

# 双支撑系统在托梁拔柱改造项目中的运用

汪晓刚

上海同宴土木工程咨询有限公司, 上海 201900

DOI:10.61369/ETQM.2025090015

**摘 要：** 老旧建筑经过改造重新使用为当前结构设计热门，在建筑物改造过程中，因建筑功能及建筑物空间布局发生变更，可能需拔除既有房屋结构中的一些竖向承重构件，如混凝土柱、墙等，但对于既有结构而言，拔除出现承重构件的施工风险性较大，本文的双支撑系统通过实际工程运用，对既有建筑拔除混凝土柱的一些工程经验进行分享。

**关 键 词：** 托梁拔柱；既有结构改造；临时支撑

## Application of Double Support System in Beam Pulling Column Renovation Project

Wang Xiaogang

Shanghai Tongyan Civil Engineering Consulting Co., Ltd., Shanghai 201900

**Abstract：** The renovation and reuse of old buildings has become a popular trend in current structural design. During the renovation process, changes in building functions and spatial layouts may necessitate the removal of vertical load-bearing components, such as concrete columns and walls. However, removing these load-bearing components poses significant construction risks for existing structures. This article shares practical engineering experiences from the application of the double support system in the removal of concrete columns in existing buildings.

**Keywords：** beam pulling; renovation of existing structures; temporary support

### 一、工程概况

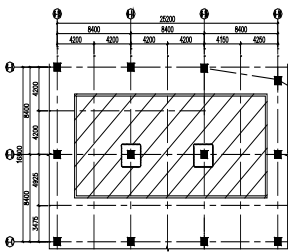


图1 一层泳池区域底层平面图

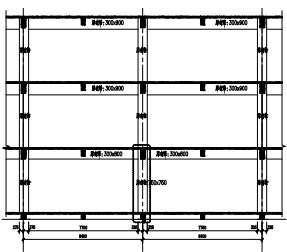


图2 改造区域结构剖面图

上海某商业中心为三层（局部四层）混凝土框架结构房屋，该房屋建于2017年，建筑平面近似椭圆形，房屋基本柱距为8.400m，一楼层高为4.500、二~三楼层高均为4.550m，房屋建筑面积约为15763m<sup>2</sup>。由于房屋商业业态功能要求，业主方拟在一层6-13轴、6-16轴区域增设泳池，根据泳池设置要求，业主方需拔除一层既有6-14/6-D、6-15/6-D轴混凝土柱，具体平面图详见图1~2。改造加固方案时，曾提出过两种设计方案，一种为采用体外预应力对转换梁进行加固，另一种为采用拆除既有混凝土梁柱，新设预应力转换梁的方式进行加固。经多方讨论，最终业主采用拆除既有混凝土梁柱、新增预应力转换梁的方案以承担上部混凝土柱的荷载，但由于此方案在施工过程中将出现混凝土柱

拆除、预应力转换梁未达到设计强度的极端不利工况，此工况有极大的安全隐患，为此，我方设计人员还需对此极端不利施工工况进行临时支撑设计。针对此极端工况，本项目采用双支撑系统对拔柱区域进行托换卸荷。

### 二、施工工况分析

根据多方确定的改造方案，房屋改造加固施工分为如下施工工序<sup>[1]</sup>：

1. 设置临时支撑；
2. 拆除既有混凝土柱及既有混凝土梁；
3. 新增预应力转换梁并对周边混凝土梁、板、柱进行加固施工；
4. 拆除临时支撑。

其中，在拆除既有混凝土梁柱、新设预应力转换梁的过程中，将出现一段一层混凝土柱、二层混凝土梁被拆除、二层混凝土柱悬空、新增预应力转换梁尚未开始浇筑或未达到设计强度的危险工况，此工况中，二层混凝土柱完全悬空没有支点，二层柱的竖向荷载无法传递到基础中，可能会出现房屋拔柱区域局部坍塌或二层以上结构严重破坏的安全隐患，此阶段结构情况见图3，故此阶段的临时支撑设计为本项目的重难点。

