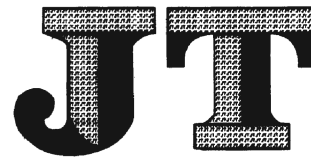


ICS 93.010

CCS P 09



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1516—2024

公路工程脚手架与支架施工安全技术规程

Technical regulations for safety of scaffolding and support construction
in highway engineering



2024-08-15 发布

2025-03-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本要求 3

5 材料要求 3

6 结构形式与构造要求 5

 6.1 脚手架 5

 6.2 满堂模板支架 10

 6.3 柱梁式模板支架 14

7 荷载 17

 7.1 荷载分类 17

 7.2 荷载标准值 18

 7.3 荷载效应组合 19

8 设计计算 21

 8.1 一般要求 21

 8.2 脚手架计算 22

 8.3 满堂模板支架计算 24

 8.4 柱梁式模板支架计算 26

 8.5 地基与基础计算 29

9 施工 30

 9.1 一般要求 30

 9.2 地基与基础 31

 9.3 脚手架搭设 31

 9.4 满堂模板支架搭设 31

 9.5 柱梁式模板支架搭设 32

 9.6 模板支架预压 33

 9.7 脚手架与模板支架拆除 33

10 检查验收 34

10.1 检查验收阶段划分 34

10.2 构配件检查验收 35

10.3 地基基础检查验收 35

10.4 脚手架检查验收 36

10.5 满堂模板支架检查验收 36

10.6 柱梁式模板支架检查验收 36

10.7 模板支架预压试验检查验收 37

10.8 安全防护设施检查验收 37

10.9 完工检查验收 37

10.10 使用过程检查 38

11 监测与安全管理 38

11.1 监测 38

11.2 安全管理 39

附录 A(规范性) 风压高度变化系数 41

附录 B(规范性) 轴心受压构件的稳定系数 42

附录 C(规范性) 脚手架及满堂模板支架有关设计参数 44

附录 D(规范性) 贝雷梁拼装结构力学参数 45

附录 E(规范性) 模板支架沉降监测记录表 47

附录 F(规范性) 模板支架拆除申请表 48

附录 G(规范性) 脚手架和模板支架施工检查验收项目 49



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由交通运输部安全与质量监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：福建理工大学、苏交科集团股份有限公司、福建省交通建设质量安全中心、福建省高速路桥工程有限公司、中建海峡建设发展有限公司、中国交通建设集团有限公司、福建优建建筑科技有限公司、南京工业大学、天津鼎维固模架工程股份有限公司、江苏速捷模架科技有限公司、福建金正丰金属工业有限公司、厦门三九盘扣工程技术有限公司。

本文件主要起草人：周继忠、楼重华、张建东、郑莲琼、王德奎、张国良、郑永乾、吴平春、王耀、程德宏、肖冰、魏建强、张九香、蔡晖、刘朵、钱新华、汪兰芳、邱青、杨国辉、曾家彬。



公路工程脚手架与支架施工安全技术规程

1 范围

本文件规定了公路工程脚手架与支架施工的基本要求、材料要求、结构形式与构造要求、荷载、设计计算、施工、检查验收、监测与安全管理。

本文件适用于新建、改(扩)建公路工程脚手架与模板支架施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 700—2006 碳素结构钢
- GB/T 1591—2018 低合金高强度结构钢
- GB 5725 安全网
- GB 5768.4 道路交通标志和标线 第4部分:作业区
- GB 15831 钢管脚手架扣件
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50018 冷弯薄壁型钢结构技术规范
- GB 50068 建筑结构可靠性设计统一标准
- GB 50135 高耸结构设计标准
- GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范
- GB 50661 钢结构焊接规范
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- GB 50755 钢结构工程施工规范
- GB 51210 建筑施工脚手架安全技术统一标准
- JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规范
- JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范
- JGJ 82 钢结构高强度螺栓连接技术规程
- JGJ 130 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范
- JGJ 166 建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范
- JGJ/T 194 钢管满堂支架预压技术规程
- JGJ/T 231 建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准
- JG/T 503 承插型盘扣式钢管支架构件
- JT/T 728 装配式公路钢桥 制造
- JTG D60 公路桥涵设计通用规范
- JTG F90 公路工程施工安全技术规范



JTG 3363 公路桥涵地基与基础设计规范

JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

扣件式钢管脚手架 steel tubular scaffold with couplers

节点采用扣件方式连接的钢管脚手架。

[来源:JGJ 130—2011,2.1.1,有修改]

3.2

碗扣式钢管脚手架 cuplock steel tubular scaffold

节点采用碗扣方式连接的钢管脚手架。

[来源:JGJ 166—2016,2.1.1]

3.3

盘扣式钢管脚手架 disk lock steel tubular scaffold

节点采用盘扣连接方式的钢管脚手架。

[来源:JGJ/T 231—2021,2.1.1,有修改]

3.4

脚手架 scaffold

由杆件或结构单元、配件通过可靠连接而组成,支承于地面或其他结构上,能承受相应荷载,为公路工程施工提供作业平台和安全防护的临时结构。

注:包括扣件式钢管脚手架、碗扣式钢管脚手架、盘扣式钢管脚手架。

3.5

支架 support

用于支承模板、结构构件或其他施工荷载的临时结构。

3.6

满堂模板支架 full hall formwork bracket

在纵、横方向,由不少于三排钢管立杆并与水平杆、水平斜杆(或剪刀撑)、竖向斜杆、连接件等构成的用于支撑模板和施工荷载的临时结构。

[来源:JGJ 130—2011,2.1.6,有修改]

3.7

柱梁式模板支架 steel pipe column beam formwork support

由立柱及其上部横梁和纵梁构成的用于支承模板和施工荷载的临时结构。

3.8

斜杆 diagonal brace

两端带有接头,能与立杆或水平杆连接保持脚手架或支架几何不变的斜向杆件,分竖向斜杆和水平斜杆。

[来源:JGJ/T 231—2021,2.1.7,有修改]

3.9

可调底座 base jack

插入立杆底端可调节高度的底座。

[来源:JGJ/T 231—2021,2.1.8]

3.10

可调托撑 head jack

插入立杆顶端可调节高度的托撑。

[来源:JGJ/T 231—2021,2.1.9]

3.11

立柱 column

柱梁式模板支架中用于支撑横梁结构的竖向构件。

注:包括型钢格构柱、钢管柱等。

3.12

纵梁 longitudinal beam

设置于柱梁式模板支架横梁顶部,沿结构纵向设置的用于承托模板的水平构件。

注:包括型钢梁、桁架梁(贝雷梁)等。

3.13

横梁 transverse beam

设置于柱梁式模板支架立柱顶部用于承托纵梁的构件。

4 基本要求

4.1 在脚手架与模板支架搭设和拆除作业前,应按照 JTG/T 3650 和 JTG F90 要求编制专项施工方案。

4.2 脚手架与模板支架的设计、搭设、使用和维护应符合下列规定:

- a) 能承受设计荷载;
- b) 结构稳固,不发生影响正常使用的变形;
- c) 具有安全防护和使用功能;
- d) 具有防意外作用的相关设施和防超载的警示标志或设备。

4.3 脚手架与模板支架结构设计应按照 GB 51210 规定划分为 I、II 两个安全等级,安全等级的划分和结构重要性系数(γ_0)取值应符合表 1 的规定。

表 1 脚手架与模板支架安全等级和结构重要性系数

脚手架 搭设高度(m)	模板支架			安全等级	结构重要性系数 γ_0
	搭设高度(m)	搭设跨度(m)	荷载设计值		
<24	<8	<18	<15kN/m ² 或<20kN/m或<7kN/点	II	1.0
≥24	≥8	≥18	≥15kN/m ² 或≥20kN/m或≥7kN/点	I	1.1

注:模板支架的搭设高度、搭设跨度、荷载设计值中任一项不满足安全等级为II级的条件时,其安全等级划为I级。

4.4 脚手架与模板支架的地基应根据所承受荷载、搭设高度、地质等情况进行设计及验算,遇洪水或大雨浸泡后应重新对地基进行检验与验算;冻胀土地基应有防胀、防溶措施。

4.5 脚手架与模板支架主要构配件进场时应有出厂合格证或检验报告,使用前应进行质量检查与验收。

4.6 脚手架与模板支架施工过程中应设专人负责安全检查,安装完毕后应组织检查验收。

4.7 脚手架及模板支架搭拆作业人员应按照国家有关规定取得相应资格。

4.8 脚手架与模板支架作业区应设置警戒区、风险告知牌、安全警示标志和安全防护设施。

5 材料要求

5.1 脚手架与满堂模板支架构配件、材料及其制作质量应符合 GB 15831、JGJ 130、JGJ 166 和 JG/T 503

的规定。

- 5.2 脚手架与满堂模板支架构配件应有生产厂的标志。
- 5.3 脚手架与模板支架施工中所采用的安全网性能应符合 GB 5725 的规定。
- 5.4 预埋锚栓材质应符合 GB 50017 的规定。
- 5.5 脚手架与满堂模板支架的构配件每使用一个安装拆除周期后,应及时检查、分类、维护和保养,对不合格品应及时报废。
- 5.6 柱梁式模板支架所用的钢管立柱、纵(横)向承重梁、连系杆的材料性能和质量应符合 GB/T 700—2006 中 Q235 钢或 GB/T 1591—2018 中 Q355 钢的规定。
- 5.7 钢管立柱(或钢管桩)应符合下列规定:
- a) 原材料、焊接材料符合设计要求,原材料有出厂合格证书和试验报告;
 - b) 钢管立柱(钢管桩)在工厂内制作,有出厂合格证及厂家提供的材质、焊缝质量、外形尺寸的试验、检查记录和报告;
 - c) 所有对接焊缝的强度与母材等强,钢管立柱(钢管桩)任一横截面内,不超过一条纵向焊缝;
 - d) 钢管立柱(钢管桩)的管节外形制作允许误差偏差满足表 2 的要求。

表 2 钢管立柱管节制作允许偏差及验收标准 单位为毫米

偏差部位			允许偏差
钢管截面周长			$\pm 0.5\% S$, 且 ≤ 10
管端椭圆度			$0.5\% D$, 且 ≤ 10
管端平整度			2
管端平面倾斜度			$< 0.5\% D$, 且 ≤ 4
钢管长度			± 50
钢管纵向弯曲矢高			$0.1\% L$, 且 ≤ 30
焊缝			咬边深度 ≤ 0.5
钢管壁厚 t	$t \leq 16$	$D \leq 600$	≥ -0.5
		$600 < D < 800$	≥ -0.7
		$D \geq 800$	≥ -1.0
	$t > 16$	$D < 800$	≥ -0.8
		$D \geq 800$	≥ -1.0
注 1: D 为钢管外径。			
注 2: S 为钢管截面周长。			
注 3: L 为钢管长度。			

- 5.8 桁架梁(贝雷梁)的构配件应符合下列规定:
- a) 桁架片(贝雷片)满足 JT/T 728 相关要求,桁架片(贝雷片)及配套的连接件有产品质量证明书及使用说明书;
 - b) 桁架片(贝雷片)连接方便、可靠,且具有良好的互换性;
 - c) 桁架梁(贝雷梁)连接销轴配套有保险销,在销子周围涂抹一层油脂,以防雨水进入销孔缝隙内,所有螺栓外露的丝扣涂抹油脂,防止生锈;
 - d) 对锈蚀的杆件和部位,将灰尘、油污、锈斑及各种脏物清理干净后再喷油漆防锈。
- 5.9 卸荷砂箱应按照设计图纸进行加工制作,并应按照承载力要求进行预压合格后方可使用。

6 结构形式与构造要求

6.1 脚手架

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 脚手架的构造和组架工艺应满足施工需求,并保证架体牢固、稳定,搭设高度不宜超过 24 m。

6.1.1.2 脚手架地基符合下列规定:

- a) 地基应坚实、平整,场地应有排水措施,无积水;
- b) 土层地基上应浇筑混凝土垫层,混凝土垫层强度等级不应低于 C20,厚度不应小于 150 mm;当采用木垫板代替混凝土垫层时,木垫板采用厚度不小于 50 mm,宽度不小于 200 mm、长度不少于两跨的木垫板;当采用槽钢代替混凝土垫层时,槽钢型号不应小于 14 号槽钢,长度不应少于两跨,且槽钢采用仰铺;
- c) 混凝土结构层或沥青路面上的立杆底部应设置底座或垫板;
- d) 对承载力不足的地基土或混凝土结构层应进行加固处理;
- e) 对于严寒地区应有防止地基发生冻胀和冻土融化沉降的措施。

6.1.1.3 脚手架杆件连接节点应满足其强度和转动刚度要求,确保架体在使用期内安全。

6.1.1.4 脚手架所用杆件、节点连接件、构配件等应能配套使用,并满足各种组架方法和构造要求。

6.1.1.5 脚手架的竖向斜杆应根据其种类、荷载、结构等条件进行构造设置,竖向斜杆与相邻立杆连接牢固。

6.1.1.6 脚手架立杆顶端防护栏杆宜高出作业层 1.5 m,并能经受任何方向的 1 000 N 外力作用。

6.1.1.7 脚手架与已施工的桥墩等结构物进行可靠连接,并符合下列规定:

- a) 与桥墩抱箍连接应从底层第一道水平杆处开始设置,竖向间距不应超过 6 m;
- b) 与墩柱抱箍连接点之上架体悬臂高度不应超过 2 m;
- c) 当脚手架上部暂不能与桥墩抱箍连接时,应外扩搭设多排脚手架并设置斜杆形成外侧斜面状附加梯形架,待上部与桥墩抱箍连接后方可拆除附加梯形架;或应用扣件钢管搭设临时抛撑,抛撑杆应与脚手架内外竖向立杆可靠连接,与地面的倾角在 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间,抛撑应在脚手架与桥墩抱箍连接搭设后方可拆除;或四周对称设置缆风绳锚固,缆风绳的地锚应设置围栏,缆风绳应在脚手架与桥墩抱箍连接后方可拆除。

6.1.1.8 脚手架作业层与主体结构外侧面的间隙不宜大于 150 mm,当脚手架内立杆与桥梁结构物距离大于 150 mm 时,应采用脚手板或安全平网封闭。

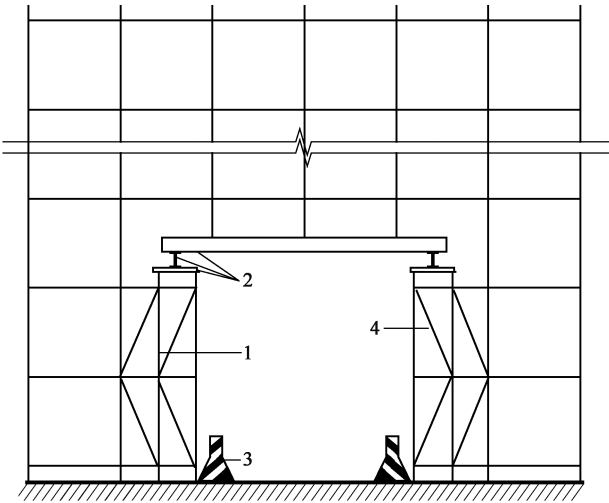
6.1.1.9 脚手架外侧应采用阻燃型密目安全网封闭,密目安全网间连接应严密,密目安全网宜设置在脚手架外立杆内侧,并应与架体绑扎牢固;脚手架的作业层脚手板下应采用安全平网兜底。

6.1.1.10 脚手架应配套设置作业人员上下专用斜梯通道或坡道,并应符合下列规定:

- a) 人行斜梯通道的坡度不大于 1:1,人行坡道坡度不大于 1:3,坡面设置防滑装置;
- b) 当斜梯通道高度超过 6 m 时,每隔 6 m 高度设置转角休息平台;
- c) 通道宽度不小于 900 mm,并与架体连接牢固,在通道脚手板下增设水平杆,通道折线上升设置;
- d) 通道两侧及转弯平台处设置脚手板、两道防护栏杆、挡脚板和安全网;挡脚板高度不小于 180 mm,两道防护栏杆分别设置在 600 mm 和 1200 mm 高度左右,安全网设置在通道内侧。

6.1.1.11 当脚手架设置人行通道时,应在通道上部架设支撑横梁或桁架托梁(见图 1),横梁截面大小应按跨度以及承受的荷载计算确定,通道两侧脚手架应加设竖向剪刀撑或竖向斜杆;通道顶部应铺设封闭式防护板,两侧应设置安全网;通行机动车通道地基处理应满足车辆通行的承载力要求,通道应按

照 GB 5768.4 的规定设置安全警示标志、标线、防撞设施、车辆限速标志和门式灯带,在通道前方 20 m 处设置限高和限宽标识。通道两侧立杆间距应根据计算设置,且对称加设竖向剪刀撑或竖向斜杆。



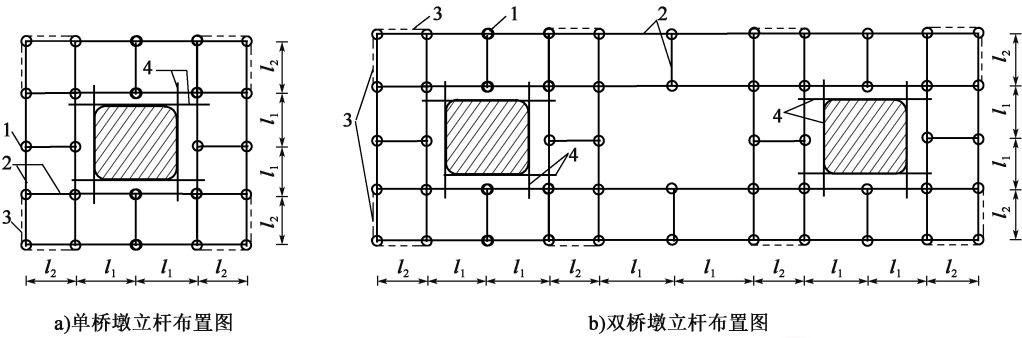
标引序号说明:
1——立杆; 3——防撞设施;
2——支撑横梁; 4——竖向斜杆。

图 1 脚手架人行通道设置图

6.1.2 盘扣式钢管脚手架构造要求

6.1.2.1 盘扣式钢管脚手架立杆底部宜配置可调底座或垫板,立杆接长采用承插式套管接头,相邻立杆竖向接头错开距离不应小于 0.5 m;当立杆处于受拉状态时应设置接头防拔出插销固定。

6.1.2.2 盘扣式钢管脚手架的立杆横向间距不应小于 0.9 m、且不宜大于 1.2 m,立杆纵向间距不应大于 1.8 m(见图 2);相邻水平杆步距不应小于 1.5 m、且不应大于 2.0 m。



标引序号和符号说明:
1——立杆; 3——竖向斜杆; l_1 ——立杆纵向间距;
2——水平杆; 4——墩柱抱箍; l_2 ——立杆横向间距。

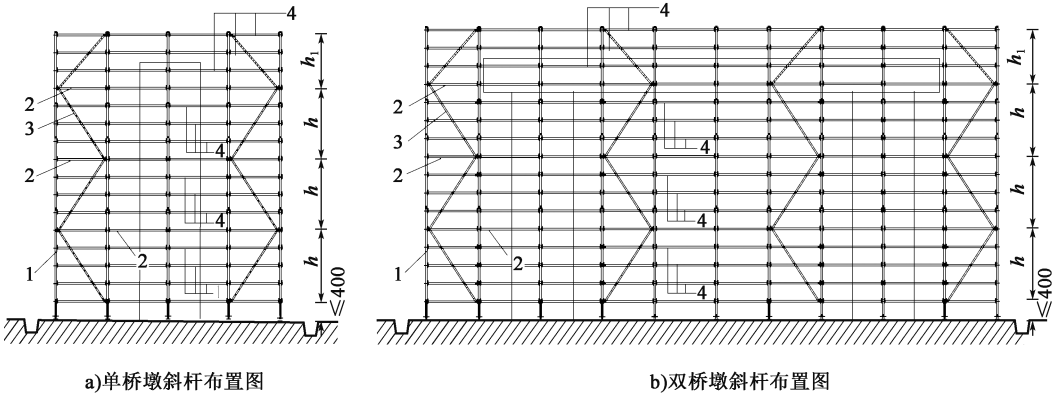
图 2 盘扣式钢管脚手架立杆布置示意图

6.1.2.3 盘扣式钢管脚手架外立面上应设置竖向斜杆,并应符合下列规定:

