

产品设计	方案设计	工艺设计
	√	



湖南电子科技职业学院
HUNAN VOCATIONAL COLLEGE OF ELECTRONIC AND TECHNOLOGY

智慧交通学院毕业设计

题目：隆达苑二期项目模板工程专项施工方案

指导教师 刘汉章

学生姓名 史 钰

学生学号 010425150506

专业名称 建筑工程技术

班级名称 建筑 G32201 班

2025 年 06 月

毕业设计真实性承诺及指导教师声明

学生毕业设计真实性承诺

本人郑重声明：所提交的毕业设计是本人在指导教师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果，内容真实可靠，不存在抄袭、造假等学术不端行为。除毕业设计中已经注明引用的内容外，本毕业设计不含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本毕业设计的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在毕业设计中以明确方式标明。如被发现毕业设计中存在抄袭、造假等学术不端行为，本人愿承担相应的法律责任和一切后果。

学生（签名）： 史钰 日期： 2025.5.25

指导教师关于学生毕业设计真实性审核的声明

本人郑重声明：已经对学生毕业设计所涉及的内容进行严格审核，确定其成果均由学生在本人指导下取得，对他人毕业设计及其成果的引用已经明确注明，不存在抄袭等学术不端行为。

指导教师（签名）： 刘红良 日期： 2025.6.10

（注：本页学生和指导教师须亲笔签名。）

目录

1	工程概况	1
1.1	编制依据	1
1.2	工程基本情况	1
2	施工安排与准备	2
2.1	施工安排	2
2.2	施工准备	3
3	材料和质量要点	3
3.1	材料关键要求	3
3.2	技术关键要求	3
3.3	质量关键要求	4
3.4	职业健康安全关键要求	4
3.5	环境关键要求	4
4	模板施工工艺及结构设计	4
4.1	设计的主要原则	4
4.2	柱模板	5
4.3	墙模板	6
4.4	梁模板	9
4.5	板模设计	10
4.6	楼梯模板	11
4.7	后浇带模板	12
5	支模架施工工艺流程及构造要求	14
5.1	技术准备	14
5.2	材料准备	14
5.3	构造要求	14
5.4	施工方案	15
5.5	安全措施	17
6	模板的拆除	18

7	模板质量要求	19
8	成品保护	20
9	模板施工质量通病与防治	20
10	安全施工保证措施	21
11	质量保证措施	22
11.1	质量保证组织措施	22
11.2	质量保证技术措施	22
12	工期保证措施	24
12.1	工期保证机构	24
12.2	组织管理措施	24
12.3	进度计划管理	24
12.4	技术保证措施	25
12.5	经济措施	26
13	模板施工安全事故应急救援预案	26
13.1	模板易发生的事故	26
13.2	应急救援领导小组	26
13.3	应急救援小组职责	26
13.4	模板施工的预防、预警措施	27
13.5	应急救援小组制度	27
13.6	伤亡事故的报告与调查的规定	27
14	模板计算书	27
14.1	板模板（盘扣式）计算书	27
14.1.1	工程属性	28
14.1.2	荷载设计	28
14.1.3	模板体系设计	29
14.1.4	面板验算	31
14.1.5	小梁验算	32
14.1.6	主梁验算	33
14.1.7	可调托座验算	36

14.1.8	立杆验算	37
14.1.9	高宽比验算	37
14.1.10	架体抗倾覆验算	37
14.1.11	立杆支承面承载力验算	38
14.2	梁模板（盘扣式，梁板立柱共用）计算书	40
14.2.1	工程属性	40
14.2.2	荷载设计	40
14.2.3	模板体系设计	41
14.2.4	面板验算	43
14.2.5	小梁验算	44
14.2.6	主梁验算	47
14.2.7	可调托座验算	48
14.2.8	立杆验算	49
14.2.9	高宽比验算	49
14.2.10	架体抗倾覆验算	50
14.2.11	立杆支承面承载力验算	51
14.3	柱模板（设置对拉螺栓）计算书	52
14.3.1	工程属性	52
14.3.2	荷载组合	53
14.3.3	面板验算	53
14.3.4	小梁验算	54
14.3.5	柱箍验算	56
14.3.6	对拉螺栓验算	59
14.4	墙模板（木模板）计算书	59
14.4.1	工程属性	59
14.4.2	荷载组合	59
14.4.3	面板布置	60
14.4.4	面板验算	61
14.4.5	小梁验算	62

14.4.6 主梁验算	63
14.4.7 对拉螺栓验算	64
参考资料	65

1 工程概况

1.1 编制依据

《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204-2015

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300-2013

《建筑施工模板安全技术规定》JGJ162-2008

《建筑结构荷载规范》GB50009-2012

《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80-2016

《建筑施工安全检查标准》JGJ59-2011

《高精度模板建筑设计标准》DBJ43/T023-2022

《建筑模数协调标准》GB/T50002

并结合本工程图纸和实际情况进行编制

1.2 工程基本情况

工程名称：隆达苑二期项目

工程地址：XX 省 XX 市 XX 区 XX 街道，具体位于 XX 路与 XX 路交叉口

设计单位：XX 设计研究院有限公司

建设单位：XX 发展有限公司

监理单位：XX 工程咨询监理有限公司

施工单位：XX 建设集团有限公司

项目概况：本项目主要工程为九栋高层建筑及三栋低层建筑，1#楼地上 24 层，地下 1 层；2~9#楼地上 25 层，地下 1 层；10#楼地上 1 层；11~12#楼地上 3 层。该项目地下室均为 1 层，平面为不规则图形，地下室总建筑面积 27062.17m²。规划建设场地东侧为农田、土质边坡（临时边坡），西、南侧均为农田，北侧为农田及金竹河。本工程±0.000 绝对标高平均为 46.483m，地下水稳定埋深 0.90~3.60m，相当于标高 32.54~36.68m。

工程设计使用年限为 50 年，建筑结构安全等级为二级，建筑抗震设防类别为丙类，地基基础设计等级为甲级，人防抗力级别为常六级、核六级。

其中，本项目住宅楼从地下室至非标准层除预制构件部分，均采用高精度模板（木模）。

模板支撑系统为盘扣式脚手架，经计算，现场脚手架搭设要求为：立杆纵向间距 0.9m，立杆横向间距 0.9m，水平杆步距 1.5m。（具体要求见本方案第六章及第十章内容），项目结构主要为剪力墙、框架、框剪结构，具体单体特征详见表 1.1。

表 1.1 单体特征

项目	类型	楼栋	层数	建筑面积	层高	结构形式
大塘路农民安置房项目	低层建筑	11#、12#栋商品楼	3	2598.28	4.550、4.500、3.650	框架结构
		地下车库	1	27062.17	3.9	框架及剪力墙结构
	高层住宅	2#、3#、4#住宅楼	2+23	35911.5	4.5、3.0、4.0、5.25	框架剪力墙结构
		5#、6#、7#住宅楼	1+24	33354.67	3.75、3.0、3.6	剪力墙结构

本工程楼栋地下为桩基础，现浇混凝土梁板楼盖，现浇板最大厚度为 300mm 厚，现浇梁最大截面尺寸 300mm×2300mm，现浇柱最大截面尺寸为 600mm×900mm，现浇墙最大厚度为 350mm 厚（以下计算书均以最大尺寸部位计算）。

2 施工安排与准备

2.1 施工安排

1、施工部位工期安排

经过对施工现场的考察，周边环境的分析，结合施工图纸做出进度计划。

2、劳动组织及职责分工

（1）管理人员组织及职责分工：

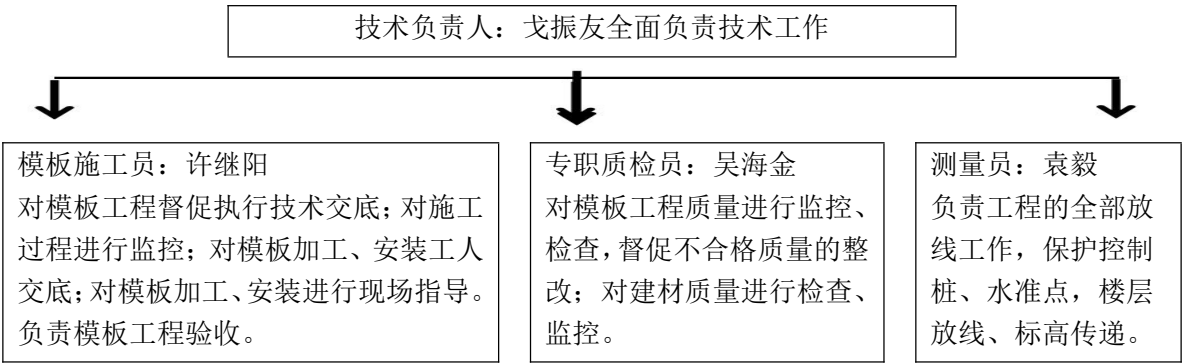


图 2.1 管理人员组织及职责分工图

（2）根据工期要求，计划投入 6 个木工班组，每个班组 25~30 人。施工时，

再及时调整人员数量，以保证施工进度为前提，组织能满足进度要求的劳动力进场。

2.2 施工准备

1、技术准备

项目技术负责人组织项目部技术、质量人员熟悉图纸，认真学习掌握施工图的内容、要求和特点，同时针对有关施工技术和图纸存在的疑点做好记录，通过图纸会审，对图纸中存在的问题，与设计、建设、监理单位共同协商解决，取得一致意见后，设计院出设计变更，作为施工图的变更依据和施工操作依据。熟悉各部位截面尺寸、标高及制定模板初步设计方案。

材料、机具、人力

模板：柱、梁、板采用高精度模板（木模），规格为 1830mm×915mm×12mm；

方木：45mm×85mm 方木；

钢管：Φ48.0×3.0

支撑系统：盘扣式支架支撑

楼层墙、柱、板均采用盘扣式模板支架支撑体系。

配件：铁钉、铁丝、对拉螺杆、山型卡、普通钢管扣件、电锯、电刨、电钻及三合板等。

劳动力需用量：200 人。根据施工现场总平面图，选好材料进场摆放地点，进场后材料整洁摆放，不得无次序堆积。木方、模板摆放后进行遮挡，以免受潮变形。

3 材料和质量要点

3.1 材料关键要求

- 1、模板表面平整、洁净、无孔洞，枋条顺直、不翘曲。
- 2、检验批采用的各种材料型号及尺寸符合模板设计要求。
- 3、柱箍采用的对拉螺栓的钢筋符合同级别钢材的质量标准。
- 4、钢管扣件式支架钢管、扣件符合脚手架规范质量要求。

3.2 技术关键要求

- 1、模板及支撑具有足够的强度、刚度和稳定性。
- 2、保证柱截面设计几何尺寸及空间相对位置的准确。

- 3、柱箍的位置及间距符合设计要求。
- 4、预留好模板设计规定施工技术孔洞和图纸要求的孔洞。

3.3 质量关键要求

- 1、模板表面要平整，周转中的模板及时修理，所有孔洞补平或锯除重新拼装。
- 2、模板的缝隙宽度不大于规范要求，保证浇筑混凝土时不漏浆。
- 3、所有阴阳角要方正，不出现平面或空间扭曲。
- 4、施工缝处接头平整，不错位。

3.4 职业健康安全关键要求

- 1、所有进入施工现场人员必须正确佩戴好安全帽，严禁穿“三鞋”、赤膊、赤脚。
- 2、施工过程中，应注意与其他工种人员配合施工，自身需有自我保护意识。
- 3、有惧高症的人员不能进入高空作业。
- 4、进入高空作业人员要戴好安全带。
- 5、雨天时不宜进行模板施工，施工时必须穿雨衣。暴雨及台风天气要暂停施工。
- 6、现场施工作业人员不宜抽烟。
- 7、模板作业应在白天施工，夜间施工必须有足够的照明。

3.5 环境关键要求

- 1、各种材料按照施工总平面图的位置定点堆放。
- 2、拆除下来的模板、料具分类堆放整齐。
- 3、模板作业应严格遵守在当地环保时间内施工，尽量减少对周围环境的影响。

4 模板施工工艺及结构设计

4.1 设计的主要原则

- 1、实用性。主要应保证砼结构的质量，具体要求是：接缝严密，不漏浆；保证构件的形状尺寸和相互位置的正确；模板的构造简单，支拆方便。
- 2、安全性。保证在施工过程中，不变形、不破坏、不倒塌。
- 3、经济性。针对本工程结构的具体情况，因地制宜，就地取材，在确保安全、

质量、工期的前提下，尽量减少一次性投入，增加模板周转，减少支拆用工，实现文明施工。

4、本方案设计及计算均取代表性构件进行，各部位具体构件的搭设方法应以施工技术管理人员所进行的技术交底为准。

4.2 柱模板

1、柱模板设计

侧模：柱尺寸为 $b \times h$ ，其中 b 方向采用同柱宽高精度模板（木模）， h 方向采用 $h + 2 \times (12 + \text{竖档厚度})$ 12mm 宽的多层木模板。

次龙骨：采用 $45\text{mm} \times 85\text{mm}$ 方木，间距 $\leq 200\text{mm}$ ，按柱、墙宽均等分布置。

柱箍：采用 $\Phi 48\text{mm} \times 3.0$ 钢管，两根为一组，两端以 M14 高强通丝螺栓连结，最底部的柱箍应位于楼面上 $\leq 200\text{mm}$ ；第一、二道柱箍间距 $\leq 500\text{mm}$ ，柱截面 b 、 h 方向宽度超过 900mm 时，截面宽度每超过 500mm 柱中增加一道对拉螺杆。

对拉螺栓：两端采用山型卡和螺帽进行固定。

2、柱模板施工工艺流程

加工柱模板 → 弹线 → 安装定位压脚板 → 组装柱模 → 安装龙骨、对拉螺栓 → 安装拉杆或斜撑 → 校正垂直度 → 检查验收。

模板安装前应按照图纸尺寸提前预制柱模板。柱模应预制至板底，在柱顶与梁交接处，采用在整片模板上留出与梁断面尺寸大小一致的缺口的方式制模，不得采用小模板拼接的方式制作梁柱接头模板，在配模过程中应考虑两侧次楞尺寸，需要穿墙螺杆加固的柱模板需提前在模板上弹线钻孔。预制好的模板应按施工组织设计的规定分区堆放，各区之间保持一定距离。存放场地必须平整夯实，不得存放在松土和坑洼不平的地方。没有支撑或自稳角不足的大模板，要存放在专用的堆放架内或卧倒平放，不应靠在其他模板或构件上。

柱模板安装时，应根据楼层主控制线对柱外围尺寸进行弹线定位，并在柱周边弹出复核线。然后按照弹出的墨线进行压脚板安装，压脚板采用铁钉或水泥钉固定于楼地面上。非临边的柱施工缝处，应用水泥砂浆将模板根部堵严，防止柱根漏浆。临边柱于楼板模板浇筑前，楼板靠柱外侧预埋钢筋，使得外侧模板可以立于钢筋上，柱临空面的模板面板与次楞应从楼面起向下延伸 150mm~200mm。对内模与楼面梁侧用 2mm 厚双面胶带封贴，或采用发泡剂进行填塞缝隙。

模板预制好后，根据设计图纸进行现场拼装，将柱侧向模板组合成一个整体，面板之间的拼接应严密不漏浆。柱遇梁缺口、板交接位置须采用 45mm×85mm 的方木作为衬口档，且衬口档安装时必须首尾连续。

柱模板就位后，进行主次龙骨布设，并用拉杆和螺栓加钢管或方木的形式对其进行加固。柱模板采用方管作为次楞，竖向次楞布置应贯穿整根柱长，在梁柱交接处不得断开。然后按照设计要求设置柱箍，柱箍采用螺杆加旋转扣件及螺母进行加固。

柱箍加固完毕，在柱模每边设 1 根斜撑，斜撑底部采用方木和钢钉固定于楼地面上。斜撑宜与地面夹角成 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

柱模板安装完毕后，用吊锤校正垂直度，调整斜撑角度，合格后，固定斜撑，全面检查扣件、螺栓、斜撑是否紧固、稳定，模板拼缝及下口是否严密，柱根部是否按要求预留清扫口。

3、柱模板施工注意要点

(1) 压脚板设置高度应根据露面平整度进行控制，清扫口位置压脚板应预留空隙，压脚板底部不平位置采用水泥砂浆塞缝。

(2) 柱模板配模宽度及主次楞模板安装顺序，b、h 方向模板安装应先加工短方向模板及次楞木，次楞与面板采用钢钉进行固定，柱模合模时应注意铁钉不得钉在模板侧面，应采用钢钉固定于次楞木上。

(3) 柱模板安装时应预留 50mm×50mm 的清扫口，柱模板安装完毕进行封堵，模板拼缝应严密不漏浆，非首次使用的柱模板应涂刷水性脱模剂。

(4) 次楞木布置间距应与模板设计相符，且不得大于 150mm，次楞木沿柱全长布置，如需断开，应在柱箍位置进行搭接，搭接伸出柱龙骨两端长度应大于 200mm。

(5) 柱遇梁缺口、板交接位置须采用 50mm×80mm 的方木作为衬口档，且衬口档安装时必须首尾连续，梁缺口高度大于 600mm 时应设置对拉螺栓进行固定，柱混凝土浇筑完毕在混凝土施工缝位置钻孔预留泌水孔。

(6) 柱箍对称交替布置，第一道柱箍距底高度不得超过 150mm，同一方向柱箍间距不得大于 450mm，相邻两侧柱箍应靠紧。

4.3 墙模板

1、墙模板设计

剪力墙面板：面板采用 1830mm×915mm×12mm 高精度模板（木模）。

次龙骨：采用 45mm×85mm 方木，间距≤200mm，按柱、墙宽均等分布置。

主龙骨：采用 Φ48×3.0 钢管，两根为一组，最底部的柱箍应位于楼面上≤200mm；第一、二道龙骨间距≤500mm。

对拉螺栓：地下室外剪力墙，人防剪力墙，水箱墙，上部主体外剪力墙采用 M14 止水螺杆，其余剪力墙采用对 M14 拉螺杆加塑料套管。

螺杆距地 200mm 高度开始设置，螺杆两端采用山型卡和螺帽进行固定。穿墙螺杆竖向间距 500mm，螺杆水平间距均为 500mm。

2、墙模板施工工艺流程

加工墙模板→弹线→安装定位压脚板→组装墙模→安装龙骨、穿墙螺栓→安装拉杆或斜撑→校正垂直度→检查验收

模板安装前应按照图纸尺寸提前预制墙模板。墙模应预制至板底，在墙顶与梁交接处，不得采用小模板拼接的方式制作梁柱接头模板，面板之间的拼接应严密不漏浆，需要穿墙螺杆加固的墙模板需提前在模板上弹线钻孔。墙遇梁缺口、板交接位置须采用 40mm×80mm 的方木作为衬口档，且衬口档安装时必须首尾连续。剪力墙上口与板接触位置需设置通长封口档木。在配模过程中应考虑两侧次楞尺寸。次楞与面板的连接采用钢钉进行固定。

墙模板安装时，首先，应根据楼层主控制线对柱外围尺寸进行弹线定位，并在墙周边弹出复核线。其次，按照弹出的墨线进行压脚板安装，压脚板采用铁钉或水泥钉固定于楼地面上。非临边的柱施工缝处，应用水泥砂浆将模板根部堵严，防止柱根漏浆。临边墙于楼板模板浇筑前，楼板靠墙外侧预埋钢筋，使得外侧模板可以立于钢筋上，墙临空面的模板面板与次楞应从楼面起向下延伸 150mm~200mm。对内模与楼面梁侧用 2mm 厚双面胶带封贴，或采用发泡剂进行填塞缝隙。

模板预制好后，根据设计图纸进行现场拼装，将墙侧向模板组合成一个整体。墙模板采用方管作为次楞，竖向次楞布置应贯穿整根柱长，在梁柱交接处不得断开。非首次安装的模板，安装前均需涂刷水溶性隔离脱模剂。

双面模板就位后，用拉杆和螺栓加钢管或方木的形式对其进行加固。安装螺栓时应先将剪力墙一面模板立起，然后将螺杆的一段插入事先钻好孔洞中，合模时再将螺杆贯穿模板。穿墙对拉螺栓安装前先将螺杆穿过套管，再将螺杆连套管穿过已

立好的一侧模板孔洞，内墙对拉螺栓选用直径 A16 的 PVC 管作套管，切口要平齐，不允许出现斜槎，以防漏浆堵管。塑料套管要有足够的强度，以便墙砼浇筑硬化后能抽出对拉螺栓重复使用。合模后调整两块模板的位置和垂直，进行主次龙骨布设，并在螺栓杆端戴上扣件和螺母。

