陕西省建筑节能协会团体标准

T/SXBEEA BXX-2025

梁板一体化免模免撑叠合楼盖结构技术规程

Technical specification for concrete composite floor structure with integrated precast concrete beam and slab components

（征求意见稿）

2025-X-X 发布　　2025-X-X 实施

陕西省建筑节能协会　发布

陕西省建筑节能协会团体标准

梁板一体化免模免撑叠合楼盖结构技术规程

Technical specification for concrete composite floor structure with integrated precast concrete beam and slab components

（征求意见稿）

T/SXBEEA BXX-2025

批准部门：陕西省建筑节能协会

实施日期：　2025 年 XX 月 XX 日

前　　言

为促进装配式建筑高质量发展，规范装配式梁板一体化免模免撑叠合楼盖结构在工程中的应用，根据陕西省建筑节能协会关于对《梁板一体化免模免撑叠合楼盖结构技术规程》团体标准编制立项的批复（陕建节协〔2025〕22 号）文件要求，本规程编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，结合国家和行业相关现行标准要求，编制本规程。

本规程共分 8 章和 2 个附录，主要技术内容包括：总则，术语和符号，基本规定，材料，结构设计，生产、运输与堆放，施工安装，质量验收等。

本规程内容涉及“一种基于预制梁板单元的叠合梁结构及其施工方法”（ZL 202310942068.0）、“梁板一体化单元用运输装置及其安装方法”（ZL 202310718689.0）、“梁板一体化的预制混凝土结构”（ZL 202120728641.4）等专利。涉及专利对所有单位与个人均为“有偿许可”，具体技术问题，使用者可直接与专利权人协商处理。

本规程由陕西省建筑节能协会负责发布和管理，由陕西省建筑设计研究院（集团）有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中，如有意见或建议，请反馈至陕西省建筑设计研究院（集团）有限公司（地址：西安经济技术开发区文景路 58 号，邮编：710018，联系电话：029-87271682，邮箱：271725496@qq.com）

本规程主编单位：陕西省建筑设计研究院（集团）有限公司
福建建工装配式建筑研究院有限公司

本规程参编单位：陕西大彤建筑科技有限公司
中国建筑西北设计研究院有限公司
重庆大学
礼泉海螺建筑科技有限责任公司
中联西北工程设计研究院有限公司
中建一局集团第三建筑有限公司
西安建筑科技大学设计研究总院有限公司
基准方中建筑设计股份有限公司
上海天华建筑设计有限公司
陕西省现代建筑设计研究院有限公司

陕西建工第五建设集团有限公司
西安市建筑设计研究院有限公司
中国启源工程设计研究院
华陆工程科技有限责任公司
陕西同济土木建筑设计有限公司
信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司
无锡分公司
中国电子系统工程第二建设有限公司

本规程主要起草人员：刘卫辉　任　彧　王晓锋　王世斌　白涌滔
张亚江　贺晓晖　蒋兴福　程　亮　委　旭
刘　挺　杨　森　王晓梅　赵宏安　唐福平
骆福前　邢启民　潘映兵　柳景虹　宋朝辉
杨　潇　田　翔　陈文辉　张俊利　李艳敏
袁王辉　张　明　温对红　谈　郑　田清华
孙向东　张美渊　孟海乡　郭　洁　王　茹
李　谊　田　晶　吴栋梁　李　鹏　杨　军
冯伟刚　刘　彬　汪伟超　符宇欣　和　超
梁润超　雷　帅　杨　帆　聂梦莹

本规程主要审查人员：

目　　次

1 总　　则

1.0.1 为规范和促进装配式梁板一体化免模免撑叠合楼盖结构应用，做到技术先进、经济合理、安全适用、质量可靠，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度 8 度及以下地区工业与民用建筑中梁板一体化免模免撑叠合楼盖结构的设计、生产、施工及验收。

1.0.3 梁板一体化免模免撑叠合楼盖结构的设计、生产、施工及验收，除应符合本规程规定外，尚应符合现行国家、陕西省和陕西省建筑节能协会现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

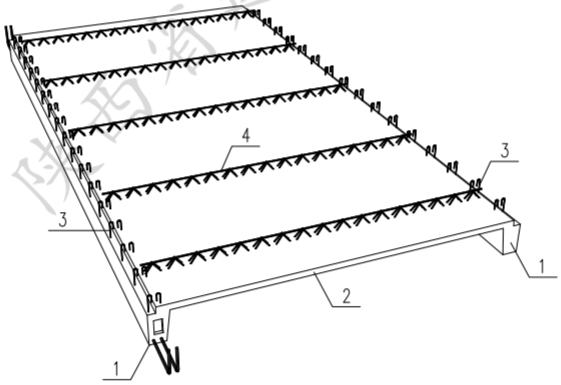
2.1.1 梁板一体化免模免撑叠合楼盖 concrete composite with integrated precast concrete beam and slab components

由梁板一体化构件、预制承托梁和钢筋混凝土预制板组合形成的施工临时结构，在短暂工况下可以承担后浇混凝土重量和施工荷载，实现楼盖施工现场的免模板、免支撑；在施工临时结构的顶面浇筑混凝土后形成的装配整体式叠合楼盖，简称“梁板一体化叠合楼盖”。

2.1.2 预制混凝土梁板一体化构件 integrated precast concrete beam and slab component

整体断面呈Π型，长轴方向与架越方向一致，由左侧肋梁、右侧肋梁和平板组成的预制混凝土构件，其两侧肋梁均设置纵向钢筋和伸出预制构件顶面的箍筋，与框架柱相交的肋梁的纵向钢筋需锚入梁柱节点。简称“梁板一体化构件”。

条文说明：预制混凝土梁板一体化构件如图 1 所示，其中在满足受力需求时，桁架钢筋也可采用其他形式的加强单元替代。



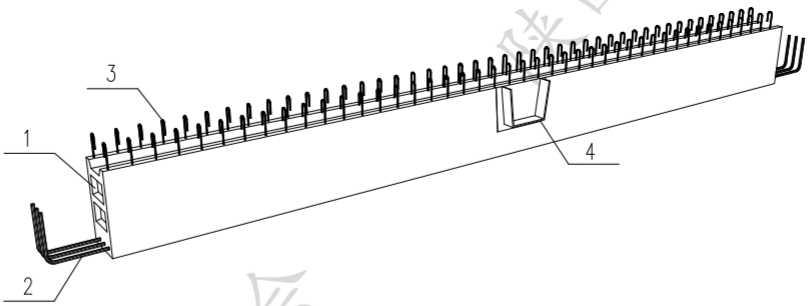
1—肋梁；2—平板；3—肋梁箍筋；4—桁架钢筋

图 1 预制混凝土梁板一体化构件示意图

2.1.3 预制承托框架梁 prefabricated support frame beam

架越在框架柱间，侧面设有钢牛腿，用于承托两个或多个梁板一体化构件的预制混凝土叠合梁或钢梁。简称“预制承托梁”。

条文说明：预制混凝土承托框架梁如图 2 所示。



1—抗剪键槽；2—纵向钢筋；3—箍筋；4—钢牛腿

图 2　预制混凝土承托框架梁示意图

2.1.4　并联叠合梁　　parallel composite beam

由相邻预制混凝土梁板一体化构件的肋梁组合拼装后，在顶面现场浇筑混凝土而形成的整体受弯构件。

2.1.5　钢筋桁架预制混凝土板　　concrete precast slab with lattice girders

设置钢筋桁架的预制混凝土板，简称“桁架预制板”。

2.1.6　密拼式分离接缝　　lip splice

相邻钢筋桁架预制板间采用密拼形式，能保证板片间位移协调且无弯矩传递需求的一种接缝形式。

2.1.7　益胶泥　　polymer-modified cementitious mixture

以硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥、掺合料、细砂为基料，加入高分子改性添加剂或其他添加剂，经混合搅拌制备方式制成的具有抗渗性能的匀质、干粉状、水硬性粘结材料。

2.2　符号

2.2.1　材料性能

f_t、f_c —— 混凝土轴心抗拉、抗压强度设计值；

f_{tk} —— 混凝土轴心抗拉强度标准值；

f_y、f'_y —— 普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

f_{yk} —— 普通钢筋的抗拉强度标准值。

2.2.2　作用和作用效应

M_{1G}、M_{2G} —— 第一阶段、第二阶段永久荷载产生的弯矩设计值；

M_{1Q}、M_{2Q} —— 第一阶段施工可变荷载、第二阶段可变荷载产生的弯矩设计值；

V_{1G}、V_{2G} —— 第一阶段、第二阶段永久荷载产生的剪力设计值；

V_{1Q}、V_{2Q} —— 第一阶段施工可变荷载、第二阶段可变荷载产生的剪力设计值；

V_h —— 水平叠合面受剪承载力设计值；

w_{max} —— 按荷载准永久组合或标准组合，并考虑长期作用影响的计算最大裂缝宽度。

2.2.3 几何参数

A_c —— 叠合面以上混凝土受压区面积；

A_{ch} —— 各剪跨区段的叠合面面积；

A_{sd} —— 穿过水平接缝的钢筋面积；

l_0 —— 计算跨度或计算长度；

α —— 抗剪钢筋与叠合面的夹角。

2.2.4 计算系数及其他

c，μ —— 与叠合面粗糙度相关的系数；

ρ_{sd} —— 抗剪钢筋配筋率。

3　基本规定

3.0.1　梁板一体化叠合楼盖应遵循标准化设计、工厂化生产、装配化施工、信息化管理和智能化应用的原则。

条文说明：本条阐述了装配式楼盖设计的基本原则，梁板一体化叠合楼盖在体系研发过程中遵循装配式建筑全产业链工业化生产的要求，在满足建筑功能的前提下，实现了基本单元的标准化，显著提高预制构件的重复使用率，这将非常有利于降低造价。

3.0.2　梁板一体化叠合楼盖的设计除应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1　应采取有效措施加强结构的整体性；

2　节点和接缝应受力明确、构造可靠，并应满足承载力、延性和耐久性等要求；

3　宜采用高强混凝土、高强钢筋，大跨重载结构宜采用预应力配筋；

4　次梁宜单向布置。

条文说明：装配式结构的设计首先需要满足国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021 第 4 章“设计”和《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 第 3 章“基本设计规定”的各项要求。本规程的各项基本规定主要是根据梁板一体化叠合楼盖自身的特点，强调提出的附加要求。

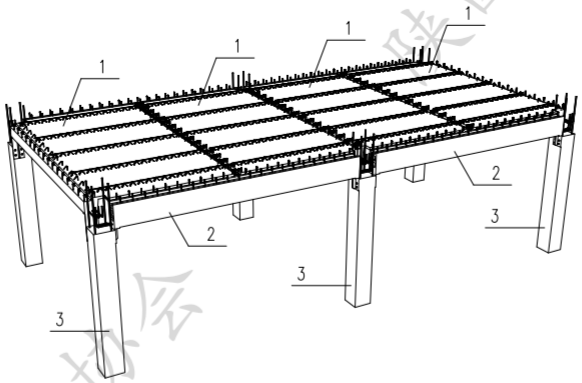
装配式结构的设计，应注重概念设计。梁板一体化装配式楼盖通过合理选择预制混凝土单元的几何形状，提高单一预制单元的刚度，进而实现施工现场的免支模和免支撑；同时采用预制构件与后浇混凝土相结合的方法，通过连接节点合理的构造措施，将装配式结构连接成一个整体，保证其具有与现浇结构等同的强度、延性、耐久性和整体性，达到与“性能等同现浇混凝土”的效果。

3.0.3　梁板一体化叠合楼盖的构件布置应满足建筑功能要求，并应符合下列规定：

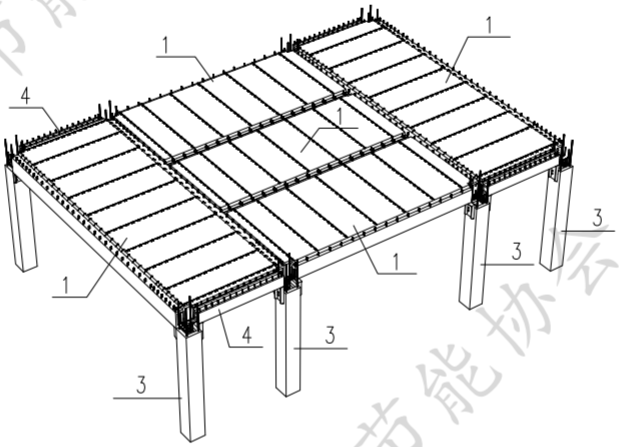
1　梁板一体化构件应可靠架设在预制承托梁或框架柱间；

2　应采取措施提高构件标准化程度，减少梁板一体化构件的类型，可在梁板一体化构件间设置钢筋桁架预制板；

3　梁板一体化构件可承托与其垂直的多个梁板一体化构件。



（a）梁板一体化构件架设在预制承托梁间



（b）梁板一体化构件架设在梁板一体化构件间

1—梁板一体化构件；2—预制承托梁；3—框架柱；4—叠合框架梁

图 3.0.3　梁板一体化叠合楼盖示意图

条文说明：梁板一体化装配式楼盖由预制承托梁和梁板一体化构件组成，预制种类少、标准化程度高，在建筑功能许可的情况下，甚至可以仅使用梁板一体化构件即可完成楼盖的组装。梁板一体化装配式楼盖预制单元选择充分考虑了预制构件生产、运输和安装等全过程需求，在预制构件的标准化、模块化和大型化方面较现有的装配式楼盖有明显改进，预制工厂的生产效率和施工现场的吊装效率均有显著提升。

梁板一体化免模免撑叠合楼盖结构体设计时，涉及“梁板一体化的预制混凝土结构”（ZL 202120728641.4）相关专利及核心技术，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

3.0.4　梁板一体化叠合楼盖中的钢结构设计、制作及安装应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

3.0.5　梁板一体化叠合楼盖中的外露钢结构应采取防腐、防火措施，并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205

和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

3.0.6 梁板一体化叠合楼盖深化设计宜应用 BIM 技术对预制构件进行精细化建模，合理确定安装间隙，并应对预制构件的外形尺寸及钢筋排布、设备预埋线管和预埋件定位等重要参数进行精细化设计。

3.0.7 梁板一体化构件的标记规则应符合本规程附录 A 的规定。

4 材　　料

4.1 混凝土

4.1.1 混凝土材料的力学性能指标、耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

4.1.2 梁板一体化构件的混凝土强度等级不应低于 C30，预应力混凝土构件的混凝土强度等级不应低于 C40；现浇叠合层的混凝土强度等级不应低于 C30。

条文说明：将梁板一体化构件的混凝土强度等级适当提高，有利于提高预制构件的生产质量和生产效率，同时减少运输、吊装和混凝土浇筑阶段预制构件开裂的风险。

4.1.3 梁板一体化构件用混凝土，细骨料宜采用中砂，粗骨料宜采用公称粒级为 5mm~20mm 的连续粒级碎石。

条文说明：为提高梁板一体化构件的生产质量，对骨料做出要求。

4.2 钢筋与钢材

4.2.1 普通钢筋力学性能指标应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 和《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95 的有关规定。普通钢筋牌号及公称直径宜符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1　普通钢筋牌号及公称直径（mm）

