CECS T/CECS \*\*\*-20\*\*

中国工程建设标准化协会标准

**装配式高性能混凝土底模钢筋桁架楼板**

**应用技术规程**

**Technical specification for the application of prefabricated high-performance concrete bottom formwork**

**reinforced truss floor slab**

（征求意见稿）

**中国建筑工业出版社**

中国工程建设标准化协会标准

**装配式高性能混凝土底模钢筋桁架楼板应用技术规程**

**Technical specification for the application of prefabricated high-performance concrete bottom formwork**

**reinforced truss floor slab**

主编单位：XXXXXX

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2023]10号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程共分8章，主要技术内容是：总则、术语和符号、基本规定、部件、设计、生产运输与堆放、施工、质量验收。

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

本规程由中国工程建设标准化协会建筑材料分会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：北京市北三环东路30号，邮政编码：100013）。

|  |  |
| --- | --- |
| 主编单位： | 中国建筑科学研究院有限公司  |
|  | 青岛海发建设开发（集团）有限公司 |
| 参编单位： |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 主要起草人： |  |
|  |  |
|  |  |
| 主要审查人： |  |
|  |  |

# 目 次

[目 次 4](#_Toc146122399)

[1 总 则 1](#_Toc146122400)

[2 术语和符号 3](#_Toc146122401)

[2.1 术 语 3](#_Toc146122402)

[2.2 符 号 4](#_Toc146122403)

[3 基本规定 6](#_Toc146122404)

[4 材料和产品 8](#_Toc146122405)

[4.1 钢筋 8](#_Toc146122406)

[4.2 钢筋桁架 10](#_Toc146122407)

[4.3 高性能混凝土底板 11](#_Toc146122408)

[5 设计与构造 13](#_Toc146122409)

[5.1 一般规定 13](#_Toc146122410)

[5.2 构件设计 13](#_Toc146122411)

[5.3 施工阶段计算 17](#_Toc146122412)

[5.4 使用阶段计算 19](#_Toc146122413)

[5.5 构造规定 22](#_Toc146122414)

[6 生产、运输与堆放 26](#_Toc146122415)

[6.1 一般规定 26](#_Toc146122416)

[6.2 生 产 26](#_Toc146122417)

[6.3 运输与堆放 27](#_Toc146122418)

[6.4 质量检验 29](#_Toc146122419)

[7 施工 33](#_Toc146122420)

[7.1 一般规定 33](#_Toc146122421)

[7.2 施工准备 33](#_Toc146122422)

[7.3 安装 34](#_Toc146122423)

[7.4 钢筋混凝土工程 36](#_Toc146122424)

[8 验收 39](#_Toc146122425)

[8.1 一般规定 39](#_Toc146122426)

[8.2 主控项目 40](#_Toc146122427)

[8.3 一般项目 41](#_Toc146122428)

[附录A 高性能混凝土桁架板常用型号及技术参数 43](#_Toc146122429)

[**附录B 高性能混凝土桁架板产品出厂检验与型式检验** 46](#_Toc146122430)

[**附录C 常用钢筋桁架钢筋规格** 50](#_Toc146122431)

[**本规程用词说明** 51](#_Toc146122432)

[**引用标准名录** 52](#_Toc146122433)

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范装配式高性能混凝土底模钢筋桁架楼板在工程建设中的应用，做到安全适用、技术先进、经济合理，保证工程质量，制定本规程。

【条文说明】高性能混凝土桁架板是由钢筋桁架和高性能混凝土底板组合成预制板，现场后浇混凝土而成的一种新型混凝土组合板。装配式高性能混凝土底模钢筋桁架楼板在工厂机械化生产，在模具底层铺设一层耐碱玻纤网格布，浇筑18~25厚度高性能混凝土底板后置入带有底板连接钢筋的钢筋桁架，经养护、固化后形成的预制构件。

高性能混凝土桁架板具有自重轻、标准化程度高、生产运输效率高、施工便捷、抗裂性能优、刚度较大等优点，在装配式结构中应用广泛。钢筋桁架及底板连接钢筋的作用主要有：1、钢筋桁架作为楼板内主受力钢筋，2、在高性能混凝土桁架板脱模、存放、安装及浇筑混凝土时提供必要的承载力和刚度，避免桁架板在短暂设计状况下的损坏；3、施工阶段使钢筋桁架与底板协同受力；4、使高性能混凝土底板和后浇混凝土叠合层之间具有良好的整体性；5、钢筋桁架可用作预埋吊件等。

本条主要阐明制订本规程的目的，在于规范、控制和保证装配式高性能混凝土底模钢筋桁架楼板在建筑工程中的工程质量，促进建筑行业健康发展。

**1.0.2** 本规程适用于抗震设防烈度为8度及8度以下地区的工业与民用建筑中装配式高性能混凝土底模钢筋桁架楼板的设计、生产、施工及验收。

【条文说明】编制组开展了高性能混凝土桁架板施工阶段和使用阶段试验研究，包括“单向板施工阶段承载力试验研究”、“双跨简支连接板使用阶段承载力试验研究”、“双向板四边简支使用阶段承载力试验研究”三大类型的试验，得到结论如下：1、高性能混凝土底板与后浇混凝土在正、负弯矩截面的各受力阶段均无脱离、滑移现象。2、高性能混凝土桁架板承载力、挠度、最终破坏形态及裂缝分布与现浇板相似，高性能混凝土底板可作为楼板结构的组成部分与现浇混凝土协同受力。3、高性能混凝土板底密拼接缝处的开裂荷载大于板底开裂荷载，密拼拼缝存在不会导致楼板提前开裂。4、钢筋桁架对楼板两个主要受力方向刚度会产生一定影响，在设计时充分考虑两个方向的刚度差异。

装配式高性能混凝土底模钢筋桁架楼板可用于工业与民用建筑或构筑物的楼盖或屋盖，适合新型建筑工业化，结构体系包括钢结构、混凝土结构、钢-混凝土组合结构，适用于装配式建筑。对于工业建筑，本规程适用于无特殊使用环境和条件下的普通单层或多层工业厂房建筑；当建筑处于特殊使用环境和条件，如高温高湿环境、腐蚀环境、有动力荷载等，需根据具体情况进行专项设计。由于目前研究成果有限，本规程的适用范围未包含抗裂设防烈度为9度的地区。

**1.0.3** 装配式高性能混凝土底模钢筋桁架楼板的设计、生产、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和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【条文说明】国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢筋桁架楼承板》JG/T 368、《钢筋桁架楼承板应用技术规程》T/CECS 1069以及《钢筋混凝土用钢筋桁架》YB/T 4262中，对于钢筋桁架楼承板、钢筋桁架混凝土预制板及其应用，均有相应规定。本规程在这些标准的基础上，通过进一步的研究和实践，对现有标准中的相应规定做了改进和完善。尽管本规程中部分具体构造与现行标准中的要求不完全一致，但性能要求是一致的。在高性能混凝土桁架板应用过程中，当采用本规程中，对与其他现行标准中不完全一致之处，需注意适用条件和附加要求。

# 2 术语和符号

## **2.1 术 语**

**2.1.1** 装配式高性能混凝土底模钢筋桁架楼板 steel-bars truss deck with prefabricated concrete

由工厂机械化生产，以高性能混凝土底板为预制底模，将底模与钢筋桁架在工厂通过埋置连接成整体的组合承重板，简称高性能混凝土桁架板。

**2.1.2** 钢筋桁架混凝土组合楼板 steel-bar truss concrete composite slab

由高性能混凝土桁架板作为底板，现场绑扎设计要求的其它钢筋并浇筑混凝土后形成的共同受力的钢筋混凝土板。

**2.1.3** 钢筋桁架 steel-bar truss

以钢筋为上弦、下弦及腹杆，通过电阻点焊连接而成的桁架。

【条文说明】本规程中钢筋桁架为三维空间的焊接钢筋骨架，上、下弦钢筋为连续平直钢筋，腹杆钢筋为连续弯折钢筋，横截面为倒V形。钢筋桁架构造可参照现行行业标准《钢筋混凝土用钢筋桁架》YB/T 4262-2011中的钢筋桁架形式。

**2.1.4** 底板连接钢筋 precast slab reinforcement

埋置于高性能混凝土底板内与钢筋桁架腹杆下端焊接，用于连接底板和钢筋桁架的钢筋。

【条文说明】本规程中钢筋桁架与底板连接钢筋的构造形式主要形式如下

钢筋桁架与底板横向钢筋连接，形成钢筋桁架骨架（图1）。



图1 钢筋桁架骨架形式

1-上弦钢筋；2-下弦钢筋；3-腹杆钢筋；4-底板横向钢筋；5-弯折底角

**2.1.5** 支座钢筋 support bars

焊接于钢筋桁架两端的横向和竖向支承钢筋。

【条文说明】本规程中支座钢筋用于固定钢筋桁架端部和传递支座反力，一般包括支座横筋和支座竖筋。

**2.1.6** 高性能混凝土底板 high performance concrete slab

以建设工程设计、施工和使用对混凝土性能特定要求为总体目标，选用优质常规原材料，合理掺加外加剂和矿物掺合料，采用较低水胶比并优化配合比，通过预拌和绿色生产方式以及严格的施工措施，制成具有优异的拌合物性能、力学性能、耐久性能和长期性能的混凝土。