在墙模每边设 2 根拉杆或斜撑，斜撑底部采用方木和钢钉固定于楼地面上，拉杆固定于楼板预埋钢筋环上。拉杆或斜撑宜与地面夹角成 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

墙模板安装完毕后，用吊锤校正垂直度，调整斜撑角度，合格后，固定斜撑，全面检查扣件、螺栓、斜撑是否紧固、稳定，模板拼缝及下口是否严密，墙根部是否按要求预留清扫口。并紧固全部穿墙螺栓的螺母。临空剪力墙一侧如有空隙则采用发泡剂进行堵漏。

3、墙模板施工注意要点

(1) 压脚板设置高度应根据露面平整度进行控制，清扫口位置压脚板应预留空隙，压脚板底部不平位置采用水泥砂浆塞缝。

(2) 墙模板配模宽度及主次楞模板安装顺序，b、h 方向模板安装应先加工短方向模板及次楞木，次楞与面板采用钢钉进行固定，墙模合模时应注意铁钉不得钉在模板侧面，应采用钢钉固定于次楞木上。

(3) 墙模板安装时应预留 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 的清扫口，墙模板安装完毕进行封堵，模板拼缝应严密不漏浆，非首次使用的墙模板应涂刷水性脱模剂。

(4) 次楞木布置间距应与模板设计相符，且不得大于 300mm ，次楞木沿墙全长布置，如需断开，应在主楞木位置进行搭接，搭接伸出墙龙骨两端长度应大于 200mm 。

(5) 墙遇梁缺口、板交接位置须采用 $45\text{mm} \times 85\text{mm}$ 的方木作为衬口档，且衬口档安装时必须首尾连续，梁缺口高度大于 600mm 时应设置对拉螺栓进行固定，墙混凝土浇筑完毕在混凝土施工缝位置钻孔预留泌水孔。

(6) 竖向次楞间距、螺杆水平间距应符合模板设计要求。第一道主楞底部距离楼板面高度应小于等于 150mm 。底部两道主楞间距应小于等于 500mm ，上部尺寸间距需符合模板设计要求。

(7) 螺栓分为止水螺栓和穿墙对拉螺栓，止水螺栓用于地下室结构外墙、主体结构外墙及其他有防水要求的墙体，止水螺栓长度应与剪力墙厚度相同，不得随意加大或减小。穿墙对拉螺栓则用于无防水要求的剪力墙，墙体尺寸控制应采用规

格与墙体截面尺寸相同的混凝土内撑条进行限位，不得使用规格不足的混凝土内撑和短木支撑。

4.4 梁模板

1、梁模板设计

梁模板：面板采用 $1830\text{mm} \times 915\text{mm} \times 12\text{mm}$ 高精度模板（木模）。

次龙骨：采用 $45\text{mm} \times 85\text{mm}$ 方木，沿梁平行方向布置，次楞木间距不得大于 150mm 。

主龙骨：采用 48.0×3.0 圆钢管。

对拉螺栓：上部主体临空边梁采用止水螺杆进行加固，间距 $\leq 1000\text{mm}$ ，其余梁截面需要加固的采用对拉螺杆加塑料套管，螺杆两端采用山型卡和螺帽进行固定，对拉螺杆间距 $\leq 1000\text{mm}$ 。 $600\text{mm} \leq$ 梁截面高度时中间设置一道对拉螺栓，螺栓间距 450mm 。

2、梁模板施工工艺流程

梁模板施工工艺流程为：支撑架搭设→铺梁底模板→拉线找平（起拱）→绑扎钢筋→封侧模

在梁模板施工前，应将梁模板预制尺寸与施工图纸核对，使之相符，根据梁截面尺寸预制梁底模，梁底模采用方钢作为次楞木，次楞木铺设需通长铺设至柱头封口档木边，次楞木搭接需错开，次楞长度不足需搭接时，应在次楞边加一条相同尺寸及材质的帮条。梁底与方钢采用钢钉进行连接。预制完的梁底尺寸应与图纸实际混凝土梁底尺寸相同，通过塔吊等施工机具，将梁底模放置柱、墙、梁缺口上，梁口与柱墙缺口位置对齐，用铁钉固定，固定时应将铁钉固定于梁缺口衬口档木上，不得固定于模板侧面。支设独立梁模应设临时工作台，不得站在柱模上操作和在梁底模上行走。

梁模板也可以在场内将整条梁预制出来，梁侧模板制作高度等于，梁高减去楼板厚度加上次楞高度，梁侧模拼装时候不得将铁钉固定于底模侧边，应采用钢钉固定于方钢次楞上。主梁与次梁交接处，主梁外侧应沿缺口四周设置封口档木。梁侧模上口应设置纵向通长托木，梁模两侧安装竖向帮条木，帮条木间距因与模板设计相符。预制完的主梁通过塔吊将梁吊装至楼面上。主次梁交接位置，梁侧板与侧板之间应用铁钉固定于封口档木上。

柱墙边梁拼装时应采用整片模板拼装，不得使用小片模板安装。

临空边梁梁侧面板的对接处应紧密，面板外侧应加设帮条木，帮条间距应与模板设计要求相符。临空边梁在钢筋安装完毕后，外侧模板采用止水螺杆或采用穿梁螺栓加混凝土内撑限位。螺杆间距应符合设计要求。梁模板外侧采用方管作为主龙骨进行加固。内侧则利用通长托木作为龙骨进行加固。

当中间梁侧板的高度大于 600mm 时，梁中间需设置对拉螺栓，对拉螺栓固定应有两根并列通长的方木或直径钢管作支托，不得直接固定在梁侧面板上。梁底梁侧应设置纵向通长木方。进行梁底加固前应卫生清理完，夹具加固间距因小于等于 600mm。

3、梁模板施工注意要点

(1) 梁侧模板底边应与次龙骨底边平齐；(2) 梁板交界处必须设置封口挡木；(3) 梁底加固采用夹具进行固定，间距 $\leq 500\text{mm}$ ，不得采用方条及板条进行压固；(4) 梁截面高度 $>600\text{mm}$ 时应在梁中增设对拉螺杆，边梁位置采用止水螺栓进行固定；(5) 主次梁交界处须设置封口挡木，梁底次楞木间距需 $\leq 200\text{mm}$ 。

4.5 板模设计

1、板模板设计

板模：面板采用 $1830\text{mm} \times 915\text{mm} \times 12\text{mm}$ 高精度模板（木模）。

次龙骨：采用 $45\text{mm} \times 85\text{mm}$ 的方木，间距 $\leq 200\text{mm}$ 。

主龙骨：采用 48.0×3.0 圆钢管，间距按支撑架立杆间距。

支撑系统：盘扣式支架支撑。

2、板模板施工工艺流程

板模板施工工艺流程为：支架搭设→龙骨铺设、加固→楼板模板安装→楼板模板预检。板模板施工前应确认支撑架及梁板已安装，楼板底模应设有主、次楞，其间距应符合设计计算要求，楼板模板主次楞木应沿板跨全长铺设至封口档木边。主次楞木布设间距应与设计技术相符。

当采用非整块胶合板铺设面板时，其板口应先加工平直，避免小片模板拼接。铺模板时可从四周铺起，在中间收口，两块面板接缝处应设有背楞；模板面板的接缝应紧密，楼板模板安装完毕后，将下层轴线控制点引测到本层模板上，弹出控制线，然后拉中线进行检查，复核各板模中心线位置是否对正，需采用平整度高的靠尺等工具对楼板平整度进行校核，并通过调整顶托高度进行楼板调平。楼板模板安

装完毕后，还应对楼面卫生进行清理。

板模板施工注意要点：

(1) 当采用 45mm×85mm 方木做次楞时，间距必须小于等于 300mm；

(2) 次楞木接长应采用搭接，不得采用对接，搭接长度应大于等于 300mm。次楞木搭接位置应在主楞上，且伸出支座两端的长度宜相等。当楼板较短方向主楞木也需要搭接时，主楞木搭接位置应在支架立杆顶托上，顶托上增设 45mm×85mm 的横向托木，托木跨越至少 2 根立杆。

(3) 当跨度 $\geq 4\text{m}$ 时，模板应起拱，起拱按 1~3‰控制。

4.6 楼梯模板

1、楼梯模板设计

楼梯板模：采用面板采用 1830mm×915mm×15mm 覆面木胶合板配模。

踏步板模：采用 12mm 厚覆面木胶合板，高度较踏步高低 5mm。

横向格栅：采用 45mm×85mm 的方木，间距 300mm~450mm。一般情况下，取 346mm。

纵向格栅：采用 100mm×100mm 方木，间距 1200mm。

支撑：采用钢管支撑架。

2、楼梯模板施工工艺流程

楼梯模板施工工艺流程为：弹线控制→支架搭设→铺底模（含外帮板）→钢筋绑扎→楼梯踏步模板→模板检查验收。在楼梯模板施工时，楼梯模板底模应向上延伸至上一层休息平台或梁位置，楼梯底模板宽度同混凝土楼板宽度。楼梯踏步侧面需设置三角板，三角板尺寸与楼梯踏步侧面相同。在三角板外侧应设置外帮板，外帮板上下口需设置通长方木。与楼梯踏步相连的墙体模板，应在踏步槽口上方增设一道斜楞木，并用穿墙对拉螺栓固定，踏步开口位置应采用短方木作为封口档，踏步板用铁钉固定于封口档木上。临空侧模应在反三角板边采用短方木作为竖档，将踏步板固定在卡口上。楼梯遇剪力墙位置，剪力墙次楞木应向下延伸至剪力墙模板底部。当楼梯较宽时，楼梯模板中部应设反三角木，其长度为梯段长，不得用压板或压木代替反三角木。

当楼梯为直跑剪刀梯时，剪刀梯剪力墙一侧模板需与楼梯模板同时向上延伸，楼梯底部模板与剪力墙平齐，楼梯模板支撑不得采用独立杆支撑，应采用盘扣式扣件将楼梯支撑立杆连接成整体。避免楼梯混凝土施工过程出现坍塌。

3、楼梯模板施工注意要点

(1) 楼梯施工缝模板的做法采用后插板施工法，楼梯施工缝留设于剪力最小的每跑楼梯约 1/3 处；

(2) 在上跑楼梯砼浇筑时，施工缝表面应剔凿清理干净露出石子。接槎处浇水湿润，用同砼配合比无石子砂浆细致振实，形成一体。

4.7 后浇带模板

1、底板后浇带

(1) 底板后浇带设计。本工程地下室底板后浇带按结构平面位置尺寸留设。

(2) 底板后浇带施工工艺流程。底层钢筋绑扎→浇筑底层混凝土→绑扎地下室底板钢筋→后浇带两侧支模、安装止水钢板→浇筑地下室底板混凝土→后浇带混凝土凿毛、清理，钢筋调直、除锈→浇筑后浇带混凝土→做地下室装饰层。

2、梁、板后浇带

(1) 梁板后浇带设计。本工程地下室底板后浇带按结构平面位置尺寸留设。

(2) 梁板后浇带施工工艺流程。支梁板模板→绑扎后浇带梁板钢筋→支后浇带侧模板、安装止水钢板→浇筑后浇带两侧梁板混凝土→待混凝土强度达到拆模强度拆除模板→待主体结构封顶达到后 2 个月→进行后浇带钢筋调直除锈、砼凿毛、垃圾清理→支后浇带处梁板模板→浇筑后浇带混凝土→养护→待混凝土强度达到拆模强度拆除后浇带模板。

3、顶板后浇带

(1) 顶板后浇带设计。本工程顶板后浇带按结构平面位置尺寸留设。

(2) 顶板后浇带施工工艺流程。支梁板模板→绑扎顶板钢筋→后浇带两侧支模、安装止水钢板→浇筑地下室顶板混凝土→养护→待混凝土强度达到拆模强度后拆除梁板模板→后浇带混凝土凿毛、清理，钢筋调直、除锈→支后浇带底模→浇筑后浇带混凝土→养护→待混凝土达到拆模强度后拆底模→顶板面层装饰施工。

4、外墙后浇带

(1) 外墙后浇带设计

1) 外墙后浇带挡土砖墙做法

外墙后浇带外侧采用 240mm 厚外墙挡土砖墙（MU10 水泥砖），砖墙内侧（与外墙平行方向）距外墙面大于等于砼墙厚，砖墙两侧（与后浇带两侧）距离大于等于

砼墙厚，砖模侧壁与外墙相交角度为 45° ，砖墙内外侧抹 1:2 水泥砂浆，随砌随抹光。

2) 地下室侧墙防水做法(详图纸设计)

3) 外墙后浇带施工工艺流程

绑扎外墙钢筋→安装止水钢板→支外墙及后浇带两侧模板→浇筑后浇带两侧外墙混凝土→待混凝土强度达到拆模强度后拆除外墙模板→后浇带以外外墙防水层→砌筑外墙挡土砖墙→砖墙内侧粉刷、包角→外墙挡土砖墙以外土方回填、夯实→主体结构封顶→后浇带混凝土凿毛、清理，钢筋调直、除锈→支后浇带模板→浇筑后浇带混凝土→待混凝土强度达到拆模强度后拆除后浇带模板→后浇带防水层→外墙挡土砖墙以内土方回填、夯实

5、后浇带施工注意事项

(1) 拆除、清理后浇带杂物：在原楼层施工时，为了追求后浇带留置位置的准确和观感，在后浇带二侧的钢丝网和模板，施工时应将木方及铁丝网全部拆除，梁板后浇带内的流浆和多出的砼需凿除干净并凿直，将原有的砼垃圾全部清理干净方可进入下道工序。

(2) 钢筋除锈和调直：钢筋除锈包括将所有钢筋全部除锈，经监理单位验收合格后，底板后浇带钢筋除锈冲洗后要立即进行浇筑，楼层后浇带在砼浇筑前进行冲洗，防止钢筋二次锈蚀。

(3) 模板的支设：梁板的后浇带需先装模板才能浇筑。模板的支设同原设计梁（墙）板尺寸，下部支撑必须顶紧，楼层后浇带的模板从下到上分层进行，中间不能间断。

(4) 后浇带混凝土浇筑：①混凝土浇筑前要将后浇带内杂物清理干净，用水冲洗后刷纯水泥浆一道。②混凝土比设计高一个强度等级的微膨胀混凝土浇筑，振捣密实。③后浇带和施工缝在浇筑砼时，振棒落振点先振两侧，后振中间，多点轻振，捣实。后浇带捣实后即抹平，清除余浆。④为保证后浇带混凝土在规定的龄期内达到设计要求的强度，控制混凝土早期产生收缩裂缝，必须做好养护工作，并在混凝土浇筑完毕后 12h 进行，养护时间应不小于 14d，水平梁板采用覆盖土工布浇水养护，以保证砼体处于湿润状态。防止形成两条贯通裂缝，极易渗水。⑤在浇筑砼时，专人专职巡检后浇带底支模，是否有松动，爆裂、变形等现象。如有即停止

浇筑，对支模进行抢修后再浇筑。⑥地下室筏板、集水井、电梯井模板设计及支设。地下室筏板、集水井、电梯井与土相连部位采用砖胎模、M10 砂浆砌筑 MU10 烧结砖 240mm 厚，高度详个单体设计，集水井、电梯井内模板采用钢管、可调节支座进行支设，间距 500mm。并在底部模板面上留设 50mm×50mm 排气孔。

5 支模架施工工艺流程及构造要求

5.1 技术准备

对进入施工现场的模板支架进行外观质量检查，并对立杆、水平杆按照规范要求对壁厚进行测量，对外观质量明显存在质量问题和壁厚检测不合格者应剔除，并运至工地指定地点存放。

5.2 材料准备

立杆、水平杆、水平剪刀撑、竖向剪刀撑、由扣件连接构成的承力支架。

1、脚手架钢管应采用现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T3091 中规定的 Q235 普通钢管；钢管的钢材质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 中 Q235 级钢的规定。脚手架钢管宜采用 48.0×3.0 钢管。

2、扣件应采用可锻铸铁或铸钢制作，其质量和性能应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB15831 的规定。采用其它材料制作的扣件，应经试验证明其质量符合该标准的规定后方可使用。扣件在螺栓拧紧扭力矩达到 65N·m 时，不得发生破坏。

5.3 构造要求

1、地基要求

(1) 模板支架搭设在土体上时，场地应坚实、平整，并应有排水措施，土体的地基承载力应满足设计要求；模板支架立杆底部应设置木垫板，木垫板厚度一致且不得小于 50mm，宽度不小于 200mm，长度不小于 2 跨；

(2) 模板支架立杆搭设在楼地面混凝土表面时，其表面必须平整；模板支架底部可设置槽钢（或木垫板），槽钢应采用厚度不小于 5mm，长度不小于 2 跨；

(3) 本工程有水房间地面标高与普通地面标高之间的高差为 20mm，搭设时可

将有水房间地面用木板或其他材料垫至与普通地面标高在同一平面上。

2、立杆布置

(1) 根据图纸设计要求,本工程模板支架纵、横立杆间距不应大于 $900\text{mm} \times 900\text{mm}$,局部因房间尺寸需调整模数时,纵、横立杆间距不应大于 $900\text{mm} \times 1000\text{mm}$ ($1000\text{mm} \times 900\text{mm}$)。

(2) 模板支架立杆与剪力墙、柱的距离与现浇顶板采用主楞有关,现浇板主楞采用双钢管时,立杆与墙距离不应大于 500mm ,现浇板主楞采用单钢管时,立杆与墙距离不应大于 350mm 。

(3) 框架梁两侧立杆之间距离宜为 900mm ,因房间模数无法调整时其距离可为 1200mm ,但梁底必须采用 1 根立杆进行加固。

3、水平杆布置

(1) 模板支架水平杆必须按步纵、横向通长满布设置,不得缺失;

(2) 模板支架应设置纵、横向扫地杆,钢管模板支架纵、横扫地杆的第一个钢管的距地高度为 350mm ,现浇板的第二步水平杆设置在距第一个钢管高度 1800mm 的位置上;框架梁的第二步水平杆可设置在距第一个钢管高度 1200mm 的位置;钢管扣件式模板支架纵横向扫地杆距地高度为 200mm ,以上横杆步距不大于 1800mm 。

4、可调托撑

(1) 可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度不大于 650mm 。

(2) 可调托撑螺杆伸出长度不应超过 300mm ,插入立杆的长度不应小于 200mm 。根据本工程实际情况,对 $2.81\text{m} \sim 2.9\text{m}$ 的层高可采用 500mm 长可调托撑,对 3.01m 层高必须采用 600mm 长可调托撑。可调托撑伸出长度不大于 100mm ,可调托撑外径不小于 32mm ,可调托撑伸出长度大于 100mm (即层高为 2.9m 或 3.01m 的楼层),可调托撑外径不小于 38mm 。