- a) 在脚手架的转角处、开口型脚手架端部,由架体底部至顶部连续设置斜杆;
- b) 搭设高度在 24 m 以下时,每隔不大于 2 跨设置一道竖向连续斜杆;
- c) 搭设高度在 24 m 及以上时,在外立面上满布竖向连续斜杆;相临竖向斜杆朝向对称呈八字形设置;

d) 每道竖向斜杆在作业脚手架外侧相临纵向立杆间由底至顶按步连续设置(见图3)。

单位为毫米



标引序号和符号说明：
1——立杆； 3——竖向斜杆； h——水平杆竖向步距；
2——水平杆； 4——防护栏杆； h₁——栏杆高度。

图3 作业脚手架竖向斜杆布置示意图

6.1.2.4 盘扣式钢管脚手架的作业层脚手板设置符合下列规定：

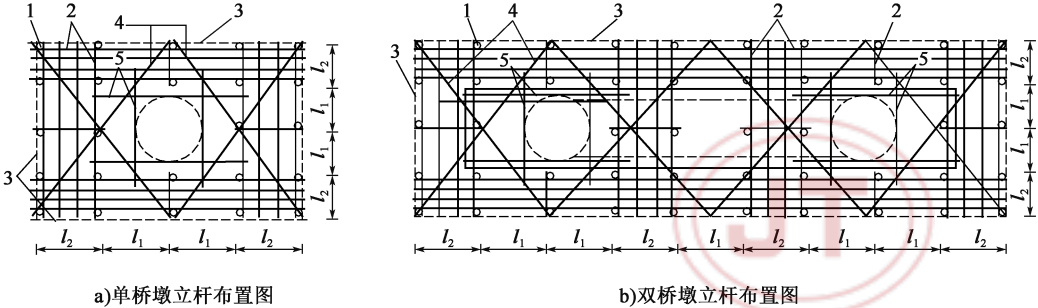
- a) 作业层上应满铺具有挂钩的工具式钢脚手板,并带有自锁装置与作业层横向水平杆锁紧,不应浮放；
- b) 作业层外侧在立杆0.5 m、1.0 m及1.5 m高的盘扣节点处搭设三道防护栏杆(见图3),并在外立杆的内侧设置高度不低于0.18 m的挡脚板。

6.1.2.5 盘扣式钢管脚手架底部立杆上应设置纵向和横向扫地杆,扫地杆距离地面高度不应超过400 mm,且底托丝杆外露长度不应超过300 mm。

6.1.2.6 当盘扣式钢管脚手架基础表面高差较小时,可采用可调底座调整;当基础表面高差较大时,可利用盘扣节点位差增设纵向、横向水平杆,作为扫地杆的最底层纵向水平杆应从高处向低处延长两跨与盘扣节点固定,高低差不应大于1 m,且高处的立杆距离坡顶边缘不宜小于0.5 m。

6.1.3 扣件式钢管脚手架构造要求

6.1.3.1 扣件式钢管脚手架的搭设宽度不应小于1.0 m,且不宜大于1.2 m,立杆纵向间距不应大于1.8 m(见图4),作业层高度不应小于1.5 m,且不应大于1.8 m。



标引序号说明：
1——立杆； 4——水平剪刀撑；
2——水平杆； 5——墩柱抱箍。
3——竖向剪刀撑；

图4 桥墩扣件式钢管脚手架立杆布置示意图

6.1.3.2 扣件式钢管脚手架的纵向水平杆构造应符合下列规定：

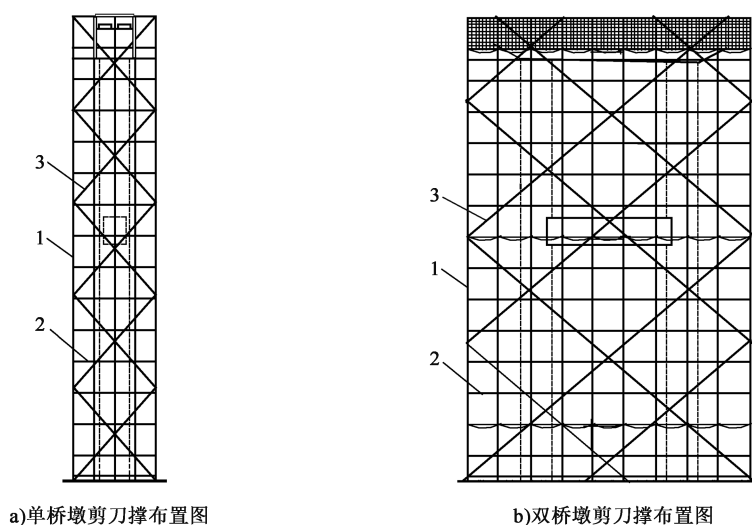
- a) 纵向水平杆设置在立杆内侧,单根杆长度不小于3跨；
- b) 纵向水平杆接长采用对接扣件连接或搭接,且两根相邻纵向水平杆的接头不设置在同步或同跨内,不同步或不同跨两个相邻接头在水平方向错开的距离不小于0.5 m,各接头中心至最近主节点的距离不大于纵向间距的1/3；
- c) 纵向水平杆采用搭接时,搭接长度不小于1 m,等间距设置3个旋转扣件固定；端部扣件盖板边缘至搭接纵向水平杆杆端的距离不小于0.1 m；
- d) 当使用冲压钢脚手板时,纵向水平杆作为横向水平杆的支座,用直角扣件固定在立杆上。

6.1.3.3 扣件式钢管脚手架横向水平杆的构造应符合下列规定：

- a) 作业层上非主节点处的横向水平杆,宜根据支承脚手板的需要等间距设置；
- b) 当使用冲压钢脚手板时,脚手架的横向水平杆两端均采用直角扣件固定在纵向水平杆上。

6.1.3.4 扣件式钢管脚手架的纵向外侧立面上应设置竖向剪刀撑(见图5),并应符合下列规定：

- a) 在全外侧立面上由底至顶连续设置剪刀撑,每道剪刀撑的宽度为3跨~5跨,且不小于3 m,也不大于6 m；剪刀撑斜杆与水平面的倾角在 45° ~ 60° 之间；
- b) 剪刀撑杆件每步与交叉处的立杆或水平杆扣接；
- c) 剪刀撑杆件接长采用搭接,搭接长度不小于1 m,并采用不少于2个旋转扣件扣紧,杆端距端部扣件盖板边缘的距离不小于0.1 m；
- d) 扣件扭紧力矩为 $40\text{ N}\cdot\text{m}$ ~ $65\text{ N}\cdot\text{m}$ 。



标引序号说明：

- 1——立杆；
- 2——水平杆；
- 3——竖向剪刀撑。

图5 作业脚手架剪刀撑布置示意图

6.1.3.5 扣件式钢管脚手架作业层的脚手板设置应符合下列规定：

- a) 钢脚手板铺设在三根横向水平杆上；当脚手板长度小于2 000 mm时,采用两根横向水平杆支承,并将脚手板两端与横向水平杆可靠固定,防止倾翻。脚手板的铺设采用对接平铺或搭接铺设。脚手板对接平铺时,接头处设两根横向水平杆,脚手板外伸长度取130 mm~150 mm,两块脚手板外伸长度的和不大于300 mm；脚手板搭接铺设时,接头支在横向水平杆上,搭接长度不小于200 mm,其伸出横向水平杆的长度不小于100 mm；

- b) 作业层端部脚手板探头长度取 150 mm,其板的两端均固定于支承杆件上;
- c) 作业层外侧在立杆 600 mm 及 1200 mm 高处搭设两道防护栏杆,并在外立杆的内侧设置高度不低于 180 mm 的挡脚板。

6.1.3.6 扣件式钢管脚手架应设置纵、横向扫地杆。纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距钢管底端不大于 200 mm 处的立杆上,横向扫地杆应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。

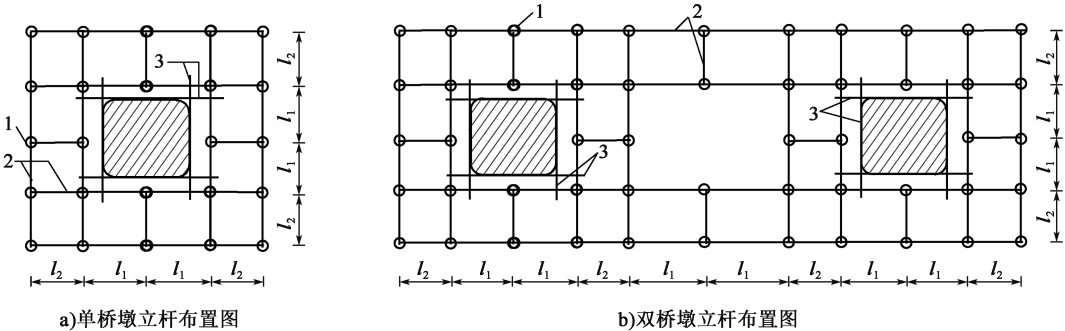
6.1.3.7 扣件式钢管脚手架立杆基础不在同一高度上时,应将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定,高低差不应大于 1 m,靠边坡上方的立杆轴线到边坡的距离不应小于 0.5 m。

6.1.3.8 扣件式钢管脚手架立杆接长除顶层顶步允许采用搭接外,其余各层各步接头应采用对接扣件连接,且应符合下列规定:

- a) 当立杆采用对接接长时,立杆的对接扣件交错布置,两根相邻立杆接头不设置在同步内,同步内隔一根立杆的两个相隔接头在高度方向错开的距离不小于 0.5 m;各接头中心至主节点的距离不大于步距的 1/3;
- b) 当立杆采用搭接接长时,搭接长度不小于 1.0 m,并采用不少于 2 个旋转扣件固定,端部扣件盖板的边缘至杆端距离不小于 0.1 m。

6.1.4 碗扣式钢管脚手架构造要求

6.1.4.1 碗扣式钢管脚手架的搭设宽度不应小于 0.9 m,且不宜大于 1.2 m,立杆纵向间距不应大于 1.8 m(见图 6),作业层高度不应小于 1.5 m,且不应大于 2.0 m。



标引序号说明:

- 1——立杆;
- 2——水平杆;
- 3——墩柱抱箍。

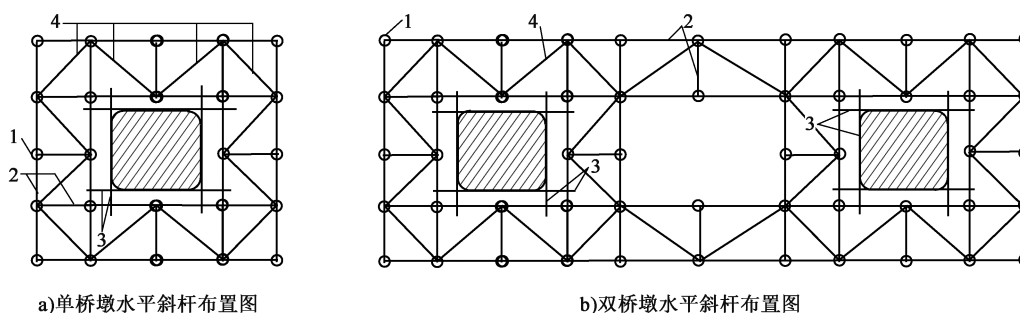
图 6 碗扣式钢管脚手架立杆布置示意图

6.1.4.2 碗扣式钢管脚手架起步立杆应采用不同型号的杆件交错布置,架体相邻立杆接头应错开设置,不应设置在同步内。

6.1.4.3 碗扣式钢管脚手架水平杆应按步距沿纵向和横向连续设置,不应缺失。在立杆的底部碗扣处应设置一道纵横向水平杆作为扫地杆,扫地杆距离地面高度不应超过 400 mm,水平杆和扫地杆应与相邻立杆连接牢固。

6.1.4.4 碗扣式钢管脚手架的纵向外侧立面上应设置竖向斜杆或竖向剪刀撑,采用竖向斜杆设置时应符合 6.1.2.3 的规定,采用竖向剪刀撑设置时应符合 6.1.3.4 的规定。

6.1.4.5 当碗扣式钢管脚手架高度在 24 m 以上时,顶部 24 m 以上所有的墩柱抱箍设置层应连续设置水平斜撑杆,水平斜撑杆应设置在纵向水平杆之下(见图 7)。



标引序号说明:

- 1——立杆; 3——墩柱抱箍件;
2——水平杆; 4——水平斜撑杆。

图7 碗扣式钢管脚手架水平斜杆设置示意

6.1.4.6 碗扣式钢管脚手架的作业层脚手板设置符合下列规定:

- 作业层上应满铺具有挂钩的工具式钢脚手板,并带有自锁装置与作业层横向水平杆锁紧,不应浮放;
- 立杆碗扣节点间距按0.6 m模数设置的作业脚手架,应在外侧立杆0.6 m及1.2 m高处搭设两道防护栏杆;立杆碗扣节点间距按0.5 m模数设置的作业脚手架,应在外侧立杆0.5 m、1.0 m及1.5 m高的节点处搭设三道防护栏杆;外立杆的内侧应设置高度不低于0.18 m的挡脚板。

6.2 满堂模板支架

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 满堂模板支架地基符合下列规定:

- 地基应坚实、平整、无积水,场地四周应设有排水系统;
- 土层地基上应浇筑混凝土垫层,混凝土垫层强度等级不应低于C20,厚度不应小于150 mm;当采用垫板代替混凝土垫层时,垫板采用厚度不应小于50 mm、宽度不应小于200 mm、长度不应少于两跨的木垫板或不应小于16号槽钢;
- 混凝土结构层或其他路面结构层上的立杆底部应设置底座或垫板;
- 对承载力不足的地基土或混凝土结构层应进行加固处理;
- 湿陷性黄土、膨胀土、软土、盐渍土地基应设有防水措施;
- 对于严寒地区,应有防止地基发生冻胀和冻土融化沉降的措施。

6.2.1.2 满堂模板支架应采用盘扣式钢管支撑架,盘扣式钢管支撑架立杆钢管规格为 $\phi 60.3 \text{ mm} \times 3.2 \text{ mm}$ (重型立杆)和 $\phi 48.3 \text{ mm} \times 3.2 \text{ mm}$ (标准型立杆)两种。

6.2.1.3 盘扣式钢管满堂模板支架的搭设高度不应超过24 m,支架的搭设高度(H)宽度(B)之比(H/B)不宜大于3;当支架的搭设高度宽度比大于3时,宜扩大下部架体尺寸或采取其他构造措施。

6.2.1.4 满堂模板支架顶部施工荷载应通过可调托撑直接传给立杆。

6.2.1.5 当满堂模板支架立杆支承地面存在坡度时,应将地面修整为台阶状,使各台阶保持水平,并按6.1.2.6的构造要求进行调整。

6.2.1.6 满堂模板支架应根据所承受的荷载计算得出立杆的间距和水平杆步距,选用定长的水平杆、竖向斜杆,并应根据支撑高度组合套插的立杆段、可调托撑和可调底座。

6.2.1.7 满堂模板支架顶面四周应设置上中下三道防护栏杆,下栏杆设在0.5 m高度处,中栏杆设在1.0 m处,上栏杆高度不低于1.5 m,并悬挂密目式安全立网进行封闭。

6.2.2 满堂模板支架构造要求

6.2.2.1 满堂模板支架立杆平面布置范围每侧应超出梁体翼板水平投影1.0 m以外,且应符合下列规定:

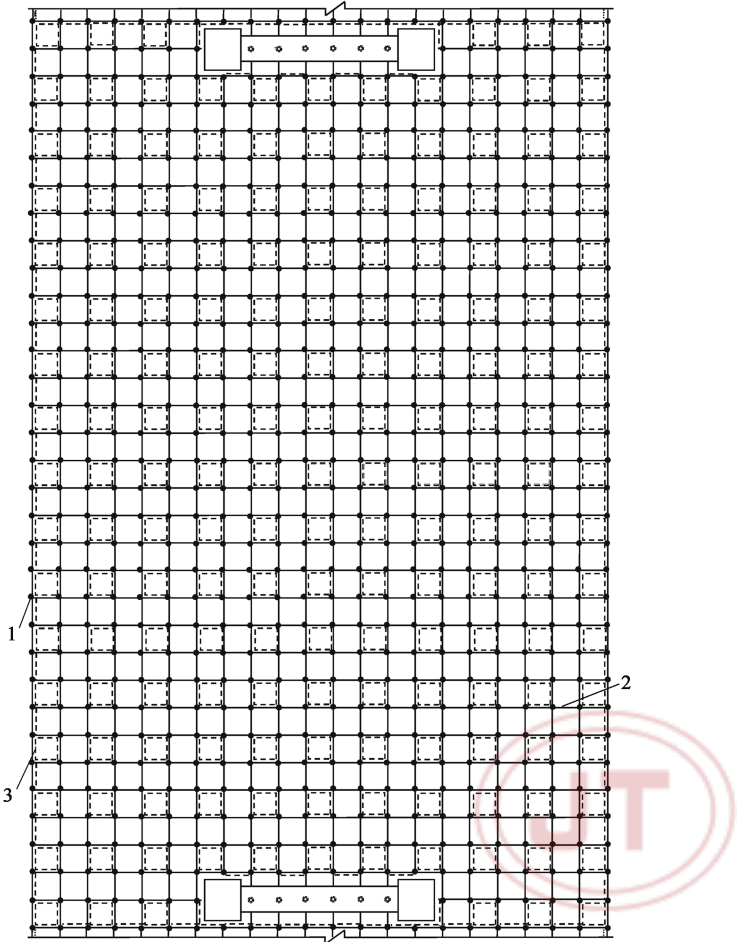
- a) 重型立杆间距不大于 1.5 m,标准型立杆间距不大于 1.2 m;
- b) 立杆纵横向间距通过计算确定,梁板结构的梁体以及箱梁结构的腹板下部沿梁体或腹板方向至少有 1 排纵向立杆;
- c) 立杆接长采用套管承插对接;
- d) 当架体搭设高度大于 5 m 时,在同一水平高度内相邻立杆连接套管接头的位置错开。

6.2.2.2 满堂模板支架水平杆布置应符合下列规定:

- a) 满堂模板支架按步距连续设置纵横向水平杆;
- b) 安全等级为Ⅱ级的满堂模板支架,纵横向水平杆的步距不大于 2.0 m;
- c) 安全等级为Ⅰ级的满堂模板支架,纵横向水平杆的步距不大于 1.5 m;
- d) 安全等级为Ⅰ级的满堂模板支架,当架体搭设高度在 8 m 及以上时,支架顶部两水平杆间步距比标准步距缩小一个盘扣节点间距;
- e) 满堂模板支架作为扫地杆的最底层纵横向水平杆离地高度不超过 0.4 m。

6.2.2.3 满堂模板支架竖向斜杆设置应符合下列规定:

- a) 满堂模板支架竖向斜杆选用 $\phi 42.4 \text{ mm} \times 2.5 \text{ mm}$ 或 $\phi 48.3 \text{ mm} \times 2.5 \text{ mm}$ 斜杆;
- b) 满堂模板支架搭设高度在 8 m 以下时,在架体周边立面各跨各步距满布竖向斜杆,中间内部纵向和横向每隔 1 跨由底至顶各步距设置斜杆(见图 8);



标引序号说明:
1——立杆; 3——竖向斜杆。
2——水平杆;

