



T/CECS 273-202X

---

中国工程建设标准化协会标准

# 组合楼板技术规程

**Technical specification for composite slab**

(报批稿)

中国 XX 出版社

校務部

中国工程建设标准化协会标准

## 组合楼板 技术规程

### Technical specification for composite slab

T/CECS 273-2024

主编单位：中冶建筑研究总院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年X月X日

中国计划出版社

2024年 北京

校務部

## 前言

《组合楼板技术规程》(以下简称规程)是根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字[2020]14号)的要求进行编制。编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践,参考国际标准和国外先进标准以及进行了必要的试验的基础上,修订本规程。

本规程共分11章和5个附录,主要内容包括:总则、术语和符号、材料、设计基本规定、压型钢板组合楼板设计、钢筋桁架组合楼板设计、组合楼板耐火设计、压型钢板组合楼板构造、钢筋桁架组合楼板构造、施工、验收等。

本规程是对《组合楼板设计与施工规范》CECS273:2010的修订。

本次修订内容主要包括:

1. 第3章增加了高强度钢筋,钢筋桁架板底模的品种,连接件等材料;
2. 第4章增加了不同底模的钢筋桁架板的相关规定,增加了新的限值规定;
3. 将第5章中组合楼板舒适度验算调整为附录C,并增加了相关参数的计算方法;
4. 第6章增加了不同底模的钢筋桁架板规定;
5. 第7章取消了第7.2.8条,并增加了对配置耐火钢筋的要求;
6. 第8章调整了有关规定;
7. 第9章增加了对不同底模钢筋桁架组合楼板的規定;
8. 第10章增加了不同底模钢筋桁架板施工的规定;
9. 增加了第11章验收;

10. 条文说明中的《常用压型钢板组合楼板剪切粘结系数》调为附录 B；

11. 增加了附录 D 和附录 E；

12. 对整篇文字、用词重新进行了编审。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会冶金分会归口管理，由中冶建筑研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给中冶建筑研究总院有限公司（地址：北京市海淀区西土城路 33 号，邮编：100088，邮箱：2264796736@qq.com）。

**主 编 单 位：**中冶建筑研究总院有限公司

**参 编 单 位：**中国建筑设计研究院有限公司

西安建筑科技大学

深圳市建筑设计研究总院有限公司

中国京冶工程技术有限公司

应急管理部天津消防研究所

深圳千典建筑设计事务所有限公司

杭萧钢构股份有限公司汉德邦建材有限公司

多维联合集团有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司

苏州混凝土水泥制品研究院有限公司

北京远达国际工程管理咨询有限公司

航天规划设计集团有限公司

滨州市宏基建材有限公司

安阳复星合力新材料股份有限公司

**主要起草人：**白力更 张金涛 任庆英 刘琼祥 陶红斌

史庆轩 刘维亚 陈水荣 李文斌 段 斌

郁银泉 冯立平 王保强 霍兴泉 尹 亮

王建国 张 辉 王秋维 束 炜 阚 强

翟 文 王 朋

**主要审查人：**王翠坤 张晋勋 郭彦林 杨蔚彪 耿树江

杨铁荣 雷淑忠

## 目 次

1 总则	(1)
2 术语与符号	(2)
2.1 术语	(2)
2.2 符号	(3)
3 材料	(13)
3.1 混凝土	(13)
3.2 钢筋	(13)
3.3 压型钢板	(15)
3.4 钢筋桁架及底模	(17)
3.5 栓钉及螺栓、螺钉、自攻螺钉	(19)
3.6 焊接材料	(20)
4 结构设计与计算	(21)
4.1 结构设计	(21)
4.2 荷载、荷载效应及效应组合	(23)
4.3 正常使用极限状态限值	(27)
5 压型钢板组合楼板设计	(29)
5.1 一般规定	(29)
5.2 施工阶段验算	(32)
5.3 使用阶段受弯承载力计算	(33)

5.4	使用阶段受剪承载力计算	(36)
5.5	正常使用极限状态验算	(37)
6	钢筋桁架组合楼板设计	(41)
6.1	一般规定	(41)
6.2	施工阶段验算	(43)
6.3	使用阶段承载力计算	(47)
6.4	正常使用极限状态验算	(47)
7	组合楼板耐火设计	(51)
7.1	一般规定	(51)
7.2	火灾下压型钢板组合楼板承载力计算	(52)
7.3	压型钢板组合楼板隔热及耐火配筋	(56)
8	压型钢板组合楼板构造	(58)
8.1	一般规定	(58)
8.2	配筋	(58)
8.3	端部构造	(59)
8.4	组合楼板开洞	(63)
9	钢筋桁架组合楼板构造	(66)
9.1	一般规定	(66)
9.2	配筋	(68)
9.3	端部构造	(70)

9.4 组合楼板开洞	(74)
10 施工	(76)
10.1 一般规定	(76)
10.2 堆放及吊装	(76)
10.3 放样与铺设	(77)
10.4 楼承板端部及顺肋边固定	(77)
10.5 封口板、收边及临时支撑	(81)
10.6 混凝土浇筑	(82)
10.7 现场切割与拆除	(82)
11 验收	(83)
11.1 一般规定	(83)
11.2 质量检验	(84)
11.3 性能检验	(84)
附录 A 压型钢板组合楼板剪切粘结系数标准试验方法	(86)
附录 B 常用压型钢板组合楼板剪切粘结系数	(93)
附录 C 组合楼盖舒适度验算	(97)
附录 D 钢筋桁架与纤维水泥板底模连接承载力标准试验方法	(104)
附录 E 钢筋桁架与混凝土底模连接承载力标准试验方法	(110)
用词说明	(115)
引用标准名录	(116)

技术交底

## Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Materials	(13)
3.1	Concrete	(13)
3.2	Reinforcement	(13)
3.3	Profiled steel sheet	(15)
3.4	Steel-bars truss and tottom tormwork	(17)
3.5	Studs and bolt,screw,tapping screw	(19)
3.6	Welding materials	(20)
4	Structural design and calculation	(21)
4.1	Structural design	(21)
4.2	Load ,load effects and load effects combination	(23)
4.3	Limits of serviceability limit states	(27)
5	Design of composite slabs with profiled steel sheet	(29)
5.1	General requirements	(29)
5.2	Construction phase check	(32)
5.3	Calculation of flexural capacity in service stage	(33)

5.4	Calculation of shear capacity in service stage	(36)
5.5	Checking of serviceability limit states	(37)
6	Design of composite slabs with steel-bars truss	(41)
6.1	General requirements	(41)
6.2	Construction phase check	(43)
6.3	Calculation of bearing capacity during the use phase	(47)
6.4	Checking of serviceability limit states	(47)
7	Fire resistance design of composite slabs	(51)
7.1	General requirements	(51)
7.2	Fire limit states for composite slabs with profiled steel sheet	(52)
7.3	Insulation requirements for composite slabs with Unprotected profiled steel sheets and requirements of reinforcements	(56)
8	Detailing requirements for composite slabs with profiled steel sheet	(58)
8.1	General requirements	(58)
8.2	Requirements of reinforcements	(58)
8.3	End structure detailing	(59)
8.4	Openings of composite slabs	(63)
9	Detailing requirements for composite slabs with steel-bars truss	(66)
9.1	General requirements	(66)
9.2	Requirements of reinforcements	(68)

9.3	End structure detailing	(70)
9.4	Openings of composite slabs	(74)
10	Construction	(76)
10.1	General requirements	(76)
10.2	Hoisting and stockpiling	(76)
10.3	Lofting and laying	(77)
10.4	End and side fixing measures of deck	(77)
10.5	Sealing plate, side plate and temporary supports	(81)
10.6	Concrete pouring	(82)
10.7	Field cutting and form removal	(82)
11	Acceptance	(83)
11.1	General requirements	(83)
11.2	Quality requirements	(84)
11.3	Performance inspection	(84)
Appendix A	Standard test method of shear bond coefficients for composite slabs with profiled steel sheet	(86)
Appendix B	Shear bond coefficients of commonly used composite slabs with profiled steel sheet	(93)
Appendix C	Composite floor comfort checking	(97)
Appendix D	Standard test method for bearing capacity of steel bar truss and	

fiber-cement slab bottom die connectors..... (104)

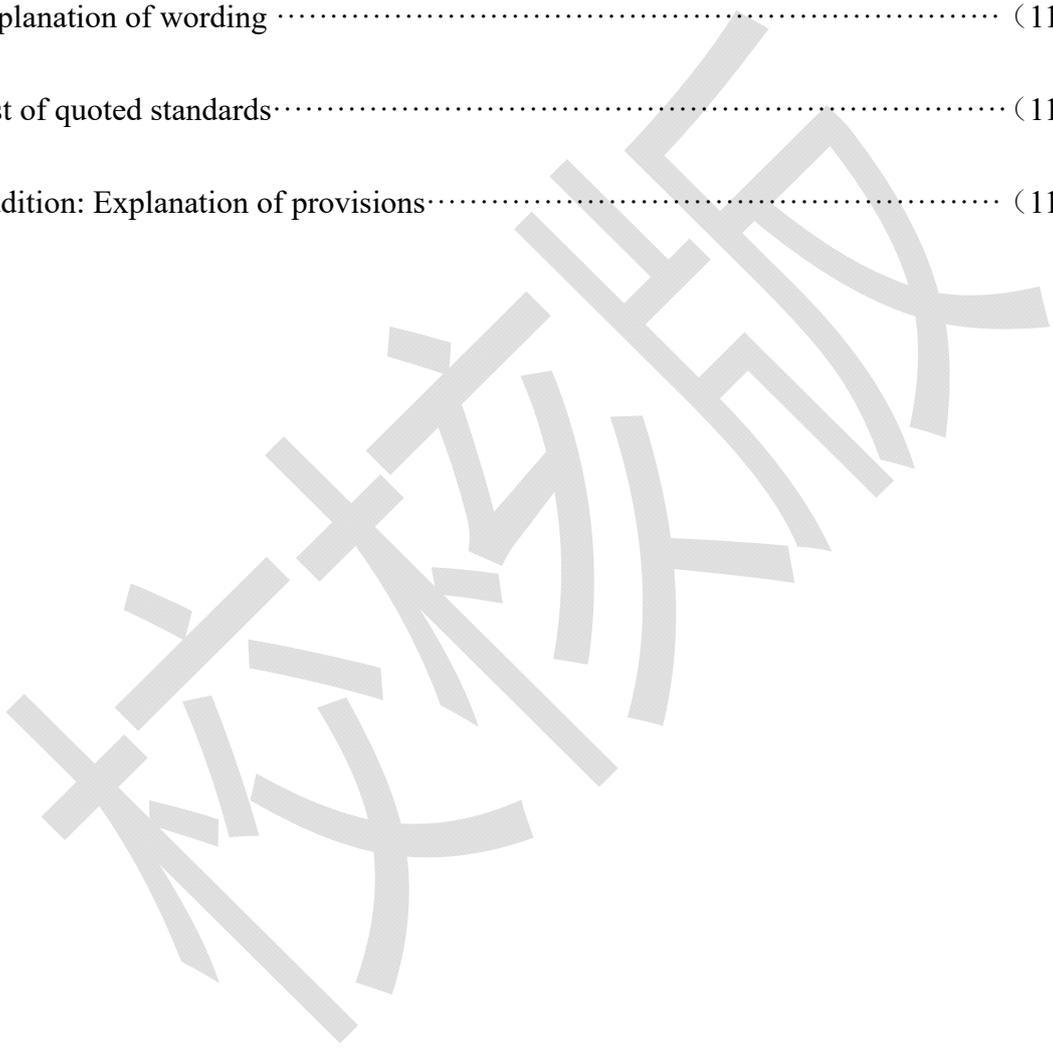
Appendix E Standard test method for bearing capacity of steel truss and

concrete bottom die connectors..... (110)

Explanation of wording ..... (115)

List of quoted standards..... (116)

Addition: Explanation of provisions..... (119)



# 1 总则

**1.0.1** 为在建筑工程中合理使用组合楼板，做到安全可靠、技术先进、经济合理、方便施工、耐久适用，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于一般建筑工程中的压型钢板组合楼板和钢筋桁架组合楼板的设计、施工与验收，**施工阶段的相关规定**也适用于作为永久模板使用的压型钢板非组合楼板。本规程不适用于直接承受疲劳影响的压型钢板组合楼板。

**1.0.3** 组合楼板的设计、施工与验收除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 组合楼板 composite slab

楼承板与钢筋混凝土组合能整体受力的楼板。

#### 2.1.2 楼承板 deck

施工阶段承受施工荷载，使用阶段与混凝土共同作用的压型钢板或钢筋桁架板。

#### 2.1.3 压型钢板 profiled steel sheet

经辊压冷弯，沿板宽方向形成波形截面的成型钢板。

#### 2.1.4 永久模板 permanent shuttering

施工阶段承受施工荷载，混凝土硬结后不计与混凝土共同作用的压型钢板。

#### 2.1.5 钢筋桁架板 steel-bars truss deck

由钢筋桁架与底模通过连接件连成一体的楼承板。

#### 2.1.6 钢筋桁架 steel-bars truss

由钢筋焊接形成的桁架。

#### 2.1.7 连接件 fastener

将钢筋桁架与底模连接固定的各类机械零件、焊点、预埋件以及连接部位的钢筋和底模在内的完整连接系统。

#### 2.1.8 底模 bottom formwork

设置在钢筋桁架底部并与钢筋桁架可靠连接的承重薄板。

### 2.1.9 可拆底模钢筋桁架板 removable bottom formwork steel-bars truss deck

楼板现浇混凝土达到一定强度后，底模被拆除的钢筋桁架板。

### 2.1.10 免拆底模钢筋桁架板 permanent bottom formwork steel-bars truss deck

楼板施工完成后，底模永久保留在楼板底面的钢筋桁架板。

### 2.1.11 底模外露 exposed bottom formwork

施工完成后，钢筋桁架板底模不拆除，且楼板底面直接暴露或仅做简单涂装的楼板使用状态。

### 2.1.12 组合楼盖 composite floor system

组合楼板与次梁、主梁组成的楼盖。

## 2.2 符号

### 2.2.1 材料性能：

$E_a$ ——压型钢板弹性模量；

$E_c$ ——混凝土弹性模量；

$E_s$ ——钢筋弹性模量；

$f_a$ ——钢板抗拉强度设计值；

$f_{bt}$ ——底模抗拉强度；

$f_t$ ——螺栓、螺钉、自攻螺钉抗拉强度设计值；

$f_c$ 、 $f_{ck}$ ——混凝土轴心抗压强度设计值、标准值；

$f_{cT}$ ——高温下单元 j 混凝土轴心抗压强度设计值；

$f_{cT}$ ——高温下混凝土轴心抗压强度设计值；

$f_{fwk}$ ——纤维水泥平板饱水抗折强度标准值；

$f_{stT}$ ——高温下钢筋抗拉或抗压强度设计值；

$f_{stiT}$ ——高温下钢筋单元  $i$  抗拉或抗压强度设计值；

$f_t$ 、 $f_{tk}$ ——混凝土轴心抗拉强度设计值、标准值；

$f_y$ 、 $f_{yk}$ ——钢筋抗拉强度设计值、标准值；

$f_y'$ ——钢筋抗压强度设计值、标准值；

$f_y$ ——钢筋抗拉或强度设计值；

$N_v^s$ ——单个焊点抗剪承载力；

$r_{corr}$ ——锌腐蚀速率；

$\epsilon_{cu}$ ——非均匀受压时混凝土极限压应变；

$\zeta$ ——楼盖阻尼比。

### 2.2.2 作用、作用效应及承载力：

$F_{tm}$ ——施工阶段底模边缘上集中荷载产生的拉力设计值；

$f_n$ ——组合楼盖自振频率；

$G_E$ ——计算板格的有效荷载；

$G_{Eg}$ ——主梁板带上的有效荷载；

$G_{Ej}$ ——次梁板带上的有效荷载；

$g_{Eg}$ ——主梁板带上的有效面荷载；

$g_{Ej}$ ——次梁板带上的有效面荷载；

$g_{gk}$ ——主梁上作用的永久均布线荷载；

$g_{jk}$ ——次梁上作用的永久均布线荷载；

$g_k$ ——试件单位长度自重；

$M$ ——按荷载的基本组合计算的弯矩设计值；

$M_{Gk}$ ——永久荷载在计算截面产生的弯矩标准值；

$M_k$ ——按荷载标准组合计算的弯矩值；

$M_{uT}^l$ ——耐火极限状态时组合楼板左端支座截面的受弯承载力；

$M_{uT}^{mid}$ ——耐火极限状态时组合楼板跨中截面的受弯承载力；

$M_{Qk}$ ——可变荷载在计算截面产生的弯矩标准值；

$M_{uT}^r$ ——耐火极限状态时组合楼板右端支座截面的受弯承载力；

$M_T$ ——耐火极限状态时弯矩设计值；

$M_{uT}$ ——耐火极限状态时截面受弯承载力；

$M_{0T}$ ——耐火极限状态时组合楼板按简支板计算的跨中弯矩设计值；

$M_{1G}$ ——组合楼板自重产生的弯矩设计值；

$M_{1k}$ ——施工荷载标准组合值作用下钢筋桁架板弯矩；

$M_{2G}$ ——除施工阶段永久荷载以外，其他永久荷载在计算截面产生的弯矩设计值；

$M_{2Gk}$ ——使用阶段永久荷载标准组合在计算截面产生的弯矩值；

$M_{2k}$ ——使用阶段荷载标准组合在计算截面产生的弯矩值；

$M_{2Q}$ ——使用阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值；

$M_{2Qk}$ ——使用阶段可变荷载标准组合在计算截面产生的弯矩值；

$M_{2q}$ ——除施工永久荷载外，其他永久荷载与可变荷载的准永久组合在  
计算截面产生的弯矩值；

$N$ ——钢筋桁架杆件轴心拉力或压力设计值；

$N_{1Gk}$ ——施工阶段永久荷载作用下，钢筋桁架下弦拉力标准值；

$P$ ——试验时施加的荷载；

$P^b$ ——单位面积内钢筋桁架与底模连接的螺栓、螺钉的拉力设计值；

$P_0$ ——人行走产生的激振作用力；

$q_c$ ——主梁上的有效均布可变线荷载；

$q_g$ ——主梁上的有效均布线荷载；

$q_j$ ——次梁上的有效均布线荷载；

$S$ ——荷载组合效应设计值；

$S_c$ ——混凝土自重 在计算截面产生的荷载效应标准值；

$S_Q$ ——施工阶段可变荷载在计算截面产生的荷载效应标准值；

$S_s$ ——楼承板、钢筋自重 在计算截面产生的荷载效应标准值；

$t_1$ ——热浸镀锌板首次维修寿命；

$V$ ——按荷载的基本组合计算的剪力设计值；

$V_u$ ——试验所得剪力值；

$V_{1G}$ ——施工阶段永久荷载在计算截面产生的剪力设计值；

$V_{2G}$ ——施工阶段永久荷载以外，其他永久荷载在计算截面产生的剪力  
设计值；

$V_{2Q}$ ——使用阶段可变荷载在计算截面产生的剪力设计值；

$Zn$ ——镀锌钢板、金属件暴露面镀锌量；

$\Delta^s_{1Gk}$ ——在施工阶段永久荷载效应的标准组合下、按临时支撑跨度计算的楼承板挠度值；

$\Delta_g$ ——主梁按简支梁计算的挠度；

$\Delta_j$ ——次梁按简支梁计算的挠度；

$\Delta^l_{Qik}$ ——使用阶段第  $i$  个可变荷载标准值作用下，按长期抗弯刚度算的挠度值；

$\Delta^l_{1Gk}$ ——在施工阶段永久荷载标准组合下、按无临时支撑组合楼板长期抗弯刚度计算的组合楼板挠度值；

$\Delta^l_{2Gk}$ ——使用阶段，除施工阶段永久荷载外其他永久荷载标准组合，按长期抗弯刚度计算的组合楼板挠度值；

$\Delta^s_{Qik}$ ——使用阶段第  $i$  个可变荷载标准值作用下，按短期抗弯刚度计算的挠度值；

$\Delta^s_{Q1k}$ ——使用阶段第 1 个可变荷载标准值作用下，按短期抗弯刚度计算的挠度值；

$\Delta_q$ ——按荷载效应的准永久组合计算的组合楼板挠度值；

$\Delta_s$ ——按荷载效应的标准组合计算的组合楼板挠度值；

$\Delta^s_{1Gk}$ ——在施工阶段永久荷载效应的标准组合下、按无临时支撑组合楼板短期抗弯刚度计算的挠度值；

$\Delta^s_{2Gk}$ ——使用阶段，除施工阶段永久荷载外其他永久荷载标准组合，按短期抗弯刚度计算的组合楼板挠度值；

$\sigma_{ck}$ ——组合楼板在由使用阶段荷载标准组合值在计算截面产生的底模边缘的拉应力；

$\sigma_{sq}$ ——钢筋桁架下弦的拉应力；

$\sigma_{s1k}$ ——施工阶段楼承板在永久荷载下的钢筋桁架下弦的拉应力；

$\sigma_{s2q}$ ——除施工永久荷载外，其他永久荷载与可变荷载的准永久组合在计算截面产生的下弦钢筋拉应力；

$\sigma_{1k}$ ——施工荷载标准组合作用下底模边缘拉应力值。

### 2.2.3 几何参数：

$A_a$ ——计算宽度内组合楼板压型钢板截面面积；

$A^b_c$ ——螺栓、螺钉、自攻螺钉的有效面积；

$A_{cj}$ ——受压混凝土  $j$  单元的截面面积；

$A_s$ ——钢筋截面面积；

$A_{sti}$ ——钢筋  $i$  单元的截面面积；

$a$ ——剪跨；

$B^s$ 、 $B^l$ ——短期、长期荷载作用下的截面抗弯刚度；

$b$ ——板计算宽度；

$b_{Eg}$ ——主梁板带有效宽度；

$b_{Ej}$ ——次梁板带有效宽度；

$b_e$ ——组合楼板的有效宽度；

$b_{gce}$ ——主梁混凝土翼缘有效宽度；

$b_{jce}$ ——次梁混凝土翼缘有效宽度；

$b_{lm}$ ——压型钢板板槽平均宽度；

$b_{lmin}$ ——压型钢板单个板肋的最小宽度；

$b_{min}$ ——计算宽度内组合楼板换算腹板宽度；

$b_p$ ——局部荷载宽度或长度，取荷载垂直跨度方向的宽度或长度；

$b_{tm}$ ——线性荷载长度的 1/2；

$b_w$ ——局部荷载在组合楼板中的作用宽度；

$C_s$ ——压型钢板板肋中心线间距；

$D_s$ ——垂直于次梁方向组合楼板单位宽度截面惯性矩；

$D_g$ ——按混凝土截面有效宽度计算的主梁截面单位惯性矩；

$D_j$ ——按混凝土截面有效宽度计算的次梁截面单位惯性矩；

$e$ ——线性荷载作用点距连接件中心的距离；

$h$ ——组合楼板厚度；

$h_c$ ——压型钢板肋顶以上混凝土厚度；

$h_e$ ——振动计算时混凝土翼缘有效高度；

$h_f$ ——地面水泥砂浆面层厚度（mm），不包含塑胶等软面层；

$h_s$ ——压型钢板高度；

$h_0$ ——组合楼板截面有效高度；

$I_a$ ——压型钢板截面惯性矩；

$I_{ac}$ ——压型钢板有效截面惯性矩；

$I_g$ ——按混凝土有效截面计算的主梁组合梁惯性矩；

$I_j$ ——按混凝土有效截面计算的次梁组合梁惯性矩；

$I_u^1$ 、 $I_c^1$ ——组合楼板未开裂换算截面长期惯性矩、开裂换算截面长期惯性矩；

$I_{eq}^s$ 、 $I_{eq}^l$ ——短期、长期换算截面惯性矩平均值；

$I_u^s$ ——**组合楼板**未开裂换算截面短期惯性矩；

$I_x$ ——组合楼板垂直肋方向截面惯性矩；

$I_y$ ——组合楼板平行肋方向截面惯性矩；

$l_c$ ——钢筋桁架板底模侧向边缘至桁架最外侧连接件中心的距离；

$l_g$ ——主梁跨度；

$l_j$ ——次梁跨度；

$l_n$ ——板净跨度；

$l_p$ ——荷载合力作用点至楼板支座的较近距离；

$l_x$ ——组合楼板平行肋方向计算跨度；

$l_y$ ——组合楼板垂直肋方向计算跨度；

$l_0$ ——板计算跨度；

$s_j$ ——次梁间距；

$t_b$ ——纤维水泥平板的厚度；

$W_{ac}$ ——压型钢板有效截面抵抗矩；

$W_{ct}$ ——钢筋桁架板换算截面抵抗矩；

$W_{c0}$ ——组合楼板换算截面抵抗矩；

$x$ ——混凝土受压区高度；

$y_{cc}$ ——截面中和轴距混凝土顶面距离；

$y_{cs}$ ——截面中和轴距压型钢板截面形心轴距离。

#### 2.2.4 计算系数:

$k$ ——混凝土剪切粘结系数；

$k_w$ ——组合楼板工作系数；

$m$ ——压型钢板剪切粘结系数；

$\alpha_E$ ——钢与混凝土的弹性模量比；

$\gamma$ ——与施工临时支撑条件有关的支撑系数；

$\gamma_R$ ——钢材强度调整系数；

$\gamma_0$ ——结构重要性系数；

$\eta_{cT}$ ——高温下混凝土轴心抗压强度折减系数；

$\eta_{stT}$ ——高温下钢筋抗拉或抗压强度折减系数；

$\lambda_e$ ——组合楼板的有效边长比；

$\mu$ ——板的各向异性系数；

$\zeta_b$ ——相对界限受压区高度；

$\rho_a$ ——组合楼板截面压型钢板含钢率；

$\varphi$ ——轴心受压构件的稳定系数；

$\psi_{ci}$ ——第  $i$  个可变荷载的组合系数；

$\psi_{qi}$ ——第  $i$  个可变荷载的准永久系数；

$\psi_T$ ——火灾时可变荷载组合值系数。

技术交底

### 3 材料

#### 3.1 混凝土

3.1.1 压型钢板组合楼板用混凝土强度等级不应低于 C30；钢筋桁架组合楼板用混凝土强度等级不应低于 C25，采用强度等级为 500 MPa 及以上钢筋时，混凝土强度等级不应低于 C30。

3.1.2 混凝土轴心抗压、轴心抗拉强度标准值应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 混凝土轴心抗压、轴心抗拉强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

强度种类	符 号	混凝土强度等级					
		C25	C30	C35	C40	C45	C50
轴心抗压	$f_{ck}$	16.7	20.1	23.4	26.8	29.6	32.4
轴心抗拉	$f_{tk}$	1.78	2.01	2.20	2.39	2.51	2.64

3.1.3 混凝土轴心抗压、轴心抗拉强度设计值应符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 混凝土轴心抗压、轴心抗拉强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

强度种类	符号	混凝土强度等级					
		C25	C30	C35	C40	C45	C50
轴心抗压	$f_c$	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.1
轴心抗拉	$f_t$	1.27	1.43	1.57	1.71	1.80	1.89

3.1.4 混凝土弹性模量应符合表 3.1.4 的规定。

表 3.1.4 混凝土弹性模量 ( $\times 10^4$  N/mm<sup>2</sup>)

弹性模量	混凝土强度等级					
	C25	C30	C35	C40	C45	C50
$E_c$	2.80	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45

## 3.2 钢筋

3.2.1 钢筋抗拉强度标准值应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 钢筋抗拉强度标准值  $f_{yk}$  (N/mm<sup>2</sup>)

钢筋种类和牌号		符号	$f_{yk}$
热轧钢筋	HPB300	A	300
	HRB400	C	400
	HRBF400	C <sup>F</sup>	400
	RRB400	C <sup>R</sup>	400
	HRB500	D	500
	HRBF500	D <sup>F</sup>	500
冷轧带肋钢筋	CRB550	$\Phi^R$	500
	CRB600H	$\Phi^{RH}$	540
冷拔光圆钢筋	CPB550	A <sup>CP</sup>	500

3.2.2 钢筋强度设计值应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 钢筋强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

钢筋种类和牌号		钢筋强度设计值	
		抗拉 $f_y$	抗压 $f'_y$
热轧钢筋	HPB300	270	270
	HRB400、HRBF400、 RRB400	360	360
	HRB500、HRBF500	435	435
冷轧带肋钢筋	CRB550	400	380
	CRB600H	430	380
冷拔光圆钢筋	CPB550	360	360

3.2.3 钢筋弹性模量应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 钢筋弹性模量  $E_s$  ( $\times 10^5 \text{N/mm}^2$ )

钢筋种类和牌号		$E_s$
热轧钢筋	HPB300	2.1
	HRB400、HRBF400、 RRB400、HRB500、 HRBF500	2.0
冷轧带肋钢筋	CRB550、CRB600H	1.9
冷拔光圆钢筋	CPB550	2.0

### 3.3 压型钢板

3.3.1 压型钢板质量应符合现行国家标准《建筑用压型钢板》GB/T12755 的有关规定，镀锌钢板应符合现行国家标准《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T2518 的有关规定，不宜选用镀铝锌钢板。钢板强度标准值应具有不小于 95% 的保证率，压型钢板材质的选用应符合下列规定：

1 应选用现行国家标准《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518 规定的 S250 (S250GD+Z、S250GD+ZF)、S350 (S350GD+Z、S350GD+ZF)、S450 (S450GD+Z、S450GD+ZF)、S550 (S550GD+Z、S550GD+ZF) 牌号钢；

2 应选用现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 和《低合金高强度结构钢》GB/T1591 规定的 Q235、Q355 牌号钢；

3 采用其他牌号的钢材时，应符合现行国家标准《组合结构通用规范》GB55004 的有关规定。

3.3.2 压型钢板抗拉强度设计值应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 压型钢板抗拉强度设计值  $f_a$  (N/mm<sup>2</sup>)

牌号	S250	S350	S450	S550	Q235	Q355
$f_a$	205	290	375	395	205	300

3.3.3 压型钢板弹性模量可按表 3.3.3 的规定采用。

表 3.3.3 压型钢板弹性模量  $E_a$  ( $\times 10^5$ N/mm<sup>2</sup>)

弹性模量	冷轧钢板	热轧钢板
$E_a$	1.90	2.06

3.3.4 压型钢板不涂装防腐涂料时，镀锌量应根据压型钢板暴露面所处环境选取，暴露面腐蚀等级及锌腐蚀速率可按表 3.3.4 的规定确定，无法确定腐蚀等级时宜采用两面镀锌量不小于 275g/m<sup>2</sup> 的钢板。压型钢板两面镀锌量不应小于 180g/m<sup>2</sup>，仅作永久模板时两面镀锌量不宜小于 120g/m<sup>2</sup>。

表 3.3.4 压型钢板暴露面腐蚀等级及锌腐蚀速率

腐蚀等级	锌腐蚀速率 $r_{\text{corr}}$ (g/a)	典型环境	
		室内环境	室外环境
C1	$r_{\text{corr}} \leq 0.7$	可采暖的室内，污染可忽略不计；如办公室、学校、博物馆等	干燥寒冷地区，污染非常低，很少凝露的大气环境；如沙漠、北极、南极洲中心地区等干燥寒冷地区
C2	$0.7 < r_{\text{corr}} \leq 5$	无采暖室内，温度有变化，相对潮湿，较少产生凝露，污染较低；如仓库、体育馆	温带气候，污染较低 ( $\text{SO}_2 \leq 5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ) 的大气环境；如农村、小城镇、干燥或寒冷地区。大气环境且有短时间内湿润，如沙漠、次北极地区

续表 3.3.4

C3	$5 < r_{\text{corr}} \leq 15$	室内有时产生凝露,生产过程造成中度污染;如食品加工厂、洗衣房、酿酒厂、牛奶厂	温带气候,中等污染( $5\mu\text{g}/\text{mm}^3 < \text{SO}_2 \leq 30\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )或有一些氧化物影响的大气环境;如市区、低氧化物沉积沿海地区以及大气污染较低的亚热带地区和热带地区
C4	$15 < r_{\text{corr}} \leq 30$	室内经常产生凝露,生产过程造成重度污染;如工业生产厂房、游泳池	温带气候,高污染( $30\mu\text{g}/\text{mm}^3 < \text{SO}_2 \leq 90\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )或有氯化物影响较大的大气环境;如污染的市区、工业区、无海水飞溅的海滩、除冰盐严重的地域以及中度污染的热带和亚热带大气环境
C5	$30 < r_{\text{corr}} \leq 60$	室内凝露非常频繁,受或同时受生产过程造成高度污染;如工业用洞窟、热带或亚热带地区通风不良库棚	温带和亚热带地区,严重污染( $90\mu\text{g}/\text{mm}^3 < \text{SO}_2 \leq 250\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ),有或同时有氧化物严重影响的大气环境;如工业区、沿海地区海滩上的遮阳棚
CX	$60 < r_{\text{corr}} \leq 180$	室内几乎完全处于凝露状态或长期处于极潮湿的环境中,受或同时受生产过程造成高度污染并伴有氯化物、腐蚀刺激的粒状物质飘入的室内;如潮湿热带区不通风的库棚内	大部分时间是潮湿气候的亚热带和热带地区,大气环境污染极其严重( $\text{SO}_2 \geq 250\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ),同时伴有工业污染和氧化物严重影响;如极端的工业区域、偶尔有海水飞溅的海岸和海滨地区

### 3.4 钢筋桁架及底模

3.4.1 钢筋桁架应采用 HPB300、HRB400、RRB400、HRBF400、HRB500、HRBF500、CRB550 和 CRB600H 钢筋制作，腹杆钢筋也可采用 CPB550 钢筋。钢筋桁架宜按现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 规定的规格制作，质量应符合现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 的有关规定；当钢筋桁架规格、型号与现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 的有关规定不相符合时，质量仍应符合现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 的有关规定。

3.4.2 钢筋桁架板质量检验应按现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 的有关规定执行。

3.4.3 钢筋桁架板底模应符合下列规定：

1 压型钢板底模应符合本规程第 3.3 节的规定，且宜符合现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 的有关规定；免拆底模钢板宜采用两面镀锌量不小于 120g/m<sup>2</sup> 的热浸镀锌钢板，厚度不应小于 0.5mm；施工完成后底模拆除的，底模钢板可采用非镀锌板材，厚度不应小于 0.4mm。

2 竹胶合板、铝合金和钢模板应分别符合现行行业标准《竹胶合板模板》JG/T156、《铝合金模板》JG/T522 和《组合钢模板》JG/T3060 的有关规定。

3 混凝土板底模宜采用细石混凝土，且应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，混凝土强度等级不应低于 C30，板厚不应小于 15mm。

4 纤维水泥平板底模应选用符合现行行业标准《纤维水泥平板第 1 部分：无

石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1 和《玻璃纤维增强水泥外墙板》JC/T 1057 中规定的 A 类或 B 类纤维水泥平板，表观密度不应低于 1400kg/m<sup>3</sup>、湿胀率不应大于 0.25%、弹性模量不应小于 6000N/mm<sup>2</sup>，抗折强度标准值应符合表 3.4.3 的规定。

表 3.4.3 纤维水泥平板抗折强度标准值  $f_{fwk}$  (N/mm<sup>2</sup>)

强度种类	纤维水泥平板抗折强度等级		
	R3	R4	R5
饱水强度 $f_{fwk}$	13	18	24

### 3.5 栓钉及螺栓、螺钉、自攻螺钉

3.5.1 栓钉应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433 和现行协会标准《栓钉焊接技术规程》CECS 226 的有关规定，力学性能应符合表 3.5.1-1 的规定，成品规格应符合表 3.5.1-2 的规定。

表 3.5.1-1 栓钉力学性能

抗拉强度 $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	屈服强度 $R_{el}$ (N/mm <sup>2</sup> )	伸长率 $A$ (%)
≥400	≥320	≥14

表 3.5.1-2 栓钉成品规格 (mm)

公称直径	公称直径 d					
	10	13	16	19	22	25
允许偏差						
最小值	9.64	12.57	15.57	18.48	21.48	24.48
最大值	10.00	13.00	16.00	19.00	22.00	25.00

3.5.2 与栓钉配套的瓷环应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433 和现行协会标准《栓钉焊接技术规程》CECS 226 的有关规定，物理性能应符合表 3.5.2 的规定。

表 3.5.2 瓷环物理性能

体积密度 (g/cm <sup>3</sup> )	耐火度 (°C)	吸水率 (%)	耐压强度 (kN/mm <sup>2</sup> )	击穿电压 (kV/mm)
2.1~2.2	≥1500	≤5	280~500	10~20

3.5.3 螺栓、螺钉、自攻螺钉机械性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的有关规定，抗拉强度设计值  $f^b$  应符合表 3.5.3 的规定。

表 3.5.3 螺栓、螺钉、自攻螺钉抗拉强度设计值  $f^b$ (N/mm<sup>2</sup>)

抗拉强度设计值	螺栓、螺钉、自攻螺钉等级				
	4.6	4.8	5.6	5.8	8.8
$f^b$	170	170	210	210	400

### 3.6 焊接材料

3.6.1 手工焊焊条应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 和《高强钢焊条》GB/T 32533 的有关规定。

3.6.2 钢筋桁架与压型钢板底模的电阻焊应符合现行国家标准《电阻焊焊接工艺规程》GB/T 19867.5 的有关规定，焊点抗剪承载力标准值和设计值应按表 3.6.2 的规定选用。

表 3.6.2 电阻焊点抗剪承载力标准值、设计值

焊点抗剪承载力	钢板厚度 (mm)			
	0.4	0.5	0.6	0.8
标准值 (N)	750	1000	1350	2100
设计值 (N)	375	500	675	1050

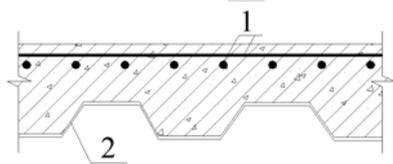
## 4 结构设计与计算

### 4.1 结构设计

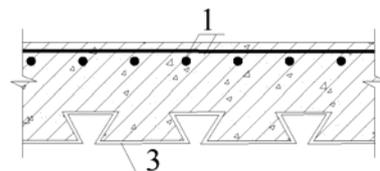
4.1.1 组合楼板应对施工阶段及使用阶段分别按承载能力极限状态和正常使用极限状态设计，并应符合现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的有关规定。

4.1.2 组合楼板施工阶段，应根据楼承板支承及施工临时支撑情况按单跨、多跨计算，计算跨度可取支撑间的距离。组合楼板使用阶段应按拆除临时支撑后的跨度计算，剪力计算可采用净跨度，其他计算应采用计算跨度。