## **2.2 符 号**

**2.2.1**  材料力学性能

*f*yk —— 钢筋强度标准值；

Es —— 钢筋弹性模量；

*f*y、*f*ˊy —— 钢筋抗拉、抗压强度设计值。

**2.2.2** 作用和作用效应

*M* —— 高性能混凝土桁架板弯矩设计值；

*M*1G —— 高性能混凝土桁架板自重在计算截面产生的弯矩设计值；

*M*2G—— 高性能混凝土桁架板自重以外，其他永久荷载在计算截面产生的弯矩设计值；

*M*2Q ——可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值；

*M*1GK —— 施工阶段按永久荷载标准组合作用下的计算截面弯矩；

*M*2K —— 使用阶段除高性能混凝土桁架板及钢筋、混凝土自重外的荷载标准组合作用下的计算截面弯矩；

*N* —— 杆件轴心压力设计值；

*S* —— 荷载效应设计值；

*S*s —— 高性能混凝土桁架板在计算截面产生的荷载效应标准值；

*S*c —— 混凝土自重在计算截面产生的荷载效应标准值；

*S*q —— 施工阶段可变荷载在计算截面产生的荷载效应标准值；

*V* —— 计算截面处的剪力设计值；

 *V*1G —— 高性能混凝土桁架板自重在计算截面产生的剪力设计值；

*V*2G ——除高性能混凝土桁架板自重外，其他永久荷载在计算截面产生的剪力设计值；

*V*2Q ——可变荷载在计算截面产生的剪力设计值；

*Δ*q0—— 施工阶段跨中无支撑时挠度计算值；

*Δ*1GK—— 施工阶段高性能混凝土桁架板和后浇混凝土自重的荷载标准组合计算的高性能混凝土桁架板挠度值；

*Δ*2GK —— 除高性能混凝土桁架板和后浇混凝土自重外，其他永久荷载标

准值作用下，且考虑长期作用影响的预制混凝土桁架组合板挠度计算值；

*Δ*QK ——可变荷载标准值作用下,考虑荷载长期作用影响及可变荷载的准永久值系数进行计算得到的预制混凝土桁架组合板挠度计算值。

*σ*s1k——施工阶段按永久荷载标准组合计算的钢筋桁架下弦钢筋的拉应力；

*σ*s2k——使用阶段在弯矩*M*2k作用下的钢筋桁架下弦钢筋的拉应力；

*σ*sk ——按荷载标准组合计算的钢筋桁架下弦钢筋的拉应力 。

**2.2.3** 几何参数

*A*s、*A*ˊs —— 计算单元宽度范围内受拉、受压钢筋截面面积；

L —— 高性能混凝土桁架板长度；

Lab—— 受拉钢筋的基本锚固长度；

 c —— 高性能混凝土桁架板混凝土保护层厚度；

 d —— 钢筋直径；

 h —— 高性能混凝土桁架板钢筋桁架高度；

*h*0 ——钢筋桁架下弦钢筋中心到受压区混凝土边缘的距离；

*h*t0 —— 钢筋桁架上、下弦钢筋中心线的距离。

**2.2.4** 计算系数

 *γ*0 —— 施工阶段结构重要性系数；

$φ$—— 轴心受压构件的稳定系数。

# 3 基本规定

**3.0.1** 高性能混凝土桁架板的材料应满足结构安全性、耐久性和环境保护等要求，应符合现行相关标准的有关规定及设计要求，应具有产品合格证、质量保证书及相关性能检测报告。

**3.0.2** 高性能混凝土桁架板设计工作年限应与主体结构相同。

**3.0.3** 高性能混凝土桁架板设计应在模数协调的基础上，遵循少规格、多组合的原则，进行标准化、模数化设计。

**3.0.4** 高性能混凝土桁架板进行施工阶段计算时，应根据施工实际情况采用合理的计算简图。计算应考虑底板与钢筋桁架协同受力，宜采用有限元方法计算，也可采用简化方法计算。施工阶段底板与钢筋桁架的连接点受力计算时，荷载应全部由底板承担。

【条文说明】高性能混凝土桁架板中，当高性能混凝土底板与钢筋桁架通过预埋在混凝土板内钢筋网焊接连接时，二者连接紧密，在施工阶段二者协同工作。由于考虑协同工作受力计算比较复杂，可采用有限元方法计算。大量的有限元计算表明，在后浇混凝土楼板厚度在100mm~200mm范围内时，考虑协同工作计算得到的桁架下弦钢筋在施工阶段应力很小，约15N/mm2，为设计方便可忽略下弦钢筋的作用，把计入受力钢筋保护层厚度的底模(高性能混凝土底板)看作楼承板的下弦，进行施工阶段高性能混凝土底板的验算。高性能混凝土底板抗裂验算应考虑作为楼板下弦的拉力和局部受弯的弯矩复合受力作用。

**3.0.5** 高性能混凝土桁架板使用阶段计算时，应考虑楼板与后浇混凝土的协同受力。

【条文说明】使用阶段计算时，由于钢筋桁架腹杆与底板内钢筋焊接在一起，钢筋桁架腹杆在底板与后浇混凝土接触面之间起到抗剪拉结筋的作用，结合面能可靠地传递剪力，因此需考虑底板与后浇混凝土的协同受力。由于底板内钢筋主要起连接底板和钢筋桁架的作用，在高性能混凝土桁架板的跨中板底正截面配筋计算时，只考虑钢筋桁架下弦纵筋的抗力，忽略底板内钢筋的作用。高性能混凝土桁架板的板底钢筋的保护层厚度为桁架下弦钢筋下表面到底板下表面之间的距离。由于底板和后浇混凝土协同受力，当高性能混凝土桁架板跨中不加临时支撑时，高性能混凝土桁架板受力与叠合板相同，需按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定按叠合板进行二阶段受力计算。

**3.0.6** 高性能混凝土桁架板的正截面的受力裂缝控制等级为三级。

**3.0.7** 高性能混凝土桁架板的施工应符合国家现行标准《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870等相关标准的规定。

**3.0.8** 高性能混凝土桁架板在施工阶段应有可靠支撑。高性能混凝土桁架板两端应支承于相应构件或临时支撑上，应根据设计要求确定板跨中是否设置临时支撑。临时支撑应按国家有关现行标准规定进行设计确定。

**3.0.9** 高性能混凝土桁架板的工程质量验收应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

# 4 材料和产品

## 4.1 钢筋

**4.1.1** 钢筋桁架上、下弦钢筋宜采用HRB400或CRB550钢筋，也可采用HRB500、CRB600H钢筋；腹杆钢筋宜采用HRB400或CPB550钢筋；支座钢筋宜采用HPB300或HRB400钢筋。

【条文说明】钢筋桁架上、下弦钢筋可兼做板受力钢筋，工程应用中应优先采用与板受力钢筋相同的牌号，宜采用最常用的HRB400、HRB500和CRB600H,也可采用其他性能满足国家现行标准要求的其他钢筋。腹杆钢筋仅在施工阶段受力，不参与高性能混凝土桁架板使用阶段的受力，底板内的连接钢筋与腹杆焊接，锚固性能较好，腹杆钢筋和底板内的连接钢筋均宜采用冷拔光面钢筋 CPB550。

**4.1.2** 钢筋的公称直径宜符合表4.1.2的规定。

表4.1.2 高性能混凝土桁架板的钢筋公称直径（mm）

|  |  |
| --- | --- |
| 类 别 | 钢筋直径 |
| 桁架板上弦纵向筋 | 8～14 |
| 桁架板下弦纵向筋 | 6～14 |
| 桁架板腹杆筋 | 4.5～8 |
| 桁架板支座钢筋 | 10～14 |
| 底板连接钢筋 | 4.5、5.0 |

 注：当高性能混凝土桁架板高度不大于100mm时，支座钢筋的公称直径宜选用10mm、12mm；

当高性能混凝土桁架板高度大于100mm时，支座钢筋的公称直径宜选用10mm、14mm。

【条文说明】本条参照现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368和已有工程经验，给出了钢筋桁架中各杆件钢筋的直径范围。

**4.1.3** 钢筋强度标准值应具有不小于95%的保证率。钢筋强度标准值$f\_{yk}$应按表4.1.3采用。

表4.1.3 钢筋强度标准值（N/mm2）

|  |  |
| --- | --- |
| 种 类 | $$f\_{yk}$$ |
| 热轧钢筋 | HPB300 | 300 |
| HRB400 | 400 |
| HRB500 | 500 |
| 冷拔光面钢筋 | CPB550 | 500 |
| 冷轧带肋钢筋 | CRB550 | 500 |
| CRB600H | 540 |

【条文说明】本规程中钢筋的强度标准值由钢筋屈服强度确定,用*f*yk表示。对于无明显屈服点的冷轧带肋钢筋，屈服强度标准值按规定塑性延伸强度Rp0.2采用。

**4.1.4** 钢筋桁架钢筋抗拉强度设计值$f\_{y}$和抗压强度设计值$f\_{y}^{'}$应按表4.1.4采用。

表4.1.4 钢筋强度设计值（N/mm2）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 种 类 | $$f\_{y}$$ | $$f\_{y}^{'}$$ |
| 热轧钢筋 | HPB300 | 270 | 270 |
| HRB400 | 360 | 360 |
| HRB500 | 435 | 410 |
| 冷拔光面钢筋 | CPB550 | 360 | 360 |
| 冷轧带肋钢筋 | CRB550 | 400 | 380 |
| CRB600H | 415 | 380 |

**4.1.5** 钢筋弹性模量Es应按表4.1.5采用。

表4.1.5 钢筋弹性模量（×105 N/mm2）

|  |  |
| --- | --- |
| 种 类 | *E*s |
| 热轧钢筋 | HPB300 | 2.1 |
| HRB400、HRB500 | 2.0 |
| 冷拔光面钢筋 | CPB550 | 2.0 |
| 冷轧带肋钢筋 | CRB550、CRB600H | 1.9 |

**4.1.6** 钢筋材质与性能应符合下列规定：

**1** 热轧钢筋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 1499.1、《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2和《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定；

**2** 冷轧带肋钢筋应符合国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788和《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95的有关规定；

**3** CPB550钢筋应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

【条文说明】本条对钢筋的力学性能和工艺性能作出规定。冷拔光面钢筋用于钢筋桁架腹杆时，对其强度、断后伸长率、弯折性能要求较为严格，其性能应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。

**4.1.7** 焊接用焊条应与钢筋性能相匹配，并应符合国家现行标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《热强钢焊条》GB/T 5118的有关规定。

## 4.2 钢筋桁架

**4.2.1** 钢筋桁架宜采用专用自动化机械设备制作。腹杆钢筋与上、下弦钢筋和底板连接钢筋的焊点应采用电阻点焊方式焊接。

**4.2.2** 钢筋桁架节点焊点的承载力应符合下列规定：

**1** 钢筋桁架节点焊点的受剪承载力不应小于表4.2.2规定的数值；

**2** 支座钢筋之间及支座钢筋与下弦钢筋焊点的受剪承载力不应小于6kN，支座钢筋与上弦钢筋焊点的受剪承载力不应小于13kN。

表4.2.2 钢筋桁架节点焊点的受剪承载力

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 腹杆钢筋直径（mm） | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 8.0 |
| 单个焊点抗剪极限承载力（kN） | 5.68 | 7.02 | 8.49 | 10.1 | 11.8 | 13.8 | 18.2 |

【条文说明】钢筋桁架中各焊点的受剪承载力应满足各杆件可充分发挥承载力的要求。本条参照现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368给出了焊点的受剪承载力要求。

**4.2.3** 钢筋桁架尺寸允许偏差应符合表4.2.3的规定。

表4.2.3 钢筋桁架尺寸允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 长度 | 0～10 | 尺量上弦和下弦钢筋长度 |
| 设计高度 | ±3 | 尺量钢筋桁架两端，取平均值 |
| 设计宽度 | ±4 | 尺量钢筋桁架两端，取平均值 |
| 相邻焊点中心距 | ±3 | 尺量上弦钢筋连续5个中心距，取平均值 |
| 支座钢筋位置 | ±3 | 尺量支座钢筋至下弦钢筋端部的距离 |

## 4.3 高性能混凝土底板

**4.3.1** 高性能混凝土底板所用材料的力学性能指标和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和《预制混凝土技术条件》GB/T 41054的有关规定。

**4.3.2** 高性能混凝土底板所用材料应符合表4.3.2的规定。

表4.3.2 高性能混凝土底模用原材料要求

|  |  |
| --- | --- |
| 原材料 | 要 求 |
| 水泥 | 应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定 |
| 粉煤灰 | 应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596的规定 |
| 骨料 | 预制混凝土用骨料最大颗粒直径不超过5mm，其他性能应符合《预制混凝土技术条件》GB/T 41054的相关规定 |
| 短切聚丙乙烯纤维 | 长度6mm～8mm，直径18µm～48µm，其他性能应符合相关标准规定 |
| 外加剂 | 用以改善工艺条件或产品性能适量添加的减水剂、膨胀剂等应符合《预制混凝土技术条件》GB/T 41054的相关规定 |
| 耐碱玻纤网格布 | 应符合国家现行标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144的规定 |

