

房建工程中的高支模施工技术分析研究

夏露

中铁八局集团建筑工程有限公司 四川 成都 610000

[摘要]随着经济的发展和社会的进步,人们生活质量不断提升,对建筑的空间要求也在不断提高。高支模技术应运而生,我国经过多年的高支模施工技术经验的积累,各种构件形式的模板支撑体系被广泛应用。其中承插盘扣型模板支撑体系因其操作简便、搭设标准、适用性强、质量可靠等自身优势作为高支模技术的经典代表,广泛运用于各种建筑施工中。

[关键词]房建;高支模;承插盘扣型;施工技术

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.816

引言

随着经济飞速的发展,人们生活质量不断提升的同时,对建筑的空间要求也在不断提高。许多大空间、大跨度、大截面等复杂结构形式应运而生,在这个基础上,各种支撑形式的高支模技术应运而生。

当前,承插盘扣型模板支撑体系因其自身优点,高支模结构的成型质量得到了有效保证。因此,施工单位需要深入研究承插盘扣型高支模施工技术,充分发挥其技术优势,从而顺利实现高支模施工任务。下面我以成昆铁路沙湾南火车站候车厅高支模为例,进行高支模技术分析和研究。

1、概况

(1) 高支模施工技术概念

根据《危险性较大分部分项工程管理办法》,搭设高度 $\geq 5\text{m}$;搭设跨度 $\geq 10\text{m}$;施工总荷载 $\geq 10\text{kN/m}^2$;集中线荷载 $\geq 15\text{kN/m}$;均应编制专项方案。对搭设高度 $\geq 8\text{m}$;搭设跨度 $\geq 18\text{m}$;施工总荷载 $\geq 15\text{kN/m}^2$;集中线荷载 $\geq 20\text{kN/m}$ 的模板支撑工程,其专项方案应组织专家论证。

(2) 工程概况

沙湾南站位于四川省乐山市沙湾区,线侧下式小型站房,站房建筑面积 2996.96m^2 ,建筑高度 16.00m ,候车大厅(3-8交A-D轴)为钢筋混凝土屋面,支模高度最高处为

15.3m ,其中4-7交A-D轴最大梁截面尺寸为 600×2000 ,梁跨 25.9m ,板厚 120mm 。



沙湾南站效果图



沙湾南站结构模型图

2、多种形式支撑体系择优选用

对于模板支撑体系,我们选用的架体材料一般有扣件式、承插盘扣式、轮扣式、碗扣式等形式,下面针对各种架体材料进行方案必选如下:

类型	优点	缺点
扣件式	1、使用广泛,材料组织容易 2、搭设简单、搭设参数灵活 3、价格便宜	1、市面上钢管、扣件质量参差不齐,钢管壁厚难以保证。 2、工人操作随意性较大,纵(横)距、步距等参数难以精准搭设。
承插盘扣式	1、材料组织相对容易,架管等构件质量稳定。 2、纵(横)距、步距均为标准化模数,架体搭设质量得以保证。 3、杆件承载力高 3、搭拆非常简便、省力,搭拆进度较快。 4、价格适中。	1、专业性较强,对方案设计水平要求较高。纵(横)距、步距标准化模数的选取必须排版严谨。
轮扣式(快拆架)	1、材料组织容易 2、搭设简单、标准化模数搭设 3、价格便宜	1、市面上钢管、扣件质量参差不齐,钢管壁厚难以保证。 2、老旧技术,部分地方已明令禁止,即将面临全面淘汰。
碗扣式	1、材料组织相对困难 2、杆件承载力高 3、纵(横)距、步距均为标准化模数,架体搭设质量得以保证。	1、杆件笨重,搭拆较费力 2、专业性较强,对方案设计水平要求较高。纵(横)距、步距标准化模数的选取必须排版严谨。 3、价格较高 4、主要适用于简支桥梁结构

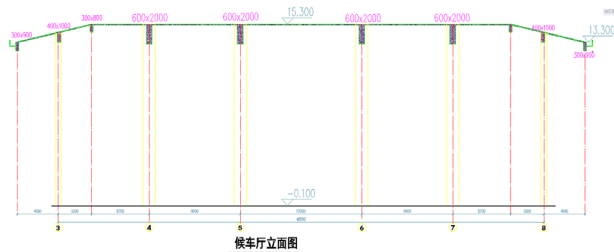
综上所述:对于我们一般的房建工程中,尤其是站房或商业综合体的高大模板,承插盘扣式脚手架支撑体现出了优越的先进性和性价比。

