

公路涵洞组合钢模板技术规范

2025 - 04 - 11 发布

2025 - 07 - 10 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类编码及标识	3
5 模板设计	4
6 整体移动模架设计	7
7 模板制作	8
8 检查与验收	9
9 安装与拆除	12
10 装卸与转运	14
11 维修与保管	15
附录 A（规范性）涵洞组合钢模板构造示意图	17
附录 B（资料性）通用模板组件规格表	19
附录 C（规范性）模板荷载计算	22
附录 D（规范性）模板试验与检验方法	24
附录 E（资料性）整体移动模架结构示意图	27

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。

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对本文件的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会（SXS/TC37）归口。

本文件起草单位：山西路桥建设集团有限公司、山西路桥模板科技有限公司、长安大学。

本文件主要起草人：段宝红、牛艳伟、杨志贵、杨建红、郭聪林、蒲智明、张亚军、崔涛、李峰、李文亮、党王辉、赵世琪、贺文军、高阳、郭子强、张晓敏、李程、齐竹康、刘琳、王跃骅。

公路涵洞组合钢模板技术规范

1 范围

本文件规定了公路涵洞组合钢模板的术语和定义、分类编码及标识、模板及整体移动模架设计、模板制作、安装与拆除、装卸与转运、维修与保管的相关技术要求。

本文件适用于公路涵洞组合钢模板。

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 247 钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB 3095 环境空气质量标准
- GB/T 5780 六角头螺栓C级
- GB/T 5782 六角头螺栓
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
- GB/T 14977 热轧钢板表面质量的一般要求
- GB/T 20065 预应力混凝土用螺纹钢筋
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB/T 50214 组合钢模板技术规范
- GB 50661 钢结构焊接规范
- GB 55006 钢结构通用规范
- JTG F90 公路工程施工安全技术规范
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- JGJ 162 建筑施工模板安全技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

组合钢模板

由钢模板和连接件组成，以通用模板为主、专用模板为辅，通过模板连接件连接可组合拼装成符合混凝土结构不同设计形状及尺寸的模板，见附录A。

3.2

通用模板

采用标准进制规格和相同拼装方式，可通用的钢模板，分为通用平面模板、直角连接模块等。

3.3

通用平面模板

宽度、长度、拼装螺栓孔距与孔位均为标准规格，可通用的平面模板。常用规格见附录B。

3.4

直角连接模块

形成涵洞混凝土结构直角的模板组件。

3.5

专用模板

非标准进制规格以及用于混凝土异型结构的模板。

3.6

模板系统

由面板、法兰、背肋、筋板组焊成一体的单片模板与背楞、模板连接件等组件组成的系统。

3.7

面板

与浇筑混凝土直接接触的承力钢板。

3.8

法兰

焊接于面板四周，用于模板拼接并承受面板传递荷载的带孔连接钢板。

3.9

背肋

直接与面板背部焊接提高面板整体刚度、直接承受面板传递荷载的型钢或钢板部件。

3.10

筋板

与法兰和面板焊接的法兰加劲板。

3.11

背楞

与背肋紧贴，且垂直背肋安装，用以提高模板强度、刚度、平面度的型钢。

3.12

背楞固定板

焊接于背肋与法兰之间，使背楞固定并紧靠在模板背面的带螺栓孔的钢板。

3.13

背楞接长件

用于背楞接长时，连接部位的组件（包括垫片、接长件等），通过紧固螺栓与背楞连接，保持支撑体系稳定性和连续性。

3.14

背楞角连件

在模板角部供相互垂直的两根背楞端部连接固定的组件。包括角扣、对拉螺杆、螺栓等。

3.15

模板连接件

模板系统各组件之间的连接零件，主要包括拼接螺栓、卡扣、钩头螺栓、对拉螺杆、拉筋、背楞接长件、背楞角连件等。

3.16

整体移动木架

用于整体浇筑箱涵或盖板涵节段，可整体装模、拆模、移动的模板系统，由移动内模架和移动外模架两部分组成。

3.17

移动式外模架

由涵洞外侧钢模板、桁架背楞、顶横梁和行走系统等部分组成的对称一体化模板体系。

3.18

桁架背楞

与活动钢背楞连接形成平面刚度较大的桁架加劲体系，用于固定涵洞外侧模板，保证其在不设对拉螺杆工况下变形满足设计要求。

3.19

移动式内模架

由涵洞内侧钢模板（包括背楞及通梁）、顶板底模板及跨内支撑系统组成的可行走对称一体化模板体系。

3.20

跨内支撑系统

安装于涵洞净空内承受涵洞侧墙与顶板混凝土施工荷载的可移动承力系统，主要由4榀闭口门式钢支架、顶纵梁、底纵梁、行走系统以及液压升降顶撑等附件组成。闭口门式钢支架由内横梁、架腿、底横撑以及架腿拉结斜杆组成。

3.21

通梁

连接固定各背楞，与背楞垂直安装的型钢或型钢组合梁，分为内通梁和外通梁。

3.22

纵梁

安装固定于移动内模架内模横梁之上或架腿底部，沿涵长方向布置的型钢或型钢组合梁，分为顶纵梁和底纵梁。

3.23

横梁

固定于移动内模架架腿顶部或连接外模架两侧桁架背楞，沿涵洞跨径方向布置的型钢或型钢组合梁，分为内模横梁、外模横梁。

3.24

行走轨道

铺设于行走轮之下，供移动整体模架用的带翼缘、防走偏型钢。

3.25

配模

根据混凝土结构物几何形状及尺寸设计要求，选择模板类型、规格、连接件等并进行组合设计的活动。

4 分类编码及标识

4.1 模板分类

- 4.1.1 根据形状、功能及作用不同，涵洞组合钢模板可分为通用模板（T）、专用模板（Z）。
- 4.1.2 通用模板可分为通用平面模板（TPM）以及涵洞整体浇筑时用于转角部位的直角连接模块（TZJ）。
- 4.1.3 通用平面模板设定规则：宽度以 0.5 m 为进制递增，长度以 0.5 m 为进制递增，通用平面钢模板标准进制见表 1。

表1 通用平面钢模板标准进制

项目	宽度 m	长度 m
标准进制	0.5	0.5
规格尺寸	0.5、1.0、1.5、2.0	0.5、1.0、1.5、2.0

4.2 通用模板编码标示

- 4.2.1 涵洞组合钢模板及附件的型号标示方法如图 1 所示。

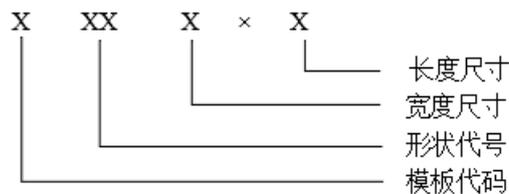


图1 通用模板规格型号标示方法

示例：TPM15×10：表示通用平面模板，宽度1500 mm、长度1000 mm；TZJ 05×10：表示直角连接模块，宽度500 mm、长度1000 mm。

4.3 标识

- 4.3.1 标识内容或信息：生产厂家、商标、规格型号、生产日期、地址、电话等。
- 4.3.2 标识应经久耐用，可选用熔敷标记、钢印或油漆喷涂。

5 模板设计

5.1 设计原则

模板应具有足够的强度、刚度和耐久性，满足施工过程中的受力要求，结构设计应简单合理，并应符合拼缝严密、装拆灵活，搬运方便的要求。

5.2 选材

- 5.2.1 应遵循技术可靠、经济合理的原则，选择满足施工荷载和刚度要求的材料。
- 5.2.2 组合钢模板应选用强度等级不低于 Q235 钢材，并满足 GB 55006 和 GB/T 700 的规定。
- 5.2.3 模板系统各组件选材见表 2。
- 5.2.4 焊接材料（如焊条、焊丝等）应与焊件材质相匹配，并满足 GB 50661 的规定。

表2 模板系统各组件选材一览表

组件名称	材料标准	规格与等级
面板	钢板 (GB/T 247)	厚度不应小于6 mm
法兰	钢板 (GB/T 247) 型钢 (GB/T 2101)	100 mm×12 mm钢板, 特殊情况下可采用型钢
背肋	型钢 (GB/T 2101)	通用圆柱模板竖向背肋宜采用[8]及以上型号槽钢, 环向背楞宜采用[10]及以上型号槽钢
筋板	材质同面板	100 mm×100 mm×12 mm三角钢板
背楞	型钢 (GB/T 2101)	[10]、[12]或[14]槽钢
背楞固定板	钢板 (GB/T 247)	厚度不小于12 mm
背楞接长件	钢板 (GB/T 247)	垫片厚度不小于12 mm; 接长钢块宜采用厚度不小于12 mm的钢板组焊
螺栓	普通螺栓GB/T 5780) 高强螺栓 (GB/T 5782)	组件连接采用4.8级M20×60普通螺栓; 关键部位 (如拐角处) 采用8.8级高强螺栓; 抱箍连接采用8.8级M27×130高强螺栓; 钩头螺栓采用4.8级M20×250 (240) 普通螺栓
对拉螺杆	精轧螺纹钢 (GB/T 20065)	Φ20 mm (JL20) 或 Φ25 mm (JL25)
纵梁	型钢 (GB/T 2101) 钢板 (GB/T 247)	底纵梁采用10mm钢板组焊成矩形断面; 顶纵梁采用H钢。
横梁	型钢 (GB/T 2101)	内、外横梁采用H钢
横撑、支撑	型钢 (GB/T 2101)	交叉斜撑选用[10]槽钢; 底横撑采用[10]槽钢闭口扣焊。
行走轨道	型钢 (GB/T 2101)	外模采用角钢, 内模采用槽钢
拉筋	精轧螺纹钢 (GB/T 20065)	宜选用 Φ25精轧螺纹钢
钢销	优质碳素结构钢 (GB/T 699)	宜选用45号钢