**4.3.3** 高性能混凝土底板的力学性能应符合表4.3.3的规定。

表4.3.3力学性能

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 要求 |
| 强度（N/mm2） | 强度等级不应低于C40，轴心抗拉强度标准值$f\_{y}$不应低于4.0 |
| 弹性模量（N/mm2） | ≥2×105 |
| 抗冲击性 | 落球法试验冲击1次，板面无贯通裂纹 |

**4.3.4** 高性能混凝土底板的物理性能应符合表4.3.4的规定。

表4.3.4物理性能

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 抗冻性能 | 经25次冻融循环，不得出现破裂、分层 |
| 氯离子含量 | ≤0.3（%） |

**4.3.5** 高性能混凝土底板外观质量应符合下列规定：

**1** 表面不得有裂纹、分层、脱皮；

**2** 沿长度方向掉角尺寸不应大于 20mm，沿宽度方向掉角尺寸不应大于10mm，且一张板掉角数量不应超过1 个；

**3** 掉角深度不应大于 5mm。

**4.3.6** 高性能混凝土底板的尺寸允许偏差和检验方法应符合表4.3.6的规定。

表4.3.6 高性能混凝土桁架板底板的尺寸允许偏差和检验方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检验项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 长度 | -3～0 | 尺量板两侧距边100mm处，取平均值 |
| 宽度 | -2～0 | 尺量板两侧距边100mm处，取平均值 |
| 厚度 | ±1 | 壁厚千分尺在板一端中间及距两角10mm处各量一次，取平均值 |
| 对角线差 | 0～5 | 尺量两对角线，计算差值 |

# 5 设计与构造

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 高性能混凝土桁架板设计时应考虑施工阶段和使用阶段两个阶段，在施工和使用阶段内力计算时，弯矩计算应采用计算跨度（轴线距离），剪力计算可采用净跨度。施工阶段设计时，可将临时支撑视为支座，跨度可按临时支撑的跨度计算；使用阶段设计时，跨度必须按拆除临时支撑后的跨度计算。

**5.1.2** 施工阶段设计时，应对高性能混凝土桁架板进行短暂设计状况下的承载能力极限状态设计；使用阶段设计时，应对高性能混凝土桁架板进行持久状况下的承载能力极限状态和正常使用极限状态设计，并应符合现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068的有关规定。

**5.1.3** 高性能混凝土桁架板可按现浇混凝土板的设计原则进行使用阶段设计，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，并应符合下列规定：

**1** 埋置连接成整体的免拆式桁架楼承板底模宜采用细石混凝土，应考虑底模与后浇混凝土的共同受力，其他形式的不应考虑；

**2** 计算弯矩时应采用计算跨度，计算跨度宜取支座中心线距离；

**3** 计算剪力时可采用净跨度；

**4** 应根据支座构造及结构设计要求，支座按简支、固接或连续计算。

**5.1.4** 高性能混凝土桁架板在施工阶段设置临时支撑时，临时支撑的设计及施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**5.1.5** 高性能混凝土桁架板的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016对楼板的有关规定。

## 5.2 构件设计

**5.2.1** 高性能混凝土桁架板的规格和外形尺寸应符合现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368的有关规定。

**5.2.2** 高性能混凝土桁架板规格与外形尺寸（图5.2.2-1～5）应符合下列规定：

**1** 钢筋桁架腹杆节点间距宜为200mm；

**2** 钢筋桁架间距宜为200mm～300mm，至底模边缘距离宜为100mm～150mm；

**3** 钢筋桁架高度宜为60mm～170mm；

**4** 高性能底模厚度宜为100mm～210mm。

a） 剖面图

b） 立面图

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—高性能混凝土底板；4—腹杆钢筋；5—支座横筋；6—支座竖筋；7—吊装钢筋；c—混凝土保护层厚度；h—钢筋桁架高度；L—高性能混凝土桁架板长度。

图 5.2.2—1构造形式（一）

a） 剖面图

b） 立面图

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—高性能混凝土底板；4—腹杆钢筋；5—支座横筋；6—支座竖筋；7—吊装钢筋；c—混凝土保护层厚度；h—钢筋桁架高度；L—高性能混凝土桁架板长度。

图 5.2.2—2构造形式（二）

a） 剖面图

b) 立面图

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—高性能混凝土底板；4—腹杆钢筋；5—支座横筋；6—支座竖筋；7—吊装钢筋；c—混凝土保护层厚度；h—钢筋桁架高度；L—高性能混凝土桁架板长度。

图 5.2.2—3 构造形式（三）



a） 剖面图

b） 立面图

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—高性能混凝土底板；4—腹杆钢筋；5—支座横筋；6—支座竖筋；7—吊装钢筋；c—混凝土保护层厚度；h—钢筋桁架高度；L—高性能混凝土桁架板长度。

图 5.2.2—4 构造形式（四）

a） 剖面图

b） 立面图

1—上弦钢筋；2—下弦钢筋；3—高性能混凝土底板；4—腹杆钢筋；5—支座横筋；6—支座竖筋；7—吊装钢筋；c—混凝土保护层厚度；h—钢筋桁架高度；L—高性能混凝土桁架板长度。

图 5.2.2—5 构造形式（五）

**5.2.3** 高性能混凝土桁架板常用型号及技术参数可按本规程附录A的规定采用。

## 5.3 施工阶段计算

**5.3.1** 施工阶段高性能混凝土桁架板计算应符合下列规定：

**1** 高性能混凝土桁架板应根据施工时的临时支撑情况确定计算简图，计算时可取一榀钢筋桁架为一个单元。跨内不设临时支撑时，应按单向短跨计算；跨内设置临时支撑时应根据支撑情况按单向两跨或多跨进行计算，并应考虑可变荷载的不利布置。

**2** 计算底板时，应考虑荷载的不利布置和合理的计算简图。

**5.3.2** 高性能混凝土桁架板施工阶段的荷载标准值应按下列规定采用：

**1** 永久荷载：高性能混凝土桁架板、钢筋和混凝土自重。

**2** 可变荷载：钢筋、后浇混凝土自重和施工荷载，施工荷载应以施工实际荷载为依据。当不能测量施工实际可变荷载或实际施工可变荷载小于1.5kN/m2时，施工可变荷载可取1.5kN/m2。

**3** 集中荷载：可取1.0kN。

【条文说明】施工荷载指施工人员和施工设备产生的荷载，并应考虑施工过程中可能产生的冲击和振动作用。若有过量的冲击、混凝土堆载以及管线等尚应考虑附加荷载。由于施工习惯和方法的不同，施工阶段的可变荷载也不完全相同，因此测量施工时的施工荷载是十分重要的。高性能混凝土桁架板施工阶段的承载力和挠度，应按实际施工荷载计算，可参考现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 规定的施工荷载取值。《组合楼板设计与施工规范》CECS 273-2010给出“当能测量施工实际可变荷载或实测施工可变荷载小于1.0kN/m2时，施工可变荷载可取1.0kN/m2”，本规程进一步控制免支撑情况下钢筋桁架楼承板的挠度，将可变荷载提高至1.5kN/m2。

**5.3.3** 高性能混凝土桁架板进行施工阶段承载力计算时，荷载效应组合的设计值应按下式确定：

 $S=1.3S\_{s}+1.5S\_{c}+1.5S\_{q}$ （5.2.6）

式中：*S*——荷载效应设计值；

 *S*s——高性能混凝土桁架板和钢筋自重在计算截面产生的荷载效应标准值；

 *S*c——混凝土自重在计算截面产生的荷载效应标准值；

 *S*q——施工阶段可变荷载在计算截面产生的荷载效应标准值。

【条文说明】国家现行标准《建筑结构可靠性统一标准》GB 50068 给出了荷载基本组合的效应设计值，但在高性能混凝土桁架板的混凝土浇筑过程中，混凝土处于非均匀的流动状态，可能造成单块楼板受力较大。为保证安全，参考国家现行标准《建筑结构可靠性统一标准》GB 50068 的有关规定，在现行协会标准《组合楼板设计与施工规范》CECS 273 的基础上适当提高混凝土在湿状态下的荷载分项系数。

**5.3.4** 高性能混凝土桁架板应根据施工时楼板临时支撑情况，按单跨、两跨或多跨计算。计算时可取一榀钢筋桁架并向两侧外延半个间距的范围为一个计算单元，并应符合下列规定：

**1** 钢筋桁架各杆件承载力应满足下式的要求：

$\frac{γ\_{0}}{A\_{s}}\leq 0.9f\_{y}$ （5.2.7-1）

式中：*N*——杆件轴心压力或拉力设计值（N）；

  *f*y——钢筋抗拉强度设计值（N/mm2）;

 *A*s——计算单元宽度范围内钢筋截面面积（mm2）；

 *γ*0——施工阶段结构重要性系数，可取0.9。

**2** 钢筋桁架各受压杆件稳定性应满足下式的要求：

$ \frac{γ\_{0}N}{φA\_{s}^{'}}\leq f\_{y}^{'}$ （5.2.7-2）

式中：*N*——杆件轴心压力设计值（N）；

 $f\_{y}^{'}$——钢筋抗压强度设计值（N/mm2）；

 $φ$——轴心受压构件的稳定系数，按国家标准《钢结构设计标准》GB 50017-2017中b类截面计算确定；

$A\_{s}^{'}$——计算单元宽度范围内受压钢筋截面面积（mm2）。

【条文说明】本条参照现行协会标准《组合楼板设计与施工规程》CECS 273给出了高性能混凝土桁架板施工阶段的承载力及变形计算内容。钢筋桁架的杆件一般为轴心受力构件，当存在杆件弯矩较大且不可忽略等特殊情况时，应根据杆件实际受力情况进行承载力及变形计算。

**5.3.5** 施工阶段钢筋桁架楼承板挠度计算应符合下列规定：

**1** 跨内不设置临时支撑时，应按永久荷载和可变荷载的标准组合计算楼承板的挠度，挠度限值不应大于楼承板计算跨度的1/180和20mm的较小值；当对挠度值有更严格要求时，需另行设计；

**2** 跨内设置临时支撑时，应按永久荷载标准值计算楼承板的挠度；当钢筋桁架混凝土板底面外露时，挠度限值宜取为计算跨度的 1/400；当钢筋桁架混凝土板底面隐蔽时，挠度限值宜取为计算跨度的1/250；计算跨度应按楼承板支承情况取相邻临时支撑间距或临时支撑与楼承板端部支座的距离；

