CECS ×××：2020

中 国 工 程 建 设 协 会 标 准

# 装配式预制混凝土钢丝网架低能耗建筑技术规程

Technical specification for low energy buildings of prefabricated concrete with steel mesh framed

（征求意见稿）

中国计划出版社

# 中国工程建设协会标准

# 装配式预制混凝土钢丝网架低能耗建筑技术规程

Technical specification for low energy buildings of prefabricated concrete with steel mesh framed

**CECS xxx：2020**

主编单位：

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：**2020** 年 **XX** 月 **XX** 日

中国计划出版社

**2020** 北　京

# 中国工程建设标准化协会公告

## 第 015 号

# 关于发布《装配式预制混凝土钢丝网架低能耗建筑技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会（【2018】建标协字第 015 号文）《2018 年第一批协会标准制订、修订计划》的要求，由沈阳建大工程检测咨询有限公司、会同沈阳嘉和节能保温科技有限公司、清华大学、沈阳建筑大学、沈阳建筑大学规划建筑设计研究院等单位编制的中国工程建设协会标准《装配式预制混凝土钢丝网架低能耗建筑技术规程》，经协会砌体结构专业委员会组织审查，现批准发布，编号为 CECS****:2020，自 2020 年*月 1 日起施行。

**中国工程建设标准化协会**

**二〇二〇年*月*日**

# 前　言

根据中国工程建设标准化协会的通知（【2018】建标协字第015号文）要求，制定本规程。

规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，进行必要的试验研究，参考国际相关标准，并在广泛征求意见的基础上，总结全国各地砌体结构特点，结合工程设计、施工和检测等方面经验编制而成。

本规程的主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3.材料；4.建筑及设备设计；5.结构设计；6.构件制作及检验；7.施工与验收。

**主编单位：**

**参编单位：**

**主要起草人;**

**主要审查人：**

# 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.....5
　3.1　混凝土.....5
　3.2　钢丝和钢筋.....5
　3.3　保温材料.....5
　3.4　其他材料.....6
4　建筑及设备设计.....7
　4.1　平立面设计.....7
　4.2　围护结构设计.....7
　4.3　建筑构造设计.....8
　4.4　建筑节能.....10
　4.5　装修及设备管线设计.....11
5　结构设计.....12
　5.1　一般规定.....12
　5.2　结构布置.....12
　5.3　组合 PC3D 构件截面计算.....13
　5.4　结构构造设计.....21
6　构件制作及检验.....22
　6.1　一般规定.....22
　6.2　构件制作.....22
　6.3　构件检验.....23
7　施工及验收.....25
　7.1　一般规定.....25
　7.2　运输及存放.....25
　7.3　施工要求.....26
　7.4　工程验收.....26
附录 A　PC3D 墙板标准件规格.....29
附录 B　抗震计算要点.....30
附录 C　结构设计计算用表.....31
附录 D　PC3D 板件连接做法.....32
附录 E　PC3D 外挂墙板连接做法.....35
本规程用词说明.....36
引用标准名录.....37
附：条文说明.....41

# Contents


1 General Provisions ..... 1
2 Terms and Symbols ..... 2
2.1 Terms ..... 2
2.2 Symbols ..... 3
3 Materials ..... 5
3.1 Concrete ..... 5
3.2 Wire and Steel Reinforcement ..... 5
3.3 Insulation Material ..... 5
3.4 Other Material ..... 6
4 Architectural and Equipment Design ..... 7
4.1 Plan and Elevation Design ..... 7
4.2 Building Envelope Design ..... 7
4.3 Architectural Detailing Design ..... 8
4.4 Building Energy Conservation ..... 10
4.5 Decoration and Equipment Pipeline Design ..... 11
5 Structural Design ..... 12
5.1 General Requirements ..... 12
5.2 Structural Arrangement ..... 12
5.3 PC3D Composite Component Section Calculation ..... 13
5.4 Structural Detailing Design ..... 20
6 Component Manufacturing and Inspection ..... 24
6.1 General Requirements ..... 24
6.2 Component Manufacturing ..... 24
6.3 Component Inspection ..... 25
7 Construction and Quality Acceptance ..... 27
7.1 General Requirements ..... 27
7.2 Transportation and Storage ..... 27
7.3 Construction Requirements ..... 28
7.4 Construction Quality Acceptance ..... 28
Appendix A Concrete Wall Reinforced with PC3D Panels Standard Specifications ..... 31
Appendix B Essentials in Seismic Calculation ..... 33
Appendix C Table for Structural Design Calculation ..... 34
Appendix D Concrete Element Reinforced with PC3D Panels Joint Ways ..... 35
Appendix E Concrete Wall Reinforced with PC3D Facade Panels Joint Ways ..... 38
Explanation of Wording in This Standard ..... 39
List of Quoted Standards ..... 40
Addition：Explanation of Provisions ..... 41

# 1 总 则

**1.0.1** 为推广和应用装配式混凝土钢丝网架低能耗建筑技术，规范装配式预制混凝土钢丝网架低能耗集成建筑设计、施工、验收、运行和维护，保证施工质量，制定本技术规程。

**1.0.2** 本规程适用于 8 度及 8 度以下抗震设防区，建筑高度不超过 10 米的三层及三层以下民用建筑，以及高度不超过 100 米的工业与民用建筑的外围护墙板。

**1.0.3** 装配式混凝土钢丝网架低能耗建筑的设计、施工、验收、运行和维护除满足本技术标准外，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** 预制混凝土钢丝网架夹心构件 precast concrete steel mesh framed sandwich component

在工厂或现场预先生产制作的，以镀锌钢丝焊接成符合各种使用功能和结构要求的三维空间网架，中间填充模塑聚苯乙烯板或岩棉，两侧浇筑混凝土形成的板，简称 PC3D 构件。

**2.1.2** PC3D 建筑 PC3D buildings

由 PC3D 构件组成的建筑。

**2.1.3** 低能耗建筑 low-energy building

通过保温隔热性能和气密性能更高的围护结构，最大程度地降低建筑供暖供冷需求，以更少的能源消耗提供舒适室内环境。通过合理设计，满足相应建筑类别低能耗指标的要求。

**2.1.4** PC3D 墙板 concrete wall reinforced with PC3D panel

PC3D 墙板是 PC3D 构件的一种主要形式。按墙板的功能和用途可分为承重 PC3D 板和外挂 PC3D 板。

**2.1.5** 承重 PC3D 墙板 loadbearing concrete wall reinforced with PC3D panel

PC3D 建筑中的主要受力结构构件。

**2.1.6** PC3D 外挂板 PC3D facade panels

应用于外挂墙板系统中的非结构构件。

**2.1.7** 角网 splice mesh in the corner

PC3D 墙板转角处加强用的钢丝网片，分为阴角网和阳角网。

**2.1.8** U 形网 splice mesh in the corner

用于加强 PC3D 墙板与梁、柱、门窗洞口等处的 U 形钢丝网片。

**2.1.9** 体型系数 shape coefficient

建筑物与室外大气接触的表面积与其所包围体积的比值。

**2.1.10** 围护结构传热系数 overall heat transfer coefficient of building envelope

指在稳定传热条件下，围护结构两侧空气温差为 1 度（K，℃），1s 内通过 1 平方米面积传递的热量，单位是瓦/（平方米·度）（W/㎡·K，此处 K 可用℃代替）。用符号 K 表示。

**2.1.11** 热惰性指标 index of thermal inertia

表征外墙体反抗温度波动和热流波动的无量纲指标，用符号 D 表示。

## 2.2 符 号

**2.2.1** 几何参数

$A$——混凝土截面面积；

$B$——板截面长（宽）度；

$t_1$、$t_2$——墙体的外、内侧和楼板的顶板、底板的混凝土层厚度；

$c$——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；

$I$——对重心轴的截面惯性矩；

$i$——对重心轴的截面回转半径；

$to$——聚苯板厚度；

$h$——板的总厚度；

$a_1$——最外层纵向受拉钢筋（丝）外边缘到受拉区底边的距离；

$d_{eq}$——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；

$n_i$——受拉区第 $i$ 种纵向钢筋（丝）的根数；

$H_i$、$Hj$——分别为质点 $i$、$j$ 的计算高度。

**2.2.2** 材料性能

$f_c$——混凝土抗压强度设计值；

$E_s$——钢筋（丝）弹性模量；

$E_c$——混凝土弹性模量；

$B_s$——荷载准永久组合作用下受弯构件的短期刚度。

**2.2.3** 作用和作用效应

$M_q$——按荷载准永久组合计算的弯矩值；

$\sigma_c$——混凝土压应变为$\varepsilon_0$时的混凝土压应力；

$\sigma_{sq}$——按荷载准永久组合计算的纵向受拉钢筋（丝）的应力；

$\varepsilon_c$——混凝土压应变；

$\varepsilon_0$——混凝土压应力刚达到$f_c$时的混凝土压应变；

$F_{EK}$——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；

$G_i$、$G_j$——分别集中于质点 $i$、$j$ 的重力荷载代表值；

$G_{eq}$——结构等效总重力荷载。

**2.2.4** 计算系数

$\psi$——裂缝间纵向受拉钢筋（丝）应变不均匀系数；

$v_i$——受拉区第 $i$ 种纵向钢筋（丝）的相对粘结特性系数；

$\rho_{te}$——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；

$\alpha_E$——相应于结构基本自振周期的水平地震影响系数值。

# 3 材 料

## 3.1 混凝土

**3.1.1** 混凝土的各项力学性能指标及耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的规定。

**3.1.2** 用于 PC3D 构件的混凝土面层宜采用细石混凝土，当 PC3D 构件面层厚度大于 80mm 时，可采用普通混凝土，混凝土强度等级不宜低于 C30。

## 3.2 钢丝和钢筋

**3.2.1** 钢丝网片和斜插丝应采用冷拔低碳镀锌钢丝，冷拔低碳镀锌钢丝的性能指标应符合表 3.2.1 的规定。

**表 3.2.1 冷拔低碳镀锌钢丝性能指标**

| 项目 | 抗拉强度（MPa） | 180°反复弯曲次数 | 镀锌层质量（g/ $m^2$） |
|---|---|---|---|
| 冷拔镀锌钢丝 | ≥550 | ≥6 | >122 |

**3.2.2** 钢丝网片和斜插丝用冷拔镀锌钢丝的抗拉强度设计值和弹性模量按表 3.2.2 取值。

**表 3.2.2 冷拔低碳镀锌钢丝的材料性能指标设计取值**

| 项目 | 抗拉强度设计值（MPa） | 弹性模量（MPa） |
|---|---|---|
| 冷拔镀锌钢丝 | 320 | $2.0\times10^5$ |

**3.2.3** 钢筋的各项力学性能指标应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1 和《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的有关规定。

## 3.3 保温材料

**3.3.1** 装配式混凝土钢丝网架预制墙板中间保温材料可采用模塑聚苯板、挤塑聚苯板、岩棉板，其主要性能指标应符合表 3.3.1-1~表 3.3.1-3 的规定。

**表 3.3.1-1 模塑聚苯板主要性能指标**

| 项目 | 单位 | 性能指标 |
|---|---|---|
| 表观密度 | $kg/m^3$ | 18~22 |
| 导热系数 | W/（m·K） | ≤0.039 |
| 压缩强度 | MPa | ≥0.10 |
| 垂直于板面方向的抗拉强度 | MPa | ≥0.10 |
| 氧指数 | % | ≥30 |
| 水蒸气渗透系数 | ng/Pa·m·s | ≤4.5 |

| | | |
|---|---|---|
| 吸水率 | % | ≤3 |
| 尺寸稳定性 | % | ≤0.3 |
| 燃烧性能等级 | —— | 不低于 $B_2$ 级 |

**表 3.3.1-2 挤塑聚苯板主要性能指标**

| 项目 | 单位 | 性能指标 |
|---|---|---|
| 表观密度 | $kg/m^3$ | 22~35 |
| 导热系数（25℃） | W/（m·K） | ≤0.030 |
| 压缩强度 | MPa | ≥0.20 |
| 垂直于板面方向的抗拉强度 | MPa | ≥0.20 |
| 氧指数 | % | ≥26 |
| 水蒸气渗透系数 | ng/Pa·m·s | 3.5~1.5 |
| 吸水率 | % | ≤1.5 |
| 尺寸稳定性 | % | ≤1.2 |
| 燃烧性能等级 | —— | 不低于 $B_2$ 级 |