5.3 钢模板设计

5.3.1 构造设计

5.3.1.1 公路涵洞组合钢模板宜采用模数制设计, 通用模板的标准规格尺寸可按附录 A 选用。

5.3.1.2 通用平面模板设计要求:

- 法兰沿模板面板四周布置位置应低于面板端部 0.5 mm; 法兰孔眼直径宜为 22 mm, 边孔中心距板端距离宜为 50 mm, 相邻孔中心距宜为 100 mm。
- 背肋应焊接于面板背部, 沿模板长度方向平行布置, 沿宽度方向间距宜为 250 mm, 最大不超过 300 mm。
- 平行于背肋的法兰与面板间应焊接筋板, 筋板间距宜为 250 mm, 厚度应大于面板厚度, 且与法兰厚度相同。
- 活动钢背楞通常用槽钢背对背焊接制作, 槽钢间净距不宜超过 50 mm, 与背楞固定板连接处, 槽钢翼缘内侧宜加焊长度为 60 mm 的楔形垫片。安装方向应与背肋垂直, 沿模板长度方向宜按 1 m 间隔均匀布置, 采用螺栓紧固于背楞固定板上。需要接长或拐角时, 在背楞端部加装背楞接长件或转角接长件, 并采用螺栓连接紧固。
- 500 mm 以上平模不应转换方向使用。

5.3.1.3 专用模板应按实际需要进行专项设计, 并能与通用模板匹配组装, 拼接严密。

5.3.1.4 模板连接件设计要求

- a) 普通螺栓重复使用次数不宜超过 2 次；高强螺栓不可重复使用且一次使用天数不宜超过 720 天。
- b) 对拉螺杆应根据混凝土浇筑高度选用不同的直径和等级：当混凝土一次浇筑高度不超过 5 m 时，宜选用 $\Phi 20$ 的精轧螺纹钢（JL20）作为对拉螺杆，对拉螺杆沿背楞方向间距不宜超过 1 m；混凝土一次浇筑高度大于 5 m 小于 10 m 时，宜选用 $\Phi 25$ 的精轧螺纹钢（JL25）作为对拉螺杆、对拉螺杆沿背楞方向间距不宜超过 0.8 m；混凝土浇筑高度超过 10 m 时，不宜一次浇筑完成。
- c) 拐角处连接模板可采用直角连接模块，以适应不同的混凝土结构尺寸。

5.3.1.5 模板上设置的吊环宜采用 HPB300 圆钢，不应采用冷加工钢筋制作。

5.4 配模设计

5.4.1 工厂制作

5.4.1.1 配模设计成果应包括以下内容：

- a) 结构设计计算书；
- b) 模板总装图、细部构造图、拼装图及说明书；
- c) 模板及连接件规格、数量和周转使用计划；
- d) 拼缝处理方案；
- e) 安装和拆除方案及注意事项。

5.4.1.2 拼装图应标出钢模板的位置、规格、型号和数量，特殊构造应加以标明。

5.4.1.3 预埋件和预留孔洞位置，应在拼装图上标明，并注明其固定方法。

5.4.2 现场安装

5.4.2.1 应根据涵洞的设计要求、地基条件、荷载情况、施工设备和材料性能进行配模设计和连接件的选择。

5.4.2.2 配模时应优先选用规格尺寸较大的通用模板，其他规格的模板作为补充。

5.4.2.3 接缝应严密规则，短向缝宜错开布置。

5.4.2.4 模板设计时宜考虑防排水措施，防止模内进水、积水。

5.4.2.5 涵身侧模与顶板底模宜采用通用平面模板配以专用模板方式满足不同孔径和净高要求。

5.4.2.6 涵洞内外侧模宜采用对拉螺杆固定。

5.4.2.7 设置对拉螺杆时，应尽量减少或避免在模板上钻孔。若需在模板上钻孔时，应采用标准孔径孔距。

5.5 结构计算及验算

5.5.1 钢模板的设计应采用基于概率论的极限状态设计方法，并使用分项系数的设计表达式进行计算。配模的计算应符合 JGJ 162 规定的要求。

5.5.2 配模设计应按表 3 进行荷载组合验算，计算方法见附录 C。

表3 配模设计荷载组合

模板结构类别	荷载组合	
	强度验算	刚度验算
顶板或盖板的底模板	1+2+3+4+7	1+2+7
细薄墩台身的侧模板	4+5	5
基础及厚大墩台身侧模板	5+6	5

注：1-模板自重；2-新浇筑混凝土、钢筋、预应力筋或其他圬工结构物的重力；3-施工人员及施工设备、施工材料等荷载；4-振捣混凝土时产生的振动荷载；5-新浇筑混凝土对模板侧面的压力；6-混凝土入模时产生的水平方向的冲击荷载；7-其他可能产生的荷载，如风荷载、雪荷载、冬季保温设施荷载、温度应力等。

5.5.3 模板最大容许挠度见表4。

表4 模板最大容许挠度

模板部位	容许挠度
结构外露面模板	模板构件跨度的1/400
结构隐蔽面模板	模板构件跨度的1/250
钢模板的面板	1.5 mm
背楞	背楞变形为 $L_0/500$ 。

注： L_0 为计算跨径（一般指背楞全长；背楞上有对拉螺杆的， L_0 为相邻对拉螺杆之间的距离）

5.5.4 模板系统在自重和风荷载作用下的抗倾覆稳定系数不应小于1.3。

5.5.5 设置吊环的模板，每个吊环应按两肢截面计算，在模板自重标准值作用下，吊环的拉应力不应大于65 MPa。采用4个吊点同时起吊的吊环，应按3个吊点受力计算。

5.5.6 对组合钢模板整体及局部受力状况进行模拟分析时宜采用有限元方法。

6 整体移动模架设计

6.1 整体移动模架

6.1.1 涵洞整体移动模架由移动外模架和移动内模架两部分组成，为便于周转，通常一套移动外模架宜配备两套移动内模架，结构示意图见附录E。

6.1.2 整体移动模架的长度宜不超过6.1 m，高度和宽度可根据涵洞设计断面尺寸调整。

6.1.3 涵洞侧墙内外侧钢模板与顶板底模板宜优先选用大规格通用平面模板。

6.2 移动内模架

6.2.1 由涵洞内侧钢模板、顶板底模板及跨内支撑系统组成的可行走对称一体化模板体系。

6.2.1.1 闭口门式钢支架由内横梁、架腿、底横撑以及架腿拉结斜杆组成，沿涵长方向间距宜为1.5 m。

6.2.1.2 内横梁置于架腿顶部通过法兰用螺栓紧固，形成刚性连接；内横梁两端应安装平移油缸。

6.2.1.3 架腿底部侧面沿跨径方向应设置底横撑；架腿之间沿涵长方向应设置交叉斜撑增加钢支架稳定性。

6.2.1.4 架腿底部应置于底纵梁上方；底纵梁两个端头应设计举升油缸，在油缸活塞杆接触点中心往两侧各50 mm处应布置2道竖向加劲板。

6.2.1.5 底纵梁下方在每条架腿对应位置处均应设置机械千斤顶，千斤顶顶头中心靠两侧各 50 mm 处应布置 2 道加劲板。

6.2.2 模板结构设计

6.2.2.1 顶板或盖板底模板的长度方向应与涵长方向一致；顶纵梁沿涵长方向应在内横梁之上，顶板或盖板底模应在顶纵梁上方。

6.2.2.2 门式钢支架侧模的模板长度方向应与涵长方向一致；内侧模通梁应紧靠背楞水平向设置，竖向间距不宜超过 800 mm。

6.2.2.3 门式钢支架每条架腿竖向应通过倒顺丝杆与内模水平通梁连接，间距宜为 800 mm；每根通梁应有丝杆顶撑，丝杆在水平通梁上的间距与单樑门式钢支架间距一致。

6.2.2.4 边部顶纵梁与顶部模板背楞之间，中部顶纵梁与内横梁之间可通过栓接固定。

6.3 移动外模架

6.3.1 桁架背楞应进行受力计算。

6.3.2 桁架背楞应采用槽钢焊接成型并通过螺栓安装于平面模板的背楞固定板上，宽度宜为 800 mm，沿模板长度方向间距宜为 1 m，滑槽应设置于二、五桁架上方。