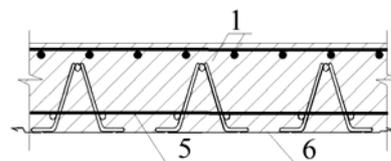
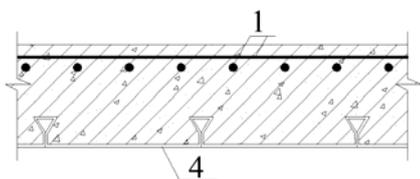
4.1.3 组合楼板使用的楼承板可采用压型钢板（图 4.1.3a~图 4.1.3c）和钢筋桁架板（图 4.1.3d），根据计算可在压型钢板底部不配置钢筋（图 4.1.3a~图 4.1.3c）、配置或部分配置受拉钢筋（图 4.1.3e）。按双向板计算的压型钢板组合楼板，垂直压型钢板肋方向板底配筋可配置在压型钢板肋上（图 4.1.3f），也可采用压型钢板肋上设置双向受力钢筋或网片（图 4.1.3g）；按双向板计算的钢筋桁架组合楼板，垂直桁架方向板底计算配筋或构造配筋应配置在钢筋桁架下弦之上（图 4.1.3d）。



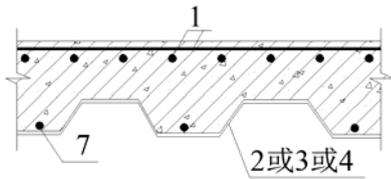
(a) 开口型压型钢板组合楼板



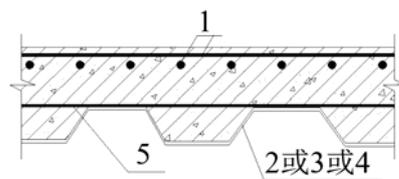
(b) 缩口型压型钢板组合楼板



(c) 闭口型压型钢板组合楼板

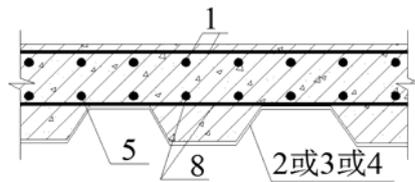


(d) 钢筋桁架组合楼板



(e) 压型钢板替代或部分替代  
正弯矩受拉钢筋

(f) 压型钢板顶部垂直肋方向  
配置受拉钢筋



(g) 压型钢板组合楼板配置双向钢筋

1-板面构造钢筋或钢筋网片；2-开口型压型钢板；3-缩口型压型钢板；4- 闭口型压型钢板；  
5-垂直桁架、垂直肋方向受力或构造钢筋；6-钢筋桁架板底模；7-纵向受力钢筋；8-双向受力钢筋或网片

图 4.1.3 组合楼板截面及配筋

4.1.4 钢筋的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 混凝土底模厚度可计入保护层厚度，不计纤维水泥平板对钢筋保护的作用；
- 2 组合楼板附加的受力钢筋，现浇混凝土钢筋净保护层厚度不应小于受力钢筋直径；
- 3 热浸镀锌压型钢板可依据镀锌量并结合工程实际情况减少混凝土保护层厚度，但保护层厚度不应小于 10mm。镀锌层在不同环境等级下热浸镀锌首次维修寿命可按下式计算：

$$t_1 = \frac{Zn}{r_{\text{corr}}} \quad (4.1.4)$$

式中： $t_1$ ——热浸镀锌板首次维修寿命（a）；

$Zn$ ——镀锌钢板、金属件暴露面镀锌量（ $g/m^2$ ）；

$r_{corr}$ ——锌腐蚀速率，取本规程表 3.3.4 对应的腐蚀等级的腐蚀速率较大值。

4.1.5 免拆底模钢筋桁架板底模为纤维水泥平板时，腐蚀等级不应超过本规程表 3.3.4 规定的 C2 级；底模外露的纤维水泥平板免拆底模钢筋桁架板，纤维水泥平板抗折强度等级不应小于 R4 级。连接件外露金属件应有防腐措施，金属件宜采用不锈钢材料，也可采用镀锌金属件，金属暴露面镀锌量可按本规程式（4.1.4）计算。

## 4.2 荷载、荷载效应及效应组合

4.2.1 施工阶段，楼承板作为模板计算时应计及下列荷载：

1 永久荷载包括楼承板、钢筋和混凝土自重；

2 施工可变荷载应以测量的实际施工荷载为依据；

3 主体结构为钢结构，当测量的施工均布可变荷载小于  $1.0kN/m^2$  时，施工均布可变荷载应按不小于  $1.0kN/m^2$  计取；主体结构为混凝土结构，当测量的施工均布可变荷载小于  $1.5kN/m^2$  时，施工均布可变荷载应按不小于  $1.5kN/m^2$  计取。

4.2.2 验算组合楼板舒适度时，计算自振频率和峰值加速度应按有效荷载计算。

有效荷载应为楼盖自重与有效可变荷载之和，有效均布可变荷载可按表 4.2.2 的规定取值。

表 4.2.2 有效均布可变荷载（ $kN/m^2$ ）

楼盖使用类别	有效均布可变荷载
--------	----------

续表 4.2.2

手术室、教室、办公室、会议室、医院门诊、 剧场、影院、礼堂	0.5
住宅、宿舍、旅馆、酒店、病房、餐厅、食堂	0.3
幼儿园、展览厅、公交等候厅、商场 5.8	0.2

4.2.3 施工阶段，楼承板按承载能力极限状态设计时，荷载组合效应设计值应按  
下式计算：

$$S = 1.3S_s + 1.4S_c + 1.5S_Q \quad (4.2.3)$$

式中： $S$ ——荷载组合效应设计值；

$S_s$ ——楼承板、钢筋自重 在计算截面产生的荷载效应标准值；

$S_c$ ——混凝土自重 在计算截面产生的荷载效应标准值；

$S_Q$ ——施工阶段可变荷载 在计算截面产生的荷载效应标准值。

4.2.4 使用阶段，组合楼板弯矩设计值可采用下列方法计算：

1 组合楼板的跨中计算截面正弯矩可按下式计算：

$$M = M_{1G} + M_{2G} + M_{2Q} \quad (4.2.4-1)$$

式中： $M$ ——组合楼板的弯矩设计值；

$M_{1G}$ ——组合楼板自重 在计算截面产生的弯矩设计值；

$M_{2G}$ ——除施工阶段永久荷载以外，其他永久荷载 在计算截面产生的弯矩  
设计值；

$M_{2Q}$ ——使用阶段可变荷载 在计算截面产生的弯矩设计值。

2 施工阶段楼承板不设置临时支撑且组合楼板为连续板时，压型钢板组合楼板及钢筋桁架组合楼板支座处计算附加钢筋的弯矩可按下式计算：

$$M = M_{2G} + M_{2Q} \quad (4.2.4-2)$$

3 施工阶段楼承板设置临时支撑且组合楼板为连续板时，组合楼板支座处计算附加钢筋的弯矩可按式（4.2.4-1）计算。

4.2.5 使用阶段，组合楼板的剪力设计值可按下式计算：

$$V = \gamma V_{1G} + V_{2G} + V_{2Q} \quad (4.2.5)$$

式中： $V$ ——组合楼板的剪力设计值；

$\gamma$ ——与施工临时支撑条件有关的支撑系数，按表 4.2.5 的规定选用；

$V_{1G}$ ——施工阶段永久荷载在计算截面产生的剪力设计值；

$V_{2G}$ ——施工阶段除永久荷载以外，其他永久荷载在计算截面产生的剪力设计值；

$V_{2Q}$ ——使用阶段可变荷载在计算截面产生的剪力设计值。

表 4.2.5 支撑系数 $\gamma$

支撑条件	满支撑	三分点支撑	中点支撑	无支撑
支撑系数 $\gamma$	1.000	0.733	0.625	0.000

4.2.6 使用阶段，组合楼板挠度可采用按下列方法计算：

1 荷载标准组合下挠度可按下式计算：

$$\Delta_s = \Delta_{1Gk}^c + (\gamma \Delta_{1Gk}^s + \Delta_{2Gk}^s + \Delta_{Q1k}^s + \sum_2^n \psi_{ci} \Delta_{Qik}^s) \quad (4.2.6.-1)$$

式中： $\Delta_s$ ——按荷载效应的标准组合计算的组合楼板挠度值；

$\Delta^c_{1Gk}$ ——在施工阶段永久荷载效应的标准组合下、按临时支撑跨度计算的楼承板挠度值；

$\gamma$ ——与施工临时支撑条件有关的支撑系数，按本规程表 4.2.5 的规定选用；

$\Delta^s_{1Gk}$ ——在施工阶段永久荷载效应的标准组合下、按无临时支撑组合楼板短期抗弯刚度  $B^s$  计算的挠度值；

$\Delta^s_{2Gk}$ ——使用阶段，除施工阶段永久荷载外其他永久荷载标准组合，按短期抗弯刚度计算的组合楼板挠度值；

$\Delta^s_{Q1k}$ ——使用阶段第 1 个可变荷载标准值作用下，按短期抗弯刚度  $B^s$  计算的挠度值；

$\psi_{ci}$ ——第  $i$  个可变荷载的组合系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定选用；

$\Delta^s_{Qik}$ ——使用阶段第  $i$  个可变荷载标准值作用下，按短期抗弯刚度  $B^s$  计算的挠度值。

2 荷载准永久组合并考虑长期作用的影响的挠度可按下式计算：

$$\Delta_q = \Delta^c_{1Gk} + (\gamma\Delta^1_{1Gk} + \Delta^1_{2Gk} + \sum_1^n \psi_{qi}\Delta^1_{Qik}) \quad (4.2.6 -2)$$

式中： $\Delta_q$ ——按荷载效应的准永久组合计算的组合楼板挠度值；

$\Delta^1_{1Gk}$ ——在施工阶段永久荷载标准组合下、按无临时支撑组合楼板长期抗弯刚度计算的组合楼板挠度值；

$\Delta_{2Gk}^1$ ——使用阶段，除施工阶段永久荷载外其他永久荷载标准组合，按长期

抗弯刚度计算的组合楼板挠度值；

$\psi_{qi}$ ——第  $i$  个可变荷载的准永久系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规

范》GB 50009 的有关规定选用；

$\Delta_{Qik}^1$ ——使用阶段第  $i$  个可变荷载标准值作用下，按长期抗弯刚度  $B'$  算的挠

度值。

4.2.7 组合楼板使用阶段在耐火极限状态时，弯矩设计值可按下式计算：

$$M_T = M_{Gk} + \psi_T M_{Qk} \quad (4.2.7)$$

式中： $M_T$ ——耐火极限状态时的弯矩设计值；

$M_{Gk}$ ——永久荷载在计算截面产生的弯矩标准值；

$\psi_T$ ——火灾时可变荷载组合值系数，走道取 1.0，书库、机房取 0.9，其他取 0.7；

$M_{Qk}$ ——可变荷载在计算截面产生的弯矩标准值。

### 4.3 正常使用极限状态限值

4.3.1 施工阶段楼承板的挠度应符合下列规定：

1 施工阶段楼承板的挠度不应大于计算板跨  $l_0$  的 1/180，且不应大于 20mm；

2 结构底面外露或底模外露楼承板，施工阶段永久荷载产生的挠度不应大于计算跨度  $l_0$  的 1/400；

3 对结构底面或底模隐蔽的楼承板，施工阶段永久荷载产生的挠度不应大于计算跨度  $l_0$  的 1/250。

4.3.2 使用阶段组合楼板的挠度最大值不应大于表 4.3.2 规定的限值；构件起拱时，可将计算所得挠度值减去起拱值；悬臂构件计算跨度按实际悬臂长度的 2 倍计。

表 4.3.2 使用阶段组合楼板挠度限值 (mm)

计算跨度 $l_0$	挠度限值
$l_0 < 7\text{m}$	$l_0/200$ ( $l_0/250$ ) *
$7\text{m} \leq l_0 \leq 9\text{m}$	$l_0/250$ ( $l_0/300$ )
$l_0 > 9\text{m}$	$l_0/300$ ( $l_0/400$ )
注：*括号内的数值适用于对挠度有较高要求的构件。	

4.3.3 组合楼板最大裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

4.3.4 组合楼盖舒适度验算时，自振频率  $f_n$  不应小于 4Hz，且不宜大于 9Hz；当自振频率  $f_n$  大于 9Hz 时，应做专门研究论证。楼盖振动峰值加速度  $a_p$  与重力加速度  $g$  之比不宜大于表 4.3.4 的规定。

表 4.3.4 楼盖振动峰值加速度与重力加速度之比的限值

楼盖使用类别	$a_p/g$
手术室	0.0025
住宅、病房、办公室、会议室、医院门诊、教室、 宿舍、旅馆、酒店、幼儿园、食堂	0.0050
商场、餐厅、公交等候厅、剧场、影院、礼堂、 展览厅	0.0150

## 5 压型钢板组合楼板设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 压型钢板截面特性应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定计算。

5.1.2 施工阶段，压型钢板应以顺肋方向为跨度方向，以垂直肋方向截面按单向板计算。

5.1.3 使用阶段，当压型钢板肋顶以上混凝土厚度  $h_c$  为 50mm~100mm 时，组合楼板可沿垂直肋方向截面按单向板计算。当压型钢板肋顶以上混凝土厚度  $h_c$  大于 100mm 时，应根据有效边长比  $\lambda_e$  按下列规定计算：

- 1 当  $\lambda_e$  小于 0.5 时，应沿垂直肋方向截面按单向板计算；
- 2 当  $\lambda_e$  大于 2.0 时，应沿平行肋方向截面按单向板计算；
- 3 当  $\lambda_e$  不小于 0.5 且不大于 2.0 时，应按正交异性双向板计算；
- 4 有效边长比  $\lambda_e$  可按下列公式计算：

$$\lambda_e = \frac{l_x}{\mu l_y} \quad (5.1.3-1)$$

$$\mu = \left(\frac{I_x}{I_y}\right)^{1/4} \quad (5.1.3-2)$$

式中： $\lambda_e$ ——组合楼板的有效边长比；

$l_x$ ——组合楼板平行肋方向计算跨度（mm）；

$\mu$ ——板的各向异性系数；

$l_y$ ——组合楼板垂直肋方向计算跨度（mm）；

$I_x$ ——组合楼板垂直肋方向截面惯性矩 ( $\text{mm}^4$ )，可按本规程第 5.5.4 条组合楼板未开裂换算截面短期惯性矩计算；

$I_y$ ——组合楼板平行肋方向截面惯性矩 ( $\text{mm}^4$ )，仅计算压型钢板肋顶以上混凝土的厚度  $h_c$ 。

5.1.4 正交异性双向板[图 5.1.4 (a)]的弯矩可按边长修正后简化的等效各向同性板计算；计算垂直肋方向截面弯矩  $M_x$  时(图 5.1.4b)，垂直肋方向等效计算跨可取  $\mu l_y$ ；计算平行肋方向截面弯矩  $M_y$  时(图 5.1.4c)，平行肋方向等效计算跨度可取  $l_x/\mu$ 。

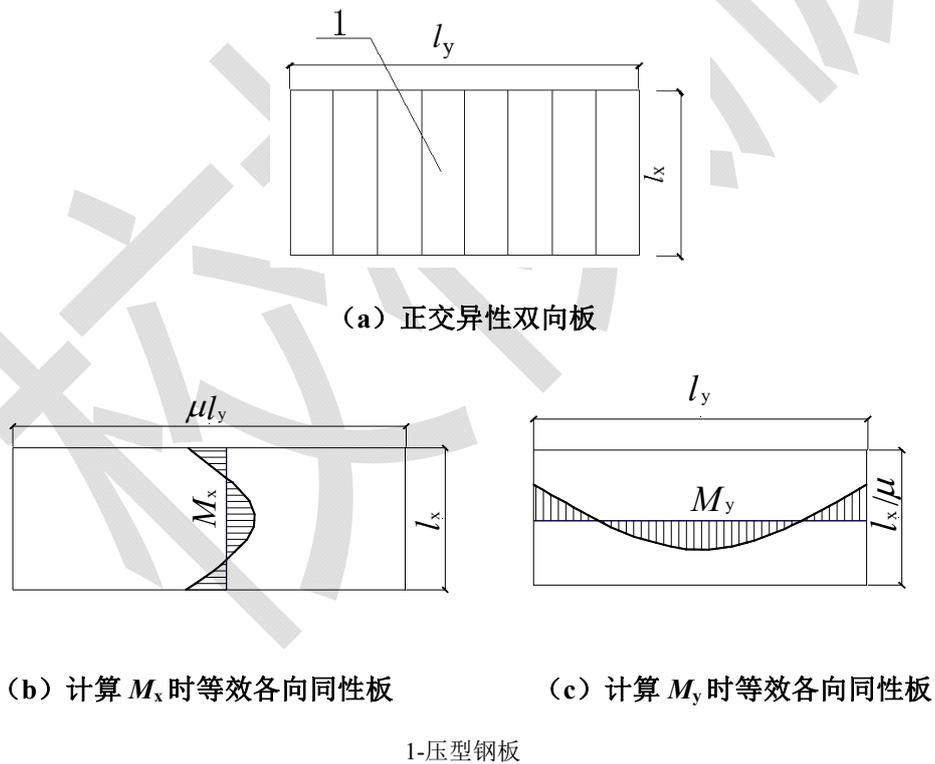


图 5.1.4 正交异性双向板的计算边长

5.1.5 连续组合楼板垂直肋方向截面支座负弯矩按塑性内力重分布设计时，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

5.1.6 组合楼板跨内集中荷载或局部面荷载（图 5.1.6a、图 5.1.6b）大于 7.5kN 或 5.0kN/m<sup>2</sup> 时，应单独验算组合楼板在集中荷载或局部面荷载作用下楼板的承载力。当压型钢板高度  $h_s$  与组合楼板高度  $h$  之比不大于 0.6 时，结构整体分析和组合楼板承载力计算的楼板有效宽度可按下列公式计算：

$$b_e = b_w + k_w l_p (1 - l_p / l_0) \quad (5.1.6-1)$$

$$b_w = b_p + 2(h_c + h_f) \quad (5.1.6-2)$$

式中：  $b_e$ ——组合楼板的有效宽度（mm）；

$b_w$ ——局部荷载在组合楼板中的作用宽度（图 5.1.6c）（mm）；

$k_w$ ——组合楼板工作系数，当计算受弯和剪切粘结承载力时  $k_w$  取 2.00；

连续板  $k_w$  取 1.33；计算斜截面受剪承载力时  $k_w$  取 1.00；

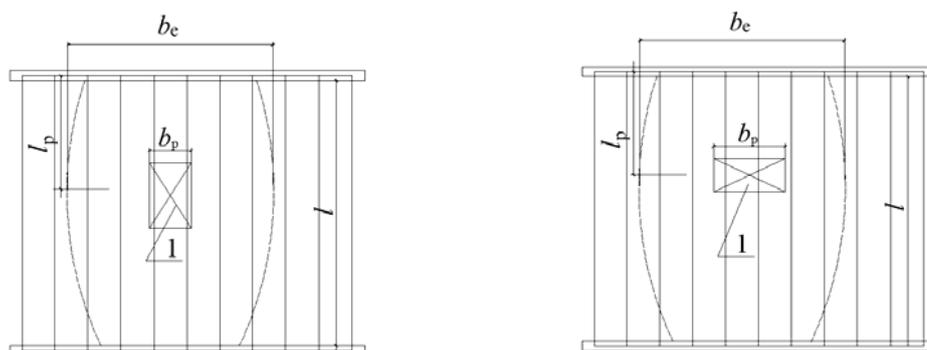
$l_p$ ——荷载合力作用点至楼板支座的较近距离（mm）；

$l_0$ ——组合楼板的计算跨度（mm）；

$b_p$ ——局部荷载宽度或长度（mm），取荷载垂直跨度方向的宽度或长度（图 5.1.6a、图 5.1.6b）；

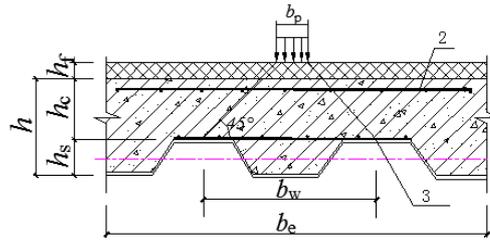
$h_c$ ——压型钢板肋顶以上混凝土厚度（mm）；

$h_f$ ——地面水泥砂浆面层厚度（mm），不包含塑胶等软面层。



(a) 荷载分布平行于跨度方向

(b) 荷载分布垂直于跨度方向



(c) 荷载在组合楼板中的有效宽度

1-集中荷载；2-板面附加钢筋；3-压型钢板肋上附加钢筋

图 5.1.6 跨内集中荷载或局部面荷载

5.1.7 组合楼板计算平行肋方向的截面承载力时，可按压型钢板肋顶以上混凝土厚度为  $h_c$  的普通混凝土楼板计算。

5.1.8 连续组合楼板按简支板设计时，支座截面构造钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

5.1.9 压型钢板仅作为永久模板的非组合楼板，可将楼板垂直压型钢肋的混凝土截面换算成 T 形截面、平行压型钢板肋截面可取以上混凝土厚度的楼板按普通混凝土楼板计算，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

## 5.2 施工阶段验算

5.2.1 压型钢板应根据支承及施工临时支撑情况，按单跨、多跨计算；压型钢板承载力和构造应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。承载力计算时，结构重要性系数  $\gamma_0$  可取 0.9。

5.2.2 施工阶段压型钢板受弯承载力应满足下式要求：

$$\gamma_0 M \leq f_a W_{ac} \quad (5.2.2)$$

式中： $\gamma_0$ ——结构重要性系数，可取 0.9；

$M$ ——压型钢板的弯矩设计值（N•mm），按本规程第 4.2.3 条的规定计算，计算宽度可取一个波距或整块压型钢板的截面；

$f_a$ ——压型钢板抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$W_{ac}$ ——计算宽度内压型钢板的有效截面抵抗矩（mm<sup>3</sup>），按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定计算。

5.2.3 施工阶段挠度验算应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定计算有效截面惯性矩，最大挠度值应符合本规程第 4.3.1 条的规定。

### 5.3 使用阶段受弯承载力计算

5.3.1 组合楼板垂直肋方向截面在正弯矩作用下，正截面受弯承载力应符合下列规定（图 5.3.1）：

1 正截面受弯承载力应满足下式要求：

$$M \leq f_c b x (h_0 - \frac{x}{2}) \quad (5.3.1-1)$$

$$f_c b x = A_a f_a + A_s f_y \quad (5.3.1-2)$$

式中： $M$ ——计算宽度内组合楼板的正弯矩设计值（N•mm），按本规程第 4.2.4 条的规定计算；

$f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$b$ ——组合楼板计算宽度（mm），可取单位宽度 1000mm 或取一个波距宽

度；

$x$ ——混凝土受压区高度（mm），当  $x$  大于  $\zeta_b h_0$  时  $x$  取为  $\zeta_b h_0$ ；

$h_0$ ——组合楼板截面有效高度（mm），等于压型钢板及钢筋拉力合力点至混凝土构件顶面的距离；

$A_a$ ——计算宽度内压型钢板截面面积（mm<sup>2</sup>）；

$f_a$ ——压型钢板抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$A_s$ ——计算宽度内板受拉钢筋截面面积（mm<sup>2</sup>）；

$f_y$ ——钢筋抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）。

2 混凝土受压区高度应满足下列公式的要求：

$$x \leq h_c \quad (5.3.1-3)$$

$$x \leq \zeta_b h_0 \quad (5.3.1-4)$$

式中： $h_c$ ——压型钢板肋顶以上混凝土高度（mm）；

$\zeta_b$ ——相对界限受压区高度。

3 相对界限受压区高度计算应遵循下列原则：

1) 有屈服点钢材应按下列式计算：

$$\xi_b = \min \left\{ \frac{\beta_1}{1 + \frac{f_a}{E_a \varepsilon_{cu}}}, \frac{\beta_1}{1 + \frac{f_y}{E_s \varepsilon_{cu}}} \right\} \quad (5.3.1-5)$$

式中： $\beta_1$ ——系数，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定

取值；

$E_a$ ——压型钢板弹性模量 (N/mm<sup>2</sup>)；

$\varepsilon_{cu}$ ——非均匀受压时混凝土极限压应变，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定取值；

$E_s$ ——钢筋弹性模量 (N/mm<sup>2</sup>)。

2) 无屈服点钢材的 S550 牌号钢应按下式计算：

$$\xi_b = \min \left\{ \frac{\beta_1}{1 + \frac{0.002}{\varepsilon_{cu}} + \frac{f_a}{E_a \varepsilon_{cu}}}, \frac{\beta_1}{1 + \frac{0.002}{\varepsilon_{cu}} + \frac{f_y}{E_s \varepsilon_{cu}}} \right\} \quad (5.3.1-6)$$

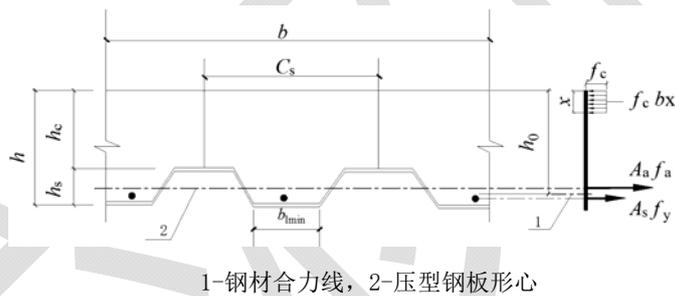


图 5.3.1 组合楼板受弯计算简图

**5.3.2** 组合楼板垂直肋边方向截面正弯矩作用下，当混凝土受压区高度  $x$  大于肋以上混凝土高度  $h_c$  时，宜调整压型钢板型号和尺寸；无替代产品时受弯承载力应满足下式要求：

$$M \leq f_c b h_c \left( h_0 - \frac{h_c}{2} \right) \quad (5.3.2)$$

式中： $M$ ——计算宽度内组合楼板的正弯矩设计值 (N•mm)，按本规程第 4.2.4 条的规定计算。

**5.3.3** 组合楼板垂直肋方向截面在负弯矩作用下，不计压型钢板受压作用，可将

组合楼板截面简化成等效 T 型截面（图 5.3.3），受弯承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，组合楼板的负弯矩设计值可按本规程第 4.2.4 条的规定计算，等效截面可按下式计算：

$$b_{\min} = \frac{b}{C_s} b_{\min} \quad (5.3.3)$$

式中： $b_{\min}$ ——计算宽度内组合楼板换算腹板宽度（mm）；

$b$ ——组合楼板计算宽度（mm）；

$C_s$ ——压型钢板板肋中心线距离（图 5.3.1）（mm）；

$b_{\min}$ ——压型钢板单个板肋的最小宽度（图 5.3.1）（mm）。

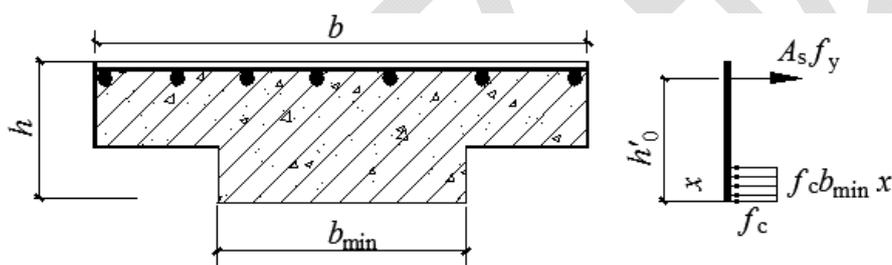


图 5.3.3 等效 T 型截面

## 5.4 使用阶段受剪承载力计算

5.4.1 组合楼板中压型钢板与混凝土间的纵向剪切粘结承载力应满足下式要求：

$$V \leq m \frac{A_a h_0}{1.25a} + k f_t b h_0 \quad (5.4.1)$$

式中： $V$ ——组合楼板剪力设计值（N），按本规程第 4.2.5 条的规定计算；

$A_a$ ——计算宽度内组合楼板的压型钢板截面面积（mm<sup>2</sup>）；

$h_0$ ——组合楼板截面有效高度（mm），取压型钢板及钢筋拉力合力点至混凝土构件顶面的距离；

$a$ ——剪跨（mm），均布荷载作用时  $a$  取为  $l_n/4$ ， $l_n$  为板净跨度，连续板

可取反弯点之间的距离；

$f_t$ ——混凝土轴心抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$b$ ——组合楼板计算宽度（mm）；

$m$ 、 $k$ ——剪切粘结系数，按本规程附录 A 规定的试验方法确定，当无试验条件时，可按本规程附录 B 的规定选用； $m$  的单位为 N/mm<sup>2</sup>， $k$  为无量纲系数。

**5.4.2** 组合楼板斜截面受剪承载力应满足下式要求：

$$V \leq 0.7 f_t b_{\min} h_0 \quad (5.4.2)$$

式中： $V$ ——组合楼板剪力设计值（N），按本规程第 4.2.5 条的规定计算；

$f_t$ ——混凝土轴心抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$b_{\min}$ ——计算宽度内组合楼板换算腹板宽度（mm），按本规程第 5.3.3 条的规定计算；

$h_0$ ——组合楼板截面有效高度（mm）。

**5.4.3** 组合楼板在局部荷载作用下的受冲切承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，混凝土板有效高度可取压型钢板肋以上混凝土厚度  $h_c$ 。

## 5.5 正常使用极限状态验算

**5.5.1** 组合楼板负弯矩区最大裂缝宽度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。

5.5.2 组合楼板在正常使用极限状态下的挠度可按结构力学方法计算，并应分别按荷载的标准组合和准永久组合并考虑长期作用的影响，可按本规程第 4.2.6 条的规定进行挠度组合，挠度组合值不应超过本规程第 4.3.2 条规定的限值。

5.5.3 组合楼板挠度按荷载效应标准组合计算时，短期抗弯刚度可按下列公式计算：

$$B^s = E_c I_{eq}^s \quad (5.5.3-1)$$

$$I_{eq}^s = \frac{I_u^s + I_c^s}{2} \quad (5.5.3-2)$$

式中： $B^s$ ——组合楼板短期抗弯刚度（ $N \cdot mm^2$ ）；

$E_c$ ——混凝土弹性模量（ $N/mm^2$ ）；

$I_{eq}^s$ ——组合楼板换算截面短期惯性矩平均值（ $mm^4$ ）。

$I_u^s$ 、 $I_c^s$ ——组合楼板未开裂换算截面短期惯性矩及短期开裂换算截面惯性矩（ $mm^4$ ）。

5.5.4 组合楼板未开裂换算截面短期惯性矩可按下列公式计算（图 5.5.4）：

$$I_u^s = \frac{bh_c^3}{12} + bh_c(y_{cc} - 0.5h_c)^2 + \alpha_E I_a + \alpha_E A_a y_{cs}^2 + \frac{b_{lm} b h_s}{C_s} \left[ \frac{h_s^2}{12} + (h - y_{cc} - 0.5h_s)^2 \right] \quad (5.5.4-1)$$

$$y_{cc} = \frac{0.5bh_c^2 + \alpha_E A_c h_0 + b_{lm} h_s (h_0 - 0.5h_s) b / C_s}{bh_c + \alpha_E A_a + b_{lm} h_s b / C_s} \quad (5.5.4-2)$$

$$\alpha_E = \frac{E_a}{E_c} \quad (5.5.4-3)$$

式中： $I_u^s$ ——组合楼板未开裂换算截面短期惯性矩（ $mm^4$ ）；

$b$ ——组合楼板计算宽度（mm）；

$h_c$ ——压型钢板肋顶上混凝土高度（mm）

$y_{cc}$ ——截面中和轴距混凝土顶面距离（mm），当  $y_{cc}$  大于压型钢板肋顶以上混凝土厚度  $h_c$  时  $y_{cc}$  取为  $h_c$ ；

$\alpha_E$ ——钢与混凝土的弹性模量比值；

$I_a$ ——计算宽度内组合楼板中压型钢板的截面惯性矩（ $\text{mm}^4$ ）；

$A_a$ ——计算宽度内组合楼板中压型钢板的截面面积（ $\text{mm}^2$ ）；

$y_{cs}$ ——截面中和轴距压型钢板截面形心轴距离（mm）；

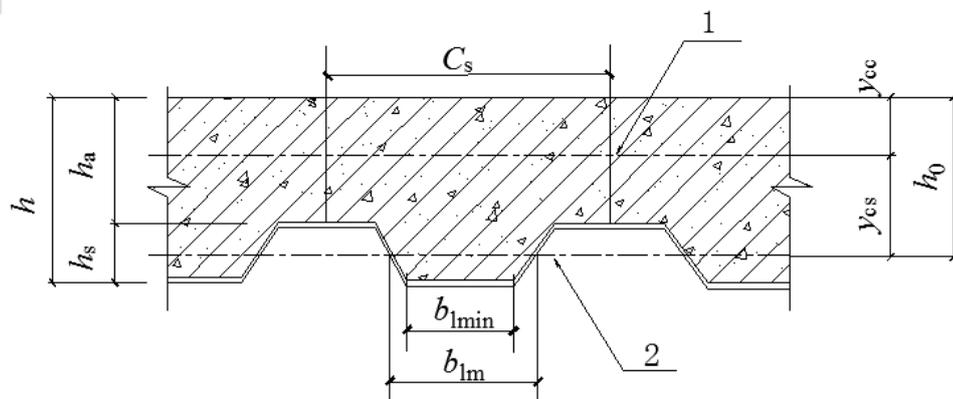
$b_{lm}$ ——压型钢板板槽平均宽度（mm）；

$h_s$ ——压型钢板高度（mm）；

$C_s$ ——压型钢板板肋中心线距离（mm）；

$A_c$ ——混凝土截面面积（ $\text{mm}^2$ ）；

$E_c$ ——混凝土弹性模量（ $\text{N}/\text{mm}^2$ ）。



1-组合楼板形心；2-压型钢板形心

图 5.5.4 组合楼板截面刚度计算简图

5.5.5 组合楼板开裂换算短期惯性矩可按下列公式计算（图 5.5.4）：

$$I_c^s = \frac{by_{cc}^3}{3} + \alpha_E A_a y_{cs}^2 + \alpha_E I_a \quad (5.5.5-1)$$

$$y_{cc} = (\sqrt{2\rho_a \alpha_E + (\rho_a \alpha_E)^2} - \rho_a \alpha_E) h_0 \quad (5.5.5-2)$$

$$\rho_a = \frac{A_a}{bh_0} \quad (5.5.5-3)$$

式中  $I_c^s$ ——组合楼板开裂换算截面短期惯性矩 ( $\text{mm}^4$ )；

$\rho_a$ ——计算宽度内组合楼板截面压型钢板含钢率；

5.5.6 组合楼板长期抗弯刚度可将本规程第 5.5.4 条、第 5.5.5 条中的  $\alpha_E$  改用  $2\alpha_E$ ，计算所得惯性矩分别为组合楼板未开裂换算截面长期惯性矩  $I_u^l$  和开裂换算截面长期惯性矩  $I_c^l$ 。组合楼板截面长期抗弯刚度可按下列公式计算：

$$B^l = 0.5E_c I_{eq}^l \quad (5.5.6-1)$$

$$I_{eq}^l = \frac{I_u^l + I_c^l}{2} \quad (5.5.6-2)$$

式中： $B^l$ ——组合楼板长期抗弯刚度 ( $\text{N}\cdot\text{mm}^2$ )；

$I_{eq}^l$ ——组合楼板换算截面长期惯性矩平均值 ( $\text{mm}^4$ )；

$I_u^l$ 、 $I_c^l$ ——组合楼板未开裂换算截面长期惯性矩、开裂换算截面长期惯性矩 ( $\text{mm}^4$ )，可分别按本规程式 (5.5.4-1)、式 (5.5.5-1) 计算，并

将式中的  $\alpha_E$  改用  $2\alpha_E$ 。

5.5.7 组合楼盖舒适度应验算楼盖的峰值加速度和自振频率，峰值加速度和自振频率可采用动力时程分析、动力有限元分析方法，也可采用本规程附录 C 规定的方法验算；计算结果应符合本规程第 4.3.4 条的规定。

## 6 钢筋桁架组合楼板设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 钢筋桁架板底模沿桁架方向宜采用整张板；纤维水泥平板、竹胶合模板作为底模可采用拼板，拼接板数量不宜超过 4 块板。纤维水泥平板底模强度等级不应低于 R3 级；混凝土底模强度等级不应小于 C30，且应比组合楼板混凝土强度提高一个等级。

6.1.2 钢筋桁架的两个下弦杆应与底模可靠连接，连接可采用焊接、机械连接、预埋件、预埋钢筋等方式，连接件宜均匀布置，同一下弦杆两个连接件的距离  $l_f$  不应大于 400mm（图 6.1.2）。

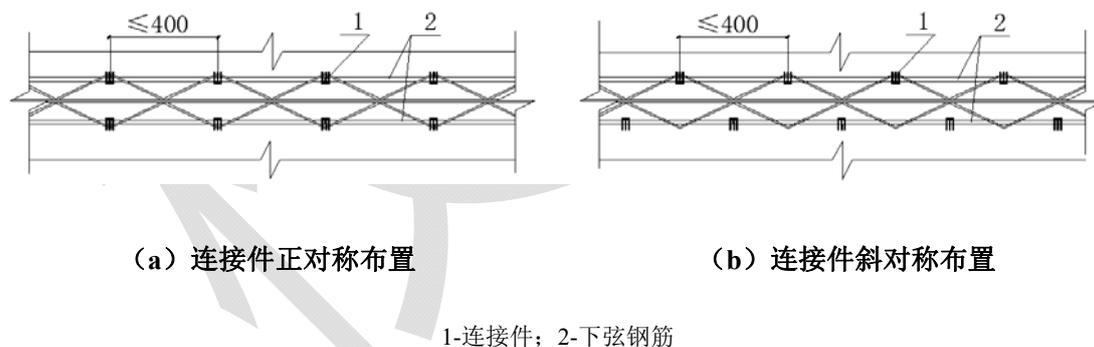


图 6.1.2 连接件布置

6.1.3 钢筋桁架板施工阶段的内力分析可采用弹性分析方法，应分别计算钢筋桁架和底模的荷载效应。验算钢筋桁架时，荷载应全部由桁架承担；验算底模及钢筋桁架与底模的连接件时，桁架应作为底模支点，除钢筋桁架自重以外的荷载全部应由底模承担。

6.1.4 沿桁架纵向底模采用强度等级不低于 R4 级的整张纤维水泥平板或混凝土板时，验算钢筋桁架板施工阶段挠度可将底模刚度计入钢筋桁架板刚度，计入底模刚度时，底模边缘拉应力应满足下式要求：

$$\sigma_{1k} = \frac{M_{1k}}{W_{ct}} \leq f_{bt} \quad (6.1.4)$$

式中： $\sigma_{1k}$ ——施工荷载标准组合作用下底模边缘拉应力值（N/mm<sup>2</sup>）；

$M_{1k}$ ——施工荷载标准组合值作用下钢筋桁架板弯矩（N•mm）；

$W_{ct}$ ——钢筋桁架板换算截面抵抗矩（mm<sup>3</sup>），计算钢筋桁架板截面抵抗

矩时，可将底模视为翼缘板并换算成钢质材料，按现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ138 的有关规定计算翼缘有效宽度；

