重庆市工程建设标准

模块化低位顶升钢平台模架体系施工技术标准

Technical specification for modular low lifting steel platform formwork system construction

DBJ50/T-268-2017

主编单位:中建三局集团有限公司
批准单位:重庆市城乡建设委员会
施行日期:2017 年 11 月 1 日

2017 重 庆

重庆工程建设

重庆工程建设

重庆市城乡建设委员会文件

渝建发[2017]27 号

重庆市城乡建设委员会
关于发布《模块化低位顶升钢平台模架体系施工技术标准》的通知

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设管理局,有关单位:

现批准《模块化低位顶升钢平台模架体系施工技术标准》为我市工程建设推荐性标准,编号为 DBJ50/T-268-2017,自 2017 年 11 月 1 日起施行。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,中建三局集团有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市城乡建设委员会

二〇一七年七月二十六日

重庆工程建设

重庆工程建设

前　言

根据重庆市城乡建设委员会《关于下达2014年度重庆市工程建设标准制定项目计划(第一批)的通知》(渝建〔2014〕259号)文件要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,参考有关国家标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要技术内容是:1 总则;2 术语与符号;3 基本规定;4 设计;5 加工制作;6 安装与拆除;7 运行与监控;8 安全规定。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,中建三局集团有限公司负责具体技术内容的解释。在本标准执行过程中,请各单位注意收集资料,总结经验,并将有关意见和建议反馈给中建三局集团有限公司(地址:重庆市江北区江北城庆云路16号国金中心2号办公楼9楼,邮编:400023,电话:023-67109455,传真:023-63021829,Email:34628868@qq.com)。

重庆工程建设

本标准主编单位、参编单位、主要起草人员和审查专家：

主 编 单 位：中建三局集团有限公司

参 编 单 位：重庆大学
重庆市江北区建设工程施工安全管理站
重庆建工第十一建筑工程有限责任公司
重庆建工第八建设有限责任公司
重庆建工第七建筑工程有限责任公司
重庆对外建设(集团)有限公司
重庆新科建设工程有限公司
重庆市宏贵建设有限公司
四川兴林建设工程有限公司
重庆建工第二建设有限公司
重庆建工第九建设有限公司

主要起草人：张　琨　王　辉　黄晨光　任志平　王开强
熊　锐　戴　超　华建民　杜福祥　张俊杰
方道伟　刘　威　王　丹　徐　凯　谭　健
苏　川　康　明　黄乐鹏　张　健　高　峰
杨　东　张洪明　曹兴松　王简弘　秦远玲
王　帆　何向东　于海祥

审 查 专 家：周尚永　陈世教　李伯勋　李永强　汤启明
(按姓氏笔画排序)张开顺　陈阁琳

重庆工程建设

目　次

1　总则 …… 1
2　术语与符号 …… 2
2.1　术语 …… 2
2.2　符号 …… 4
3　基本规定 …… 5
4　设计 …… 7
4.1　技术方案 …… 7
4.2　整体设计 …… 9
4.3　局部设计 …… 10
4.4　计算 …… 13
5　加工制作 …… 17
5.1　材料准备 …… 17
5.2　制作技术要求 …… 17
5.3　制作质量验收 …… 19
6　安装与拆除 …… 23
6.1　施工准备 …… 23
6.2　安装流程及技术要求 …… 23
6.3　安装质量验收 …… 26
6.4　拆除流程及技术要求 …… 29
7　运行与监控 …… 32
7.1　施工 …… 32
7.2　顶升 …… 32
7.3　提升 …… 34

重庆工程建设

7.4　监测 …… 34
7.5　维护 …… 35
7.6　改造 …… 35
8　安全规定 …… 37
附录 A　低位顶模装置制作质量验收表 …… 38
附录 B　低位顶模装置安装流程 …… 42
附录 C　低位顶模装置安装验收表 …… 43
附录 D　低位顶模装置拆除流程 …… 56
附录 E　低位顶模顶升、提升检查表 …… 57
本标准用词说明 …… 61
引用标准名录 …… 62
条文说明 …… 65

重庆工程建设

Contents

1 General Provisions ····· 1
2 Terms and Symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 4
3 Basic Requirements ····· 5
4 Design ····· 7
4.1 Technique Solutions ····· 7
4.2 Layout Design ····· 9
4.3 Component Design ····· 10
4.4 Calculations ····· 13
5 Production ····· 17
5.1 Materials Preparation ····· 17
5.2 Production Technical Requirements ····· 17
5.3 Production Quality Inspection ····· 19
6 Installation and Demolition ····· 23
6.1 Construction Preparation ····· 23
6.2 Installation Procedure And Technique Claim ····· 23
6.3 Installation Quality Acceptance ····· 26
6.4 Disassembly Procedure and Technique Claim ····· 29
7 Runing and Monitor ····· 32
7.1 Construction ····· 32
7.2 Jacking ····· 32
7.3 Lift ····· 34

重庆工程建设

7.4 Monitoring ····· 34
7.5 Maintenance ····· 35
7.6 Transform ····· 35
8 Safety Regulations ····· 37
Appendix A The Production Quality Checklist of Low-position Jacking Formwork Equipment ····· 38
Appendix B The Installation Procedure of Low-position Jacking Formwork Equipment ····· 42
Appendix C The Installation Checklist of Low-position Jacking Formwork Equipment ····· 43
Appendix D The Disassembly Procedure of Low-position Jacking Formwork Equipment ····· 56
Appendix E The Jacking and Lift Checklist of Low-position Jacking Formwork ····· 57
Explanation of Wording in This Specification ····· 61
List of Quoted Standards ····· 62
Explanation of Provision ····· 65

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 为使低位顶升模架使用做到技术先进、经济合理、安全适用，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于高层、超高层建筑核心筒结构施工所使用的低位顶升模架的设计、制作、安装、验收、运行、维护、改造及拆除。

1.0.3 低位顶升模架的设计、制作、安装、验收、运行、维护、改造及拆除除应符合本标准外，尚应符合国家及重庆市现行有关标准的规定。

重庆工程建设

2 术语与符号

2.1 术 语

2.1.1 低位顶升模架 low-position jacking formwork

用于高层、超高层建筑核心筒结构施工作业、防护、部分物料、设施堆放，设备维护的集成式自升式平台。它由支承系统、平台系统、动力系统、挂架系统及模板系统组成。平台通过支承箱梁、多套(一般情况下4套及4套以上)顶升油缸及支承立柱支承在待浇筑混凝土结构楼层以下的结构上，将挂架与模板悬挂在平台系统以下，用于混凝土墙体施工。当本层结构施工完成后，动力系统使顶升油缸将平台整体顶升至上一层，进行施工。反复循环作业，简称“低位顶模”。

2.1.2 支承系统 support system

由支承立柱、上支承箱梁、下支承箱梁、伸缩牛腿组成，位于平台系统以下，将平台系统承受的荷载传递给建筑结构。

2.1.3 平台系统 platform system

是指用于悬挂挂架系统和模板系统，同时为材料、设备、设施提供堆场及安装位置，主要包括平台、临边防护、材料堆场、设备和设施堆场。

2.1.4 动力系统 dynamical system

动力系统主要由执行组件、控制组件(电气系统元件)与动力源组成，主要用于顶升及提升低位顶模，同时对顶升及提升过程中的误差、异常进行监测、报警和控制。

2.1.5 挂架系统 scaffold system

挂在平台下位于施工结构墙体的两侧，给结构施工提供作业

面，主要包括导轨、滑轮、吊杆、吊耳、立面防护网、翻板、楼梯通道、层间水平走道板、底部防护。

2.1.6 模板系统 template system

布置在施工结构墙体的两侧，用于竖向混凝土结构浇筑，主要包括模板、对拉螺栓、吊索。

2.1.7 导轨 guide

是指挂架系统与模板系统在平台系统下水平滑动的轨道。

2.1.8 滑轮 pulley

2.1.9 吊杆 boom

是指挂架系统的主要竖向受力构件。

2.1.10 底部防护 bottom protection

是指挂架系统底层的封闭防护，用于封堵挂架底部以及挂架与墙体之间空隙，防止高空坠物及高处坠落事故发生。

2.1.11 施工状态 construction condition

是指核心筒结构正常施工，低位顶模静止，上、下支承箱梁均支承于核心筒结构上，平台、挂架、模板等系统处于正常作业的状态。

2.1.12 顶升状态 jacking condition

是指核心筒结构停止施工，低位顶模顶升，仅下支承箱梁支承于核心筒结构上。

2.1.13 提升状态 lift condition

是指核心筒结构开始施工，低位顶模上支承箱梁顶升就位，下支承箱梁提升，仅上支承箱梁支承于核心筒结构上。

2.1.14 平台层 platform operation layer

是指低位顶模最顶部层，主要用于为钢筋半成品、焊接机具、控制室、移动厕所、水箱、电缆线提供存放场地，为布料机、塔机、液压管路提供安装位置。

2.1.15 钢筋作业层 reinforcement operation layer

是指钢筋绑扎、洞口模板施工、劲性结构安装、埋件预埋及水

电预埋的作业层，位于平台作业层下方。

2.1.16 模板作业层 templates operation layer

是指墙体模板加固、墙体混凝土浇筑、模板拆模与清理的作业层，位于钢筋作业层下方。

2.1.17 混凝土养护作业层 concrete curing layer

是指混凝土养护和修补的作业层，位于模板作业层下方。

2.2 符 号

G_k——支承系统、平台系统、动力系统、挂架系统、模板系统自重标准值；

L_k——平台上堆载标准值；

C_k——平台上施工荷载标准值；

F_k——挂架上施工荷载标准值；

U_k——不平衡顶升产生的附加荷载；

S_{Gk}——永久荷载效应的标准值；

S_{Qk}——可变荷载效应的标准值；

W_k——风荷载标准值；

ω_0——基本风压；

υ_0——风速；

β_{gz}——高度 z 处的风振系数；

μ_{s1}——局部风压体型系数；

$[\upsilon]$——容许变形或位移。

审核工程建设

3 基本规定

3.0.1 使用低位顶模的工程，必须针对其设计、制作、安装、验收、运行、维护、改造及拆除编制低位顶模安全专项施工方案，使用单位必须组织专家对安全专项施工方案进行论证。

3.0.2 低位顶模装置设计时必须分别按施工、顶升、提升、停工四种状态进行强度、刚度及稳定性计算。

3.0.3 低位顶模装置支承在核心筒结构上，必须对结构墙体稳定性、局压、抗弯、抗冲切和结构梁局压、抗弯、抗剪、抗扭等进行验算，当结构墙体或结构梁不能满足要求时，使用单位应与工程设计单位共同确定合理的结构加固措施，确保结构安全。