**表 3.3.1-3 岩棉板主要性能指标**

| 项目 | | 单位 | 性能指标 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | TR7.5 | TR10 | TR15 |
| 垂直于板面方向的抗拉强度 | | kPa | ≥7.5 | ≥10.0 | ≥15.0 |
| 导热系数（25℃） | | W/（m·K） | ≤0.040 | | |
| 压缩强度 | | kPa | ≥40 | | |
| 质量吸湿率 | | % | ≤0.5 | | |
| 憎水率 | | % | ≥98.0 | | |
| 吸水量 | 短期（24h） | kg/㎡ | ≤1.0 | | |
| | 长期（28d） | kg/㎡ | ≤3.0 | | |
| 尺寸稳定性 | | % | ≤0.2 | | |
| 燃烧性能等级 | | —— | A 级 | | |

## 3.4 其他材料

**3.4.1** 受力预埋件的锚板、连接用锚栓和螺栓等，应符合国家现行标准《钢结构设计规范》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

**3.4.2** 密封材料应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776 和《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 的有关规定。

# 4　建筑及设备设计

## 4.1　平立面设计

**4.1.1**　PC3D 建筑设计应充分考虑安全性、经济性、生产施工便捷性以及美观性要求，平立面尺寸应符合国家现行标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的规定，采用基本模数或扩大模数实现模数协调。

**4.1.2**　PC3D 建筑墙板排板设计宜符合标准化、系列化的要求，标准化构件的规格尺寸见附录 A。当出现非整板设计时，最小长度应符合表 4.1.2 规定：

**表 4.1.2 非整板最小长度**

| 墙体类型及所在部位 | 最小长度（mm） |
|---|---|
| 承重窗间墙 | 500 |
| 非承重窗间墙 | 300 |
| 阴角至门窗洞口 | 500 |
| 阳角至门窗洞口 | 500 |
| 独立承重墙垛 | 500 |
| 独立非承重墙垛 | 300 |
| 门窗洞口顶部距楼板、屋面板底部 | 300 |

**4.1.3**　PC3D 建筑应对平面功能进行合理分区，并应符合下列规定：

**1**　卫生间、浴室、厨房等用水房间和设备管井应集中布置；

**2**　应基于气候特征和项目所在地区的微气候环境，进行通风、采光、保温隔热等方面的设计，宜充分利用天然采光和自然通风；

**3**　建筑体型宜规整紧凑，避免过多凹凸变化，降低体型系数。

**4.1.4**　PC3D 建筑立面设计应符合下列规定：

**1**　立面设计宜采用南向开窗，控制西向和东向的窗墙比，避免北向大面积开窗；

**2**　当建筑朝向不利、开窗开口与主导风向夹角过小时，宜配合导风墙、导风板等构件设置，引导气流进入建筑内部；

**3**　立面划分外墙构件应与建筑功能和造型有机结合，并有防风、雨、雪、雷电、沙尘等技术措施。

## 4.2　围护结构设计

**4.2.1**　PC3D 建筑保温系统可采用外保温、夹心保温和内保温系统。PC3D 墙板的内、外叶（侧）墙板的厚度，应根据保温系统的不同，按表 4.2.1 确定。

**表 4.2.1 预制混凝土钢丝网架复合墙板（PC3D）厚度要求**（mm）

| 项 目 | 外保温系统 | 夹心保温系统 | 内保温系统 |
|---|---|---|---|
| 外叶墙板或外侧保护层厚度 | ≥20 | ≥50 | 计算确定，且≥60（单层），≥80（二、三层） |
| 内叶墙板或内侧保护层厚度 | 计算确定，且≥60（单层），≥80（二、三层） | ≥50 | ≥10 |

**4.2.2** 外保温系统保温材料耐火性能多层不应低于 B2 级，高层不应低于 B1 级；外保温墙板采用 B1、B2 级保温材料时，应符合如下要求：

**1** 每层设置宽度不小于 300mm 的不燃材料防火隔离带；

**2** 门窗耐火完整性不小于 0.5h。

**4.2.3** 内保温系统保温材料耐火性能不应低于 B1 级，应采用燃烧低烟、低毒的保温材料。

**4.2.4** 夹心保温系统保温材料耐火性能不应低于 B2 级。

**4.2.5** 当楼、屋面板采用 PC3D 构件时，保温材料燃烧性能不应低于 B2 级。

**4.2.6** 当 PC3D 建筑的屋面和外墙均为外保温系统时，若保温材料低于 A 级时，屋面与外墙之间应设置宽度不小于 500mm 的不燃材料防火隔离带。

## 4.3 建筑构造设计

**4.3.1** PC3D 建筑外墙、隔墙和楼板、屋面板应有防火要求，燃烧性能和耐火极限指标应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的相关规定。

**4.3.2** PC3D 建筑墙板外墙、门窗等结构性热桥部位应采取如下措施隔断热桥：

**1** 建筑外门窗应于保温层居中安装，洞口部位应增设保温附加层；

**2** 女儿墙、挑出的混凝土等结构性热桥部位应做保温处理；

**3** 热桥部位内表面温度应不低于室内空气露点温度。

**4.3.3** PC3D 建筑应有良好的防水防潮性能，并符合如下要求：

**1** 厨房、卫生间及有防潮、防水要求的环境时,应采取防潮、防水处理构造措施;凡附设水池、水箱、洗手盆等设施的墙体,墙面应做防水处理；

**2** 应进行墙体内部冷凝受潮验算，防止水蒸气渗透进入围护结构内部产生冷凝。

**4.3.4** PC3D 建筑气密性应满足所在地区低能耗设计标准要求，并符合如下要求：

**1** 应选用气密性等级较高的外窗，气密性不宜低于 8 级。门窗框与墙间空隙应填实,保温层应与门、窗框紧密结合；

**2** 外围护墙体内表面抹灰层应与钢筋混凝土屋面板、楼板或地面相交接，形成完整闭合的气密区。

**4.3.5** PC3D 建筑应满足空气隔声和撞击隔声设计要求。外墙、分户隔墙和楼板的空气声计权隔声量不应小于 45dB，墙板用做分室隔墙时，空气声计权隔声量不应小于 35dB；楼板撞击隔声量要求不大于 75dB，高要求时不大于 65dB。隔声量参考指标如下：

**表 4.3.5　PC3D 墙板空气隔声量指标**

| 墙体部位 | 墙体各层厚度（mm） | | | | | 空气计权隔声量（dB） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 内饰面厚度（抹灰刷涂料墙面） | 外叶墙混凝土层厚度 | 保温（隔声）层厚度 | 外叶墙混凝土层厚度 | 外饰面厚度（外墙涂料） | |
| 外墙 | 15 | 50 | 100 | 50 | 18 | 47 |
| | 15 | 50 | 120 | 50 | 18 | 48 |
| 内墙 | 15 | 35 | 70 | 35 | 18 | 45 |
| | 15 | 40 | 70 | 40 | 18 | 45 |

**4.3.6**　PC3D 建筑连接部位接缝较多，应采取有效的防开裂措施：

**1**　板与板之间对接缝、T-型墙板部位结合处以及墙板转折处均应贴耐碱玻纤网格带进行防开裂处理；

**2**　门窗洞口角部内外两侧应按 45°方向加贴 300mm×500mm 的平网增强。

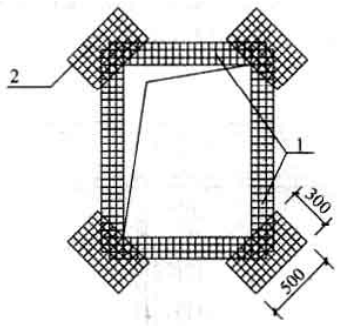



图 4.3.6 洞口角部内外侧平网增强

1-U 形网；2-平网

**3**　平网应由钢丝网片剪裁而成，单层 PC3D 建筑平网宽度应大于或等于 250mm，多层 PC3D 建筑平网宽度应大于或等于 300mm。

**4.3.7**　PC3D 墙板自由端的洞口四周均应间隔 500mm 设置混凝土块，混凝土块尺寸不小于 100mmx100mmx 墙体厚度。（图 4.3.7）。

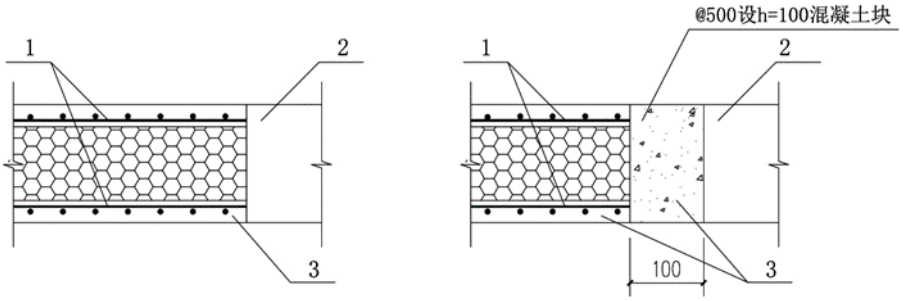



图 4.3.7 墙板自由端板边和洞口四周

1-钢丝网片；2-洞口；3-细石混凝土

**4.3.8** PC3D 外挂墙板的接缝应符合下列规定：

**1** 接缝宽度应考虑主体结构的层间位移、密封材料的变形能力及施工安装误差等因素；接缝宽度不应小于 15mm，且不宜大于 35mm；当计算接缝宽度大于 35mm 时，宜调整外挂墙板的板型或节点连接形式，也可采用具有更高位移能力的弹性密封胶；

**2** 密封胶厚度不宜小于 8mm，且不宜小于缝宽的一半；

**3** 密封胶内侧宜设置背衬材料填充。

**4.3.9** PC3D 外挂墙板防水排水构造应符合现行行业标准《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ 458 的有关规定。外挂墙板装饰面层采用面砖时，面砖的背面应设置燕尾槽。面砖材料、吸水率、抗冻性能等应符合现行行业标准《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126 的有关规定。面砖与混凝土之间的粘结性能应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ/T 110 的规定。

## 4.4 建筑节能

**4.4.1** PC3D 建筑外墙、内墙、楼板、屋面板中保温层厚度应根据不同气候地区不同节能保温隔热要求经计算后确定，符合国家及地方相关低能耗标准设计要求，且不应小于 70mm。

**4.4.2** PC3D 建筑构件外围护构件热惰性指标和传热系数指标见表 4.4.2。

**表 4.4.2 PC3D 建筑构件热工性能指标要求**

| 区域类别 | 构件用途 | 节能 65% | 节能 75% | 超低能耗 |
|---|---|---|---|---|
| 严寒 A 区 | PC3D 建筑 | K≤0.25 | K≤0.20 | 0.1≤K≤0.20 |
| | 外挂墙板系统 | 层数≤3，K≤0.25；<br>4≤层数，K≤0.35 | 层数≤3，K≤0.20；<br>4≤层数≤8，K≤0.35；<br>9≤层数，K≤0.40 | 0.1≤K≤0.20 |
| 严寒 B 区 | PC3D 建筑 | K≤0.25 | K≤0.25 | 0.1≤K≤0.20 |
| | 外挂墙板系统 | 层数≤3，K≤0.25；<br>4≤层数，K≤0.35 | 层数≤3，K≤0.25；<br>4≤层数≤8，K≤0.30；<br>9≤层数，K≤0.35 | 0.1≤K≤0.20 |
| 严寒 C 区 | PC3D 建筑 | K≤0.30 | K≤0.20 | 0.1≤K≤0.20 |
| | 外挂墙板系统 | 层数≤3，K≤0.30；<br>4≤层数，K≤0.40 | 层数≤3，K≤0.20；<br>4≤层数，K≤0.40 | 0.1≤K≤0.20 |
| 寒冷 A、B 区 | PC3D 建筑 | K≤0.35 | K≤0.35 | 0.1≤K≤0.25 |
| | 外挂墙板系统 | 层数≤3，K≤0.35；<br>4≤层数，K≤0.45 | 层数≤3，K≤0.35；<br>4≤层数，K≤0.45 | 0.1≤K≤0.25 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 夏热<br>冬冷 | PC3D 建筑<br>外挂墙板系统 | D>2.5， K≤1.5；<br>或 D≤2.5，K≤1.0 | D>2.5， K≤0.85；<br>或 1.6≤D≤2.5，K≤0.70 | 0.20≤K≤0.35，<br>D>2.5 |
| 夏热<br>冬暖 | PC3D 建筑<br>外挂墙板系统 | D≥3，2.0<K≤2.5；<br>或 D≥2.8，1.5<K≤2.0；<br>或 D≥2.5，0.7<K≤1.5 | D≥2.8，1.30<K≤1.75；<br>或 D≥2.5，0.7<K≤1.30 | 0.25≤K≤0.40，<br>D≥2.8 |
| 温和 | PC3D 建筑<br>外挂墙板系统 | 体形系数≤0.45 时，D>2.5，<br>K≤1.5；或 D≤2.5 时 K≤1.0<br>体形系数>0.45 时，D>2.5，<br>K≤1.0；或 D≤2.5 时 K≤0.8 | D>2.5，K≤0.90；<br>或 D≤2.5 时 K≤0.70 | 0.25≤K≤0.4，<br>D>2.5 |