**3** 挠度值应符合设计要求。

**5.3.6** 连接件或埋置连接点承载力按安全系数法计算，按荷载组合计算的单个连接件或埋置连接点的拉力乘以安全系数后不应大于单个连接件或埋置连接点的受拉承载标准值，安全系数取2.0。

**5.3.7** 施工阶段，在荷载标准组合作用下按照弹性方法计算的底板正截面边缘的材料法向拉应力，不应超过底板材料抗折强度标准值乘以折减系数0.8。在荷载标准组合值作用下，底板不应出现裂缝。

## 5.4 使用阶段计算

**5.4.1** 使用阶段，钢筋桁架混凝土组合板承载能力极限状态设计应符合下列规定：

**1** 不设置临时支撑时：

**1）**正弯矩区段弯矩设计值按下式计算：

 $M=M\_{1G}+M\_{2G}+M\_{2Q}$ （5.2.10-1）

**2）**高性能混凝土桁架板在支座处不连续时，钢筋桁架混凝土组合板连接钢筋处负弯矩区段弯矩设计值按下式计算：

 $M=M\_{2G}+M\_{2Q}$ （5.2.10-2）

**3）**高性能混凝土桁架板在支座处连续时，钢筋桁架连续处负弯矩区段弯矩设计值按下式计算：

 $M=M\_{1G}+M\_{2G}+M\_{2Q}$ （5.2.10-3）

**2** 设置临时支撑时，钢筋桁架混凝土组合板正负弯矩区段弯矩设计值按下式计算：

 $M=M\_{1G}+M\_{2G}+M\_{2Q}$ （5.2.10-4）

式中：*M* —— 钢筋桁架混凝土组合板弯矩设计值（N•mm）；

 *M*1G—— 钢筋桁架混凝土组合板自重在计算截面产生的弯矩设计值（N•mm）；

*M*2G —— 钢筋桁架混凝土组合板自重以外，其他永久荷载在计算截面产生的弯矩设计值（N•mm）；

*M*2Q —— 可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值（N•mm）。

**3** 剪力设计值应按下式计算：

$V=V\_{1G}+V\_{2G}+V\_{2Q}$ （5.2.10-5）

式中：*V* —— 计算截面处的剪力设计值；

 *V*1G —— 钢筋桁架混凝土组合板自重在计算截面产生的剪力设计值；

*V*2G —— 除钢筋桁架混凝土组合板自重外，其他永久荷载在计算截面产生的剪力设计值；

*V*2Q —— 可变荷载在计算截面产生的剪力设计值。

【条文说明】使用阶段，钢筋桁架混凝土组合板内力计算不仅与支座条件有关，同时也与其加载史、施工时临时支撑条件有关。本条参考国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中叠合构件设计的有关规定给出了荷载组合。

1 不设置临时支撑，高性能混凝土桁架板正弯矩截面始终承受着施工阶段(也称第一阶段)的混凝土自重荷载，两阶段荷载组合后，计算钢筋桁架混凝土板正弯矩区正截面极限承载力时，认为钢筋桁架下弦杆全部屈服，见式(5.2.10-1)；高性能混凝土桁架板在支座不连续时，断开处的附加连接钢筋负弯矩区正截面在混凝土硬结前，负弯矩钢筋与混凝土没有粘结，负弯矩区钢筋不承受荷载，负弯矩区钢筋承受的是混凝土硬结后，除高性能混凝土桁架板和混凝土自重以外的荷载，因此本规程给出了式(5.2.10-2)；高性能混凝土桁架板钢筋桁架连续处，由于钢筋桁架上弦已承受施工阶段的永久荷载，因此本规程给出了式(5.2.10-3)；

2 设置临时支撑时，由于拆除临时支撑时，混凝土已经硬结，虽然加载时对结构受力有一些影响，但影响较小。因此本规程规定按普通钢筋混凝土现浇板组合计算弯矩设计值。实际设计时，大多按一次加载计算弯矩设计值，即按式(5.2.10-4)计算，这样是偏于安全的。

**5.4.2** 使用阶段，钢筋桁架混凝土组合板的挠度计算应符合下列规定：

**1** 最大挠度限值应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

**2** 施工阶段跨中无支撑时，应按下式计算：

$Δ\_{q0}=Δ\_{1GK}+Δ\_{2GK}+Δ\_{QK}$ （5.2.11）

式中：*Δ*q0—— 施工阶段跨中无支撑时挠度计算值；

*Δ*1GK—— 施工阶段高性能混凝土桁架板和后浇混凝土自重的荷载标准组合计算的高性能混凝土桁架板挠度值；

*Δ*2GK —— 除高性能混凝土桁架板和后浇混凝土自重外，其他永久荷载标

准值作用下，且考虑长期作用影响的预制混凝土桁架组合板挠度计算值；

*Δ*QK —— 可变荷载标准值作用下,考虑荷载长期作用影响及可变荷载的准永久值系数进行计算得到的预制混凝土桁架组合板挠度计算值。

**3** 施工阶段跨中有支撑时，可按整体现浇钢筋混凝土板一次加载进行挠度计算。

【条文说明】本条参照《组合楼板设计与施工规程》CECS 273给出了，使用阶段高性能混凝土桁架板的挠度计算要求。

**5.4.3** 当施工阶段跨中无支撑时，在使用阶段，预制混凝土桁架组合板中钢筋桁架下弦钢筋拉应力应符合下列规定：

$σ\_{sk}=σ\_{s1k}+σ\_{s2k}\leq 0.9f\_{y}$ （5.4.3-1）

$σ\_{s1k}=\frac{M\_{1GK}}{h\_{t0}A\_{s}}$ （5.4.3-2）

$ σ\_{s2k}=\frac{M\_{2K}}{0.87A\_{s}h\_{0}}$ （5.4.3-3）

式中：*A*s——计算单元宽度范围内钢筋桁架下弦钢筋截面面积（mm2）；

*f*y ——钢筋抗拉强度设计值（N/mm2）；

*h*0 ——钢筋桁架下弦钢筋中心到受压区混凝土边缘的距离（mm）;

*h*t0 ——钢筋桁架上、下弦钢筋中心线的距离（mm）；

*M*1GK——施工阶段按永久荷载标准组合作用下的计算截面弯矩（N•mm）；

*M*2K——使用阶段除钢筋桁架混凝土组合板及钢筋、混凝土自重外的荷载标准组合作用下的计算截面弯矩（N•mm）；

*σ*s1k——施工阶段按永久荷载标准组合计算的钢筋桁架下弦钢筋的拉应力(N/mm2);

*σ*s2k——使用阶段在弯矩*M*2k作用下的钢筋桁架下弦钢筋的拉应力(N/mm);

*σ*sk ——按荷载标准组合计算的钢筋桁架下弦钢筋的拉应力 (N/mm2)。

【条文说明】当施工阶段无支撑时，高性能混凝土桁架板中的钢筋桁架下弦钢筋出现“应力超前”现象，本条参照现行协会标准《组合楼板设计与施工规程》CECS 273给出了钢筋桁架下弦钢筋拉应力计算要求。

**5.4.4** 使用阶段，钢筋桁架混凝土板最大裂缝宽度计算应符合下列规定：

**1** 最大裂缝宽度限值应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定；

**2** 可按普通现浇混凝土受弯构件按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的最大裂缝宽度计算公式计算；

【条文说明】施工阶段有支撑时，钢筋桁架混凝楼板的最大裂缝宽度计算方法与普通钢筋混凝土受弯构件完全相同；施工无支撑时，由于施工阶段永久荷载(包括高性能混凝土桁架板及钢筋、混凝土自重)在混凝土凝固前已传递，使得混凝土开裂滞后，计算最大裂缝宽度时可不考虑施工阶段永久荷载。

## 5.5 构造规定

**5.5.1** 钢筋桁架下弦钢筋伸入支座时不应小于5*d*(*d*为钢筋直径)且伸过支座中心进行锚固。当受施工条件限制，钢筋桁架下弦钢筋无法伸入支座锚固时，应设置支座附加纵向下筋，构造尚应符合5.5.2条的有关规定。

**5.5.2** 高性能混凝土桁架板支座处应配置符合设计计算要求的支座板顶纵向上筋和支座附加纵向下筋，且应符合下列规定：

**1** 按连续设计的节点支座，支座板顶纵向上筋应按设计计算确定。当支座板顶纵向上筋与钢筋桁架上弦钢筋搭接连接时，搭接长度不应小于受拉钢筋的搭接长度，并应符合现行《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。当支座板顶纵向上筋不与上弦钢筋搭接连接时，其从支座边伸入板内的长度应覆盖负弯矩包络图并满足钢筋锚固要求，且不应小于计算跨度的 1/4。

**2** 按简支设计的端支座节点，支座板顶纵向上筋直径不宜小于8mm，间距不宜大于200mm。支座板顶纵向上筋由钢筋桁架端部向板内延伸长度*l*a不应小于1.6*l*a，且不应小于 300mm。支座附加纵向下筋直径不宜小于8mm，间距不宜大于200mm。支座附加上筋由钢筋桁架端部向板内延伸长度*l*a不应小于1.2*l*a，且不应小于300mm。

**3** 对于中节点支座，板面附加纵向钢筋应贯通支座;对于端节点支座，钢筋伸入支座长度不应小于受拉钢筋的锚固长度*l*a；当支座尺寸不满足直线锚固要求时，可采用90°弯折锚固措施，包括弯弧在内的钢筋平直段长度不应小于ζaLab(*L*ab为受拉钢筋的基本锚固长度)，弯折平面内包含弯弧的钢筋平直段长度不应小于钢筋直径的15倍。当支座为梁或顶层剪力墙时，ζa应取为0.6；当支座为中间层剪力墙时，ζa应取为 0.4。

**4** 支座附加纵向下筋直径不宜小于8mm，间距不宜大于200mm，伸入板内后与板底钢筋的搭接长度不应小于钢筋受拉锚固长度的1.2倍。对中间支座节点，支座附加纵向下筋应贯通支座；对端节点，支座附加纵向下筋伸入支座长度不应小于5*d*且应伸过支座中心线。当支座附加纵向下筋有受力要求时，配筋面积和伸入板内及支座的长度应满足受力计算要求，支座附加纵向下筋的截面面积尚不宜小于受力方向跨中板底钢筋截面面积的1/3。

**5** 钢筋桁架伸过支座时，钢筋桁架支座竖筋外侧至支座边缘的距离不宜小于 50mm；钢筋桁架端部伸入支座时，宜搁置在支承件或临时支撑上，搁置长度不宜小于50mm，且搁置长度范围内应按支座受力要求设置可靠连接。

【条文说明】高性能混凝土桁架板中的钢筋桁架纵筋不能多跨贯通，为了保证高性能混凝土桁架板板的整体受力，需要在高性能混凝土桁架板内根据结构受力增加除钢筋桁架外的支座受力纵筋，纵向钢筋包括支座上筋和支座下筋。本条参照《混凝土结构设计规范》GB 50010和相关建筑标准设计图集对高性能混凝土桁架板支座处附加纵筋钢筋配置作了构造规定。

**5.5.3** 栓钉的设置应符合下列规定：

**1** 栓钉沿梁轴线方向间距不应小于栓钉杆径的6倍，不应大于楼板厚度的3倍，且不应大于 300mm；栓钉垂直于梁轴线方向不应小于栓钉杆径的4倍，不应大于楼板厚度的3倍，且不应大于300mm；

**2** 栓钉中心至钢梁上翼缘侧边的距离不应小于35mm；

**3** 栓钉顶面混凝土保护层厚度不应小于15mm，栓钉钉头下表面高出下弦钢筋顶面不应小于 30mm；

**4** 当栓钉位置不正对钢梁腹板时，在钢梁上翼缘受拉区，栓钉杆直径不应大于钢梁上翼缘厚度的1.5 倍，在钢梁上翼缘非受拉区，栓钉杆直径不应大于钢梁上翼缘厚度的2.5倍；

**5** 当梁按组合梁设计时，栓钉的外侧边缘至混凝土翼板边缘的距离不应小于100mm；

**6** 栓钉长度不应小于杆径的4倍且焊后栓钉高度应小于下弦钢筋保护层厚度加上75mm。

【条文说明】为了保证梁板结构的整体性，形成可靠的水平结构，钢筋桁架混凝土板与钢梁之间应设有抗剪连接件。目前栓钉广泛应用于建筑工程，本规程主要推荐采用栓钉作为抗剪连接件。有关抗剪连接件的构造规定参考现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017。栓钉高度是指焊后高度，栓钉焊接后通常会使其长度减少5mm左右。

