

格构式钢柱回顶支撑施工升降机基础施工技术

吴忠泉

上海绿地建设(集团)有限公司, 上海

收稿日期: 2022年3月15日; 录用日期: 2022年4月3日; 发布日期: 2022年4月12日

摘要

目前,越来越多的住宅小区各栋住宅楼之间采用地下车库相连,施工过程中对于垂直运输所需的施工升降机基础很多设置在地下车库顶板上部。但地下车库顶板往往无法承载施工升降机运行时的荷载,这就需要对地下室顶板采取回顶支撑措施。本文通过工程实例阐述了施工升降机基础放置地下室顶板上的用格构式钢柱回顶加固技术并与传统扣件式钢管回顶支撑技术作经济效益比较,表明了该技术安全可靠、经济适用,可为类似工程提供借鉴。

关键词

施工升降机基础, 格构式钢柱, 回顶支撑, 施工技术

Construction Technology of Lattice Steel Column Jacking Support Construction Elevator Foundation

Zhongquan Wu

Shanghai Greenland Construction (Group) Co., Ltd., Shanghai

Received: Mar. 15th, 2022; accepted: Apr. 3rd, 2022; published: Apr. 12th, 2022

Abstract

At present, more and more residential areas are connected by underground garage. During the construction process, many construction elevator foundations required for vertical transportation are set on the upper part of the roof of the underground garage. However, the roof of underground garage is often unable to bear the load of construction elevator, so it is necessary to take back roof support measures for the roof of basement. Through engineering examples, this paper expounds on the back jacking reinforcement technology of lattice steel column for placing the construction

elevator foundation on the basement roof, and compares the economic benefits with the traditional fastener steel pipe back jacking support technology, which shows that this technology is safe, reliable, economical and applicable, and can provide a reference for similar projects.

Keywords

Construction Elevator Foundation, Lattice Steel Column, Jacking Support, Construction Technique

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 工程概况

淮北东方时代广场项目位于安徽省淮北市濉溪县核心区域,总建筑面积 256,490 m²,其中地下建筑面积 38,793 m²,地上建筑面积 217,697 m²,由 11 栋单体建筑(6 栋 33 层高层住宅,建筑高度 98.6 m; 2 栋 28 层高层住宅,建筑高度 84.6 m; 1 栋 10 层中高层住宅,建筑高度 31.8 m; 2 栋 2 层配套用房)和 1 个 1 层地下室组成,除 2 栋配套用房为框架结构形式独立于地下室外,其余单体建筑均为框架剪力墙结构形式坐落于地下室顶板之上。

2. 施工升降机应用基本情况

2#楼为 28 层高层住宅,主体结构已施工至 8 层,二次结构和装饰装修穿插于主体结构施工,现场仅靠一台塔吊已满足不了材料垂直运输需求,且随着楼层高度的逐渐增加,施工人员上下比较困难,客观上迫切需要安装施工升降机来保证施工人员的上下便利和材料运输。项目部根据施工现场平面布置图及施工进度计划,拟安装 1 台型号 SC200/200 施工升降机配合 2#楼施工,施工升降机安装高度为 88.5 m,布置在⑩~⑫轴交 C 轴南侧区域(见图 1)。