3.0.4 低位顶模使用位置风速应满足如下要求：

1 施工状态风速不应大于 28m/s，超过 28m/s 时应进入停工状态。

2 顶升和提升状态风速不应大于 12m/s。

3 当风速大于 42m/s 时，必须对低位顶模挂架进行连墙加固。

3.0.5 低位顶模装置应根据工程结构特点，设计满足工程施工要求的支承系统、平台系统、动力系统、挂架系统和模板系统。

3.0.6 低位顶模装置设计时必须考虑消防系统的设计。

3.0.7 顶升油缸顶升和提升的额定荷载应不小于工作荷载的 2 倍。

3.0.8 低位顶模装置各系统应由专业生产厂家设计、制作。出厂前对各系统进行预拼、调试和验收，并提供产品合格文件与质量保证文件。

3.0.9 低位顶模装置使用前应由使用单位组织入场、安装完成、

出场验收，验收合格后方可投入使用。

3.0.10 低位顶模装置使用过程中，必须对其应力、变形、表观、风速情况进行监测。

3.0.11 低位顶模装置拆除宜在核心筒内部及外部水平结构楼板封闭后进行。

重庆工程建设

4 设 计

4.1 技术方案

4.1.1 编制说明应包括：

1)适用范围；

2)编制依据。

4.1.2 工程概况及施工重难点分析应包括：

1)工程概况；

2)塔楼核心筒设计特点；

3)塔楼施工重难点分析及对策。

4.1.3 低位顶模设计施工部署应包括：

1)设计施工总体部署；

2)设计施工总体流程；

3)设计施工进度安排；

4)各阶段控制要点。

4.1.4 低位顶模设计应包括：

1)设计思路；

2)总体布置；

3)平立面功能分区；

4)支承系统设计；

5)平台系统设计；

6)动力系统设计；

7)挂架系统设计；

8)模板系统设计；

9)安全防护设计；

重庆工程建设

10)临水临电(照明)设计；

11)消防设计。

4.1.5 低位顶模加工制作应包括：

1)支承结构加工制作；

2)平台系统结构加工制作；

3)模板系统加工制作；

4)挂架系统加工制作。

4.1.6 低位顶模施工应包括：

1)安装施工；

2)顶模验收；

3)顶升规划；

4)标准层施工；

5)伸臂桁架层施工；

6)交通组织；

7)特殊节点；

8)改造施工；

9)拆除施工。

4.1.7 低位顶模监测应包括：

1)监测目的；

2)监测内容；

3)监测实施。

4.1.8 低位顶模质量控制应包括：

1)质量控制目标；

2)质量控制体系；

3)质量控制标准。

4.1.9 低位顶模安全文明施工应包括：

1)安全控制目标；

2)安全控制体系；

3)安全管理；

重庆工程建设

4)安全生产保证措施。

4.1.10 低位顶模应急预案应包括：

1)组织机构与职责；

2)预警与报告；

3)危险因素分析及对策；

4)应急逃生通道；

5)应急资源准备。

4.1.11 低位顶模计算应包括：

1)支承系统和平台系统计算；

2)挂架系统计算；

3)模板系统计算；

4)动力系统计算；

5)吊装设备起重能力验算。

4.2 整体设计

4.2.1 低位顶模装置设计应综合考虑核心筒结构布置及变化，施工电梯、布料机、起重机械的布置与爬升，钢结构吊装，平台布置四类问题。

4.2.2 低位顶模装置平面布置应为钢构件吊装、施工电梯、布料机和起重机械运行及其构件吊装预留空间，平台上堆场及设备设施分布应均匀对称。

4.2.3 低位顶模装置立面布置应为钢结构吊装、钢筋绑扎、混凝土浇筑、混凝土养护提供作业空间。

4.2.4 低位顶模装置平、立面设计过程中应编制顶升规划。

4.2.5 低位顶模装置设计应满足施工人员作业及通行的要求，作业和通行范围内设置安全防护设施。

4.2.6 低位顶模装置设计宜采用标准化单元组件装配而成。

4.2.7 低位顶模装置设计应将平台系统、支承系统及顶升油缸

活塞杆作为整体进行计算，模板系统、挂架系统、动力系统单独进行计算。

4.2.8 低位顶模装置设计容许变形应满足下式要求：

1 立柱间平台容许挠度，应符合下式要求：

$$[v_1] < l_1/200 \qquad (4.2.8\text{-}1)$$

2 悬挑端平台容许挠度，应符合下式要求：

$$[v_2] < l_2/150 \qquad (4.2.8\text{-}2)$$

3 平台位置水平位移，应符合下式要求：

$$[v_3] < l_3/250 \qquad (4.2.8\text{-}3)$$

式中：l_1——支承立柱形心间的距离；

l_2——支承立柱形心至平台最外边缘的距离；

l_3——施工阶段及提升阶段：支承立柱高度；顶升阶段：下支承箱梁顶面至平台底面高度。

当平台位置水平位移超过上述要求时，应进行二阶分析。

4.3 局部设计

4.3.1 支承系统设计应符合下列规定：

1 支承立柱应对称布置在核心筒角部，支承立柱间距应大于同方向平台长度的2/5。

2 支承立柱宜采用格构柱。

3 支承立柱布置宜靠近支承箱梁中点，立柱形心距离箱梁中点的偏心幅度不应大于箱梁长度的1/5，否则应设计相应的顶升油缸抗弯装置及防坠装置。

4 支承立柱与上支承箱梁及平台之间、顶升油缸缸体与下支承箱梁之间、活塞杆与上支承箱梁之间应采用刚性连接。

5 上、下支承箱梁为简支梁时宜采用鱼腹式箱型截面。

6 上、下支承箱梁端部与墙体间应保持50mm～100mm间隙。

4.3.2 平台系统设计应符合下列规定：

1 平台结构宜设计为多级空间桁架结构。

2 平台顶部应进行平面功能分区设计，确定材料堆场、设备和设施安装位置，堆场及重型设备设施必须布置在支承立柱之间，平台与塔机标准节净距应大于 600mm。

3 平台临边应设置护栏和踢脚板。

4 平台布置应为钢板墙、劲性柱、钢牛腿等钢构件预留吊装空间。

4.3.3 动力系统设计应符合下列规定：

1 动力系统正常工作状态设计压力不宜大于 25MPa。

2 动力系统应设计安全自锁及报警装置，在设备故障、偏载过大、同步误差过大、油管破裂等异常情况时自动报警并锁定。

3 动力系统应设置滤油装置和降温装置。

4 动力系统宜使用难燃液压液，液压液通过过滤后清洁度达到-/17/14。

5 动力系统多个顶升油缸同步动作时，行程差异宜小于 5mm，超过 8mm 时应自动停止顶升，单个顶升油缸动作时，任意两个顶升油缸间行程差异应小于 15mm，超过 15mm 时应自动停止顶升。

6 液压油路宜采用软管与硬管结合的布置方式，油箱、顶升油缸、牛腿油缸等易活动部位宜采用软管连接，其余部位宜采用硬管连接，并充分设置管夹。

7 控制系统应采用 PLC 程序控制对各部位动作实施视频监控及时处理。

8 液压系统应有排气装置，防止油缸运行产生振动、爬行。

9 顶升主油缸建议采用内置式位移传感器，防止重物砸坏。

10 牛腿油缸安装拉线位移传感器，确保主油缸上升、下降安全无故障。

11 顶升油缸、牛腿油缸必须在缸体上设置双向液压锁。顶

升油缸应在一般标准的前提下加强设计。

4.3.4 挂架系统的设计应符合下列规定：

1 挂架系统严禁作为材料及构件堆场。

2 挂架应布置在墙体两侧，与塔机标准节的净距应大于塔机运行时的摆动距离，在塔机支承结构吊装部位，其净距应满足吊装要求。

3 挂架单层高度宜在 2.0m～2.2m 之间，挂架通道宽度宜在 0.8m～1.0m 之间，挂架与墙体之间应设置可转动的翻板，翻板宽度不宜大于 0.6m。翻板翻起时，翻板与墙体之间的距离应不小于 0.5m。

4 挂架系统最底层应设计可靠的底部防护，除模架顶升外，底部防护均应处于封闭状态，在核心筒墙体截面发生变化后，底部防护应能保证防护严密。

5 挂架系统设计应设置导轨、滑轮及角部机构使其可沿垂直于墙体方向移动。

6 挂架系统在不同井筒之间应设置可拆卸的水平安全通道。

7 挂架系统立面安全防护网应考虑不少于 50%的透风系数，严禁采用全封闭的防护网。

4.3.5 模板系统设计应符合下列规定：

1 模板宜设计为定型模板，模板设计应综合考虑所有楼层结构墙体布置情况，统一配模。

2 模板设计应考虑墙体厚度变化、预留外伸牛腿、斜墙段等特殊位置的需求。

3 阳角、阴角、洞口等位置模板的设计应满足强度、刚度要求，确保合模、退模作业方便、高效。

4 模板的对拉设计应与墙体内的劲性构件相协调。

5 模板高度宜根据标准层高确定，应考虑与已浇筑墙体不少于 100mm 的搭接，模板上口应高于楼层面 100mm，以免浇筑混

凝土时石子、砂子等飞溅出来，污染挂架。

6 阴角模板边长宜控制在 250mm～350mm 范围内。

4.4 计 算

4.4.1 模板的计算应符合国家现行行业标准《建筑工程大模板技术规程》JGJ 74 和《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定。

4.4.2 挂架、平台、箱梁、立柱的计算应符合国家现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定。

4.4.3 低位顶模整体结构计算应满足如下要求：

1 低位顶模采用杆系有限元进行整体结构计算，模型仅建立平台系统、支承系统及顶升油缸活塞杆，模板系统、挂架系统以荷载的形式作用于平台系统上。

2 低位顶模中平台系统、支承系统及顶升油缸活塞杆各构件采用梁单元模拟，计算模型中的尺寸应为各杆件轴线尺寸，各杆件轴线交汇于节点。

3 计算模型中各杆件间的连接形式与结构节点构造相符。

4 计算模型中的荷载类型和作用位置正确。

5 计算模型中的约束设定与模架支承构造的形式相符。

4.4.4 顶升油缸计算应符合国家现行行业标准 JB/T10205-2010《液压缸》标准的有关规定，活塞杆的计算长度应根据整体计算的实际约束条件取值。

4.4.5 低位顶模荷载应符合表 4.4.5 的规定，具体说明如下。

表 4.4.5 荷载标准值

项次	荷载类别	荷载标准值
1	支承系统、平台系统自重	G_{K1}
2	模板系统自重	G_{K2}

续表 4.4.5

项次	荷载类别	荷载标准值
3	挂架系统自重	G_{K3}
4	平台堆载	L_K
5	平台施工荷载	C_K
6	挂架施工荷载	F_K
7	风荷载	W_K
8	不平衡顶升产生的附加荷载	U_K
9	起重设备卸载时产生的冲击荷载	V_K

注：1　支承及平台自重标准值 G_{K1}、模板自重标准值 G_{K2}、挂架自重标准值 G_{K3} 应根据设计图纸中各构件实际重量确定。

2　低位顶模顶部平台堆载标准值 L_K 应考虑竖向结构钢筋重量、液压泵站、控制室、休息室、钢结构工具房、小型器具堆场、杂物间、厕所、水箱、气瓶、临时消防设施、管线、电缆线、平台铺板、护栏、垃圾箱。

