



T/CECS XXX-202X

中国工程建设标准化协会标准

全装配式钢筋混凝土楼盖技术规程

**Technical specification for fully assembled
reinforced concrete floor**

(征求意见稿)

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

全装配式钢筋混凝土楼盖技术规程

Technical specification for fully assembled
reinforced concrete floor

T/CECS XXX-202X

主编单位：河南工业大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年XX月XX日

中国计划出版社

2024年 北京

公 告

前 言

根据中国工程建设标准化协会《2022 年第二批协会标准制订、修订计划》（建标协字[2022]40 号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订了本规程。

本规程共分 10 章，主要内容包括：总则、术语和符号、材料、基本规定、全装配式钢筋混凝土楼盖结构体系、结构设计与计算、构造要求、构件制作与运输、结构施工、工程验收。

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

本规程由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会归口管理，由河南工业大学负责具体技术内容解释。执行本规程过程中，如有意见或建议，请反馈给河南工业大学（地址：河南省郑州市莲花街 100 号河南工业大学 32 号楼 311 室，邮政编码：450001，邮箱：songguangkai@haut.edu.cn）。

主编单位：河南工业大学

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 | 6 |
| 3.1 | 混凝土、钢筋和钢材 | 6 |
| 3.2 | 连接材料 | 6 |
| 4 | 基本规定 | 8 |
| 4.1 | 设计原则 | 8 |
| 4.2 | 作用及作用组合 | 10 |
| 5 | 全装配式钢筋混凝土楼盖结构体系 | 12 |
| 5.1 | 基本构件 | 12 |
| 5.2 | 接缝连接 | 14 |
| 6 | 结构设计与计算 | 19 |
| 6.1 | 一般规定 | 19 |
| 6.2 | 承载能力极限状态计算 | 21 |
| 6.3 | 正常使用极限状态验算 | 24 |
| 6.4 | 接缝连接计算 | 28 |
| 6.5 | 平面内变形计算 | 31 |
| 6.6 | 结构选型及抗震设计方法 | 37 |
| 7 | 构造要求 | 39 |
| 7.1 | 一般规定 | 39 |
| 7.2 | 钢筋配置 | 42 |
| 7.3 | 连接件 | 43 |
| 7.4 | 板-板接缝构造 | 46 |

| | |
|------------------------|-----------|
| 7.5 端部构造 | 51 |
| 7.6 防护与隔热 | 57 |
| 8 构件制作和运输 | 63 |
| 8.1 一般规定 | 63 |
| 8.2 构件制作 | 64 |
| 8.3 构件检验 | 67 |
| 8.4 构件运输及堆放 | 68 |
| 9 结构施工 | 70 |
| 9.1 一般规定 | 70 |
| 9.2 安装与连接 | 71 |
| 10 工程验收 | 74 |
| 10.1 一般规定 | 74 |
| 10.2 主控项目 | 75 |
| 10.3 一般项目 | 76 |
| 用词说明 | 78 |
| 引用标准名录 | 79 |

CONTENTS

| | |
|--|-----------|
| 1 General Provisions..... | 1 |
| 2 Terms and Symbols..... | 2 |
| 2.1 Terms..... | 2 |
| 2.2 Symbols..... | 2 |
| 3 Materials..... | 5 |
| 3.1 Concrete, Reinforcement and Steel..... | 5 |
| 3.2 Connecting Materials..... | 5 |
| 4 Basis Requirements..... | 7 |
| 4.1 Design principles..... | 7 |
| 4.2 Actions and Action Combination..... | 9 |
| 5 Fully assembled reinforced concrete floor structure system..... | 11 |
| 5.1 Basic components..... | 11 |
| 5.2 Joint connection..... | 13 |
| 6 Design and Calculation..... | 16 |
| 6.1 General..... | 16 |
| 6.2 Ultimate limit State..... | 19 |
| 6.3 Serviceability Limit State..... | 21 |
| 6.4 Connection..... | 26 |
| 6.5 In-plane Deformation..... | 29 |
| 6.6 Structural Selection and Seismic Design Methods..... | 35 |
| 7 Detailing Requirements..... | 38 |
| 7.1 General..... | 38 |
| 7.2 Arrangement of Reinforcement..... | 41 |
| 7.3 Arrangement of Connection..... | 42 |
| 7.4 Joint Detailing..... | 45 |
| 7.5 End Detailing..... | 50 |
| 7.5 Protection and Insulation..... | 57 |
| 8 Manufacture and Transporting..... | 62 |
| 8.1 General..... | 62 |
| 8.2 Manufacture..... | 63 |
| 8.3 Inspection..... | 66 |

| | |
|--|-----------|
| 8.4 Transporting and Storage..... | 67 |
| 9 Construction..... | 69 |
| 9.1 General Requirements..... | 69 |
| 9.2 Erection and Connection..... | 70 |
| 10 Construction Quality Acceptance..... | 74 |
| 10.1 General..... | 74 |
| 10.2 Dominant Items..... | 75 |
| 10.3 General Items..... | 76 |
| Explanation of Wording..... | 78 |
| List of Quoted Standands..... | 79 |

1 总则

1.0.1 为了在全装配式钢筋混凝土楼盖设计中贯彻执行国家的技术经济政策，规范全装配式钢筋混凝土楼盖应用的技术要求，做到安全、适用、经济、保证质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于建筑工程中的全装配式钢筋混凝土楼盖的设计，以及预制混凝土板和连接件等的设计、检验、安装及验收。

【条文说明】1.0.1-1.0.2，全装配式钢筋混凝土楼盖是以各类预制混凝土板（如预制混凝土空心板、双 T 板、夹层板等）和挑耳梁（墙）为基本构件，梁（墙）-板之间和板-板之间采用干式接缝或湿式接缝连接而成的无后浇层装配式混凝土楼盖。

全装配式钢筋混凝土楼盖采用预制混凝土板作为基本构件，自重轻，标准化程度高，构件运输安装方便，可提升建造效率和空间划分灵活性。预埋连接件或搭接连接等接缝形式可实现楼盖的双向传力，可提高楼盖的竖向承载力和竖向振动舒适度；同时，板缝连接可有效传递楼盖平面内内力，从而提高楼盖的平面内刚度、承载力，有效协同各榀抗侧力结构共同受力，形成抗震性能良好的总体结构。

目前国家和行业现行的标准中，尚无针对全装配式钢筋混凝土楼盖的相关规定，其实际应用缺少相应规范标准支撑。因此，本规程编制，可为全装配式钢筋混凝土楼盖的应用提供技术支撑。

1.0.3 全装配式钢筋混凝土楼盖的设计、制作、施工及验收除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行通用规范和有关标准的规定。

【条文说明】1.0.3，本规程依据国家现行标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068、《混凝土结构设计标准》GB 50010、及《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 等原则制定。全装配式钢筋混凝土楼盖的设计、制作、施工、验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行通用规范和有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 全装配式钢筋混凝土楼盖

以各类预制混凝土板和挑耳梁（墙）为基本构件，梁（墙）-板之间和板-板之间采用干式接缝或湿式接缝连接而成的无后浇层装配式混凝土楼盖。

2.1.2 预制混凝土板

在构件预制加工厂或施工现场外预先制作，然后运到施工现场进行安装的钢筋混凝土楼板。

【条文说明】2.1.1~2.1.2，全装配式钢筋混凝土楼盖有别于装配式整体式楼盖，所采用的基本构件是各类预制混凝土板（如预制混凝土空心板、双 T 板、夹层板等）和挑耳梁（墙）；梁（墙）-板之间和板-板之间采用干式接缝或湿式接缝连接而成，楼盖无后浇层，现场没有或很少有湿作业。

2.1.3 顺板向

平行于预制混凝土板铺设的方向。（图 2.1.3）

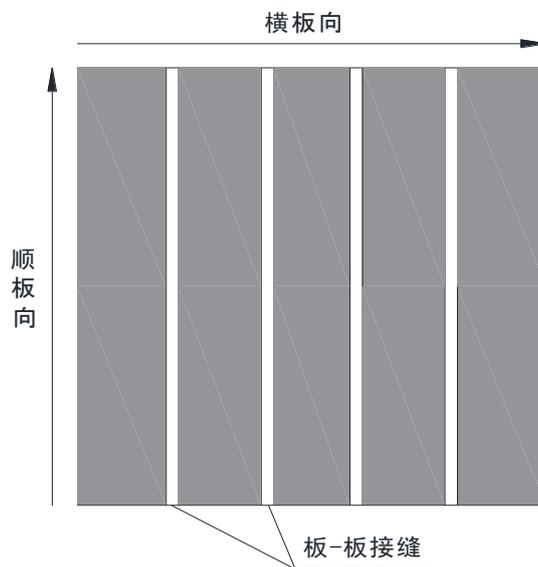


图 2.1.3 顺板向与横板向示意图

2.1.4 横板向

垂直于预制混凝土板铺设的方向。（图 2.1.3）

【条文说明】2.1.4，在竖向支承结构围成的单一区格内，预制板的铺设方向一般相同，规定在该区格内垂直于预制混凝土板铺设和板-板接缝的方向为横板

向，平行于预制混凝土板铺设和板-板接缝的方向为顺板向。

2.1.5 干式接缝连接

预制构件之间采用螺栓、焊接、简支搁置等连接的方式。

【条文说明】2.1.5，现场没有或很少湿作业的连接方式，预制构件之间主要依靠螺栓、焊缝等传力；不依靠后浇的混凝土或灌浆层传递主要内力。存在部分灌浆或者后填砂浆作业，主要是用于防护或封堵。

2.1.6 湿式接缝连接

预制构件之间通过现场连接钢筋或预埋件，并通过后浇混凝土或灌浆形成整体的连接方式。

【条文说明】2.1.6，现场存在较多浇筑混凝土及灌浆等湿作业的连接方式，预制构件之间依靠后浇的混凝土或灌浆层传递主要内力，如钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接等。钢筋套筒灌浆连接指在预制混凝土构件内预埋的金属套筒中插入钢筋并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋连接方式；钢筋浆锚搭接是指在预制混凝土构件中预留孔道，在孔道中插入需搭接的钢筋，并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋搭接连接方式。

2.1.7 槽口

预制板的板侧用于梁（墙）-板之间和板-板连接的构造形式。

【条文说明】2.1.7，全装配式钢筋混凝土楼盖的梁（墙）-板之间和板-板之间通过钢筋搭接、预埋连接件等形式进行连接时，一般需要在接缝内后浇混凝土或灌浆料，板侧预留的槽口有利于保证接缝区域新旧混凝土的结合，保证结构整体性和适用性。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

| | |
|---------------|-----------------|
| f_t | ——混凝土轴心抗拉强度设计值； |
| f_c | ——混凝土轴心抗压强度设计值； |
| f_y | ——钢筋抗拉强度设计值； |
| f_y' | ——钢筋抗压强度设计值； |
| E_s 、 E_c | ——钢材、混凝土的弹性模量； |

| | |
|-------------------|---------------|
| μ_s 、 μ_c | ——钢材、混凝土的泊松比。 |
|-------------------|---------------|

2.2.2 作用和作用效应

- M ——全装配式钢筋混凝土楼盖弯矩设计值；
- N ——接缝相邻预制板截面钢筋的抗拉承载力设计值；
- N_s ——预埋锚筋沿横板向的抗拉承载力设计值；
- N_{ss} ——预埋锚板的抗拉承载力设计值；
- N_k ——开孔钢板的抗拉承载力设计值；
- D_{y0} ——单个连接件的截面抗弯刚度；
- D_y ——接缝区域的截面抗弯刚度。

2.2.3 几何参数

- e ——板-板接缝底部间隙宽度；
- A'_s 、 A'_s ——受拉区、受压区普通钢筋的截面面积；
- A'_p 、 A'_p ——受拉区、受压区预应力筋的截面面积；
- b ——矩形截面宽度或倒 T 型截面的腹板宽度；
- h_0 ——矩形有效高度；
- h ——预制板厚度；
- a'_s 、 a'_p ——受压区纵向钢筋合力点、预应力筋合力点至截面受压区边缘的距离；
- A'_{mb} 、 A_{mb} ——连接件受压区锚板、受拉区锚板的截面面积；
- A_k ——开孔钢板的截面面积；
- t_1 、 t_2 、 t_3 ——连接件受压区锚板、受拉区锚板、开孔板的截面厚度；
- A_{sc} 、 A_{sd} ——连接件抗拉钢筋、抗剪钢筋的总截面面积；
- w ——连接件沿顺板向的影响宽度；
- c ——开孔板开孔处截面宽度；
- l_{ab} ——受拉钢筋锚固长度；
- l_{abu} ——受拉钢筋锚固长度（U 形筋）；

l_{abf} ——受拉钢筋锚固长度（附加钢筋）。

2.2.4 计算系数及其他

a_b ——锚板弯曲变形折减系数；

a_t ——顺剪力作用方向锚筋层数的影响系数；

a_v ——锚筋的受剪承载力系数；

$K_1 \sim K_4$ ——连接件承载力折减系数。

3 材料

3.1 混凝土、钢筋和钢材

3.1.1 混凝土、钢筋和钢材的力学性能应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 和其他国家现行相关标准的规定。

3.1.2 全装配式钢筋混凝土楼盖所用混凝土等级不宜低于 C30；钢筋应采用热轧带肋钢筋或高延性冷轧带肋钢筋；钢筋直径不应小于 6mm。

【条文说明】3.1.1~3.1.2，混凝土、钢筋和钢材的物理力学性能应各自符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 等的相关规定。

3.1.3 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋或 Q235B 钢材制作。吊装用内埋式螺母或吊杆的材料应符合国家现行相关标准的规定。

【条文说明】3.1.3，为了达到节约材料、方便施工、吊装可靠的目的，并避免外露金属件的锈蚀，预制构件的吊装优先选用内埋式吊杆或预留吊装孔。这些部件及配套的专用吊具等所采用的材料，应根据相关的产品标准和应用技术规程选用。

3.2 连接材料

3.2.1 钢筋套筒灌浆连接接头采用的套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的规定。

3.2.2 钢筋套筒灌浆连接接头采用的灌浆料应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的规定。

3.2.3 钢筋浆锚搭接连接接头应采用水泥基灌浆料，灌浆料的性能应满足表 3.2.3 的要求。

表 3.2.3 钢筋浆锚搭接连接接头用灌浆料性能要求

| 项目 | 性能指标 | 试验方法标准 |
|--------|------|----------------------------------|
| 泌水率(%) | 0 | 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080 |

| | | | |
|---------------|---------------------|-------------|-----------------------------------|
| 流动度 (mm) | 初始值 | ≥ 200 | 《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448 |
| | 30min 保留值 | ≥ 150 | |
| 竖向膨胀率 (%) | 3h | ≥ 0.02 | 《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448 |
| | 24h 与 3h 的 膨胀率之差 | 0.02~0.5 | |
| 抗压强度 (MPa) | 1d | ≥ 35 | 《水泥基灌浆材料应用技术规范》 GB/T 50448 |
| | 3d | ≥ 55 | |
| | 28d | ≥ 80 | |
| 氯离子含量(%) | | ≤ 0.06 | 《混凝土外加剂匀质性试验方法》 GB/T 8077 |

3.2.4 受力预埋连接件的锚板、锚筋等材料应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 的有关规定。专用预埋件及连接材料应符合国家现行标准的有关规定。

3.2.5 连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等规定。

【条文说明】3.2.4~3.2.5，装配式结构预制构件的连接方式，根据建筑物的不同的层高、不同的抗震设防烈度等不同的条件，可以选用多种方式。在满足设计要求时，通过锚筋锚固板、预埋件和连接件，也是可行的连接方式。其中，锚筋锚固板、预埋件和连接件，连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等紧固件，应分别符合国家现行标准的相关规定。

4 基本规定

4.1 设计原则

4.1.1 全装配式钢筋混凝土楼盖中各类预制构件及连接构造应按下列原则进行设计：

- 1 应在结构方案和传力途径中确定预制构件的布置及连接方式，并在此基础上进行整体结构分析和构件及连接设计；
- 2 预制构件的设计应满足建筑使用功能，并符合标准化要求；
- 3 预制构件的连接宜设置在结构受力较小处，且便于施工；结构构件之间的连接构造应满足结构传递内力的要求；
- 4 对于计算时不考虑传递内力的连接，应有可靠的固定措施；
- 5 各类预制构件及其连接构造应按从生产、施工到使用过程中可能产生的不利工况进行验算。

【条文说明】4.1.1，在满足国家现行标准的前提下，提出全装配式钢筋混凝土楼盖的设计原则：根据结构方案和传力途径进行内力分析及构件设计；保证连接处的传力性能；考虑不同阶段成形的影响；满足综合功能的需要。为满足预制构件工厂化批量生产和标准化的要求，标准设计时应考虑构件尺寸的模数化、使用荷载的系列化和构造措施的统一规定。

4.1.2 全装配式钢筋混凝土楼盖的安全等级和设计工作年限应与主体结构保持一致。全装配式钢筋混凝土楼盖预制构件的节点及接缝处的后浇混凝土、灌浆料强度等级不应低于预制板的设计混凝土强度等级值。

【条文说明】4.1.2，混凝土结构中各类构件的安全等级，宜与整个结构的安全等级相同，对于结构中重要构件和关键传力部位，宜适当提高其安全等级。接缝区域是全装配式钢筋混凝土楼盖的关键部位，后浇材料的强度等级不宜小于预制板的设计混凝土强度等级值。

4.1.3 全装配式钢筋混凝土楼盖结构分析模型中构件之间的连接节点、接缝应按照连接实际构造及受力特性进行模拟。节点或连接的实际受力特性可通过试验或有限元分析确定。《装配式多层混凝土结构技术规程》CECS604 6.2.4

【条文说明】4.1.3，全装配式钢筋混凝土楼盖的接缝连接中，有各类湿式连接

节点或干式连接节点。对于湿式连接接缝构造，当已经有了充分的试验研究证明其性能能够实现等同现浇的要求时，在弹性及弹塑性分析模型可按照等同于现浇的混凝土结构进行模拟。对于干式连接节点，一般按照其实际受力状况按照刚接、铰接或者半刚接进行模拟。计算模型中包含节点，也可准确的计算出节点内力，进行节点连接及预埋件的承载力复核。对于节点的非线性行为，应根据试验结果或者精细有限元分析结果进行总结。

4.1.4 全装配式钢筋混凝土楼盖可采用预应力空心板、预应力双 T 板、预制夹层板等。应根据楼盖的跨度、竖向支撑构件形式、荷载情况等选择合适的预制板形式。

【条文说明】4.1.4，《装配式多层混凝土结构技术规程》CECS604-2019 中规定多层装配式结构的楼盖可采用预制叠合楼盖、全预制楼盖。全预制楼盖可采用预应力空心板、预应力双 T 板、预制夹层板等，根据具体设计情况选择合适的形式。

4.1.5 在进行全装配式钢筋混凝土楼盖结构弹性分析时，应按照实际构造方式采用弹性楼盖或刚性楼盖假定。

【条文说明】4.1.5，全装配式钢筋混凝土楼盖应根据预制板的类型、预制板之间的连接方式、预制板与楼面梁及竖向构件之间的连接方式，确定楼盖的平面内刚度。如果平面内刚度很大接近于整浇楼盖，也可采用刚性板假定，否则应按弹性楼盖假定进行结构分析。

4.1.6 全装配式钢筋混凝土楼盖采用预制空心板作为基本构件时，应符合以下要求：《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268 6.1.2

1 正截面受弯承载力计算时，位于受压区的翼缘计算宽度应按国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 有关规定确定；

2 受压区高度不宜大于受压翼缘的厚度；

3 当单向布置填充体时，横向受弯承载力计算的受压区高度不应大于受压翼缘的厚度；

4 抗裂验算时，应考虑位于受拉区的翼缘。

4.1.7 全装配式钢筋混凝土楼盖采用预应力板作为基本构件，当预应力作为荷载效应时，应符合以下要求：《混凝土结构设计标准》GB 50010 10.1.2

1 对于承载能力极限状态，当预应力作用效应对结构有利时，预应力分

项系数应取 1.0，不利时应取 1.2；

2 对于正常使用极限状态，预应力作用分项系数应取 1.0。

【条文说明】4.1.6~4.1.7，全装配式钢筋混凝土楼盖采用预制空心板或预应力板作为基本构件时，预制板本身尚应满足国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010、《预应力混凝土结构设计规范》JGJ 369、《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJT 140、《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 等有关规定。

4.2 作用及作用组合

4.2.1 全装配式钢筋混凝土楼盖的作用及作用组合应根据国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等确定。

【条文说明】4.2.1，对全装配式钢筋混凝土楼盖进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算时，荷载和地震作用的取值及其组合均应按国家现行相关标准执行。

4.2.2 预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力荷载标准值。构件运输、吊运时，动力系数宜取 1.5；构件翻转及安装过程中就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。

【条文说明】4.2.2，条文规定与国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 相同。

4.2.3 预制构件进行脱模验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和，且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍。动力系数与脱模吸附力应符合下列规定：

- 1 动力系数不宜小于 1.2；
- 2 脱模吸附力应根据构件和模具的实际状况取用，且不宜小于 1.5kN/m^2 。

【条文说明】4.2.3，预制构件进行脱模时，受到的荷载包括：自重，脱模起吊瞬间的动力效应，脱模时模板与构件表面的吸附力。其中，动力效应采用构件自重标准值乘以动力系数计算；脱模吸附力是作用在构件表面的均布力，与构

件表面和模具状况有关，根据经验般不小于 1.5kN/m^2 。等效静力荷载标准值取构件自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和。

5 全装配式钢筋混凝土楼盖结构体系

5.1 基本构件

5.1.1 全装配式钢筋混凝土楼盖是以各类预制混凝土板和挑耳梁（墙）为基本构件，梁（墙）-板之间和板-板之间采用干式接缝或湿式接缝连接而成的无后浇层装配式混凝土楼盖（图 5.1.1），适用于框架结构、框架-抗震墙结构、抗震墙结构、筒体、钢结构等结构类型。