**5.5.4** 高性能混凝土桁架板与钢梁支座连接构造应符合下列规定：

**1** 根据具体工程设计要求，可采取底板底与钢梁顶齐平方式，也可采用底板顶与钢梁顶齐平的布置方式。钢筋桁架下弦钢筋如果伸入支座宜不小于5*d*(*d*为钢筋直径)且伸过支座中心。

**2** 支座连接构造应符合5.5.2 条的有关规定。

**5.5.5** 高性能混凝土桁架板与混凝土叠合梁支座连接构造宜符合下列规定：

**1** 底板底可与预制梁顶齐平，钢筋桁架不宜伸入支座，现场宜搁置在连接于预制梁侧面的支承件上。

**2** 支座连接构造尚应符合 5.5.2 条的有关规定。

**5.5.6** 高性能混凝土桁架板与现浇混凝土梁、墙支座连接构造宜符合下列规定：

**1** 高性能混凝土桁架板端部下方宜设置临时支撑。

**2** 支座连接构造尚应符合第5.5.1条、第5.5.2条的有关规定。

**5.5.7** 高性能混凝土桁架板底模侧边的接缝宜采用密拼接缝。相邻底模的密拼接缝宜采用聚合物改性水泥砂浆嵌填抹平。接缝嵌缝用聚合物改性水泥砂浆的物理力学性能要求应符合表5.5.7的规定。

表5.5.7 聚合物改性水泥砂浆物理力学性能要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 目 | 技术指标 | 试验方法标准 |
| 保水率（%） | ≥92 | 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 |
| 凝结时间（h） | ≤5 |
| 2h稠度损失率（%） | ≤20 |
| 14d拉伸粘结强度（MPa） | ≥0.6 |
| 28d收缩率（%） | ≤0.12 |
| 质量损失率（%） | ≤2 |
| 28d抗压强度（MPa） | ≥20 |

【条文说明】本条规定了相邻板边拼缝处理方法。试验和工程实践表明，高性能混凝土桁架板的底板较薄，采用密接拼缝处理施工方便，施工过程中混凝土浆液可起到填充拼缝缝隙的作用，且在混凝土浇筑2个月后，混 凝土收缩量大部分已经完成，此时再采用改性聚合物水泥砂浆抹平处理，这样处理的拼缝后期裂缝细微，满足使用要求。

**5.5.8** 钢筋的混凝土保护层厚度应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。高性能混凝土桁架板板底受力钢筋的保护层厚度，自底板下表面算起。

**5.5.9** 高性能混凝土桁架板在有较大集中荷载或线荷载部位应按国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 设置加强钢筋。

**5.5.10** 当高性能混凝土桁架板开洞时，应符合下列规定：

**1** 洞口大小、位置及洞口周边加强措施应符合设计要求，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定；

**2** 施工时不宜切断钢筋桁架，待施工后混凝土强度达到设计要求后方可切断钢筋桁架。

# 6 生产、运输与堆放

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 高性能混凝土桁架板宜采用自动化机械设备进行生产，在满足生产效率的前提下，高性能混凝土桁架板也可采用固定模台或手工方式生产。

【条文说明】为了提高高性能混凝土桁架板的生产工业化程度，保证产品质量，应优先采用采用生产线方式生产，尤其自动化生产线方式。

**6.1.2** 生产企业应具有固定的生产场所，生产设备、设施及生产工艺应符合生产规模、生产特点和质量要求，并应符合环境保护和安全生产要求。生产企业应建立质量保证体系并确保有效实施。

**6.1.3** 生产前应制定生产方案。生产方案宜包括生产计划、生产工艺、生产顺序、质量与安全控制措施、成品保护、运输与堆放等。

## 6.2 生 产

**6.2.1** 高性能混凝土桁架板宜采用专用自动化机械设备制作，钢筋桁架用钢筋的调直、弯折等加工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**6.2.2** 高性能混凝土桁架板的底板生产工艺应符合下列规定：

**1** 预制混凝土工作性能指标应根据生产工艺确定，混凝土配合比设计应符合国家现行标准《预制混凝土技术条件》GB/T 41054 和《混凝土结构工程施工规范》GB50666的有关规定。

**2** 预制混凝土的搅拌应符合下列规定：

**a）** 预制混凝土搅拌应严格控制搅拌时间和投料顺序，并应按生产季节控制拌合物温度。

**b）**搅拌应保证预制混凝土拌合物质量均匀；同一盘混凝土的搅拌匀质性应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**3** 应采取专门技术措施保证钢筋桁架下弦钢筋的混凝土保护层厚度符合设计文件的规定。

**4** 预制混凝土应采用有自动计量装置的强制式搅拌机进行生产，搅拌机应具有生产数据逐盘记录和实时查询功能。

**5** 预制混凝土浇筑应连续进行并均匀摊铺，倾落高度不宜大于600mm；应对外露钢筋、预埋件、预留孔洞进行保护；投料完成后宜采用振动平台振动成型，振动完成后应及时观察高性能混凝土底板厚度，以完全包覆底模钢筋且底模上表面距离下弦钢筋下表面 3mm~5mm 为准。

**6** 养护应根据生产计划选择自然养护、自然养护加养护剂或蒸汽养护等方式。自然养护应在浇筑完成后立即用塑料薄膜严密覆盖，洒水养护时，水的温度应和混凝土的温度相适应，避免因温差过大导致混凝土出现裂缝。

【条文说明】当采用混凝土养护剂进行养护时，养护剂的有效保水率不应小于90%，7d和28d抗压强度比均不应小于95%。养护剂有效保水率和抗压强度比的试验方法应符合《公路工程水泥混凝土养生剂（膜）》JT/T 522的规定。

采用蒸汽养护时，应具有自动加热控制装置并应具有养护制度，蒸汽养护前，应对混凝土进行适当的静停养护，静停养护温度不应低于5℃，静停养护时间不宜小于4h。蒸汽养护时，养护的升、降温速度不宜大于10℃/h。蒸汽养护后，混凝土还应进行适当的保温、保湿。蒸汽养护的最高养护温度不宜超过 75℃，内外温差不超过25℃，可通过控制入模温度控制混凝土结构内部最高温度，可通过保湿蓄热养护控制结构内外温差；还应防止混凝土表面温度因环境影响（如暴晒、气温骤降等）而发生剧烈变化。

**6.2.3** 钢筋桁架宜采用自动化机械生产，腹杆钢筋与弦杆钢筋、腹杆钢筋与底板内钢筋之间宜采用电阻点焊。

**6.2.4** 应将底板内钢筋预先焊接固定于钢筋桁架，然后使钢筋桁架就位，再浇筑预制混凝土并做好养护达到设计强度。

**6.2.5** 当底板需要切割时，应采用专用工具进行切割加工，确保加工质量和安全。

**6.2.6** 高性能混凝土桁架板生产完成且质量检验合格后应设置产品标识。产品标识宜包括工程名称、构件编号、构件规格、构件重量、生产单位名称、生产日期、质检员等信息。

**6.2.7** 对不合格产品，应在显著位置标识不合格标志，并应与合格产品分区、单独存放，并集中处理。

## 6.3 运输与堆放

**6.3.1** 高性能混凝土桁架板的运输与堆放应制定专项方案。专项方案宜包括吊运方式、堆放场地、固定要求、堆放支垫、运输次序、运输线路及成品保护措施等。

**6.3.2** 高性能混凝土桁架板吊运时应符合下列规定：

**1** 应根据高性能混凝土桁架板的尺寸、重量和吊运距离等选择吊具和起重设备；所采用的吊具、起重设备及其操作，应符合国家现行有关标准及产品技术手册的规定。

**2** 宜按照铺板区域将多块高性能混凝土桁架板叠放打包为整捆后运输与吊运，捆高不宜大于1.5m；

**3** 吊点位置和数量应通过计算确定；当吊运单块高性能混凝土桁架板时，钢筋桁架节点可兼做吊点；

**4** 应保证吊具连接可靠，当吊运高性能混凝土桁架板时，应采取措施保证起重设备的主钩位置、吊具及免拆式桁架楼承板的重心在竖直方向上重合；

**5** 吊带水平夹角不宜小于60°，且不应小于45°；

**6** 应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，吊运过程应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，构件不得长时间悬停在空中。

【条文说明】高性能混凝土桁架板吊运时，可按单个构件吊运，也可将多块板叠放捆绑后整体吊运，吊点位置和数量应通过计算确定，必要时在吊运前应进行工艺试验。当吊索与起吊钢筋桁架楼承板的夹角小于60°时，需设置分配梁或分配桁架。吊运前，应按国家现行有关标准的规定和设计方案的要求对吊具进行检查，复核吊装设备的吊装能力。

**6.3.3** 高性能混凝土桁架板运输应符合下列规定：

**1** 宜采用专用运输车进行运输；当采用非专用运输车时，应采取相应的加固、保护措施；

**2** 高性能混凝土桁架板应平放，并用夹具与专用运输架绑扎牢固；底模边角和绑扎接触部位应采用柔性垫材料保护；专用运输架、车厢板和高性能混凝土桁架板间应放入柔性材料；

**3** 高性能混凝土桁架板堆放高度不应超过运输路线的限高要求。

**6.3.4** 高性能混凝土桁架板的堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施，且高性能混凝土桁架板应符合下列规定：

**1** 宜采用专用堆放架进行堆放；

**2** 应平放，钢筋桁架应向上，不得倒置；

**3** 底层应设置垫块，垫块间距不应大于2m；可采用专用堆放架进行堆放。

**4** 应合理布置高性能混凝土桁架板垫块，垫块位置宜与吊点位置一致。

**5** 多层叠放时钢筋桁架应上下冲齐，叠放高度不宜大于20层。

**6** 高性能混凝土桁架板应有遮阳措施，不应暴晒。

【条文说明】为了保证高性能混凝土桁架板叠放时的安全，防止因叠放不合理导致构件破损而影响结构安全，本条做出了规定。多层叠放时，宜通过工艺试验确定叠放支承方式，当不设置垫木时，依靠钢筋桁架支承，各层板的钢筋桁架应上下对齐，需保证底板不发生破损；当设置垫木时，垫木位置应上下对齐，且在相应支承条件下高性能混凝土桁架板的底板材料及钢筋桁架杆件应力应满足施工阶段的计算要求。

**6.3.5** 高性能混凝土桁架板的堆放位置和次序、装车位置和次序，宜与工程施工进度及次序相衔接。

## 6.4 质量检验

**6.4.1** 高性能混凝土桁架板的原材料及配件，应按现行国家有关标准、设计文件及合同约定进行进场检验。检验批划分应符合下列规定：

**1** 生产单位将采购的同一厂家同批次材料、配件及半成品用于生产不同工程的楼承板时，可统一划分检验批；

**2** 获得认证的产品和来源稳定且连续3批均一次检验合格的产品，进厂检验时检验批容量可按有关标准的规定扩大1倍；扩大检验批容量后若出现不合格情况时，应按扩大前的检验批容量重新检验，且该产品不得再次扩大检验批容量。

**6.4.2** 钢筋桁架原材钢筋进厂时应检查质量证明文件，并应按国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204和《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366 的有关规定抽取试件做力学性能和重量偏差检验，检验结果应符合相关产品标准的规定。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