3　平台施工荷载标准值 C_k，平台施工荷载主要考虑施工人群荷载及零星堆载。

4　挂架施工荷载标准值 F_k，挂架施工荷载主要考虑挂架上的人群荷载。

5　风荷载标准值应按公式 $w_k=\beta_{gz}\mu_{sl}\mu_z\omega_0$ 计算。其中系数 β_{gz}、μ_{sl}、μ_z 应分别根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 查表采用，基本风压应按公式 $\omega_0 \approx v_0^2/1600(\mathrm{kN/m^2})$ 计算，风速 V_p 应按 4.4.6 条的规定确定。

式中：w_k——风荷载标准值($\mathrm{kN/m^2}$)；

β_{gz}——高度 z 处的阵风系数；

μ_{sl}——风荷载体型系数；

μ_z——风压高度变化系数；

ω_0——基本风压($\mathrm{kN/m^2}$)；

v_0——平台顶部的风速(m/s)。

6　不平衡顶升产生的作用 U_K，应按支承系统有 30mm 的位移差计算。

7　起重设备卸载时产生的冲击荷载 V_K，应按实际情况进行考虑。

4.4.6　顶模装置各状态下平台顶部的风速取值符合表 4.4.6 的规定。

表 4.4.6　风速表(m/s)

状态	风速 V_0(m/s)
施工状态	32
顶升状态	20
提升状态	20
停工状态	42

4.4.7　低位顶模各施工状态荷载效应组合应符合表 4.4.7 的规定。

表 4.4.7　低位顶模荷载效应组合

状态	荷载效应组合		
	强度计算、稳定性计算		刚度计算
施工状态	永久作用	$1.35S_{GK}+0.7\times1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK}+1.15S_{VK})+0.6\times1.4S_{WK}$	$S_{GK}+S_{QK}$
	可变作用	$1.2S_{GK}+1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK}+1.15S_{VK})+0.6\times1.4S_{WK}$	
		$1.2S_{GK}+0.8\times1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK}+1.15S_{VK})+1.4S_{WK}$	
顶升状态	永久作用	$1.15\times1.35S_{GK}+1.15\times0.7\times1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK})+S_{UK}+0.6\times1.4S_{WK}$	$S_{GK}+S_{QK}$
	可变作用	$1.15\times1.2S_{GK}+1.15\times1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK})+S_{UK}+0.6\times1.4S_{WK}$	
		$1.15\times1.2S_{GK}+1.15\times0.8\times1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK})+S_{UK}+1.4S_{WK}$	
提升状态	永久作用	$1.35S_{GK}+0.7\times1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK})+0.6\times1.4S_{WK}$	$S_{GK}+S_{QK}$
	可变作用	$1.2S_{GK}+1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK})+0.6\times1.4S_{WK}$	
		$1.2S_{GK}+0.8\times1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK})+1.4S_{WK}$	

贵州工程建设

续表 4.4.7

状态	荷载效应组合			
	强度计算、稳定性计算			刚度计算
停工状态	永久作用	$1.35S_{GK}+0.7\times1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK})+0.6\times1.4S_{WK}$		$S_{GK}+S_{QK}$
	可变作用	$1.2S_{GK}+1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK})+0.6\times1.4S_{WK}$		
		$1.2S_{GK}+0.8\times1.4(S_{LK}+S_{CK}+S_{FK})+1.4S_{WK}$		

注：1　$S_{GK}=G_{K1}+G_{K2}+G_{K3}$，$G_{GK}$为永久荷载效应的标准值，包括低位顶模自重标准值、模板自重标准值、挂架自重标准值 G_{K3}；

2　$S_{GK}=L_K+C_K+F_K+W_K+V_K$，$S_{QK}$可变荷载效应的标准值，包括低位顶模顶部平台堆载；标准值 L_K、低位顶模平台施工荷载标准值 C_K、挂架施工荷载标准值 F_K、风荷载标准值W_K、冲击荷载标准值 V_k。

重庆工程建设

5　加工制作

5.1　材料准备

5.1.1　支承系统、平台系统、挂架系统、模板系统所用钢材或铝材应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880 的有关规定，并且均应有生产厂家产品合格证和材质证明。支承系统和平台系统宜选择 Q345B 级及以上的钢材，挂架系统和模板系统宜选择 Q235B 级及以上的钢材，销轴应选择合金钢。

5.1.2　动力系统所用材质应符合现行国家标准《液压系统通用技术条件》GB/T 3766 的有关规定。

5.1.3　挂架系统所采用的冷弯薄壁型钢应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018。挂架立面防护所采用的钢板网应符合现行行业标准《钢板网》QB/T 2959 的有关规定。

5.1.4　模板系统中模板面板宜选择易于清理的材质，如钢板、铝合金板、酚醛树脂面膜的木(竹)胶合板等。钢板应符合现行行业标准《建筑工程大模板技术规程》JGJ 74 的有关规定，木胶合板应符合现行国家标准《混凝土模板用胶合板》GB/T 17656 的有关规定。

5.1.5　低位顶模装置各系统所使用油漆和防火涂料的耐腐蚀、耐高温和耐久性应满足施工现场复杂作业环境的使用要求。

5.2　制作技术要求

5.2.1　低位顶模装置制作应有完整的设计图纸、工艺文件。各系统零部件严格按照设计和工艺要求进行制作，并检查验收。

5.2.2 低位顶模装置钢构件的制作应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定，铝构件的制作应符合现行国家标准《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50576 的有关规定。

5.2.3 支承系统制作应符合下列规定：

1 支承立柱接头位置宜设置在柱长的1/3 范围内，支承立柱为格构柱时，各柱肢接头位置点错开不应小于0.5m。

2 支承箱梁宜采用对称焊接工艺，本体焊接宜采用自动焊接工艺。

3 支承箱梁长度小于或等于9m 时，应保证本体板件通长；长度大于 9m 时，本体板件拼接缝不应超过一处，且拼接长度不应小于 1m，拼接缝错开不应小于 1m。

4 伸缩牛腿端面棱边应打磨圆滑，伸缩牛腿放入支承箱梁内部前，应组织相关人员进行隐蔽验收。

5 伸缩牛腿与支承箱梁间采用滚轮连接时，滚轮与箱梁本体的上下翼缘内表面必须接触。

5.2.4 平台系统制作应符合下列规定：

1 平台系统构件制作时宜设置胎架，先组拼焊接，再进行开孔。

2 平台系统杆件长度不大于 6m 时，应保证其通长，长度大于 6m 时，对接点不应超过一处，拼接长度不应小于 1m。若为钢桁架平台，则上、下弦杆对接点应错开不应小于 1m。

5.2.5 动力系统制作应符合下列规定：

1 液控和电控组件的各类元器件与阀件应提供明确的品牌、生产厂家、合格证和质量保证书，严禁使用“三无产品”。

2 动力系统出厂前，必须进行保压试验及联动调试。

5.2.6 挂架系统制作应符合下列规定：

1 挂架吊杆同一高度的螺栓孔误差不应大于 2mm。

2 滑轮宜采用满足受力要求的定制产品，当自行设计加工时，制作误差不应大于 1mm。

3 导轨本体不宜对接焊接制作，应严格控制变形。

4 挂架系统加工前宜生产 3 跨挂架单元试拼，并进行加载试验，满足要求后开始正式加工。

5.2.7 模板系统制作应符合下列规定：

1 模板系统制作应满足设计要求，还应符合现行行业标准《建筑工程大模板技术规程》JGJ 74 中的有关规定。

2 模板系统制作过程中，应进行阴、阳角模板及洞口侧模板试翻转。

5.3 制作质量验收

5.3.1 支承系统、平台系统制作质量检验应在校正后进行，主要部件制作允许偏差和检验方法应符合表 5.3.1 的规定，制作质量验收参照本标准附录表 A.0.1、A.0.2、A.0.3 执行，钢构件焊接、紧固件连接、零件及部件加工、构件组装、预拼装分项应参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 附录 J 执行。

检查数量：全数检查。

检查方法：符合表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 主要部件制作允许偏差和检验方法

项次	项目	允许偏差(mm)	检验方法
1	支承箱梁平整度尺寸	≤3.0	拉线、钢直尺、靠尺
2	支承箱梁横截面尺寸	±1.0	钢卷尺
3	支承箱梁销轴孔距	±1.0	钢卷尺
4	伸缩牛腿平整度尺寸	1.0	靠尺
5	伸缩牛腿横截面尺寸	$^{0}_{-1.0}$	钢卷尺
6	支承立柱横截面尺寸	±1.0	钢卷尺

续表 5.3.1

项次	项目	允许偏差(mm)	检验方法
7	支承立柱端面平整度	1.0	靠尺
8	支承立柱柱肢平整度	±1/1000 立柱长度	拉线、钢直尺
9	支承立柱孔距	±0.2	游标卡尺
10	平台部件长度尺寸	±2.0	钢卷尺
11	平台系统部件对角线尺寸	±2.0	钢卷尺
12	平台系统部件高度尺寸	±2.0	钢卷尺
13	平台系统部件螺栓孔距	±0.2	游标卡尺
14	平台系统部件销轴孔距	±1.0	钢卷尺

5.3.2 动力系统制作质量检验应在校正后进行，主要部件质量要求和检验方法应符合表 5.3.2 的规定，制作质量验收参照附录表 A.0.4、A.0.5、A.0.6、A.0.7 执行。

检查数量：全数检查。

检查方法：符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 主要部件质量要求和检验方法

项次	项目	质量要求	检验方法
1	液压泵站	工作稳定、压力正常	开机检查
2	各类阀件	动作灵敏、可靠、稳定	观察动作
3	顶升油缸	外观无瑕疵、往复动作无渗漏	外观检查，接入试验高压油，作往复动作不少于 10 次
4	液压控制台	电器仪表配制齐全，液压配件密封可靠、压力正常	开机检查
5	保压试验	顶升油缸活塞杆受压不收回	卷尺查看活塞杆收回尺寸
6	加压试验	压力加到设计压力的 120%，并保持至少 1 小时	查看渗油情况

5.3.3 挂架系统制作质量检验应在油漆涂刷和出厂前进行，主要部件质量要求和检验方法应符合表 5.3.3 的规定。制作质量验收参照本标准附录 A.0.8 执行，挂架系统采用钢材时，表格中未说明的钢构件焊接、紧固件连接、零件及部件加工、构件组装、预拼装分项应参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 附录 J 执行；挂架系统采用铝合金材料时，表 5.3.3 中未说明的铝合金构件焊接、紧固件连接、零部件加工、构件组装、预拼装分项应参照现行国家标准《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50576 的有关规定采用。

检查数量：每种类型抽查不少于 30%，且每种类型不少于 30 件。

检查方法：符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 主要部件质量要求和检验方法

项次	项目	质量要求	检验方法
1	吊杆	垂直度偏差小于 2mm	靠尺
2	吊耳	螺栓孔偏差小于 2mm	外观检查、钢卷尺
3	导轨	型钢翼缘变形小于 0.5mm，螺栓孔偏差小于 2mm	外观检查、钢卷尺
4	滑轮	轴承能自由转动，螺栓连接可靠	外观检查、观察动作
5	钢板网	网片与边框搭接应过边框中线，并不少于 20mm	钢卷尺、外观检查
6	翻板	网片与边框搭接应过边框中线，并不少于 20mm	钢卷尺、外观检查
7	楼梯通道	斜角误差不大于 2°	角度尺、外观检查
8	走道跳板	网片与边框搭接应过边框中线，并不少于 20mm	钢卷尺、外观检查
9	底部防护板	网片与边框搭接应过边框中线，并不少于 20mm	钢卷尺、外观检查