6.3.3 每侧外模的桁架背楞内应布置上下两道通梁，通梁置于外弦杆与直腹杆交汇处。

6.3.4 外模横梁两端宜设置平推油缸、浇筑固定销孔及行走固定销孔。

6.3.5 外模横梁应通过滑槽、钢销和平移油缸与两侧桁架背楞连接固定，间距宜为 3 m。

6.4 行走体系

6.4.1 行走体系包括行走系统和控制系统。行走系统由行走轮，行走轨道和行走台架三部分组成。

6.4.2 移动外模架行走轮宜设置在二、五桁架下方。

6.4.3 移动内模架行走轮宜设置在沿涵长方向一二架腿和三四架腿中间的底纵梁下方。

6.4.4 整体移动模架行走时应铺设型钢轨道。内模行走轨道宜使用槽钢开口向上铺设于底板或基础之上，外模行走轨道宜使用角钢铺设并固定于底板外侧或基础之上。

7 模板制作

7.1 一般规定

7.1.1 钢模板应严格按照批准的设计图进行制作。

7.1.2 焊材进厂后，应检查焊材的型号、批号和质量证明，并符合 GB 50661 中的要求。

7.1.3 钢材进厂后应进行检查验收。钢材的检验项目、取样数量、取样和试验方法应符合 GB/T 700 的规定，复验、验收规则、包装、标志和质量证明应符合 GB/T 247 和 GB/T 2101 的规定。

7.1.4 场区内应配备消防器材，设有明确的疏散通道，操作人员应穿戴防护装备。

7.1.5 模板加工制作过程中，应注意环境保护，减少噪声、粉尘、有害气体和废弃物的排放，保持工作场所清洁，并满足 GB 12348 及 GB 3095 的规定。

7.2 下料

7.2.1 下料前应进行钢板辊平、型钢矫正和材料表面处理，并符合 GB 50205 规定。

7.2.2 钢板下料时应在设计板面尺寸基础上考虑切割损失量、折弯增长量、面板拼缝增长量及边部修磨损失量。

- 7.2.3 面板的折弯宜根据面板厚度、折弯半径和折弯角度采用数控折弯机完成。
- 7.2.4 面板、法兰、背肋、筋板、背楞及背楞固定板宜采用精密切割下料，边部切面应保持垂直、平整、无毛刺，切口余料应铲除干净，当面板的平面度超过每米一毫米时应矫正。
- 7.2.5 背楞及背肋宜采用整根杆件制作，不宜焊接。
- 7.2.6 背楞所用楔形垫片宜采用槽钢余料的翼缘加工。

7.3 焊接

- 7.3.1 焊接工艺和质量要求应符合 GB 50661 的规定。
- 7.3.2 焊前应制定合理的焊接方法和顺序，减小残余应力，避免焊接变形。
- 7.3.3 模板焊接宜采用自动焊或半自动焊，焊缝较短时可采用手弧焊。
- 7.3.4 面板拼接焊接时，应做到折角对齐、接缝紧密、平顺无错台、背面应连续施焊。
- 7.3.5 组装焊接时，应采用胎具定位，按照焊接工艺要求焊接。
- 7.3.6 法兰、背肋与面板焊接时焊脚尺寸不得小于 5 mm。
- 7.3.7 模板法兰与面板之间采用断续角焊缝焊接，焊段长度不应小于 50 mm，焊段间距（断开长度）不应超过面板厚度的 15 倍；模板背肋与面板之间采用断续角焊缝焊接，焊段长度不应小于 50 mm，焊段间距（断开长度）不应超过面板厚度的 30 倍。
- 7.3.8 对连接强度要求较高的接头，如模板法兰间的对接与角接接头、背楞接长件板件之间连接、重要杆件端部与法兰板连接、叉耳或耳板与杆件连接、整体移动模架架腿及底纵梁的板件之间连接接头等，宜采用熔透焊缝焊接连接。
- 7.3.9 焊缝应坚实、光滑、均匀，不应有裂纹、夹渣、漏焊、未熔合现象，气孔、咬边、焊波（表面高低差）、焊脚尺寸、对接焊缝余高等缺陷不应超出 GB 50661 规定。
- 7.3.10 对熔透焊缝、重要角焊缝等开裂后易造成事故的焊缝应进行无损检测。
- 7.3.11 焊缝出现损坏、变形时应对焊缝进行返修焊。

7.4 防腐涂装

- 7.4.1 防腐涂装前，应进行模板试拼装并符合本标准第 8.1.5 条的规定。
- 7.4.2 防腐涂装应符合 GB 50205 的规定。
- 7.4.3 模板表面应采用涂装工艺进行防腐防锈处理。
- 7.4.4 模板连接件宜采用镀锌工艺进行防锈处理。
- 7.4.5 涂装完成后，应测量涂层厚度是否符合设计要求。当设计对涂层厚度无要求时，涂层干漆膜总厚度不应小于 150 μm 。

7.5 包装

- 7.5.1 制作完成的模板应按批次、规格、型号进行分类包装，包装外部应标明生产厂家、生产时间、规格、型号、数量、重量、运输注意事项等信息。
- 7.5.2 包装方式应根据模板形状、运输及装卸条件等确定，长条形钢模板、专用模板宜采用捆扎包装，模板连接件宜采用袋装或箱装。

8 检查与验收

8.1 检查

- 8.1.1 钢模板在工厂成批生产后，均应按照 GB/T 2828.1 的有关规定进行随机抽样，并进行荷载试验，

以检验其强度、刚度和焊接质量等综合性能，试验标准应满足表 5 的要求，荷载试验方法见附录 D。

表5 模板荷载试验标准

试验项目	模板长度 L_0 mm	支点间距 L mm	均布荷载 q kN/m^2	集中荷载 P kN/m	允许挠度 mm	强度试验要求
刚度试验	500	500	-	12	≤ 0.20	-
	1000	1000	66	24	≤ 1.50	-
	1500	1000	66	24	≤ 1.50	-
	2000					
强度试验	500	500	-	13	-	不屈服，且不应发生局部破坏或折曲，所有焊点无裂纹或撕裂。
	1000	1000	72	26	-	不屈服，且不应发生局部破坏或折曲，卸荷后残余挠度不超过0.2 mm，所有焊点无裂纹或撕裂。
	1500					
	2000					

8.1.2 单块平面模板制作质量要求见表 6。

表6 单块模板制作质量标准

项次	项目	允许偏差 mm	检查方法	
1	模板长度、宽度	+0, -1	钢卷尺测量	
2	背肋高度	± 5	钢直尺测量	
3	面板边缘偏斜	0.5	直角尺、钢直尺	
4	面板平整度	1	靠尺、塞尺	
5	面板边缘平直度	1	靠尺、塞尺	
6	法兰平直度	2	靠尺或拉线	
7	法兰 及连接件 孔眼位置	边孔中心距板端距离	+0, -0.5	钢直尺测量
8		孔眼中心距板面间距	± 0.3	钢直尺测量
9		孔眼间距	± 0.6	钢直尺测量
10		孔眼直径	0, +0.7	游标卡尺

8.1.3 模板焊缝质量标准见表 7。

表7 模板焊缝质量标准

焊缝种类	项目	允许偏差
角焊缝	气孔	直径小于1.0 mm，每米不多于3个，间距不小于20 mm，但焊缝端部10 mm之内不允许
	咬边	不允许
	焊波（焊缝高低差）	任意25 mm范围高低差 ≤ 2.0 mm
	焊脚尺寸	母材厚度为6 mm -12 mm，焊脚尺寸 ≥ 5 mm 母材厚度为12 mm -20 mm，焊脚尺寸 ≥ 6 mm
对接焊缝	气孔	不允许
	咬边	不允许

表7 模板焊缝质量标准（续）

焊缝种类	项目		允许偏差
对接焊缝	余高		焊缝宽度 ≤ 20 mm时, ≤ 2.0 mm 焊缝宽度 > 20 mm时, ≤ 3.0 mm
横向对接焊	余高铲磨后	表面高度	高于母材表面不大于 0.5 mm 低于母材表面不大于 0.3 mm
		表面粗糙度	不大于 $50 \mu\text{m}$
注1: 对接焊缝余高指焊缝金属凸出母材表面的高度; 注2: 横向对接焊缝指与焊件的主要受力方向垂直的焊缝。			

8.1.4 模板防腐涂装检验质量标准见表8。

表8 防腐涂装质量标准

检测项目	质量要求	检测方法	检测数量
外观	涂层应均匀、无明显皱皮、流坠、针眼和气泡等。	目测	100%
	涂层不应有气孔、裸漏母材的斑点、附着不牢的金属熔融颗粒、裂纹或影响使用寿命的其他缺陷。		
厚度	允许10%的读数低于规定值, 但每一单独读数不应低于规定值的90%。	参见GB/T 13452.2	1. 模板抽查数量10%, 且同类模板不应少于3件; 2. 每块模板检测5处, 每处为相距50 mm的3个测点涂层厚度平均值。

8.1.5 模板试拼装

8.1.5.1 平面模板试拼装不少于9块同时不小于 20 m^2 ;