$f_{bt}$ ——底模抗拉强度（N/mm<sup>2</sup>），纤维水泥平板底模取  $0.5f_{fwk}$ ， $f_{fwk}$  为纤维

水泥平板饱水抗折强度标准值，按本规程第 3.4.4 条的规定取值；

混凝土底模取  $f_{tk}$ ， $f_{tk}$  为混凝土轴心抗拉强度标准值，按本规程第

3.1.2 条的规定取值。

6.1.5 使用阶段，可不计及钢筋桁架整体对组合楼板的作用，弦杆可作为混凝土楼板中配置的上、下受力钢筋与混凝土共同工作。

6.1.6 使用阶段，底模为混凝土的钢筋桁架板可计及底模与现浇混凝土的共同工作；其他类型钢筋桁架板，不应计及底模与现浇混凝土的共同工作。

6.1.7 使用阶段，组合楼板长宽比不大于 2 时应按双向板设计，长宽比大于 2 且不大于 3 时宜按双向板设计。与桁架垂直方向的配筋应符合现行国家标准《混凝

土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

6.1.8 多跨连续组合楼板可采用弹性分析计算内力，当计及塑性内力重分布时，

应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

## 6.2 施工阶段验算

6.2.1 钢筋桁架板应根据施工时楼承板支承及施工临时支撑情况按单跨、多跨计

算，计算可取钢筋桁架板一个单元  $C_s$ （图 6.2.1），也可取一张楼承板宽度计算。

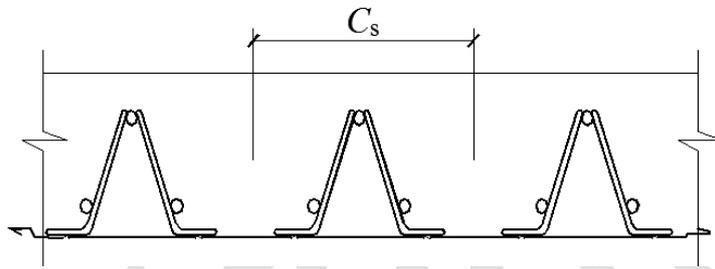


图 6.2.1 钢筋桁架板计算单元

6.2.2 钢筋桁架杆件承载力应满足下式要求：

$$\frac{\gamma_0 N}{A_s} \leq 0.9 f_{yd} \quad (6.2.2)$$

式中： $\gamma_0$ ——结构重要性系数，可取 0.9；

$N$ ——杆件轴心拉力或压力设计值（N），按本规程第 4.2.3 条的规定计算；

$A_s$ ——钢筋截面面积（ $\text{mm}^2$ ）；

$f_{yd}$ ——钢筋抗拉或抗压强度设计值（ $\text{N}/\text{mm}^2$ ），按本规程第 3.2.2 条的规

定取值。

6.2.3 钢筋桁架受压杆件稳定验算应符合下列规定：

- 1 受压弦杆计算长度不应小于 0.9 倍的受压弦杆节点间距；

2 当腹杆有底脚伸出的桁架（图 6.2.3a），腹杆计算长度应取不小于 0.7 倍的腹杆节点间距；腹杆底脚未伸出的桁架（图 6.2.3b），腹杆计算长度应取 1.0 倍的腹杆节点间距；在腹杆底脚未伸出，下端设置的预埋钢筋或预埋铁件不宜视为底脚（图 6.2.3c），腹杆计算长度宜取 1.0 倍的腹杆节点间距；

3 钢筋桁架杆件稳定应满足下式要求：

$$\frac{\gamma_0 N}{\varphi A_s f_y'} \leq 1.0 \quad (6.2.3)$$

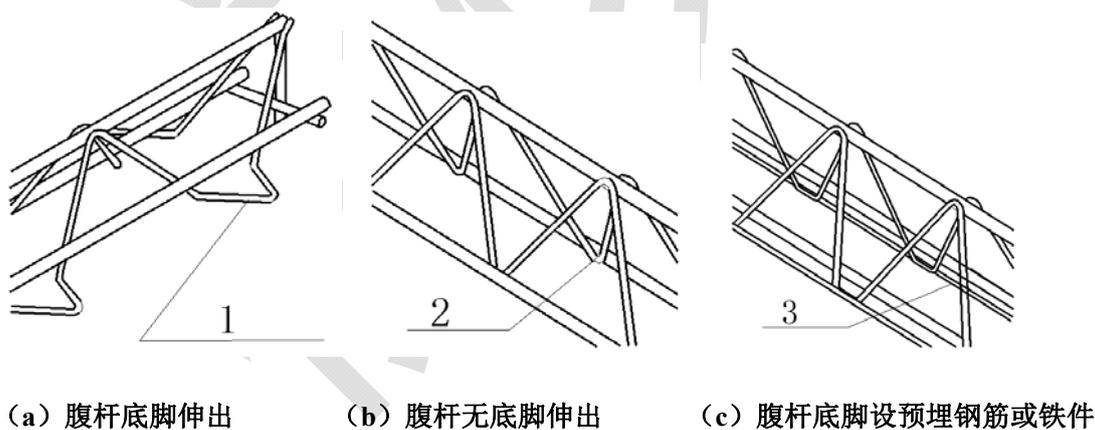
式中： $\gamma_0$ ——结构重要性系数，可取 0.9；

$N$ ——杆件轴心压力设计值（N），按本规程第 4.2.3 条的规定计算；

$\varphi$ ——轴心受压构件的稳定系数，按现行国家标准《钢结构设计标准》

GB50017 的有关规定采用。

$f_y'$ ——钢筋抗压强度设计值（N/mm<sup>2</sup>），按本规程第 3.2.2 条的规定取值。



1-底脚；2-底脚未伸出；3-预埋钢筋或铁件

图 6.2.3 腹杆底脚形式

6.2.4 钢筋桁架与底模焊接，与螺栓、螺钉、自攻螺钉连接应符合下列规定：

1 焊点承载力应满足下式要求：

$$V \leq \sum_1^n N_v \quad (6.2.4-1)$$

式中：V——单位面积内钢筋桁架与底模或连接件焊点剪力设计值（N），按本规程第 4.2.3 条的规定计算；

n——单位面积内焊点、螺栓、螺钉、自攻螺钉的个数；

$N_v$ ——单个焊点抗剪承载力设计值（N），按本规程第 3.6.2 条的规定取值；

2 螺栓、螺钉、自攻螺钉承载力应满足下式要求：

$$P^b \leq \sum_1^n f_t^b A_c^b \quad (6.2.4-2)$$

式中： $P^b$ ——单位面积内钢筋桁架与底模连接的螺栓、螺钉的拉力设计值（N），按本规程第 4.2.3 条的规定计算；

$f_t^b$ ——螺栓、螺钉、自攻螺钉的抗拉设计强度（N/mm<sup>2</sup>），按本规程第 3.5.3 条的规定取值；

$A_c^b$ ——螺栓、螺钉、自攻螺钉的有效面积（mm<sup>2</sup>）。

6.2.5 纤维水泥平板底模与钢筋桁架采用螺栓、螺钉、自攻螺钉连接时，通孔或预留孔应分别符合国家现行标准《紧固件 螺栓和螺钉通孔》GB/T 5277、《自攻螺钉连接 底孔直径和拧紧扭矩技术条件》GBT 43655 的有关规定，且底模和连接件承载力应符合下列规定：

1 底模承载力应满足下式要求：

$$F_{tm} \leq \frac{1}{6e} (2l_c + b_{tm}) f_{fwk} t_b^2 \quad (6.2.5-1)$$

式中： $F_{tm}$ ——施工阶段底模边缘上集中荷载产生的拉力设计值（图 6.2.5），

取 1 200N；

$e$ ——线性荷载作用点距连接件中心的距离（图 6.2.5）（mm），取为

$l_c/2$ ；

$l_c$ ——钢筋桁架板底模侧向边缘至桁架最外侧连接件中心的距离（图

6.2.5）（mm）；

$b_{tm}$ ——线性荷载长度的 1/2，取为 125mm；

$f_{fwk}$ ——纤维水泥平板的饱水抗折强度（ $N/mm^2$ ），按本规程第 3.4.3 条的规定取值；

$t_b$ ——纤维水泥平板的厚度（mm）。

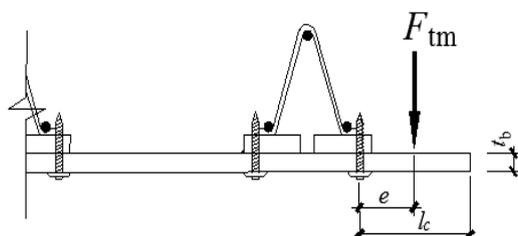


图 6.2.5 荷载偏心距

2 连接件承载力应满足下式要求：

$$F_{tm} \leq 0.35\pi d_k t_b f_{fwk} \quad (6.2.5-2)$$

式中： $d_k$ ——螺栓、螺钉、自攻螺钉钉帽直径（mm），按现行国家标准《紧

固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 中规定的公称值

取值。

6.2.6 底模外露的钢筋桁架组合楼板，底模为纤维水泥平板或混凝土的免拆底模钢筋桁架板抗裂应按本规程式（6.1.4）计算。

6.2.7 钢筋桁架板施工阶段挠度可按桁架计算，除符合本规程第 6.1.4 条规定的底模外，钢筋桁架板不计底模作用，最大挠度值应符合本规程第 4.3.1 条的规定。

### 6.3 使用阶段承载力计算

6.3.1 组合楼板正截面受弯承载力计算可计及混凝土底模作用，其他底模不计底模的作用，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，弯矩设计值可按本规程第 4.2.4 条的规定计算。

6.3.2 组合楼板斜截面受剪承载力不计钢筋桁架腹杆的作用，并按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定执行，剪力设计值可按本规程第 4.2.5 条的规定计算。

6.3.3 组合楼板在局部荷载作用下，受冲切承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

### 6.4 正常使用极限状态验算

6.4.1 组合楼板正截面裂缝宽度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。

6.4.2 组合楼板挠度验算可计及符合本规程第 6.1.4 条规定的钢筋桁架板底模的作用，其他不计及钢筋桁架板底模的作用；可将钢筋桁架上、下弦杆视为配筋，应按荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响计算楼板挠度。楼板刚度应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定计算，挠度可按本规程

式（4.2.6-2）计算组合值，挠度组合最大值不应超过本规程第 4.2.3 条规定的限值。

6.4.3 施工阶段无支撑时，下弦钢筋在准永久荷载作用下的拉应力应满足下列公式要求：

$$\sigma_{sq} \leq 0.9f_y \quad (6.4.3-1)$$

$$\sigma_{sq} = \sigma_{s1k} + \sigma_{s2q} \quad (6.4.3-2)$$

$$\sigma_{s1k} = \frac{N_{1Gk}}{A_s} \quad (6.4.3-3)$$

$$\sigma_{s2q} = \frac{M_{2q}}{0.87A_s h_0} \quad (6.4.3-4)$$

式中： $\sigma_{sq}$ ——钢筋桁架下弦的拉应力（N/mm<sup>2</sup>）；

$f_y$ ——钢筋抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>），按本规程第 3.2.2 条的规定取值；

$\sigma_{s1k}$ ——施工阶段楼承板在永久荷载下的钢筋桁架下弦的拉应力（N/mm<sup>2</sup>）；

$\sigma_{s2q}$ ——除施工永久荷载外，其他永久荷载与可变荷载的准永久组合在计算截面产生的下弦钢筋拉应力（N/mm<sup>2</sup>）；

$N_{1Gk}$ ——施工阶段永久荷载作用下，钢筋桁架下弦拉力标准值（N）；

$A_s$ ——计算杆件的钢筋截面面积（mm<sup>2</sup>）；

$M_{2q}$ ——除施工永久荷载外，其他永久荷载与可变荷载的准永久组合在计算截面产生的弯矩值（N•mm）；

$h_0$ ——楼板截面有效高度（mm）。

6.4.4 可拆底模钢筋桁架组合楼板，抗裂和裂缝宽度验算应符合现行国家标准《混

凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。荷载组合时可将施工阶段的永久荷载乘以本规程第 4.2.5 条规定的支撑系数 $\gamma$ 后参与荷载组合。

6.4.5 纵向为单张整块板的免拆底模钢筋桁架板，按本规程第 6.1.4 条施工阶段计入底模刚度时，应对纤维水泥平板底模或混凝土底模进行抗裂验算，底模抗裂应按下列公式验算：

$$\sigma_{ck} \leq f_{bt} \quad (6.4.5-1)$$

$$\sigma_{ck} = \sigma_{1k} + \frac{M_{2k}}{W_{c0}} \quad (6.4.5-2)$$

$$M_{2k} = M_{2Gk} + M_{2Qk} \quad (6.4.5-3)$$

式中： $\sigma_{ck}$ ——组合楼板在由使用阶段荷载标准组合值在计算界面产生的底模边缘的拉应力（N/mm<sup>2</sup>）；

$f_{bt}$ ——底模抗拉强度（N/mm<sup>2</sup>），纤维水泥平板底模取  $0.5f_{fwk}$ ， $f_{fwk}$  为纤维水泥板饱水抗折强度标准值，按本规程第 3.4.3 条的规定取值；混凝土底模取  $f_{tk}$ ， $f_{tk}$  为混凝土抗拉强度标准值，本规程第 3.1.2 条的规定取值；

$\sigma_{1k}$ ——施工阶段荷载标准组合作用下底模边缘拉应力值（N/mm<sup>2</sup>）；按本标准第 6.1.4 条的规定计算；

$W_{c0}$ ——组合楼板换算截面抵抗矩（mm<sup>3</sup>）；将底模面积按弹性模量比换算成现浇混凝土截面面积，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定计算所得的截面抵抗矩；

$M_{2k}$ ——使用阶段荷载标准组合在计算截面产生的弯矩值（N•mm）；

$M_{2Gk}$ ——使用阶段永久荷载标准组合在计算截面产生的弯矩值（N•mm）；

$M_{2Qk}$ ——使用阶段可变荷载标准组合在计算截面产生的弯矩值（N•mm）。

6.4.6 混凝土底模钢筋桁架组合楼板的裂缝宽度验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中叠合板的有关规定。荷载组合时可将施工阶段的永久荷载应乘以本规程第 4.2.5 条规定的的支撑系数 $\gamma$ 后参与荷载组合。

6.4.7 组合楼盖舒适度应验算楼盖的峰值加速度和自振频率，峰值加速度和自振频率可采用动力时程分析、动力有限元分析方法，也可采用本规程附录 C 规定的方法验算；计算结果应符合本规程第 4.3.4 条的规定。

## 7 组合楼板耐火设计

### 7.1 一般规定

7.1.1 组合楼板耐火性能和耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的有关规定。

7.1.2 压型钢板作为永久模板的非组合楼板时，耐火设计应按普通钢筋混凝土楼板耐火设计方法确定。

7.1.3 压型钢板组合楼板正弯矩受拉区钢筋、钢筋桁架组合楼板下弦杆起耐火作用时，钢筋的设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 对楼板构件耐火极限的规定。

7.1.4 无防火涂料防护的压型钢板组合楼板耐火极限可采用耐火测试方法或计算方法确定，并应符合下列规定：

- 1 采用耐火测试方法确定耐火极限时，应符合现行国家标准《建筑构件耐火试验方法》GB/T 9978系列标准的有关规定；

- 2 采用计算方法确定时，超静定组合楼板可按本规程第7.2节的有关规定计算确定；符合现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249计算条件的压型钢板组合楼板也可按现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249的有关规定确定耐火极限。

7.1.5 压型钢板涂敷防火涂料防护时，应符合现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的有关规定。

7.1.6 **未涂敷防火涂**的简支压型钢板组合楼板的耐火极限可按不大于 0.5h 确定，

也可按现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 中不允许大变形组合楼板确认耐火极限，但耐火极限不应超过 0.5h；设计需要超过 0.5h 时，可通过在正弯矩区配置受力钢筋满足相应耐火极限的规定。

## 7.2 火灾下压型钢板组合楼板承载力计算

7.2.1 本节适用于连续或一端固结的单跨组合楼板，且火灾下允许产生大变形的压型钢板组合楼板，符合本节规定的压型钢板组合楼板可不涂敷防火涂料。

7.2.2 计算确定耐火极限的组合楼板应符合下列假定：

- 1 不计及升温时楼板支座对楼板平面内约束作用的影响；
- 2 不计及升温时压型钢板对楼板承载力的影响；
- 3 楼板内温度仅与距受火表面的深度有关；
- 4 不考虑剪切粘结承载力极限状态；
- 5 除楼板的纵向受力钢筋外，楼板的构造钢筋、温度抗裂钢筋亦可作为受力钢筋参与计算；
- 6 组合楼板的支承梁应符合耐火极限的规定。

7.2.3 组合楼板达到设计耐火极限状态时，按简支板计算的跨中弯矩设计值应满足下式要求：

$$M_{0T} \leq M_{uT}^{mid} + \frac{M_{uT}^r + M_{uT}^l}{2} \quad (7.2.3)$$

式中： $M_{0T}$ ——耐火极限状态时组合楼板按简支板计算的跨中弯矩设计值（N•mm），荷载效应组合按本规程第 4.2.7 条的规定计算；

$M_{uT}^{mid}$ ——耐火极限状态时组合楼板跨中截面的受弯承载力 (N•mm)；

$M_{uT}^l$ ——耐火极限状态时组合楼板左端支座截面的受弯承载力 (N•mm)；

$M_{uT}^r$ ——耐火极限状态时组合楼板右端支座截面的受弯承载力 (N•mm)。

7.2.4 组合楼板达到设计耐火极限时，截面受弯承载力可采用下列方法计算（图 7.2.4）：

1 极限承载力可按下式计算：

$$M_{uT} = \sum_{i=1}^{n_s} A_{sti} f_{stiT} z_i + \sum_{j=1}^{n_c} A_{cj} f_{cjT} z_j \quad (7.2.4-1)$$

式中： $M_{uT}$ ——耐火极限状态时各截面受弯承载力 (N•mm)，分别为跨中截面的  $M_{uT}^{mid}$ 、左支座截面的  $M_{uT}^l$  和右支座截面的  $M_{uT}^r$ ；

$n_s$ ——钢筋单元总数；

$i$ ——钢筋单元编号；

$A_{sti}$ ——钢筋单元  $i$  的截面面积 (mm<sup>2</sup>)；

$f_{stiT}$ ——高温下钢筋单元  $i$  抗拉或抗压强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)，中和轴受拉侧取负值、受压侧取正值；

$z_i$ ——钢筋单元  $i$  距中和轴的距离 (mm)；中和轴受拉侧取负值，

在中和轴受拉侧取正值；

$j$ ——受压混凝土单元编号；

$n_c$ ——混凝土单元总数；

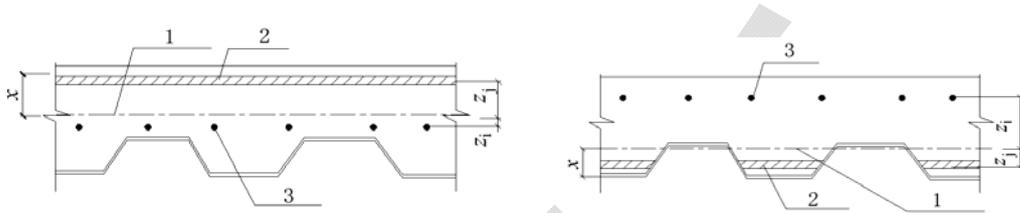
$A_{cj}$ ——受压混凝土单元  $j$  的截面面积 (mm<sup>2</sup>)；

$f_{cjT}$ ——高温下混凝土单元  $j$  轴心抗压强度设计值 ( $N/mm^2$ )；

$z_j$ ——混凝土单元  $j$  距中和轴的距离 ( $mm$ )，取正值。

2 中和轴位置可按下式计算确定：

$$\sum_{i=1}^{n_s} A_{sti} f_{stiT} + \sum_{j=1}^{n_c} A_{cj} f_{cjT} = 0 \quad (7.2.4-2)$$



(a) 正弯矩作用

(b) 负弯矩作用

1-中和轴；2-受压混凝土单元；3-受拉钢筋单元

图 7.2.4 耐火承载力计算中的板截面

7.2.5 高温下混凝土轴心抗压强度设计值可按下式计算：

$$f_{cT} = \eta_{cT} f_c \quad (7.2.5)$$

式中： $f_{cT}$ ——高温下混凝土轴心抗压强度设计值 ( $N/mm^2$ )；

$\eta_{cT}$ ——高温下混凝土轴心抗压强度折减系数，按表 7.2.5 的规定取用；

$f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值 ( $N/mm^2$ )。

表 7.2.5 高温下混凝土轴心抗压强度折减系数  $\eta_{cT}$

混凝土的温度 ( $^{\circ}C$ )	普通混凝土	轻骨料混凝土
20	1.00	1.00
100	0.95	1.00
200	0.90	1.00
300	0.85	1.00
400	0.75	0.88
500	0.60	0.76

续表 7.2.5

600	0.45	0.64
700	0.30	0.52
800	0.15	0.40
900	0.08	0.28
1000	0.04	0.16
1100	0.01	0.04
1200	0.00	0.00

7.2.6 高温下热轧钢筋抗拉或抗压强度设计值的计算应符合下列规定：

1 钢筋抗拉或抗压强度可按下式计算：

$$f_{stT} = \eta_{stT} \gamma_R f_{yd} \quad (7.2.6-1)$$

式中： $f_{stT}$ ——高温下钢筋抗拉或抗压强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$\eta_{stT}$ ——高温下钢筋抗拉或抗压强度折减系数；

$\gamma_R$ ——钢材强度调整系数取为 1.1；

$f_{yd}$ ——钢筋抗拉或抗压强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）。

2 高温下钢筋抗拉或抗压强度折减系数可按下式计算：

$$\eta_{stT} = \begin{cases} 1.0 & (20^\circ\text{C} \leq T_s < 300^\circ\text{C}) \\ 1.24 \times 10^{-8} T_s^3 - 2.096 \times 10^{-5} T_s^2 + 9.228 \times 10^{-3} T_s - 0.2168 & (300^\circ\text{C} \leq T_s < 800^\circ\text{C}) \\ 0.5 - T_s / 2000 & (800^\circ\text{C} \leq T_s < 1000^\circ\text{C}) \end{cases} \quad (7.2.6-2)$$

式中： $T_s$ ——钢筋温度（°C）

7.2.7 组合楼板混凝土自受火面算起，内部不同深度处的温度可按表 7.2.7 的规定确定，深度的取值方向应与压型钢板垂直（图 7.2.7），两个方向交叉时温度取较高值。

表 7.2.7 组合楼板混凝土内部温度分布 (°C)

混凝土内部深度 (mm)	耐火极限 1.50h 时温度分布		耐火极限 2.00h 时温度分布	
	普通混凝土	轻骨料混凝土	普通混凝土	轻骨料混凝土
10	790	720	——	770
20	650	580	720	640
30	540	460	610	530
40	430	360	510	430
50	370	280	440	340
60	310	230	370	280
70	260	170	320	220
80	220	130	270	180
90	180	100	240	150
100	160	80	210	140

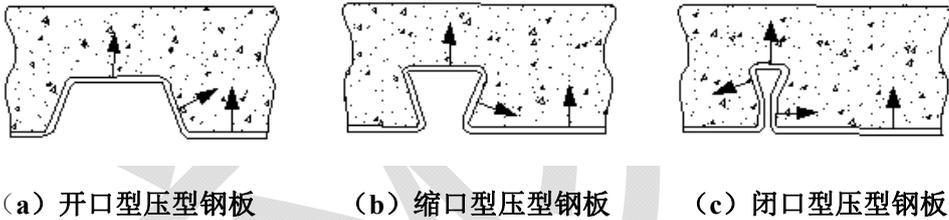


图 7.2.7 混凝土内部深度计算方向示意图

### 7.3 压型钢板组合楼板隔热及耐火配筋

7.3.1 未涂敷防火涂料的压型钢板组合楼板，耐火隔热性最小楼板厚度应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 未涂敷防火涂料的压型钢板组合楼板耐火隔热性最小楼板厚度 (mm)

压型钢板类型	最小楼板计算厚度	隔热极限 (h)			
		0.5	1.0	1.5	2.0

续表 7.3.1

开口型压型钢板	压型钢板肋顶以上 混凝土厚度	60	70	80	95
其他类型压型钢板	组合楼板的板总厚度	90	90	110	125

7.3.2 当未涂敷防火涂料的压型钢板组合楼板按本规程第 7.2 节的规定计算确定耐火极限且计算结果不满足耐火极限要求时,可在楼板内配置受拉钢筋(图 4.1.3e),也可在压型钢板肋上配置双向钢筋网片(图 4.1.3g);钢筋或双向钢筋网片的钢筋应采用本规程第 3.2.2 条规定的热轧钢筋,并按本规程第 7.2 节的有关规定进行计算。

## 8 压型钢板组合楼板构造

### 8.1 一般规定

8.1.1 组合楼板用压型钢板的基板厚度不应小于 0.75mm，作为永久模板使用的压型钢板的基板厚度不宜小于 0.50mm。

8.1.2 压型钢板混凝土浇筑面，开口型压型钢板凹槽形心轴处宽度  $b_{lm}$ 、缩口型压型钢板和闭口型压型钢板槽口最小宽度  $b_{lm}$  不应小于 50mm。当槽内放置栓钉时，包括压痕在内压型钢板高度  $h_s$  不宜大于 80mm（图 8.1.2）。

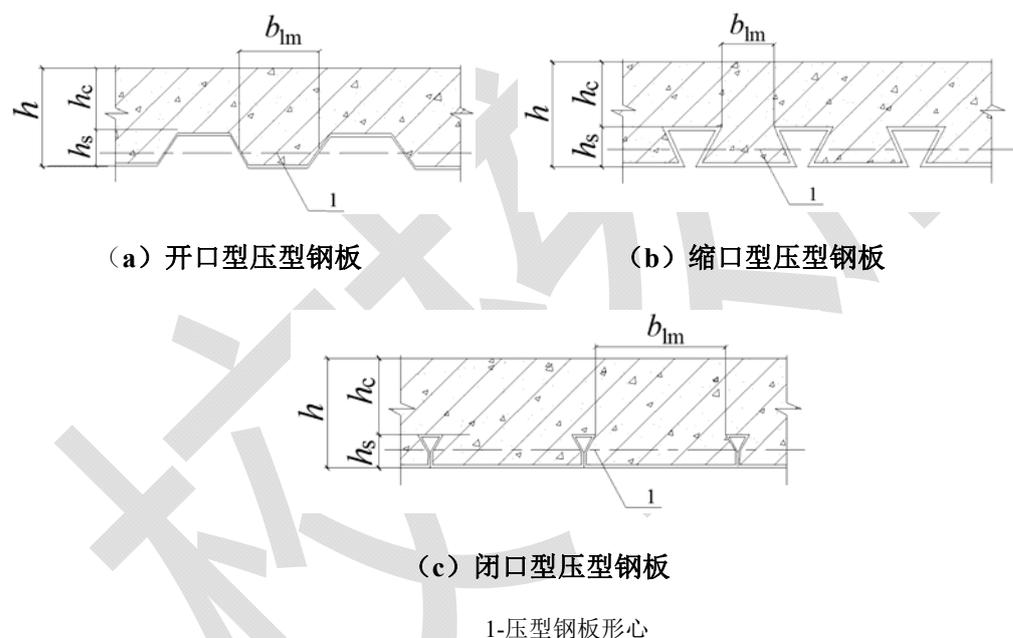


图 8.1.2 组合楼板截面凹槽宽度示意图

8.1.3 组合楼板总厚度  $h$  不应小于 90mm，压型钢板肋顶部以上混凝土厚度  $h_c$  不应小于 50mm（图 8.1.2）。

### 8.2 配筋

8.2.1 当需提高组合楼板正截面承载力时，可在板底沿顺肋方向配置纵向附加受拉钢筋，钢筋保护层净厚度不应小于 10mm，且不应小于钢筋的公称直径。

8.2.2 组合楼板不宜采用表面无压痕的光面开口型压型钢板，必须采用时，应沿垂直肋方向布置不小于 A6@200 的横向钢筋，并应焊接于压型钢板上翼缘。焊有横向抗剪钢筋的压型钢板组合楼板的剪切粘结系数应按附录 A 的规定经试验确定。

8.2.3 组合楼板在有较大集中荷载或局部面荷载作用部位应设置横向钢筋，配筋面积不应小于压型钢板肋顶以上混凝土截面面积的 0.2%，延伸宽度不应小于集中荷载或局部面荷载分布的有效宽度  $b_e$  (图 5.1.6)，钢筋的间距不宜大于 150mm，直径不宜小于 6mm。

8.2.4 组合楼板支座处构造钢筋及板面抗裂温度钢筋配置应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

8.2.5 组合楼板截面配筋可采用下列形式，且所配钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定：

1 组合楼板正弯矩区的压型钢板作为受力钢筋，且受弯承载力符合本规程第 5.3.1 条规定时，正弯矩区可不配置钢筋，可在负弯矩区配置受力钢筋及在楼板顶面配置温度抗裂钢筋（图 4.1.3a~图 4.1.3c）；

2 组合楼板正弯矩区的压型钢板作为受力钢筋，且受弯承载力不足或耐火极限不足时，可在正弯矩区配置受力钢筋（图 4.1.3e）；

3 当组合楼板内承受较大拉应力时，可在压型钢板肋顶布置双向钢筋网片（图 4.1.3g）。

### 8.3 端部构造

8.3.1 压型钢板在梁上的支承长度应符合下列规定：

1 边梁，钢梁支承压型钢板的长度不应小于 50mm，设有预埋件的混凝土梁或砌体墙支承压型钢板的长度不应小于 75mm（图 8.3.1a）；

2 中间梁，钢梁支承不连续压型钢板的长度不应小于 50mm，设有预埋件的混凝土梁或砌体墙支承不连续压型钢板的长度不应小于 75mm（图 8.3.1b）；

3 中间梁，钢梁支承连续压型钢板的总长度不应小于 75mm，设有预埋件的混凝土梁或砌体墙支承连续压型钢板的总长度不应小于 100mm（图 8.3.1c）。

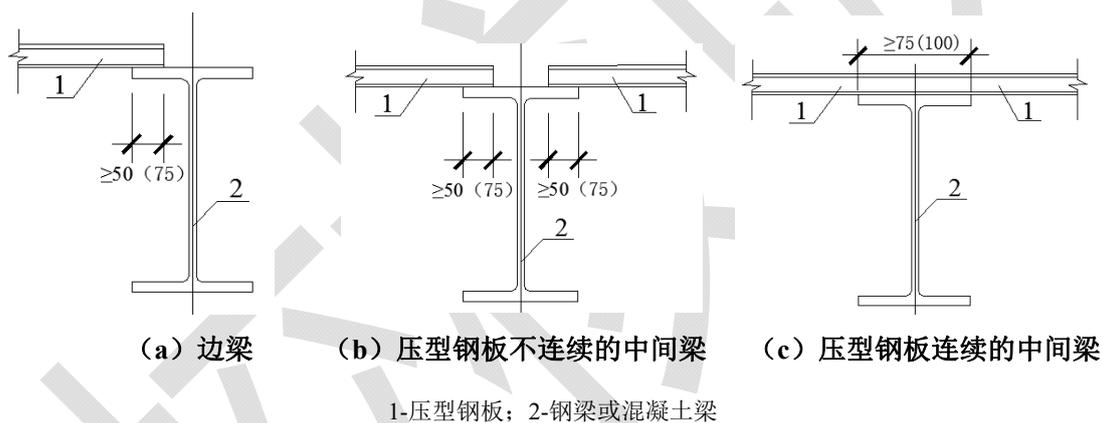


图 8.3.1 梁支承压型钢板

8.3.2 组合楼板在梁上的支承长度应符合下列规定：

1 边梁，钢梁支承混凝土的长度不应小于 75mm，设有预埋件的混凝土梁或砌体墙支承混凝土的长度不应小于 100mm（图 8.3.2a）；

2 中间梁且压型钢板不连续，钢梁支承混凝土的长度不应小于 50mm，设有预埋件的混凝土梁或砌体墙支承混凝土的每侧长度不应小于 75mm（图 8.3.2b）；

3 中间梁且压型钢板连续，钢梁支承混凝土的总长度不应小于 75mm，设有

预埋件的混凝土梁或砌体墙支承混凝土的总长度不应小于 100mm（图 8.3.1c）。

4 当钢梁按组合梁设计时，组合楼板在钢梁上的最小支承长度应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的构造规定。

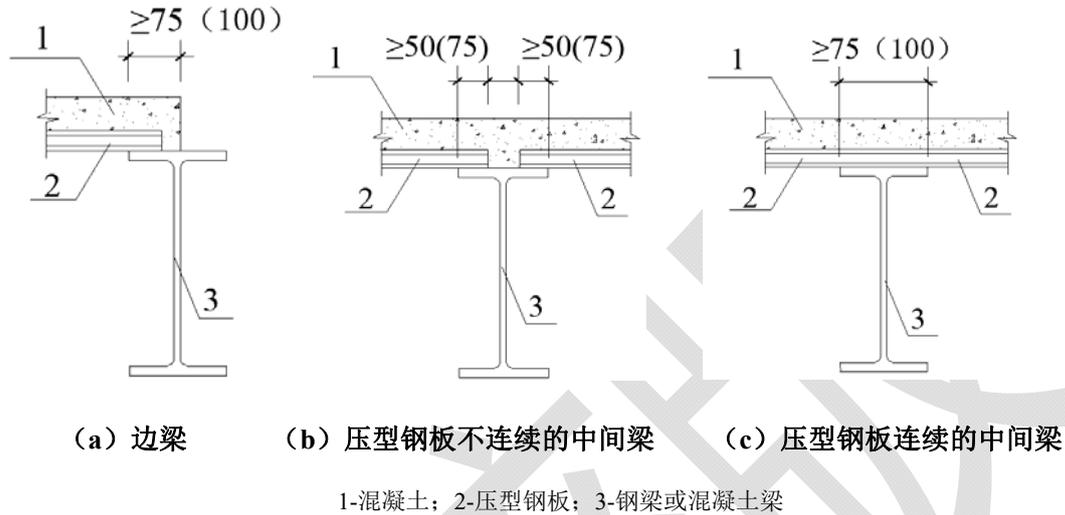


图 8.3.2 梁支承组合楼板

8.3.3 组合楼板与梁之间应设有抗剪连接件，且宜采用抗剪栓钉，栓钉焊接应符合现行协会标准《栓钉焊接技术规程》CECS 226 的有关规定。

8.3.4 栓钉的设置应符合下列规定：

1 栓钉沿梁轴线方向间距不应小于栓钉杆径的 6 倍、不应大于楼板厚度的 4 倍，且不应大于 400 mm；栓钉垂直于梁轴线方向间距不应小于栓钉杆径的 4 倍，且不应大于 400 mm。

2 栓钉中心至钢梁上翼缘侧边或预埋件边的距离不应小于 35mm，至设有预埋件的混凝土梁或砌体墙上翼缘侧边的距离不应小于 60mm。

3 栓钉钉头上表面混凝土保护层厚度不应小于 15mm，栓钉钉头下表面高出压型钢板底部钢筋顶面不应小于 30mm。

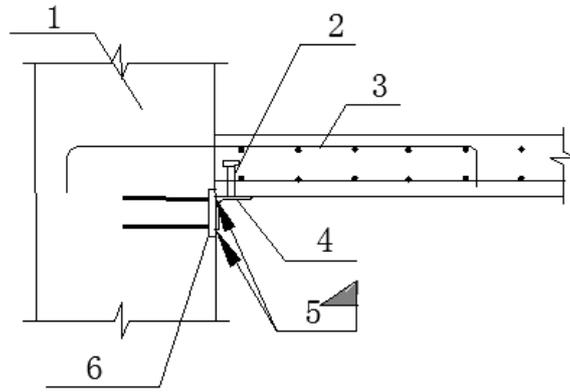
4 当栓钉位置不正对钢梁腹板时，在钢梁上翼缘受拉区，栓钉杆直径不应大于钢梁上翼缘厚度的 1.5 倍，在钢梁上翼缘非受拉区，栓钉杆直径不应大于钢梁上翼缘厚度的 2.5 倍，栓钉杆直径不应大于压型钢板凹槽宽度的 0.4 倍，且不宜大于 19 mm。

5 栓钉长度不应小于杆径的 4 倍，焊后栓钉高度  $h_d$  不应小于  $(h_s+30)$  mm 且不应大于  $(h_s+75)$  mm， $h_s$  为压型钢板高度。

8.3.5 组合楼板支承于混凝土梁上时，可在混凝土梁上设置预埋件，组合楼板端部锚固应符合本规程第 8.3.2 条～第 8.3.4 条的规定，预埋件设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，不得采用膨胀螺栓固定预埋件。

8.3.6 组合楼板支承于砌体墙上时，可在砌体墙上设混凝土圈梁，在圈梁上设置预埋件，组合楼板端部锚固应符合本规程第 8.3.5 条的规定。

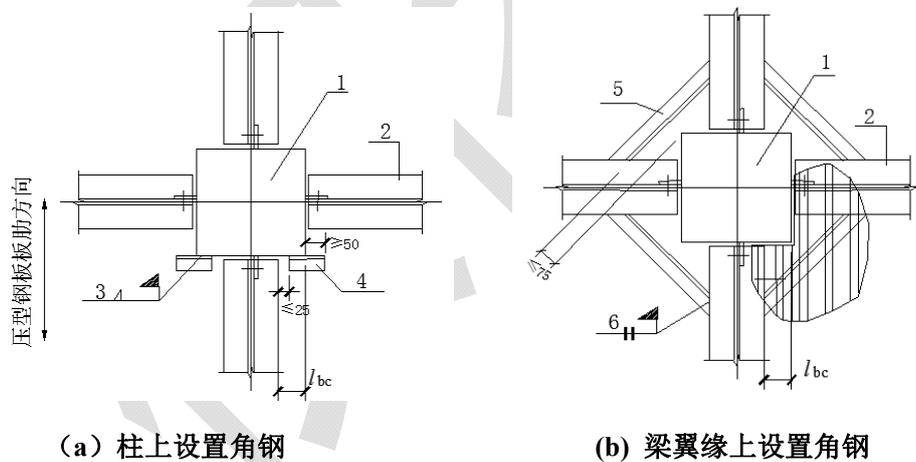
8.3.7 组合楼板支承于混凝土剪力墙或柱侧面上时，宜在混凝土剪力墙或柱预留钢筋并与组合楼板连接。混凝土剪力墙或柱预留钢筋、预埋件设置应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，槽钢或角钢尺寸及与预埋件焊接应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定计算确定，但槽钢或角钢不应小于 [18b 或 L70×5，焊缝高度不应小于 5mm。混凝土剪力墙或柱侧面预埋件不得采用膨胀螺栓固定埋件；压型钢板和组合楼板端部应分别符合本规程第 8.3.1 条和第 8.3.2 条的规定（图 8.3.7）。