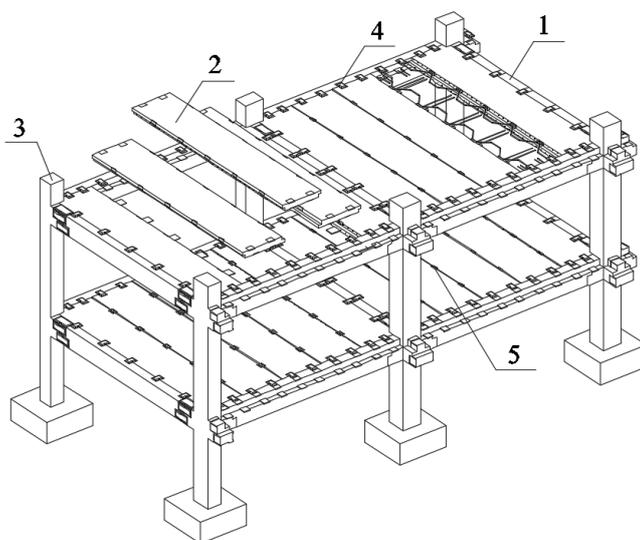


图 5.1.1 全装配式钢筋混凝土楼盖结构体系示意图

1—梁；2—预制板；3—柱；4—梁-板连接；5—板-板连接；

5.1.2 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制板形式包括预制混凝土夹层板楼盖（图 5.1.2-1）、预制混凝土空心板楼盖（图 5.1.2-2）和预制混凝土双 T 板楼盖（图 5.1.2-3）等；

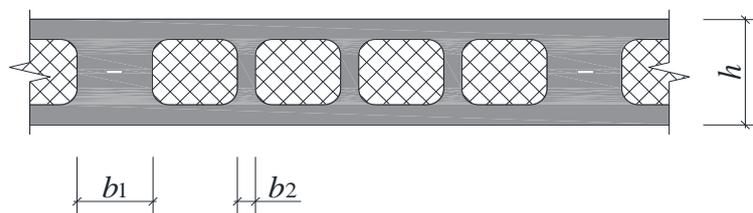


图 5.1.2-1 预制混凝土夹层板示意图

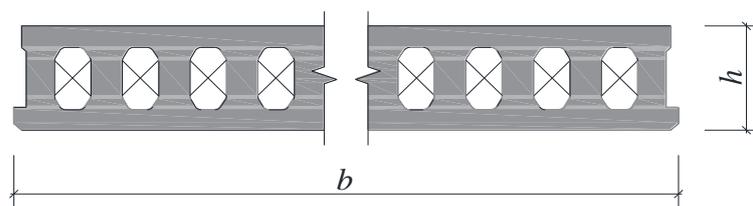


图 5.1.2-2 预制混凝土空心板示意图

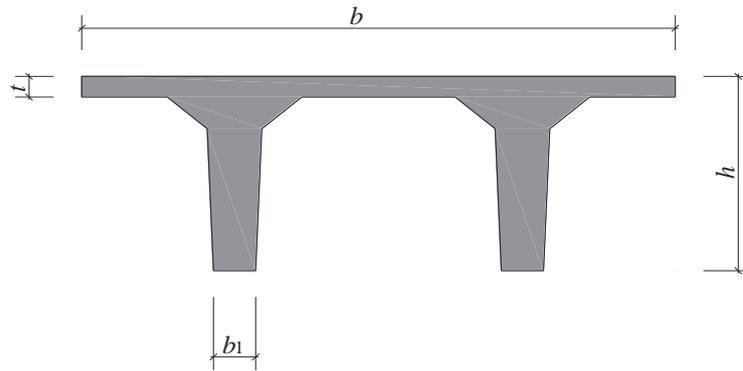


图 5.1.2-3 预制混凝土双 T 板示意图

5.1.3 全装配式钢筋混凝土楼盖的支承梁形式包括混凝土梁（图 5.1.3-1）、钢梁（图 5.1.3-2）、双波纹腹板型钢梁（图 5.1.3-3）、钢-混凝土组合梁、预制钢筋混凝土梁等。

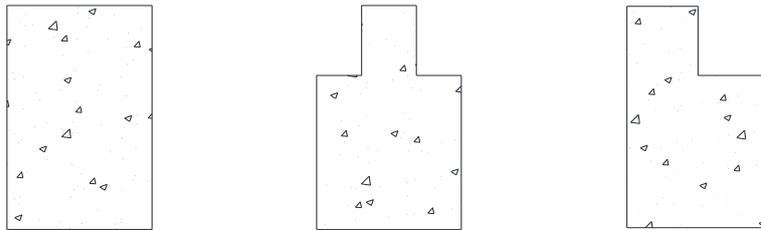


图 5.1.3-1 混凝土梁截面示意图

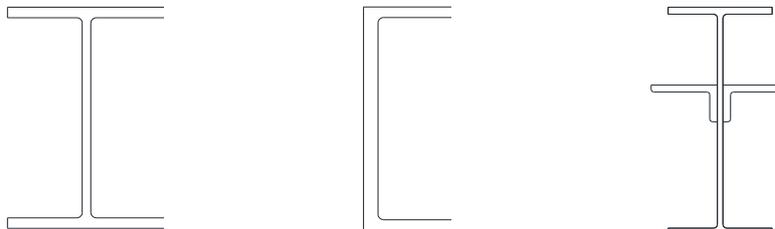


图 5.1.3-2 钢梁截面示意图

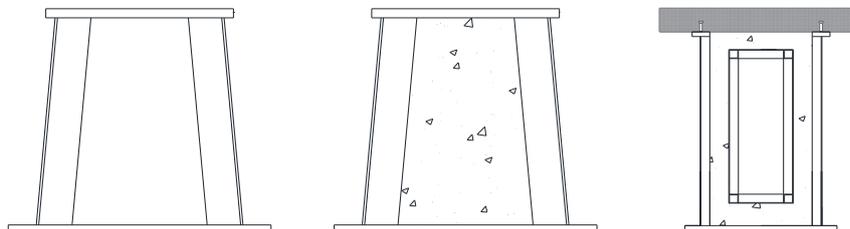


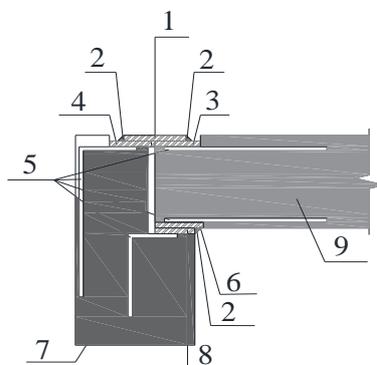
图 5.1.3-3 双波纹腹板型钢梁截面示意图

5.2 接缝连接

5.2.1 全装配式钢筋混凝土楼盖的接缝连接方法应具有通用性，经制造工艺改进与设计计算验证的连接构造可应用于全装配式钢筋混凝土楼盖的的接缝连接。

5.2.2 全装配式钢筋混凝土楼盖的支承梁或墙应设置与预制板侧边配套的支撑平台。梁（墙）-预制板之间的连接包含下述类型：

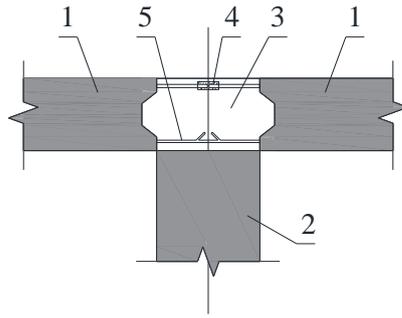
- 1 支承梁或墙与预制板之间采用机械连接件进行连接；（图 5.2.2-a）
- 2 支承梁或墙与预制板之间采用钢筋搭接进行连接；（图 5.2.2-b）
- 3 支承梁或墙与预制板之间配置 U 型钢筋和附加钢筋进行连接；（图 5.2.2-c）
- 4 支承梁或墙与预制板之间采用锚固螺栓进行连接；（图 5.2.2-d）
- 5 当梁为钢梁时，可以采用下翼缘支撑、上翼缘支撑、角钢支撑等多种方式与预制板进行连接；（图 5.2.2-e）
- 6 当预制板为双 T 板时，与配套构造的梁的连接；（图 5.2.2-f）
- 7 其他。



(a)

1-连接盖板；2-焊缝；3-板顶预埋件；4-梁顶预埋件；5-锚筋；

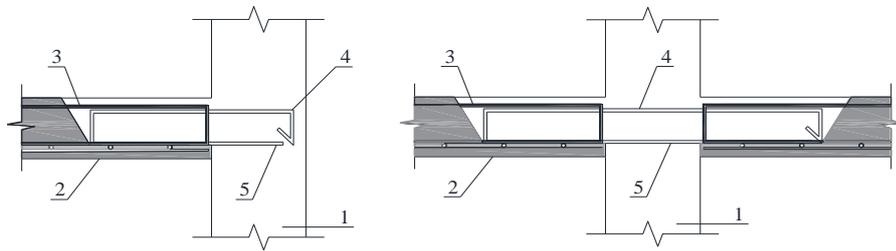
6-板底预埋件；7-梁；8-梁侧预埋件；9-预制板



(b)

1-预制板；2-支承梁或墙；3-支承梁或墙顶部后浇材料；

4-套筒挤压搭接接头；5-预制楼板底部水平受力钢筋锚固

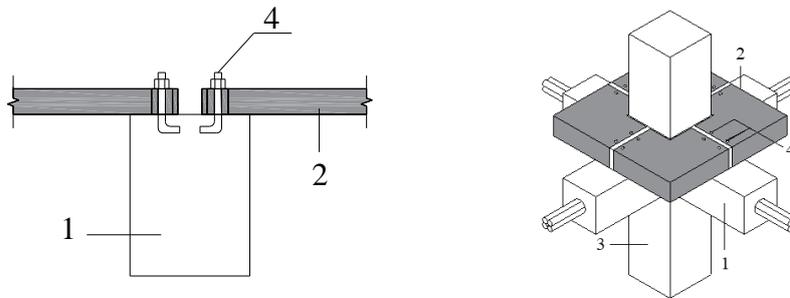


端节点

中间节点

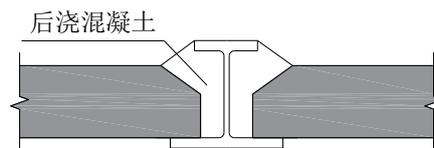
(c)

1— 支承梁或墙；2—预制板；3—U 型钢筋；4—立体附加钢筋；5—搭接钢筋



(d)

1— 支承梁；2—预制板；3—柱；4—栓孔



下翼缘支撑

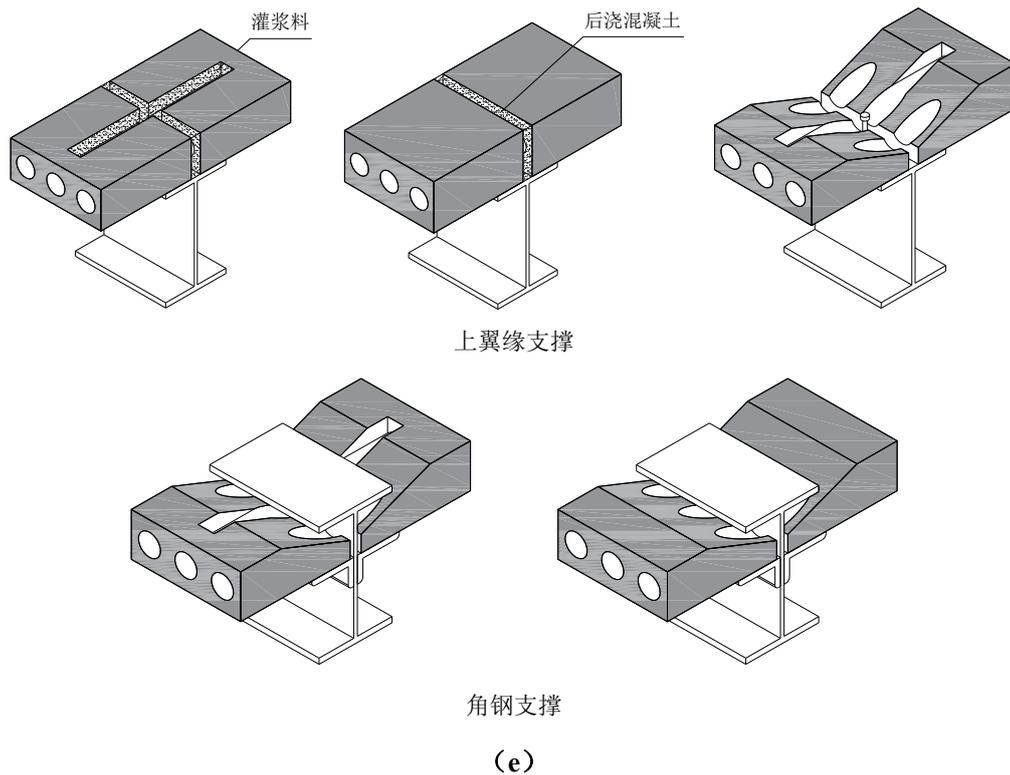
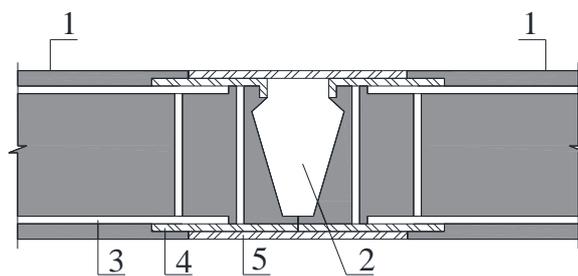


图 5.2.2 梁（墙）-板连接示意图

5.2.3 全装配式钢筋混凝土楼盖预制板-预制板之间的接缝连接包含下述类型：

- 1 干式连接，包括机械连接件等；
- 2 湿式连接，包括套筒挤压搭接、附加钢筋搭接等。

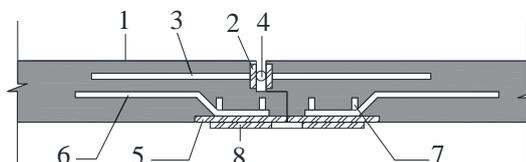
5.2.4 预制板-预制板之间接缝采用机械连接件进行连接时，可采用图 5.2.4 中的构造形式，也可采用其他符合设计要求的机械连接件。



5.2.4-1 采用机械连接件接缝连接构造示意图（一）

1—预制板；2—填充体；3—板内分布钢筋；4—锚筋；

5—连接件锚板；6—连接盖板；7—后浇接缝



5.2.4-2 采用机械连接件接缝连接构造示意图（二）

1—预制板；2—板内分布钢筋；3—板顶连接件锚板；4—板顶连接件锚筋；
5—板底连接件锚板；6—板底连接件锚筋；7—连接盖板

5.2.5 预制板-预制板之间接缝采用湿式连接的方式包括：采用套筒挤压搭接（图 5.2.5-1）、采用附加钢筋搭接（图 5.2.5-2）、UHPC 直锚短连接（图 5.2.5-3）或其他湿式连接方式。

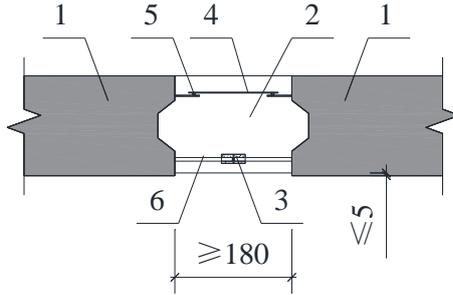
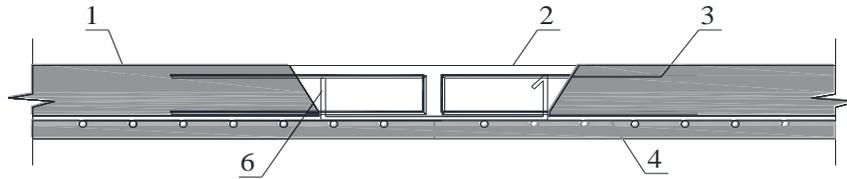
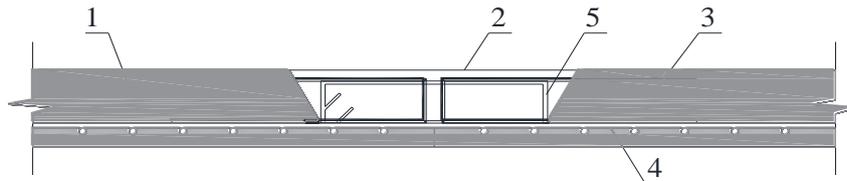


图 5.2.5-1 预制双向板套筒挤压搭接构造示意

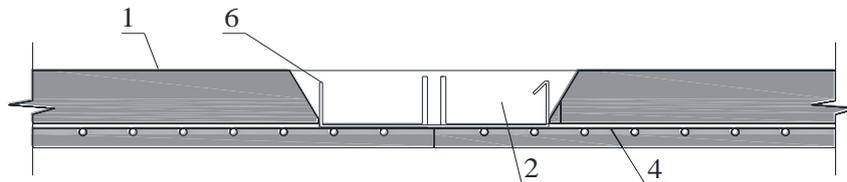
1—预制楼板；2—后浇接缝；3—套筒挤压搭接接头；4—钢筋网横筋；
5—钢筋网纵筋；6—接缝底部水平钢筋



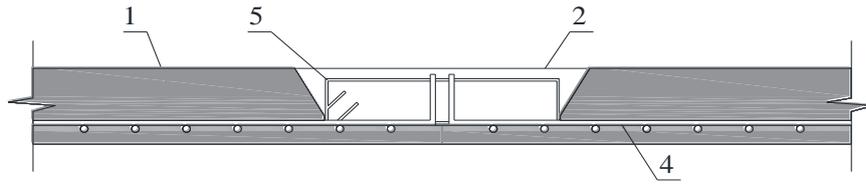
(a) 配 U 型钢筋和立体附加钢筋



(b) 配 U 型钢筋和环形附加钢筋



(c) 立体附加钢筋和板底纵向钢筋末端 90° 弯起



(d) 环形附加钢筋和板底纵向钢筋末端 90° 弯起

图 5.2.5-2 附加钢筋搭接构造示意

1—预制板；2—后浇混凝土；3—后浇层内 U 型钢筋；4—预制板底纵向受力钢筋；

5—环形附加钢筋；6—立体附加钢筋

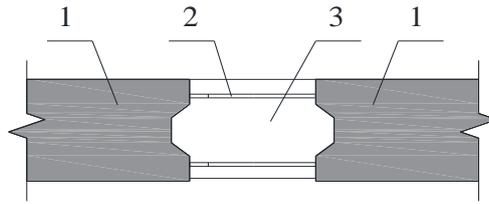


图 5.2.5-3 UHPC 直锚短连接示意

1—预制板；2—纵向受力钢筋；3—后浇 UHPC

6 结构设计与计算

6.1 一般规定

6.1.1 当按弹性或弹塑性分析方法得到全装配式钢筋混凝土楼盖的应力设计值分布后，预制板可根据主拉应力设计值的合力在配筋方向的投影确定配筋量，按主拉应力的分布区域确定钢筋布置，并应符合相应的构造要求。

6.1.2 全装配式钢筋混凝土楼盖受压区域可考虑受压钢筋和混凝土共同作用，受压钢筋配置应符合构造要求。

6.1.3 采用应力表达式进行全装配式钢筋混凝土楼盖的承载能力极限状态验算时，应符合下列规定：

- 1 应根据设计状况和构件性能设计目标确定混凝土和钢筋的强度取值；
- 2 钢筋应力不应大于钢筋的强度取值；
- 3 混凝土应力不应大于混凝土的强度取值；
- 4 多轴应力状态混凝土强度取值和验算，应按国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 中有关规定执行。

【条文说明】6.1.1~6.1.3，参考《混凝土结构设计标准》GB 50010 中关于承载能力极限状态验算的基本规定。

6.1.4 全装配式钢筋混凝土楼盖可根据预制板接缝构造、支座构造、长宽比按单向板或双向板设计。楼盖的板-板接缝可按出筋和不出筋截面形式进行分类，并应符合下列规定：

- 1 预制板沿接缝侧边应采用齿形边槽；
- 2 按单向板设计时，全装配式钢筋混凝土楼盖的预制板的横向配筋可以为构造配筋；按双向板设计时，全装配式钢筋混凝土楼盖的预制板的横向配筋应为受力钢筋；
- 3 单向全装配式钢筋混凝土楼盖的板-板接缝可采用不出筋截面形式，齿形边槽内宜配置附加钢筋；（图 6.1.4-a）
- 4 双向全装配式钢筋混凝土楼盖的板-板接缝可采用出筋搭接形式（图 6.1.4-b）、或布置预埋连接件形式 6.1.4-c），接缝宜设置在楼盖的次要受力方向且宜避开最大弯矩截面。

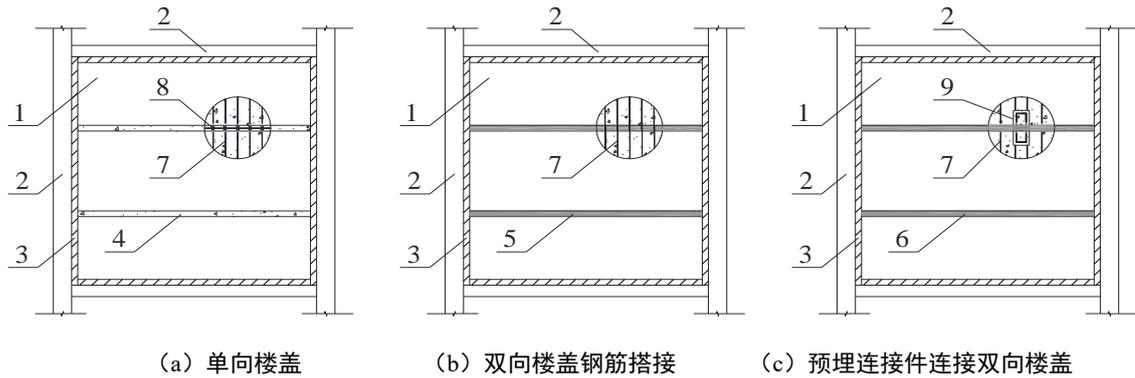


图 6.1.4 楼盖板-板接缝形式

- 1—预制板；2—梁（墙）；3—梁（墙）-板接缝；4—单向楼盖板-板接缝；
5—双向楼盖出筋搭接接缝；6—双向楼盖预埋件连接接缝；
7—钢筋；8—附加钢筋；9—预埋连接件；