8.1.5.2 质量检验标准见表9。

表9 模板试拼装质量检验标准

项次	检验项目	允许偏差 mm	检查方法
1	板面长度、宽度	± 3	钢卷尺测量
2	板面对角线差	≤ 3	钢卷尺测量
3	大面平整度	3	2 m靠尺、塞尺
4	相邻模板拼缝错台	≤ 1	钢直尺、塞尺
5	相邻模板拼缝间隙	≤ 1	钢直尺

8.2 验收

8.2.1 钢模板及连接件出厂前应进行验收并检验合格, 产品抽样方法、数量、频次及质量检验方法应符合GB/T 2828.1的规定, 合格产品应签发产品合格证。

8.2.2 钢材应成批验收, 每批由同一牌号、同一炉号、同一质量等级、同一品种、同一尺寸、同一交货状态的钢材组成。每批重量应不大于60 t。

8.2.3 钢材的夏比(V型缺口)冲击试验结果不符合GB/T 700规定时, 抽样产品应报废, 再从该检验批的剩余部分取两个抽样产品, 在每个抽样产品上各选取新的一组3个试样, 两组试样的复验结果均应合格, 否则该批产品不得交货。

8.2.4 钢材其他检验项目的复验和检验规则应符合 GB/T 247 和 GB/T 2101 的规定。

9 安装与拆除

9.1 一般规定

9.1.1 模板的安装拆除应严格按照设计方案执行，并符合 JTG F90 的规定。

9.1.2 装拆模板时应采用机械吊运或人工传递，不应抛掷。

9.1.3 安拆区域应设置围栏和警戒标志，配专人看守，不应有非作业人员进入作业区。

9.1.4 操作人员上岗前，必须按规定穿戴防护用品。施工负责人和安全检查员应随时检查劳动防护用品的穿戴情况，不按规定穿戴防护用品的人员不得上岗。

9.1.5 组合钢模板装拆时，上下应有人接应，钢模板应随装拆随转运，不得堆放在脚手板上，不得抛掷踩踏，中途停歇时，应将活动部件固定牢靠。

9.2 安装要求

9.2.1 应按照配模方案和说明书进行安装。

9.2.2 安装前应核对模板和连接件的规格型号和数量。

9.2.3 模板应按设计要求准确就位并安装牢固，安装过程中应设置防倾倒的临时固定设施，防止跌落、倾覆伤人。

9.2.4 拼装的板面应平整，接缝严密不漏浆，当构造物转角处设计有小的倒角时可加嵌条。

9.2.5 安装于模板上的预埋件和预留孔洞应位置准确，固定牢靠，不应遗漏。

9.2.6 两侧模板的对拉螺栓孔应平直相对，穿插螺杆时不应斜拉硬顶。宜在钢筋安装完毕、单侧模板就位后，先安装一定数量的对拉螺栓，待另一侧模板就位后，贯穿对拉螺栓并紧固。

9.2.7 与混凝土接触的模板面板应涂刷隔离剂，不应使用废机油。

9.2.8 整体移动模架安装要求：

9.2.8.1 箱涵或盖板涵施工时宜在靠近路线中心线的底板中部同时组装内模和外模，安装顺序应严格按照设计图纸进行。

9.2.8.2 安装过程应采取临时固定措施保证模架整体和局部稳定。

9.2.8.3 安装完毕应进行试运行，运行时模板结构应保持整体稳定，无明显晃动、变形或位移现象。

9.2.8.4 混凝土浇筑时采取对称浇筑，混凝土浇筑完成并达到拆模强度后，内、外模架松模并逐模向箱涵两端移动推进。

9.2.9 整体移动模架安装要点：

9.2.9.1 内模及连接件应按移动内模架设计图尺寸就位。宜在底纵梁上先安装左右架腿各 1 条，并安装横梁，后依次安装相邻架腿、交叉斜撑及横梁；微调构件尺寸后，用螺栓紧固连接承重主骨架，接着安装顶纵梁，保证主骨架稳定不倾覆。

9.2.9.2 将预拼好的内侧模、背楞及通梁吊装就位，进行初步固定后安装内侧模丝杆及油缸；将顶部模板及背楞吊装至顶纵梁上，随即用螺栓与侧模及顶纵梁连接紧固。

9.2.9.3 在组装完毕的外模板上安装桁架背楞、通梁及行走系统，组装完成后先后将两侧外模吊装就位，采用手拉葫芦临时对拉锁定。

9.2.9.4 外侧模安装完成后应及时安装外横梁及平推油缸，穿入固定销及滑槽销；紧固连接部位螺栓后再试车。

9.2.9.5 整体合模后将钢销穿入固定销孔，检查各部位的位置是否准确，如有偏差应及时调整，调整完毕后紧固各部位螺栓，确保螺栓无松动。

9.2.10 涵洞模板安装完成后应进行专项检查和验收，具体质量标准见表 10。

表10 模板安装的允许偏差

项次	检查项目		允许偏差 mm	
1	顶面高程	扩大基础	±15	
		墩台	±10	
2	平面尺寸	扩大基础	长度	-10, +100,
			宽度	±30
3	墙、板厚度	涵洞墩台		±10
		箱涵侧墙、底板		≥设计值
		涵洞盖板、箱涵顶板		-0, +10
4	净高	明涵（不包括箱涵）		≥设计值-15
		暗涵（不包括箱涵）		≥设计值-40
		箱涵		-10, +5
5	跨径		±25	
6	涵长		-10, +100	
7	全高竖直度		≤0.2%H	
8	轴线偏位	明涵		≤15
		暗涵		≤40
9	模板板面平整度	9	≤5	
10	模板接缝高低差	10	≤2	
11	后浇混凝土模板与已浇混凝土接触间隙	11	≤3	
12	预埋件中心线位置	12	≤3	

9.3 拆除要求

9.3.1 模板拆除顺序和时机应严格按设计方案执行。宜按照安装顺序反向进行，先拆除非承重模板，后拆除承重模板。

9.3.2 拆除承重模板时，应先设立临时支撑，然后进行拆卸。

9.3.3 高空作业拆除模板时，连接件应放在箱盒或工具袋中，不应放在模板或脚手板上，扳手等各类工具应系挂在身上或置放于工具袋内，不应掉落。

9.3.4 拆除前混凝土应达到拆模强度，拆除模板时不应损伤混凝土结构。

9.3.5 预组装模板宜整体拆除，应先挂好吊索，然后拆除支撑及拼接两片模板的连接件，待模板离开结构表面后再起吊吊钩，全过程不应脱钩。

9.3.6 拆模困难时应在模板底部用撬棍轻微撬动带有筋板或背肋的法兰处，使模板与结构分离，不得在模板的上部使用蛮力进行晃动或使用大锤敲击。

9.3.7 连接件漏拆时，不得强行移动模板。

9.3.8 连接件拆除后，模板应临时固定，不可将模板直接倚靠于混凝土构件。

9.3.9 整体移动模架松模、移动与拆解要求

- 9.3.9.1 节段混凝土浇筑完成达到脱模强度后拔下钢销，油缸外推使模板上部外倾与混凝土脱离，钢销穿入行走固定销孔，启动行走系统电机，模架行走至下一工作面，油缸回缩，穿入固定销，完成下节段合模。
- 9.3.9.2 松模时应满足混凝土拆模强度要求。应合理安排松模时间，统筹考虑移动模架周转使用。
- 9.3.9.3 涵洞施工完毕后，整体移动模架应移至洞身外再进行拆除。
- 9.3.9.4 顶模整体拆解时，应先卸下其与边部顶纵梁的连接螺栓，后完成拆模。
- 9.3.9.5 侧模整体拆解时，应按顺序卸下倒顺丝杆、支模油缸、通梁，后拔出模板连接钢销，吊至平整地面再逐块拆解。

10 装卸与转运

10.1 装卸

- 10.1.1 装卸前应对装卸设备和工具进行全面检查，装卸作业人员应熟悉模板装卸的工艺流程和安全操作规程。
- 10.1.2 钢模板及连接件可采用起重设备成捆或分块装卸，单块重量或尺寸适宜的也可采用人工搬运。
- 10.1.3 应轻装轻卸，不应抛掷。
- 10.1.4 吊装要求：
- 10.1.4.1 垂直吊装应采取两个以上的吊点，水平吊运应采取四个吊点，吊点应合理布置并进行受力计算。
- 10.1.4.2 被吊模板上不应有未固定的零散件。
- 10.1.4.3 当钢模板的面积或重量较大时，吊装就位摘钩前应对模板采取固定措施。
- 10.1.4.4 当风力等级 ≥ 6 级时，应停止作业。风力等级参数见表 11。

表11 风力等级参数表

风力等级	基本风压 ω_0 kN/m ²	3s时距平均瞬时风速 V_f m/s	10min平均风速 V_p m/s
5	0.08~0.15	11.3~15.5	7.5~10.3
6	0.15~0.25	15.6~20.0	10.1~13.3
7	0.25~0.35	20.1~23.7	13.1~15.8
8	0.35~0.50	23.8~28.3	15.9~18.9
9	0.50~0.60	28.4~31.0	19.0~22.1
10	0.60~0.80	31.1~35.8	22.2~25.6
11	0.80~1.20	35.9~43.8	25.7~31.3
12	1.20~1.50	43.9~49.0	31.4~35.0

