,中级职称。