**6.4.3** 钢筋桁架的质量检验应符合下列规定：

**1** 钢筋桁架应按批次进行外观质量和尺寸偏差检验，同一检验批的首件必检，加工过程中应进行抽检，抽检次数不应少于2次，每次应抽检1榀；外观质量应符合本规程第6.4.4 条的规定；当抽检合格率不足100%时，应全数检查，并剔除不合格品。

**2** 钢筋桁架应按批进行力学性能检验，每批应随机抽取1榀钢筋桁架进行试验;拉伸、弯曲试验检验结果应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95和《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定，焊点的受剪承载力不应小于腹杆钢筋屈服承载力的 60%，并应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的有关规定。

**3** 一个检验批应为同一设备、同一批次加工的同一规格的钢筋桁架，且总重量不应大于60t，不足60t 按一批计。

**6.4.4** 钢筋桁架外观质量应符合下列规定：

**1** 除毛刺、表面浮锈和因钢筋调直造成的表面轻微损伤外，钢筋桁架表面不应有影响使用的缺陷。

**2** 钢筋桁架中焊点不得开焊。

**3** 焊点处熔化金属应均匀，不应脱落、漏焊，且应无裂纹、多孔性缺陷和明显的烧伤现象。

**6.4.5** 钢筋桁架尺寸偏差和检验方法应符合本规程表4.2.3的规定。

**6.4.6** 当钢筋桁架采用外购的成型产品时，进厂检验应符合下列规定：

**1** 应检查质量证明文件和交货验收单;质量证明文件应包括原材料出厂合格证、钢筋及钢筋桁架检验报告等；

**2** 钢筋桁架应按批进行外观质量和尺寸偏差检验，每批中应至少抽取3件；外观质量和尺寸偏差应满足本规程第6.4.4条和第6.4.5条的要求；

**3** 钢筋桁架应按批进行重量偏差检验，每批中应至少抽取3件；测量总长度并测重，计算每米长度重量，结果不应超过理论重量的±7%；

**4** 钢筋桁架应按批进行力学性能检验，每批中每种钢筋桁架的规格应至少抽取1个试样，总数不少于3个；焊点的受剪承载力试验方法应符合现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368 的有关规定；当有钢筋桁架楼承板生产单位或监理单位的代表驻厂监督加工过程，并提供钢筋桁架试件力学性能检验报告时，可不进行力学性能检验；

**5** 一个检验批应为同一厂家、同一类型且同一钢筋来源的钢筋桁架，60t为一个检验批，不足60t亦按一批计。

**6.4.7** 当高性能混凝土桁架板采用外购的产品时，进厂检验应符合下列规定：

**1** 品种、规格、性能等应符合国家现行有关产品标准和设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法:检查质量证明文件及检验报告等。

**2** 应对外观质量、尺寸偏差和饱水状态抗折强度、握螺钉力进行抽样检查。

检查数量：同类别、同规格、同强度等级的产品，每5000张为一批，不足5000张时按一批计，对外观质量和尺寸偏差，每批随机抽取5张;对抗折强度和握螺钉力，从外观质量和尺寸偏差样品中抽取2张。

检验方法：按国家现行有关产品标准和设计要求进行，其中外观质量应符合本规程第 4.3.5 条的规定，尺寸偏差应符合本规程第 4.3.6 条的规定。

**6.4.8** 高性能混凝土桁架板的尺寸允许偏差和检验方法应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表6.4.8的规定。

表6.4.8 高性能混凝土桁架板尺寸允许偏差和检验方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检验项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 底模 | 长度 | -3 | 尺量板两侧距边100mm处，取平均值 |
| 宽度 | -2 | 尺量板两侧距边100mm处，取平均值 |
| 厚度 | ±1 | 随机尺量3处，取平均值 |
| 钢筋桁架 | 长度 | L≤5000 | 6 | 尺量上弦钢筋和下弦钢筋的长度 |
| L＞5000 | 10 |
| 安装高度 | ±3 | 尺量底模顶至钢筋桁架顶距离，量测5处，取平均值 |
| 间距 | ±5 | 尺量上弦钢筋两端及中心，取最大值 |
| 边距 | ±5 | 随机尺量3处，取平均值 |
| 预留孔洞 | 中心线位置 | 5 | 尺量纵横两个方向的中心线位置，取偏差较大值 |
| 孔洞尺寸 | ±5 | 尺量纵横两个方向尺寸，取偏差较大值 |

**6.4.9** 高性能混凝土桁架板出厂前应进行质量检验，检验内容应符合本规程附录B的规定。

**6.4.10** 高性能混凝土桁架板质量证明文件应包括下列内容：

**1**  出厂合格证；

**2** 钢筋桁架检验报告；

**3** 高性能混凝土底板检验报告；

**4** 高性能混凝土底板与钢筋桁架连接性能检验报告；

**5** 合同要求的其他质量证明文件。

# 7 施工

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 高性能混凝土桁架板施工前应编制专项施工方案，并对施工人员进行质量安全技术交底。专项施工方案内容应包括：预制混凝土桁架的进场检验、组装排板、存放和吊装、安装固定、细部构造、混凝土浇筑、质量管理及安全措施等，并应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**7.1.2** 施工过程中，不应在高性能混凝土桁架板上集中堆放大量施工材料或使其承受较大的冲击荷载，施工材料自重及施工荷载不应超过设计允许值。

【条文说明】为保证高性能混凝土桁架板施工过程中受力安全，永久荷载和可变荷载 大小不应超过施工阶段计算所采用的荷载标准值。

**7.1.3** 施工现场应根据施工平面规划设置运输道路和堆放场地，并应符合下列规定：

**1** 现场运输道路和存放场地应平整、坚实，并应有排水措施。

**2** 现场运输道路应按照运输车辆的要求合理设置转弯半径及道路坡度。

**3** 运到施工现场的高性能混凝土桁架板需要堆放时，应按规格、使用部位、吊装顺序分别堆放，并应符合本规程第 6.3.4 条的有关规定。

**4** 堆放场地应设置在吊装设备的有效起重范围内。

## 7.2 施工准备

**7.2.1** 高性能混凝土桁架板进场时，应根据本规程第8章的要求进行报验。

**7.2.2** 应合理规划构件运输通道和临时堆放场地，并应采取成品堆放保护措施。

**7.2.3** 施工前，应复核构件安装位置、节点连接构造及临时支撑方案等，并宜按照施工方案中的吊装顺序对高性能混凝土桁架板进行编号。

**7.2.4** 施工前，应进行测量放线并设置安装定位标识，且应符合下列规定：

**1** 楼层纵、横控制线和标高控制点由底层的原始点向上引测，并应根据楼层纵、横控制线和标高控制点放出高性能混凝土桁架板控制线；

**2** 应根据钢筋桁架楼承板编号对搁置位置进行编号；

**3** 测量放线应符合现行国家标准《工程测量通用规范》GB 55018的有关规定。

**7.2.5** 施工前，应检查复核起重设备及吊具处于安全操作状态，并核实现场环境、天气、道路状态等符合起重施工要求。

**7.2.6** 起重作业区应实施隔离封闭管理，并应设置警戒线和警戒标识；对无法隔离封闭的，应采取专项防护措施。

## 7.3 安装

**7.3.1** 高性能混凝土桁架板起吊及临时安放应符合下列规定：

**1** 应采用专用吊架配合软吊带吊装，不得使用钢索直接兜吊；

**2** 吊装时应先将钢筋桁架吊离地面一定高度，检查重心是否稳定，吊带是否滑动，满足要求后方可吊运；

**3** 起吊时应根据钢筋桁架楼承板排板图和编号标记按序吊装，分区、分片吊装至相应的施工作业面；

**4** 高性能混凝土桁架板吊至楼层作业面后，应放置稳妥，及时安装，且不应集中堆放；

**5** 吊至楼层作业面的钢筋桁架楼承板暂不铺设时，应做可靠固定，防止滑落和倾覆。

**7.3.2** 高性能混凝土桁架板的安装尚应符合下列规定：

**1** 钢梁、混凝土梁、梁墙模板及支撑构件验收合格后，方可进行高性能混凝土桁架板安装。高性能混凝土桁架板铺设前，应将梁顶面或梁模内杂物清除干净。高性能混凝土桁架板铺设，宜按楼层顺序由下往上逐层实施。

**2** 边角或平面形状变化处，可采用机械切割或气割进行切割，并对切割处采取技术措施予以补强。

**3** 高性能混凝土桁架板的支座钢筋应安装于可靠支座上，临时支撑应支设于桁架腹杆下节点位置。钢筋桁架主筋在两端支座处宜与墙、柱、梁钢筋牢固连接。

**4** 高性能混凝土桁架板模板与墙或梁搭接的缝隙，宜采用收边条或泡沫胶堵缝。

**5** 施工可变荷载不宜大于1.5kN/m2，应避免堆积过大的集中荷载，不可避免时应采取加强支撑措施。

**6** 高性能混凝土桁架板铺设一定面积后，应及时绑扎附加钢筋。

**7** 当按设计要求设置支撑时，支撑应采取有效地防倾覆和防滑移的临时措施。

【条文说明】在铺设钢筋桁架楼承板的同时应及时将楼承板与支座固定牢靠，待钢筋桁架楼承板铺设一定面积后，应及时绑扎钢筋桁架垂直方向的附加分布钢筋；附加分布钢筋的布置应符合设计要求，并宜采用双丝双扣与钢筋桁架绑扎牢固。

**7.3.3** 当需设置临时支撑时，临时支撑应符合下列规定：

**1** 临时支撑应根据施工过程中的各种工况进行设计，应具有足够的承载力和刚度，并应保证其整体稳固性。高性能混凝土桁架板底临时支撑应设置在钢筋桁架腹杆波谷位置。

**2** 临时支撑的材料、设计、制作与安装、拆除与维护、质量检查等应符合《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**3** 临时支撑设置位置应与高性能混凝土桁架板受力设计相符，当不相符时应对高性能混凝土桁架板进行设计复核。

**4** 安装与施工过程中应采取安全措施，并应符合《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 等的有关规定。高处作业人员应正确使用安全防护用品，宜采用工具式操作架进行安装作业。

**7.3.4** 边模板安装及板缝处理应符合下列规定：

**1** 在钢结构工程中，每块高性能混凝土桁架板铺设、调整就位后，应采取以下措施来确保底模、钢筋桁架与墙、柱、梁牢固连接：

**1)** 高性能混凝土桁架板长度方向的支承长度(指钢梁上翼缘边缘与端部竖向支座钢筋的距离)不应小于5倍的下弦钢筋直径，且不应小于50mm;模板宽度方向底模不宜伸入钢梁上；

**2)** 钢柱处的高性能混凝土桁架板铺设时，应在钢柱上预焊支承角钢，切除与钢柱碰撞部分的底板；

**3)** 应将所有的支座钢筋与钢梁或支承角钢焊牢。

**2** 在混凝土结构中，应采取以下措施来确保底模、钢筋桁架与墙、柱、梁钢筋与模板牢固连接：

**1)** 应保证钢筋桁架端部传力可靠，高性能混凝土桁架板底板应有效搭接在梁侧模板上，且不宜超过梁模板内侧。边模板与墙、柱、梁模顶面每隔300mm间距宜固定一次；

**2)** 在设有预埋件的混凝土梁上的支承长度不应小于75mm，且应采取有效措施确保在浇筑混凝土时不漏浆；

## 7.4 钢筋混凝土工程

**7.4.1** 高性能混凝土桁架板的钢筋及支座附加钢筋的品种、规格和数量应符合设计要求。

**7.4.2** 附加钢筋及管孔留设应符合下列规定：

**1** 按设计要求排布楼板支座连接钢筋、附加钢筋及分布钢筋，并与钢筋桁架绑扎连接；

**2** 钢筋桁架楼承板预留管孔处应设置洞边加强钢筋及边模。待楼板混凝土达到设计强度后方可对不可拆底模和洞口钢筋进行切割；在混凝土浇筑前切断钢筋桁架时，应在洞口两侧切断的钢筋桁架下方设置临时支撑。当孔洞有较大集中荷载或洞边大于1000mm时，应按设计要求设置洞边梁；