重庆工程建设

5.3.4 模板检验应在模板平放状态下进行。模板制作质量要求与检验方法应符合现行行业标准《建筑工程大模板技术规程》JGJ 74 的规定。

重庆工程建设

6　安装与拆除

6.1　施工准备

6.1.1　施工操作人员应安排到位，且必须持证上岗。

6.1.2　施工前应进行专项技术方案交底，将施工方法、施工顺序、定位轴线、定位标高、注意事项等交待清楚。

6.1.3　通过测量放线，标记出构件堆放场地、运输道路、胎架摆放位置等。

6.1.4　机械设备应准备齐全，起重设备吊装能力满足要求，且检查合格。

6.1.5　剪力墙上固定箱梁牛腿预留洞口尺寸、位置准确。

6.1.6　低位顶模装置拆除前，核心筒内部水平楼板及外部水平结构楼板封闭完成。应提前规划好拆除构件堆放场地。

6.1.7　遇到大雪、大雾、大雨等恶劣天气应停止安装、拆除作业。

6.2　安装流程及技术要求

6.2.1　低位顶模装置安装基本流程如下，并应参见附录 B 执行：

1　安装前准备；

2　平台系统、挂架系统等构件预拼装；

3　支承点位置进行清理，调整标高；

4　下支承箱梁吊装就位；

5　顶升油缸吊装就位；

6　上支承箱梁吊装就位；

7　支承立柱吊装就位；

8　平台系统主受力构件吊装组拼；

9　平台系统次受力构件吊装组拼；

10　模板系统吊装就位；

11　挂架系统安装；

12　附属设施安装；

13　动力系统安装与调试；

14　预顶升及低位顶模装置整体验收。

6.2.2　低位顶模装置安装前，必须编制安装专项技术方案，明确安装措施，并进行低位顶模装置安装技术交底。安装技术方案应包含如下内容：

1　低位顶模装置设计概况；

2　施工总体部署与总平面布置；

3　进度计划；

4　劳动力、设备计划；

5　构件进场计划；

6　吊装单元划分；

7　安装顺序与措施；

8　质量保证措施；

9　安全保证措施；

10　安装工况模拟计算；

11　安装完毕全系统试运行；

12　交付使用。

6.2.3　低位顶模装置各系统构件进场前，应进行“分件、分系统”验收，检查资料并归档，严禁无产品合格证、无质量证明文件的材料、构件进场。进场验收的检验批可以根据工程规模及进料实际情况划分。

6.2.4　低位顶模装置安装时，建筑结构立面、平面应满足安装空间要求。

6.2.5　安装设备吊重、覆盖范围应与低位顶模装置吊装单元重

量、堆场位置相匹配。

6.2.6 应严格控制伸缩牛腿支承位置混凝土的标高与平整度，标高误差宜控制在±3mm 以内，平整度控制在 3mm 以内。当标高误差过大时，应通过对混凝土进行剔凿并采用钢板垫平。

6.2.7 上、下支承箱梁吊装范围墙体垂直度偏差应小于 8mm，支承箱梁吊装前应对该垂直度进行复核，清理障碍物。

6.2.8 上、下支承箱梁吊装前应对上、下支承箱梁位置进行测量放线，重点控制定位轴线、标高，标识上、下支承箱梁伸缩牛腿就位中心线。

6.2.9 上、下支承箱梁吊装前应检查其伸缩牛腿伸出、收回动作灵活性，反复推拉 3 次以上。

6.2.10 吊装时应确保顶升油缸和支承立柱形心重合。

6.2.11 支承系统安装完成后应进行本系统阶段性验收，验收合格后方可转入平台系统安装。

6.2.12 平台悬挑部位安装时宜搭设支撑胎架。

6.2.13 平台安装时应重点对平台位置、平整度、立柱间挠度、悬挑挠度进行控制。安装误差调整至允许值范围内方可进行焊接、高强螺栓终拧。

6.2.14 挂架系统与模板系统导轨安装前应在平台上标识出导轨的定位线。

6.2.15 挂架系统及模板系统安装后应可沿导轨往复灵活滑动，挂架防护翻板应可灵活翻开与封闭。

6.2.16 动力系统液压油管应与其线路上的支承系统、平台系统、挂架系统构件有效固定。

6.2.17 动力系统应做好防撞、防雨、防火、防踩踏、防污染保护措施。

6.2.18 液压液在动力系统调试时必须进行油路循环净化过滤，过滤后清洁度达到-/17/14。

6.2.19 动力系统安装完成后应进行系统调试和保压试验，保压

12 小时以上，所有接头和密封处无渗漏，顶升油缸、伸缩牛腿油缸，应无软腿和溜缸现象。

6.2.20 当模板系统先于平台系统安装时，应搭设架体或预留埋件承载模板重量。

6.2.21 电气接线应牢固、电缆接头绝缘可靠，电路应有漏电和接地保护。

6.3 安装质量验收

6.3.1 支承系统安装允许偏差和检验方法应符合表 6.3.1 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 支承系统安装允许偏差和检验方法

项次	项目		允许值	检验方法
1	支承箱梁标高	支承箱梁自身	±5.0mm	全站仪检查
		支承箱梁间	±5.0mm	
2	支承箱梁轴线偏差	X 向	±3.0mm	全站仪、钢卷尺检查
		Y 向	±3.0mm	
		转角	±0.2°	
3	支承立柱顶标高		±5.0mm	全站仪检查
4	支承立柱水平定位偏差	X 向	±3.0mm	全站仪、钢卷尺检查
		Y 向	±3.0mm	
		转角	±0.1°	
5	支承立柱垂直度偏差	X 向	15mm	吊线、钢卷尺、全站仪检查
		Y 向		

6.3.2 平台系统安装允许偏差和检验方法应符合表 6.3.2 的规

定。

检查数量：全数检查。

检验方法：符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2　平台系统安装允许偏差和检验方法

项次	项目	允许值	检验方法
1	平台平整度偏差	10.0mm	水准仪检查
2	立柱间平台挠度	$l_1/200$	水准仪检查
3	悬挑端平台挠度	$l_2/150$	水准仪检查
4	拼接杆件轴线错位偏差	4.0mm	划线后用钢卷尺检查

注：表中“l_1”、“l_2”详见本标准 4.2.8 条规定。

6.3.3　支承系统与平台系统的焊接应参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 第 5 章执行，紧固件连接应参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 第 6 章执行。

6.3.4　动力系统安装允许偏差和检验方法应符合表 6.3.4 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：符合表 6.3.4 的规定。

表 6.3.4　动力系统安装允许偏差和检验方法

项次	项目		允许值	检验方法
1	顶升油缸活塞杆顶标高		±5.0mm	全站仪
2	顶升油缸水平位置轴线偏差	X 向	±3.0mm	全站仪和钢卷尺
		Y 向		
3	顶升油缸垂直度偏差	X 向	$l_4/1500$，且小于 5.0mm	全站仪
		Y 向		

注：表中“l_4”为顶升油缸高度。

6.3.5　挂架系统安装允许偏差和检验方法应符合表 6.3.5 的规

定。

检查数量：按构件数 30%抽查。检查部位根据挂架布置选择，应划分区域后选择转角、直线段中心做为控制点进行检查。

检验方法：符合表 6.3.5 的规定。

表 6.3.5　挂架系统安装允许偏差和检验方法

项次	项目		允许值	检验方法
1	导轨轴线定位偏差	X 向	±3.0mm	钢卷尺检查
		Y 向	±3.0mm	
		转角	±0.1°	
2	吊杆垂直度偏差	X 向	整体弯曲矢高≤l_5/1500 且不应大于 10.0mm	吊线、钢卷尺检查
		Y 向		
3	靠墙一侧立杆相对墙体位置		±15.0mm	全站仪和钢卷尺
4	底部防护缝隙		10.0mm	钢卷尺检查

注：表中“l_5”为挂架立杆长度。

6.3.6　钢制挂架焊接应参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 第 5 章执行，紧固件连接应参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 第 6 章执行。铝合金挂架的焊接应参照现行国家标准《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50429 第 5 章执行，紧固件连接应参照现行国家标准《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50429 第 6 章执行。

6.3.7　模板系统安装允许偏差和检验方法应符合表 6.3.7 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：符合表 6.3.7 的规定。

重庆工程建设

表 6.3.7　模板系统安装允许偏差和检验方法

项次	项目		允许值	检验方法
1	相邻模板拼缝高低差		±1.0mm	吊线、钢尺检查
2	模板平整度偏差		3.0mm	全站仪和钢尺
3	模板上口标高偏差		±5.0mm	钢尺检查
4	模板垂直度偏差	≤5m	3.0mm	吊线、钢尺检查
		>5m	5.0mm	吊线、钢尺检查

6.3.8　安装完成后应进行以下测试检验：

1　液压动力系统测试检验：同步性能测试，安全保护装置（油缸上双向液压锁，行程开关，系统安全阀的压力控制精度）灵敏性的测试，系统保压性能的测试，各个分动作灵活准确性（顶升液压缸伸缩，牛腿液压缸伸缩）测试；