钢筋名称		钢筋选用牌号
纵向钢筋		HRB400，HRB500
钢筋桁架	上弦钢筋	HRB400，CRB550
	下弦钢筋	HRB400，CRB550
	腹杆钢筋	HPB300，HRB400，CPB550

条文说明：当梁板一体化构件的平板和桁架预制板的受力钢筋在抗震工况下没有特别的延性要求时，可采用冷轧带肋钢筋。冷轧带肋钢筋强度高，可有效节约钢材，冷轧带肋钢筋的断后伸长率也可以保证叠合板塑性内力重分布。

4.2.2 预应力钢筋应采用低松弛的钢绞线、消除应力螺旋肋钢丝，力学性能指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。

4.2.3 钢筋焊接网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：为提高预制混凝土构件厂的生产效率，建议在梁板一体化构件、桁架预制板的生产中优先选用成品钢筋焊接网。

4.2.4 预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 级钢筋或 Q235B 圆钢制作，也可采用专用预埋吊件，吊环的设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

条文说明：本条与国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 第 9.7.6 条的规定保持一致。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，预制构件的吊装方式优先采用内埋式螺母、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，应根据相应的产品标准和应用技术规程选用。

4.2.5 预埋件、锚固板等材料及其设计应符合国家现行标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的有关规定。专用预埋件及连接件材料应符合国家现行相关产品标准的规定。

条文说明：对于抗震需求较低的主-次梁连接节点、次梁-楼板连接节点等，采用钢筋锚固板、预埋件等连接形式，也是可行的。其中，钢筋锚固板、预埋件和连接件，连接用焊接材料，螺栓、锚栓等紧固件，应分别符合国家或行业现行相关标准的规定。

4.2.6 钢材的力学性能指标应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。当结构构件处于外露情况和低温环境时，所使用的钢材性能尚应能满足耐大气腐蚀和避免低温冷脆的要求。

4.3 连接材料

4.3.1 梁板一体化构件的肋梁与预制承托梁节点处灌浆材料的性能应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的有关规定。

4.3.2 预制构件接缝处的填缝材料应具有良好的粘结强度和防水抗渗性能。填缝材料可采用益胶泥或聚合物改性水泥砂浆，表面可粘贴纤维网格布等柔性材料，填充前拼缝内应清理干净。

条文说明：梁板一体化构件接缝处理主要影响梁底或板底的表面观感，不影响主体结构的承载力。因此，接缝处可采用的多样化处理策略，例如对外观要求不高的工

业建筑，接缝处位置可不做处理；对学校、宿舍等表面观感要求较高的，可采用柔性嵌缝材料益胶泥，也可采用聚合物改性水泥砂浆，加表面粘贴抗裂耐碱纤维网格布。

4.3.3 预制构件接缝嵌缝用益胶泥的性能应符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 嵌缝用益胶泥性能

项目	指标
初凝时间，min	≥180
终凝时间，min	≤780
抗折强度（7d），MPa	≥3.0
抗压强度（7d），MPa	≥9.0
涂层抗渗压力（7d），MPa	≥1.0
拉伸粘结强度，MPa	≥1.0
浸水后拉伸粘结强度，MPa	≥1.0
热老化后拉伸粘结强度，MPa	≥1.0
耐碱性	无开裂、剥落

条文说明：益胶泥是以普通硅酸盐水泥、掺合料、细砂为基料，加入高分子改性剂或其他添加剂配制而成的防水、粘结材料。它属于水泥基聚合物复合材料，是聚合物水泥砂浆的一个种类，其中高分子益胶泥使用最为广泛。益胶泥施工工艺简单，且具有粘结强度高、耐水、耐高温等特点，能够与混凝土表面形成良好的粘结，适合作为预制构件接缝的柔性嵌缝材料使用。

4.3.4 连接用焊接材料，螺栓、锚栓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 的有关规定。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 梁板一体化叠合楼盖应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的有关规定，采用极限状态的分项系数设计方法进行设计。

条文说明：本规程按现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 以及《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的有关规定，采用概率极限状态设计方法，以分项系数的形式表达。本规程中的荷载分项系数按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《工程结构通用规范》GB 55001 的有关规定执行。

5.1.2 梁板一体化叠合楼盖结构的整体内力分析可采用与现浇混凝土楼盖相同的设计方法。

条文说明：梁板一体化叠合楼盖具有装配整体式结构的完整特征，根据现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定，可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构整体分析。

5.1.3 梁板一体化叠合楼盖应进行短暂设计状况验算。短暂设计状况应包括混凝土脱模、预应力筋放张、预制构件吊装、堆放、运输、安装、后浇。短暂设计状况下的构件设计验算应符合相关现行国家标准的规定。

条文说明：短暂设计状况下的梁板一体化构件验算应采用荷载基本组合，施工阶段梁板一体化预制构件的验算应采用荷载标准组合。

国家现行标准《工程结构通用规范》GB 55001、《混凝土结构设计标准》GB/T 50010、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 中，对于混凝土叠合楼盖均有相应规定，短暂设计状况下的构件设计验算应参照执行。

5.1.4 承受均布荷载的梁板一体化叠合楼盖框架梁、次梁，宜采用弹性分析方法计算内力设计值，并可对叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后第二阶段荷载产生的支座弯矩设计值进行适度调幅，调幅幅度不宜大于 20%。

条文说明：在竖向荷载作用下，可考虑框架梁、次梁梁端塑性变形内力重分布对梁端负弯矩乘以调幅系数进行调幅，梁端负弯矩减小后应按平衡条件计算调幅后的跨中弯矩。调幅仅针对叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后的第二阶段荷载，具体包括面层、吊顶等附加自重的永久荷载及使用阶段的可变荷载。

行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 第 5.2.3 条规定“装配整体式框架梁端负弯矩调幅系数可取为 0.7～0.8”，行业标准《预制预应力混凝土装配整体式框架结构技术规程》JGJ 224-2010 第 4.1.5 条规定“叠合式框架梁的弯矩调幅系数可取 0.8”。本规程综合考虑梁板一体化楼盖的节点构造，规定弯矩调幅系数不小于 0.8。

5.1.5 设置预埋件、吊环、吊装孔及各种内埋式预留吊具时，应对构件在吊点处承受吊装荷载的作用效应进行承载力验算，并应采取相应的构造措施，避免吊点处混凝土局部破坏。

5.2 梁板一体化叠合楼盖设计

5.2.1 梁板一体化叠合楼盖构件的内力应按下列两个阶段分别计算：

1 第一阶段——后浇的叠合层混凝土未达到强度设计值之前的阶段。荷载由预制构件承担，预制构件按简支构件计算；荷载包括预制构件自重、叠合层自重以及本阶段的施工可变荷载。

2 第二阶段——叠合层混凝土达到设计规定的强度值之后的阶段。叠合构件应按整体结构计算；荷载应取下列两种情况的较大值：

1）施工阶段 叠合构件自重、面层、吊顶等自重以及本阶段的施工可变荷载；

2）使用阶段 叠合构件自重、面层、吊顶等自重以及使用阶段的可变荷载。

条文说明：本条给出“二阶段受力叠合受弯构件”在叠合层混凝土达到设计强度前的第一阶段和达到设计强度后的第二阶段所应考虑的荷载。在第二阶段，因为当叠合层混凝土达到设计强度后仍可能存在施工活荷载，且其产生的荷载效应可能超过使用阶段可变荷载产生的荷载效应，因此应按这两种荷载效应中的较大值进行设计。

5.2.2 预制构件和叠合构件的正截面受弯承载力，应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定计算。其中，弯矩设计值应按下列规定取用：

1 预制构件的弯矩设计值应按下式计算：

$$M_1 = M_{1G} + M_{1Q} \tag{5.2.2-1}$$

2 叠合构件的正弯矩区段的弯矩设计值应按下式计算：

$$M = M_{1G} + M_{2G} + M_{2Q} \tag{5.2.2-2}$$

3 叠合构件的负弯矩区段的弯矩设计值应按下式计算：

$$M = M_{2G} + M_{2Q} \qquad (5.2.2\text{-}3)$$

式中：M_1 —— 预制构件的弯矩设计值；

M —— 叠合构件的弯矩设计值；

M_{1G} —— 预制构件自重和叠合层自重在计算截面产生的弯矩设计值；

M_{2G} —— 第二阶段面层、吊顶等自重在计算截面产生的弯矩设计值；

M_{1Q} —— 第一阶段施工可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值；

M_{2Q} —— 第二阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值，取本阶段施工可变荷载和使用阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值中的较大值。

4 在计算中，正弯矩区段的混凝土强度等级，应按叠合层取用；负弯矩区段的混凝土强度等级，应按计算截面受压区的实际情况取用。

条文说明：本条给出了预制构件和叠合构件的正截面受弯承载力的计算方法。当预制构件高度与叠合构件高度之比（h_1/h）较小（较薄）时，预制构件正截面受弯承载力计算中可能出现$\zeta>\zeta_b$的情况，此时纵向受拉钢筋的强度（f_y、f_{py}）应该用应力值σ_s、σ_p代替，σ_s、σ_p应按国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 第6.2.8 条计算，也可取$\zeta=\zeta_b$进行计算。

5.2.3 预制构件和叠合构件的斜截面受剪承载力，应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定计算。其中，剪力设计值计算应符合下列规定：

1 预制构件的剪力设计值应按下式计算：

$$V_1 = V_{1G} + V_{1Q} \qquad (5.2.3\text{-}1)$$

2 叠合构件的剪力设计值应按下式计算：

$$V = V_{1G} + V_{2G} + V_{2Q} \qquad (5.2.3\text{-}2)$$

式中：V_1 —— 预制构件的剪力设计值；

V —— 叠合构件的剪力设计值；

V_{1G} —— 预制构件自重和叠合层自重在计算截面产生的剪力设计值；

V_{2G} —— 第二阶段面层、吊顶等自重在计算截面产生的剪力设计值；

V_{1Q} —— 第一阶段施工可变荷载在计算截面产生的剪力设计值；

V_{2Q} —— 第二阶段可变荷载产生的剪力设计值，取本阶段施工可变荷载和使用阶段可变荷载在计算截面产生的剪力设计值中的较大值。

3 在计算中，叠合构件斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值（V_{cs}）应取叠合层和预制构件中较低的混凝土强度等级进行计算，且不应低于预制构件的受剪承载力设计值；对预应力混凝土叠合构件，可忽略预应力对受剪承载力的有利影响，取$V_p=0$。

条文说明：由于二阶段受力叠合梁斜截面受剪承载力试验研究尚不充分，本标准规定叠合梁斜截面受剪承载力仍按普通钢筋混凝土梁受剪承载力公式计算。在预应力混凝土叠合梁中，由于预应力效应只影响预制构件，故在斜截面受剪承载力计算中暂不考虑预应力的有利影响。在受剪承载力计算中混凝土强度偏安全地取预制梁与叠合层中的较低者；同时受剪承载力应不低于预制梁的受剪承载力。

5.2.4 叠合梁水平叠合面的受剪承载力验算应符合下列规定：

1 叠合面的受剪承载力验算应以支座点、弯矩绝对值最大点和零弯矩点为界限，划分为若干剪跨区分别进行（图 5.2.4）；

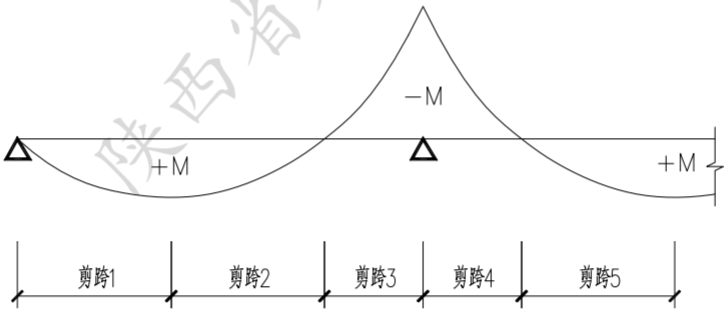


图 5.2.4 叠合梁剪跨区段的划分示意

2 每个剪跨区段内，叠合面上的纵向剪力（V_h）的计算可按下列规定执行：

1）当叠合面在混凝土受压区范围之外时，纵向剪力可按下式计算：

$$V_h = A_s f_y \tag{5.2.4-1}$$

式中：A_s —— 各剪跨区段梁纵向受力钢筋计算配筋面积；

f_y —— 纵向受力钢筋抗拉强度设计值。

2）当叠合面在混凝土受压区范围之内时，纵向剪力可按下式计算：

$$V_h = A_c f_c \tag{5.2.4-2}$$

式中：A_c —— 由 $M_{2G}+M_{2Q}$ 引起的叠合面以上混凝土受压区面积；

f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值。

3 各剪跨区段内的水平叠合面受剪承载力应按下式验算：

$$V_h \le c f_t A_{ch} + A_{sd} f_{yd}(\mu\sin\alpha+\cos\alpha) < 0.25 f_c A_{ch} \tag{5.2.4-3}$$

式中：f_t —— 混凝土轴心抗拉强度设计值；

A_{ch} —— 各剪跨区段的水平叠合面面积；

A_{sd} —— 各剪跨区段内，穿过叠合面的抗剪钢筋截面面积，箍筋可计入抗剪钢筋；

f_{yd} —— 抗剪钢筋抗拉强度设计值，且不大于 360N/mm²；

α —— 抗剪钢筋与水平叠合面的夹角 $0^\circ \le \alpha \le 90^\circ$；

c，μ —— 与水平叠合面粗糙度相关的系数，当为粗糙面时可取 c=0.45，μ=0.7。

4 抗剪钢筋配筋率（ρ_{sd}）不应低于 0.2%，配筋率应按下式计算：

$$\rho_{sd} = \frac{A_{sd}}{A_{ch}} \tag{5.2.4-4}$$

5 抗剪钢筋在叠合面两侧均应有可靠锚固，且锚固长度不应小于抗剪钢筋直径（d）的 15 倍。

5.2.5 未配置抗剪钢筋的叠合板，当水平叠合面为粗糙面时，可按下式进行水平叠合面的抗剪验算：

$$\frac{V}{bh_0} \le 0.4(\mathrm{N/mm^2}) \tag{5.2.5}$$

式中：V —— 叠合板支座处剪力；

b —— 叠合板宽度；

h_0 —— 叠合板有效高度。

条文说明：进行受弯构件的水平叠合面抗剪验算首先要明确验算的对象。受弯构件叠合面抗剪失效的后果必然是新旧混凝土界面间发生了相对水平错动。因此，取叠合面以上的现浇区域作为计算隔离体显然是合适的。问题在于该隔离体在纵向上的长度应如何取值。