【条文说明】6.1.4，根据楼盖尺寸、预制板尺寸及接缝构造，楼盖可按照单向板或双向板设计。为了后续施工中后浇混凝土/灌浆料，预制板沿接缝侧边应采用齿形边槽，齿形边槽的可参考《大跨度预应力混凝土空心板》TCECS 10132-2021 中附录 A，也可采用其他形式合理安全的边槽形状。当按照双向板设计时，同一区格的楼盖可采用几块预制板通过板-板连接组成，接缝可选用不出筋截面形式，用预埋件连接进行连接；也可选用出筋截面，通过湿式接缝连接形成整体。当按照单向板设计时，几块预制板各自作为单向板设计即可，但同时为满足防水等要求，也应采用齿形边槽，通过后浇混凝土/灌浆料来保证楼盖的整体性及连续性。

6.1.5 双向全装配式钢筋混凝土楼盖的板-板接缝采用不出筋截面形式时，应按照设计要求布置连接件进行板-板连接，连接件的设计和布置应符合本规程 6.4 节相关规定，尚应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 等有关规定。

【条文说明】6.1.5，当楼盖按照双向板设计且板-板接缝采用不出筋的板侧截面形式时，则需要通过预埋件的连接传递横板向内力和弯矩，使楼盖具备双向受力性能。本规程 6.4 节以一种分布式连接件为例，介绍连接件各部分（锚筋、锚板、开孔板）的设计计算方法。其他形式的预埋连接件尚应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 等有关规定。

6.1.6 双向全装配式钢筋混凝土楼盖的板-板接缝采用出筋截面形式时应符合下列规定：《装配式混凝土建筑技术标准》GBT51231 5.5.4

- 1 当采用普通混凝土后浇接缝时，应符合下列规定：
 - 1) 受力钢筋位置后浇接缝宽度不宜小于 200mm；
 - 2) 后浇接缝两侧板底纵向受力钢筋可在后浇接缝中焊接、搭接、弯折锚固、机械连接；
 - 3) 预制板板底外伸钢筋端部搭接长度应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 有关锚固长度的规定。

2 当采用 UHPC 等高强混凝土后浇接缝时，UHPC 的制作、钢筋搭接方式、搭接长度等应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 等有关规定。

3 当钢筋采用 U 型钢筋/钢绞线或其他形式时，连接钢筋的设计、布置应符合现行标准、图集的相关规定。

【条文说明】6.1.6，当楼盖按照双向板设计且板-板接缝采用出筋的板侧截面形式时，按后浇材料可分为普通混凝土、UHPC 等高强混凝土和其他后浇材料，按出筋形式可分为普通钢筋的常规连接、U 型钢筋/钢绞线连接和其他形式钢筋连接；当采用 UHPC 等高强混凝土、U 型钢筋/钢绞线或其他非常规材料时，材料本身的设计、制作、施工等亦应符合现行国家现行标准、图集的相关规定。区别于本规程 7.1.5 条规定的板-板接缝处底部板侧间隙 e 不应大于 10mm，双向楼盖在采用出筋截面的板侧截面形式时，受力钢筋高度处的板侧间隙不应小于国家标准、图集所规定的钢筋搭接长度，因此板侧应采用齿形边槽形状，在设计情况可灵活选择满足要求的齿形边槽尺寸。

6.2 承载能力极限状态计算

6.2.1 双向全装配式钢筋混凝土楼盖正截面受弯承载力应分为预制板段截面和接缝截面分别计算；接缝截面的正截面受弯承载力不宜小于相邻预制板截面的正截面受弯承载力。

【条文说明】6.2.1，本规程 6.1.4 条规定当全装配式钢筋混凝土楼盖按照单向板设计时，预制板各自作为单向板设计即可，因此其正截面受弯承载力可参考国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 计算。当全装配式钢筋混凝土楼盖按照双向板设计时，接缝将是影响楼盖竖向承载性能的重要因素。因此规定，在设计时应考虑接缝截面的正截面受弯承载力不宜小于相邻预制板截

面的正截面受弯承载力。同时也应考虑接缝布置避开跨中弯矩最大位置，避免接缝处的裂缝宽度和构件挠度发展较快。

6.2.2 全装配式钢筋混凝土楼盖正截面受弯承载力计算应符合下列规定：

1 预制板段截面和无预埋连接件接缝处的截面，可简化为钢筋混凝土矩形截面进行计算。（图 6.2.2-1）

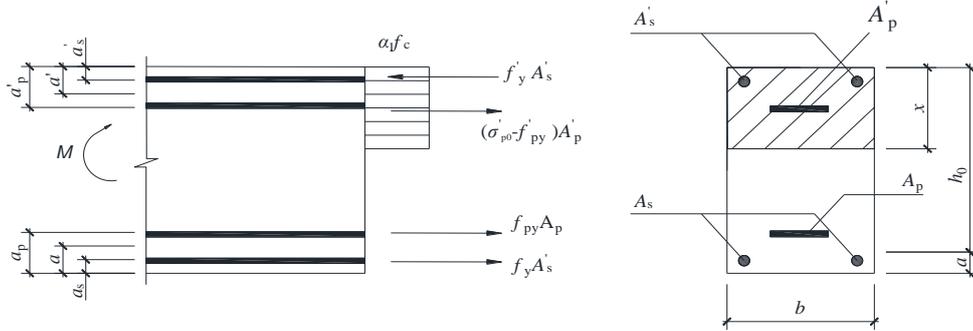


图 6.2.2-1 预制板和无预埋件接缝正截面受弯承载力计算

$$M \leq \alpha_1 f_c b x (h_0 - \frac{x}{2}) + f_y A_s' (h_0 - a_s') - (\sigma_{p0}' - f_{py}') A_p' (h_0 - a_p') \quad (6.2.2-1)$$

混凝土受压区高度应按下式计算：

$$\alpha_1 f_c b x = f_y A_s - f_y A_s' + f_{py} A_p - (\sigma_{p0}' - f_{py}') A_p' \quad (6.2.2-2)$$

混凝土受压区高度应符合：

$$x \leq \xi_b h_0 \quad (6.2.2-3)$$

$$x \geq 2a' \quad (6.2.2-4)$$

式中： M —弯矩设计值；

α_1 —系数；

f_c —混凝土轴心抗压强度设计值；

A_s 、 A_s' —受拉区、受压区普通钢筋的截面面积；

A_p 、 A_p' —受拉区、受压区预应力筋的截面面积；

σ_{p0}' —受拉区纵向预应力筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力筋应力；

b —矩形截面宽度或倒 T 型截面的腹板宽度；

h_0 —截面有效高度；

a'_s 、 a'_p —受压区纵向钢筋合力点、预应力筋合力点至截面受压区边缘的距离；

a' —受压区全部纵向钢筋合力点至截面受压区边缘的距离，当受压区未配置纵向预应力筋或受压区纵向预应力筋应力（ $\sigma_{p0} - f'_{py}$ ）为拉应力时，公式（5.2.2-4）中的 a' 用 a'_s 代替。

2 有预埋连接件接缝处的截面，应根据接缝形式计算接缝处的正截面受弯承载力。（图 6.2.2-2）

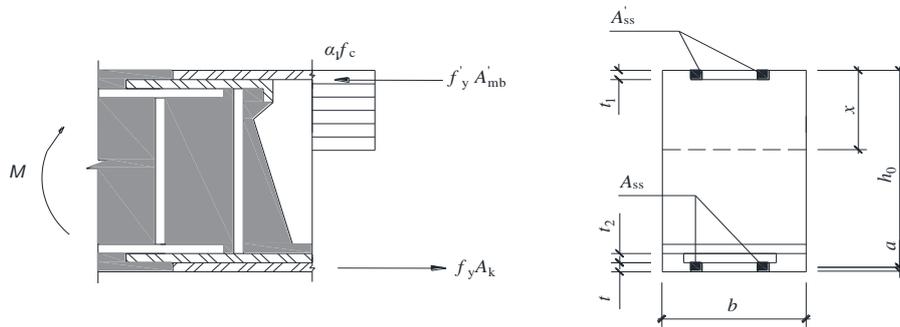


图 6.2.2-2 有预埋件接缝正截面受弯承载力计算

$$M \leq a_1 f_c b x (h_0 - \frac{x}{2}) + f_y A_{sk} (h_0 - \frac{t_1}{2}) \quad (6.2.2-5)$$

混凝土受压区高度应按下式计算：

$$a_1 f_c b x = f_y A_k - f'_y A'_{mb} \quad (6.2.2-6)$$

式中： A_k 、 A'_{mb} —受拉区开孔钢板、受压区预埋钢板的截面面积；

t 、 t_3 —连接件受压区锚板、开孔板的截面厚度；

【条文说明】6.2.2，全装配式钢筋混凝土楼盖在进行正截面受弯承载力验算时，可分为几个标志性截面分别考虑。预制板内截面、采用出筋形式的接缝处截面，均可以简化为钢筋混凝土截面按照国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 中 6.1 节进行计算。当采用不出筋形式，即采用预埋连接件进行连接时，如图 6.2.2 所示的连接件，预制板预埋件由预埋锚筋和预埋锚板组成，施工安装时利用开孔钢板将相邻预埋锚板焊接从而实现横板向传力。而在受压区，沿预埋锚板法向布置有与预埋锚板焊接的抗剪钢筋，因此在对受压区考虑了预埋锚板的作用。

6.3 正常使用极限状态验算

6.3.1 全装配式钢筋混凝土楼盖最大裂缝宽度验算应按国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB50010 进行，并应符合其有关规定。

6.3.2 当采用预应力预制板作为基本构件时，沿预应力筋方向的板底裂缝控制等级应不低于二级；预应力方向的板顶、垂直于预应力筋方向的板底及板顶裂缝控制等级应不低于三级。

6.3.3 全装配式钢筋混凝土楼盖可按区格进行挠度验算，在竖向均布荷载作用下的楼板最大挠度计算值，应按荷载标准组合并考虑荷载长期作用影响的刚度计算，并用结构力学方法进行挠度计算。计算所得的最大值挠度值不应超过本规范表 6.3.3 规定的限值。

表 6.3.3 挠度限值

| 跨度 | 挠度限制 |
|-------------------------------------|-------------------------|
| $l_0 < 7\text{m}$ | $L_0/200$ ($L_0/250$) |
| $7\text{m} \leq l_0 \leq 9\text{m}$ | $L_0/250$ ($L_0/300$) |
| $l_0 > 9\text{m}$ | $L_0/300$ ($L_0/400$) |

注：表中 l_0 为构件的跨度；表中括号内的数值适用于对挠度有较高要求的构件；

【条文说明】6.3.1~6.3.3，混凝土试件应根据其使用功能及外观要求，进行正常使用极限状态验算。正常使用限值应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 等有关规定。当全装配式楼盖选用预应力预制板作为基本构件时，尚应符合本规程和国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 中 3.4.3 条、3.4.4 条所规定的挠度和裂缝控制要求。

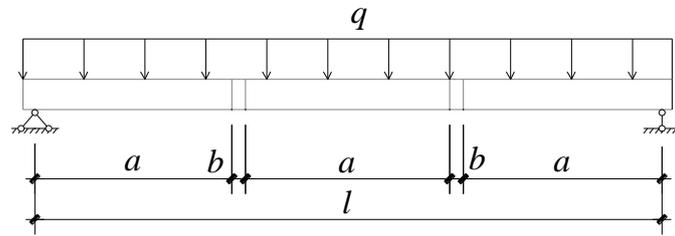
6.3.4 全装配式钢筋混凝土楼盖在进行挠度验算时，应考虑荷载长期作用影响，楼盖顺板向和横板向截面刚度应按下列要求分别计算：

- 1 沿顺板向可简化为普通钢筋混凝土截面进行计算。
- 2 沿横板向的接缝区域的截面抗弯刚度：
 - 1) 短期荷载作用下，应分别计算接缝区域截面刚度和预制板段截面刚度，根据共轭法计算横板向截面抗弯刚度；
 - 2) 考虑荷载长期作用影响，宜取短期荷载作用下横板向截面抗弯刚度乘折减系数后作为截面抗弯刚度。

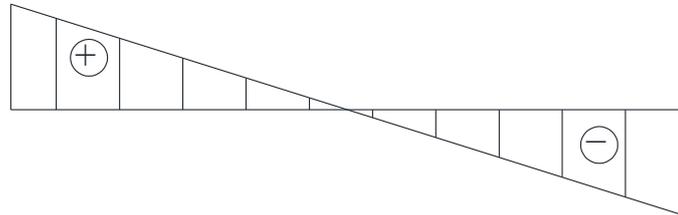
【条文说明】6.3.4, 全装配式钢筋混凝土楼盖沿楼盖横板向, 预制板段和接缝区域的截面抗弯刚度有所不同; 参考河南工业大学庞瑞教授团队在对全装配式楼盖进行研究时, 将这两个区间分别计算后采用共轭法计算横板向的等效抗弯刚度, 且验证了理论方法计算的准确性; 考虑荷载长期作用影响时, 宜在此取值基础上进行折减。

【算例】6.3.4 采用共轭法的计算方法如下:

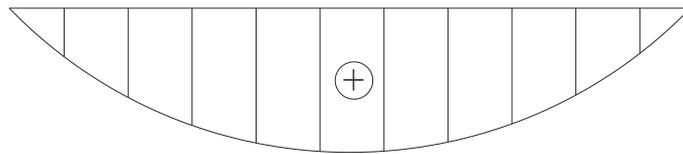
以 3 块板连接而成的楼盖为例如图 6.3.4-1 (a) 所示, 将沿顺板向单位长度的楼板简化为实梁。沿横板向分为两种区间, 每段普通钢筋混凝土区域段宽度为 a , 抗弯刚度设为 D_0 ; 每段连接件影响区域段宽度为 b , 抗弯刚度取值同本规程 6.4.7 条, 为 D_{y0} ; 同时引进常数系数 η , 使 $D_{y0} = \eta D_0$;



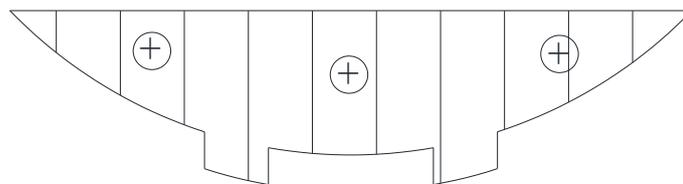
(a) 实均布荷载



(b) 实剪力



(c) 实弯矩



(d) 虚梁受到的虚荷载

图 6.3.4-1 共轭法计算示例

实梁的剪力图如图 6.3.4-1 (b) 所示、弯矩图如图 6.3.4-1 (c) 所示；将实梁各截面弯矩除以截面对应位置处的抗弯刚度，就可以得到虚梁的虚荷载分布，如图 6.3.4-1 (d) 所示，同样也是虚梁的外力图；

虚梁 A 端的支座反力 A^* 为：

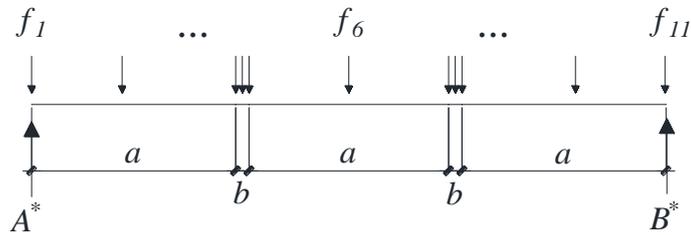
$$A^* = \frac{1}{2} \left[\int_0^l \frac{M(x)}{D_0} dx - \sum_{i=1}^{n-1} \int_{i(a+b)-b}^{i(a+b)} \frac{|1-\eta|M(x)}{D_{y_0}} dx \right] \quad (1)$$

虚梁跨中虚弯矩 M_z^* 为：

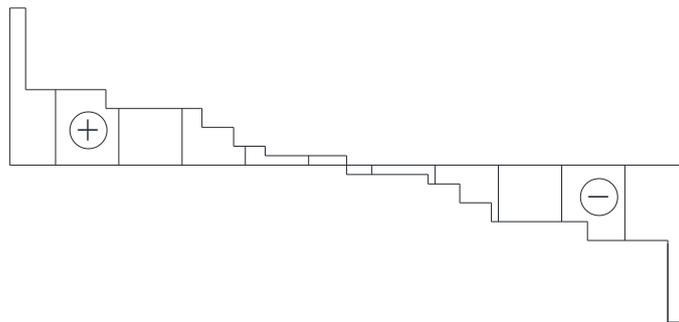
$$M_z^* = R_A^* \cdot \frac{l}{2} - \sum_{i=1}^m \int_{(i-1)(a+b)}^{i(a+b)+b} \frac{M(x)}{D_0} \cdot \left(\frac{l}{2} - x \right) dx - \sum_{i=1}^m \int_{i(a+b)-b}^{i(a+b)} \frac{M(x)}{D_{y_0}} \cdot \left(\frac{l}{2} - x \right) dx - \int_{\frac{1}{2}(l-a)}^{\frac{1}{2}l} \frac{M(x)}{D_0} \cdot \left(\frac{l}{2} - x \right) dx \quad (2)$$

为简化计算，将楼盖对应虚梁上的分布虚荷载转化为集中荷载进行分析。除交接节点外，a 段和 d 段中间再额外增加一个节点，图 6.3.4-1 (a) 经过划分后如如图 6.3.4-2 (a) 所示。

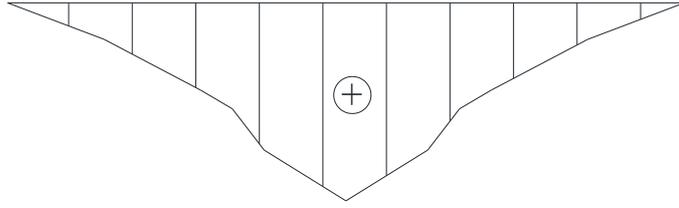
同理可知：n 块板构造的楼盖，有 n-1 条接缝，共设有 4n-1 个节点，编号用 1~i 表示，节点坐标定义为 l_i 。楼盖横板向计算宽度为 l ，使单块预制板宽 $l_0 \approx l/n$ ，



(a) 等效集中虚荷载和虚支反力



(b) 虚剪力



(c) 虚弯矩

图 6.3.4-2 节段划分计算示例

分布荷载 $q^*(x)$ 在 a 区段和 b 区段中各点的值分别为:

$$q^*(x) = \begin{cases} \frac{M(x)}{D_0}, & (n-1)l_0 < x < nl_0 - b \\ \frac{M(x)}{D_{y0}}, & nl_0 - b \leq x \leq nl_0 \end{cases} \quad (3)$$

则 a 区间的分布荷载 $q^*(x)$ 可转化为节点的等效荷载为:

$$f_{ia} = \frac{a^3[q^*(il_0 - b) - q^*(il_0)]}{12ab} + \frac{abl_0[q^*(il_0 - l_0) + 4q^*(il_0 - b) + q^*(il_0)]}{12ab} + \frac{b^3[q^*(il_0 - b) - q^*(il_0 - l_0)]}{12ab} \quad (4)$$

同理, b 区间的分布荷载 $q^*(x)$ 可转化为节点的等效荷载为:

$$f_{ib} = \frac{b^3[q^*(il_0 - l_0) - q^*(il_0 - b)]}{12ab} + \frac{abl_0[q^*(ia - a) + 4q^*(il_0 - l_0) + q^*(il_0 - b)]}{12ab} + \frac{a^3[q^*(il_0 - l_0) - q^*(ia - a)]}{12ab} \quad (5)$$

虚梁的支座反力为:

$$A^* = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^{2n-1} f_i \quad (6)$$

虚梁跨中弯矩为:

$$M_z^* = \sum_{i=1}^{2n-1} (l_{i+1} - l_i) (A^* - \sum_{i=1}^{2n-1} f_i) \quad (7)$$

式中: l_i 为与 f_i 对应的点 x 坐标。

虚梁的虚弯矩对应实梁的挠度, 因此实梁 (即楼盖) 在横板向的抗弯刚度可等效为:

$$D_y = \frac{5ql^4}{384M_z^*} \quad (8)$$

6.3.5 全装配式钢筋混凝土楼盖在正常使用时，应根据使用功能的具体要求进行自振频率验算。其自振频率 f_n 不应小于 3Hz，且不宜大于 9Hz；振动峰值加速度 a_p 与重力加速度 g 之比不宜大于表 4.3.5 中值。

表 6.3.5 振动峰值加速度限值

| 房屋功能 | 住宅、办公 | 商场、餐饮 |
|---------|-------|-------|
| a_p/g | 0.005 | 0.015 |

注：1 舞厅、健身房、手术室等其他功能的房屋应做专门研究论证；

2 当 $f_n < 3\text{Hz}$ 或 $f_n >$ 大于 9Hz 时，应做专门研究论证。

【条文说明】6.3.5，本条提出控制楼盖竖向振动频率和振动峰值加速度限值，对于跨度较大的楼盖及业主有要求时，可按本条执行。一般楼盖的竖向自振频率可采用简化方法计算。对于有特殊要求工业建筑，可参照国家现行标准《多层厂房楼盖抗微振设计规范》GB 50190 进行验算。当楼盖自振频率小于 3Hz 时，频率过低、周期过长，人会有不舒适的感觉；当自振频率超过 9Hz 时，虽然不会与人步行频率重合而产生明显的共振现象，但步行产生的振动仍然令人不安，因此本规程对楼盖自振频率限定 3Hz~9Hz，当超出这些范围时，应做专门研究。

6.4 接缝连接计算

6.4.1 当采用性能化设计方法时，应根据抗震性能目标，对连接节点、接缝的承载力和变形能力进行复核。

6.4.2 对连接件、焊缝、螺栓或铆钉等不同设计状况下的承载力进行验算时，应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的相关规定。