2　主要结构件的应力测试及安全性的判断。

6.3.9　低位顶模装置安装验收时应提供下列文件和记录：

1　低位顶模装置相关设计文件；

2　原材料、成品质量合格证明及性能检测报告；

3　构配件进场验收检查记录；

4　安装方案；

5　各系统质量验收记录；

6　其他有关文件和记录。

6.4　拆除流程及技术要求

6.4.1　低位顶模拆除基本流程如下，并应参见附录 D 执行：

1　动力系统油路组件拆除；

2　模板与平台分离、拆除；

3　外挂架分段及拆除，内挂架与平台分离；

4　平台结构拆除；

5　支承立柱拆除；

6　上支承箱梁拆除；

7　顶升油缸拆除；

8　下支承箱梁拆除；

6.4.2　低位顶模装置拆除前，必须编制低位顶模拆除专项技术方案，明确拆除先后顺序，制定拆除安全措施，进行安全技术交底。拆除方案中应包括：

1　拆除基本原则与条件；

2　拆除前的准备工作；

3　劳动力组织与部署；

4　拆除部件吊重分析；

5　拆除流程；

6　安全措施；

7　应急预案。

6.4.3　风速超过六级时严禁进行拆除作业。

6.4.4　低位顶模装置拆除前，应清除平台上所有的剩余材料和零散物件，切断电源，拆除电线、液压管路。

6.4.5　低位顶模装置拆除前应对构件进行编号，并进行拆除单元分段。拆除后各构件分类堆放、保护。低位顶模装置采用可周转构件时，应特别注意对构件的保护。

6.4.6　液压油回收时，使用专用油箱，确保液压油不受污染。

6.4.7　油管拆除前，应通过调节溢流阀逐步释放油管内部压力，油管内部残余液压油应提前进行疏导。油管拆除原则为先支油管，后主油管，拆除后分类保存堆放。

6.4.8　顶升油缸拆除前，各油缸应锁死、封闭，顶升油缸活塞杆应全部回收到油缸内。各牛腿油缸必须锁死。

6.4.9　动力系统电路拆除时，按照先室内，后室外，先强电，后弱电的拆除原则，各类电线分类堆放。

6.4.10　挂架系统拆除过程中，应采取措施将挂架导轨或立杆进

行有效固定。

6.4.11 平台拆除顺序宜由四周至中间，由次桁架至主桁架。支承立柱在拆除前宜用缆风绳拉结。

重庆工程建设

7　运行与监控

7.1　施　工

7.1.1　低位顶模处于施工状态，核心筒结构各分项工程施工。

7.1.2　低位顶模施工包括平台作业层、钢筋作业层、模板作业层及混凝土养护层。

7.1.3　钢筋在平台上的堆载量及堆放区域应满足设计要求。

7.1.4　钢筋作业层顶部与平台底部间距宜大于1.5m。

7.1.5　合模前应对模板表面进行清理及养护，施工前涂刷脱模剂。

7.1.6　模板拆除时，应与墙体完全脱开无刮擦，与墙体距离过近位置应采用拉钩将模板与挂架固定。

7.1.7　混凝土浇筑宜采用布料机均匀布料，分层浇筑。布料机无法深入墙体时，应在输送位置架设料斗和串筒进行导流。

7.1.8　泵管在低位顶模内部无墙体段应与低位顶模进行固定，低位顶模顶升前，在挂架内部断开泵管，顶升完成后，进行泵管加节。

7.2　顶　升

7.2.1　低位顶模顶升基本流程如下：

1　顶升准备；

2　确认下支承箱梁的牛腿可靠地支撑在建筑结构支承面之后，缓慢地顶升50mm，使上支承箱梁悬空；

3　上支承箱梁的伸缩牛腿收回；

重庆工程建设

4 顶升油缸开始顶升至目标支承位置标高上部 50mm 处；

5 上支承箱梁的伸缩牛腿伸出；

6 顶升油缸缓慢缩回直到上支承箱梁的牛腿可靠的支承在核心筒结构上；

7 顶升后防护恢复并进行施工准备。

7.2.2 低位顶模顶升前、后应进行严格检查，检查内容参见附录表 E.0.1、E.0.2 执行。

7.2.3 顶升作业前应做好顶升规划和技术交底，严禁盲目顶升与提升。

7.2.4 顶升前应将目标支承面清理干净并对该支承面标高进行复测并调平。

7.2.5 顶升前应检查动力系统的管路、电路、压力值是否正常。

7.2.6 顶升前模板应充分退模，并重点对模板与核心筒结构关系、挂架翻板位置、上支承箱梁端部进行检查；另外应对墙体垂直度进行复测，防止刮蹭现象发生。

7.2.7 低位顶模顶升和提升作业应建立专门的操作团队，分工明确，应实行统一指挥、规范指令，指令只能由低位顶模操作负责人下达。

7.2.8 顶升过程中，应在顶升就位位置及顶升路径、模板挂架、平台与劲性结构位置设专人看护，发现上支撑梁出现异常情况，相关系统与建筑结构发生干涉状况时应提前预警、及时处理。

7.2.9 考虑到自重及荷载分布不均匀，顶升油缸压力控制应以顶升开始前初始压力为基准。

7.2.10 顶升时随时对油路进行检查，发现漏油现象，立即停止顶升。

7.2.11 动力系统因异常情况停机时应检查包含液压阀件、管路、运行障碍物等内容，问题排除之后才能继续进行顶升。

重庆工程建设

7.3 提　升

7.3.1 低位顶模提升基本流程如下：

1 顶升准备，应按本标准表 E.0.1 的规定进行检查验收，合格后方可进行顶升；

2 确认上支承箱梁的牛腿可靠地支撑在建筑结构支承面之后，缓慢地回收顶升油缸 50mm，使下支承箱梁悬空；

3 支承箱梁的伸缩牛腿收回；

4 顶升油缸回收至目标支承位置标高上部 50mm 处；

5 下支承箱梁的牛腿油缸伸出直至牛腿下支撑面超过建筑结构支面；

6 顶升油缸伸出至下支承箱梁落实。

7.3.2 低位顶模提升前、后应进行严格检查，检查内容参见附录表 E.0.3 执行。

7.3.3 下支承箱梁宜单个支承点逐个提升，提升路径应有专人看护，如有障碍物应及时排除并通知提升操作负责人。

7.4 监　测

7.4.1 应力监测重点为支承箱梁本体、支承立柱本体、平台系统主梁或主桁架及设计应力比大于 0.8 的杆件。

7.4.2 变形监测重点为支承箱梁挠度、支承立柱垂直度、平台整体平整度。平台系统整体平整度监测点宜布置在支承立柱顶部、平台悬挑端及跨中。

7.4.3 表观监测重点为顶升油缸、牛腿油缸、支承箱梁及其伸缩牛腿的动作情况。

7.4.4 应对低位顶模装置工作所处环境风速进行全程监测。

7.5 维　护

7.5.1 在低位顶模装置使用过程中，应建立低位顶模装置维护制度，做到日常维护、定期检查。

7.5.2 日常维护内容应包含对安全防护和动力系统组件的检修及监测数据的对比分析。

7.5.3 每次顶升完成后应对平台平整度、支承立柱垂直度、上下支承箱梁水平位置进行测量复核，并结合监测资料形成数据记录。

7.5.4 每个月应对低位顶模装置支承系统、平台系统、动力系统、挂架系统、模板系统进行全面检查，检查内容参照安装阶段的质量要求。

7.5.5 停工7天以上再次施工前，应对低位顶模装置进行全面检查，合格后方可进行施工。

7.5.6 遇28m/s大风等特殊情况应停止低位顶模作业。恢复施工前应对低位顶模装置架体位置、变形情况进行复核，检查合格后方可再次投入使用。

7.5.7 每次顶升结束后，应组织人员对液压管路巡检。如发现液压管路上有渗漏迹象，应及时处理。

7.5.8 每次顶升结束后，应使用滤油小车对油箱中的油液进行过滤。

7.6 改　造

7.6.1 低位顶模装置改造前，必须编制低位顶模改造专项技术方案，明确改造方法和部位，制定改造安全措施，并进行安全技术交底。

7.6.2 低位顶模需要改造时应先进行复核计算，再进行低位改

重庆工程建设

造。

7.6.3 风速超过六级时严禁进行改造作业。

重庆工程建设

8 安全规定

8.0.1 使用低位顶模的工程必须建立具有针对性的安全管理体系，并配置低位顶模使用专职土建安全员和机械安全员。

8.0.2 低位顶模的安装、操作、拆除应由通过低位顶模使用安全技术培训的专业操作人员进行。

8.0.3 应在平台上显著位置标明荷载允许值，不得超载。

8.0.4 低位顶模顶升、提升、安装、拆除时，非操作人员应撤离低位顶模。

8.0.5 低位顶模施工临时用电的线路架设及架体接地、避雷措施应符合国家现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

8.0.6 平台上应按消防要求设置灭火器，施工消防供水系统应随低位顶模同步设置。在平台上进行电、气焊作业时应有防火措施和专人看护。

8.0.7 低位顶模施工现场应有明显的安全标志，低位顶模安装、拆除时地面应设围栏和警戒标志，并派专人看守，严禁非操作人员入内。

8.0.8 应在低位顶模顶部无遮挡位置设置风速仪，并每天自动记录风速。

8.0.9 低位顶模与地面之间应按施工现场应急疏散要求设置应急疏散通道，在任何时候均应保证该通道的畅通。

8.0.10 低位顶模上应在显著位置标明允许荷载值，施工作业人员应不得超过允许荷载值。

8.0.11 低位顶模安装、运行使用过程中应按本规范第 **6** 章和第 **7** 章的规定要求进行监测、检查及验收。

附录 A　低位顶模装置制作质量验收表

表 A.0.1　支承系统(支承箱梁)制作尺寸检查表

项目 / 支承箱梁编号	支承箱梁本体				伸缩牛腿				销轴孔距		检查图例
	表面编号	平整度偏差	横截面编号	尺寸偏差	表面编号	平整度偏差	横截面编号	尺寸偏差	孔距编号	孔距偏差	
结论											
检查人					检查日期						

重庆工程建设

表 A.0.2　支承系统(支承立柱)制作尺寸检查表

项目 支承立柱编号	横截面编号	横截面尺寸偏差	端面平整度偏差		柱肢编号	平整度偏差	螺栓孔距		检查图例
			上端面	下端面			孔距编号	孔距偏差	
结论									
检查人					检查日期				

表 A.0.3　平台系统制作尺寸检查表

项目 部件编号	尺寸偏差			销轴孔距		螺栓孔距		检查图例
	长度偏差	对角线偏差	高度偏差	孔距编号	孔距偏差	孔距编号	孔距偏差	
结论								
检查人				检查日期				

重庆工程建设

表 A.0.4　动力系统(液压泵站)质量检查表

液压泵站编号	质量验收规定	检查记录	检查结论
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
检查人		检查日期	

表 A.0.5　动力系统(阀件)质量检查表

阀件编号	质量验收规定	检查记录	检查结论
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
检查人		检查日期	

表 A.0.6　动力系统(顶升油缸)质量检查表

顶升油缸编号	质量验收规定	检查记录	检查结论
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
	第 5.3.2 条		
检查人		检查日期	

重庆工程建设

表 A.0.7　动力系统(液压控制台、试验)质量检查表

项目	质量验收规定	检查记录	检查结论
液压控制台	第 5.3.2 条		
保压试验	第 5.3.2 条		
加压试验	第 5.3.2 条		
检查人		检查日期	

表 A.0.8　挂架系统(吊杆)质量检查表

吊杆编号	质量验收规定	检查记录	检查结论
	第 5.3.3 条		
	第 5.3.3 条		
	第 5.3.3 条		
	第 5.3.3 条		
	第 5.3.3 条		
检查人		检查日期	

注:挂架系统吊耳、导轨、滑轮、钢板网、翻板、楼梯通道、走道跳板、底部防护板质量检查表参照表 A.0.8 执行。

重庆工程建设

附录 B　低位顶模装置安装流程

图 B　低位顶模装置安装流程图

附录 C　低位顶模装置安装验收表

表 C.0.1　支承系统(支承箱梁)安装尺寸检查表

项目 支承箱梁编号	梁顶标高			定位偏差			图例
	测点编号	设计值	实测值	类别	设计值	实测值	
				X 向			
				Y 向			
				转角			
				/	/		
				X 向			
				Y 向			
				转角			
				/	/	/	
				X 向			
				Y 向			
				转角			
				/	/	/	
结论							
检查人					检查日期		

重庆工程建设

表 C.0.2　支承系统(支承立柱)安装尺寸检查表

项目 支承立柱编号	柱顶标高		水平位置			垂直度偏差		图例
	设计值	实测值	类别	设计值	实测值	X 向	Y 向	
			X 向					
			Y 向					
			转角					
			X 向					
			Y 向					
			转角					
			X 向					
			Y 向					
			转角					
			X 向					
			Y 向					
			转角					
结论								
检查人					检查日期			