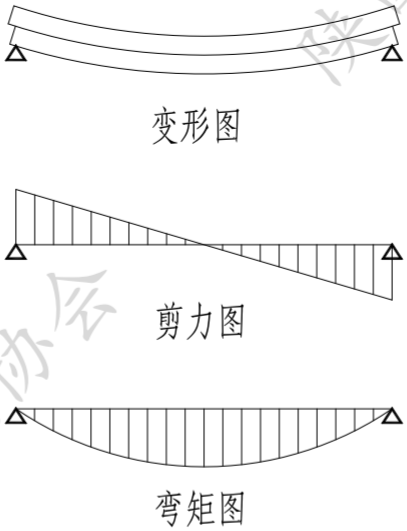


图 3　单跨简支梁内力变形示意图

以承受均布荷载的单跨简支梁为例，图 3 给出了叠合面失效时叠合梁的变形以及相应的内力图。不难发现，在弯矩极值点两侧的剪力反号，说明弯矩极值点两侧的错动变形趋势的方向相反，两侧结合面的抗剪验算并无关联。因此，对于简支梁应该以弯矩极值点为界，对两侧分别进行叠合面抗剪验算。对于多跨连续叠合梁，水平叠合面的抗剪承载力验算应以支座点、弯矩绝对值最大点和零弯矩点为界限，划分为若干剪跨区段分别进行验算（图 4）。各剪跨区段内，叠合面上的剪应力均同向。

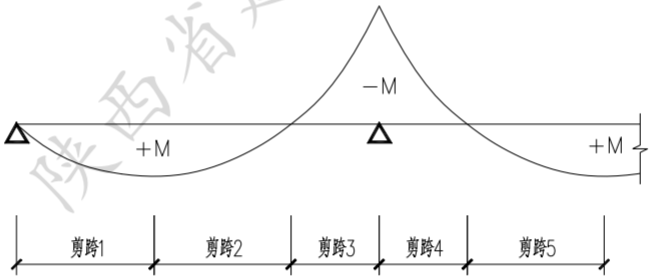


图 4　叠合梁剪跨区段的划分

弯矩为零的截面处，混凝土受压区压应力为零。如果隔离体在长度方向上取 $|M_{max}|$ 点至弯矩零点（图 5），可以利用水平方向力的平衡条件建立如下公式：

$$\int_a^b \tau \cdot dA_{ch} = \sigma A_c \qquad (1)$$

式中：τ——水平叠合面剪应力；

A_c——叠合面以上混凝土等效截面的受压区面积；

A_{ch}——叠合面面积；

σ——混凝土压应力。

公式（1）等号左侧即为剪跨内水平叠合面处的总剪力（V）。

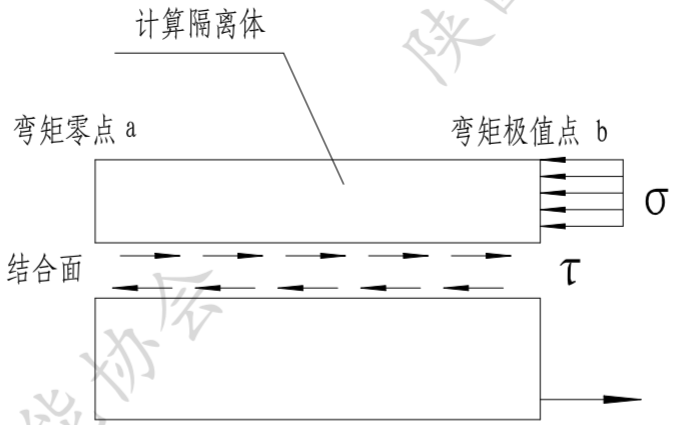


图 5　计算隔离体示意图

由公式（1）可知，可以通过剪跨区内$|M_{max}|$处，叠合面以上的混凝土受压区总压力来求得水平叠合面的总剪力。叠合面抗剪承载力的设计目标应该是：该破坏模式不应先于其他破坏模式出现。所以，公式（1）等号右侧的σ可用混凝土抗压强度设计值（f_c）替代。水平叠合面抗剪验算中，剪跨单元的水平总剪力（V）可按下式计算：

$$V = f_c A \tag{2}$$

利用公式（2）可以避免对剪应力进行复杂的积分运算。国家标准《钢结构设计标准》GB 50017-2017 第 14.3.4 条的正文及条文解释中指出：“焊钉等柔性抗剪连接件具有很好的剪力重分布能力，可按剪跨区段均匀布置连接件”。叠合梁中的箍筋显然属于柔性抗剪连接件，因此以剪跨划分计算隔离体，对各隔离体分别进行叠合面抗剪验算是可行的。

对于叠合面抗剪承载力的计算，Birkeland 最早提出的摩擦抗剪模型。该模型认为：沿着剪切平面的裂缝先于剪力作用形成；当剪力作用时，由于裂缝处凹凸不平，裂缝两侧在发生滑移的同时也产生分离，使得穿过剪切平面的钢筋产生拉力，从而在钢筋附近的混凝土中产生压力，沿着剪切平面就产生了摩擦抗剪强度。在抗剪钢筋适当锚固且配筋率适当的条件下，当钢筋中的拉应力达到屈服强度时，认为抗剪承载力失效。

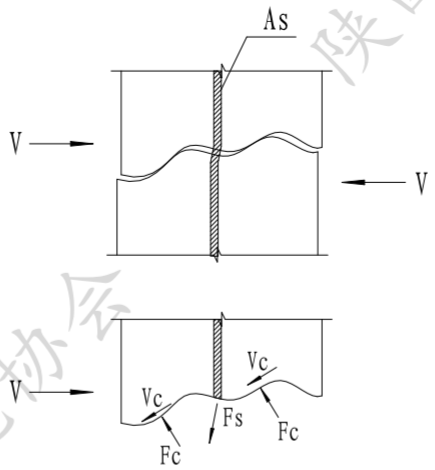


图 6　修正的摩擦剪切模型

部分学者对摩擦抗剪模型提出了修正：穿过剪切平面的钢筋中产生的拉力的水平分量即为钢筋的销栓作用，可直接抵抗剪力；拉力的垂直分量在钢筋附近的混凝土中产生压力，通过摩擦作用抗剪；裂缝处凸出物咬合点的直接承压也是剪力传递的重要途径（图 6）。当以上三者的抗剪能力之和小于作用剪力时，即认为抗剪承载力失效。

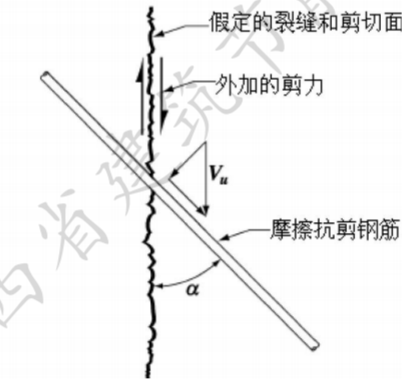


图 7　摩擦抗剪钢筋与叠合面交角示意图

根据修正剪切摩擦理论，并考虑摩擦抗剪钢筋与叠合面斜交的情形（图 7），可以获得摩擦抗剪验算的通式：$V_h \le cf_t A_{ch} + A_{sd} f_{yd}\ \mu\sin\alpha + A_{sd} f_{yd}\cos\alpha$，式中第 1 项体现咬合点的直接承压；第 2 项体现摩擦剪切效应；第 3 项体现钢筋的销栓作用。

规程编制组查阅了国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 公式（H.0.4-1）的原始试验数据，并参考 ACI 规范，欧洲规范的相关公式中计算系数的取值，通过大量的试算对比，最终确定推荐的计算系数取值。经过大量装配式工程实践，确认上述计算方法可以保证叠合构件的使用安全。

5.2.6　钢筋混凝土叠合构件应验算裂缝宽度和挠度，按荷载准永久组合或标准组合并计入长期作用影响所计算的最大裂缝宽度（w_{max}），不应超过现行国家标准《混凝

土结构设计标准》GB/T 50010 规定的最大裂缝宽度限值。

条文说明：混凝土叠合构件的裂缝宽度验算，应考虑二阶段受力叠合受弯构件的特点，按国家标准《混凝土结构设计标准》GB 50010-2010 第 H.0.8 条计算。

5.2.7 先张法预应力混凝土叠合受弯构件，预制构件应进行施工阶段抗裂、挠度及承载力验算，叠合构件应进行使用阶段抗裂、挠度及承载力验算。

条文说明：叠合式受弯构件经受施工阶段和使用阶段的不同受力状态，因此预应力混凝土叠合受弯构件应分别对预制构件和叠合构件进行抗裂、挠度与承载力验算。由于预制构件和叠合层可能选用强度等级不同的混凝土，故在正截面抗裂验算和斜截面抗裂验算中应按折算截面确定叠合后构件的弹性抵抗矩、惯性矩和面积矩。

5.2.8 并联叠合梁（图 5.2.8）的设计应符合下列规定：

1 预制肋梁端部与框架柱相接处应设置抗剪键槽，叠合梁端竖向接缝的受剪承载力验算应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定；

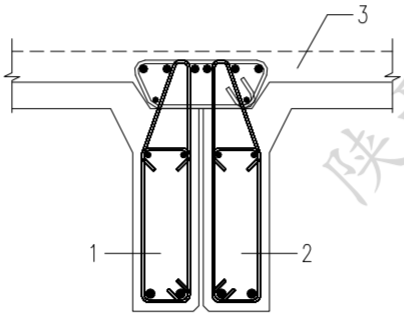
2 预制肋梁的底部纵向钢筋应锚入框架梁柱节点，抗震构造措施应符合现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关规定；

3 单侧肋梁宽度不应小于 125mm，肋梁高宽比不应大于 6，此时并联叠合梁正截面、斜截面承载力设计可按照组合截面整体计算；当并联叠合梁的肋梁高宽比大于 4 时，应按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定进行验算；

4 宜避免并联叠合梁承受扭矩，当进行扭曲截面承载力设计时，应按单侧叠合肋梁独立计算；

5 当并联叠合梁两侧的使用阶段可变荷载差异显著时，应计入两侧肋梁的受力差异影响；

6 并联叠合梁的后浇区内应设置封闭箍筋，预制肋梁的箍筋应锚入后浇区。



1—左侧肋梁；2—右侧肋梁；3—后浇混凝土

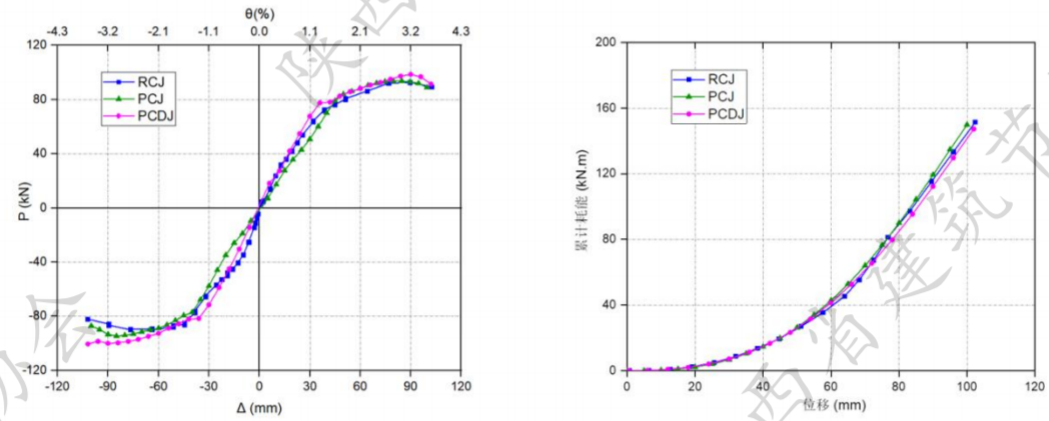
图 5.2.8 并联叠合梁示意图

条文说明：为有效控制单个预制梁的重量，降低对吊装设备起重能力的需求，可以将叠合梁的预制区域分成两个独立的预制构件，通过后浇层将其组合成为整体参与结构受力。

为研究两个预制构件组合形成的叠合梁的抗震性能，编制组于 2022 年 12 月进行了足尺试验（图 8），对现浇梁柱节点、常规叠合梁柱节点和并联叠合梁柱节点的全尺寸试件进行 MTS 循环加载试验。通过低周往复加载试验，从承载能力、变形能力、破坏模式方面对三种节点方案的抗震性能进行研究和比较。

图 8　节点试验照片

编制组对试验给出的滞回曲线、骨架曲线、位移延性、耗能、变形能力、关键部位钢筋应变情况和试件破坏特征进行分析（图 9），得到以下结论：与常规叠合梁相比，并联叠合梁的承载力、位移延性、耗能能力得到改善，达到了“性能等同现浇”的效果。



试件骨架曲线对比　　试件累积耗能曲线对比

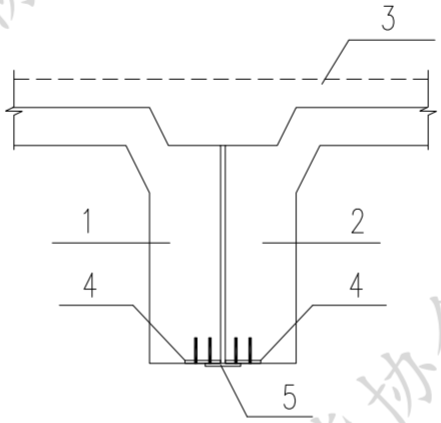
RCJ—现浇试件；PCJ—常规叠合试件；PCDJ—联合叠合试件

图 9　节点结果曲线

国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 第 6.3.1 条及其条文说明，给出了普通构件、薄腹构件截面限制条件的界限，以及两个截面限制条件过渡办法。

并联叠合梁斜截面承载力设计时，可根据上述规定，按两侧预制肋梁宽度分别计算后求和。

当需要增加并联叠合梁的抗扭刚度及承载力时，可以在肋梁的底部设置预埋钢板，在安装完成后，使用连接钢板与拼缝两侧的预埋钢板焊接，使得拼缝两侧的肋梁可以协同受扭，相关计算可以根据国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的相关规定进行。



1—左侧肋梁；2—右侧肋梁；3—后浇混凝土；4—预埋钢板；5—连接钢板

图 10　并联叠合梁抗扭加强示意图

请注意：梁板一体化免模免撑叠合楼盖结构体系设计时，会涉及“一种基于预制梁板单元的叠合梁结构及其施工方法”（ZL 202310942068.0）相关专利及核心技术，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