(3) 可调托撑上的主楞应居中,其间隙每边不大于 2mm 。

5.4 施工方案

1、施工工艺流程

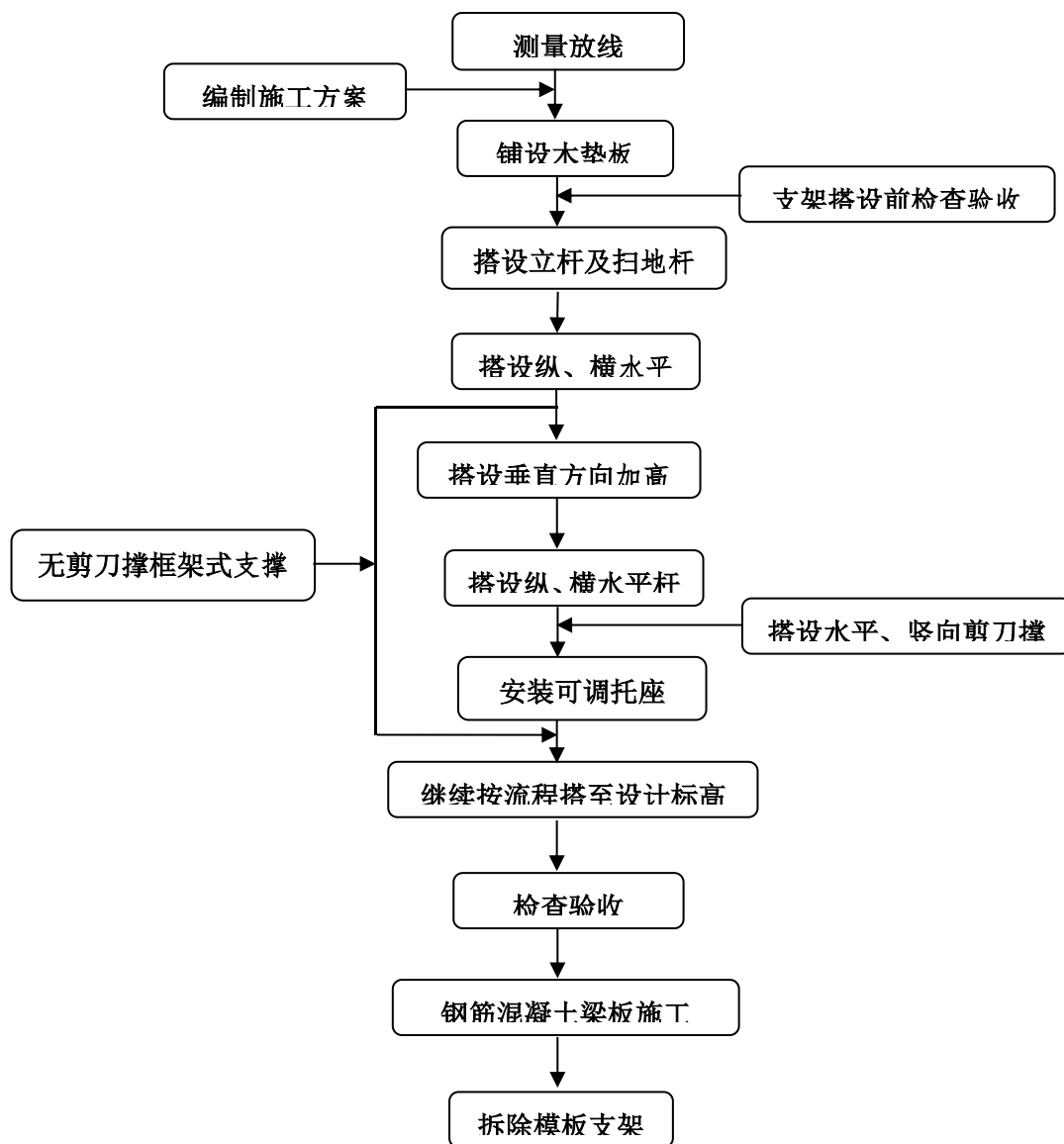


图 5.1 施工工艺流程

2、施工操作要点

(1) 施工准备。

①模板支架搭设前应先编制施工方案，并经审核批准后才能施工。模板支架施工方案应根据施工图纸、地基条件和施工工况等情况制定。

②模板支架搭设前，项目技术负责人应按专项施工方案的要求对操作人员进行技术和安全作业交底。

③施工时，根据批准的施工方案按照模板支架图纸进行定位放线。

(2) 铺设垫板。

①模板支架应在地基基础验收合格后搭设，搭设场地必须平整、坚实，有排水

措施。当地面平整度较差时，应采取找平措施，确保水平杆与立杆可靠连接，且水平杆在同一水平面上。②模板支架立杆安装之前下部先铺设木垫板或槽钢，木垫板或槽钢应符合本施工方案中构造要求中关于地基要求中的木板和槽钢的规定。

(3) 立杆的搭设。

①模板支架搭设应先立杆后水平杆的顺序搭设，形成基本的架体单元，应以此扩展搭设整体支架体系。②立杆接头应采用带专用外套管的立杆对接，外套管开口朝下。③立杆的插接或套接接头应交错布置，两根相邻立杆的接头不得设置在同步内。④上下楼板搭设模板支架时，上层模板支架的立杆宜与下层模板支架立杆对齐。

(4) 水平杆的搭设。每搭完一步支架后，应及时校正水平杆步距，立杆的纵、横距，立杆的垂直偏差和水平杆的水平偏差；立杆的垂直偏差不应大于模板支架总高度的 2%且不得大于 30mm。

(5) 水平、竖向剪刀撑的搭设。①模板支架的水平、竖向剪刀撑均采用扣件式钢管脚手架进行搭设。②当局部房间立杆低于 2 排时应在此房间内搭设剪刀撑，剪刀撑的跨度不超过 6 跨且宽度不大于 6000mm。

(6) 安装可调托座。根据水平标高的控制点安放可调托座，然后调节螺栓至设计标高并拉线找直，梁的中部应略高，按设计要求起拱。

5.5 安全措施

(1) 模板支架的施工全过程必须由专业人士在现场监督指导，必须在安全措施到位的情况下，配备有经验的工人进行施工操作。

(2) 模板支架搭设作业人员必须正确戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。

(3) 支撑结构作业层上的施工荷载不得超过设计允许荷载。

(4) 混凝土浇筑过程中，应派专人观测模板支架的工作状态，发生异常时观测人员应及时报告施工负责人，情况紧急时应迅速撤离施工人员，并应进行相应加固处理。

(5) 高度 4m 以上的柱、墙等竖向混凝土结构必须先浇筑，待混凝土达到一定强度后，再浇筑梁、板等水平混凝土结构。

(6) 梁应从跨中向两端、楼板应从中央向四周对称分层浇筑。梁每层浇筑厚度不得大于 400mm，楼板局部混凝土堆置高度不得超过楼板厚度 100mm，以确保均匀加载，避免局部超载偏心作用使架体倾斜失稳。

(7) 模板支架使用期间, 严禁擅自拆除架体结构杆件, 如需拆除必须报请工程项目技术负责人以及总监理工程师同意, 确定防控措施后方可实施。

(8) 严禁在模板支架基础及开挖深度影响范围内进行挖掘作业。

(9) 模板支架拆除时应注意对连接盘、直插头的保护, 拆除的模板支架构件应安全传递至地面, 严禁抛掷。

(10) 在模板支架上进行电气焊作业时, 必须有防火措施和专人监护。

(11) 模板支架应与架空输电线路保持安全距离, 工地临时用电线路及模板支架接地防雷击措施等按现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46的有关规定执行。

6 模板的拆除

1、模板的拆除对结构混凝土表面、强度要求应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》中 4.3 模板拆除的规定。底模拆除时的混凝土强度要求。

2、依据混凝土同条件养护试块抗压强度报告, 达到规定要求并经项目技术负责人同意后, 方可拆除模板。

3、拆除模板的顺序和方法, 应按照模板设计的规定进行。若设计无规定时, 应遵循柱墙梁的竖向模板应该是先支的后拆后支的先拆; 水平向模板应是先支的先拆后支的后拆先拆不承重的模板, 后拆承重部分的模板; 自上而下, 先拆侧向支撑, 后拆竖向支撑等原则。

4、当上层楼板正在浇筑混凝土, 下层楼板的模板和支撑架不得拆除。操作时应按顺序分段进行, 严禁猛撬、硬砸或大面积撬落和拉倒。

5、在拆除模板过程中, 如发现有影响结构、安全、质量问题时, 应暂停拆除, 经过处理后, 方可继续拆模。侧向模板拆除时, 竖向支撑体系不得拆除或松动。

6、安装和拆除大模板时, 吊车司机、指挥、司索工应严格按照现行起重机械相关安全操作规程作业, 经常检查索具及吊环, 密切配合, 做到稳起、稳落、稳就位, 对筒模要预先调整好重心。

起吊时应用卡环和安全吊钩, 不得斜牵起吊。防止大模板大幅度摆动, 碰撞其他物体, 造成倒塌事故。

拆模板应先拆穿墙螺栓和铁件等, 并使模板面与墙面脱离, 方可慢速起吊。吊

运作业时，严禁操作人员随模板起落。

7、模板拆除工作完成前，不得留下松动和悬挂的模板。拆运过程中，严禁抛掷拆下的模板，应及时运送到指定地点集中堆放，防止发生物体打击、钉子扎脚等施工安全事故。

7 模板质量要求

1、模板支撑应设置不少于两道水平拉杆，其中最底下一道距地不大于 350mm～550mm，立杆底部应增设垫铁。水平拉杆应通长设置。可调托座调节丝杆伸出立杆不大于 200mm。立杆上端包括可调螺杆伸出顶层水平杆的长度不得大于 600mm。

2、模板第一排立杆离两端及墙边距离不得大于 400mm。

3、支撑间距过大的部位应增设独立钢管撑，并与支撑体系拉结。

4、模板的安装尺寸以及垂直度应符合设计及贵方要求。

5、后浇带模板达到强度后，拆除后必须要回顶，钢管间距同支模架间距。

6、模板安装过程中除应按国家现行标准《混凝土结构工程施工及验收规范》进行质量检查外，尚应检查下列内容：

（1）支架、水平撑、剪刀撑、钢楞、对拉螺栓的间距及零配件紧固情况；

（2）立墙的支撑基础坚实情况；

（3）预埋件和预留洞的固定情况；

（4）模板拼缝的严密程度。

（5）现浇混凝土钢筋板、板，当跨度大于或等于 4m 时，模板应起拱；当设计无具体要求时，起拱高度宜为全跨长度的 1/1000。悬挑结构板端起拱高度为 $L/400$ 。

（6）上层支架的立墙应对准下层支架的立墙，并铺设垫板。

表 7.1 模板安装允许偏差及检验方法

项目		允许偏差（mm）	检验方法
轴线位置		5	钢尺检查
项目		允许偏差（mm）	检验方法
底模上表面标高		±5	水准仪或拉线、钢尺检查
截面内部尺寸	基础	±10	钢尺检查

截面内部尺寸	墙、墙、板	+4, - 5	钢尺检查
层高垂直度	不大于 5m	6	经纬仪或吊线、钢尺检查
	大于 5m	8	经纬仪或吊线、钢尺检查
相邻两板表面高低差		2	钢尺检查
表面平整度		5	2m 靠尺和塞尺检查

注：检查轴线位置时，应沿纵、横两个方向测，并取其中的较大值。

8 成品保护

- 1、待楼板混凝土达到规定强度后，模板才能堆放在楼面上，并应加槽钢支垫。
- 2、模板安装过程中，高度超过 2m 要搭设操作平台，不得攀爬钢筋。
- 3、模板拆除后，拆下来的模板缓缓平放在楼面上，或斜靠于墙墙时必须稳定，模板不得自由落下，以免轧坏楼板。

9 模板施工质量通病与防治

为防止质量通病模板设计中特制定如表 9.1 的措施。

表 9.1 防止质量通病模板设计措施

序号	项目	防治措施
1	墙底烂根	在浇筑顶板时将墙体两侧 100 范围内混凝土压光至平整度小于 2，同时将模板下口粘上憎水型海绵条。
2	墙体不平、粘连	墙体混凝土强度达到 4MPa 方可拆除模板。清理大模板和涂刷隔离剂必须认真，要有专人检查验收，不合格的要重新涂刷。
3	垂直度偏差	支模时要反复用线附吊靠，支模完毕经校正后如遇有较大冲撞，应重新用线锤复核校正。
4	墙体凹凸不平	加强模板的维修，每月就对模板检修一次，
5	墙体钢筋移位	大模板上口设置卡子并采取措施控制保护层厚度
6	门、窗洞偏斜	门窗洞口角部用方管，洞口设木方作为水平，竖向支撑。
7	墙体阴角不方正、不垂直	及时修理好模板，阴角处的钢板角模，支撑时要控制其垂直偏差，并且固定牢靠，阴角模与大模板之间接缝要用海绵条及胶带封堵。
8	墙体大角不垂直、不方正	长方向一侧模板预制长度延伸到方钢次龙骨边。

9	外墙上下层接槎不平漏浆	确保模板支撑架的牢固，模板下插 150mm~200mm，下口用 2mm 厚双面胶带封贴或用发泡剂填塞。
---	-------------	---

10 安全施工保证措施

1、施工技术措施

(1) 施工前严格按照《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2011、《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008 中的相关要求进行本工程模板支架的计算、验算。

(2) 施工过程中选择具有丰富施工经验的管理人员及脚手架、模板安装施工队伍严格按照施工图纸及相关构造要求进行搭设。

(3) 搭设完成后，由项目技术负责人组织技术、安全、质量等项目经理部相关人员以及监理工程师进行联合验收，验收不合格不得进行混凝土的浇筑。

2、模板安装及拆除的安全技术措施

(1) 模板的安装必须按模板的施工设计进行，严禁任意变动。

(2) 配件必须装插牢固，支柱和斜撑下的支承面必须平整垫实，并有足够的受力面积。预留孔洞必须位置准确，安设牢固。

(3) 支模必须按施工工序进行，模板没有固定前，不得进行下道工序

(4) 模板及其支撑系统在安装过程中，必须设置临时固定设施，严防倾覆，支柱全部安装完毕后，及时沿横向和纵向加设水平剪刀撑和垂直剪刀撑，并与支柱固定牢靠。

(5) 支架立杆竖直设置，下部严禁垫砖及其它易碎物，2m 高度的垂直允许偏差为 15mm。

(6) 满堂模板四边与中间每隔六排支架立杆设置一道纵向剪刀撑，由底至顶连续设置。

(7) 五级以上大风，必须停止模板的安装工作。

(8) 模板拆除时，必须严格按照交底要求的顺序及方法进行拆除，不得违章作业。

(9) 拆除模板时由专人指挥和切实可靠的安全措施，并在下面标出作业区，严禁非操作人员进入作业区。

(10) 拆模间歇时，将活动的模板、拉杆、支撑等固定牢固，严防突然掉落，

倒塌伤人。

(11) 模板拆除施工时，上下有人接应，随拆随运转，并把活动部件固定牢靠，严禁堆放在脚手板上或抛掷。4m 以上高空拆模时，不得让其自由下落，更不能大面积同时撬落。

(12) 模板拆除时尽量减少噪音，不得用力敲击模板，起吊、放置时做到轻拿轻放。

(13) 拆下的模板集中吊运，并多点捆牢，模板吊运时，起重吊点必须垂直，不能出现剐蹭，防止模板倾倒伤人。

(14) 模板拆除后，必须及时、认真做好洞口、临边的防护工作。

11 质量保证措施

11.1 质量保证组织措施

1、工地成立全面质量管理小组，由工地木工工长、班组长组成，严格把好质量关。

2、每个模板分项工程施工前，先由技术人员做好技术交底工作，在施工中做到经常检查，施工时先做好样板工程，经检查合格后方可大面积施工。

3、严格执行工序交接检制度，上道工序不经检查合格，决不进行下道工序施工。

4、工程施工必须按图作业，工程变更一律依据设计变更及技术核定单。手续齐全并在该分项施工前下发。

5、做好成品保护工作，明确责任。

11.2 质量保证技术措施

1、定位放线

(1) 按总平面图定位，定位要准确无误，定位后经建设单位、设计单位、监理单位，确认无误后方可施工。

(2) 工程控制点及轴线测放完毕后，技术人员必须依照图纸进行复测检查，减少测量误差，提高控制精度。

(3) 对墙、柱进行二次放线，必要时从基准点校核，时刻防止误差积累造成

结构偏移。

(4) 对阳角实行从上到下拉通线支模。

(5) 在暗柱及剪力墙钢筋上抄出 $\pm 50\text{cm}$ 线以便模板工程施工。

(6) 保护好基准点。

2、模板工程

(1) 为了确保砼的表面效果，在制作模板时选用有足够强度、刚度的木材，对梁板的木方进行选材，木方尺寸大小应一致。墙、柱模板使用前必须先刷脱模剂。

(2) 为了保证本工程施工质量及实现施工进度，模板配置数量必须满足施工进度要求。

(3) 墙、柱支模前用同墙、柱截面等长的短筋（定位筋）焊于底部以保证墙柱轴线位置及尺寸的正确。

(4) 为了实现清水砼天棚，对楼板进行标高控制，依据楼梯间内墙上的高程标高，用尺量和水准仪，在两个柱主筋上对角外侧出 $+500\text{mm}$ 线后拉线找平，控制每层标高及模板平整度。

(5) 柱、墙模板施工前，先将其根部清理干净。

(6) 楼板模板接缝用胶带粘严，以免浇筑砼时漏浆。

(7) 及时试压砼试块，对于跨度大于 8m 的承重结构梁、板砼强度必须达到 100% 方可拆模。

(8) 浇筑砼时，设专人看模，发现问题及时处理。

(9) 梁支模时如梁跨度大于 4m ，在跨中梁底起拱，起拱高度为全跨度长度 $1\sim 3\%$ 。

(10) 楼板支模时，用水准仪检查楼板模板的平整度，（用水准仪测出每个单元楼板各点标高即梁的根部、梁中及板的中部模板标高），同时认真检查模板支撑，保证支撑牢固。以确保达到清水天棚标准。

3、成品保护措施

(1) 涂刷模板脱模剂时，注意不能污染钢筋及砼接槎处。

(2) 支模时，不能乱扔杂物以保证模内清洁。

(3) 吊装模板、木方时轻起轻放，以免碰坏楼板和墙柱砼表面，也防止模板变形。

(4) 拆模时不能用大锤硬砸或撬棍硬撬，以免破坏砼表面和棱角。

(5) 拆下的模板，如发现损坏时及时更换，分规格堆放。

(6) 浇筑砼时，设专人看模，发现问题及时处理，以免因涨模使模板变形。

12 工期保证措施

12.1 工期保证机构

项目班子建立工期保证体系，如图 12.1。

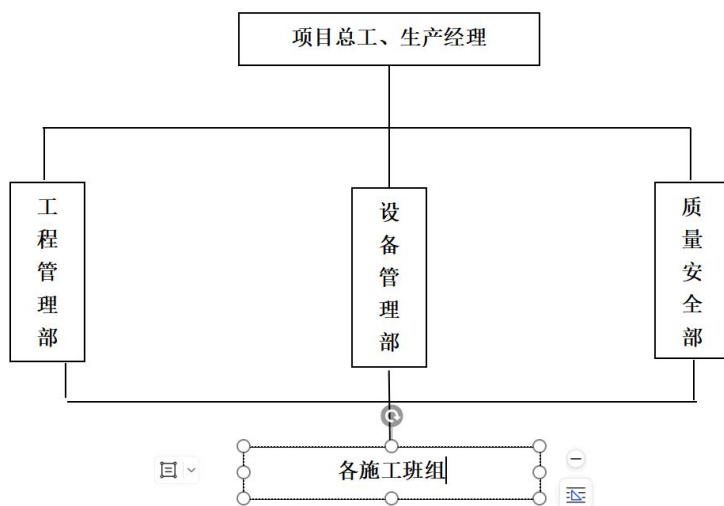


图 12.1 项目班子建立工期保证体系图

12.2 组织管理措施

建立健全领导机构。加强领导，统一协调。成立由项目经理任组长，有关人员参加的领导小组，全权处理施工与运营有关问题，协调各方面关系。健全从经理部到和施工队调度指挥系统，全面及时掌握并迅速、准确地处理影响施工进度的各种问题。

项目经理部经理主要抓工程生产进度、计划，统一调配劳力、机械设备，确保进度计划的逐日落实，并经常监督、检查各施工队进度情况。对工程交叉和施工干扰应加强指挥和协调，对重大关键问题超前研究，指定措施，及时调整工序和调动人、财、物、机，保证工程的连续性和均衡性。对达不到形象进度的及时采取有力补救措施，保证控制工期计划的顺利实现。

12.3 进度计划管理

1、制定进度计划

以投标的施工组织进度和工期要求为依据，及时完善施工组织设计，编制详细的施工进度计划。内容包括：各项准备工作、选择施工方法、和组织流水施工作业、协调各个工种在施工中的搭接与配合，安排各种资源供应、确定各分部分项工程的目标工期和全部工程的完工时间等。

2、组织进度计划的实施

进度计划审批后严格执行。计划布置下去，调配人力、施工物资和奖金，确保到位。及时检查和发现影响进度的问题，并采取适当的技术和组织措施，必要时修订和更新进度计划。

对施工任务进行逐项逐日落实，并分解到班组，有些必须落实到人。项目经理部对控制性工期绘制进度横道图、网络图、控制到旬；施工队编制的进度计划，控制到天，作为奖罚的主要依据。教育我们参加本工程的全体人员，从进入工地第一天起，明确自己担负的责任，每天干什么，达到的标准，干多少才能完成自己的任务。

3、与业主保持密切沟通

定期向业主报告工程进展，对业主提出的“变更指令”和“赶工”或“加快指令”及时作出反应和处理。与业主的良好合作是顺利实施进度计划的一个重要条件。

12.4 技术保证措施

1、施工准备工作抓早抓紧

尽快作好施工准备工作，认真负责图纸，进一步完善施工组织计划，落实重大施工方案。积极配合业主及有关单位办理征地拆迁手续，主动疏通地方关系，取得地方政府及有关部门的支持，施工中遇到问题影响进度时，将统筹安排，及时调整，确保总工期。