1-混凝土剪力墙或混凝土柱；2-栓钉；3-预埋受力钢筋；4-角钢或槽钢；5-贴脚焊缝；6-预埋件

图 8.3.7 组合楼板与剪力墙侧面连接构造

8.3.8 当组合楼板在与柱相交处被切断，且梁上翼缘外侧至柱外侧的距离  $l_{bc}$  大于 75mm 时应采取加强措施，可采用在柱上或梁上翼缘设置不小于 L50×5 角钢支托，焊缝高度不应小于 5mm（图 8.3.8）。当柱为 H 型等开口截面时，可在梁上翼缘柱截面开口处设水平加劲肋。



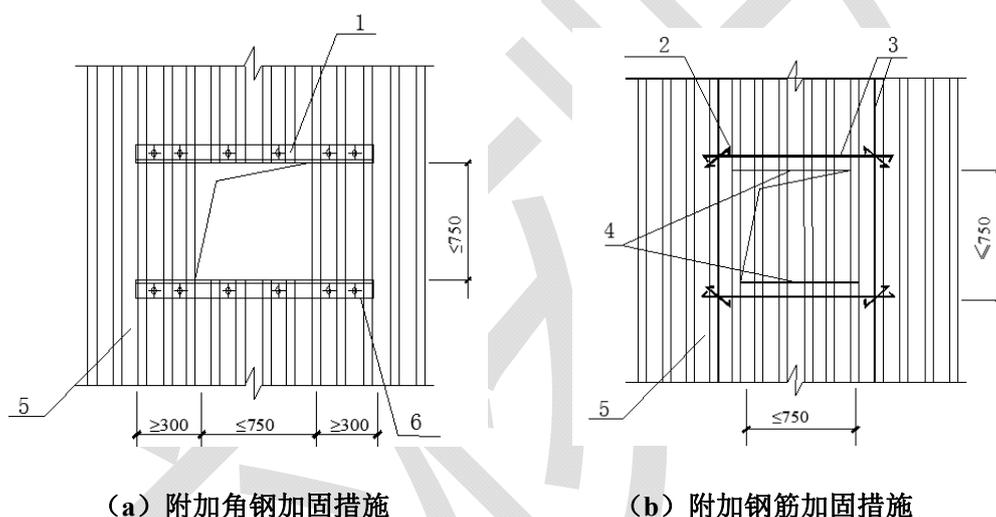
1-柱；2-钢梁；3-工地角焊缝；4-柱上角钢支托；5-梁上支撑角钢；6-工地对接焊缝

图 8.3.8 柱与梁交接处的压型钢板支托

## 8.4 组合楼板开洞

8.4.1 组合楼板开矩形孔洞的长边或开圆孔的直径小于 300mm，且孔洞周边无集中荷载时，可不采取加强措施。

8.4.2 组合楼板开矩形孔洞的长边或开圆孔的直径为 300mm~750mm，压型钢板波高不小于 50mm，且孔洞周边无集中荷载时，可在垂直板肋方向设置角钢，角钢深入混凝土不应小于 300mm（图 8.4.2a），角钢与压型钢板间宜采用每槽不少于 1 个的栓钉固定；也可在孔洞四周增加补强钢筋（图 8.4.2b），每个洞边补强钢筋不应小于切开断面受力钢筋面积与压型钢板面积之和的 0.5 倍且不应小于 2B12，洞口角部的斜拉筋不应小于 2B12。



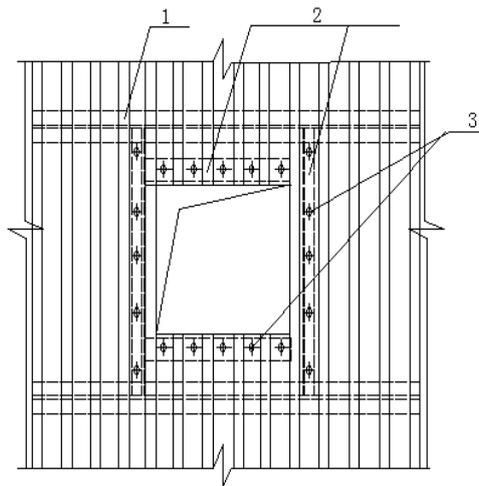
(a) 附加角钢加固措施

(b) 附加钢筋加固措施

1-角钢；2-斜拉筋；3-补强钢筋；4-镀锌挡板围模；5-压型钢板；6-栓钉

图 8.4.2 组合楼板开孔的加强措施

8.4.3 当孔洞周边有集中荷载，或矩形孔洞长边或圆孔直径大于 750mm 时，开矩形孔可沿孔洞长边、开圆孔可沿垂直肋方向设置构造钢梁，钢梁和洞口加固角钢或槽钢应按计算确定，压型钢板与角钢或槽钢之间固定可采用栓钉固定，沿顺肋方向的栓钉间距不应大于 300mm，沿垂直肋方向每槽不应少于 1 个（图 8.4.3）。



1-钢梁；2-角钢或槽钢；3-栓钉

图 8.4.3 洞口边长大于 750mm 开洞加固措施

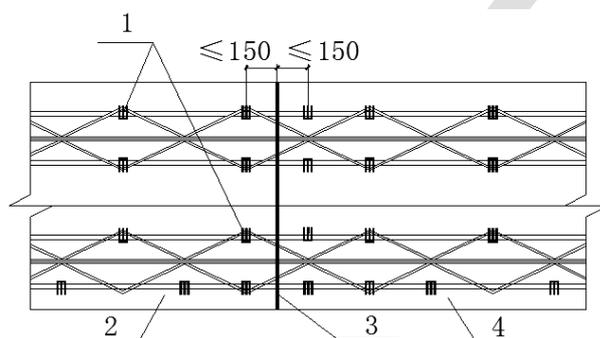
8.4.4 当组合楼板在相近的位置同时开有两个及以上孔洞时，可把全部洞口的外包尺寸作为 1 个洞且外包尺寸符合按本规程第 8.4.2 条或第 8.4.3 条的规定时，可按规定进行处理。

8.4.5 当组合楼板并列开有两个及以上洞口，且两个相邻洞口之间的净距离小于两个洞口宽之和时，应验算洞口间板带的承载能力，并根据计算结果采取相加强措施。

## 9 钢筋桁架组合楼板构造

### 9.1 一般规定

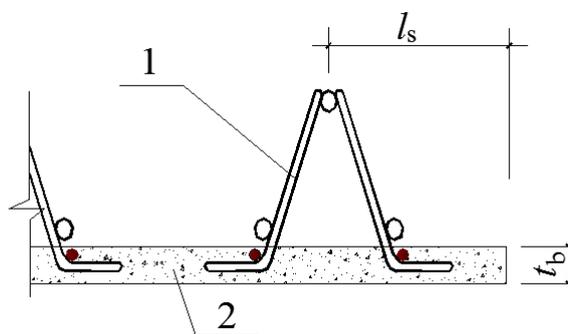
9.1.1 采用纤维水泥平板拼接底模时，宜考虑湿胀性能，按湿胀率和制作工艺预留拼缝宽度。拼缝两侧钢筋桁架下弦钢筋均应与底模固定，且连接件轴线距拼缝不宜大于 150mm（图 9.1.1）。



1-连接件；2-板一；3-拼缝；4-板二

图 9.1.1 纤维水泥平板底板拼缝处连接件布置

9.1.2 混凝土底模不应设置横向接缝，底模宽度宜以 600mm 为模数；混凝土底模厚度  $t_b$  与桁架中心线至底模纵向侧边缘距离  $l_s$  之比不应小于 0.15，且  $l_s$  不应大于 130mm（图 9.1.2）。



1-钢筋桁架；2-混凝土底模

图 9.1.2 混凝土底模钢筋桁架板侧边横断面

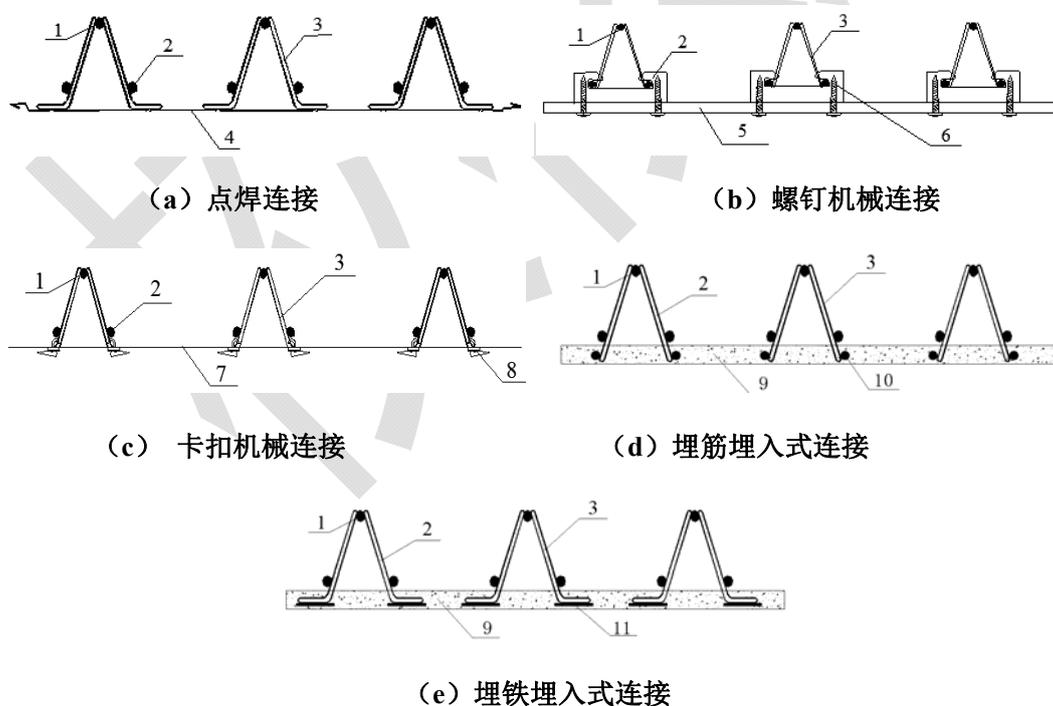
9.1.3 钢筋桁架与底模可采用焊接连接（图 9.1.3a）或通过连接件机械连接（图

9.1.3b、图 9.1.3c) 或埋入式 (图 9.1.3d、图 9.1.3e) 等连接方式, 并应符合下列规定:

1 焊接连接的焊点应按现行国家标准《电阻点焊及凸焊接头的拉伸剪切试验方法》GB/T 39167-2020 的有关规定进行试验, 且焊点实测承载力不应小于本规程第 3.6.2 条规定的焊点抗剪承载力标准值;

2 机械连接连接件中含有螺栓、螺钉、自攻钉时, 等级不应小于 ST4.8 级, 连接件应按本规程附录 D 的规定进行试验;

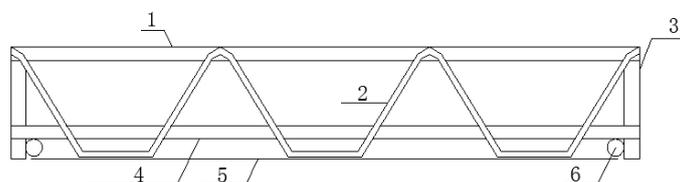
3 埋入式连接, 可在混凝土中设置预埋钢筋或预埋铁件, 埋筋或埋铁应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定, 且应按本规程附录 E 的规定进行试验。



1-上弦钢筋; 2-下弦钢筋; 3-腹杆钢筋; 4-压型钢板底模; 5-纤维水泥板、竹胶模板、钢模板等;  
6-连接件; 7-钢板底模; 8-弯钩连接件; 9-细石混凝土底模; 10-埋设钢筋; 11-埋设铁件

图 9.1.3 钢筋桁架与底模连接

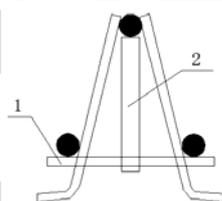
9.1.4 钢筋桁架杆件的钢筋直径应按计算确定，且弦杆直径不应小于 6mm、腹杆直径不应小于 4mm（图 9.1.4）。



1-上弦钢筋；2-腹杆钢筋；3-支座竖向钢筋；4-下弦钢筋；5-底模；6-支座水平钢筋

图 9.1.4 钢筋桁架杆件

9.1.5 钢筋桁架高度不大于 100mm 时，桁架端部宜设置支座钢筋，支座水平钢筋和竖向钢筋直径分别不宜小于 10mm 和 12mm；当钢筋桁架高度大于 100mm 时，支座水平钢筋和竖向钢筋直径分别不宜小于 12mm 和 14mm（图 9.1.5）。当竖向支座钢筋承受施工阶段的支座反力时，直径应按计算确定。



1-支座水平钢筋；2-支座竖向钢筋

图 9.1.5 支座钢筋

9.1.6 钢筋桁架两个下弦杆或两榀桁架相邻下弦杆间距不宜大于 200mm；当下弦杆间距大于 200mm 时，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中的有关规定在楼板中设置附加钢筋。

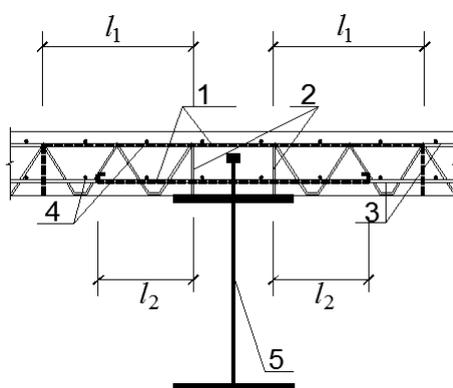
## 9.2 配筋

9.2.1 两块钢筋桁架板在钢梁支座连接处，上、下弦部位应设置连接钢筋（图 9.2.1），且应符合下列规定：

1 当组合楼板在支座处按连续板设计时，钢筋桁架上弦钢筋连续时可作为受力钢筋，上弦部位的连接钢筋应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定计算确定，并应符合下列规定：

- 1) 当与钢筋桁架上弦钢筋搭接连接时，搭接长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定；
- 2) 当支座附加负弯矩钢筋不与上弦钢筋搭接连接时，从支座边伸入板内的长度应覆盖负弯矩包络图并符合钢筋锚固要求，且不应小于计算跨度  $l_0$  的 1/4。

2 当组合楼板按简支板设计时，钢筋桁架上弦部位应配置构造连接钢筋，配筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中裂缝宽度的规定，且配筋不应小于  $\Phi 8@200$ ，连接钢筋自钢筋桁架端部向板内的延伸长度  $l_1$  不应小于  $1.6l_a$ ，且不应小于 300mm（图 9.2.1）； $l_a$  为按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 有关规定计算的钢筋锚固长度。



1-连接钢筋；2-支座竖向钢筋；3-上下弦钢筋；4-分布钢筋；5-钢梁

图 9.2.1 钢梁支座处连接钢筋构造

3 钢筋桁架下弦部位应按构造配置不小于 $\Phi 8@200$ 的连接钢筋，连接钢筋自钢筋桁架端部向板内的延伸长度 $l_2$ 不应小于 $1.2l_a$ ，且不应小于300mm(图9.2.1)。

4 钢筋桁架板组合楼板垂直于下弦杆方向应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定配置构造分布钢筋。

9.2.2 钢筋桁架板在混凝土叠合构件、现浇混凝土构件支座连接处，上下弦处配置的连接钢筋应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB51231有关规定。

9.2.3 钢筋桁架板组合楼板板面配置的抗裂钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

9.2.4 组合楼板在有集中荷载或集中线荷载的部位，应设置附加钢筋并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

9.2.5 钢筋桁架下弦杆钢筋的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

9.2.6 组合楼板纵向受力钢筋最小配筋率应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

### 9.3 端部构造

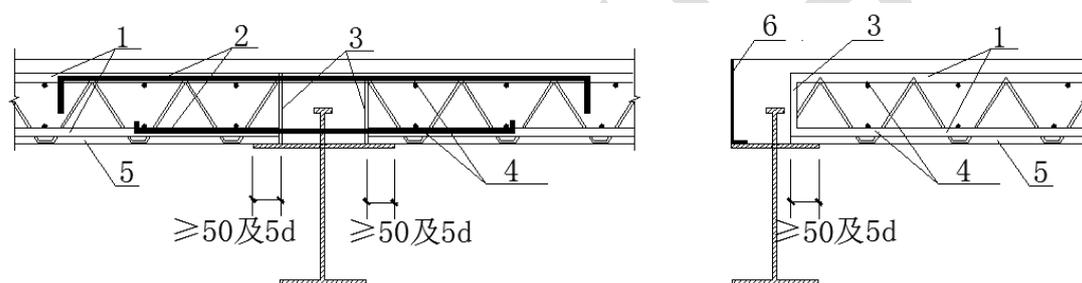
9.3.1 钢梁支承钢筋桁架板，板端部构造应符合下列规定：

1 钢筋桁架伸入钢梁支座时，钢筋桁架支座竖筋外侧至钢梁边缘的距离不应小于5倍的下弦钢筋直径 $d$ ，且不应小于50mm(图9.3.1a)。

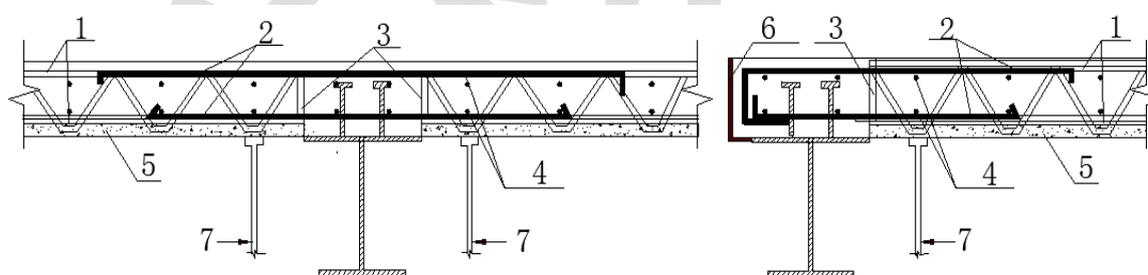
2 钢筋桁架不伸入钢梁支座或伸入钢梁支座长度不符合本条第1款规定时，

钢筋上、下弦均应配置连接构造钢筋，配筋根数、面积分别不应小于上、下弦钢筋（图 9.3.1b），且应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定，按计算配置的钢筋应符合本规程第 9.2.1 条的规定。

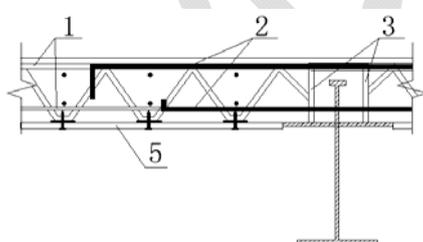
3 可拆底模顶面宜与钢梁顶面齐平（9.3.1c）；免拆底模底面可与钢梁顶面齐平（9.3.1d），也可将底模伸入钢梁上翼缘，伸入深度不宜小于 15mm，纤维水泥板底模、混凝土底模伸入深度不宜大于 30mm（9.3.1e）。



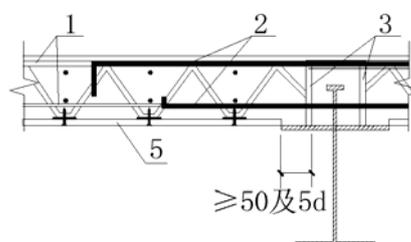
(a) 钢筋桁架伸入钢梁支座



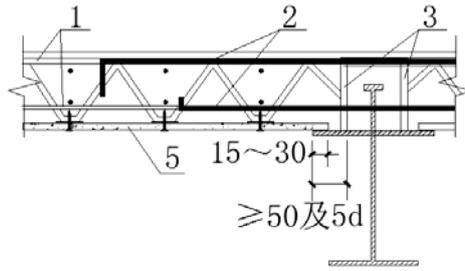
(b) 钢筋桁架不伸入钢梁支座



(c) 可拆模底面顶面与钢梁顶面齐平



(d) 免拆底模底面与钢梁顶面齐平



(e) 免拆底模伸入钢梁上翼缘

1-上下弦连接钢筋；2-连接钢筋；3-支座竖向钢筋；

4-垂直于桁架方向分布钢筋；5--底模；6-收边板；7-临时支撑

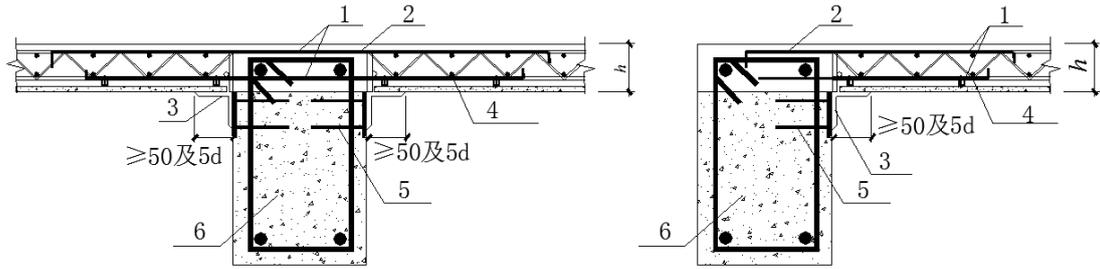
图 9.3.1 钢梁支承钢筋桁架板端部构造

9.3.2 钢筋桁架板与混凝土叠合梁、预制混凝土剪力墙连接时，支座处钢筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定，端部构造应符合下列规定：

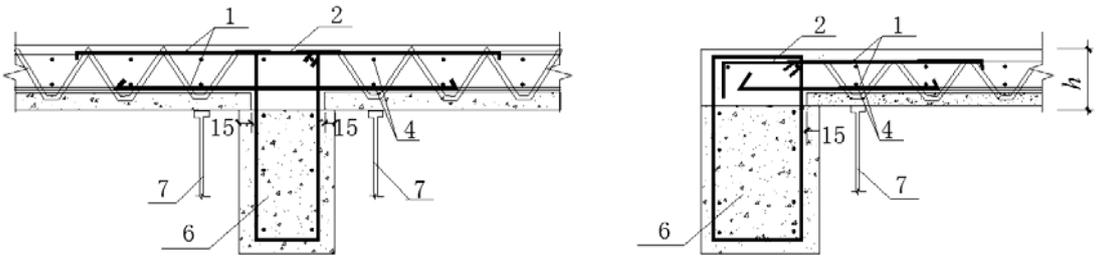
1 钢筋桁架可支承于焊接在叠合梁或预制混凝土剪力墙侧面预埋件的角钢上，钢筋桁架支座竖筋外侧至角钢外边缘的距离不应小于 5 倍的下弦钢筋直径，且不应小于 50mm（图 9.3.2a）；预埋件、角钢设置应符合本规程第 8.3.7 条的规定。

2 钢筋桁架可支撑于叠合梁或预制混凝土剪力墙侧面设置的临时支撑上（图 9.3.2b）。

3 可拆底模侧面应与支承构件外侧面齐平；免拆底模可以伸入支承构件，也可与支承构件外侧表面齐平。



(a) 钢筋桁架板支承于角钢



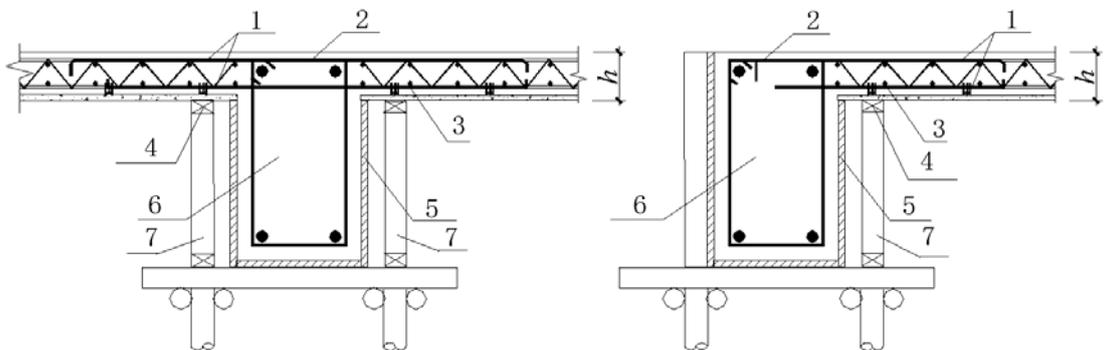
(b) 钢筋桁架板支撑于临时支撑

1-上下弦连接钢筋；2-支座处配筋；3-角钢支撑件；4-垂直于桁架方向分布钢筋；

5-预埋件；6-混凝土叠合梁或剪力墙；7-临时支撑

图 9.3.2 钢筋桁架板与与混凝土叠合梁、剪力墙连接

9.3.3 钢筋桁架板与现浇混凝土梁、现浇混凝土剪力墙连接时，可将钢筋桁架板支撑于现浇混凝土侧模上（图 9.3.3）；可拆底模侧面应与现浇混凝土侧模内侧齐平；免拆底模侧面可与现浇混凝土侧模内侧齐平也可伸入现浇混凝土内，但伸入长度不应超过现浇混凝土构件箍筋表面外侧；支座处配筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。



1-上下弦连接钢筋；2-支座处配筋；3-垂直于桁架方向分布钢筋；

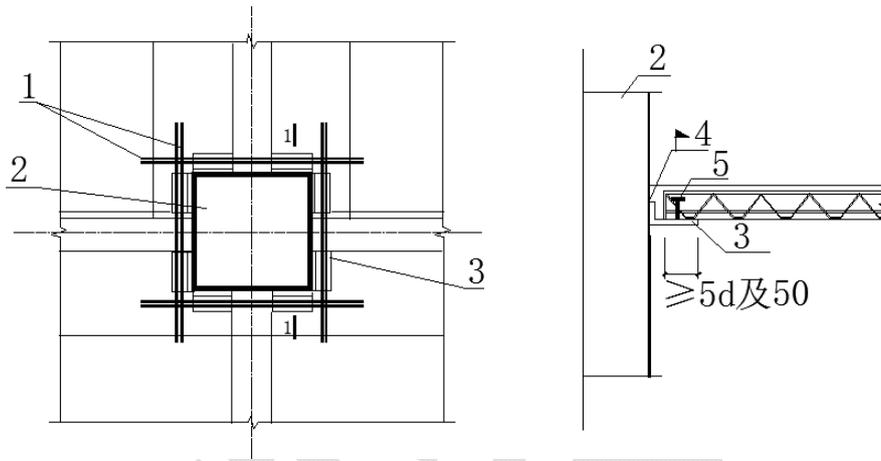
4-设置在连接件位置处的临时支撑；5-侧模；6-现浇混凝土梁；7-临时支撑

图 9.3.3 钢筋桁架板与现浇混凝土梁连接

9.3.4 组合楼板抗剪连接件设置应符合本规程第 8.3.3 条～第 8.3.8 条的规定。

9.3.5 组合楼板支承于混凝土柱时，可按本规程第 8.3.7 条的规定执行。

9.3.6 组合楼板在与钢柱相交处被切断时，柱边板底可按本规程第 8.3.8 条设置支承件，板内应配置不应小于 2A14 的附加钢筋（图 9.3.6）。



1-附加钢筋；2-钢柱；3-角钢；4-工地焊缝；5-栓钉

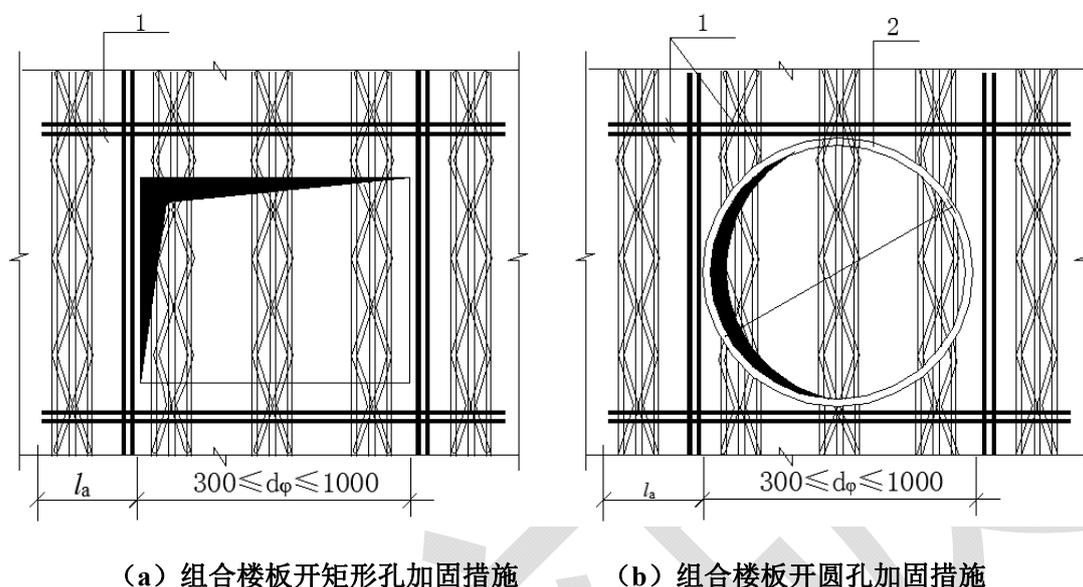
图 9.3.6 柱边板底构造图

## 9.4 组合楼板开洞

9.4.1 组合楼板开矩形孔洞的长边或圆孔的直径小于 300mm，当孔洞周边无集中荷载时，可不采取加强措施。

9.4.2 组合楼板开矩形孔洞的长边或圆孔的直径  $d_{\phi}$  为 300mm～1000mm，孔洞周边无集中荷载且孔洞切断桁架上下弦钢筋时，矩形孔应在孔洞各侧设置加强钢筋，每侧加强钢筋不应少于被切断受力钢筋面积的 0.5 倍，且不应少于 2B12（图 9.4.2a）；附加钢筋锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定；圆孔应在板面、板底各设置 1B12 的环形加强钢筋，环筋搭接长度

不应小于  $1.2l_a$  (图 9.4.3b),  $l_a$  为现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的锚固长度。



1-附加钢筋; 2-环形附加钢筋

图 9.4.2 楼板开孔构造措施

9.4.3 孔洞周边有集中荷载或矩形孔长边或圆孔直径大于 1000mm 时, 加强措施应按计算确定, 可采取开矩形孔可沿该边长、开圆孔可沿垂直桁架方向设置构造边梁等措施。

9.4.4 当组合楼板在相近的位置同时开有两个及以上孔洞时, 可把全部洞口的外包尺寸作为一个洞且外包尺寸符合按本规程第 9.4.2 条或第 9.4.3 条的规定时, 可按规定进行处理。

9.4.5 组合楼板并列开有两个及以上洞口, 且两个洞口之间的净距小于相邻两个洞口宽之和时, 应验算洞口间板带的承载能力, 并根据计算结果采取加强措施。

## 10 施工

### 10.1 一般规定

10.1.1 楼承板施工除应符合本规程规定外还应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666、《钢结构工程施工规范》GB50775 的有关规定。

10.1.2 楼承板施工前，应有经施工单位、监理单位或业主单位批准的施工方案，施工方案应注明允许的施工可变荷载，属于危大工程的施工项应有专项施工方案。

### 10.2 堆放及吊装

10.2.1 楼承板进场前应拟定材料、起重设备、进场路线、质量检验以及露天存放等的进场计划。楼承板宜采用专用运输车运输，运至现场后应避免损坏与污染。

10.2.2 楼承板堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施；
- 2 楼承板堆放底层应设置垫块，垫块间距不应大于 2000mm，也可采用专用堆放架堆放；
- 3 楼承板堆放应平放，钢筋桁架应向上，上下对齐，严禁倒置；
- 4 应合理布置楼承板垫块，垫块位置宜与吊点位置一致；
- 5 多层堆放高度不宜大于 1500mm，且不应大于 2000mm；
- 6 楼承板堆放运输过程中应有防雨措施。

10.2.3 吊装宜采用专用吊具与吊装带，吊装前应按图纸核对板型号及吊装位置准确。

10.2.4 楼承板宜按楼层顺序由下往上逐层吊装、施工。

10.2.5 运输时宜在楼承板下部用方木垫起，卸车时应先抬高再移动，应避免板面之间互相摩擦并应做好成品保护。

### 10.3 放样与铺设

10.3.1 放样前应测量构件定位尺寸。

10.3.2 楼承板安装时，宜在支承梁上弹设基准线。

10.3.3 主体结构及支承构件验收合格后方可进行楼承板铺设。楼承板铺设前，应将梁顶面杂物清扫干净，并对有弯曲、扭曲等有损伤的楼承板铺进行矫正或更换。封口板、边模、边模补强收尾工程应在浇注混凝土前完成。

10.3.4 楼承板铺设安装时，除应符合国家现行有关标准中施工安全的规定外，尚应符合下列安全规定：

- 1 施工时应系安全带，必要时应采用安全网等安全措施；
- 2 施工人员应戴手套、穿胶底鞋，不得在未固定牢靠或未按设计规定设临时支撑的楼承板上行走、堆放施工材料和器具；
- 3 楼承板上应铺设脚手板，各类人员不得在压型钢板或钢筋桁架板底模上行走、踩踏；
- 4 楼承板端部未采取固定措施前，铺设工人严禁撤离施工现场。

### 10.4 楼承板端部及顺肋边固定

10.4.1 楼承板端部应与支承构件固定并应采取下列固定措施：

- 1 压型钢板与钢梁或砌体墙搭接长度应符合本规程第 8.3.1 条的规定，压型钢板可采用点焊焊接固定或栓钉固定。

2 采用点焊焊接固定时，压型钢板的每个波谷至少应有一处点焊，连续板与中间支承钢梁连接时可适当减少焊点，但每块板不应少于两处；计算宽度内焊点承载力之和应满足本规程式（6.2.4-1）的要求，此时单个焊点的抗剪承载力设计值  $N_v$  可按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 的规定取值。

3 采用栓钉固定，栓钉应设置在支座的压型钢板凹槽处，每槽不少于 1 个，并应穿透压型钢板与钢梁焊牢，栓钉中心到压型钢板自由边距离不应小于 2 倍的栓钉直径  $d$ ，栓钉直径  $d$  可按表 10.4.1 的规定采用。当固定栓钉作为组合楼板与梁之间的抗剪栓钉使用时，还应符合本规程第 8.3 节的有关规定。

表 10.4.1 固定压型钢板的栓钉直径

板跨 $l(\text{m})$	栓钉直径 $d(\text{mm})$
$l < 3$	13
$3 \leq l \leq 6$	16、19
$l > 6$	19

4 钢筋桁架板与支承构件搭接不符合本规程第 9.3.1 条第 1 款或第 9.3.2 第 1 款或钢筋桁架支座钢筋不符合本规程第 9.1.5 条的规定时，应在支承构件外侧、钢筋桁架第一个波谷处设置临时支撑（图 9.3.1b、图 9.3.2b、图 9.3.3）；铺设就位后应及时将板端配置的连接钢筋与支承构件上的钢筋、栓钉等固定。

5 钢筋桁架板支承在钢梁或设有预埋件的混凝土构件上时，钢筋桁架的支座钢筋应与支承构件焊牢；以压型钢板为底模的钢筋桁架板也可按本条第 1 款方法固定。

10.4.2 楼承板顺肋边与梁或墙体搭接应固定，并应采用下列固定措施：

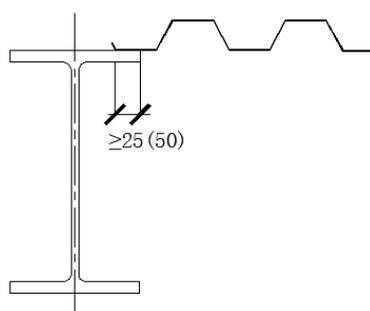
1 压型钢板顺肋边或底模为压型钢板的钢筋桁架板顺桁架边与钢梁的搭接长度不宜小于 25mm (图 10.4.2a), 在设有预埋件的混凝土构件或砌体墙上的搭接长度不宜小于 50mm。

2 底模为纤维水泥板或混凝土的免拆底模钢筋桁架板顺桁架边与钢梁或设有预埋件的混凝土梁或砌体墙搭接长度宜为 15mm~30mm (图 10.4.2b)。

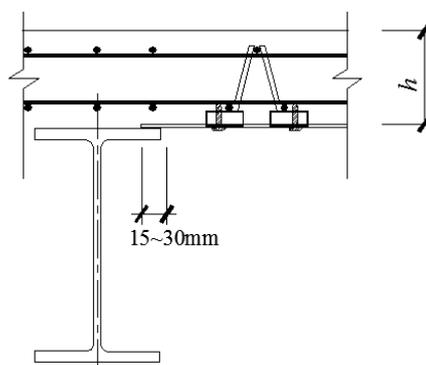
3 可拆底模钢筋桁架板, 底模顺桁架边应与钢梁或与预埋件顶紧(图 10.4.2c), 板跨大于 2000mm 时, 每 1000mm 宜设一个卡扣将底模与钢梁或预埋件临时固定。

4 楼承板铺设顺桁架边末端距钢梁上翼缘或预埋件边不大于 200mm 时, 可采用收边板、吊模或过桥钢板等收头(图 10.4.2 d、图 10.4.2 e、图 10.4.2f)。钢筋桁架板收头范围内应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定配置附加钢筋, 附加钢筋直径、强度等级不应小于桁架下弦钢筋。

