

大型建筑下挂结构层模板排架施工技术研究

乔伟

上海建工四建集团有限公司, 上海 200000

摘要：针对大型建筑施工而言，下挂结构层的施工处理需要采用悬挑模板支撑体系，传力效果简洁明确，有利于工期任务的顺利完成，降低施工成本，在大型建筑施工中应用广泛。以世博园区 B06 地块酒店 A 15 MF 下挂结构层施工为例，综合考虑项目施工安全及施工难度，采用模板排架施工将 15 MF 吊墙暗梁和竖向结构进行连通，并采用型钢进行回顶加固，以搭建出安全、经济的下挂结构层施工平台。通过对该施工技术的应用，不仅提高了施工的安全性，还有效确保建筑下挂结构的施工质量，为后续的混凝土施工提供便利条件。

关键词：大型建筑；下挂结构层；模板排架施工技术；技术要点

中图分类号：U415.6

文献标识码：A

文章编号：2023010157

Research on Construction Technology of Formwork Bent Frame for Underhung Structural Layers in Large Buildings

Qiao Wei

Shanghai Construction Fourth Construction Group Co., Ltd., Shanghai 200000

Abstract： For large-scale construction, the construction treatment of the lower hanging structural layer requires the use of a cantilever formwork support system, which has a simple and clear force transmission effect, is conducive to the smooth completion of construction tasks, reduces construction costs, and is widely used in large-scale construction. Taking the construction of the A 15 MF hanging structure layer of the hotel in the B06 plot of the World Expo Park as an example, taking into account the safety and difficulty of the project construction, a template scaffolding construction was adopted to connect the hidden beams of the 15 MF hanging wall with the vertical structure, and steel sections were used for reinforcement, in order to build a safe and economical construction platform for the hanging structure layer. The application of this construction technology not only improves the safety of construction, but also effectively ensures the construction quality of the hanging structure under the building, providing convenient conditions for subsequent concrete construction.

Key words： large scale buildings; underhung structural layer; formwork scaffolding construction technology; technical points

一、引言

大型高层建筑施工过程中对下挂结构层建设的情况较多，但考虑下挂结构层设计复杂，存在一定的安全问题，因此在实际施工过程中需要采用模板排架施工技术进行支撑。但现阶段国内关于此方面设计与施工技术的研究尚不完善，难以有效解决实际施工面临的难点问题。据此，本文依托实际工程案例，以世博园区 B06 地块酒店 A 项目为例，对其中 15MF 下挂结构层模板排架施工方案及技术要点进行探究，以期为类似工程项目施工提供技术参考。并在此基础上制定出更为规范的施工标准体系，以促进下挂结构模板排架支撑体系在大型建筑中的应用推广，为今后的大型建筑施工带来帮助。

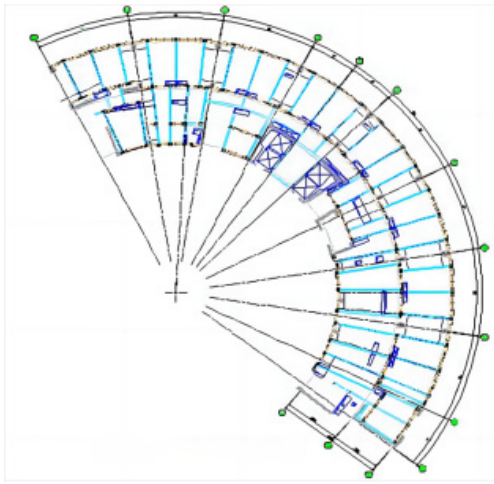
二、工程概况

酒店 A 工程位于世博园 B06 项目地块，属于大型高层建筑，

总建筑面积为 33308.3m²，总层数 18 层，地下 3 层，建筑高度 81.75m，采用装配式预制钢筋混凝土框架-剪力墙结构体系。建筑整体耐火等级为一级，地下室防水等级一级，抗震设防烈度为 7 度。具体施工区域为酒店 A 的 15MF，层高 2m，15 层和 16 层层高分别为 4.05m 和 4.5m，15MF 梁板与 15~16F 的竖向墙柱断开，间距 10cm。工程施工在 15MF 对吊墙进行设置，与 16F 的梁结构相连；而 15MF 的梁板连接吊墙形成下挂结构，吊墙内设有暗柱，其底部设有暗梁，顶部挂在 16F 结构梁上。15MF 标高 +64.90m，吊墙底部标高 +64.65m。