【条文说明】6.4.1~6.4.2，参考《装配式多层混凝土结构技术规程 CECS 604-2019》中 6.3 节关于连接设计的基本规定。对于有明确规定的连接形式，可根据本规程和相关标准进行设计；对于没有规定的连接形式，应有可靠的研究成果作为依据。

6.4.3 带有预埋连接件的全装配式钢筋混凝土楼盖按照双向楼盖设计时，接缝区域的截面承载力不应低于相邻预制板截面承载力。当受拉区同时设置沿横板向布置的预埋抗拉锚筋（简称抗拉锚筋）和沿板厚方向布置的预埋锚筋

件锚筋的受拉承载力，开孔板受拉承载力可按下式计算：

$$N \leq N_k \leq N_s \quad (5.4.5-1)$$

$$N_s = K_3 A_k f_y \quad (5.4.5-2)$$

式中： N_k —开孔钢板的抗拉承载力设计值；

A_s —开孔钢板的总截面面积。

6.4.6 开孔板受拉面积宜采用开孔区域最小截面，可按下式计算：

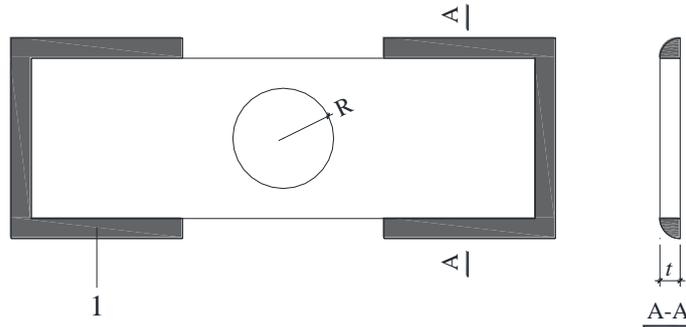


图 6.4.6 开孔板示意

1—焊缝

$$A_k = (B_k - R)t \quad (5.4.6)$$

式中： L_k —开孔板长度；

B_k —开孔板宽度；

R —开孔直径；

t —开孔板厚度。

6.4.7 接缝区域的截面抗弯刚度可按下式计算：

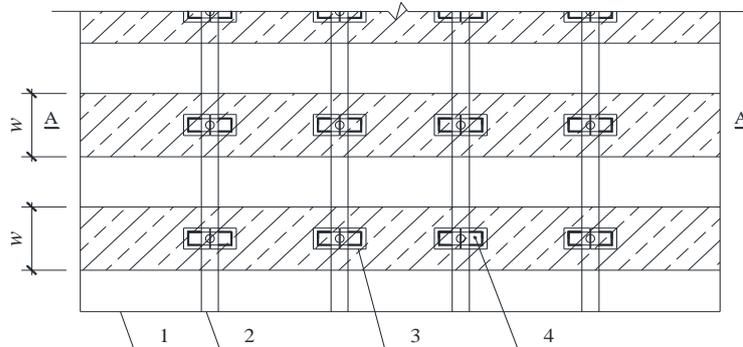


图 6.4.7-1 连接件沿顺板向影响宽度示意图

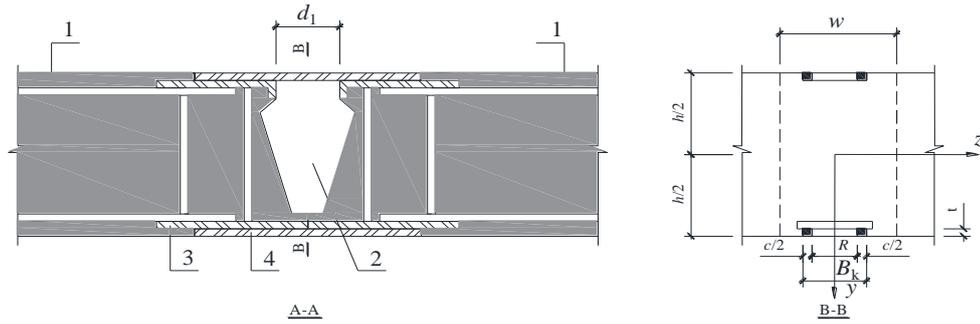


图 6.4.7-2 连接件截面详图

$$D_{y0} = \frac{E_s}{1-\mu_s^2} \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}+t} y^2 c dy + \frac{E_c}{1-\mu_c^2} \int_{\frac{h}{2}-2t}^{\frac{h}{2}-t} y^2 w dy + \frac{E_s}{1-\mu_s^2} \int_{\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}+t} y^2 c dy \quad (5.4.7-1)$$

$$D_{y0} = \frac{E_s}{1-\mu_s^2} \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}+t} y^2 c dy + \frac{E_c}{1-\mu_c^2} \int_{\frac{h}{2}-2t}^{\frac{h}{2}-t} y^2 w dy + \left[\frac{E_s}{1-\mu_s^2} \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} y^2 c dy + \frac{E_c}{1-\mu_c^2} \int_{\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}+t} y^2 (w - B_k) dy \right]$$

$$D_y = n D_{y0} \quad (6.4.7-2)$$

式中： D_{y0} —单个连接件的截面抗弯刚度；

D_y —接缝区域的截面抗弯刚度；

w —连接件沿顺板向的影响宽度（mm）；

t —开孔板厚度；

h —预制板厚度；

c —开孔板开孔处截面宽度；

E_s 、 E_c —钢材、混凝土的弹性模量；

μ_s 、 μ_c —钢材、混凝土的泊松比。

【条文说明】6.4.3~6.4.7，带有预埋连接件的全装配式钢筋混凝土楼盖按照双向楼盖设计时，为保证接缝区域的强度，一般情况要求接缝区域的截面承载力不应低于相邻普通预制板的截面承载力，连接件在设计计算时，应分别验算锚筋、锚板、连接钢板等各部分的强度，且锚筋的锚固、各部分之间的焊接等应满足国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 等相关规定要求。

6.5 平面内变形计算

6.5.1 全装配式钢筋混凝土楼盖在水平荷载作用下被视为水平放置的深梁，

采用等效梁模型理论分析其平面内受力与变形。

6.5.2 以一种分布式机械连接件连接的全装配式钢筋混凝土楼盖为例，平面内变形的计算过程可简化为：

1 以预制板的右侧板缝为研究对象建立平衡关系，求出板缝和预制板的弯曲变形和剪切变形。

2 将步骤 1 计算所得的弯曲变形和剪切变形与相同跨度和厚度现浇楼盖的变形相等，可得等效梁模型的等效弹性模量和等效截面高度；

3 将步骤 2 计算得到的等效弹性模量和截面高度代入到等效梁的变形方程中，求出全装配式钢筋混凝土楼盖的平面内变形。

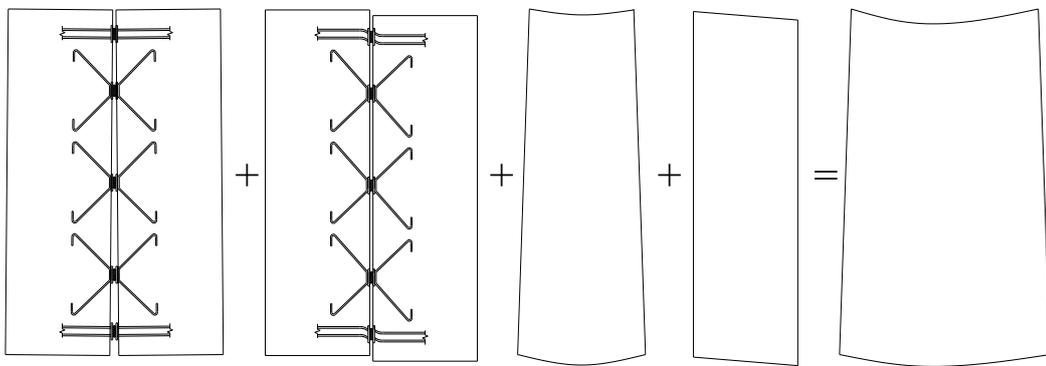


图 6.5.2 等效梁模型示意图

【条文说明】6.5.1-6.5.2，以一种分布式机械连接件连接的全装配式钢筋混凝土楼盖为例，参考河南工业大学庞瑞教授团队关于“全装配式钢筋混凝土楼盖平面内受力性能”的相关研究，采用等效梁模型理论计算全装配式楼盖的平面内变形，且验证了理论方法计算的准确性。

采用等效梁模型理论的计算方法如下：

(1) 预制板的弯曲变形和剪切变形：

由于平面内剪力和弯矩的作用，预制板会产生剪切变形和弯曲变形：

$$\theta_1 = \frac{Mb}{E_c I} \quad (1)$$

$$\Delta_1 = \frac{1.2Vb}{G_c A} \quad (2)$$

式中： θ_1 —预制板在弯矩作用下的弯曲变形角度；

M —施加在预制板上的弯矩；

b —预制板的宽度；

E_c 、 G_c —混凝土的弹性模量、剪切模量；

I —预制板的平面内横截面惯性矩；

Δ_1 —预制板剪切变形；

A —预制板顺板向横截面积。

(2) 预制板缝处的弯曲变形和剪切变形：

全装配式楼盖板缝连接件通过轴向拉（压）来平衡外部水平荷载作用下的楼盖弯矩，而板缝连接件在轴向拉力和压力作用下，将产生拉伸和压缩变形，如图 6.5.2-2 所示。

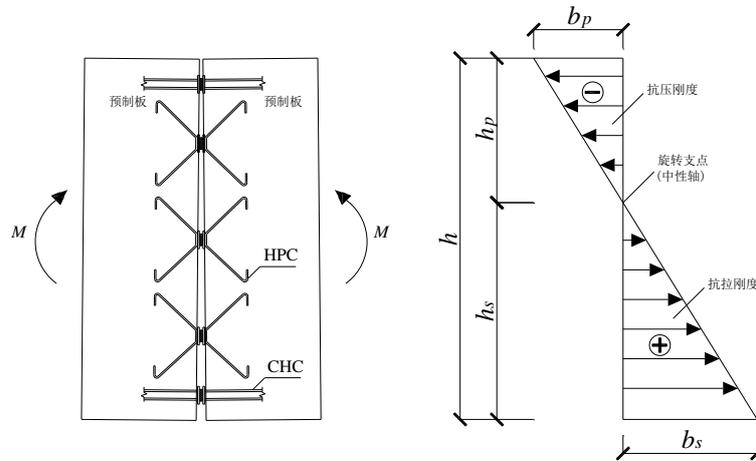


图 6.5.2-2 板缝弯曲变形示意图

弯矩和剪力作用下，板缝产生的转角和剪切变形量为：

$$\theta_2 = \frac{M}{\Omega_\theta} \quad (3)$$

$$\Omega_\theta = \sum k_{pi} h_{pi}^2 + \sum k_{sj} h_{sj}^2 \quad (4)$$

$$\Delta_2 = \frac{V}{\psi_s} \quad (5)$$

$$\psi_s = \sum k_{vi} \quad (6)$$

式中： θ_2 —预制板板缝在弯矩作用下的转角；

Ω_θ —预制板板缝弯曲刚度；

k_{pi} 、 k_{sj} —节点第 i 、 j 个连接件的抗压刚度；

h_{pi} 、 h_{sj} —第 i 、 j 个受压连接件到中性轴的距离；

Δ_2 —预制板板缝处的剪切变形量；

ψ_s —板缝处抗剪刚度；

k_{vi} —节点第 i 个连接件的抗剪刚度。

(3) 等效梁的弯曲变形和剪切变形：

以单块预制板的板宽 b 为单位取对应的等效梁梁段作为研究对象，则等效梁梁段的弯曲变形等于全装配式楼盖单块预制板的弯曲变形加上一条板缝的弯曲变形，等效梁梁段的剪切变形等于单块预制板的剪切变形加上一条板缝的剪切变形：

$$\frac{Mb}{ET'} = \frac{Mb}{E_c I} + \frac{M}{\Omega_\theta} \quad (7)$$

$$\frac{1.2Vb}{G'A'} = \frac{1.2Vb}{G_c A} + \frac{V}{\psi_s} \quad (8)$$

式中： E' 、 G' —等效梁模型的弹性模量，剪切模量；

I' —等效梁模型的惯性矩；

A' —等效梁模型的截面面积。

全装配式楼盖的隔离体与等效梁模型的隔离体具有相同的变形量：

$$\frac{E_c I}{ET'} = 1 + \frac{E_c I}{\Omega_\theta b} \quad (9)$$

$$\frac{G_c A}{G'A'} = 1 + \frac{G_c A}{1.2\psi_s b} \quad (10)$$

等效梁模型的等效截面刚度和等效弹性模量为：

$$h' = h \sqrt{\frac{1 + \frac{G_c A}{1.2\psi_s b}}{1 + \frac{E_c I}{\Omega_\theta b}}} \quad (11)$$

$$E' = E_c \frac{\left(\frac{h}{h'}\right)^3}{1 + \frac{E_c I}{\Omega_\theta b}} \quad (12)$$

考虑板缝连接件抗拉刚度和抗压刚度实测值的不等、忽略预制板的弯曲变形和剪切变形以及楼盖平面内的实际荷载效应，等效梁的弯曲刚度和剪切刚度为：

$$E'T' = \frac{\Omega_\theta \int_0^l M(x) dx}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (13)$$

$$G'A' = \frac{\psi_s \int_0^{l/2} V(x) dx}{\sum_{i=1}^{n/2} V_i} \quad (14)$$

式中： l —楼盖长度；

$M(x)$ —沿楼盖长度方向 x 位置处作用在楼盖截面上的弯矩；

M_i —作用在第 i 条板缝处的弯矩；

$V(x)$ —沿楼盖长度方向 x 位置处作用在楼盖截面上的剪力；

V_i —作用在第 i 条板缝处的剪力。

由于一般楼盖四周都存在边梁，而边梁的存在对于楼盖平面内刚度有提高作用。为考虑边梁的影响，采用组合梁的方式来计算其弯曲刚度和剪切刚度：

$$\overline{EI} = E'T' + E_c I_b = E'T' + E_c \left[\frac{tb_b^3}{12} + 2tb_b \left(\frac{d+b_b}{2} \right)^2 \right] \quad (15)$$

$$\overline{GA} = G'A' + 2G_c tb_b \quad (16)$$

式中： I_b —组合梁的截面惯性矩；

t —楼盖厚度；

b_b —边梁宽度；

d —等效梁宽度；

(4) 全装配式楼盖整体平面内变形：

均布荷载作用下，等效梁模型的弯曲刚度和剪切刚度为：

$$\overline{EI} = E'T' + E_c I_b = \frac{\Omega_\theta l^3}{6 \sum_{i=1}^n (l_i - l_i^2)} + E_c \left[\frac{tb_b^3}{12} + 2tb_b \left(\frac{d+b_b}{2} \right)^2 \right] \quad (17)$$

$$\overline{GA} = G'A' + 2G_c tb_b = \frac{\psi_s ql^2}{8 \sum_{i=1}^{n/2} V_i} + 2G_c tb_b \quad (18)$$

两端简支等效梁的弯曲变形和剪切变形为：

$$\omega_1 = \frac{qx}{24EI} (l^3 - 2lx^2 + x^3) = \frac{qx}{24(EI' + E_c I_b)} (l^3 - 2lx^2 + x^3) = \frac{qx \sum_{i=1}^n M_i}{2\Omega_\theta ql^3 + 24E_c I_b \sum_{i=1}^n M_i} (l^3 - 2lx^2 + x^3) \quad (19)$$

$$\omega_2 = \frac{1.2q}{2GA} (lx - x^2) = \frac{1.2q}{2(G'A' + 2G_c tb_b)} (lx - x^2) = \frac{4.8q \sum_{i=1}^{n/2} V_i}{\psi_s ql^2 + 16G_c tb_b \sum_{i=1}^{n/2} V_i} (lx - x^2) \quad (20)$$

全装配式楼盖的跨中弯曲变形和剪切变形为：

$$\omega_{m1} = \frac{5ql^4}{384EI} = \frac{5ql^4}{384(EI' + E_c I_b)} = \frac{5ql^4 \sum_{i=1}^n M_i}{32\Omega_\theta ql^3 + 384E_c I_b \sum_{i=1}^n M_i} \quad (21)$$

$$\omega_{m2} = \frac{1.2ql^2}{8GA} = \frac{1.2ql^2}{8(G'A' + 2G_c tb_b)} = \frac{1.2ql^2 \sum_{i=1}^{n/2} V_i}{\psi_s ql^2 + 16G_c tb_b \sum_{i=1}^{n/2} V_i} \quad (22)$$

同理，集中荷载作用下，等效梁模型的弯曲刚度和剪切刚度为：

$$\overline{EI} = EI' + E_c I_b = \frac{\Omega_\theta l^2}{4 \sum_{i=1}^n l_i} + E_c \left[\frac{tb_b^3}{12} + 2tb_b \left(\frac{d+b_b}{2} \right)^2 \right] \quad (23)$$

$$\overline{GA} = G'A' + 2G_c tb_b = \frac{\psi_s Fl}{4 \sum_{i=1}^{n/2} V_i} + 2G_c tb_b \quad (24)$$

两端简支等效梁的变形为：

$$\omega = \begin{cases} -\frac{F}{12EI} x^3 + \left(\frac{Fl^2}{16EI} + \frac{1.2F}{2GA} \right) x, & (0 \leq x \leq \frac{l}{2}) \\ \frac{F}{12EI} x^3 - \frac{Fl}{4EI} x^2 + \left(\frac{Fl^2}{16EI} + \frac{1.2F}{2GA} \right) x - \frac{Fl^3}{48EI} + \frac{1.2Fl}{2GA}, & (\frac{l}{2} \leq x \leq l) \end{cases} \quad (25)$$

全装配式楼盖的跨中弯曲变形和剪切变形为：

$$\omega_{m1}'' = \frac{Fl^3}{48(EI' + E_c I_b)} = \frac{Fl^3 \sum_{i=1}^n M_i}{12\Omega_\theta Fl^2 + 48E_c I_b \sum_{i=1}^n M_i} \quad (26)$$

$$\omega_{m2}'' = \frac{1.2Fl}{4(G'A' + 2G_c t b_b)} = \frac{1.2Fl \sum_{i=1}^{n/2} V_i}{\psi_s Fl + 8G_c t b_b \sum_{i=1}^{n/2} V_i} \quad (27)$$

6.6 结构选型及抗震设计方法

6.6.1 采用后浇节点的全装配式混凝土楼盖结构连接构造采用后浇面层加强时，全装配式钢筋混凝土楼盖结构的最大适用高度应满足表 6.6.1 的规定。

表 6.6.1 全装配式钢筋混凝土后浇层加强楼盖结构房屋的最大适用高度 (m)

| 结构类型 | 抗震设防烈度 | | | |
|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| | 6 度 | 7 度 | 8 度 (0.20g) | 8 度 (0.30g) |
| 框架结构 | 60 | 50 | 40 | 30 |
| 框架-剪力墙结构 | 130 | 120 | 100 | 80 |
| 剪力墙结构 | 130 (120) | 110 (100) | 90 (80) | 70 (60) |
| 部分框支剪力墙结构 | 110 (100) | 90 (80) | 70 (60) | 40 (30) |
| 钢框架结构 | 100 (90) | 80 (70) | 80 (70) | 60 (50) |

注：1 房屋高度是指室外地面到主要屋面板板顶的高度（不包括局部突出屋顶部分）；

2 超过表内高度的房屋应作专门的研究和论证，并采取有效地加强措施。

6.6.2 全装配式混凝土楼盖结构连接构造采用干式连接时，全装配式钢筋混凝土楼盖结构的最大适用高度应满足表 6.6.2 的规定。

表 6.6.2 全装配式钢筋混凝土干式连接楼盖结构房屋的最大适用高度 (m)

| 结构类型 | 抗震设防烈度 | | | |
|-----------|-----------|----------|-------------|-------------|
| | 6 度 | 7 度 | 8 度 (0.20g) | 8 度 (0.30g) |
| 框架结构 | 60 | 40 | 40 | 25 |
| 框架-剪力墙结构 | 130 | 120 | 100 | 80 |
| 剪力墙结构 | 120 (110) | 100 (90) | 80 (70) | 60 (50) |
| 部分框支剪力墙结构 | 100 (90) | 80 (70) | 60 (50) | 30 (20) |
| 钢框架结构 | 90 (80) | 70 (60) | 70 (60) | 50 (40) |

注：1 房屋高度是指室外地面到主要屋面板板顶的高度（不包括局部突出屋顶部分）；

2 超过表内高度的房屋应作专门的研究和论证，并采取有效地加强措施。

6.6.3 全装配式钢筋混凝土楼盖结构的平面布置宜简单、规则，并应具有良好的整体性；竖向布置应连续、均匀，应避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向突变，并应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的有关规定。

【条文说明】6.6.3，参考《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014 中第 6.1.6 条。采用全装配式钢筋混凝土楼盖的结构平面布置和竖向布置均宜简单、规则，并应具有良好的整体性。

6.6.4 全装配式钢筋混凝土楼盖局部不连续时，应采用符合楼板平面内实际刚度变化的计算模型；高度烈度或不规则程度较大时，宜计入楼板局部变形的影响，并应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的有关规定。

【条文说明】6.6.4，参考《建筑抗震设计规范》GB50011 中第 3.4.4 条。

6.6.5 对采用全装配式钢筋混凝土楼盖的结构进行抗震设计时，宜考虑楼盖的平面内变形对地震作用计算和抗震分析的影响，并采用考虑楼盖平面内实际刚度的结构分析模型进行结构抗震分析与设计，以保证结构可靠性和设计的合理性。

【条文说明】6.6.5，对采用全装配式钢筋混凝土楼盖的结构进行抗震设计时，应根据预制板之间的连接方式、预制板与楼面梁及竖向构件之间的连接方式、预制板的安装方向等，确定楼盖在面内的等效刚度。在结构设计时，宜采用考虑楼盖平面内实际刚度的结构分析模型进行结构抗震分析与设计，以保证结构可靠性和设计的合理性。如整体楼盖平面内刚度很大接近于现浇楼盖，也可采用刚性板假定。