5.2.9　并联叠合梁与预制承托梁的钢牛腿连接节点设计（图 5.2.9），应符合下列规定：

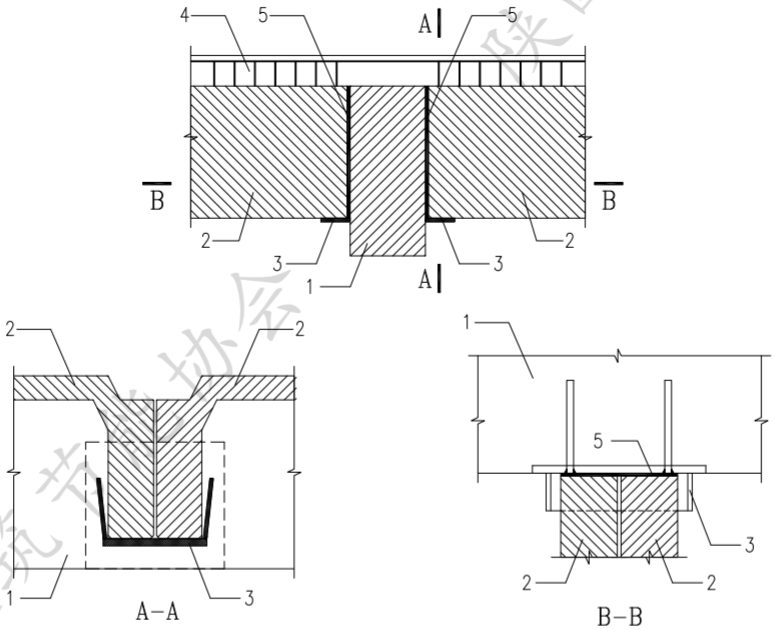
1　当采用锚筋将钢牛腿固定于预制混凝土承托梁时，应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定；

2　钢牛腿的底板可按 3 边简支、1 边自由的均布承载薄板进行内力分析，应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定；

3　钢牛腿的侧板可按悬臂板进行内力分析，并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定；

4　应对并联叠合梁端部进行局部承压验算；

5　当使用符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 规定的高强无收缩灌浆料对并联叠合梁端部与钢牛腿间的接缝进行填充后，可将连接节点视为刚性连接，按连续次梁进行设计。



1—预制承托梁；2—并联叠合梁；3—钢牛腿；4—后浇混凝土；5—高强无收缩灌浆料

图 5.2.9　并联叠合梁与预制承托梁的钢牛腿连接节点示意图

条文说明：并联叠合次梁通过预制承托梁的钢牛腿进行传递端部剪力，因此钢牛腿需要在强度、刚度和延性性能上满足主次梁节点的相关要求，足尺试验和弹塑性有限元分析均证明按照本规程条文设计的钢牛腿具有足够的安全度。为避免在主体结构在罕遇地震工况下不至发生梁板一体化构件的脱落，对钢牛腿底板的外伸长度进行了限制。

当主次梁节点按铰接设计时，根据国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 第 5.5.5 条及其条文说明，次梁底筋可不伸入主梁内。当主次梁节点按刚接设计时，必须用高强无收缩灌浆料将次梁端部与钢牛腿间的接缝灌实，确保预制次梁下部混凝土与钢牛腿密贴，能够可靠地传递压力，进而实现次梁端部可以可靠传递负弯矩。

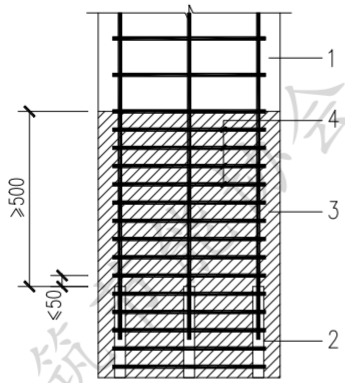
5.2.10　当梁板一体化叠合楼盖支承在预制柱上时，预制柱的设计除应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1　矩形柱截面边长不宜小于 400mm，圆形截面柱直径不宜小于 450mm，且不宜小于同方向梁宽的 1.5 倍。

2　柱纵向受力钢筋在柱底连接时，柱箍筋加密区长度不应小于纵向受力钢筋连接区域长度与 500mm 之和；当采用套筒灌浆连接或浆锚搭接连接等方式时，套筒或搭接段上端第一道箍筋距离套筒或搭接段顶部不应大于 50mm（图 5.2.10-1）。

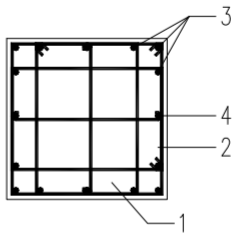
3　柱纵向受力钢筋直径不宜小于 20mm，纵向受力钢筋的间距不宜大于 200mm

且不应大于 400mm。柱的纵向受力钢筋可集中于四角配置且宜对称布置。柱中可设置纵向辅助钢筋，辅助钢筋的直径不宜小于 16mm；当正截面承载力计算不计入纵向辅助钢筋时，纵向辅助钢筋可不伸入框架节点（图 5.2.10-2）。



1—预制柱；2—连接接头；
3—箍筋加密区（阴影区域）；4—加密区箍筋

图 5.2.10-1　柱底箍筋加密区域构造示意图



1—预制柱；2—箍筋；
3—纵向受力钢筋；4—纵向辅助钢筋

图 5.2.10-2　柱集中配筋构造平面示意图

条文说明：本条与国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 第 5.6.3 条规定一致。

为了提高装配式框架梁柱节点的安装效率和施工质量，当梁的纵筋和柱的纵筋在节点区位置有冲突时，柱可采用较大的纵筋间距，并将钢筋集中在角部布置。当纵筋间距较大导致箍筋肢距不满足现行规范要求时，可在受力纵筋之间设置辅助纵筋，并设置箍筋箍住辅助纵筋，可采用拉筋、菱形箍筋等形式。为了保证对混凝土的约束作用，纵向辅助钢筋直径不宜过小。辅助纵筋可不伸入节点。为了保证柱的延性，建议采用复合箍筋。

5.2.11　先张法预应力混凝土梁板一体化构件的设计应符合下列规定：

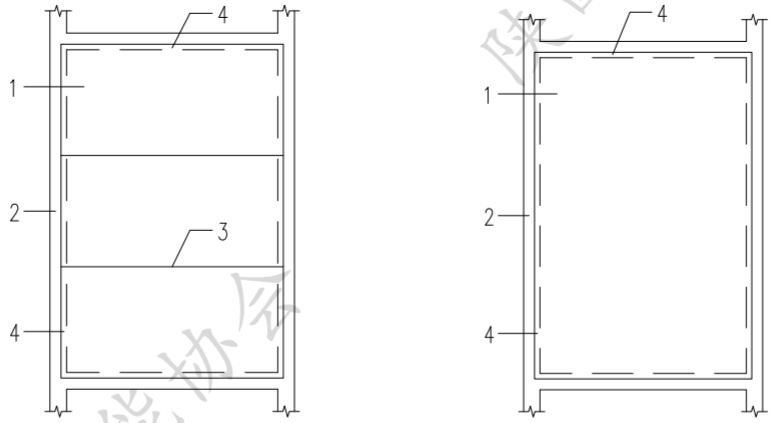
1　预应力筋应布置在肋梁中；

2　次梁梁底可不布置普通钢筋；

3　主梁应采用普通钢筋、预应力筋混合配筋，其中跨中梁底可不配置普通钢筋，但支座梁底应配置普通钢筋；

4　同一个梁板一体化构件两个肋梁的预应力筋配筋数量、张拉系数宜相同。

5.2.12　桁架叠合板可根据板格的长宽比、支座构造和板面荷载分布选择不同的接缝构造。梁板一体化叠合楼盖宜采用密拼式分离接缝或无接缝板（图 5.2.12）。



（a）密拼式接缝板　　（b）无接缝板

1—预制叠合板；2—梁或墙；3—板侧分离式接缝；4—板端

图 5.2.12　预制板布置形式示意图

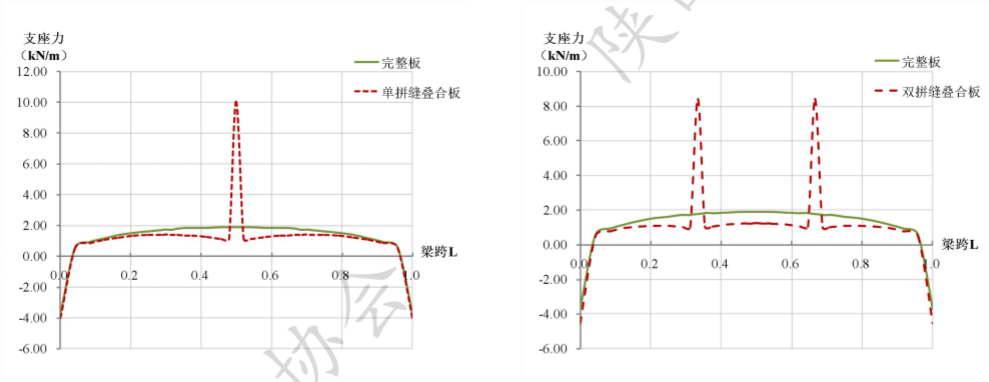
条文说明：当前，叠合楼板作为装配式楼盖的重要组成部分得到了普遍的应用。由于运输条件限制，尺寸较大的预制板块需分割成若干板片在现场进行拼装。预制板间的接缝处理是叠合楼板与无接缝板最大的不同之处。根据行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1-2014 的相关规定，叠合楼板可以使用密拼式接缝、后浇带式接缝和无接缝等形式。

密拼分离式接缝施工工法德国、法国、日本等国应用多年，获得了很好的效果，是各国主流的预制楼盖施工方法。从 2008 年左右，密拼缝叠合楼板在我国也有广泛的应用。实践证明，并未发现沿楼板拼缝处开裂的情况。密拼分离式接缝在工艺性方面具有突出的优势。

由于密拼分离式接缝的存在，在竖向荷载作用下，接缝两侧的叠合板转角是不连续的。但是，楼板在荷载作用下的角位移相对楼板的挠度是二阶量，由角位移差引起的接缝两侧的水平变形在工程精度上可以忽略不计。

采用四面出筋的“整体式接缝构造”拼缝做法，不但构件生产运输难度大、现场安装困难，而且由于后浇带处经常出现漏浆，使得新旧混凝土结合面难以保证质量，大量工程的拼缝部位由于表面不平整，往往需要二次打磨。后浇带式接缝板不具备免模免撑特征。因此，不作为本规程推荐使用的形式。

编制组研究成果表明：密拼缝叠合楼板在与拼缝垂直的支承边方向上的传载模式与整浇板存在一定的差异。按单向板模式进行导载处理误差较大，在与拼缝平行的支承边上偏于不安全。不能地把密拼缝叠合楼板就简化为单向板进行整体分析。

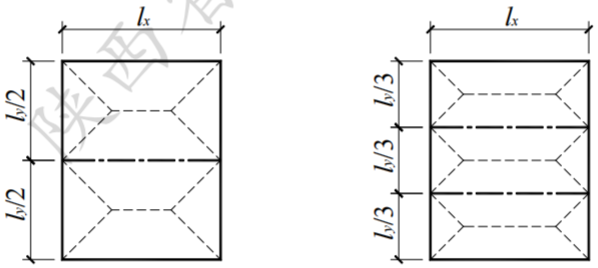


（a）完整板与单拼缝叠合板对比　　（b）完整板与双拼缝叠合板对比

图 11　垂直拼缝方向支座反力对比

研究结果表明：在垂直拼缝方向的支承边上，密拼缝叠合板的总支座反力和跨中接缝处的反力集中效应对支承边弯矩的影响不能忽略（图 11）。考虑到现有结构计算软件的功能和工程实践中对于便捷性的需求，在对大量有限元分析结果的归纳分析后，建议：可以在整体电算时，在拼缝处设置虚梁，将密拼缝叠合板分为多个子块，每个子块仍采用基于塑性铰线的双向板经典导载模式（图 12），导载的结果与足尺试验和有限元分析结果较为接近，可以满足工程要求的精度。

因此，结构整体分析中桁架叠合板区域的竖向荷载传递，当采用分离式接缝时，可在拼缝处设置虚梁，将板格分为多个子板格，每个子板格内可采用基于塑性铰线的导载模式。



（a）单拼缝叠合板　　（b）双拼缝叠合板

图例符号含义如下：———代表支撑边；—·—·—代表接缝；------代表导载塑性铰线。

图 12　分离式接缝竖向荷载传递图示

5.2.13　当四边均有支承构件的板格采用叠合板，并采用分离式接缝时，竖向工况下叠合板内力可根据接缝的传力特征进行计算，宜符合下列规定：

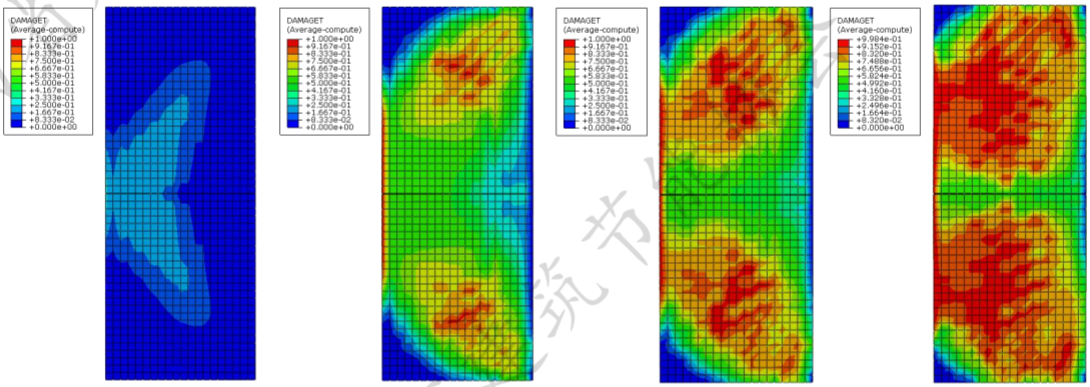
1　当板格的长宽比小于或等于 2 且板格内接缝数量不超过 2 条时，可按本规程附录 B 的有关规定使用查表法确定设计内力；

2　当板格的长宽比大于 2 或板格内接缝数量大于 2 条时，可按现浇混凝土单向

板相同的方法进行内力计算。

条文说明：对密拼式整体接缝双向板进行的加载试验结果表明，板底塑性铰线走势与现浇双向板基本一致，但接缝对两个方向的内力分布有一定影响。

当区格长宽比不大于 2 时，如采用密拼式分离接缝，虽然桁架预制板的接缝不能传递弯矩，但是由于有整浇的后浇混凝土层，桁架叠合板整体仍表现出完整的双向板受力特征。编制组的研究成果表明（图 13、图 14）：密拼缝叠合楼板的刚度和极限承载力较整体现浇板略有下降；但是两者在正常使用状态下的差别是极为有限的。密拼缝叠合楼板具有足够的安全储备。密拼缝叠合楼板具有明显的双向导载特征。根据拉伸损伤区域的分布和发展特点，单一拼缝的密拼缝叠合楼板和两个并联受力的三边简支一边自由板在受力性态和破坏模式上具有高度的相似性。



