

UDC

中华人民共和国行业标准



JGJ/T 269-2012

备案号 J 1338-2011

P

轻型钢丝网架聚苯板混凝土 构件应用技术规程

Technical specification for the application of concrete
elements reinforced with light steel mesh framed
expanded polystyrene panel

2011-12-19 发布

2012-07-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

轻型钢丝网架聚苯板混凝土
构件应用技术规程

Technical specification for the application of concrete
elements reinforced with light steel mesh framed
expanded polystyrene panel

JGJ/T 269-2012

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2012年7月1日

中国建筑业出版社

2011 北 京

中华人民共和国行业标准
轻型钢丝网架聚苯板混凝土构件应用技术规程

Technical specification for the application of concrete
elements reinforced with light steel mesh framed
expanded polystyrene panel

JGJ/T 269 - 2012

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

化学工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：3 $\frac{3}{8}$ 字数：90 千字

2012 年 5 月第一版 2012 年 5 月第一次印刷

定价：17.00 元

统一书号：15112·21781

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公告

第 1222 号

关于发布行业标准《轻型钢丝网架 聚苯板混凝土构件应用技术规程》的公告

现批准《轻型钢丝网架聚苯板混凝土构件应用技术规程》为行业标准，编号为 JGJ/T 269 - 2012，自 2012 年 7 月 1 日起实施。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011 年 12 月 19 日

前 言

根据原建设部《关于印发〈2005年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标函〔2005〕84号）的要求，规程编制组经广泛调查研究、认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 材料；4 建筑设计；5 结构构造；6 结构设计；7 施工；8 质量验收。

本规程由住房和城乡建设部负责管理。由上海沪标工程建设咨询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，请寄送上海沪标工程建设咨询有限公司（地址：上海市斜土路1175号1008室，邮编：200032）。

本规程主编单位：上海沪标工程建设咨询有限公司
新八建设集团有限公司

本规程参编单位：上海申标建筑设计有限公司
上海建筑科学研究院有限公司
上海胜柏新型建材有限公司
浙江舜杰建筑集团股份有限公司
山东新国屋建筑材料有限公司
浙江丰惠建设集团有限公司

本规程主要起草人员：高清华 赖松林 徐佩琳 陶为农
夏春红 沈志勇 李以炘 杨星虎
张鲁山 蒲梦江 毕子锦 陈德平
周长兴 颜宜彪 赵俊青 吴云芝
彭圣钦

本规程主要审查人员：程懋堃 沈 恭 李晓明 艾永祥
 陈企奋 王惠章 周建龙 彭少民
 王爱勋 戴自强

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	材料	8
3.1	聚苯板	8
3.2	钢丝网架	9
3.3	配件	10
3.4	混凝土	11
4	建筑设计	12
4.1	3D板混凝土构件基本构造	12
4.2	平立面设计	14
4.3	3D板混凝土构件建筑构造	15
4.4	围护结构热工设计	18
5	结构构造	21
5.1	连接节点构造	21
5.2	3D楼板(屋面板)的加强措施	24
6	结构设计	26
6.1	一般规定	26
6.2	3D楼板(屋面板)计算	29
6.3	3D墙板计算	33
7	施工	37
7.1	一般规定	37
7.2	施工准备	39
7.3	混凝土层施工	39

7.4 3D 墙板施工	40
7.5 3D 楼板 (屋面板) 施工	40
8 质量验收	42
8.1 一般规定	42
8.2 3D 板混凝土构件分项工程	43
附录 A 3D 板混凝土构件常用规格和增加构件 承载力的方法	47
附录 B 过梁和组合过梁	51
附录 C 结构设计计算用表	54
附录 D 抗震计算要点	57
附录 E 3D 板混凝土构件工程的检验批质量验收记录表	59
本规程用词说明	60
引用标准名录	61
附: 条文说明	63

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Material	8
3.1	Expanded Polystyrene (EPS) Panel	8
3.2	Steel Mesh Frame	9
3.3	Accessories	10
3.4	Concrete	11
4	Architectural Design	12
4.1	Fundamental Detailing of 3D Concrete Elements	12
4.2	Plan & Elevation Design	14
4.3	Architectural Detailing of 3D Concrete Elements	15
4.4	Thermo-technical Design	18
5	Detailing	21
5.1	Detailing of Joints	21
5.2	Detailing of 3D Floor/Roof Slabs with Strengthened Measures Taken	24
6	Structural Design	26
6.1	General Requirements	26
6.2	Calculation of 3D Floor/Roof Slabs	29
6.3	Calculation of 3D Wall Panels	33
7	Construction	37
7.1	General Requirements	37
7.2	Preparation for Construction	39

7.3	Construction of Concrete Layers	39
7.4	Construction of 3D Wall Panels	40
7.5	Construction of 3D Floor/Roof Slabs	40
8	Quality Check and Acceptance	42
8.1	General Requirements	42
8.2	Sub-items of 3D Concrete Elements Works	43
Appendix A	The Specifications of Commonly Used 3D Concrete Elements and Methods of Increasing the Strength of Element	47
Appendix B	Lintels and Composite Lintels	51
Appendix C	Tables Used for Structural Design and Calculation	54
Appendix D	Essentials in Seismic Calculation	57
Appendix E	Record List for Quality Check and Acceptance of Batches of 3D Concrete Element Works ...	59
	Explanation of Wording in This Specification	60
	List of Quoted Standards	61
	Addition; Explanation of Provisions	63

1 总 则

1.0.1 为规范轻型钢丝网架聚苯板混凝土构件的设计和施工,做到安全适用、技术先进、经济合理,确保工程质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度 8 度及以下、建筑高度 10m 及以下、层数 3 层及以下的房屋承重墙体构件和楼板(屋面板)构件的设计和施工,也适用于一般工业和民用建筑的非承重墙体构件应用。本规程不适用于长期处于潮湿或有腐蚀介质环境的构件应用。

1.0.3 轻型钢丝网架聚苯板混凝土构件的设计、施工及验收,除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 轻型钢丝网架聚苯板 light steel mesh framed expanded polystyrene panel

以模塑聚苯乙烯泡沫塑料 (EPS) 板为芯材, 两侧外覆高强钢丝网片, 网片用镀锌钢丝斜插穿过聚苯板, 点焊连接而成的三维空间组合板材。简称 3D 板。

2.1.2 3D 板混凝土构件 concrete element reinforced with 3D panel

3D 板与混凝土复合形成的构件, 包括 3D 墙板和 3D 楼板 (屋面板)。

2.1.3 3D 墙板 concrete wall reinforced with 3D panel

3D 板在施工现场竖向安装就位后, 两侧喷射细石混凝土层形成的墙板。

2.1.4 3D 楼板 (屋面板) concrete floor/roof slab reinforced with 3D panel

3D 板在施工现场水平安装就位后, 顶面浇筑细石混凝土层, 底面喷射细石混凝土层形成的楼板 (屋面板)。

2.1.5 L 形连接件 L-shape connecter

由镀锌钢板制作而成的、用于 3D 板与梁柱及楼地面之间连接和固定的 L 形配件。

2.1.6 角网 splice mesh in the corner

3D 墙板转角处加强用的钢丝网片, 分为阴角网、阳角网。

2.1.7 U 形网 U-shape mesh

用于加强 3D 墙板与梁、柱、门窗洞口等处的 U 形钢丝网片。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

E_c ——混凝土弹性模量；

E_s ——钢筋（丝）弹性模量；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{stk} ——根据极限强度确定的钢丝抗拉（压）强度标准值；

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值；

f_y ——钢筋或钢丝抗拉（压）强度设计值；

f_{yk} ——根据屈服强度确定的钢筋抗拉（压）强度标准值；

f_{y1} ——板内加配普通钢筋的抗拉（压）强度设计值；

f_{y2} ——小梁内加配普通钢筋的抗拉（压）强度设计值。

2.2.2 作用、作用效应及承载力

F_{Ek} ——结构总水平地震作用标准值；

F_i ——质点 i 的水平地震作用标准值；

G_{eq} ——结构等效总重力荷载；

G_i 、 G_j ——分别为集中于质点 i 、 j 的重力荷载代表值；

M ——弯矩设计值；

M_1 ——小梁受压翼缘宽度范围内的弯矩；

M_q ——按荷载准永久组合计算的弯矩值；

V ——支座内边处的剪力设计值；

σ_c ——混凝土压应变为 ϵ_c 时的混凝土压应力；

σ_{sq} ——按荷载准永久组合计算的纵向受拉钢筋（丝）的应力；

ϵ_c ——混凝土压应变；

ϵ_{cmax} ——混凝土离中和轴最远处的（即最大）压应变；

ϵ_s 、 ϵ'_s ——分别为钢筋（丝）的拉、压应变；

ϵ_0 ——混凝土压应力刚达到 f_c 时的混凝土压应变，

取 0.002;

$w'_{\max}$ ——按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的最大裂缝宽度。

2.2.3 几何参数

A ——混凝土截面面积;

A_s 、 A'_s ——分别为受拉、压的纵向面网的截面面积;

A_{s1} 、 A'_{s1} ——分别为板内受拉、压区纵向加配普通钢筋的截面面积;

A_{s2} 、 A'_{s2} ——分别为板间增加小梁内受拉、压的纵向加配普通钢筋的截面面积;

A_{s3} ——组合过梁底部 $0.2h_1$ 范围内的水平钢筋截面面积;

A_{s4} ——在聚苯板缝间另加小梁的受压翼缘宽度 b_1 范围外的板内受拉纵向面网的截面面积;

A_{ss} ——斜插丝截面面积;

A_{sv} 、 A_{sh} ——分别为竖向、横向钢筋(丝)全部截面面积;

B ——荷载准永久组合作用下并考虑长期作用影响的刚度;

B_s ——荷载准永久组合作用下受弯构件的短期刚度;

H ——墙体高度;

H_A ——建筑物外墙总高度;

H_i 、 H_j ——分别为质点 i 、 j 的计算高度;

I ——对截面重心轴的截面惯性矩;

a ——集中荷载到过梁支座的水平距离;

a_1 ——最外层纵向受拉钢筋(丝)外边缘到受拉区底边的距离;

a_2 ——斜插丝斜率;

a_3 ——斜插丝节距;

a_4 ——斜插丝组成的钢骨架的间距;

a_5 ——最内层钢丝边缘到聚苯板边的净距离;

- b ——3D板截面长(宽)度;
- b_1 ——小梁受压翼缘宽度;
- c ——混凝土截面重心轴到墙体的内侧或楼板的上侧外边的尺寸;
- d_{eq} ——受拉区纵向钢筋(丝)的等效直径;
- d_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋(丝)的公称直径;
- e ——轴向压力作用点至纵向受拉钢筋(丝)合力点的距离;
- e_0 ——轴向压力对截面重心的偏心距;
- e_a ——附加偏心距;
- e_i ——初始偏心距;
- h ——3D板的总厚度;
- h_B ——建筑物高度方向混凝土圈梁的累计高度;
- h_0 ——截面有效高度;
- h_1 ——墙洞以上的墙体与圈梁的总高度;
- h_{10} ——过梁截面有效高度;
- i ——对截面重心轴的截面回转半径;
- l ——楼板、屋面板的计算跨度;
- l_0 ——墙体计算高度;
- l_1 ——过梁计算跨度;
- l_w ——验算墙段的长度;
- r ——建筑物的平均窗墙面积比;
- s_v 、 s_h ——分别为竖向、横向钢筋(丝)的间距;
- t_0 ——聚苯板厚度;
- t_1 、 t_2 ——分别为3D板墙体的外、内侧或楼板的下、上侧的混凝土层厚度;
- x ——混凝土的简化等效矩形应力图的受压区高度;
- x_n ——按截面应变保持平面的假定所确定的中和轴高度;
- z ——纵向受拉网片 A_s 合力至混凝土受压区合力点之

间的距离；

z_1 ——纵向受拉钢筋 A_{s1} 合力至混凝土受压区合力点之间的距离；

z_2 ——纵向受拉钢筋 A_{s2} 合力至混凝土受压区合力点之间的距离；

α ——斜插丝与垂直线（即 V 的作用方向）的夹角。

2.2.4 计算系数及其他

D ——外墙板主墙体的热惰性指标；

K ——内墙体的传热系数；

K_B ——混凝土圈梁部位传热系数；

K_m ——外墙板的平均传热系数；

K_p ——外墙板主墙体的传热系数；

S_c ——材料的蓄热系数计算值；

n_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋（丝）的根数；

α_1 ——受压混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值的比值；

α_E ——相应于结构基本自振周期的水平地震影响系数值；

β_1 ——混凝土矩形应力图受压区高度与中和轴高度（中和轴到受压区边缘的距离）的比值；

η ——偏心距综合增大系数；

ζ_c ——偏心受压构件的截面曲率修正系数；

λ ——计算剪跨比；

λ_c ——材料的导热系数计算值；

μ ——计算长度系数；

ν_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋（丝）的相对粘结特性系数；

ξ_b ——纵向受拉钢筋屈服与受压区混凝土破坏同时发生时的相对界限受压区高度；

ρ_{te} ——按有效受拉混凝土截面面积（ bt_1 ）计算的纵向

受拉钢筋（丝）配筋率；

ν ——抗剪强度折减系数；

φ ——墙体稳定系数；

ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋（丝）应变不均匀系数。

附录 1.2

3.1.1 墙体在工程应用前，应在自然条件下至少碳化 28d 后，再按本标准进行试验。试验结果应符合本标准第 3.1.2 条的要求。当墙体在工程应用前，已在自然条件下碳化 28d 以上时，可不进行碳化试验。当墙体在工程应用前，已在自然条件下碳化 28d 以上时，可不进行碳化试验。

3.2 钢丝网片

3.2.1 3D 板的钢丝网片应采用低碳钢丝，其性能应符合表 3.2.1 的要求。

项目	指标
屈服强度 N/mm^2	≥ 350
抗拉强度 N/mm^2	≥ 450
伸长率 $\%$	≥ 10
网片厚度 mm	≥ 1.0
网片间距 mm	≤ 150
网片搭接长度 mm	$\geq 10d$
网片与墙体粘结强度 N/mm^2	≥ 0.5
网片与墙体粘结面积 $\%$	≥ 50
网片与墙体粘结长度 mm	≥ 100
网片与墙体粘结宽度 mm	≥ 50
网片与墙体粘结高度 mm	≥ 50
网片与墙体粘结深度 mm	≥ 50
网片与墙体粘结长度 mm	≥ 100
网片与墙体粘结宽度 mm	≥ 50
网片与墙体粘结高度 mm	≥ 50
网片与墙体粘结深度 mm	≥ 50

3.2.2 用于 3D 板的钢丝网片，其性能应符合表 3.2.2 的要求。当网片在工程应用前，已在自然条件下碳化 28d 以上时，可不进行碳化试验。当网片在工程应用前，已在自然条件下碳化 28d 以上时，可不进行碳化试验。

3.2.3 3D 板的钢丝网片应采用低碳钢丝，其性能应符合表 3.2.3 的要求。

项目	指标
屈服强度 N/mm^2	≥ 350
抗拉强度 N/mm^2	≥ 450
伸长率 $\%$	≥ 10
网片厚度 mm	≥ 1.0
网片间距 mm	≤ 150
网片搭接长度 mm	$\geq 10d$
网片与墙体粘结强度 N/mm^2	≥ 0.5
网片与墙体粘结面积 $\%$	≥ 50
网片与墙体粘结长度 mm	≥ 100
网片与墙体粘结宽度 mm	≥ 50
网片与墙体粘结高度 mm	≥ 50
网片与墙体粘结深度 mm	≥ 50
网片与墙体粘结长度 mm	≥ 100
网片与墙体粘结宽度 mm	≥ 50
网片与墙体粘结高度 mm	≥ 50
网片与墙体粘结深度 mm	≥ 50

3 材 料

3.1 聚 苯 板

3.1.1 3D 板的芯材应采用阻燃型模塑聚苯乙烯泡沫塑料 (EPS) 板 (以下简称聚苯板), 其主要性能指标应符合表 3.1.1 的规定。

表 3.1.1 聚苯板主要性能指标

项 目	性能指标	试验方法
表观密度(kg/m^3)	18~22	GB/T 6343
导热系数 $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$	≤ 0.039	GB/T 10294 或 GB/T 10295
压缩强度(MPa)	≥ 0.10	GB/T 8813
垂直于板面方向的抗拉强度(MPa)	≥ 0.10	JG 149
尺寸稳定性(%)	≤ 0.50	GB/T 8811
吸水率(%)	≤ 4	GB/T 8810
燃烧性能等级	不低于 C 级	GB 8624

3.1.2 聚苯板厚度宜为 50mm、70mm、100mm、120mm 等, 宽度宜为 1200mm, 长度宜小于或等于 6000mm。

3.1.3 聚苯板外观尺寸和允许偏差应符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 聚苯板外观尺寸和允许偏差

外观尺寸 (mm)		允许偏差 (mm)
长度、宽度	1000~2000	± 6.0
	2001~4000	± 8.0
	> 4000	正偏差不作规定, -10
厚度	50~75	± 2.0
	76~100	± 3.0
	> 100	± 4.0

续表 3.1.3

外观尺寸 (mm)		允许偏差 (mm)
对角线差	1000~2000	5.0
	2001~4000	10.0
	>4000	13.0

3.1.4 聚苯板在工程应用前,应在自然条件下至少陈化 42d 或在 $(60\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 环境中至少陈化 5d。

3.2 钢丝网架

3.2.1 3D 板的钢丝网片和斜插丝应采用冷拔低碳钢丝,且抗拉强度标准值 (f_{stk}) 不应小于 550N/mm^2 ,抗拉强度的设计值 (f_y) 应取 320N/mm^2 ,弹性模量 (E_s) 应取 $2.0\times 10^5\text{N/mm}^2$ 。

3.2.2 3D 板钢丝网片的钢丝直径不应小于 2.2mm,网孔宜为 $50\text{mm}\times 50\text{mm}$ 。斜插丝直径不应小于 3.0mm,并应有镀锌层。钢丝的主要技术指标应符合表 3.2.2 的规定,其他性能应符合国家标准《一般用途低碳钢丝》GB/T 343 的规定。用于 3D 承重墙板、3D 楼板(屋面板)的斜插丝,每平方米用量不应少于 117 根;用于 3D 非承重墙板的斜插丝,每平方米用量不应少于 58 根,并应符合本规程附录 A 表 A.1.1 的规定。

表 3.2.2 钢丝的主要技术指标

直径 (mm)		抗拉强度 (N/mm ²)	反复弯曲 试验 (次)	镀锌层质量 (g/m ²)	用 途
公称	实际				
2.2	2.23+0.05	≥550	≥6	—	网片的经、 纬钢丝
3.0	3.03+0.05		≥4		
3.0	3.03+0.05			≥122	斜插丝
3.8	3.83+0.06				

注:反复弯曲试验为反复弯曲 180° 的次数。

3.2.3 3D 板钢丝网片的钢丝表面应光滑整洁,不应有油污、裂

纹、翘皮、纵向拉痕等缺陷；纬丝与经丝排列应互相垂直，不得有漏剪、翘伸的钢丝挑头；焊点区外不得有钢丝锈点；斜插丝不得有漏丝现象。

3.2.4 3D板钢丝网片的允许尺寸偏差应符合表 3.2.4 的规定。钢丝网片每平方米的实际质量与公称质量的允许偏差应为 $\pm 4.5\%$ 。

表 3.2.4 3D板钢丝网片的允许尺寸偏差

项 目	允许偏差 (mm/10m)
长度	± 10.0
宽度	± 10.0
两对角线差	± 10.0

3.2.5 对于 3D板钢丝网片与斜插丝构成的钢丝网架，其焊接应可靠，焊点应无过烧现象；网片漏焊、脱焊点数不得大于总焊点的 2%；斜插丝不得漏焊、脱焊；焊点抗拉力的最小值应符合表 3.2.5 的规定。

表 3.2.5 焊点抗拉力的最小值

项 目	网片钢丝之间		斜插丝与网片钢丝	
钢丝直径 (mm)	2.2	3.0	3.0 与 2.2	3.8 与 3.0
焊点抗拉力最小值 (N)	400	500	2140	3430

3.2.6 3D板钢丝网片的强度、伸长率和冷弯的试验方法应符合现行行业标准《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19 的规定。

3.3 配 件

3.3.1 L形连接件应采用厚度为 1.2mm 的建筑用热镀锌钢板制作，规格宜为 L100mm×100mm。

3.3.2 平网应由钢丝网片剪裁而成，宽度应大于或等于 300mm。

3.3.3 角网应由钢丝网片剪裁而成，阳角网应采用 L150mm×

300mm, 阴角网应采用 $L150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 。角网长度不宜大于 4.0m。

3.3.4 U形网应由钢丝网片加工而成, 双肢长度均不应小于 150mm, 双肢间宽度应根据 3D 板的厚度确定。

3.4 混 凝 土

3.4.1 3D 墙板或楼板(屋面板)的面层材料应采用强度等级不低于 C20 的细石混凝土。

3.4.2 细石混凝土应采用强度等级为 42.5 的普通硅酸盐水泥, 并应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定。

3.4.3 细石混凝土骨料的粒径应按混凝土的施工工艺确定。采用活塞泵喷射工艺时, 粗骨料的粒径不应大于 8mm; 采用涡轮泵喷射工艺时, 粗骨料的粒径不应大于 5mm。粒径不大于 0.125mm 的细骨料应占骨料总量的 4%~9%。采用现浇工艺时, 粗骨料的粒径不应大于 16mm。

3.4.4 当工程需要采用掺合料时, 掺量应通过试验确定, 且加掺合料后的混凝土性能应符合设计要求。

4 建筑设计

4.1 3D板混凝土构件基本构造

4.1.1 3D板混凝土构件的基本构造层应依次为饰面层、混凝土钢丝网片层、聚苯板（含斜插丝）、混凝土钢丝网片层、饰面层组成（图 4.1.1）。

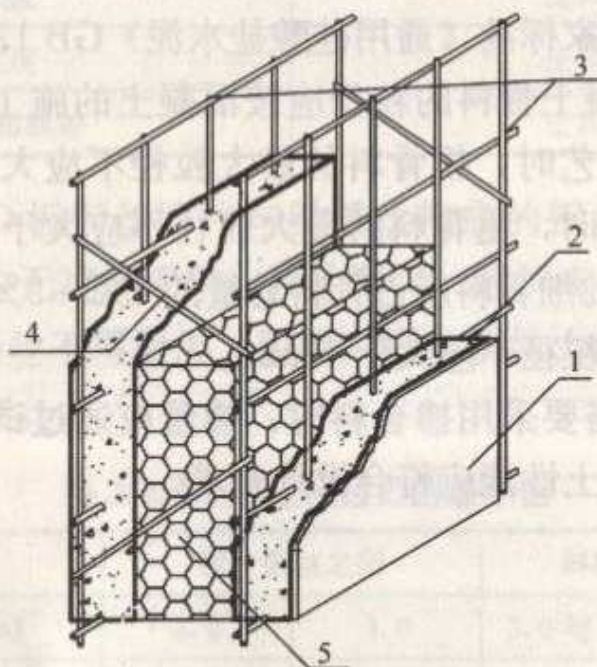


图 4.1.1 3D板混凝土构件基本构造

1—饰面层；2—混凝土；3—钢丝网片；
4—斜插丝；5—聚苯板

4.1.2 3D板混凝土构件斜插丝的设置应符合下列规定（图 4.1.2）：

1 钢丝网架中网片和斜插丝所组成的钢骨架间距应分为Ⅰ型和Ⅱ型两种。对于Ⅰ型钢骨架，1200mm宽范围内应设12道斜插丝，且斜插丝间距（ a_1 ）应为100mm；对于Ⅱ型钢骨架，1200mm宽范围内应设7道斜插丝，且两端斜插丝间距（ a_1 ）应