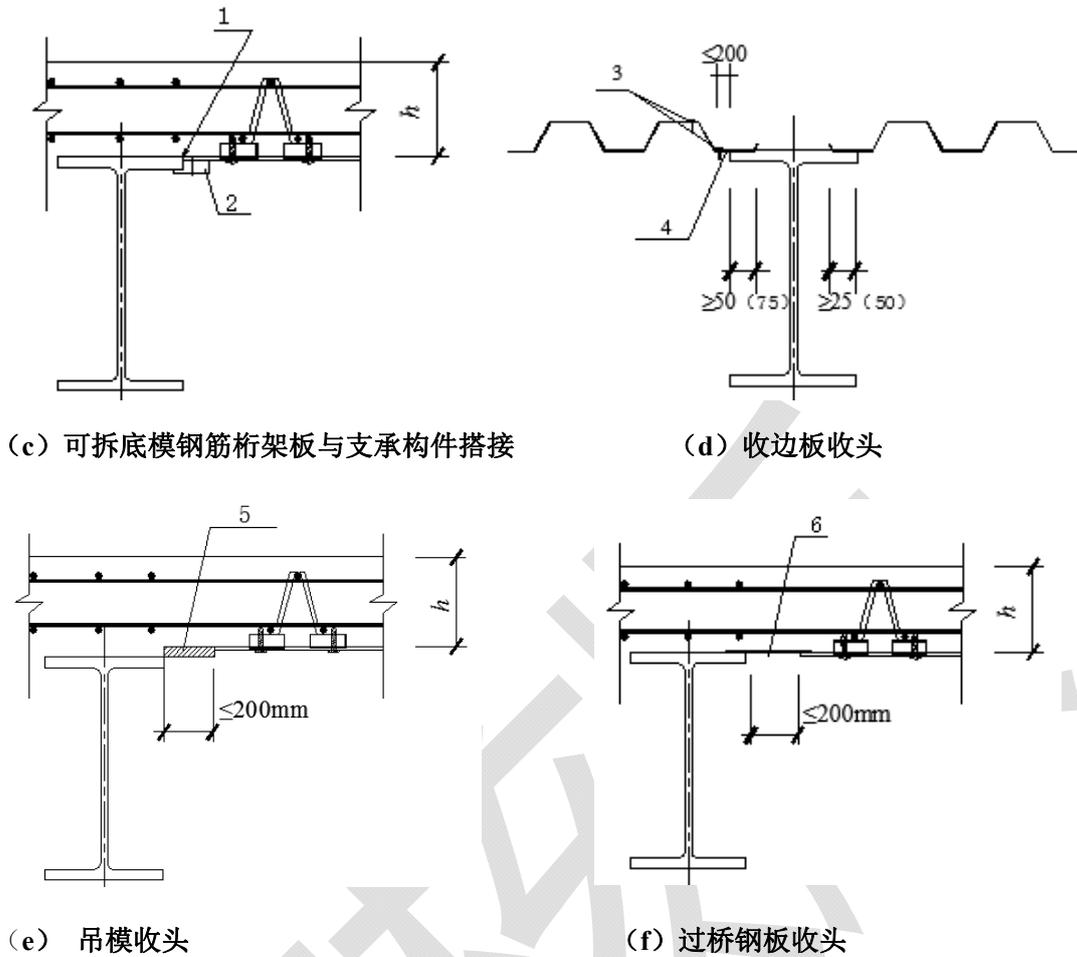
5 楼承板宜通过与支座配置的构造钢筋的绑扎或焊接、压型钢板点焊以及栓钉等连接方式与梁或预埋件有效固定, 焊接固定焊点间距和栓钉固定栓钉间距均不宜大于 400mm, 当栓钉兼作抗剪件使用时应符合设计规定。



(a) 楼承板与钢梁搭接



(b) 钢筋桁架板与支承构件搭接



1-顶紧部位；2-卡扣；3-自攻钉；4-收边板；5-吊模；6-过桥钢板

图 10.4.2 楼承板侧向搭接

10.4.3 压型钢板公母肋扣合处应采用机械连接固定，采用自攻螺丝或拉铆钉固定时固定间距不宜大于 500mm；钢筋桁架板的压型钢板底模侧向可采用扣接方式，板侧边应设连接拉钩，搭接宽度  $l_d$  不应小于 10mm（图 10.4.3）。

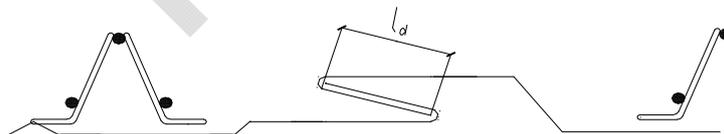


图 10.4.3 钢筋桁架板侧连接拉钩构造图

10.4.4 钢筋桁架板底模为非压型钢板时，相邻两块板纵向对接底板的高低误差不应大于 2mm；两块钢筋桁架板对接处应采取防漏浆措施，混凝土底模拼接处可

采用抗裂砂浆，其他底模可采用顶紧或胶带封堵拼缝。

## 10.5 封口板、收边及临时支撑

10.5.1 混凝土浇筑前应对楼承板实施检查，对可能漏浆处实施封堵。压型钢板可采用通用 Z 型封口板或专用封堵件封堵；采用金属封口板时，封口板应与压型钢板波峰、波谷处点焊连接。

10.5.2 楼承板边缘端部宜采取收边板收边，收边板应与钢梁点焊，高度应为楼板总厚度。

10.5.3 当设计要求施工阶段设置临时支撑时，应按设计要求在相应位置设置临时支撑。临时支撑可根据工程特点采用设置临时梁、从下层楼面支顶等方式。临时支撑不得采用孤立的点支撑，应设置木材或钢板等带状水平支撑，带状水平支撑与楼承板接触面宽度不应小于 100mm。

10.5.4 临时支撑应视为一个支承梁，上表面应与钢梁上表面在同一标高，并应计及施工阶段永久荷载产生的挠度。

10.5.5 临时支撑应按所采用的材料并根据国家现行有关标准的规定验算承载力和稳定性。当临时支撑采用从下层楼面支顶方式时，应验算下一层楼板或楼承板的承载能力和挠度。

## 10.6 混凝土浇筑

10.6.1 浇筑混凝土前，应清除楼承板上的杂物及灰尘、油脂等；楼承板面上，人员、小车走动较频繁的区域应铺设脚手板。

10.6.2 浇筑混凝土时，不得对楼承板造成冲击，混凝土高度应保持均匀一致。施

工时临时支撑可视为支座，混凝土布料应在正对支座的楼承板区域上倾倒混凝土，混凝土布料造成的临时堆积锥体底面不得超过支座左右各 1/6 楼承板板跨范围，并应将倾倒的混凝土迅速向四周摊开，避免堆积过高；严禁在楼承板跨中部位倾倒混凝土，泵送混凝土管道支架应支撑在主体结构上。

10.6.3 混凝土的强度未达到 75%设计强度前，不得在楼层面上附加任何荷载。

## 10.7 现场切割与拆除

10.7.1 楼板开洞时，应待混凝土达到 75%的设计强度后方可切割楼承板；压型钢板宜采用等离子切割，不得采用火焰切割。

10.7.2 拆除底模或拆除施工临时支撑时，混凝土强度应符合设计要求，设计未要求时，悬臂构件混凝土强度应到 100%设计强度、其他构件不得低于 75%设计强度方可拆除。

## 11 验收

### 11.1 一般规定

11.1.1 楼承板施工质量验收除应符合本规程规定外，还应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

11.1.2 楼承板施工现场质量管理应有相应的产品标准、质量管理体系、质量控制及检验制度，施工现场应有经项目技术负责人签字的施工组织设计、方案等技术文件。

11.1.3 本章规定的检验主控项目、一般项目归类应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

11.1.4 楼承板产品质量证明资料应完整，应包括楼承板结构尺寸、外形尺寸、焊接质量以及组成材料规格型号、外观质量等产品出厂检测报告、出厂合格证等质量证明文件等文件，组合楼板结构使用的压型钢板、钢筋等材料质量证明及楼承板厂家复验报告。

11.1.5 按现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 规定生产的钢筋桁架板，应按规定提供相应的资料。未按现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368 规定生产的钢筋桁架板，应提供按现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368 的检验规则进行检验的质量合格报告，非压型钢板底模的钢筋桁架板应有按本规程附录 D、附录 E 规定进行试验的检验合格报告以及现场复试报告；采用非定型建筑模板为

底模的钢筋桁架板还应提供该底模材料强度等级检验报告。

11.1.6 施工记录、检验资料应完整有效，施工过程中检验应形成自检记录，自检合格后报专业监理工程师或建设单位技术负责人验收确认。

11.1.7 压型钢板采用本规程附录 B 规定以外的板型时，应提供按本规程附录 A 规定的方法得到的剪切粘结系数试验报告。

11.1.8 建设单位、设计单位、监理单位对产品性能有异议时，对产品实施现场取样检测的试验报告应保存。

## 11.2 质量检验

11.2.1 楼承板结构尺寸、外形尺寸、外观质量、焊接质量以及组成材料规格型号、性能等应符合产品标准和设计规定。

检验数量：全数检查。

检验方法：查阅产品的质量合格证明文件、检验报告、楼承板生产厂家的材料复验报告等。

11.2.2 压型钢板铺设完成后应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定进行验收。

11.2.3 钢筋桁架板铺设完成后，钢筋工程应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行验收。

## 11.3 性能检验

11.3.1 对压型钢板生产厂家提供的剪切粘结系数有异议时，可对压型钢板粘结系数进行检验。

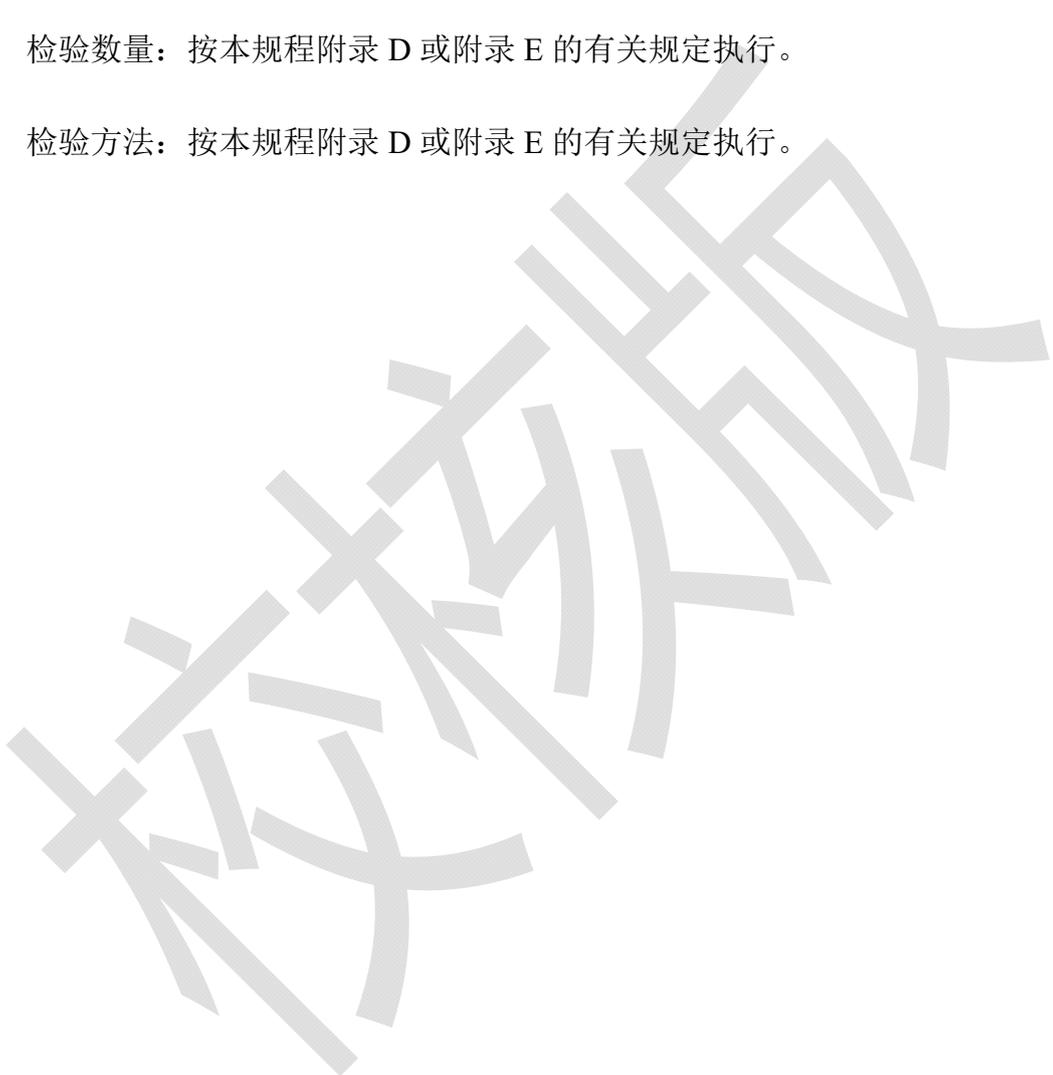
检验数量：按本规程附录 A 的有关规定执行。

检验方法：按本规程附录 A 的有关规定执行。

11.3.2 钢筋桁架板底模及桁架与底模连接承载力应按不同底模的类别按本规程附录 D 或附录 E 的规定对承载力复验。

检验数量：按本规程附录 D 或附录 E 的有关规定执行。

检验方法：按本规程附录 D 或附录 E 的有关规定执行。



## 附录 A 压型钢板组合楼板剪切粘结系数标准试验方法

### A.1 一般规定

A.1.1 按本规程计算组合楼板的剪切粘结承载力时，应按本附录确定相应的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$ 。

A.1.2 试验应在有资质的结构实验室实施，并应有国家注册监理工程师或国家一级、二级注册结构工程师全过程见证。

### A.2 试件制作

A.2.1 压型钢板应符合本规程的有关规定，钢筋与混凝土应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。

A.2.2 试件尺寸应符合下列规定：

- 1 试件的长度应取实际工程的构件长度，且应符合本规程第 A.2.3 条中剪跨的规定；
- 2 试件的宽度应至少等于一块压型钢板的宽度，且不应小于 600mm；
- 3 板厚应按实际工程选择，且应符合本规程的构造规定。

A.2.3 试件选取应符合下列规定：

- 1 组合楼板试件总量不应少于 6 个，其中必须保证有两组试验数据分别落在表 A.2.3 规定的 A 和 B 两个区域，每组不应少于 2 个试件。

表 A.2.3 厚度及剪跨限值

区域	板厚 $h$	剪跨 $a$
A	$h_{\min}^{\text{①}} \geq 90\text{mm}$	$a > 900\text{mm}$ ，但 $P^{\text{②}} \times a/2 < 0.9M_u^{\text{③}}$
B	$h_{\max}^{\text{④}}$	$450\text{mm} \leq a \leq \text{试件截面宽度}$

续表 A.2.3

<p>注：①<math>h_{\min}</math> 为实际工程最小板厚；</p> <p>②<math>P</math> 为试验时施加的荷载；</p> <p>③<math>M_u</math> 为试件以材料实测强度代入本规程式（5.3.1-1）改为等号所计算的受弯极限承载力；</p> <p>④<math>h_{\max}</math> 为实际工程最大板厚。</p>
--

2 A、B 两个区域之间宜增加一组不少于 2 个试件，或分别在 A、B 两个区域内各增加一个校验数据。

3 试件板厚及剪跨的设计应符合表 A.2.3 的规定且应设计为剪切粘结破坏。

A.2.4 剪力件的设计应与实际工程一致，且应符合本规程的有关规定。

### A.3 试验步骤

A.3.1 试件加载应符合下列规定：

1 试验可采用集中加载方案，剪跨  $a$  取板跨净跨  $l_n$  的 1/4，按图 A.3.1 所示加载测试；也可采用均布荷载加载，此时剪跨  $a$  应取支座到板底主要破坏裂缝的距离， $R$  是板支撑点反力，极限状态时等于板的剪切承载力  $V_u$ 。

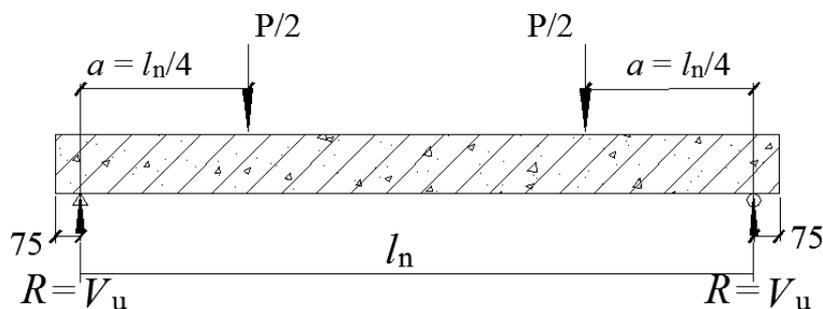


图 A.3.1 集中加载试验

2 施加荷载应按估计破坏荷载的 1/10 逐级加载，除了每级荷载读仪表记

录有暂停外，应对构件连续加载，并无冲击作用。加载速率不应超过混凝土受压纤维极限的应变率。

A.3.2 荷载测试仪器精度应在 $\pm 1\%$ 内，跨中变形及钢板与混凝土间的端部滑移在每级荷载作用下测量精度应为 0.01mm。

A.3.3 每个试件的参数和试验数据应按表 A.3.3-1、表 A.3.3-2 的内容记录并整理成册。

表 A.3.3-1 组合楼板剪切粘结试验试件参数

(工程或板型名称)				
试件编号			试件制作日期	
压型钢板	型 号		板 厚 (mm)	
	正截面惯性矩 ( $\text{cm}^4$ )		正截面抵抗矩 ( $\text{cm}^3$ )	
	截面面积 ( $\text{cm}^2$ )		压型钢板高 (mm)	
	中心距 (mm)		实测抗拉极限强度 ( $\text{N/mm}^2$ )	
	实测屈服强度 ( $\text{N/mm}^2$ )			
压型钢板需要的其他说明：如表面锈蚀、镀锌量等				
混凝土龄期 ( $d$ )			实测混凝土强度立方体 抗压强度平均值 $f_{cu,m}$	
组合	试件长度 (mm)		试件宽度 (mm)	
	板厚 (mm)		设计剪跨 (mm)	

续表 A.3.3-1

楼板 试件	组合楼板试件其他说明：如混凝土构件表面质量、配筋、试件制作时支撑、剪力件、构件图、加载图等		
注册工程师*	(签字、注册章)	试验负责人	(签字)
试验单位	(公章)		
注：*注册工程师为国家注册监理工程师或国家一级、二级注册结构工程师。			

表 A.3.3-2 组合楼板剪切粘结试验数据

(工程或板型名称)					
试件编号				试验日期	
试验时板跨度 (mm)				试验时剪跨 (mm)	
构件自重荷载 (kN/m <sup>2</sup> )				其他荷载	
加 载 试 验 记 录	荷载级数	荷载值 (kN)	裂缝 (mm)	跨中挠度 (mm)	端部滑移 (mm)
试验过程及破坏形态等描述，附试件裂缝和破坏照片：					
注册工程师*	(签字、注册章)		试验负责人	(签字)	
试验单位	(公章)				
注：* 注册工程师为国家注册监理工程师或国家一级、二级注册结构工程师。					

## A.4 试验结果分析

A.4.1 剪切极限承载力应按下式计算：

$$V_u = \frac{P}{2} + \frac{\gamma g_k l_n}{2} \quad (\text{A.4.1})$$

式中： $V_u$ ——试验所得剪切承载力（N）；

$P$ ——试验时施加的荷载（N）；

$\gamma$ ——试件制作时与支撑条件有关的支撑系数，按本规程表 4.2.5 取用；

$g_k$ ——试件单位长度自重（N/mm）；

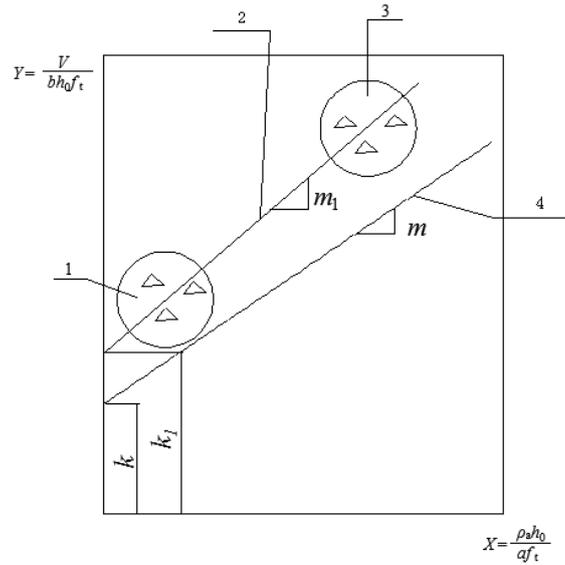
$l_n$ ——试验板的净跨度（mm）。

A.4.2 剪切粘结系数应按下列方法分析得出：

1 按图 A.4.2 建立坐标系，竖向坐标为  $\frac{V_u}{bh_0 f_{t,m}}$ ，横向坐标为  $\frac{\rho_a h_0}{a \cdot f_{t,m}}$ ；其中，

$V_u$  为剪切承载力； $b$ 、 $h_0$  为组合楼板试件的截面宽度和有效高度； $\rho_a$  为计算宽度内组合楼板截面压型钢板含钢率； $f_{t,m}$  为混凝土轴心抗拉强度平均值，可由混凝土立方体抗压强度计算， $f_{t,m} = 0.395 f_{cu,m}^{0.55}$ ， $f_{cu,m}$  为混凝土立方体抗压强度平均值。

由试验数据得出的坐标点确定剪切粘结曲线，应采用线性回归分析的方法得到该线的截距  $k_1$  和斜率  $m_1$ 。



1-A 区；2-拟合线；3-B 区；4-退化线

图 A.4.2 剪切粘结试验拟合曲线

2 回归分析得到的  $m_1$ 、 $k_1$  值应分别降低 15% 得到剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  值，该值可用于本规程第 5.4.1 条的剪切粘结承载力计算。如果数据分析中有多于 8 个试验数据，则可分别降低 10%。

A.4.3 当某个试验数据的坐标值  $\frac{V_u}{bh_0 f_{t,m}}$  偏离该组平均值大于  $\pm 15\%$  时，至少应再做同类型的 2 个附加试验并应采用所有试验结果的最低值确定剪切粘结系数。

## A.5 试验结果应用

A.5.1 试验负责人应审核确认本规程表 A.3.3-1、表 A.3.3-2 中的原始数据，根据原始数据按本规程规定的方法分析得到剪切系数  $m$ 、 $k$ ，并将分析过程记录于表 A.5.1。设计人在需要查看试验原始数据时，实验室应予以提供，表 A.5.1 中的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  应用前应得到该工程设计人的确认。

表 A.5.1 组合楼板剪切粘结试验数据分析

(工程或板型名称)		试件编号	
剪切粘结试验拟合曲线:			
剪切粘结系数:			
$m =$			
$k =$			
数据分析人		校核人	
数据分析单位		(公章)	

A.5.2 试验所得到的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$ ，可用于试验所针对的工程。

A.5.3 已有试验结果用于其他工程应符合下列规定：

1 已有试验数据是按本附录试验方法得到的数据，且符合本规程第 A.2.3 条试验数据的规定，剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  可用于其他工程；

2 已有的试验数据未按本规程表 A.2.3 的规定落入 A 区和 B 区，可做补充试验，试验数据至少应有一个落入 A 区和一个落入 B 区，同以往数据一起分析所得剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  系数可用于其他工程。

A.5.4 试验中没有剪力件的试验结果所得到的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  可用于有剪力

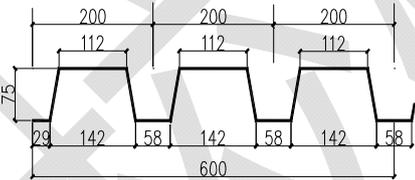
件的组合楼板设计；有剪力件的试验结果所得到的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$ ，组合楼板设计中采用的剪力件应与试验采用的剪力件相同。



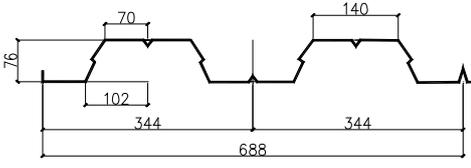
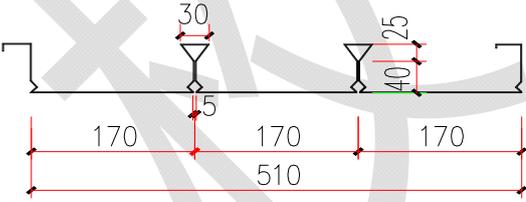
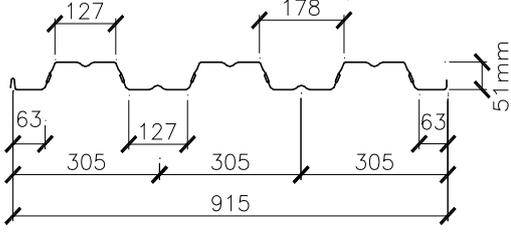
## 附录 B 常用压型钢板组合楼板剪切粘结系数

压型钢板组合楼板设计用剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  应采用本规程附录 A 规定的方法由试验确定，不具备试验条件时可采用表 B 给定的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$ 。表 B 中端部无栓钉的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  可用于同等跨度、端部有剪力件的组合楼板；表 B 中给出的剪切粘结系数仅适用于对应的压型钢板板型，不得用于其他类型或类似的板型。

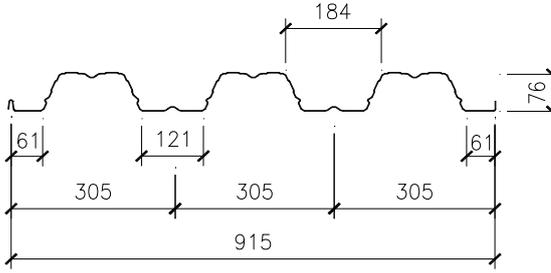
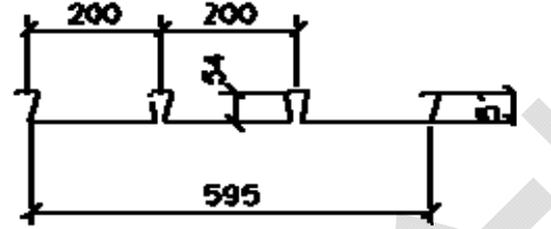
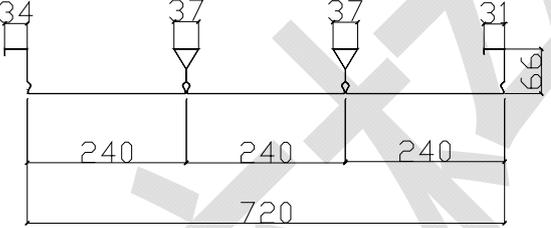
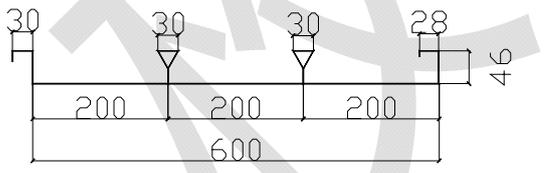
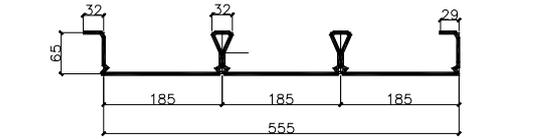
表 B 常用压型钢板组合楼板剪切粘结系数

压型钢板截面及型号	端部剪力件	适用板跨 (mm)	$m$ (N/mm <sup>2</sup> ) $k$
 <p style="text-align: center;">YX75-200-600</p>	<p>当板跨小于 2700mm 时，采用焊后高度不小于 135mm、直径不小于 13mm 的栓钉；当板跨不小于 2700mm 时，采用焊后高度不小于 135mm、直径不小于 16mm 的栓钉，且一个压型钢板宽度内每边不少于 4 个，栓钉应穿透压型钢板</p>	<p>1800 ~ 3600</p>	<p><math>m=203.92</math> <math>k=-0.022</math></p>

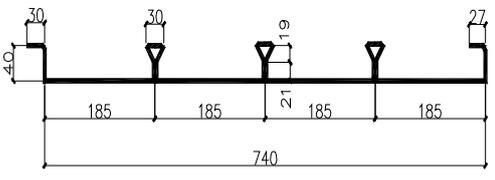
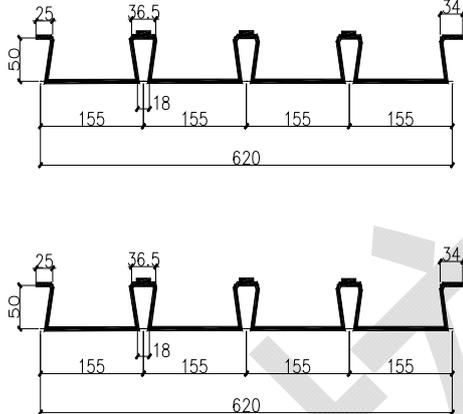
续表 B

 <p style="text-align: center;">YX76-344-688</p>	<p>当板跨小于 2700mm 时，采用焊后高度不小于 135mm、直径不小于 13mm 的栓钉；当板跨不小于 2700mm 时，采用焊后高度不小于 135mm、直径不小于 16mm 的栓钉，且一个压型钢板宽度内每边不少于 4 个，栓钉应穿透压型钢板</p>	<p>1800 ~ 3600</p>	<p><math>m=213.25</math> <math>k=-0.0016</math></p>
 <p style="text-align: center;">DWYX65-170-510</p>	<p>无剪力件</p>	<p>1800 ~ 3600</p>	<p><math>m=182.25</math> <math>k=0.1061</math></p>
 <p style="text-align: center;">Lysaght 2W</p>	<p>无剪力件</p>	<p>1800 ~ 3600</p>	<p><math>m=101.58</math> <math>k=-0.0001</math></p>

续表 B

 <p>Lysaght 3W</p>	<p>无剪力件</p>	<p>1800 ~ 3600</p>	<p><math>m=137.08</math> <math>k=-0.0153</math></p>
 <p>Lysaght Bondek</p>	<p>无剪力件</p>	<p>1800 ~ 3600</p>	<p><math>m=245.54</math> <math>k=0.0527</math></p>
 <p>YJ66-240-720</p>	<p>无剪力件</p>	<p>1800 ~ 3600</p>	<p><math>m=183.40</math> <math>k=0.0332</math></p>
 <p>YJ46-200-600</p>	<p>无剪力件</p>	<p>1800 ~ 3600</p>	<p><math>m=238.94</math> <math>k=0.0178</math></p>
 <p>YL65-555</p>	<p>无剪力件</p>	<p>2000 ~ 3400</p>	<p><math>m=137.16</math> <math>k=0.2468</math></p>

续表 B.0.1

 <p style="text-align: center;">YL40-740</p>	<p>无剪力件</p>	<p>2000 ~ 3000</p>	<p><math>m=172.90</math> <math>k=0.1780</math></p>
 <p style="text-align: center;">YL50-620</p>	<p>无剪力件</p>	<p>1800 ~ 4150</p>	<p><math>m=234.60</math> <math>k=0.0513</math></p>

## 附录 C 组合楼盖舒适度验算

### C.1 一般规定

C.1.1 本附录适用于次梁等间距和次梁等跨度的组合楼盖，当次梁间距不等或次梁跨度不等时，可采用下述方法简化计算：

- 1 选取线刚度较小的主梁计算组合梁；
- 2 选取混凝土有效宽度较小的计算主梁组合梁；
- 3 对本条第 1 款与第 2 款两种情况组合，选取两个及以上的主次梁板格验算并取最不利结果。

C.1.2 组合楼盖为悬挑结构或计及柱参与振动或计及剪力引起的扭转时，可采用动力有限元方法计算。

### C.2 峰值加速度与自振频率

C.2.1 组合楼盖舒适度应验算一个振动板格的峰值加速度，板格划分可取由柱或剪力墙在平面内的有效板带围成的区域（图 C.2.1），峰值加速度应符合本规程第 4.3.4 条的规定。峰值加速度可按下式计算：

$$a_p / g = \frac{P_0 \exp(-0.35 f_n)}{\xi G_E} \quad (\text{C.2.1})$$

式中： $a_p$ ——组合楼盖加速度峰值（ $\text{m/s}^2$ ）；

$g$ ——重力加速度（ $\text{m/s}^2$ ）；

$P_0$ ——人行走产生的激振作用力（ $\text{kN}$ ），可取  $0.3\text{kN}$ ；

$f_n$ ——组合楼盖自振频率（ $\text{Hz}$ ），按本规程第 C.2.2 条的规定计算或采用

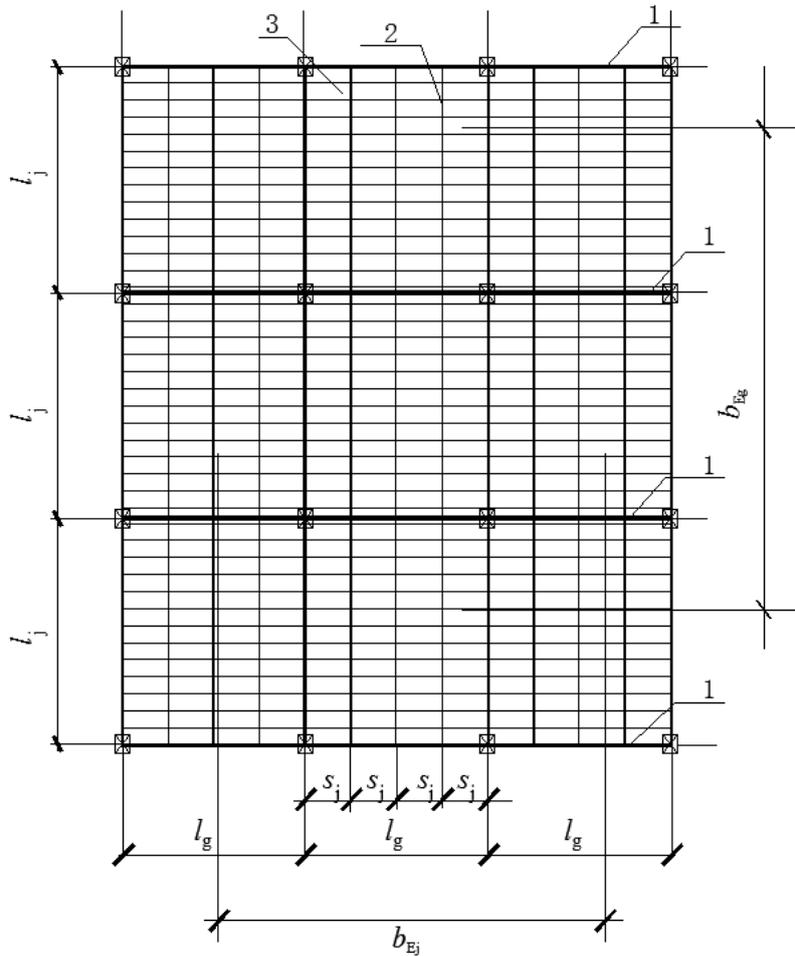
动力有限元方法计算；

$\zeta$ ——楼盖阻尼比，按表 C.2.1 取用；

$G_E$ ——计算板格的有效荷载（kN），按本规程第 C.2.4 条的规定计算。

表 C.2.1 楼盖阻尼比 $\zeta$

房间功能	住宅、办公	商业、餐饮
计算板格内无家具或家具很少、没有非结构构件或非结构构件很少	0.02	0.02
计算板格内有少量家具、有少量可拆式隔墙	0.03	0.02
计算板格内有较重家具、有少量可拆式隔墙	0.04	0.02
计算板格内每层都有非结构分隔墙	0.05	0.02



1-主梁；2-次梁；3-压型钢板

图 C.2.1 组合楼盖主梁、次梁板带有效宽度

C.2.2 组合楼盖自振频率可采用下列方法计算，且自振频率应符合本规程第 4.3.4 条的规定：

1 自振频率可按下式计算：

$$f_n = \frac{18}{\sqrt{\Delta_j + \Delta_g}} \quad (\text{C.2.2-1})$$

式中：  $f_n$ ——组合楼盖自振频率（Hz）；

$\Delta_j$ ——次梁按简支梁计算的挠度（mm），计算板格内各梁挠度不同时取挠度较大值；

$\Delta_g$ ——主梁按简支梁计算的挠度（mm），计算板格内各梁挠度不同时取挠度较大值。

2 简支梁挠度可按下列公式计算：

$$\Delta_j = \frac{5q_j l_j^4}{384E_s I_j} \quad (\text{C.2.2-2})$$

$$\Delta_g = \frac{5q_g l_g^4}{384E_s I_g} \quad (\text{C.2.2-3})$$

式中：  $q_j$ ——次梁上的有效均布线荷载（N/mm）；

$l_j$ ——次梁跨度（mm）；

$E_s$ ——钢材弹性模量（N/mm<sup>2</sup>）；

$I_j$ ——按混凝土有效截面计算的次梁组合梁惯性矩（mm<sup>4</sup>），惯性矩各参数按本规程第 C.2.3 条的规定计算；

$q_g$ ——主梁上的有效均布线荷载（N/mm）；

$l_g$ ——主梁跨度 (mm)；

$I_g$ ——按混凝土有效截面计算的主梁组合梁惯性矩 (mm<sup>4</sup>)，惯性矩各参数按本规程第 C.2.3 条的规定计算。

3 有效均布线荷载可按下列公式计算：

$$q_j = g_{jk} + q_e \quad (\text{C.2.2-4})$$

$$q_g = g_{gk} + q_e \quad (\text{C.2.2-5})$$

式中： $q_e$ ——主梁上的有效均布可变线荷载 (N/mm)，按本规程表 4.2.2 给定值计算；

$g_{jk}$ ——次梁上作用的永久均布线荷载 (N/mm)；

$g_{gk}$ ——主梁上作用的永久均布线荷载 (N/mm)。

4 当主梁跨度  $l_g$  小于有效宽度  $b_{Ej}$  时，式 (C.2.2-1) 中的主梁挠度  $\Delta_g$  应采用主梁挠度代换值  $\Delta'_g$ ， $\Delta'_g$  可按下式计算：

$$\Delta'_g = \frac{l_g}{b_{Ej}} \Delta_g \quad (\text{C.2.2-6})$$

式中： $\Delta'_g$ ——主梁挠度代换值 (mm)；

$b_{Ej}$ ——次梁板带有效宽度 (mm)，按本规程第 C.2.4 条的规定计算。

C.2.3 计算主、次组合梁惯性矩，应将组合梁混凝土翼缘换算成与梁同质钢材，混凝土翼缘有效截面的计算应符合下列规定 (图 C.2.3)：

1 次梁混凝土有效宽度可按下式计算：

$$b_{jce} = s_j / (\alpha_E / 1.35) \quad (\text{C.2.3-1})$$

式中： $b_{jcc}$ ——一次梁混凝土翼缘有效宽度（mm）；

$s_j$ ——一次梁间距（mm）；

$\alpha_E$ ——钢板弹性模量与混凝土弹性模量之比。

2 主梁混凝土有效宽度可按下式计算：

$$b_{gcc} = \begin{cases} l_j / (\alpha_E / 1.35) & (l_j \leq 0.4l_g) \\ 0.4l_g / (\alpha_E / 1.35) & (l_j > 0.4l_g) \end{cases} \quad (\text{C.2.3-2})$$