第一阶段　　第二阶段　　第三阶段　　第四阶段

图 13　密拼缝板底混凝土拉伸损伤云图

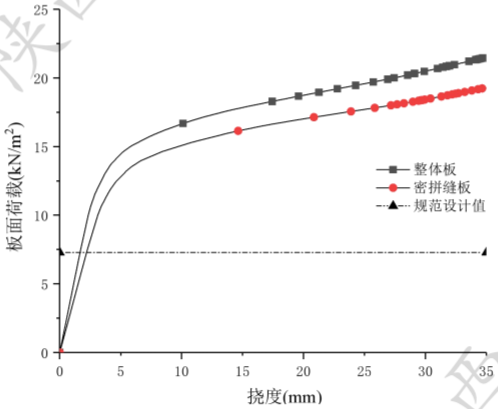


图 14　整体板与密拼缝板的荷载-挠度曲线

主编单位于 2021 年 7 月在福州进行了四边简支密拼式分离接缝叠合楼板的足尺试验（图 15）。试验构件的预制板厚度为 50mm，现浇层厚度为 50mm，平面尺寸为 3m×3m 和 3m×4.5m 两组，对于每组试件中包含完整板、单拼缝板和双拼缝板等三种预制方案。最大加载水平为（15~18）kN/m²。

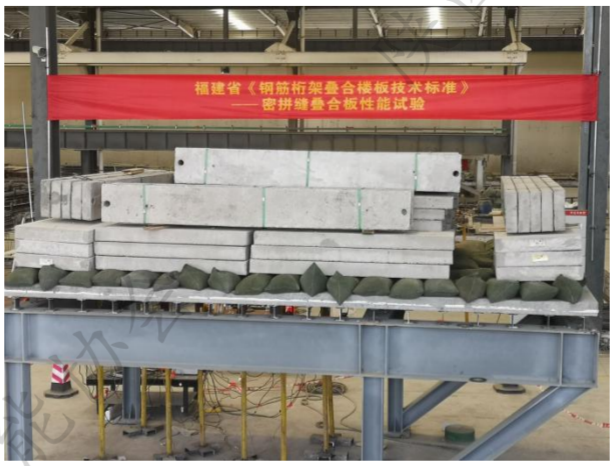
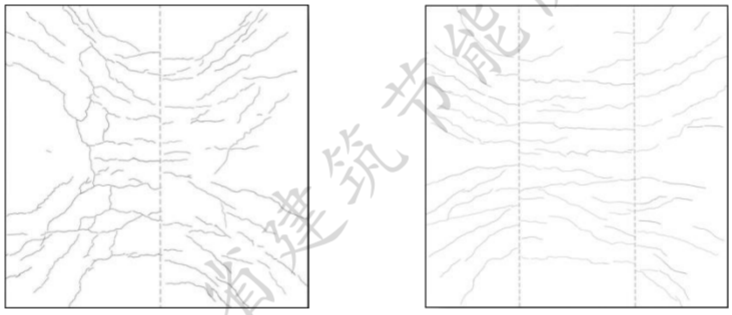


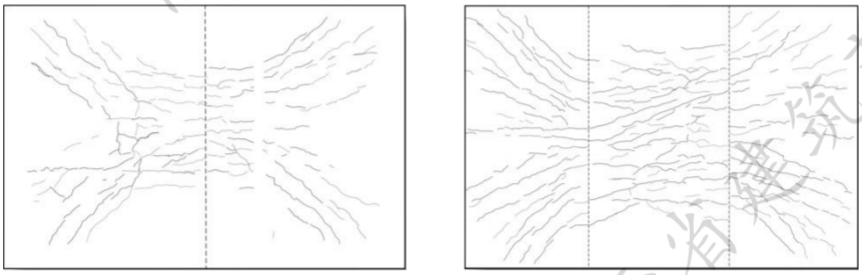
图 15　足尺试验现场照片

试验结果显示（图 16~图 18）：密拼分离式接缝的叠合板极限抗弯性能较整体板有所降低，但实际承载能力远高于规范限值；在规范设计荷载水平下，密拼分离式接缝叠合板的工作性能与整体板差别很小。叠合板试验结果与有限元分析的吻合度高，破坏模式与预期一致。



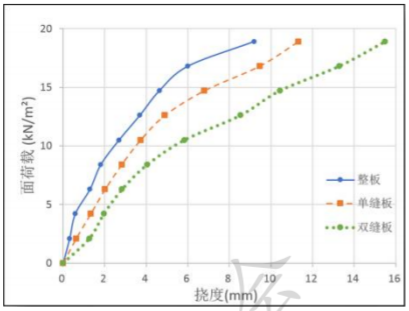
单缝叠合板　　双缝叠合板

图 16　3m×3m 足尺试验裂缝分布图（板面均布荷载 18kN/m^2）

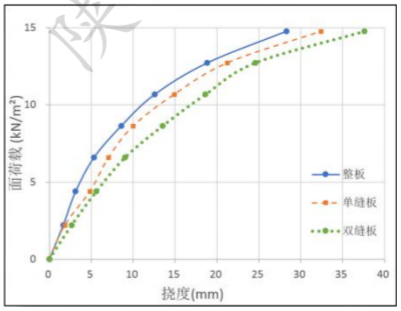


单缝叠合板　　双缝叠合板

图 17　3m×4.5m 足尺试验裂缝分布图（板面均布荷载 15kN/m^2）



3m×3m



3m×4.5m

图 18　足尺试验荷载挠度曲线

5.3　施工验算

5.3.1　梁板一体化叠合楼盖构件施工阶段的验算应包括下列内容：

1　预制构件脱模、翻转、堆放、运输、吊运、安装等的验算；

2　预制构件施工阶段承载力验算；

3　主次梁连接节点承载力验算；

4　梁柱节点临时支撑承载力和稳定性验算；

5　吊点及预埋件承载力验算。

条文说明：预制构件在制作、运输、安装各阶段的内力分布与构件在结构整体分析中的情况差别较大，按相应阶段分别进行验算，必要时应根据施工验算调整施工图设计的配筋方案，以满足构件在不同阶段的强度、刚度要求。

5.3.2　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：本条规定与现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 相同。根据国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 第 9.7.6 条及其条文说明，吊环应力限值已考虑动力系数、折减系数，计算吊环截面应力时，荷载取标准值，不用再乘动力系数。

5.3.3　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：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，根据经验一般不小于 1.5kN/m²。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。

5.3.4 预制构件的施工验算应符合下列规定：

1 钢筋混凝土和预应力混凝土构件正截面边缘的混凝土法向压应力，应满足下式要求：

$$\sigma_{cc} \leq 0.8 f'_{ck} \qquad \sigma_{cc} \leqslant 0.8 f'_{ck} \tag{5.3.4-1}$$

式中：σ_{cc} —— 各施工环节在荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土法向压应力（N/mm²），可按毛截面计算；

f'_{ck} —— 与各施工环节的混凝土立方体抗压强度相应的抗压强度标准值（N/mm²），按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 以线性内插法确定。

2 钢筋混凝土构件开裂截面处受拉钢筋的应力应满足下式要求：

$$\sigma_s \leqslant 0.7 f_{yk} \tag{5.3.4-2}$$

式中：σ_s —— 各施工环节在荷载标准组合作用下的受拉钢筋应力，应按开裂截面计算（N/mm²）；

f_{yk} —— 受拉钢筋强度标准值（N/mm²）。

3 预应力混凝土构件正截面边缘的混凝土法向拉应力，宜满足下式要求：

$$\sigma_{ct} \leqslant 1.0 f'_{tk} \tag{5.3.4-3}$$

式中：σ_{ct} —— 各施工环节在荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土法向拉应力（N/mm²），可按毛截面计算；

f'_{tk} —— 与各施工环节的混凝土立方体抗压强度相应的抗拉强度标准值（N/mm²），按现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 以线性内插法确定。

4 后浇叠合层施工阶段验算时，施工可变荷载可取 1.5kN/m²。

条文说明：本条规定了钢筋混凝土和预应力混凝土预制构件的施工验算要求。如设计规定的施工验算要求与本条规定不同，可按设计要求执行。通过施工验算可确定

各施工环节预制构件需要的混凝土强度，并校核预制构件的截面和配筋。参考国内外规范的相关规定，本标准以限制正截面混凝土受压、受拉应力及受拉钢筋应力的形式给出了预制构件施工验算控制指标。

本条公式中计算混凝土压应力（σ_{cc}）、混凝土拉应力（σ_{ct}）、受拉钢筋应力（σ_s）均采用荷载标准组合。受拉钢筋应力（σ_s）按开裂截面计算，可以按国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010-2010 第 7.1.3 条规定的正常使用极限状态验算平截面基本假定计算；对于单排配筋的简单情况，也可以按该标准第 7.1.4 条的简化公式计算σ_s。

本条第 2 款规定的施工过程中允许出现裂缝的情况，可由设计单位与施工单位根据设计要求共同确定，且只适用于配置纵向受拉钢筋屈服强度不大于 500MPa 的构件。本款规定与国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 第 9.2.3 条的规定一致。

5.3.5 预制构件的挠度可按结构力学方法计算，按实际受力的永久荷载标准值计算的构件变形限值应取计算跨度的 1/400。

条文说明：本规程参照国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 第 4.3.8 条、第 4.3.9 条的规定“按结构表面外露的模板，按永久荷载标准值计算的构件变形限值取计算跨度的 1/400”。

混凝土受弯构件的挠度主要取决于构件的刚度。本条假定在同号弯矩区段内的刚度相等，并取该区段内最大弯矩处所对应的刚度；对于允许出现裂缝的构件，它就是该区段内的最小刚度，这样做是偏于安全的。当支座截面刚度与跨中截面刚度之比在本条规定的范围内时，采用等刚度计算构件挠度，其误差一般不超过 5%。

5.4 构造规定

5.4.1 梁板一体化构件的平板厚度不应小于 50mm，不宜小于 60mm；并联叠合框架梁总宽度不应小于 300mm，并联叠合次梁总宽度不应小于 250mm；平板与肋梁连接处最小厚度不应小于平板厚度。

条文说明：国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021 第 4.4.4 条第 5 款规定“预制钢筋混凝土实心叠合楼板的预制底板不应小于 50mm”，行业标准《装配式混

凝土结构技术规程》JGJ 1-2014 第 6.6.2 条规定“叠合板的预制板厚度不宜小于 60mm”。

国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021 第 4.4.4 条第 1 款规定“矩形截面框架梁的截面宽度不应小于 200mm”，本规程考虑非贯通接缝的影响，将要求适度提高为主梁宽度不应小于 300mm。

5.4.2 梁板一体化构件的平板设置钢筋桁架时，上表面可为自然粗糙面；肋梁上表面粗糙面凹凸差不应小于 6mm。

条文说明：平板设置钢筋桁架时，上表面采用自然粗糙面可达到叠合面抗剪要求。肋梁上表面粗糙面凹凸深度要求同常规预制叠合梁。

5.4.3 梁板一体化构件的平板配筋应符合下列规定：

1 应根据计算确定是否设置钢筋桁架；需设置钢筋桁架时，钢筋桁架应垂直肋梁布置，距板边不宜大于 300mm，间距不宜大于 600mm；也可根据需要设置其他形式的刚度增强单元；

2 板底配筋优先采用焊接钢筋网；

3 平板与肋梁连接处应在上部配置抗裂钢筋，钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm。

5.4.4 梁板一体化叠合楼盖板面纵向钢筋应符合下列规定：

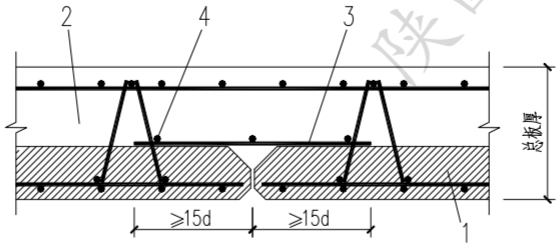
1 对于中节点支座，板面钢筋应贯通。

2 对于端节点支座，板面钢筋伸至梁支座的长度不应小于受拉钢筋的锚固长度 la；当截面尺寸不满足直线锚固要求时，可伸至梁支座外侧纵筋内侧后弯折 $15d$，此时设计按铰接时，水平段长度不小于 $0.35la$，设计按充分利用钢筋的抗拉强度时，水平段长度不小于 $0.6la$。

3 支座负弯矩钢筋向跨内延伸的长度应根据负弯矩图确定，并满足钢筋锚固的要求。

5.4.5 桁架预制板间采用密拼式分离接缝连接时，应符合下列规定：

1 接缝处紧贴桁架预制板顶面宜设置垂直于接缝的附加钢筋，附加钢筋伸入两侧后浇混凝土叠合板的锚固长度不应小于附加钢筋直径的 15 倍；



1—预制板；2—后浇叠合层；3—附加钢筋；4—横向分布钢筋

图 5.4.4　密拼式分离接缝构造示意

2　附加钢筋截面面积不宜小于桁架预制板中与附加钢筋同方向钢筋的截面面积，附加钢筋直径不应小于 6mm，间距不宜大于 250mm；

3　垂直于附加钢筋的方向应布置横向分布钢筋，在搭接范围内不宜少于 3 根，横向分布钢筋直径不应小于 6mm，间距不宜大于 250mm。

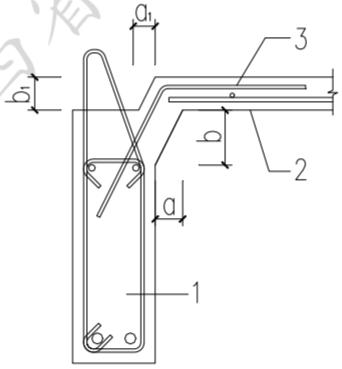
条文说明：在预制板侧面，为了生产及安装的方便，可不伸出构造钢筋，但应设置附加钢筋以保证楼盖的整体性。

5.4.6　肋梁与平板连接处加腋构造（图 5.4.5）应符合下列规定：

1　加腋宽度（a 及 a_1）不应小于 50mm；加腋高度（b）不应小于 100mm；

2　加腋处应设置板面附加钢筋，附加钢筋在肋梁及平板内的锚固长度应大于 l_a；

3　附加钢筋直径不应小于 8mm，间距不应大于 200mm。



A—加腋区下宽度；b—加腋区下高度；a_1—加腋区上宽度；b_1—加腋区上高度；

1—平板；2—肋梁；3—附加钢筋（抗裂钢筋）

图 5.4.5　肋梁与平板连接处构造示意图

5.4.7　预制承托梁的钢牛腿底板厚度不应小于 20mm，侧板厚度不应小于 16mm，底板外伸长度不应小于 100mm。

6　生产、运输与堆放

6.1　一般规定

6.1.1　预制构件应制定生产方案。生产方案应包括生产计划、生产工艺、模具方案及计划、质量与安全控制措施、成品保护、运输与堆放等。

6.1.2　当采用预应力梁板一体化构件时，宜采用长线台先张法工艺生产。

6.1.3　预制构件出厂应检验原材料质量、隐蔽检验结果、混凝土强度、预制构件外观质量等检验资料。

条文说明：当构件出厂日期早于混凝土强度检验的龄期时间时，出厂合格判定可以混凝土强度之外的原材料质量、隐蔽检验结果、预制构件外观质量为准，混凝土强度报告可在龄期达到后补提供。