图 8 满堂模板支架竖向斜杆布置平面示意图

- c) 满堂模板支架搭设高度在 8 m 及以上时,在架体周边立面各跨各步距满布竖向斜杆,中间内部纵向和横向各跨各步距满布竖向斜杆(见图 9)。

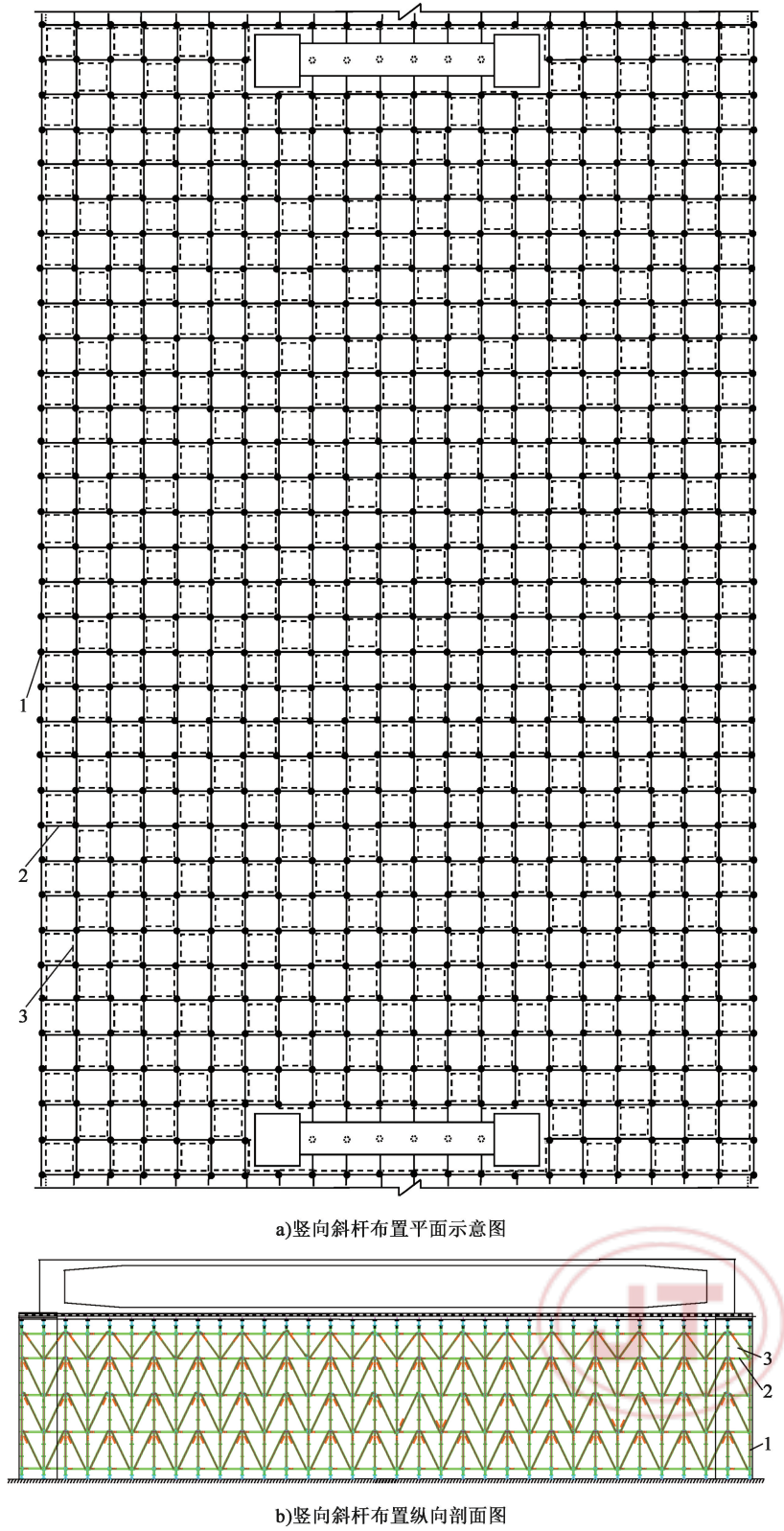
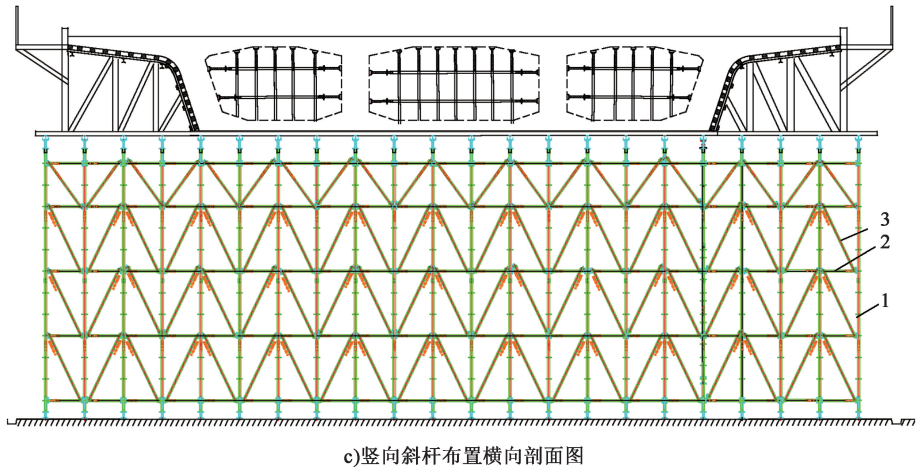


图 9 满堂模板支架竖向斜杆布置示意图

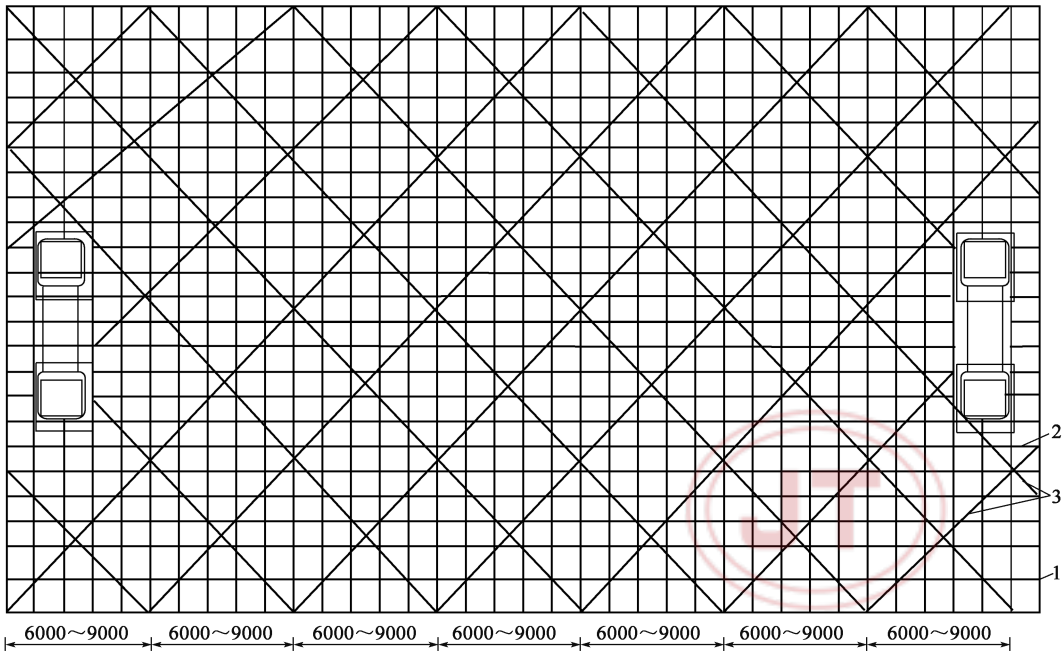


标引序号说明：
1——立杆； 3——竖向斜杆。
2——水平杆；

图9 满堂模板支架竖向斜杆布置示意图(续)

- 6.2.2.4 满堂模板支架沿高度每间隔不超过4个步距应设置扣件式钢管水平剪刀撑,且应符合下列规定:
- a) 满堂模板支架搭设高度小于6 m时,在架体顶层处连续设置一层水平剪刀撑(见图10);
 - b) 满堂模板支架搭设高度在6 m及以上时,在架体顶层、底层处连续设置一层水平剪刀撑,竖向高度每隔不大于6 m连续设置一层水平剪刀撑;
 - c) 单幅剪刀撑的宽度为6 m~9 m,用旋转扣件固定在与之相交的水平杆和立杆上;
 - d) 水平剪刀撑与满堂模板支架纵(或横)向水平杆夹角为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$,剪刀撑斜杆的接长符合6.1.3.4的规定。

单位为毫米

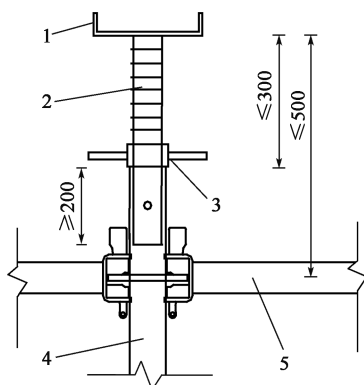


标引序号说明：
1——立杆； 3——水平剪刀撑。
2——水平杆；

图10 满堂模板支架水平剪刀撑布置平面示意图

6.2.2.5 满堂模板支架立杆可调托撑伸出顶层水平杆中心线的悬臂长度(见图11)不应超过500 mm,且丝杆外露长度不应超过300 mm,可调托撑丝杆插入立杆长度不应小于200 mm。

单位为毫米



标引序号说明:

- | | |
|----------|---------|
| 1——托板; | 4——立杆; |
| 2——螺杆; | 5——水平杆。 |
| 3——调节螺母; | |

图 11 可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度

6.2.2.6 满堂模板支架与已施工的桥墩、盖梁等结构物进行可靠连接,并符合下列规定:

- 与桥墩的连接点竖向间距不宜超过6 m,并应与水平杆同层设置;
- 与每根连系梁、盖梁的连接点应至少两处;
- 连接点至架体盘扣节点的距离不宜大于0.3 m;
- 连接方式可采用扣件钢管与桥墩、连系梁、盖梁进行抱箍式连接。

6.2.2.7 当满堂模板支架架体内设置与单肢水平杆同宽的人行通道时,可间隔抽除第一层水平杆和斜杆形成施工人员进出通道,与通道正交的两侧立杆间应设置竖向斜杆;当满堂模板支架架体内设置与单肢水平杆不同宽人行通道或机动车道时,应在通道上部架设支撑横梁,横梁截面大小应按跨度和荷载确定。通道两侧支撑梁的立杆间距应根据计算设置,通道周围的模板支架应连成整体。洞口顶部应铺设封闭的防护板,两侧应设置安全网。通行机动车的洞口,应按GB 5768.4的规定设置安全警示标志、标线和防撞设施。

6.2.2.8 满堂模板支架安装应考虑设置预拱度,并应符合下列规定:

- 设置的预拱度值包括结构设计预拱度和施工需要的预拱度两部分;
- 施工预拱度考虑下列因素:模板、支架承受施工荷载引起的弹性变形;卸载后由于杆件接头的挤压和卸落装置压缩而产生的非弹性变形;支架地基在卸载后的沉降变形。

6.3 柱梁式模板支架

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 柱梁式模板支架结构形式包括型钢格构柱(钢管立柱)-型钢组合梁式模板支架、型钢格构柱(钢管立柱)-贝雷梁组合梁式模板支架。

6.3.1.2 柱梁式模板支架结构形式选择应根据梁桥结构特点及梁桥的长度、桥下净空、地基承载力、道路交通条件、通车通航要求、机械设备配置等因素选择确定。

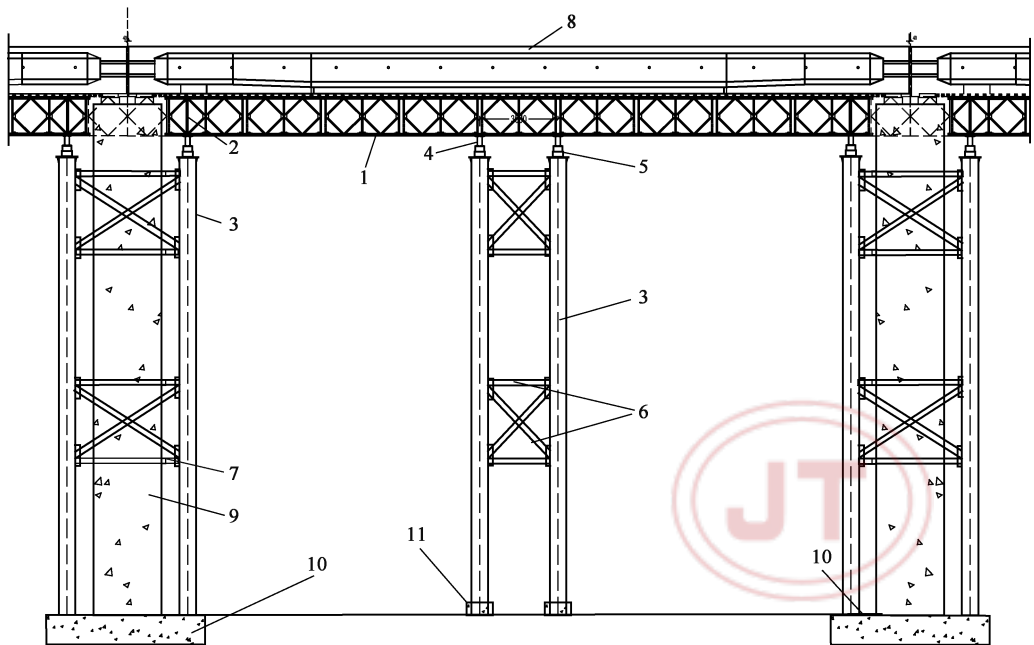
6.3.1.3 柱梁式模板支架基础设置应符合下列规定:

- 立柱采用扩大基础或钢管桩基础或灌注桩基础;
- 立柱支承在桥墩基础承台上时,对桥墩基础承台进行验算;

- c) 基础周边设置防排水设施。
- 6.3.1.4 柱梁式模板支架的构造要求应符合下列规定：
- a) 支架构造简单,构件安装方便,并能重复使用;
 - b) 支架的总体构造和细部构造均设置成几何不变体系;
 - c) 支架立柱之间根据其受力要求和结构特点设置纵横向连接系,增强柱梁式模板支架的整体刚度和稳定性;
 - d) 立柱与连接系进行可靠连接;
 - e) 柱梁式模板支架按照 6.2.2.8 的规定设置预拱度装置;
 - f) 在柱梁式模板支架适当的部位设置相应的钢楔、卸荷砂箱、自锁式液压千斤顶等卸落模板的装置,并根据结构形式、承受的荷载大小确定卸落量。
- 6.3.1.5 当桥梁有纵(横)向坡时,应在贝雷梁顶面设置满堂支架用以调整坡度,并设置防滑移措施。
- 6.3.1.6 河道中的支架应设置防漂流物及冰排撞击措施,所搭设支架应满足泄洪、抗水流冲刷要求,并设置夜间安全警示灯。跨越公路和既有铁路线施工时,支架应设置防撞设施和防坠落装置,确保安全。
- 6.3.1.7 柱梁式模板支架跨越人行道、车行道时,其结构形式、门洞的净空、净高和车辆限速应满足通行要求,并按 GB 5768.4 的规定设置防撞设施、防坠落装置、限高限宽等交通、安全防护措施和安全警示标志。

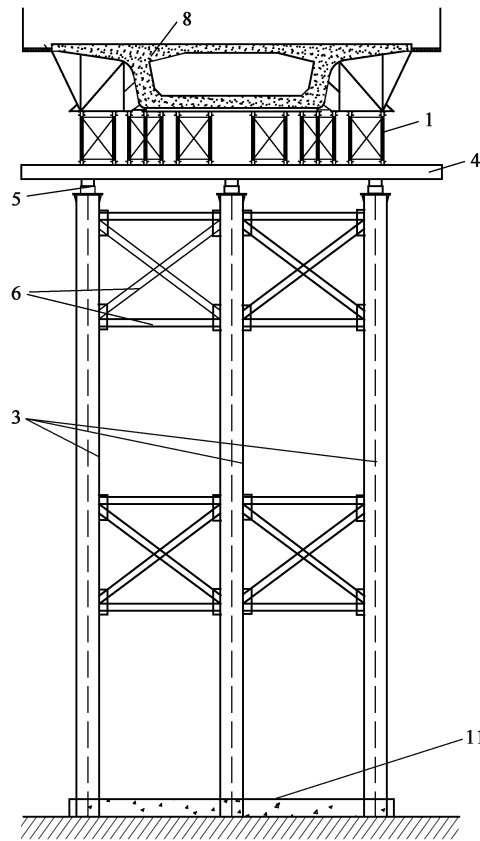
6.3.2 柱梁式模板支架构造要求

6.3.2.1 柱梁式模板支架结构体系自下而上由支架基础、支架立柱(含纵、横向连接系)、立柱顶下横梁(纵梁)、支架卸落设备、立柱顶上横梁、贝雷梁(型钢纵梁)、支架顶部结构(模板、分配梁)等组成(见图 12)。



a)柱梁式模板支架纵向断面一般构造图

图 12 柱梁式模板支架结构体系纵横向断面构造图



b)柱梁式模板支架横向断面一般构造图

标引序号说明:

- | | | |
|----------|----------------|-------------|
| 1——纵梁; | 5——支架卸落设备; | 9——桥墩; |
| 2——加强立杆; | 6——立柱横向连接系; | 10——桥墩基础承台; |
| 3——钢管支柱; | 7——墩身两侧立柱对拉系统; | 11——支架基础。 |
| 4——横梁; | 8——现浇桥梁; | |

图 12 柱梁式模板支架结构体系纵横向断面构造图(续)

6.3.2.2 立柱构造应符合下列规定:

- 立柱由柱头、柱身和柱脚三个基本部分组成;
- 立柱柱身采用实腹式柱、钢管柱或格构式柱;格构式立柱采用缀条或缀板焊接成整体;
- 立柱采用法兰盘连接接长时,螺栓连接稳固、不松动;采用焊接接长时,在连接位置加焊加劲缀板,焊缝满足Ⅱ级焊缝要求;
- 立柱与基础的连接采用直接埋入或与基础预埋件焊接、法兰盘连接,柱脚与基础预埋件、柱顶与横梁间连接牢固;
- 钢管接头采用法兰盘连接时,法兰盘与钢管柱之间设置加劲板;
- 立柱垂直度偏差不大于立柱高度的 0.3%,且不大于 50 mm;
- 钢管立柱内可通过灌砂、灌混凝土增强立柱本身的强度、稳定性和抗撞击力能力;
- 相邻柱间设置纵、横向水平撑和剪刀撑连接系;邻近桥梁墩、台的单排钢管立柱采用刚性结构将钢管立柱与桥梁墩身进行可靠连接;
- 立柱的平面布置充分考虑支架上部构造的形式,对贝雷梁类桁架,实现贝雷梁节点受力。

6.3.2.3 柱梁式模板支架的型钢横梁应采用工字钢、H 型钢、槽钢等,横梁之间应设置连接系,连接系杆件应与横梁的受压翼缘相连接。

- 6.3.2.4 连接系可使用薄壁钢管、槽钢、角钢等型钢材料,经设计验算确定。
- 6.3.2.5 支架卸落设备可采用楔块、卸荷砂箱、自锁式液压千斤顶等,卸落设备尺寸应与支架立柱顶面相匹配。当支架卸落设备采用卸荷砂箱时应符合下列规定:
- 卸荷砂箱按照设计图纸进行加工制作,焊缝等级Ⅱ级,焊缝高度除特殊说明外不小于8 mm,且有防止雨水渗入砂箱的措施;
 - 卸荷砂箱顶板与主梁密贴,无悬空现象;
 - 卸荷砂箱安装就位后在四边或两个角点两侧设置限位,防止滑移。
- 6.3.2.6 柱梁式模板支架的贝雷梁构造应符合下列规定:
- 贝雷梁受力节点与立柱支点中心对应;当采用横向分配梁时,横向分配梁支承点与立柱支点中心对应;
 - 当贝雷梁置于横向分配梁上时,贝雷梁受力节点与横向分配梁中心对应;
 - 当支承贝雷梁的支柱中心或横梁中心与贝雷梁受力节点不对应时,对支点处的贝雷梁采取加固措施;
 - 相邻贝雷梁之间设置横向连接系,横向连接系间距不大于6 m。
- 6.3.2.7 立柱结构与横梁结构的连接可采用螺栓连接、焊接或其他形式。立柱与型钢横梁、横梁与贝雷梁之间应设置限位装置。
- 6.3.2.8 横梁与贝雷梁、横梁与卸落设备之间应连接可靠。
- 6.3.2.9 作业人员上下柱梁式模板支架可采用型钢装配式或现场搭设上下通道,上下通道应设栏杆扶手、挡脚板,四周设安全网。
- 6.3.2.10 河道中的支架应设置防漂流物及冰排撞击措施,所搭设支架应满足泄洪、抗水流冲刷要求,并设置夜间安全警示灯。跨越公路和既有铁路线施工时,支架应设置防撞设施和防坠落装置,确保安全。
- 6.3.2.11 柱梁式模板支架跨越人行道、车行道时,其结构形式、门洞的净空、净高和车辆限速应满足通行要求,并按GB 5768.4规定设置防撞设施、防坠落装置、限高限宽等交通、安全防护措施和安全警示标志。

7 荷载

7.1 荷载分类

- 7.1.1 作用于脚手架与模板支架上的荷载应分为永久荷载和可变荷载。
- 7.1.2 脚手架的永久荷载应包含下列项目:
- 脚手架结构件自重;
 - 脚手板、挡脚板、护栏、安全网等附件的自重。
- 7.1.3 脚手架的可变荷载应包含下列项目:
- 施工活荷载,包括作业层上的操作人员、存放材料、运输工具及小型工具等;
 - 风荷载。
- 7.1.4 模板支架的永久荷载应包含下列项目:
- 模板及其支撑梁的自重;
 - 模板支架自重;
 - 作用在模板上的新浇筑混凝土和钢筋等自重;
 - 施工保温养护设施荷载。
- 7.1.5 模板支架的可变荷载应包含下列项目:
- 施工荷载,包括在支架结构顶部模板面上的施工作业人员、施工设备、超过浇筑构件厚度的混

凝土料堆放荷载；

- b) 泵送混凝土、倾倒混凝土或不均匀堆载等因素产生的附加水平荷载；
- c) 风荷载；
- d) 其他可变荷载,包括设于水中的支架受到的流水压力、波浪力。

7.2 荷载标准值

7.2.1 脚手架架体自重荷载标准值(G_{1k})应按支架搭设尺寸确定。

7.2.2 脚手架配件自重荷载标准值(G_{2k}),可按下列规定采用:

- a) 钢脚手板和目脚手板自重标准值取 0.35 kN/m^2 ;
- b) 操作层的栏杆与挡脚板自重标准值取 0.17 kN/m ;
- c) 脚手架外侧满挂密目式安全网自重标准值取不小于 0.01 kN/m^2 。

7.2.3 脚手架的施工荷载标准值(Q_{1k}),应符合下列规定:

- a) 作业层均布施工荷载的标准值,根据实际情况取值,且不小于 3.0 kN/m^2 ;
- b) 同时施工的作业层层数按实际计算,且不超过 2 层;
- c) 钢斜梯的施工荷载标准值按其水平投影面积计算,取值不低于 3.0 kN/m^2 。

7.2.4 作用于脚手架上的风荷载标准值(w_k),应按公式(1)计算:

$$w_k = \mu_z \cdot \mu_s \cdot w_0 \dots\dots\dots(1)$$

式中:

w_k ——风荷载标准值,单位为千牛每平方米(kN/m^2);

μ_z ——风压高度变化系数,按表 A.1 取值;

μ_s ——支架结构风荷载体型系数,按表 3 取值计算;

w_0 ——基本风压,单位为千牛每平方米(kN/m^2),按 GB 50009 的规定取重现期 $n = 10$ 对应的风压值,且不小于 0.3 kN/m^2 。

表 3 风荷载体型系数

背靠桥梁结构状况		全封闭	敞开
脚手架结构状况	全封闭、半封闭	1.0 ϕ	1.3 ϕ
	敞开	μ_{stw}^a	
注 1:μ_{stw} 为多榀桁架整体体型系数。 注 2:ϕ 为挡风系数,$\phi=1.2A_n/A_w$,其中 A_n 为脚手架迎风面挡风面积,A_w 为脚手架迎风面面积。 注 3:全封闭是指沿脚手架结构外侧全高全长用密目网封闭。 注 4:半封闭是指沿脚手架结构外侧全高全长用密目网封闭 30% ~ 70%。 注 5:敞开是指沿脚手架结构外侧全高全长无密目网封闭。 注 6:当采用密目安全网全封闭时,取 $\phi=0.8$,μ_s 最大值取 1.0。			
^a μ_{stw} 值按 GB 50009 的规定计算。			

7.2.5 模板支架永久荷载标准值取值应符合以下规定:

- a) 模板及其支撑梁自重标准值(G_{3k}),根据模板设计图纸确定计算或按表 4 取值;
- b) 模板支架的架体自重标准值(G_{4k}),根据支架设计方案计算确定;
- c) 新浇筑混凝土(包括钢筋)自重标准值(G_{5k}),取 26 kN/m^3 ;
- d) 施工保温养护设施标准值(G_{6k}),按实际情况确定。

表 4 桥梁模板自重标准值

单位为千牛每平方米

模板构件名称	木(胶合板)模板	定型钢模板
箱式结构模板(包括腹板侧模)	1.0	1.5
悬挑翼缘板模板(包括次楞)	0.5	1.0

7.2.6 模板支架可变荷载标准值取值符合以下规定：

- a) 施工荷载标准值(Q_{2k})，作用在模板支架上的施工人员及设备自重标准值，可按实际情况计算，一般情况不小于 3.0 kN/m^2 ；
- b) 泵送混凝土、倾倒混凝土或不均匀堆载等因素产生的附加水平荷载标准值(Q_{3k})可取计算工况下的竖向永久荷载标准值的 2%，并应作用在支撑架上端最不利位置；
- c) 风荷载标准值(w_k)，作用于模板支架上的水平风荷载标准值应按公式(1)计算；
- d) 其他可变荷载标准值(Q_{4k})，包括作用于水中支架的水流压力、波浪力，按 JTG D60 的规定计算。

7.3 荷载效应组合

7.3.1 计算脚手架与模板支架构件时，根据使用过程中可能出现的荷载，应按承载力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合，并应取其最不利荷载效应组合进行计算。

7.3.2 对于脚手架与模板支架的承载力极限状态验算，应按荷载效应的基本组合采用公式(2)设计表达式进行计算：

$$\gamma_0 \cdot S_d \leq R_d \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- γ_0 ——结构重要性系数；
- S_d ——荷载组合的效应设计值；
- R_d ——结构构件抗力设计值。

7.3.3 脚手架结构及构配件的承载力极限状态设计时，应按表 5 的规定采用荷载的基本组合。

表 5 脚手架荷载的基本组合

计算项目	荷载效应组合
水平杆及节点连接强度	$G_{1k} + G_{2k} + Q_{1k}$
抛撑(缆风绳)强度	w_k
立杆稳定承载力	$G_{1k} + G_{2k} + Q_{1k} + \psi_w w_k$
立杆地基承载力	$G_{1k} + G_{2k} + Q_{1k}$
注 1：“+”仅表示各项荷载参与组合，而不是代数相加。 注 2： ψ_w 为风荷载组合值系数，取 0.6。	

7.3.4 模板支架结构及构配件的承载力极限状态设计时，应按表 6 的规定采用荷载的基本组合。

表 6 模板支架荷载的基本组合

计算项目	荷载效应组合
模板纵横支撑楞(梁)	$G_{3k} + G_{4k} + G_{5k} + G_{6k} + \psi_c Q_{2k}$
立杆(柱)稳定承载力	$G_{3k} + G_{4k} + G_{5k} + G_{6k} + \psi_c (Q_{2k} + Q_{4k}) + \psi_w w_k$

表6 模板支架荷载的基本组合(续)

计算项目	荷载效应组合
立杆地基承载力	$G_{3k} + G_{4k} + G_{5k} + G_{6k} + \psi_c (Q_{2k} + Q_{4k}) + \psi_w w_k$
倾覆	$G_{3k} + G_{4k} + G_{5k} + G_{6k} + Q_{2k} + Q_{3k} + w_k + Q_{4k}$
注1:“+”仅表示各项荷载参与组合,而不是代数相加。 注2:ψ_c为施工荷载、振捣荷载、其他可变荷载组合值系数,取1.0。 注3:ψ_w为风荷载组合值系数,取0.6。	

7.3.5 对于正常使用极限状态,应按荷载效应的标准组合采用公式(3)设计表达式进行脚手架与模板支架设计:

$$C_d \leq C \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

C_d ——荷载效应变形值;

C ——构件或结构达到正常使用要求的变形规定限值。

7.3.6 脚手架与模板支架结构及构配件正常使用极限状态设计时,应按表7的规定采用荷载的标准组合。

表7 脚手架与模板支架荷载的标准组合

计算项目	荷载标准组合
脚手架水平杆挠度	$G_{1k} + G_{2k} + Q_{1k}$
模板支架立杆顶上的水平楞梁	$G_{3k} + G_{4k} + G_{5k} + G_{6k}$
注:“+”仅表示各项荷载参与组合,而不是代数相加。	

7.3.7 作业脚手架与模板支架的荷载分项系数取值应符合表8的规定。

表8 作业脚手架与模板支架荷载分项系数

架体种类	验算项目	荷载分项系数			
		永久荷载		可变荷载	
作业脚手架	强度、稳定承载力	1.3		1.5	
	地基承载力	1.0		1.0	
	挠度	1.0		0	
模板支架	强度、稳定承载力	1.3		1.5	
	地基承载力	1.0		1.0	
	挠度	1.0		0	
	倾覆	有利	0.9	有利	0
		不利	1.3	不利	1.5

8 设计计算

8.1 一般要求

8.1.1 脚手架与模板支架的结构设计应采用以概率理论极限状态设计法,采用分项系数的设计表达式进行设计,应符合 GB 50068、GB 50017、GB 50018、GB 50666 的有关规定。

8.1.2 脚手架与模板支架应具有足够的承载力(强度)、刚度和稳定性,应能可靠地承受新浇混凝土的自重和施工过程中所产生的荷载以及风荷载。

8.1.3 脚手架设计计算应包含下列内容:

- a) 立杆稳定性计算;
- b) 纵、横向水平杆等受弯构件的承载力计算;
- c) 水平杆与立杆节点抗滑、抗剪强度计算;
- d) 与已施工桥梁结构的连接构件强度、稳定性及节点强度计算;
- e) 立杆的地基(或其他支承面结构)承载力计算。

8.1.4 满堂模板支架设计计算应包含下列内容:

- a) 满堂模板支架立杆的稳定性计算;
- b) 模板支架超出规定高宽比时的抗倾覆计算;
- c) 通过立杆连接盘传力时,连接盘抗剪承载力计算;
- d) 支承立杆的地基(或其他支承面结构)承载力计算。

8.1.5 柱梁式模板支架结构设计计算应包含下列内容:

- a) 纵梁、横梁、分配梁的强度、刚度及稳定性计算;
- b) 卸载构件的承载力设计计算;
- c) 柱帽的局部应力计算;
- d) 钢管立柱和型钢格构立柱的强度、刚度及稳定性计算;
- e) 立柱底部节点强度计算;
- f) 支架的整体稳定性计算;
- g) 支架地基基础设计与计算。

8.1.6 柱梁式模板支架宜采用结构静力学方法进行一阶弹性分析计算。对于受力复杂的支撑架结构(型钢组合构件、贝雷梁、桁架梁等),宜进行空间分析计算。

8.1.7 柱梁式模板支架采用贝雷梁结构时,宜采用有限元分析法复核贝雷片杆件受力状况。

8.1.8 当按正常使用极限状态设计时,应采用荷载标准组合计算其变形。脚手架受弯构件的挠度不应大于计算跨度的 $1/150$ 且不大于 10 mm ;满堂模板支架和柱梁式模板支架受弯构件的挠度不应大于计算跨度的 $1/400$ 。

8.1.9 脚手架立杆长细比不应大于 210 ;模板支架立杆长细比不应大于 150 ,受拉杆件长细比不应大于 350 。

8.1.10 脚手架及满堂模板支架钢管强度设计值应按表 9 取值。

表 9 作业脚手架及满堂模板支架钢管强度设计值 单位为牛每平方米

钢材牌号	钢管抗拉、抗压和抗弯强度设计值(f_1)	弹性模量(E)
Q355 钢	300	2.06×10^5
Q235 钢	205	2.06×10^5
Q195 钢	175	2.06×10^5

8.1.11 柱梁式模板支架中所用的型钢强度设计值应按表 10 取值。

表 10 柱梁式模板支架型钢强度设计值

钢材牌号	钢材厚度或直径 t (mm)	强度设计值(N/mm ²)		弹性模量 E (N/mm ²)	剪切模量 G (N/mm ²)
		型钢抗拉、抗压和抗弯(f_2)	抗剪(f_v)		
Q235	$t \leq 16$	215	125	2.06×10^5	0.79×10^5
	$16 < t \leq 40$	205	120	2.06×10^5	0.79×10^5
	$40 < t \leq 100$	200	115	2.06×10^5	0.79×10^5
Q355	$t \leq 16$	305	175	2.06×10^5	0.79×10^5
	$16 < t \leq 40$	295	170	2.06×10^5	0.79×10^5
	$40 < t \leq 63$	290	165	2.06×10^5	0.79×10^5

8.2 脚手架计算

8.2.1 脚手架作业层水平受弯构件抗弯强度应满足公式(4)要求：

$$\frac{\gamma_0 \cdot M}{W} \leq f_1 \dots\dots\dots(4)$$

式中：

- M ——弯矩设计值,单位为牛毫米(N·mm)；
- W ——构件截面模量,单位为立方毫米(mm³)；
- f_1 ——钢管抗拉、抗压和抗弯强度设计值,单位为牛每平方毫米(N/mm²),按表 9 取值。

8.2.2 脚手架作业层水平受弯构件弯矩设计值应按公式(5)计算：

$$M = 1.3 \sum M_{Gk} + 1.5 \sum M_{Qk} \dots\dots\dots(5)$$

式中：

- $\sum M_{Gk}$ ——由永久荷载产生弯矩标准值总和,单位为牛毫米(N·mm)；
- $\sum M_{Qk}$ ——由可变荷载产生弯矩标准值总和,单位为牛毫米(N·mm)。

8.2.3 脚手架作业层水平受弯构件的挠度应满足公式(6)要求：

$$v \leq \delta \dots\dots\dots(6)$$

式中：

- v ——受弯构件的最大挠度变形值,单位为毫米(mm)；
- δ ——受弯构件的挠度变形限值,单位为毫米(mm)。

8.2.4 计算脚手架水平构件的内力和挠度时,宜按简支梁计算,计算跨度应取对应方向的立杆间距。

8.2.5 脚手架单立杆稳定承载力应满足公式(7)要求：

$$\frac{\gamma_0 \cdot N}{\varphi \cdot A} + \frac{\gamma_0 \cdot M_w}{W} \leq f_1 \dots\dots\dots(7)$$

式中：

- N ——轴力设计值,单位为牛(N),按公式(8)计算；
- φ ——轴心受压构件的稳定系数,根据长细比 λ 按附录 B 取值；
- A ——构件截面面积,单位为平方毫米(mm²),按表 C.1 取值；
- M_w ——由风荷载产生的弯矩设计值,单位为牛毫米(N·mm),按公式(9)计算。

8.2.6 脚手架立杆的轴力设计值应按公式(8)计算：

$$N = 1.3(N_{G1k} + N_{G2k}) + 1.5N_{Q1k} \dots\dots\dots(8)$$

式中：

- N_{G1k} ——脚手架结构自重标准值产生的轴力,单位为牛(N)；
- N_{G2k} ——脚手架构配件自重标准值产生的轴力,单位为牛(N)；
- N_{Q1k} ——脚手架施工荷载标准值产生的轴力,单位为牛(N)。

8.2.7 脚手架立杆由风荷载产生的弯矩设计值应按公式(9)计算：

$$M_w = 1.5 \times \psi_w w_k \cdot l_1 \cdot h^2 \dots\dots\dots(9)$$

式中：

- l_1 ——立杆纵向间距,单位为毫米(mm)；
- h ——水平杆竖向步距,单位为毫米(mm)。

8.2.8 脚手架的立杆计算长度按公式(10)计算：

$$l_0 = k \cdot \mu \cdot h \dots\dots\dots(10)$$

式中：

- l_0 ——立杆计算长度,单位为毫米(mm)；
- k ——立杆计算长度附加系数,按表 11 取值；
- μ ——立杆计算长度系数,按表 12 取值。

表 11 立杆计算长度附加系数

脚手架类型	盘扣式钢管脚手架	扣件式钢管脚手架	碗扣式钢管脚手架
k	1.000	1.155	1.155
注：当验算立杆允许长细比时,取 $k = 1.000$ 。			

表 12 立杆计算长度系数

脚手架类型	与墩柱抱箍连接间距为二步距	与墩柱抱箍连接间距为三步距
盘扣式钢管脚手架	1.45	1.70
扣件式钢管脚手架	1.55	1.75
碗扣式钢管脚手架	1.55	1.75

8.2.9 脚手架立杆的长细比应按公式(11)计算：

$$\lambda = \frac{l_0}{i} \dots\dots\dots(11)$$

式中：

- i ——截面回转半径,单位为毫米(mm),按表 C.1 取值。

8.2.10 脚手架水平杆与立杆连接节点承载力符合下列规定：

a) 盘扣节点连接盘的抗剪承载力应满足公式(12)要求：

$$\gamma_0 F_R \leq Q_b \dots\dots\dots(12)$$

式中：

- F_R ——作用在盘扣节点处连接盘上的竖向力设计值,单位为牛(N)；
- Q_b ——连接盘抗剪承载力设计值,单位为牛(N),取 40 000 N。

b) 扣件式钢管脚手架水平杆与立杆连接节点扣件抗滑承载力应满足公式(13)要求：

$$\gamma_0 R \leq R_c \dots\dots\dots(13)$$

式中:

R ——水平杆传给立杆的竖向作用力设计值,单位为牛(N);

R_c ——扣件抗滑承载力设计值,单位为牛(N),可取 8 000 N。

c) 碗扣式钢管脚手架杆件连接节点承载力应满足公式(14)要求:

$$\gamma_0 F_J \leq F_{JR} \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中:

F_J ——作用于碗扣式钢管脚手架杆件连接节点的竖向荷载设计值,单位为牛(N);

F_{JR} ——碗扣式钢管脚手架杆件连接节点的承载力设计值,单位为牛(N),取 25 000 N。

8.3 满堂模板支架计算

8.3.1 满堂模板支架单立杆稳定承载力计算应符合下列规定:

a) 不组合风荷载时,立杆稳定承载力满足公式(15)要求:

$$\frac{\gamma_0 \cdot N}{\varphi \cdot A} \leq f_1 \quad \dots\dots\dots(15)$$

b) 组合风荷载时,立杆稳定承载力满足公式(16)要求:

$$\frac{\gamma_0 \cdot N}{\varphi \cdot A} + \frac{\gamma_0 \cdot M_w}{W} \leq f_1 \quad \dots\dots\dots(16)$$

8.3.2 满堂模板支架的立杆计算长度应按公式(17)、公式(18)计算的结果取大值:

$$l' = \beta_H \cdot \eta \cdot h_0 \quad \dots\dots\dots(17)$$

式中:

l' ——满堂模板支架的立杆计算长度,单位为毫米(mm);

β_H ——满堂模板支架搭设高度调整系数,按表 13 取值;

η ——满堂模板支架的立杆计算长度修正系数,步距 0.5 m 或 1.0 m 时,取值 1.5;步距 1.5 m 时,取值 1.05;

h_0 ——满堂模板支架的水平杆竖向最大步距,单位为毫米(mm)。

$$l' = \beta_H (\gamma \cdot h' + 2k_0 \cdot a) \quad \dots\dots\dots(18)$$

式中:

γ ——满堂模板支架顶层步距修正系数,顶层步距 0.5 m 时,取值 1.5;顶层步距 1 m 或 1.5 m 时,取值 1.0;

h' ——满堂模板支架顶层步距,单位为毫米(mm);

k_0 ——满堂模板支架立杆悬臂端计算长度折减系数,取 0.7;

a ——满堂模板支架可调托座支撑点至顶层水平杆中心线的距离,单位为毫米(mm)。

表 13 满堂模板支架搭设高度调整系数

搭设高度 H (m)	$H \leq 8$	$8 < H \leq 16$	$16 < H \leq 24$	$H > 24$
β_H	1.00	1.05	1.10	1.20

注:当验算立杆允许长细比时,取 $\beta_H = 1.00$ 。

8.3.3 满堂模板支架立杆的长细比应按公式(19)计算:

$$\lambda = \frac{l'}{i} \quad \dots\dots\dots(19)$$

8.3.4 满堂模板支架单根立杆的轴力设计值计算应符合下列规定：

a) 不组合风荷载时,轴力设计值按公式(20)计算：

$$N = 1.3 \sum N_{Gk} + 1.5 \psi_c \sum N_{Qk} \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中：

$\sum N_{Gk}$ ——模板及支架自重、新浇筑混凝土自重与钢筋自重标准值产生的轴力总和,单位为牛(N)；

$\sum N_{Qk}$ ——施工荷载及其他可变荷载标准值产生的轴力总和,单位为牛(N)。

b) 组合风荷载时,轴力设计值按公式(21)计算：

$$N = 1.3 \sum N_{Qk} + 1.5 (\psi_c \sum N_{Qk} + \psi_w \cdot N_{wk}) \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中：

N_{wk} ——模板支架立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值,单位为牛(N),按公式(22)计算。

8.3.5 满堂模板支架在风荷载作用下,计算单元立杆产生的附加轴力(见图13)可近似按线性分布确定,并按公式(22)计算模板支架立杆由风荷载产生的最大附加轴力标准值：

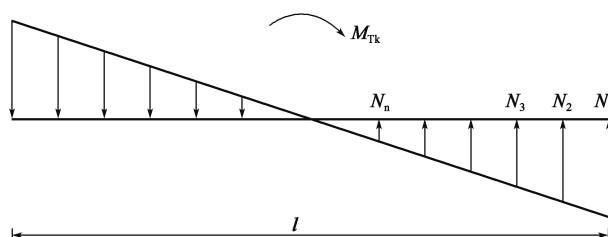
$$N_{wk} = \frac{6n}{(n+1)(n+2)} \times \frac{M_{Tk}}{l} \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中：

n ——满堂模板支架计算单元立杆跨数；

M_{Tk} ——满堂模板支架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值,单位为牛毫米($N \cdot mm$),应按公式(23)计算；

l ——满堂模板支架横向宽度,单位为毫米(mm)。



标引符号说明：

$N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ ——满堂模板支架各立杆由风荷载产生的附加轴力标准值。