式中： $b_{gcc}$ ——主梁混凝土翼缘有效宽度（mm）。

3 混凝土有效高度可按下式计算：

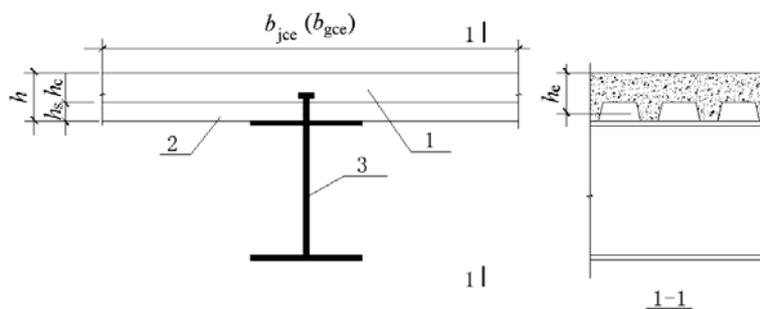
$$h_c = \begin{cases} h_c + h_s / 2 & (\text{开口板, 且 } b_{jcc} \geq 0.4l_j) \\ h_c & (\text{开口板, 且 } b_{jcc} < 0.4l_j) \\ h & (\text{缩口板、闭口板、钢筋桁架板}) \end{cases} \quad (\text{C.2.3-3})$$

式中： $h_c$ ——振动计算时混凝土翼缘有效高度（mm）；

$h_c$ ——压型钢板肋顶以上混凝土高度（mm）；

$h_s$ ——压型钢板高度（mm）；

$h$ ——楼板总高度（mm）。



1-混凝土；2-压型钢板；3-钢梁

图 C.2.3 惯性矩计算各参数示意图

C.2.4 组合楼盖计算板格有效荷载的计算应符合下列规定：

1 板格有效荷载可按下列公式计算：

$$G_E = \frac{G_{Ej}\Delta_j + G_{Eg}\Delta_g}{\Delta_j + \Delta_g} \quad (\text{C.2.4-1})$$

$$G_{Eg} = \alpha g_{Eg} b_{Eg} l_g \quad (\text{C.2.4-2})$$

$$G_{Ej} = \alpha g_{Ej} b_{Ej} l_j \quad (\text{C.2.4-3})$$

式中： $G_E$ ——计算板格的有效荷载（kN）；

$G_{Eg}$ ——主梁板带上的有效荷载（kN）；

$G_{Ej}$ ——次梁板带上的有效荷载（kN）。

$\alpha$ ——系数，连续梁取 1.5，简支梁取 1.0；

$g_{Eg}$ ——主梁板带上的有效面荷载（kN/mm<sup>2</sup>），按本规程第 4.2.2 条的规定计算；

$b_{Eg}$ ——主梁板带有效宽度（mm），当计算板格有相邻跨时，计算值不应超过本跨与相邻跨次梁跨度之和的 2/3；

$g_{Ej}$ ——次梁板带上的有效面荷载（kN/mm<sup>2</sup>），按本规程第 4.2.2 条的规定计算；

$b_{Ej}$ ——次梁板带有效宽度（mm），当计算板格有相邻跨时，计算值不应超过本跨与相邻跨主梁跨度之和的 2/3。

2 主、次梁板带宽度可按下列公式计算：

$$b_{Eg} = C_g (D_j / D_g)^{\frac{1}{4}} l_g \quad (\text{C.2.4-4})$$

$$b_{Ej} = C_j (D_s / D_j)^{\frac{1}{4}} l_j \quad (\text{C.2.4-5})$$

式中： $C_g$ ——主次梁支撑影响系数，主次梁铰接时取 1.8，其他取 1.6；

$D_j$ ——按混凝土截面有效宽度计算的次梁截面单位惯性矩（ $\text{mm}^3$ ）；

$D_g$ ——按混凝土截面有效宽度计算的主梁截面单位惯性矩（ $\text{mm}^3$ ），边梁取  $2I_g/l_j$ ；

$C_j$ ——楼板受弯连续性影响系数，计算板格为内板格取 2.0，边板格取 1.0；

$D_s$ ——垂直于次梁方向组合楼板单位宽度截面惯性矩（ $\text{mm}^3$ ）。

3 组合楼板及主次梁单位惯性矩可按下列公式计算：

$$D_s = \frac{h_e^3}{12(\alpha_E/1.35)} \quad (\text{C.2.4-6})$$

$$D_g = I_g / l_j \quad (\text{C.2.4-7})$$

$$D_j = I_j / s_j \quad (\text{C.2.4-8})$$

## 附录 D 钢筋桁架与纤维水泥板底模连接承载力标准试验方法

### D.1 一般规定

D.1.1 按本规程设计的钢筋桁架组合楼板，当连接件含有螺栓、螺钉、自攻钉等时，应按本附录对钢筋桁架与底模的连接件承载力进行试验，承担试验的实验室应具有相应的资质。

D.1.2 工地抽检试验应有国家注册监理工程师或国家一级、二级注册结构工程师全过程见证，国家注册工程师应在试验记录上签字并加盖执业印章。

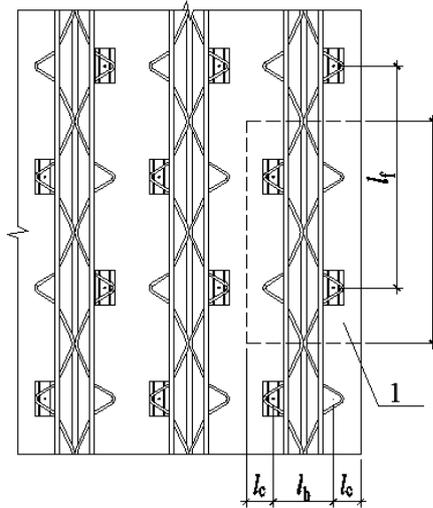
D.1.3 本附录适用于非混凝土底模的钢筋桁架板的出厂检验、型式检验和工地复试。

### D.2 试件制作

D.2.1 试验中所用材料应符合本规程的有关规定，并与工程中使用的材料相一致。

D.2.2 试件制备应符合下列规定：

1 试件制备应从一块钢筋桁架板中取出一个试件，包含钢筋桁架及两侧各不少于一个连接件、长度为 400mm、宽度为  $2l_c+l_b$  的试件， $l_c$  为钢筋桁架板底模边缘至桁架最外侧连接件中心的距离， $l_b$  为桁架下弦两个连接件之间的垂直距离（图 D.2.2）。



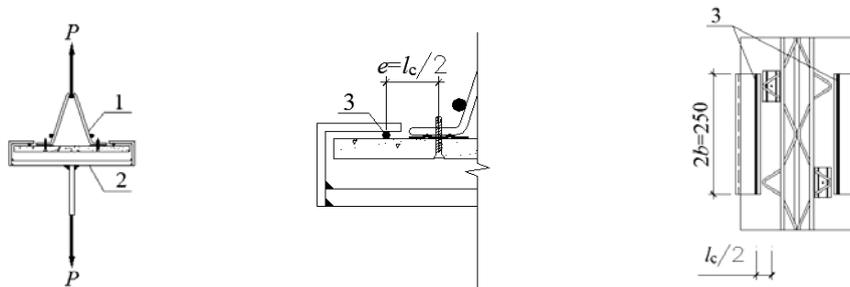
1-取样区间

图 D.2.2 试件取样

2 竹胶木板、钢模板、铝模板等底模，可不从钢筋桁架板中抽取试件，但应按本条第 1 款规定的尺寸将与工程中采用的底模、钢筋桁架及连接件等同质材料部件预先组装成试件。

### D.3 试验步骤

D.3.1 试验宜在拉力试验机上进行。可将桁架上弦和底模分别固定在拉力试验机两端，当底模难以在试验机卡具上固定时，可制作易于试验机加持的辅助卡具(图 D.3.1a)，辅助卡具应具有足够的强度和刚度。辅助卡具的加载点距邻近连接件与底模连接点的距离不小于  $l_c/2$  (图 D.3.1b)。加载过程中，卡具除加载点外任何部位不得与试件发生接触，线性加载长度为 250mm (图 D.3.1c)。



(a) 辅助卡具                      (b) 加载点定位                      (c) 线性加载平面图

1-钢筋桁架板试件；2-辅助卡具；3-线性加载点

图 D.3.1 加载示意图

D.3.2 纤维水泥平板试件应在水中浸泡不应少于 24h，取出后擦干并在 1h 内完成试验。

D.3.3 试验加载速率应控制在 15s~30s 内加载至破坏，读取破坏荷载应精确到 0.01kN；试验可能出现连接件破坏、底模破坏或底模与连接件连接破坏，无论出现哪种破坏形式，破坏时的荷载均应视为拉力试验值 ( $P_i$ )。

D.3.4 试验应记录试验过程，并按表 D.3.4 的格式填写试验数据。

表 D.3.4 钢筋桁架板底模与桁架连接承载力试验记录

工程名称						工程部位	
试件编号						试件制作日期	
钢筋桁架板	楼承板型号				楼承板批号 (mm)		
	底模材质 (mm)				底模厚度 (mm)		
	底模强度等级				加载速率 (N/s)		
试件需要的其他说明：							
试验序号	1	2	3	4	5		$n$
拉力试验值 $P_i$ (kN)							
连接件承载力 $P_{ci}$ (kN)							

续表 D.3.4

试验人	(签字)	试验负责人	(签字)
试验单位	(公章)		
委托单位		委托人	(签字)
注册工程师*	(签字、执业章)		
注:*注册工程师为国家注册监理工程师或国家一级、二级注册结构工程师。			

## D.4 试验结果分析

D.4.1 钢筋桁架与底模连接件承载力应按下列式计算：

$$P_{ci} = \frac{200 P_i}{l_f} \frac{1}{2} \quad (\text{D.4.1})$$

式中： $P_{ci}$ ——第  $i$  个连接件的承载力 (kN)；

$P_i$ ——第  $i$  个连接件拉力试验值 (kN)；

$l_f$ ——一侧下弦钢筋两个连接件的最大距离 (图 D.2.2) (mm)。

D.4.2 试验报告应注明标准号、委托方名称、产品型号、试验数量、试验测得的拉力试验值 ( $P_i$ ) 及按本附录方法计算的钢筋桁架与底模连接件承载力 ( $P_{ci}$ )，试验记录内容不应少于本附录表 D.3.3 规定的项目。

## D.5 试验结果与判定准则

D.5.1 按本附录式 (D.4.1) 计算所得连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 不小于 0.75kN 时，应判定为试件合格；连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 小于 0.75kN 时，应判定为试件不合格。

D.5.2 工地抽检试件应取自工程使用的钢筋桁架板，应从每批钢筋桁架板构件中随机抽取 1 个构件为样品，在样品中取不少于 3 个试件。抽取批次应随供货批次，

当同一批次钢筋桁架板大于 3000m<sup>2</sup> 时，应按每 3000m<sup>2</sup> 作为一个检验批。试验方法应按本规程第 D.3 节的规定执行。

D.5.3 工地抽检当有 1 个试件检测值不合格时应增加 2 倍的检验数量再次检验，如仍有 1 个试件不合格应判定该批构件不合格。

## D.6 生产厂商承载力试验

D.6.1 本节试验应由生产厂商实施，分为出厂检验和型式检验，试验检验数量、参数不得少于本附录的有关规定。

D.6.2 试验及数据分析应按本附录第 D.2 节~第 D.4 节的有关规定执行。

D.6.3 产品应有出厂检验，出厂检验试件应取自生产线，批次按生产批次计，抽取试件数量不应少于 3 个，其他要求应符合本附录第 D.2.2 条的规定；试验方法应按本附录第 D.3 节的有关规定执行。

D.6.4 型式检验应符合下列规定：

1 应从同样材料、工艺、连接件材料的钢筋桁架板构件中随机抽取 5 个构件为样品，在每个样品中取不少于 3 个、总数不少于 15 个试件；其他要求应符合本附录第 D.2.2 条的规定。连接件组成材料的改变应视为连接件改变。

2 试验方法应按本附录第 D.3 节的有关规定执行。

D.6.5 判定规则应符合下列规定：

1 按本附录式 (D.4.1) 计算所得连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 不小于 0.75kN 时，应判定为试件合格；连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 小于 0.75kN 时，应判定为试件不合格。

2 出厂检验当有 1 个试件连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 不合格时，应增加 2 倍的检验

数量再次检验，如仍有 1 个试件连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 不合格，应判定该批产品不合格。

3 型式检验有 1 个试件连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 不合格，应判定整批产品不合格。

技术交底

## 附录 E 钢筋桁架与混凝土底模连接承载力标准试验方法

### E.1 一般规定

E.1.1 按本规程设计的钢筋桁架组合楼板，当连接件含有螺栓、螺钉、自攻钉等时，应按本附录对钢筋桁架与混凝土底模的连接件承载力进行试验，承担试验的实验室应具有相应的资质。

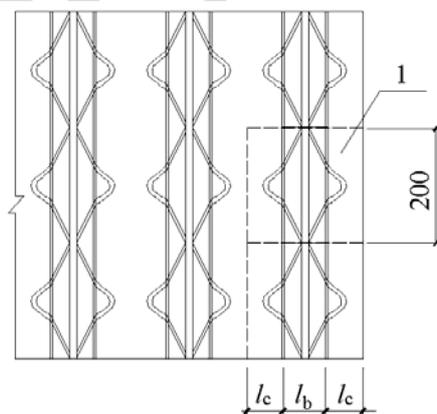
E.1.2 工地抽检试验应有国家注册监理工程师或国家一级、二级注册结构工程师全过程见证，国家注册工程师应在试验记录上签字并加盖执业印章。

E.1.3 本附录适用于混凝土底模的钢筋桁架板的出厂检验、型式检验和工地复试。

### E.2 试件制作

E.2.1 试验中所用材料应符合本规程的有关规定，并与工程中使用的材料相一致。

E.2.2 试件制备应从一块钢筋桁架板中取出一个试件，试件包含钢筋桁架及两侧各一个连接件，长度为 200mm，宽度为  $2l_c+l_b$ ； $l_c$  为连接件内侧至板边缘的距离， $l_b$  为桁架底部两个连接件间的净距（图 E.2.2）。



1-取样区间

图 E.2.2 试件取样

### E.3 试验步骤

E.3.1 试验宜在拉力试验机上进行，可将桁架上弦和底模分别固定在拉力试验机两端，当底模难以在试验机卡具上固定时，可制作易于试验机加持的辅助卡具(图 E.3.1a)，辅助卡具应具有足够的强度和刚度，辅助卡具伸入底模的距离不应大于连接件内侧至板边缘的距离  $l_c$  的 1/2 (图 E.3.1b、图 E.3.1c)。

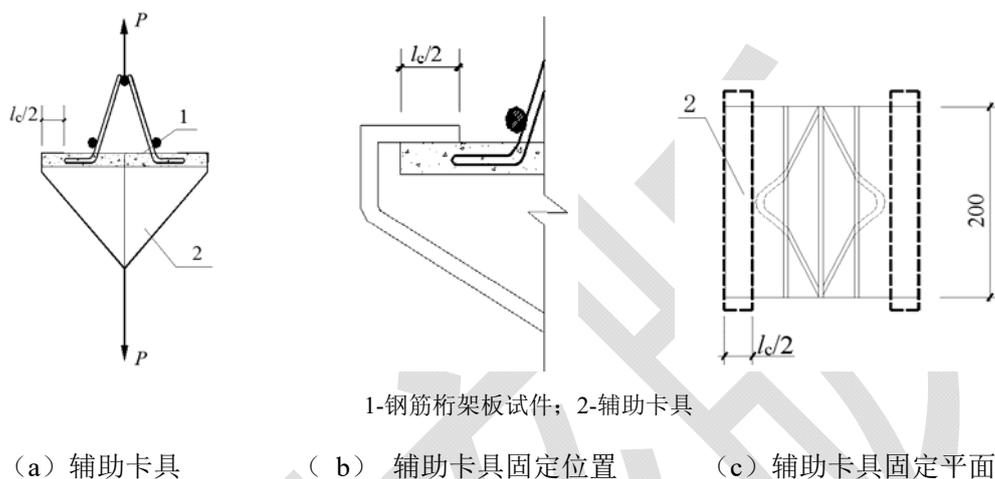


图 E.3.1 加载示意图

E.3.2 试验加载速率应控制在 15s~30s 内加载至破坏，读取破坏荷载应精确到 0.01kN；试验可能出现预埋件被拉出破坏、底模破坏，无论出现哪种破坏形式，破坏时的荷载均应视为拉力试验值 ( $P_i$ )。

E.3.3 试验应记录试验过程，并按表 E.3.3 的格式填写试验数据。

表 E.3.3 钢筋桁架板混凝土底模与桁架连接承载力试验记录

工程名称			工程部位	
试件编号			试件制作日期	
钢筋桁架板	楼承板型号		楼承板批号 (mm)	
	底模材质 (mm)		底模厚度 (mm)	
	底模强度等级		加载速率 (N/s)	

续表 E.3.3

试件需要的其他说明：							
试验序号	1	2	3	4	5		<i>n</i>
拉力试验值 $P_i$ (kN)							
连接件承载力 $P_{ci}$ (kN)							
试验人	(签字)				试验负责人	(签字)	
试验单位	(公章)						
委托单位						委托人	(签字)
注册工程师*	(签字、执业章)						
注：*注册工程师为国家注册监理工程师或国家一级、二级注册结构工程师。							

## E.4 试验结果分析

E.4.1 钢筋桁架与混凝土底模连接件承载力应按下式计算：

$$P_{ci} = \frac{P_i}{2} \quad (\text{E.4.1})$$

式中： $P_{ci}$ ——第  $i$  个连接件的承载力标准值 (kN)；

$P_i$ ——第  $i$  个连接件拉力试验值 (kN)。

E.4.2 试验报告应注明标准号、委托方名称、产品型号、试验数量、试验测得的拉力试验值 ( $P_i$ ) 及按本附录方法计算的钢筋桁架与底模连接件承载力 ( $P_{ci}$ )，

试验记录内容不应少于本附录表 E.3.3 规定的项目。

## E. 5 试验结果与判定准则

E.5.1 按本附录式 (E.4.1) 计算所得连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 不小于 0.75kN 时, 应判定为试件合格; 连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 小于 0.75kN 时, 应判定为试件不合格。

E.5.2 工地抽检试件应取自工程使用的钢筋桁架板, 应从每批钢筋桁架板构件中随机抽取 1 个构件为样品, 在样品中取不少于 3 个试件。抽取批次应随供货批次, 当同一批次钢筋桁架板大于 3000m<sup>2</sup> 时, 应按每 3000m<sup>2</sup> 作为一个检验批。试验方法应按本规程第 E.3 节的规定执行。

E.5.3 工地抽检当有 1 个试件检测值不合格时应增加 2 倍的检验数量再次检验, 如仍有 1 个试件不合格应判定该批构件不合格。

## E. 6 生产厂商的承载力试验

E.6.1 本试验应由生产厂商实施, 分为出厂检验和型式检验, 试验检验数量、参数不得少于本附录的有关规定。

E.6.2 试验及数据分析应按本附录第 E.2 节~第 E.4 节的有关规定执行。

E.6.3 产品应有出厂检验, 出厂检验试件应取自生产线, 批次按生产批次计, 抽取试件数量不应少于 3 个; 试件其他要求应符合本附录第 E.2.2 条的规定。

E.6.4 型式检验应符合下列规定:

1 应从同样材料、工艺、连接件材料的钢筋桁架板构件中随机抽取 5 个构件为样品, 在每个样品中取不少于 3 个、总数不少于 15 个试件; 其他要求应符合本附录第 E.2.2 条的规定。连接件组成材料的改变应视为连接件改变。

2 试验方法应按本附录第 E.3 节的有关规定执行。

D.6.5 判定规则应符合下列规定：

1 按本附录式 (E.4.1) 计算所得连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 不小于 0.75kN 时，应判定为合格；连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 小于 0.75kN 时，应判定为不合格。

2 出厂检验当有 1 个试件连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 不合格时，应增加 2 倍的检验数量再次检验，如仍有 1 个试件连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 不合格，应判定该批产品不合格。

3 型式检验有 1 个试件连接件承载力 ( $P_{ci}$ ) 不合格应判定整批产品不合格。

## 用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，对要求严格不同的用词说明如下：

- 1 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

- 2 表示严格，在正常情况均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

- 3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

- 4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

## 引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《建筑结构荷载规范》GB50009

《混凝土结构设计规范》GB50010

《建筑设计防火规范》GB50016

《钢结构设计标准》GB50017

《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204

《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205

《混凝土结构工程施工规范》GB50666

《钢结构工程施工规范》GB50775

《装配式混凝土建筑技术标准》GB51231

《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249

《组合结构通用规范》GB55004

《建筑防火通用规范》GB55037

《碳素结构钢》GB/T700

《低合金高强度结构钢》GB/T1591

《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T2518

《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T3098.1

《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117

《紧固件 螺栓和螺钉通孔》GB/T5277

《建筑构件耐火试验方法》GB/T 9978

《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T10433

《建筑用压型钢板》GB/T12755

《电阻焊焊接工艺规程》GB/T 19867.5

《高强钢焊条》GB/T 32533

《自攻螺钉连接 底孔直径和拧紧扭矩技术条件》GBT 43655

《电阻点焊及凸焊接头的拉伸剪切试验方法》GB/T 39167

《组合结构设计规范》JGJ138

《竹胶合板模板》JG/T156

《钢筋桁架楼承板》JG/T368

《铝合金模板》JG/T522

《组合钢模板》JG/T3060

《纤维水泥平板第 1 部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1

《玻璃纤维增强水泥外墙板》JC/T 1057

《栓钉焊接技术规程》CECS226

中国工程建设标准化协会标准

# 组合楼板技术规程

T/CECS 273—202X

条文说明

## 修订说明

本规程是在《组合楼板设计与施工规范》CECS273：2010的基础上修订而成。

本规程修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国工程建设使用楼承板及组合楼板的工程实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，并通过试验，如纤维水泥板底模钢筋桁架板及组合楼板、混凝土底模钢筋桁架板及组合楼板等系列试验研究等，得到了钢筋桁架板纤维水泥板底模、混凝土底模钢筋桁架板及组合楼板承载力的重要技术参数和计算方法。

本次修订主要技术内容为增加了纤维水泥板底模钢筋桁架板、混凝土底模钢筋桁架板及组合楼板的设计与施工，根据《组合楼板设计与施工规范》CECS273：2010使用过程中的意见反馈，增加了验收章节。此外，还对部分条款进行了调整并对文字进行了校正。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《组合楼板技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

本规程所替代的历次版本为：

——《组合楼板设计与施工规范》CECS273：2010

主编单位：中冶建筑研究总院有限公司

参编单位：中国建筑设计研究总院

西安建筑科技大学

深圳市建筑设计研究总院

苏州科技学院

中国京冶工程技术有限公司

公安部天津消防研究所

深圳华侨城集团公司

北京远达国际工程管理有限公司

浙江杭萧钢构股份有限公司汉德邦建材有限公司

北京多维国际钢结构有限公司

来实建筑系统（上海）有限公司

北京首钢建设集团有限公司

主要起草人：白力更 朱聘儒 任庆英 刘琼祥 史庆轩

刘维亚 倪照鹏 陈水荣 李文斌 张 辉

蔡 克 段 斌 郭建平 张兴虎 邵永健

郭满良 阚 强 陶红斌 王顺礼 陈永德

## 目 次

1 总则	(125)
2 术语与符号	(126)
2.1 术语	(126)
2.2 符号	(128)
3 材料	(129)
3.1 混凝土	(129)
3.2 钢筋	(129)
3.3 压型钢板	(130)
3.4 钢筋桁架及底模	(134)
3.5 栓钉及螺栓、螺钉、自攻螺钉	(134)
3.6 焊接材料	(134)
4 结构设计与计算	(135)
4.1 结构设计	(135)
4.2 荷载、荷载效应及效应组合	(136)
4.3 正常使用极限状态限值	(140)
5 压型钢板组合楼板设计	(143)
5.1 一般规定	(143)
5.2 施工阶段验算	(144)
5.3 使用阶段受弯承载力计算	(145)

5.4	使用阶段受剪承载力计算	(145)
5.5	正常使用极限状态验算	(147)
6	钢筋桁架组合楼板设计	(149)
6.1	一般规定	(149)
6.2	施工阶段验算	(150)
6.3	使用阶段承载力计算	(152)
6.4	正常使用极限状态验算	(152)
7	组合楼板耐火设计	(154)
7.1	一般规定	(154)
7.2	火灾下压型钢板组合楼板承载力计算	(155)
7.3	压型钢板组合楼板隔热及耐火配筋	(158)
8	压型钢板组合楼板构造	(160)
8.1	一般规定	(160)
8.2	配筋	(160)
8.3	端部构造	(162)
8.4	组合楼板开洞	(163)
9	钢筋桁架组合楼板构造	(165)
9.1	一般规定	(165)
9.2	配筋	(165)
9.3	端部构造	(165)

9.4 组合楼板开洞·····	(166)
10 施工·····	(167)
10.1 一般规定·····	(167)
10.2 堆放及吊装·····	(167)
10.3 放样与铺设·····	(167)
10.4 楼承板端部及顺肋边固定·····	(167)
10.5 封口板、收边及临时支撑·····	(168)
10.6 混凝土浇筑·····	(171)
10.7 现场切割与拆除·····	(171)
11 验收·····	(172)
11.1 一般规定·····	(172)
附录 A 压型钢板组合楼板剪切粘结系数标准试验方法·····	(173)
附录 B 常用压型钢板组合楼板剪切粘结系数·····	(177)
附录 C 组合楼盖舒适度验算·····	(178)
附录 D 钢筋桁架与纤维水泥板底模连接承载力标准试验方法·····	(182)
附录 E 钢筋桁架与混凝土底模连接承载力标准试验方法·····	(183)

## 1 总则

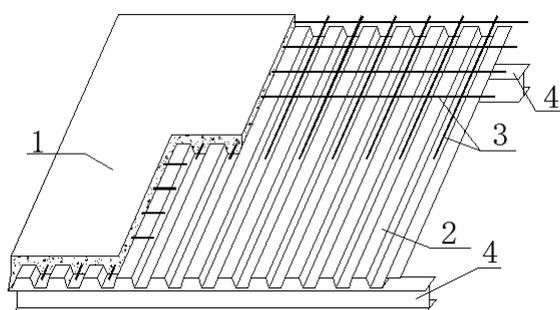
1.0.2 钢筋桁架板在施工过程中承担混凝土湿重和施工活荷载，使用阶段钢筋桁架与混凝土共同作用，因此也可视为组合楼板。本规程编制过程中未对压型钢板组合楼板进行过疲劳试验亦未见到其他相关疲劳试验的报告，如进行压型钢板组合楼板疲劳设计需有相应的疲劳试验佐证材料。

1.0.3 本规程是立足于我国组合楼板设计与施工的具体条件编制而成，组合楼板的设计与施工需从实际出发，合理选用材料，采取正确的构造和施工措施。凡本规程未规定的部分需符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定，如压型钢板组合楼板用于高温、高湿或露天等腐蚀条件恶劣环境要遵循相关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

2.1.1 在楼承板上现浇混凝土，混凝土硬结后楼承板与混凝土共同工作，由楼承板和混凝土组合在一起整体受力的楼板。组合楼板分为压型钢板组合楼板与钢筋桁架组合楼板。图 1 所示为压型钢板组合楼板。

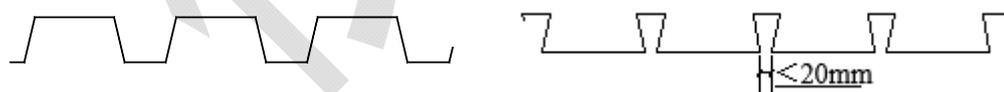


1-压型钢板组合楼板；2-压型钢板；3-钢筋；4-梁

图 1 压型钢板组合楼板

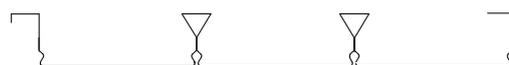
2.1.2 楼承板是压型钢板和钢筋桁架板的统称，楼承板在施工阶段作为混凝土施工的模板，使用阶段作为钢筋使用。

2.1.3 压型钢板分为开口型、缩口型、闭口型压型钢板（图 2），这些型号的称谓是我国工程实践中的惯称。



(a) 开口型压型钢板

(b) 缩口型压型钢板

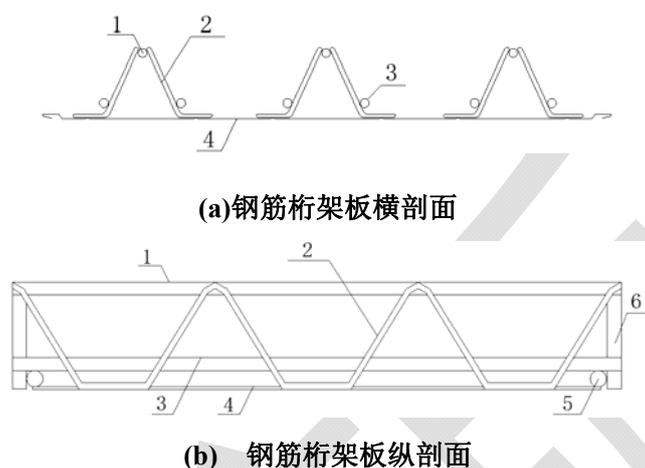


(c) 闭口型压型钢板

图 2 三类压型钢板

2.1.5~2.1.8 钢筋桁架板也称之为钢筋桁架楼承板，是由钢筋桁架与底模组成的施

工阶段受力体（图3）。钢筋桁架与底模的连接有多种形式，一般金属材料底模多采用点焊焊接，纤维水泥板底模多采用机械连接，混凝土底模则采用预埋钢筋等形式连接；本规程将所有这些连接及连接部位的底模组成的系统统称为连接件。



1-钢筋上弦；2--桁架腹杆；3-钢筋下弦；4-底模；5 支座水平筋；6-支座竖筋

图3 钢筋桁架板

2.1.9、2.1.10 可拆底模钢筋桁架板是指在混凝土施工完成后模板需拆除底模；免拆底模钢筋桁架板是指在混凝土施工完成后模板不需拆除底模，不具备强制性，是可拆可不拆的意思。可拆底模钢筋桁架板、免拆底模钢筋桁架板这两个术语是我国工程实践中习惯约定的称谓，可拆底模和免拆底模也有人称之为可拆模和免拆模。

2.1.11 底模外露是指组合楼板施工完成后，楼承板底模成为楼板的一部分。建筑上不再对该底模采取抹灰找平、吊顶等装饰工程遮掩底模，仅采用或不采用涂料涂装即投入使用的楼板状态。底模外露仅指钢筋桁架组合楼板的一种使用状态，不包括压型钢板组合楼板，压型钢板组合楼板如有类似使用状态和规定时，可参考对底模外露的钢筋桁架板组合楼板的規定进行设计。

## 2.2 符号

2.2.1~2.2.4 本规程符号系根据现行国家标准《工程结构设计基本术语》GB50083的有关规定编写。

结构设计部

## 3 材料

### 3.1 混凝土

3.3.1~3.3.4 现行国家标准《组合结构通用规范》GB58004 规定组合结构构件混凝土强度等级不应低于 C30，压型钢板组合楼板遵循了该规定。现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008 规定钢筋混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C25，钢筋桁架组合楼板形成的过程是组合楼板，但其使用性能上是钢筋混凝土楼板，因此钢筋桁架组合楼板遵循了现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008 的有关规定。

为了方便使用，条文中给出了 C25~C50 混凝土的物理力学性能，这些规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定完全相同，当现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 修订时，按修订后标准执行。近年来采用高强度等级混凝土的越来越多，但 C50 以上混凝土在楼板中应用很少，故本规程混凝土强度等级仅给到 C50。

如采用轻骨料混凝土可参照现行行业标准《轻骨料混凝土结构设计规程》JGJ12 的有关规定执行。

### 3.2 钢筋

3.2.1~3.2.3 钢筋的物理力学性能指标取自于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010，在这里给出是为了设计者使用方便。本规程还给出冷轧带肋钢筋以及冷轧光圆钢筋的物理力学指标，这些指标取自于现行行业标准《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ95、《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114 以及现

行协会标准《CRB600H 高延性高强度钢筋应用技术规程》CECS458 的有关规定。

当上述标准修订后，按修订后标准执行。

### 3.3 压型钢板

3.3.1 镀锌钢板主要有电镀锌板和连续热镀锌板，电镀锌仅仅是在钢板的表面镀上一层镀层，防腐性能较差，冷弯时有可能出现剥皮等现象；而连续热镀锌，锌可以浸入到钢板的表面，形成 Zn—Fe 合金，防腐性能较好，因此本规程推荐压型钢板采用的板材为连续热镀锌钢板。原版国家标准《钢铁结构耐腐蚀防护锌和铝覆盖层指南》GB/T19355-2003 指出，镀铝锌板直接与混凝土接触，需对接触面进行钝化处理，防止铝与混凝土发生化学反应。一旦铝与混凝土发生化学反应，将破坏混凝土与压型钢板的粘结性能，理论上可以对镀铝锌板表面做钝化处理，但实际上增加成本很大，难以做到。我国近几年某些工程使用了 5%铝的镀铝锌板，从国外的工程中未见到镀铝锌板作为组合楼板使用的报道，由于这种板材的工程实践较少，而且没有经过长时间的工程检验；此外，新版国家标准《锌覆盖层 钢铁结构防腐的指南和建议 第 1 部分：设计与防腐的基本原则》GB/T 19355.1-2016 删除了铝覆盖层防腐内容，本规程不推荐镀铝锌板作为组合楼板用压型钢板。

国家标准《连续热镀锌薄钢板和钢带》GB/T2518-2008 给出了镀锌钢板牌号，本规程推荐目前工程中常用的 S250（S250GD+Z、S250GD+ZF），S350（S350GD+Z、S350GD+ZF），S550（S550GD+Z、S550GD+ZF）牌号钢作为压型钢板材料。本次修订标准时，国家标准《连续热镀锌薄钢板和钢带》

GB/T2518-2008 更改为《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T2518-2019，国家标准《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T2518-2019 增加了结构钢牌号，本次修订相应增加了国家标准《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T2518-2019 给出的 S450（S450GD+Z、S450GD+ZF）牌号钢。

Q235、Q345 是现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 推荐采用的钢板。

随着冶金工业的发展和国际贸易的增加，钢材的品种也越来越多，参考现行国家标准《组合结构通用规范》GB55004 的有关规定，给出了本条第 3 款的规定。

3.3.2 现行国家标准《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB2518 给出的牌号，其牌号与热轧板有较大的区别，牌号见表 1 的数据。

表 1 连续热镀锌薄钢板性能

牌号	$R_{p0.02}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$A_{80m}$ (%)
S220	≥220	≥300	≥20
S250	≥250	≥330	≥19
S280	≥280	≥360	≥18
S300	≥300	≥370	≥18
S320	≥320	≥390	≥17
S350	≥350	≥420	≥16
S390	≥390	≥460	≥16
S420	≥420	≥480	≥15
S450	≥450	≥510	≥14
S550	≥550	≥560	—

钢材经过冷加工后，板材变硬，强屈比减小，特别是随着强度的增高，更加明显。材料强屈比见表 2 的数据。

表 2 连续热镀锌钢板强屈比

牌号	$R_{p0.2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$R_m/R_p$
S250	≥250	≥330	≥1.32
S350	≥350	≥420	≥1.20

续表 2

S450	≥450	≥510	≥1.13
S550	5≥50	≥560	≥1.02

关于钢材设计强度取值，制订 2010 版规范时，编制组对各类牌号的钢材共做了 48 组 144 个试件试验。试验结果表明，没有出现一个试件的屈服或抗拉强度低于公称屈服强度，试验屈服强度高于公称屈服强度 1.259 倍，试验抗拉强度高于公称抗拉强度 1.21 倍。本规程将钢板的抗拉强度标准值取为现行国家标准《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB2518 的公称屈服强度，为了保证安全，本规程对强屈比小于 1.15 的 S550 级的钢材的抗拉强度标准值取公称抗拉强度的 85%。

材料分项系数是要进行大量的统计分析而得到的，本规程没有进行该项工作，仅仅做了 48 组 144 个试件试验的抗拉强度试验，但目前没有相应的国家标准对此进行了规定，这些材料又大量的用于实际工程中，因此本规程参考冷轧钢筋，取材料分项系数为 1.2。当国家相关标准对此进行规定之后，需遵守其相应的规定。

设计强度取值算例如下：

例 1：牌号 S250， $R_p=250\text{kN/mm}^2$ 、 $R_m=330$ ，则  $f_{ak}=250$ ，在除以分项系数 1.2，则  $f_a=250/1.2=205\text{N/mm}^2$ （取整）。

例 2：牌号 550， $R_{0.2}=550\text{kN/mm}^2$ 、 $R_m=560$ ，则  $f_{ak}=0.85\times 560=476$ （取整），

在除以分项系数 1.2，则  $f_a=476/1.2=395\text{N/mm}^2$ （取整）。

3.3.3 钢材经冷加工之后弹性模量一般都会降低，参考冷轧钢筋，冷轧板材的弹性模量取为  $1.9\times 10^5\text{N/mm}^2$ 。

3.3.4 压型钢板镀锌量的采用，我国原冶金工业部标准《钢—混凝土组合楼盖设计与施工技术规程》YB9238-92在条文说明中给出一般采用两面镀锌量 $275\text{g/m}^2$ 说明，两面镀锌量 $275\text{g/m}^2$ 的钢板在我国有长期的使用经验，因此本规程推荐优先采用两面镀锌量 $275\text{g/m}^2$ 的镀锌板。当采用更大镀锌量的钢板时，随镀锌量增大，镀锌板价格增加很快，因此要对其经济性进行分析；同时为了保证采用的镀锌钢板镀锌量不至于过小，同时给出了最小镀锌量为 $180\text{g/m}^2$ 。对于仅做模板使用的压型钢板，考虑到楼板底部的感观，给出了最小镀锌量为 $120\text{g/m}^2$ 的规定。

镀锌量的选择实际上是一个不太好严格规定的参数，由于压型钢板暴露在外，在一定的年限内可以检修，检修中发现有锈蚀可以进行防腐涂装，这项工作在使用年限内可以重复进行，因此设计人员可以注明检修年限。为了使设计人员更好的掌握镀锌量的规定，本规程给出了表3.3.4，根据该表在本规程第4.1.4条中给出了首次维修计算方法，该表取自于国家标准《锌覆盖层钢铁结构防腐蚀的指南和建议 第1部分：设计与防腐的基本原则》GB/T19355.1-2016和《金属和合金的腐蚀大气腐蚀性第1部分：分类、测定和评估》GBT19292.1-2018。

### 3.4 钢筋桁架及底模

3.4.1~3.4.3 现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 规定了钢筋桁架板材料、

质量和检验方法。由于材料的变化，钢筋桁架板发展很快，新型钢筋桁架板不一定与现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 完全一致，因此本节给出了桁架制作，底模选择一些规定，并规定当桁架采用的钢筋与现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 不同时，现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 建立的检验方法和规则仍然适用各类钢筋桁架板。