6.1.4　预制构件经检验合格后，应在构件表面明显位置标志出厂时间，并应出具下列质量合格证明文件：

1　出厂合格证；

2　混凝土强度检验报告；

3　合同要求的其他质量证明文件。

6.2　生产

6.2.1　原材料进厂时，应按批次检查原材料质量证明文件、材料外观、规格、生产日期等，并按相关标准规定进行抽样检验。

6.2.2　模具使用前应验收合格，模具的强度、刚度和稳定性应满足预制构件生产工艺的需要；模具组装应牢固、严密、不漏浆，且拆装方便。

6.2.3　模具拼装完成后，模具尺寸允许偏差和检验方法应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3　模具尺寸允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差（mm）	检验方法
1	长度	≤6m	0，-3	测量两侧边长度，取其中偏差绝对值较大值
		>6m	-1，-7	
2	宽度		0，-3	测量两端，取其中偏差绝对值较大值
3	高（厚）度		+2，-4	测量两端，取其中偏差绝对值较大值
4	底模表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺测量
5	对角线差		3	测量两对角线，计算差值

6	侧向弯曲	L/1500 且≤5	拉线，测量侧向弯曲最大处
7	翘曲	L/1500 且≤5	对角拉线，测量拉线中点间距离，其值的 2 倍为翘曲值
8	组装缝隙	1	用塞片或塞尺测量，取最大值

注：L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸（mm）。

条文说明：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。

本条在国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 第 9.3.3 条相关规定的基础上，将模具尺寸允许偏差的长度、宽度调整为负偏差，以提高预制构件安装的可实施性。

6.2.4 模具每次使用后应清理干净，模具内侧不应留有水泥浆和混凝土残渣。

6.2.5 先张法预应力混凝土构件的生产应符合下列规定：

1 长线台两端应设置可靠的锚固端、张拉端，并将多个梁板一体化构件模具安装在长线台上；

2 相邻模具的安装间隔距离，应考虑设计规定的梁端预应力筋伸出长度；

3 钢筋安装时，宜采取定位措施，应先安装箍筋、非预应力纵向钢筋，再安装预应力筋；

4 模具中、模具间应设置预应力筋定位措施，预应力筋位置保护层厚度应符合设计文件的规定；

5 当台座锚固端、张拉端预应力筋定位点与模具中预应力筋位置不一致时，应采取措施进行转换，并适当考虑转换措施对有效预应力的影响；

6 预应力筋张拉设备及压力表应定期维护和标定；

7 当预应力筋单根张拉时，单个梁的预应力筋宜对称、交错张拉；

8 预应力筋放张宜采取缓慢放张工艺进行逐根或整体放张，放张后预应力筋的切断顺序宜从张拉端依次切向另一端；

9 放张时混凝土强度应满足设计要求，且同条件养护的混凝土立方体抗压强度不应低于设计混凝土强度等级值的 75%。

条文说明：考虑梁板一体化构件的特点，生产将模具安装在长线台锚固端、张拉端之间。设计会根据构造要求提出梁端预应力筋伸出长度，模具安装时间隔距离应大于 2 倍伸出长度，以确保切断后梁端预应力伸出长度符合设计要求。

预应力筋张拉设备的标定期限一般不超过半年，当使用过程中出现反常现象或张拉设备维修后，需要重新标定。

6.2.6 混凝土浇筑应符合下列规定：

1 混凝土应均匀连续浇筑，投料高度不宜大于 600mm，并应均匀摊铺；

2 振捣设备应根据混凝土品种、工作性能、预制构件规格和形状等确定；

3 当采用振捣棒时，混凝土振捣过程中不应触碰钢筋骨架和预埋件；

4 预制板混凝土浇筑厚度应严格控制，并应使用专用工具进行测量。

6.2.7 预制构件混凝土浇筑完毕，应按工艺要求养护。当采用蒸汽养护时，应包括静停、升温、恒温、降温四个阶段。升降温梯度不宜超过 20℃/h，且最高温度不宜超过 70℃。

6.2.8 脱模起吊时，混凝土强度应经计算确定，且混凝土抗压强度不宜小于 15MPa。

6.2.9 预制构件脱模后，应对一般缺陷进行修补，直至满足质量要求。

条文说明：一般缺陷判定根据现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定确定。

6.3 质量检验

6.3.1 预制构件生产过程及出厂前均应按现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行质量检验，检验合格的构件方可出厂。

条文说明：预制构件生产过程及出厂前均应按现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求进行质量检验，检验合格的构件方可出厂。

6.3.2 梁板一体化构件的尺寸偏差和检验方法应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 梁板一体化构件尺寸允许偏差和检验方法

<table>
<tr><th>项次</th><th colspan="3">检验项目</th><th>允许偏差(mm)</th><th>检验方法</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td rowspan="4">规格尺寸</td><td rowspan="2">长度</td><td>≤6m</td><td>+4，-6</td><td rowspan="2">测量两侧边长度，取其中偏差绝对值较大值</td></tr>
<tr><td>＞6m</td><td>+5，-10</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">宽度</td><td>+2，-6</td><td>测量两端，取其中偏差绝对值较大值</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">厚度</td><td>±5</td><td>测量四角位置，取其中偏差绝对值较大值</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">对角线差</td><td>6</td><td>测量两对角线，计算差值</td></tr>
<tr><td>5</td><td rowspan="3">外形</td><td colspan="2">下表面平整度</td><td>3</td><td>用 2m 靠尺和塞尺测量</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">侧向弯曲</td><td>L_1/1000 且≤5</td><td>拉线，测量侧向弯曲最大处</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">翘曲</td><td>L_1/1000 且≤5</td><td>对角拉线，测量拉线交点间距离，其值的 2 倍为翘曲值</td></tr>
</table>

项次	检验项目			允许偏差(mm)	检验方法
8	预埋件	预埋钢板	中心位置	5	测量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
			平面高差	0，-5	测量预埋件平面与混凝土面的最大缝隙
9		预埋螺栓	中心位置	2	测量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
			外露长度	+10，-5	用尺量
10		预埋电盒	中心位置	10	测量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
			与表面混凝土高差	0，-5	用尺量
11	预留孔洞	中心位置		5	测量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
		孔尺寸		±5	测量纵横两个方向尺寸，取其中偏差较大值
12	预留钢筋	中心位置		3	测量纵横两个方向的中心线位置，取其中偏差较大值
		外露长度		±5	用尺量
13	钢筋桁架高度			0，+5	用尺量
14	纵向肋梁高度、宽度			±5	用尺量

注：L_1 为构件长度（mm）。

条文说明：本条在国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 第 9.7.4 条相关规定的基础上，将预制构件外形尺寸允许偏差的长度、宽度调整为负偏差，以提高预制构件安装的可实施性。

本条规定梁板一体化构件的尺寸允许偏差和检验方法，尺寸偏差可根据工程设计需要适当从严控制。桁架预制板的尺寸允许偏差和检验方法，按国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 第 9.7.4 条执行。

6.3.3 预制构件出厂质量检验应包括下列内容：

1 产品标识；

2 外观质量和尺寸偏差；

3 粗糙面质量；

4 预埋件、吊点、钢筋的规格、数量、位置；

5 预留孔洞的规格、数量、位置。

6.4 运输和堆放

6.4.1 预制构件运输和堆放前，应根据项目具体情况制定运输与堆放方案，方案内容应包括运输时间、次序、运输线路、固定方式、堆放场地、堆放支垫及成品保护措施等。

条文说明：预制构件堆放和运输涉及质量和安全要求，需要按工程和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。请注意：梁板一体化预制构件运输时，可能会涉及“梁板一体化单元用运输装置及其安装方法”（ZL 202310718689.0）相关专利及核心技术，使用者可直接与本规程主编单位协商处理。

6.4.2 预制构件堆放应符合下列规定：

1 堆放场地应平整、坚实，并应具有排水措施；

2 堆放前应对预制构件进行清理；

3 堆放时不得倒置，并应平放。底层梁板一体化构件与地面之间应留有一定空隙，宜采用通长垫木；各层预制构件下部应设置支垫，支垫应上下对齐，且不得脱空；

4 梁板一体化构件堆放层数不宜超过 4 层，当超过 4 层时，应采取措施或经计算确定。

6.4.3 除设计要求外，预制构件出厂时混凝土强度等级不宜低于设计值的 75%。

6.4.4 预制构件装车前应进行下列检查：

1 钢丝绳、吊钩、吊具、专用运输架等完好、齐全；

2 吊具应与梁板一体化构件规格、型号匹配，不得有错挂、漏挂现象。

6.4.5 预制构件运输过程中应采取下列安全控制措施：

1 宜选用平板车，预制构件应平放；

2 当采用专用运输架时，预制构件应与专用运输架捆绑牢固；

3 预制构件边角和捆绑接触部位的混凝土应采用柔性垫衬材料保护；车厢板、专用运输架和预制构件间应放入柔性材料。

7　施工安装

7.1　一般规定

7.1.1　施工前应进行图纸会审，应编制专项施工方案并对施工人员技术交底。

条文说明：专项施工方案需要按规定程序审批。专项施工方案包括局部临时支撑、吊装方案以及现浇层浇筑等施工工艺流程、施工材料、施工设备、操作方法、质量保证措施、质量问题的处理及安全措施等内容。构件安装应设专人指挥，作业人员必须规范操作。遇有大雾、雨天和 5 级以上大风等恶劣天气时，需要停止安装活动。

7.1.2　梁板一体化叠合楼盖正式施工前，宜选择有代表性的单元或部分进行试安装。

7.1.3　预制构件进场时应按本规程第 8.2 节的有关规定进行验收。浇筑混凝土之前，应对连接钢筋、板面纵筋、设备管线等进行隐蔽工程验收。

7.2　构件安装

7.2.1　吊装施工前应符合下列规定：

1　施工单位应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定和吊装方案的要求对吊具、索具进行检验，并应核实现场环境、天气、道路状况等，确认满足吊装施工要求；

2　施工单位应根据工程特点和吊装计划安排施工作业人员，并应配备劳动防护用品；

3　吊装施工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；

4　施工单位应核对预制构件的混凝土强度、规格和编号，并应测量放线、设置定位标识等。吊装时应严格按编号顺序起吊。

条文说明：现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666，对于吊具、吊索的要求有相应规定，应参照执行。

7.2.2　每班作业时宜先试吊一次，并应确认吊具与起重设备处于正常状态。每次起吊脱离运输车辆或存放点时应适当停顿，确认起吊系统安全可靠后方可继续提升。

条文说明：梁板一体化单元在正式吊装前建议进行试吊。开始起吊时，通常将预制底板吊离运输车辆或存放点 200mm～300mm 后停止起吊，检查预制底板主要部位

的受力情况、起重设备的稳定性、制动系统的可靠性、预制底板的平衡性和绑扎牢固性等，确认安全后方可继续起吊。

7.2.3 预制构件起吊、移动、就位的全过程中，信号指挥、司索工、起重机械司机应保持通讯畅通并协调一致，信号不明时不得吊运和安装。

条文说明：梁板一体化单元正式吊装时，需要至少安排 2 名信号指挥员与起重机械司机沟通。起吊时以下方信号指挥员的发令为准，安装时以上方信号指挥员的发令为准。

司索工是指吊装施工中在地面人员准备吊具、捆绑挂钩、摘钩卸载等工作的工人，司索工的工作质量与整个吊装施工安全关系极大。根据行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59-2011 的规定，起重机作业应设专职信号指挥和司索人员，信号指挥和司索作业不得由 1 人兼顾。

7.2.4 预制构件应采用垂直吊运，严禁斜拉、斜吊。吊装的预制构件应立即安装就位，严禁长时间悬停在空中。吊装过程中，应由操作人员控制构件的平衡和稳定，不得偏斜、摇摆和扭转。

7.2.5 预制构件吊装就位后，应及时对安装位置、标高、相邻构件平整度、高低差、接缝尺寸进行校核与调整，并采取临时固定措施。预制构件与吊具的分离应在预制构件校准定位后实施。

条文说明：临时固定措施是装配式结构安装过程中承受施工荷载、保证构件定位的有效措施。在预制构件安装就位后，应利用其他相邻构件或采用临时措施对其进行固定。临时支撑结构或临时措施应能承受结构自重、施工荷载、风荷载、吊装产生的冲击荷载等荷载的作用，不得使结构产生永久变形。

7.2.6 预制构件安装时，竖向构件混凝土强度需满足的条件应根据计算确定，且不宜小于 20MPa。

条文说明：梁板一体化叠合楼盖的竖向构件采用现浇工艺时，安装前需确认竖向构件混凝土强度达到深化设计要求，竖向构件混凝土强度应采用同条件养护的混凝土试块抗压试验结果确定。施工组织设计时，竖向构件混凝土强度估算可按本规程附录 C，采用成熟度法计算混凝土早期强度。

7.3 混凝土浇筑

7.3.1 混凝土浇筑前，应核对并确认预制构件中预埋件和预留孔洞的位置、尺寸无

误。施工过程中应做好预制构件的防护工作。

7.3.2 预制构件上施工荷载不应超过设计允许值，当设计文件无明确规定时应小于1.5kN/m^2。

7.3.3 叠合楼盖后浇混凝土施工应符合下列规定：

1 接缝处应采取防止漏浆的措施；

2 应剔除并清理预制构件上表面疏松的混凝土以及其他杂物，清理干净后，应在混凝土浇筑前 24h 对节点及叠合面充分浇水润湿，但不得形成积水；

3 混凝土浇筑宜采用泵送施工，并宜一次连续浇捣成型；混凝土的坍落度不宜小于 150mm；振捣混凝土时，应避免振动器触碰钢筋支凳；应保证结合面混凝土充填饱满，无气囊、气泡；