3、高支模支撑体系方案设计要点

3.1 代表性结构构件的选取

以沙湾站候车厅屋面为例,存在多种截面的结构梁,我们不可能每一根逐个验收。同时因为承插盘扣式立杆模数为 500mm ,水平杆模数为 300mm ,纵(横)距为 $300/600/900/1200$ 、步距 $500/1000/1500$ 这些固定值中选取,这也是与普通扣件式脚手架的最大区别。因此,代表性构件的选取尤为重要,且代表性构件不宜过多,否则会严重影响后续立杆位置布局排版。

所以沙湾站候车厅屋面板厚为 120mm ,但在众多的结构梁(300×900 、 300×600 、 250×600 、 300×800 、 250×400 、 400×1300 、 500×1400 、 600×2000 、 400×1000)里面只选取了 500×1400 、 600×2000 (荷载超限), 400×1300 这三种具有代表性的结构梁。



3.2 架体杆件选择和荷载验算

(1)为了配合个别特殊造型位置的扣件式钢管的使用,方案中承插盘扣式钢管立杆选用B型构件($\Phi 48\times 3.2$ 钢管)。这里之所以不选择A型是因为这种规格的立杆无法直接和扣件式钢管搭配。如下表所示:与之B型立杆相应的水平杆件、斜杆、可调托座和可调底座也选用B型,详见JGJ231-201附录一。

表 A-1 承插型盘扣式钢管支架主要构配件种类、规格

名称	型号	规格 (mm)	材质	理论重量 (kg)
立杆	A-LG-500	φ60×3.2×500	Q345A	3.75
	A-LG-1000	φ60×3.2×1000	Q345A	6.65
	A-LG-1500	φ60×3.2×1500	Q345A	9.60
	A-LG-2000	φ60×3.2×2000	Q345A	12.50
	A-LG-2500	φ60×3.2×2500	Q345A	15.50
	A-LG-3000	φ60×3.2×3000	Q345A	18.40
	B-LG-500	φ48×3.2×500	Q345A	2.95
	B-LG-1000	φ48×3.2×1000	Q345A	5.30
	B-LG-1500	φ48×3.2×1500	Q345A	7.64
	B-LG-2000	φ48×3.2×2000	Q345A	9.90
	B-LG-2500	φ48×3.2×2500	Q345A	12.30
	B-LG-3000	φ48×3.2×3000	Q345A	14.65

(2) 根据选取的代表性构件和B类型构件的相关参数, 开始试验算, 验算的过程是一个反复的过程, 需要不断选取合适的步距、纵横距, 而且作为承插盘扣式架体验算, 步距必须按照500模数记取、纵横距必须按300模数记取。为节约验算时间, 保证计算准确度, 项目运用品茗安全计算软件, 对逐个构件进行反复验算。为保证安全, 荷载取值必须严格按照规范要求设置, 沙湾南站荷载取值如下:

经过反复验算, 在各类验算合格的参数中, 按照“安全且节约”的前提下, 结合实际工程布局, 综合考虑后续立杆位置布局, 最终项目选用步距为1500mm, 纵横间距为600mm/900mm。

模板及其支架自重标准值G1k (kN/m ²)	面板	0.1
	面板及小梁	0.3
	楼板模板	0.5
新浇筑混凝土自重标准值G2k (kN/m ³)	24	
混凝土梁钢筋自重标准值G3k (kN/m ³)	1.5	混凝土板钢筋自重标准值G3k (kN/m ³) 1.1
施工人员及设备荷载标准值Q1k (kN/m ²)	2.5	
泵送、倾倒混凝土等因素产生的水平荷载标准值Q2k (kN/m ²)	0.07	
风荷载标准值ω _k (kN/m ²)	基本风压ω ₀ (kN/m ²)	0.3
	地基粗糙程度	B类 (城市郊区)
	模板支架顶部距地面高度 (m)	16
	风压高度变化系数μ _z	1.136
	风荷载体型系数μ _s	1.3
风荷载作用方向	沿模板支架横向作用	
		非自定义: 0.443

(3) 在验算的工程中, 遇到截面尺寸较大的梁时, 常规做法为梁两侧立杆上用扣件式钢管做梁底支撑 (如下图1) 无法验算通过, 按照JGJ231-2010做法会在梁底增加支撑立杆 (如图2), 现在新规范JGJ/T231-2021中新引入双槽钢做法 (如图3), 沙湾站现场也将其实 (如图4)。