图13 风荷载作用下立杆附加轴力分布示意图

8.3.6 风荷载作用下(见图14)在满堂模板支架上产生的倾覆力矩标准值计算,取架体横向(短边方向)的一榀架对应范围内的顶部竖向栏杆围挡(模板)作为计算单元,按下列规定计算：

a) 满堂模板支架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值按公式(23)计算：

$$M_{Tk} = 0.5H^2 \cdot q_{wk} + H \cdot F_{wk} \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中：

q_{wk} ——风荷载作用在满堂模板支架计算单元的架体范围内均布线荷载标准值,单位为牛每毫米(N/mm),按公式(24)计算；

F_{wk} ——风荷载作用在满堂模板支架计算单元的竖向栏杆围挡(模板)范围内产生的水平集中力标准值,单位为牛(N),作用在架体顶部,按公式(25)计算。

b) 风荷载作用在满堂模板支架计算单元的架体范围内均布线荷载标准值按公式(24)计算：

$$q_{wk} = l_1 \cdot w_k \quad \dots\dots\dots (24)$$

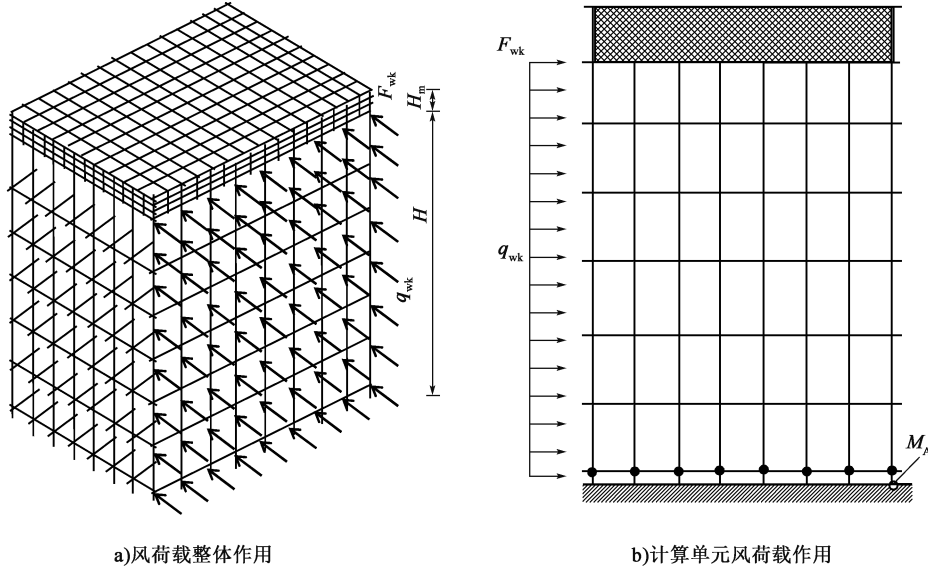
c) 竖向栏杆围挡(模板)范围内产生的水平集中力标准值按公式(25)计算：

$$F_{wk} = l_1 \cdot H_m \cdot w_{mk} \quad \dots\dots\dots (25)$$

式中:

H_m ——满堂模板支架顶部竖向栏杆围挡(模板)的高度,单位为毫米(mm);

w_{mk} ——满堂模板支架顶部竖向栏杆围挡(模板)的风荷载标准值,单位为牛每平方米(N/mm^2)。



标引符号说明:
 M_A ——倾覆原点。

图 14 风荷载作用示意图

8.3.7 当符合下列条件之一时,满堂模板支架立杆可不计入由风荷载产生的附加轴力标准值:

- a) 独立架体高宽比不大于3,且作业层上竖向栏杆围挡(模板)高度不大于1.2 m;
- b) 采取了其他防倾覆措施。

8.3.8 架体高度8 m及以上,高宽比大于3的模板支架的抗倾覆承载力应满足公式(26)要求:

$$l^2 \cdot l_1 (g_{1k} + g_{2k}) + 2 \sum_{j=1}^n G_{jk} b_j \geq 3\gamma_0 \cdot M_{Tk} \quad \dots\dots\dots (26)$$

式中:

g_{1k} ——模板支架均匀分布的架体及附件自重面荷载标准值,单位为牛每平方米(N/mm^2);

g_{2k} ——模板支架均匀分布的架体上部的模板等物料自重面荷载标准值,单位为牛每平方米(N/mm^2);

G_{jk} ——模板支架计算单元上集中堆放的物料自重标准值,单位为牛(N);

b_j ——模板支架计算单元上集中堆放的物料至倾覆原点的水平距离,单位为毫米(mm)。

8.4 柱梁式模板支架计算

8.4.1 柱梁式模板支架的型钢(含钢管)立柱、型钢纵横梁、分配梁等构件及连接节点应按照 GB 50017、GB 50135 规定进行设计计算。

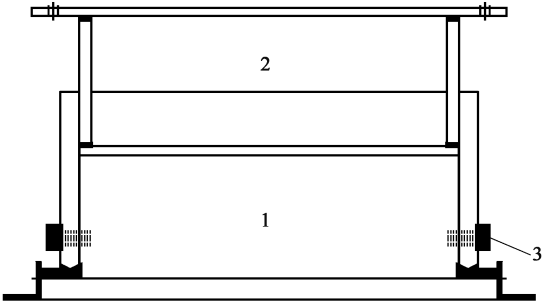
8.4.2 贝雷梁结构可选取受力最不利的贝雷片简化为平面梁单元,按承载力极限状态设计法进行弯矩、剪力、挠曲变形计算后,与贝雷梁产品的弯矩设计值、剪力设计值等指标相比较进行设计,并宜采用有限元计算复核贝雷片杆件;贝雷梁的弯矩设计值、剪力设计值等指标按附录 D 取值。

8.4.3 砂箱验算,砂箱示意如图 15 所示,砂箱筒壁钢板厚度应满足公式(27)要求:

$$t_0 \geq \frac{p \cdot r}{f_2} \quad \dots\dots\dots (27)$$

式中:

- t_0 ——砂箱筒壁厚度,单位为毫米(mm);
- p ——砂箱筒壁所受侧压力,单位为牛(N);
- r ——砂箱内半径,单位为毫米(mm);
- f_2 ——型钢抗拉、抗压和抗弯强度设计值,单位为牛每平方米(N/mm^2),按表 10 取值。



标引序号说明:

- 1——筒体;
- 2——筒塞;
- 3——螺钉。

图 15 砂箱示意图

8.4.4 砂箱筒壁所受侧压力应按公式(28)计算:

$$p = \frac{K \cdot N_0}{A_0} \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_0}{2} \right) \dots\dots\dots(28)$$

式中:

- K ——安全系数,取 1.2;
- N_0 ——砂箱所受最大轴力设计值,单位为牛(N);
- A_0 ——砂箱内筒受压面积,单位为平方毫米(mm^2);
- φ_0 ——砂的内摩擦角,取 35° 。

8.4.5 柱帽(图 16)井字型肋板承载力计算应满足公式(29)要求:

$$\frac{\gamma_0 \cdot M_1}{W} \leq f_2 \dots\dots\dots(29)$$

式中:

- M_1 ——肋板承受的弯矩设计值,单位为牛毫米($\text{N} \cdot \text{mm}$)。

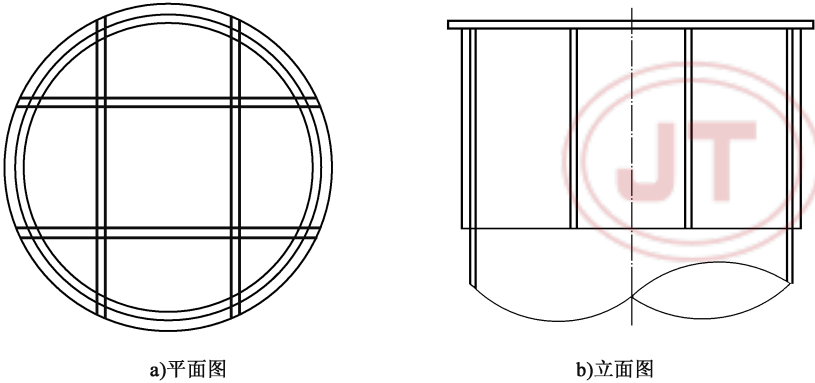


图 16 柱帽示意图

8.4.6 钢管立柱稳定性验算应满足公式(30)要求:

$$\frac{\gamma_0 \cdot N}{\varphi \cdot A} + \frac{\gamma_0 \cdot M}{W} \leq f_2 \quad \dots\dots\dots(30)$$

8.4.7 钢管立柱的计算长度应按公式(31)计算:

$$L_0 = \mu_0 \cdot L_1 \quad \dots\dots\dots(31)$$

式中:

L_0 ——钢管立柱的计算长度,单位为毫米(mm);

μ_0 ——钢管立柱长度折算系数,取0.7;

L_1 ——钢管立柱长度,单位为毫米(mm)。

8.4.8 钢管立柱底部法兰应按照 GB 50135 的规定设计计算。

8.4.9 柱梁式模板支架的型钢格构柱的强度、整体稳定性、局部稳定性及杆件节点的连接强度应按照 GB 50017 的规定进行设计计算。

8.4.10 立柱顶部纵横向型钢梁的计算应符合下列规定:

a) 剪应力计算满足公式(32)的要求:

$$\frac{\gamma_0 \cdot V \cdot S_0}{I \cdot b} \leq f_v \quad \dots\dots\dots(32)$$

式中:

V ——计算截面沿腹板平面作用的剪力设计值,单位为牛(N);

S_0 ——计算剪应力处以上(或以下)毛截面对中和轴的面积矩,单位为立方毫米(mm^3);

I ——截面惯性矩,单位为四次方毫米(mm^4);

b ——钢梁构件腹板厚度,单位为毫米(mm);

f_v ——型钢抗剪强度设计值,单位为牛每平方米(N/mm^2),按表10取值。

b) 弯曲应力计算满足公式(33)的要求:

$$\frac{\gamma_0 M_{\max}}{W_n} \leq f_2 \quad \dots\dots\dots(33)$$

式中:

$M_{\max}$ ——最大弯矩设计值,单位为牛毫米($\text{N} \cdot \text{mm}$);

W_n ——型钢梁净截面模量,单位为立方毫米(mm^3)。

c) 整体稳定计算满足公式(34)的要求:

$$\frac{\gamma_0 M_{\max}}{\varphi_b W_0} \leq f_2 \quad \dots\dots\dots(34)$$

式中:

φ_b ——型钢梁的整体稳定性系数,按 GB 50017 规定计算取值;

W_0 ——型钢梁毛截面模量,单位为立方毫米(mm^3)。

d) 挠度计算满足公式(35)的要求:

$$v \leq \frac{L_2}{400} \quad \dots\dots\dots(35)$$

式中:

L_2 ——型钢梁计算跨度,单位为毫米(mm)。

8.5 地基与基础计算

8.5.1 脚手架与满堂模板支架立杆底部地基承载力应满足公式(36)的要求:

$$\frac{N_d}{A_d} \leq \gamma_u m_f f_{ak} \dots\dots\dots (36)$$

式中:
 N_d ——上部立杆传至底座上的轴力设计值,单位为牛(N);
 A_d ——立杆底座底面积,单位为平方毫米(mm^2);
 γ_u ——永久荷载和可变荷载分项系数加权平均值,当按永久荷载控制组合时,取 1.363;当按可变荷载控制组合时,取 1.254;
 m_f ——地基承载力修正系数,按表 14 的规定取值;
 f_{ak} ——地基承载力特征值,单位为牛每平方毫米(N/mm^2),按 GB 50007 的规定取值。

表 14 地基承载力修正系数

地基土类别	修正系数	
	原状土	分层回填夯实土
多年填积土	0.6	—
碎石土、砂土	0.8	0.4
粉土、黏土	0.7	0.5
岩石、混凝土、道路路面(沥青混凝土路面)、水泥混凝土路面、水泥稳定土碎石道路基层	1.0	—

- 8.5.2 当脚手架和满堂模板支架搭设在其他结构面上时,应对支承面结构承载力和变形进行验算。
- 8.5.3 当脚手架和满堂模板支架立杆底部地基承载力存在不利因素影响时,应对地基最不利承载力、不均匀沉降进行分析,并应符合 GB 50007 的规定。
- 8.5.4 柱梁式模板支架立柱扩展基础底面的压力符合下列规定:
- a) 当轴心荷载作用时,基础底面的压应力应满足公式(37)要求:

$$P_k \leq f_a \dots\dots\dots (37)$$

式中:
 P_k ——相应于作用荷载的标准组合时,基础底面处的平均压应力值,单位为牛每平方毫米(N/mm^2)。

b) 当偏心荷载作用时,基础底面的压应力除满足公式(37)要求外,尚应满足公(38)要求:

$$P_{kmax} \leq 1.2 f_a \dots\dots\dots (38)$$

式中:
 P_{kmax} ——相应于作用荷载的标准组合时,基础底面边缘的最大压应力值,单位为牛每平方毫米(N/mm^2)。

8.5.5 柱梁式模板支架立柱的扩展基础底面的压应力按下列规定计算:

- a) 当轴心荷载作用时,基础底面的平均压应力应按公式(39)计算:

$$P_k = \frac{N_k + G_k}{l_a \cdot l_b} \dots\dots\dots (39)$$

式中:

N_k ——基础顶面的竖向力,单位为牛(N);

G_k ——基础自重及基础上的土重,单位为牛(N);

l_a ——基础长度,单位为毫米(mm);

l_b ——基础宽度,单位为毫米(mm)。

b) 当偏心荷载作用时,基础底面的压应力应按公式(40)、公式(41)计算:

$$P_{kmax} = \frac{N_k + G_k}{l_a \cdot l_b} + \frac{M_k}{W_k} \quad \dots\dots\dots(40)$$

式中:

M_k ——作用在基础顶面上的弯矩,单位为牛毫米(N·mm);

W_k ——基础底面的抵抗矩,单位为立方毫米(mm³)。

$$P_{kmin} = \frac{N_k + G_k}{l_a \cdot l_b} - \frac{M_k}{W_k} \quad \dots\dots\dots(41)$$

式中:

P_{kmin} ——相应于作用荷载的标准组合时,基础底面边缘的最小压应力值,单位为牛每平方米(N/mm²)。

8.5.6 柱梁式模板支架立柱的扩展基础应按 GB 50007 规定设计计算。

8.5.7 梁式模板支架立柱的钢管桩基础应按 JTG 3363 规定设计计算。

9 施工

9.1 一般要求

9.1.1 脚手架与模板支架施工前应根据公路工程施工特点、地理环境、地质与水文条件、搭设高度,结合工程特点、设计要求及工程所在地区施工经验等编制专项施工方案,经施工单位技术负责人和总监审核签字后方可实施。专项施工方案适用边界条件发生重大变化时,应重新编制、审批。

9.1.2 落地脚手架搭设高度 24 m 及以上的专项施工方案,应由施工单位组织专家论证通过后方可实施。

9.1.3 满足下列条件的模板支架专项施工方案,应由施工单位组织专家审查论证通过并经总监审核批准后方可实施:

- a) 搭设高度 8 m 及以上;
- b) 搭设跨度 18 m 及以上;
- c) 施工总荷载(设计值)15 kN/m²及以上、或集中线荷载(设计值)20 kN/m 及以上、或集中力(设计值)7 kN 及以上。

9.1.4 脚手架与模板支架搭设、拆除前,专项施工方案编制人员或者项目技术负责人应当向施工现场管理人员进行方案交底;施工现场管理人员应向作业人员进行安全技术交底。

9.1.5 模板支架的设置应考虑边坡、河水等因素的影响,宜避开车辆的影响。

9.1.6 进入施工现场的钢管支架及构配件质量应在使用前进行验收,不合格产品应及时运离现场。

9.1.7 经验收合格的构配件应按品种、规格分类码放,并标挂数量规格铭牌备用。构配件堆放场地排水应畅通,无积水。

9.1.8 脚手架与模板支架搭设场地应平整、坚实,不应积水。

9.1.9 模板支架安装前,在其施工安全距离范围以外应按 GB 5768.4 的要求设置安全警示标志和隔离设施。

9.1.10 当模板支架有以下情况时,应按规定办理相关手续:

- a) 涉及道路通行时;
- b) 涉及河道通航时;
- c) 涉及河流防洪排洪时;
- d) 涉及输电线路时;
- e) 涉及居民休息时;
- f) 存在其他影响时。

9.2 地基与基础

9.2.1 脚手架、满堂模板支架、梁式模板支架的地基基础应按专项施工方案进行施工,并对地基基础承载力进行检测验收。

9.2.2 脚手架土层地基表面应平整、压实合格后及时采用强度等级不低于 C20 的混凝土硬化,硬化厚度不小于 100 mm,并高于周边地表 100 mm,硬化范围不小于投影线外扩 0.3 m,并应在硬化范围外设置排水沟。

9.2.3 满堂模板支架基础施工前,应根据现场实际情况采取针对性的措施处理地基,经过处理后的地基表层 1.2 m 深度范围内的土体强度应满足专项施工方案的要求,地基表面应平整;地基验收合格后应及时采用强度等级不低于 C20 的混凝土硬化,硬化厚度不小于 150 mm,并高于周边地表 200 mm 以上,硬化范围不小于满堂模板支架水平投影线外扩 0.5 m,并在硬化范围外设置排水沟。

9.2.4 柱梁式模板支架基础施工应符合下列规定:

- a) 柱梁式模板支架的基础位置避开地下管线;
- b) 混凝土基础、钢筋混凝土基础基底平整度、高程满足专项施工方案要求;
- c) 桩基础施工中,桩孔尺寸、平面位置、竖轴线倾斜情况满足专项施工方案要求;
- d) 基础中设置的预埋件在混凝土浇筑前准确定位;
- e) 柱梁式模板支架基础施工符合 JTG/T 3650 的规定。

9.3 脚手架搭设

9.3.1 脚手架搭设符合下列规定:

- a) 脚手架的搭设应与工程施工同步,搭设高度应超过工程作业层 1.5 m;
- b) 脚手架应逐排、逐层进行搭设;
- c) 脚手架剪刀撑、斜撑杆等加固杆件应随架体同步搭设,不应滞后安装;
- d) 构件组装类脚手架的搭设应自一端向另一端延伸,自下而上按步架设,并应逐层改变搭设方向;
- e) 每搭设完一步架体后,应按规定校正立杆间距、步距、垂直度及水平杆的水平度。

9.3.2 脚手架搭设过程中应及时设置确保脚手架整体稳定的抛撑或缆风绳拉锚措施。

9.3.3 脚手架在使用过程中应分阶段进行检查、维护、保养。

9.4 满堂模板支架搭设

9.4.1 满堂模板支架应在地基基础验收合格后搭设,模板支架立杆搭设位置应按专项施工方案的立杆布置要求,在基础上放线定位。

9.4.2 满堂模板支架搭设时应在立杆位置处放置可调底座,按先立杆后水平杆再斜杆的顺序搭设,形成基本的架体单元,以此扩展搭设形成整体支架体系;每步层的水平杆、斜杆应同步安装。

9.4.3 满堂支架搭设过程中,应按专项施工方案要求同步安装水平安全防护网。第一道水平安全防护网搭在第一道水平杆处,往上每隔 4 个步距搭设一道水平安全防护网,最上层水平安全防护网距底模

不超过 2 m。

9.4.4 满堂模板支架立杆接长应通过立杆连接套管连接,当满堂模板支架高度大于 5 m 时,在同一水平高度内相邻立杆连接套管接头的位置错开高度不应小于 500 mm。

9.4.5 水平杆扣接头与连接盘的插销应用铁锤击紧。

9.4.6 每搭完一步满堂模板支架后,应及时校正水平杆步距,立杆的纵、横距,立杆的垂直偏差与水平杆的水平偏差。立杆的垂直偏差不应大于模板支架总高度的 1/500,且不应大于 50 mm。

9.4.7 满堂模板支架搭设完成后,施工管理人员应组织相关人员对搭设的支架进行验收,确认符合专项施工方案要求且经预压合格后方可使用。

9.5 柱梁式模板支架搭设

9.5.1 柱梁式模板支架安装前,应对支架基础强度、承载力、平面尺寸、表面平整度、预留预埋情况进行检查,并严格放线。

9.5.2 柱梁式模板支架的搭设程序应符合下列规定:

- a) 柱梁式模板支架搭设完毕,按照 JTG F90 规定的预压荷载预压并经检验验收合格后方可使用;
- b) 钢管之间搭设顺序自下而上,层层检验,并保留好现场检验记录。

9.5.3 柱梁式模板支架的钢管(型钢)立柱施工安装时符合下列规定:

- a) 立柱安装可采用汽车起重机进行安装,按照专项施工方案要求或 GB 50755 规定的顺序进行,横向联结系与立柱应同步安装;
- b) 立柱安装时,确保支架本身的稳定,必要时设置缆风绳、水平拉杆和斜拉杆等防失稳措施;
- d) 立柱柱身采用螺栓连接接长时,上下层在同一中心线上,柱间可设置垫板,垂直度满足要求;
- e) 型钢对拼焊接组合立柱的焊缝质量应符合专项施工方案或 GB 50661 的规定;
- f) 高强螺栓连接应满足专项施工方案或 JGJ 82 规定的技术要求。普通螺栓应连接牢固、无松动。