三、工程施工特点和难点

该工程在 15MF 层采用吊墙下挂结构层的施工工艺，将吊墙与 16F 的梁结构相连接，15MF 层梁板则与吊墙连接形成下挂结构。下挂吊墙的 16F 结构梁尺寸为 800×1300、700×1300、600×1000 等。对于此工程而言，首先其超限梁下搭设的模板排



>图1 酒店A15MF层结构平面布置图

架体系必须满足相应的承载力要求，其次由于采用的下挂结构，下部并未设置相应的支撑结构，因此在实际施工过程中必须对夹层梁和竖向结构之间连接的紧固程度进行充分考虑。同时，对于吊墙下部排架的搭设而言，部分15层下挂吊墙处存在无梁的情况，在施工过程中也需要对这些位置的承载性能及安全性进行考虑。综合来看，在该工程中，下挂结构层模板排架施工的重难点主要在15MF吊墙和16F梁的连接上，以及15MF吊墙下挂结构的承载方面。

四、下挂结构层模板施工技术要点

(一) 梁模板和楼梯平台的搭设

梁模板横向采用钢管支撑，沿梁跨度方向采用木方格栅；楼梯平台模板则采用木方格栅，搭设时保证梁底与侧向木方之间的距离小于等于250mm，且保持梁底横向到钢管支撑间距同侧边排架立杆沿梁跨度方向的间距一致。梁侧模采用双拼钢管作为竖楞，其间距小于等于800mm，对拉螺栓设置如表1所示。搭设过程中在无螺栓设置的小截面梁梁侧需用小斜撑进行布设，采用1~1.2m的钢管，间距与梁下纵向立杆保持一致。在低板面一侧需采用吊模进行支撑，模板由限位铁进行承载。砼侧压力由板钢筋上焊接的对拉螺栓进行承载，必要时可利用短钢筋进行斜撑。模板拼接过程中，应保证缝隙不超过1mm，并于拼缝处增设木方与模板钉牢。楼梯平台模板采用 $\Phi 48 \times 3.2\text{mm}$ 钢管搭设的排架支撑，水平杆间距小于等于1.8m，并于距地面20cm处设置扫地杆。同时设置横、纵剪刀撑，纵向剪刀撑至底向顶进行连续设置，控制剪刀撑和立杆的夹角为 $45^\circ \sim 60^\circ$ 。

表1 对拉螺栓设置

梁高 (mm)	对拉螺栓数量	对拉螺栓竖向间距
$h \leq 500\text{mm}$	无	/
$500 < h \leq 800\text{mm}$	1道	800
$800 < h \leq 1200\text{mm}$	2道	600
$1200\text{mm} < h \leq 1400\text{mm}$	3道	600
$1400\text{mm} < h \leq 1600\text{mm}$	3道	500
$h > 1600\text{mm}$	4道	500

(二) 墙模板搭设

内墙采用木模板进行搭设，采用木方作为竖楞，控制间距在250mm之内，并双拼钢管作为横楞，控制间距在450mm之内。对拉螺栓横竖向间距均为450mm，其外侧采用钢管短撑在围护桩之上。

(三) 预留洞模板

针对平台板上的预留洞模板施工，模板上口标高应保持与砼面相同，采用40mm的木料或夹板对预留洞侧边进行支撑，洞内采用对撑撑牢，避免洞口在浇筑砼时发生变形，且需要对模板正面进行刨光操作。