## 4.5 装修及设备管线设计

**4.5.1** PC3D 建筑装修工程应采用符合国家防火、防污染、防潮、防水等相关标准的装修材料和辅料。预制构件时，应按设计要求预留预埋管，电线管应满足防火规范相关要求；

**4.5.2** 强弱电箱、电箱和开关插座等电气预埋部位，并应符合如下规定：

**1** 不应在预制构件受力部位和节点连接区域设置孔洞及接线盒，隔墙两侧的设备不应直接连通设置；

**2** 开关和插座应错位安装，周围应采用进行防火隔离；

**3** 强弱电箱宜明装，确需预埋时错开安装，间距不小于 300m。

# 5 结构设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** PC3D 混凝土构件可根据内、外叶（侧）墙厚度、保温层厚度及斜插丝的设置情况，按组合构件或非组合构件进行设计。并应符合下列规定：

**1** 内墙和楼、屋面板宜按组合构件设计；

**2** 外墙宜按非组合构件设计，当按组合构件设计时，墙顶应设置现浇圈梁；

**3** 当墙体连接构造、斜插丝构造，及内、外叶墙厚度满足本标准规定，且夹心保温厚度不大于 120mm 时，宜按组合构件进行截面承载力计算；

**4** 外墙外保温、外墙内保温构件和保温层厚度大于 120mm 的夹心保温构件，宜按非组合构件进行截面承载力计算，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB50011 的有关规定。

**5.1.2** PC3D 建筑房屋抗震等级应符合下列规定：

**1** 丙类建筑：抗震设防烈度为 8 度时取三级；抗震设防烈度为 7 度和 6 度时取四级；

**2** 乙类建筑：抗震设防烈度为 8 度时取二级；抗震设防烈度为 7 度和 6 度时取三级。

**5.1.3** PC3D 建筑房屋的高宽比，8 度抗震设防区不宜超过 2.0，6 度、7 度抗震设防区不宜超过 2.5。

**5.1.4** PC3D 建筑的结构设计，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进行设计。

**5.1.5** 对组合 PC3D 构件的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，可视作竖向受弯构件；

**2** 对本层的竖向荷载，应考虑对墙板的实际偏心影响，可取墙宽的 10%作为其偏心距。由上一楼层传来的竖向荷载，可视作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。

**5.1.6** PC3D 建筑的地震作用计算可按本规程附录 B，采用底部剪力法进行计算。

## 5.2 结构布置

**5.2.1** 结构布置应符合下列规定：

**1** 平面布置宜规则、均匀、对称，并应具有良好的整体性；

**2** 侧向刚度沿竖向宜均匀变化，避免侧向刚度和承载力突变；

**5.2.2** PC3D 建筑房屋楼梯间不宜设置在房屋的尽端或转角处，若设置在房屋的尽端或转角处，应采取有效加强措施。

**5.2.3** PC3D 建筑房屋不应在房屋转角处设置转角窗。

**5.2.4** PC3D 建筑楼、屋面板跨度不宜大于 4.5m。

**5.2.5** PC3D 建筑房屋宜采用全部落地的墙板承重，房屋的抗震墙间距应符合下列规定：

**1** 当抗震设防烈度为 6、7 度时，房屋抗震墙间距不应大于 12m；

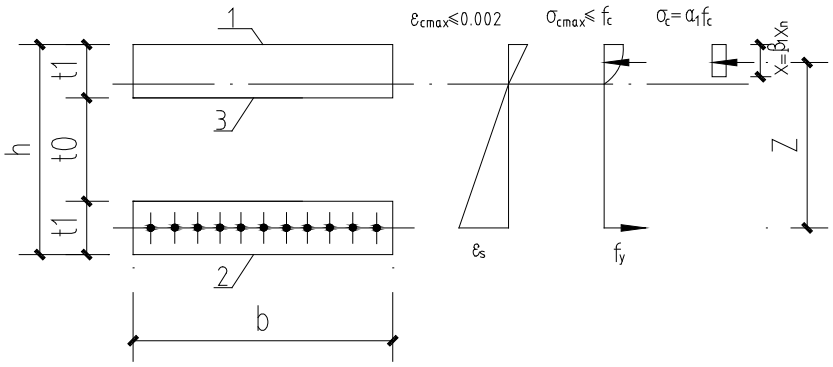
**2** 当抗震设防烈度为 8 度时，房屋抗震墙间距不应大于 9m。

**5.2.6** 外挂墙板不应跨越主体结构变形缝。

## 5.3 组合 PC3D 构件截面计算

### I 基本假定

**5.3.1** PC3D 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 5.3.1）




（a）截面　　（b）应变　　（c）应力

图 5.3.1　PC3D 板混凝土构件计算截面

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 $\varepsilon_c \le \varepsilon_0$ 时，

$$\sigma_c = f_c\left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0}\right)\left[2-\left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0}\right)\right] \qquad (5.3.1\text{-}1)$$

式中：　$\sigma_c$——混凝土压应变为$\varepsilon_0$时的混凝土压应力；

$f_c$——混凝土抗压强度设计值；

$\varepsilon_c$——混凝土压应变;

$\varepsilon_0$——混凝土压应力刚达到$\mathbf{f_c}$时的混凝土压应变，取为 0.002。

受压混凝土的最大压应变($\varepsilon_{cmax}$)不得大于$\varepsilon_0$。

**4** 纵向钢筋的应力取钢筋应变($\boldsymbol{\varepsilon_c}$)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。

**5.3.2** PC3D 混凝土构件的正截面承载能力极限状态验算中，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 5.3.2)

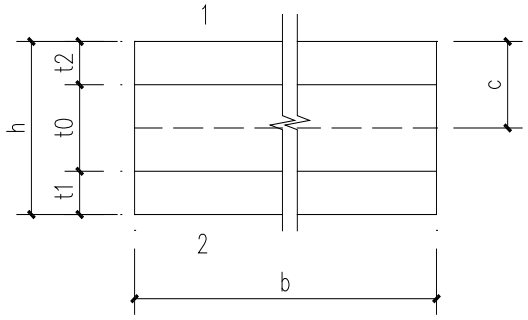



图 5.3.2　PC3D 板混凝土构件计算截面

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）

PC3D 板混凝土构件的截面常数可根据其规格，按下列公式计算：

$$A = b(t_1 + t_2) \tag{5.3.2-1}$$

$$c = [t_2^2 / 2 + t_1(h - t_1 / 2)] / (t_1 + t_2) \tag{5.3.2-2}$$

$$I = b[(t_1^3 + t_2^3) / 12 + 12(h - c - t_1 / 2)^2 + t_2(c - t_2 / 2)^2] \tag{5.3.2-3}$$

$$i = \sqrt{(I / A)} \tag{5.3.2-4}$$

$$h = t_1 + t_o + t_2 \tag{5.3.2-5}$$

式中：　$A$——混凝土截面面积 （$mm^2$）；

$B$——板截面长（宽）度 （mm）；

$t_1$、$t_2$——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（$mm^4$）；

$i$——对重心轴的截面回转半径（mm）；

$t_o$——聚苯板厚度（mm）；

$h$——板的总厚度（mm）。

**5.3.3**　PC3D 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$\beta_1$，其应力值应取混凝土轴心抗压强度设计值$f_c$乘以系数$\alpha_1$。系数$\alpha_1$和$\beta_1$应根据实际的$\varepsilon_{cmax}$按本规程附录 C 表 C.0.1 确定。

Ⅱ　PC3D 楼（屋）面板计算

**5.3.4**　PC3D 楼板（屋面板）应按单向、单筋截面的简支板或连续板计算。

**5.3.5**　PC3D 楼板（屋面板）最大裂缝宽度的限值应符合表 5.3.5 的规定。

**表 5.3.5　PC3D 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 |

| | | |
|---|---|---|
| 对处于平均相对湿度小于 60%地区 | 0.3 | 0.4 |

**5.3.6** PC3D 楼板（屋面板）最大挠度限值应为计算跨度（$l$）的 1/200。

**5.3.7** PC3D 楼板（屋面板）计算的剪力应以支座内边为准。分别验算构件内斜插丝、墙体交界处混凝土截面。混凝土截面的抗剪承载力按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 计算。

**5.3.8** PC3D 楼板（屋面板）的抗剪强度应符合下列公式：

$$V \le \frac{\gamma f_{\mathrm{y}} A_{\mathrm{ss}} b \cos\alpha}{a_4} \qquad (5.3.8)$$

式中： $V$——支座内边处的剪力设计值（N）；

$\gamma$——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$\boldsymbol{\mu}$取 0.70）按本规程附录 C 的表 C.0.2 查稳定系数$\boldsymbol{\varphi}$；当$\boldsymbol{\varphi}$＞0.55 时$\boldsymbol{\mu}$取 0.55，否则取$\boldsymbol{\mu} = \boldsymbol{\varphi}$；

$f_{\mathrm{y}}$——斜插丝的抗拉及抗压强度设计（取 320N/mm$^2$）；

$A_{\mathrm{ss}}$——斜插丝的截面积（mm$^2$）；

$b$——截面宽度（mm）；

$\alpha$——斜插丝与垂直线（及 $V$ 的作用方向）的夹角（图 5.3.8）；

$a_4$——斜插丝组成的钢骨架的间距（mm）。

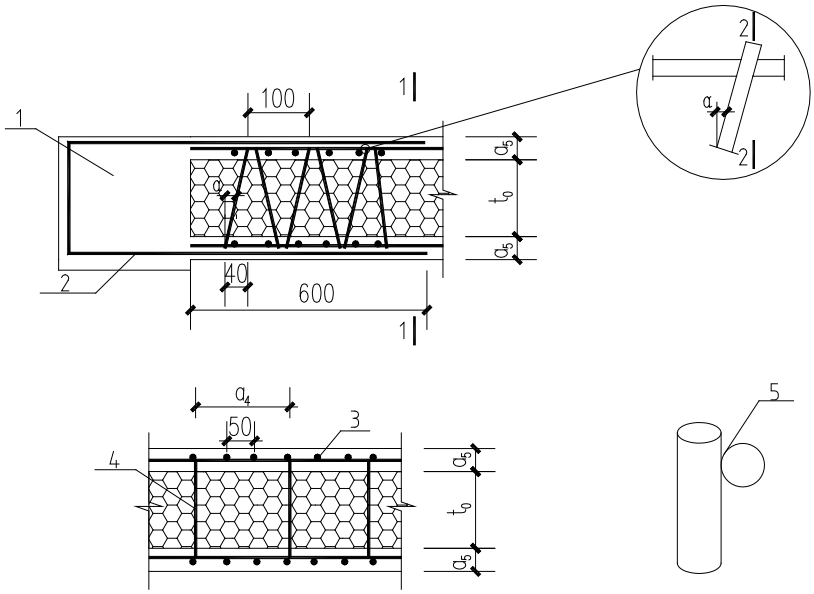



图 5.3.8 斜插丝钢骨架

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

**5.3.9** PC3D 楼板（屋面板）正截面受弯承载力计算应按下列公式确定：

$$M \le A_s f_y z \qquad (5.3.9\text{-}1)$$

$$x_n = A_s f_y / \left( b \beta_1 \alpha_1 f_c \right) \qquad (5.3.9\text{-}2)$$

$$z = h_0 - \frac{x}{2} = h_0 - \frac{\beta_1 x_n}{2} \qquad (5.3.9\text{-}3)$$

式中：　$M$——弯矩设计值（N·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）

$\alpha_1$、$\beta_1$——根据（$A_s f_y$）/（$f_c\ h_0$）按本规程附录 E 表 E.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）。

**5.3.10**　当采取加配普通钢筋的加强措施时，PC3D 楼板（屋面板）正截面受弯承载力应按下列公式确定：

$$M \le A_s f_y z + A_{s1} f_{y1} z_1 \qquad (5.3.10\text{-}1)$$

$$x_n = \left( A_s f_y + A_{s1} f_{y1} \right) / \left( b \beta_1 \alpha_1 f_c \right) \qquad (5.3.10\text{-}2)$$

$$z_1 = h_0 - \frac{x}{2} = h_0 - \frac{\beta_1 x_n}{2} \qquad (5.3.10\text{-}3)$$