9.5.4 柱梁式模板支架钢管桩施工过程中应按照专项施工方案要求,控制钢管桩的垂直度、贯入度和设计高程。

9.5.5 平联钢管与立柱间采用哈佛接头对口焊接。若采用型钢平联,应在型钢上下翼板处根据立柱半径设置圆弧口进行焊接。

9.5.6 中间立柱与平联安装全部结束后进行两边斜撑管安装。斜撑在地面焊接完成后整体一次吊装。斜撑管与立柱连接部位应预先开好弧口,吊装到位后进行焊接。

9.5.7 卸落设备安装好后,对卸落设备顶面高程进行精确测量,根据测量结果在卸落设备顶面通过增减钢板调整高程。

9.5.8 贝雷梁安装前应在主梁上标示出贝雷梁的安装位置,贝雷梁的间距应满足专项施工方案要求。主梁与卸落设备、贝雷梁之间保证密贴,不应有悬空现象。

9.5.9 柱梁式模板支架的卸落设备安装时遵循下列原则:

- a) 卸落设备安装前应对立柱顶平面位置和顶面标高进行复测;
- b) 卸落设备安装时保证位置与立柱的轴心相对,误差不超过设计允许的范围。

9.5.10 横梁、纵梁安装时遵循下列原则:

- a) 支架横梁中心线应对准支架卸落设备中心,将支架卸落设备的间隙垫密实后,用螺栓或焊接固定牢固;
- b) 横梁安装前对支架卸落设备的平面位置及高程进行复测检查,发现问题及时调整,确保横梁与每个支架卸落设备顶面均紧密贴合;
- c) 横梁在支点位置应采取限位固定措施,防止其在承受荷载过程中产生移位、滑动等现象;
- d) 采用贝雷梁作纵梁时,根据起吊设备性能,在地面拼装成组或分节段吊装;

- e) 相邻贝雷梁作为受力纵梁时,相邻贝雷梁之间用横向连接系、支撑架等连接成整体。纵梁与横梁间采用 U 形螺栓或型钢进行限位固定。

9.6 模板支架预压

9.6.1 模板支架预压荷载应为支架需承受全部荷载的 1.1 倍;支架预压应按照 JGJ/T 194 的规定分 3 级加载,3 级加载依次为预压荷载值的 60%、80%、100%。

9.6.2 预压荷载分布应模拟承受的结构荷载及施工荷载,加载顺序应模拟实际施工加载顺序进行,以检验模板支架相关重要部位在分级加载时的强度、刚度和稳定性,与设计验算对照,评估安全性能。

9.6.3 模板支架应采用水箱法、水袋法、混凝土预制块或建筑材料堆载法等便于准确计量的方式进行预压。预压作业过程中,模板支架下方及周边一定范围应避免或减少作业人员。

9.6.4 模板支架预压前,应布置支架的沉降监测点,在预压过程中,应对支架的沉降进行观测,并按表 E.1 的要求进行记录。

9.6.5 模板支架监测点布置应符合下列规定:

- 沿模板支架纵向两端及每隔 1/4 跨径布置一个监测断面;
- 每个监测断面上的监测点不少于 5 个,并对称布置;
- 支架沉降监测点在支架顶部和底部对应位置上分别布置。

9.6.6 支架每级加载完成后,应先停止下一级加载,并每间隔 12 h 对支架沉降量进行一次监测。当支架顶部监测点 12 h 的沉降量平均值小于 2 mm 时,可进行下一级加载。

9.6.7 当支架全部预压荷载施加完毕后,各监测点最初 24 h 的沉降量平均值小于 1 mm 或各监测点最初 72 h 的沉降量平均值小于 5 mm 时,可进行支架卸载。

9.6.8 模板支架预压可一次性卸载,卸载时应逐层、对称、均衡、同步卸载。

9.6.9 支架沉降监测记录与计算应符合下列规定:

- 预压荷载施加前,监测并记录支架顶部和底部监测点的初始高程;
- 每级荷载施加完成时,监测各测点高程并计算沉降量;
- 全部预压荷载施加完毕后,每隔 24 h 监测一次并记录各监测点高程;
- 卸载 6 h 后,监测各监测点高程,并计算支架各监测点的弹性变形量;
- 计算支架各监测点的非弹性变形量。

9.7 脚手架与模板支架拆除

9.7.1 脚手架与模板支架拆除作业符合下列规定:

- 拆除前应制定拆除方案,分段拆除时,确定分界处的技术处理方案,并保证分段后架体的稳定;
- 拆除作业前施工单位相关负责人应对作业人员进行拆除安全技术交底;
- 拆除作业前对拆除作业场地及周围环境进行检查,拆除作业区内无障碍物,对作业场地临近的输电线路等设施应采取防护措施;
- 拆除前在脚手架与模板支架四周应设置安全警戒标识;拆除过程中应派专职安全员旁站;
- 拆除前应清除脚手架与模板支架上的材料、工具和杂物,清理地面障碍物;
- 拆除架子的作业人员应戴安全帽、系安全带、穿劳保鞋;
- 拆除作业按先搭后拆,后搭先拆的原则,从上往下依次逐步拆除,不应上下同时拆除;
- 拆除作业不应重锤击打、撬别;拆除的杆件、构配件采用机械或人工运至地面,不应抛掷。

9.7.2 脚手架的拆除作业顺序符合下列规定:

- 同层杆件和构配件应按先外后内的顺序拆除;剪刀撑、斜撑杆等加固杆件在脚手架拆卸至该部位时再拆除;

- b) 脚手架与墩柱抱箍连接件随架体逐层拆除,不应先将抱箍连接件整层或数层拆除后再拆架体;拆除作业过程中,当架体的自由端高度超过2步时应加设临时拉结。

9.7.3 模板支架拆除前,工程梁体混凝土强度应满足设计要求。对于普通钢筋混凝土梁,当梁跨度不大于8 m时,混凝土强度应达到设计强度等级的75%后方可拆除;当梁跨度大于8 m和悬臂构件,混凝土强度应达到设计强度等级的100%后方可拆除;对于预应力混凝土梁,应满足设计规定的条件后方可拆除支架。

9.7.4 模板支架拆除遵从下列规定:

- a) 模板支架拆除前,应由施工现场技术负责人检查验证,确认支架可拆除;
- b) 根据检查结果补充完善施工方案中的拆除顺序和措施,按照要求填好支架拆除申请表(见表F.1),应经相关部门签字同意后进行拆除工作;
- c) 拆除时确保未拆除部分处于稳定牢固状态,必要时对未拆除部分采取临时加固支撑措施,确认安全后方可拆除;
- d) 预应力混凝土梁支架和模板拆除时,侧模板应在预应力张拉前松开,保留翼缘板处竖向支撑立杆,以确保荷载的竖向传递,防止立杆拆除后翼缘板部位的荷载传递到底腹板位置,造成支架下沉,引起梁体开裂;
- e) 拆除时按照批复的施工方案进行,不应违反作业程序或使用机械拖拽的方法拆除。

9.7.5 柱梁式模板支架的卸落顺序,应按照设计要求施作,从工程梁体挠度最大处的支架节点开始同步卸落,然后逐步向两端对称、均匀的卸落相邻支架节点。

9.7.6 支架卸落应分级(每次卸落量控制在10 mm~20 mm)、循环进行,单跨现浇梁应从跨中向两端循环卸落;悬臂端应先落悬臂部分梁体支架(从悬臂端向桥墩循环卸落),然后再按先跨中后两边顺序进行循环卸落。

9.7.7 多跨连续梁整联浇筑时,支架卸落脱模宜各跨同时均匀分次卸落;如逐跨卸落时,宜由两边向中跨对称卸落。

9.7.8 支架卸落过程中,应观察梁端支架变形情况,发现集中荷载节点出现异常情况时应立即停止卸落,及时采取加固措施,确保梁体安全。

9.7.9 柱梁式模板支架拆除应根据实际情况选用横移法或整孔卸落法。

9.7.10 当墩身高度较低、且场地允许吊机作业时可采用横移法拆除支架。采用横移法拆除支架时,应将整孔贝雷梁按照吊机的起吊能力分解成若干块,以钢管立柱顶的横梁为锚固点,利用导链葫芦或电动卷扬机将分解后的贝雷梁拖拉至吊机可起吊的位置,再用吊机吊至地面散拆。

9.7.11 当支架高度较高时,可采用整孔卸落法拆除支架。采用整孔卸落法拆除支架前,应在箱梁上预留孔道,在桥面上设置竖向顶升千斤顶和精轧螺纹钢吊挂扁担梁,精轧螺纹钢穿过箱梁预留孔,其下端设置扁担梁,托住纵梁主梁,利用千斤顶的行程反复倒顶,接长精轧螺纹钢,逐步将纵向主梁下放至地面。

9.7.12 柱梁式模板支架基础应与支架一同拆除,并恢复场地原貌。

10 检查验收

10.1 检查验收阶段划分

10.1.1 脚手架应在下列阶段进行检查验收:

- a) 施工准备阶段,构配件进场时;
- b) 地基与基础施工完后,架体搭设前;
- c) 首层水平杆搭设安装后;
- d) 脚手架每搭设一个结构层(墩、台身节段)高度,投入使用前;
- e) 脚手架搭设至设计高度后。



10.1.2 满堂模板支架应在下列阶段进行检查验收：

- a) 施工准备阶段,构配件进场时；
- b) 地基与基础施工完后,满堂模板支架搭设前；
- c) 首层水平杆搭设安装后；
- d) 满堂模板支架每搭设完4步或搭设至6 m高度时；
- e) 满堂模板支架搭设至设计高度后。

10.1.3 柱梁式模板支架应在下列阶段进行检查验收：

- a) 施工准备阶段,构配件进场时；
- b) 地基与基础施工完后,架体搭设前；
- c) 钢管柱梁式模板支架每搭设至一层平联位置时；
- d) 钢管柱梁式模板支架搭设至设计高度后。

10.1.4 当遇有下列情况之一时,应进行全面检查,确认安全后方可继续搭设或使用：

- a) 遇有六级及以上强风、暴雨和洪水,或地基受到潮水淹没后；
- b) 冻结的地基土解冻后；
- c) 停工超过1个月恢复使用或继续搭设前；
- d) 架体遭受外力撞击作用后；
- e) 架体部分拆除后；
- f) 其他可能影响架体结构稳定性的特殊情况发生后。

10.1.5 架体搭设至设计高度后,在投入使用前(模板支架结构在预压完成、并卸除荷载后),应在阶段检查验收的基础上进行完工检查验收。

10.2 构配件检查验收

10.2.1 进入施工现场的主要构配件应有产品质量合格证、产品性能检验报告。

10.2.2 进入现场的脚手架与满堂模板支架的构配件应按表 G.1、表 G.2、表 G.3 的规定进行抽样检验。

10.2.3 柱梁式模板支架的构配件基本尺寸、质量和性能符合下列规定：

- a) 柱梁式模板支架搭设前,应对支架与配件的基本尺寸、质量和性能进行检查合格后方可使用；
- b) 施工现场使用的钢管与配件具有产品质量合格证,标志清晰,并应满足下列要求：
 - 1) 钢管与配件表面平直光滑,焊缝饱满,无裂缝、开焊、焊缝错边、硬弯、凹痕、毛刺、锁柱弯曲等缺陷；
 - 2) 钢管与配件表面涂刷防锈漆或镀锌；
 - 3) 重要受力构件按照相关规范进行焊缝质量检测。
- c) 周转使用的钢管与配件,在每次周转时应检查其完好性和质量状况,复核后方可周转使用；
- d) 在施工现场每使用一个安装拆除周期,应对钢管、配件采用目测、尺量的方法检查一次；当锈蚀深度超过规定值时不应使用；
- e) 连接系所用钢管和型钢的质量,应满足下列要求：
 - 1) 具有产品质量合格证；
 - 2) 钢管和型钢无裂缝、变形现象；
 - 3) 钢管和型钢表面涂有防锈漆。

10.3 地基基础检查验收

10.3.1 地基基础检查验收项目、质量要求、抽检数量、检验方法符合表 G.4 的规定,并重点检查验收下列内容：

- a) 地基的处理、承载力应符合施工方案设计的要求；
- b) 地基表面应平整、坚实；
- c) 湿陷性黄土、膨胀土、软土地基应有防水措施；
- d) 寒冷和严寒地区地基应有防冻胀措施；
- e) 基础(或其他形式承载体等)的形式、质量应满足专项施工方案的要求；
- f) 基础不应有不均匀沉降,立杆底座和垫板与基础间无松动、悬空现象；
- g) 基础周边设置的排水沟有硬化处理,且无开裂现象；
- h) 地基基础施工记录和地基承载力试验资料完整。

10.3.2 当脚手架与模板支架结构支承于桥面、桥墩系梁等工程结构上时,支垫措施应符合专项施工方案要求。

10.4 脚手架检查验收

10.4.1 脚手架架体应重点检查验收下列内容：

- a) 架体三维尺寸和门洞设置满足专项施工方案的要求；
- b) 斜撑杆和剪刀撑按专项施工方案规定的位置和间距设置；
- c) 纵向水平杆、横向水平杆连续设置,扫地杆距离地面高度符合本文件要求规定；
- d) 脚手架附着件按专项施工方案规定的位置和间距设置,并与工程结构和架体可靠连接；
- e) 接头连接紧固程度；
- f) 架体水平度和垂直度偏差在本文件允许范围内。

10.4.2 脚手架搭设的检查验收项目、质量要求、抽检数量、检验方法应符合表 G.5 的规定。

10.4.3 脚手架验收后应形成记录,记录表应满足表 G.6 的要求。

10.5 满堂模板支架检查验收

10.5.1 满堂模板支架检查验收应具备下列资料：

- a) 专项施工方案、图纸和计算书；
- b) 材料、构配件出厂合格证、检测报告；
- c) 地基基础、防护及道路交通标线各阶段的施工记录及质量检查记录；
- d) 安装过程中出现的重要问题及处理记录。

10.5.2 满堂模板支架搭设完毕、支架预压前检查验收项目应包括下列主要内容：

- a) 地基不均匀变形情况,立杆底座或垫板与地基面的接触状况；
- b) 立杆、水平杆间距设置情况；
- c) 可调托撑、可调底座的螺杆伸出长度；
- d) 盘扣式斜杆(或扣件式钢管剪刀撑)设置状况；
- e) 盘扣式水平杆(斜杆)与立杆连接节点紧固度；
- f) 剪刀撑的扣件扭力矩；
- g) 抗倾覆措施设置情况；
- h) 安全防护措施；
- i) 防雷接地。

10.5.3 满堂模板支架搭设的技术要求、允许偏差及检查验收项目应符合表 G.7、表 G.8 的规定。

10.5.4 满堂模板支架验收后应形成记录,记录表应满足表 G.9 的要求。

10.6 柱梁式模板支架检查验收

10.6.1 柱梁式模板支架检查验收应具备下列资料：

- a) 专项施工方案、图纸和计算书；
- b) 材料、构配件出厂合格证、检测报告；
- c) 地基基础、防护及道路交通标线各阶段的施工记录及质量检查记录；
- d) 安装过程中出现的重要问题及处理记录。

10.6.2 柱梁式模板支架搭设安装完毕、支架预压前检查验收项目应包括下列主要内容：

- a) 柱梁式模板支架的地基承载力、沉降及基础的形式、结构质量、防水、排水措施等满足专项施工方案要求；
- b) 柱梁式模板支架使用的构配件的品种、规格尺寸及质量等满足专项施工方案要求；
- c) 柱梁式模板支架使用的构配件安装位置、方法及安装质量等满足专项施工方案要求；
- d) 柱梁式模板支架预压荷载试验方法满足专项施工方案要求，其荷载试验观测点的弹性变形值、基础下沉量、支架刚度、立柱变形、连接件紧固程度及其他观测或观察的项目满足专项施工方案要求；
- e) 柱梁式模板支架的临边、洞口、上下通道、外观防护、周边防护等满足专项施工方案要求；
- f) 钢管柱梁式模板支架作业区域周围所设的道路交通标志和标线符合 GB 5768.4 的规定；
- g) 防雷接地满足专项施工方案要求。

10.6.3 钢管柱梁式模板支架检查验收后应形成记录，记录表应符合表 G.10、表 G.11 的规定。

10.7 模板支架预压试验检查验收

10.7.1 模板支架预压试验检查验收应在施工单位自检合格的基础上进行。

10.7.2 模板支架预压试验检查验收包括下列主要内容：

- a) 预压荷载为支架需承受全部荷载的 1.1 倍，预压荷载的分布应模拟需承受的结构荷载及施工荷载；
- b) 支架预压应符合 9.6 的规定。

10.7.3 支架预压验收合格后应按表 G.12 所示签署预压验收记录表。

10.8 安全防护设施检查验收

10.8.1 安全防护设施应重点检查验收下列内容：

- a) 作业平台的脚手板、挡脚板、防护栏杆、安全网、水平防护的设置齐全、牢固；作业平台宽度不小于 900 mm；
- b) 梯道的设置满足专项施工方案的要求，防护设施齐全；
- c) 通道门洞顶部封闭，两侧设置防护设施；车行通道门洞设置防撞设施、交通设施和警示标志；
- d) 脚手架作业层上设置有醒目的限载警示标志；
- e) 模板支架结构搭设和拆除过程中，地面设置围栏和警戒标志；
- f) 脚手架及支架结构与架空输电线保持安全距离，接地防雷措施等符合 GB 50194 的有关规定。

10.8.2 安全防护设施检查验收的项目、质量要求、抽检数量、检验方法应符合表 G.13 的规定。

10.9 完工检查验收

10.9.1 完工检查验收应具备下列资料：

- a) 专项施工方案及变更文件（包括按实际检测壁厚，重新设计搭设方案）；
- b) 周转使用的脚手架与模板支架构配件使用前的复验合格记录；
- c) 构配件进场、基础施工、架体搭设、防护设施施工阶段的施工记录及质量检查记录；
- d) 脚手架与模板支架使用前已通过整体验收，并在醒目位置挂验收牌，验收牌上标明验收范围、

验收人员、验收时间。

10.9.2 架体搭设至设计高度后,在投入使用前(模板支架在预压完成、并卸除荷载后),应在阶段检查验收的基础上形成完工检查验收记录,记录表应符合表 G.14 的规定。

10.10 使用过程检查

10.10.1 架体经验收合格后投入使用,使用过程中应定期检查,检查项目应符合下列规定:

- a) 基础无积水,基础周边有序排水,底座和可调顶托撑无松动,立杆无悬空;
- b) 基础无明显沉降,架体无明显变形;
- c) 立杆、水平杆、斜撑杆、剪刀撑和附着件无缺失、松动;
- d) 架体无超载使用情况;
- e) 模板支架监测点完好;
- f) 安全防护设施齐全有效,无损坏缺失。

10.10.2 当遇有下列情况之一时,应对架体进行全面检查,确认安全后方可继续使用:

- a) 遇有六级风及以上强风、发生大雨、洪水,或地基受到潮水淹没后;
- b) 冻结的地基土解冻后;
- c) 停用超过一个月后;
- d) 架体遭遇外力撞击作用后;
- e) 架体部分拆除后;
- f) 遇有其他特殊情况后;
- g) 其他可能影响架体结构稳定性的特殊情况发生后。

11 监测与安全管理

11.1 监测

11.1.1 对安全等级为 I 级的模板支架结构宜编制监测方案,方案应包括项目概况、测点布置、监测方法、监测人员、主要仪器设备、监测频率、监测信息报送和监测报警值等内容。

11.1.2 监测内容应包括支架结构轴力、支架基础沉降、横梁挠度、大钢管立柱倾斜等。

11.1.3 位移监测点的布置可分为基准点和位移监测点,其布设应符合下列规定:

- a) 每个支架结构设基准点;
- b) 在支架结构的顶层、底层及每 5 步设置位移监测点;
- c) 监测点设在角部和四边的中部位置,其中桥梁布置在跨中支架的中上部。

11.1.4 当满堂模板支架结构立杆需进行轴力监测时,其测点布设应符合下列规定:

- a) 单元桁架中受力大的立杆底部布设监测点;
- b) 顺路中线方向设不少于 3 个监测面,每个监测面不少于 3 个测点。

11.1.5 监测仪器、设备和监测元件符合下列规定:

- a) 应满足观测精度和量程的要求;
- b) 应具有良好的稳定性和可靠性;
- c) 经过校准或检定,且校准记录或检定记录资料齐全,并在规定的校准或检定的有效期内;
- d) 监测数据宜采用无线传输采集方式;
- e) 监测仪器、设备和元件的安装不降低结构安全性。