4 浇筑和振捣时，应进行观察和维护，发生异常情况应及时处理，并应采取防止相连构件、钢筋、预埋件及定位件移位的措施；

5 混凝土浇筑过程中，应随时对混凝土表面标高进行校核。

7.3.4 采用泵送混凝土浇筑时，应采取措施避免泵送设备超重或冲击力对预制构件及临时支承体系造成影响。

7.3.5 预制构件拼接接缝应按设计文件的规定进行处理。当设计文件无规定时，应符合下列规定：

1 接缝嵌填应在叠合层混凝土完成浇筑、终凝后进行；

2 接缝嵌填施工前，应清理接缝间的浮浆和杂物；

3 嵌缝材料宜采用益胶泥或聚合物改性水泥砂浆，当采用聚合物改性水泥砂浆时，应粘贴耐碱玻纤网格布；

4 封缝时应多道施刮，每道施工厚度不宜大于 3mm，前道施工干透后才可进行后道施工。

7.3.6 混凝土现浇层浇筑后 12h 内应进行洒水养护或覆盖养护，养护时间不应少于7d。

条文说明：冬期施工时，需要按国家现行标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666及《建筑工程冬期施工规程》JGJ 104 等标准中有关冬期施工的要求采取相应措施。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 梁板一体化叠合楼盖结构的验收应符合国家现行标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

条文说明：混凝土结构子分部工程可划分为模板、钢筋、混凝土、预应力、预制构件、现浇叠合层等分项工程，各分项工程可划分为若干检验批。

8.1.2 梁板一体化叠合楼盖用的预制构件、原材料、配件均应按检验批进行进场验收。

8.1.3 浇筑混凝土前应进行隐蔽工程验收，隐蔽工程验收应包括下列内容：

1 预制构件表面的质量；

2 板面钢筋、附加钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距；

3 预埋件、预留管线的规格、数量、位置；

4 主次梁节点灌浆质量；

5 其他隐蔽项目。

条文说明：本条根据国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016 第 11.1.5 条修改而成。隐蔽工程需要重点关注主次梁节点灌浆、粗糙面、钢筋安装、预留预埋等方面的综合质量。对已铺设好的钢筋应当进行成品保护，不允许在钢筋上行走或踩踏。

8.1.4 混凝土结构子分部工程施工质量验收时，应提供下列文件和记录：

1 工程设计文件、预制构件安装施工图；

2 预制构件的主要材料及配件的质量证明文件，进场验收记录和抽样复验报告；

3 预制构件吊装施工记录；

4 隐蔽工程验收文件；

5 叠合层混凝土强度检测报告；

6 装配式结构分项工程质量验收文件；

7　其他相关文件和记录。

8.2　进场验收

Ⅰ　主控项目

8.2.1　预制构件进场时，应检查质量证明文件。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查质量证明文件或质量验收记录。

条文说明：质量证明文件包括出厂合格证、混凝土强度检验报告、合同要求的其他质量证明文件。

8.2.2　梁板一体化构件、桁架预制板进场可不进行结构性能检验。对叠合梁构件，是否进行结构性能检验、结构性能检验的方式应根据设计文件的要求确定。对于不进行结构性能检验的预制构件，施工单位或监理单位代表应驻厂监督生产过程。设计规定需要进行结构性能检验的叠合梁等构件，结构性能检验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。

8.2.3　预制构件外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

条文说明：对于出现的外观质量严重缺陷、影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差等，有不符合设计要求的情形应做退场处理。如经设计同意，可以修补后使用，应制订处理方案并获得监理确认，预制构件生产单位应按技术处理方案处理，修补后应重新验收。

Ⅱ　一般项目

8.2.4　预制构件外观质量不应有一般缺陷。对已经出现的一般缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察，检查处理记录。

条文说明：外观质量的一般缺陷通常不会影响到结构性能、使用功能，但会影响美观。故对已经出现的一般缺陷也需要及时处理，并重新检查验收。

8.2.5 预制构件的尺寸偏差及预埋件、预留孔洞位置的检验方法应符合本规程表6.3.2的规定。

检查数量：按批检查，同一规格构件抽检数量不应少于构件数量的5%，且不应少于3件。

8.3 安装验收

Ⅰ 主控项目

8.3.1 预制构件的安装应符合设计、专项施工方案要求及现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查施工方案、施工记录或设计文件。

条文说明：预制构件安装的专项施工方案是梁板一体化叠合楼盖安全、经济、快速实施的关键，是确认预制构件的受力状态与施工阶段验算的情况一致，保证构件定位、确保施工安全的有效措施。

8.3.2 浇筑叠合层混凝土前应进行钢筋隐蔽工程验收，验收内容应包括钢筋品种、规格、数量、位置，连接接头位置以及预埋管、线盒数量、位置等。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

8.3.3 叠合层混凝土强度应符合设计文件的规定。

检查数量：按批检查。

检验方法：检查混凝土强度试验报告。

条文说明：装配整体式混凝土结构的叠合层混凝土质量控制非常重要，不但要求其与梁板一体化单元、桁架预制板的接合面紧密结合，还要求其自身浇筑密实，更重要的是控制混凝土强度指标。

当叠合层混凝土和现浇结构采用相同强度等级混凝土浇筑时，可以按照现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的有关规定进行混凝土试块强度评定。

8.3.4 混凝土运输、浇筑及间歇的总时间不应超过混凝土的初凝时间。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

Ⅱ 一般项目

8.3.5 预制构件安装的允许偏差和检验方法应符合设计文件的规定；当设计文件无具体规定时，应符合表 8.3.5 的规定。

表 8.3.5 预制构件安装允许偏差和检验方法（mm）

序号	项目	允许偏差	检验方法
1	轴线位置	5	钢尺检查
2	下表面标高	±5	水准仪或拉线、钢尺检查
3	相邻板面高低差	2	钢尺检查
4	下表面平整度	5	钢尺、靠尺检查
5	搁置长度	±10	钢尺检查

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%，且不应小于 3 间；对大空间结构，可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且不应少于 3 面

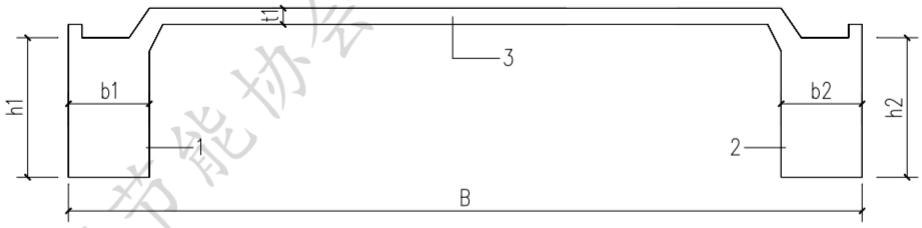
8.3.6 预制构件厚度允许偏差应符合设计文件的规定，当设计文件无具体要求时，应为 3mm。

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%，且不应小于 3 间；对大空间结构，可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且不应少于 3 面。

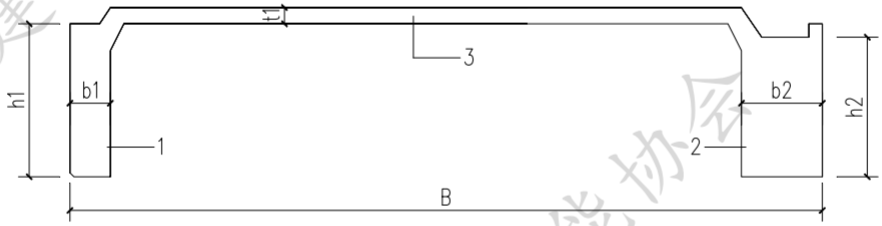
检验方法：观察，钢尺检查。

附录 A　梁板一体化构件标记规则

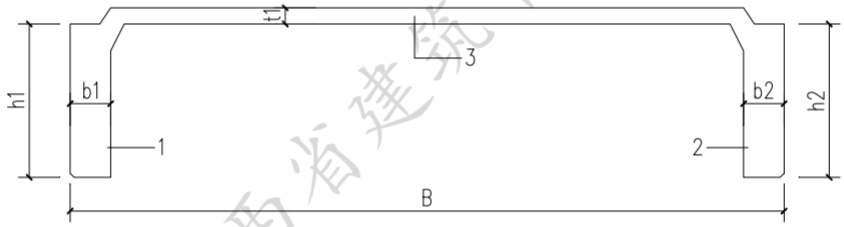
A.0.1　梁板一体化构件按两侧肋梁的截面形式分为 A 型、B 型、C 型。A 型两侧肋梁均应为全宽度梁；B 型一侧肋梁应为半宽度梁、另一侧肋梁应为全宽度梁；C 型两侧肋梁均应为半宽度梁。



（a） A 型



（b） B 型



（c） C 型

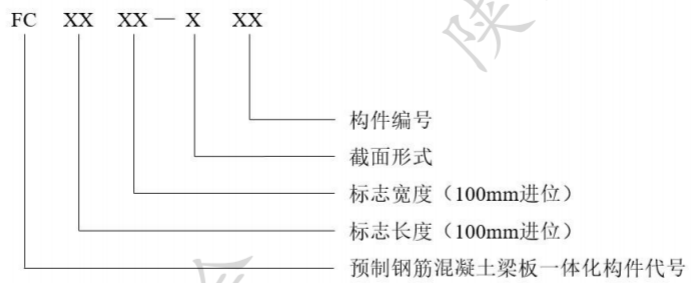
1—肋梁 1；2—肋梁 2；3—平板；t1—平板厚度；B—标志宽度

b1—肋梁 1 宽度；h1—肋梁 1 高度；b2；—肋梁 2 宽度；h2—肋梁 2 高度

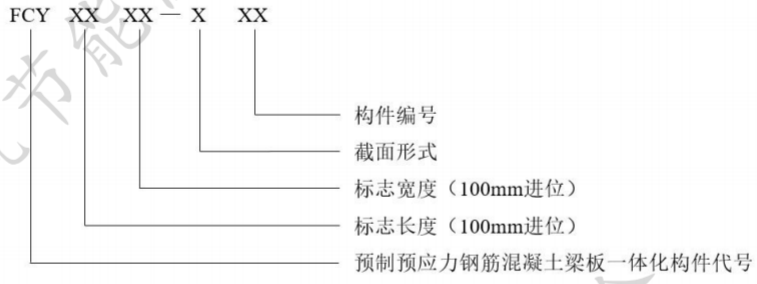
图 A.0.1　预制混凝土梁板一体化构件截面形式示意图

A.0.2　梁板一体化构件按构件材料组合方式分为预制钢筋混凝土梁板一体化构件、预制预应力钢筋混凝土梁板一体化构件、预制型钢混凝土梁板一体化构件。预制钢筋混凝土梁板一体化构件的代号应为 FC，预制预应力钢筋混凝土梁板一体化构件的代号应为 FCY，预制型钢混凝土梁板一体化构件的代号应为 FCX。

A.0.3　预制混凝土梁板一体化构件的标记应由构件代号、标志长度、标志宽度、截面形式及构件编号组成（图 A.0.3）。



（a）预制钢筋混凝土梁板一体化构件



（b）预制预应力钢筋混凝土梁板一体化构件

（c）预制型钢混凝土梁板一体化构件

图 A.0.3　预制混凝土梁板一体化构件标记示意图

条文说明：

标记示例如下：

示例 1：标志长度 5000mm，标志宽度 2400mm，并以 A 代表两侧凸缘均为全梁，构件编号为 5 的预制钢筋混凝土梁板一体化构件标记为：FC5024-A5。

示例 2：标志长度 9600mm，标志宽度 2400mm，并以 B 代表一侧凸缘为半梁、另一侧凸缘为全梁，构件编号为 10 的预制预应力钢筋混凝土梁板一体化构件标记为：FCY9624-B10。

示例 3：标志长度 9600mm，标志宽度 3000mm，并以 C 代表两侧凸缘均为半梁，构件编号为 10 的预制型钢混凝土梁板一体化构件标记为：FCX9630-C10。

A.0.4　梁板一体化构件的表面标识宜使用 CODE-128 编码规则的条形码或 PDF417 编码规则的二维码进行标识。

附录 B　密拼式分离接缝叠合板内力计算表

附录 B.1　直接查表法

B.1.1　四边固定板弯矩及挠度系数应按表 B.1.1-1、表 B.1.1-2 确定。

表 B.1.1-1　四边固定板弯矩及挠度系数表（单缝）

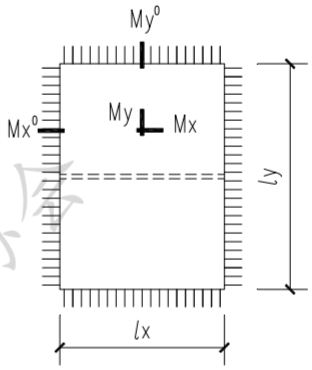
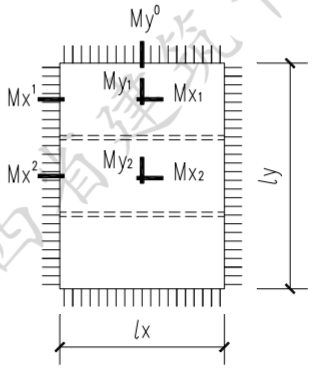
长宽比	最大弯矩系数 k_m				最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0	系数 k_f	
1.0	0.0257	0.0071	-0.0729	-0.0513	0.00184	
1.1	0.0296	0.0084	-0.0787	-0.0529	0.00206	
1.2	0.0328	0.0097	-0.0831	-0.0539	0.00225	
1.3	0.0355	0.0108	-0.0863	-0.0546	0.00239	
1.4	0.0377	0.0116	-0.0884	-0.0551	0.00251	
1.5	0.0394	0.0124	-0.0898	-0.0554	0.00259	
1.6	0.0407	0.0130	-0.0906	-0.0557	0.00266	
1.7	0.0417	0.0135	-0.0911	-0.0559	0.00270	
1.8	0.0425	0.0138	-0.0912	-0.0560	0.00274	
1.9	0.0430	0.0141	-0.0911	-0.0561	0.00276	
2.0	0.0434	0.0143	-0.0908	-0.0562	0.00277	

表 B.1.1-2　四边固定板弯矩及挠度系数表（双缝）

长宽比	最大弯矩系数 k_m				最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0	系数 k_f	
1.0	0.0219	0.0068	-0.0604	-0.0539	0.00141	
1.1	0.0251	0.0083	-0.0628	-0.0560	0.00163	
1.2	0.0283	0.0083	-0.0681	-0.0565	0.00182	
1.3	0.0310	0.0082	-0.0726	-0.0566	0.00198	
1.4	0.0332	0.0080	-0.0761	-0.0564	0.00210	
1.5	0.0350	0.0078	-0.0790	-0.0562	0.00221	
1.6	0.0364	0.0076	-0.0811	-0.0561	0.00231	
1.7	0.0375	0.0077	-0.0831	-0.0559	0.00240	
1.8	0.0384	0.0087	-0.0845	-0.0558	0.00247	
1.9	0.0391	0.0097	-0.0856	-0.0558	0.00252	
2.0	0.0397	0.0106	-0.0879	-0.0552	0.00257	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2）。