为 150mm, 其余斜插丝间距 (a_4) 应为 200mm;

2 斜插丝的节距 (a_3) 应分为 A 型和 B 型两种。A 型节距应为 200mm, B 型节距应为 100mm。

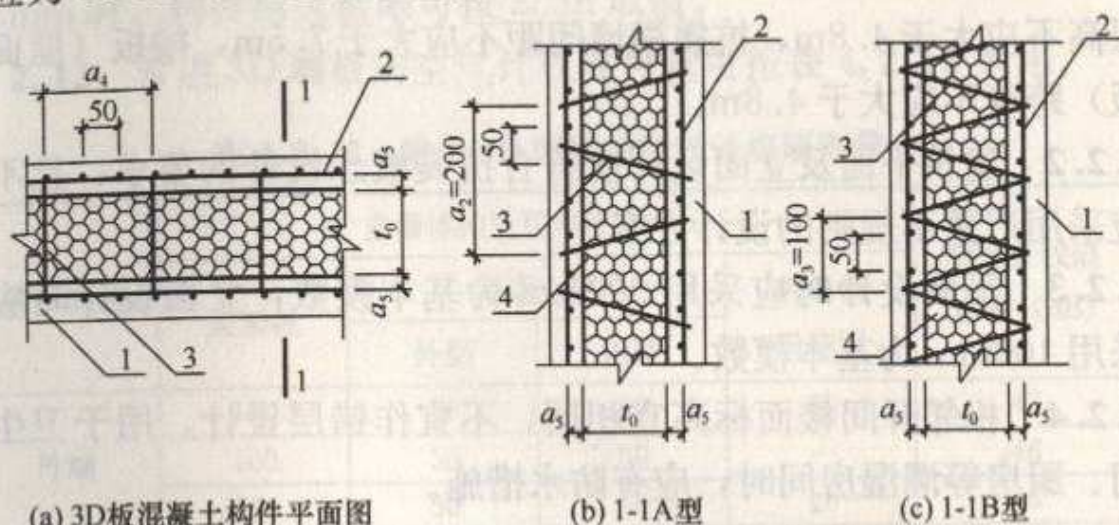


图 4.1.2 3D 板混凝土构件斜插丝设置

1—饰面层及混凝土; 2—钢丝网片; 3—斜插丝; 4—聚苯板;

a_3 —斜插丝节距; a_4 —斜插丝间距; a_5 —最内层钢丝边缘到聚苯板边的净距离

4.1.3 3D 板中聚苯板厚度应根据建筑构造、结构和建筑热工的要求确定, 并应符合下列规定:

1 外墙板聚苯板厚度不应小于 100mm, 且不应大于 120mm;

2 承重内墙板聚苯板厚度不应小于 70mm, 非承重内墙板中聚苯板厚度不应小于 50mm;

3 楼板、屋面板中聚苯板厚度不应小于 70mm。

4.1.4 3D 板两侧的细石混凝土层厚度应符合下列规定:

1 对于外墙板外侧, 不应小于 50mm; 对于外墙板内侧, 承重墙不应小于 50mm, 非承重墙不应小于 35mm。

2 承重内墙两侧不应小于 45mm; 非承重内墙两侧不应小于 35mm。

3 楼板 (屋面板) 顶面不应小于 50mm; 楼板 (屋面板) 底面不应小于 45mm, 并应符合本规程第 5.2.1 条的规定。

4.2 平立面设计

4.2.1 3D板混凝土构件用于承重墙和楼板（屋面板）时，房屋层高不应大于4.8m，抗震横墙间距不应大于7.5m，楼板（屋面板）跨度不应大于4.8m。

4.2.2 建筑平面及立面设计应符合抗震概念设计的要求，且不应采用严重不规则的设计方案。

4.2.3 平面设计时应采用300mm为基本模数，立面设计时应采用100mm为基本模数。

4.2.4 相邻开间楼面标高宜相同，不宜作错层设计。用于卫生间、厨房等潮湿房间时，应有防水措施。

4.2.5 3D板混凝土构件可用作承重内外墙板、非承重内外墙板、楼板及屋面板等。抗震设防烈度为8度时，房屋高宽比不应大于2.0，抗震设防烈度为8度以下时，房屋高宽比不应大于2.5。3D墙板和3D楼板（屋面板）常用规格应符合本规程附录A的规定。

4.2.6 建筑设计应根据功能需要，合理设置各类竖井、管道、表箱位置。

4.2.7 墙板排板设计时宜采用整板，当出现非整板时，其宽度应符合下列规定：

1 窗间承重墙宽度不应小于500mm；窗间非承重墙宽度不应小于300mm；

2 墙的尽端（墙垛）、阴角至门窗洞边的距离，承重墙不应小于500mm；非承重墙不应小于300mm；

3 门窗洞口顶部至楼板（屋面板）底部的距离不应小于300mm。

4.2.8 3D墙板上的孔洞应在混凝土施工前预留，当孔洞单边长度小于300mm时，也可在墙板安装完成后切割开孔。

4.2.9 3D墙板表面可根据工程要求选用不同的饰面层。

4.2.10 当楼板、楼梯、雨篷、阳台等设计为非3D板混凝土构

件时，其与 3D 板混凝土构件的连接，应采用钢筋混凝土构件作过渡连接。

4.2.11 3D 板混凝土构件每侧细石混凝土厚度大于或等于 35mm 时，构件耐火极限可按 2.5h 取值。

4.2.12 常用 3D 墙板的空气计权隔声量可按表 4.2.12 采用。

表 4.2.12 常用 3D 墙板的空气计权隔声量

应用部位	主墙体构造层厚度 (mm)				空气计权隔声量 (dB)
	聚苯板	混凝土层		内外侧 粉刷层	
		外侧	内侧		
外墙	100	50	50	20	47
	100	50	50	—	46
	120	50	50	20	48
内墙	70	40	40	—	45
	70	35	35	20	45
	100	35	35	20	46

4.3 3D 板混凝土构件建筑构造

4.3.1 3D 板混凝土构件拼接时，附加的平网、阳角网、阴角网以及 U 形网等的长度和宽度应符合本规程第 3.3 节的规定。

4.3.2 3D 板混凝土构件的拼接应符合下列规定：

1 3D 墙板或 3D 楼板（屋面板）横向拼接时，其拼缝处双侧应各附加平网一层，且平网应与钢丝网片绑扎连接（图 4.3.2-1）；

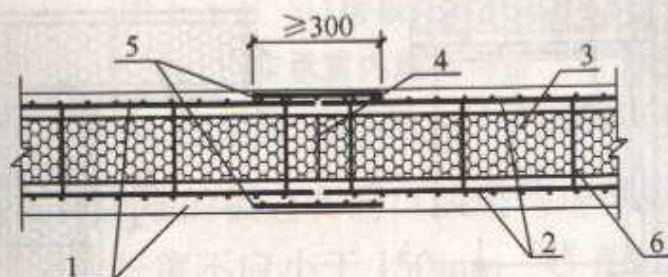


图 4.3.2-1 3D 墙板或 3D 楼板（屋面板）横向拼接

1—混凝土；2—钢丝网片；3—聚苯板；4—3D 板横向拼缝；

5—平网；6—斜插丝（间距方向）

2 3D 墙板竖向拼接时, 拼缝处双侧除各附加平网一层外, 尚应在墙板一侧钢丝网片内侧附加 1 根校平钢筋, 钢筋直径宜为 10mm, 间距宜为 500mm, 长度宜为 600mm (图 4.3.2-2)。

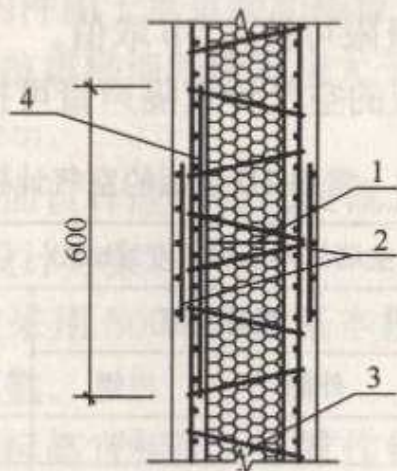


图 4.3.2-2 3D 墙板竖向拼接

1—3D 板竖向拼缝; 2—平网; 3—斜插丝
(节距方向); 4—校平钢筋

4.3.3 3D 墙板的转角处增强应符合下列规定:

- 1 L 形拼接时, 阴阳角均应附加角网 (图 4.3.3-1);
- 2 T 形拼接时, 阴角处应附加角网 (图 4.3.3-2);
- 3 十字形拼接时, 四阴角均应附加角网 (图 4.3.3-3);
- 4 附加角网应与钢丝网片绑扎连接。

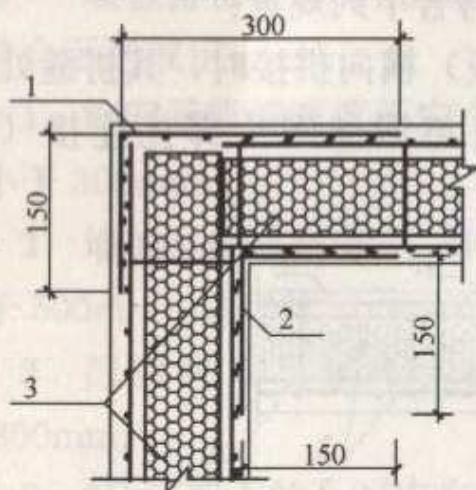


图 4.3.3-1 3D 墙板 L 形拼接

1—阳角网; 2—阴角网; 3—3D 墙板

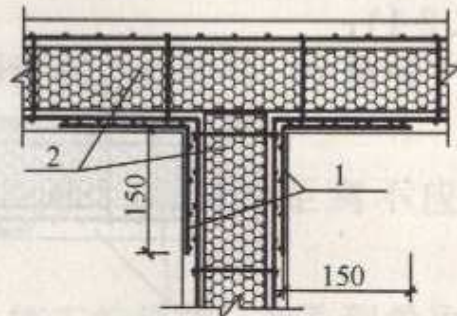


图 4.3.3-2 3D 墙板 T 形拼接

1—阴角网; 2—3D 墙板

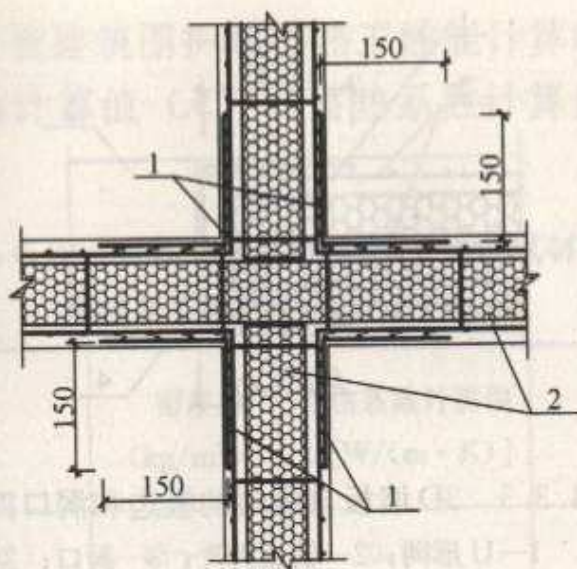


图 4.3.3-3 3D 墙板十字形拼接

1—阴角网；2—3D 墙板

4.3.4 3D 楼板（屋面板）和 3D 非承重内墙板拼接的阴角处，钢丝网片外侧均应加设阴角网（图 4.3.4）。

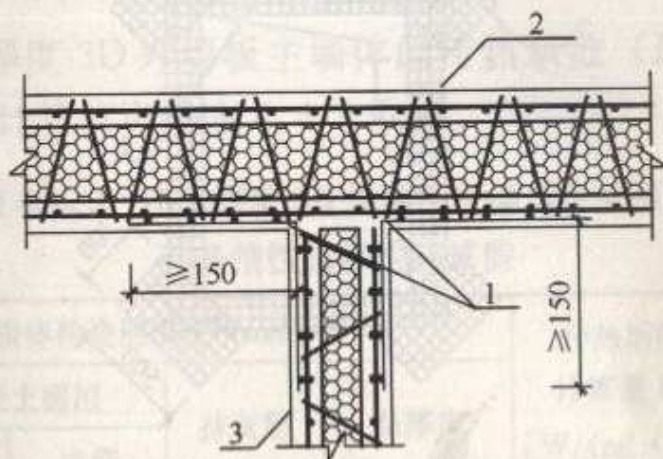


图 4.3.4 3D 楼板（屋面板）

与 3D 非承重内墙板拼接

1—阴角网；2—楼板（屋面板）；3—非承重内墙板

4.3.5 3D 墙板自由端的板边和洞口四周均应采用 U 形网包覆，且 U 形网两侧直线长度不应小于 150mm。U 形网应与钢丝网片绑扎连接，并应在角部内侧加设 2 根直径为 8mm 的纵向钢筋，喷射细石混凝土后，应形成厚度不小于 40mm 的混凝土框（图 4.3.5）。

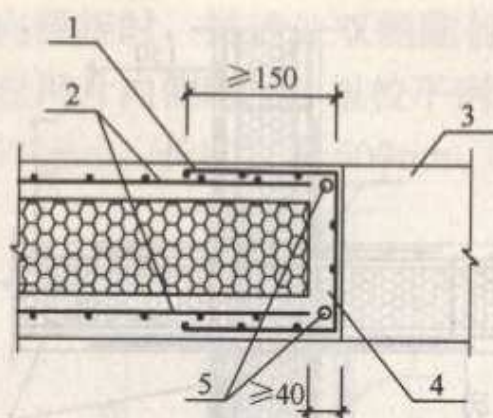


图 4.3.5 3D 墙板自由端的板边和洞口四周

1—U 形网；2—钢丝网片；3—洞口；

4—细石混凝土；5—纵向钢筋

4.3.6 3D 墙板门窗洞口角部内外两侧应按 45° 方向加贴 $300\text{mm} \times 500\text{mm}$ 的平网增强 (图 4.3.6)。

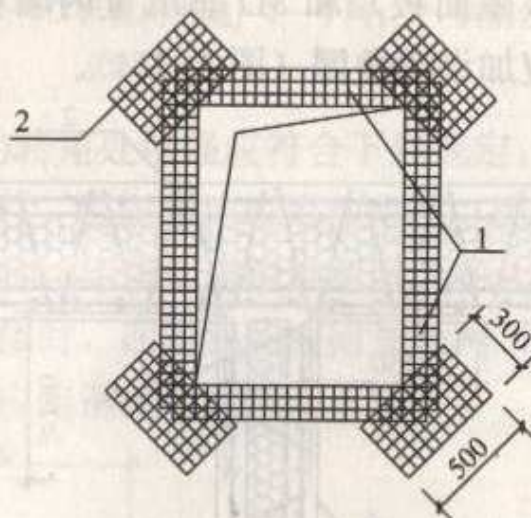


图 4.3.6 洞口角部内外侧平网增强

1—U 形网；2—平网

4.4 围护结构热工设计

4.4.1 3D 板混凝土构件用于民用建筑时，围护结构的热工性能应符合国家现行有关建筑节能设计标准的规定。聚苯板的厚度应通过对围护结构热工性能的计算确定。当不能符合国家现行有关建筑节能设计标准的规定时，应另行采取保温措施。

4.4.2 进行 3D 板建筑围护结构热工性能计算时,其主要组成材料的导热系数计算值 (λ_c) 和蓄热系数计算值 (S_c) 应按表 4.4.2 取值。

表 4.4.2 3D 板建筑围护结构主要组成材料的
导热系数和蓄热系数的计算值

组成材料	密度 (kg/m^3)	导热系数计算值 λ_c [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	蓄热系数计算值 S_c [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]
聚苯板 (有斜插丝)	18~22	0.059	0.54
面层细石混凝土	2300	1.51	15.36
圈梁钢筋混凝土	2500	1.74	17.20
抹灰砂浆	1800	0.87	10.75

4.4.3 不同厚度 3D 外墙板主墙体的传热系数 (K_p) 和热惰性指标 (D) 的计算值可按表 4.4.3 取值。

表 4.4.3 不同厚度 3D 外墙板主墙体传热系数
和热惰性指标的计算值

主墙体构造层厚度 (mm)					传热系数 计算值 K_p [W/(m ² · K)]	热惰性 计算值 D
聚苯板	混凝土面层		抹灰层	总厚度		
	外侧	内侧				
100	50	35~50	两侧各 20	225~240	0.51	2.27~2.43
	50	35~50	—	185~200	0.53~0.52	1.78~1.93
120	50	35~50	两侧各 20	245~260	0.44	2.46~2.61
	50	35~50	—	205~220	0.45~0.44	1.96~2.12

4.4.4 3D 板混凝土构件用于房屋建筑外墙时,应考虑结构性热桥的影响,并应取平均传热系数 (K_m),其计算方法应符合国家现行有关建筑节能设计标准的规定。

4.4.5 3D 内墙板的传热系数 (K) 计算值可按表 4.4.5 取值。

表 4.4.5 3D 内墙板的传热系数的计算值

墙体构造层厚度 (mm)				传热系数计算值 $K[W/(m^2 \cdot K)]$	备 注
聚苯板	混凝土面层	抹灰层	总厚度		
70	两侧各 45	两侧各 20	200	0.66	用于承重内墙
	两侧各 45	—	160	0.68	
100	两侧各 45	两侧各 20	230	0.50	
	两侧各 45	—	190	0.51	
50	两侧各 35	两侧各 20	160	0.86	用于非承重内墙
	两侧各 35	—	120	0.90	

4.4.6 3D 楼板 (屋面板) 的传热系数 (K) 和热惰性指标 (D) 的计算值可按表 4.4.6 取值。

表 4.4.6 3D 楼板 (屋面板) 的传热系数和热惰性指标的计算值

楼板（屋面板）构造层厚度（mm）				传热系数计算值 $K [W/ (m^2 \cdot K)]$		热惰性指标 计算值 D （用于屋面板）
聚苯板	混凝土面层		总厚度	用于 楼板	用于 屋面板	
	上侧	下侧				
70	50	45	165	0.68	0.72	1.61
100	50	45	195	0.51	0.52	1.88
120	50	45	215	0.43	0.45	2.07

4.4.7 3D 板外墙与屋面热桥部位在冬季的内表面温度不应低于室内空气露点温度。当低于室内空气露点温度时, 应对热桥部位采取附加保温措施。

5 结构构造

5.1 连接节点构造

5.1.1 3D外墙板、3D承重内墙板与基础的连接应采用双面预留插筋的方法，钢筋直径不应小于 10mm，间距不应大于 500mm，长度不应小于 850mm，其埋入基础的深度不得小于 250mm。

插筋应设在钢丝网片内侧，并应与钢丝网片绑扎连接。墙板底部与基础之间应有厚度不小于 40mm 的细石混凝土垫层（图 5.1.1）。

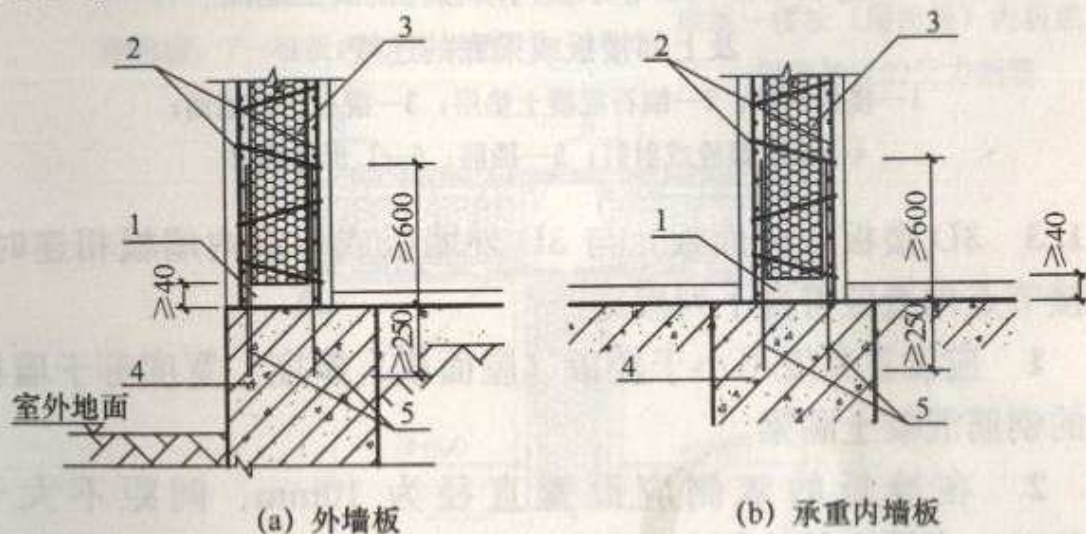


图 5.1.1 3D 墙板与基础的连接

1—细石混凝土垫层；2—钢丝网片；3—聚苯板；4—基础；5—插筋

5.1.2 3D 非承重内墙板与钢筋混凝土地面及上部钢筋混凝土楼板或梁底的连接，可采用单排插筋，且插筋的直径、间距、长度、埋入深度等应符合本规程第 5.1.1 条的规定，也可采用 L 形连接件连接。L 形连接件设置的间距不宜大于 500mm，并应用 M8×70 膨胀螺栓或射钉固定在连接部位的混凝土中。L 形连接件与墙板侧边贴合的部位可采用现场打孔的方法，用镀锌铁丝