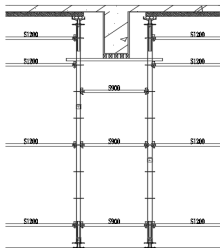


图1

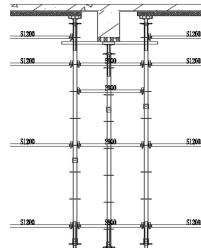


图2

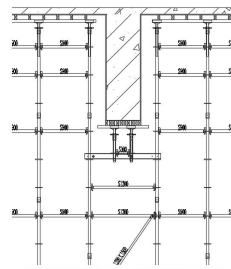


图3



图4

(4) 杆件型号选用还应根据租赁站实际拥有的杆件型号进行方案设计。例如沙湾南站在施工高支模时, 我司选择的租赁站内, B-LG-1500立杆储备充足, 其余型号虽然有, 但无法满足候车厅大体量使用要求。所以结合实际情况, 沙湾站候车厅高支模立杆选用B-LG-1500型, 并按此配备了其余构件, 如下表:

序号	材料名称	规格	单位	数量	备注
1	立杆 (B-LG-1500)	φ48.3×3.2×1500	根	21000	Q345A
2	水平杆 (B-SG-900)	φ48.3×2.5×900	根	21000	Q235B
3	水平杆 (B-SG-600)	φ48.3×2.5×600	根	800	Q235B
4	竖向斜杆 (B-XG-900×1500)	Φ38×2.3×1668	根	5200	Q195
5	竖向斜杆 (B-XG-600×1500)	Φ38×2.3×1560	根	2200	Q195
6	水平斜杆 (B-SXG-900×900)	φ48.3×2.5×1273	根	5200	Q235B
7	可调托座 (B-ST-500)	Φ38×5×500	根	3800	Q235B
8	可调底座 (B-XT-500)	Φ38×5×500	根	3800	Q235B

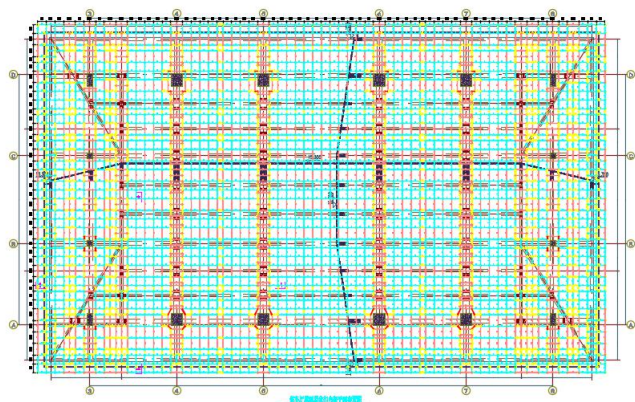
3.3 架体杆件位置布局和架体施工图绘制

(1) 高大模板满堂支撑架兼做外防护脚手架的运用: 站房候车厅高支模区域支模架立杆沿梁柱边线向外延伸1~2跨, 利用高支模最外排架体兼做外架防护作用, 满铺截面尺寸不小于50mm×200mm跳板作为安全通道, 在其下部间隔一定

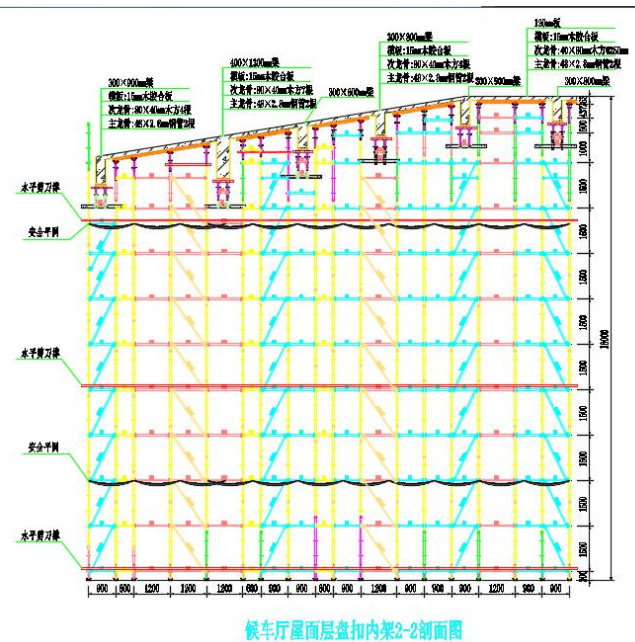
高度设置安全兜网, 并在高支模立面满设密目网兼做为高支模外架, 故候车厅高支模范围不再另设双排防护架。