表 3.4.3 给出的是纤维水泥板抗折强度，纤维水泥平板产品的国家标准中没有给出抗拉强度，依据编制组的试验，抗拉强度平均值约为 0.58 倍的抗折强度，计算中用到纤维水泥平板抗拉强度时，行业内大多取抗拉强度为 0.5 倍的抗折强度。

### **3.5 栓钉及螺栓、螺钉、自攻螺钉**

3.5.1~3.5.3 给出了栓钉及螺栓、螺钉、自攻螺钉的型号，表 3.5.3 螺栓、螺钉、自攻螺钉的抗拉强度设计值取自现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ138 的有关规定。

### **3.6 焊接材料**

3.6.2 表 3.6.2 中数值是参考国外标准数值并结合工程实践给出的，该数值小于现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 给出的数值，是偏于安全的。当板厚不在表中时，可以按相近较薄板焊点抗剪承载力取值。

## **4 结构与计算**

### **4.1 结构设计**

4.1.1 组合楼板施工阶段，受力构件是楼承板，也有人按叠合板的术语将施工阶段称为组合楼板第一阶段；施工完成后，楼承板与现浇混凝土组成整体受力构件，即为组合楼板使用阶段，同样称为组合楼板第二阶段。

4.1.3 图中给出的是组合楼板楼板配置、不配置附加钢筋几个示例，不表示仅有这几种情况，表示的是在需要配筋时配置钢筋的位置。本规程中压型钢板均以开口型压型钢板组合楼板为例，图例中对开口型压型钢板组合楼板的規定对其他类型压型钢板也适用。

4.1.4 由于目前没有纤维水泥板对钢筋保护作用的数据，因此暂不考虑其有利作用。压型钢板或钢筋桁架不能满足楼板受力要求时，需要在楼板中增设附加受力钢筋，規定现浇混凝土钢筋净保护层厚度不小于 10mm，且不小于受力钢筋直径，此規定是考虑了钢筋与混凝土的粘结。

镀锌钢板对混凝土碳化有一定的防护作用，根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的相关规定，可以适当减小混凝土保护层的厚度，本规程規定混凝土保护层不小于 10mm。

式(4.1.4)是根据现行国家标准《锌覆盖层钢铁结构防腐蚀的指南和建议 第 1 部分：设计与防腐蚀的基本原则》GB/T19355.1-2016 给出的。如设计环境为 C2 级、采用两面镀锌量为 375g 的热浸镀锌板，此时取为腐蚀速率为  $r_{\text{corr}}=5\text{g/a}$ ，

热浸镀锌板首次维修寿命  $t_1 = \frac{Zn}{r_{\text{corr}}} = \frac{275/2}{5} = 27.5$  年。

热浸镀锌板首次维修寿命是现行国家标准《锌覆盖层钢铁结构防腐蚀的指南

和建议 第 1 部分：设计与放腐蚀的基本原则》GB/T19355.1 的术语，含义是超过了首次维修寿命，需要对镀锌钢板做定期检查、评估，本规程沿用了这一术语。需要指出的是，结构的耐久性设计时，不能简单地认为热浸镀锌板首次维修寿命  $t_1$  年则压型钢板耐久性为  $t_1$  年或组合楼板耐久性增加了  $t_1$  年， $t_1$  值仅供设计人员参考，需要依靠设计人员的经验适当减少保护层厚度。适当减少保护层厚度是现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中出现的描述用词，可参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 进行理解。

4.1.5 本条规定了免拆底模钢筋桁架板的使用条件。由于钢筋桁架板底模存在拼缝，这种拼缝可能给使用者带来不适的感觉，同样压型钢板底模也可能给人冰冷的感觉，为了减少这种感觉，可以采用装饰、装修的方法给予遮盖。压型钢板组合楼板板底也可按此处理。

## 4.2 荷载、荷载效应及效应组合

4.2.1 施工荷载系指施工人员和施工机具等，并考虑施工过程中可能产生的冲击和振动。若有过量的冲击、混凝土堆放以及管线等应考虑附加荷载。由于施工工艺和方法的不同，施工阶段的可变荷载也不完全相同，因此测量施工荷载是十分重要的。现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666、《钢结构工程施工规范》GB50755 均规定施工验算要按施工方法、施工工艺测量取得实际荷载。为了防止所测量取得的施工荷载偏小，本规程规定当测量均布荷载小于  $1.0\text{kN/m}^2$  时，取不小于施工均布荷载  $1.0\text{kN/m}^2$  作为施工荷载。

组合楼板施工，由于楼承板楼承板自身替代了较多的钢筋，与现浇混凝土楼

板施工相比较，楼承板上堆载远小于现浇混凝土结构施工，且本规程 2010 版发布十几年来， $1.0\text{kN/m}^2$  作为施工活荷载最小值得到了较好的工程实践，该数值是可行的。

由于政策的需要，装配式混凝土结构中采用组合楼板的案例增多，楼承板作为作为混凝土主体结构的操作平台，施工过程中的堆料可能较钢结构施工多一些，有施工单位将最小施工活荷载取为  $1.5\text{kN/m}^2$ 。

4.2.2 由于我国对楼板振动研究较少，故采用了美国钢结构协会《Steel Design Guide Series Floor Vibrations Due to Human Activity》AISC11 相关规定。验算舒适度时采用的荷载值不是设计荷载值，而是参与振动的实际荷载值，也就是楼盖自重标准值与本条给定的有效可变荷载之和。

本规程 2010 版中有效可变荷载取为住宅  $0.25\text{kN/m}^2$ 、其他  $0.5\text{kN/m}^2$ ，是 AISC11 的建议值；本次修订表 4.2.2 的数据则是采用了现行行业标准《建筑楼盖振动舒适度技术标准》JGJ441 的给定值。

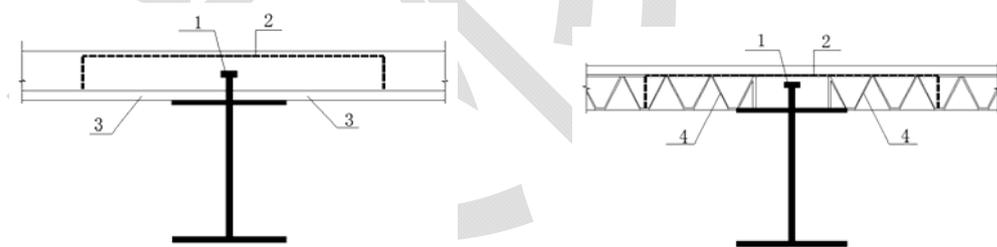
4.2.3 混凝土自重  $S_c$  是永久荷载或称静荷载，浇筑中的湿混凝土仍然是静荷载，式（4.2.3）中混凝土的分项系数取 1.4 是考虑了浇筑混凝土时可能出现的堆载，对永久荷载分项系数略有提高。

4.2.4 组合楼板内力计算不仅与支座条件有关，同时也与其加载史即施工时临时支撑条件有关。参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中关于叠合构件设计的有关规定给出了荷载组合。

不设置临时支撑，组合楼板正弯矩正截面，无论是压型钢板还是钢筋桁架，

始终承受着施工阶段的混凝土自重荷载，两阶段荷载组合后，组合楼板正弯矩正截面极限承载力计算时，认为压型钢板或钢筋桁架下弦杆全部屈服，因此加载史的影响不大，本规程给出了式（4.2.4-1）；当设置临时支撑时，拆除临时支撑，混凝土已经硬结，虽然加载史对结构受力有一些影响，但影响较小，因此本规程规定可以按普通钢筋混凝土现浇板组合荷载效应，因此本规程仍建议用式（4.2.4-1）计算弯矩值；钢筋桁架板钢筋桁架连续处，由于钢筋桁架上弦已承受施工阶段的永久荷载，该处弯矩仍采用式（4.2.4-1）计算。

压型钢板组合楼板及钢筋桁架板组合楼板在支座断开处的连接钢筋负弯矩正截面（图4），在混凝土硬结前，负弯矩钢筋与混凝土没有粘结，负弯矩区钢筋不承受荷载，负弯矩区钢筋承受的是混凝土硬结后，除楼承板和混凝土自重以外的荷载，因此本规程给出了式（4.2.4-2）。



(a) 压型钢板支座负钢筋示意图      (b) 钢筋桁架板支座负钢筋示意图

1-栓钉；2-支座负筋；3-压型钢板；4-钢筋桁架

图4 楼承板支座负钢筋示意图

4.2.5 组合楼板剪力设计值与加载史关系非常密切，不设置临时支撑时，楼承板上浇筑的混凝土还未硬化，包括楼承板自重在内的全部荷载由楼承板单独承担。对于压型钢板，混凝土自重不会在压型钢板与混凝土之间产生粘结应力，竖向剪力由压型钢板腹板承担；对于钢筋桁架板竖向剪力则由钢筋桁架腹杆承担。另一

方面如果施工中使用了临时支撑为满支撑，且混凝土硬化后才拆除，对于压型钢板组合楼板自重和其他附加永久荷载及可变荷载都产生粘结应力，而竖向剪力则全部由组合楼板承担，因此本规程给出了与支撑有关的剪力设计值组合式(4.2.5)。

4.2.6 组合结构挠度效应与加载史关系密切，施工阶段楼承板受荷，当施工活荷载除去之后，混凝土自重留下永久变形 $\Delta^c_{1GK}$ ，一般称为施工阶段变形或第一阶段变形。施工中如果没有使用临时支撑，则施工阶段永久荷载产生的变形即已完成，此时施工阶段永久荷载在组合楼板混凝土硬结后也不会再产生新的变形；施工中如果使用了满支临时支撑，在混凝土达到一定强度、拆除临时支撑，整个施工阶段的永久荷载作用在组合楼板上，此时组合楼板产生的挠度为 $\Delta^s_{1GK}$ 或 $\Delta^l_{1GK}$ ，施工时临时支撑为一跨、两跨、三跨时，可以证明，拆除临时支撑后施工阶段的永久荷载在组合楼板上产生的挠度为 $\gamma\Delta^s_{1GK}$ 或 $\gamma\Delta^l_{1GK}$ 。

4.2.7 考虑到火灾是小概率事件，因此在进行荷载效应组合时，楼面或屋面活荷载给予了折减。本条比现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的频遇值取值偏高一点。

### 4.3 正常使用极限状态限值

4.3.1 本条是施工阶段楼承板挠度限值的规定。

1 施工荷载总荷载下的挠度限值，取限值 1/180 是考虑到挠度过大，混凝土浇筑会产生“凹”效应。原冶金部标准《钢—混凝土组合楼板设计与施工技术规程》YB9238-92 对于该条的规定应用多年，取得了较好的实践经验，本款规定是对原冶金部标准《钢—混凝土组合楼板设计与施工技术规程》YB9238-92 规定的

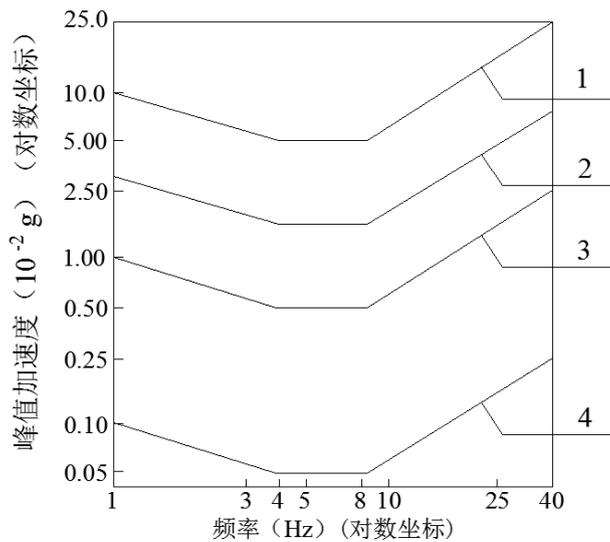
延续。

2 对结构表面或免拆底模外露的楼承板挠度限值取  $1/400$ ，针对的是楼板施工完成后不再进行吊顶装饰、抹灰找平且有观感规定的楼板。主要是指民用住宅等以混凝土楼板板底作为基层，仅仅采用刮石膏、刷墙漆等简单装修的建筑， $1/400$  的限值是参考了现浇混凝土模板施工的相关规定。本条规定是考虑了避免用户产生不必要的心里不安。

施工阶段的挠度验算需同时满足本条第 1 款和第 2 款或第 1 款和第 3 款的规定。

4.3.2 本条取自于现行国家标准《组合结构设计规范》JGJ138的有关规定。

4.3.4 本条参考了国际标准《Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 2: Vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz)》ISO2631-2-2003、美国钢结构协会标准《Floor Vibrations Due to Human Activity》AISC Steel Design Guide Series 11以及美国国家技术委员会标准《Minimizing Floor Vibration》ATC design guide 1的相关规定，给出了组合楼盖峰值加速度的规定。



1-有节奏运动的室外天桥；2-室内天桥、商场、餐厅、舞厅；3-办公、住宅；4-ISO 基准曲线

图 5 人体舒适度可接受的楼盖振动峰值加速度

当楼盖自振频率  $f_n$  小于 4Hz 时，频率过低、周期过长，人会感到不舒适的感觉；当自振频率  $f_n$  超过 9Hz 时，虽然不会明显的与人步行频率重合而产生的共振现象，但步行产生的振动仍然令人不安，经验指出，为了确保楼盖自振频率超过 9Hz 的建筑物楼板的性能，还需进行 1kN/mm 力作用下的挠度附加验算。本规程要求  $f_n$  超过 9Hz 时需专门论证，其含义是本规程附录 C 的验算方法不适用。计算表明，组合楼盖自振频率  $f_n$  一般都在 4Hz~8Hz，因此本规程限制  $f_n$  为 4Hz~8Hz 的组合楼盖；此外，本规程还将房屋功能限制在住宅、办公、餐饮和商场，基本上符合了绝大部分建筑功能规定，当超出这些范围时，需做专门研究。当  $f_n$  大于 9Hz 时，AISC11 给出的计算方法相当繁琐，且此类楼板不在常用范围内，专门论证时可以采用 AISC11 给定的方法作为补充计算。

本规程 2010 版规定  $f_n$  大于 3Hz 且不大于 9Hz 源于 AISC11，其认为 ISO2631 规定的 4Hz~8Hz 可以扩展到 3Hz~9Hz，由于国家标准《高层民用建筑混凝土结

构技术规程》JGJ3-1012 将固有频率限制改成了  $f_n$  不小于 4Hz，因此本规程也进行了修改。

有特殊要求的，如工业厂房中的组合楼盖需同时满足现行国家标准《工业建筑振动控制设计标准》GB 50190 和《建筑工程容许振动标准》GB 50868 的有关规定。



## 5 压型钢板组合楼板设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 压型钢板由于宽厚比较大，受压板件并非全部有效，现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 中设置了压型钢板一章，规定了受压板件的有效宽度。

5.1.2 由于压型钢板弱边方向惯性矩很小，所以仅沿垂直肋截面（强边）按单向板计算。

5.1.3 压型钢板组合楼板是程度不同的正交异性板，本条规定了组合楼板按单向板或按正交异性双向板计算的具体条件。

5.1.4 本条是正交各向异性板的简化分析法，采用有效边长比替代实际边长比，并以此对有关边长作修正，将正交异性双向板简化成等效的各向同性双向板；精确解可以采用有限元求解。

5.1.5 连续组合楼板支座负弯矩调幅的目的是为了充分发挥组合楼板正弯矩抗弯承载力的潜力，支座处组合楼板是按倒 T 形普通钢筋混凝土设计，因此需按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定执行。

5.1.6 本条取自于欧洲规范《Code 4 – Design of Composite Steel and Concrete Structures -Part 1.1 : General Rules and Rules for Buildings》EN1994-1-1。压型钢板组合楼板上有较大的集中荷载或有较大的局部面荷载时局部范围内组合楼板受力较大，因此需对该部分承载力进行验算。这种情况在高层建筑设备层和多层工业厂房中可能会出现。

本条还给出了当压型钢板高度  $h_s$  与组合楼板高度  $h$  之比不大于 0.6 时的简化计算方法。一般情况下组合楼板由于构造规定压型钢板波峰上混凝土最小厚度为 50mm，因此  $h_s/h > 0.6$  的情况非常少。我国目前可查到生产的压型钢板截面高度最高的为 3W 型压型钢板，其截面高度  $h_s = 76\text{mm}$ ，最大  $h_s/h = 76/(76+50) = 0.6$ ，因此一般情况下不会遇到  $h_s/h > 0.6$  的情况，一旦出现，结构分析时则组合楼板可以采用有限元板单元进行分析，不能采用本规程推荐的简化方法。

5.1.7 按本规程第 5.1.4 条的有关规定，当  $\lambda_c$  不小于 2.0 或  $\lambda_c$  不小于 0.5 且不大于 2.0 时，或考虑组合楼板弱边方向的承载力时，组合楼板按板厚为  $h_c$  的普通钢筋混凝土楼板计算。

5.1.9 压型钢板仅作为永久模板非组合楼板，本质上就是单向肋混凝土板。

## 5.2 施工阶段验算

5.2.1 在施工阶段计算时，压型钢板的临时支撑可作为一个支座考虑；而压型钢板承载力及构造需符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 的有关规定，由于压型钢板在施工阶段作为模板承受荷载，属临时结构，根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068 的有关规定，结构重要性系数  $\gamma_0$  可取 0.9。

5.2.2 在均布荷载下，压型钢板的承载力基本上由受弯控制，该条是本规程第 5.2.1 条承载力计算的一部分，为方便设计者使用本条特意给出了受弯计算公式。

5.2.3 施工阶段压型钢板的挠度按结构力学的方法计算，特别需注意惯性矩需采用截面有效惯性矩。

## 5.3 使用阶段受弯承载力计算

5.3.1 组合楼板受弯计算时认为压型钢板全部屈服，并以压型钢板截面形心为合力点。当配有受拉钢筋时，则受拉合力点为钢筋和压型钢板截面的形心。图 5.3.1 是以开口型压型钢板组合楼板给出的，缩口型、闭口型压型钢板组合楼板亦同样，后面的压型钢板组合楼板计算均以开口型压型钢板为例。

5.3.2 当  $x$  大于  $h_c$  或  $A_s f_a$  大于  $b h_c f_c$  时，表明压型钢板肋顶以上混凝土受压面积不够，还需部分压型钢板内的混凝土连同该部分压型钢板受压，这种情况出现在压型钢板截面面积很大时。当遇到这种情况时，优先选择重新选择压型钢板进行设计；在无替代产品的情况下可偏于安全地按简化公式（5.3.2）计算。试验表明，即便是超筋梁破坏，组合楼板亦不会发生脆性破坏。

5.3.3 将单位宽度的组合楼板简化为 T 形梁计算。压型钢板肋槽多为 T 形截面，简化公式（5.3.3）偏于安全地取了梯形截面小边尺寸。

## 5.4 使用阶段受剪承载力计算

5.4.1 剪切粘结破坏也称纵向受剪破坏是组合楼板受力最常见的破坏形态、是组合楼板设计最重要的部分之一。组合楼板剪切粘结承载力与压型钢板截面面积、形状、表面加工情况、剪跨、剪力件、混凝土强度等级等诸多因素有关。美国学者 Porter, M. L 和 C. E. Ekgerg 根据 455 块组合楼板试验得出回归剪切粘结承载力计算公式：

$$V_u = \left( m \frac{\rho_a h_0}{a} + k \sqrt{f'_c} \right) b h_0 \quad (1)$$

目前，美国、英国、欧洲等规范基本上都采用了上述公式。 $\sqrt{f_c}$  我国没有这一特征值，美国标准中  $\beta\sqrt{f_c}$  即相当于混凝土抗拉强度特征值（ $\beta$  为系数）。我国混凝土抗拉强度为  $f_t = \beta \cdot f_c^{0.55}$ ，编制组用  $f_t$  替代  $\sqrt{f_c}$  对不同种类不同型号的压型钢板组合楼板进行了大量的试验，给出了下列剪切粘结承载力的计算公式：

$$V_u = (m \frac{\rho_a h_0}{a} + k f_t) b h_0 \quad (2)$$

试验表明，剪切粘结承载力与  $f_t$  有良好的相关性。式（2）第一项表明，剪切粘结承载力与是否配置正弯矩受拉钢筋无关，剪切粘结承载能力仅取决于压型钢板的面积和表面形状，可以理解为机械咬合力，因此第一项中与压型钢板相关的参数为  $\rho_a$  或压型钢板面积  $A_a$ ；第二项可以理解为混凝土与压型钢板之间的摩擦力，主要取决于混凝土抗拉强度，因此第二项参数是  $f_t$ 。式（2）表明剪切粘结承载力仅与压型钢板面积、截面形状和混凝土强度等级等参数有关，组合楼板中增加纵向钢筋不能提高剪切粘结承载力。剪切粘结系数由试验得到，本规程附录 A 给出了标准试验方法，该方法是国际通用组合楼板的试验方法。

式（5.4.1）第一项分母中的系数 1.25 是该项的抗力分项系数，同时也包括了计算模型的不确定性。试验确定剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  时采用的是简支板，没有考虑连续板的有利作用，我国试验证实连续板剪切粘结计算跨度可采用反弯点之间的距离作为  $l_n$ 。

本规程附录 B 是编制组对国内常用压型钢板的试验结果，本规程首先推荐对工程中采用的压型钢板组合楼板进行试验以得到剪切粘结系数  $m$ 、 $k$ ，考虑到

所有工程并不一定有试验条件，编制组将试验结果列于本规程附录 B 供设计人员参考使用。

5.4.3 组合楼板受冲切验算，按板厚为  $h_c$  的普通钢筋混凝土板计算，不考虑压型钢板槽内混凝土和压型钢板的的作用，计算简单、偏于安全。

## 5.5 正常使用极限状态验算

5.5.1 组合楼板负弯矩区性能与普通钢筋混凝土楼板一样。

5.5.2 现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 仅验算荷载准永久组合下的挠度，现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ138 对于叠合式的组合结构构件需验算荷载标准组合和准永久荷载组合下的挠度，本规程与现行行业标准《组合结构设计规范》JGJ138 一致。

5.5.3~5.5.6 相关内容是组合楼板抗弯刚度的计算方法，方法将压型钢板换算成混凝土的单质未开裂换算截面及开裂换算截面。目前我国相关计算手册给出不同的计算方法，手册上一般是将混凝土换算成钢，经中冶集团建筑研究总院对建筑物在役组合楼板的测试该计算方法与实测值符合较好。

组合楼板挠度验算时，既要考虑短期荷载作用下的挠度，还要考虑混凝土徐变的影响，在长期荷载作用下混凝土软化后，在长期荷载作用下的挠度。长期荷载作用下，由于是混凝土弹性模量软化，因此在刚度计算时，混凝土乘以 0.5 倍。但压型钢板换算成的混凝土的钢部分不考虑软化，因此采用本规程第 5.5.4 条、第 5.5.5 条时，将  $\alpha_E$  改用  $2\alpha_E$ ，式 (5.5.6-1) 再乘上 0.5，则钢与混凝土仍然是  $\alpha_E$  倍的关系。

5.5.7 验算组合楼盖舒适度给出了两种方法，编制组采用动力时程分析、动力有限元分析方法与本规程附录 C 进行了对比计算，两者相符性较好。本次修订由于增加了相关参数计算方法，该部分内容调整到附录 C。

征求意见稿

## 6 钢筋桁架组合楼板设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 纤维水泥平板、竹胶合模板一般是定尺供货，难以做到不拼接，从楼板表面外观考虑，本规程建议底板拼接不宜超过四块板，即拼接板缝不超过三道。纤维水泥平板不低于 R3 级主要是从经济性考虑，试验表明当水泥纤维平板不低于 R3 级时可保证底板自身的承载能力。

6.1.2 连接件可以采用正对称或斜对称布置，试验表明钢筋桁架与底板连接的承载力与连接件的单位面积内数量关系密切，而与布置形式关系不大。试验还表明，连接件符合本条要求的免拆模钢筋桁架组合楼板不会发生粘结破坏。

6.1.3 施工阶段，钢筋桁架板的受力模型为首先底模承担全部荷载，再经底模与钢筋桁架的连接件，将荷载全部传给钢筋桁架，由钢筋桁架再将荷载传到两端支撑上。因此钢筋桁架与底模分别承担全部荷载进行验算。

6.1.4 连接件可以很好地把钢筋桁架和底板连接为整体，试验表明，当底板为整体板而无拼缝时，在外荷载作用下，桁架和底板之间的连接是无相对滑动变形的连接，桁架和底模作为整体共同受力作用，纤维水泥平板底模、混凝土板对桁架板的刚度贡献较大，故可考虑底板对桁架板的刚度贡献，但此时要求底模不能开裂。纤维水泥板的抗拉强度标准值约为 0.58 倍的抗折强度，本规程取 0.5 倍，即为本条  $f_{bt}=0.5f_{wk}$ 。

6.1.6 底模为混凝土时，钢筋桁架与混凝土底板内预埋钢筋连接，由于这种连接

点较密，底板和钢筋桁架之间无相对滑移变形，桁架腹杆可以视作底板与后浇混凝土之间的抗剪连接钢筋，对阻止底板与后浇混凝土之间的滑移起到很好的阻止作用，作用类似于叠合板中的胡子筋，因此底模为混凝土的桁架板可以考虑底模与后浇混凝土的共同作用。

6.1.7 使用阶段组合楼板的工作性能与普通钢筋混凝土楼板相同，当符合双向板条件时，可按双向板设计并需计算与桁架垂直方向的配筋。

6.1.8 使用阶段钢筋桁架组合楼板与混凝土板性能一样。

## 6.2 施工阶段验算

6.2.1 施工阶段临时支撑可视为板的支座考虑楼承板的连续性。

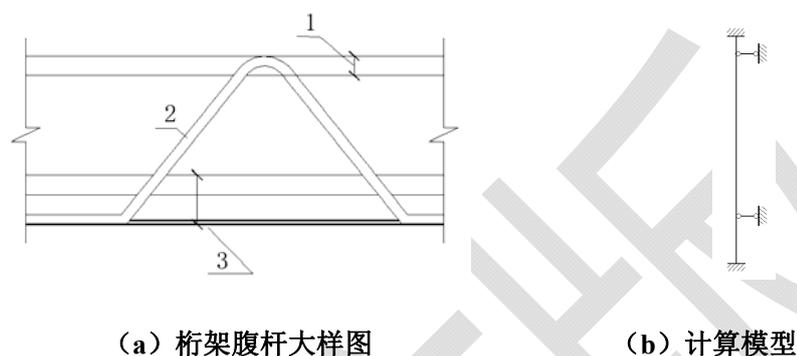
6.2.2 将钢筋桁架各杆件视为钢结构杆件，式（6.2.2）是现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017 的承载力计算公式，取  $0.9f_y$  是为防止施工阶段钢筋应力过高。

6.2.3 本条是现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017 受压杆件稳定计算的计算公式，考虑到腹杆与弦杆交叉点为双腹杆与弦杆焊接，双腹杆与弦杆相交对弦杆有一定的约束作用，同时参照行业标准《网壳结构技术规程》JGJ61-2003 给出了 0.9 的长度系数，即计算长度弦杆取 0.9 倍的节间长度；腹杆钢筋分别伸出桁架上下弦杆并与弦杆焊接（图 6），伸出段对腹杆有较大的约束，采用

$$\mu = \frac{3+1.4(K_1+K_2)+0.64K_1K_2}{3+2(K_1+K_2)+1.28K_1K_2}$$
 对桁架腹杆分析计算，长度系数  $\mu=0.6$  左右，考虑

到制作偏差引起的初始缺陷，腹杆的计算长度统一规定，取 0.7 倍的腹杆节点间

距。腹杆的桁架，由于没有足够的试验数据，故长度系数取为 1.0；对腹杆底脚未伸出，但下端设置了预埋钢筋或预埋件的钢筋桁架，其设置的预埋筋或预埋件对腹杆具有约束作用，但没有试验数据和足够的工程实践，从安全考虑仍建议长度系数取 1.0。



1-腹杆上端伸出段；2-腹杆；3-腹杆下端伸出段

**图 6 桁架腹杆计算长度计算简图**

6.2.4 施工阶段钢筋桁架板，底模承担了全部荷载，并经连接件传给桁架，因此对桁架与底模的连接承载力应予验算。按现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T368 生产的楼承板由于产品已经考虑了该承载力，所以不必进行该验算。

6.2.5 为了防止施工人员不慎踩踏底模时，保证施工人员不至于发生安全事故进行的验算。式 (6.2.5-1) 是考虑一个人正好踩在一块楼承板边缘亦即最危险部位的计算模型， $F_{tm}$  取为 1.2kN 是考虑了一个人的体重乘以冲击系数得到的。

试验表明在集中力作用下，底模破坏有三种形态：①底模边缘破坏；②自攻螺钉钉帽被拉出；③连接件破坏。本条对钉帽拉出和底模边缘破坏进行了验算，由于连接件样式多种，很难规定一个验算方法，而对于一个生产产商来讲连接件

可能是专利产品，同时也是一个标准化产品，故采用标准实验来保证其质量。式

(6.2.5-1)的验算实际上也限制了钢筋桁架板侧向边缘至桁架最外侧连接件中心的距离 $l_c$ ，该式是底模边缘破坏力由理论推导而得，且与试验结果符合良好；式(6.2.5-2)是钉帽拉出承载力计算公式，是由混凝土局部承压公式导出。

本节并未对混凝土底模进行验算，而是在本规程第9.1.2条对桁架中心线底模纵向侧边缘距离 $l_s$ 进行了规定限制。采取两种不同限制方法是因为混凝土底模是在楼承板制作过程中采用现浇成型，易于符合规定；而纤维水泥板一般是定尺采购，均匀布置桁架时， $l_s$ 可能不宜给出定值的限制，因此采用了计算方法。其他如竹胶模板底模，由于是成熟模板产品则不必验算。

6.2.6 由于底模不拆除，施工阶段如果开裂，裂缝将带到使用阶段，考虑到使用者不易接受，故提出本条规定。

### 6.3 使用阶段承载力计算

6.3.1~6.3.3 钢筋桁架与混凝土组合而成的楼板，当混凝土硬结后其性能与钢筋混凝土现浇楼板相同，承载能力计算可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定执行。

### 6.4 正常使用极限状态验算

6.4.2 钢筋桁架组合楼板其性能与普通钢筋混凝土楼板一样，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定仅需验算荷载的准永久组合并考虑长期作用的影响计算的楼板挠度。

6.4.3 由于在施工阶段以截面高度较小的钢筋桁架承担该阶段全部荷载，使得受

拉钢筋中的应力比假定组合楼板全截面承担同样荷载时要大。这一现象称为受拉钢筋应力超前。当楼板混凝土达到强度后，在使用阶段荷载作用下，钢筋桁架组合楼板与同样截面普通混凝土楼板相比，其钢筋拉应力及曲率偏大，并有可能使受拉钢筋在弯矩标准值  $M_k = M_{1Gk} + M_{2k}$  的作用下过早达到屈服。这种情况在设计中需予以防止。为此，参照叠合式受弯构件给出了式(6.4.3-1)的受拉钢筋应力控制条件。本条是参考了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 叠合构件相关条文编写的。

6.4.5 本条是参考了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 叠合板的抗裂规定编写的。

6.4.6 施工阶段有临时支撑时，现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 对叠合板并不规定验算裂缝宽度，但当使用阶段荷载较大或板跨度较大时，有支撑的楼板仍有开裂的可能，故本规程对有临时支撑的可拆底模钢筋桁架组合楼板仍规定验算。对于有施工临时支撑的楼板，在移除支撑后，可以证明此时产生的荷载效应是满支撑时的 $\gamma$ 倍。

6.4.7 同本规程第 5.5.7 条的条文说明。

## 7 组合楼板耐火设计

### 7.1 一般规定

7.1.1 本章主要针对压型钢板组合楼板耐火设计提出的设计方法。现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 中有针对组合楼板耐火设计的章节，但设计方法与常用组合楼板耐火设计方法不同，国际上未被广泛采用。本规程给出的设计方法是被国外广泛采用的针对单向板的设计方法，力学模型与常温下单向板相同，计算相对简单。组合楼板耐火设计实际上超出了结构设计的范围，2010 版本规程颁布时，国内没有专门针对压型钢板组合楼板耐火设计的专门标准，为了保持标准连续性，保留了本章。

7.1.2 压型钢板作为永久模板的非组合楼板，使用阶段与普通钢筋混凝土板相同，因此其耐火极限可按普通钢筋混凝土板考虑。

7.1.3 压型钢板组合楼板依靠正弯矩区配置钢筋或钢筋桁架组合楼板依靠下弦钢筋防火，如同普通混凝土楼板一样，钢筋的设计符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 耐火极限的规定即可。

7.1.4 压型钢板组合楼板在实际工程应用中，大多是采用无防火涂料保护的组合楼板，如果组合楼板全部采用防火涂料保护，则防火保护的造价会将楼板造价大大提高，组合楼板实用价值也将大大降低。众多试验表明，压型钢板组合楼板符合一定的条件在不采取防火保护时也可符合防火规定。

压型钢板组合楼板耐火设计可采用试验测试确定或计算确定，这两种方法在国际上都是通行的。由于受试验装置的影响，对工程中足尺寸的构件进行测试是

非常困难的或者是不可能的，多数情况下是采用由大量的模型构件试验中得到的计算方法来确定耐火极限。本次修订取消了在计算满足耐火极限规定的前提下还需进行耐火试验的规定。

现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 给出了可把次梁视为板的双向板耐火极限，本规程给出的是单向板楼板的耐火极限计算方法，用本规程方法计算双向板耐火极限时偏于安全。

7.1.6 对简支板而言，当跨中截面屈服后即形成机构，因此其耐火极限远低于超静定构件。根据国内外大量的试验，简支组合楼板耐火极限一般在 0.5h 以上，参考国内试验数据和欧洲标准《Eurocode 4 — Design of composite steel and concrete structures — Part 1-2: General rules — Structural fire design》EN1994-1-2 的规定，本规程给出了 0.5h 的耐火极限，这一数值也是国际上通用的。现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 给出了不允许大变形组合楼板耐火计算方法，使得简支压型钢板组合楼板的耐火极限计算更加精确，考虑到 0.5h 是国际上通行规定，本规程对简支压型钢板组合楼板的耐火极限做出了不超过 0.5h 的规定。欲提高其耐火极限可考虑增加正弯矩区钢筋。

## 7.2 火灾下压型钢板组合楼板承载力计算

7.2.1 无防火保护的压型钢板组合楼板耐火性能与组合楼板端部边界条件有关，试验表明组合楼板构件耐火极限主要是利用了构件负弯矩区的极限承载能力，也就是结构的塑性设计方法。组合楼板耐火极限的设计计算是针对构件整体或结构进行的设计计算，不是针对截面的计算。当连续构件某一截面失去承载能力时，

将进行内力重分配，直至构件屈服截面的数量使结构形成机构，结构才宣布破坏。

7.2.2 本条给出了耐火极限计算相应的条件。由于火灾下允许组合楼板发生大变形，因此可假定其内力重分布不受限制。试验表明，火灾下压型钢板组合楼板已发生剪切粘结破坏，本节计算中不考虑压型钢板的作⽤，所以结构并不因为剪切粘结破坏而达到火灾时的楼板破坏条件。

7.2.3 耐火极限承载能力计算时采用了板塑性铰线理论上限定理。图 7 是火灾下单向组合楼板均布荷载作用下的弯矩示意图，据此可建立式 (7.2.3) 的极限平衡方程；承受其他形式的荷载或按双向板条件时，可按虚功原理建立平衡方程。

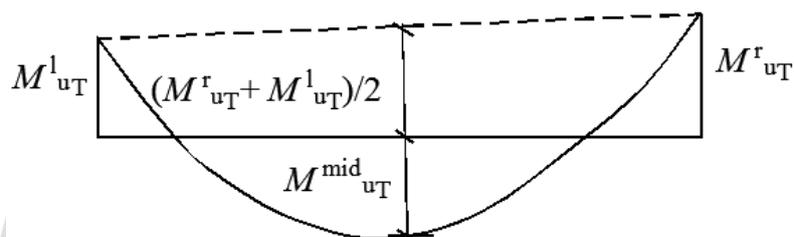


图 7 组合楼板耐火极限内力平衡计算简图

由式 (7.2.3) 可知，提高压型钢板组合楼板耐火极限可采取在正弯矩区配置一定的钢筋，提高正弯矩区承载能力即提高  $M_{uT}^{mid}$ ；也可以采取提高负弯矩区承载能力即提高  $M_{uT}^1$ 、 $M_{uT}^r$  的方式，设计人员可按经济的原则采取相应的措施。

采用塑性铰线法求得板的极限荷载是其上限解，即对于已知受弯承载能力的板，计算所得的破坏荷载可能比实际值高。采用塑性铰线法关键在于塑性铰线的设定，试验表明，塑性铰线设定比较符合实际时，按塑性铰线法求得的极限荷载和板的实际破坏荷载非常接近，本规程计算的是超静定单向板，塑性铰线明确，

板的塑性铰出现在支座处和均布荷载的跨中或集中荷载作用点下，所以采用塑性铰线法求出的结果是令人满意的。

在允许大变形下，本规程给出的耐火极限设计方法与现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的设计原理和应用范围不同。在设计原理方面，现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 考虑了双向钢筋网的薄膜效应；而本规程是采用了经典的板塑性铰线理论上限定理。在应用条件上，现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 计算板块（板格）为矩形，且长宽比不大于 2，计算板块与常温下的单向板、双向板并不一定是一个区域且板块内可以有一根以上的次梁，板块内的次梁可视为板的一部分。本规程没有长宽比的限制，计算区域与常温下相同，但次梁一般需要采用防火防护来满足耐火极限的要求。

7.2.4 本条给出了火灾下组合楼板各截面极限承载能力的计算。计算时由于截面内钢筋和混凝土所受的温度不同，因此要划分成不同的单元，单元越细，计算精度越高。根据试算结果，一般情况下可每 10mm 划分为一个单元，式（7.2.4-2）两次计算的误差小于 5%即可认为达到计算精度。

截面单元划分时，对承受负弯矩的截面，在负弯矩钢筋与组合楼板截面下表面之间划分单元；对承受正弯矩的截面，由于正截面有不同形式的配筋，可按图 8 在正截面区按下列方法划分单元，划分单元区域用  $C_f$  表示：