**3** 板中敷设管线，正穿时可采用刚性管线，斜穿时宜采用柔韧性材料。应尽量采用直径较小的管线，并分散穿孔预埋，避免多根管线交叉或在板上集束穿孔；

**4** 预埋的盒体应可靠固定于底模之上，当底模不可拆时可在底模上盒体位置处开设直径不大于30mm的圆孔；

**5** 应采用机械、冷作、空气等离子弧等方法切割楼承板，严禁采用氧气乙炔焰进行切割。

**7.4.3** 高性能混凝土桁架板混凝土浇筑尚应符合下列规定：

**1** 浇筑前，高性能混凝土桁架板安装及板钢筋绑扎等工程应完成隐蔽工程验收合格；

**2**  高性能混凝土桁架板上的线盒及套管、吊顶用预埋件等均应在浇筑混凝土前与底模板或钢筋可靠固定；

**3** 高性能混凝土桁架板浇筑混凝土前，应清除底板上的杂物、灰尘、油脂等。在人员、小车走动较频繁的区域应铺设脚手板；

**4** 浇筑时应布料均衡；浇筑和振捣时应有专人对底模及临时支撑进行观察和维护，发生异常情况应及时处理；

**5** 浇筑混凝土时，需采取必要措施，不得对高性能混凝土桁架板造成冲击。倾倒混凝土时，应迅速向四周摊开，避免堆积过高；泵送混凝土管道支架应支撑在梁或墙上；

**6** 采用泵送混凝土浇筑时，应采取防止泵送设备超重或冲击力过大影响钢筋桁架楼承板及临时支撑安全的措施；

**7** 混凝土强度未达到设计强度等级值的100%前，板上荷载不得超过施工阶段永久荷载设计值和可变荷载标准值之和。

**7.4.4** 采用泵送混凝土浇筑时，应采取措施防止泵送设备超重或冲击力过大影响高性能混凝土桁架板及临时支撑的安全。

**7.4.5** 拆除临时支撑时的混凝土强度应符合设计要求和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

# 8 验收

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 高性能混凝土桁架板施工的质量检查、分项工程、检验批划分和质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。

**8.1.2** 高性能混凝土桁架板验收应符合下列规定：

**1** 施工单位应对进场高性能混凝土桁架板结构尺寸、外形尺寸、焊接质量、连接件的承载能力或埋置连接点的承载能力以及其组成材料规格型号、外观质量等自检，检查其产品出厂检测报告、出厂合格证等质量证明文件，形成自检记录，自检合格后报专业监理工程师或建设单位代表验收；

**2** 专业监理工程师或建设单位代表应按设计要求、本规程和现行产品标准的规定对进场钢筋桁架楼承板检查验收，形成进场验收记录；

**3** 高性能混凝土桁架板工程验收时，应提供产品合格证、型式检验报告、出厂检验报告、进场复检报告和现场验收记录，型式检验和出厂检验应符合本规程附录B 的规定。

**8.1.3** 高性能混凝土桁架板分项工程施工过程中应及时对隐蔽工程验收、检验批验收，施工完成后应对分项工程验收。

**8.1.4** 高性能混凝土桁架板检验批应按楼栋或楼层施工区段划分。

**8.1.5** 高性能混凝土桁架板检验批质量验收应包括实物检查和资料检查，并应符合下列规定：

**1** 主控项目质量经抽样检验均应合格；

**2** 一般项目质量经抽样检验应合格，采用计数抽样检验时，合格率应达到90%以上，且不得有严重缺陷；

**3** 应具有完整的质量验收记录，重要工序应具有完整的施工操作记录。

**8.1.6** 高性能混凝土桁架板分项工程质量验收合格，应符合下列规定：

**1** 分项工程所含的检验批均应合格；

**2** 分项工程所含检验批的质量验收记录应完整。

**8.1.7** 高性能混凝土桁架板上混凝土浇筑前，应进行隐蔽工程验收，验收应包含下列内容：

**1** 板底钢筋、板顶钢筋及支座附加钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距；

**2** 预埋件、预埋管线的规格、数量、位置；

**3** 接缝及支座连接构造；

**4** 其他隐蔽项目。

## 8.2 主控项目

**8.2.1** 高性能混凝土桁架板的质量应符合本规程、国家现行有关标准的规定和设计的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件及质量验收记录。

**8.2.2** 高性能混凝土桁架板进入施工现场时，应对下列性能见证取样复验，性能应符合本规程第4.2.2条和现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368 的有关规定。

检查数量：应按钢筋桁架楼承板进场批次抽检，同一生产厂家，钢筋的级别、直径和尺寸以及底模的材质、厚度相同的钢筋桁架楼承板为同一种型号，每批次不同型号的，应分别抽查不少于1件。

检验方法：核查见证取样送检复试报告。

**8.2.3** 高性能混凝土桁架板安装的支座连接构造应符合设计、施工方案要求及国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察;检查设计文件、施工方案及施工记录。

**8.2.4** 高性能混凝土桁架板板底钢筋、板顶钢筋及支座附加钢筋的牌号、规格、数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；尺量。

**8.2.5** 高性能混凝土桁架板临时支撑系统设置、安装应符合施工方案要求和本规程第7.3.3条、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。

检查数量：应按钢筋桁架楼承板分项工程的检验批抽查，每个检验批应抽查不少于10 处。少于10处的，应全数检查。

检验方法：观察，对照施工方案检查。

## 8.3 一般项目

**8.3.1** 高性能混凝土桁架板上、下弦钢筋，腹杆钢筋和支座横筋，竖筋的表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。焊点无脱落。

检查数量：每个检验批抽查不少于10 处，每处抽查不少于1件，少于10 处的，应全数检查。

检验方法：观察。

**8.3.2** 高性能混凝土桁架板的预埋件、预留孔洞的规格、数量、位置应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；尺量；检查产品合格证。

**8.3.3** 高性能混凝土桁架板开洞处，钢筋桁架应完整，边模板设置应稳固。钢筋桁架切断时，下方应有可靠支撑。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

**8.3.4** 高性能混凝土桁架板安装尺寸允许偏差和检验方法应符合设计要求；当设计无要求时，应符合表8.3.4的规定。

表8.3.4 高性能混凝土桁架板安装尺寸允许偏差和检验方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检验项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 板中心线位置 | 5 | 经纬仪及尺量 |
| 板底标高 | ±5 | 水准仪或拉线、尺量 |
| 伸入支座长度 | 5 | 尺量 |
| 相邻板接缝宽度 | 2 | 尺量 |
| 支座处接缝宽度 | 5 | 尺量 |
| 相邻板底高差 | 3 | 2m靠尺和塞尺量 |

检查数量：应按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，应按有代表性的自然间抽查10%，且不应少于 3 间；对大空间结构，可按纵横轴线划分检查面，应抽查10%，且不应少于3面。

**8.3.5** 高性能混凝土桁架板厚度的偏差应符合设计要求;当设计无具体要求时，厚度允许偏差应为±5mm。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，应按有代表性的自然间抽查10%，且不少于3 间；对大空间结构可按纵、横轴线划分检查面，抽查10%，且不少于 3 面。

# 附录A 高性能混凝土桁架板常用型号及技术参数

**A.0.1** 高性能混凝土桁架板常用型号及技术参数可按表A.0.1选用。

表A.0.1 高性能混凝土桁架板常用型号及技术参数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 型号 | 钢筋桁架高度（mm） | 钢筋桁架规格 | 板厚（mm） | 施工最大适用跨度（m） |
| 无支撑（L1） | 中间支撑（L2） |
| ATD1-60 | 60 | 1 | 100 | 1.5 | 3.0 |
| ATD 2a-60 | 2a | 1.6 | 3.1 |
| ATD 3a-60 | 3a | 1.7 | 3.2 |
| ATD 4a-60 | 4a | 1.7 | 3.2 |
| ATD 5a-60 | 5a | 1.7 | 3.2 |
| ATD 6a-60 | 6a | 1.8 | 3.3 |
| ATD 1-70 | 70 | 1 | 110 | 1.8 | 3.5 |
| ATD 2a-70 | 2a | 1.8 | 3.3 |
| ATD 3a-70 | 3a | 1.9 | 3.4 |
| ATD 4a-70 | 4a | 2.2 | 3.6 |
| ATD 5a-70 | 5a | 2.2 | 3.6 |
| ATD 6a-70 | 6a | 2.3 | 3.6 |
| ATD 1-80 | 80 | 1 | 120 | 1.9 | 3.6 |
| ATD 2a-80 | 2a | 1.9 | 4.0 |
| ATD 3a-80 | 3a | 2.2 | 4.0 |
| ATD 4a-80 | 4a | 2.3 | 4.0 |
| ATD 5a-80 | 5a | 2.4 | 4.0 |
| ATD 6a-80 | 6a | 2.4 | 4.0 |
| ATD 7a-80 | 7a | 2.5 | 4.1 |
| ATD 1-90 | 90 | 1 | 130 | 2.0 | 3.8 |
| ATD 2a-90 | 2a | 2.0 | 4.3 |
| ATD 3a-90 | 3a | 2.2 | 4.3 |
| ATD 4a-90 | 4a | 2.4 | 4.3 |

**续表A.0.1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ATD 5a-90 |  | 5a |  | 2.6 | 4.3 |
| ATD 6a-90 | 6a | 2.7 | 4.3 |
| ATD 7a-90 | 7a | 2.7 | 4.3 |
| ATD 2a-100 | 100 | 2a | 140 | 2.2 | 4.5 |
| ATD 3a-100 | 3a | 2.6 | 4.7 |
| ATD 4a-100 | 4a | 2.6 | 4.7 |
| ATD 5a-100 | 5a | 2.7 | 4.7 |
| ATD 6a-100 | 6a | 2.9 | 4.7 |
| ATD 7a-100 | 7a | 3.1 | 4.7 |
| ATD 2b-110 | 110 | 2b | 150 | 2.3 | 4.7 |
| ATD 3b-110 | 3b | 2.7 | 5.0 |
| ATD 4b-110 | 4b | 2.9 | 5.0 |
| ATD 5b-110 | 5b | 2.9 | 5.0 |
| ATD 6b-110 | 6b | 3.1 | 5.0 |
| ATD 7b-110 | 7b | 3.1 | 5.2 |
| ATD 2b-120 | 120 | 2b | 160 | 2.4 | 4.8 |
| ATD 3b-120 | 3b | 2.9 | 5.4 |
| ATD 4b-120 | 4b | 3.1 | 5.4 |
| ATD 5b-120 | 5b | 3.1 | 5.4 |
| ATD 6b-120 | 6b | 3.2 | 5.4 |
| ATD 7b-120 | 7b | 3.3 | 5.6 |
| ATD 2b-130 | 130 | 2b | 170 | 2.6 | 5.0 |
| ATD 3b-130 | 3b | 3.0 | 5.8 |
| ATD 4b-130 | 4b | 3.1 | 5.5 |
| ATD 5b-130 | 5b | 3.2 | 5.8 |
| ATD 6b-130 | 6b | 3.3 | 5.9 |
| ATD 7b-130 | 7b | 3.3 | 5.9 |
| ATD 2c-140 | 140 | 2c | 180 | 2.8 | 5.4 |
| ATD 3c-140 | 3c | 3.1 | 6.0 |