(2) 根据验算得出的参数: 步距为1500mm, 纵横间距为600mm/900mm/1200mm。在候车厅CAD结构图纸上布置每个立杆位置。当我们在CAD图纸布置立杆时, 因为盘扣式的固定模

数,很有可能会出现个别结构梁和立杆位置冲突的情况,此时就应适当调整1200mm至900模数,或900至600模数。同时个别位置为了满足柱模板和梁侧模的安装施工距离,还会引入300模数的水平杆。立杆布置是一个反复调整的过程,并不是一蹴而就,需要耐心,同时也需要租赁单位就实际材料情况给出不同意见。通过反复研究和调整,最终沙湾南站的候车厅立杆布置图如下:



(3) 为保证方案具有指导性和可操作性,我们还应就图书位置的大样布置图,标识清楚。



候车厅屋面层盘扣内架2-2剖面图

4、高支模搭设施工技术要点

搭设施工的技术要点大体上分为四个方面,材料、放线、架体搭设、模板安装。

在材料方面则是注重验收的标准,对于模板材料的大小、厚度、负荷强度都要符合工程的标准,在检查的过程中严格地按照标准进行验收材料,细致的检查材料的承载强度以及变形性,从而确保都能够可以达到施工的要求。然后对模板材料进行编号和排序从而防止原材料的浪费。

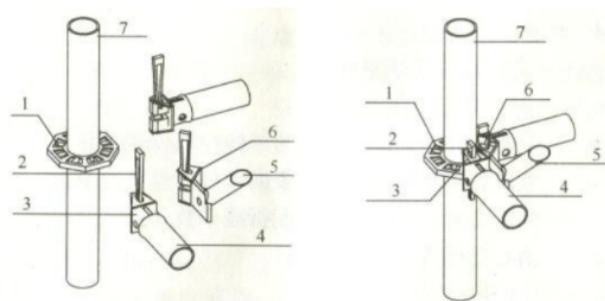
在放线的过程中,将基准点找准,将结构梁位置弹设出来,然后将立杆位置从方案图纸上的位置转化在地面,给搭设安装工作打下良好的基础。在安装模板的过程中,施工人员要根据图纸中标设的高度对支架的高度进行细微的调整。架体高度微调通过2方面完成,一是架体搭设前提前计算可调底座的高度,二是架体搭设至最后一步后,通过可调托座来实现模板标高的精调。通常情况下,这一调整要对模板的高度和模板本身的重量以及模板所处的位置进行综合的考量。

具体搭设方法可参照沙湾站具体做法:

4.1高大模板支撑体系搭设的技术要点

(1) 梁和板的立柱,其纵横向间距相等或成倍数(模数关系)。

(2) 根据方案确定的纵横距、布局,搭设承插盘扣式支撑体系,纵横距通过水平杆的固定尺寸实现,步距通过立杆上的固定模数承插盘连接水平杆来实现。所以承插盘扣式支撑体系,在方案参数的搭设质量上是普通扣件式支撑体系无法相比的。



盘扣结点

1—连接盘; 2—插销; 3—水平杆杆端扣接头; 4—水平杆;
5—斜杆; 6—斜杆杆端扣接头; 7—立杆

(3) 钢管立杆底部应设垫木和底座,顶部应设可调支托,U形支托与楞梁两侧间如有间隙,必须顶紧,其螺杆伸出钢管顶部不得大于200mm,螺杆外径与立柱钢管内径的间隙不得大于3mm,安装时应保证上下同心。

(4) 水平拉杆、剪刀撑应采用 $\Phi 48\text{mm} \times 2.8\text{mm}$ 钢管,用扣件与钢管立柱扣牢。钢管扫地杆、水平拉杆应采用对接,剪刀撑应采用搭接,搭接长度不得小于1000mm,并应采用3个旋转扣件分别在离杆端不小于100mm处和中间处进行固定。