美国规范《Seismic evaluation and retrofit of existing buildings: ASCE/SEI 41-23》中规定，楼盖刚性性能的评估指标 R_{ASCE} 定义为楼盖最大平面内相对变形与抗侧力构件平均侧移的比值。当 $R_{ASCE} < 0.5$ 时，可视为刚性楼盖；当 $R_{ASCE} > 2$ 时，应视为柔性楼盖；而当 $0.5 \leq R_{ASCE} \leq 2$ 时，为半刚性楼盖。

美国规范《Uniform building code: UBC-97》中规定，当楼盖的最大平面内变形大于平均层间侧移值的 2 倍时，不能按照刚性楼盖进行抗震设计。

7 构造要求

7.1 一般规定

7.1.1 全装配式钢筋混凝土楼盖的最小板厚不应小于 100mm。

【条文说明】7.1.1, 全装配式钢筋混凝土楼盖最小厚度的规定综合考虑了楼板整体性、双向受力性能以及管线预埋等因素, 合理的厚度应在符合承载力极限状态、正常使用极限状态、耐火性能以及混凝土保护层厚度要求等前提下, 按经济合理的原则确定。

7.1.2 全装配式钢筋混凝土楼盖的跨度、跨高比宜符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 楼盖的跨度、跨高比

| 结构类别 | | 适用跨度 (m) | 跨高比 | 备注 |
|--------|-----|----------|-------|-------|
| 刚性支撑楼盖 | 单向板 | 7~20 | 30~40 | - |
| | 双向板 | 7~25 | 35~45 | 取短向跨度 |
| 柔性支撑楼盖 | 区格板 | 7~20 | 30~40 | 取长向跨度 |
| 柱支撑楼盖 | 有柱帽 | 7~15 | 35~45 | 取长向跨度 |
| | 无柱帽 | 7~10 | 30~40 | 取长向跨度 |

注: 当楼盖跨度、跨高比不满足表中限值时, 应做专门研究论证。

【条文说明】7.1.2, 本条规定了不同支撑条件下全装配式钢筋混凝土楼盖的跨度、跨高比的相关要求。

7.1.3 钢筋的混凝土保护层厚度应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

【条文说明】7.1.3, 基于耐火极限要求的耐火保护层厚度, 应参照国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 和《建筑设计防火规范》GB 50016 等确定。

7.1.4 楼板吊点数量应通过计算确定, 吊点位置宜沿重心对称布置。

【条文说明】7.1.4, 全装配式钢筋混凝土楼盖的吊点数量应根据不同构件的设计要求计算确定, 吊点位置宜沿重心对称布置, 以保证吊装过程的安全可靠。

7.1.5 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制板沿接缝侧边应采用齿形边槽, 板侧

间隙 e 不应大于 10mm。全装配式钢筋混凝土楼盖预制板的接缝槽口侧面应设置粗糙面，采用水洗工艺、模具自带凹凸面或机械凿毛，并且凹凸深度不小于 4mm。

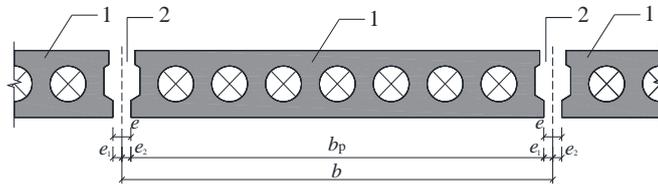


图 7.1.5 预制板板侧间隙示意图

1—预制板；2—接缝

【条文说明】7.1.5，预制板沿接缝侧边应采用齿形边槽，齿形边槽的形状可参考《大跨度预应力混凝土空心板》T/CECS 10132-2021 附录 A，也可采用其他形式合理安全的边槽形状。槽口侧面应设置粗糙面，宜采用机械设备进行拉毛，以形成整体协调受力并保证结合面受剪承载力满足要求。若通过采取其他构造措施满足结合面抗剪承载力要求，粗糙面的面积、凹凸深度可适当减小。

7.1.6 全装配式钢筋混凝土楼盖采用空心板作为基本构件时，应符合下列规定：

1 当填充体为内置填充体时，预制板上、下翼缘的厚度宜为板厚的 $1/8 \sim 1/4$ ，且不宜小于 50mm，不应小于 40mm；（图 7.1.6-1）

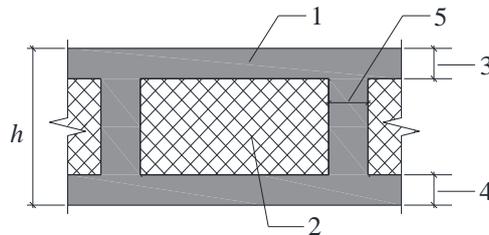


图 7.1.6-1 上、下翼缘厚度及肋宽示意图

1—预制板；2—填充体；3—上翼缘厚度；

4—下翼缘厚度；5—肋宽

2 当填充体为填充板且楼板内布置预应力筋时，预应力筋宜布置在主肋内，主肋宽宜为 100mm~200mm，并考虑预应力筋的构造要求；（图 7.1.6-2）。

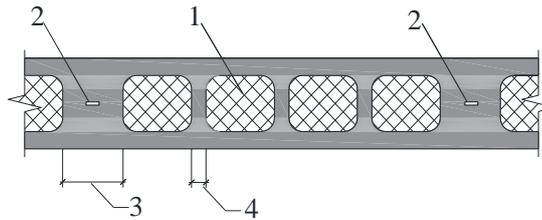
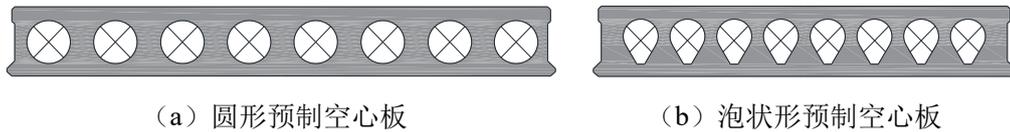


图 7.1.6-2 填充块空心板构造

1—填充板；2—预应力筋；3—主肋肋宽；4—次肋肋宽

3 当填充体为填充管（棒）时，在填充管（棒）方向宜设横肋，横肋间距不宜大于 1.2m，横肋宽度不宜小于 100mm，并可考虑横肋参与受剪承载力计算；

4 空心板中芯的形状根据预制板的厚度不同可采用不同的典型空心板截面形式（图 7.1.6-3）。



(a) 圆形预制空心板

(b) 泡状形预制空心板

图 7.1.6-3 空心板典型截面形式

5 主受力钢筋应符合下列规定：

- 1) 受力钢筋与填充体的净距不得小于 10mm；
- 2) 填充体为内置填充体时，楼板中非预应力受力钢筋宜均匀布置，其间距不宜大于 250mm；
- 3) 板底钢筋应全部伸入支座，支座的板面钢筋向板内延伸的长度应覆盖负弯矩图并满足锚固长度的要求，负弯矩受力钢筋应锚入边梁内，其锚固长度应满足国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 的有关规定。对无边梁的楼盖，边支座锚固长度从柱中心线算起。

6 吊点位置宜布置在肋内，当布置在下翼缘时应验算吊挂承载力；当空心楼板配有预应力筋时，严禁吊点打孔伤及预应力筋；

7 体积空心率应符合下列规定：

- 1) 当填充体为填充管、填充棒时，宜为 20%~50%；
- 2) 当填充体为内置填充箱、填充块、填充板时，宜为 25%~60%；
- 3) 当填充体为外露填充箱、填充块时，宜为 35%~65%；
- 4) 体积空心率 ρ_{void} 可按下式计算。

$$\rho_{\text{void}} = \frac{V_{\text{fil}}}{V_{\text{u}}} \times 100\% \quad (7.1.6)$$

式中： V_{fil} —全装配式钢筋混凝土楼盖区格内填充体的体积（ m^3 ）；

V_{u} —全装配式钢筋混凝土楼盖区格内总体积（ m^3 ）。

【条文说明】7.1.6，本条规定了全装配式钢筋混凝土楼盖采用空心板作为基本构件时的相关要求。

7.2 钢筋配置

7.2.1 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制板中受力钢筋的间距，当板厚不大于150mm时不宜大于200mm，当板厚大于150mm时不宜大于板厚的1.5倍，且不宜大于250mm。

【条文说明】7.2.1，受力钢筋的间距过大不利于板的受力，且不利于裂缝控制。根据工程经验，规定了常用混凝土板中受力钢筋的最大间距。

7.2.2 当按单向板设计时，应在垂直于受力方向布置分布钢筋，分布钢筋的布置应符合下列要求：

1 单位宽度上的配筋率不宜小于单位宽度上受力钢筋的15%，且配筋率不宜小于0.15%；

2 分布钢筋的直径不宜小于6mm，钢筋间距不宜大于250mm；

3 当集中荷载较大时，分布钢筋的配筋率尚应增加，且间距不宜大于200mm；

4 当有实践经验或可靠措施时，预制单向板的分布钢筋可不受本条的限制。

【条文说明】7.2.2，考虑到预制板制作和使用过程中存在温度-收缩应力，根据工程经验提出预制板应在垂直受力方向上配置构造钢筋的要求。本条规定了分布钢筋配筋率、直径、间距等配筋构造措施；同时对集中荷载较大的情况，提出了应适当增加分布钢筋用量的要求。当有实践经验或可靠措施时，预制单向板的分布钢筋可不受本条的限制。

7.2.3 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制板内配置预应力钢筋时，预应力钢筋应在预制板宽度范围内均匀布置，预应力钢筋的直径不应小于5mm；钢筋间

距不宜小于 50mm 且不宜大于 200mm。

【条文说明】7.2.3, 预应力钢筋的最小水平净距应根据浇筑混凝土、预应力钢筋锚固及预应力传递性能等要求确定。本条规定与《混凝土结构设计标准》GB 50010 一致。

7.2.4 全装配式钢筋混凝土楼盖预制构件所采用的吊筋、吊钩或内埋式吊具应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 等的相关规定。

【条文说明】7.2.4, 全装配式钢筋混凝土楼盖在预制和施工过程中, 预制构件所吊装、运输所采用的吊筋、吊钩或内埋式吊具应根据具体构件的设计要求选用。

7.2.5 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制板开洞宜采用工厂预留方式, 开洞应避免截断预制板的预应力钢筋, 截面处钢筋加强构造应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 等的相关规定。

【条文说明】7.2.5, 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制板开洞宜采用工厂预留方式, 且开洞应避免截断预制板的预应力钢筋。当开洞尺寸较大时, 宜首先考虑采用现浇板带, 其次再考虑根据等强原则采取加强措施。

7.3 连接件

7.3.1 连接件受拉锚筋和弯折锚筋的最小锚固长度应满足: I 级光圆钢筋为 $20d$; II 级月牙肋钢筋为 $30d$ 。

7.3.2 连接件受剪和受压直锚筋的锚固长度不应小于 $15d$ 。

7.3.3 锚筋中心至锚板边缘的距离 c_a 或 c_b 不应小于 $2d$ 及 20mm (图 7.3.3) 且应小于或等于 12 倍锚板厚度。

7.3.4 锚板厚度应大于锚筋直径 0.6 倍, 受拉和受弯连接件的锚板厚度尚应大于 $b/8$, 此处 b 为锚筋的间距 (图 7.3.4)。板厚度不宜小于 6mm。当锚筋和钢板采用搭接焊时, 锚板厚度应大于或等于锚筋直径 0.3 倍。

7.3.5 对受剪连接件, 其锚筋间距 b 及 b_1 不应大于 300mm, 其中, b_1 不应小于 $6d$ 及 70mm, 锚筋至构件边缘的距离 c_1 不应小于 $6d$ 及 70mm, b 、 c 不应小于 $3d$ 及 45mm (图 7.3.4)。

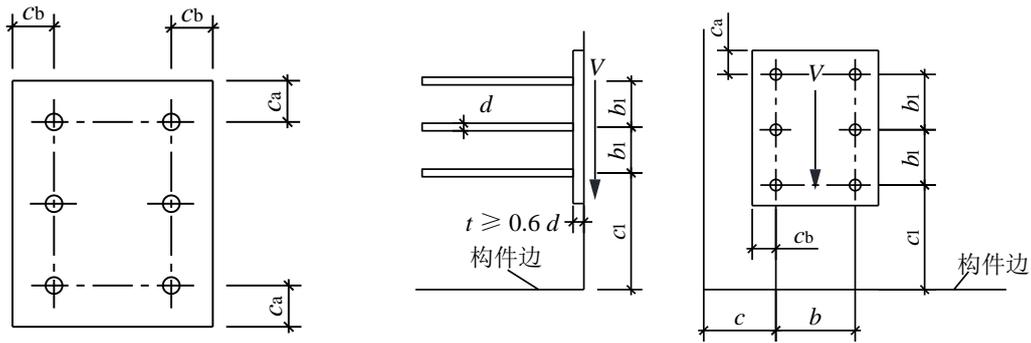


图 7.3.3 锚筋到锚板的边距 图 7.3.4 受剪预埋件锚筋的间距和距构件的边距及锚板厚度

7.3.6 对受拉连接件，其锚筋的间距 b 、 b_1 和锚筋至构件边缘的距离 c ，均不应小于 $3d$ 及 45mm （图 7.3.6）。

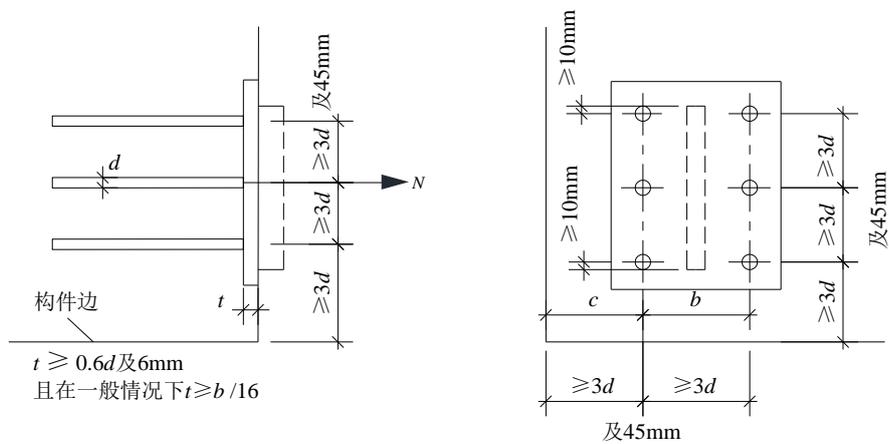
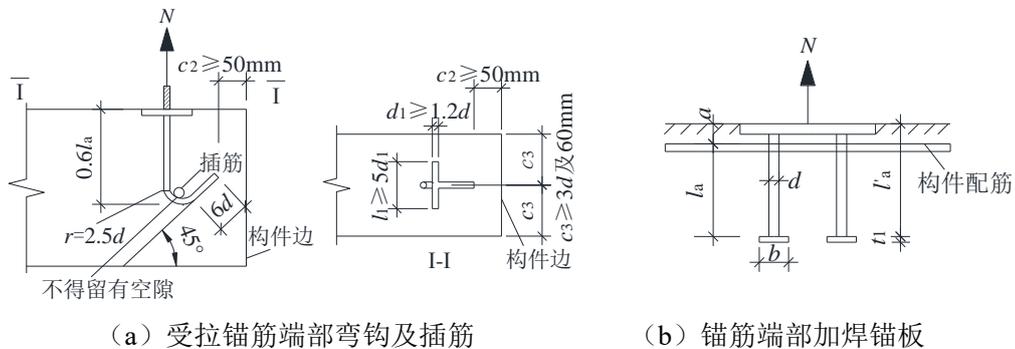


图 7.3.6 受拉预埋件锚筋的间距和距构件的边距及锚板厚度

7.3.7 由于构件截面尺寸的限制，使得连接件的锚固长度不能满足受拉钢筋锚固长度的要求，应对锚筋附加以下锚固措施（图 7.3.7）：

- 1 在锚筋端部加弯钩及插筋；
- 2 在锚筋端部加焊钢板；
- 3 对纯拉圆钢筋的锚筋强度折减。



(a) 受拉锚筋端部弯钩及插筋

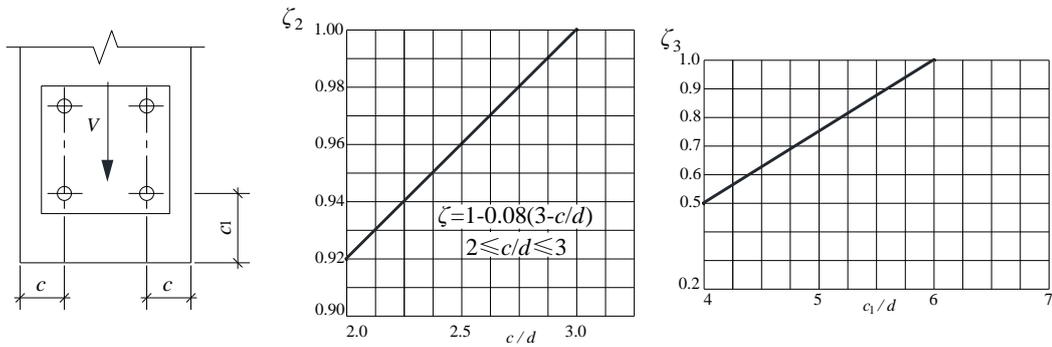
(b) 锚筋端部加焊锚板

图 7.3.7 锚筋附加锚固措施

7.3.8 当受剪锚筋至构件边缘不够时的措施：

1 当受剪锚筋距构件边缘的横向边距 c 小于 $3d$ 或 45mm ，但大于 $2d$ 时（图 7.3.8）应将总受剪承载力设计值乘以影响系数 ζ_2 加以折减， ζ_2 值见图 7.3.8（b）；

2 当受剪锚筋距构件边缘的纵向边距 c_1 小于 $6d$ 且大于 $4d$ 时，应将总受剪承载力设计值乘以影响系数 ζ_3 加以折减， ζ_3 值见图 7.3.8（c）。



(a) 锚筋距构件边缘的距离 (b) ζ_2 - c/d 关系图 (c) ζ_3 - c_1/d 关系图

图 7.3.8 受剪锚筋至构件边缘不够时的措施

7.3.9 受力连接件应尽量采用直锚筋和钢板 T 形焊。连接件的受拉锚件不得弯成 90° 角的 U 形或 L 形。

7.3.10 当采用弯折锚筋和钢板搭接焊时，弯折锚筋与钢板间的夹角 ϕ 不宜小于 15° ，且不宜大于 45° ，并应使弯折点避开焊缝，其距离不小于 $2d$ 和 30mm （图 7.3.10）。

7.3.11 锚筋直径不大于 20mm 时，应优先采用压力埋弧焊；如因施工条件限制，也可采用电弧焊，锚筋直径大于 20mm 时，应尽量采用穿孔塞焊（图 7.3.11）。

7.3.12 直锚筋与钢板采用 T 形焊或搭接焊时，焊缝高度 h_f 、宽度 b_f 、长度 l_f 应符合图 7.3.12 的要求。

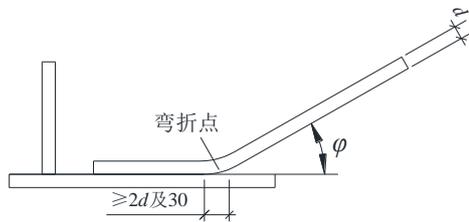


图 7.3.10 弯折锚筋和钢板搭接焊

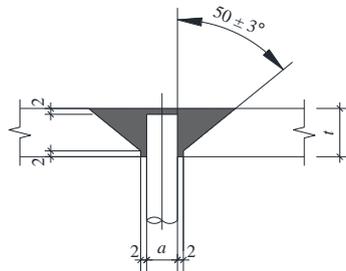


图 7.3.11 直锚筋和钢板穿孔塞焊

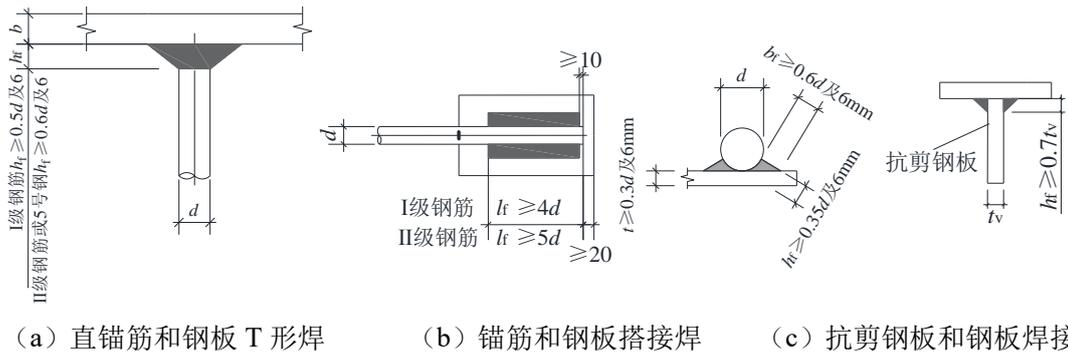


图 7.3.12 直锚筋与钢板焊接

7.3.13 焊接材料应与母材相匹配。焊缝应采用减少垂直于厚度方向的焊接收缩应力的坡口形式与构造措施。

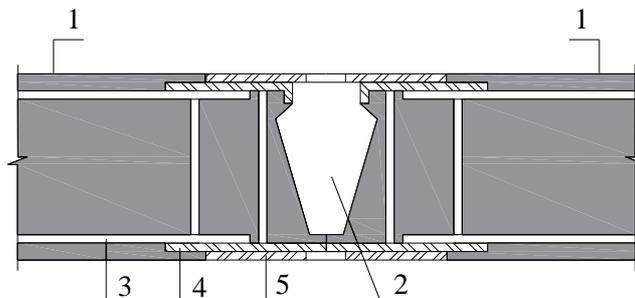
7.3.14 钢结构设计时，焊缝质量等级应根据钢结构的重要性、荷载特性、焊缝形式、工作环境以及应力状态等确定。