作者简介：汪晓刚（1993—），男，浙江台州人，工程师，主要从事既有建筑检测鉴定、加固设计。

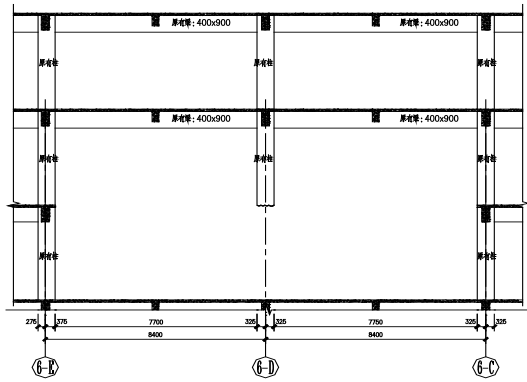


图3 最不利工况时，结构状态图

### 三、支撑系统设计

针对本文第2节所述施工极端工况，为解决此类工况所产生的安全隐患，本项目采用新增钢围套及新增柱间斜拉杆支撑进行托换设计。

#### （一）钢围套系统

钢围套系统为沿柱四周增设钢牛腿，牛腿与混凝土之间通过化学螺栓连接，二层柱与一层柱通过新增牛腿与四根钢柱连接，理论计算时，围套传力路径为：二层柱柱底轴力→二层钢牛腿围套→四根钢柱→一层钢牛腿围套→一层混凝土柱，新增钢牛腿围套与混凝土柱之间通过化学螺栓进行传力，具体围套传力路径如下图4，具体围套做法见图5~7。设计计算时，根据传力路径，按照相关规范<sup>[1]</sup>严格验算各构件承载力，钢围套系统具体计算思路如下<sup>[2]</sup>：

二层柱底轴力通过化学螺栓将竖向力化为剪力传递至二层钢围套，故此阶段需按照规范公式<sup>[2]</sup>验算锚栓钢材的承载力、柱基材混凝土的承载力、钢围套与混凝土柱之间的连接节点承载力；

二层钢围套将二层柱柱底竖向力通过层间钢柱传递至一层钢围套，故此阶段需验算钢围套作为悬臂梁在竖向力作用下的承载力及层间钢柱受荷时的承载力、钢柱与围套之间的连接焊缝承载力；

一层钢围套通过化学螺栓将上部传来的竖向力传递至一层柱尚未拆除区域，此阶段验算同上文第一项。

综上，通过计算分析可知，该围套系统在竖向力作用下产生的变形仅为钢柱在竖向荷载作用的轴向压缩变形及钢牛腿围套作为悬臂梁时所产生的挠度，故支撑系统对托换处产生的局部构件整体竖向位移较小，避免了支座沉降对周边混凝土梁柱产生的额外内力，减少对周边的混凝土受力构件的影响。

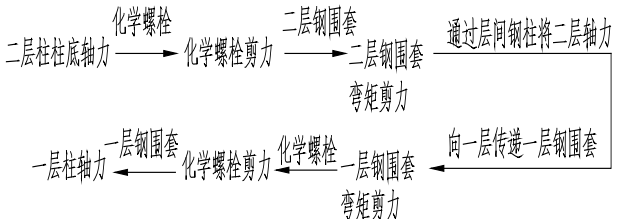


图4 围套传力路径图

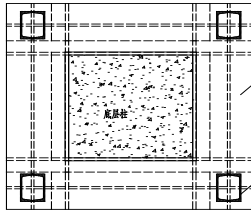


图5 钢围套系统平面图

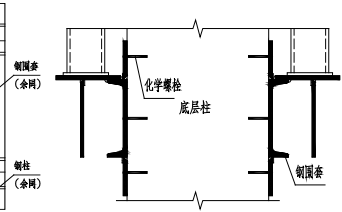


图6 钢围套系统剖面图

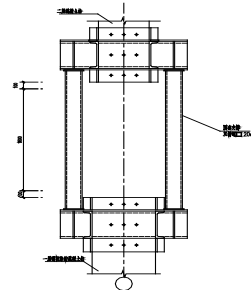


图7 钢围套系统立面图

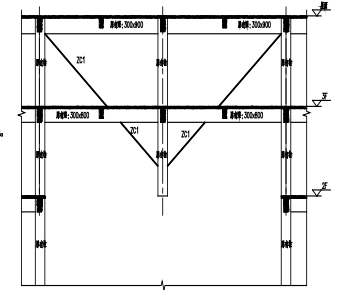


图8 斜拉杆系统立面图

#### （二）斜拉杆系统

在此项目施工过程中，由于安全隐患较大，为保证施工阶段的安全性，额外设计了一套斜拉杆系统用以防止围套系统失效后结构出现的不利坍塌工况。

斜拉杆系统主要在二层、三层柱间设置柱间拉杆，二层混凝土柱柱底的轴力转换为斜拉杆的拉力，通过斜拉杆传递至周边混凝土柱，斜拉杆立面图见图8。

斜拉杆系统计算与构造：

1. 钢管与混凝土柱连接节点：钢管端部与既有混凝土柱之间通过化学螺栓与节点板进行连接。设计验算时，需根据拉杆轴力验算化学螺栓拉剪时的锚栓钢材的承载力、与二层柱基材混凝土的承载力、节点板承载力。