(5) 对于高大模板支撑体系,其高度与宽度相比大于两倍的独立支撑系统,应加设保证整体稳定的构造措施。

(6) 高大模板工程搭设的构造要求应当符合相关技术规范要求,支撑系统立柱接长严禁搭接;应设置扫地杆、纵横向支撑及水平垂直剪刀撑,并与主体结构的墙、柱牢固连接。

(7) 搭设高度2m以上的支撑架体应设置作业人员登高措施。作业面应按有关规定设置安全防护设施。

(8) 模板支撑系统应为独立的系统,禁止与物料提升机、施工升降机、塔吊等起重设备钢结构架体机身及其附着设施相连接;禁止与施工脚手架、物料周转料平台等架体相连接。

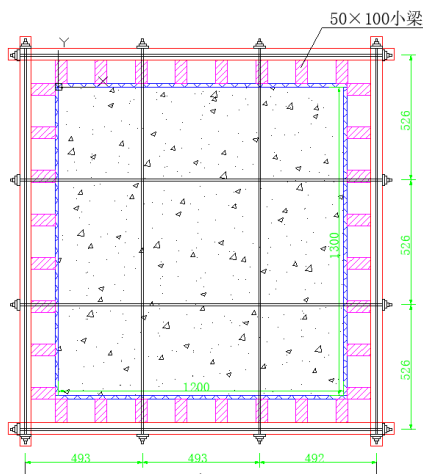
4.2梁模安装的技术要点

按设计间距要求整齐铺好 $40\text{mm} \times 80\text{mm} \times 2000\text{mm}$ 方木,随即铺设梁底模,铺设时应先与柱头对接好并钉牢,并用 $40\text{mm} \times 80\text{mm}$ 枋木条做立档及立档支撑,用约30mm宽,12mm厚模板做压脚压紧侧模底部(或者使用铁制侧模卡勾步步紧代替侧模压脚)。梁高超过650mm时,侧模板先安装一边,梁钢筋绑扎完毕后安装另一侧,有效安排工序先后情况,以满足施工要求。之后吊直侧模,根据梁截面积不同,在梁高的中间加穿墙螺杆(梁高 $\leq 1\text{m}$,M12对拉螺栓,梁高 $> 1\text{m}$,M12对拉螺栓)。另外,当梁跨度大于4米时,跨中梁底处应按设计要求起拱,如设计无要求时,起拱高度为梁跨度的 $1/1000 \sim 3/1000$,主次梁交接时,应先主梁起拱,后次梁起拱。

4.3柱模安装的技术要点

(1) 柱模安装工艺流程:弹线找平定位组装柱模涂刷脱模剂安装柱箍安装拉杆或斜撑校正轴线、垂直度固定柱模预检封堵清扫口;

(2) 截面尺寸 1200×1300 柱,柱模板采用木胶合板配置,M14@400对拉螺栓连接,竖向围檩采用 $40 \times 80 @ 250\text{mm}$ 方木,截面尺寸 600×600 柱,柱模板采用木胶合板配置,M12@400对拉螺栓连接,竖向围檩采用 $40 \times 80 @ 150\text{mm}$ 方木,水平向围檩均采用 $\Phi 48 \times 2.8 @ 450$ 钢管与对拉螺栓相连,离地、板底180mm设置第一道螺杆。



(3) 测量人员测放房间控制线，技术人员进行复核，并检查钢筋偏位情况；

(4) 根据房间控制线放出200mm模板控制线；

(5) 柱模板的安装必须待钢筋检查无问题并办好验收手续后方可进行封模，封模前必须将模内垃圾清理干净，柱模安装时在下部留设清除口，待模板内垃圾清除干净后再封模。

5、高支模施工控制措施

5.1 安全质量管理措施

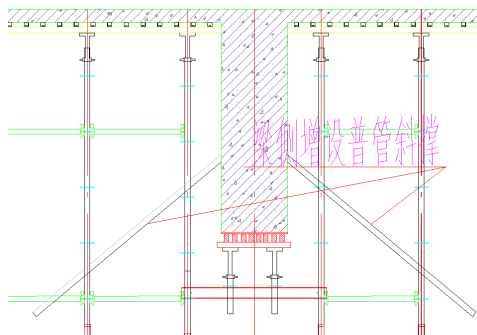
(1) 模板及其支撑系统在安装过程中必须设置防倾覆的可靠临时设施。施工现场应搭设工作梯，工作人员不得爬模上下。

(2) 装拆模板时，上下要有人接应，随拆随运，并应把活动的部件固定牢靠，严禁堆放在脚手板上和抛掷。装拆施工时，除操作人员外，下面不得站人。高处作业时，操作人员要扣上安全带。