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（$N/mm^2$）；

$z_1$——截面有效高度（mm），取$h_0$=$t_2$+$t_0$+20（mm）；

$x_n$——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：

$$x_{\mathrm{n}} \le 0.333h_0 \qquad (5.3.10\text{-}4)$$

$$x_{\mathrm{n}} \le t_2 \qquad (5.3.10\text{-}5)$$

**5.3.11** 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：

$$M_1 \le \left(A_{\mathrm{s}} - A_{\mathrm{sa}}\right) f_{\mathrm{y}} z + A_{\mathrm{s}2} f_{\mathrm{y}2} z_2 \qquad (5.3.11\text{-}1)$$

$$x_{\mathrm{n}} = \left[\left(A_{\mathrm{s}} - A_{\mathrm{sa}}\right) f_{\mathrm{y}} + A_{\mathrm{s}2} f_{\mathrm{y}2}\right] A_{\mathrm{s}} f_{\mathrm{y}} / \left(b\beta_1 \alpha_1 f_{\mathrm{c}}\right) \qquad (5.3.11\text{-}2)$$

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

$A_{\mathrm{s}2}$——钢筋混凝土小梁或肋纵向受拉普通钢筋的截面面积（$\mathrm{mm}^2$）；

$f_{\mathrm{y}2}$——钢筋混凝土小梁或肋纵向受拉钢筋的抗拉强度设计值（$\mathrm{N/mm}^2$）；’

$z_2$——纵向受拉钢筋 $A_{\mathrm{s}2}$ 合力至混凝土受压区合力点之间的距离（mm）；

$A_{\mathrm{sa}}$——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(mm)。

中和轴高度尚应符合本规程公式（5.3.10-4）和式（5.3.10-5）的条件。

**5.3.12** PC3D 楼板（屋面板）的最大裂缝宽度（$\omega_{\max}$）可按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的效应，并应按下列公式计算：

$$\omega_{\max} = 2.1\psi\sigma_{\mathrm{sq}}\left(1.9\alpha_1 + 0.08d_{\mathrm{eq}} / \rho_{\mathrm{te}}\right) / E_{\mathrm{s}} \qquad (5.3.12\text{-}1)$$

$$\sigma_{\mathrm{sq}} = M_{\mathrm{q}} / \left[0.9h_0\left(A_{\mathrm{s}} + A_{\mathrm{s}1}\right)\right] \qquad (5.3.12\text{-}2)$$

$$\psi = 1.1 - 0.65 f_{\mathrm{tk}} / \left(\rho_{\mathrm{te}}\sigma_{\mathrm{sq}}\right) \qquad (5.3.12\text{-}3)$$

$$d_{\mathrm{eq}} = \sum n_i d_i^2 / \sum n_i v_i d_i \qquad (5.3.12\text{-}4)$$

$$\rho_{\mathrm{te}} = \left(A_{\mathrm{s}} + A_{\mathrm{s}1}\right) / \left(bt_1\right) \qquad (5.3.12\text{-}5)$$

式中： $\sigma_{\mathrm{sq}}$——按荷载准永久组合计算的纵向受拉钢筋（丝）的应力（$\mathrm{N/mm}^2$）；

$M_{\mathrm{q}}$——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；

$\psi$——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时，取$\psi$=1.0

$E_{\mathrm{s}}$——钢筋（丝）弹性模量（$2.0\times10^5\mathrm{N/mm}^2$）；

$\alpha_1$——最外层纵向受拉钢筋（丝）外边缘到受拉区底边的距离（mm），取

$\alpha_1$=$t_1$-25:当$\alpha_1$＜20 时，取$\alpha_1$=20；当$\alpha_1$＞65 时，取$\alpha_1$=65；

$d_{\mathrm{eq}}$——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；

$v_i$ ——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

$\rho_{te}$ ——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 5.3.5 条规定的限值。

**5.3.13** PC3D 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 5.3.6 条规定的限值。刚度（$B$）可按下列公式计算:

$$B = B_s / 2 \qquad (5.3.13\text{-}1)$$

$$B_s = \left(E_s A_s h_0^2\right) / \left[1.15\psi + 0.2 + 6E_s A_s / \left(3.5E_c bt_2\right)\right] \qquad (5.3.13\text{-}2)$$

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$^2$）。

## Ⅲ PC3D 墙板计算

**5.3.14** 承重 PC3D 墙板应根据墙体受力情况分别按轴体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。

**5.3.15** PC3D 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。

**5.3.16** PC3D 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,应采取加大墙厚等措施。

注：$i$ 为对重心轴的截面回转半径，按本规程第 5.3.2 条的公式计算。

**5.3.17** PC3D 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：

$$e_i = e_o + e_a \qquad (5.3.17)$$

式中： $e_o$——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作作用于上层墙截面重心处，而本层传来的荷载可视

作作用于偏离支座中心线 0.1$h$ 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。

**5.3.18** PC3D 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（$\eta$）可按下列公式计算：

$$\eta=0.7\left[1+\zeta_c\left(l_0/i\right)^2/\left(8400e_i/h_0\right)\right] \quad (5.3.18\text{-}1)$$

$$\zeta_c=f_c bt_2/N \quad (5.3.18\text{-}2)$$

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；

$\zeta_c$——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。

**5.3.19** PC3D 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 5.3.19），分别按下列公式验算翼缘 $t_1$ 和 $t_2$ 的承载力：

$$N_{t1}=N（h_0-t_2/2-e）/（h_0-t_2/2）$$

$$N_{t2}=Ne/（h_0-t_2/2）$$

$$e=\eta e_i+h_0-c$$

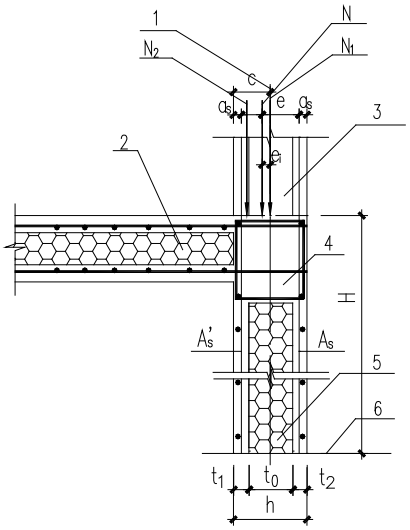



图 5.3.19　PC3D 墙体荷载

1—墙体截面中心线；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

$$N_{t1}=N\left(h_0-t_2/2-e\right)/\left(h_0-t_2/2\right) \quad (5.3.19\text{-}1)$$

$$N_{t2}=Ne/\left(h_0-t_2/2\right) \quad (5.3.19\text{-}2)$$

$$e=\eta e_i+h_0-c \quad (5.3.19\text{-}3)$$

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：

$$N_{t2} \le 0.95 f_c b t_2 + A_s' f_y' \qquad (5.3.19\text{-}4)$$

当$t_2$受压、$t_1$受拉时$h_0 - t_2/2 < e \le h_0$，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：

$$N_{t1} \le 0.8 A_s f_y \qquad (5.3.19\text{-}5)$$

$$N_{t2} \le 0.85 f_c b t_2 + 0.9 A_s' f_y' \qquad (5.3.19\text{-}6)$$

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$e \le h_0$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（5.3.19-4）~（5.3.19-6）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。

**5.3.20** 受水平力作用下的 PC3D 非承重墙板的承载力，可按本规程第 5.3.8 条和第 5.3.9 条的规定进行验算（图 5.3.20）。

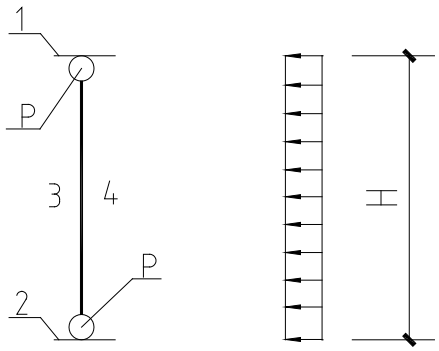



图 5.3.20 PC3D 非承重墙荷载

1—上层楼面或屋面；2—下层楼面或基础面；3—户内；4—户外

**5.3.21** PC3D 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 5.3.8 条的规定。

**2** 平面内方向的抗剪强度应按下式验算：

$$V \le 0.15 f_c (t_1 + t_2) l_w \qquad (5.3.21)$$

式中： V——验算墙段的剪力设计值（N）；

$l_w$——验算墙段的长度（mm）。

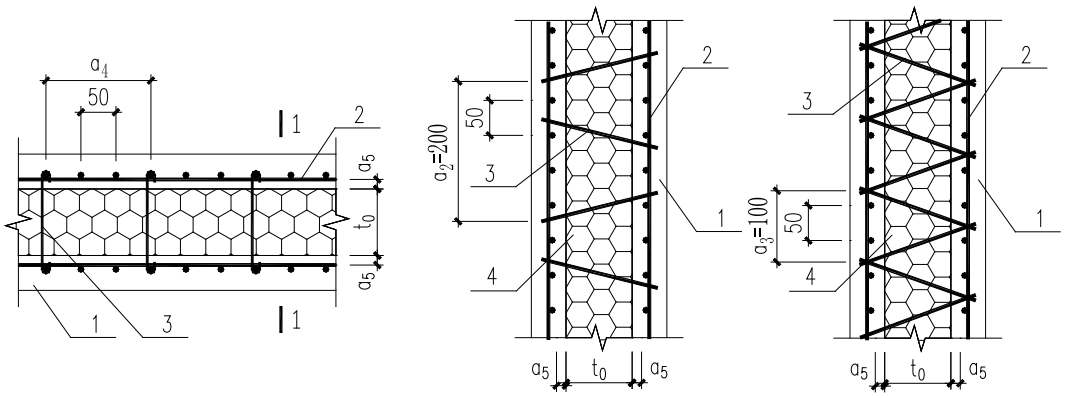
## 5.4 结构构造设计

### Ⅰ 斜插丝构造

**5.4.1** PC3D 板斜插丝的设置应符合下列规定（图 5.4.1）：

**1** PC3D 墙板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（$a_4$）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（$a_4$）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；




（a）PC3D 板混凝土构件平面图　　（b）1-1A 型　　（c）1-1B 型

图 5.4.1 PC3D 板斜插丝设置

1-饰面层及混凝土；2-钢丝网片； 3-斜插丝；4-聚苯板；

$a_2$、$a_3$-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

**3** 钢丝网片和斜插丝应采用冷拔低碳镀锌钢丝，单层钢丝直径不应小于 2.00mm，多层钢丝直径不应小于 3.50mm；

### Ⅱ PC3D 构件拼接构造

**5.4.1** 墙板间竖缝拼接宜采用混凝土墙板内预埋螺栓在现场钢板拼接，或在混凝土墙内预埋角钢焊接的拼接方式，连接后构件拼接缝处采用填充材料灌实（图 D.0.1-4）。

**5.4.2** 楼板板块间拼接宜采用混凝土楼板内预埋螺栓在现场钢板拼接，或在混凝土板内预埋角钢焊接的拼接方式，连接后构件拼接缝处采用填充材料灌实（图 D.0.1-4）

**5.4.3** 墙板与屋面板的连接宜采用以墙顶混凝土肋梁为支座，屋面板底板通长搭接于墙板上，通过预埋螺栓与屋面板连接（图 D.0.1-1）；或采用内外叶墙板预埋钢板，屋面板底部钢筋与预埋钢板焊接连接（图 D.0.1-2）。

**5.4.4** 墙板与楼板的连接宜采用以墙顶混凝土肋梁为支座，通过预埋螺栓与楼板相连，搭接长度应满足《混凝土结构设计规范》的要求，上层墙体与楼板板面以角钢相连，上层墙体与下层墙体外叶墙通过预埋螺栓相连（图 D.0.1-3）。

**5.4.5** 墙板与地面底板宜采用靴型连接（图 D.0.1-5）。

III　外挂墙板及其他构造要求

**5.4.6**　外挂墙板及其连接节点的结构分析、承载力计算、变形和裂缝验算及构造要求除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ 458 和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定。PC3D 外挂墙板与主体结构连接构造做法见附录 E。

**5.4.7**　PC3D 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。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 5.4.7）。