2. 钢管与混凝土梁连接节点：设计时，为保证斜拉杆有足够的角度，将钢管跨楼层截断，故钢管在楼层混凝土梁区域需由连接节点传递钢管轴力。设计时采取对混凝土梁钢板抱箍的形式进行加固，跨层钢管与抱箍钢板采用节点板连接。设计验算时，需根据斜拉杆轴力验算混凝土梁承载力、抱箍钢板承载力。如混凝土梁承载力不足，建议对混凝土梁采用外包型钢法加固，与抱箍钢板的加固方式合并，节省工程造价。

3. 新增斜拉杆后，引起的周边混凝土构件的加固：设计斜拉杆时，不考虑围套系统的作用，利用斜拉杆单独承担二层柱柱底轴力，故在计算时，斜拉杆轴力对三层既有混凝土梁柱产生不利影响，需对其加固处理，加固时，主要针对梁柱节点核心区采取加大截面法加固、混凝土梁、柱采取外包型钢法进行加固处理<sup>[3]</sup>。

综上，通过计算分析，由于采用斜拉杆时，二层混凝土柱的柱底竖向位移较大，故设计时，将围套系统作为房屋的第一道防线，斜拉杆系统作为房屋的第二道防线，通过双系统双防线确保房屋在极端施工工况时的安全性。

## 四、实际施工情况

为了解房屋施工时位移变化情况，我方在设计图纸中要求业主方委托专业资质单位对房屋拔柱过程中的二层柱柱底竖向位移进行连续监测<sup>[3]</sup>。监测结果表明，房屋二层混凝土柱柱底竖向位移仅为1mm（含测量误差），拔柱期间，结构施工状态稳定，无明显大变形，表明该支撑系统方案成功可行。图9~12为双支撑系统施工完成状态，此时一层6-14/6-D轴、6-15/6-D轴混凝土柱及其上二层混凝土梁均已被拆除，新增预应力转换梁钢筋笼正在绑扎，结构稳定未出现安全事故。



图9 围套和斜拉杆远景照片

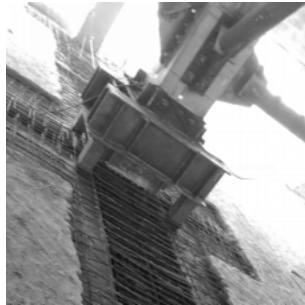


图10 围套和斜拉杆远景照片



图11 斜拉杆与二层混凝土柱连接节点

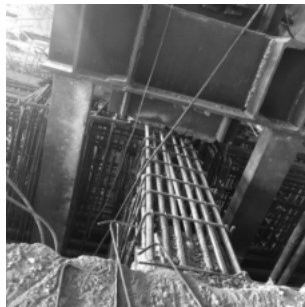


图12 围套近景照片

## 五、结论

随土地资源的紧缺及城市更新的加速进行，既有建筑加固改造项目在新增的工程项目中占比越来越重，而建筑改造过程中，因建筑建筑功能、建筑空间布局发生变化，对既有结构的竖向承重构件的改造越来越多，其中根据建筑方大开间的要求，既有结构托梁拔柱的改造也越来越多，但多层结构底层拔柱具有较大的安全隐患，尤其在施工过程中，柱身分离与加固构件尚未达到设计强度的阶段中，如不进行正当设计，房屋将出现极大的安全隐患，严重者可能影响人员的生命安全。故结构设计时，不应单独针对房屋拔柱时的改造设计，还应对施工阶段进行谨慎分析，对有严重安全隐患的施工阶段，应当对最不利的施工阶段进行专项分析与验算。本文双支撑系统通过实际案例为此类加固改造项目提供另外一种思路，供大家参考交流。

## 参考文献

- [1]GB50017-2017, 钢结构设计标准 [S].
- [2]GB50367-2013, 混凝土结构加固设计规范 [S].
- [3]JGJ8-2016, 建筑变形测量规范 [S].