（1）在组合楼板未配正弯矩受力钢筋时，可在楼板顶面抗裂钢筋至楼板混凝土上表面之间划分单元（图 8a）；

(2) 在组合楼板配置了正弯矩受力钢筋时，可在受拉钢筋至楼板混凝土上表面之间划分单元（图 8b）；

(3) 压型钢板肋顶部构造钢筋，可在肋顶部钢筋至楼板混凝土上表面之间划分单元（图 8c）。

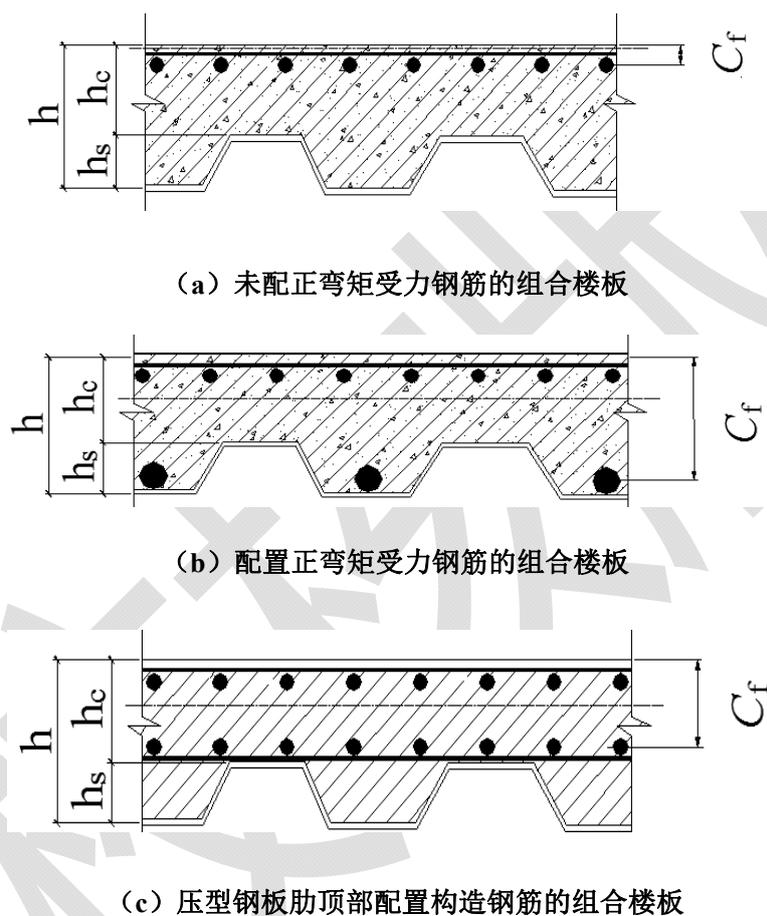


图 8 组合楼板正弯矩区单元划分区域

7.2.5 本条取自于欧洲标准《Eurocode 4 — Design of composite steel and concrete structures — Part 1-2: General rules — Structural fire design》EN1994-1-2。

7.2.6 本条取自于现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249。

7.2.7 本条取自于欧洲标准《Eurocode 4 — Design of composite steel and concrete

### 7.3 压型钢板组合楼板隔热及耐火配筋

7.3.1 现行国家标准《建筑构件耐火试验方法》GB/T 9978 系列标准对楼板背火面的温度做出了规定，当背火面超过规定的温度时则不能符合规定。表 7.3.1 是组合楼板符合隔热性规定的楼板最小厚度，本条主要取自于英国标准《Code of practice for fire resistant design》BS5950-Part8 中的相关内容，该数据得到了我国试验证实。

7.3.2 当未涂敷防火涂料的压型钢板组合楼板采用计算方法确定耐火极限且计算结果不能满足耐火极限要求时，可以采用配置钢筋的方法提高耐火极限，由于本规程耐火计算模型为允许大变形的计算模型，所以钢筋的变形能力非常重要，因此本条规定用于提高耐火极限的钢筋需采用热轧钢筋。

## 8 压型钢板组合楼板构造

### 8.1 一般规定

8.1.1 本规程未对压型钢板基板厚度做上限规定，但工程实践表明，采用栓钉穿透焊时，当基板净厚度大于 1.20mm，有必要采取相应的措施保证栓钉穿透焊接质量。

8.1.2 保证一定的凹槽宽度，使混凝土骨料容易浇入压型钢板槽口内，从而保证混凝土密实。由于目前还未见到高度  $h_s$  大于 80mm 的压型钢板，对其性能没有试验数据，当开发出  $h_s$  大于 80mm 的压型钢板时，需有足够的试验数据证明其形成组合楼板后的性能符合本规程的规定。

8.1.3 本条是从构造上对组合楼板的最小厚度规定，合理的厚度需考虑承载力极限状态和正常使用极限状态以及耐火、隔热性等前提下，按经济合理的原则确定。

### 8.2 配筋

8.2.1 组合楼板正截面受弯承载能力不足是极少见的，组合楼板正截面配筋仅能提高受弯承载力，不能提高剪切粘结承载能力。当考虑大量吊挂可能对压型钢板的损坏、压型钢板锈蚀、局部可能有较大集中荷载、可能的火灾等影响时，在板底适当附加配置一些受拉钢筋，以提高安全储备。尽管压型钢板对钢筋耐久性可起到一定作用，保护层厚度可以适当减少，但为了保证钢筋与混凝土之间的粘结，

钢筋保护层净厚度不小于 10mm 及钢筋的公称直径。

8.2.2 压型钢板表面有凹凸压痕的通常称为有压痕的压型钢板，反之则称为无压痕光面压型钢板。组合楼板采用光面开口型压型钢板时，压型钢板与混凝土之间的粘结力较低，组合作用较差，一般在组合楼板中不宜采用。若必须采用时，为提高混凝土和压型钢板的组合作用，可在压型钢板肋顶上配置抗滑移横向钢筋。

8.2.3 配置横向钢筋可起到分散板面荷载，扩大集中荷载或局部面荷载的分布范围，改善组合楼板的工作性能。

8.2.5 为了方便设计者使用，本条给出了组合楼板截面配筋形式，实际工程中组合楼板配筋形式不限于本条给出的形式，本条是为了提示组合楼板设计时可能出现的情况并做下列说明：

- 1 组合楼板正弯矩区的压型钢板符合受弯承载力满足要求时，相当于用压型钢板取代了钢筋，正弯矩区可不配置钢筋。负弯矩区受力钢筋和楼板顶面构造配筋同普通钢筋混凝土楼板。

- 2 组合楼板正弯矩区的压型钢板不满足受弯承载力要求时，可在正弯矩区配置受力钢筋，以使其受弯承载力满足要求。当耐火极限计算不能满足要求时，可以通过在正弯矩区配置受力钢筋解决。

- 3 当组合楼板中的拉应力超过混凝土的抗拉强度时，因组合楼板中压型钢板在弱边方向连接较弱，组合楼板弱边方向底部将可能出现裂缝，可通过在压型钢板肋顶布置双向钢筋网片抵抗拉应力，下列情况下需要考虑在压型钢板肋顶是否布置双向钢筋网：

(1) 通常情况下，楼板传递水平力，特别是在楼板开洞较多情况下，可能在楼板中产生较大拉应力。

(2) 温度和混凝土收缩将在楼板中产生拉应力，特别是超长楼板将会在板中产生较大的拉应力。在温度、收缩应力较大或对裂缝规定较高的组合楼板区域，除从材料、施工等方面采取必要措施，如降低混凝土水灰比、采用低水化热水泥、留后浇带、加强养护外，还可考虑在压型钢板肋顶和组合楼板顶配置构造钢筋。目前温度和收缩应力尚不易准确计算，对温度和收缩应力较大的工程，建议进行必要的计算分析，并结合已有工程经验确定温度和收缩钢筋的配筋量。

### 8.3 端部构造

8.3.1、8.3.2 第 8.3.1 条是压型钢板支承在钢梁上的规定，第 8.3.2 条是组合楼板支承在钢梁上的规定。本规程不建议把压型钢板或组合楼板直接支承混凝土或砌体构件上，推荐在混凝土或砌体构件上设置预埋件。图 8.3.1 和图 8.3.2 图中括号数据适用于压型钢板或组合楼板支承混凝土或砌体的预埋件上。

8.3.3、8.3.4 为了保证梁板结构的整体性、形成可靠的组合楼盖，组合楼板与梁之间需设有抗剪连接件。目前栓钉广泛应用于建筑工程，本规程主要推荐采用栓钉作为抗剪连接件。有关抗剪连接件的构造规定是参照现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017 的有关规定制定的。栓钉高度是指焊后高度，栓钉焊接后通常会使其长度减少 5mm 左右，因此选择栓钉长度通常按所需的栓钉高度加 5mm~10mm。当梁按组合梁设计时，栓钉的外侧边缘至混凝土翼板边缘的距离不小于 100mm。

当压型钢板端部与梁采用栓钉固定时，且栓钉固定件符合本条规定时，可作为组合楼板和梁之间的抗剪连接件。当压型钢板端部与梁采用焊接固定时，组合楼板与梁之间要另设抗剪连接件。压型钢板在梁上连续布置也要设置抗剪连接件。

8.3.5、8.3.6 当组合楼板支承在混凝土构件上时，可在混凝土构件上设置预埋件，固定方式则同钢梁；当组合楼板支承于砌体墙上时，可采用在砌体墙上设混凝土圈梁，将组合楼板支承在砌体墙上转换为支承在混凝土圈梁上。由于膨胀螺栓不能承受振动荷载，因此本规程特别强调预埋件不得用膨胀螺栓固定。

8.3.7 组合楼板支承于剪力墙侧面上，一般是在剪力墙上设置预埋件，待剪力墙拆模后再在预埋件上设置槽钢或角钢，此时槽钢或角钢相当于钢梁，因此楼板端部可按本规程第 8.3.1 条或第 8.3.2 条处理。

楼板一般情况下要传递水平力，因此组合楼板与剪力墙之间规定有拉接钢筋，若计算中不考虑楼板传递水平力的作用，组合楼板与剪力墙之间可以不设拉接钢筋，此外拉接钢筋还可起到控制裂缝宽度的作用。

8.3.8 压型钢板在与柱相交处被切断，将造成压型钢板局部悬臂，当被切断的压型钢板宽度小于 75mm 时，一般切断半个波距左右，对组合楼板的承载力影响较小，当被切断的压型钢板宽度大于 75mm 时，对组合楼板的承载力影响将会逐步加大，需采取避免压型钢板悬臂的加强措施。对柱为开口型截面，如 H 型截面，当梁柱连接按铰接设计时，按计算梁柱连接处可能不需设置水平加劲肋，但为了防止楼板空缺，一般在梁上翼缘柱截面开口处设水平加劲肋。

## 8.4 组合楼板开洞

8.4.1 ~8.4.3 所列出的规定是为了方便设计者免于计算的复杂而给出的工程中常用的加强措施，设计者可依据计算结果采用不同的加强措施。

8.4.5 在相近的位置同时开两个或两个以上的洞口，且相邻两个洞口相近时，此时两个洞口间的板带承载力变化较大，较难用通用构造来符合设计，因此需对该板带进行承载力验算。



## 9 钢筋桁架组合楼板构造

### 9.1 一般规定

9.1.2 限制  $l_s$  值是为了防止施工过程中施工人员不慎踩踏而发生人身事故，对纤维水泥板底模的限制则是由本规程第 6.2.5 条计算确定的。

9.1.3 本条给出了钢筋桁架与底模的连接方式，这些连接方式是编制组通过试验确定较为容易满足本规程连接件承载力要求的几种方式，工程实践中可以采用其他连接方式，但承载力需符合本规程的规定。

9.1.6 下弦杆件作为受力钢筋，需符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。当任意两个下弦钢筋间距大于 200mm 时，在楼板中需配置附加钢筋以符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的构造规定。

### 9.2 配筋

9.2.1 钢筋桁架板在梁上连续时，可考虑钢筋桁架的连续性，上下弦钢筋面积不符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定时，需在上、下弦部位布置连接钢筋。当组合楼板在该支座处设计成连续板时，支座负弯矩钢筋按计算确定。两块钢筋桁架板在梁上同向连接且不连续，因为上弦钢筋全部截断在一个断面上，所以不考虑上弦钢筋在支座处的作用。

### 9.3 端部构造

9.3.1~9.3.3 钢筋桁架组合楼板中钢筋桁架下弦钢筋作为楼板底部受拉钢筋,其钢筋搭接需符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定,条文中给出了几种楼承板与结构中其他构件相交处的端部做法,无论采取什么方法处理楼承板与结构其他构件的交接都要保证楼承板稳定性,搭接钢筋需符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。

## 9.4 组合楼板开洞

9.4.1~9.4.5 各条规定给出了常用的开洞后的加固原则和方法,设计者可根据自己的设计经验采取不同的加固措施,只要符合结构计算即可。

## 10 施工

### 10.1 一般规定

10.1.2 构件吊装是否属于危大工程在各地划分不完全一致，需遵循当地建设主管部门的管理要求。

### 10.2 堆放及吊装

10.2.2 本条第 5 款规定，楼承板堆放高度不宜大于 1500mm 是从施工方便角度考虑，不大于 2000mm 是出于安全考虑。

### 10.3 放样与铺设

10.3.3 楼承板堆放、吊装过程中都可能会对楼承板造成损害、污染，因此施工中要认真检查。

10.3.4 本条主要是依据以往工程经验所制定。以往工程事故表明，大量的伤人事故是因为楼承板端部未固定、施工人员撤离现场，其他人员踏上未固定的楼承板，致使楼承板滑落、垮塌，因而造成恶劣工程事故，因此本规程规定铺设工人严禁撤离施工现场。

### 10.4 楼承板端部及顺肋边固定

10.4.1 压型钢板或底模端部可采用焊接固定，也可以采用栓钉固定；其他固定方法，如射钉法、钢筋插入法、拧麻花法等因施工质量不好控制，目前已较少采用，

本规程也不建议采用。当采用焊接固定时，为了保证组合楼盖的整体性，组合楼板与梁之间还需按本规程第 8.3.3 条设置抗剪连接件。当采用栓钉固定时，固定栓钉需符合本规程第 8.3.3 条规定，组合楼板和梁之间的抗剪连接件可结合设置。若按组合梁设计尚需符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017 的有关规定，表 10.4.1 给定的栓钉直径仅是采用栓钉固定楼承板的规定。

本条第 4 款，首先要满足本规程第 9.3.1 条第 1 款或第 9.3.2 第 1 款和本规程第 9.1.5 条的规定，但由于钢筋桁架板多种多样，有时难以保证钢筋桁架伸入支座达到下弦钢筋  $5d$  的要求或不能设置钢筋桁架支座钢筋，本条是给出出现这种情况的一个处理办法，由于此时钢筋桁架板不能满足施工过程的稳定性要求，因此需在该钢筋桁架板上另外设置临时支撑以保证钢筋桁架板施工过程中的稳定性。

10.4.2 楼承板顺肋边习惯上也称侧边，一般情况下是搭接在钢梁或预埋件上。可拆底模钢筋桁架板或设计上需要底模不能搭在梁上，为了避免在梁边出现肉眼可见的挠度引起的不适，可在钢梁上焊接临时卡扣托住边板。

## 10.5 封口板、收边及临时支撑

10.5.1 本条是浇筑混凝土时，为防止跑浆漏浆需采取的施工措施，我国工程实践创造了多种不同的方法，无论采取什么方法，都需起到防止跑浆漏浆的作用。图 9 是国内经常采用的封口板，也是工程常用的方法。图中尺寸， $a$  由楼承板确定的高度， $b$  由压型钢板肋高确定的高度， $c$  由楼承板型号确定的宽度。

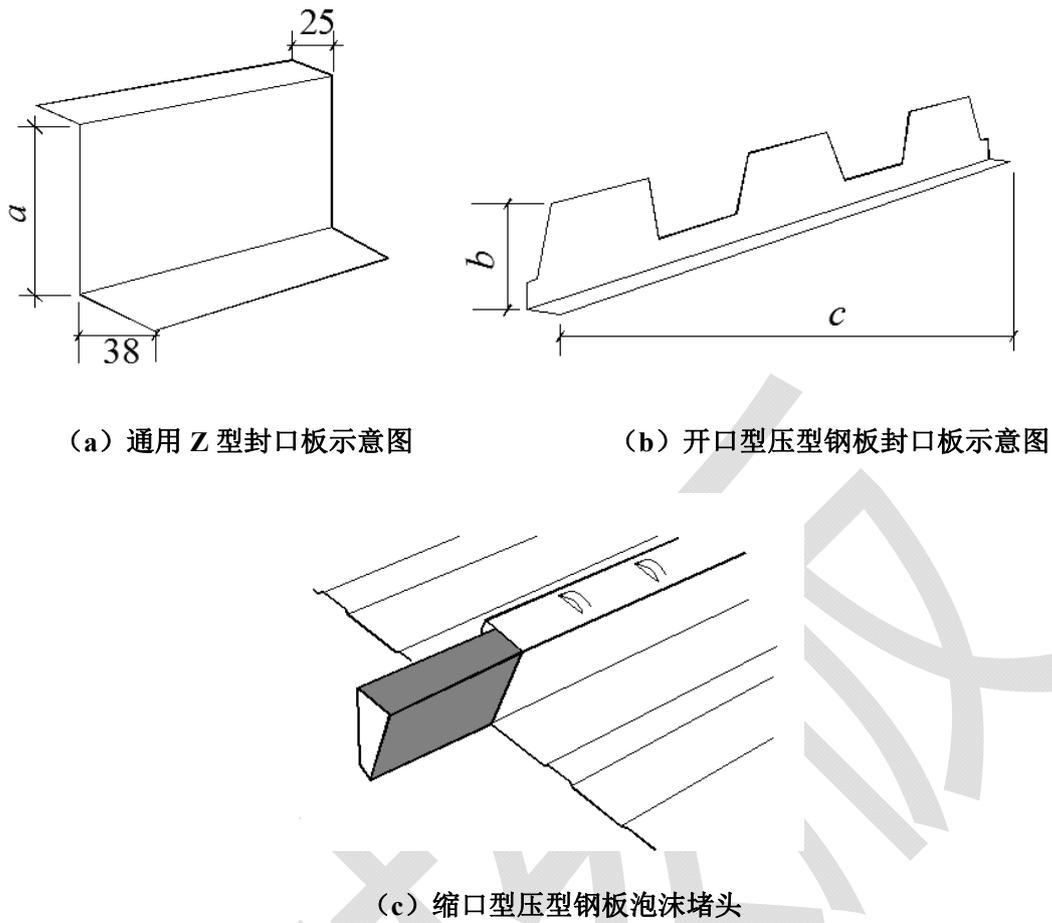
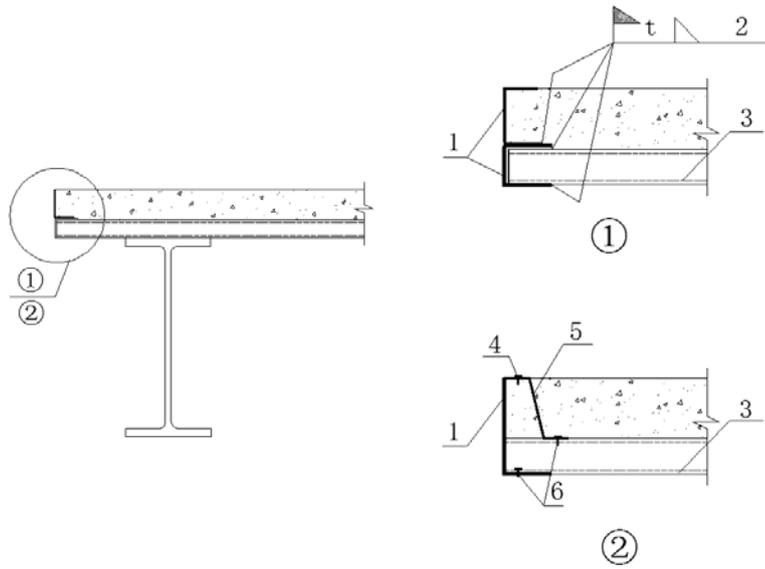


图 9 封口板示意图

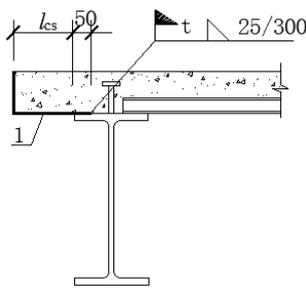
10.5.2 本条是我国目前工程实践中常用的收边板构造规定，工程实践中也可采取如支边摸等其他方法。国内常见做法如图 10，当施工阶段永久荷载不超过  $3\text{kN/m}^2$ 、钢板材质为 Q235 时，图 10b、图 10c 中收边钢板常用厚度如表 3。

表 3 收边钢板常用厚度 (mm)

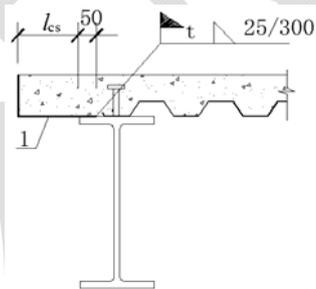
悬挑长度 $l_{ca}$	收边板厚度 $t$
$l_{ca} < 80$	1.2
$80 \leq l_{ca} < 120$	1.5
$120 \leq l_{ca} < 180$	2.0
$180 \leq l_{ca} \leq 250$	2.6



(a) 板肋与梁垂直收边构造措施之一



(b) 板肋与梁垂直收边构造措施之二



(c) 板肋与梁平行收边构造措施

1-收边板；2-焊缝；3-压型钢板悬挑部分；4--自攻钉；5-拉条；6-拉铆钉

图 10 组合楼板边缘端部收边构造措施

10.5.3 当楼承板跨度较大，施工阶段承载力或变形不符合规定时，通常通过设置临时支撑解决。临时支撑位置与楼承板计算有关，需按设计图纸规定设置。临时支撑可采用临时梁或从下层楼面支顶方式。临时梁可以周转使用，为了便于拆卸，临时梁一般采用螺栓连接，在永久钢构件加工时需将临时梁的端部节点板一并加工。当采用从下层楼面支顶的临时支撑时，采用孤立的点支撑将可能造成楼承板局部损坏，因此需将支撑柱顶紧木材或钢板等带状水平支撑，带状水平支撑与楼

承板接触面宽度小于 100mm 时可能会在楼承板上留下压痕。如果支撑柱下层着力点是楼承板，亦需设置带状水平支撑。

10.5.4 临时支撑由于刚度较小，在楼承板和混凝土湿重下可能会产挠度，为保证支撑与梁在同一标高，需将该挠度计算在内。

10.5.5 临时支撑通过计算确定，由于临时支撑采取的材料多样都可实现其功能，施工单位需根据选用的材料采用相应的标准计算临时支撑。当临时支撑采用从下层楼面支顶方案时，需保证其下各层楼面承载力和挠度符合规定。

## 10.6 混凝土浇筑

10.6.1 楼承板铺设完成后，在楼承板上还要继续各种施工作业，难免留下各种杂物，浇筑混凝土前必须清理干净。楼承板铺设完成后，施工人员行走、小车等移动会造成压型钢板翼缘板可能被压出坑凹、肋板可能会压弯、钢筋桁架可能会侧向失稳，为了防止这些现象的出现可铺设脚手板。

10.6.2 浇筑混凝土时需尽可能在钢梁上倾倒，不能保证在钢梁上倾倒时亦需在其周围倾倒。在楼承板跨中倾倒混凝土或施工人员未能及时将混凝土摊开时，容易造成楼承板破坏或失稳，从而施工人员受到伤害，工程中出现过此类事故，为了保证人员安全，本规程规定严禁在楼承板跨中倾倒混凝土。在楼承板上支撑泵送混凝土管道支架，容易将压型钢板压出坑凹，影响楼板的美观。

## 10.7 现场切割与拆除

10.7.1 采用火焰切割，宜造成压型钢板或底模板边卷边、毛刺，烧伤镀锌层等。

## 11 验收

### 11.1 一般规定

11.1.1 组合楼板施工质量验收，按钢结构工程和混凝土结构工程分类，压型钢板按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的有关规定进行验收，钢筋桁架板按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定行验收。

本章内容是针对现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 中没有包含的压型钢板和钢筋桁架板的专门规定。

11.1.5 考虑到钢筋桁架板是一个正在发展中的楼承板，根据工程需要板型不断创新，本条给出了必要的检验项目以保证钢筋桁架板的质量。

## 附录 A 压型钢板组合楼板剪切粘结系数标准试验方法

### A.1 一般规定

A.1.1 国内外大量的试验证明，本附录试验方法所得剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  的相关性非常好，只要将工程实际限制在试验的范围内，采用这种少量的试验取得的试验数据，可以符合设计的需要。本规程采用的试验方法是国际通行的标准试验方法，试验结果仅可用于本规程剪切粘结承载能力计算。

A.1.2 本试验为见证试验，一般情况下，现场试验是由国家注册监理工程师见证，考虑到本试验可能是在结构设计之前完成的，试验由国家一级、二级注册结构工程师见证更为方便，见证内容为试验程序是否符合本附录的各项规定。

### A.2 试件制作

A.2.2 试件尺寸对剪切粘结承载力有一定的影响，将试件尺寸限定在一个范围内，使构件制作标准化。

A.2.3 试验数据要具有一定的代表性，本规程规定试件总量不少于 6 个，其中最大、最小剪跨区内的数据对剪切粘结承载力影响较大，因此需保证有两组试验数据分别落在 A、B 两个区域内，不能保证两组数据分别落在 A、B 两个区域则数据不可用。为了对试验数据进行校核，保证数据可靠性，本附录规定需另外增加两个试验数据，这组数据可以在 A、B 两个区域各增加一个，也可在 A、B 两个区域之间增加一组。

当  $P \times a/2$  大于  $0.9M_0$  时，理论上可能会出现弯曲破坏，试验要保证破坏是剪切粘结破坏。

A.2.4 本程式 (5.3.1) 没有明确表示出栓钉对剪切粘结承载力的贡献, 试验表明栓钉对提高剪切粘结承载力具有不可忽视的作用, 本程式 (5.3.1) 是将剪力件对剪切粘结承载能力的贡献隐含在剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  中, 因此规定试件剪力件的设计要与实际工程一致。

### A. 3 试验步骤

A.3.1 一般楼板多承受均布荷载作用, 但试验采用均布荷载是比较困难的。剪跨  $a$  取板跨  $l_0$  的 1/4 是剪切试验时剪力值最近似与均布荷载的情况。施加荷载的规定是将加载对试验结果的影响降到可以接受的程度。

A.3.2 对测量仪器精度的规定, 将仪器对试验结果的影响降到可以接受的程度。

A.3.3 保存试验必要的的数据记录, 可以对试验结果进行追溯。

### A. 4 试验结果分析

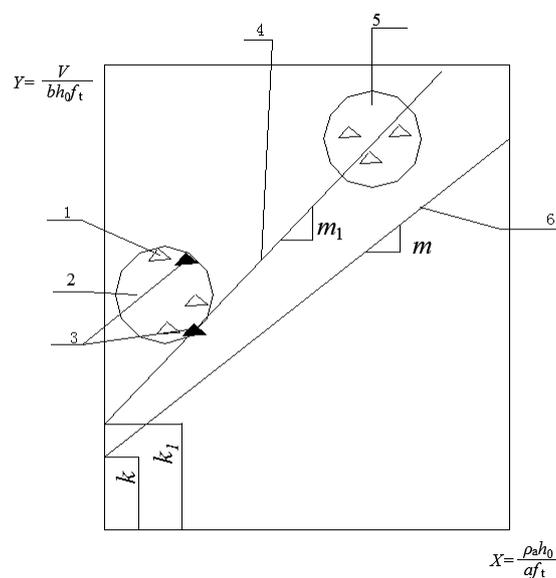
A.4.1 极限荷载要考虑试件制作过程对承载能力的影响, 即加载史的影响。

A.4.2 剪切粘结  $m_1$ 、 $k_1$  系数由回归分析得到, 由于这种试验试件数量偏少, 因此本规程规定试验回归得到的剪切粘结系数用于本规程设计时, 需降低 15%, 当试件数量多于 8 个时, 可降低 10%。

$m$ 、 $k$  系数从物理意义上讲,  $m$  大致可以理解为机械咬合效应的度量,  $k$  可以理解为摩擦效应的度量。当压型钢板板型对跨度敏感时,  $k$  可能会出现负值, 负值并不符合物理概念, 目前没有研究更好的解释负值出现的原因, 由于  $k$  值是回归分析的结果, 国际上通行的作法是  $k$  值为负值即按回归结果的负值取值。

A.4.3 当试验数据值偏离该组平均值大于  $\pm 15\%$  时, 说明数据离散性较大, 为了保

证数据的准确性,本规程规定至少需再进行同类型的 2 个附加试验,为保证安全,按所有试验的最低值确定剪切粘结系数。图 11 示例中 A 区补充试验数据为有一个值为最低试验数据,如正常试验数据为最低值,则采用该正常试验数据值。



1-超出改组平均值 15%的试验数据; 2-A 区;  
3-补做试验数据; 4-拟合曲线; 5-B 区; 6-退化曲线

图 11 用补做试验数据拟合剪切粘结试验曲线

## A.5 试验结果应用

A.5.1 一般情况下,剪切粘结试验由压型钢板供货商进行委托,被委托方的专业人员按本规程规定分析得到剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  按附表 A3 给出,该数值使用前要得到设计人员的确认。为使设计人安心使用实验室的试验数据,设计人有权查阅试验原始数据,设计人员也可根据原始数据自行分析确定剪切粘结系数  $m$ 、 $k$ 。

A.5.3 一般来讲,试验针对所设计的组合楼板进行的,在工程实践中大部分楼板的工程条件变化不大,对于一个非新开发的压型钢板,理论上就已经做过该型号

压型钢板组合楼板剪切粘结系数，为了减少试验工作，本条给出了既往试验数据的应用规则。

如果所设计的组合楼板工程条件与以往某个工程条件一致，则针对以往某个工程进行试验所得的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  可用于所设计的组合楼板。如果已有的以往试验数据未按本规程第 A.2.3 条的规定全部落入 A 区和 B 区，可以做不少于未落入 A 区和 B 区的数量且符合本规程第 A.2.3 条规定的补充试验，然后与以往落入 A 区和 B 区的试验数据一起分析剪切粘结系数  $m$ 、 $k$ ，如果相关性仍然符合规定，则  $m$ 、 $k$  系数可用于该工程。

A.5.4 没有剪力件的试验结果所得到的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$ ，如果用于有剪力件的工程是偏于保守的，因此可用在有剪力件的组合楼板设计；有剪力件的试验结果所得到的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$ ，由于剪力件的影响包含在剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  中，因此规定组合楼板设计中采用的剪力件需与试验采用的剪力件完全相同。

## 附录 B 常用压型钢板组合楼板的剪切粘结系数

本附录给出的剪切粘结系数  $m$ 、 $k$  是编制组对部分板型的压型钢板组合楼板所进行试验及分析的结果, 试验原始数据存于相应的压型钢板生产厂家和编制组。本附录是为了方便设计人员参考使用, 设计人员有权决定是否采用本附录的数据。当设计采用本附录中的压型钢板时, 设计人员仍可以要求针对所设计的工程再次进行试验。

## 附录 C 组合楼盖舒适度验算

### C.1 一般规定

C.1.1 我国对楼板振动研究较少,本附录主要取自于美国钢结构协会《Steel Design Guide Series Floor Vibrations Due to Human Activity》AISC11。

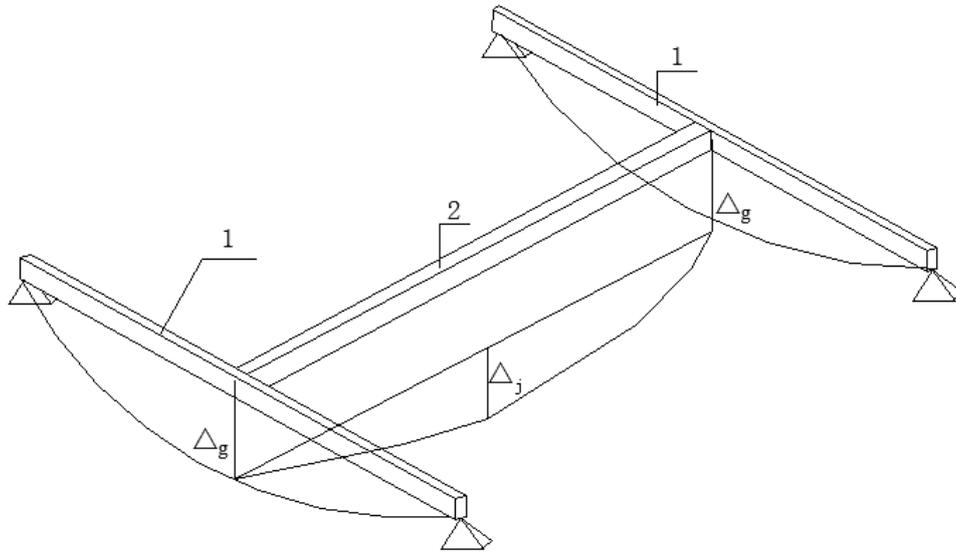
AISC11 主要是针对次梁等间距和次梁等跨度都相的情况下的组合楼板舒适度验算方法,次梁间距或次梁跨度相差 5%以内均可认为是次梁等间距或次梁等跨度;对次梁间距不等、次梁跨度不等跨给出了相应验算的要求。

组合梁的刚度取决于钢梁本身的刚度以及混凝土翼缘的面积,本条第 1 款和第 2 款都是为了保证选取的是线刚度较小的组合梁。第 1 款和第 2 款的两种情况并不一定会同时出现在一个振动板格内或板块,因此需选择不同几个板格进行验算。

C.1.2 悬挑构件、考虑柱参与振动或考虑扭转引起振动,这些情况较为少见,本规程没有给出相应的计算方法,此时可采用动力有限元计算,也可参考 AISC11 进行验算。

### C.2 峰值加速度与自振频率

C.2.1、C.2.2 组合楼盖使用阶段的舒适度验算,需对组合楼盖峰值加速度和自振频率的验算。研究表明仅限制楼板的振动,不能解决楼盖舒适度的问题,因为楼板只是楼盖体系的一部分,楼板和梁即楼盖一起振动,因此本规程给出的是组合楼盖的舒适度验算。主、次梁均参与振动,振动体系如图 12 所示。

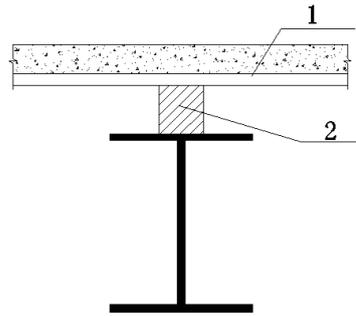


1-主梁；2-次梁

图 12 楼盖振动体系

式 (C.2.1)、式 (C.2.2-1) 均为理论公式，也可以采用动力时程分析和动力有限元计算。 $q_j$ 、 $q_g$  是次梁和主梁上的线荷载， $q_j$  包括本规程表 4.2.2 给定的活荷载、次梁间距内楼板自重传过来的线荷载以及次梁每米自重， $q_g$  包括本规程表 4.2.2 给定的活荷载、次梁跨度内楼板自重、次梁自重传过来的线荷载以及主梁每米自重。

C.2.3 AISC11 指出，楼盖振动时，梁板同时起作用，此时梁惯性矩是按组合梁计算，无论楼板与梁之间是否符合有剪力件，除图 13 所示组合楼板与梁之间由垫块支撑外，板与梁之间仅靠板与钢梁之间的摩擦，在计算振动时梁板即可起到组合作用。次梁等间距情况下，次梁组合梁的混凝土翼缘有效宽度即为次梁间距；次梁跨度相同时，主梁组合梁混凝土翼缘有效宽度即为次梁跨度。



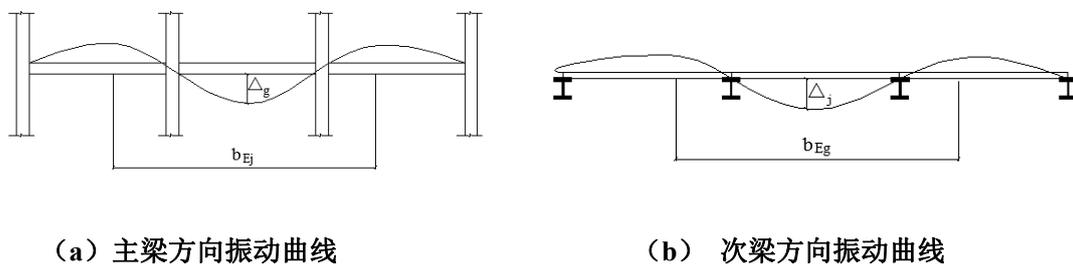
1-组合楼板；2-垫块

图 13 组合楼板与梁之间由垫块支撑示意图

混凝土楼板有效高度主要是考虑开口板不能与梁全面接触、摩擦面减小，所以对开口板有效高度采取了折减；缩口板基本上都能与梁接触，闭口板、钢筋桁架板底面与梁完全接触，所以未对有效高度折减。依据我们的几个算例，开口板有效高度是否折减，对计算结果影响不大。

式（C.2.3-1）、（C.2.3-2）中的系数 1.35 是考虑了人行走为瞬时振动，将混凝土弹性模量放大。

C.2.4 楼盖振动的特点是主梁、次梁都在振动（图 14），由于参与计算板格内两个梁振动有效荷载并不相同，有效荷载按主梁、次梁的挠度取加权平均值。



(a) 主梁方向振动曲线

(b) 次梁方向振动曲线

图 14 楼盖振动曲线

主、次梁方向振动的板带，并不仅仅是在板格内，板格外的板带也有部分参与该板格的振动，参与振动的板带宽度称之为板带有效宽度  $b_{Ej}$ 、 $b_{Eg}$ 。板带有

效宽度取决于楼盖两个方向的单位截面惯性矩，也就是楼盖的各向异性系数。次梁板带有效宽度  $b_{Ej}$ ，取决于组合楼板单位截面惯性矩  $D_s$  和次梁单位截面惯性矩  $D_j$ ；主梁板带有效宽度  $b_{Eg}$ ，取决于次梁单位截面  $D_j$  和主梁板带单位截面惯性矩  $D_g$ 。

本条中的有效荷载  $g_{Ej}$ 、 $g_{Eg}$  与本规程第 C.2.2 条的  $q_j$ 、 $q_g$  的区别是前者是面荷载、后者是线荷载；同样， $g_{Ej}$  中的自重部分不含主梁之中，而  $g_{Eg}$  中的自重部分则包括主梁自重。

## 附录 D 钢筋桁架与纤维水泥板底模连接承载力标准试验方法

### D.1 一般规定

D.1.1 本附录是针对钢筋桁架与非现浇材料底模通过机械连接件、焊接连接件组装成钢筋桁架板的连接件承载力试验。

### D.3 试验步骤

D.3.3 试验不区分破坏形态，只要试件出现破坏、不能继续加载，此时的荷载即为破坏荷载。

## 附录 E 钢筋桁架与混凝土底模连接承载力标准试验方法

### E.1 一般规定

E.1.1 本附录是针对钢筋桁架与混凝土底模通过预埋钢筋、预埋件组装成钢筋桁架板的连接件承载力试验。

### E.3 试验步骤

E.3.2 试验不区分破坏形态，只要试件出现破坏、不能继续加载，此时的荷载即为破坏荷载。