2、加强机械设备管理

切实做到加强机械设备的检修和维修工作，配齐维修人员，配足常用配件，确保机械正常运转，对重点项目、主要工序要储备一定的备用机械，确保机械化施工顺利进行。做到其生产能力为施工强度的 130-150%。

3、为保证工期的顺利实现，劳动力必须充足。

4、积极推广和运用新技术、新工艺、新材料、新设备，提高施工技术水平和技术设备含量，不断加快施工进度。

5、施工过程中，一旦了现个别项目实际进度滞后于计划进度，我部将采取各项有效措施，对该项目实施重点突击，以追回滞后的工期，保证其后序项目施工不受影响。

12.5 经济措施

实行内部责任管理制，使责任和效益挂钩，个人利益和劳动工作量挂钩，做到多劳多得，调动施工队，个人的积极性和创造性，挖掘内部潜力，广泛开展施工生产劳动竞赛，营造比、学、赶、帮、超和人人争先的氛围，不断掀起施工高潮，确保总工期目标和阶段工期目标的顺利实现。对能按时完成或提前完成任务的人员或班组，实行奖罚；对不能完成任务的人员或班组，除进行批评、教育外，还要令其采取措施，在次日内补上拖欠的任务，并进行必要的罚款。

13 模板施工安全事故应急救援预案

13.1 模板易发生的事故

模板易发生的事故为胀模和模板支架坍塌事故，在贯彻执行“安全生产，预防为主”的方针的基础上，设立应急救援小组，制订应急救援预案，以确保发生安全事故的时候能有条理，及时有效的处理事故。

13.2 应急救援领导小组

为认真贯彻落实建设工程安全生产管理条例，加强建设工程安全生产监督管理，保障职工生命和财产安全，项目部决定成立安全事故应急救援小组，积极发挥监督、指导，本着实事求是、积极稳妥的原则，切实抓紧抓好这项工作。

表 13.1 应急救援领导小组

职务	姓名	项目管理职务
组长	XXX	项目经理
副组长	XXX	项目技术负责人
组员	XXX	质检员
组员	XXX	安全员
组员	XXX	材料员
组员	XXX	施工员

13.3 应急救援小组职责

1、建立健全安全生产责任制和安全生产教育制度，制定安全生产规章制度和

操作规程，保证本项目安全生产条件多需资金的投入，对建设工程进行定期和专项安全检查，并做好安全检查记录。

2、建立安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员。

3、对分包单位，总承包单位应有义务向分包单位进行技术交底和安全生产监督。

4、应当向作业人员提供安全防护用具和安全防护服装，并书面通告危险岗位的操作规程和违章操作的危害。

5、组织参与安全生产活动专项方案的编制与审阅工作。

6、发生工伤事故，立即组织抢救，迅速上报，保护好现场，参加事故调查处理的工作。不得隐瞒真相或隐瞒不报。

13.4 模板施工的预防、预警措施

针对模板易发生的模板胀模和模板整体坍塌事故，基本发生在混凝土浇捣时，结合施工现场的实际情况相应的预防、预警措施。准备好充分的应急救援物资，如：千斤顶、扣件、铁丝、型钢等，混凝土浇捣施工时安排人员进行跟踪检测，发现险情立即停止浇捣，组织人员进行抢救，避免事故扩大。

13.5 应急救援小组制度

1、应急救援小组每年应组织一次项目部管理人员培训与考核，对于考核不合格者，不得从事相应的工作，需经再教育考核合格后方可从事相应的工作。

2、应急救援小组每年定期组织不得少于 2 次应急救援演练。

3、每次检查发现问题应做到“定人员、定措施、定时间”三定，并及时复查。

13.6 伤亡事故的报告与调查的规定

发生伤亡事故后，负伤人员或最先发现事故的人员应立即报告领导。项目部对受伤人员歇工满一个工作日以上的事故，要填写伤亡事故登记表并应及时上报。对发生重伤和重大伤亡事故，必须立即将事故概况（包括伤亡人数、发生事故时间、地点、原因）等，报告企业主管部门。

14 模板计算书

14.1 板模板（盘扣式）计算书

计算依据:

- 1、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB51210-2016
- 2、《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008
- 3、《建筑施工承插盘扣式钢管支架安全技术规范》JGJ231-2010
- 4、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018
- 5、《混凝土结构设计规范》GB50010-2010
- 6、《建筑结构荷载规范》GB50009-2012
- 7、《钢结构设计标准》GB50017-2017

14.1.1 工程属性

表 14.1 工程属性

新浇混凝土楼板名称	地下室 WB13	新浇混凝土楼板计算厚度(mm)	300
模板支架高度 H(m)	3.9	模板支架纵向长度 L(m)	9.9
模板支架横向长度 B(m)	9.9	支架外侧模板高度 Hm (mm)	1000

14.1.2 荷载设计

表 14.2 荷载设计

模板及其支架自重标准值 G_{1k} (kN/m ²)	面板		0.1
	面板及小梁		0.3
	楼板模板		0.5
混凝土自重标准值 G_{2k} (kN/m ³)	24	钢筋自重标准值 G_{3k} (kN/m ³)	1.1
施工荷载标准值 Q_{1k} (kN/m ²)	3		
支撑脚手架计算单元上集中堆放的物料自重标准值 G_{jk} (kN)	1		

表 14.3 风荷载参数

风荷载标准值 ω_k (kN/m ²)	基本风压 ω_0 (kN/m ²)	省份	湖南	0.25	
		地区	长沙市		
	风荷载高度变化系数 μ_z	地面粗糙度	D类(有密集建筑群且房屋较高市区)	0.51	
		模板支架顶部离建筑物地面高度(m)	9		

	风荷载体型系数 μ_s	单榀模板支架 μ_{st}	0.145	
		整体模板支架 μ_{stw}	1.48	$\omega_{fk} = \omega_0 \mu_z \mu_{stw} = 0.189$
		支架外侧模板 μ_s	1.3	$\omega_{mk} = \omega_0 \mu_z \mu_s = 0.166$

14.1.3 模板体系设计

表 14.4 模板体系设计

结构重要性系数 γ_0	1	脚手架安全等级	II 级
主梁布置方向	平行立杆纵向方向	立杆纵向间距 $1a$ (mm)	900
立杆横向间距 $1b$ (mm)	900	步距 h (mm)	1500
顶层步距 h' (mm)	1000	支架可调托座支撑点至顶层水平杆中心线的距离 a (mm)	450
小梁间距 1 (mm)	400	小梁最大悬挑长度 11 (mm)	150
主梁最大悬挑长度 12 (mm)	100		

表 14.5 荷载系数参数表

	正常使用极限状态	承载能力极限状态
可变荷载调整系数 γ_L	1	0.9
可变荷载的分项系数 γ_Q	1	1.5
永久荷载的分项系数 γ_G	1	1.3
结构重要性系数 γ_0	1	

设计简图如图 14.1。

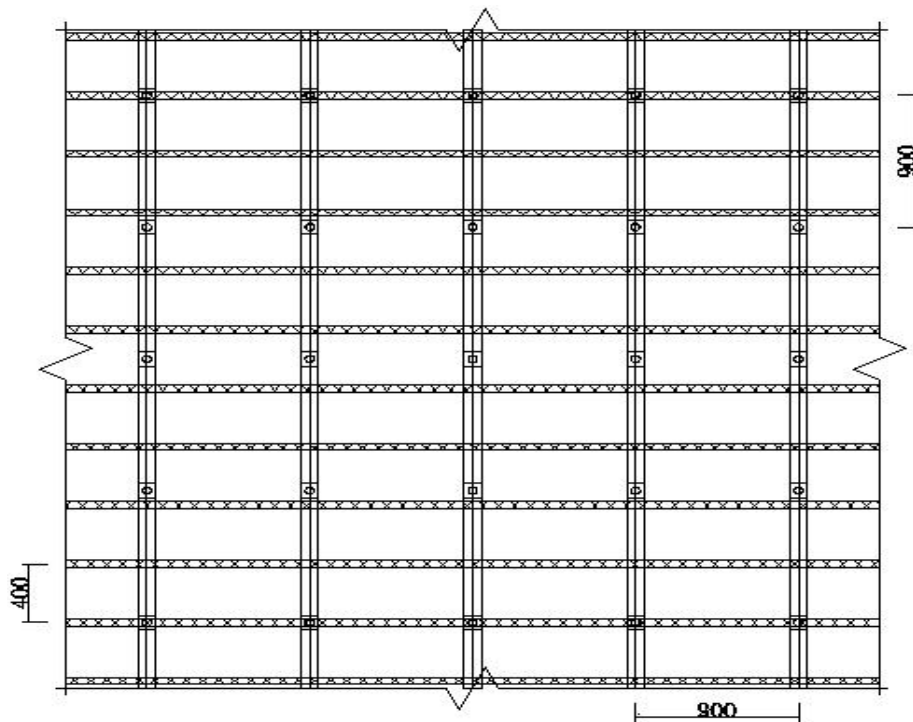


图 14.1 模板设计平面图

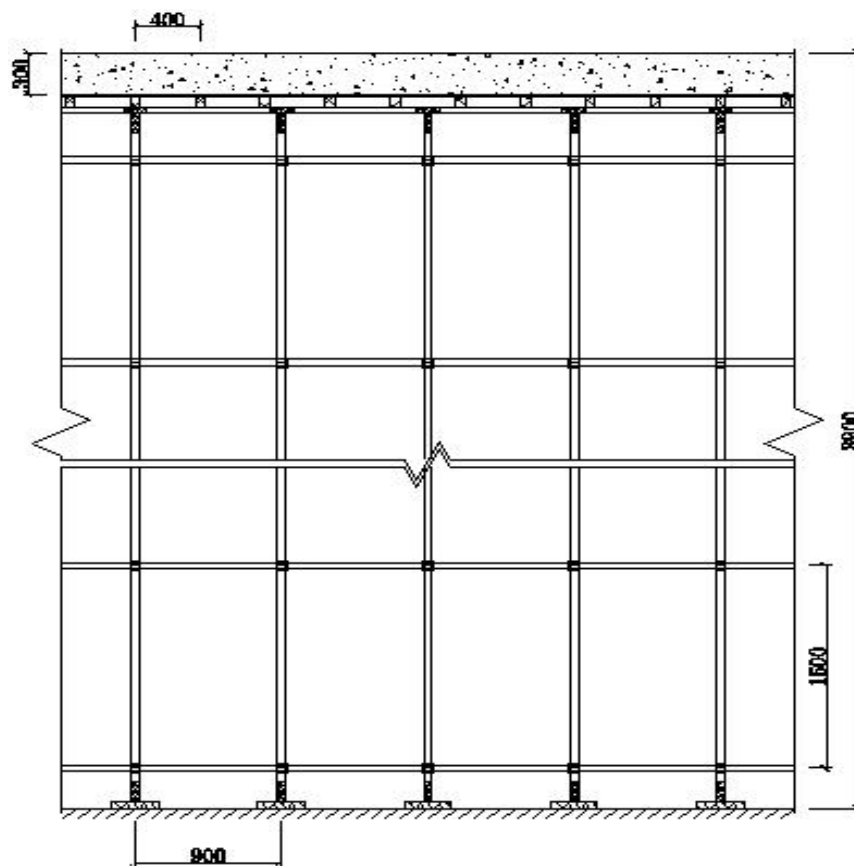


图 14.2 纵向剖面图

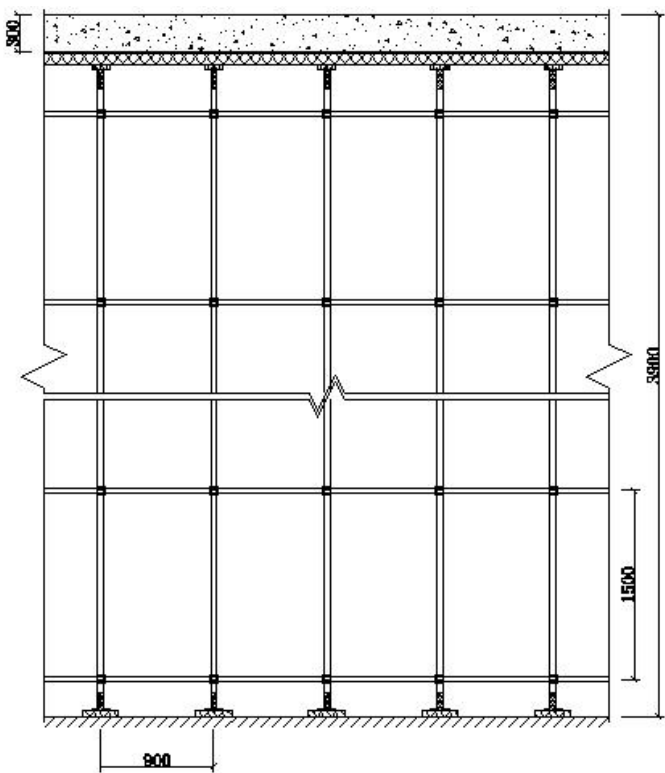


图 14.3 横向剖面图

14.1.4 面板验算

表 14.6 面板验算

面板类型	覆面木胶合板	面板厚度 t (mm)	15
面板抗弯强度设计值 [f] (N/mm ²)	15	面板抗剪强度设计值 [τ] (N/mm ²)	1.4
面板弹性模量 E (N/mm ²)	10000	面板计算方式	简支梁

按简支梁，取 1m 单位宽度计算。

$$W = bh^2/6 = 1000 \times 15 \times 15/6 = 37500 \text{mm}^3, \quad I = bh^3/12 = 1000 \times 15 \times 15 \times 15/12 = 281250 \text{mm}^4$$

承载力极限状态

$$q_1 = \gamma_0 \times [1.3 \times (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h) + 1.5 \times \gamma_L \times Q_{1k}] \times b = 1 \times [1.3 \times (0.1 + (24 + 1.1) \times 0.3) + 1.5 \times 0.9 \times 3] \times 1 = 13.969 \text{kN/m}$$

正常使用极限状态

$$q = (\gamma_G (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h)) \times b = (1 \times (0.1 + (24 + 1.1) \times 0.3)) \times 1 = 7.63 \text{kN/m}$$

计算简图如图 14.4。

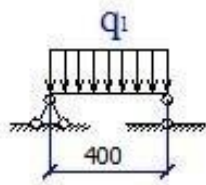


图 14.4 计算简图

1、强度验算

$$M_{\max} = q_1 l^2 / 8 = 13.969 \times 0.42^2 / 8 = 0.279 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M_{\max} / W = 0.279 \times 10^6 / 37500 = 7.45 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 15 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

2、挠度验算

$$v_{\max} = 5q_1 l^4 / (384EI) = 5 \times 7.63 \times 400^4 / (384 \times 10000 \times 281250) = 0.904 \text{ mm}$$

$$v_{\max} = 0.904 \text{ mm} \leq \min\{400/150, 10\} = 2.667 \text{ mm}$$

满足要求！

14.1.5 小梁验算

表 14.7 小梁验算

小梁类型	方木	小梁截面类型 (mm)	60×80
小梁抗弯强度设计值 [f] (N/mm ²)	15.444	小梁抗剪强度设计值 [τ] (N/mm ²)	1.782
小梁截面抵抗矩 W (cm ³)	64	小梁弹性模量 E (N/mm ²)	9350
小梁截面惯性矩 I (cm ⁴)	256	小梁计算方式	二等跨连续梁

$$q_1 = \gamma_0 \times [1.3 \times (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h) + 1.5 \times \gamma_L \times Q_{1k}] \times b = 1 \times [1.3 \times (0.3 + (24 + 1.1) \times 0.3) + 1.5 \times 0.9 \times 3] \times 0.4 = 5.692 \text{ kN/m}$$

$$\text{因此, } q_{1\text{静}} = \gamma_0 \times 1.3 \times (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h) \times b = 1 \times 1.3 \times (0.3 + (24 + 1.1) \times 0.3) \times 0.4 = 4.072 \text{ kN/m}$$

$$q_{1\text{活}} = \gamma_0 \times 1.5 \times \gamma_L \times Q_{1k} \times b = 1 \times 1.5 \times 0.9 \times 3 \times 0.4 = 1.62 \text{ kN/m}$$

计算简图如图 14.5。

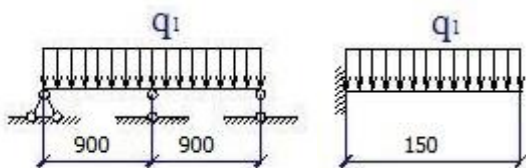


图 14.5 计算简图

1、强度验算

$$M_1 = 0.125q_1 \text{ 静 } L + 0.125q_1 \text{ 活 } L = 0.125 \times 4.072 \times 0.92 + 0.125 \times 1.62 \times 0.92 = 0.576 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = q_1 L^2 / 2 = 5.692 \times 0.152 / 2 = 0.064 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} = \max[M_1, M_2] = \max[0.576, 0.064] = 0.576 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M_{\max} / W = 0.576 \times 106 / 64000 = 9.004 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 15.444 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

2、抗剪验算

$$V_1 = 0.625q_1 \text{ 静 } L + 0.625q_1 \text{ 活 } L = 0.625 \times 4.072 \times 0.9 + 0.625 \times 1.62 \times 0.9 = 3.202 \text{ kN}$$

$$V_2 = q_1 L = 5.692 \times 0.15 = 0.854 \text{ kN}$$

$$V_{\max} = \max[V_1, V_2] = \max[3.202, 0.854] = 3.202 \text{ kN}$$

$$\tau_{\max} = 3V_{\max} / (2bh_0) = 3 \times 3.202 \times 1000 / (2 \times 60 \times 80) = 1 \text{ N/mm}^2 \leq [\tau] = 1.782 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

3、挠度验算

$$q = (\gamma G(G_1k + (G_2k + G_3k) \times h)) \times b = (1 \times (0.3 + (24 + 1.1) \times 0.3)) \times 0.4 = 3.132 \text{ kN/m}$$

$$\text{挠度, 跨中 } v_{\max} = 0.521qL^4 / (100EI) = 0.521 \times 3.132 \times 9004 / (100 \times 9350 \times 256 \times 104) = 0.447 \text{ mm} \leq [v] = \min(L/150, 10) = \min(900/150, 10) = 6 \text{ mm};$$

$$\text{悬臂端 } v_{\max} = qL^4 / (8EI) = 3.132 \times 1504 / (8 \times 9350 \times 256 \times 104) = 0.008 \text{ mm} \leq [v] = \min(2 \times 11/150, 10) = \min(2 \times 150/150, 10) = 2 \text{ mm}$$

满足要求！

14.1.6 主梁验算

表 14.8 主梁验算

主梁类型	钢管	主梁截面类型(mm)	Φ48×3.5
主梁计算截面类型(mm)	Φ48×3	主梁抗弯强度设计值[f] (N/mm ²)	205
主梁抗剪强度设计值[τ] (N/mm ²)	125	主梁截面抵抗矩 W(cm ³)	4.49
主梁弹性模量 E(N/mm ²)	206000	主梁截面惯性矩 I(cm ⁴)	10.78

主梁计算方式	三等跨连续梁	可调托座内主梁根数	2
主梁受力不均匀系数	0.6		

1、小梁最大支座反力计算

$$q_1 = \gamma_0 \times [1.3 \times (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h) + 1.5 \times \gamma_L \times Q_{1k}] \times b = 1 \times [1.3 \times (0.5 + (24 + 1.1) \times 0.3) + 1.5 \times 0.9 \times 3] \times 0.4 = 5.796 \text{ kN/m}$$

$$q_{1\text{静}} = \gamma_0 \times 1.3 \times (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h) \times b = 1 \times 1.3 \times (0.5 + (24 + 1.1) \times 0.3) \times 0.4 = 4.176 \text{ kN/m}$$

$$q_{1\text{活}} = \gamma_0 \times 1.5 \times \gamma_L \times Q_{1k} \times b = 1 \times 1.5 \times 0.9 \times 3 \times 0.4 = 1.62 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = (\gamma_G (G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h)) \times b = (1 \times (0.5 + (24 + 1.1) \times 0.3)) \times 0.4 = 3.212 \text{ kN/m}$$

承载能力极限状态

$$\text{按二等跨连续梁, } R_{\max} = 1.25 q_1 L = 1.25 \times 5.796 \times 0.9 = 6.52 \text{ kN}$$

$$\text{按二等跨连续梁按悬臂梁, } R_1 = (0.375 q_{1\text{静}} + 0.437 q_{1\text{活}}) L + q_2 l_1 = (0.375 \times 4.176 + 0.437 \times 1.62) \times 0.9 + 5.796 \times 0.15 = 2.916 \text{ kN}$$