重庆工程建设

表 C.0.3　平台系统安装尺寸检查表

项目 测点编号	部件顶标高		水平位置			图例
	设计值	实测值	类别	设计值	实测值	
			X			
			Y			
			X			
			Y			
			X			
			Y			
结论						
检查人			检查日期			

注：结论中应对平台平整度、立柱间平台挠度、悬挑端平台挠度做出评价。

重庆工程建设

表 C.0.4　动力系统(顶升油缸)安装尺寸检查表

项目 顶升油缸编号	活塞杆顶标高		水平位置			垂直度偏差		图例
	设计值	实测值	类别	设计值	实测值	X 向	Y 向	
			X					
			Y					
			X					
			Y					
			X					
			Y					
			X					
			Y					
结论								
检查人					检查日期			

注:表中标高为顶升油缸在闭合状态下活塞杆顶部标高。

重庆工程建设

表 C.0.5　挂架系统(导轨)安装尺寸检查表

项目 导轨编号	导轨位置偏差		图例
	X 向		
	Y 向		
	转角		
	X 向		
	Y 向		
	转角		
	X 向		
	Y 向		
	转角		
结论			
检查人		检查日期	

重庆工程建设

表 C.0.6　挂架系统(吊杆)安装尺寸检查表

项目 吊杆编号	吊杆垂直度偏差		吊杆与墙体距离	图例
	X 向	Y 向		
结论				
检查人		检查日期		

重庆工程建设

表 C.0.7　模板系统安装尺寸检查表(一)

项目 测点编号	相邻模板拼缝高低差	图例
结论		
检查人		检查日期

重庆工程建设

表 C.0.8　模板系统安装尺寸检查表(二)

项目 模板编号	模板垂直度偏差	图例
结论		
检查人		检查日期

重庆工程建设

表 C.0.9　模板系统安装尺寸检查表(三)

项目 测区编号	模板平整度偏差	图例
结论		
检查人		检查日期

重庆工程建设

表 C.0.10　动力系统(管路接头)安装检查表

项目 接头编号	是否有变形	是否有渗漏	管路保护	图例
结论				
检查人			检查日期	

重庆工程建设

表 C.0.11　动力系统(管路固定件)安装检查表

项目 固定件编号	焊缝	管路固定	图例
结论			
检查人		检查日期	

重庆工程建设

表 C.0.12　动力系统(控制组件)安装检查表

项目 组件编号	固定连接	指令执行	图例
结论			
检查人		检查日期	

重庆工程建设

表 C.0.13　低位顶模安装质量验收总表

工程名称		层数/建筑面积	
安装日期		完成日期	
使用单位		分包单位	

序号	子分部工程名称	分项工程名称	检验批	分包单位结论	使用单位结论
1	支承系统	安装尺寸			
		焊接			
		紧固件连接			
2	平台系统	安装尺寸			
		焊接			
		紧固件连接			
3	动力系统	安装尺寸			
		液压管路			
		控制组件			
4	挂架系统	安装尺寸			
		焊接			
		紧固件连接			
5	模板系统	安装尺寸			
质量控制资料					

结论	
使用单位意见	签章：日期：
验收单位意见	签章：日期：

重庆工程建设

附录 D　低位顶模装置拆除流程

图 D　低位顶模装置拆除流程图

附录 E　低位顶模顶升、提升检查表

表 E.0.1　低位顶模顶升前检查工作表

日期：			第__次顶升；上支承箱梁行程标高__～__，高__米；	
序号	部位		检查事宜列项	检查签认
一	上支承箱梁及立柱		1、确认上支承箱梁上行路线上无障碍，包括遗留螺杆、局部胀模造成的突起	
			2、伸缩牛腿目标支承位置轴线、标高核对，剃凿、垫平	
			3、上支承箱梁端部及伸缩牛腿处杂物清理	
			4、下支承箱梁提升防坠系统是否解除（如果有）	
			5、上下支承箱梁与塔吊间距是否足够	
二	模板及挂架系统	挂架系统	1、挂架所有翻板全部翻起并固定（逐层检查）	
			2、挂架间走道板翻起（逐层检查）	
			3、塔吊标准节与挂架间距核查	
			4、施工电梯轿厢与挂架距离	
		模板系统	5、穿墙螺杆检查、清理，确保钢筋头不超出墙面	
			6、模板全部脱离墙面至规定位置，特别是阴角模	
			7、连梁处模板脱离墙面并固定	
			8、连梁底模支模钢管架突出墙侧面时需处理	
			9、模板吊点及吊杆安全检查	
			10、钢筋绑扎区域的预埋件及其他任何突出墙面的物体核查位置并纠正，绑扎过程中的所有辅助物件清理摘除	

重庆工程建设

续表 E.0.1

日期：		第__次顶升；上支承箱梁行程标高__～__，高__米；	
序号	部位	检查事宜列项	检查签认
三	平台系统	1、临边材料归整，防止顶升时滑落	
		2、核心筒劲性柱栓钉、耳板与平台间距核查、处理	
		3、电线、电缆、气管、气瓶整理及固定	
		4、平台主电缆预留长度核查、处理	
		5、混凝土泵管拆离	
		6、其他水电管路预留长度	
四	动力系统	1、注重油路系统过程检查，重点检查油路管线有无破损、漏油情况	
		2、主控制室电源检查	
		3、控制台开机检查	
		4、油箱油温、油位检查	
		5、其它大用电设备或工序关系（塔吊、焊接是否停止）	
五	检查结论： 检查总负责人：		

重庆工程建设

表 E.0.2　顶模顶升后检查工作表

<table>
<tr><td colspan="2">日期：</td><td colspan="2">第__次顶升；上支承箱梁行程标高__～__，高__米；</td></tr>
<tr><td>序号</td><td>部位</td><td>检查事宜列项</td><td>检查签认</td></tr>
<tr><td rowspan="2">一</td><td rowspan="2">上下支承箱梁及支承立柱</td><td>1、确认伸缩牛腿是否全部外伸并落实</td><td></td></tr>
<tr><td>2、伸缩牛腿防护恢复</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">二</td><td rowspan="2">挂架</td><td>1、挂架底部防护恢复</td><td></td></tr>
<tr><td>2、挂架层间水平走道板恢复</td><td></td></tr>
<tr><td>三</td><td colspan="3">检查结论：

检查总负责人：</td></tr>
</table>

重庆工程建设

表 E.0.3　顶模下支承箱梁提升前、后检查工作表

日期：		第__次提升；下支承箱梁行程标高__～__，高__米；	
序号	部位	检查事宜列项	检查签认
一	下支承箱梁提升前	1、提升防坠系统是否启用(如果有)	
		2、目标支承位置、标高核对，剃凿、垫平	
		3、箱梁端及牛腿处杂物清理	
二	下支承箱梁提升后	1、牛腿销轴是否位于中位	
		2、牛腿防护恢复并有效覆盖	
		3、下箱梁是否落实，并与上箱梁协同受力	
		4、箱梁是否正位	
		5、活塞杆防尘	
三	检查结论： 检查总负责人：		

重庆工程建设

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的：采用“可”。

2 标准中指明应按其他有关标准执行时，写法为：“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。

重庆工程建设

引用标准名录

1 《建筑结构荷载规范》GB 50009
2 《钢结构设计规范》GB 50017
3 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
4 《滑动模板工程技术规范》GB 50113
5 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
6 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
7 《铝合金结构设计规范》GB 50429
8 《钢结构焊接规范》GB 50661
9 《钢结构工程施工规范》GB 50755
10 《碳素结构钢》GB/T 700
11 《液压系统通用技术条件》GB/T 3766
12 《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880
13 《混凝土模板用胶合板》GB/T 17656
14 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
15 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
16 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
17 《建筑工程大模板技术规程》JGJ 74
18 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
19 《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81
20 《钢框胶合板模板技术规程》JGJ 96
21 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130
22 《液压爬升模板工程技术规程》JGJ 195
23 《竹胶合板模板》JG/T 156
24 《建筑钢结构防火技术规范》CECS 200

重庆工程建设

25 《液压缸》JB/T10205

26 《液压传动油液固体颗粒污染等级代号》GB/T14039

重庆工程建设

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

模块化低位顶升钢平台模架体系施工技术标准

DBJ50/T-268-2017

条文说明

重庆工程建设

2017 重 庆

重庆工程建设

目　次

1　总则 …… 69
2　术语与符号 …… 71
2.1　术语 …… 71
3　基本规定 …… 73
4　设计 …… 75
4.2　整体设计 …… 75
4.3　局部设计 …… 76
4.4　计算 …… 78
5　加工制作 …… 80
5.2　制作技术要求 …… 80
6　安装与拆除 …… 81
6.2　安装流程及技术要求 …… 81
6.3　安装质量验收 …… 82
6.4　拆除流程及技术要求 …… 83
7　运行与监控 …… 84
7.1　施工 …… 84
7.2　顶升 …… 84
7.3　提升 …… 84
7.4　监测 …… 85
7.5　维护 …… 85
7.6　改造 …… 86
8　安全规定 …… 87
附录 C　低位顶模装置安装验收表 …… 88

重庆工程建设

重庆工程建设

1 总 则

1.0.2 低位顶模是一种技术先进的、全新的模架施工方法，采用低位支承的方式提高了施工效率、节约了施工工期，其主要特点是：

1 低位顶模支承在待浇筑混凝土楼层以下，混凝土强度高，承载力大，模架顶升基本不受混凝土强度龄期限制，施工速度大幅提升；

2 挂架系统和模板系统悬挂在平台系统下方，通过大行程高能力顶升油缸将模架整体顶升一个层高，进入上部楼层施工，无需塔机反复装拆模板，也无需搭设操作架，施工效率更高，更加安全可靠；

3 平台上可设置材料堆场、布料机、操作室、焊机房、消防水箱、移动厕所、休息房等，随模架一起顶升；

4 挂架一般覆盖 3～4 个标准层高，可同时提供（钢板剪力墙吊装）钢筋绑扎、混凝土浇筑、混凝土养护的作业面，各工序有效搭接；

5 挂架与墙体之间设置翻板进行封闭，低位顶模顶升时翻板翻起，施工时打开，安全可靠，在挂架的最底层设置可靠的底部防护，可有效防止高处坠落和高空坠物；

6 整个施工过程模板都是悬挂在平台系统下方，现场无需模板堆放场地，便于现场文明施工的管理；

鉴于以上特点，低位顶模施工技术得到迅速发展，已在企业内多个超高层建筑中得到应用。现有低位顶模各系统均由各施工单位和专业厂家共同设计，由专业厂家生产。由于各使用单位在低位顶模使用及管理上存在差异，为规范低位顶模的设计、制

作、安装、验收、运行、维护、改造及拆除，做到技术先进、经济合理、安全适用，特制定本标准。

本标准是针对采用支承箱梁作为支承系统的低位顶模进行编制的。对采用承力件及支撑架支承的凸点顶模，虽然在支承体系、结构构造上有所区别，但其在顶升原理、施工程序上基本相同，可参考本标准执行。