与钢丝网片绑扎连接（图 5.1.2）。

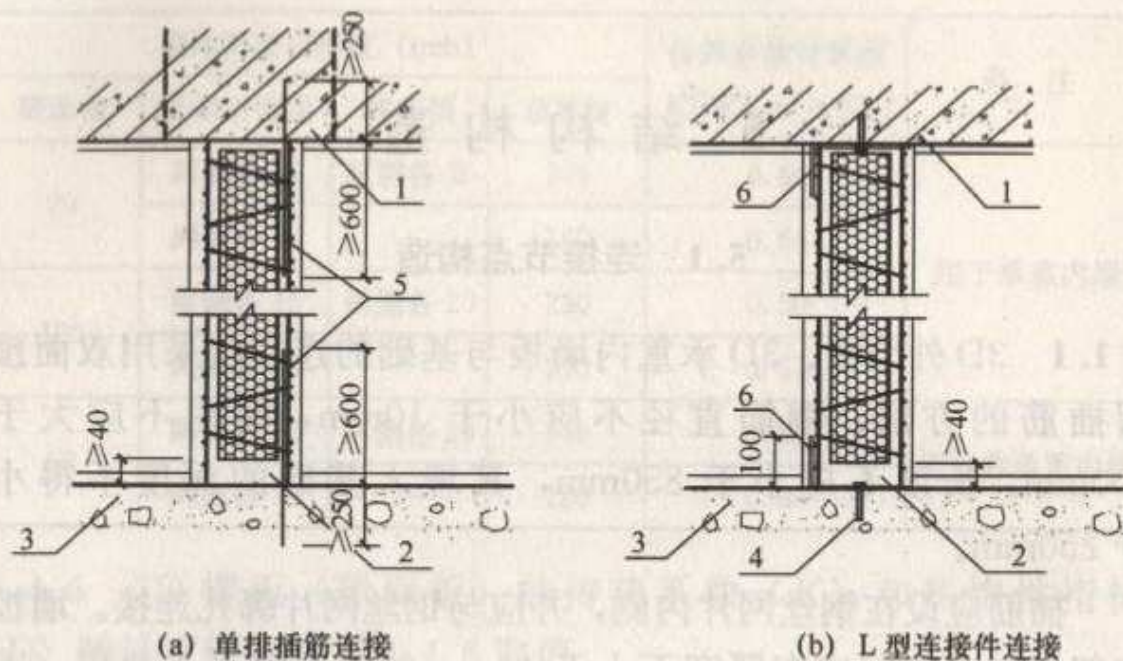


图 5.1.2 3D 非承重内墙板与混凝土地面
及上部楼板或梁底的连接

1—楼板或梁；2—细石混凝土垫层；3—混凝土楼地面；
4—膨胀螺栓或射钉；5—插筋；6—L 形连接件

5.1.3 3D 楼板（屋面板）与 3D 外墙板或承重内墙板相连时，连接节点构造应符合下列规定：

1 应设置高度不小于楼板（屋面板）厚度、宽度等于墙板厚的钢筋混凝土圈梁。

2 在墙板的两侧应设置直径为 10mm、间距不大于 500mm、自圈梁外边伸入墙板长度不小于 400mm 的竖向连接钢筋（图 5.1.3-1、图 5.1.3-2）。当楼板（屋面板）以上无墙板时，该墙板竖向连接钢筋应改为 U 形钢筋（图 5.1.3-3）。

3 在楼板顶面和底面应设置直径为 10mm、间距不大于 200mm、自圈梁外边伸入楼板长度不小于 600mm 的水平连接钢筋（图 5.1.3-2、图 5.1.3-3）；当仅墙板一侧有楼板（屋面板）时，该楼板（屋面板）水平连接钢筋应改为 U 形钢筋（图 5.1.3-1）。

4 当 3D 楼板（屋面板）底部加设受力钢筋时，受力钢筋应伸入混凝土圈梁（图 5.1.3-1、图 5.1.3-2、图 5.1.3-3）。

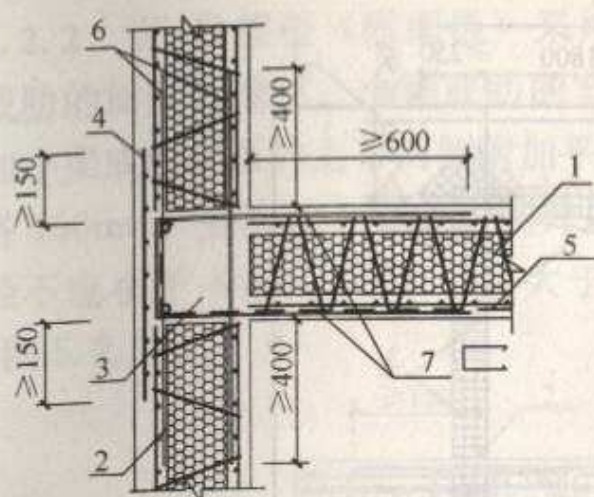


图 5.1.3-1 3D 楼板 (屋面板)
与 3D 外墙板连接

1—楼板 (屋面板); 2—墙板;
3—圈梁; 4—平网; 5—楼板内
加设的受力钢筋; 6—墙板内连
接钢筋; 7—楼板内 U 形钢筋

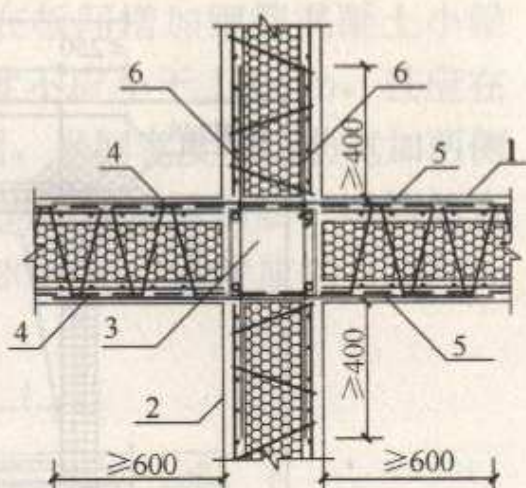


图 5.1.3-2 3D 楼板与 3D
承重内墙板连接

1—楼板; 2—承重墙; 3—圈梁;
4—平网; 5—楼板 (屋面板) 内
连接钢筋; 6—墙板内连接钢筋;
虚线—楼板 (屋面板) 内板底及
板顶加设的受力钢筋

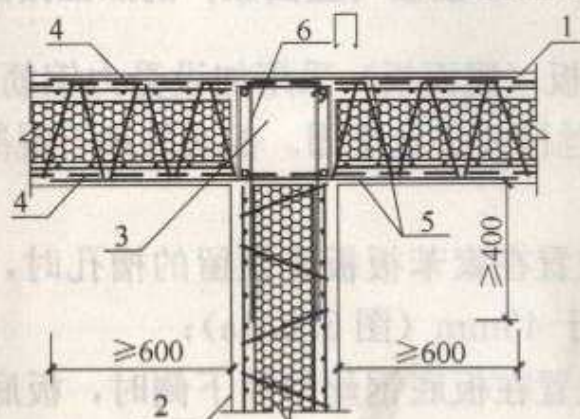


图 5.1.3-3 3D 楼板 (屋面板) 与
3D 承重内墙板连接 (上部无承重墙)

1—楼板 (屋面板); 2—承重墙; 3—圈梁;
4—楼板 (屋面板) 内板底及板顶加设的受力钢筋;
5—楼板 (屋面板) 连接钢筋; 6—墙板内 U 形连接钢筋

5.1.4 3D 非承重墙板洞口宽度小于或等于 1800mm 时, 洞顶可采用横放 3D 板作过梁, 两侧上下应各附加不小于 $2\phi 8$ 钢筋, 钢筋间距应大于或等于 300mm, 两侧搁置长度应大于或等于 250mm (图 5.1.4)。

3D 承重墙板洞口和宽度大于 1800mm 的 3D 非承重墙板洞

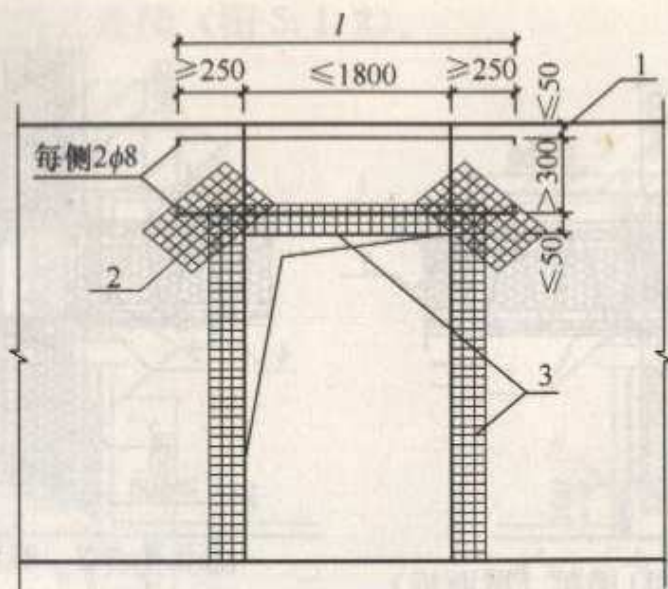


图 5.1.4 3D 墙板洞口过梁

1—结构底；2—平网；3—U 形网

口的钢筋混凝土过梁，其设计应符合本规程附录 B 的规定。

5.2 3D 楼板（屋面板）的加强措施

5.2.1 当 3D 楼板（屋面板）采用加设受力钢筋作加强措施时，受力钢筋应与钢丝网片绑扎牢固。板底的细石混凝土厚度应符合下列规定：

1 当钢筋放置在聚苯板板底预留的槽孔时，板底的细石混凝土厚度不应小于 45mm（图 5.2.1a）；

2 当钢筋放置在板底钢丝网片下侧时，板底的细石混凝土厚度不应小于 50mm（图 5.2.1b）。

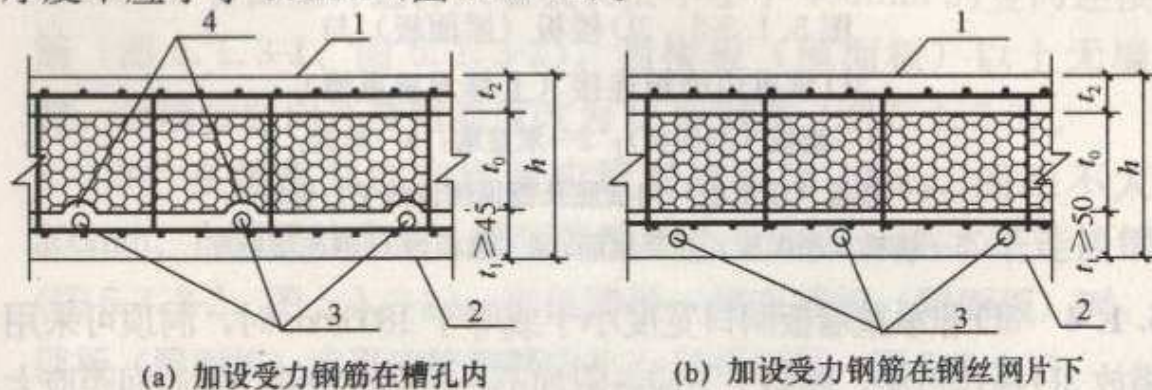


图 5.2.1 3D 楼板（屋面板）加设受力钢筋的设置

1—楼板（屋面板）面；2—楼板（屋面板）底；
3—加设的受力钢筋；4—聚苯板预留钢筋槽孔

5.2.2 当3D楼板（屋面板）采用在板间增加钢筋混凝土小梁或肋的加强措施时，小梁或肋的宽度不应小于100mm，且应在加小梁或肋处板的上下两侧附加平网，平网宽度应为肋宽加两侧各150mm，并应在上下钢丝网片内侧附加连接钢筋，钢筋的直径不应小于8mm，间距不应大于200mm，长度应为1000mm（图5.2.2）。

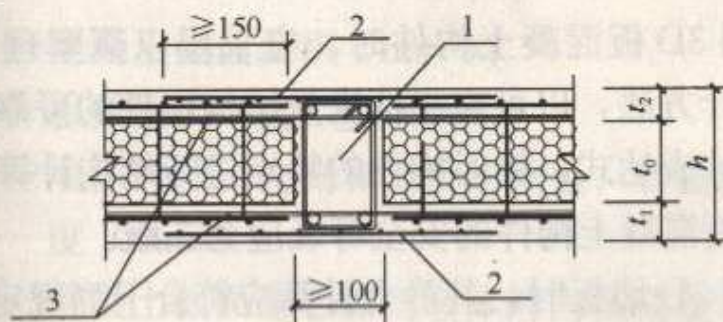


图 5.2.2 3D 楼板（屋面板）间增加钢筋混凝土小梁或肋的构造

1—钢筋混凝土小梁或肋；2—平网；3—附加连接钢筋

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 采用 3D 板混凝土构件时,应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,以可靠指标度量结构构件的可靠度,采用分项系数的设计表达式,针对构件的特点进行结构计算。

6.1.2 3D 板混凝土构件的安全等级应为二级。

6.1.3 采用 3D 墙板时,其静力计算应符合下列规定:

1 在竖向荷载作用下,构件在每层高度范围内,可近似地视作两端铰支的竖向受压构件;在水平荷载作用下,可视为竖向受弯构件;

2 对本层的竖向荷载,应考虑对墙板的实际偏心影响,可取圈梁宽度(墙宽)的 10% 作为其偏心距。由上一楼层传来的竖向荷载,可视为作用于上一楼层的墙板截面重心处。本层墙板内的偏心距应按直线变化考虑。

6.1.4 3D 板混凝土构件的正截面承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算中,其截面应按翼缘宽度为 b 、腹板(以斜插丝与网片组成的桁架)宽度取为 0 的连体 I 形截面钢筋混凝土构件考虑(图 6.1.4)。

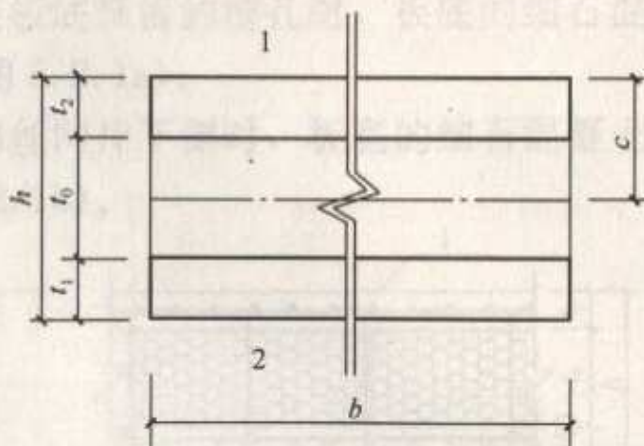


图 6.1.4 3D 板混凝土构件计算截面
1—内侧(内墙)或顶面(楼板、屋面板);
2—外侧(外墙)或底面(楼板、屋面板)

3D 板混凝土构件的截面常数可根据其规格,按下列公式计算:

$$A = b(t_1 + t_2) \quad (6.1.4-1)$$

$$c = [t_2^2/2 + t_1(h - t_1/2)]/(t_1 + t_2) \quad (6.1.4-2)$$

$$I = b[(t_1^3 + t_2^3)/12 + t_1(h - c - t_1/2)^2 + t_2(c - t_2/2)^2] \quad (6.1.4-3)$$

$$i = \sqrt{I/A} \quad (6.1.4-4)$$

$$h = t_1 + t_0 + t_2 \quad (6.1.4-5)$$

式中：A——混凝土截面面积 (mm²)；

b——板截面长（宽）度 (mm)；

t₁、t₂——墙体的外、内侧和楼板的顶板、底板的混凝土层厚度 (mm)；

c——混凝土截面重心轴到墙体的内侧或楼板的顶板外边的尺寸 (mm)；

I——对重心轴的截面惯性矩 (mm⁴)；

i——对重心轴的截面回转半径 (mm)；

t₀——聚苯板厚度 (mm)；

h——板的总厚度 (mm)。

6.1.5 3D板混凝土构件的正截面承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算应符合下列基本假定（图 6.1.5）：

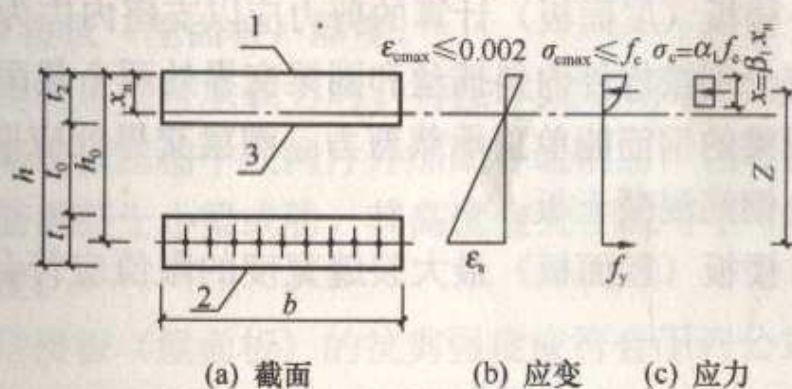


图 6.1.5 3D板混凝土构件正截面的混凝土和钢筋的应变与应力

1—楼板（屋面板）顶面；2—楼板（屋面板）底面；3—中和轴

1 截面应变保持平面。

2 不考虑混凝土的抗拉强度。

3 混凝土受压时, 应力与应变关系应符合下列公式规定:

当 $\epsilon_c \leq \epsilon_0$ 时,

$$\sigma_c = f_c (\epsilon_c / \epsilon_0) [2 - (\epsilon_c / \epsilon_0)] \quad (6.1.5)$$

式中: σ_c ——混凝土压应变为 ϵ_c 时的混凝土压应力;

f_c ——混凝土抗压强度设计值;

ϵ_c ——混凝土压应变;

ϵ_0 ——混凝土压应力刚达到 f_c 时的混凝土压应变, 取为 0.002。

受压混凝土的最大压应变 (ϵ_{cmax}) 不得大于 ϵ_0 。

4 纵向钢筋的应力取钢筋应变 (ϵ_s) 与其弹性模量 (E_s) 的乘积, 其绝对值不应大于其相应的强度设计值。纵向受拉钢筋的极限拉应变应取 0.01。

6.1.6 3D 板混凝土受弯构件应按单向、单筋截面设计。

6.1.7 3D 板混凝土受弯构件正截面受压区混凝土的应力图形可简化为等效的矩形应力图, 且其高度 (x) 应取按截面应变保持平面的假定的中和轴高度 x_n 乘以系数 β_1 , 其应力值应取混凝土轴心抗压强度设计值 f_c 乘以系数 α_1 。系数 α_1 和 β_1 应根据实际的 ϵ_{cmax} 按本规程附录 C 表 C.0.1 确定。

6.1.8 3D 楼板 (屋面板) 计算的剪力应以支座内边为准。其受剪承载力应分别按构件内斜插丝和圈梁交界处两个截面验算, 并使伸入圈梁的钢筋能单独承载剪力。圈梁交界处应取 t_1 、 t_2 两者中较薄的钢筋混凝土板。

6.1.9 3D 楼板 (屋面板) 最大裂缝宽度的限值应符合表 6.1.9 的规定。

表 6.1.9 3D 楼板 (屋面板) 最大裂缝宽度的限值 (mm)

情 况	板	小梁或突出板底的肋
一般情况	0.2	0.3
对处于年平均相对湿度小于 60% 地区	0.3	0.4

6.1.10 3D 楼板 (屋面板) 最大挠度限值应为计算跨度 (l) 的 1/200。

6.1.11 承重 3D 墙板应根据墙体受力情况分别按轴心受压和平面外偏心受压构件作承载力计算。偏心受压构件的受压合力作用点应控制在构件截面之内。构件应按两翼缘均受压或仅一翼缘受压的实际应力情况计算。

6.1.12 在水平荷载作用下的非承重 3D 墙板宜按受弯构件和支座处受剪节点作承载力计算。

6.1.13 3D 板混凝土构件间所有连接均应通过圈梁。圈梁的截面高度不应小于楼板（屋面板）厚度且不应小于 150mm，截面宽度不应小于墙板厚度。最小纵筋应为 $4\phi 12$ ，最小箍筋应为 $\phi 6 @ 200$ 。

6.1.14 3D 墙板的房屋的抗震计算可按本规程附录 D，采用底部剪力法进行计算。

6.2 3D 楼板（屋面板）计算

6.2.1 3D 楼板（屋面板）应按单向、单筋截面的简支板或连续板计算。

当不能满足抗剪承载力时，可按本规程附录 A 表 A.2.1 的方法，在聚苯板间另加现浇钢筋混凝土小梁或肋，其高度应大于或等于 3D 楼板（屋面板）厚度。

当不能满足抗弯承载力时，可按本规程附录 A 表 A.2.2 的方法在聚苯板预留槽中或网片外加配普通钢筋，也可在聚苯板缝间另加钢筋混凝土小梁或肋，其高度应大于或等于 3D 楼板（屋面板）厚度。

6.2.2 3D 楼板（屋面板）的抗剪强度应符合下列公式：

$$V \leqslant \nu f_y A_{ss} b \cos \alpha / a_1 \quad (6.2.2)$$

式中：V——支座内边处的剪力设计值（N）；

ν ——抗剪强度折减系数：由斜插丝的长细比（自由长度取 1.05 倍斜插丝位于混凝土间的净空长度、计算长度系数 μ 取 0.70）按本规程附录 C 的表 C.0.2 查稳定系数 φ ；当 $\varphi > 0.55$ 时 ν 取 0.55，否则取 ν

$=\varphi$; 常用规格的 ν 值及 $\nu f_y A_{ss} \cos \alpha$ 值可按本规程附录 C 的表 C.0.3 取值;

f_y ——斜插丝抗拉及抗压强度设计值 (取 320N/mm^2);

A_{ss} ——斜插丝截面积 (mm^2);

b ——板截面宽度 (mm);

α ——斜插丝与垂直线 (即 V 的作用方向) 的夹角 (图 6.2.2);

a_4 ——斜插丝组成的钢骨架的间距 (mm)。

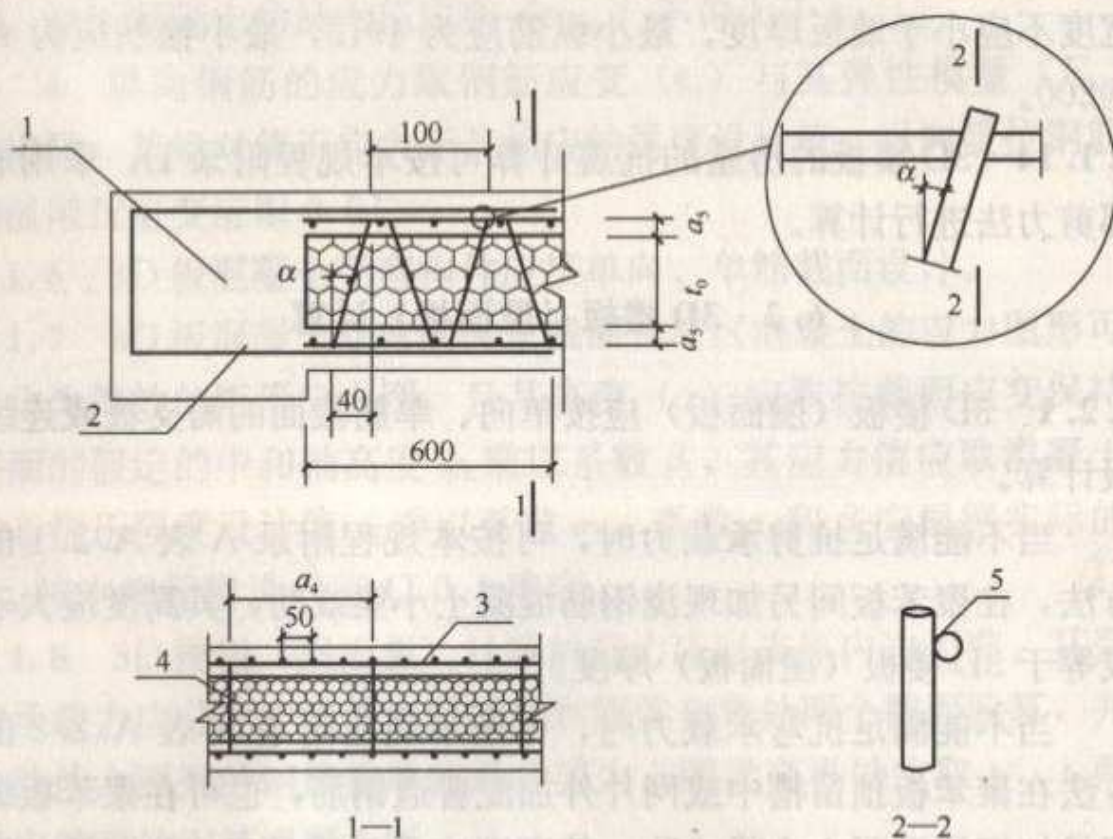


图 6.2.2 斜插丝钢骨架

1—圈梁; 2—附加钢筋 $\phi 8@200$; 3—钢丝网片; 4—斜插丝; 5—焊接点

6.2.3 3D 楼板 (屋面板) 正截面受弯承载力计算应按下列公式确定:

$$M \leq A_s f_y z \quad (6.2.3-1)$$

$$x_n = A_s f_y / (b \beta_1 \alpha_1 f_c) \quad (6.2.3-2)$$

$$z = h_0 - x/2 = h_0 - \beta_1 x_n / 2 \quad (6.2.3-3)$$

式中: M ——弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$);