主梁 2 根合并, 其主梁受力不均匀系数=0.6

$$R = \max[R_{\max}, R_1] \times 0.6 = 3.912 \text{ kN};$$

正常使用极限状态

$$\text{按二等跨连续梁, } R'_{\max} = 1.25 q_2 L = 1.25 \times 3.212 \times 0.9 = 3.614 \text{ kN}$$

$$\text{按二等跨连续梁悬臂梁, } R'_1 = 0.375 q_2 L + q_2 l_1 = 0.375 \times 3.212 \times 0.9 + 3.212 \times 0.15 = 1.566 \text{ kN}$$

$$R' = \max[R'_{\max}, R'_1] \times 0.6 = 2.168 \text{ kN};$$

计算简图如图 14.6。

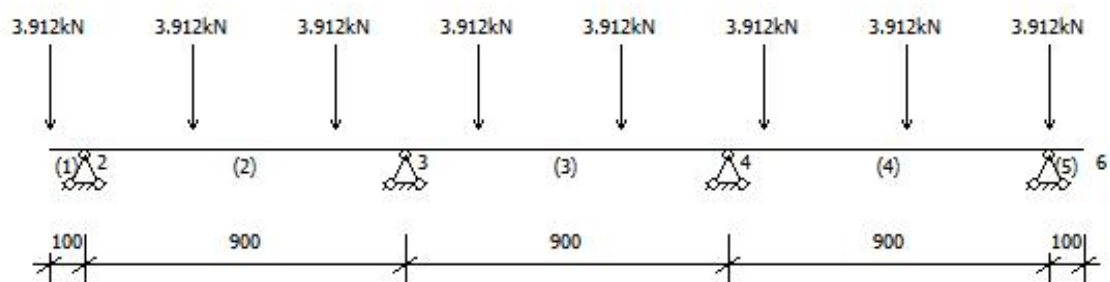


图 14.6 主梁计算简图一

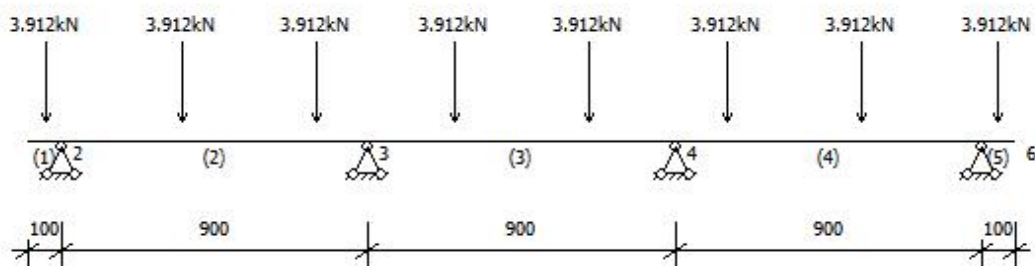


图 14.7 主梁计算简图二

2、抗弯验算

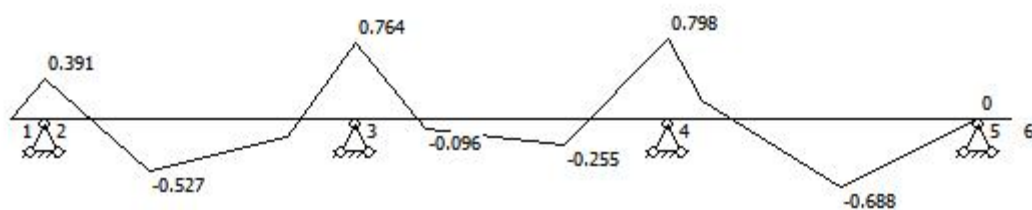


图 14.8 主梁弯矩图一(kN·m)

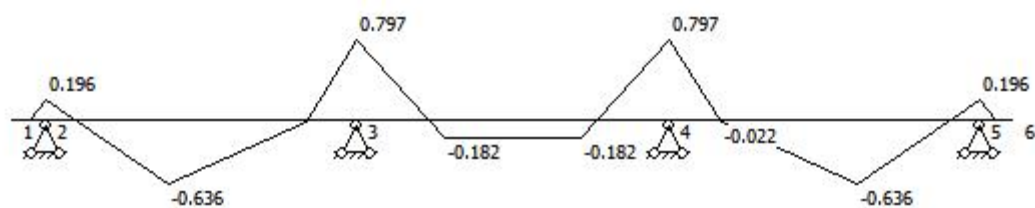


图 14.9 主梁弯矩图二(kN·m)

$$\sigma = M_{\max}/W = 0.798 \times 10^6 / 4490 = 177.818 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

3、抗剪验算

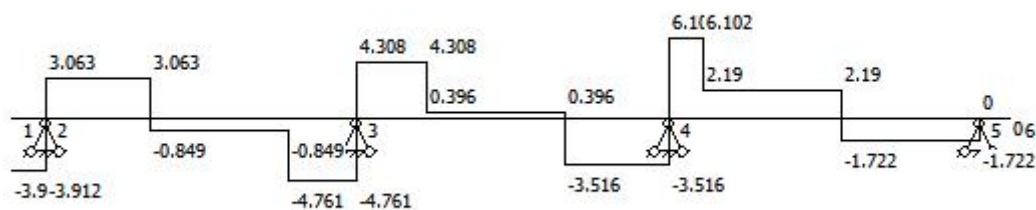


图 14.10 主梁剪力图一(kN)

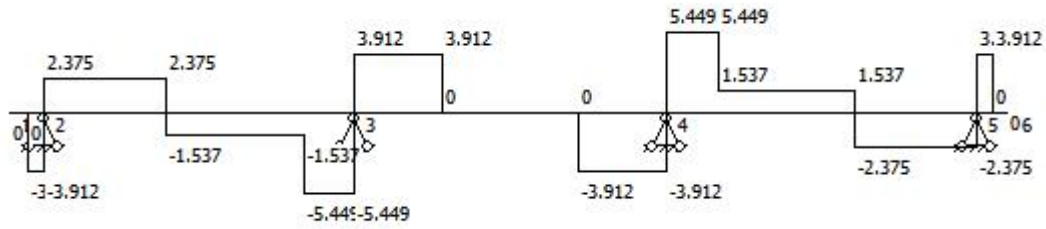


图 14.11 主梁剪力图二(kN)

$$\tau_{\max} = 2V_{\max}/A = 2 \times 6.102 \times 1000/424 = 28.782 \text{ N/mm}^2 \leq [\tau] = 125 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

4、挠度验算

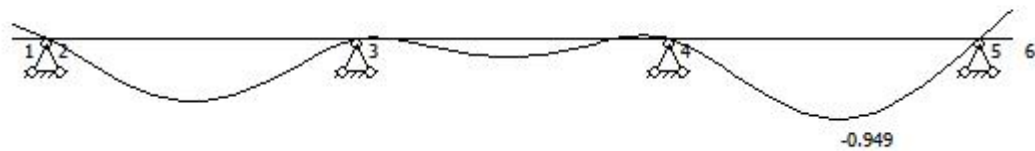


图 14.12 主梁变形图一(mm)



图 14.13 主梁变形图二(mm)

$$\text{跨中 } v_{\max} = 0.949 \text{ mm} \leq [v] = \min\{900/150, 10\} = 6 \text{ mm}$$

$$\text{悬挑段 } v_{\max} = 0.352 \text{ mm} \leq [v] = \min(2 \times 100/150, 10) = 1.333 \text{ mm}$$

满足要求！

5、支座反力计算

承载能力极限状态

图一

支座反力依次为 $R_1 = 6.975 \text{ kN}$, $R_2 = 9.069 \text{ kN}$, $R_3 = 9.617 \text{ kN}$, $R_4 = 5.634 \text{ kN}$

图二

支座反力依次为 $R_1 = 6.287 \text{ kN}$, $R_2 = 9.361 \text{ kN}$, $R_3 = 9.361 \text{ kN}$, $R_4 = 6.287 \text{ kN}$

14.1.7 可调托座验算

表 14.9 可调托座验算

荷载传递至立杆方式	可调托座	可调托座承载力设计值[N] (kN)	30
-----------	------	--------------------	----

按上节计算可知, 可调托座受力 $N=9.617/0.6=16.029\text{kN} \leq [N]=30\text{kN}$

满足要求!

14.1.8 立杆验算

表 14.10 立杆验算

立杆钢管截面类型 (mm)	$\Phi 48 \times 3.2$	立杆钢管计算截面类型 (mm)	$\Phi 48 \times 3$
钢材等级	Q345	立杆截面面积 A (mm ²)	424
立杆截面回转半径 i (mm)	15.9	立杆截面抵抗矩 W (cm ³)	4.49
抗压强度设计值 [f] (N/mm ²)	300	支架自重标准值 q (kN/m)	0.15
支架立杆计算长度修正系数 η	1.2	悬臂端计算长度折减系数 k	0.7

1、长细比验算

$$l_{01}=h'+2ka=1000+2 \times 0.7 \times 450=1630\text{mm}$$

$$l_0=\eta h=1.2 \times 1500=1800\text{mm}$$

$$\lambda=\max[l_{01}, l_0]/i=1800/15.9=113.208 \leq [\lambda]=150$$

满足要求!

2、立杆稳定性验算

$$\lambda=l_0/i=1800.000/15.9=113.208$$

查表得, $\phi_1=0.386$

不考虑风荷载:

$$N_d=\max[R_1, R_2, R_3, R_4]/0.6+1 \times \gamma_G \times q \times H=\max[6.975, 9.361, 9.617, 6.287]/0.6+1 \times 1.3 \times 0.15 \times 3.9=16.789\text{kN}$$

$$f_d=N_d/(\phi_1 A)=16.789 \times 103/(0.386 \times 424)=102.582\text{N/mm}^2 \leq [\sigma]=300\text{N/mm}^2$$

满足要求!

14.1.9 高宽比验算

根据《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB51210-2016 第 8.3.2 条: 支撑脚手架独立架体高宽比不应大于 3.0

$$H/B=3.9/9.9=0.394 \leq 3$$

满足要求!

14.1.10 架体抗倾覆验算

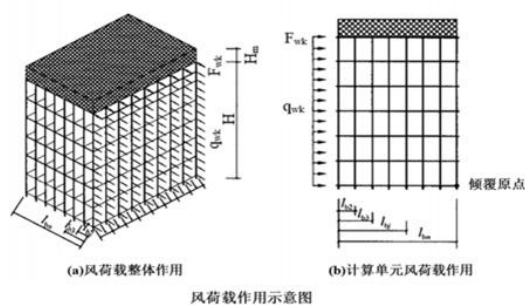


图 14.14 风荷载作用示意图

支撑脚手架风线荷载标准值： $q_{wk}=l_a \times \omega_{fk}=0.9 \times 0.189=0.17\text{kN/m}$ ：

风荷载作用在支架外侧模板上产生的水平力标准值：

$F_{wk}=l_a \times H_m \times \omega_{mk}=0.9 \times 1 \times 0.166=0.149\text{kN}$

支撑脚手架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值 M_{ok} ：

$M_{ok}=0.5H^2q_{wk}+HF_{wk}=0.5 \times 3.92 \times 0.17+3.9 \times 0.149=1.876\text{kN}\cdot\text{m}$

参考《规范》GB51210-2016 第 6.2.17 条：

$B2l_a(g_{k1}+g_{k2})+2\sum G_{jk}b_j \geq 3\gamma_0 M_{ok}$

g_{k1} ——均匀分布的架体面荷载自重标准值 kN/m^2

g_{k2} ——均匀分布的架体上部的模板等物料面荷载自重标准值 kN/m^2

G_{jk} ——支撑脚手架计算单元上集中堆放的物料自重标准值 kN

b_j ——支撑脚手架计算单元上集中堆放的物料至倾覆原点的水平距离 m

$B2l_a(g_{k1}+g_{k2})+2\sum G_{jk}b_j=B2l_a[qH/(l_a \times l_b)+G_{1k}]+2 \times G_{jk} \times B/2=9.92 \times 0.9 \times [0.15 \times 3.9/(0.9 \times 0.9)+0.5]+2 \times 1 \times 9.9/2=117.711\text{kN}\cdot\text{m} \geq 3\gamma_0 M_{ok}=3 \times 1 \times 1.876=5.629\text{kN}\cdot\text{m}$

满足要求！

14.1.11 立杆支承面承载力验算

表 14.11 立杆支承面承载力验算

支撑层楼板厚度 $h(\text{mm})$	350	混凝土强度等级	C35
混凝土的龄期(天)	7	混凝土的实测抗压强度 $f_c(\text{N/mm}^2)$	9.686
混凝土的实测抗拉强度 $f_t(\text{N/mm}^2)$	0.911	立杆垫板长 $a(\text{mm})$	200
立杆垫板宽 $b(\text{mm})$	100		

$$F_1 = N = 16.789 \text{ kN}$$

1、受冲切承载力计算

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 6.5.1 条规定，见表 14.12。

表 14.12 受冲切承载力计算

公式	参数剖析	
$F_1 \leq (0.7 \beta_h f_t + 0.25 \sigma_{pc, m}) \eta u_m h_0$	F_1	局部荷载设计值或集中反力设计值
	β_h	截面高度影响系数：当 $h \leq 800 \text{ mm}$ 时，取 $\beta_h = 1.0$ ；当 $h \geq 2000 \text{ mm}$ 时，取 $\beta_h = 0.9$ ；中间线性插入取用。
	f_t	混凝土轴心抗拉强度设计值
	$\sigma_{pc, m}$	临界截面周长上两个方向混凝土有效预压应力按长度的加权平均值，其值控制在 $1.0 \sim 3.5 \text{ N/mm}^2$ 范围内
	u_m	临界截面周长：距离局部荷载或集中反力作用面积周边 $h_0/2$ 处板垂直截面的最不利周长。
	h_0	截面有效高度，取两个配筋方向的截面有效高度的平均值
$\eta = \min(\eta_1, \eta_2)$ $\eta_1 = 0.4 + 1.2 / \beta_s, \eta_2 = 0.5 + a_s \times h_0 / 4 u_m$	η_1	局部荷载或集中反力作用面积形状的影响系数
	η_2	临界截面周长与板截面有效高度之比的影响系数
	β_s	局部荷载或集中反力作用面积为矩形时的长边与短边尺寸比较， β_s 不宜大于 4；当 $\beta_s < 2$ 时取 $\beta_s = 2$ ，当面积为圆形时，取 $\beta_s = 2$
	a_s	板柱结构类型的影响系数：对中柱，取 $a_s = 40$ ，对边柱，取 $a_s = 30$ ；对角柱，取 $a_s = 20$
说明	在本工程计算中为了安全和简化计算起见，不考虑上式中 $\sigma_{pc, m}$ 之值，将其取为 0，作为板承载能力安全储备。	

可得： $\beta_h = 1$ ， $f_t = 0.911 \text{ N/mm}^2$ ， $\eta = 1$ ， $h_0 = h - 20 = 330 \text{ mm}$ ，

$$u_m = 2[(a + h_0) + (b + h_0)] = 1920 \text{ mm}$$

$$F = (0.7 \beta_h f_t + 0.25 \sigma_{pc, m}) \eta u_m h_0 = (0.7 \times 1 \times 0.911 + 0.25 \times 0) \times 1 \times 1920 \times 330 / 1000 = 404.047 \text{ kN} \geq F_1 = 16.789 \text{ kN}$$

满足要求！

2、局部受压承载力计算

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 6.6.1 条规定，见表 14.13。

表 14.13 局部受压承载力计算

公式	参数剖析	
$F_l \leq 1.35 \beta_c \beta_l f_c A_{ln}$	F_l	局部受压面上作用的局部荷载或局部压力设计值
	f_c	混凝土轴心抗压强度设计值；可按本规范表 4.1.4-1 取值
	β_c	混凝土强度影响系数，按本规范第 6.3.1 条的规定取用
	β_l	混凝土局部受压时的强度提高系数
	A_{ln}	混凝土局部受压净面积
$\beta_l = (A_b/A_l)^{1/2}$	A_l	混凝土局部受压面积
	A_b	局部受压的计算底面积，按本规范第 6.6.2 条确定

可得： $f_c=9.686\text{N/mm}^2$ ， $\beta_c=1$ ，

$\beta_l = (A_b/A_l)^{1/2} = [(a+2b) \times (b+2b)/(ab)]^{1/2} = [(400) \times (300)/(200 \times 100)]^{1/2} = 2.449$ ， $A_{ln}=ab=20000\text{mm}^2$

$F_l = 1.35 \beta_c \beta_l f_c A_{ln} = 1.35 \times 1 \times 2.449 \times 9.686 \times 20000/1000 = 640.595\text{kN} \geq F_l = 16.789\text{kN}$

满足要求！

14.2 梁模板（盘扣式，梁板立柱共用）计算书

计算依据：

- 1、《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB51210-2016
- 2、《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008
- 3、《混凝土结构设计规范》GB50010-2010
- 4、《建筑结构荷载规范》GB50009-2012
- 5、《钢结构设计标准》GB50017-2017
- 6、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018

14.2.1 工程属性

表 14.14 工程属性

新浇混凝土梁名称	3 栋 1 层 KL7	混凝土梁计算截面尺寸 (mm×mm)	300×2300
梁侧楼板计算厚度 (mm)	180	模板支架高度 H(m)	3.9
模板支架横向长度 B(m)	21.2	模板支架纵向长度 L(m)	50.3
支架外侧模板高度 H _m (mm)	1500		

14.2.2 荷载设计

表 14.15 荷载设计

模板及其支架自重标准值 G_{1k} (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 G_{2k} (kN/m ³)	24		
混凝土梁钢筋自重标准值 G_{3k} (kN/m ³)	1.5	混凝土板钢筋自重标准值 G_{3k} (kN/m ³)	1.1
施工荷载标准值 Q_{1k} (kN/m ²)	3		
支撑脚手架计算单元上集中堆放的物料自重标准值 G_{jk} (kN)	1		
模板支拆环境是否考虑风荷载	是		

表 14.16 风荷载参数

风荷载标准值 ω_k (kN/m ²)	基本风压 ω_0 (kN/m ²)	省份	湖南	0.25	$\omega_k = \omega_0 \mu_z \mu_{st} = 0.018$	
		地区	长沙市			
	风荷载高度变化系数 μ_z	地面粗糙度	D 类(有密集建筑群且房屋较高市区)	0.51		
		模板支架顶部离建筑物地面高度 (m)	6			
	风荷载体型系数 μ_s	单榀模板支架 μ_{st}		0.145		
		整体模板支架 μ_{stw}		2.506		$\omega_{fk} = \omega_0 \mu_z \mu_{stw} = 0.32$
		支架外侧模板 μ_s		1.3		$\omega_{mk} = \omega_0 \mu_z \mu_s = 0.166$

14.2.3 模板体系设计

表 14.17 模板体系设计

结构重要性系数 γ_0	1
脚手架安全等级	II 级
新浇混凝土梁支撑方式	梁一侧有板, 梁底小梁平行梁跨方向
梁跨度方向立杆纵距是否相等	是
梁跨度方向立杆间距 l_a (mm)	900
梁两侧立杆横向间距 l_b (mm)	900
最大步距 h (mm)	1500
顶层步距 h' (mm)	1000

可调托座伸出顶层水平杆的悬臂长度 a (mm)	500
新浇混凝土楼板立杆间距 1' a (mm)、1' b (mm)	900、900
混凝土梁距梁两侧立杆中的位置	居中
梁左侧立杆距梁中心线距离 (mm)	450
梁底增加立杆根数	3
梁底增加立杆布置方式	按混凝土梁梁宽均分
梁底增加立杆依次距梁左侧立杆距离 (mm)	375, 450, 525
梁底支撑小梁最大悬挑长度 (mm)	200
梁底支撑小梁根数	4
梁底支撑小梁间距	100
每纵距内附加梁底支撑主梁根数	0

表 14.18 荷载系数参数表

	正常使用极限状态	承载能力极限状态
可变荷载调整系数 γ_L	1	0.9
可变荷载的分项系数 γ_Q	1	1.5
永久荷载的分项系数 γ_G	1	1.3
结构重要性系数 γ_0	1	

设计简图如图 14.15 和图图 14.16。

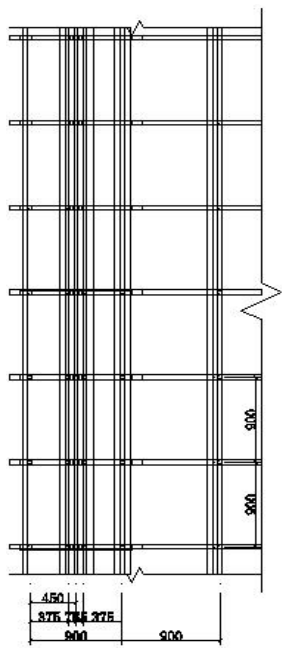


图 14.15 平面图

Technical drawing of a building frame section. The drawing shows a cross-section of a frame with columns and beams. Key dimensions include:

- Top horizontal dimensions: 480, 480, 360.
- Right vertical dimensions: 180, 2800, 3000.
- Bottom horizontal dimensions: 460, 460, 960.
- Left vertical dimension: 1500.