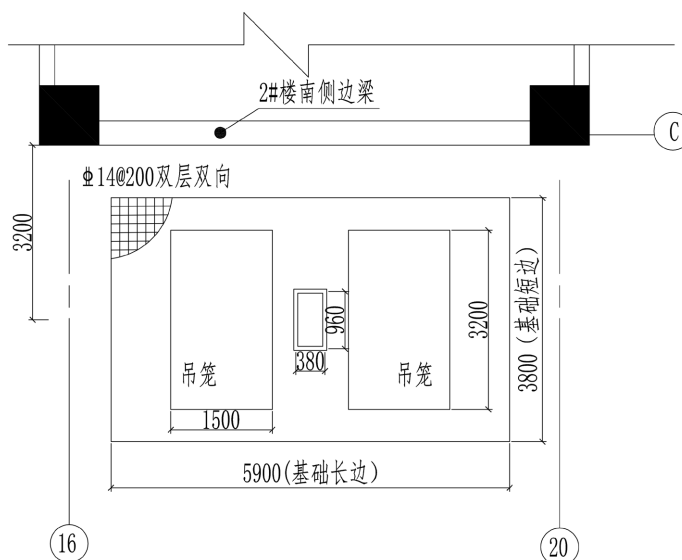


Figure 1. Plane layout of construction elevator on top plate

图 1. 施工电梯在顶板的平面布置

地下室为1层，层高4.45 m，顶板标高为-1.50 m，顶板厚度为300 mm，基础底板标高为-5.95 m，厚度为500 mm，顶、底板混凝土设计强度等级均为C35/P6。安装施工升降机前顶板混凝土强度已达到设计要求(现场同条件试块检测强度为41.2 MPa)。顶板上口平整、无坡度，未做防水层、保护层及覆土回填。施工升降机基础位置板下主梁截面尺寸为宽度350 mm、高度750 mm，次梁截面尺寸为宽度300 mm、高度600 mm。现浇板跨(长)度8.0 m，宽度5.8 m，厚度0.3 m。柱断面尺寸为600 mm×600 mm。主梁配筋为上下各4Φ25，箍筋Φ8@150，四肢箍。次梁配筋为上下各4Φ22，箍筋Φ8@200，四肢箍。现浇顶板板筋为螺纹Φ14@200，双层双向。施工升降机基础长度5.9 m，宽度3.8 m，厚度0.3 m，基础配筋同顶板现浇板配筋。