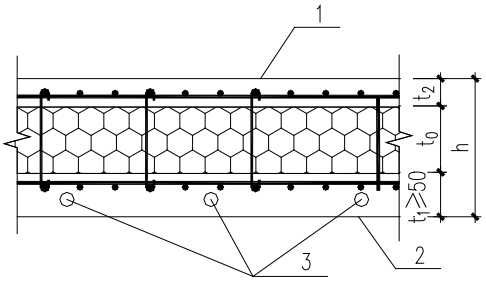



图 5.4.7 钢丝网架预制楼板（屋面板）加设受力钢筋布置

1-楼板（屋面板）面；2-楼板（屋面板）底； 3-加设的受力钢筋；

# 6　构件制作及检验

## 6.1　一般规定

**6.1.1**　预制构件制作单位应具备相应的生产工艺设施，并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。作业人员应经专门培训。

**6.1.2**　预制构件制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底，并应制定生产方案。生产方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。

**6.1.3**　预制构件用混凝土的工作性应根据成品类别和生产工艺要求确定，构件用混凝土原材料及配合比设计应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55 等的有关规定。

**6.1.4**　预制构件用钢筋的加工、连接与安装应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 等的有关规定。

## 6.2　构件制作

**6.2.1**　预制构件制作前，应绘制钢丝网架各墙、板拆分图以及保温板排版图。

**6.2.2**　预制构件模具应满足承载力、刚度和整体稳定性要求，尚应满足预制构件质量、生产工艺、模具组装与拆卸、周转次数等要求和预制构件预留孔洞、插筋、预埋件的安装定位要求。

**6.2.3** 预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合现行国家标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的规定。当设计有要求是，模具尺寸的允许偏差应按设计要求确定。

**6.2.4** 预埋件加工的允许偏差应符合表 6.2.4 的规定。

**表 6.2.4 预埋件加工的允许偏差**

| 序号 | 检验项目及内容 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 预埋件锚板的边长 | | 0，-5 | 用钢尺量 |
| 2 | 预埋件锚板的平整度 | | 1 | 用直尺和塞尺量 |
| 3 | 钢筋 | 长度 | 10，-5 | 用钢尺量 |
| | | 间距偏差 | ±10 | 用钢尺量 |

**6.2.5** 固定在模具上的预埋件、预留孔洞中心位置的允许偏差应符合表 6.2.5 的规定。

**表 6.2.5 模具预留孔洞中心位置的允许偏差**

| 序号 | 检验项目及内容 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
|---|---|---|---|
| 1 | 预埋件、插筋、吊环、预留孔洞中心线位置 | 3 | 用钢尺量 |
| 2 | 预埋螺栓、螺母中心线位置 | 2 | 用钢尺量 |

注：检查中心线位置时，应纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

**6.2.6** 在混凝土浇筑前应进行预制构件的隐蔽工程检查，检查项目应包括下列内容：

**1** 钢筋网片和斜插丝的牌号、规格、数量、位置、间距等；

**2** 附加纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度等；

**3** 预埋件、吊环、插筋的规格、数量、位置等；

**4** 预留孔洞的规格、数量、位置等；

**4** 钢筋的混凝土保护层厚度；

**6** 保温层位置、厚度；

**6** 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

**6.2.7** 预制构件宜采用平模工艺生产。当采用立模工艺生产时，应同步浇筑内外叶墙、板混凝土层，并应采取措施保证保温材料及斜插丝位置准确。

**6.2.8** 预制构件采用自然养护时，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的要求；当采用加热养护时应按养护制度要求控制静停、升温、恒温和降温时间并应控制升温、降温速度不超过 20℃/h，最高养护温度不宜超过 60℃，预制构件出养护池的表面温度与环境温度差值不易超过 25℃。

**6.2.9** 脱模起吊时，预制构件的混凝土立方体抗压强度应满足设计要求，且不应小于 15N/mm$^2$。

## 6.3 构件检验

**6.3.1** 预制构件的外观质量不应有严重缺陷，且不宜有一般缺陷。对已出现的一般缺陷，应按技术方案进行处理，并应重新检验。

**6.3.2** 预制构件的允许尺寸偏差及检验方法应符合表 6.3.2 的规定。预制构件有粗糙面时，与粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放松。

**表 6.3.2 预制构件尺寸允许偏差及检验方法**

| 项目 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
|---|---|---|---|
| 长度 | 板、梁 | ±5 | 尺量检查 |
| | 墙板 | ±4 | |
| 宽度、厚度 | 板、梁 | ±3 | 钢尺量一端及中部，取其中偏差绝对值较大处 |
| | 墙板 | ±3 | |
| 表面平整度 | 板、梁内表面 | 5 | 2m 靠尺和塞尺检查 |
| | 墙板外表面 | 3 | |
| 侧向弯曲 | 板、梁 | L/750 且≤20 | 拉线、钢尺量最大侧向弯曲处 |
| | 墙板 | L/1000 且≤20 | |
| 翘曲 | 板 | l/750 | 调平尺在两端量测 |
| | 墙板 | l/1000 | |
| 对角线差 | 板 | 10 | 钢尺量两个对角线 |
| | 墙板、门洞口 | 5 | |
| 预留孔 | 中心线位置 | 5 | 尺量检查 |
| | 孔尺寸 | ±5 | |
| 预留洞 | 中心线位置 | 10 | 尺量检查 |
| | 洞口尺寸、深度 | ±10 | |
| 门窗口 | 中心线位置 | 5 | 尺量检查 |
| | 宽度、高度 | ±3 | |
| 预埋件 | 中心线位置 | 5 | 尺量检查 |
| | 螺杆位置 | 3 | |
| | 螺杆外露长度 | +10，-5 | |

注：1 L 为构件最长边的长度（mm）；

2 检查中心线、螺栓和孔道位置偏差时，应沿纵横两个方向量测，并取其中偏差较大值。

**6.3.3** 预制构件应按设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行结构性能检验。

**6.3.4** 预制构件检查合格后，应在每个构件上标识构件编号、制作日期、合格状态、生产单位、检查人员等信息。

# 7　施工及验收

## 7.1　一般规定

**7.1.1**　结构施工前应制定施工组织设计、专项施工方案；施工组织设计的内容应符合现行国家标准《建筑工程施工组织设计规范》GB／T 50502 的规定。

**7.1.2**　预制构件、安装用材料及配件等应符合设计要求及国家现行有关标准的定。

**7.1.3**　吊装用吊具应按国家现行有关标准的规定进行设计、验算或试验检验。吊具应根据预制构件形状、尺寸及重量等参数进行配置，吊索水平夹角不宜小于 60°，且不应小于 45°；对尺寸较大或形状复杂的预制构件，宜采用有分配梁或分配桁架的吊具。

**7.1.4**　在施工过程中，应采取防止预制构件及预制构件上的建筑附件、预埋件、预埋吊件等损伤或污染的保护措施。

**7.1.5**　未经设计允许不得对预制构件进行切割、开洞。

**7.1.6**　施工期间应防止板面受碰撞振动。

**7.1.7**　冬、雨期施工时，应根据当地气候条件编制季节性施工方案。遇到大雨、雪、雾天气或风力超过 5 级时，应停止一切吊装作业。

## 7.2　运输及存放

**7.2.1**　应制定预制构件的运输与存放方案，方案中应包括运输时间、次序、存放场地、运输线路、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等内容。对于超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和存放应有专门的质量安全保证措施。

**7.2.2**　预制构件的运输车辆应满足构件尺寸和载重要求，装卸与运输时应符合下列规定：

**1**　装卸构件时，应采取保证车体平衡的措施；

**2**　运输构件时，应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；

**3**　运输构件时，应采取防止构件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处的混凝土，宜设置保护衬垫。

**7.2.3**　预制构件存放应符合下列规定：

**1**　存放场地应平整、坚实，并应有排水措施；

**2**　预埋吊件应朝上，标识宜朝向外；

**3**　构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；

**4**　重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施；

**7.2.4**　预置墙板的运输与堆放应符合下列规定：

**1**　当采用靠放架堆放或运输构件时，靠放架应具有足够的承载力和刚度，与地面倾斜角度宜大于 80°；墙板宜对称靠放且外饰面朝外，构件上部宜采用木垫块隔离；运输时构件应采取固定措施。

**2** 当采用插放架直立堆放或运输构件时，宜采取直立运输方式；插放架应有足够的承载力和刚度，并应支垫稳固。

**3** 采用叠层平放的方式堆放或运输构件时，应采取防止构件产生裂缝的措施。

### 7.3 施工要求

**7.3.1** 安装施工前，应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和本规程的有关规定，并应核对预制构件的混凝土强度及预制构件和配件的型号、规格、数量等符合设计要求。

**7.3.2** 结构施工前，宜选择有代表性的单元进行预制构件试安装，并应根据试安装结果及时调整完善施工方案和施工工艺。

**7.3.3** 预制构件吊装就位后，应及时校准并采取临时固定措施，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的相关规定。

**7.3.4** 预制构件的安装应符合下列规定：

**1** 构件安装前，应清洁结合面；

**2** 构件底部应设置可调整接缝厚度和底部标高的垫块。

**7.3.5** 构件安装定位及接缝尺寸的偏差应满足设计要求；对接缝封堵的填充材料应满足设计要求。

**7.3.6** 连接螺栓应采用专用扭矩扳手，按设计扭矩值或相关规范拧固。螺栓连接尚应满足《钢结构工程施工规范》GB50755 中关于紧固件连接的要求。

### 7.4 工程验收

#### I 一般规定

**7.4.1** 结构应按子分部工程进行验收；后浇混凝土结构部分可作为混凝土结构子分部工程的分项工程进行验收。本结构尚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 的有关规定。

**7.4.2** 预制构件的进场质量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 的有关规定。

**7.4.3** 混凝土、钢筋、现浇结构等分项工程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 中关于现浇混凝土结构的有关规定。

**7.4.4** 结构验收时，除应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

**1** 工程设计文件、预制构件制作和安装的深化设计图；

**2** 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；

**3** 预制构件安装施工记录；

**4** 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；

**5** 外墙防水施工质量检验记录；

**6** 结构分项工程质量验收文件；

**7** 重大质量问题的处理方案和验收记录；

**8** 其他文件和记录。

**II 主控项目**

**7.4.5** 预制构件进场时应有产品出厂合格证书、产品性能检测报告。

检查数量：按进场批次检验。

检验方法：检查原材料合格证、产品合格证、质量检验报告。

**7.4.6** 预制墙、板表面应清洁，无明显油污，焊点区外不应有钢丝锈点，纵横向钢筋排列应垂直，不得有翘伸的钢丝挑头，斜插丝不允许有漏丝现象。靠网片板边 150mm 区域内的焊点不应漏焊、脱焊。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

**7.4.7** 预制墙、板连接处混凝土强度等级应符合设计规定，且不应小于 C20。

检查数量：每一工作班不超过 100m$^3$ 的同一配合比的混凝土，取样不得小于一次；每一楼层、同一配合比的混凝土，取样不得小于一次。

检验方法：检查施工日记及混凝土试块强度试验报告。

**7.4.8** 平网、U 型网、角网、L 型连接件的品种、规格、性能应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查合格证书、性能试验报告。

**7.4.9** 预制墙、板采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的要求进行。

**III 一般项目**

**7.4.10** 装配式结构尺寸允许偏差应符合设计要求，并应符合表 7.4.12 中的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对梁，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间。

**表 7.4.10 装配式结构尺寸允许偏差及检验方法**

| 项目 | | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
|---|---|---|---|---|
| 构件中心线对轴线位置 | 基础 | | 15 | 尺量检查 |
| | 预制墙板 | | 10 | |
| | 梁、板 | | 5 | |
| 构件标高 | 墙、板底面或顶面 | | ±5 | 水准仪或尺量检查 |
| 构件垂直度 | 预制墙板 | 每层 | 8 | 经纬仪或全站仪量测 |
| | | 全高 | H/1000 且小于 30 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 构件倾斜度 | 梁 | | 5 | 垂线、钢尺量测 |
| 相邻构件平整度 | 板端面 | | 5 | 钢尺、塞尺量测 |
| | 梁板底面 | 抹灰 | 5 | |
| | | 不抹灰 | 3 | |
| | 预制墙板侧面 | 外漏 | 5 | |
| | | 不外漏 | 10 | |
| 构件搁置长度 | 梁、板 | | ±10 | 尺量检查 |
| 支座、支垫中心位置 | 梁、板、墙 | | 10 | 尺量检查 |
| 墙板接缝 | 宽度 | | ±5 | 尺量检查 |
| | 中心线位置 | | | |
| 门窗洞口（宽、高） | | | ±5 | 钢尺量测 |