 The drawing includes structural details such as reinforcement bars, concrete walls, and a foundation. A section line is indicated on the right side.

图 14.16 立面图

14.2.4 面板验算

表 14.19 面板验算

面板类型	覆面木胶合板	面板厚度 t (mm)	15
面板抗弯强度设计值 [f] (N/mm ²)	15	面板抗剪强度设计值 [τ] (N/mm ²)	1.4
面板弹性模量 E (N/mm ²)	10000		

取单位宽度 $b=1000\text{mm}$ ，按三等跨连续梁计算：

$$W = bh^2/6 = 1000 \times 15 \times 15/6 = 37500 \text{ mm}^3, \quad I = bh^3/12 = 1000 \times 15 \times 15 \times 15/12 = 281250 \text{ mm}^4$$

$$q_1 = \gamma_0 \times [1.3(G_{1k} + G_{2k} + G_{3k}) \times h] + 1.5 \times \gamma_L \times Q_{1k} \times b = 1 \times [1.3 \times (0.1 + (24 + 1.5) \times 2.3) + 1.5 \times 0.9 \times 3] \times 1 = 80.425 \text{ kN/m}$$

$$q_{1 \text{ 静}} = \gamma \cdot 0 \times 1.3 \times [G1k + (G2k + G3k) \times h] \times b = 1 \times 1.3 \times [0.1 + (24 + 1.5) \times 2.3] \\ \times 1 = 76.375 \text{ kN/m}$$

$$q_{1活} = \gamma_0 \times 1.5 \times \gamma_L \times q_{1k} \times b = 1 \times 1.5 \times 0.9 \times 3 \times 1 = 4.05 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = [1 \times (G_1k + (G_2k + G_3k) \times h)] \times b = [1 \times (0.1 + (24 + 1.5) \times 2.3)] \times 1 = 58.75 \text{ kN/m}$$

计算简图如图 14.17。

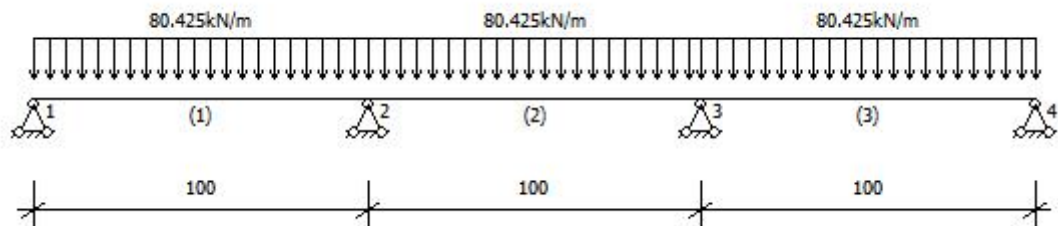


图 14.17 计算简图

1、强度验算

$$M_{\max} = 0.1q_1 \text{ 静 } L^2 + 0.117q_1 \text{ 活 } L^2 = 0.1 \times 76.375 \times 0.12 + 0.117 \times 4.05 \times 0.12 = 0.081 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M_{\max} / W = 0.081 \times 106 / 37500 = 2.163 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 15 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

2、挠度验算

$$v_{\max} = 0.677q_1 L^4 / (100EI) = 0.677 \times 58.75 \times 100^4 / (100 \times 10000 \times 281250) = 0.014 \text{ mm} \leq [v] = \min[L/150, 10] = \min[100/150, 10] = 0.667 \text{ mm}$$

满足要求！

3、支座反力计算

设计值(承载能力极限状态)

$$R_1 = R_4 = 0.4q_1 \text{ 静 } L + 0.45q_1 \text{ 活 } L = 0.4 \times 76.375 \times 0.1 + 0.45 \times 4.05 \times 0.1 = 3.237 \text{ kN}$$

$$R_2 = R_3 = 1.1q_1 \text{ 静 } L + 1.2q_1 \text{ 活 } L = 1.1 \times 76.375 \times 0.1 + 1.2 \times 4.05 \times 0.1 = 8.887 \text{ kN}$$

标准值(正常使用极限状态)

$$R_1' = R_4' = 0.4q_2 L = 0.4 \times 58.75 \times 0.1 = 2.35 \text{ kN}$$

$$R_2' = R_3' = 1.1q_2 L = 1.1 \times 58.75 \times 0.1 = 6.463 \text{ kN}$$

14.2.5 小梁验算

表 14.20 小梁验算

小梁类型	方木	小梁截面类型(mm)	60×80
小梁抗弯强度设计值 [f](N/mm ²)	15.444	小梁抗剪强度设计值[τ](N/mm ²)	1.782
小梁截面抵抗矩 W(cm ³)	64	小梁弹性模量 E(N/mm ²)	9350
小梁截面惯性矩 I(cm ⁴)	256	小梁计算方式	简支梁

承载能力极限状态：

梁底面板传递给左边小梁线荷载: $q_1 \text{ 左} = R_1/b = 3.237/1 = 3.237 \text{ kN/m}$

梁底面板传递给中间小梁最大线荷载: $q_1 \text{ 中} = \text{Max}[R_2, R_3]/b = \text{Max}[8.887, 8.887]/1 = 8.887 \text{ kN/m}$

梁底面板传递给右边小梁线荷载: $q_1 \text{ 右} = R_4/b = 3.237/1 = 3.237 \text{ kN/m}$

小梁自重: $q_2 = 1 \times 1.3 \times (0.3 - 0.1) \times 0.3/3 = 0.026 \text{ kN/m}$

梁左侧模板传递给左边小梁荷载 $q_3 \text{ 左} = 1 \times 1.3 \times 0.5 \times 2.3 = 1.495 \text{ kN/m}$

梁右侧模板传递给右边小梁荷载 $q_3 \text{ 右} = 1 \times 1.3 \times 0.5 \times (2.3 - 0.18) = 1.378 \text{ kN/m}$

梁右侧楼板传递给右边小梁荷载 $q_4 \text{ 右} = 1 \times [1.3 \times (0.5 + (24 + 1.1) \times 0.18) + 1.5 \times 0.9 \times 3] \times ((0.9 - 0.45) - 0.3/2)/2 = 1.586 \text{ kN/m}$

左侧小梁荷载 $q \text{ 左} = q_1 \text{ 左} + q_2 + q_3 \text{ 左} = 3.237 + 0.026 + 1.495 = 4.758 \text{ kN/m}$

中间小梁荷载 $q \text{ 中} = q_1 \text{ 中} + q_2 = 8.887 + 0.026 = 8.913 \text{ kN/m}$

右侧小梁荷载 $q \text{ 右} = q_1 \text{ 右} + q_2 + q_3 \text{ 右} + q_4 \text{ 右}$
 $= 3.237 + 0.026 + 1.378 + 1.586 = 6.227 \text{ kN/m}$

小梁最大荷载 $q = \text{Max}[q \text{ 左}, q \text{ 中}, q \text{ 右}] = \text{Max}[4.758, 8.913, 6.227] = 8.913 \text{ kN/m}$

正常使用极限状态:

梁底面板传递给左边小梁线荷载: $q_1 \text{ 左}' = R_1'/b = 2.35/1 = 2.35 \text{ kN/m}$

梁底面板传递给中间小梁最大线荷载: $q_1 \text{ 中}' = \text{Max}[R_2', R_3']/b = \text{Max}[6.463, 6.463]/1 = 6.463 \text{ kN/m}$

梁底面板传递给右边小梁线荷载: $q_1 \text{ 右}' = R_4'/b = 2.35/1 = 2.35 \text{ kN/m}$

小梁自重: $q_2' = 1 \times (0.3 - 0.1) \times 0.3/3 = 0.02 \text{ kN/m}$

梁左侧模板传递给左边小梁荷载 $q_3 \text{ 左}' = 1 \times 0.5 \times 2.3 = 1.15 \text{ kN/m}$

梁右侧模板传递给右边小梁荷载 $q_3 \text{ 右}' = 1 \times 0.5 \times (2.3 - 0.18) = 1.06 \text{ kN/m}$

梁右侧楼板传递给右边小梁荷载 $q_4 \text{ 右}' = [1 \times (0.5 + (24 + 1.1) \times 0.18)] \times ((0.9 - 0.45) - 0.3/2)/2 = 0.753 \text{ kN/m}$

左侧小梁荷载 $q \text{ 左}' = q_1 \text{ 左}' + q_2' + q_3 \text{ 左}' = 2.35 + 0.02 + 1.15 = 3.52 \text{ kN/m}$

中间小梁荷载 $q \text{ 中}' = q_1 \text{ 中}' + q_2' = 6.463 + 0.02 = 6.482 \text{ kN/m}$ 。右侧小梁荷载 $q \text{ 右}' = q_1 \text{ 右}' + q_2' + q_3 \text{ 右}' + q_4 \text{ 右}' = 2.35 + 0.02 + 1.06 + 0.753 = 4.183 \text{ kN/m}$

小梁最大荷载 $q' = \text{Max}[q \text{ 左}', q \text{ 中}', q \text{ 右}'] = \text{Max}[3.52, 6.482, 4.183] = 6.482 \text{ kN/m}$

为简化计算,按简支梁和悬臂梁分别计算,如图 14.18 和图 14.19。

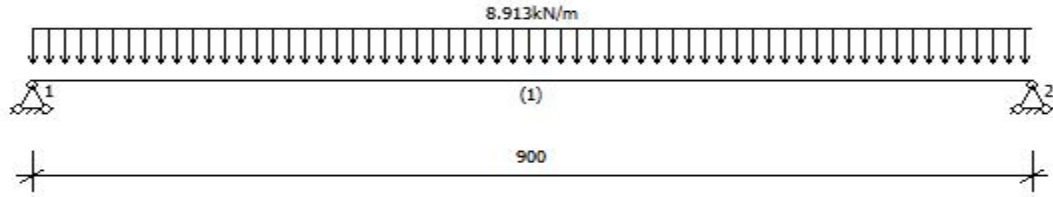


图 14.18 简支梁计算

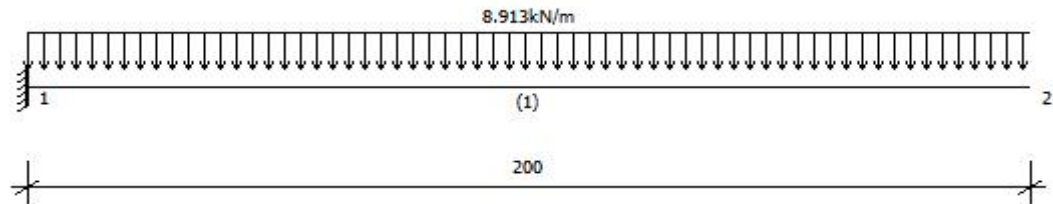


图 14.19 悬臂梁计算

1、抗弯验算

$$M_{\max} = \max[0.125q_1l_1^2, 0.5q_1l_2^2] = \max[0.125 \times 8.913 \times 0.9^2, 0.5 \times 8.913 \times 0.2^2] = 0.902 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M_{\max}/W = 0.902 \times 10^6 / 64000 = 14.101 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 15.444 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

2、抗剪验算

$$V_{\max} = \max[0.5q_1l_1, q_1l_2] = \max[0.5 \times 8.913 \times 0.9, 8.913 \times 0.2] = 4.011 \text{ kN}$$

$$\tau_{\max} = 3V_{\max} / (2bh_0) = 3 \times 4.011 \times 1000 / (2 \times 60 \times 80) = 1.253 \text{ N/mm}^2 \leq [\tau] = 1.782 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

3、挠度验算

$$v_1 = 5q_1' l_1^4 / (384EI) = 5 \times 6.482 \times 900^4 / (384 \times 9350 \times 256 \times 104) = 2.313 \text{ mm} \leq [v] = \min[11/150, 10] = \min[900/150, 10] = 6 \text{ mm}$$

$$v_2 = q_1' l_2^4 / (8EI) = 6.482 \times 200^4 / (8 \times 9350 \times 256 \times 104) = 0.054 \text{ mm} \leq [v] = \min[212/150, 10] = \min[400/150, 10] = 2.667 \text{ mm}$$

满足要求！

4、支座反力计算

承载能力极限状态

$$R_{\max} = \max[q_1l_1, 0.5q_1l_1 + q_1l_2] = \max[8.913 \times 0.9, 0.5 \times 8.913 \times 0.9 + 8.913 \times 0.2]$$

0.2]=8.022kN

同理可得：

梁底支撑小梁所受最大支座反力依次为 R1=4.282kN, R2=8.022kN, R3=8.022kN, R4=5.604kN

正常使用极限状态

$R_{max}' = \max[q' L1, 0.5q' L1 + q' L2] = \max[6.482 \times 0.9, 0.5 \times 6.482 \times 0.9 + 6.482 \times 0.2] = 5.834kN$

同理可得：

梁底支撑小梁所受最大支座反力依次为 R1'=3.168kN, R2'=5.834kN, R3'=5.834kN, R4'=3.765kN

14.2.6 主梁验算

表 14.21 主梁验算

主梁类型	钢管	主梁截面类型 (mm)	Φ 48×3.5
主梁计算截面类型 (mm)	Φ 48×3	主梁抗弯强度设计值 [f] (N/mm ²)	205
主梁抗剪强度设计值 [τ] (N/mm ²)	125	主梁截面抵抗矩 W (cm ³)	4.49
主梁弹性模量 E (N/mm ²)	206000	主梁截面惯性矩 I (cm ⁴)	10.78
可调托座内主梁根数	1		

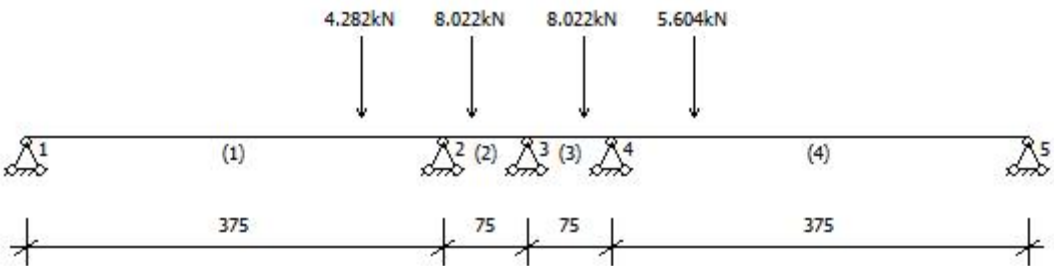


图 14.20 主梁验算

1、抗弯验算

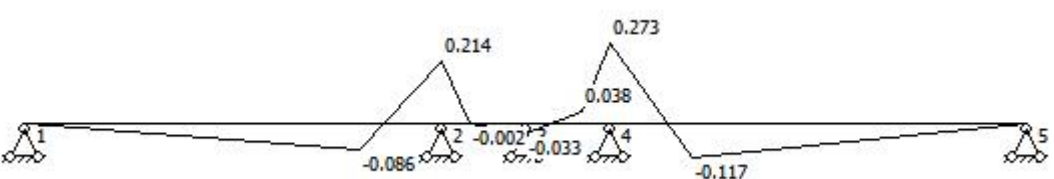


图 14.21 主梁弯矩图(kN·m)

$\sigma = M_{max} / W = 0.273 \times 10^6 / 4490 = 60.908N/mm^2 \leq [f] = 205N/mm^2$

满足要求！

2、抗剪验算

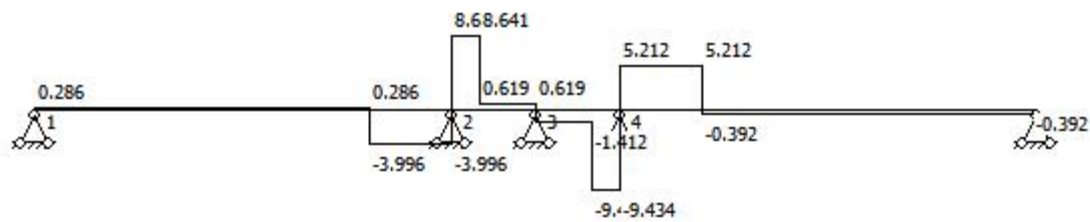


图 14.22 主梁剪力图(kN)

$V_{\max}=9.434\text{kN}$

$\tau_{\max}=2V_{\max}/A=2\times9.434\times1000/424=44.502\text{N/mm}^2\leq[\tau]=125\text{N/mm}^2$

满足要求！

3、挠度验算

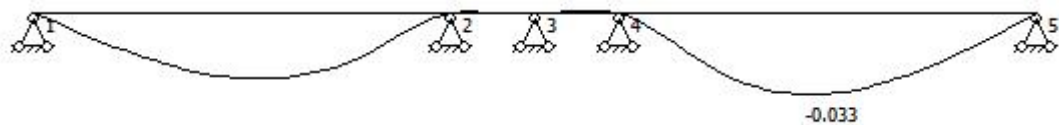


图 14.23 主梁变形图(mm)

$v_{\max}=0.033\text{mm}\leq[v]=\min[L/150, 10]=\min[375/150, 10]=2.5\text{mm}$

满足要求！

4、支座反力计算

承载能力极限状态

支座反力依次为 $R_1=0.286\text{kN}$, $R_2=12.637\text{kN}$, $R_3=2.032\text{kN}$, $R_4=14.647\text{kN}$,

$R_5=0.392\text{kN}$

14.2.7 可调托座验算

表 14.22 可调托座验算

荷载传递至立杆方式	可调托座	可调托座承载力设计值[N] (kN)	30
扣件抗滑移折减系数 k_c	0.85		

1、扣件抗滑移验算

两侧立杆最大受力 $N=\max[R_1, R_5]=\max[0.286, 0.392]=0.392\text{kN}\leq0.85\times$

$8=6.8\text{kN}$

单扣件在扭矩达到 $40 \sim 65 \text{ N} \cdot \text{m}$ 且无质量缺陷的情况下，单扣件能满足要求！

2、可调托座验算

可调托座最大受力 $N = \max[R_2, R_3, R_4] = 14.647 \text{ kN} \leq [N] = 30 \text{ kN}$

满足要求！

14.2.8 立杆验算

表 14.23 立杆验算

立杆钢管截面类型 (mm)	$\Phi 48 \times 3.2$	立杆钢管计算截面类型 (mm)	$\Phi 48 \times 3$
钢材等级	Q235	立杆截面面积 $A (\text{mm}^2)$	424
回转半径 $i (\text{mm})$	15.9	立杆截面抵抗矩 $W (\text{cm}^3)$	4.49
支架立杆计算长度修正系数 η	1.2	悬臂端计算长度折减系数 k	0.7
抗压强度设计值 $[f] (\text{N/mm}^2)$	205	支架自重标准值 $q (\text{kN/m})$	0.15

1、长细比验算

$h_{\max} = \max(\eta h, h' + 2ka) = \max(1.2 \times 1500, 1000 + 2 \times 0.7 \times 500) = 1800 \text{ mm}$

$\lambda = h_{\max} / i = 1800 / 15.9 = 113.208 \leq [\lambda] = 150$

长细比满足要求！

查表得： $\phi = 0.496$

2、风荷载计算

$M_{wd} = \gamma_0 \times \gamma_L \times \phi_w \gamma_Q \times M_{wk} = \gamma_0 \times \gamma_L \times \phi_w \gamma_Q \times (\zeta_2 \times \omega_k \times l_a \times h^2 / 10)$
 $= 1 \times 0.9 \times 0.6 \times 1.5 \times (1 \times 0.018 \times 0.9 \times 1.52 / 10) = 0.003 \text{ kN} \cdot \text{m}$

3、稳定性计算

$R_1 = 0.286 \text{ kN}$, $R_2 = 12.637 \text{ kN}$, $R_3 = 2.032 \text{ kN}$, $R_4 = 14.647 \text{ kN}$, $R_5 = 0.392 \text{ kN}$