五、下挂结构层排架施工技术要点

(一) 排架材料的选择

排架材料同样选择截面 $\Phi 48 \times 3.2\text{mm}$ 的3号钢管，并保证钢管的产品质量满足施工标准要求，表面平滑光滑，无分层、裂缝、压痕等情况。扣件的选择上采用可锻铸铁，且需要保证螺栓拧紧扭矩在65Nm时不会受到破坏。

(二) 排架搭设顺序

排架搭设施工应按照如下顺序进行：立杆→横向水平杆→纵向水平杆→剪刀撑→再循环进行立杆、水平杆、剪刀撑的施工至顶面→横向斜杆→纵向格栅→剪刀撑。每完成一个步骤后应对排架的步距、横纵距及立杆垂直度进行校正，且严格按照施工设计图纸和操作规程进行搭设。

(三) 立杆搭设

下挂结构层排架需要先在楼板区域内对立杆进行搭设，控制间距小于等于800mm，且采用双钢管的立杆顶托。对于梁下排架而言，需根据梁截面的尺寸对立杆增设立杆，具体如表2所示。采用顶托方式进行梁下支撑，套丝伸出长度小于等于30cm，悬臂高度小于等于50cm，螺栓插入深度不小于15cm。顶托螺杆外径不小于36mm，步距小于等于1.5m。搭设过程中需垂直布设立杆，垂直度允许偏差控制在15mm以内，若梁模板排架采用单立杆形式，应将立杆位置设置在模板中心线，且控制偏心距在25mm以内。采用对接形式接长立杆，对接扣件与支架节点扣件的间距应小于等于步距的1/3，且与最近的主节点扣件距离不超过300mm。需注意，相邻的立杆接头应设置在不同步内。立杆下需对扫地杆进行设置，横纵方向均利用直角扣件进行固定，且纵向扫地杆需与垫板保持20cm间距，以确保排架的整体性。立杆下端置于垫板之上。

梁截面尺寸	梁下增设立杆数量
$S < 0.1\text{m}^2$	不增设立杆
$0.1\text{m}^2 \leq S < 0.5\text{m}^2$	增加1根立杆（纵向间距800mm，同板底）
$0.5\text{m}^2 \leq S < 1.0\text{m}^2$	增加2根立杆（纵向间距800mm，同板底）

表2 梁下立杆设置

(四) 水平杆搭设

在水平杆搭设过程中需要在一个方向上布满，在另一个方向上进行间隔布设，间一步一，且保证相邻步间布满方向上的水平杆相互垂直。同时，水平杆接长也采用对接方式，交错布置接

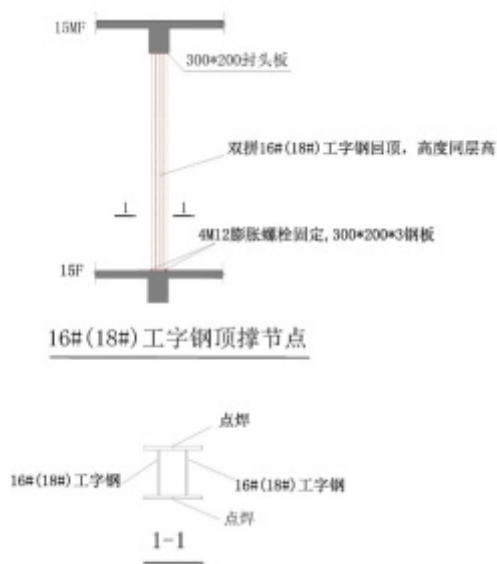
头，不宜在同步或同跨内设置两根纵向的相邻水平杆接头，需要错开至少50cm的间距，保证各接头中心与最近主节点的间距小于等于1/3纵距。

(五) 剪刀撑设置

纵横两个方向上的竖向剪刀撑需连续布置，于每跨竖向结构柱位置处进行布置，布置需确保落地。当排架高度在5~8m时，可以在3.8m高度对水平剪刀撑进行设置，连续设置的单跨宽度应小于等于6m。对于剪刀撑接长而言，可以采用搭接形式，保证搭接长度在1m以上，扣件与最近杆端间距大于等于10cm。针对剪刀撑斜杆而言，需要利用旋转扣件将其固定在相交的水平杆或立杆之上，扣件中心与主节点接近，随立杆和水平杆同步搭设剪刀撑。