10.2 转运

- 10.2.1 短途运输时，钢模板可采用散装运输；长途运输时，钢模板应采用简易集装，连接件应分类装箱或装袋。
- 10.2.2 不同规格的模板不宜混装，当超过车厢侧板高度时，应采取防止模板滑动的措施。
- 10.2.3 运输已拼装的模板组件时，可根据预组装模板的结构、规格尺寸和运输条件等，采取分层平放

运输或分格竖直运输，并应分隔垫实、支撑牢固。

11 维修与保管

11.1 维修

11.1.1 回收的模板应根据表 6 的要求进行全面检查，无需维修的模板应将表面清理干净，板面涂刷防锈油背面涂刷防锈漆；需要维修、改制、报废的模板进行标识和分类堆放。

11.1.2 需要维修的模板应及时整形和修补，焊缝开裂处应及时补焊，修复后的钢模板和连接件应符合表 12 的要求。任意一项不达标的钢模板和连接件应作报废处理，且不应将报废的钢模板改制成小规格钢模板。

11.1.3 需改制的模板，应由设计单位确定改制方案。

11.1.4 维修质量标准见表 12。

表12 钢模板及配件修复标准

项目		允许偏差 mm
钢模板	板面平整度	≤2.0
	边棱直线度	≤1.0
	背肋、法兰	有少量损伤，已修补
	开孔	无开裂
	焊缝	开焊处已补焊
	外观	黏附灰浆和锈蚀已清除，所有凹坑应修复
	防锈油漆	基本完好，板面涂刷防锈油
背楞	直线度	≤L/1000
	外观	所有凹坑及变形应修复
连接件	螺栓孔	不允许破裂
	外观	允许少量变形，不影响使用
	表面质量	黏附灰浆和锈蚀已清除

11.2 保管

11.2.1 工厂保管

11.2.1.1 模板应按规格型号分类存放，模板连接件应进行防锈处理，并按规格分类装箱保存。

11.2.1.2 模板应分层架空存放，模板支点至两端的距离不应大于模板长度的 1/6。当放置在室内或敞棚内时，底层应垫离地面 100 mm 以上；露天堆放时，底层应垫离地面 150 mm 以上。堆放高度不应超过 3.5 m，上下层模板间应使用垫木隔离，且垫木处于同一垂线位置。

11.2.1.3 每月应对模板进行检查和保养。存在防腐涂层损坏的应立即进行补涂；对轻微锈蚀的可使用砂纸、钢丝刷等工具进行打磨去锈；对严重锈蚀的可采用砂布带机、化学除锈或喷砂除锈等方法进行除锈。

11.2.1.4 模板宜采用信息化管理，建立模板数字档案，包括模板的使用、周转、维录及保养记录等。

11.2.2 施工现场保管

11.2.2.1 拆下的模板应及时清理、维修，并分类堆存，大型模板堆放时，应垫放平稳，以防变形，必要时应加固。

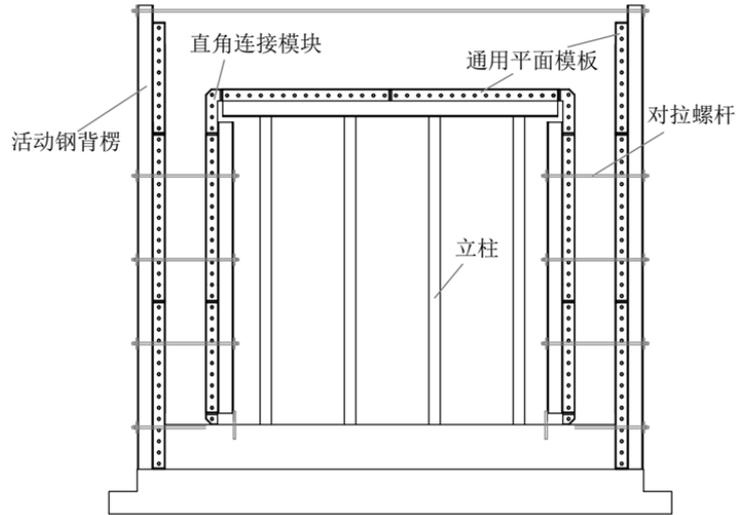
11.2.2.2 模板存储区场地应平整、坚实，有完善的通风及排水设施，并设置安全警示标志。

附录 A

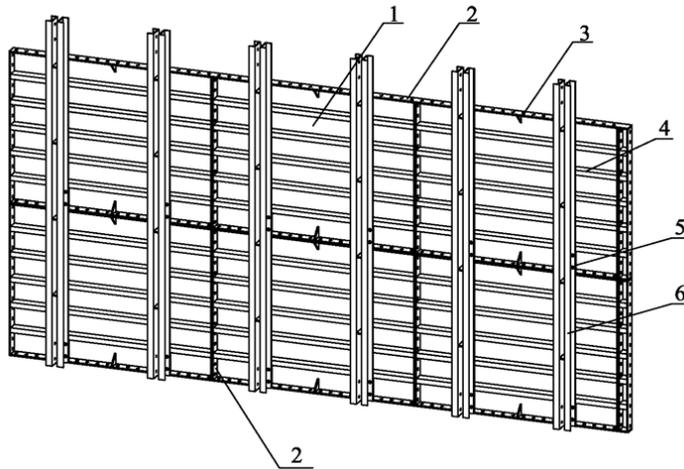
(规范性)

涵洞组合钢模板构造示意图

A.1 涵洞组合钢模板一般结构分为立面图、内侧模组装图、外侧模组装图，分别见图 A.1、图 A.2、图 A.3。



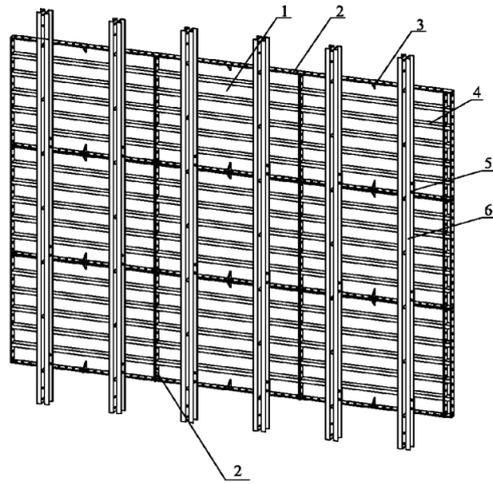
图A.1 箱涵模板立面图



标引序号说明:

- 1——面板;
- 2——法兰;
- 3——筋板;
- 4——背肋;
- 5——背楞固定板;
- 6——活动钢背楞。

图A.2 箱涵模板内侧模组装图

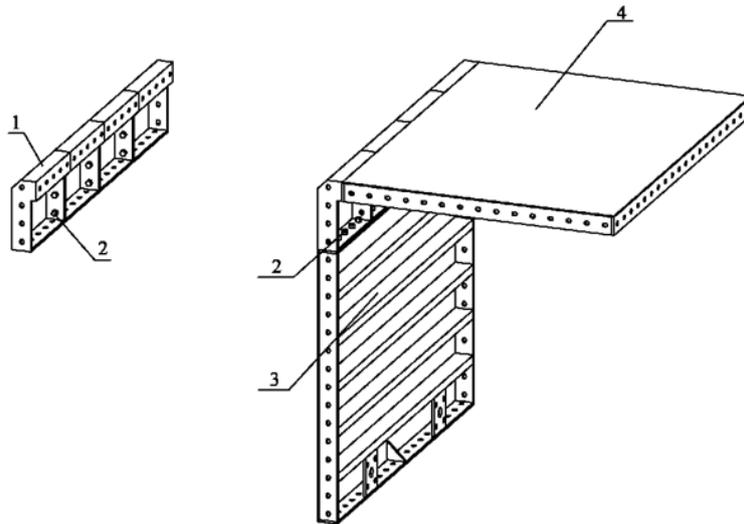


标引序号说明:

- 1——面板;
- 2——法兰;
- 3——筋板;
- 4——背肋;
- 5——背楞固定板;
- 6——活动钢背楞。

图A.3 箱涵模板外侧模组装图

A.2 直角连接模块组拼示意图见图 A.4



标引序号说明:

- 1——直角连接模块;
- 2——拼接螺栓;
- 3——内侧模;
- 4——顶模。

图A.4 直角连接模块组装图

附录 B

(资料性)

通用模板组件规格表

通用平面模板 (TPM) 规格及面积、质量换算表见表B. 1、直角连接模块 (TZJ) 规格表见表B. 2、横向拉筋通用件产品规格尺寸表见表B. 3、横向内撑通用件产品规格尺寸表见表B. 4、竖向支撑通用件产品规格尺寸表见表B. 5。