【条文说明】 7.3.14，当全装配式钢筋混凝土楼盖采用预埋连接件进行接缝连接时，本节规定了连接件的相关要求。连接件的设计除应符合本节规定外，尚应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 等的相关规定。

7.4 板-板接缝构造

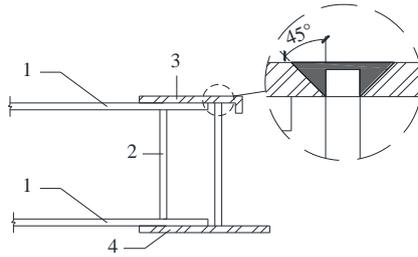
7.4.1 全装配式钢筋混凝土楼盖在接缝处采用机械连接件连接时，应符合下列规定：

- 1 连接件和接缝连接可采用图 7.4.1 中的构造形式，也可采用其他符合设计要求的机械连接件；
- 2 连接件的构造要求应符合本规程 7.3 节的有关规定；
- 3 焊缝连接构造要求应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。



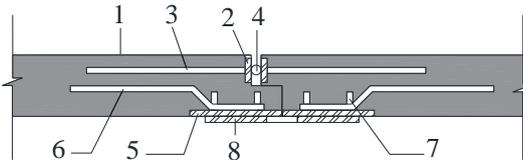
7.4.1-1(a) 采用机械连接件接缝连接构造示意图（一）

1—预制板；2—后浇接缝；3—连接件锚筋；4—连接件锚板；5—连接盖板



7.4.1-1(b) 机械连接件详图

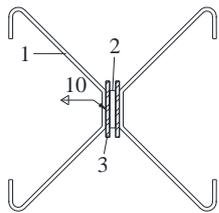
1—长锚筋；2—短锚筋；3—板顶锚板；4—板底锚板



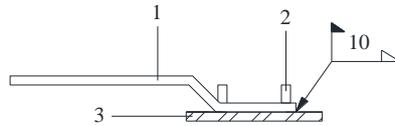
7.4.1-2 采用机械连接件接缝连接构造示意图（二）

1—预制板；2—板内分布钢筋；3—板顶连接件锚板；4—板顶连接件锚筋；

5—板底连接件锚板；6—板底连接件锚筋；7—连接盖板



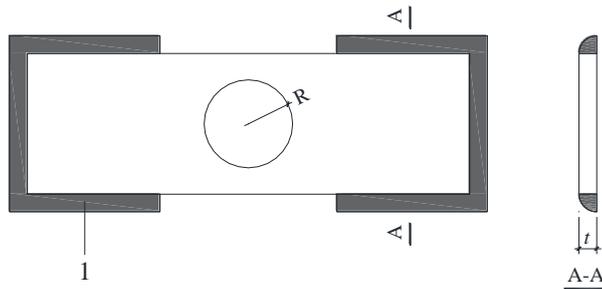
7.4.1-2(b) 板顶机械连接件详图



7.4.1-2(c) 板底机械连接件详图

1—长锚筋；2—嵌条；3—锚板

1—长锚筋；2—短锚筋；3—锚板



7.4.1-3 连接盖板详图

1—焊缝

【条文说明】7.4.1, 参考河南工业大学庞瑞教授团队关于“分布式连接全装配RC楼盖”的相关研究, 本规程 6.4 节以一种分布式连接件为例, 介绍连接件各部分(锚筋、锚板、开孔板)的设计计算方法, 本条提供两种机械连接件接缝连接构造示意图。当采用其他形式的预埋连接件时, 应有可靠的试验或实践经验保证设计的安全可靠, 且应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB

50010 等有关规定。

7.4.2 全装配式钢筋混凝土楼盖板-板接缝处采用套筒挤压搭接时（图 7.4.2）应符合下列规定：

1 接缝宽不宜小于 180mm，接缝底可与预制板底平齐，接缝底高出预制楼板底时，不宜大于 5mm；

2 被连接的两块预制楼板底部水平受力钢筋在接缝内可套筒挤压搭接连接，顶部水平钢筋应伸出板端用以支承钢筋网，伸出板端长度不宜小于 20mm；

3 接缝底部应配置 1 根水平钢筋，其直径不应小于预制楼板底部与接缝平行的水平钢筋的直径。

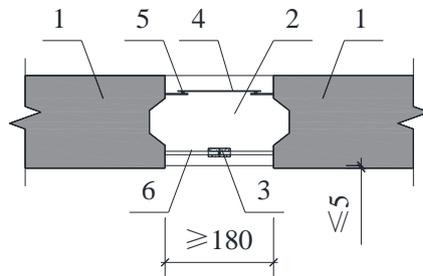


图 7.4.2 预制双向板接缝构造示意图

1—预制楼板；2—后浇接缝；3—套筒挤压搭接接头；4—钢筋网横筋；

5—钢筋网纵筋；6—接缝底部水平钢筋

7.4.3 全装配式钢筋混凝土楼盖在接缝处采用附加钢筋搭接时，应符合下列规定：

1 预制板与后浇接缝侧面连接面夹 α 角宜为 120° （图 7.4.3(a)）；

2 垂直接缝方向接缝部位应设置 U 型搭接钢筋和跨越接缝的连接钢筋（斜环钢筋或立体附加钢筋）；

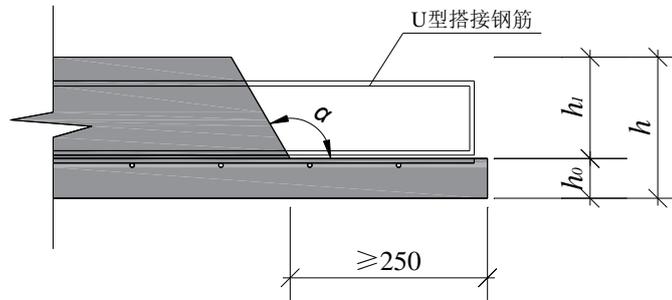
3 垂直接缝方向接缝部位按预制板受力钢筋等面积设置 U 型钢筋时（图 7.4.3(b)、(c)），U 型搭接钢筋应沿垂直接缝方向布置，直径不宜小于 6mm，按预制底板受力钢筋等面积配置，间距不应大于 200mm，按构造要求配置间距不应大于 250mm，U 型搭接钢筋锚固长度不应小于 $1.2l_{abu}$ ，跨过接缝连接钢筋伸入两侧后浇混凝土的锚固长度不应小于 $0.8l_{abf}$ ；

4 垂直接缝方向接缝部位不设置 U 型钢筋时，预制板底受力钢筋末端 90° 弯钩，钢筋弯后长度不小于 $12d$ （图 7.4.3(d)、(e)）；跨过接缝连接钢筋伸入

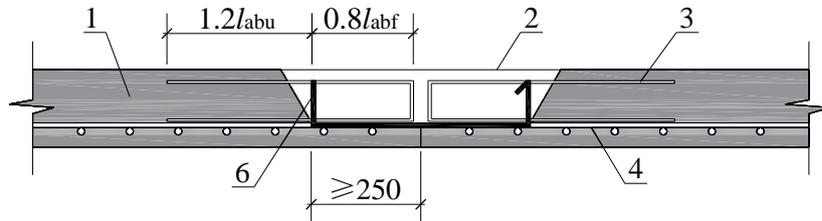
两侧后浇混凝土叠合层的锚固长度不应小于 l_{abf} ；

5 后浇接缝两侧板底应设置纵向连接受力钢筋，连接受力钢筋可设置为立体附加钢筋或环形附加钢筋（图 7.4.3）；连接受力钢筋应在后浇接缝中弯折锚固，且应符合下列规定：

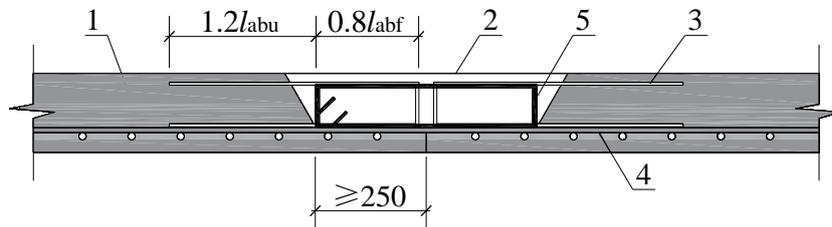
- 1) 设置斜环钢筋或立体附加钢筋应沿垂直接缝方向布置；
- 2) 钢筋直径不宜小于 6mm，钢筋间距不应大于 200mm；
- 3) 立体附加钢筋采用 90° 弯折（图 7.4.3(b)、(d)），钢筋弯折长度应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 有关钢筋锚固长度的规定， 90° 弯折钢筋弯后长度不小于 $15d$ ；
- 4) 环形附加钢筋（图 7.4.3(c)、(e)）弯折长度应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 的有关规定。



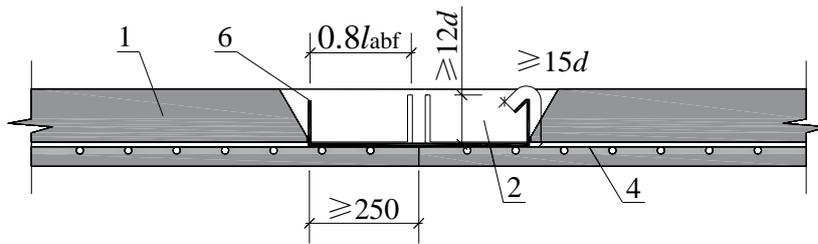
(a) 密拼整体式拼缝端部构造



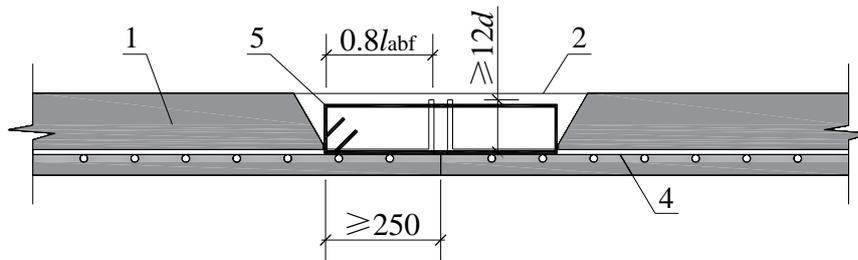
(b) 配 U 型钢钢筋和立体附加钢筋



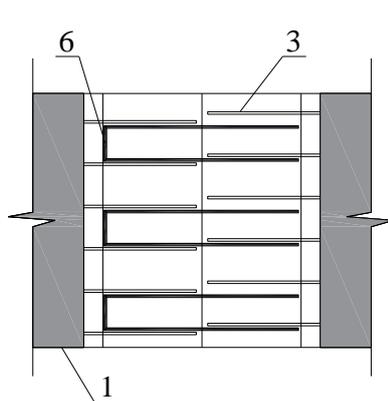
(c) 配 U 型钢钢筋和环形附加钢筋



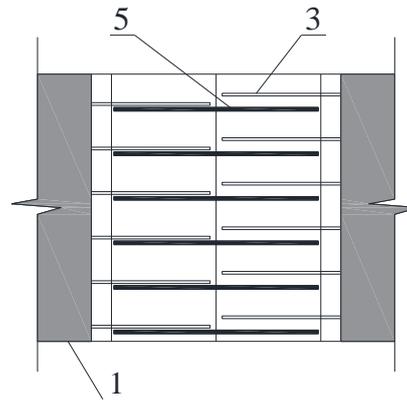
(d) 立体附加钢筋和板底纵向钢筋末端 90° 弯起



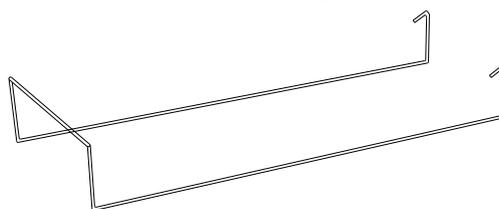
(e) 环形附加钢筋和板底纵向钢筋末端 90° 弯起



(f) 接缝构造俯视图-立体附加钢筋



(g) 接缝构造俯视图-环形附加钢筋



(h) 立体附加钢筋大样

图 7.4.3 接缝构造示意

1—预制板；2—后浇混凝土；3—后浇层内 U 型钢筋；4—预制板底纵向受力钢筋；

5—环形附加钢筋；6—立体附加钢筋

【条文说明】7.4.3，根据《混凝土结构设计标准》GB 50010 规定：纵向受拉普通钢筋末端采用弯钩，锚固长度可取为基本锚固长度 l_{ab} 的 60%。纵向钢筋在框架中间层端节点的锚固要求梁上部纵向钢筋也可采用 90° 弯折锚固的方

式，此时梁上部纵向钢筋应伸至柱外侧纵向钢筋内边并向节点内弯折，其包含弯弧在内的水平投影长度不应小于 $0.4l_{ab}$ ，弯折钢筋在弯折平面内包含弯弧段的投影长度不应小于 $15d$ 。参考南昌航空大学的边缘叠合楼板拼缝静载试验研究结果，叠合区域接缝采用附加钢筋和 U 型钢筋，U 型钢筋和附加钢筋按锚固长度参考大于 $0.4l_{ab}$ 考虑，U 型钢筋按预制底板受力钢筋等面积配置，附加箍筋末端与 U 型钢筋弯折点之间的距离 $0.8l_{abf}$ ，试验中钢筋没有出现粘结滑移破坏现象。

7.4.4 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制空心板连接时（图 7.4.4），可以采用以下连接方式：

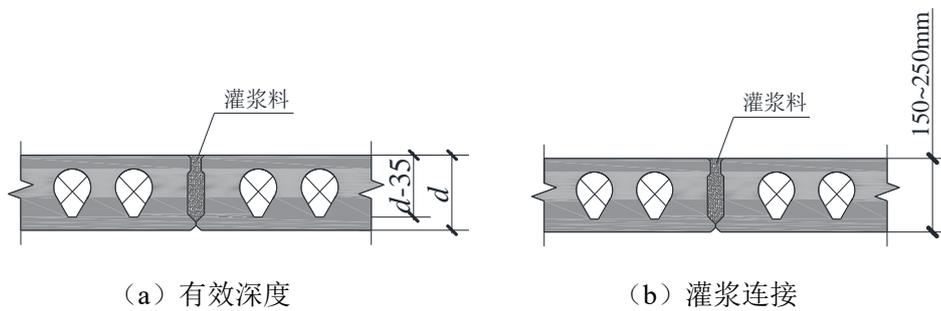


图 7.4.4-1 泡状空心预制板

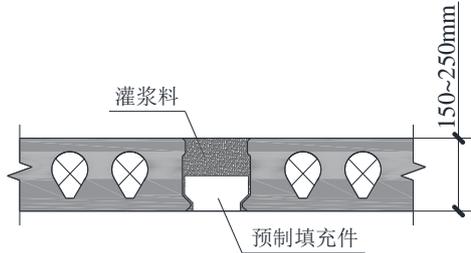


图 7.4.4-2 带预制填充件连接

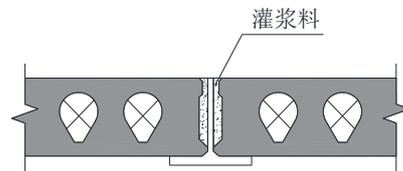


图 7.4.4-3 带 T 型钢连接

7.5 端部构造

7.5.1 全装配式钢筋混凝土楼盖采用机械连接件进行梁-板连接时，连接件的构造要求应符合本规程 7.3 节和国家现行标准的相关规定。当有可靠的试验或实践经验时，也可采用其他符合设计要求的机械连接件。

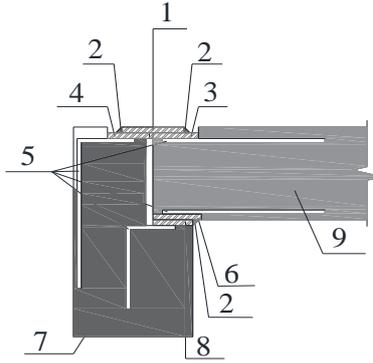


图 7.5.1 采用机械连接件的梁-板连接构造示意图

1-连接盖板；2-焊缝；3-板顶预埋件；4-梁顶预埋件；5-锚筋；
6-板底预埋件；7-梁；8-梁底预埋件；9-预制板

【条文说明】7.5.1，参考河南工业大学庞瑞教授团队的相关研究，图 7.5.1 提供一种机械连接件梁-板连接构造示意图。当采用其他形式的预埋连接件时，应有可靠的试验或实践经验保证设计的安全可靠，尚应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 等有关规定。

7.5.2 全装配式钢筋混凝土楼盖采用预制空心板时，预制板边部填充体与竖向支承构件间应设置实心区域，实心区域宽度应满足板的受剪承载力要求，从支承边起不宜小于 0.20 倍板厚，且不应小于 50mm。

【条文说明】7.5.3，当全装配式钢筋混凝土楼盖采用预制空心板时，需保证实心区域宽度满足板的受剪承载力要求，规定从支承边起不宜小于 0.20 倍板厚，且不应小于 50mm 的范围，预制板应为实心。

7.5.3 当房屋层数不大于 3 层时，全装配式钢筋混凝土楼盖预制板支座处的构造应符合下列规定：

1 预制板在支座的搁置长度不应小于 50mm 和 $(1/180)L$ 的较大值， L 为预制板计算跨度；板端后浇混凝土接缝内应配置连续的通长钢筋，钢筋直径不应小于 8mm；

2 当板端伸出锚固钢筋时，两侧伸出的锚固钢筋应互相可靠连接，并应与支承墙伸出的钢筋、板端接缝内设置的通长钢筋拉接；

3 当板端不伸出锚固钢筋时，应沿板跨方向布置连系钢筋，连系钢筋直径不宜应小于 10mm，间距不应大于 600mm；连系钢筋应与两侧预制板可靠连接，并应与支承墙伸出的钢筋、板端接缝内设置的通长钢筋拉接；

4 当采用预应力空心楼板时，应符合国家现行标准《预应力混凝土空心

板》GB/T 14040 的相关规定：预应力空心板端部支座处应采取保证整体性的可靠锚固措施。

【条文说明】7.5.3，全装配式钢筋混凝土楼盖为满足端部支撑长度要求，可采用花篮梁；连系钢筋可设置在接缝内，或者在预制板空心孔内设置。预应力空心楼盖比较适合板跨度较大的情况，实现免支撑、提高楼盖刚度、节约材料等优势。预应力空心楼盖的选用及设计可以按照国家现行标准《预应力混凝土空心板》GB/T 14040、国标图集 13G440《大跨预应力空心板》进行。

7.5.4 全装配式钢筋混凝土楼盖预制板采用钢筋搭接的出筋截面形式时，预制板与支承梁或墙的连接应符合下列规定：

- 1 预制板底部水平受力钢筋应从板端伸出并锚固在支承梁或墙顶部的后浇混凝土内，且宜伸过支承梁或墙中心线；
- 2 预制板与支承梁或墙两侧有预制板时，从楼板端伸出的顶部水平受力钢筋可在支承梁或墙顶部的后浇混凝土内套筒挤压搭接连接；
- 3 预制板与支承梁或墙一侧有预制板时，从楼板端伸出的顶部水平受力钢筋可在支承梁或墙顶部的后浇混凝土内采用 90°弯折锚固、机械锚固或锚固板锚固。

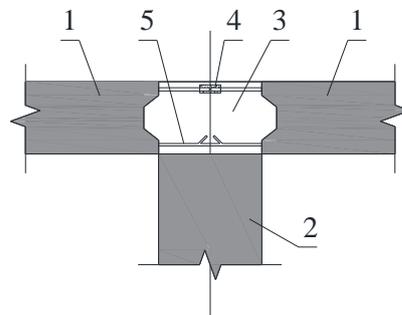


图 7.5.4 预制板与支承梁或墙连接受力钢筋连接示意图

- 1-预制板；2-支承梁或墙；3-支承梁或墙顶部后浇混凝土；
4-套筒挤压搭接接头；5-预制楼板底部水平受力钢筋锚固

7.5.5 全装配式钢筋混凝土楼盖支座处设置配置 U 型钢筋和附加钢筋进行梁-板连接时，支座处应设置垂直于支座梁或墙方向的搭接钢筋，并应符合下列规定：

- 1 中间支座楼板承担负弯矩时，板顶面附加钢筋应贯通支座，板顶纵向钢筋锚固长度不应小于 $0.8l_{ab}$ ；
- 2 端支座处钢筋伸入支座长度不应小于受拉钢筋的锚固长度 (l_{ab})；当

采用 90°弯折锚固措施时，钢筋平直段长度不应小于 $\zeta_a l_{ab}$ ，且不应小于钢筋直径的 15 倍；板顶纵向钢筋锚固长度不应小于 $0.8l_{ab}$ ；

3 附加钢筋应按与同向板面纵向钢筋受拉承载力相等的原则布置；

4 搭接钢筋面积不应小于预制板内同方向受力钢筋面积的 1/3，间距不应大于 250mm，直径不应小于 6mm；

5 支座采用刚接节点时，搭接钢筋面积按计算确定，间距不大于 200mm；支座采用铰接节点时，搭接钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm，且单位宽度内的配筋面积不宜小于跨中相应方向板底钢筋截面面积的 1/3；

6 端支座承担负弯矩时搭接钢筋伸入后浇叠合层锚固长度不应小于 $0.8l_{ab}$ ，并应在支承梁或墙的后浇混凝土中锚固，锚固长度不应小于 $12d$ 且宜伸至支座中心线；