A_s ——受拉区纵向网片的截面面积 (mm^2);

f_y ——网片的抗拉强度设计值 (N/mm^2);

h_0 ——截面有效高度 (mm), 取 $h_0 = t_2 + t_0 + 20$ (mm);

x_n ——按截面应变保持平面的假定所确定的中和轴高度;

z ——纵向受拉网片 A_s 合力至混凝土受压区合力点之间的距离 (mm);

α_1, β_1 ——根据 $(A_s f_y) / (b f_c h_0)$ 按本规程附录 C 表 C.0.1 查得;

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值 (N/mm^2);

b ——板截面宽度 (mm);

t_2 ——受压侧混凝土的厚度 (mm);

t_0 ——聚苯板的厚度 (mm)。

6.2.4 当采取加配普通钢筋的加强措施时, 3D 楼板 (屋面板) 正截面受弯承载力应按下列公式确定:

$$M \leq A_s f_y z + A_{s1} f_{y1} z_1 \quad (6.2.4-1)$$

$$x_n = (A_s f_y + A_{s1} f_{y1}) / (b \beta_1 \alpha_1 f_c) \quad (6.2.4-2)$$

$$z = h_0 - x/2 = h_0 - \beta_1 x_n / 2 \quad (6.2.4-3)$$

式中: A_{s1} ——受拉区纵向加配普通钢筋的截面面积 (mm^2);

f_{y1} ——加配普通钢筋的抗拉强度设计值 (N/mm^2);

z_1 ——受拉区纵向加配钢筋 A_{s1} 至混凝土受压区合力点之间的距离 (mm), 当在网片外加配普通钢筋时 $z_1 = z$, 当在聚苯板预留槽中加配普通钢筋时 $z_1 = z - 30$ 。

中和轴高度尚应符合下列条件:

$$x_n \leq 0.333 h_0 \quad (6.2.4-4)$$

$$x_n \leq t_2 \quad (6.2.4-5)$$

6.2.5 当采取在聚苯板缝间另加钢筋混凝土小梁或肋的加强措施时, 小梁或肋的受压翼缘宽度 b_1 可取 $10t_2$, 但不得大于 $l/3$ 。钢筋混凝土小梁或肋的正截面受弯承载力应按下列公式确定:

$$M_1 \leq (A_s - A_{sa}) f_y z + A_{s2} f_{y2} z_2 \quad (6.2.5-1)$$

$$x_n = [(A_s - A_{sa})f_y + A_{s2}f_{y2}]/(b\beta_1\alpha_1f_c) \quad (6.2.5-2)$$

式中： M_1 ——钢筋混凝土小梁或肋受压翼缘宽度范围内的弯矩设计值（N·mm）；

A_{s2} ——钢筋混凝土小梁或肋纵向受拉普通钢筋的截面面积（mm²）；

f_{y2} ——钢筋混凝土小梁或肋纵向受拉钢筋的抗拉强度设计值（N/mm²）；

z_2 ——纵向受拉钢筋 A_{s2} 合力至混凝土受压区合力点之间的距离（mm）；

A_{sa} ——钢筋混凝土小梁或肋受压翼缘宽度 b_1 范围外的网片的截面面积（mm²）。

中和轴高度尚应符合本规程公式(6.2.4-4)和式(6.2.4-5)的条件。

6.2.6 3D 楼板（屋面板）的最大裂缝宽度（ $w_{\max}$ ）可按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的效应，并按下列公式计算：

$$w_{\max} = 2.1\psi\sigma_{sq}(1.9a_1 + 0.08d_{eq}/\rho_{te})/E_s \quad (6.2.6-1)$$

$$\sigma_{sq} = M_q/[0.9h_0(A_s + A_{s1})] \quad (6.2.6-2)$$

$$\psi = 1.1 - 0.65f_{tk}/(\rho_{te}\sigma_{sq}) \quad (6.2.6-3)$$

$$d_{eq} = \sum n_i d_i^2 / (\sum n_i \nu_i d_i) \quad (6.2.6-4)$$

$$\rho_{te} = (A_s + A_{s1})/(bt_1) \quad (6.2.6-5)$$

式中： σ_{sq} ——按荷载准永久组合计算的纵向受拉钢筋（丝）的应力（N/mm²）；

M_q ——按荷载准永久组合计算的弯矩值（N·mm），取计算区段内的最大弯矩值；

ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋（丝）应变不均匀系数：当 $\psi < 0.2$ 时，取 $\psi = 0.2$ ；当 $\psi > 1.0$ 时，取 $\psi = 1.0$ ；

E_s ——钢筋（丝）弹性模量（ 2.0×10^5 N/mm²）；

a_1 ——最外层纵向受拉钢筋（丝）外边缘到受拉区底边的距离（mm），取 $a_1 = t_1 - 25$ ；当 $a_1 < 20$ 时，取 $a_1 = 20$ ；当 $a_1 > 65$ 时，取 $a_1 = 65$ ；

- d_{eq} ——受拉区纵向钢筋（丝）的等效直径（mm）；
 d_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋（丝）的公称直径（mm）；
 n_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋（丝）的根数；
 ν_i ——受拉区第 i 种纵向钢筋（丝）的相对粘结特性系数：光面钢筋为 0.7，带肋钢筋为 1.0；
 ρ_{te} ——按有效受拉混凝土截面面积（ bt_1 ）计算的纵向受拉钢筋（丝）配筋率；在最大裂缝宽度计算中，当 $\rho_{te} < 0.01$ 时，取 $\rho_{te} = 0.01$ 。

所求得的最大裂缝宽度不应超过本规程第 6.1.9 条规定的限值。

常用 3D 楼板（屋面板）的最大裂缝宽度验算时，可按本规程附录 C 的表 C.0.4 取值。

6.2.7 3D 楼板（屋面板）在正常使用极限状态下的挠度应按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的刚度（ B ）用结构力学方法计算。所求得的挠度计算值不应超过本规程第 6.1.10 条规定的限值。刚度（ B ）可按下列公式计算：

$$B = B_s / 2 \quad (6.2.7-1)$$

$$B_s = (E_s A_s h_0^2) / [1.15\psi + 0.2 + 6E_s A_s / (3.5E_c b t_2)] \quad (6.2.7-2)$$

式中： B_s ——荷载准永久组合作用下受弯构件的短期刚度（ N/mm^2 ）；
 E_c ——混凝土弹性模量（ N/mm^2 ）。

6.3 3D 墙板计算

6.3.1 3D 墙板的墙体计算高度（ l_0 ）应取墙体高（ H ），并应符合下列规定：

- 1 在房屋底层，应为底层楼板顶面到墙基顶面处的距离；
- 2 在房屋其他层次，应为楼板顶面或其他水平支点间的距离；
- 3 对于山墙，可取层高加山墙尖高度的 1/2。

6.3.2 3D 承重墙板的长细比（ l_0/i ）应小于等于 70。3D 非承

重墙板的长细比 (l_0/i) 应小于等于 100。

当长细比 (l_0/i) 超过限值时, 应采取加大墙厚 (或增设圈梁) 等措施。

注: i 为对重心轴的截面回转半径, 按本规程第 6.1.4 条的公式计算。

6.3.3 3D 承重墙板的受压正截面承载力计算中平面外初始偏心距 (e_i) 应按下式计算:

$$e_i = e_0 + e_a \quad (6.3.3)$$

式中: e_0 ——验算截面处总的轴向压力对截面重心的偏心距 (mm); 计算时, 上层墙传来的荷载可视为作用于上层墙截面重心处, 而本层传来的荷载可视为作用于偏离支座中心线 $0.1h$ 处;

e_a ——附加偏心距 (mm), 取 $h/8$, 但不应小于 20mm。

轴心受压 ($e_0=0$) 的 e_i 不应小于 20mm。偏心受压的 e_i 不应小于 30mm。

6.3.4 3D 承重墙板的偏心受压正截面承载力计算中轴向压力平面外偏心距综合增大系数 (η) 可按下列公式计算:

$$\eta = 0.7[1 + \zeta_c(l_0/i)^2/(8400e_i/h_0)] \quad (6.3.4-1)$$

$$\zeta_c = f_c b x_2 / N \quad (6.3.4-2)$$

式中: h_0 ——截面有效厚度 (mm), 即受拉钢丝网 (离聚苯板边 20) 至截面受压边缘的距离;

ζ_c ——偏心受压构件的截面曲率修正系数, 当 $\zeta_c > 1.0$ 时取 $\zeta_c = 1.0$ 。

6.3.5 3D 承重墙板的平面外偏心受压正截面承载力应根据截面两翼缘全部受压和一翼缘受压、一翼缘受拉两种情况 (图 6.3.5), 分别按下列公式验算翼缘 t_1 和 t_2 的承载力:

$$N_{t1} = N(h_0 - t_2/2 - e)/(h_0 - t_2/2) \quad (6.3.5-1)$$

$$N_{t2} = Ne/(h_0 - t_2/2) \quad (6.3.5-2)$$

$$e = \eta e_i + h_0 - c \quad (6.3.5-3)$$

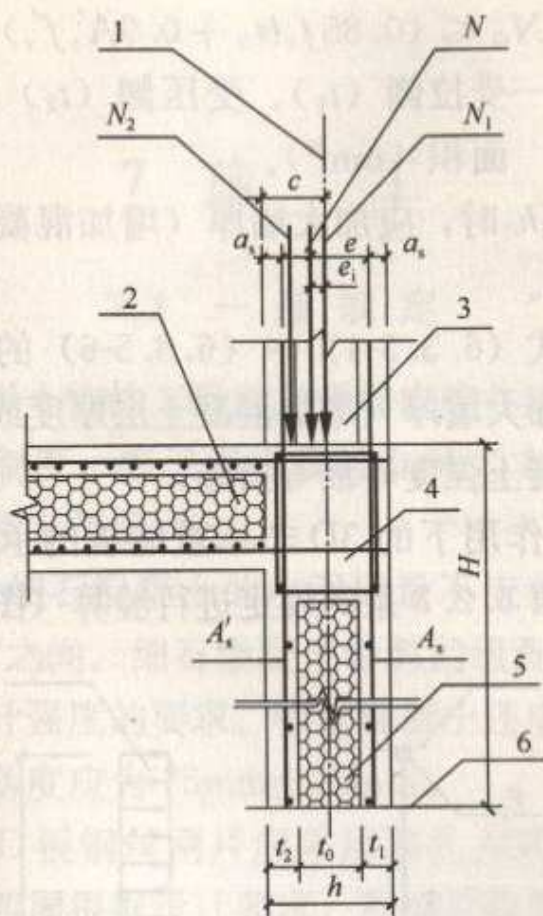


图 6.3.5 3D 墙体荷载

1—墙体截面重心线；2—楼板；3—上层墙体；

4—圈梁；5—下层墙体；6—下层楼面或基础面

N_1 —上层墙体传来的轴向力；

N_2 —本层墙体传来的轴向力

式中： N_{t1} 、 N_{t2} ——分别为翼缘 t_1 和 t_2 承受的压力(负值为拉力)；

e ——轴向压力作用点至纵向受拉钢筋(丝)合力点的距离。

当两侧均受压时 ($e < h_0 - t_2/2$)，翼缘 t_2 承受的压力应符合下式规定：

$$N_{t2} \leq (0.95f_c b t_2 + A'_s f'_y) \quad (6.3.5-4)$$

当 t_2 受压、 t_1 受拉时 ($h_0 - t_2/2 < e \leq h_0$)，翼缘 t_1 承受的拉力和翼缘 t_2 承受的压力应符合下列公式规定：

$$N_{t1} \leq 0.8A_s f_y \quad (6.3.5-5)$$

$$N_{t2} \leq (0.85f_c b t_2 + 0.9A'_s f'_y) \quad (6.3.5-6)$$

式中： A_s 、 A'_s ——受拉侧（ t_1 ）、受压侧（ t_2 ）内的纵向网片截面积（ mm^2 ）。

当不符合 $e \leq h_0$ 时，应加大墙厚（增加混凝土层厚度或改用较大厚度聚苯板）。

当不符合公式（6.3.5-4）～（6.3.5-6）的规定时，可采取加配普通钢筋、加大墙厚（增加混凝土层厚度或改用较大厚度聚苯板）或提高混凝土强度等级等措施。

6.3.6 受水平力作用下的 3D 非承重墙板的承载力，可按本规程第 6.2.2 条和第 6.2.3 条的规定进行验算（图 6.3.6）。

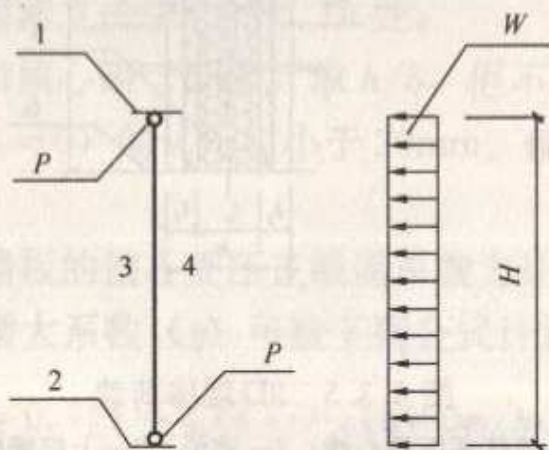


图 6.3.6 3D 非承重墙荷载

1—上层楼面或屋面；2—下层楼面或基础面；
3—户内；4—户外

6.3.7 3D 墙板的抗剪强度验算应符合下列规定：

1 出平面方向的抗剪强度验算应符合本规程第 6.2.2 条的规定。

2 平面内方向的抗剪强度应按下式验算：

$$V \leq 0.15f_c(t_1 + t_2)l_w \quad (6.3.7)$$

式中： V ——验算墙段的剪力设计值（N）；

l_w ——验算墙段的长度（mm）。

6.3.8 3D 墙板上洞口的过梁和组合过梁设计应符合本规程附录 B 的规定。

7 施 工

7.1 一 般 规 定

7.1.1 3D板混凝土构件工程施工现场应建立质量管理体系、施工质量检查验收制度。施工组织设计和施工方案,应经审查批准。施工人员应经专门培训。

7.1.2 每立方米细石混凝土的水泥用量不应超过 350kg,水灰比应在 0.5~0.6 之间。细石混凝土骨料的级配和混凝土配合比应满足混凝土设计强度的要求。喷射混凝土还应满足可泵性、和易性的要求,坍落度应为 75mm±10mm。

7.1.3 平网与 3D板钢丝网片应采用绑扎方式作可靠连接,网孔宜错开。洞口四周根据设计要求,可加设钢筋。

7.1.4 在面层施工前,应检查附加钢丝网片和钢筋以及预埋管线、预埋件的位置、数量,并应符合设计要求。

7.1.5 面层喷射混凝土及其厚度应符合国家现行有关标准的规定和设计要求。面层施工时,混凝土应密实、与聚苯板粘结牢固,无脱层、空鼓现象。

7.1.6 施工期间应防止板面受碰撞振动。

7.1.7 常温下面层混凝土完成后,养护期不得少于 7d,前 3d 喷水时间间隔不应大于 3h,后 4d 每天喷水不应少于 2 次。平均气温低于 5℃时,宜采用塑料布覆盖或其他保温保湿养护措施。

7.1.8 冬期和雨期施工时,应根据当地气候条件编制季节性施工方案。冬期施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的有关规定。

7.1.9 混凝土施工时应按有关规定留置标养及同条件养护试块。

7.1.10 3D板混凝土构件工程的施工宜按下列程序进行(图 7.1.10)。

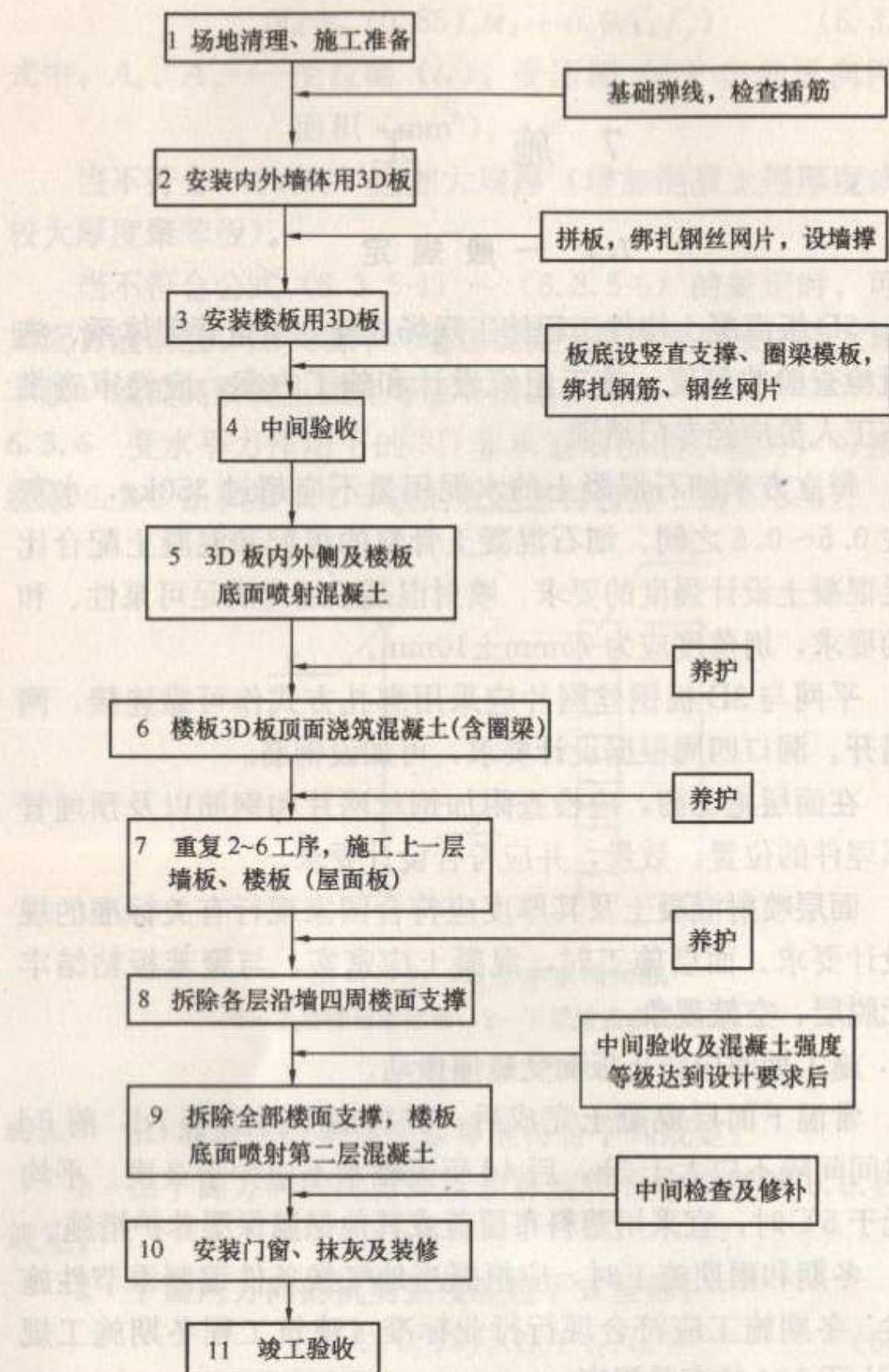


图 7.1.10 3D 板混凝土构件工程施工程序

注：当仅用 3D 墙板或楼板的一种构件时，相关程序可简化。

7.2 施工准备

7.2.1 施工前应根据设计要求和现场情况编制施工方案, 并应向施工人员交底。

7.2.2 3D板进场后应水平堆放在坚实、平整、干燥的场地上。顶部应加防雨遮盖。

7.2.3 3D板的堆放和施工现场应符合现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720 的规定。

7.2.4 施工前应绘制建筑施工排板图, 对不同尺寸、形状的板材进行编号。排板应减少拼缝和规格。

7.2.5 对3D板的裁剪和加工, 应根据排板图要求进行, 并根据编号和就位顺序分别堆放。

7.2.6 施工机具设备应在施工前进行调试。

7.3 混凝土层施工

7.3.1 对于3D墙板和3D楼板(屋面板)的混凝土层, 楼板(屋面板)的面层应为现浇混凝土, 墙面和楼板(屋面板)的底面的第一层混凝土应采用喷射混凝土。当具有手工抹灰经验且能保证混凝土面层质量时, 墙面和楼板(屋面板)的底面的第二层混凝土也可采用手工抹灰。

7.3.2 喷射混凝土宜采用湿喷, 也可采用干喷。当采用干喷时, 应控制水灰比。当施工过程不能控制水灰比时, 不应采用干喷工艺。

7.3.3 喷射混凝土时压缩机的选用, 应与混凝土喷浆泵的使用说明一致。喷射混凝土时的技术参数应符合表7.3.3的规定。

表 7.3.3 喷射混凝土时的技术参数

喷嘴直径 (mm)	气压 (bar)	效率 (m ³ /min)
40	6	3
50	6	5

7.4 3D 墙板施工

7.4.1 墙体 3D 板的安装应根据排板图进行,并应符合下列规定:

1 安装墙板前,应复核和校正基面标高、预埋插筋的位置、数量、伸出长度,并应符合设计要求;

2 墙板应从墙身转角处开始安装,插筋与 3D 板钢丝网片之间应采用绑扎连接;

3 3D 板拼缝处的钢丝网和聚苯板之间应插入 $\phi 10$ 、长度不小于 600mm、间距不大于 500mm 的校平钢筋,且应为 HRB335 级带肋钢筋。应检查、校正墙板垂直度。