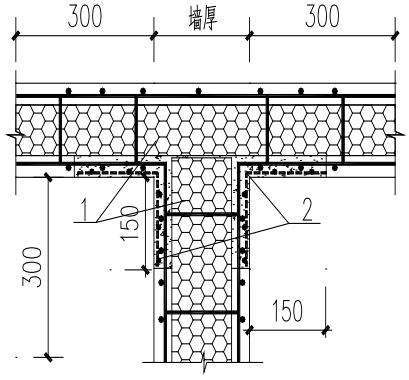
**7.4.11** 外墙板接缝的防水性能应符合设计要求。

检查数量：按批检验。每 1000m$^2$ 外墙面积应划分为一个检验批，不足 1000m$^2$ 时也应划分为一个检验批；每个检验批每 100m$^2$ 应至少抽查一处，每处不得少于 10m$^2$。

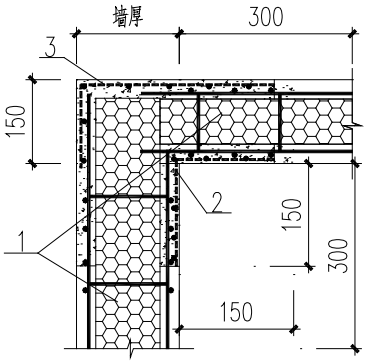
检验方法：检查现场淋水试验报告。

# 附录 A　PC3D 墙板标准件规格

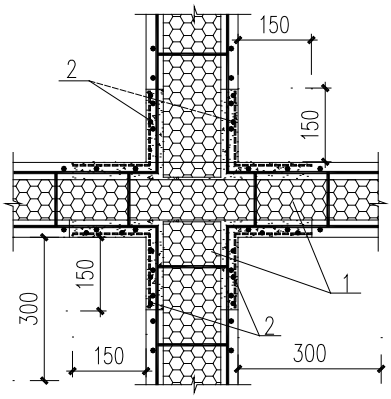
**A.0.1　PC3D 构件的标准构件分为 T 型、L 型和十字型（图 A.0.1）：**



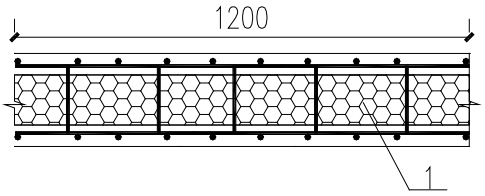

(a)　PC3D 墙板 T 型构件




(b) PC3D 墙板 L 型构件




(c) PC3D 墙板十字型构件




（d） PC3D 墙板一字型构件（无洞口）

图 A.0.1 标准化构件形式

1—PC3D 墙板；2—阴角筋；3—阳角筋；4—洞口

**A.0.2**　转角处应设置角网，角网应由钢丝网片剪裁而成，阳角应采用 L150mm×300mm，阴角应采用 L150mm×150mm。

# 附录 B　抗震计算要点

**D.0.1**　PC3D 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）：

$$F_{EK} = \alpha_E G_{eq} \qquad \text{（D.0.1-1）}$$

$$F_j = G_j H_j F_{EK} / \sum_{j=1}^{n} G_j H_j \qquad \text{（D.0.1-2）}$$

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。

$G_{eq}$——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；

$G_i$、$G_j$——分别集中于质点 $i$、$j$ 的重力荷载代表值，应取结构和构件自重标准值的 0.5×（雪荷载+楼面活荷载）之和；

$H_i$、$Hj$——分别为质点 $i$、$j$ 的计算高度。

注：$i$=1,2，$n$，$n$≤3

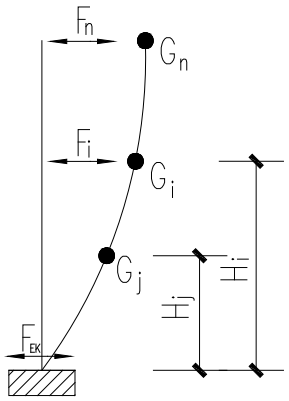



图 D.0.1 结构水平地震作用计算简图

**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） |

**D.0.2**　对 PC3D 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，墙段宜安门窗洞口划分。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（5.3.13）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。

# 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（$\alpha_1$）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（$\beta_1$）应按表 C.0.1 取值。

表 C.0.1　$\alpha_1$和$\beta_1$

| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\varepsilon_{cmax}$ | 0.002 | 0.0015 | 0.0012 | 0.0010 | 0.00085 | 0.00075 | 0.0007 | 0.00065 |
| $\in A_S f_y /(bf_c h_0)$ | ≥0.1961 | 0.1654 | 0.1405 | 0.1225 | 0.1069 | 0.0965 | 0.0883 | 0.0785 |
| $\beta_1$ | 0.7500 | 0.7222 | 0.7083 | 0.7000 | 0.6941 | 0.6904 | 0.6887 | 0.6870 |
| $\alpha_1$ | 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 | — |
| $\varepsilon_{cmax}$ | 0.0006 | 0.00055 | 0.0005 | 0.00045 | 0.0004 | 0.00035 | 0.0003 | — |
| $\in A_S f_y /(bf_c h_0)$ | 0.0692 | 0.06005 | 0.0521 | 0.0440 | 0.0363 | 0.0290 | 0.0223 | — |
| $\beta_1$ | 0.6852 | 0.6836 | 0.6818 | 0.6800 | 0.6786 | 0.6772 | 0.6754 | — |
| $\alpha_1$ | 0.3941 | 0.3654 | 0.3361 | 0.3060 | 0.2751 | 0.2434 | 0.2110 | — |

注：1 算出$\sum$（$A_s f_y$）/（$bf_c h_0$）；

2 在$\sum$（$A_s f_y$）/（$bf_c h_0$）行中找到大于等于该值的最接近的一列；

3 在该列的$\beta_1$行中查$\beta_1$；

4 在该行的$\alpha_1$行中查$\alpha_1$。

**C.0.2**　稳定系数（φ）应按表 C.0.2 取值。

| $\lambda_K$ | 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 |
| 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 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