梁两侧立杆承受楼板荷载：

右侧楼板传递给梁右侧立杆荷载： $N_{\text{边}} = 1 \times [1.3 \times (0.5 + (24 + 1.1) \times 0.18) + 1.5 \times 0.9 \times 3] \times (0.9 + 0.9 - 0.45 - 0.3 / 2) / 2 \times 0.9 = 5.71 \text{ kN}$

$N_d = \max[R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 + N_{\text{边}}] + 1 \times 1.3 \times 0.15 \times (3.9 - 2.3) = \max[0.286, 12.637, 2.032, 14.647, 0.392 + 5.71] + 0.312 = 14.959 \text{ kN}$

$f_d = N_d / (\phi A) + M_{wd} / W = 14958.837 / (0.496 \times 424) + 0.003 \times 106 / 4490 = 71.798 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$

满足要求！

14.2.9 高宽比验算

根据《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB51210-2016 第 8.3.2 条：支撑脚手架独立架体高宽比不应大于 3.0

$$H/B=3.9/21.2=0.184 \leq 3$$

满足要求！

14.2.10 架体抗倾覆验算

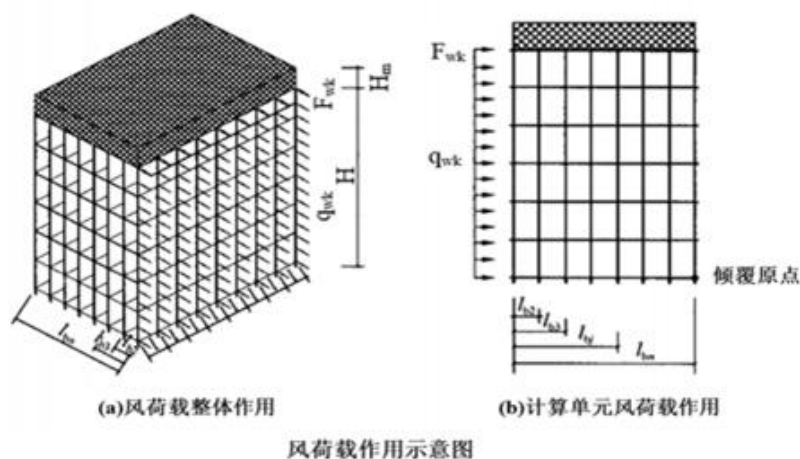


图 14.24 风荷载作用示意图

支撑脚手架风线荷载标准值： $q_{wk}=1' a \times \omega_{fk}=0.9 \times 0.32=0.288 \text{ kN/m}$ ；

风荷载作用在支架外侧模板上产生的水平力标准值：

$$F_{wk}=1' a \times H_m \times \omega_{mk}=0.9 \times 1.5 \times 0.166=0.224 \text{ kN}$$

支撑脚手架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值 M_{ok} ：

$$M_{ok}=0.5H^2q_{wk}+HF_{wk}=0.5 \times 3.92 \times 0.288+3.9 \times 0.224=3.064 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

参考《规范》GB51210-2016 第 6.2.17 条：

$$B21' a(gk1+gk2)+2 \sum G_j k b_j \geq 3 \gamma_0 M_{ok}$$

$gk1$ ——均匀分布的架体面荷载自重标准值 kN/m^2

$gk2$ ——均匀分布的架体上部的模板等物料面荷载自重标准值 kN/m^2

G_{jk} ——支撑脚手架计算单元上集中堆放的物料自重标准值 kN

b_j ——支撑脚手架计算单元上集中堆放的物料至倾覆原点的水平距离 m

$$\begin{aligned} B21' a(gk1+gk2)+2 \sum G_j k b_j &= B21' a[qH/(1' a \times 1' b)+G1k]+2 \times G_{jk} \times B/2=21.22 \\ &\times 0.9 \times [0.15 \times 3.9/(0.9 \times 0.9)+0.5]+2 \times 1 \times 21.2/2=515.584 \text{ kN} \cdot \text{m} \geq 3 \gamma_0 M_{ok}=3 \times \\ &1 \times 3.064=9.193 \text{ kN} \cdot \text{M} \end{aligned}$$

满足要求！

14.2.11 立杆支承面承载力验算

表 14.24 立杆支承面承载力验算

支撑层楼板厚度 h (mm)	350	混凝土强度等级	C35
混凝土的龄期 (天)	7	混凝土的实测抗压强度 f_c (N/mm ²)	9.686
混凝土的实测抗拉强度 f_t (N/mm ²)	0.911	立杆垫板长 a (mm)	200
立杆垫板宽 b (mm)	200		

$$F_1 = N = 14.959 \text{ kN}$$

1、受冲切承载力计算

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 6.5.1 条规定，见表 14.25。

表 14.25 受冲切承载力计算

公式	参数剖析	
$F_1 \leq (0.7 \beta_h f_t + 0.25 \sigma_{pc,m}) \eta u_m h_0$	F_1	局部荷载设计值或集中反力设计值
	β_h	截面高度影响系数：当 $h \leq 800 \text{ mm}$ 时，取 $\beta_h = 1.0$ ；当 $h \geq 2000 \text{ mm}$ 时，取 $\beta_h = 0.9$ ；中间线性插入取用。
	f_t	混凝土轴心抗拉强度设计值
	$\sigma_{pc,m}$	临界面周长上两个方向混凝土有效预压应力按长度的加权平均值，其值控制在 $1.0 \sim 3.5 \text{ N/mm}^2$ 范围内
	u_m	临界截面周长：距离局部荷载或集中反力作用面积周边 $h_0/2$ 处板垂直截面的最不利周长。
	h_0	截面有效高度，取两个配筋方向的截面有效高度的平均值
$\eta = \min(\eta_1, \eta_2)$ $\eta_1 = 0.4 + 1.2 / \beta_s$ $\eta_2 = 0.5 + a_s \times h_0 / 4 u_m$	η_1	局部荷载或集中反力作用面积形状的影响系数
	η_2	临界截面周长与板截面有效高度之比的影响系数
	β_s	局部荷载或集中反力作用面积为矩形时的长边与短边尺寸比较， β_s 不宜大于 4；当 $\beta_s < 2$ 时取 $\beta_s = 2$ ，当面积为圆形时，取 $\beta_s = 2$
	a_s	板柱结构类型的影响系数：对中柱，取 $a_s = 40$ ，对边柱，取 $a_s = 30$ ；对角柱，取 $a_s = 20$
说明	在本工程计算中为了安全和简化计算起见，不考虑上式中 $\sigma_{pc,m}$ 之值，将其取为 0，作为板承载能力安全储备。	

可得： $\beta_h = 1$ ， $f_t = 0.911 \text{ N/mm}^2$ ， $\eta = 1$ ， $h_0 = h - 20 = 330 \text{ mm}$ ，

$$u_m = 2[(a + h_0) + (b + h_0)] = 2120 \text{ mm}$$

$$F = (0.7 \beta_h f_t + 0.25 \sigma_{pc,m}) \eta u_m h_0 = (0.7 \times 1 \times 0.911 + 0.25 \times 0) \times 1 \times 2120 \times$$

$$330/1000=446.135\text{kN} \geq F_1=14.959\text{kN}$$

满足要求！

2、局部受压承载力计算

根据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 6.6.1 条规定，见表 14.26。

表 14.26 局部受压承载力计算

公式	参数剖析	
$F_1 \leq 1.35 \beta_c \beta_{lfc} A_{ln}$	F_1	局部受压面上作用的局部荷载或局部压力设计值
	f_c	混凝土轴心抗压强度设计值；可按本规范表 4.1.4-1 取值
	β_c	混凝土强度影响系数，按本规范第 6.3.1 条的规定取用
	β_l	混凝土局部受压时的强度提高系数
	A_{ln}	混凝土局部受压净面积
β	A_l	混凝土局部受压面积
$l = (A_b/A_l)^{1/2}$	A_b	局部受压的计算底面积，按本规范第 6.6.2 条确定

可得： $f_c=9.686\text{N/mm}^2$ ， $\beta_c=1$ ，

$$\beta_l = (A_b/A_l)^{1/2} = [(a+2b) \times (b+2b)/(ab)]^{1/2} = [(600) \times (600)/(200 \times 200)]^{1/2} = 3, A_{ln}=ab=40000\text{mm}^2$$

$$F=1.35 \beta_c \beta_{lfc} A_{ln}=1.35 \times 1 \times 3 \times 9.686 \times 40000/1000=1569.132\text{kN} \geq F_1=14.959\text{kN}$$

满足要求！

14.3 柱模板（设置对拉螺栓）计算书

计算依据：

- 1、《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008
- 2、《混凝土结构设计规范》GB50010-2010
- 3、《建筑结构荷载规范》GB50009-2012
- 4、《钢结构设计标准》GB50017-2017
- 5、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018

14.3.1 工程属性

表 14.27 工程属性

新浇混凝土柱名称	2 负一层 GBZ21	新浇混凝土柱长边边长 (mm)	900
新浇混凝土柱的计算高度 (mm)	3900	新浇混凝土柱短边边长 (mm)	600

14.3.2 荷载组合

表 14.28 荷载组合

侧压力计算依据规范	《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008	混凝土重力密度 γ_c (kN/m ³)	24
新浇混凝土初凝时间 t_0 (h)	4	外加剂影响修正系数 β_1	1
混凝土坍落度影响修正系数 β_2	1	混凝土浇筑速度 V (m/h)	2
混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面总高度 H (m)		3.9	
新浇混凝土对模板的侧压力标准值 G_{4k} (kN/m ²)		$\min\{0.22\gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 v^{1/2}, \gamma_c H\}$ $=\min\{0.22 \times 24 \times 4 \times 1 \times 1 \times 2^{1/2}, 24 \times 3.9\} = \min\{29.868, 93.6\} = 29.868 \text{ kN/m}^2$	
倾倒混凝土时对垂直面模板荷载标准值 Q_{3k} (kN/m ²)		2	
结构重要性系数 γ_0	1	可变荷载调整系数 γ_L	0.9

新浇混凝土对模板的侧压力标准值 $G_{4k} = \min[0.22\gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 v^{1/2}, \gamma_c H] = \min[0.22 \times 24 \times 4 \times 1 \times 1 \times 2^{1/2}, 24 \times 3.9] = \min[29.87, 93.6] = 29.87 \text{ kN/m}^2$

$S_{\text{承}} = \gamma_0 \times (1.3G_{4k} + \gamma_L \times 1.5Q_{3k}) = 1 \times (1.3 \times 29.868 + 0.9 \times 1.5 \times 2.000) = 41.53 \text{ kN/m}^2$ 。正常使用极限状态设计值 $S_{\text{正}} = G_{4k} = 29.868 \text{ kN/m}^2$

14.3.3 面板验算

表 14.29 面板验算

面板类型	覆面木胶合板	面板厚度 (mm)	15
面板抗弯强度设计值 $[f]$ (N/mm ²)	15.444	面板弹性模量 E (N/mm ²)	9350
柱长边小梁根数	5	柱短边小梁根数	5
柱箍间距 l_1 (mm)	500		

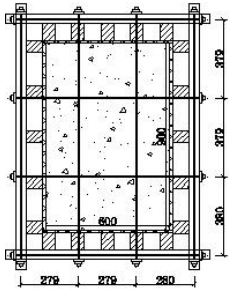


图 14.25 模板设计平面图

1、强度验算

最不利受力状态如图 14.26 和图 14.27，按四等跨连续梁验算。

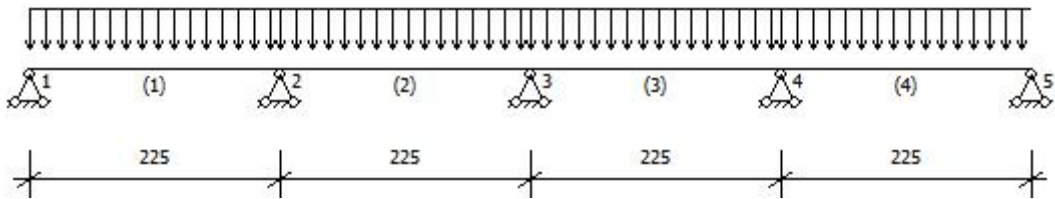


图 14.26 四等跨连续梁验算

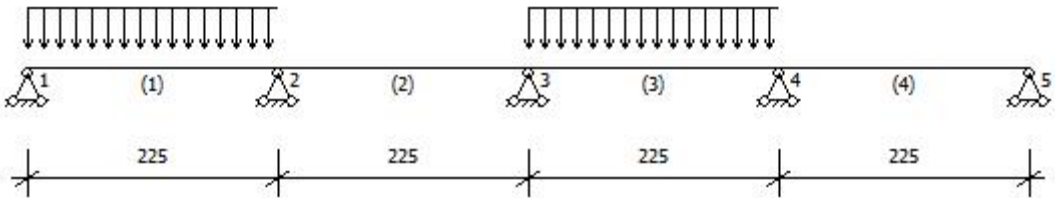


图 14.27 强度验算

静载线荷载 $q_1 = \gamma_0 \times 1.3 \times bG_4k = 1 \times 1.3 \times 0.5 \times 29.868 = 19.414 \text{ kN/m}$

活载线荷载 $q_2 = \gamma_0 \times \gamma_L \times 1.5 \times bQ_3k = 1 \times 0.9 \times 1.5 \times 0.5 \times 2 = 1.35 \text{ kN/m}$

$M_{\max} = -0.107q_1l^2 - 0.121q_2l^2 = -0.107 \times 19.414 \times 0.225^2 - 0.121 \times 1.35 \times 0.225^2 = -0.113 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$\sigma = M_{\max}/W = 0.113 \times 10^6 / (1/6 \times 500 \times 152) = 6.05 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 15.444 \text{ N/mm}^2$

满足要求！

2、挠度验算

作用线荷载 $q = bS_{\text{正}} = 0.5 \times 29.868 = 14.934 \text{ kN/m}$

$v = 0.632q l^4 / (100EI) = 0.632 \times 14.934 \times 225^4 / (100 \times 9350 \times (1/12 \times 500 \times 153)) = 0.184 \text{ mm} \leq [v] = 1/400 = 225/400 = 0.562 \text{ mm}$

满足要求！

14.3.4 小梁验算

表 14.30 面板验算

小梁类型	方木	小梁截面类型 (mm)	60×80
小梁截面惯性矩 I (cm ⁴)	256	小梁截面抵抗矩 W (cm ³)	64
小梁抗弯强度设计值 [f] (N/mm ²)	15.444	小梁弹性模量 E (N/mm ²)	9350
小梁抗剪强度设计值 [τ] (N/mm ²)	1.782	最低处柱箍离楼面距离 (mm)	200

1、强度验算

小梁上作用线荷载 $q = bS_{\text{承}} = 0.225 \times 41.528 = 9.344 \text{ kN/m}$

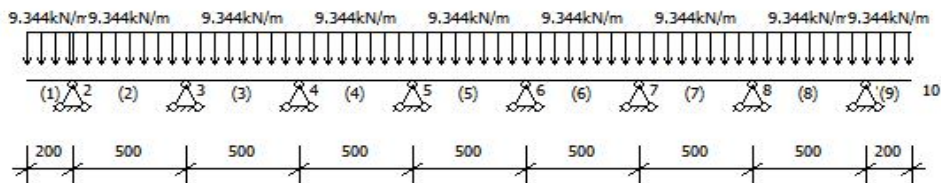


图 14.28 强度验算

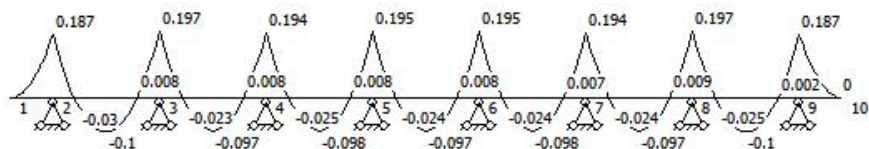


图 14.29 小梁弯矩图(kN·m)

$$M_{\max} = 0.197 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M_{\max} / W = 0.197 \times 106 / 64 \times 103 = 3.074 \text{ N/mm}^2 \leq [\sigma] = 15.444 \text{ N/mm}^2$$

满足要求!

2、抗剪验算

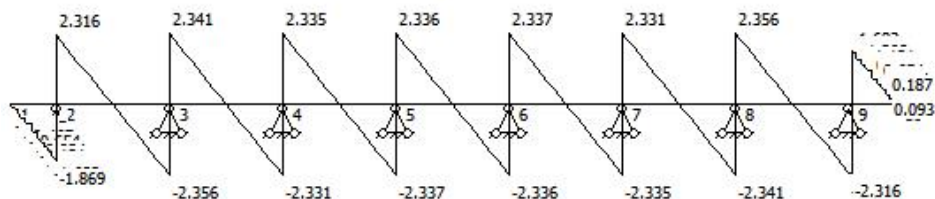


图 14.30 小梁剪力图(kN·m)

$$V_{\max} = 2.356 \text{ kN}$$

$$\tau_{\max} = 3V_{\max} / (2bh_0) = 3 \times 2.356 \times 1000 / (2 \times 60 \times 80) = 0.736 \text{ N/mm}^2 \leq [\tau] = 1.782 \text{ N/mm}^2$$

满足要求!

3、挠度验算

$$\text{小梁上作用线荷载 } q = bS_{\text{正}} = 0.225 \times 29.868 = 6.72 \text{ kN/m}$$

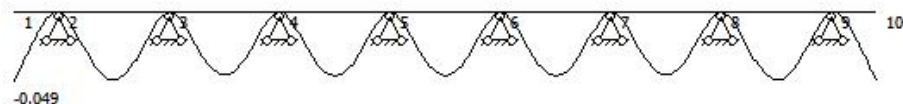


图 14.31 小梁变形图(mm)

$$v = 0.049 \text{ mm} \leq [v] = 1.25 \text{ mm}$$

满足要求!