3. 地下室钢柱回顶加固方案

3.1. 格构式钢柱设计

施工升降机基础范围内地下室顶板下用截面尺寸600 mm×600 mm的格构柱进行回顶加固，加固高

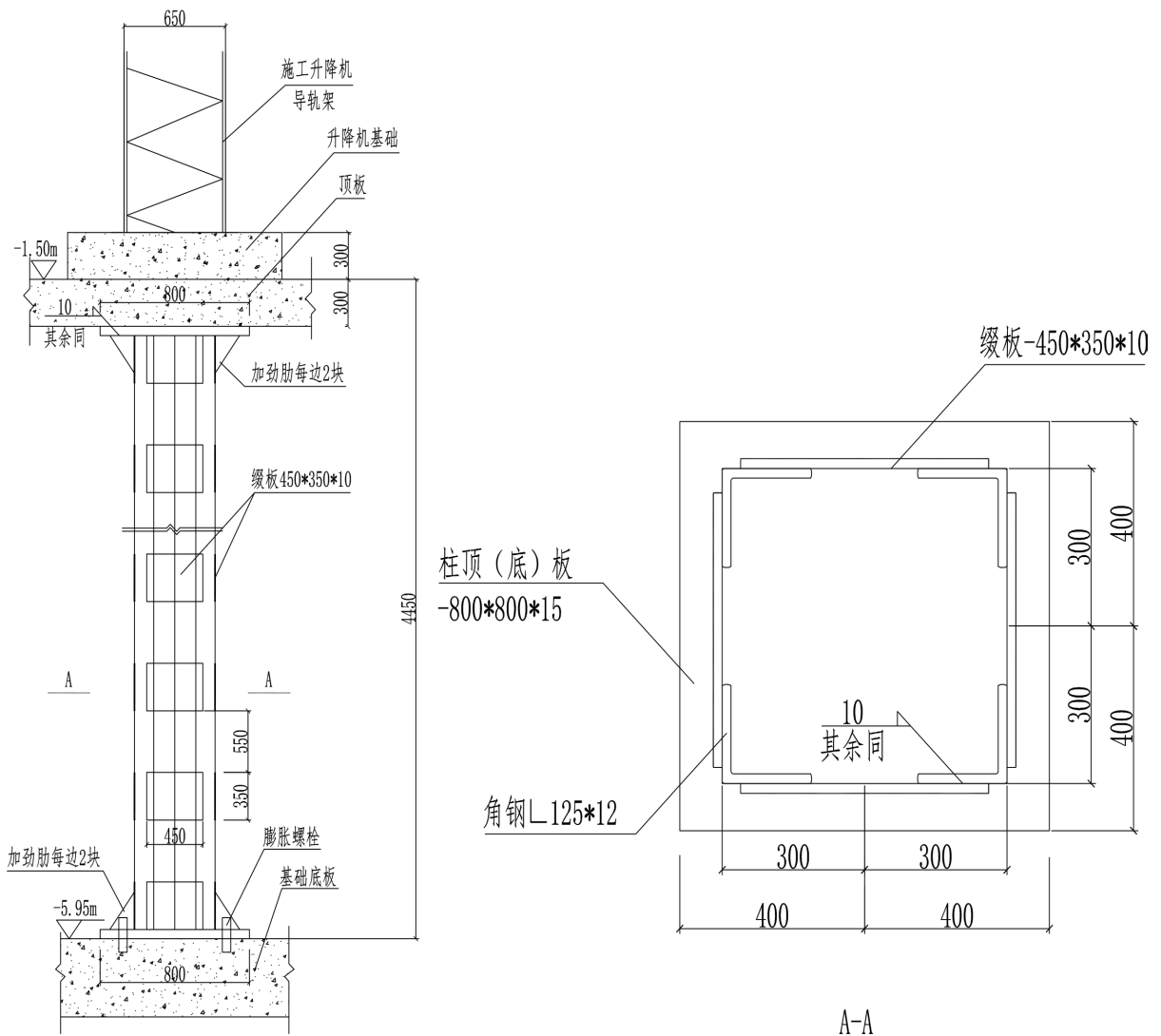


Figure 2. Elevation of lattice steel column jacking support
图 2. 格构式钢柱支撑回顶立面图

度为地下室的结构高度,即从底板回顶至地下室顶板。钢柱顶端和底端均焊接截面平面尺寸为 800 mm × 800 mm,厚度为 15 mm 钢板(此钢板置于施工升降机导轨架立柱的中心位置布置)。为提高钢柱的稳定性,在钢柱底、顶部与钢板焊接处每边加焊 2 块 15 mm 厚的加劲肋。底部钢板四边中部钻 $\phi 10$ 螺栓孔,用 4 根 M10 膨胀螺栓固定于地下室底板上[1]。顶部钢板用钢楔块将钢柱与混凝土梁板间空隙楔紧。格构柱截面类型为四肢,分枝材料为 L125X12。用 450 mm × 350 mm × 10 mm 的钢板缀板作格构柱的缀件,缀件间净间距为 550 mm。格构式钢柱支撑回顶立面图见图 2。

3.2. 格构式钢柱制作及安装

格构式钢柱制作前,应在施工升降机基础需要加固支撑的地下室楼层位置处(导轨架中心位置)实测出楼层的净高度,然后进行钢柱下料加工。钢柱的净高度应经过实际测量并经复核,以比实测结果稍小的数值加工、制作钢柱。钢柱安装采用钢管操作架,5 t 手动葫芦进行钢柱吊装并进行焊接[2]。钢楔块宜备厚、薄、大、小钢板若干块,柱就位后,用钢楔块将柱与梁板间空隙楔紧,以保证施工升降机基础荷载有效传递给格构钢柱。施工过程中,注意控制整体的平整度和尺寸,随时调整,确保格构式钢柱形状和尺寸正确。

4. 施工升降机基础计算书

依据本工程施工图纸、施工升降机使用说明书及施工升降机施工与安全使用要求[3],采用专业计算软件计算该支撑加固体系方案,计算需要的有关技术参数见表 1。

Table 1 basic parameters of construction elevator

表 1 施工升降机基本参数

施工升降机型号	SC200/200	吊笼形式	双吊笼
架设总高度	88.5 m	标准节长度	1.508 m
底笼长度	3.2 m	底笼宽度	1.5 m
标准节重	170 kg	对重重量	无
单个吊笼重	1780 kg	吊笼载重	2000 kg
外笼重	1480 kg	其他配件总重量	200 kg

4.1. 基础承载计算

1) 施工升降机标准节长度 1.508 m,架设总高度 88.5 m,共需 59 节标准节,每节标准节重 170 kg,导轨架总质量: $170 \text{ kg} \times 59 = 10030 \text{ kg}$;

2) 施工升降机自重标准值:

$P_k = \text{吊笼质量(含传动机构)} + \text{外笼重} + \text{对重重量} + \text{其他配件总重量} + \text{导轨架总重} + \text{额定载重量} = ((1780 \times 2 + 1480 + 0 \times 2 + 200 + 10030) + 2000 \times 2) \times 10/1000 = 192.7 \text{ kN}$;

3) 施工升降机自重设计值:

$$P_1 = n \times P_k = 2.1 \times 192.7 = 404.67 \text{ kN};$$

式中: n ——考虑动载、自重误差及风载对基础的影响。取综合安全系数 2.1 [3]。

4) 施工升降机基础自重设计值:

$$P_j = 1.2 \times l \times d \times h \times 25 = 1.2 \times 5.9 \times 3.8 \times 0.3 \times 25 = 201.78 \text{ kN}$$

式中: 1.2——永久荷载分项系数[4] [5]。

25——钢筋混凝土自重标准值(kN/m³)。

l——施工升降机基础长度, 5.9 m。

d——施工升降机基础宽度, 3.8 m。

h——施工升降机基础厚度, 0.3 m。

5) 格构钢柱受到的总荷载:

$$P = P_1 + P_j = 404.67 + 201.78 = 606.45 \text{ kN}$$

4.2. 梁板下格构柱结构验算

设梁板下格构柱支承上部施工升降机荷重, 混凝土结构自重由结构自身承担[3], 则:

格构柱受力:

$$N = P + 1.4 \times q \times a \times b = 606.45 + 1.4 \times 2 \times 3.2 \times 1.5 = 619.89 \text{ kN}$$

式中: 1.4——可变荷载分项系数[4] [5]。

q ——施工荷载, 取 2 kN/m² [5]。

a ——升降机底笼长度(m), 3.2 m。

b ——升降机底笼宽度(m), 1.5 m。

整个格构柱计算长度

$$l_o = 0.7 \times h_0 = 0.7 \times 4150 = 2905 \text{ mm}$$

式中: 0.7——计算长度系数(一端铰接, 一端固定)。

h_0 ——格构式钢柱支撑高度, 4.15 m。

1) 格构式钢柱换算长细比验算

整个格构柱截面对 X 、 Y 轴惯性矩:

$$I_x = 4 \left[I_0 + A_0 (a/2 - Z_0)^2 \right] = 4 \times \left[423.16 + 28.91 \times (60/2 - 3.53)^2 \right] = 82717.066 \text{ cm}^4$$

式中: I_0 ——分肢(角钢)平行于对称轴惯性矩(cm⁴), 查表取 423.16 cm⁴。

A_0 ——分肢(角钢)截面积(cm²), 查表取 28.91 cm²。

a ——格构柱截面边长(cm), 60 cm。

Z_0 ——分肢(角钢)形心轴距外边缘距离(cm), 查表取 3.53 cm。

整个格构柱长细比:

$$\lambda_x = \lambda_y = L_0 / \left(I_x / (4A_0) \right)^{0.5} = 2905 / \left(82717.066 / (4 \times 28.91) \right)^{0.5} = 10.862$$

分肢(角钢)长细比:

$$\lambda_1 = l_{01} / i_{y0} = 55 / 2.46 = 22.358$$

式中: l_{01} ——缀板净距(cm), 55cm。

i_{y0} ——分肢(角钢)对最小刚度轴的回转半径(cm), 查表取 2.46 cm。

格构式钢柱绕两主轴的换算长细比:

$$\lambda_{0\max} = \left(\lambda_x^2 + \lambda_1^2 \right)^{0.5} = \left(10.862^2 + 22.358^2 \right)^{0.5} = 24.857$$

各格构柱轴心受压稳定系数:

$\lambda_{01\max} = 24.857 \leq [\lambda] = 150$, 查《钢结构设计标准》GB50017-2017 [6]附录 C 表得: 轴心受压立杆的

稳定系数 $\varphi_1 = 0.954$ 。

满足要求!

钢柱稳定性计算:

$$\sigma_1 = N_1 / (\varphi_1 A) = 619890 / (0.954 \times 11564) = 56.19 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 215 \text{ N/mm}^2$$

式中: A ——分肢(角钢)毛截面积之和即 $A = 4A_0 = 4 \times 2891 = 11564 \text{ mm}^2$ 。

$[f]$ ——钢柱抗压强度设计值, 215 N/mm^2 。

钢柱稳定性满足要求!