7.4.2 3D 墙板之间连接或拼缝处应附加增强网,门窗开口处应增设 U 形网和 45 度斜向平网。增强网应与 3D 板钢丝网片绑扎连接。

7.4.3 管线应布置在 3D 板的钢丝网和聚苯板之间。对直径超过 15mm 的管线,应根据管线走向,在聚苯板上预先开管线槽。当管线安装需剪断局部钢丝网时,断口处应用平网加固。

7.4.4 安装墙体 3D 板时,应加墙撑,墙撑高度应大于或等于 3D 板高度的 $2/3$ 。墙板喷射混凝土前,3D 板的另一侧应加支撑。墙撑的拆除应在 3D 板两侧第一层喷射混凝土养护强度达到本规程第 7.4.5 条规定后才能进行。

7.4.5 细石混凝土面层采用喷射混凝土工艺时,每次分层完成的喷射混凝土厚度不应大于 20mm,并应待第一层施工混凝土强度达到 1.2MPa 后再喷墙板另一侧细石混凝土,依次再喷射另一侧第二层混凝土,直至设计厚度,然后用刮尺校准刮平、打毛、养护。

7.4.6 当采用人工抹灰时,每次抹灰厚度宜为 15mm~25mm。

7.4.7 预埋管线、预埋件部位的混凝土或砂浆,应密实。

7.5 3D 楼板(屋面板)施工

7.5.1 沿 3D 楼板(屋面板)跨度方向布置支撑立柱时,其间

距应经计算确定且不应大于 1.5m；支撑横梁应与板底处于同一标高，边立柱离墙距离不宜大于 0.5m。支撑系统应安全可靠。上下层楼板支撑应在同一直线上。

7.5.2 3D 楼板（屋面板）在 3D 板安装就位后，在板的拼缝处应加平网，支座处应按设计要求加连接钢筋及受力钢筋。

7.5.3 3D 楼板（屋面板）面层混凝土浇筑前，应根据设计要求预埋管线与预埋件。

7.5.4 3D 楼板（屋面板）施工过程中应随时观察支撑的牢固情况。

7.5.5 当混凝土强度达到设计强度后，可拆除其楼面支撑。

7.5.6 支撑拆除后，应及时将混凝土施工时留下的孔洞填筑密实。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 3D板混凝土构件工程施工质量验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的规定。

8.1.2 3D板混凝土构件工程可划分为钢筋、混凝土、3D板混凝土构件、现浇结构等分项工程。

8.1.3 钢筋、混凝土、现浇结构等分项工程的验收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的规定。

8.1.4 3D板混凝土构件工程中各分项工程可根据与施工方式相一致且便于控制施工质量的原则,按楼层、结构缝或施工段划分为若干检验批。

8.1.5 3D板混凝土构件工程施工质量验收应包括施工过程隐蔽验收和建筑工程竣工验收。

8.1.6 3D板混凝土构件分项工程验收时,应检查下列文件和记录:

- 1 材料的产品合格证书、性能检测报告、复试报告;
- 2 细石混凝土的配合比通知单;
- 3 细石混凝土的性能试验报告;
- 4 施工记录(包括墙体排板安装设计图、施工方案、技术交底);
- 5 施工质量控制资料(包括隐蔽工程验收单、检测记录等);
- 6 各检验批的主控项目、一般项目的验收记录;
- 7 重大技术问题的处理及设计变更文件。

8.1.7 3D板混凝土构件分项工程隐蔽工程验收应包括下列

内容:

- 1 3D墙板的轴线位置、垂直平整度及拼缝;
- 2 3D板接头和拼缝处的构造加强钢筋连接网片:平网、角网;
- 3 校平钢筋、插筋;
- 4 预埋件;
- 5 预埋管道。

8.1.8 3D板混凝土构件分项工程验收时,其主控项目应全部符合本规程的规定;一般项目应有80%及以上的抽检处符合本规程的规定,或偏差值在允许偏差范围内。

8.1.9 检验批的质量验收可按本规程附录E记录。

8.2 3D板混凝土构件分项工程

主 控 项 目

8.2.1 3D板应有产品的出厂合格证书、产品性能检测报告。进入施工现场的3D板应有材料主要性能的进场复试报告。

检查数量:按进场批次检查。

检验方法:检查相关资料。

8.2.2 3D板的表面应清洁,无明显油污,焊点区外不应有钢丝锈点,纬丝和经丝排列应垂直,不得有翘伸的钢丝挑头,斜插丝不允许有漏丝现象。焊点不得有过烧现象,漏焊点应少于2%的总焊点,靠网片板边200mm区域内的焊点不应漏焊、脱焊。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察。

8.2.3 每块3D板的芯板侧面应有出厂专用标志,并应包括厂名、产品规格、生产日期和检验合格章。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察。

8.2.4 3D板表面喷射混凝土强度等级应符合设计要求,且不应低于C20。

用于检查的混凝土试件,应在喷射混凝土地点随机抽取。取样和试件留置应符合下列规定:

1 每一工作班不超过 100m^3 的同一配合比的混凝土,取样不得少于一次;

2 每一楼层、同一配合比的混凝土,取样不得少于一次。

检验方法:检查施工日记及混凝土试块强度试验报告。

8.2.5 平网、U形网、角网、L形连接件的品种、规格、性能应符合设计要求。

抽检数量:全数检查。

检验方法:平网、U形网、角网、L形连接件的合格证书、性能试验报告。

8.2.6 平网、U形网、角网、L形连接件的设置应符合设计要求。

抽检数量:每一楼层抽20%的部位,且不少于3处。

检验方法:喷射混凝土前观察与尺量检查。

8.2.7 3D板混凝土构件之间或与其他结构构件之间的连接固定应符合设计要求,插筋、校平钢筋、附加受力钢筋等应位置正确、安装牢固。

抽检数量:每一楼层抽20%的连接部位,且不少于3处。

检验方法:喷射混凝土前观察与尺量检查。

一般项目

8.2.8 用于墙体的3D板安装就位后,应立即根据水准点和轴线校正位置,板与板之间的拼缝缝隙不得大于 1.5mm 。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,尺量。

8.2.9 3D板安装轴线位置及垂直平整度的允许偏差值应符合表8.2.9的规定。

表 8.2.9 3D 板的轴线位置及垂直平整度允许偏差 (mm)

项次	项 目	允许偏差	抽检方法
1	轴线位置	5	经纬仪和尺检查, 或用其他测量仪器检查
2	垂直度	5	用经纬仪或 2m 托线板检查
3	表面平整度	5	用 2m 靠尺检查

抽检数量: 外墙, 每 20m 抽查一处, 每处 3 延长米, 但不应少于三处, 且所有墙角必查; 内墙, 按有代表性的自然间抽查 10%, 但不应少于 3 间, 每间不应少于两处, 且所有墙角必查。

8.2.10 3D 墙板表面喷射混凝土允许偏差应符合表 8.2.10 的规定。

表 8.2.10 3D 墙板表面喷射混凝土允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差	抽检方法
喷射细石 混凝土厚度	每一层	± 2	针插和尺量检查
	总厚度	+5 0	针插和尺量检查

抽检数量: 每一面墙面不少于 5 处, 且不超过 4m^2 测一处。

检查方法: 用钢针插入和尺量检查。

8.2.11 3D 墙板的尺寸允许偏差应符合表 8.2.11 的规定。

表 8.2.11 3D 墙板的尺寸允许偏差 (mm)

项次	项 目		允许偏差	抽检方法
1	轴线位置		8	用经纬仪和尺检查, 或用其他测量仪器检查
2	垂直度	每层	8	用经纬仪或吊线、钢尺检查
		全高	$H/1000$ 且小于 30	用经纬仪、钢尺检查
3	表面平整度		8	用 2m 靠尺检查
4	预埋件中心线位置		10	用经纬仪和尺检查, 或用其他测量仪器检查
5	门窗洞口 (宽、高)		± 5	钢尺检查
6	窗口位移		20	用经纬仪和尺检查, 或用其他测量仪器检查

抽检数量：对于轴线位置、垂直度、表面平整度，外墙，每20m抽查一处，每处3延长米，且不应少于三处，且所有墙角必查；内墙，按有代表性的自然间抽查10%，且不应少于3间，每间不应少于两处且所有墙角必查。

楼板（屋面板）表面平整度按有代表性的自然间抽查10%，且不应少于3间。对于预埋件中心线位置、门窗洞口（宽、高）、窗口位移，检验批中抽检10%，且不应少于5处。

项目	允许偏差	检验方法
预埋件中心线位置	±10	拉线、钢尺
门窗洞口宽度、高度	±5	钢尺
窗口位移	±10	钢尺

项目	允许偏差	检验方法
预埋件中心线位置	±10	拉线、钢尺
门窗洞口宽度、高度	±5	钢尺
窗口位移	±10	钢尺
预埋件中心线位置	±10	拉线、钢尺
门窗洞口宽度、高度	±5	钢尺
窗口位移	±10	钢尺

附录 A 3D 板混凝土构件常用规格和增加构件承载力的方法

A.1 3D 板混凝土构件常用规格

A.1.1 3D 板混凝土构件常用规格可按表 A.1.1 采用。

表 A.1.1 3D 板混凝土构件常用规格 (mm)

3D 板混凝土构件		3D 板			细石混凝土	
		聚苯板厚度 t_0	斜插丝型号	网片	外(下)侧混凝土厚度 t_1	内(上)侧混凝土厚度 t_2
承重外墙		100、120	B-I、B-II	$\phi 3@50$	50~60	50~60
承重内墙		70、100	B-I、B-II	$\phi 3@50$	45~60	45~60
非承重外墙	强	100、120	B-I、B-II	$\phi 3@50$	50~60	45~50
	弱	100、120	A-I、A-II	$\phi 2.2@50$	50	35~50
非承重内墙		50、70	A-I、A-II	$\phi 2.2@50$	35~40	35~40
楼板或屋面板		70、100、120	B-I、B-II	$\phi 3@50$	45~50 连续板 50~80	50~80

注：1 聚苯板常用的厚度为 50、70、100、120 (mm)。如设计需要在聚苯板的槽内放置加配普通钢筋时，应在订货时对有加工条件的 3D 板加工厂提出聚苯板开槽要求：宜在厚度不小于 100mm 的聚苯板上，按设计规定的间距开不小于 20mm×20mm 的槽；

2 斜插丝型号由字母和数字组成；字母 A、B 表示材料尺寸等，罗马数字 I、II 表示根据不同的机器生产的斜插丝骨架的间距；

A-I、A-II 型用 $\phi 3$ 、节距 $a_3=200\text{mm}$ 、斜率 $a_2=60$ 、网片离聚苯板净距 $a_5=13\text{mm}$ ；

B-I、B-II 型用 $\phi 3.8$ 、节距 $a_3=100\text{mm}$ 、斜率 $a_2=40$ 、网片离聚苯板净距 $a_5=19\text{mm}$ ；

A-I 型、B-I 型的间距 $a_4=100\text{mm}$ ，即 1200mm 宽范围内设 12 道；

A-II 型、B-II 型的间距 a_4 平均 = 171.4mm，即 1200mm 宽范围内设 7 道，除两端间距 a_4 为 150mm 外，其余间距 a_4 均为 200mm；

3 常用的细石混凝土为 C20，除斜插丝型号为 A-I、A-II 的墙板最小厚度可为 35mm 外，其他构件的最小厚度为 45mm，但如设计需要在网片外侧放置加配普通钢筋时，混凝土厚度最小应为 50mm；最大厚度应根据结构及热工等设计要求，不宜超过 80mm；

4 非承重外墙分强、弱两类，强的用于高度大、受水平力大的外墙，以受弯为主。

A.1.2 常用承重 3D 墙板规格可按表 A.1.2 采用。

表 A.1.2 常用承重 3D 墙板规格

序 号	W1	W2	W3	W4	W5	W6
外 t_1 (mm)	50	60	50	60	45	45
t_0 (mm)	100		120		70	100
内 t_2 (mm)	50	60	50	60	45	45
h (mm)	200	220	220	240	160	190
A/b (mm)	100	120	100	120	90	90
c (mm)	100	110	110	120	80	95
I/b (mm ³)	583333	804000	743333	1008000	312750	488250
i (mm)	76.38	81.85	86.22	91.65	58.95	73.65
自重 (kN/m ²)	2.6	3.1	2.6	3.1	2.3	2.4

A.1.3 常用非承重 3D 墙板规格可按表 A.1.3 采用。

表 A.1.3 常用非承重 3D 墙板规格

类 型	外 墙				内 墙			
序号	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18
外 t_1 (mm)	50	50	50	60	35	40	35	40
t_0 (mm)	100	120			50		70	
内 t_2 (mm)	40	40	50	50	35	40	35	40
h (mm)	190	210	220	230	120	130	140	150
A/b (mm)	90	90	100	110	70	80	70	80
c (mm)	100.56	111.67	110	120.45	60	65	70	75
I/b (mm ³)	482972	620750	743333	863644	133583	172667	200083	252667
i (mm)	73.26	83.05	86.22	88.61	43.68	46.46	53.46	56.20
自重 (kN/m ²)	2.3	2.3	2.6	2.8	1.8	2.0	1.8	2.0

A.1.4 常用 3D 楼板（屋面板）的规格和强度可按表 A.1.4 采用。

表 A.1.4 常用 3D 楼板（屋面板）的规格和强度

序 号	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
上 t_2 (mm)	50	50	60	50	60	60	60	70	80
t_0 (mm)	70			100			120		
下 t_1 (mm)	40	50	60	50	50	60	60	60	60
h (mm)	160	170	190	200	210	220	240	250	260
h_0 (mm)	140	140	150	170	180	180	200	210	220
自重 (kN/m ²)	2.3	2.5	3.0	2.6	2.8	3.1	3.1	3.3	3.6
x_n (mm)	$\phi 3@50$	25.3	25.3	25.3	28.6	28.6	28.6	28.6	33.1
	加 $\phi 6@200$ 后	32.2	32.2	38.0	38.0	38.0	38.0	41.8	41.8
	加 $\phi 8@200$ 后	38.1	38.1	40.7	43.7	43.7	43.7	47.2	47.2
	加 $\phi 10@200$ 后	40.8	40.8	40.8	46.6	51.8	51.8	55.0	58.6
	加 $\phi 8@100$ 后	39.3	39.3	39.3	45.3	51.7	51.7	57.5	61.0
	加 $\phi 10@100$ 后	43.9	43.9	43.9	43.9	52.0	52.0	52.0	60.9
容许最大 x_n (mm)		46.7	46.7	50.0	50.0	60.0	60.0	60.0	73.3
[M] (kN-m/m)	$\phi 3@50$	5.95	5.95	6.40	7.26	7.71	7.71	8.62	9.45
	加 $\phi 6@200$ 后	10.77	10.77	11.53	13.12	13.95	13.95	15.51	17.18
	加 $\phi 8@200$ 后	14.36	14.36	15.39	17.54	18.68	18.68	20.81	23.08
	加 $\phi 10@200$ 后	20.49	20.49	22.12	25.73	26.43	26.43	29.52	32.59
	加 $\phi 8@100$ 后	22.84	22.84	24.65	27.92	29.35	29.35	32.61	36.04
	加 $\phi 10@100$ 后	34.68	34.68	37.48	43.10	45.26	45.26	50.88	55.71
[V] (kN/m)	B-I 型	18.76			16.54			12.46	
	B-II 型	10.94			9.65			7.27	

注：1 加筋 $\phi 6$ 和 $\phi 8$ 为 HPB300， $\phi 10$ 为 HRB335；

2 加筋在网片外，仅选具有代表性的 @200 和 @100 两种，实际设计中根据需要可用其他间距。

A.2 增加构件承载力的方法

A.2.1 增加构件承载力可按表 A.2.1 采用。

表 A.2.1 增加构件承载力可采取的措施

措施 承载力	增加聚苯板 厚度	增加受压区 混凝土厚度	纵向加配 普通钢筋	聚苯板间设置钢筋 混凝土小梁 (肋)
受弯	有效	单面	单面	有效
受压	有效	双面	双面	有效但一般不用
受剪	无效	无效	无效	有效

A.2.2 提高受弯构件承载力的方法可表 A.2.2 选择。

表 A.2.2 提高受弯构件承载力的方法

加配普通钢筋的位置		在聚苯板的槽内	在网片外侧
混凝土最小厚度 t_1 (mm)		40 与不加配普通钢筋一致	50 以保证足够的混凝土保护层
h_0		$t_2 + t_0 - 10$	$t_2 + t_0 + 20$
钢筋间距		限制于聚苯板开槽 的间距	根据设计要求, 不受限制
技术 经济 比较	聚苯板开槽	需找有加工条件的工厂、增加聚苯板开槽的工作	没有聚苯板开槽的工作
	混凝土用量和 自重	基本不增加	增加
	钢筋用量	因 h_0 减小而钢筋用量有所增加	虽 h_0 未减小但因自重增加而钢筋用量与左项相差不大
结论 (适用范围)		1 用于加配普通钢筋的板的数量较少时; 2 此时板底和临时支撑可不加配普通钢筋者一致	1 用于加配普通钢筋的板的数量较多时; 2 此时板底和临时支撑与不加配普通钢筋者不一致

附录 B 过梁和组合过梁

B.0.1 集中荷载 P 和墙洞的处理应符合下列规定 (图 B.0.1):

- 1 集中荷载应按 45° 扩散;
- 2 通过过梁将荷载传递到墙洞的两侧时, 可在墙洞的两侧增加钢筋。

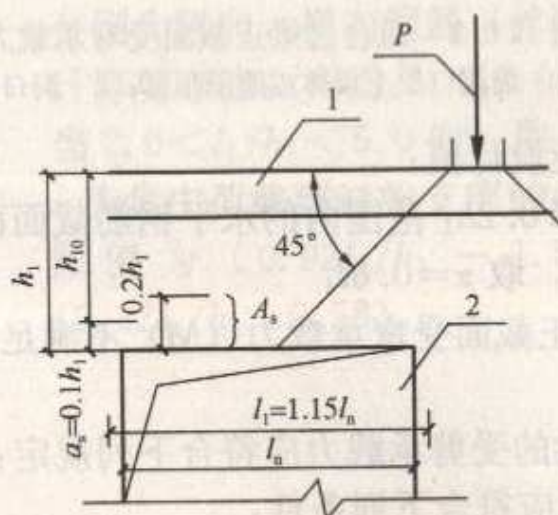


图 B.0.1 墙洞口集中荷载的处理

1—墙洞以上的墙体或圈梁的顶部; 2—洞口

B.0.2 过梁的计算应符合下列规定:

- 1 当过梁的 l_1/h_1 大于或等于 5.0 时, 可将圈梁兼作过梁, 并按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 计算;
- 2 当过梁 l_1/h_1 小于 5.0 时, 可将墙洞以上的墙体与圈梁组合为过梁, 并按本规程第 B.0.3 和 B.0.4 条计算。

注: 1 l_1 为过梁计算跨度 (mm), 取 $1.15 \times l_n$ (l_n 为过梁净跨度);

2 h_1 为墙洞以上的墙体与圈梁的总高 (mm)。

B.0.3 组合过梁正截面受弯承载力应按下列公式确定 (图 B.0.3):

$$M \leq f_y A_{s3} z \quad (\text{B.0.3-1})$$

$$z = 0.648h_1 + 0.032l_1 \quad (\text{B.0.3-2})$$

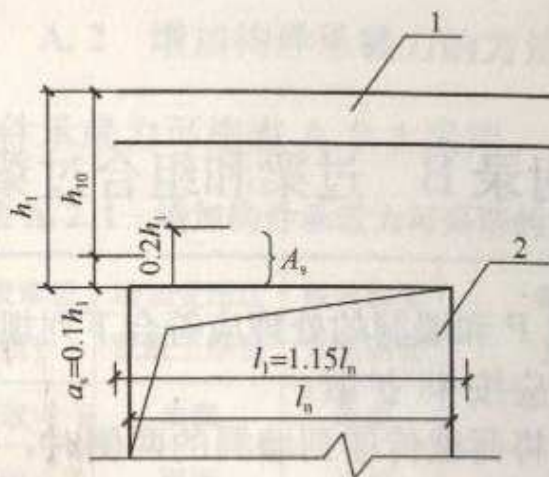


图 B.0.3 组合过梁正截面受弯承载力

1—墙洞口以上墙体或圈梁顶部；2—洞口

式中： M ——弯矩设计值；

A_{s3} ——底部 $0.2h_1$ 范围内的水平钢筋截面面积 (mm^2)。

当 $l_1 < h_1$ 时，取 $z = 0.6l_1$

当组合过梁正截面受弯承载力 (M) 不满足要求时，应增配底部受拉钢筋。

B.0.4 组合过梁的受剪承载力应符合下列规定：

1 受剪截面应符合下列条件：

1) 当 h_{10}/h 小于或等于 4 时

$$V \leq (10 + l_1/h_1) f_c (t_1 + t_2) h_{10} / 60 \quad (\text{B.0.4-1})$$

2) 当 h_{10}/h 大于或等于 6 时

$$V \leq (7 + l_1/h_1) f_c (t_1 + t_2) h_{10} / 60 \quad (\text{B.0.4-2})$$

3) 当 h_{10}/h 大于 4 且小于 6 时，按线性内插法取值。

式中： V ——构件斜截面上的最大剪力设计值 (N)。

4) 当构件斜截面上的最大剪力设计值不满足要求时，应增加构件截面。

2 要求不出现斜裂缝的组合梁，应符合下列条件：

$$V_k \leq 0.5 f_{tk} (t_1 + t_2) h_{10} \quad (\text{B.0.4-3})$$

式中： V_k ——按荷载效应的标准组合计算的剪力值 (N)；

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值 (N/mm^2)。

此时可不再进行斜截面受剪承载力计算。

3 斜截面的受剪承载力应符合下列规定：

1) 在均布荷载作用下, 应按下式确定:

$$V \leq h_{10} [0.7 f_t (8 - l_1/h_1) (t_1 + t_2) + 1.25 f_y (l_1/h_1 - 2) (A_{sv}/s_h) + (2.5 - 0.5 l_1/h_1) f_y (A_{sh}/s_v)] / 3 \quad (\text{B. 0.4-4})$$

2) 在集中荷载作用下, 应按下式确定:

$$V \leq h_{10} \{ [5.25/(\lambda + 1)] f_t (t_1 + t_2) + (l_1/h_1 - 2) f_y (A_{sv}/s_h) + (2.5 - 0.5 l_1/h_1) f_y (A_{sh}/s_v) \} / 3 \quad (\text{B. 0.4-5})$$

式中: l_1/h_1 ——跨高比, 当 $l_1/h_1 < 2.0$ 时, 取 $l_1/h_1 = 2.0$;

A_{sv} 、 A_{sh} ——分别为竖向、横向钢筋(丝)全部截面面积(mm^2);

s_v 、 s_h ——分别为竖向、横向钢筋(丝)的间距(mm);

λ ——计算剪跨比, 当 $l_1/h_1 \leq 2.0$ 时, 取 $\lambda = 0.25$;