(3) 在支撑搭设、拆除和浇筑混凝土时，无关人员不得进入支模底下，应在适当位置挂设警示标志，并指定专人监护。

(4) 搭设应由专业持证人员安装；安全责任人应向作业人员进行安全技术交底，并做好记录及签证。

(5) 大截面结构梁因侧压力较大，需在梁体侧面采用普通钢管每隔一跨增设一道斜杆，与附近两道立杆连接。



(6) 支模架水平剪刀撑可采用扣件式钢管或满设水平斜杆，间隔4步一道，扣件式钢管剪刀撑支设角度45°~60°，其他连接规定应符合《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130中相关规定，且应在水平剪刀撑下部满设一道安全兜网，沿高度方向间隔不大于6m（4步设置一道）

(7) 模板拆除时，混凝土强度必须达到规定的要求，严禁混凝土未达到设计强度的规定要求时拆除模板。

5.2 监测监控措施

为了确保模板支撑体系的安全和砼结构施工的顺利进行，掌握模板支撑体系在搭设、钢筋安装、砼浇筑过程中及砼终凝前后的受力与变形状况，确保模板支撑体系在各种施工工况及荷载的作用下，获得模板支撑体系的实际变形数据，起到对模板支撑体系实时监控，最终达到最佳安全状况。

(1) 监测点设置：支架监测点布设原则按监测项目分别选取在受力最大的立杆、支架周边稳定性薄弱的立杆及受力最大或地基承载力低的立杆设监测点。本工程在地基基础上支模的架体在支架边角及中间设置支架水平位移、立杆变形及支架沉降监测点；在结构板上支模的架体在支架边角及中间设置支架水平位移和立杆变形监测点；架体区域存在集中线荷载超限梁的支模架监测点选取在超限梁部位。监测仪器精度满足现场监测要求，并设变形监测报警值。

(2) 监测频率

序号	项目	搭设允许偏差 (mm)	变形允许值 (mm)	变形预警值 (mm)	检查工具
1	立杆钢管弯曲 $3m < L \leq 4m$ $4m < L \leq 6.5m$	≤ 12 ≤ 20	/	/	全站仪
2	水平杆、斜杆的钢管弯曲 $L \leq 6.5m$	≤ 30	/	/	全站仪
3	立杆垂直度全高	± 50	/	/	全站仪及钢板尺
4	立杆脚手架高度H内	± 50	/	/	全站仪
5	立杆顶水平位移	/	± 5	± 3	全站仪及钢板尺
6	支架整体水平位移	/	± 5	± 3	全站仪及钢板尺
7	立杆基础沉降	/	-5	-3	全站仪及钢板尺

在浇筑砼过程中应实施实时监测，一般监测频率不宜超过 20~30分钟一次。在砼初凝前后及砼终凝前后也应实施实时监测，监测时间可根据现场实际情况进行调整。监测时间应控制在模板使用时间至砼终凝后。

(3) 当监测数据超过变形预警值时必须立即停止浇筑砼，疏散人员，并进行加固处理：

1) 若因立杆发生弯曲变形的情况，立即停止其周边浇筑作业，对其上部进行卸载，保证立杆变形不继续扩大。然后对周边架体进行观测若无其他立杆共同变形情况发生，可以采用在立杆旁新增立杆进行替换、并重新对周边架体进行检测和评估，方可继续进行混凝土浇筑作业；若出现共同变形情况，需停止所有施工，并上报监理及甲方，重新进行架体评估，确定施工方案后再行决定。

2) 若出现梁柱木方挠度变形过大，而不出现柱楞（钢管）弯曲情况，需停止浇筑混凝土，采用短木方或钢管进行替换加固，调整周边木方间距。

3) 若出现架体整体偏移和倾斜等现象，需紧急撤离所

有工作人员，待变形稳定后，进行卸载并在四周采用斜撑固定，及时更新弯曲变形和损坏的钢管及木枋，对变形较大的区域进行加密加固措施，并增加水平及竖向剪刀撑，保证架体受力较大地方安全可靠，待重新验收合格方可施工。

结语

综上所述，建筑工程中高支模的施工技术是当前高层建筑中比较常用的施工工艺和技术。高支模工程的施工质量和安全性可以直接地影响到建筑工程的整体质量和稳定。所以在高支模技术施工的时候，施工管理人员要结合实际的情况设计合理的施工方案，明确其中的技术要点、并且制作应急预案，在施工的各个阶段中全面的保障施工的安全。从而保证整体建筑工程的施工安全，避免出现无法接受的后果。

参考文献

[1] 高松. 房屋工程中高支模施工技术的应用方法探析[J]. 安徽建筑, 2021, 28(4).
[2] 杨鹏. 有关房建工程中的高支模施工技术运用探究[J]. 中国建筑金属结构, 2021(4).