1.0.3 本标准是针对使用低位顶模完成混凝土结构施工的情况编写的，有关钢结构工程、混凝土工程施工中的一般技术问题未予提及，采用低位顶模施工的工程，在低位顶模设计、制作、安装、验收、运行、维护、改造及拆除中除应遵守本标准外，还应遵守国家现行有关标准中适用于低位顶模的有关规定，如《建筑结构荷载规范》GB 50009、《钢结构设计规范》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018、《滑动模板工程技术规范》GB 50113、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《铝合金结构设计规范》GB 50429、《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《碳素结构钢》GB/T 700、《液压系统通用技术条件》GB/T 3766、《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880、《混凝土模板用胶合板》GB/T 17656、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46、《建筑工程大模板技术规程》JGJ74、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81、《钢框胶合板模板技术规程》JGJ 96、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130、《液压爬升模板工程技术规程》JGJ 195。

重庆工程建设

2 术语与符号

2.1 术 语

2.1.1 低位反应顶模顶升油缸及支承立柱支承在待浇筑混凝土结构楼层以下的结构上，低位顶模装置各系统组成如下图所示：

图 2.1.1 低位顶模装置各系统示意图

2.1.3 对于立柱之间跨度较大的平台宜选择空间桁架结构形式，空间桁架宜由标准单元组拼而成，桁架之间采用螺栓、销轴连接，方便安装和拆除，可重复使用。

2.1.4 动力系统不仅包括提供低位顶模整体顶升、提升动力的顶升油缸，还包括控制伸缩牛腿伸出和收回的牛腿油缸。

2.1.5 挂架系统可覆盖 3～4 个结构层，同时提供四个作业面。挂架可设置水平和竖向安全通道。

2.1.8 导轨与平台系统下表面连接，可采用焊接或栓接等多种

连接方式。挂架系统和模板系统均是通过滑轮或吊耳与导轨连接，悬挂在平台系统下方，滑轮可沿导轨滑动，进而带动挂架系统和模板系统靠近或远离墙面。模板系统和挂架系统应尽可能共用同一根导轨，这样不仅可以节省导轨数量，更能方便模板退模。

2.1.10 底部防护应采用硬质和软质材料相结合方式密封挂架最底层，在低位顶模顶升时应能翻开。

2.1.17 低位顶模包括 3～4 个结构层，在立面上可将其从上至下划分为平台作业层、钢筋作业层、模板作业层、混凝土养护层。低位顶模立面功能分区图如图 2.1.2 所示。

钢筋原材在地面加工完成吊运至平台顶部堆放，此后由平台上堆载区域传递至施工作业层进行绑扎。

混凝土浇筑时，由地泵将混凝土通过附着在核心筒墙体上的高压泵管输送至平台顶部布料机，再由布料机将混凝土送至预定位置墙体，完成混凝土浇筑。

图 2.1.2 低位顶模立面功能分区图

3 基本规定

3.0.1 低位顶模已广泛应用于高层、超高层建筑核心筒竖向结构施工。

高层、超高层建筑施工，核心筒竖向结构往往先于水平结构，模架使用安全风险大，属于《危险性较大分部分项工程管理办法》建质【2009】87号文规定的“超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围”，必须进行专家论证。

3.0.3 低位顶模自重、施工荷载和风荷载均较大，且支点个数较少，单个支点的荷载较大，为保证施工安全，需对支点处的原有结构进行验算。当验算需进行加固时，使用单位应同工程设计单位合作，确定合理的加固方式。

3.0.4 高空施工时，风荷载是低位顶模的设计控制荷载，风速超过28m/s时，低位顶模应停止施工；低位顶模在顶升或提升时只有下支承箱梁或上支承箱梁受力，所以要求风速不能大于12m/s，为使低位顶模设计不会过于保守，计算选取的最大风速为42m/s，超过此风速时应对低位顶模进行连墙加固，以确保其安全。

3.0.5 为防止挂架及模板滑离导轨，在导轨处应设置双重防滑离装置。

3.0.6 一般情况下，低位顶模各系统材质选择为钢材或者铝材，这两种材料耐火性能都较差，低位顶模使用过程是在几百米的高空，一旦失火，人员疏散比较困难，因此应进行消防设计。

3.0.7 此处提到的工作荷载是在计算时无荷载分项系数和组合值系数情况下油缸活塞杆内力值。

3.0.9 低位顶模各系统安装完成以后，应会同有关单位进行安

装质量的检查验收，并在检查记录表上共同签字认可。对动力系统应进行加压、保压调试，检查顶升油缸、油管、接头的密封性及保压性能，并进行液压油循环过滤清洁至设计要求，以防止油品杂质阻塞阀件。

3.0.10 为确保低位顶模装置的安全运行，应对其进行监测，并与理论计算结果对比分析，指导低位顶模装置的运行与维护。

3.0.11 水平结构为低位顶模装置拆除提供安全的作业面。

重庆工程建设

4 设 计

4.2 整体设计

4.2.1 高层、超高层建筑使用低位顶模装置施工时，起重机械对低位顶模装置的设计影响较大：一是平台系统预留洞口供塔吊穿过及运行；二是塔身要有足够的自由高度，防止低位顶模装置爬升时与塔机冲突。在整体设计时要解决好塔机爬升与低位顶模顶升的协调问题，编制详细的顶升规划。

对于施工电梯上至平台顶部的工程，还应考虑施工电梯标准节与模架附着问题，同时避免施工电梯标准节与塔机平衡臂竖向冲突。

对于有钢板墙的工程，支承系统和挂架系统还应考虑增加一个结构层高，以使钢板墙吊装和钢筋绑扎分两个结构层施工进行，避免干扰。

4.2.2 低位顶模应为施工电梯和起重机械运行预留洞口，与施工电梯轿厢净距不小于150mm，与塔机标准节净距不小于600mm，应为塔机顶升所用构件的吊装预留空间。

4.2.4 顶升规划是低位顶模装置爬升与塔机爬升之间的关系详图，根据顶升规划最终确定立柱高度、挂架高度、上下支承箱梁位置、塔机标准节高度、塔机附着位置。

4.2.6 为了增加低位顶模装置的周转率，建议低位顶模装置各系统设计为由标准化单元组件装配而成。

4.2.7 模板系统、挂架系统、动力系统单独进行自身承载计算，包括模板钢板厚度、挂架吊杆尺寸选型计算等。

4.2.8 低位顶模装置做为施工措施，较大变形不会影响使用功

重庆工程建设

能，在总结已有低位顶模实践经验基础上，经计算对比分析，规定了平台跨中容许挠度为 l/200、悬挑端容许挠度为 l/150。但挠度较大时，应控制设计应力比峰值较低。

根据模架基本设计参数，参照《钢结构设计规范》GB 50017 第 3.2.8 条中对宜采用二阶弹性分析的结构的规定，结合已有低位顶模装置的计算对比分析，规定平台水平位移大于 l/250 时，应进行二阶弹性分析，以考虑构件二阶效应产生的附加内力。

4.3 局部设计

4.3.1 支承立柱的间距不应过小，避免引起过大的悬挑端挠度以及过小的抗侧刚度，影响安全与使用。

支承立柱建议采用格构柱，以增大其刚度和承载能力，减小模架整体水平位移。

支承立柱应尽量靠近支承箱梁中点，对于一些确实不能满足这一要求的结构形式，不推荐使用低位顶模施工。

支承立柱与上、下支承箱梁及平台之间、顶升油缸缸体与下支承箱梁之间、活塞杆与上支承箱梁之间应采用刚性连接，这是为了增强低位顶模装置的抗侧刚度，也是加强顶升油缸活塞杆约束条件，确保顶升状态下模架安全。

上、下支承箱梁采用鱼腹式箱型截面，在保证支承箱梁承载力不变的同时，减小支承箱梁自重。

上、下支承箱梁与墙体保持 50mm～100mm 的距离是为了防止墙体的倾斜导致箱梁无法顺利顶升、提升的问题，但间距不能太大，否则会影响伸缩牛腿受力。

4.3.2 平台采用多级空间桁架结构时一级桁架、二级桁架和三级桁架的上表面应尽量齐平，以便于钢面板的铺设。在桁架下弦搭设走道板，在平台桁架内形成安全通道，焊机房、操作机房、工人休息房、水箱、电箱、电缆线宜布置在平台桁架内，以增大平台

顶部的可利用空间。

平台顶部的护栏高度、踢脚板高度、安全通道等应符合现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59 的要求。

如平台系统的布置不能满足某些钢构件的吊装要求，模架需拆改时，应确保模架受力性能及作业安全。

4.3.3 工作压力过高对液压管路的要求较高，容易发生漏油损坏等现象。

低位顶模装置是整体顶升，顶升油缸的同步性要求较高，不平衡顶升会造成极大的结构内力。

动力系统中的各种阀件都是比较精密的部件，对液压油的清洁度要求较高，因此需保证油品清洁度。

4.3.4 垂直运输设备对挂架的布置影响较大，挂架应和塔机标准节、塔机支承梁之间预留足够的安全距离。对于施工电梯上至平台顶部的工程还需考虑施工电梯标准节与挂架的连接问题，以及和轿厢之间的安全距离。

挂架内部吊杆与墙体之间间距不宜过小，以免影响模板退模，但也不宜过大，以免影响工人作业。

挂架层高不宜过小，以免影响通行，但也不宜过大，进而影响工人操作，挂架宽度不宜过宽，否则可能出现堆载，影响挂架安全。

低位顶模用于高层、超高层建筑施工，风载较大，挂架的立面防护网应考虑不小于 50%的透风系数，以减少风荷载作用。

4.3.5 模板系统设计时模板的吊耳应与导轨竖向对齐，以方便模板退模。

模板高度应根据标准层高确定，应与已浇筑完的混凝土墙体不少于 100mm 的搭接，既能方便模板加固，防止漏浆，又能很好的保证墙体的垂直度，模板上口应高于楼层面 100mm，以免浇筑混凝土时石子、砂子等飞溅出来，污染挂架。

4.4 计　算

4.4.3　在低位顶模装置施工前，一般根据工程的实际情况设计低位顶模装置，并对低位顶模装置进行计算。由于低位顶模装置的设计形式多样，所以本标准不能给出统一的低位顶模装置计算模型，只能对低位顶模装置整体结构计算提出五点要求，这些要求是与一般的结构计算模型相同的。

4.4.5　因为各工程实际情况不同，低位顶模装置顶部平台的堆载区域、堆载面积、堆载大小均不一致，因此平台堆载建议根据实际情况布置取值。平台堆载标准值应针对低位顶模运行过程中的四种不同状态下的实际堆载取值。施工状态、提升状态平台施工荷载标准值为 1.5 kN/m^2；顶升状态、停工状态荷载标准值为 0.75 kN/m^2。施工状态、提升状态挂架施工荷载标准值为 1 kN/m^2；顶升状态、停工状态荷载标准值为 0.5 kN/m^2，标准值 F_k 按一层考虑。

4.4.6　风速表中风速为低位顶模装置顶部风速，风速超过 28m/s(相当于 10 级风)时低位顶模停止施工，但考虑到阵风因素，且低位顶模装置施工楼层较高，计算时应采用 32m/s 风速(相当于 11 级风)，保留一级。风速超过 12m/s 时(相当于 6 级风)禁止低位顶模装置顶升、提升，计算时应采用 20m/s 风速(相当于 8 级风)，保留两级。停工状况采用 42 m/s(相当于 14 级风)风速计算，风速小于 42m/s 时，低位顶模装置可不做加固处理，风速大于 42 m/s 时，应根据实际风速进行验算，并通过临时连墙加固的措施确保低位顶模装置安全。