当 $2.0 < l_1/h_1 < 5.0$ 时, 取 $\lambda = a/h_{10}$, 其中, a 为集中荷载到过梁支座的水平距离; λ 的上限值为 $(0.92 l_1/h_1 - 1.58)$, 下限值为 $(0.42 l_1/h_1 - 0.58)$ 。

附录 C 结构设计计算用表

C.0.1 受压混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值的比值 (α_1) 和混凝土矩形应力图受压区高度与中和轴高度 (中和轴到受压区边缘的距离) 的比值 (β_1) 应按表 C.0.1 取值。

表 C.0.1 α_1 和 β_1

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
ϵ_{cmax}	0.002	0.0015	0.0012	0.0010	0.00085	0.00075	0.0007	0.00065
$\Sigma(A_s f_y) / (b f_c h_0)$	≥ 0.1961	0.1654	0.1405	0.1225	0.1069	0.0965	0.0883	0.0785
β_1	0.7500	0.7222	0.7083	0.7000	0.6941	0.6904	0.6887	0.6870
α_1	0.8889	0.7788	0.6776	0.5952	0.5256	0.4752	0.4489	0.4218
序号	9	10	11	12	13	14	15	—
ϵ_{cmax}	0.0006	0.00055	0.0005	0.00045	0.0004	0.00035	0.0003	—
$\Sigma(A_s f_y) / (b f_c h_0)$	0.0692	0.0605	0.0521	0.0440	0.0363	0.0290	0.0223	—
β_1	0.6852	0.6836	0.6818	0.6800	0.6786	0.6772	0.6754	—
α_1	0.3941	0.3654	0.3361	0.3060	0.2751	0.2434	0.2110	—

- 注: 1 算出 $\Sigma(A_s f_y) / (b f_c h_0)$;
 2 在 $\Sigma(A_s f_y) / (b f_c h_0)$ 行中找到大于等于该值的最接近的一列;
 3 在该列的 β_1 行中查得 β_1 ;
 4 在该列的 α_1 行中查得 α_1 。

C.0.2 稳定系数(φ)应按表 C.0.2 取值。

表 C.0.2 稳定系数 φ

λ_K	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
110	>0.550	0.550	0.548	0.541	0.534	0.527	0.520	0.514	0.507	0.500
120	0.494	0.488	0.481	0.475	0.469	0.463	0.457	0.451	0.445	0.440

续表 C.0.2

λ_K	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
130	0.434	0.429	0.423	0.418	0.412	0.407	0.402	0.397	0.392	0.387
140	0.383	0.378	0.373	0.369	0.364	0.360	0.356	0.351	0.347	0.343
150	0.339	0.335	0.331	0.327	0.323	0.320	0.316	0.312	0.309	0.305
160	0.302	0.298	0.295	0.292	0.289	0.285	0.282	0.279	0.276	0.273
170	0.270	0.267	0.264	0.262	0.259	0.256	0.253	0.251	0.248	0.246
180	0.243	0.241	0.238	0.236	0.233	0.231	0.229	0.226	0.224	0.222
190	0.220	0.218	0.215	0.213	0.211	0.209	0.207	0.205	0.203	0.201
200	0.199	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：表中 $\lambda_K = \lambda \sqrt{(f_{stk}/235)}$

C.0.3 ν 和 $\nu f_y A_{ss} \cos \alpha$ 应按表 C.0.3 取值。

表 C.0.3 ν 和 $\nu f_y A_{ss} \cos \alpha$

t_0 (mm)	50		70		100		120	
	ν	$\nu f_y A_{ss} \cos \alpha$ (kN)	ν	$\nu f_y A_{ss} \cos \alpha$ (kN)	ν	$\nu f_y A_{ss} \cos \alpha$ (kN)	ν	$\nu f_y A_{ss} \cos \alpha$ (kN)
A 型斜插丝	0.550	0.991	0.476	0.921	0.284	0.582	0.211	0.443
B 型斜插丝	0.550	1.824	0.550	1.876	0.474	1.654	0.354	1.246

C.0.4 常用 3D 楼板(屋面板)的最大裂缝宽度验算时,可按表 C.0.4 取值。

表 C.0.4 常用 3D 楼板(屋面板)最大裂缝宽度验算取值

纵向受拉钢丝 A_s (mm ² /m)	$\phi 3@50$ 141.5	$\phi 3@50$ 141.5	$\phi 3@50$ 141.5	$\phi 3@50$ 141.5	$\phi 3@50$ 141.5	$\phi 3@50$ 141.5
加纵向受拉钢筋 A_{sl} (mm ² /m)	—	$\phi 6@200$ 141.5	$\phi 8@200$ 251.5	$\phi 10@200$ 392.5	$\phi 8@100$ 503	$\phi 10@100$ 785
$A_s + A_{sl}$ (mm ² /m)	141.5	283	393	534	644.5	926.5
d_{eq} (mm)	3/0.7= 4.2857	4/0.7= 5.7143	5/0.7= 7.1429	136/(0.7 ×22) =8.8312	82/(0.7 ×14) =8.3673	118/(0.7 ×16) =10.5357
0.08 d_{eq} (mm)	0.3429	0.4571	0.5714	0.7065	0.6694	0.8429

续表 C.0.4

t_1 (mm)	a_1 (mm)	$1.9a_1$ (mm)	$1/\rho_{te}$	$1/\rho_{te}$	$1/\rho_{te}$	$1/\rho_{te}$	$1/\rho_{te}$	$1/\rho_{te}$
40	20	38	100	100 *	100 *	74.91 *	—	—
50	25	47.5	100	100	100	93.63	77.58	53.97
60	35	66.5	100	100	100	100	93.10	64.76
70	45	85.5	100	100	100	100	100	75.55
80	55	104.5	100	100	100	100	100	86.35

注：1 当需验算裂缝宽度时，可根据纵向受拉钢筋（丝）和 t_1 查表列各数据代入本规程（6.2.4-1）～（6.2.4-5）式求出结果；

2 * 指仅用于加筋放在聚苯板的槽内者。

附录 D 抗震计算要点

D.0.1 3D 板混凝土构件房屋的抗震计算可采用底部剪力法进行计算，各楼层可仅取一个自由度，结构的水平地震作用标准值，应按下列公式计算（图 D.0.1）：

$$F_{Ek} = \alpha_E G_{eq} \quad (D.0.1-1)$$

$$F_i = G_i H_i F_{Ek} / \left(\sum_{j=1}^n G_j H_j \right) \quad (D.0.1-2)$$

式中：\$F_{Ek}\$——结构总水平地震作用标准值；

\$\alpha_E\$——相应于结构基本自振周期的水平地震影响系数值，按表 D.0.1 采用。

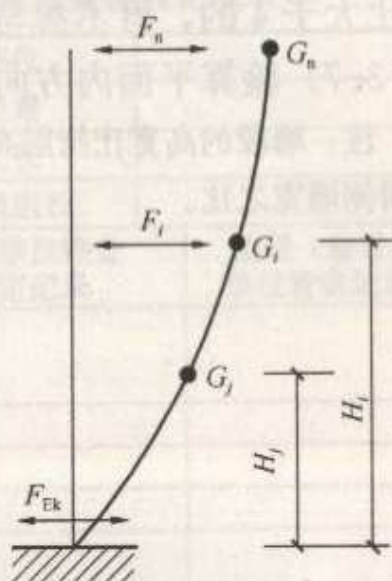


图 D.0.1 结构水平地震作用计算简图

表 D.0.1 水平地震影响系数

地震影响	6 度	7 度	8 度
多遇地震	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)
罕遇地震	0.28	0.50 (0.72)	0.90 (1.20)

注：括号外、内数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

\$G_{eq}\$——结构等效总重力荷载，单质点取总重力荷载代表值，多质点可取总重力荷载代表值的 85%；

\$F_i\$——质点 \$i\$ 的水平地震作用标准值；

\$G_i, G_j\$——分别为集中于质点 \$i, j\$ 的重力荷载代表值，应取结构和构配件自重标准值和 \$0.5 \times\$（雪荷载 + 楼

面活荷载)之和;

H_i 、 H_j ——分别为质点 i 、 j 的计算高度。

注: $i=1, 2, n, n \leq 3$ 。

D.0.2 对 3D 板混凝土构件房屋,可只选从属面积较大或竖向应力较小的墙段进行截面抗震承载力验算。

D.0.3 地震按刚度作剪力分配时,墙段宜按门窗洞口划分。高宽比大于 4 的,可不参与剪力分配。截面验算可仅按本规程公式(6.3.7)验算平面内方向的抗剪强度。

注:墙段的高宽比指层高与墙长之比,对门窗洞边的小墙段指洞净高与洞侧墙宽之比。

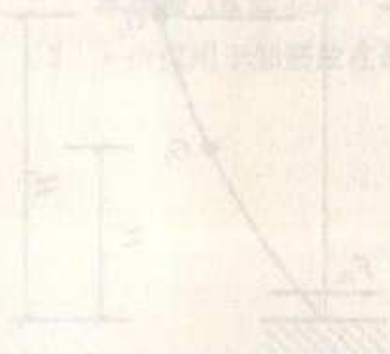


图 6.3.7 墙段高宽比的计算

表 6.3.7 抗震等级与配筋率要求

抗震等级	一级	二级	三级
剪力墙	0.25	0.20	0.15
框架梁	0.25	0.20	0.15

注:1. 抗震等级按本规程第 6.1.2 条的规定确定;2. 配筋率指截面平均配筋率。

3. 抗震等级为一级时,剪力墙底部加强部位的配筋率应不小于表 6.3.7 中的数值。

4. 抗震等级为二级时,剪力墙底部加强部位的配筋率应不小于表 6.3.7 中的数值。

5. 抗震等级为三级时,剪力墙底部加强部位的配筋率应不小于表 6.3.7 中的数值。

6. 抗震等级为四级时,剪力墙底部加强部位的配筋率应不小于表 6.3.7 中的数值。

7. 抗震等级为五级时,剪力墙底部加强部位的配筋率应不小于表 6.3.7 中的数值。

附录 E 3D 板混凝土构件工程的 检验批质量验收记录表

表 E 3D 板混凝土构件工程的检验批质量验收记录表

工程名称		验收部位		
施工单位		项目经理		
施工执行标准名称及编号		专业工长		
分包单位		施工班组长		
主 控 项 目	质量验收项目及规定		施工单位检查 评定记录	
	1 喷射细石混凝土强度等级		设计要求	
	2 加强 钢丝网（平 网、角网 U 形网）	品种、规格、 数量	设计要求	
		长	±10mm	
		宽	±10mm	
		中心线距离	±10mm	
	3 喷射 混凝土厚度	总厚度	±5mm 0	
4 插筋、 校平钢筋	品种、规格、 数量			
一 般 项 目	1 聚苯板与聚苯板间拼缝		≤1.5mm	
	2 轴线位移		8mm	
	3 垂直度		8mm	
	4 表面平整度		≤8mm	
	5 预埋件中心线位置		10	
	6 门窗洞口（宽、高）		±5	
	7 窗口位移		20	

- 注：1 本表由施工项目专业质量检查员填写，监理工程师（建设单位项目技术负责人）组织项目专业质量（技术）负责人等进行验收。
- 2 预埋设施（管、件、螺栓）、预留洞、竖向插筋、水平拉结筋等允许偏差及验收应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 2 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 3 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 4 《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720
- 5 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 6 《一般用途低碳钢丝》GB/T 343
- 7 《泡沫塑料及橡胶表观密度的测定》GB/T 6343
- 8 《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624
- 9 《硬质泡沫塑料吸水率的测定》GB/T 8810
- 10 《硬质泡沫塑料尺寸稳定性试验方法》GB/T 8811
- 11 《硬质泡沫塑料压缩性能的测定》GB/T 8813
- 12 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法》
GB/T 10294
- 13 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法》
GB/T 10295
- 14 《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19
- 15 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
- 16 《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》JG 149

中华人民共和国行业标准

轻型钢丝网架聚苯板混凝土 构件应用技术规程

JGJ/T 269 - 2012

条文说明

5 结构构造	77
5.1 连接节点构造	77
5.2 砌体、屋面板、板加筋构造	77
6 结构设计	78
6.1 一般规定	78
6.2 砌体(叠合板)计算	81
6.3 砌体墙计算	86
7 施工	89
7.1 一般规定	89
7.2 施工准备	90
7.3 混凝土浇筑	91
7.4 砌体施工	92

制 订 说 明

《轻型钢丝网架聚苯板混凝土构件应用技术规程》JGJ/T 269-2012, 经住房和城乡建设部 2011 年 12 月 19 日以第 1222 号公告批准、发布。

规程制定过程中, 编制组进行了广泛的调查研究, 总结了我国工程建设钢丝网架聚苯板混凝土构件应用的实践经验, 同时参考了奥地利 EVG3D 板系统结构工作手册等规范性文件, 通过对 3D 板混凝土构件的验证试验, 取得了重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文的规定, 《轻型钢丝网架聚苯板混凝土构件应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明, 对条文说明规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目次

1	总则	67
2	术语和符号	68
2.2	符号	68
3	材料	69
3.1	聚苯板	69
3.2	钢丝网架	70
3.3	配件	71
3.4	混凝土	71
4	建筑设计	72
4.1	3D板混凝土构件基本构造	72
4.2	平立面设计	72
4.3	3D板混凝土构件建筑构造	74
4.4	围护结构热工设计	75
5	结构构造	77
5.1	连接节点构造	77
5.2	3D楼板(屋面板)的加强措施	77
6	结构设计	79
6.1	一般规定	79
6.2	3D楼板(屋面板)计算	81
6.3	3D墙板计算	86
7	施工	89
7.1	一般规定	89
7.2	施工准备	90
7.3	混凝土层施工	91
7.4	3D墙板施工	92

7.5 3D 楼板（屋面板）施工	92
8 质量验收	93
8.1 一般规定	93
8.2 3D 板混凝土构件分项工程	94
附录 A 3D 板混凝土构件常用规格和增加构件承载力 的方法	95
附录 B 过梁和组合过梁	96
附录 C 结构设计计算用表	97
附录 D 抗震计算要点	98

1 总 则

1.0.1 轻型钢丝网架聚苯板混凝土构件是由工厂生产的 3D 板和现场浇筑混凝土两部分组成。工厂生产的 3D 板是以阻燃型模塑聚苯乙烯泡沫塑料板 (EPS) 为芯材, 两侧外覆高强钢丝网片, 网片间用穿过聚苯板的斜插镀锌钢丝点焊连接成三维空间组合板材。3D 板运到施工现场后, 两侧覆盖规定厚度的细石混凝土, 即形成 3D 墙板或 3D 楼板 (屋面板)。这类构件混凝土厚度小, 钢丝配筋率低。建成的房屋具有构造简单、施工方便、保温、隔热、隔声性能好等特点。在国外已有成熟的工程实践经验, 国内在山东潍坊、江苏苏州、上海等地也有不少工程实例。为使该类构件在工程中正确使用, 制定本规程。

1.0.2 本条提出了规程的适用范围, 包括抗震设防等级、房屋高度、层数等, 其中关于非承重墙体构件的应用, 不受抗震、房屋高度和层数的限制。本规程还规定了 3D 板混凝土构件不适合使用的范围, 主要考虑 3D 板混凝土构件中钢丝较细, 混凝土保护层也较薄, 易受潮锈蚀, 故不应在长期潮湿或有腐蚀介质环境中使用, 也包括不能应用于室外地坪以下与土壤直接接触的部位。

1.0.3 3D 板混凝土结构的设计、施工过程中需要在执行本规程的同时, 符合国家现行标准的规定。

2 术语和符号

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

f_{yk} 、 f_{stk} ——钢筋、面网与斜插丝抗拉（压）强度标准值同《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 和《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19；《钢结构设计规范》GB 50017-2003 中用 f_y 。

f_y ——面网或斜插丝抗拉（压）强度设计值同《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010；《钢结构设计规范》GB 50017-2003 中用 f 。

2.2.3 几何参数

a_1 ——最外层纵向受拉钢筋（丝）外边缘到受拉区底边的距离；《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 中用 c ；

b ——3D 板截面长（宽）度；《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 中用 b_f 、 b'_f 。

h_1 ——墙洞以上的墙体与圈梁的总高度；《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 中用 h 。

l_1 ——过梁计算跨度；《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 中用 l_0 。

2.2.4 计算系数及其他

α_E ——相应于结构基本自振周期的水平地震影响系数值；《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 中用 α_1 。

3 材 料

3.1 聚 苯 板

3.1.1 聚苯板 (EPS) 是 3D 板混凝土构件的芯材, 该材料的密度和导热系数小, 是一种具有一定强度的性价比优良的绝热制品, 可使 3D 板具有自重轻而热阻大的特性。为确保其应用质量, 本条文规定了对聚苯板 (EPS) 基本的技术性能要求和试验方法。

表 3.1.1 中的指标根据聚苯板的使用条件, 主要按照国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1 - 2002 以及行业标准《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》JG 149 - 2003 的要求确定。其中尺寸稳定性考虑到用于芯材时, 聚苯板的表面积与体积之比, 在较多情况会小于用于外墙外保温的情况, 故在行业标准《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》JG 149 - 2003 的基础上作了适当调整。在燃烧性能方面, 因防火需要, 聚苯板应为难燃型, 其燃烧性能不应低于国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 - 2006 中的 C 级。

3.1.2 明确用于 3D 板中聚苯板的规格尺寸。3D 板可用于墙板、楼板和屋面板, 墙板又有外墙板与内墙板之分, 加上建筑物围护结构有不同的保温隔热要求, 故聚苯板在厚度上根据应用需要可有多种规格。

3.1.3 聚苯板外观尺寸的允许偏差按国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1 - 2002 规定基础上适当作了从严要求。

3.1.4 聚苯板在工程应用前经过一定条件、一定时间的陈化, 是为了防止制品因后收缩而造成板与板之间过大的间隙。后收缩是指制品中残留发泡剂向外扩散导致的收缩, 是一种不可逆的尺

寸变化。EPS 板材的后收缩过程可能需要几天或几周,取决于残留发泡剂的含量,并与加工条件以及制品表面积与体积之比等因素有关。聚苯板陈化,可使制品的尺寸基本稳定,满足尺寸稳定性的要求。本条对聚苯板的陈化要求系参照美国标准 ASTM 2430—2005《外墙外保温及饰面孔应用膨胀聚苯乙烯泡沫(EPS)》的相关规定。该标准适用于建筑用聚苯乙烯泡沫保温板。

3.2 钢丝网架

3.2.1 3D 板的钢丝网架由聚苯板芯材两侧的钢丝网片与穿过芯材连接钢丝网片的斜插丝经点焊而成。本条规定网片钢丝和斜插丝的用料、抗拉强度与弹性模量要求。其相关指标均按行业标准《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ 19—2010 对冷拔低碳钢丝的要求取值。

3.2.2 根据结构计算以及国内外的应用实践,规定网片钢丝与斜插丝的最小直径与最少用量,以及反复弯曲试验和斜插丝镀锌层质量的要求。反复弯曲试验的次数按国家标准《一般用途低碳钢丝》GB/T 343—94 对冷拉普通用钢丝的要求确定。另外,斜插丝穿过聚苯板芯材部分是可能受潮的,故斜插丝应予镀锌,其镀锌层质量根据轻工行业标准《镀锌电焊网》QB/T 3897—1999 以及建筑工业行业标准《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统》JG 158—2004 对热镀锌电焊网的要求取不小于 $122\text{g}/\text{m}^2$ 。

3.2.3 规定了网片钢丝的表面质量以及网片的外观质量要求。斜插丝是构成钢丝网架的重要受力构件,故不得漏丝。

3.2.4 规定了钢丝网片的允许尺寸偏差和单位面积质量的允许偏差要求。表 3.2.4 的允许尺寸偏差系根据行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114—2003 对焊接网几何尺寸的允许偏差确定;网片的实际质量与公称质量的允许偏差按照国家标准《钢筋混凝土用第 3 部分:钢筋焊接网》GB/T 1499.3—2002 对钢筋焊接网的要求采用。

3.2.5 对钢丝网架焊接质量的要求。其中网片钢丝之间焊点抗拉力的要求根据轻工业行业标准《镀锌电焊网》QB/T 3897 采用；斜插丝与网片钢丝的焊点抗拉力根据斜插丝的抗拉强度标准值 ($f_{stk}=550\text{N/mm}^2$) 乘以系数 0.55 确定 (见本规程第 6.2.2 条条文说明)。

3.2.6 对钢丝网强度、伸长率和冷弯性能试验方法的规定。

3.3 配 件

3.3.1 L 形连接件用于 3D 非承重内墙板与混凝土地面及上部楼板或梁底的连接。

3.3.2 平网用于 3D 墙板横向和竖向拼接，3D 楼板 (屋面板) 的横向拼接以及上下层 3D 墙板圈梁的连接等。规定平网的宽度不应小于 300mm，则每个 3D 板混凝土构件的搭接宽度可达到 150mm。确保可靠连接。

3.3.3 阴角网和阳角网常用于墙体的 L 形拼接、T 形拼接和十字形拼接中。阳角网的长边是指 3D 墙板在 L 形阳角拼接中，除了覆盖墙体规定宽度外，还应覆盖与之相拼接墙体的厚度。

3.4 混 凝 土

3.4.1、3.4.2 3D 墙板和楼板 (屋面板) 两侧的面层材料均为细石混凝土，为确保构件性能，条文规定了对细石混凝土采用水泥强度等级以及水泥的其他质量要求。

3.4.3 3D 墙板和楼板 (屋面板) 两侧的细石混凝土面层厚度均较薄 (50mm~35mm)，且除楼板 (屋面板) 上表面可采取现浇工艺外，面层混凝土的施工主要采用喷射工艺，故其骨料粒径不能太粗，并应保证一定的小粒径细骨料含量。条文对采用喷射工艺 (包括喷浆设备为活塞泵和涡轮泵时) 施工规定的粗细骨料粒径要求是国外多年来的工程实践经验值。当采用现浇抹灰工艺施工时 (如楼板和屋面板面层)，其粗骨料的粒径可相对较大。

3.4.4 规定了需要在混凝土中掺加掺合料的要求。

4 建筑设计

4.1 3D板混凝土构件基本构造

4.1.1 3D板是由工厂预制，将其间两层钢丝网片用斜插丝相连，中间填有聚苯板的网架在施工现场包覆混凝土后，形成中间为聚苯板两侧为钢丝网混凝土层的复合构件，称之为3D板混凝土构件。此构件可用于建筑上不同功能的构件，如3D墙板或3D楼板（屋面板）等。聚苯板作为芯材，主要起保温的功能，双侧钢丝网片混凝土层主要起受力功能，同时有墙体的保护、防火、防水、隔声等功能。作为外围护时，还起到加大围护体热惰性的作用。

4.1.2 3D板混凝土构件中，连接钢丝网片的镀锌斜插丝的直径，以及与钢丝网片中径向钢丝形成的径向钢骨架的间距，斜插丝平行钢丝间距（节距）等均因受设备工艺和构件的受力不同而有所不同，桁架间距分为Ⅰ型、Ⅱ型两种；斜插丝节距分为A型、B型两种。