11.1.6 监测点应稳固、明显,应对监测装置和监测点做好保护设施。

11.1.7 监测项目的监测频率应根据支架结构规模、周边环境、自然条件、施工阶段等因素确定;监测数据变化量较大或速率加快时,应提高监测频率。

11.1.8 监测报警值应采用监测项目的累计变化量和变化速率值两个值控制,并符合表 15 的规定。

表 15 监测报警值

监测指标	限值
轴力	设计计算值的 0.8 倍
支架立杆(立柱)顶水平位移	水平位移量: $H/300$
立柱顶部横梁挠度	设计计算值的 0.8 倍
基础沉降	1 mm

11.1.9 当出现下列情况之一时,应立即启动应急预案:

- a) 监测数据达到报警值时;
- b) 支架结构的荷载突然变化时;
- c) 周边场地出现突然较大沉降或严重开裂的异常变化时;
- d) 出现其他影响临时支架结构及周边环境安全的异常情况。

11.1.10 监测资料应包括监测方案、监测记录、监测分析及结论。

11.2 安全管理

11.2.1 安装与拆除脚手架和模板支架的人员应正确使用安全防护用具,戴安全帽、系安全带、穿劳保鞋。

11.2.2 脚手架和模板支架的构配件、地基基础、支架安装、支架预压、安全防护设施应按第 10 章要求进行检查验收后方可使用。

11.2.3 钢管上不应打孔,型钢上不应随意切割;钢管处于受力状态时,不对架体钢管进行焊接作业。

11.2.4 脚手架高度大于 10 m 时,应按规定设置缆风绳,缆风绳的地锚应设围栏。

11.2.5 脚手架和模板支架在安装或拆除过程中,符合下列规定:

- a) 应设有专职安全员全程监督、施工技术人员全程指导施工,发现隐患应立即报告有关人员处理;当遇险情时,应立即停止施工并采取应急措施,待修复或排除险情后,方可继续施工;
- b) 脚手架和模板支架安装和拆除时应划出安全警戒区,并设置安全警戒标志,派专人看守,不允许非操作人员进入作业范围;
- c) 在 2 m 及以上高度作业时,应遵守 JGJ 80 的规定;
- d) 与输电线路应保持安全距离;当作业脚手架和模板支架高度超过 15 m 时,应安设避雷设施,避雷设施的接地电阻不大于 $4\ \Omega$;施工现场临时用电应符合 JGJ 46 有关规定;
- e) 当高度与宽度相比大于 3 倍的独立模板支架施工时,或在大风施工时,应加设保证整体稳定的构造措施;
- f) 当遇到 6 级及以上大风、雨雪、浓雾天气时,应停止露天高处作业;遇到 6 级及以上风力时,应停止起重作业;
- g) 夜间不应进行脚手架和模板支架的安装或拆除作业;
- h) 安装或拆除过程中,各种工具不应散放在模板或脚手板上,所用工具系挂在作业人员身上或置于所配戴的工具袋中;
- i) 安装或拆除过程中如遇中途停歇,应将模板和杆件连接牢固,不应松动、浮搁或悬空,确保架体处在安全状态,如停工时间较长,应重新检查后方可继续施工;
- j) 在脚手架和模板支架上进行电、气焊作业时,应配备防火措施并有专人监护。

11.2.6 脚手架和模板支架在使用期间派专人定期检查,并符合下列规定:

- a) 脚手架和模板支架顶部的实际荷载不超过专项施工方案的规定;架体不与施工升降机、塔式起重机等起重设备钢结构架体机身及其附着设施相连接;脚手架和模板支架不与施工物料周转料平台相连接;不将混凝土输送管、布料杆、缆风绳等固定在脚手架和模板支架上;
- b) 不应擅自拆除架体结构杆件;当确需要拆除时,经专项施工方案审批人同意,在确定补救措施后方可实施;
- c) 在作业脚手架和模板支架基础及邻近处不应进行挖掘作业;当确需要挖掘时,经专项施工方案审批人同意,在确定补救措施后方可实施;
- d) 模板、钢筋及其他材料等施工荷载均匀堆置,放平放稳;施工总荷载不超过模板支架设计荷载要求;
- e) 安全防护设施完好无破损并满足专项施工方案要求;
- f) 搭设在水中的作业脚手架和模板支架,经常检查受水冲刷情况,发现松动、变形或沉陷及时加固;
- g) 当按专项施工方案确定的监测点观测值超过报警值时,应立即停止施工,经分析原因,并采取有效措施后方可继续施工。

11.2.7 模板支架四周应设立围挡,并设反光条。

11.2.8 跨越道路的钢管柱梁式模板支架应设置安全警示及交通标志,并应符合下列规定:

- a) 在支架前方 20 m ~ 100 m 处开始设置警示标志牌、限速标志、轮廓灯、减速带、界限反光灯标志、限高限宽闪光吊杆、车辆防撞桩,并采用隔离设施进行车辆引导、合并道;所有标志、标牌的规格、防撞桩等样式符合 GB 5768.4 和相关部门的要求;
- b) 设置夜间交通安全警示灯;
- c) 沿通道设置照明设施,车行道照明设施设置高度不小于 4.5 m;人行道照明设施设置高度不小于 2.5 m;
- d) 在支架内侧和前端设置一定数量的防撞砂筒、防撞桩等防撞设施。

11.2.9 跨越道路的钢管柱梁式模板支架应在通道出入口上方设置间距 600 mm 的双层安全防护棚,安全防护棚应能承受大于 10 kPa 的均布静荷载;安全防护棚的长度应大于自由坠落的防护半径。通道上方模板支架底部应采用木板或其他硬质材料全封闭,通道两侧应设置防护栏杆和安全网。

11.2.10 跨越江河的钢管柱梁式模板支架应按规定设置安全警示、通航标志,并设置防止船只与漂流物撞击措施。

11.2.11 脚手架和模板支架在施工期间,应定期举办应急演练。



附录 A
(规范性)
风压高度变化系数

对于平坦或稍有起伏的地形,风压高度变化系数应根据地面粗糙度类别按表 A.1 取值。地面粗糙度可分为 A、B、C、D 四类:

- A 类指近海海面 and 海岛、海岸、湖岸及沙漠地区;
- B 类指田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区;
- C 类指有密集建筑群的城市市区;
- D 类指有密集建筑群且房屋较高的城市市区。

表 A.1 风压高度变化系数(μ_z)

离地面或海拔高度(m)	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
5	1.09	1.00	0.65	0.51
10	1.28	1.00	0.65	0.51
15	1.42	1.13	0.65	0.51
20	1.52	1.23	0.74	0.51
30	1.67	1.39	0.88	0.51
40	1.79	1.52	1.00	0.60
50	1.89	1.62	1.10	0.69
60	1.97	1.71	1.20	0.77
70	2.05	1.79	1.28	0.84
80	2.12	1.87	1.36	0.91
90	2.18	1.93	1.43	0.98
100	2.23	2.00	1.50	1.04
150	2.46	2.25	1.79	1.33
200	2.64	2.46	2.03	1.58
250	2.78	2.63	2.24	1.81
300	2.91	2.77	2.43	2.02
350	2.91	2.91	2.60	2.22
400	2.91	2.91	2.76	2.40
450	2.91	2.91	2.91	2.58
500	2.91	2.91	2.91	2.74
≥550	2.91	2.91	2.91	2.91

附 录 B

(规范性)

轴心受压构件的稳定系数

B.1 Q235 钢管轴心受压构件的稳定系数应按表 B.1 取值。

表 B.1 Q235 钢管轴心受压构件的稳定系数(φ)

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	0.997	0.995	0.992	0.989	0.987	0.984	0.981	0.979	0.976
10	0.974	0.971	0.968	0.969	0.963	0.960	0.958	0.955	0.952	0.949
20	0.947	0.944	0.941	0.938	0.936	0.933	0.930	0.927	0.924	0.921
30	0.918	0.915	0.912	0.909	0.906	0.903	0.899	0.896	0.893	0.889
40	0.886	0.882	0.879	0.875	0.872	0.868	0.864	0.861	0.858	0.855
50	0.852	0.849	0.846	0.843	0.839	0.836	0.832	0.829	0.825	0.822
60	0.818	0.814	0.810	0.806	0.802	0.797	0.793	0.789	0.784	0.779
70	0.775	0.770	0.765	0.760	0.755	0.750	0.744	0.739	0.733	0.728
80	0.722	0.716	0.710	0.704	0.698	0.692	0.686	0.680	0.673	0.667
90	0.661	0.654	0.648	0.641	0.634	0.626	0.618	0.611	0.603	0.595
100	0.588	0.580	0.573	0.566	0.558	0.551	0.544	0.537	0.530	0.523
110	0.516	0.509	0.502	0.496	0.489	0.483	0.476	0.470	0.464	0.458
120	0.452	0.446	0.440	0.434	0.428	0.423	0.417	0.412	0.406	0.401
130	0.396	0.391	0.386	0.381	0.376	0.371	0.367	0.362	0.357	0.353
140	0.349	0.344	0.340	0.336	0.332	0.328	0.324	0.320	0.316	0.312
150	0.308	0.305	0.301	0.298	0.294	0.291	0.287	0.284	0.281	0.277
160	0.274	0.271	0.268	0.256	0.262	0.259	0.256	0.253	0.251	0.248
170	0.245	0.243	0.240	0.237	0.235	0.232	0.230	0.227	0.225	0.223
180	0.220	0.218	0.216	0.214	0.211	0.209	0.207	0.205	0.203	0.201
190	0.199	0.197	0.195	0.193	0.191	0.189	0.188	0.186	0.184	0.182
200	0.180	0.179	0.177	0.175	0.174	0.172	0.171	0.169	0.167	0.166
210	0.164	0.163	0.161	0.160	0.159	0.157	0.156	0.154	0.153	0.152
220	0.150	0.149	0.148	0.146	0.145	0.144	0.143	0.141	0.140	0.139
230	0.138	0.137	0.136	0.135	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128
240	0.127	0.126	0.125	0.124	0.123	0.122	0.121	0.120	0.119	0.118
250	0.117	—	—	—	—	—	—	—	—	—

B.2 Q355 钢管轴心受压构件的稳定系数应按表 B.2 取值。

表 B.2 Q355 钢管轴心受压构件的稳定系数(φ)

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	0.997	0.994	0.991	0.988	0.985	0.982	0.979	0.976	0.973
10	0.971	0.968	0.965	0.962	0.959	0.956	0.952	0.949	0.946	0.943
20	0.940	0.937	0.934	0.930	0.927	0.924	0.920	0.917	0.913	0.909
30	0.906	0.902	0.898	0.894	0.890	0.886	0.882	0.878	0.874	0.870
40	0.867	0.864	0.860	0.857	0.853	0.849	0.845	0.841	0.837	0.833
50	0.829	0.824	0.819	0.815	0.810	0.805	0.800	0.794	0.789	0.783
60	0.777	0.771	0.765	0.759	0.752	0.746	0.739	0.732	0.725	0.718
70	0.710	0.703	0.695	0.688	0.68	0.672	0.664	0.656	0.648	0.64
80	0.632	0.623	0.615	0.607	0.599	0.591	0.583	0.574	0.566	0.558
90	0.550	0.542	0.535	0.527	0.519	0.512	0.504	0.497	0.489	0.482
100	0.475	0.467	0.460	0.452	0.445	0.438	0.431	0.424	0.418	0.411
110	0.405	0.398	0.392	0.386	0.380	0.375	0.369	0.363	0.358	0.352
120	0.347	0.342	0.337	0.332	0.327	0.322	0.318	0.313	0.309	0.304
130	0.300	0.296	0.292	0.288	0.284	0.280	0.276	0.272	0.269	0.265
140	0.261	0.258	0.255	0.251	0.248	0.245	0.242	0.238	0.235	0.232
150	0.229	0.227	0.224	0.221	0.218	0.216	0.213	0.210	0.208	0.205
160	0.203	0.201	0.198	0.196	0.194	0.191	0.189	0.187	0.185	0.183
170	0.181	0.179	0.177	0.175	0.173	0.171	0.169	0.167	0.165	0.163
180	0.162	0.160	0.158	0.157	0.155	0.153	0.152	0.150	0.149	0.147
190	0.146	0.144	0.143	0.141	0.140	0.138	0.137	0.136	0.134	0.133
200	0.132	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126	0.124	0.123	0.122	0.121
210	0.120	0.119	0.118	0.116	0.115	0.114	0.113	0.112	0.111	0.110
220	0.109	0.108	0.107	0.106	0.106	0.105	0.104	0.103	0.101	0.101
230	0.100	0.099	0.098	0.098	0.097	0.096	0.095	0.094	0.094	0.093
240	0.092	0.091	0.091	0.090	0.089	0.088	0.088	0.087	0.086	0.086
250	0.085	—	—	—	—	—	—	—	—	—



附 录 C

(规范性)

脚手架及满堂模板支架有关设计参数

C.1 钢管截面特性应按表 C.1 取值。

表 C.1 钢管截面特性

外径 ϕ (mm)	钢管壁厚 T (mm)	截面积 A (cm ²)	惯性矩 I (cm ⁴)	截面模量 W (cm ³)	回转半径 i (cm)
60.3	3.2	5.71	23.10	7.70	2.01
48.3	3.6	5.06	12.71	5.26	1.59
48.3	3.5	4.93	12.43	5.15	1.59
48.3	3.2	4.50	11.36	4.73	1.59
48.3	2.5	3.57	9.28	3.86	1.61
42.4	2.5	3.10	6.08	2.89	1.40
38	2.5	2.79	4.41	2.32	1.26
33.7	2.3	2.22	2.63	1.59	1.09

C.2 可调托撑、可调底座承载力应按表 C.2 取值。

表 C.2 可调托撑、可调底座承载力设计值

可调托撑(kN)		可调底座(kN)	
$\phi 48 \times 6.5$	$\phi 38 \times 5$	$\phi 48 \times 6.5$	$\phi 38 \times 5$
140	100	140	100

C.3 挂扣式脚手板的承载力应按表 C.3 取值。

表 C.3 挂扣式钢脚手板承载力

项目	平均值	最小值
挠度	≤ 10	
受弯承载力(kN)	> 5.4	> 4.9
抗滑移强度(kN)	> 3.2	> 2.9

附录 D
(规范性)
贝雷梁拼装结构力学参数

D.1 钢管柱梁式模板支架所采用的贝雷梁(321 型)的几何特性应按表 D.1 的规定取值。

表 D.1 贝雷梁(321 型)几何特性表

梁片组合		几何特性	
		截面抗弯模量 $W(\text{cm}^3)$	截面惯性矩 $I(\text{cm}^4)$
单排单层	不加强	3 578.5	250 497.2
	加强	7 699.1	577 434.4
双排单层	不加强	7 157.1	500 994.4
	加强	15 398.2	1 154 868.8
三排单层	不加强	10 735.5	751 491.6
	加强	23 097.3	1 732 303.2
双排双层	不加强	14 817.9	2 148 588.8
	加强	30 641.7	4 596 255.2
三排双层	不加强	22 226.8	3 222 883.2
	加强	45 962.6	6 894 382.8

D.2 贝雷梁(321 型)内力设计值应按表 D.2 的规定取值。

表 D.2 贝雷梁(321 型)内力设计值表

内力设计值	梁片组合(不加强型)				
	单排单层	双排单层	三排单层	双排双层	三排双层
弯矩($\text{kN} \cdot \text{m}$)	788.2	1 576.4	2 246.4	3 265.4	4 653.2
剪力(kN)	245.2	490.5	698.9	490.5	698.9
内力设计值	梁片组合(加强型)				
	单排单层	双排单层	三排单层	双排双层	三排双层
弯矩($\text{kN} \cdot \text{m}$)	1 687.5	3 375.0	4 809.4	6 750.0	9 618.8
剪力(kN)	245.2	490.5	698.9	490.5	698.9

D.3 钢管柱梁式模板支架所采用的贝雷梁(200 型)的几何特性应按表 D.3 的规定取值。

表 D.3 贝雷梁(200 型)几何特性表

梁片组合		几何特性	
		截面抗弯模量 $W(\text{cm}^3)$	截面惯性矩 $I(\text{cm}^4)$
单排单层	不加强	5 437	580 174
	加强	10 875	1 160 348
双排单层	不加强	10 875	1 160 348
	加强	21 750	2 320 696
三排单层	不加强	16 312	1 740 522
	加强	32 625	3 481 044
四排单层	不加强	21 750	2 320 696
	加强	43 500	4 641 392

D.4 贝雷梁(200)内力设计值应按表 D.4 的规定取值。

表 D.4 贝雷梁(200 型)内力设计值表

内力设计值	梁片组合(不加强型)				梁片组合(加强型)			
	单排单层	双排单层	三排单层	四排单层	单排单层	双排单层	三排单层	四排单层
弯矩(kN·m)	1 034.3	2 027.2	2 978.8	3 930.3	2 068.6	4 244.2	6 236.4	8 228.6
剪力(kN)	222.1	435.3	639.6	843.9	222.1	435.3	639.6	843.9
高剪力(kN)	384.6	753.7	1 107.5	1 461.3	384.6	753.7	1 107.5	1 461.3
超高剪力(kN)	509.8	999.2	1 468.2	1 937.2	509.8	999.2	1 468.2	1 937.2

D.5 贝雷梁构件质量应按表 D.5 的规定取值。

表 D.5 贝雷片构件质量 单位为千牛

构件名称	单位	质量	构件名称	单位	质量
桁架	片	2.700	桁架螺栓	个	0.030
加强弦杆	根	0.800	弦杆螺栓	个	0.020
销子	个	0.030	支撑架	副	0.021



附录 E

(规范性)

模板支架沉降监测记录表

模板支架预压加载和卸载过程中,各沉降监测点的沉降变化应按表 E.1 进行记录。

表 E.1 支架沉降监测记录表

[illegible]

附 录 F
(规范性)
模板支架拆除申请表

模板支架在拆除前应按表 F.1 填写拆除申请。

表 F.1 模板支架拆除申请表

支架拆除部位	
拆除条件	
拆除日期	
每日拆除时间段	
现场旁站人员	
现场安全措施：	
项目部意见	负责人：日期：
监理审查意见	负责人：日期：

附 录 G

(规范性)

脚手架和模板支架施工检查验收项目

表 G.1 ~ 表 G.14 给出作业脚手架和模板支架施工各阶段的检查验收项目、抽检数量、抽检方法及验收记录表。

表 G.1 脚手架和满堂模板支架材料检查验收项目

项次	项目	要求	抽检数量	检查方法
1	钢管	出厂产品质量合格证、性能检验报告;近期性能检验报告	—	检查资料
		钢管表面应平直光滑,不得有裂纹、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕、深的划道及严重锈蚀等缺陷,严禁打孔;钢管外壁使用前应涂刷防锈漆,钢管内壁宜涂刷防锈漆	全数	目测
		钢管外径及壁厚符合相关规范的规定	3%	游标卡尺或接触式检测仪
2	扣件	有生产许可证、质量检测报告、产品质量合格证、复试报告	—	检查资料
		不应有裂纹、变形、螺栓滑丝存在;扣件与钢管接触部位不应有氧化皮;活动部位应能灵活转动,旋转扣件两旋转面间隙应小于 1 mm;扣件表面应进行防锈处理	全数	目测
		扣件螺栓拧紧力矩值不应小于 40 N·m,且不应大于 65 N·m	按表 G.2	扭力扳手
3	碗扣节点及套管	碗扣的铸造件表面应光滑平整,不得有砂眼、缩孔、裂纹等缺陷,表面粘砂应清理干净;冲压件不得有毛刺、裂纹、氧化皮等缺陷;碗扣的各焊缝应饱满,不应有未焊透、夹砂、咬肉、裂纹等缺陷;立杆的上碗扣应能上下串动、转动灵活,不应有卡滞现象;立杆与立杆的连接孔应能插入 $\phi 10$ mm 连接销;安装横杆时上碗扣均能锁紧	全数	目测
		碗扣的立杆连接套管,其壁厚不应小于 3.5 mm,内径不应大于 50 mm,套管长度不应小于 160 mm,外伸长度不应小于 110 mm	3%	游标卡尺或接触式检测仪
4	盘扣节点及套管	插销外表面应与水平杆和斜杆杆端扣接头内表面吻合,插销连接应保证锤击自锁后不拔脱,采用 0.5 kg 手锤敲击下沉量不大于 3 mm	10%	锤子敲击
		铸钢或钢板热锻制作的连接盘的厚度为 8 mm,允许尺寸偏差 ± 0.3 mm;钢板冲压制作的连接盘材质为 Q355,厚度不应小于为 9 mm;材质为 Q235,厚度为 10 mm,允许尺寸偏差 ± 0.3 mm;铸钢和材质为 Q235 的钢板冲压制作的插销厚度为 8 mm、允许偏差 ± 0.3 mm;采用圆钢热锻制造和材质为 Q355 的钢板冲压制作的插销厚度为 6 mm,允许尺寸偏差 ± 0.3 mm	3%	游标卡尺测量
		采用无缝钢管做外套管,套管长度应不小于 150 mm,可插入长度不应小于 100 mm,壁厚不小于 3.5 mm,套管内径与立杆钢管外径间隙不应大于 2 mm;采用内插管形式的连接套管长度不应小于 200 mm,可插入长度不应小于 100 mm,壁厚不应小于 3.2 mm,内插管外径与立杆钢管内径间隙不应大于 2 mm	3%	游标卡尺测量