7 中间支座搭接钢筋在后浇节点区应贯通，且每侧伸入后浇叠合层锚固长度不应小于 $0.8l_{ab}$ 。

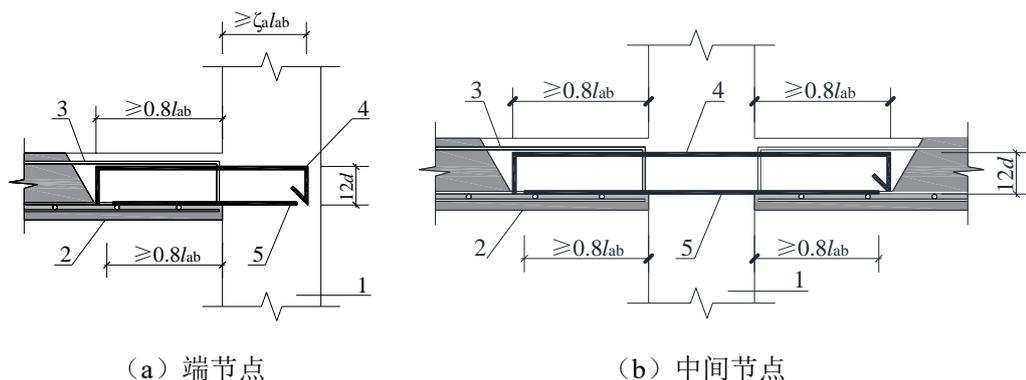


图 7.5.5 支座节点钢筋搭接构造示意

2— 支承梁或墙；2— 预制板；3— U 型钢筋；4— 立体附加钢筋；5— 搭接钢筋

【条文说明】7.5.5，参考湘潭大学的梁上拼缝叠合楼板试验研究，支座拼缝配置 U 型钢筋和附加钢筋，板顶面附加钢筋应贯通支座，U 型钢筋应有一定的锚固长度实现应力传递，从而实现支座区域钢筋的连续受力和弯矩传递，同时 U 型钢筋可起到辅助抗剪作用。

7.5.6 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制板和支承梁通过锚固螺栓连接时（图 7.5.6），连接螺栓的锚固长度和受剪承载力应满足国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB 50011、《组合结构设计规范》JGJ 138 等的有关规定。

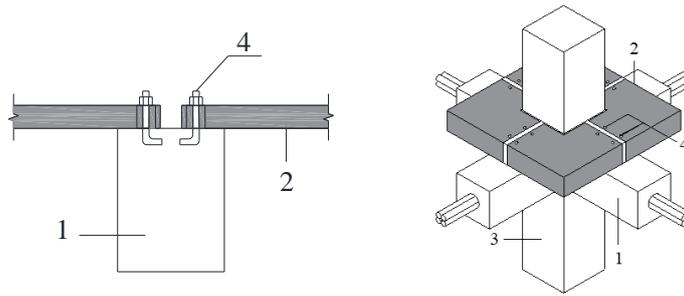


图 7.5.6 采用螺栓连接的梁-板连接构造示意图

1—支承梁；2—预制板；3—柱；4—栓孔

【条文说明】7.5.6, 当经过计算满足设计需要时, 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制板和支承梁也可通过锚固螺栓连接。

7.5.7 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制空心板板端和钢梁连接时(图 7.5.9), 可以采用以下连接方式:

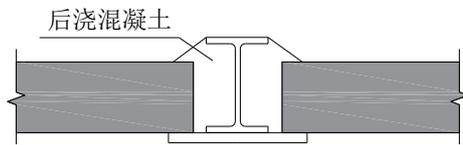


图 7.5.7-1 工字钢 (UC) 带焊板连接

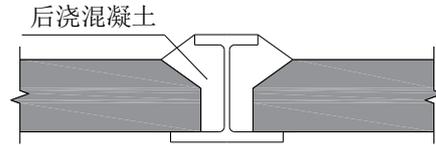
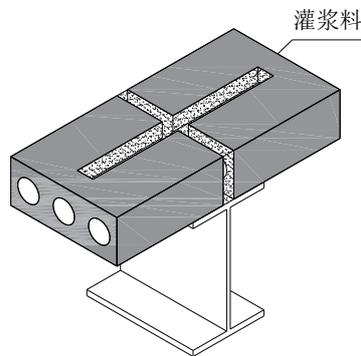
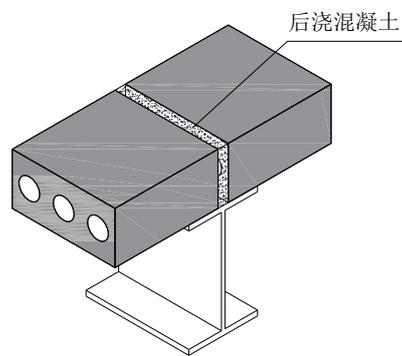


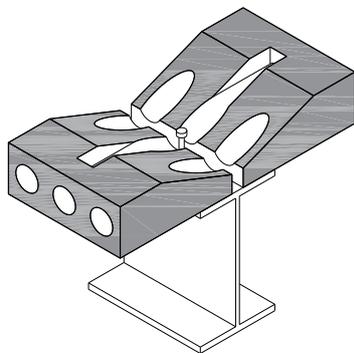
图 7.5.7-2 不对称扁梁 (ABS) 连接



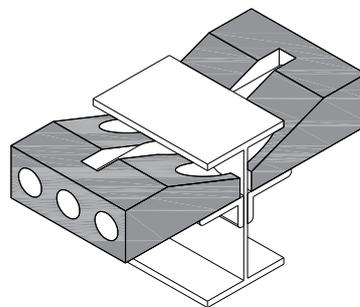
(a) 上翼缘支撑梁-灌浆料连接



(a) 上翼缘支撑梁-后浇混凝土连接



(c) 上翼缘支撑梁-倒角端预制空心板连接



(d) 角钢支撑梁-倒角端预制空心板连接

图 7.5.7-3 中梁-楼板连接

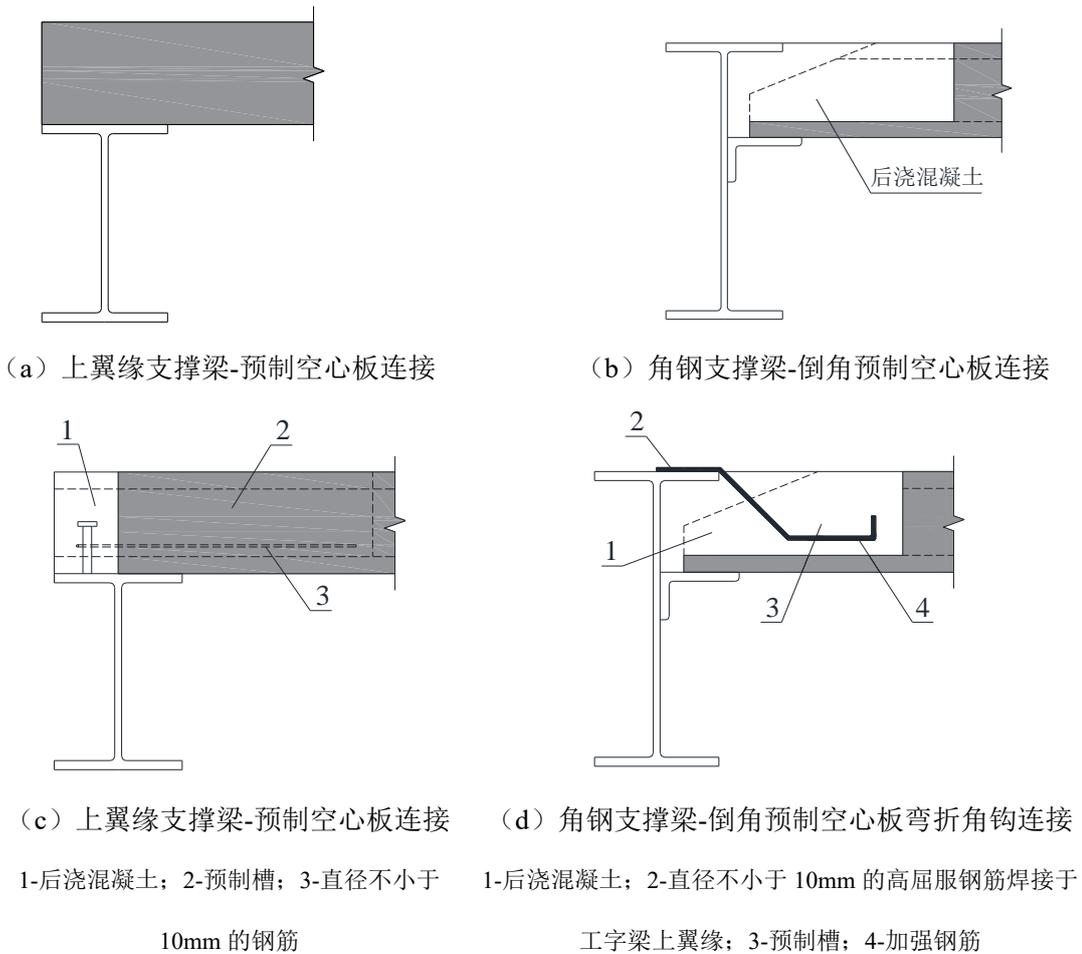


图 7.5.7-4 边梁-楼板连接

【条文说明】7.5.7, 当单块预制板的宽度为 1200mm、板厚在 150~250mm 时, 预制槽的宽度通常为 500mm。

7.5.8 全装配式钢筋混凝土楼盖的预制空心板板侧和钢梁连接时(图 7.5.10), 可以采用以下连接方式:

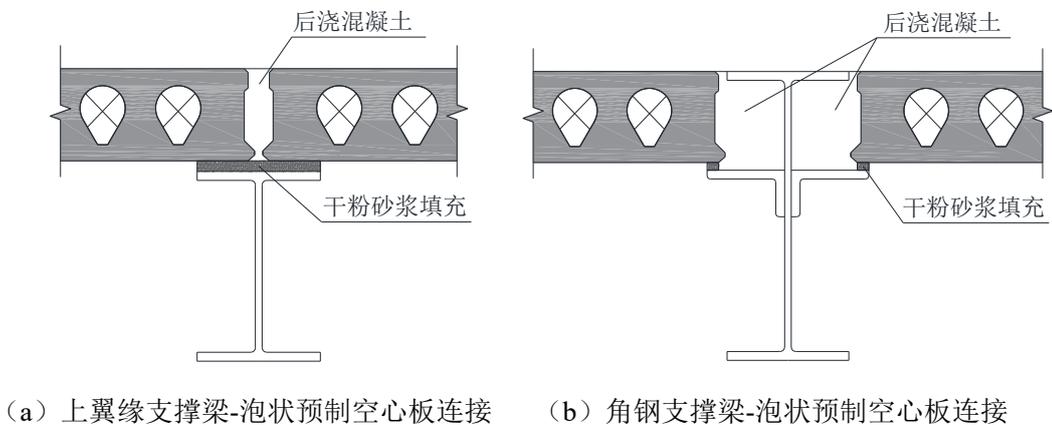
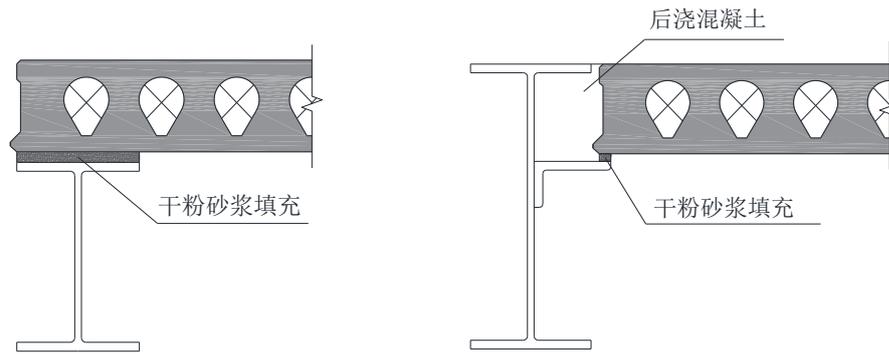
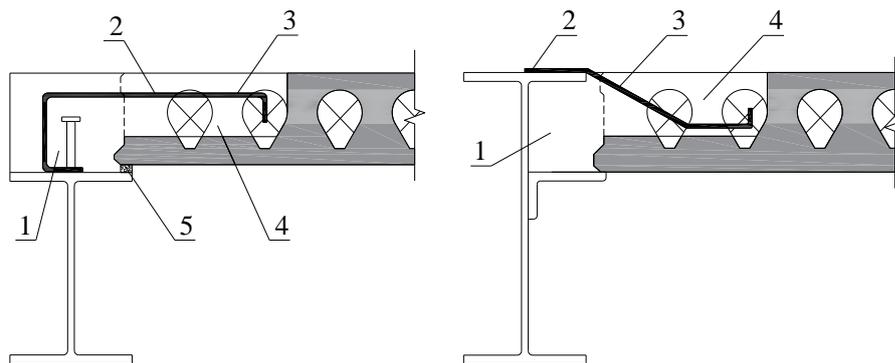


图 7.5.8-1 中梁—楼板连接



(a) 上翼缘支撑梁-泡状预制空心板连接 (b) 角钢支撑梁-泡状预制空心板连接



(c) 上翼缘支撑梁-泡状预制板垂直角钩连接 (d) 角钢支撑梁-泡状预制板弯折角钩连接

图 7.5.8-2 边梁-楼板连接

1-后浇混凝土；2-直径不小于 10mm 的高屈服钢筋焊接于工字梁上翼缘；3-加固以适应结构设计；
4-沿预制板跨度方向每间隔 1200mm 设置宽 150mm 的后浇接缝；5-干粉砂浆填充

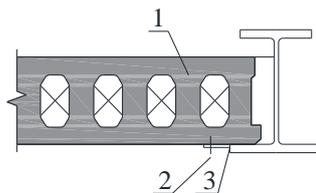


图 7.5.8-3 不对称扁边梁-楼板连接

1-预制板；2-与预制板固定；3-焊接

7.6 防护与隔热

7.6.1. 钢结构除必须采取防锈措施（除锈后涂以油漆或金属镀层等）外，尚应在构造上尽量避免出现难于检查、清刷和油漆之处以及能积留湿气和大量灰尘的死角或凹槽。闭口截面构件应沿全长和端部焊接封闭。

钢结构防锈和防腐蚀采用的涂料、钢材表面的除锈等级以及防腐蚀对钢

结构的构造要求等，应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 和《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923 的规定。在设计文件中应注明所要求的钢材除锈等级和所要用的涂料（或镀层）及涂（镀）层厚度。

除有特殊需要外，设计中一般不应因考虑锈蚀而再加大钢材截面的厚度。

【条文说明】7.6.1，钢结构防腐的主要关键是制作时将铁锈清理干净，其次应根据不同的情况选用高质量的油漆或涂层以及妥善的维修制度钢材的除锈等级与所采用的涂料品种有关，详见《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 及其他有关资料。

除上述问题外，在构造中应避免难于检查、清刷和油漆之处以及积留湿气、大量灰尘的死角和凹槽，例如尽可能将角钢的肢尖向下以免积留大量灰尘，大型构件应考虑设置维护时通行人孔和走道，露天结构应着重避免构件间未贴紧的缝隙，与砖石砌体或土壤接触部分应采取特殊保护措施。另外，应将管形构件两端封闭不使空气进入等。

在调研中曾发现凡是漏雨、飘雨之处，锈蚀均较严重，应引起重视，在建筑构造处理上应加注意，并应规定坚持定期维修制度确保安全使用。

考虑到钢结构的建筑物和构筑物所处的环境，在抗腐蚀要求上差别很大，因此规定除特殊需要外，不应因考虑锈蚀而再加大钢材截面的厚度。

7.6.2. 设计使用年限大于或等于 25 年的建筑物，对使用期间不能重新油漆的结构部位应采取特殊的防锈措施。

【条文说明】7.6.2，不能重新刷油的部位取决于节点构造形式和所处的位置所谓采取特殊的防锈措施是指：在作防锈考虑时，应改进结构构造形式减少零部件的数量，选用抗锈能力强的截面，即截面面积与周长之比值较大的形式，如用封闭截面等，避免采用双角钢组成的 T 形截面，此外，亦可选择抗锈能力强的钢材或针对侵蚀性介质的性质选用相应的质量高的油漆或其他有效涂料，必要时亦可适当加厚截面的厚度。

7.6.3. 钢结构的防火应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936、《建筑设计防火规范》GBJ 16、《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045、《建筑钢结构防火技术规范》CECS 200 和《高层民用建筑钢结构技术规程》

JGJ 99 等的要求，结构构件的防火保护层应根据建筑物的防火等级对各不同的构件所要求的耐火极限进行设计。防火涂料的性能、涂层厚度及质量要求应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907 和国家现行标准《钢结构防火涂料应用技术规范》CECS 24 的规定。

7.6.4. 受高温作用的结构，应根据不同情况采取下列防护措施：

1 当结构可能受到炽热熔化金属的侵害时，应采用砖或耐热材料做成的隔热层加以保护；

2 当结构的表面长期受辐射热达 150℃以上或在短时间内可能受到火焰作用时，应采取有效的防护措施（如加隔热层或水套等）。

【条文说明】7.6.4，对一般钢材来说，温度在 200℃以内强度基本不变，温度在 250℃左右产生蓝脆现象，超过 300℃以后屈服点及抗拉强度开始显著下降，达到 600℃时强度基本消失。另外，钢材长期处于 150~200℃时将出现低温回火现象，加剧其时效硬化，若和塑性变形同时作用，将更加快时效硬化速度。所以规定为：结构表面长期受辐射热达 150℃以上时应采取防护措施。从国内有些研究院对各种热车间的实测资料来看，高炉出铁场和转炉车间的屋架下弦吊车梁底部和柱子表面及均热炉车间钢锭车道旁的柱子等，温度都有可能达到 150℃以上，有必要用悬吊金属板或隔热层加以保护，甚至在个别温度很高的情况时，需要采用更为有效的防护措施（如用水冷板）。

熔化金属的喷溅在结构表面的聚结和烧灼，将影响结构的正常使用寿命，所以应予保护。另外在出铁口、出钢口或注锭口等附近的结构，当生产发生事故时，很可能受到熔化金属的烧灼，如不加保护就很容易被烧断而造成重大事故，所以要用隔热层加以保护。一般的隔热层使用红砖砌体，四角镶以角钢，以保护其不受机械损伤，使用效果良好。

7.6.5. 钢结构可采用下列防火保护措施：

1 外包混凝土；

2 涂敷防火涂料；

3 防火板包覆后进行灌浆；

4 复合防火保护，即在钢结构表面涂敷防火除料或采用柔性毡状隔热材料包覆，再用轻质防火板作饰面板；

5 柔性毡状隔热材料包裹。

【条文说明】7.6.5, 本节中所指钢结构包含钢构件及组合构件。钢材作承重构件时, 虽然具有不燃性, 但是在火灾的高温作用下, 当温度上升到一定程度时, 强度会大幅度下降。当温度达到约 500°C时, 钢材的强度就只有常温下强度的一半。钢构件在升温过程中会逐渐丧失承载力, 在标准时间-升温曲线的试验条件下, 钢构件的耐火极限仅为 0.25h。

为了确保人员安全疏散, 保证消防人员扑救建筑火灾的需要和便于火灾后的修复, 必须保证钢承重构件具有一定的耐火极限。钢结构防火保护的目就是提高钢构件的耐火极限。

钢结构防火保护方法就其本质可分为两类: 第一类是在钢构件外表涂敷、包覆、包裹防火材料, 阻止或隔断热量向基材扩散、传播, 以延长钢构件的耐火极限; 第二类是在钢管内部灌注液体或混凝土等材料, 及时从钢基材吸走热量, 使钢材温度缓慢上升, 延长钢材升温至临界温度的时间。近年来出现的钢管混凝土新型构件, 在火灾时, 钢管的核心混凝土具有吸收钢管表面热量的作用, 核心混凝土体积越大, 吸热越多, 钢管表面和核心混凝土中心温度愈低, 因此, 提高了钢管混凝土在高温下的耐火极限。故当钢管内灌有混凝土时, 同样的耐火极限, 其防火保护层厚度比纯钢构件可减少, 或者同样的保护层厚度, 其耐火极限会增加。

钢管混凝土采取防火措施时, 依据充分时可考虑钢管内混凝土的有利作用。对于便于使用阶段进行维护的构件, 可采取涂敷防腐、防火涂料的方式进行处理, 对于不便于使用阶段进行维护的构件, 可采取外包混凝土或砌筑砌体、防火板包覆后进行灌浆、柔性毡状隔热材料包覆、挂网喷防火保温砂浆等方式, 当采用板材外包时板与钢构件间的空隙应填充密实。

7.6.6. 钢结构防护应按照建筑全寿命周期的耐久性能目标, 在正常维护条件下能够保证钢结构正常使用。

【条文说明】7.6.6, 钢结构防护主要包括钢结构防腐蚀、防火和隔热, 也涉及钢结构成品保护的内容。

钢结构的布置、构件选型和连接构造应有利于增强自身的防护能力, 对危及人身安全和维修困难的部位以及重要的承重构件应加强防护。

7.6.7. 钢结构构件的设计耐火极限应根据建筑的耐火等级和构件类别确定。

《钢结构通用规范》6.3.2

【条文说明】7.6.7, 钢结构构件的设计耐极限的确定是防火设计的重要内容, 重要的钢结构工程耐火极限应综合建筑的耐火等级、空间和火灾特性等因素确定。不同结构构件或节点的耐火极限应根据其在结构中发挥的不同作用按其重要性分别进行确定, 柱间支撑的设计耐火极限应与柱相同, 楼盖支撑的设计耐火极限应与梁相同, 屋盖支撑和系杆的设计耐火极限应与屋顶承重构件相同。节点的耐火极限应与被连接构件中耐火极限要求最高值相同。

7.6.8. 钢结构应根据设计耐火极限采取相应的防火保护措施, 或进行耐火验算与防火设计。钢结构构件的耐火极限经验算低于设计耐火极限时, 应采取防火保护措施。

【条文说明】7.6.8, 火灾下钢结构的破坏, 实质上是由于随着钢结构温度升高, 钢材强度降低, 其承载力随之下降, 致使结构不足以承受火灾时的荷载效应而失效破坏。因此, 钢结构的防火设计实际上是火灾高温条件下的承载力设计, 其设计原理与常温条件下钢结构的承载力设计是一致的。对于耐火极限不满足要求的钢构件, 必须进行科学的防火设计, 采取安全可靠、经济合理的防火保护措施, 以延缓钢构件升温, 提高其耐火极限。通常, 无防火保护钢构件的耐火时间为 0.25h~0.50h, 达不到绝大部分建筑构件的设计耐火极限, 需要进行防火保护。防火保护应根据工程实际选用合理的防火保护方法、材料和构造措施, 做到安全适用、技术先进、经济合理。防火保护层的厚度应通过构件耐火验算确定保证构件的耐火极限达到规定的设计耐火极限。钢结构节点是钢结构的一个基本组成部分, 节点的防火保护要求及其耐火性能均不应低于被连接构件中的最高要求。