表B.1 通用平面模板 (TPM) 规格及面积、质量换算表

序号	编码	宽度 mm	长度 mm	单块面积 m ²	单块重量 kg
1	TPM 05×05	500	500	0.25	30
2	TPM 05×10		1000	0.5	59
3	TPM 05×15		1500	0.75	88.5
4	TPM 05×20		2000	1	118
5	TPM 10×05	1000	500	0.5	59
6	TPM 10×10		1000	1	118
7	TPM 10×15		1500	1.5	177
8	TPM 10×20		2000	2	236
9	TPM 15×05	1500	500	0.75	88.5
10	TPM 15×10		1000	1.5	177
11	TPM 15×15		1500	2.25	266
12	TPM 15×20		2000	3	354
13	TPM 20×05	2000	500	1	118
14	TPM 20×10		1000	2	236
15	TPM 20×15		1500	3	354
16	TPM 20×20		2000	4	472

注3: 长度指平行于背肋方向的模板尺寸, 宽度指垂直于背肋的模板尺寸;
注4: 面板厚6 mm, 背肋采用10#槽钢且间距250 mm;
注5: 法兰采用12 mm厚、100 mm宽的钢板;
注6: 法兰孔径22mm, 法兰边孔中心距板端距离50 mm, 中间孔位间隔100 mm, 孔中心距面板56 mm;
注7: 出于受力考虑, 500 mm以上平模不可转换方向使用;
注8: 单块重量包括面板、法兰、背肋、背楞固定板的总重量, 不计筋板重量。

表B.2 直角连接模块 (TZJ) 规格表

序号	模板通用件	尺寸 mm ²
1	TZJ 02×10	200×1000
2	TZJ 03×10	300×1000
3	TZJ 04×10	400×1000

表B.2 直角连接模块（TZJ）规格表（续）

序号	模板通用件	尺寸 mm ²
4	TZJ 05×10	500×1000
5	TZJ 02×15	200×1500
6	TZJ 03×15	300×1500
7	TZJ 04×15	400×1500
8	TZJ 05×15	500×1500

注1：直角连接模块在公路涵洞、通道现浇混凝土结构的直角部位使用；
注2：转角应考虑圆弧形或三角形倒角过渡，避免应力集中；
注3：面板采用6 mm钢板，背肋采用10#槽钢，法兰采用12 mm厚、100 mm宽的钢板；
注4：边孔中心距板端距离50 mm，中间孔位间隔n×100 mm，孔中心距面板56 mm。

表B.3 横向拉筋通用件产品规格尺寸表

序号	拉筋调整件	尺寸 mm
1	TT 10	1000
2	TT 15	1500
3	TT 20	2000
4	TT 25	2500
5	TT 30	3000
6	TT 35	3500
7	TT 40	4000
8	TT 50	5000

注：横向拉筋适用于公路工程现浇涵洞、通道墩台身两侧侧模的拉结固定；横向拉筋采用直径20 mm的精轧螺纹钢；丝头加工时，丝头的不完整螺纹不得超过两个螺纹周长，套筒长度不小于50 mm。

表B.4 横向内撑通用件产品规格尺寸表

序号	横向内撑通用件	尺寸 mm
1	NC 05	500
2	NC 10	1000
3	NC 15	1500
4	NC 20	2000
5	NC 25	2500
6	NC 30	3000
7	NC 40	4000
8	NC 50	5000

注：横向内撑适用于公路工程现浇涵洞、通道墩台身跨内横向支撑；横向内撑采用Q235材质钢管，钢管直径48 mm，壁厚2.5 mm；插销零散配件材质为45号钢；横向内撑体系应能满足施工荷载及风力等外荷载要求，应根据计算确定的支撑间距安装。

表B.5 竖向支撑通用件产品规格尺寸表

序号	竖向支撑通用件	尺寸 mm
1	VS 10	1000
2	VS 15	1500
3	VS 20	2000
4	VS 25	2500
5	VS 30	3000
6	VS 35	3500
7	VS 40	4000
8	VS 50	5000

注1：竖向支撑通用件采用直径60 mm、壁厚3 mm钢管，材质Q235；钢销零散配件材质为Q235。

注2：竖向支撑通用件适用于公路工程涵洞、通道跨径内的竖向支撑。

注3：竖向支撑体系应能同时满足构件自重及施工荷载的要求，应根据计算确定的支撑间距安装。

附录 C
(规范性)
模板荷载计算

- C.1 模板的自重应按其相应的施工图设计计算确定。
- C.2 浇筑混凝土的重力密度：普通混凝土可采用 24 kN/m^3 ，钢筋混凝土可采用 25 kN/m^3 — 26 kN/m^3 （以体积计算的含筋量不大于 2% 时采用 25 kN/m^3 ，大于 2% 时采用 26 kN/m^3 ）。
- C.3 施工人员、施工机具和施工材料临时存放的荷载取值宜符合下列规定：
- a) 计算模板及直接支承模板的小梁时，均布荷载可取 2.5 kN/m^2 ，再用集中荷载 2.5 kN 进行验算，比较两者所得弯矩值，取其大者。
 - b) 计算直接支承小梁的主梁时，均布荷载可取 1.5 kN/m^2 。
 - c) 当有实际资料时可按实际取值。
- C.4 振捣混凝土时产生的荷载，对水平面模板可采用 2.0 kN/m^2 ，对垂直面模板可采用 4.0 kN/m^2 ，且作用范围在新浇筑混凝土侧压力的有效压头高度之内。
- C.5 当采用内部振捣器时，新浇筑混凝土作用于模板的侧压力，可按式 (C.1) 和式 (C.2) 计算，并取其中的较小值：

$$F = 0.22\gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 V_{1/2} \dots\dots\dots (C.1)$$

$$F = \gamma_c H \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

F ——新浇混凝土对模板的侧压力 (kN/m^2)；

γ_c ——混凝土的重力密度 (kN/m^3)；

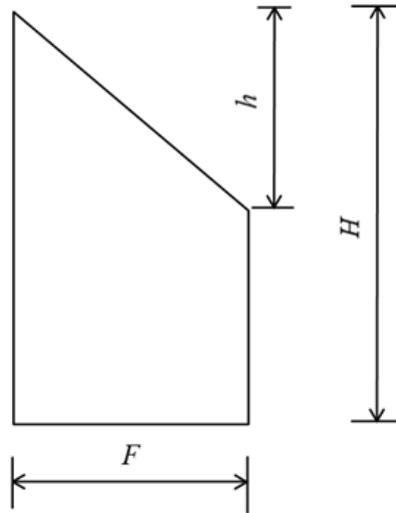
V ——混凝土的浇筑速度 (m/h)；

t_0 ——新浇混凝土的初凝时间，可按试验确定；当缺乏试验资料时，可采用 $t_0=200/(T+15)$ ，其中 T 为混凝土的温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

β_1 ——外加剂影响修正系数；不掺外加剂时取 1.0，掺具有缓凝作用的外加剂时取 1.2；

β_2 ——混凝土坍落度影响修正系数；当坍落度小于 30 mm 时，取 0.85；坍落度为 50 mm~90 mm 时，取 1.00；坍落度为 110 mm~150 mm 时，取 1.15；

H ——混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面的总高度 (m)；混凝土侧压力的计算分布图如图 C.1 所示，图中 $h=F/\gamma_c$ ， h 为有效压头高度



图C.1 混凝土侧压力分布

C.6 倾倒混凝土时冲击对垂直面模板产生的水平荷载可按表 C.1 采用。

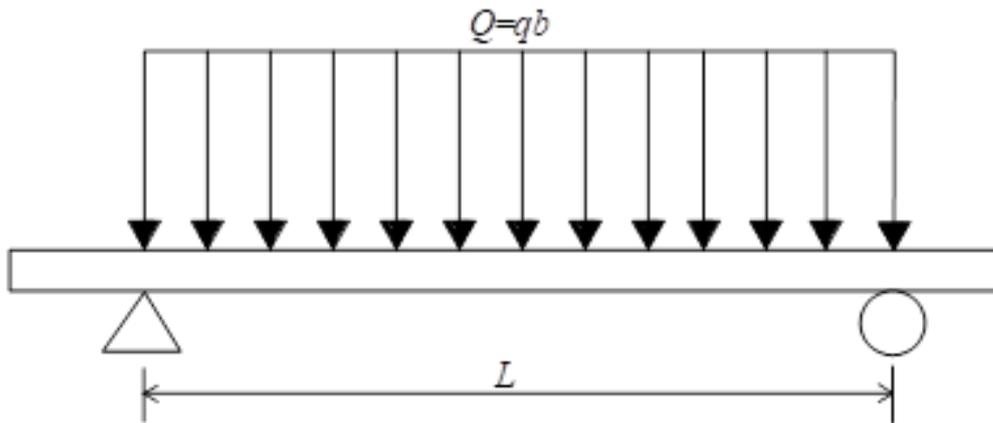
表C.1 倾倒混凝土时产生的水平荷载

向模板中供料的方法	水平荷载 kN/m ²
用溜槽、串筒或导管输出	2
用容量小于0.2 m ³ 的运输器具倾倒	2
用容量为0.2~0.8 m ³ 的运输器具倾倒	4
用容量大于0.8 m ³ 的运输器具倾倒	6