# 附录 D　PC3D 板件连接做法

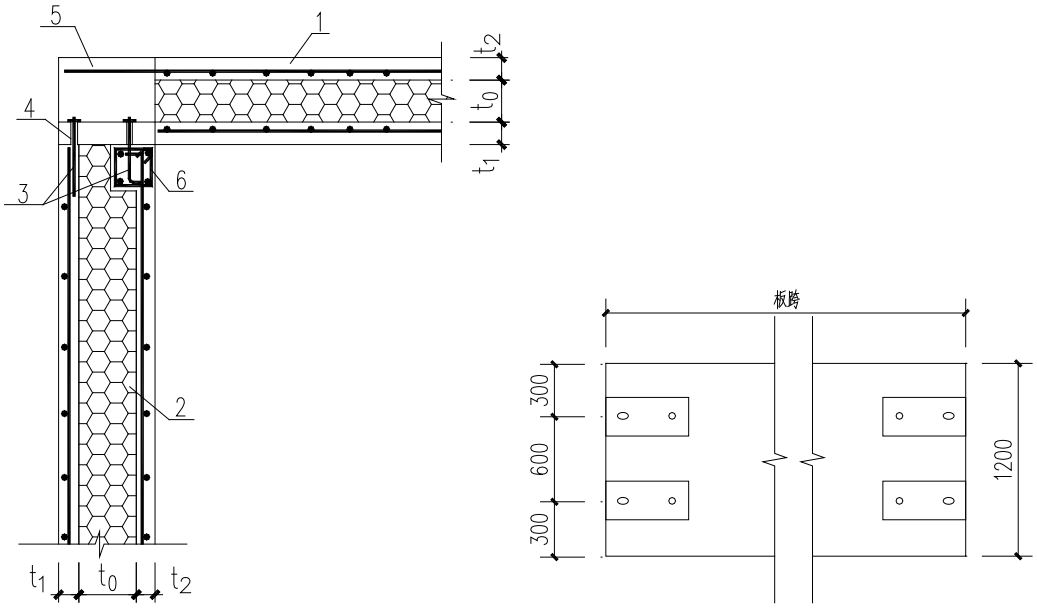



图 D.0.1-1　墙板与屋面板连接（一）

1—屋面板；2—墙板；3—墙内预埋高强螺栓；4—板底预留螺栓孔；

5—施工完成后用灌浆料或其它材料填实；6—墙顶混凝土梁

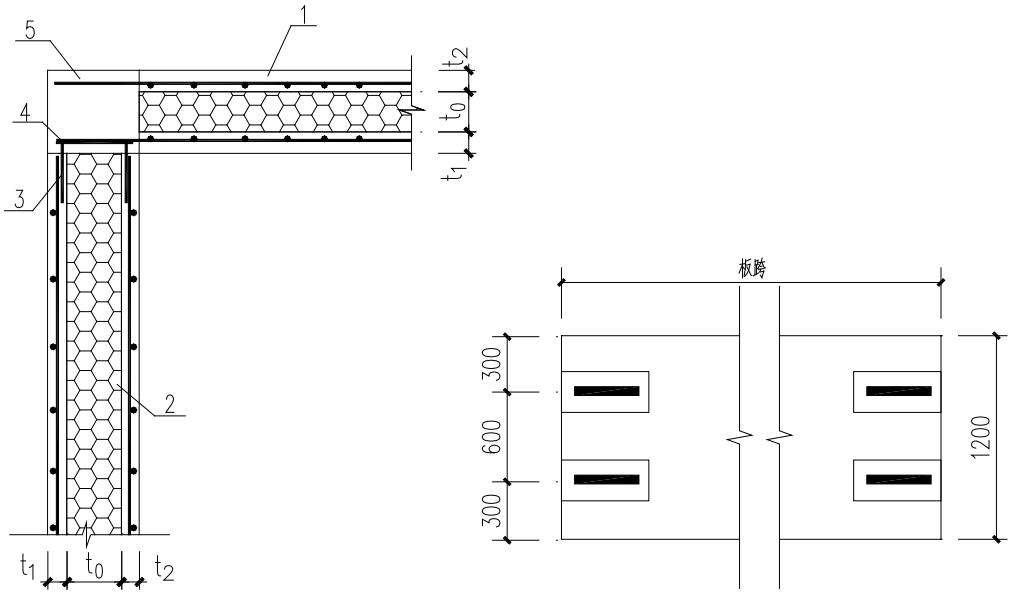



图 D.0.1-2　墙板与屋面板连接（二）

1—屋面板；2—墙板；3—墙内预埋钢板；4—板底钢筋与埋板焊接；

5—施工完成后用灌浆料或其它材料填实

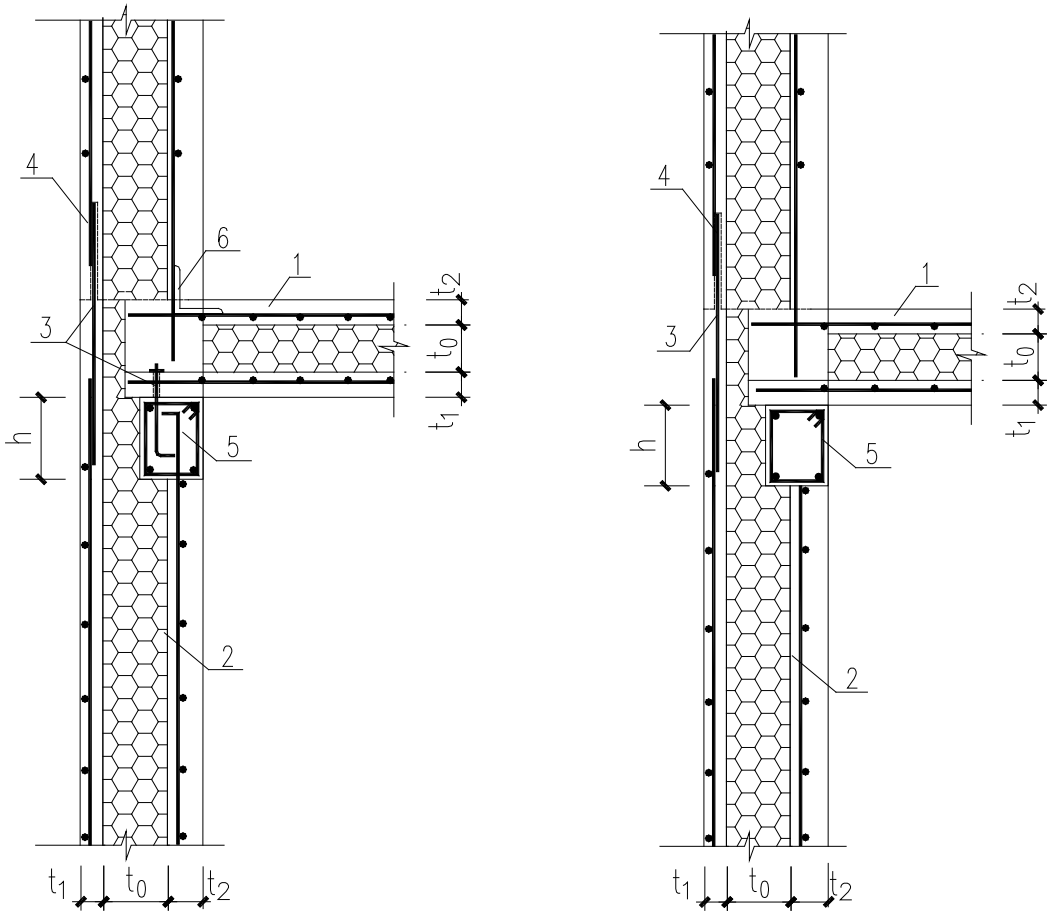



图 D.0.1-3　墙板与楼面板连接

1—屋面板；2—墙板；3—墙内预埋钢板；

4—板底、墙体预留螺栓孔；5—墙顶混凝土梁；6—角钢

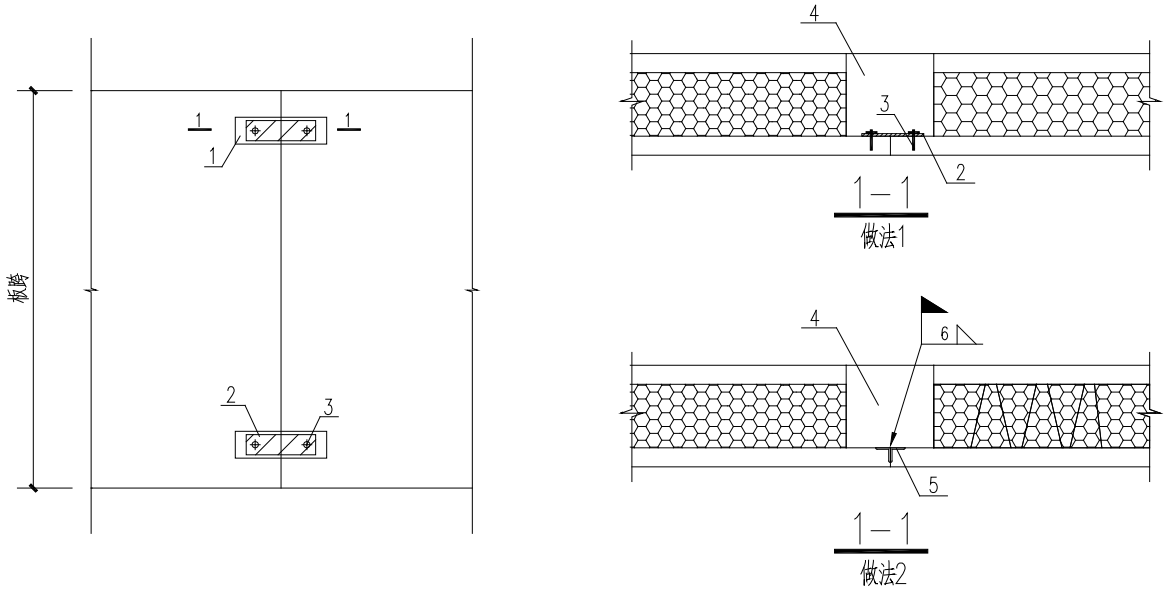



图 D.0.1-4　板缝拼接连接

1—预留凹槽；2—锚固钢板；3—预埋螺栓；

4—施工完成后用灌浆料或其它材料填实；5—短角钢；6—焊接

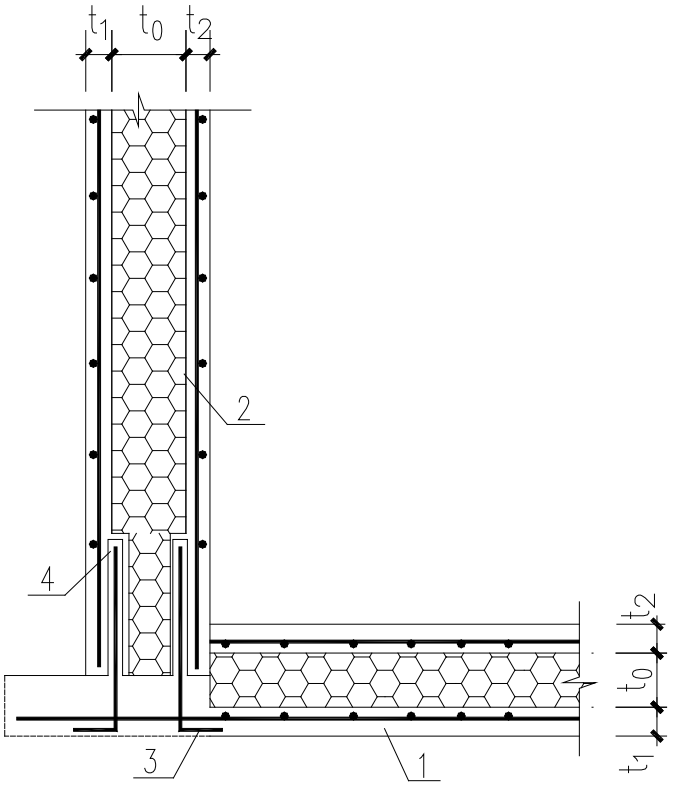



图 D.0.1-5　墙板与地面底板连接节点

1—地面底板；2—墙板；3—底板预埋螺栓；4—墙体预留螺栓孔

# 附录 E　PC3D 外挂墙板连接做法

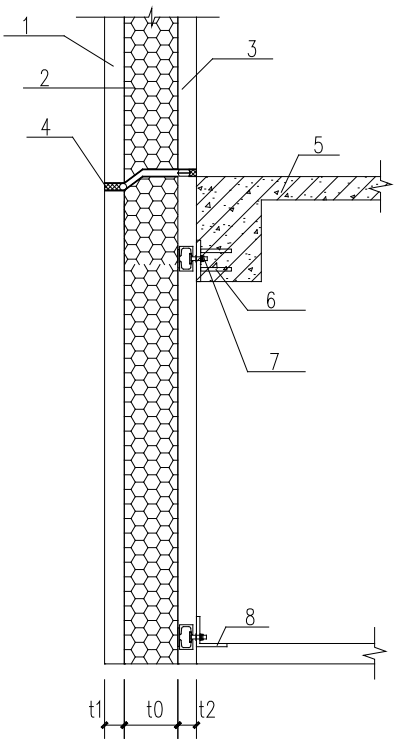



图.E.0-1-1 外挂墙板与混凝土结构连接节点

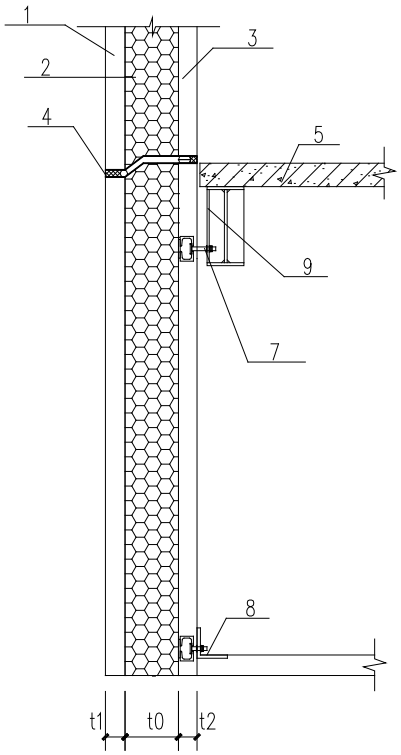



图 E.0.1-2　外挂墙板与钢结构连接节点

1—外叶墙；2—保温板；3—内叶墙；4—墙体拼缝处；

5—梁（板）；6—预埋件；7—螺栓；

8—角钢；9—加劲板

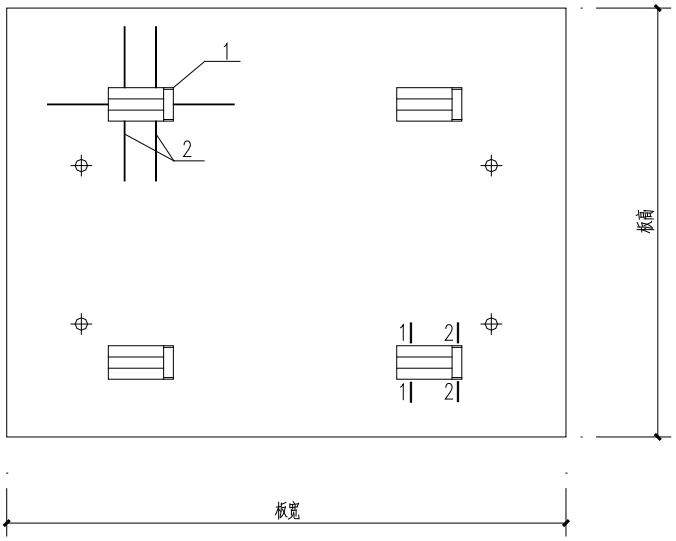



图 E.0.1-3　墙体预埋件平面布置图

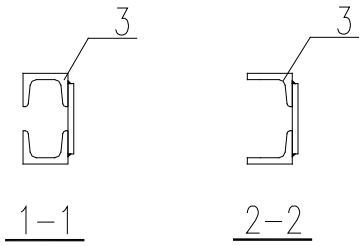



图 E.0.1-4　槽型预埋件

1—槽型预埋件；2—连接筋；3—槽钢

# 本规程用词说明

**1** 为便于在执行规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

**1**）表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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，首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……或规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

**1**《钢丝网架混凝土复合板结构技术规程》JGJ/T273

**2**《轻型钢丝网架聚苯板混凝土构件应用技术规程》JGJ/T269

**3**《被动式低能耗建筑--严寒和寒冷地区居住建筑》16J908-8

**4**《被动式超低能耗居住建筑节能设计标准》DB37/T 5074

**5**《钢丝网架水泥聚苯乙烯夹芯板》JC 623

**6**《外墙外保温系统用钢丝网架模塑聚苯乙烯板》GB 26540

**7**《建筑抗震设计规范》GB 50011

**8**《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068

**9**《混凝土结构工程施工规范》GB50666

**10**《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458-2018

中国工程建设协会标准

# 装配式预制混凝土钢丝网架低能耗建筑技术规程

**CECS xxx：2020**

条 文 说 明

# 目　次

2　术语和符号.....40
3　材　料.....41
3.2　钢丝和钢筋.....41
3.4　其他材料.....41
4　建筑及设备设计.....42
4.1　平立面设计.....42
4.2　围护结构设计.....42
4.3　建筑构造设计.....42
4.5　装修及设备管线设计.....45
5　结构设计.....46
5.1　一般规定.....46
5.2　结构布置.....46
5.3　构件计算.....46
5.4　连接构造.....46
6　构件制作及检验.....47
6.2　构件制作.....47
6.3　构件检验.....47
7　施工及验收.....48
7.1　一般规定.....48
7.2　运输及存放.....48
7.3　施工要求.....48

**2.1.4** 组合 PC3D 板

当 PC3D 板的内叶板和外叶板在平面外协同受力时，称为组合 PC3D 板；

部分组合 PC3D 板 PC3D non-combination panels

内叶板与外叶板受力介于二者之间时，称为部分组合 PC3D 板；

非组合 PC3D 板 PC3D partial composite panels

内叶板与外叶板单独受力时，称为非组合 PC3D 板；

# 3 材 料

## 3.2 钢丝和钢筋

**3.2.1** 斜插丝穿过保温板部分可能受潮，故应与镀锌，锌层质量根据《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料》JG 158-2013 对热镀锌电焊网的要求取不小于 122 g/ $m^2$。

**3.2.2** 相关指标按《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。

## 3.4 其他材料

**3.4.2** 密封材料的耐久性是考察密封材料在使用过程中能长期保持其粘结密封性能和本体性能的指标。在使用环境中，密封材料除经受紫外线、臭氧、温度、水等因素作用外，因温度变化等原因引起的接缝移动使材料本身经常承受周期变化的应力，因而其耐久性显得尤其重要。多层装配式混凝土结构中，特别是采用干连接的结构，会大量采用密封材料。本规程对外露密封材料的耐久性提出了较高的要求，即其耐久性年限不应低于 25 年。