**续表A.0.1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ATD 4c-140 |  | 4c |  | 3.2 | 5.7 |
| ATD 5c-140 | 5c | 3.3 | 5.9 |
| ATD 6c-140 | 6c | 3.5 | 6.0 |
| ATD 7c-140 | 7c | 3.6 | 6.2 |
| ATD 2c-150 | 150 | 2c | 190 | 2.9 | 5.6 |
| ATD 3c-150 | 3c | 3.1 | 6.5 |
| ATD 4c-150 | 4c | 3.3 | 6.5 |
| ATD 5c-150 | 5c | 3.4 | 6.5 |
| ATD 6c-150 | 6c | 3.6 | 6.5 |
| ATD 7c-150 | 7c | 3.8 | 6.5 |
| ATD 2c-160 | 160 | 2c | 200 | 3.0 | 5.8 |
| ATD 3c-160 | 3c | 3.2 | 6.6 |
| ATD 4c-160 | 4c | 3.3 | 6.6 |
| ATD 5c-160 | 5c | 3.5 | 6.8 |
| ATD 6c-160 | 6c | 3.6 | 6.8 |
| ATD 7c-160 | 7c | 3.9 | 6.8 |
| ATD 4c-170 | 170 | 4c | 210 | 3.2 | 6.5 |
| ATD 5c-170 | 5c | 3.6 | 7.2 |
| ATD 6c-170 | 6c | 3.7 | 7.2 |
| ATD 7c-170 | 7c | 4.1 | 7.2 |

注：1

 2、施工最大适用跨度中“无支撑”指不设置临时支撑的两端简支板情况，“中间支撑”指跨中设置一道临时支撑的两等跨连续板情况；当在三分之一跨设置两道支撑时，施工最大适用跨度L3=L1+L2。

3、上、下弦钢筋采用HRB400，腹杆钢筋采用性能等同CRB550的冷轧钢筋。如果上弦、下弦钢筋采用HRB500钢筋、HRB600钢筋、CRB600H钢筋，可直接进行等强度代换，并进行施工阶段验算。

4、钢筋桁架间距按200mm计算，垂直于钢筋桁架方向上部钢筋位于钢筋桁架上弦钢筋下方。

5、柱边位置高性能混凝土桁架板需切角，钢筋桁架切掉时需做好支撑。

6、如果条件限制不能设置支撑，可按单向单跨简支板要求进行设计。

7、如果板厚超出表中所列型号范围，可按本规程有关要求进行设计确定。

**附录B 高性能混凝土桁架板产品出厂检验与型式检验**

**B.1 出厂检验**

**B.1.1** 高性能混凝土桁架板应做出厂检验。检验合格后应提供检验报告；产品质量合格后方可出厂。

**B.1.2** 高性能混凝土桁架板检验组批与抽样规则应符合表B.1.2的规定。

**表B.1.2 组批与抽样规则**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **名称** | **组批与检验项目** | **抽样方法** |
| 钢筋桁架 | 凡同一生产厂家、钢筋级别、直径及尺寸相同的钢筋桁架视为同一种型号制品，每检验批应以800件为一批，检验其外形尺寸、外观质量及焊点强度 | 钢筋桁架应按同一种型号分批检查。外观检查每批检查量不应少于2%，且不应少于3件。钢筋桁架节点焊接抗剪极限承载力试验每批抽查每类焊点不应少于3 点，抽查焊点可采用同种焊接条件下的试件代替 |
| 高性能混凝土底板 | 外观质量、尺寸偏差 | 同类型、同厚度的底模，视为同一种型号制品，检验要求以1200张为一批 | 按同一种型号分批检查，每批抽查量不应少于2%，且不应少于8件 |
| 物理性能、力学性能 | 在同一检验批中抽取样品2张 |
| 钢筋桁架与底模连接 | 凡钢筋桁架型号及底模材料、厚度相同的免拆式桁架楼承板，视为同一种型号制品，每检验批应以1200块免拆式桁架楼承板为一批，不足1200块也应为一批，检验单个连接节点抗拉承载力 | 单个节点连接抗拉承载力试验每批抽查连接点不应少于3点 |

**续表B.1.2**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 支座钢筋之间及支座钢筋与上、下弦钢筋焊接 | 支座钢筋直径及尺寸相同，视为同一种型号制品，每检验批应以1200块免拆式桁架楼承板为一批.不足1200块也应为一批，检查其外观质量与焊点强度 | 焊接外观检查应按同一种型号分批检查。每批抽查量不应少于2%，且不应少于3件 |

**B.1.3** 每批检验中，外观质量有不合格时，该批产品应逐件检查。外观质量不合格产品经整修，并进行复验达到合格要求后方可出厂。

**B.1.4** 每批焊点抗剪试验及连接节点抗拉承载力试验，如有一个试件不符合要求时，应加倍抽样进行复验。复验结果仍有一个试件不符合要求，则该批产品应判定为不合格品。

**B.2 型式检验**

**B.2.1** 有下列情况之一时应进行型式检验：

**1** 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

**2** 生产中原材料、配合比、生产工艺改变，可能影响产品质量时；

**3** 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；

**4** 产品停产达半年以上恢复生产时；

**5** 正常生产时，每36 个月进行一次。

**B.2.2** 型式检验项目、检验依据、检验数量及样品尺寸应符合表 B.2.2的规定。

**表B2.2 高性能混凝土桁架板型式检验要求**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 部品 | 试验项目 | 检验依据 | 样品数量（张） | 样品尺寸（mm） |
| 1 | 钢筋桁架 | 电阻点焊抗剪性 | 《钢筋桁架楼承板》JG/T 368 | 3 | 400╳200 |

**续表B2.2**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | 高性能混凝土底板 | 物理性能 | 表观密度 | 《纤维水泥制品试验方法》GB/T 7019 | 2 | 80╳80 |
| 3 | 抗冻性能 | 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 | 3 | 100╳100╳100 |
| 4 | 氯离子含量 | 《混凝土中氯离子含量检测技术》JGJ/T 322 | 3 | 不少于200g |
| 5 | 力学性能 | 抗压强度 | 《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 | 3 | 150╳150╳150 |
| 6 | 弹性模量 | 6 | 150╳150╳300 |
| 7 | 抗冲击性 | 《纤维混凝土试验方法标准》CECS 13 | 6 | 150╳63 |
| 8 | 外观质量、尺寸偏差 | 《纤维水泥制品试验方法》GB/T 7019 | 2 | 3000╳1200 |
| 9 | 高性能混凝土桁架板 | 力学性能 | 《混凝土结构试验方法标准》GB 50152 |
| 10 | 单节点连接抗拉承载力 | 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 | 3 | 400╳200 |

**B2.3** 型式检验判定规则应符合下列规定：

**1** 高性能混凝土桁架板底模物理及力学性能应按照《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定进行判定；

**2** 钢筋桁架电阻点焊抗剪试验，如有一个试件不符合要求时，应加倍抽样进行复验。复验结果全部合格则判定该项目合格；

**3** 高性能混凝土桁架板单个连接节点抗拉承载力试验平均值满足本规程第5.3.6条的规定时，判定该项目合格；

**4**免拆式桁架楼承板施工阶段挠度及底板裂缝宽度分别满足本规程第5.3.5条及第5.3.7条的规定时，判定该项目合格。

**B.2.4** 上述单项检验全部合格时，应判该检验批产品合格；其中任何一项不合格时，应判该检验批产品不合格。

**附录C 常用钢筋桁架钢筋规格**

**C.0.1** 高性能混凝土桁架板常用钢筋桁架钢筋规格代号可按表C.0.1选用

**表C.0.1 高性能混凝土桁架板常用钢筋桁架钢筋规格代号**

|  |  |
| --- | --- |
| 钢筋规格代号 | 钢筋直径/mm |
| 上弦 | 下弦 | 腹杆 | 上弦配筋面积mm2/m | 下弦配筋面积mm2/m |
| 1 | 8 | 6 | 4.5 | 251 | 283 |
| 2a | 8 | 8 | 4.5 | 251 | 503 |
| 2b | 8 | 8 | 5 | 251 | 503 |
| 2c | 8 | 8 | 5.5 | 251 | 503 |
| 3a | 10 | 8 | 4.5 | 393 | 503 |
| 3b | 10 | 8 | 5 | 393 | 503 |
| 3c | 10 | 8 | 5.5 | 393 | 503 |
| 4a | 10 | 10 | 4.5 | 393 | 785 |
| 4b | 10 | 10 | 5 | 393 | 785 |
| 4c | 10 | 10 | 5.5 | 393 | 785 |
| 5a | 12 | 8 | 5 | 565 | 503 |
| 5b | 12 | 8 | 5.5 | 565 | 503 |
| 5c | 12 | 8 | 6 | 565 | 503 |
| 6a | 12 | 10 | 5 | 565 | 785 |
| 6b | 12 | 10 | 5.5 | 565 | 785 |
| 6c | 12 | 10 | 6 | 565 | 785 |
| 7a | 12 | 12 | 5 | 565 | 1131 |
| 7b | 12 | 12 | 5.5 | 565 | 1131 |
| 7c | 12 | 12 | 6 | 565 | 1131 |

注：1、上表是按照钢筋桁架间距200mm计算的，当钢筋桁架间距调整时，配筋面积相应调整。

2、支座钢筋选用公称直径为8mm～16mm范围的热轧钢筋。

3、当高性能混凝土桁架板规格超过选用表时，可参照本规程5.3进行施工阶段计算。

**本规程用词说明**

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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：

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，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

**引用标准名录**

1 《建筑设计防火规范》GB 50016

2 《混凝土结构设计规范》GB 50010

3 《钢结构设计标准》GB 50017

4 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068

5 《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081

6 《混凝土质量控制标准》GB/T 50164

7 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

8 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

9 《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870

10 《混凝土结构通用规范》GB 55008

11 《工程测量通用规范》GB 55018

12 《通用硅酸盐水泥》GB 175

13 《钢筋混凝土用钢第1部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1

14 《钢筋混凝土用钢第 2部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.2

15 《热强钢焊条》GB/T 5118

16 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

17 《纤维水泥制品试验方法》GB/T 7019

18 《预制混凝土技术条件》GB/T 41054

19 《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788

20 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3

21 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18

22 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33

23 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46

24 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80

25 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95

26 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114

27 《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162

28 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

29 《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ 366

30 《钢筋桁架楼承板》JG/T 368

31 《公路工程水泥混凝土养生剂（膜）》JT/T 522