C.7 对其他可能产生的荷载，如风荷载，雪荷载、冬期保温设施荷载等，可按实际情况考虑。

附录 D
(规范性)
模板试验与检验方法

- D.1 模板荷载试验可采用均布荷载或集中荷载进行，假设模板宽为 b ，当模板支点间距为 1000 mm，均布荷载为 66 kN/m^2 时，或集中荷载为 24 N/mm 时，最大挠度不应超过 1.5 mm；均布荷载为 72 kN/m^2 时，或集中荷载为 26 N/mm 时，不应发生局部破坏或折曲，卸荷后残余变形不应超过 0.2 mm，保荷时间应大于 2 h，所有焊点无裂纹或撕裂；
- D.2 对于模板连接试验，可将单块模板更换成两块拼接的模板，拼接处应靠近支座跨中位置。
- D.3 模板荷载试验的加载方式可参照 D.7 及 D.8。
- D.4 荷载试验标准应符合本规范第 8.1.1 条的要求。
- D.5 平面模板均布荷载试验见图 D.1。

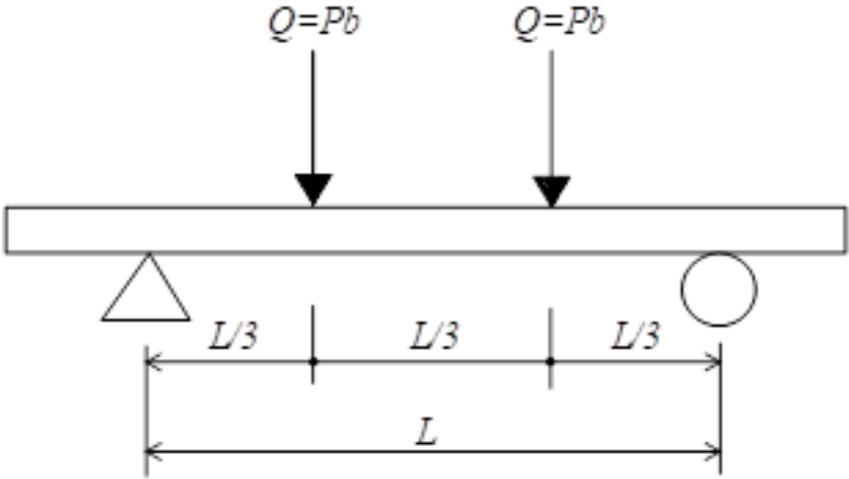


标引序号说明：

- q ——均布荷载；
- P ——集中荷载；
- b ——模板宽度；
- L ——支点间距。

图D.1 平面模板均布荷载试验

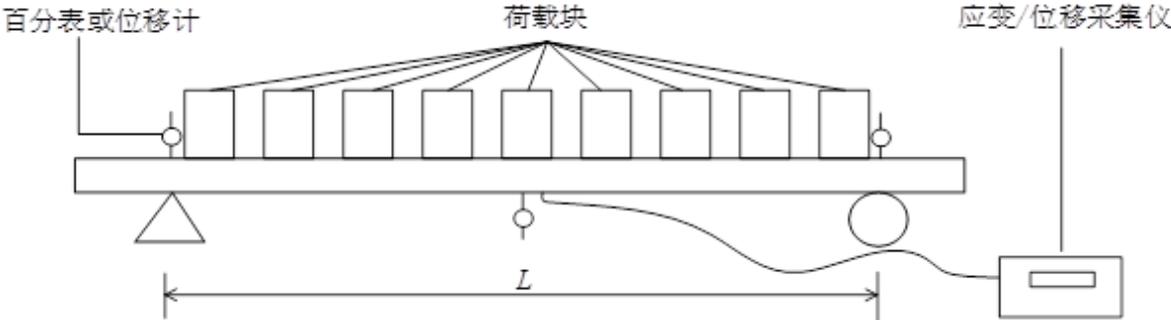
- D.6 平面模板集中荷载试验见图 D.2。



标引序号说明：
 Q ——均布荷载；
 P ——集中荷载；
 b ——模板宽度；
 L ——支点间距。

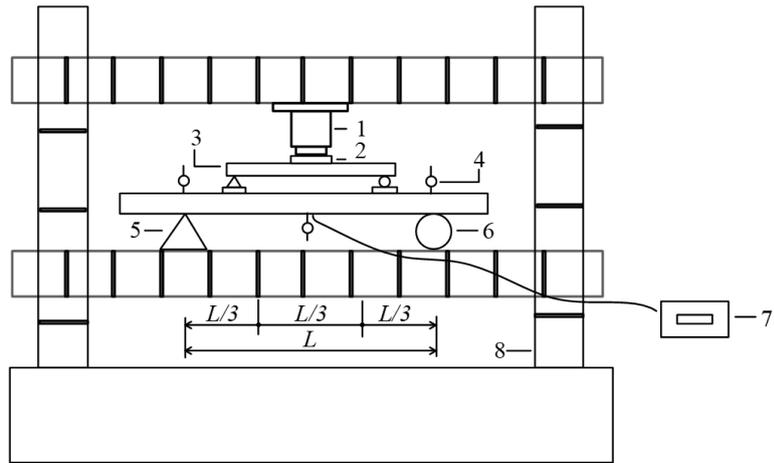
图D.2 平面模板集中荷载试验

D.7 平面模板荷载块加荷见图 D.3.



图D.3 平面模板荷载块加荷图

D.8 平面模板千斤顶加荷见图 D.4.



标引序号说明：

- 1——千斤顶；
- 2——荷载传感器；
- 3——分配梁；
- 4——百分表或位移计；
- 5——固定铰支座；
- 6——滑动铰支座；
- 7——应变位移传感器；
- 8——反力架。

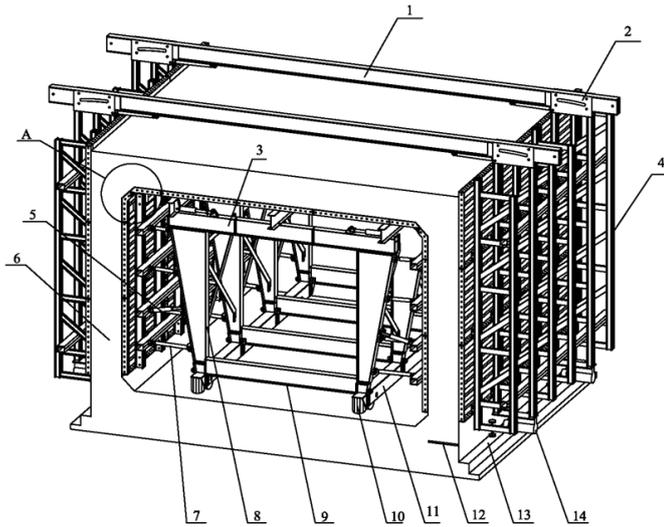
图D.4 平面模板千斤顶加荷图

附录 E

(资料性)

整体移动模架结构示意图

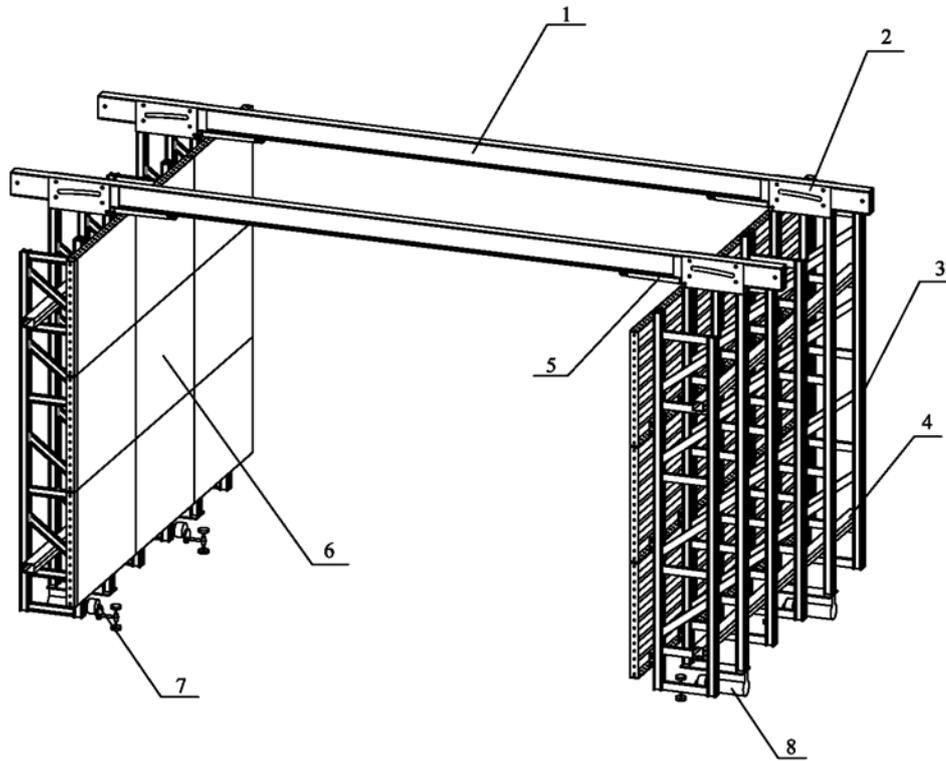
E.1 整体移动模架结构总体示意图 E.1，移动外模架结构示意图见图 E.2，移动内模架结构示意图见图 E.3，整体移动模架 A 大样图见图 E.4。