4.4.7　低位顶模装置施工考虑了四种状态，每种状态的 3 种荷载组合项目及对应的荷载组合系数一并列出，选择最不利的荷载组合项进行计算。由于存在顶升初始的冲击力，因此顶升状况所有竖向荷载均乘以 1.15 的冲击系数。

5　加工制作

5.2　制作技术要求

5.2.1　为确保低位顶模装置的制作质量和施工安全，本标准要求低位顶模装置在制作前，必须有完整的设计图纸、各种胎具、模具的加工图纸和制作工艺等文件，并要求所有的低位顶模装置的零部件按照设计及工艺要求进行制作，并对零部件检查验收。

5.2.3　支承箱梁是十分重要的传力部件，应确保其焊缝质量及变形控制符合本标准的要求。

为减小支承箱梁焊接内应力及焊接变形，应避免板件拼接焊缝。

伸缩牛腿是十分重要的传力部件，且要在支承箱梁内部完成伸出和收回的动作，应保证其焊缝质量及外形尺寸精度，确保伸缩牛腿在箱梁内部伸缩自如。伸缩牛腿组装完成后，应进行出厂前伸缩动作试验，避免现场调试。

为使伸缩牛腿及支承箱梁均匀受力，应保证销轴与箱梁本体的上下翼缘内表面接触。

5.2.6　为保证防护网及走道安装的质量，应确保吊杆制孔精度，以保证施工作业人员在挂架内部作业的安全和舒适度。

为确保滚轮以导轨为轨道滚动，应严格控制导轨变形，并在出厂前作滚动试验。

重庆工程建设

6　安装与拆除

6.2　安装流程及技术要求

6.2.1　挂架系统及模板系统宜在平台安装前吊装至核心筒预定位置，平台安装后分片整体悬挂以提高施工效率。这就要求模板及挂架的加工制作以及现场拼装要预留充分的时间。根据现场的施工条件，也可以选择将挂架及模板分片散装的方式。各系统需现场预拼构件，应预留充足时间及场地进行现场组拼。

由于施工现场条件的差异，低位顶模装置安装顺序并不是唯一的，应根据现场场地条件、建筑结构特点、进度要求、低位顶模装置设计特点进行综合分析，确定最终的安装程序。例如：挂架系统和模板系统也可调整在低位顶模装置平台安装完成后通过散件组拼的形式进行安装。

低位顶模装置支承系统、平台系统安装方法可参照相关钢结构施工技术规程。根据钢结构形式特点选择合理的施工方法。

部分功能性构件可在立柱等结构构件吊装前提前固定在吊装单元上，结构部分安装完成后进行连接。例如：支承箱梁吊装前宜将伸缩牛腿牛腿油缸提前固定在支承箱梁上；动力系统油管管卡、监测设施固定在吊装单元上。

应进行各系统活动部件单件和全系统整体联合试运行，验收合格即可交付使用。

6.2.2　安装方法与低位顶模装置设计及应用项目现场施工情况密切相关。安装方案直接决定了深化设计节点、构件加工制作进度安排，应在设计阶段尽早编制完成。

由于低位顶模装置是综合性施工平台，各组成系统都与施工

现场条件和核心筒施工需要密切相关。所以，安装专项技术方案中必须建立低位顶模装置安装管理小组，完善质量及安全管理体系。管理小组工作内容及职责划分应与低位顶模装置系统划分相对应，动力系统、平台系统、模板系统、挂架系统、支承系统应分别设置责任人进行协调管理，并由安装负责人统一管理。

6.2.4 低位顶模装置立面包括3～4个结构层，下支承箱梁一般在模板位置以下2～3层，支承箱梁占用位置的核心筒水平楼板应留空。另外，顶升油缸缸体穿过下支承箱梁并向下延伸，顶升油缸缸体一般7m左右，下支承箱梁以下还应留空2～3层水平楼板。具体留空距离应根据现场层高及模架设计尺寸而定。剪力墙上固定箱梁牛腿预留洞口尺寸根据箱梁截面及墙厚确定，洞口加强措施应满足设计要求，且应对结构承载力进行计算。

6.2.6 上、下支承箱梁支承位置平整度及标高控制是低位顶模装置安装精度的基本保证，每次顶升目标支承位置标高及平整度都应按要求进行复核，以保证支承箱梁水平度、立柱垂直度，从而保证整个模架体系结构位置准确。

6.2.8 支承箱梁吊装时，宜保持支承箱梁水平。吊装时，支承箱梁伸缩牛腿为内收状态，达到预定位置后，由于液压控制系统尚未形成，可运用机械式千斤顶等装置将支承箱梁伸缩牛腿拉出并支承在目标支承位置，并复核标高及轴线位置，保证其定位准确。

6.2.19 动力系统现场保压时应由专业人员对动力系统进行巡视和检查。

6.3 安装质量验收

6.3.8 测试检验建议归入非特种设备设施检验的范畴，检验机构应在建委取得检验资质，检验后必须出具检验报告。

6.3.9 低位顶模装置各系统安装前应对其前序工作进行质量验收，各系统工作均验收完成后进行低位顶模装置整体调试，最终

这些验收文件组成低位顶模装置验收资料。

6.4 拆除流程及技术要求

6.4.1 低位顶模装置拆除宜在核心筒内部水平结构楼板及外部水平结构楼板封闭后进行拆除，水平结构为低位顶模装置拆除提供较为安全的施工作业面。当需要提前拆除低位顶模装置时，应特别做好拆除作业人员高处作业安全防护措施，同时低位顶模装置拆除作业范围内不得有高低空交叉作业。

6.4.2 低位顶模装置不是一次性消耗产品，在对其拆除的构件进行合理的保护后，大部分构件可以周转使用，或者经改造后进行周转使用。

6.4.3 挂架分片拆除时，由于受风面积较大，拆除作业时应特别考虑风的影响，风力过大时严禁进行拆除作业。

重庆工程建设

7　运行与监控

7.1　施　工

7.1.2　低位顶模进行结构施工时，形成了平台作业层、钢筋作业层、模板作业层、混凝土养护层的立体作业面，使得核心筒立面能够流水作业。为确保各项施工工序互不干扰，宜建立施工“流程卡管理”制度，提高施工效率。“流程卡管理”主要是指对施工状态、顶升状态、提升状态的各项工作进行统计和列表，记录开始时间、结束时间、责任人，并与计划时间对比。

7.1.6　根据现场的同条件试块和混凝土的配合比情况判断混凝土的终凝情况，当符合设计要求时，即可松动模板。

7.2　顶　升

7.2.1　低位顶模顶升速率应控制 5cm/min～10cm/min。合理的速率有助于现场安全检查、减少低位顶模晃动。但顶升速率也不应过慢，过慢会造成现场窝工，同时可能造成液压油温过高，造成液压系统故障。另外，当设定速率与实际速率有较大偏差时，应停机排除故障。

7.2.2　低位顶模顶升过程中不得长时间暂停。如有故障发生，应按应急预案要求迅速解决。应杜绝因为准备工作不充分造成的顶升暂停。例如：目标支承位置不达标无法就位，整改支承位置时，造成的上支承箱梁长时间悬空。

7.3　提　升

7.3.1 提升作业在低位顶模施工中特指下支承箱梁提升，提升时由上支承箱梁承力。提升作业应特别保证箱梁运行路径无阻碍，防止箱梁障碍物等刮蹭造成安全隐患。应对下支承箱梁进行防坠保护，可采用卡绳器、保护钢丝绳等防坠装置。下支承箱梁观测人员应配备有悬挂于上箱梁的安全绳或安全装置。

7.3.2 与低位顶模顶升类似，下支承箱梁提升时，同样不得长时间悬空。

7.4 监 测

7.4.2 支承立柱顶部平台平整度应全部监测，以指导低位顶模装置顶升及落位，是保证低位顶模装置结构安全的重要监测项。

7.4.3 表观监测在低位顶模装置顶升状态下非常重要，应实时监测该状态下顶升油缸、液压油管、支承箱梁及其伸缩牛腿的运行情况以及动力推杆的行程偏差范围。

7.4.4 风荷载对低位顶模装置影响较大，特别是顶升状态下，低位顶模装置总高度更高，抗侧刚度变弱，应对风速进行全程监测。

7.5 维 护

7.5.1 低位顶模装置维护与检查应将相关内容建立台账，并在遇到问题时及时上报至项目部，由低位顶模装置负责人组织相关人员进行风险评估并提出处理措施。

7.5.3 平台平整度允许偏差 10mm，支承立柱垂直度允许偏差 1/1000 立柱长度，上下支承箱梁水平位移允许偏差 10mm。若偏差超过允许范围，应出具纠偏方案，可采用单独顶升一个或二个油缸的办法进行纠偏。

市铁工程建设

7.6 改　造

7.6.1 低位顶模装置的改造一般是对于挂架系统、模板系统或部分平台系统的改造，核心筒墙体发生变化时，应对其进行改造，比如核心筒墙体变薄后，需将挂架向墙体内收的方向移动，将阴阳角处的模板拆除或增加模板条，以适应墙体变化的要求。

重庆工程建设

8 安全规定

8.0.1 低位顶模一般用于高层、超高层核心筒竖向结构施工，危险性较高，因此应针对性的建立安全生产管理体系，并明确各岗位职责。低位顶模专职土建安全员和机械安全员专职负责低位顶模的安全工作，土建安全员负责对土建施工进行日常安全巡视、监督、检查，机械安全员负责对低位顶模进行日常安全巡视、检查、维护。

8.0.4 低位顶模顶升时不能进行施工作业，除了参与低位顶模顶升的人员外，其他人员不应在低位顶模上逗留。

8.0.6 低位顶模一般采用钢或者是铝合金结构，耐火性能差，因此必须配置相应的消防设施，并经常对其进行检查、维护。

8.0.8 对低位顶模顶部风速进行定期记录，可便于实际风速与计算风速的对比分析，并能及时预警，确保低位顶模使用安全。

重庆工程建设

附录 C　低位顶模装置安装验收表

表 **C.0.13**　低位顶模安装质量验收总表

1　焊接检查表参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 附录表 J.0.1；

2　紧固件连接检查表参照现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 附录表 J.0.3、J.0.4；

3　铝合金制挂架焊接查表参照现行国家标准《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50205 附录表 H.0.1；

4　铝合金制挂架紧固件查表参照现行国家标准《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50205 附录表 H.0.1；

5　支承系统安装尺寸检查表参见本标准附录表 C.0.1、C.0.2；

6　平台系统安装尺寸检查表参见本标准附录表 C.0.3；

7　动力系统安装尺寸检查表参见本标准附录表 C.0.4、C.0.10、C.0.11、C.0.12；

8　挂架系统安装尺寸检查表参见本标准附录表 C.0.5、C.0.6；

9　模板系统安装尺寸检查表参见本标准附录表 C.0.7、C.0.8、C.0.9；

10　低位顶模装置安装质量检查总表参见本标准附录表 C.0.13。

重庆工程建设

重庆工程建设