4.1.3 聚苯板的厚度应根据不同气候地区 and 不同应用部位而不同。作为外围护结构时，应根据不同气候地区不同节能保温隔热要求经计算后决定，但目前受网架制作设备的制约，采用的聚苯板最薄厚度为50mm，最大厚度为120mm。

4.1.4 3D板混凝土构件的双面混凝土面层厚度是从力学角度计算确定，同时也考虑到不同的使用部位不同防水防火要求而有所增减。

4.2 平立面设计

4.2.1 3D板混凝土构件的适用范围已在本规程第1.0.2条中明确。在具体平立面设计中，当用于承重构件时，还应控制其层

高、横墙间距和跨度。

4.2.2 3D板在工厂制作，可产业化大批量生产，构件质量高但规格尺寸较单一。设计者应按现有3D板的规格尺寸及模数进行精心设计。3D板的结构受力体系类似砌体式承重结构，而且板面尺寸较大，因此应尽可能减少构件的拼接及现场的裁割。建筑设计时不应采用“严重不规则”的平立面设计方案。对“严重不规则”平立面设计的定义在《建筑抗震设计规范》GB 50011中有明确的规定。总之应使平面简洁，上下承重墙及门窗洞口对齐，避免采用转角窗及悬臂式构件等。砌体建筑抗震设计的原则也适合3D板构件体系中。

4.2.3 以300mm为平面设计基本模数，以100mm为立面设计基本模数，符合国家模数制的基本规定，也符合3D板尺寸要求，有利于与建筑门窗等配件的尺寸协调，有利于房屋对不同高度的需求。

4.2.4 错层造成楼板结构的高低、不连续，整体性差，受力复杂，影响结构的安全性。规定厨房、卫生间等潮湿房间采取防水措施，主要考虑3D板混凝土构件混凝土层较薄，配筋率低等因素。

4.2.5 本条列出了3D板混凝土构件在工程中使用的构件种类。

3D板的规格、尺寸及构成，除受建筑功能、结构安全、节能需要进行计算确定外，也受到目前生产设备及工艺的限制，例如目前聚苯板厚度最大只能做到120mm，钢丝网片的规格、斜插丝的设置也不能随意更改。因此建筑及结构设计应遵循现有条件按本规程附录A进行选用。

4.2.6 3D板设计时对竖井、管道、表箱等位置应统一安排。预埋件及留孔，应在喷射混凝土层施工前即要留好，不得在3D板混凝土构件已完成后再开孔、打洞，防止损伤构件的完整性及造成裂缝。

4.2.7 3D板是工厂生产的产品，所以在应用时宜采用整板。在排板设计时，要使非整板用量为最少，且非整板的宽度不能太

小,以保证施工质量。尤其作承重墙用时,窗间墙或转角门垛等处墙板宽度不能太小,以免受轴力后失稳。因此规定了承重墙板、非承重墙板宽的最小尺寸。

4.2.8 3D墙板的开孔,应在排板时预留,但孔洞小于 $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ 时,可以在墙体安装完成(强度达到80%)后再用电切割器等工具切割开挖,而锤击、钻、凿等野蛮施工,会造成墙体开裂等质量事故。

4.2.9、4.2.10 3D板混凝土构件的表面可以采用不同的外饰面,3D板混凝土构件也可根据设计需要和混凝土或钢结构等其他构件组合使用,但由于有聚苯板内芯,所以不能采用电焊的方式直接相互连接,以免电焊热量熔化聚苯板或造成隐患。所以需采用钢筋混凝土构件作过渡连接的方法,并能保证其整体性。

4.2.11 3D板混凝土构件的耐火时间不取决于板中的聚苯板,聚苯板仅作为保温及构件的内模使用,因为当聚苯板温度达到 180°C 还未到着火点时聚苯板已熔化及气化。实际耐火极限时间是靠两层 35mm 或以上的混凝土板。经国家认可的检测机构检测,耐火时间大于 2.5h 。

4.2.12 3D墙板空气计权隔声量计算值供设计选用。从该表可以看出一般用3D墙板作分户墙的空气计权隔声量都在 45dB 以上,满足一般住宅的隔声要求。

4.3 3D板混凝土构件建筑构造

4.3.1 3D板混凝土构件的拼接常采用平网、阴角网、阳角网、U形网等增强。除条文中注明者外,其长度或宽度均应符合本规程第3.3节的规定。

4.3.2 3D混凝土构件横向拼接时,接缝处附加平网可保持混凝土层的整体性和钢丝网片的连续性。在3D墙板竖向拼接时,除了钢丝网片外加平网外,在钢丝网片内侧(双面)增设校平钢筋,有利于轴力的传递及接缝的补强,同时有利于墙身的平整度。

4.3.3 3D 墙板转角处, 均为应力集中和易开裂的部位, 故均应加设阳角网、阴角网补强, 并保持钢丝网片的连续性及混凝土层的整体性。

4.3.4 3D 楼板(屋面板)和 3D 墙板连接处在阴角部分为防止混凝土开裂, 均应加设阴角网。

4.3.5 3D 墙板边缘处或洞口处应用钢筋混凝土收头, 所以采用 U 形网片及纵向 $\phi 8$ 钢筋形成混凝土边框, 作为开口部位的加固, 也可作为门窗构件的固定部位。

4.3.6 在门窗及洞口角部等阴角处为应力集中的部位, 易造成墙面开裂, 故应在洞口内外两侧用平网按 45° 方向加强。

4.4 围护结构热工设计

4.4.1 3D 板混凝土构件的芯材因采用聚苯板(EPS), 其热阻较大, 在一定范围内, 是一种具有自保温功能的围护结构。为确保设计建筑物墙体、屋面和楼板的节能保温符合规定, 聚苯板(EPS)的厚度应根据国家现行建筑节能设计标准的要求, 通过对围护结构的热工计算确定。但聚苯板(EPS)的厚度与钢丝网架的宽度有关, 目前国内引进设备所生产的钢丝网架, 聚苯板(EPS)芯材的最大厚度只能达到 120mm, 且聚苯板越厚则斜插丝承受剪力的能力越低, 故不能达到节能设计标准时, 应另外采取保温措施。

4.4.2 提供 3D 板围护结构主要组成材料的导热系数和蓄热系数设计计算值(λ_c 、 S_c)。在 3D 板混凝土构件中, 聚苯板(EPS)并不是完全干燥的, 且有为数不少的斜插丝从中穿过而形成热桥, 故在热工计算时应对聚苯板(EPS)的导热系数和蓄热系数作出修正。混凝土和抹灰砂浆的导热系数和蓄热系数计算值取自国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176。

4.4.3 提供两种聚苯板厚度的内外两侧有抹灰层和无抹灰层 3D 外墙板的主墙体传热系数(K_p)和热惰性指标(D)计算值, 其中 K_p 可用于外墙平均传热系数(K_m)的计算。在 3D 板外墙中,

结构性热桥相对于常规外墙，其面积不大，故有利于外墙保温性能的提高。

4.4.4 在建筑节能设计标准中，外墙的传热系数均为包括主墙体（主体部位）及其周边结构性热桥在内的外墙平均传热系数（ K_m ），其计算要求和方法已有相关的节能设计标准和《民用建筑热工设计规范》GB 50176 作出规定。

4.4.5 提供三种厚度聚苯板两侧有抹灰层和无抹灰层 3D 内墙板的传热系数（ K ）的计算值。房屋中的内墙属于内围护结构，在计算传热系数（ K ）时，其两侧的换热阻之和按 $0.22\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 取值。

4.4.6 提供三种厚度聚苯板的 3D 楼板（屋面板）的传热系数（ K ）和热惰性指标（用于屋面板）计算值，其中楼板按内围护结构计算；屋面板按外围护结构计算，内、外两侧换热阻之和按 $0.15\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 取值。

4.4.7 3D 板外墙和屋面中的热桥（如钢筋混凝土梁、柱等）是热流密集部位，在冬季，其内表面温度往往较低。如内表面温度低于室内空气露点温度，易产生结露，既恶化室内环境，又增加传热损失。因此，在建筑热工设计时，应验算热桥部位在冬季的内表面温度。如内表面温度低于室内空气露点温度，应对热桥部位采取附加保温措施。

5 结构构造

5.1 连接节点构造

5.1.1 底层安装 3D 墙板时,在其基础上应先双面预埋插筋的主要目的是定位,同时起抗剪和连接作用,因此其埋入混凝土的深度不需像“计算中充分利用钢筋的抗拉强度时”的 382mm (《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 (8.3.1-2) 式)或“计算中充分利用钢筋的抗压强度时”的 267mm (《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 8.3.4 条)。根据国外多年实践和国内外试验证明,用 180mm 已有足够的安全保证;但为进一步确保安全计采用了 250mm。插筋位置应在 3D 板钢丝网片和聚苯板之间,以确保钢筋外保护层厚度以及和钢丝网片连接的可靠度。

5.1.2 3D 非承重内墙板安装时,可单排插筋,也可用 L 形连接件作为 3D 墙板与混凝土地面及上部楼板或梁底的连接件。

5.1.3 3D 楼板和 3D 外墙板或承重内墙板的连接均通过钢筋混凝土圈梁,在构造上水平向通过 U 形钢筋,竖向通过连接钢筋加强 3D 墙板与 3D 楼板(屋面板)的整体性。同时规定了 3D 楼板和 3D 墙板不同连接方式的构造措施;如钢筋伸入的长度等。

5.1.4 3D 墙板门窗洞口的加强,除应符合本规程第 4.3.5、4.3.6 条规定外,还应按承重墙、非承重墙以及洞口的不同宽度设置过梁。3D 墙板横放是指将 3D 墙板按 90°转向,设置在门窗洞口,作为过梁。

5.2 3D 楼板(屋面板)的加强措施

5.2.1 3D 楼板(屋面板)加强的受力钢筋放置的位置有两种:

- 1 在 3D 楼板(屋面板)底的面网下侧,此时底部混凝土

层厚度应加大，以保证钢筋有足够的保护层。

2 在 3D 楼板（屋面板）底的面网上侧，此时聚苯板底部应在工厂生产时预留钢筋槽。

5.2.2 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

《建筑工程施工规范》GB 50170 作出规定：

5.2.1 3D 楼板（屋面板）底的面网上侧，此时聚苯板底部应在工厂生产时预留钢筋槽。

5.2.2 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.3 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.4 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.5 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.6 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.7 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.8 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.9 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.10 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.11 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.12 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

5.2.13 在室内空间跨度较大或楼面荷载较重时，结构设计中可采取在板间增设钢筋混凝土小梁或肋的措施。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1、6.1.2 根据我国现行标准统一规定。

6.1.3 墙板与基础、楼板、上下层墙节点构造和受力情况等不同于钢筋混凝土墙，而与砌体相似，且房屋构成“箱形结构”，故3D板混凝土构件的房屋静力计算取与砌体相似。像不同材料的框架、排架、拱、屋架等结构的静力计算相似而截面设计则需按各自的规范进行一样，3D墙板的截面设计应按本规程第6.3节进行。

6.1.4 3D板混凝土构件在纵向（横截面，即主截面）是以钢筋混凝土作为翼缘与每隔一定距离由一片镀锌的斜插丝和网片焊接而成的钢筋骨架作为腹板连成的钢筋混凝土与钢组合的翼缘宽度为全部 b （根据腹板的间距 $<6t_2$ ， $t_2/h_0 \geq 0.28$ ，查《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010表5.2.4和《钢结构设计规范》GB 50017-2003的第11.1.2条得出）、腹板宽度为0的I形构件。此点已为国内外试验、国外评估和鉴定以及已建工程所确认。

3D板混凝土构件常用截面的截面常数见附录A表A.1.2~表A.1.4，其中 I 不计钢丝的存在。

6.1.5 第1款、第2款同《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010第6.2.1条之第1款、第2款规定。

第3款：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（6.2.1-2）式规定 $\epsilon_0 < \epsilon_c \leq \epsilon_{cu}$ 时应力仍为 f_c ，但试验证明：对3D板混凝土构件这样较薄的混凝土翼缘、 $\epsilon_c > \epsilon_0$ 时应力小于 f_c 。为安全计，取 $\epsilon_{cmax} \leq \epsilon_0$ 。

由于低配筋率的3D板混凝土构件属拉力控制；即钢筋拉应力 σ_s 达到 f_y 时（ $\epsilon_s = f_y/E_s$ ）， ϵ_{cmax} 还远未达到 ϵ_0 ，故不能将 ϵ_{cmax}

固定为 ϵ_0 。

第4款同《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第6.2.1条第4款规定。

6.1.6 横向的纵截面为上下两片钢筋混凝土板，仅起将荷载传到单向设置的腹板（斜插丝组成的抗剪钢筋骨架）或另加于聚苯板缝间的小梁的作用，故3D板混凝土的楼板（屋面板）应能按单向板考虑。

由于受压侧的网片位于中和轴附近，其应力甚小，故按单筋截面计算。

6.1.7 简化的等效矩形应力图的面积（ $\alpha_1 f_c x$ ，即合力）和合力作用点（ $x/2$ ）需与受压区混凝土的应力图形的面积和合力点（均可由积分得出）一致。系数 β_1 、 α_1 取决于 ϵ_{cmax} 的大小和应力图形内全部受压区混凝土，故 β_1 、 α_1 不是固定的，应根据实际 ϵ_{cmax} 确定。

6.1.8 由于作为腹板的钢筋骨架（镀锌的斜插丝）不进入圈梁，其抗剪作用转移到斜插丝终点处由“代替”网片的钢筋和混凝土翼缘组成的钢筋混凝土板，故需分别按下列两截面验算：

作为腹板的镀锌的斜插丝——由于斜插丝穿过聚苯板部分不是埋在混凝土中（这就是需镀锌防锈的原因），不能按钢筋混凝土中的弯起钢筋计算受剪承载力，故应该按钢杆用《钢结构设计规范》GB 50017-2003 验算。

斜插丝终点相接由“代替”网片的钢筋和混凝土翼缘组成的钢筋混凝土板和“代替”网片的钢筋——按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第6.3.3条钢筋混凝土板的最大 $V=0.7 \times 1.1 \times b \times 20=15.4\text{kN/m}$ 。如用本规程第4.2节“代替钢筋”为 $\phi 8@200$ ($A_s=252\text{mm}^2/\text{m}$)，根据《钢结构设计规范》GB 50017-2003，HPB235钢的剪应力设计值为 125N/mm^2 （我们用HPB300更高），得出的受剪承载力为 $125 \times 252=31.5\text{kN/m}$ ，较由钢筋骨架算者为大，故可仅验算情况1。

6.1.9 根据3D板混凝土的环境类别为“一类环境”按《混凝

土结构设计规范》GB 50010-2010 第 3.5.2 条、裂缝控制等级为“三级”按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 3.4.4 条；按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 3.4.5 条规定最大裂缝宽度限值一般取 0.3mm，而对处于年平均相对湿度小于 60% 地区按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 表 3.4.5 注 1 最大裂缝宽度限值可取 0.4mm。小梁或突出板底的肋与普通钢筋混凝土同；3D 楼板（屋面板）由于钢筋细、保护层薄，故采取较严要求。

6.1.10 最大挠度限值根据《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 3.4.3 条，但计算跨度“ l_0 ”改用“ l ”表示，以免与墙体计算高度“ l_0 ”混淆，由于本规程涉及的 l 范围均 $< 7\text{m}$ 故仅取 $l/200$ 一项。

6.1.11 由于偏心受压构件的配筋甚少、节点构造和静力计算均与砌体结构的节点构造和静力计算相似，故将其合力作用点控制在构件截面之内。翼缘仅占混凝土受压区的一部分，故不能用简化的等效矩形应力图系数 β_1 、 α_1 的方法，需根据翼缘受压混凝土所处的实际应变值范围所确定的应力进行计算。

6.1.12 由于 3D 板混凝土墙板一般为双面对称配筋且自重较轻，在水平力（如风力）作用下的非承重墙按受弯构件计算较按平面外大偏心受压构件计算安全。

6.1.13 按照本构件的特性并结合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 7.3.3 条和第 7.3.4 条定出。

6.1.14 由于 3D 板混凝土构件的房屋构造与砌体结构的构造相似，抗震设计亦与砌体结构相似，按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 进行。但砌体结构在抗震构造上要求的“圈梁”已经存在，而“钢筋混凝土构造柱”，因 3D 墙板本身已是钢筋混凝土而不需再加。

6.2 3D 楼板（屋面板）计算

6.2.2 3D 楼板（屋面板）受剪承载力计算的规定是根据下列原

则确定的:

- 1 3D 楼板 (屋面板) 计算的剪力取支座内边为准。
- 2 根据本规程第 6.1.8 条, 仅需考虑 I 形截面内的一侧。按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 6.3 节的规定, 仅考虑腹板作为受剪截面。其受剪承载力应符合本规程 (6.2.2) 式。
- 3 上下两片钢筋混凝土翼缘仅起将荷载横向传递到钢筋骨架或另加在聚苯板缝间的小梁的作用。以 50mm 厚钢筋混凝土上翼缘为例, 根据《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 6.3.3 条横向的受剪承载力为 25.4kN/m, 完全可以承担上述传递作用。
- 4 考虑到网片与斜插丝焊接节点强度的削弱 (网片较斜插丝细) 及杆件中心线交点偏离等因素, 根据表 1 分析, 将斜插丝的强度设计值乘以折减系数 0.55。

表 1 折减系数分析

网片/斜插丝	网片截面积/ 斜插丝截面积	焊接节点破坏试验的最大拉力/ f_{stk}		结 论
		国外 $f_{stk}=500\text{N/mm}^2$	国内 $f_{stk}=550\text{N/mm}^2$	
$\phi 3.0/\phi 3.8$	0.623	0.541~0.713	0.749~0.811	取折减系数为 0.55, 即 f_y =176N/mm ²
$\phi 2.2/\phi 3.0$	0.538	—	0.718~0.767	

5 受压腹杆按两端部分固定 (即约束) 于混凝土的情况考虑稳定系数 φ :

- 1) 确定其计算长度: “自由 (无支撑) 长度” (即混凝土起部分固定作用的合力作用点间的距离) 取 $1.05 \times$ “斜插丝位于混凝土间的净空长度”, 计算长度系数 μ 按两端部分固定 (即约束) 取 0.7, 由此确定的计算长度为 $0.735 \times$ “斜插丝位于混凝土间的净空长度”。
- 2) 根据长细比按本规程附录 C 表 C.0.2 (摘自《钢结构设计规范》GB 50017-2003 附录表 C-1) 确定稳定系数 φ 。

6 综合以上几个方面, 钢筋骨架用单一的折减系数 ν 建立抗剪强度公式 (6.2.2)。式中 ν 取值规定: 当稳定系数 $\varphi > 0.55$ 时, ν 取 0.55 (即此时为受拉腹杆和焊接节点控制), 否则取 $\nu = \varphi$ (即此时为受压腹杆控制)。

6.2.3~6.2.5 正截面受弯承载力计算

1 β_1 、 α_1 的确定

由于配筋率较低的 3D 板混凝土受弯构件计算中规定 $\epsilon_{\text{ctmax}} \leq \epsilon_0$ (见本规程第 6.1.5 条) 而非固定为 $\epsilon_{\text{ctmax}} = \epsilon_0$ ($=0.002$), 故不能用固定的 β_1 、 α_1 (见本规程第 6.1.7 条)。当钢筋拉应力 σ_s 达到 f_y 时 (即 $\epsilon_s = f_y/E_s$), ϵ_{ctmax} 远未达到 ϵ_0 。本规程根据不同配筋率用 ϵ_{ctmax} (由 0.0003~0.002) 与 ϵ_s (由 0.00162~0.0048) 同步增加算出的 $\Sigma(A_s f_s)/(b f_c h_0)$ 和其相应的 β_1 、 α_1 , 编成附录 C 的表 C.0.1, 以便直接查用。

2 对 x_n 有较严的要求

由于低配筋率的 3D 板混凝土构件属拉力控制, 一般情况下 ϵ_{ctmax} 达不到 ϵ_0 。当纵向加配普通钢筋或聚苯板间设置钢筋混凝土小梁时, 为限制过高配筋率并保证构件属“韧性破坏”, 破坏前有较大变形和裂缝等预兆, 规定 ϵ_{ctmax} 达到 ϵ_0 时 ϵ_s 不得小于 0.004 (国外规范规定 ϵ_{ctmax} 达到 ϵ_{cu} 时, ϵ_s 不得小于 0.005); 得 x_n/h_0 上限为 $\epsilon_0/(\epsilon_0 + \epsilon_s) = 0.002/(0.002 + 0.004) = 0.333$ 。

使用“简化的等效矩形应力图” (见本规程第 6.1.7 条) 需保证受压区全部在混凝土翼缘内即中和轴位于混凝土翼缘内, 故同时规定 $x_n \leq t_2$ 。

不同的 ϵ_{ctmax} 有其相应 x_n/h_0 的下限 (表 2), 此时 ϵ_s 为《混凝土结构设计规范》GB 50010 - 2010 第 6.2.1 条规定的最大值 0.01。

x_n/h_0 的下限可由下式求得:

$$x_n/(h_0 - x_n) = \epsilon_c/\epsilon_s \quad (1)$$

$$x_n/h_0 = \epsilon_c/(\epsilon_c + \epsilon_s) \quad (2)$$

$$x_n/h_0 = \epsilon_c/(\epsilon_c + 0.01) \quad (3)$$

表 2 x_n/h_0 下限时的 β_1 和 α_1

	ϵ_{cmax}	x_n/h_0 下限 (此时 $\epsilon_s=0.01$)	x_n/h_0 下限时 $A_s f_y /$ ($b f_c h_0$)	β_1	α_1
普通钢筋混凝土	0.0033	0.24812	0.19800	0.8236*	0.9689*
3D 钢筋混凝土	0.0020	0.16667	0.11111	0.7500	0.8889

注：*《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 6.2.6 条的条文说明中规定“为简化计算，取 $\alpha_1=1.0$ ， $\beta_1=0.8$ ”。

以 3D 板混凝土的受弯构件为例(表 3)来说明本规程的重要规定，即在低配筋率的情况下不能按固定的 β_1 、 α_1 计算：

混凝土：C20，截面 $t_2+t_0+t_1=50+100+40$ ， $b=100$

钢筋： $f_y=320\text{N/mm}^2$ 、 $\phi 3@50$ 、 $A_s=141.5\text{mm}^2$

表 3 不同 β_1 和 α_1 计算结果的对比

计算方法	按 $\epsilon_{cmax}=0.0020$ 固定 β_1 和 α_1 计算	按实际的 ϵ_{cmax} 的 β_1 和 α_1 计算
$A_s f_y / (b f_c h_0)$	$141.5 \times 320 / (1000 \times 9.6 \times 170)$ $=0.02775$ <0.11111 (见表 2)很多	$141.5 \times 320 / (1000 \times 9.6 \times 170)$ $=0.02775$ 查附录 C 表 C.0.1 得 $\epsilon_c=0.00035$
β_1, α_1	$141.5 \times 320 / (1000 \times 9.6 \times 0.88889)$ $=5.3$	$\beta_1=0.6772, \alpha_1=0.2434$
$x(\text{mm})$	$5.3/0.75=7.1 < \text{下限 } 28.3$	$141.5 \times 320 / (1000 \times 9.6 \times 0.2434)$ $=19.38$
$x_n(\text{mm})$	$(=0.16667 \times 170)$ 很多	$19.38/0.6772=28.6$
ϵ_s	$0.002 \times (170-7.1)/7.1$ $=0.0459 > 0.01$	$0.00035 \times 141.4/28.6=0.00173$
$M(\text{kN} \cdot \text{m})$	$141.5 \times 0.32 \times (0.17-0.0053/2)$ $=7.58$	$141.5 \times 0.32 \times (0.17-0.01938/2)=7.26$