标引序号说明：

- 1——外模横梁；
- 2——滑槽；
- 3——内模横梁；
- 4——模架背楞；
- 5——液压油缸；
- 6——混凝土；
- 7——倒顺丝杆；
- 8——架腿；
- 9——底横撑；
- 10——举升油缸；
- 11——底纵梁；
- 12——预埋拉筋；
- 13——行走轨道；
- 14——油缸。

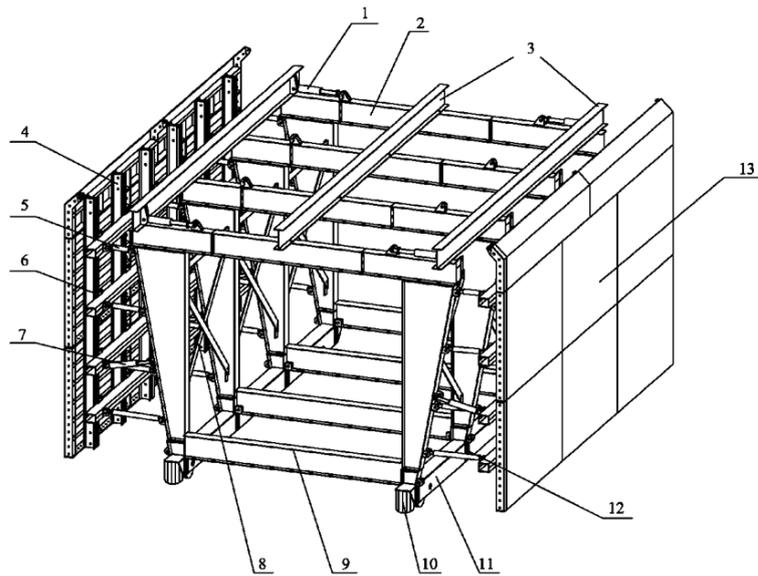
图E.1 整体移动模架结构总体示意图



标引序号说明：

- 1——外模横梁；
- 2——滑槽；
- 3——桁架背楞；
- 4——外模通梁；
- 5——平移油缸；
- 6——外侧模；
- 7——行走轮；
- 8——油缸。

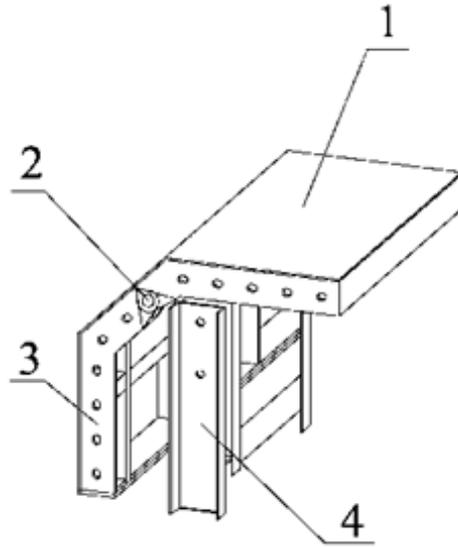
图E.2 移动外模架结构示意图



标引序号说明：

- 1——平移油缸；
- 2——内模横梁；
- 3——顶纵梁；
- 4——钢背楞；
- 5——倒顺丝杆；
- 6——内通梁；
- 7——液压油缸；
- 8——交叉斜撑；
- 9——底横撑；
- 10——举升油缸；
- 11——底纵梁；
- 12——千斤顶；
- 13——内侧模。

图E.3 移动内模架结构示意图

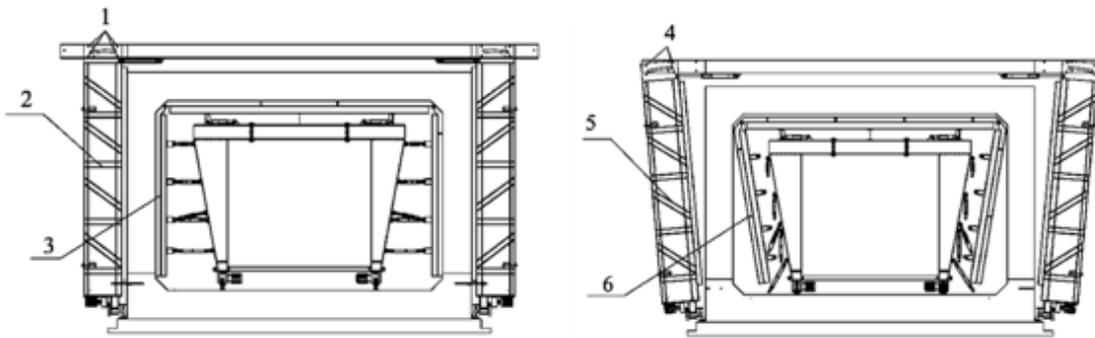


标引序号说明：

- 1——顶模板；
- 2——螺栓连接；
- 3——内侧模；
- 4——钢背楞。

图E.4 整体移动模架 A 大样图

E.2 整体移动模架整体移动模架工作示意图见图 E.5。

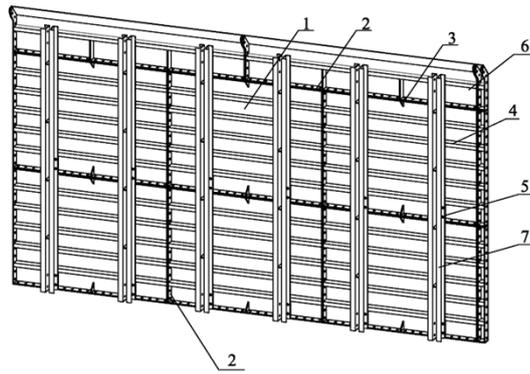


标引序号说明：

- 1——滑槽内收；
- 2——外侧模直立；
- 3——内侧模直立；
- 4——滑槽外滑；
- 5——外侧模外斜；
- 6——内侧模内斜。

图E.5 整体移动模架工作示意图

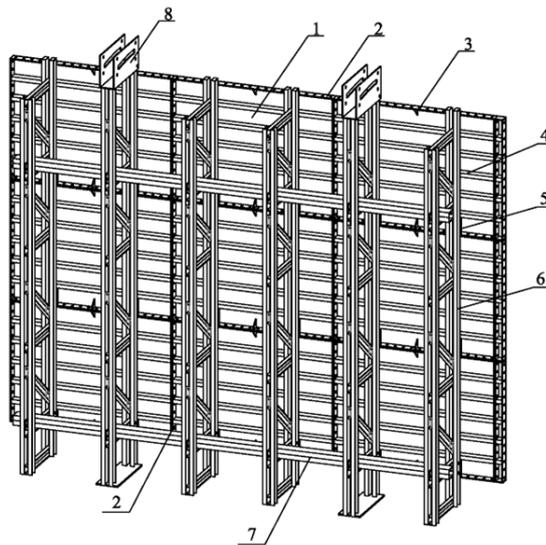
E.3 组合模板结构内侧模结构示意图见图 E.6, 外侧模结构示意图见图 E.7, 顶模结构示意图见图 E.8。



标引序号说明:

- 1——面板;
- 2——法兰;
- 3——筋板;
- 4——背肋;
- 5——背楞固定板;
- 6——倒角模板;
- 7——活动钢背楞。

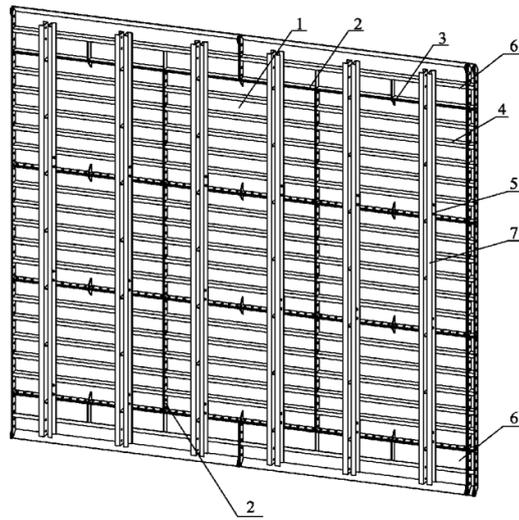
图E.6 内侧模结构示意图



标引序号说明:

- 1——面板;
- 2——法兰;
- 3——筋板;
- 4——背肋;
- 5——背楞固定板;
- 6——桁架背楞;
- 7——外模通梁;
- 8——滑槽。

图E.7 外侧模结构示意图



标引序号说明：

- 1——面板；
- 2——法兰；
- 3——筋板；
- 4——背肋；
- 5——背楞固定板；
- 6——倒角模板；
- 7——活动钢背楞。

图E. 8 顶模结构示意图