(六) 型钢回顶

为提高下挂结构层和竖向构件连接的安全性，在浇筑混凝土前采用型钢对部分梁底进行回顶加固。回顶加固采用的型钢为双拼16#或18#工字钢，双拼工字钢点焊间距不超过1m，采用封头板使型钢上部与梁顶死，型钢下部则采用M12膨胀螺栓与15F的楼板进行固定连接，详细施工情况如图2所示。



>图2 型钢回顶接节点设置

(七) 吊墙排架 15F 结构钢梁加固

考虑部分吊墙下方的15F结构存在无梁的情况，为增强15F结构的承载性和安全性，可在此吊墙排架处的立杆底部进行加固，可以采用18#或25#工字钢对15F结构进行加固。需要注意的是，如果吊墙排架立杆位置处在洞口处，则应采用至少16#工字钢在立杆底部进行铺设，以达到加固效果。

(八) 拆除作业

下挂结构层模板施工达到如下条件时即可进行模板拆除：

①底模砼强度达到表3强度标准；②侧模砼强度可保证构件表面与棱角不会受拆模影响而发生损坏。在排架拆除前需对排架是否满足构造要求进行全面检查，具体构建达到拆模强度标准值的百分率情况如表3所示。考虑本次施工的特殊性，要求模板排架需保留至16F结构混凝土强度达到80%时才可拆除。拆除顺序为：排

架水平杆→板底排架→模板。模板排架中的连接件和支撑件需逐个拆除，模板逐块拆除传递，切记拆除操作不可损伤模板及混凝土，同时不可对楼层产生冲击荷载，并对拆除下的模板与支架及时清运出场。

表3 构建达到拆模强度标准值的百分率

构建类型	构建跨度 (m)	按设计的砼强度标准值的百分率计 (%)
板	≤ 2	50
	>2, ≤ 8	75
	>8	100
梁	≤ 8	75
	>8	100
悬臂构件	—	100

六、下挂结构层吊墙模板的监测

考虑本工程下挂结构层在混凝土施工过程中或施工后的一段时间内，因受压情况导致出现一定的沉降和位移，严重时甚至会造造成垮塌事故，因此需要对吊墙模板进行沉降与位移监测，一旦发现异常立即停止施工进行加固处理。为便于观测，监测剖面设在主体结构施工段分缝位置附近。根据经评审的高大模板支架方案，每个施工段设置一个监测剖面，支架监测点布置在支架顶部，监测项目包括支架的水平位移和沉降情况。

七、结语

综上所述，世博园区 B06 地块酒店 A15 MF 下挂结构层施工难度较大，通过对下挂结构层模板排架施工技术的应用，既保证了下挂结构施工的质量，也在一定程度上节约了施工成本，提高施工安全性。经后期检测和验算，下挂结构层模板排架施工技术各项指标均符合工程设计要求，满足预期控制目标，可有效解决高层大型建筑下挂结构施工难度大的问题，具有一定的推广应用价值。

参考文献：

- [1] 吴仙璟. 浅谈建筑工程中的高大模板施工技术 [J]. 价值工程. 2018, (35).
- [2] 赏根荣, 赏莹莹. 钢结构施工中支撑架设计方法研究 [J]. 施工技术. 2017, 46(15).
- [3] 徐为信. 高空大悬挑结构下挂施工平台设计与施工的探索与实践 [J]. 福建建筑, 2022, (12): 123-126.
- [4] 夏鑫. 采用钢管搭设桁架配重式斜柱模板支撑架的设计与施工工艺 [J]. 建筑施工, 2021, 43(12): 2517-2519.
- [5] 陈清山. 探究高大模板施工技术在大型公共建筑施工中的应用 [J]. 四川水泥, 2021, (08): 224-225.
- [6] 董瑞昕. 高大模板施工技术在大型公共建筑施工中的应用 [J]. 建材与装饰, 2019, (15): 5-6.