表 G.1 脚手架和满堂模板支架材料检查验收项目(续)

项次	项目	要求	抽检数量	检查方法
5	可调底座及可调托撑	可调托撑及底座抗压承载力符合要求;应有产品质量合格证、质量检验报告	—	检查资料
		实心螺杆外径不应小于 36 mm,可调托撑螺杆与螺母旋合长度不应小于 5 扣,螺母厚度不应小于 30 mm;插入立杆内的长度不应小于 150 mm;板厚不小于 5 mm,变形不大于 1 mm;螺杆与托板焊接要牢固,焊缝高度不小于 6 mm;实心螺杆材质符合 JG/T 503 的规定。 空心螺杆规格为 $\phi 48\text{ mm} \times 6.5\text{ mm}$ 和 $\phi 38\text{ mm} \times 5.0\text{ mm}$,外径允许偏差 $\pm 0.5\text{ mm}$,壁厚允许偏差 $\pm 0.3\text{ mm}$,空心螺杆与调节螺母旋合长度不应小于 4 扣,调节螺母厚度不小于 30 mm;空心螺杆材质符合 JG/T 503 的规定。 底座板和托板应采用 5 mm 厚 Q235 制作,厚度允许偏差 $\pm 0.3\text{ mm}$,承力板长度和宽度均不应小于 150 mm,承力板与螺杆采用环焊,并设置加劲片或加劲拱,托板应设置高度不小于 40 mm 的开口挡板	3%	游标卡尺、钢板尺测量
6	脚手板	应有产品质量合格证	—	检查资料
		冲压钢脚手板板面挠曲 $\leq 12\text{ mm}$ (长度 $l \leq 4\text{ m}$)或 16 mm (长度 $l > 4\text{ m}$);板面扭曲 $\leq 5\text{ mm}$ (任一角翘起)	3%	钢板尺
		不应有裂纹、开焊与硬弯;新、旧脚手板均应涂防锈漆	全数	目测
7	安全网	安全网绳不应损坏和腐朽,平支安全网宜使用锦纶安全网;密目式阻燃安全网除满足网目要求外,其锁扣间距应控制在 300 mm 以内	全数	目测

表 G.2 扣件拧紧抽样检查数目及质量判定标准

项次	检查项目	安装扣件数量(个)	抽检数量(个)	允许不合格数
1	连接立杆与纵(横)向水平杆或剪刀撑的扣件;接长立杆、纵向水平杆或剪刀撑的扣件	51 ~ 90	5	0
		91 ~ 150	8	1
		151 ~ 280	13	1
		281 ~ 500	20	2
		501 ~ 1 200	32	3
		1 201 ~ 3 200	50	5
2	连接横向水平杆与纵向水平杆的扣件(非主节点处)	51 ~ 90	5	1
		91 ~ 150	8	2
		151 ~ 280	13	3
		281 ~ 500	20	5
		501 ~ 1 200	32	7
		1 201 ~ 3 200	50	10

表 G.3 脚手架和满堂模板支架构配件允许偏差

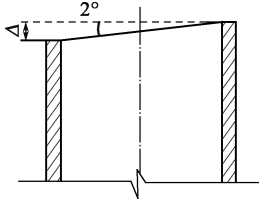
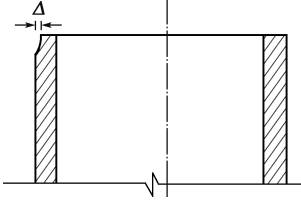
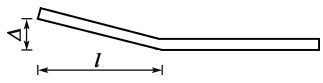
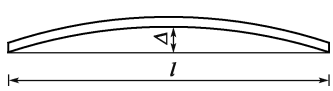
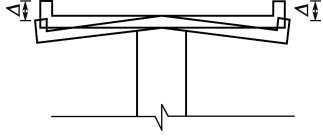
序号	项目		允许偏差 Δ (mm)	示意图	检查工具
1	外径、壁厚		符合相关规范的规定		游标卡尺
2	钢管两端面切斜偏差		1.70		塞尺、 拐角尺
3	钢管外表面锈蚀深度		≤ 0.18		游标卡尺
4	钢管 弯曲	各种杆件钢管 的端部弯曲 $l \leq 1.5 \text{ m}$	≤ 5		钢板尺
		立杆钢管弯曲 $3 \text{ m} < l \leq 4 \text{ m}$ $4 \text{ m} < l \leq 6.5 \text{ m}$	≤ 12 ≤ 20		
		水平杆、斜杆的 钢管弯曲 $l \leq 6.5 \text{ m}$	≤ 30		
5	冲压 钢脚 手板	板面挠曲 $l \leq 4 \text{ m}$ $l > 4 \text{ m}$	≤ 12 ≤ 16		钢板尺
		板面扭曲 (任一角翘起)	≤ 5		
6	可调托撑的托板变形		1.0		钢板尺 塞尺

表 G.4 脚手架和满堂模板支架地基基础检查验收

序号	检查项目	质量要求	抽检数量	检查方法
1	地基处理承载力	符合方案设计要求	每 100 m ² 不少于 3 个点	触探
2	地基顶面平整度	20 mm	每 100 m ² 不少于 3 个点	2 m 直尺
3	垫板铺设	土层地基上的立杆应设置垫板,垫板长度不少于 2 跨,并符合方案设计要求	全数	目测
4	垫板尺寸	垫板厚度不小于 50 mm,宽度不小于 200 mm,并符合方案设计要求	不少于 3 处	游标卡尺 钢板尺
5	底座、可调托撑设置情况	符合方案设计要求	全数	目测
6	立杆与基础的接触紧密度	立杆与基础间应无松动、脱空现象	全数	目测
7	排水设施	完善,并符合方案设计要求	全数	目测
8	施工记录试验资料	完整	全数	查阅记录
9	模板支架预压记录	完整,预压符合要求	全数	查阅记录

表 G.5 脚手架架体检查验收方法

序号	检查项目		质量要求	抽检数量	检查方法
1	可调底座	垂直度	± 5 mm	全部	经纬仪或吊线和卷尺
		插入立杆长度	≥ 150 mm		钢板尺
2	节点	杆件节点连接	对扣件式架体杆件节点扣件的拧紧力矩 40 N·m~65 N·m;对碗扣式架体水平杆接头插入上下碗扣,上碗扣通过限位销旋转锁紧水平杆;对承插式架体插销销紧、插销销入深度符合规范要求	对扣件式架体杆件节点按表 G.2,其他为全部	扣件式架体用扭力扳手检测,其他为目测
3	立杆	间距	符合方案设计要求	全部	目测、钢板尺
		接头	相邻立杆接头不在同一步距内	全部	目测
		垂直度	1.8 m 高度内偏差小于 5 mm	全部	经纬仪或吊线和卷尺
4	水平杆	完整性	纵、横向贯通,不缺失	全部	目测
		步距	符合方案设计要求	全部	目测
		水平度	相邻水平杆高差小于 5 mm	全部	水平仪或水平尺
		扫地杆距离地面高度	符合方案设计要求,且碗扣式≤400 mm,扣件式≤200 mm、盘扣式≤400 mm	全部	钢板尺

表 G.5 脚手架架体检查验收方法(续)

序号	检查项目		质量要求	抽检数量	检查方法
5	斜撑杆、剪刀撑	斜撑杆位置和间距	符合方案设计要求	全部	目测
		间距、跨度	符合方案设计要求	全部	目测、钢卷尺
		与地面夹角	45°~60°	全部	目测、钢板尺
		搭接长度与扣件数量	搭接长度≥1 m,搭接扣件不少于3个	全部	目测、角尺
		与立杆(水平杆)扣接情况	每步扣接,与节点间距≤150 mm	全部	目测、钢板尺
		扣件拧紧力矩	40 N·m~65 N·m	全部	力矩扳手复拧
6	与墩柱、梁抱箍连接的竖向和水平间距		符合方案设计要求	全部	目测、钢卷尺
7	架体全高垂直度		≤架体搭设高度的1/600,且≤35 mm	每段内外立面均不少于4根立杆	经纬仪或吊线和卷尺
8	门洞	双排脚手架门洞结构(宽度、高度、专用托梁设置等)	符合方案设计要求	全部	目测、钢卷尺

表 G.6 脚手架施工检查验收记录表

项目名称														
搭设部位		高度 (m)				跨度 (m)				最大荷载				
搭设班组				班组长										
操作人员持证人数				证书符合性										
方案编审程序符合性				技术交底情况				安全交底情况						
钢管 支架	进场前质量验收情况													
	材质、规格与方案的符合性													
	使用前质量检测情况													
	外观质量检查情况													
检查内容			允许偏差 (mm)	方案要求 (mm)	实际情况 (mm)								符合性	
立杆垂直度 $\leq L/500$ 且 ± 50			± 5											
水平杆水平度			± 5											
可调底座	垂直度	± 5												
可调托撑	插入立杆深度 ≥ 150	-5												
立杆组合对角线长度			± 6											

表 G.6 脚手架施工检查验收记录表(续)

立杆	纵向间距			
	横向间距			
	竖向接长位置			
	基础承载力			
水平杆	纵、横向水平杆步距			
	水平杆与立杆连接紧固度			
	插销销紧情况			
竖向斜杆	拐角处设置情况			
	其他部位			
剪刀撑	垂直纵、横向设置			
	扣件扭力矩			
与墩柱、梁抱箍连接设置				
扫地杆设置				
护栏设置				
脚手板设置				
挡脚板设置				
人行梯架设置				
其他				
施工单位 检查结论	结论：检查日期： 年 月 日 检查人员：项目技术负责人：项目经理：			
监理单位 验收结论	结论：验收日期： 年 月 日 专业监理工程师：总监理工程师：			

表 G.7 满堂模板支架搭设技术要求、允许偏差与检查方法

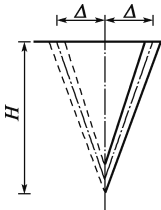
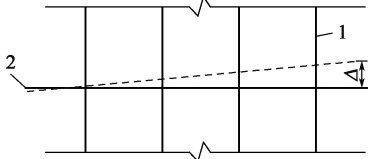
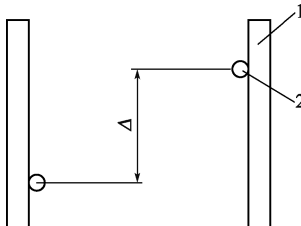
项次	项目		技术要求	允许偏差 Δ (mm)	示意图	检查方法与工具
1	地基基础	表面	坚实平整	—	—	观察
		排水	不积水			
		垫板	不晃动 不悬空			
		底座	不滑动	- 10		
	不沉降					
2	立杆垂直度	垂直偏差	$\leq H/500$ 且 $\leq \pm 50$			用经纬仪或吊线和卷尺
3	支撑结构间距	步距 立杆间距	— —	± 20 ± 30	—	钢板尺
4	纵向水平杆高差	一根杆的两端	—	± 20		水平仪或水平尺
		同跨内两根纵向水平杆高差	—	± 10		
5	杆件连接	水平杆、斜杆杆端连接	扣接头卡入连接盘牢固	—	—	锤子敲击
		同步立杆上两个相隔连接套管接头的位置	≥ 500 mm, 并应设置接头防拔出插销固定	—		钢卷尺、观察
6	钢管剪刀撑	扣件螺栓拧紧扭力矩	40 N · m ~ 65 N · m	—	—	扭力扳手
		与地面的倾角	$45^{\circ} \sim 60^{\circ}$		—	角尺
注 1:图中 1 为立杆; 注 2:图中 2 为纵向或横向水平杆。						

表 G.8 满堂模板支架检查验收项目

序号	检查项目		检查内容及要求
1	保证项目	施工方案	搭设前应编制专项施工方案,进行结构设计计算,并应按规定进行审核;按照相关规定组织专家审查、论证
2		基础	基础应坚实、平整,承载能力应符合设计要求,并能承受全部荷载; 回填土方的压实度应符合设计和规范要求; 回填石方的沉降差应小于试验确定的沉降差; 立杆底部应按本文件要求设置底座或垫板; 纵向、横向扫地杆设置应符合本文件要求; 地基应设置排水设施,排水畅通; 梁(板)上的支撑结构应对桥面结构的承载能力进行验算,必要时应对梁(板)结构采取应力扩散措施
3		构造	立杆纵、横向间距及步距应符合设计和本文件要求; 竖向、水平斜杆、钢管剪刀撑的设置应符合本文件要求
4		稳定性	支撑结构应与既有结构做可靠连接; 可调托撑伸出顶层水平杆的悬臂长度应符合本文件要求; 支撑结构基础沉降、变形及应力应在允许范围内
5		施工荷载	施工荷载应在设计允许范围内; 当浇筑混凝土时,应对混凝土堆积高度进行控制
6		交底与验收	支撑结构搭设、拆除前应进行交底,并有交底记录; 搭设完毕应按照规定组织验收
7	一般项目	杆件连接	立杆应采用对接或套接的方式连接,并应符合本文件要求; 水平杆的连接应符合本文件要求; 当剪刀撑斜杆搭接时,搭接长度不应小于 1 m,且不应少于 2 个扣件连接; 杆件节点应检查插销销紧情况;钢管剪刀撑应检查扣件的拧紧力矩
8		可调底座与可调托撑	可调底座、可调托撑螺杆直径及与立杆内径间隙应符合本文件要求; 可调托撑螺杆与螺母旋合长度符合要求; 插入立杆内的长度不得小于 150 mm
9		支架结构拆除	支架结构拆除前确认混凝土强度达到设计要求;预应力结构还应确认预应力已经建立; 当上部结构是网架、钢桁架等时,应核查其自身承载能力; 支架结构拆除前应设置警戒区,并应设专人监护
10		安全防护	作业层应铺脚手板,并设安全平网兜底; 泵管、缆风绳等不能固定在模板支架上,模板支架与外电架空线之间的距离符合规范要求,特殊情况须采取防护措施

表 G.9 满堂模板支架施工检查验收记录表

项目名称															
搭设部位			架体高度 (m)		架体长度 (m)		架体宽度 (m)		最大荷载						
搭设班组					班组长										
操作人员 持证人数					证书符合性										
专项方案编审 程序符合性					技术交底情况			安全交底情况							
钢管 支架	进场前质量验收情况														
	材质、规格与方案的符合性														
	使用前质量检测情况														
	外观质量检查情况														
检查内容			允许偏差 (mm)	方案要求 (mm)	实际情况(mm)										符合性
立杆垂直度 $\leq L/500$ 且 ± 50			± 5												
水平杆水平度			± 5												
可调 托撑	垂直度	± 5													
	插入立杆深度 ≥ 150	-5													
可调 底座	垂直度	± 5													
	插入立杆深度 ≥ 150	-5													
立杆组合对角线长度			± 6												
立杆	纵、横向间距														
	竖向接长位置														
	基础承载力														
水平杆	纵、横向水平杆设置														
	纵、横向步距														
	插销销紧情况														
竖向斜杆	最底层步距处设置情况														
	最顶层步距处设置情况														
	其他部位														
剪刀撑	垂直纵、横向设置														
	水平剪刀撑														
	扣件扭力矩														
扫地杆设置															
与已建结构物拉结设置															
其他															

表 G.12 模板支架预压验收记录表

工程名称				
单位工程名称				
分部工程名称				
工序名称				
检查项目	预压荷载	应为支架需承受全部荷载的 1.1 倍	符合情况	
		模拟结构荷载及施工荷载		
	支架基础预压 沉降量	最初 24 h 的沉降量小于 1 mm,或最初 72 h 的 沉降量小于 5 mm		
	支架预压 沉降量	最初 24 h 的沉降量小于 1 mm,或最初 72 h 的 沉降量小于 5 mm		
验收日期		验收范围		
验收意见	施工单位	项目技术负责人： 项目经理：年 月 日 (施工项目部章)		
	监理单位	 专业监理工程师： 总监理工程师：年 月 日 (监理项目部章)		

表 G.13 安全防护设施检查验收

序号	检查项目		质量要求	抽检数量	检查方法
1	作业层、 作业平台	宽度	满足方案设计要求,且 $\geq 900\text{ mm}$	全部	钢板尺
		脚手板材质、规格和安装	满足方案设计要求,铺满、铺稳、铺实	全部	目测、钢板尺
		挡脚板位置和安装	立杆内侧、牢固,高度 $\geq 180\text{ mm}$	全部	目测、钢板尺
		安全网	外侧安全网牢固、连续	全部	目测
		防护栏杆高度	立杆内侧、离地高度分别为 0.6 m 、 1.2 m	全部	目测
		层间防护	脚手板下采用安全平网兜底,水平网竖向间距 $\leq 10\text{ m}$;内立杆与建筑物间距离 $\geq 150\text{ mm}$ 时,间隙应封闭	全部	目测、钢卷尺
		施工荷载控制	作业层上设置有醒目的限载警示标志,施工荷载不得超过设计允许荷载	全部	目测
2	梯道	宽度	满足方案设计要求,且 $\geq 900\text{ mm}$	全部	钢板尺
		坡度	梯道坡度 $\leq 1:1$	全部	板板尺
		转角平台脚手板材质、规格和安装	满足方案设计要求,铺满、铺稳、铺实	全部	目测
		安全网	牢固、连续	全部	目测
		通道、转角平台防护栏杆高度	立杆内侧、离地高度分别为 0.6 m 、 1.2 m	全部	目测
3	模板支架、 门洞安全防护	车行通道导向、限高、限宽、减速、防撞等设施及标志、标线	满足方案设计要求,并完善、有效	全部	目测
		顶部封闭、两侧防护栏杆及安全网	满足方案设计要求,并完善、有效	全部	目测
4	施工现场	架体与架空输电线距离、防雷设施	架体与架空输电线应保持安全距离,接地防雷措施等应符合 GB 50194 的有关规定	全部	全站仪、电阻检测仪
		作业区域安全防护	模板支架搭设和拆除过程中,地面离架体 15 m 范围内应设置围栏和警戒标志,派专人看守,严禁非操作人员进入作业范围	全部	目测、钢卷尺

表 G.14 完工检查验收记录表

项目名称				架体类型	双排脚手架□ 满堂模板支架□ 柱梁式模板支架□		
搭设部位		搭设高度		搭设跨度		施工荷载	
检查与验收情况记录							
序号	检查项目	检查内容及要求				实际情况	符合性
1	专项施工方案	搭设前应编制专项施工方案,进行架体结构布置和计算,专项施工方案应经审核、签字;超过一定规模的应经专家审查、论证					
2	构配件	进场的主要构配件应有产品质量合格证、产品性能检验报告,构配件观感质量、规格尺寸应按规定的抽检数量进行抽检					
3	地基基础	地基处理和承载力应符合方案设计要求,地基应坚实、平整;垫板的尺寸及铺设方式应符合方案设计要求;立杆与基础应接触紧密;地基排水设施应完善,并符合方案设计要求,排水应畅通;施工记录和试验资料应完整					
4	架体搭设	立杆纵、横间距及水平杆步距应符合方案设计要求;架体水平度和垂直度应满足本文件要求;水平杆应纵、横向贯通,不得缺失					
5	杆件连接	立杆应采用对接或套接的方式连接,并应满足本文件要求; 水平杆的连接应符合本文件要求; 当剪刀撑斜杆搭接时,搭接长度不应小于 1 m,且不应少于 2 个扣件连接; 杆件节点扣件的拧紧力矩、上碗扣锁紧情况、插销销紧情况应满足本文件要求; 脚手架相邻立杆接头不应在同一步距内					
6	架体构造	扫地杆离地间距、立杆伸出顶层水平杆长度(模板支架)、斜杆和剪刀撑设置位置和间距、连墙件(作业脚手架)或架体与既有建筑结构连接点(模板支架)的竖向和水平间距应满足方案设计和本文件要求					
7	可调托撑与底座	螺杆垂直度、插入立杆长度应满足规范要求					
8	安全防护设施	应按方案设计和规范要求设置作业层脚手板、挡脚板、安全网、防护栏杆和专用梯道;门洞设置应满足方案设计和本文件要求					
9	施工单位 检查结论	结论: 专项施工方案编制人员: 检查人员: 检查日期: 年 月 日 项目技术负责人: 项目经理:					
10	监理单位 验收结论	结论: 验收日期: 年 月 日 专业监理工程师: 总监理工程师:					