由表 3：可见在低配筋率的情况下，按固定的 β_1 、 α_1 算出的结果对 M 影响不大（略偏于不安全，最大误差为 4%~5%）；而对 x_n/h_0 影响较大，由 $x/\beta_1 h_0$ 得出的 x_n/h_0 （小于下限）将低于实际很多（可不足实际的 20%），使 ϵ_s 大于 0.01 而不符合《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 6.2.1 条第 4 款的规定，尤其对 T 形截面，可能会掩盖中和轴已处于 T 形截面的受

压翼缘外的实际情况。

6.2.6 按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的效应验算最大裂缝宽度是按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 7.1 节的有关规定执行,但对公式作了以下变动:

1 (6.2.6-1) 式按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 (7.1.2-1) 式,“ c_s ”改为“ a_1 ”以免混淆;根据验证试验的结果,系数 α_{cr} 按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2002 取 2.1 较为合适,故不按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 的 1.9;

2 (6.2.6-2) 式按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 (7.1.4-3) 式,根据 x 小的特点“0.87”改为“0.9”;

3 (6.2.6-5) 式按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 (7.1.2-4) 式,用“ bt_1 ”直接代“ A_{te} ”。

为简化计算,在聚苯板缝间另加小梁时, A_{te} 仍用“ bt_1 ”;用不同 E_s 的钢筋时统一用较低的 E_s 值,偏于安全。

由于 3D 楼板(屋面板)所用钢筋(丝)较细(在网片外加配普通钢筋时亦以用较细钢筋为宜),一般情况下均能满足最大裂缝宽度限值的要求。

6.2.7 按荷载准永久组合并考虑长期作用影响效应的挠度验算是按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 7.2 节的有关规定执行,但对公式作了下列精简:

1 (6.2.7-1) 式按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 (7.2.2-2) 式:因是单筋截面按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 7.2.5 条之 1 得 $\theta=2$,以“2”直接代式中的“ θ ”;

2 (6.2.7-2) 式按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 (7.2.3-1) 式:将分母末项化简如下:

$$6\alpha_E\rho/(1+3.5\gamma'_f) = (6E_sA_s/E_c)/[bh_0 + 3.5(b'_f - b)h'_f]$$

因《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 的 b 、 b'_f 、 h'_f 分别为本规程中的 0 、 b 、 t_2 ,故得分母末项为 $6E_sA_s/(3.5E_cbt_2)$ 。

为简化计算,在聚苯板缝间另加小梁时,“ $bh_0+3.5(b'_f-b)h'_f$ ”仍用“ $3.5bt_2$ ”,用不同 E_s 的钢筋时统一用较低的 E_s 值,偏于安全。

6.3 3D 墙板计算

6.3.1 计算高度 H 的取值系按照《砌体结构设计规范》GB 50003-2001 第 5.1.3 条和《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 表 6.2.20-2 注。

l_0 的取值在本规程统一规定 $l_0=H$,为《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 表 6.2.20-2 底层柱和《砌体结构设计规范》GB 50003-2001 表 5.1.3 刚性方案的表中最小值。

6.3.2 长细比的取值:《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 和《砌体结构设计规范》GB 50003-2001 用 l_0/h (按实心截面, $i=0.2887h$),而本规程统一用 l_0/i (按实际截面, $i=0.353h\sim0.392h$),参考国外资料本规程规定控制 $l_0/i\leq 70$,相当于 $l_0/h\leq 24.7\sim 27.7$ 。与《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 9.4.1 条的 25 和《砌体结构设计规范》GB 50003-2001 表 6.1.1 砂浆强度等级为 M7.5 的 26 相当。

《砌体结构设计规范》GB 50003-2001 第 6.1.3 条规定非承重墙长细比限值可乘以 $1.2(h=240)\sim 1.5(h=90)$,本规程统一规定非承重墙长细比控制 $l_0/i\leq 100$ (相当于 70 乘以 1.43);有水平荷载作用者,并用承载力计算控制。

6.3.3 承重墙真正的轴心受压在实际情况中是不存在的,这是因为工程中实际存在着荷载作用位置的不定性、混凝土质量的不均匀性及施工偏差等因素都可能产生附加偏心距 e_a 。因此在轴心受压和偏心受压承载力计算中均应考虑附加偏心距 e_a 的存在。《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 6.2.5 规定的“ $h/30$ ”对于墙体总是小于 20,故按改用“ $h/8$ ”,与国外经验同。

e_0 取自《砌体结构设计规范》GB 50003-2001 第 4.2.5 条之 3。偏心受压的 e_i 最小可为约 25,用 e_i 不应小于 30,同国外

经验。

6.3.4 根据《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 6.2.4 条作下列处理:

1 偏心距综合增大系数 η 是 $C_m \eta_{ns}$ 的合成。因 $M_1 = 0$, $C_m = 0.7$, 可直接放入公式。

2 为便于使用, 统一用 l_0/i , l_0 为《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 中的 l_c ; i/h 范围为 $0.353 \sim 0.392$, 取用 $i/h = 0.392$, 则 $(l_0/i)^2/1300 = (l_0/h)^2/8460$, 取整数 8400, 偏安全。

6.3.5 平面外偏心受压正截面承载力计算

3D 墙板在偏心受压正截面承载力验算中中和轴的受压区侧不是全部有混凝土, 翼缘内混凝土应力情况见表 4、表 5。

表 4 t_2 翼缘内混凝土应力情况

情况	中和轴高度 x_n 与 t_2 的关系	t_2 翼缘内混凝土应力情况
1	$x_n \leq t_2$	中和轴受压区侧全部有混凝土, 故应力情况同矩形截面
2	$x_n > t_2$	中和轴到 t_2 翼缘边间无混凝土, 混凝土应力应视其截取的应变范围确定

表 5 t_1 翼缘内混凝土应力情况

情况	中和轴高度 x_n 与 $(h - t_1)$ 的关系	t_1 翼缘内混凝土应力情况
1	$x_n \leq (h - t_1)$	处于中和轴受拉区侧, 混凝土拉应力不计
2	$x_n > (h - t_1)$	受压部分的混凝土应力应视其截取的应变范围确定

根据截面两翼缘全部受压和仅一翼缘受压两种不同的情况, 算出不同 x_n 时的 σ_c 、 σ_s 和 σ'_s , 按表 6 的结论建立公式。限制 $e \leq h_0$ 。

表6 计算公式的分析

截面受压情况	t_1 、 t_2 全部受压		仅 t_2 受压	
e 变化范围	$(t_0/2 + 20) \rightarrow (h_0 - t_2/2)$		$(h_0 - t_2/2) \rightarrow h_0$	
x_n 变化范围	$\infty \rightarrow h_0$		$h_0 \rightarrow 0.555h_0$	
位置	t_1	t_2	t_1	t_2
垂直荷载 (受压为正) [变化范围]	$N(h_0 - t_2/2 - e)/(h_0 - t_2/2)$ [$N/2 \rightarrow 0$]	$Ne/(h_0 - t_2/2)$ [$N/2 \rightarrow N$]	$-N(e - h_0 + t_2/2)/(h_0 - t_2/2)$ [$0 \rightarrow -Nt_2/(2h_0 - t_2)$]	$Ne/(h_0 - t_2/2)$ [$N \rightarrow Nh_0/(h_0 - t_2/2)$]
平均 σ_c 变化范围	$f_c \rightarrow 0$	$f_c \rightarrow 0.96f_c$ (最不利)	0 (拉应力不计)	$0.92f_c \rightarrow 0.867f_c$ (最不利)
σ_s 、 σ'_s	$f'_y \rightarrow 0$	f'_y	$0 \rightarrow f_y$	$f'_y \rightarrow 0.928f'_y$ (最不利)
随着 e 增加 和 x_n 减少, 各参数间的 变化情况	垂直荷载 减少 σ_c 减少 σ'_s 减少	垂直荷载 增加 σ_c 减少 σ'_s 不变	垂直荷载(拉力) 增加 σ_c (拉应力不计) σ_s 增加($\leq f_y$)	垂直荷载 增加 σ_c 减少 σ'_s 减少
结论	只需按(6.3.5-3)式验算 t_2 内强度。 t_2 合力点取在 A'_s 中心, 偏于安全		按(6.3.5-4)式验算 t_1 内 A_s 的 σ_s 。按(6.3.5-5)式验算 t_2 内 σ_c 和 σ'_s 。 t_2 合力点取 A'_s 中心处, 应力折减系数取最小值, 中间值用直线插入, 偏于安全	

6.3.6 因自重轻, 受水平力(风力)作用下的非承重墙的承载力按受弯构件验算较按大偏心受压验算安全。

6.3.7 根据《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 (6.2.9-2) 式和 (F.2.3-2) 式结合本构件的特性简化得出本规程 (6.3.7) 公式。

7 施 工

7.1 一 般 规 定

7.1.1 3D板混凝土构件工程,专业性较强,与传统施工工艺有较大差异,尤其是3D板的排列、拼装、细石混凝土的喷射等,因此提出了加强施工现场管理的规定。

7.1.2 为保证3D板混凝土构件质量,防止混凝土开裂,水灰比和水泥用量是关键。水泥用量大不仅浪费、增加造价,而且使混凝土收缩加大,因此规定了每立方米混凝土的水泥用量。

7.1.3 为了保证3D板的整体性,加强薄弱部位,故在3D板拼接处和关键部位增设了钢丝网片或钢筋,要求与3D板钢丝网片有可靠的连接。

7.1.4 在3D板构件安装后,喷射混凝土面层前应仔细检查各种设备管线、开关插座以及各种预埋件是否均已到位,确认无误后再进行下道工序,以免事后开凿,影响构件质量。

7.1.5 面层喷射混凝土施工应符合设计要求和有关施工规范规程要求,喷浆前清除聚苯板表面及钢丝网污物,以使混凝土与聚苯板有较好的结合。面层混凝土厚度是结构受力的关键尺寸,应采用有效的方法进行控制,如在聚苯板上钉钉,钉露出的长度即为混凝土面层的厚度等。

7.1.7 混凝土面层易开裂,故面层应有足够的养护时间,在夏天高温或干燥季节更应加强养护,必要时应加铺塑料膜保水养护。平均气温低于 5°C 时,浇水会降低混凝土表面温度,不利于强度增长,而且随着气温进一步下降,还会使混凝土产生冻害,故在此气温下时应采用塑料布覆盖,或蒸汽养护等保温保湿措施。

7.1.8 由于我国幅员辽阔,气候条件差异很大,因此对于冬期

和雨期施工,应结合各地的实际情况和施工经验制定季节性施工方案。

7.1.9 同条件试块用于确定混凝土的实际强度,由于聚苯板钢丝网架两侧包裹的混凝土层为 50mm 左右,钻芯取样及回弹这两种混凝土实体强度检测方法都不适用,故同条件试块是确定现场实体混凝土强度的较好办法,同时也符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

7.1.10 基本施工工序

在 3D 板安装之前,基础部分包括插筋已施工完成,安装墙板之前,找平基面后进行放线,放线位置可以墙板外墙面或内墙面为控制线,视施工方便而定;

竖墙板应按本规程第 7.4.1 条的规定,从墙体转角处开始,使墙板形成一定的空间刚度,减少临时支撑;

墙板安装完成,应检查墙面的平整度和垂直度及校平钢筋;

楼板支撑系统的安全可靠包括支撑基础的坚固,不会发生下沉,支撑自身的稳固等;

楼板准备主要是指根据设计要求,加板底受力钢筋,受力钢筋与 3D 板网片的固定等。

7.2 施 工 准 备

7.2.1 3D 板是一种工厂预制构件,在现场进行装配整体施工,需要必备的施工设备,如混凝土喷射泵等。基础工程和传统的基础工程一样在上部结构施工前就应完成,因此在正式安装施工前,对基础的工程质量如基础轴线位置偏差、基础强度、表面平整度、基础中预留插筋等给予确认和修正;同时现场要留出足够场地堆放 3D 板,并应有一定符合堆放要求的防护设施。因此,根据现场情况做好施工组织和进度计划是必要的,以使工程有条不紊地进行。

7.2.2、7.2.3 本条提出了 3D 板堆放场地的要求。3D 板受潮后易改变性能,影响质量,因此提出了加做防雨遮盖的规定。

3D板又是耐火等级较低的材料,有些火灾往往在施工现场发生,因此提出了应符合现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720的要求,包括远离火源、设置灭火器材以及不得在现场电焊等防火措施。

7.2.4 排板是施工准备的重要工作。3D板有其基本规格,而实际工程的高度、长度和转角形式以及门窗、管线位置等要求都是不尽相同的。通过排板可使板的生产规格和现场要求尽可能统一起来。减少拼接缝和非常用规格板,减少损耗浪费。

7.2.5 根据排板图对3D板进行切割成型,各构件进行编号,分别堆放,以便安装时对号入座。

7.2.6 对施工机具进行调试和检查,便于施工顺利进行。

7.3 混凝土层施工

7.3.1 混凝土面层的施工质量,是3D板结构安全的可靠保证。喷射混凝土施工,混凝土较密实,可以大大减少起鼓脱壳现象。鉴于国内混凝土喷射应用经验不多,故提出在保证质量情况下允许采用手工抹灰,但为保证混凝土密实度及与聚苯板的良好粘结,故强调墙板与楼板(屋面板)的底面的第一层混凝土施工采用喷射混凝土工艺,第二层可采用手工抹灰工艺,以确保其质量。

7.3.2 干喷是干物料用压缩空气通过软管喷出,并在喷嘴处与水混合,其优点是管道不易堵塞,其缺点是物料在喷射过程中回弹量较大,约15%~40%,而且不能回收再利用;操作时粉尘较大;面层粗糙,后处理工作量较大;水灰比不易控制;干物料保存要求高;压缩泵价格较高,故施工措施若不能有效控制水灰比则不得采用干喷法施工。

湿喷是比较成熟的施工工艺,其优点是回弹量少,约10%左右,可以回收重新拌合后再用;面层后处理工作量小;水灰比容易控制;压缩机价格较低,其缺点是对混凝土的可泵性要求较高。

7.4 3D 墙板施工

7.4.1 墙板安装从墙角处开始,可使安装一开始就处在有刚度状态;复核墙板与基础联系的预留插筋其规格、位置数量等是否符合要求,主要是确保墙体与基础的可靠连接。

拼接处采用校平钢筋可提高拼接缝钢丝网片两侧的平整度。

7.4.2 3D 板拼接处、门窗开口处等都是节点薄弱环节,采用不同附加网可加强整体性。

7.4.3 凡安装管线或其他原因剪断钢丝网片处,用附加平网进行加固,是保证墙体质量的措施。

7.4.4 高度大于 3.0m 的 3D 板墙,为防止喷射混凝土时墙面刚度不足,影响混凝土质量,故在喷射混凝土施工时,对墙体加设临时支撑。

7.4.5、7.4.6 为保证混凝土面层质量,面层厚度应分层分次到位。当墙面一侧喷浆完成后,应养护一段时间,使混凝土达到一定强度,然后再喷另一侧的混凝土,这样,可避免后道喷射产生的压力对已喷射一侧混凝土面层的影响。

7.5 3D 楼板(屋面板)施工

7.5.1~7.5.6 本节对楼板(屋面板)施工中影响质量的几个环节进行了规定:一是楼板的支撑系统应通过设计计算确定,例如采取措施避免支撑立柱基底不均匀下沉,侧向失稳等,因为没有混凝土面层的 3D 板是不能承受荷重的;二是 3D 板钢丝网片与受力钢筋、支座钢筋等绑扎牢固,通过混凝土的浇筑形成整体;三是楼板(屋面板)支撑的拆除方法主要根据混凝土达到的强度逐渐拆除。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 本条明确了 3D 板混凝土构件分项工程的质量验收,包括工程验收的划分、要求、程序和组织等均应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

8.1.2 因 3D 板混凝土构件为主体结构中的一种新型构件,《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 附录 B.0.1 中未包括,故将 3D 板混凝土构件也列为分项工程。

8.1.3 3D 板结构工程中钢筋、混凝土、现浇结构等分项工程的施工质量验收在现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 中已有相关的规定,因此,钢筋混凝土现浇结构等分项工程的施工质量验收应按该规范执行。

8.1.4 分项工程可由一个或多个检验批组成。当单位工程体量较小时,如每层建筑面积小于 200m^2 可按楼层划分为若干检验批;单位工程体量大时,可按结构缝或施工段划分为若干检验批。

8.1.6 本条明确了 3D 板混凝土构件各分项工程验收时应检查的文件和记录,是根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的相关规定提出的。这些文件、资料和记录,反映了工程施工全过程的质量控制,是评价工程质量的重要依据。

8.1.7 本条明确了 3D 板混凝土构件分项工程隐蔽工程的验收内容,这些内容直接关系到工程质量。

8.1.8 按国家标准有关规定,提出了验收合格的标准要求。

8.1.9 为规范检验批质量验收工作,统一了 3D 板混凝土构件工程的检验批质量验收记录表的内容和格式。

8.2 3D 板混凝土构件分项工程

主控项目

8.2.1 3D 板是 3D 板混凝土构件的主要产品,除了提供出厂的规定资料外,对进入现场的 3D 板还应包括聚苯板、钢丝网片、斜插丝等材料的进场复试报告。

8.2.2 钢丝网片经丝、纬丝的焊接以及经丝与斜插丝的焊接是组成钢丝网架的重要工艺,直接影响构件的承载力,因此应按规定全数检查其漏丝、漏焊、脱焊以及过烧等现象。

8.2.3 规定了聚苯板出厂时板侧应有的标志。

8.2.4 规定了 3D 板表面喷射混凝土的强度等级、检查方法和数量。混凝土强度等级应检查其在施工过程中留置标养和同条件养护试块的试验报告。

8.2.5、8.2.6 对 3D 板混凝土构件常用连接件:平网、U 形网、角网、L 形连接件验收的规定。

8.2.7 对 3D 墙板与 3D 楼板(屋面板)之间或与其他构件之间的连接用插筋、校平钢筋、连接钢筋、受力钢筋等验收的规定。

一般项目

8.2.8、8.2.9 3D 墙板安装轴线位置及垂直平整度的允许偏差将影响 3D 墙板的位置正确和垂直平整度,是一项重要的检查项目。本条规定了检查内容、要求和方法、数量。

8.2.10 本条提出了 3D 墙板表面喷射的混凝土允许偏差。由于构件表面混凝土厚度较小,因此混凝土的总厚度为 $+5$ (mm),实际上不允许有负偏差。

8.2.11 3D 墙板尺寸允许偏差会影响房屋的安全和美观,因此检查内容包括轴线位置、垂直度(每层及全高)、表面平整度、预埋件位置、门窗洞口位置和宽高等,都应逐项按规定数量检查。

附录 A 3D 板混凝土构件常用规格 和增加构件承载力的方法

A.1 3D 板混凝土构件常用规格

A.1.1 将 3D 板截面和钢丝数据以及构件常用规格列表便于设计时使用。

A.1.2~A.1.4 中仅选择若干常用的 3D 板混凝土构件列出截面常数和强度,备设计和校对时参考之用。

A.2 增加构件承载力的方法

A.2.1 列出增加构件承载力可采取的措施和有效的范围。

A.2.2 对在聚苯板的槽内和在网片外侧两种不同位置加配普通钢筋的方法进行比较并给出结论(适用范围)。

附录 B 过梁和组合过梁

B.0.1、B.0.2 按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G 和国外经验将过梁分成普通受弯构件和深受弯构件。为避免同一符号代表不同内容,将 l_0 、 h 和 h_0 分别改为 l_1 、 h_1 和 h_{10} 。

B.0.3 正截面受弯承载力计算

按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.2 条并参考国外经验,根据 3D 板混凝土构件具体情况作了下列简化:

- 1 因圈梁内有受压钢筋, $x < 0.2h_{10}$, 故取 $x = 0.2h_{10}$ 。
- 2 取底部 $0.2h_1$ 范围内的水平钢筋作为 A_s , 故 $a_s = 0.1h_1$ 。

B.0.4 斜截面受剪承载力计算

1 按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.3 条。

2 按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.5 条。符合本条的条件时可不再进行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.4 条的斜截面受剪承载力计算。钢筋配置已符合国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.10 条和 G.0.12 条的规定。

3 按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.4 条,作了简化。

附录 C 结构设计计算用表

C.0.1 表 C.0.1 专为由 $\Sigma(A_s f_y)/(b f_c h_0)$ 直接查出 β_1 、 α_1 而编制。有 15 列 4 行：15 列分别由 $\epsilon_c = 0.002 \sim 0.001$ （其相应的 $\epsilon_s = 0.0048 \sim 0.0024$ ）和 $\epsilon_c = 0.00085 \sim 0.0003$ （其相应的 $\epsilon_s = 0.00205 \sim 0.00162$ ）组成，钢筋拉应力 σ_s 均达到 f_y ；4 行由 ϵ_c 、 $\Sigma A_s f_y/(b f_c h_0)$ 、 β_1 、 α_1 组成。

C.0.2 表 C.0.2 稳定系数 φ 是取自国家标准《钢结构设计规范》GB 50017-2003 附录 C 表 C-1 中的一部分，并用统一后的 f_{stk} ，以免混淆并便于设计时使用。

C.0.3 表 C.0.3 和表 C.0.4 分别对常用 3D 楼板、屋面板截面验算抗剪强度所需的数据和验算裂缝所需数据列表，便于设计时使用。

附录 D 抗震计算要点

D.0.1 按国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 的第 7.2.1 条、第 5.2.1 条、第 5.1.4 条、第 5.1.3 条,但根据 3D 板混凝土构件的特点作了简化,并将“ α_1 ”改为“ α_E ”以免混淆。

D.0.2 按国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 的第 7.2.2 条。

D.0.3 按国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 的第 7.2.3 条,根据 3D 板混凝土构件的特点作了简化。

D.0.4 斜截面受剪承载力计算

1 按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.3 条。

2 按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.5 条,符合本条的条件时可不再进行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.4 条的斜截面受剪承载力计算,弱筋配置已符合国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.10 条和 G.0.12 条的规定。

3 按国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 附录 G.0.4 条,作了简化。



1 5 1 1 2 2 1 7 8 1



统一书号: 15112 · 21781
定 价: 17.00 元