# 4 建筑及设备设计

## 4.1 平立面设计

**4.1.1** 使用模数协调便于模块化生产和施工。

**4.1.3** 采用合理的建筑布局，降低建筑能量损失。

**4.1.4** 1.充分利用太阳能，增加建筑冬季得热；

2.采用利用自然通风降低建筑

## 4.2 围护结构设计

**4.2.1** 外保温墙板外叶墙厚度由钢筋保护层厚度确定，内保温墙板内侧墙板不受力，为不小于 10 厚的不燃材料。

## 4.3 建筑构造设计

**4.3.1** PC3D 板不同建筑性质、不同耐火等级建筑相应构件的燃烧性能和耐火极限不应低于表 4.3.1.1~表 4.3.1.6 的规定。

**表 4.3.1.1 住宅建筑耐火等级分类**

| 耐火等级 | 住宅建筑 | 备注 |
|---|---|---|
| 一级 | 建筑高度大于 54m 的住宅建筑（包括设置商业服务网点的住宅建筑） | GB50368-2005《住宅建筑规范》 |
| 二级 | 建筑高度大于 27m，但不大于 54m 的的住宅建筑（包括设置商业服务网点的住宅建筑） | |
| 三级 | 建筑高度不大于 27m 的住宅建筑（包括设置商业服务网点的住宅建筑） | |
| 四级 | 建筑高度不大于 9m 的住宅建筑（包括设置商业服务网点的住宅建筑） | |

**表 4.3.1.2 住宅建筑构件的燃烧性能和耐火极限（h）**

| 构件名称 | | 耐火等级 | | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 | |
| 墙 | 防火墙 | 不燃性 3.00 | 不燃性 3.00 | 不燃性 3.00 | 不燃性 3.00 | GB50368-2005《住宅建筑规范》 |
| | 非承重外墙、疏散走道两侧的隔墙 | 不燃性 1.00 | 不燃性 1.00 | 不燃性 0.75 | 难燃性 0.75 | |
| | 楼梯间的墙、电梯井的墙、住宅单元间的墙、住宅分户墙、承重墙 | 不燃性 2.00 | 不燃性 2.00 | 不燃性 1.50 | 难燃性 1.00 | |
| | 房间隔墙 | 不燃性 0.75 | 不燃性 0.50 | 难燃性 0.50 | 难燃性 0.25 | |
| 楼板 | | 不燃性 1.50 | 不燃性 1.00 | 不燃性 0.75 | 难燃性 0.50 | |
| 屋顶承重构件 | | 不燃性 1.50 | 不燃性 1.00 | 不燃性 0.50 | 难燃性 0.25 | |

**表 4.3.1.3　公共建筑耐火等级分类**

| 耐火等级 | 公共建筑 | | 备注 |
|---|---|---|---|
| 一级 | 一类高层公共建筑 | 建筑高度大于 50m 的公共建筑 | GB50016-2014（2018 年版）《建筑设计防火规范》 |
| | | 建筑高度 24m 以上部分任一楼层建筑面积大于 1000 ㎡的商店、展览、电信、邮政、财贸金融建筑和其它多种功能组合的建筑 | |
| | | 医疗建筑、重要公共建筑 | |
| | | 省级及以上的广播电视和防灾指挥调度建筑、网局级和省级电力调度建筑 | |
| | | 藏书超过 100 万册的图书馆、书库 | |
| | 地下或半地下建筑（室） | | |
| 二级 | 除一类高层公共建筑外的其他高层公共建筑 | | |
| | 单、多层（建筑高度大于 24m 的单层公共建筑、建筑高度不大于 24m 的其他公共建筑）重要公共建筑 | | |
| 三级 | 不超过 2 层或设置在三级耐火等级建筑内首层或二层的商店建筑、展览建筑、托儿所、幼儿园的儿童用房、老年人活动场所、儿童活动场所、医院和疗养院的住院部分、教学建筑、食堂、菜市场、剧场、电影院、礼堂 | | |
| | 设置在三级耐火等级建筑内首层或二层的会议厅、多功能厅 | | |
| 四级 | 单层或设置在四级耐火等级建筑内首层的商店建筑、展览建筑、托儿所、幼儿园的儿童用房、老年人活动场所、儿童活动场所、医院和疗养院的住院部分、教学建筑、食堂、菜市场、剧场、电影院、礼堂 | | |

**表 4.3.1.4　公共建筑构件的燃烧性能和耐火极限（h）**

| 构件名称 | | 耐火等级 | | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 | |
| 墙 | 防火墙 | 不燃性 3.00 | 不燃性 3.00 | 不燃性 3.00 | 不燃性 3.00 | GB50016-2014（2018 年版）《建筑设计防火规范》 |
| | 承重墙 | 不燃性 3.00 | 不燃性 2.50 | 不燃性 2.00 | 难燃性 0.50 | |
| | 非承重外墙 | 不燃性 1.00 | 不燃性 1.00 | 不燃性 0.50 | 可燃性 | |
| | 楼梯间和前室的墙、电梯井的墙 | 不燃性 2.00 | 不燃性 2.00 | 不燃性 1.50 | 难燃性 0.50 | |
| | 疏散走道两侧的隔墙 | 不燃性 1.00 | 不燃性 1.00 | 不燃性 0.50 | 难燃性 0.25 | |
| | 房间隔墙 | 不燃性 0.75 | 不燃性 0.50 | 难燃性 0.50 | 难燃性 0.25 | |
| 楼板 | | 不燃性 1.50 | 不燃性 1.00 | 不燃性 0.50 | 可燃性 | |
| 屋顶承重构件 | | 不燃性 1.50 | 不燃性 1.00 | 可燃性 0.50 | 可燃性 | |

**表 4.3.1.5　厂房和仓库建筑耐火等级分类**

| 耐火等级 | 厂房和仓库建筑 | 备注 |
|---|---|---|
| 不低于二级 | 高层仓库 | GB50016-2014（2018 年版）《建筑设计防火规范》 |
| | 甲、乙类厂房 | |
| | 使用或生产丙类液体的厂房和有火花、赤热表面、明火的丁类厂房 | |
| | 使用或储存特殊贵重的机器、仪表、仪器等设备或物品的建筑 | |
| | 锅炉房 | |
| | 油浸变压器室、高压配电装置室 | |
| | 高架仓库、高层仓库、甲类仓库、多层乙类仓库、储存可燃液体的多层丙类仓库 | |
| 不低于三级 | 建筑面积不大于 300 ㎡的独立甲、乙类单层厂房 | |
| | 单、多层丙类厂房和多层丁、戊类厂房 | |
| | 建筑面积不大于 500 ㎡的单层丙类厂房或建筑面积不大于 1000 ㎡的单层丁类厂房 | |
| | 锅炉总蒸发量不大于 4t/h 的燃煤锅炉房 | |
| | 单层乙类仓库、单层丙类仓库、储存可燃固体的多层丙类仓库和多层丁、戊类仓库 | |

**表 4.3.1.6　厂房和仓库建筑构件的燃烧性能和耐火极限（h）**

| 构件名称 | | 耐火等级 | | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 | |
| 墙 | 防火墙 | 不燃性 3.00 | 不燃性 3.00 | 不燃性 3.00 | 不燃性 3.00 | GB50016-2014（2018 年版）《建筑设计防火规范》 |
| | 承重墙 | 不燃性 3.00 | 不燃性 2.50 | 不燃性 2.00 | 难燃性 0.50 | |
| | 楼梯间和前室的墙、电梯井的墙 | 不燃性 2.00 | 不燃性 2.00 | 不燃性 1.50 | 难燃性 0.50 | |
| | 疏散走道两侧的隔墙 | 不燃性 1.00 | 不燃性 1.00 | 不燃性 0.50 | 难燃性 0.25 | |
| | 非承重外墙、房间隔墙 | 不燃性 0.75 | 不燃性 0.50 | 难燃性 0.50 | 难燃性 0.25 | |
| 楼板 | | 不燃性 1.50 | 不燃性 1.00 | 不燃性 0.50 | 难燃性 0.50 | |
| 屋顶承重构件 | | 不燃性 1.50 | 不燃性 1.00 | 难燃性 0.50 | 可燃性 | |

**4.3.2**　建筑热工薄弱部位做附加保温处理。

**4.3.4**　提高建筑气密性，减少建筑能耗。

## 4.5 装修及设备管线设计

**4.5.1** 1.管线铺设考虑建筑后期改造和维修；

2.管线布设应在建筑面层或装修层，不宜在结构中，不应大幅减少结构受力面积。

**4.5.2** 内墙板厚度较薄，连通设置或对位安装，会降低墙板防火和隔声性能。

# 5 结构设计

## 5.1 一般规定

**5.1.2** 本规程限定了 PC3D 板结构房屋的高宽比：

1、单面走廊房屋的总宽度不包括走廊宽度；

2、建筑平面接近正方形时，高宽比宜适当减小。

**5.1.4** 墙板与基础、楼板、上下层墙的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，故 3D 板混凝土构件的房屋的静力计算取与砌体相似。并应符合现行行业标准《轻型钢丝网架聚苯板混凝土构件应用技术规程》JGJ 269 的有关规定。

**5.1.6** 夹心保温墙板截面可能出现组合、非组合和部分组合受力情况，试验结果表明，当斜插丝构造和内、外叶墙厚度满足本标准规定，夹心保温厚度不大于 120mm 时，截面为组合受力，否则可能为部分组合或非组合受力，偏于安全考虑，本规程规定，保温层厚度大于 120mm 的夹心保温墙板可按非组合 PC3D 墙板进行计算。

## 5.2 结构布置

**5.2.2** 房屋尽端的楼梯间外墙缺少侧向支撑，稳定性差，对抗震不利，对于 3D 墙板尤为明显。故在建筑布置时楼梯间尽量不设在房屋尽端，或对房屋尽端开间采取特殊措施。

**5.2.4** 当楼、屋面板跨度大于 4.5m 时，尚应考虑楼屋面板对墙体产生的不利影响。

**5.2.5** 再具体平立面设计中，当 3D 墙板用于承重构件时，应控制其横墙间距和跨度。

## 5.3 构件计算

**5.3.1** PC3D 板楼板（屋面板）加设的受力钢筋，在 PC3D 板楼板（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。

当不能满足抗剪承载力时，可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，可在聚苯板预留槽中或网片外加配普通钢筋，也可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。

**5.3.7** 按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的挠度验算是按《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 7.2 节的有关规定执行，但公式作了下列精简：

5.3.10-1 式按《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 7.2.2-2 式：因是单筋截面按《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 7.2.5 条之 1 得 $\theta$=2，以“2”直接代式中的“$\theta$”。

**5.3.8** 计算高度 H 的取值系按照《砌体结构设计规范》GB50003-2001 第 5.1.3 条和《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 表 5.2.20-2 注。

## 5.4 连接构造

**5.4.2** 平网用于墙板横向和竖向平拼接，楼板横向拼接以及上下层墙板圈梁的连接等。

# 6　构件制作及检验

## 6.2　构件制作

**6.2.6**　在混凝土浇筑前，对钢筋及预埋件等隐蔽工程的检查，是保证预制构件结构性能的关键。

**6.2.8**　预制构件的蒸汽养护主要是为了加速混凝土凝结硬化缩短脱模时间，加快模板的周转，提高生产效率。养护时应制定养护制度进行控制，可以有效避免构件的温差收缩裂缝。如果条件许可，预制构件也可以采用自然养护。

**6.2.9**　预制构件脱模强度要根据构件的类型和设计要求决定，为防止过早脱模造成构件出现过大变形或开裂，本规定提出构件脱模的最低要求。

## 6.3　构件检验

**6.3.1**　预制构件外观质量严重缺陷主要是指影响构件的结构性能和安装使用功能的缺陷，构件制作时应制定措施避免产生严重缺陷。

# 7　施工及验收

## 7.1　一般规定

**7.1.1**　施工方案中应包括应对预制构件堆放、吊装中的承载力以及安装过程中的支撑系统的承载力进行必要的验算。

**7.1.5**　本规程的预制构件中有预埋管线，因此不得对预制构件进行切割、开洞，这也是对结构承载力的保证。

## 7.2　运输及存放

**7.2.1~7.2.4**　预制构件的运输和堆放涉及质量和安全要求，应按工程或产品特点制定运输堆放方案，策划重点控制环节，对于特殊构件还要制定专门质量安全保证措施。构件临时码放场地可合理布置在吊装机械可覆盖范围内，避免二次搬运。

## 7.3　施工要求

**7.3.2**　为避免由于设计或施工缺乏经验造成工程实施障碍或损失，保证施工质量，积累经验，可通过试安装进行验证性试验。通过试安装来验证设计和施工方案的可行性，同时可以培训人员，调试设备，并完善施工方案。