7.6.9. 高温环境下的钢结构温度超过 100℃时, 应进行结构温度作用验算, 并应根据不同情况采取防护措施。

【条文说明】7.6.9, 对于处于高温环境下的钢结构, 可通过采取措施降低构件内的应力水平、提高构件材料在高温下的强度、提高构件的截面刚度或降低构件在高温环境下的温度来使其满足要求。

处于高温环境的钢构件, 一般可分为两类: 一类为本身处于热环境的钢构件, 另一类为受热辐射影响的钢构件。对于本身处于热环境的钢构件, 当钢构件散热不佳即吸收热量大于散发热量时, 除非采用降温措施, 否则钢构件温度最终将等于环境温度, 所以必须满足高温环境下的承载力设计要求, 如高温下

烟道的设计。对于受热辐射影响的钢构件，一般采用有效的隔热降温措施，如加耐热隔热层、热辐射屏蔽或水套等，当采取隔热降温措施后钢结构温度仍然超过 100℃时，需要进行高温环境下的承载力验算，不满足条件时也可采取增大构件截面、采用耐火钢提高承载力或增加隔热降温措施等；当然也可不采用隔热降温措施直接采取增大构件截面、采用耐火钢等措施，应根据工程实际情况综合考虑采取合适的措施。采取隔热防护措施后高强度螺栓温度不应超过 150℃。

7.6.10. 钢构件的防腐与防火应遵循下列规定：

1 钢构件的防火保护层应根据建筑物的防火等级对应的耐火极限进行设计。防火涂料的性能、涂层厚度及质量要求应符合国家现行标准《钢结构防火涂料》GB 14907 和《钢结构防火涂料应用技术规范》CECS 24 的规定；

2 当钢结构防腐涂层及防火涂层的耐久性低于结构的设计使用年限时，设计时应注明钢结构涂层的维护要求；

3 钢结构采用螺栓连接或焊接时，连接处的涂装应待连接处验收合格后进行。

【条文说明】7.6.10，钢构件的防火保护层所用材料易于与钢构件结合，并对钢构件不产生有害影响。

8 构件制作和运输

8.1 一般规定

8.1.1 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。

【条文说明】8.1.1 预制构件的质量涉及工程质量和结构安全，制作单位应符合国家及地方有关部门规定的硬件设施、人员配置、质量管理体系和质量检测手段等规定。

8.1.2 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。

【条文说明】8.1.2 预制构件制作前，建设单位应组织设计、生产、施工单位进行技术交底。如预制构件制作详图无法满足制作要求，应进行深化设计和施工验算，完善预制构件制作详图和施工装配详图，避免在构件加工和施工过程中，出现错、漏、碰、缺等问题。对应预留的孔洞及预埋部件，应在构件加工前进行认真核对，以免现场剔凿，造成损失。

8.1.3 预制构件用混凝土的工作性应根据产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、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55 和《高强混凝土应用技术规程》JGJ/T281 等的规定。

【条文说明】8.1.3 在预制构件制作前，生产单位应根据预制构件的混凝土强度等级、生产工艺等选择制备混凝土的原材料，并进行混凝土配合比设计。

8.1.4 预制结构构件采用预埋连接件或钢筋套筒灌浆连接时，应在构件生产前进行预埋连接件或钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验，每种规格的试验试件数量不应少于 3 个。

8.1.5 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》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 等的有关规定。

8.1.6 全装配式钢筋混凝土楼盖预制板生产企业应具有预应力张拉台座、钢筋加工设备、预应力张拉机具、混凝土搅拌站、输送布料震捣的专用设备、混凝土养护系统、吊运设备和堆放场地，并应符合现行行业标准《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565 的有关规定。

【条文说明】8.1.6，全装配式钢筋混凝土楼盖预制板生产的场所、设备、设施是保证预应力混凝土构件生产和质量的基础设施，必须满足构件制作的技术要求；对于需要准确计量的设备、工具必须按有关规定定期进行计量校准和认证。

8.2 构件制作

8.2.1 预制构件模具除应满足承载力、刚度和整体稳定性要求外，尚应符合下列规定：

- 1 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；
- 2 应满足预制构件预留孔洞、插筋、预埋件的安装定位要求；
- 3 预应力构件的模具应根据设计要求预设反拱。

【条文说明】8.2.1，预应力构件跨度超过 6m 时，构件起拱值会随存放时间延长而加大，通常可在底模中部预设反拱，以减小构件的起拱值。

8.2.2 模具尺寸的允许偏差和检验方法应符合表 8.2.2 的规定。当设计有要求时，模具尺寸的允许偏差应按设计要求确定。

表 8.2.2 模具尺寸允许偏差和检验方法

| 项次 | 检验项目、内容 | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
|----|----------|---------------------|----------------------------|
| 1 | 长度、宽度、厚度 | 1, -2 | 用钢尺量平行构件相应尺寸方向，取其中偏差绝对值较大处 |
| 2 | 底模表面平整度 | 2 | 用 2m 靠尺和塞尺量 |
| 3 | 对角线差 | 3 | 用钢尺量对角线 |
| 4 | 侧向弯曲 | $L/1500$ 且 ≤ 5 | 拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处 |
| 5 | 翘曲 | $L/1500$ | 对角拉线测量交点间距离值的两倍 |

| | | | |
|---|------|---|---------------|
| 6 | 组装缝隙 | 1 | 用塞片或塞尺量测，取最大值 |
|---|------|---|---------------|

注：L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

【条文说明】8.2.2，目前多采用定型钢模加工预制构件，模具的制作质量标准有所提高。模具精度是保证构件制作质量的关键，对于新制、改制或生产数量超过一定数量的模具，生产前应按要求进行尺寸偏差检验，合格后方可投入使用。制作构件用钢筋骨架或钢筋网片的尺寸偏差应按要求进行抽样检验。

8.2.3 预埋件加工的允许偏差应符合表 8.2.3 的规定。

表 8.2.3 预埋件加工允许偏差

| 项次 | 检验项目、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 | 锚筋 | 长度 | 10, -5 | 用钢尺量 |
| | | 间距偏差 | ±10 | 用钢尺量 |

8.2.4 固定在模具上的预埋件、预留孔中心允许偏差应符合表 8.2.4 的规定。

表 8.2.4 预埋件加工允许偏差

| 项次 | 检验项目、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 |
| 3 | 锚筋 | 1 | 用钢尺量 |

注：检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

【条文说明】8.2.3-8.2.4，预制构件中的预埋件及预留孔洞的形状尺寸和中心定位偏差非常重要，生产时应按要求进行抽样检验。施工过程中临时使用的预埋件可适当放松。

8.2.5 应选用不影响构件结构性能和装饰工程施工的隔离剂。

【条文说明】8.2.5，预制构件选用的隔离剂应避免降低混凝土表面强度，并满足后期装修要求。

8.2.6 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 钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距等；
- 2 纵向受力钢筋的连接方式、接头位置、接头面积百分率、搭接长度等；
- 3 箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；
- 4 预埋件、吊环的规格、数量、位置等；
- 5 预留孔洞的规格、数量、位置等；
- 6 灌浆套筒、预留孔洞的规格、数量、位置等；
- 7 钢筋的混凝土保护层厚度；
- 8 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

【条文说明】8.2.6，在混凝土浇筑前，应按要求对预制构件的钢筋、预应力筋以及各种预埋部件进行隐蔽工程检查，这是保证预制构件满足结构性能的关键质量控制环节。

8.2.7 应根据混凝土的品种、工作性、预制构件的规格形状等因素，制定合理的振捣成型操作规程。混凝土应采用强制式搅拌机搅拌，并宜采用机械振捣。

8.2.8 预制构件采用洒水、覆盖等方式进行常温养护时，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。预制构件采用加热养护时，应制定养护制度对静停、升温、恒温和降温时间进行控制，宜在常温下静停 2h~6h，升温、降温速度不应超过 20℃/h，最高养护温度不宜超过 70℃，预制构件出池的表面温度与环境温度的差值不宜超过 25℃。

【条文说明】8.2.8，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。养护时应按照养护制度的规定进行控制，这对于有效避免构件的温差收缩裂缝，保证产品质量非常关键。如果条件许可，构件也可以采用常温养护。

8.2.9 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/mm²。

【条文说明】8.2.9，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。

8.2.10 采用后浇混凝土或砂浆、灌浆料连接的预制构件结合面，制作时应按

设计要求进行粗糙面处理。设计无具体要求时，可采用化学处理、拉毛或凿毛等方法制作粗糙面。

【条文说明】8.2.10，预制构件与后浇混凝土实现可靠连接可以采用连接钢筋、键槽及粗糙面等方法。粗糙面可采用拉毛或凿毛处理方法，也可采用化学处理方法。

8.2.11 预应力混凝土构件生产前应制定预应力施工技术方案和质量控制措施，并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 的要求。

8.3 构件检验

8.3.1 预制构件外观质量不应有严重缺陷，且不宜有一般缺陷。对已经出现的一般缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检验。

【条文说明】8.3.1，预制构件外观质量缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷两类，预制构件的严重缺陷主要是指影响构件的结构性能或安装使用功能的缺陷，构件制作时应制定技术质量保证措施予以避免。

8.3.2 预制构件不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位应经原设计单位认可，制定技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

8.3.3 预制构件的允许尺寸偏差及检验方法应符合表 8.3.3 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 8.3.3 全装配式钢筋混凝土楼盖尺寸的允许偏差及检验方法

| 项目 | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
|-------|-----------|---------------|
| 长度、宽度 | ±5 | 尺量检查 |
| 厚度 | -3, +5 | 尺量检查 |
| 保护层厚度 | ±3 | 钢尺或保护层厚度测定仪测量 |
| 对角线差 | ±8 | 钢尺量两个对角线 |
| 表面平整度 | 5 | 靠尺和塞尺检查 |

| | | |
|------------------|----|------|
| 预埋件中心位置 偏移 | 5 | 尺量检查 |
| 预留孔、洞中心 线位置偏移 | 5 | 尺量检查 |
| 孔尺寸 | ±5 | 尺量检查 |

【条文说明】8.3.3, 本条规定预制构件的尺寸偏差和检验方法, 尺寸偏差可根据工程设计需要适当从严控制。

8.3.4 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。

8.3.5 混凝土强度应符合设计文件及国家现行有关标准的规定。

检查数量: 按构件生产批次在混凝土浇筑地点随机抽取标准养护试件, 取样频率应符合本标准规定。

检验方法: 应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107) 的有关规定。

8.3.6 预制构件检查合格后, 应在构件上设置表面标识, 标识内容宜包括构件编号、制作日期、合格状态、生产单位等信息。

【条文说明】8.3.6, 本条结合全装配式钢筋混凝土楼盖接缝结构的特点, 依据国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的相关要求, 制定了结构部件制作完运至现场后的交货要求。全装配式钢筋混凝土楼盖接缝结构的加工图纸、制作过程中的设计变更、材料代用等技术文件、材质证明及相关复检报告等, 是工程竣工验收的重要原始文件, 制作单位应与其他相关验收所需的文件一并交接给安装单位。

8.4 构件运输及堆放

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

【条文说明】8.4.1，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。

8.4.2 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。

8.4.3 预制构件堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应平整、坚实，并应有排水措施；
- 2 预埋吊件应朝上，标识宜朝向堆间的通道；
- 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；
- 5 堆放预应力构件时，应根据构件起拱值的大小和堆放时间采取相应措施。

9 结构施工

9.1 一般规定

9.1.1 装配式结构施工前应制定施工组织设计、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；施工方案的内容应包括构件安装及节点施工方案、构件安装的质量管理及安全措施等。

【条文说明】9.1.1，应制定装配式结构施工专项施工方案。施工方案应结合结构深化设计、构件制作、运输和安装全过程各工况的验算，以及施工吊装与支撑体系的验算等进行策划与制定，充分反映装配式结构施工的特点和工艺流程的特殊要求。

9.1.2 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规定。

9.1.3 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。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。

【条文说明】9.1.3，吊具选用按起重吊装工程的技术和安全要求执行。为提高施工效率，可以采用多功能专用吊具，以适应不同类型的构件吊装。施工验算可依据本规程及相关技术标准，特殊情况无参考依据时，需进行专项设计计算分析或必要试验研究。

9.1.4 钢筋套筒灌浆前，应在现场模拟构件连接接头的灌浆方式，每种规格钢筋应制作不少于 3 个套筒灌浆连接接头，进行灌注质量以及接头抗拉强度的检验；经检验合格后，方可进行灌浆作业。

9.1.5 在装配式结构的施工全过程中，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。《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-12.1.1

9.1.6 未经设计允许不得对预制构件进行切割、开洞。《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-12.1.7

9.1.7 装配式结构施工过程中应采取安全措施，并应符合现行行业标准《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。

【条文说明】9.1.7，应注意构件安装的施工安全要求。为防止预制构件在安装过程中因不合理受力造成损伤、破坏或高空滑落，应严格遵守有关施工安全规定。

9.2 安装与连接

9.2.1 安装施工前，应合理规划组织，做好安装准备工作：

- 1 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；
- 2 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》GB50666 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；
- 3 应进行测量放线、设置构件安装定位标识；
- 4 应复核构件装配位置、节点连接构造及临时支撑方案等；
- 5 应检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态；
- 6 应核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求；
- 7 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。

【条文说明】9.2.1，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，保证装配式结构施工质量，并不断摸索和积累经验，特提出应通过试生产和试安装进行验证性试验。装配式结构施工前的试安装，对于没有经验的承包商非常必要，不但可以验证设计和施工方案存在的缺陷，还可以培训人员，调试设备，完善方案。另一方面对于没有实践经验的新的结构体系，应在施工前进行典型单元的安装试验，验证并完善方案实施的可行性，这对于体系的定型和推广使用，是十分重要的。

9.2.2 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》GB 50666 的相关规定。《装配式混

凝土结构技术规程》JGJ1-12.3.1

【条文说明】9.2.2, 预制构件安装顺序、校准定位及临时固定措施是装配式结构施工的关键, 应在施工方案中明确规定并付诸实施。

9.2.3 钢筋套筒灌浆连接接头、钢筋浆锚搭接连接接头应按检验批划分要求及时灌浆, 灌浆作业应符合国家现行有关标准及施工方案的要求, 并应符合下列规定:

- 1 灌浆施工时, 环境温度不应低于 5℃; 当连接部位养护温度低于 10℃ 时, 应采取加热保温措施;
- 2 灌浆操作全过程应有专职检验人员负责旁站监督并及时形成施工质量检查记录;
- 3 应按产品使用说明书的要求计量灌浆料和水的用量, 并搅拌均匀; 每次拌制的灌浆料拌合物应进行流动度的检测, 且其流动度应满足本规程的规定;
- 4 灌浆料拌合物应在制备后 30min 内用完。

9.2.4 焊接或螺栓连接的施工应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18、焊接或螺栓连接的施工应符合国家现行标准《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。采用焊接连接时, 应采取避免损伤已施工完成的结构、预制构件及配件的措施。

【条文说明】9.2.4, 当预制构件的连接采取焊接或螺栓连接时应做好质量检查和防护措施。

9.2.5 钢筋机械连接的施工应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

9.2.6 后浇混凝土的施工应符合下列规定:

- 1 预制构件结合面疏松部分的混凝土应剔除并清理干净;
- 2 模板应保证后浇混凝土部分形状、尺寸和位置准确, 并应防止漏浆;
- 3 在浇筑混凝土前应洒水润湿结合面, 混凝土应振捣密实;
- 4 同一配合比的混凝土, 每工作班且建筑面积不超过 1000m² 应制作一组标准养护试件, 同一楼层应制作不少于 3 组标准养护试件。

9.2.7 全装配式钢筋混凝土楼盖接缝部位后浇混凝土及灌浆料的强度达到

设计要求后，方可拆除临时固定措施。

【条文说明】9.2.7，全装配式钢筋混凝土楼盖后浇接缝施工质量是保证接缝承载力的关键，施工时应采取具体质量保证措施满足设计要求接缝处连接件、钢筋连接和锚固应按设计要求规定进行检查，连接节点处后浇混凝土同条件养护试块应达到设计规定的强度方可拆除支撑。

9.2.8 预制板的装配施工应符合下列规定：

- 1 应根据设计要求或施工方案设置临时支撑；
- 2 施工荷载宜均匀布置，并不应超过设计规定；
- 3 在接缝处混凝土浇筑前，应按设计要求检查结合面的粗糙度及预制构件的外露钢筋或预埋连接件。

【条文说明】9.2.8，预制板等受弯构件的施工要考虑两阶段受力的特点，施工时要采取质量保证措施避免构件产生裂缝。

9.2.9 安装预制板时，端部的搁置长度应符合设计要求，当端部与支承构件之间需要坐浆或设置支承垫块时，坐浆或支承垫块厚度不宜大于 20mm。

10 工程验收

10.1 一般规定

10.1.1 全装配式钢筋混凝土楼盖的验收除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

【条文说明】10.1.1，装配式结构工程验收主要依据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定执行。

10.1.2 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。【条文说明】10.1.2，预制构件的质量检验是在预制工厂检查合格的基础上进行进场验收，外观质量应全数检查，尺寸偏差为按批抽样检查。

10.1.3 装配式结构焊接、螺栓等连接用材料的进场验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

10.1.4 全装配式钢筋混凝土楼盖的外观质量除设计有专门的规定外，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 中关于现浇混凝土结构的有关规定。

10.1.5 全装配式钢筋混凝土楼盖验收时，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 钢筋套筒灌浆、浆锚搭接连接的施工检验记录；
- 5 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件；
- 6 后浇混凝土、灌浆料、坐浆材料强度检测报告；
- 7 装配式结构分项工程质量验收文件；
- 8 装配式工程的重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 9 装配式工程的其他文件和记录。

【条文说明】10.1.5，装配式结构施工质量验收时提出应增加提交的主要文件和记录，是保证工程质量实现可追溯性的基本要求。

10.2 主控项目

10.2.1 后浇混凝土强度应符合设计要求：检查数量：按批检验，检验批应符合本规程第 9.2.7 条的有关要求。

检验方法：按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的要求进行。

【条文说明】10.2.1，全装配式钢筋混凝土楼盖的接缝部位后浇混凝土为现场浇筑混凝土，其检验要求按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求执行。

10.2.2 钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接的灌浆应密实饱满。检查数量：全数检查。

检验方法：检查灌浆施工质量检查记录。

10.2.3 钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接用的灌浆料强度应满足设计要求。

检查数量：按批检验，以每层为一检验批；每工作班应制作一组且每层不应少于 3 组 40mm×40mm×160mm 的长方体试件，标准养护 28d 后进行抗压强度试验。

检验方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。

10.2.4 钢筋采用焊接连接时，其焊接质量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。

检查数量：按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定确定。

检验方法：检查钢筋焊接施工记录及平行加工试件的强度试验报告。

10.2.5 钢筋采用机械连接时，其接头质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定确定。

检验方法：检查钢筋机械连接施工记录及平行加工试件的强度试验报告。

10.2.6 预制构件采用焊接连接时，钢材焊接的焊缝尺寸应满足设计要求，焊缝质量应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 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。

【条文说明】10.2.5-10.2.6，全装配式钢筋混凝土楼盖结构中，钢筋采用焊接连接或机械连接时，大多数情况下无法现场截取试件进行检验，可采取模拟现场条件制作平行试件替代原位截取试件。平行试件的检验数量和试验方法应符合现场截取试件的要求，平行试件的制作必须要有质量管理措施，并保证其具有代表性。

10.2.7 预制构件采用螺栓连接时，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。

10.3 一般项目

10.3.1 全装配式钢筋混凝土楼盖结构尺寸允许偏差应符合设计要求，并应符合表 10.3.1 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，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。

表 10.3.1 全装配式钢筋混凝土楼盖安装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 | 5 | 尺量检查 |
| 构件标高 | ±5 | 水准仪或尺量检查 |
| 构件倾斜度 | 5 | 垂线、钢尺量测 |
| 底面平整度 | 5 | 钢尺、塞尺检查 |

| | | |
|----------------|-----|------|
| 搁置长度 | ±10 | 钢尺检查 |
| 支座、支垫中心位置 | 10 | 尺量检查 |
| 接缝宽度及 中心线位置 | ±5 | 尺量检查 |

【条文说明】10.3.1，全装配式钢筋混凝土楼盖的尺寸允许偏差在现浇混凝土结构的基础上适当从严要求，对于采用清水混凝土或装饰混凝土构件装配的混凝土结构施工尺寸偏差应适当加严。

10.3.2 有防水要求时，接缝的防水性能应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查现场淋水试验报告。

【条文说明】10.3.2，全装配式钢筋混凝土楼盖接缝防水施工质量是保证全装配式钢筋混凝土楼盖防水性能的关键，施工时应按设计要求进行选材和施工，并采取严格的检验验证措施。

用词说明

1 为便于在执行本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”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规程中指明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

- 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 《混凝土结构设计标准》 GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 《建筑结构可靠度设计统一标准》 GB 50068
- 《工程结构可靠性设计统一标准》 GB 50153
- 《多层厂房楼盖抗微振设计规范》 GB 50190
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 《高层建筑混凝土结构技术规程》 JGJ 3
- 《装配式多层混凝土结构技术规程》 CECS 604
- 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 《组合结构设计规范》 JGJ 138
- 《混凝土结构用成型钢筋》 JG/T 226
- 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》 JGJ 355
- 《预应力混凝土结构抗震设计规程》 JGJ 140
- 《预应力混凝土结构设计规范》 JGJ 369
- 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》 JGJ 92
- 《预应力混凝土空心板》 GB/T 14040
- 《大跨度预应力混凝土空心板》 CECS/T 10132
- 《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