2) 格构式钢柱分肢的长细比验算

$$\lambda_1 = 22.358 \leq \min(0.5\lambda_{01\max}, 40) = \min(0.5 \times 50, 40) = 25$$

满足要求!

综上所述, 采用格构柱时候, 梁板下的格构柱其强度、刚度、稳定性均满足安全要求。

5. 管理措施

- 1) 钢柱支撑所用的连接材料和涂料, 必须具有出厂合格证或检测报告方可投入使用。
- 2) 钢柱安、拆作业人员进入施工现场必须戴好安全帽, 高空作业时必须系好安全带。
- 3) 施工升降机安装前对钢柱支撑加固体验收, 验收合格后涂刷防锈漆, 底部 2 m 范围刷红白相间的警示漆。
- 4) 施工升降机使用阶段每周对加固钢柱基础(结构楼板)进行变形监测, 做好监测记录。
- 5) 地下室综合管线管网, 装饰装修等分包工程在本区域施工, 未经总包项目部同意, 严禁拆除任何钢柱支撑受力杆件。
- 6) 施工升降机使用阶段, 必须时刻关注钢柱支撑受力杆件是否出现变形, 钢楔块、膨胀螺栓是否松动等异常情况, 一旦出现这些情况施工升降机应立即停止运行, 待找出问题原因并经整改完成重新验收合格后再行使用。

6. 经济效益分析

采用格构式钢柱回顶支撑技术, 每件回顶钢柱材料包括角钢、钢板(缀板、加劲肋板、钢柱顶底端封头钢板), 经测算共需消耗钢材约 0.1 t, 按照 6000 元/吨价格计算, 钢材成本约为 0.06 万元。人工制作加工及安装费用(包括涂刷防锈漆人工)约 0.06 万元。其它费用(膨胀螺栓、防锈漆材料费用以及切割钢板等机械费用)约 0.04 万元。每套回顶装置实际成本约 0.16 万元。

采用传统的钢管脚手架支撑回顶, 按照施工升降机基础每边外扩 1 m 来计算回顶面积(即 $7.9 \text{ m} \times 5.8 \text{ m}$), 搭设高度为 4.15 m, 支撑架立杆的纵、横间距均为 0.7 m, 立杆水平杆步距 0.9 m, 需要钢管约 1300 m, 十字扣件约 650 只, 每天租赁成本约 40 元, 按照回顶 8 个月计算, 需要租赁费用约 0.96 万元。

以上费用仅从人工和材料来考虑, 使用格构式钢柱回顶支撑技术比采用传统的钢管脚手架支撑回顶方式每套装置节约成本 0.8 万元。如从隐形经济效益分析, 钢柱回顶方式比传统回顶方式更具有优势, 比如钢柱回顶占用面积和空间小, 基本不影响地下室二结构施工、综合管线布置、装饰装修施工等部分分项工程提前穿插施工, 这样就能节约施工工期, 从而降低施工成本。

7. 结束语

采用格构式钢柱回顶加固施工电梯基础施工技术, 荷载传递路径清晰合理, 安全可靠, 与传统钢管

回顶施工措施相比,不但缩短了施工工期,节省了大量人工和材料,而且钢柱回顶加固完成拆除后可循环利用,促进了绿色施工,取得了良好的社会和经济效益,值得在工程实践中推广应用。

参考文献

- [1] 开前正. 地下室顶板格构式钢支撑施工技术[J]. 现代装饰, 2021, 481(20): 94-95.
- [2] 梁先军, 王进龙, 杨芳. 轻型单支型钢柱回顶加固施工电梯基础施工技术[J]. 广州建筑, 2014(5): 18-21.
- [3] 姚爱生. 施工电梯坐落于地下室顶板的施工技术[J]. 浙江建筑, 2016, 33(10): 51-54.
- [4] 中国建筑科学研究院. GB50009-2012 建筑结构荷载规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ300-2013 建筑施工临时支撑结构技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB50017-2017 钢结构设计标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.