4、支座反力计算

承载能力极限状态

$R_{max}=4.697$

正常使用极限状态

$R_{max}=3.378$

14.3.5 柱箍验算

表 14.31 面板验算

柱箍类型	钢管	柱箍合并根数	2
柱箍材质规格 (mm)	$\Phi 48 \times 3$	柱箍截面惯性矩 I (cm ⁴)	10.78
柱箍截面抵抗矩 W (cm ³)	4.49	柱箍抗弯强度设计值 $[f]$ (N/mm ²)	205
柱箍弹性模量 E (N/mm ²)	206000	柱箍截面面积 A (cm ²)	4.24

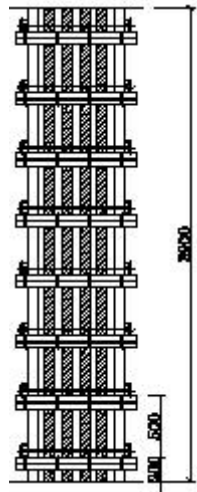


图 14.32 模板设计立面图

1、柱箍强度验算

连续梁中间集中力取小 P 值；两边集中力为小梁荷载取半后，取 $P/2$ 值。

长边柱箍：

取小梁计算中 $b=900/(5-1)=225\text{mm}=0.225\text{m}$ 代入小梁计算中得到：

承载能力极限状态

$R_{max}=4.697\text{kN}$

$P=R_{max}/2=2.349\text{kN}$

正常使用极限状态：

$R'_{max}=3.378\text{kN}$

$$P' = R'_{\max}/2 = 1.689\text{kN}$$

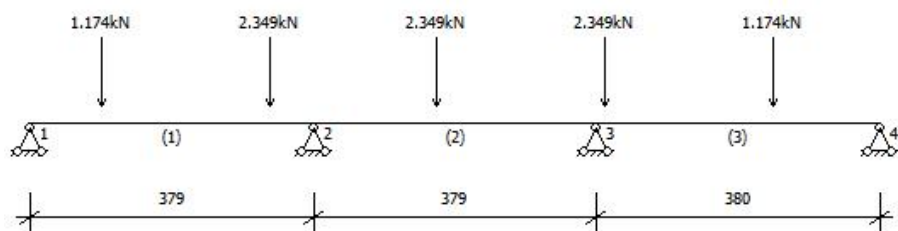


图 14.33 长边柱箍计算简图

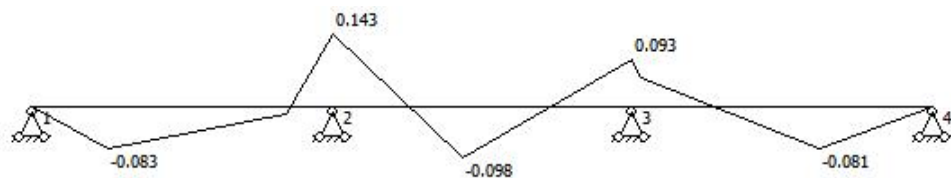


图 14.34 长边柱箍弯矩图(kN·m)

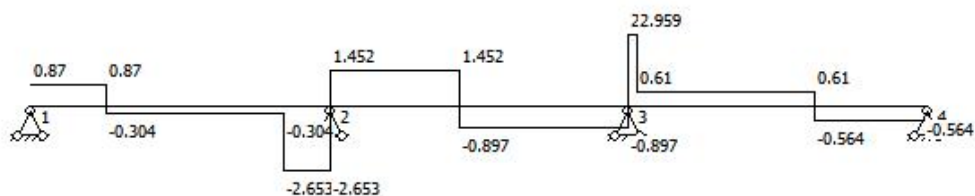


图 14.35 长边柱箍剪力图(kN)

$$M_1 = 0.143\text{kN} \cdot \text{m}, N_1 = 4.105\text{kN}$$

短边柱箍:

取小梁计算中 $b = 600 / (5 - 1) = 150\text{mm} = 0.15\text{m}$ 代入小梁计算中得到:

承载能力极限状态

$$R_{\max} = 3.131\text{kN}$$

$$P = R_{\max} / 2 = 1.566\text{kN}$$

正常使用极限状态:

$$R'_{\max} = 2.252\text{kN}$$

$$P' = R'_{\max} / 2 = 1.126\text{kN}$$

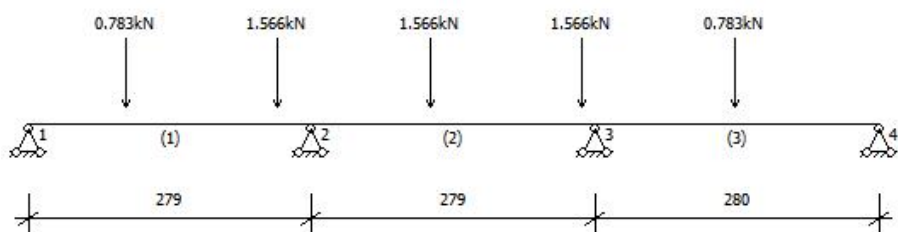


图 14.36 短边柱箍计算简图

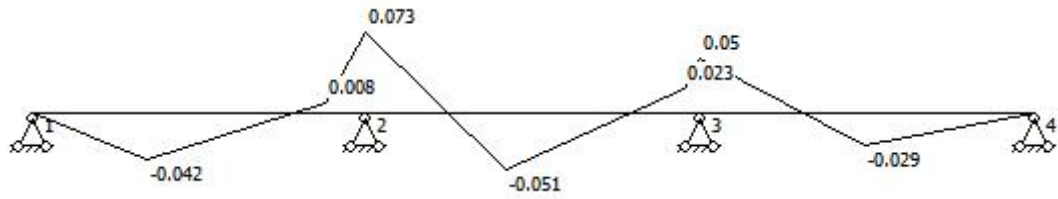


图 14.37 短边柱箍弯矩图(kN·m)

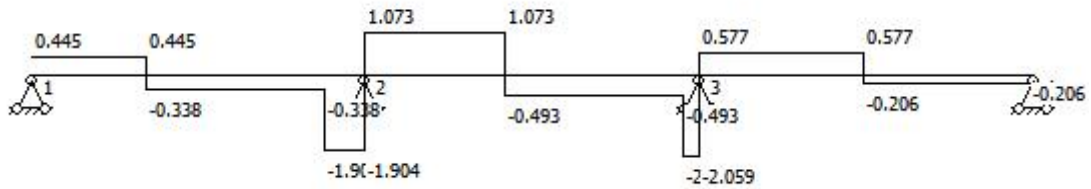


图 14.38 短边柱箍剪力图(kN)

$$M_2 = 0.073 \text{ kN} \cdot \text{m}, N_2 = 2.977 \text{ kN}$$

$$N/A + M/W_n = 4.105 \times 103 / 424 + 0.143 \times 106 / (4.49 \times 103) = 41.438 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

满足要求！

2、柱箍挠度验算

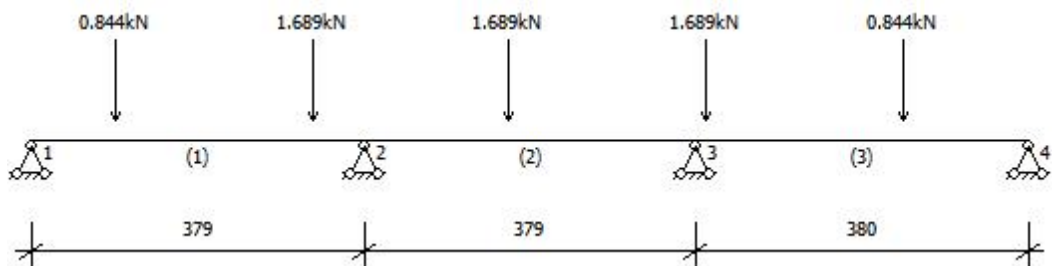


图 14.39 长边柱箍计算简图

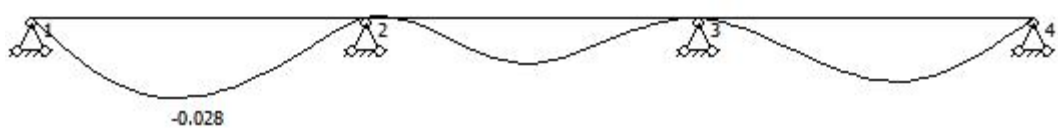


图 14.40 长边柱箍变形图(mm)

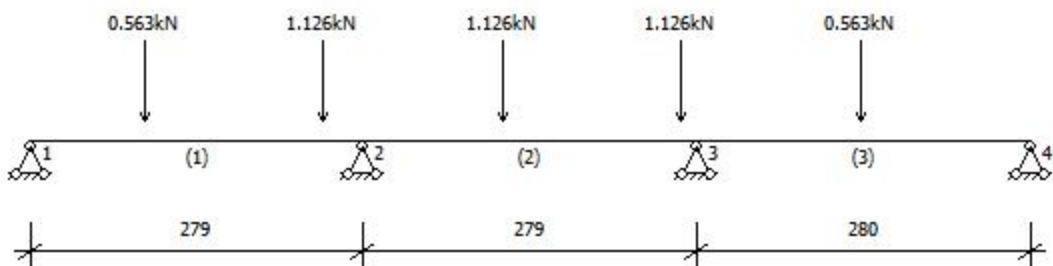


图 14.41 短边柱箍计算简图

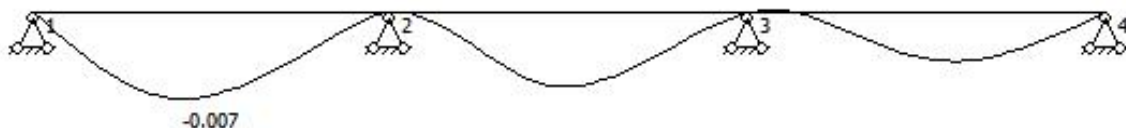


图 14.42 短边柱箍变形图(mm)

$$v_1 = 0.028 \text{ mm} \leq [\nu] = 1/400 = 0.95 \text{ mm}$$

$$v_2 = 0.007 \text{ mm} \leq [\nu] = 1/400 = 0.7 \text{ mm}$$

满足要求！

14.3.6 对拉螺栓验算

表 14.32 对拉螺栓验算

对拉螺栓型号	M14	轴向拉力设计值 N_{tb} (kN)	17.8
扣件类型	3 形 26 型	扣件容许荷载 (kN)	26

$$N = 4.105 \times 2 = 8.21 \text{ kN} \leq N_{tb} = 17.8 \text{ kN}$$

满足要求！

$$N = 4.105 \times 2 = 8.21 \text{ kN} \leq 26 \text{ kN}$$

满足要求！

14.4 墙模板（木模板）计算书

计算依据：

- 1、《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008
- 2、《混凝土结构设计规范》GB50010-2010
- 3、《建筑结构荷载规范》GB50009-2012
- 4、《钢结构设计标准》GB50017-2017
- 5、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018

14.4.1 工程属性

表 14.33 工程属性

新浇混凝土墙名称	6 栋负一层 Q4	新浇混凝土墙墙厚 (mm)	350
混凝土墙的计算高度 (mm)	3900	混凝土墙的计算长度 (mm)	3100

14.4.2 荷载组合

表 14.34 荷载组合

侧压力计算依据规范	《建筑施工模板安全技术规范》 JGJ162-2008	混凝土重力密度 γ_c (kN/m ³)	24
新浇混凝土初凝时间 t_0 (h)	4	外加剂影响修正系数 β_1	1
混凝土坍落度影响修正系数 β_2	1	混凝土浇筑速度 V (m/h)	2
混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面总高度 H (m)	3.9		
新浇混凝土对模板的侧压力标准值 G_{4k} (kN/m ²)	$\min\{0.22\gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 v^{1/2}, \gamma_c H\} = \min\{0.22 \times 24 \times 4 \times 1 \times 1 \times 2^{1/2}, 24 \times 3.9\} = \min\{29.868, 93.6\} = 29.868 \text{ kN/m}^2$		
倾倒混凝土时对垂直面模板荷载标准值 Q_{3k} (kN/m ²)	2		
结构重要性系数 γ_0	1	可变荷载调整系数 γ_L	0.9

新浇混凝土对模板的侧压力标准值 $G_{4k} = \min[0.22\gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 v^{1/2}, \gamma_c H] = \min[0.22 \times 24 \times 4 \times 1 \times 1 \times 2^{1/2}, 24 \times 3.9] = \min[29.87, 93.6] = 29.87 \text{ kN/m}^2$

$S_{\text{承}} = \gamma_0 \times (1.3G_{4k} + \gamma_L \times 1.5Q_{3k}) = 1 \times (1.3 \times 29.868 + 0.9 \times 1.5 \times 2.000) = 41.53 \text{ kN/m}^2$

正常使用极限状态设计值 $S_{\text{正}} = G_{4k} = 29.868 \text{ kN/m}^2$

14.4.3 面板布置

表 14.35 面板布置

小梁布置方式	竖直	左部模板悬臂长 (mm)	100
小梁间距 (mm)	150	小梁一端悬臂长 (mm)	200
主梁间距 (mm)	500	主梁一端悬臂长 (mm)	100
对拉螺栓横向间距 (mm)	500	对拉螺栓竖向间距 (mm)	500

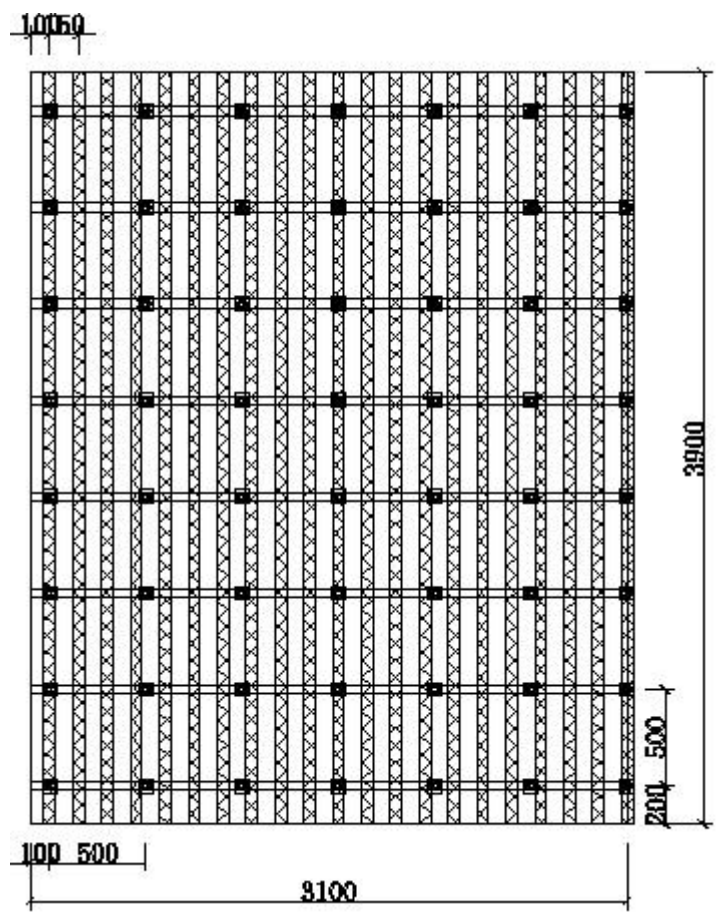


图 14.43 模板设计立面图

14.4.4 面板验算

表 14.36 面板验算

面板类型	覆面木胶合板	面板厚度 (mm)	18
面板抗弯强度设计值 [f] (N/mm ²)	15.444	面板弹性模量 E (N/mm ²)	9350

墙截面宽度可取任意宽度，为便于验算主梁，取 $b=0.5\text{m}$ ， $W=bh^2/6=500\times 182/6=27000\text{mm}^3$ ， $I=bh^3/12=500\times 183/12=243000\text{mm}^4$

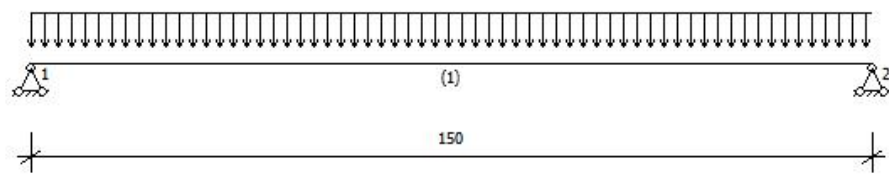


图 14.44 面板验算

1、强度验算

$q=bS_{\text{承}}=0.5\times 41.528=20.764\text{kN/m}$

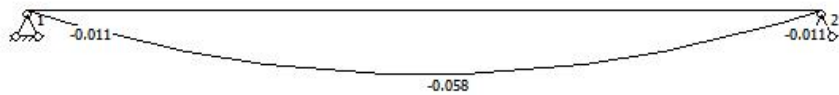


图 14.45 面板弯矩图(kN · m)

$M_{\max}=0.058\text{kN}\cdot\text{m}$

$\sigma=M_{\max}/W=0.058\times106/27000=2.163\text{N}/\text{mm}^2\leqslant[f]=15.444\text{N}/\text{mm}^2$

满足要求！

2、挠度验算

$q=bS_{\text{正}}=0.5\times29.868=14.934\text{kN}/\text{m}$



图 14.46 面板变形图(mm)

$v=0.043\text{mm}\leqslant[v]=1/400=150/400=0.375\text{mm}$

满足要求！

14.4.5 小梁验算

表 14.37 小梁验算

小梁材质及类型	方木	小梁截面类型(mm)	60×80
小梁抗弯强度设计值[f] (N/mm ²)	15.444	小梁弹性模量 E (N/mm ²)	9350
小梁截面抵抗矩 W (cm ³)	64	小梁截面惯性矩 I (cm ⁴)	256

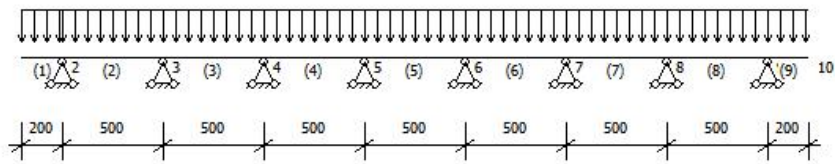


图 14.47 小梁验算

1、强度验算

$q=bS_{\text{承}}=0.175\times41.528=7.267\text{kN}/\text{m}$

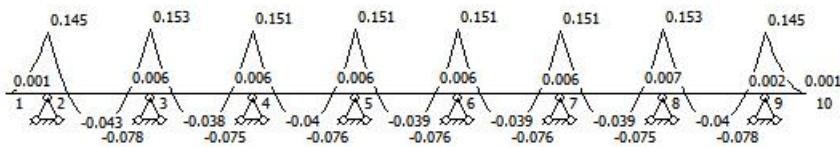
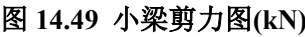


图 14.48 小梁弯矩图(kN · m)



$$\sigma = M_{\max}/W = 0.153 \times 106/64000 = 2.391 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 15.444 \text{ N/mm}^2$$

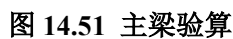
2、挠度验算

$$v = 0.038 \text{ mm} \leq [v] = 1/400 = 500/400 = 1.25 \text{ mm}$$

3、支座反力计算

14.4.6 主梁验算

主梁材质及类型	钢管	主梁截面类型 (mm)	$\Phi 48 \times 3.5$
主梁计算截面类型 (mm)	$\Phi 48 \times 3$	主梁抗弯强度设计值 [f] (N/mm ²)	205
主梁弹性模量 E (N/mm ²)	206000	主梁截面抵抗矩 W (cm ³)	4.49
主梁截面惯性矩 I (cm ⁴)	10.78		



1、强度验算

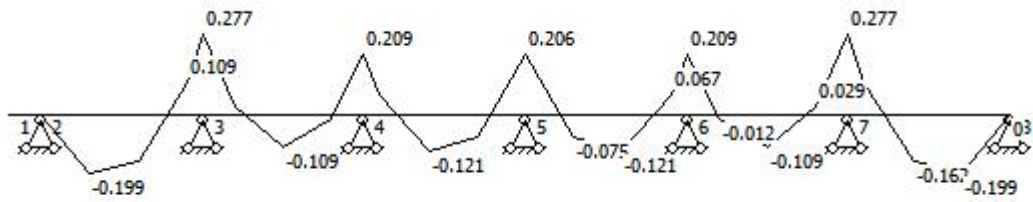


图 14.52 主梁弯矩图(kN · m)

$M_{\max}=0.277\text{kN}\cdot\text{m}$

$\sigma = M_{\max}/W=0.277\times 106/4490=61.755\text{N}/\text{mm}^2\leqslant [f]=205\text{N}/\text{mm}^2$

满足要求！

2、挠度验算

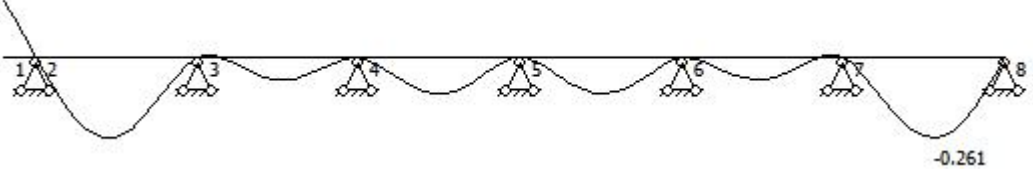


图 14.53 主梁变形图(mm)

$v = 0.261\text{mm}\leqslant [v]=1/400=500/400=1.25\text{mm}$

满足要求！

14.4.7 对拉螺栓验算

表 14.39 对拉螺栓验算

对拉螺栓类型	M14	轴向拉力设计值 Ntb (kN)	17.8
--------	-----	------------------	------

对拉螺栓横向验算间距 $m=\max[500, 500/2+100]=500\text{mm}$

对拉螺栓竖向验算间距 $n=\max[500, 500/2+200]=500\text{mm}$

$N=0.95m n S_{\text{承}}=0.95\times 0.5\times 0.5\times 41.528=9.863\text{kN}\leqslant N_{\text{tb}}=17.8\text{kN}$

满足要求！

参考资料

- [1]中华人民共和国住房和城乡建设部.民用建筑通用规范（GB55031-2022）[S].北京：中国建筑业出版社.2022
- [2]中华人民共和国建设部.混凝土结构通用规范（GB55008-2021）[S].北京：中国建筑业出版社.2021.
- [3]中华人民共和国建设部.消防设施通用规范（GB55036-2022）[S].北京：中国建筑业出版社.2022.
- [4]中华人民共和国住房和城乡建设部.安全防范工程通用规范（GB55029-2022）[S].北京：中国建筑业出版社.2022.
- [5]中华人民共和国住房和城乡建设部.工程结构通用规范（GB55001-2021）[S].北京：中国建筑业出版社.2021.
- [6]杨俊卿.附着式脚手架操作工安全技术和安全管理应用教程[M].北京：中国建筑业出版社 2022
- [7]张玉威.建筑工程施工组织[M].中国建筑业出版社.2022.
- [8]穆静波.土木工程施工（2 版）[M].北京机械工业出版社.2023.
- [9]姚谨英，姚晓霞.建筑施工技术（第七版）[M].中国建筑业出版社.2022.
- [10]中华人民共和国住房和城乡建设部.施工脚手架通用规范（GB55023-2022）[S].北京：中国建筑业出版社.2022.