B.1.2 四边简支板弯矩及挠度系数应按表 B.1.2-1、表 B.1.2-2 确定。

表 B.1.2-1 四边简支板弯矩及挠度系数表（单缝）

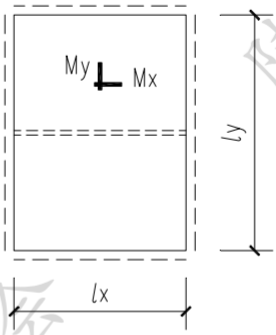
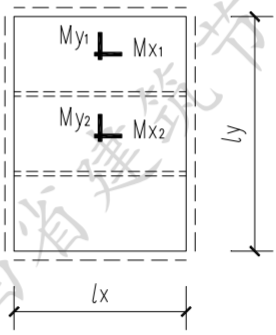
长宽比	最大弯矩系数 k_m		最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	系数 k_f	
1.0	0.0575	0.0214	0.00634	
1.1	0.0650	0.0237	0.00713	
1.2	0.0720	0.0257	0.00786	
1.3	0.0785	0.0275	0.00854	
1.4	0.0844	0.0289	0.00916	
1.5	0.0898	0.0303	0.00972	
1.6	0.0946	0.0314	0.01022	
1.7	0.0990	0.0323	0.01068	
1.8	0.1028	0.0331	0.01108	
1.9	0.1063	0.0338	0.01144	
2.0	0.1094	0.0343	0.01176	

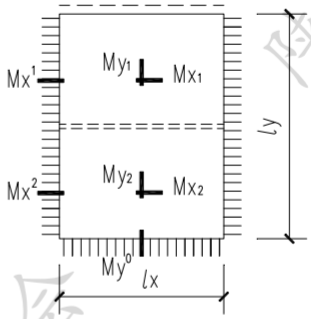
表 B.1.2-2 四边简支板弯矩及挠度系数表（双缝）

长宽比	最大弯矩系数 k_m		最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	系数 k_f	
1.0	0.0531	0.0135	0.00559	
1.1	0.0590	0.0133	0.00629	
1.2	0.0654	0.0151	0.00695	
1.3	0.0713	0.0168	0.00756	
1.4	0.0768	0.0184	0.00813	
1.5	0.0817	0.0200	0.00866	
1.6	0.0862	0.0215	0.00914	
1.7	0.0903	0.0229	0.00959	
1.8	0.0940	0.0241	0.00999	
1.9	0.0973	0.0254	0.01036	
2.0	0.1002	0.0264	0.01069	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}）。

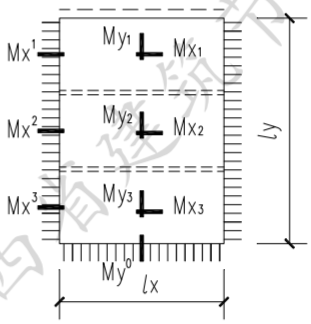
B.1.3 短边简支板弯矩及挠度系数应按表 B.1.3-1、表 B.1.3-2 确定。

表 B.1.3-1 短边简支板弯矩及挠度系数表（单缝）

长宽比	最大弯矩系数 k_m				最大挠度系数 k_f	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0		
1.0	0.0307	0.0148	-0.0818	-0.0550	0.00213	
1.1	0.0338	0.0156	-0.0857	-0.0552	0.00231	
1.2	0.0364	0.0161	-0.0883	-0.0554	0.00244	
1.3	0.0384	0.0165	-0.0900	-0.0555	0.00255	
1.4	0.0400	0.0167	-0.0910	-0.0556	0.00263	
1.5	0.0412	0.0169	-0.0915	-0.0557	0.00268	
1.6	0.0421	0.0171	-0.0917	-0.0558	0.00272	
1.7	0.0427	0.0172	-0.0916	-0.0559	0.00275	
1.8	0.0432	0.0173	-0.0914	-0.0560	0.00277	
1.9	0.0436	0.0174	-0.0913	-0.0561	0.00278	
2.0	0.0438	0.0175	-0.0912	-0.0562	0.00279	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2）

表 B.1.3-2 短边简支板弯矩及挠度系数表（双缝）

长宽比	最大弯矩系数 k_m				最大挠度系数 k_f	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0		
1.0	0.0302	0.0105	-0.0776	-0.0571	0.00205	
1.1	0.0322	0.0103	-0.0804	-0.0575	0.00220	
1.2	0.0344	0.0112	-0.0829	-0.0574	0.00232	
1.3	0.0362	0.0122	-0.0847	-0.0571	0.00242	
1.4	0.0377	0.0130	-0.0861	-0.0567	0.00249	
1.5	0.0389	0.0137	-0.0871	-0.0564	0.00256	
1.6	0.0399	0.0144	-0.0879	-0.0561	0.00260	
1.7	0.0407	0.0149	-0.0882	-0.0559	0.00264	
1.8	0.0414	0.0154	-0.0886	-0.0558	0.00267	
1.9	0.0419	0.0158	-0.0887	-0.0558	0.00270	
2.0	0.0424	0.0162	-0.0906	-0.0552	0.00272	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}、M_{x3}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}、M_{y3}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2、M_x^3）。

B.1.4 短边简支板弯矩及挠度系数应按表 B. 1. 4-1、表 B. 1. 4-2 确定。

表 B.1.4-1 长边简支板弯矩及挠度系数表（单缝）

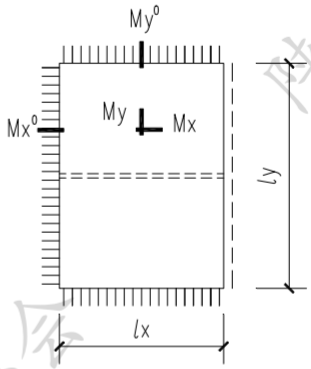
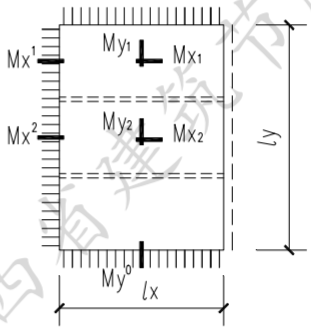
长宽比	最大弯矩系数 k_m				最大挠度系数 k_f	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0		
1.0	0.0285	0.0074	-0.0842	-0.0640	0.00254	
1.1	0.0345	0.0093	-0.0941	-0.0679	0.00300	
1.2	0.0400	0.0112	-0.1026	-0.0709	0.00342	
1.3	0.0451	0.0128	-0.1096	-0.0733	0.00379	
1.4	0.0496	0.0143	-0.1154	-0.0751	0.00412	
1.5	0.0535	0.0155	-0.1200	-0.0764	0.00441	
1.6	0.0569	0.0167	-0.1235	-0.0774	0.00465	
1.7	0.0598	0.0176	-0.1263	-0.0782	0.00486	
1.8	0.0623	0.0183	-0.1284	-0.0787	0.00503	
1.9	0.0643	0.0190	-0.1299	-0.0792	0.00517	
2.0	0.0661	0.0196	-0.1310	-0.0795	0.00529	

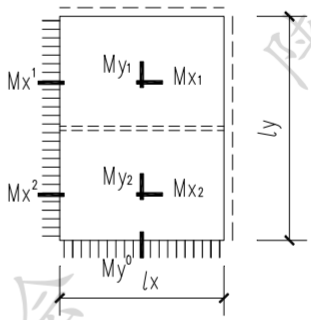
表 B.1.4-2 长边简支板弯矩及挠度系数表（双缝）

长宽比	最大弯矩系数 k_m				最大挠度系数 k_f	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0		
1.0	0.0238	0.0086	-0.0676	-0.0681	0.00188	
1.1	0.0285	0.0112	-0.0716	-0.0724	0.00229	
1.2	0.0338	0.0119	-0.0803	-0.0752	0.00269	
1.3	0.0386	0.0122	-0.0880	-0.0772	0.00305	
1.4	0.0430	0.0125	-0.0948	-0.0784	0.00337	
1.5	0.0469	0.0126	-0.1007	-0.0791	0.00366	
1.6	0.0503	0.0127	-0.1055	-0.0795	0.00391	
1.7	0.0533	0.0127	-0.1101	-0.0797	0.00413	
1.8	0.0558	0.0127	-0.1137	-0.0798	0.00433	
1.9	0.0579	0.0126	-0.1168	-0.0798	0.00451	
2.0	0.0598	0.0126	-0.1220	-0.0792	0.00467	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2）。

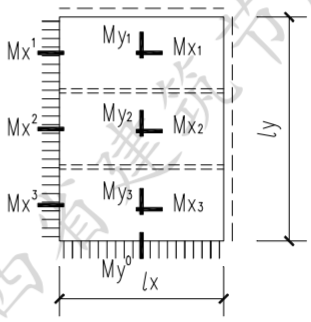
B.1.5 邻边简支板弯矩及挠度系数应按表 B.1.5-1、表 B.1.5-2 确定。

表 B.1.5-1 邻边简支板弯矩及挠度系数表（单缝）

长宽比	最大弯矩系数 k_m				最大挠度系数 k_f	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0		
1.0	0.0367	0.0186	-0.0998	-0.0726	0.00317	
1.1	0.0423	0.0199	-0.1078	-0.0746	0.00359	
1.2	0.0472	0.0208	-0.1142	-0.0760	0.00396	
1.3	0.0515	0.0217	-0.1193	-0.0770	0.00427	
1.4	0.0553	0.0224	-0.1232	-0.0778	0.00454	
1.5	0.0585	0.0228	-0.1262	-0.0783	0.00477	
1.6	0.0612	0.0231	-0.1285	-0.0788	0.00496	
1.7	0.0635	0.0234	-0.1301	-0.0791	0.00512	
1.8	0.0654	0.0237	-0.1313	-0.0794	0.00524	
1.9	0.0669	0.0239	-0.1322	-0.0796	0.00535	
2.0	0.0682	0.0240	-0.1332	-0.0798	0.00544	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2）

表 B.1.5-2 邻边简支板弯矩及挠度系数表（双缝）

长宽比	最大弯矩系数 k_m				最大挠度系数 k_f	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0		
1.0	0.0368	0.0122	-0.0960	-0.0750	0.00311	
1.1	0.0408	0.0120	-0.1019	-0.0778	0.00347	
1.2	0.0451	0.0133	-0.1074	-0.0794	0.00379	
1.3	0.0489	0.0145	-0.1120	-0.0802	0.00407	
1.4	0.0523	0.0155	-0.1158	-0.0806	0.00431	
1.5	0.0552	0.0166	-0.1189	-0.0807	0.00451	
1.6	0.0577	0.0176	-0.1211	-0.0807	0.00469	
1.7	0.0599	0.0184	-0.1235	-0.0805	0.00485	
1.8	0.0618	0.0193	-0.1251	-0.0803	0.00498	
1.9	0.0634	0.0200	-0.1265	-0.0802	0.00509	
2.0	0.0648	0.0206	-0.1304	-0.0795	0.00519	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}、M_{x3}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}、M_{y3}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2、M_x^3）。

附录 B.2　调整系数法

B.2.1　四边固定板弯矩及挠度调整系数应按表 B.2.1-1、表 B.2.1-2 确定。

表 B.2.1-1　四边固定板弯矩及挠度调整系数表（单缝）

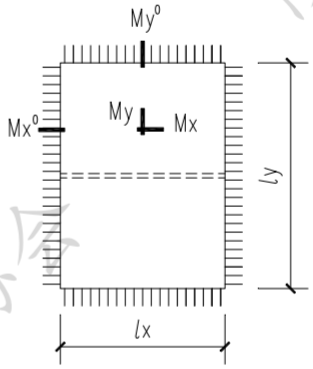
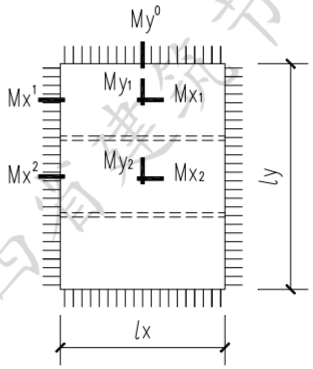
长宽比	最大弯矩调整系数 k_m'				最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0	调整系数 k_f'	
1.0	1.25	0.35	1.42	1.00	1.45	
1.1	1.21	0.41	1.36	0.98	1.37	
1.2	1.17	0.50	1.30	0.97	1.31	
1.3	1.15	0.59	1.26	0.97	1.25	
1.4	1.13	0.68	1.22	0.97	1.21	
1.5	1.11	0.79	1.19	0.97	1.18	
1.6	1.10	0.90	1.16	0.97	1.16	
1.7	1.09	1.01	1.14	0.98	1.14	
1.8	1.08	1.13	1.12	0.98	1.12	
1.9	1.08	1.24	1.11	0.98	1.11	
2.0	1.07	1.37	1.10	0.99	1.10	

表 B.2.1-2　四边固定板弯矩及挠度调整系数表（双缝）

长宽比	最大弯矩调整系数 k_m'				最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0	调整系数 k_f'	
1.0	1.06	0.33	1.18	1.05	1.11	
1.1	1.03	0.41	1.08	1.04	1.08	
1.2	1.01	0.43	1.07	1.02	1.06	
1.3	1.00	0.45	1.06	1.01	1.03	
1.4	1.00	0.47	1.05	0.99	1.02	
1.5	0.99	0.49	1.05	0.99	1.01	
1.6	0.98	0.52	1.04	0.98	1.01	
1.7	0.98	0.57	1.04	0.98	1.01	
1.8	0.98	0.71	1.04	0.98	1.01	
1.9	0.98	0.85	1.04	0.98	1.01	
2.0	0.98	1.01	1.06	0.97	1.02	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2）。

B.2.2 四边简支板弯矩及挠度调整系数应按表 B.2.2-1、表 B.2.2-2 确定。

表 B.2.2-1 四边简支板弯矩及挠度调整系数表（单缝）

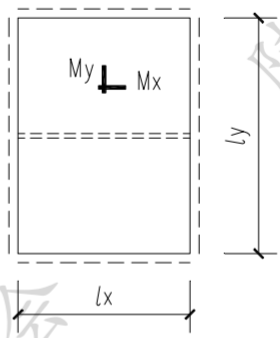
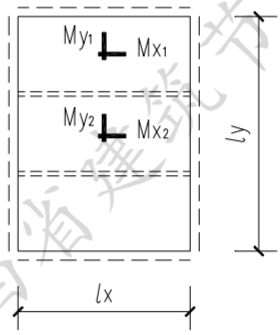
长宽比	最大弯矩调整系数 k_m'		最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	调整系数 k_f'	
1.0	1.34	0.50	1.56	
1.1	1.28	0.55	1.46	
1.2	1.24	0.60	1.39	
1.3	1.21	0.65	1.34	
1.4	1.18	0.70	1.29	
1.5	1.16	0.76	1.26	
1.6	1.14	0.81	1.23	
1.7	1.13	0.86	1.21	
1.8	1.12	0.92	1.19	
1.9	1.11	0.97	1.18	
2.0	1.10	1.02	1.16	

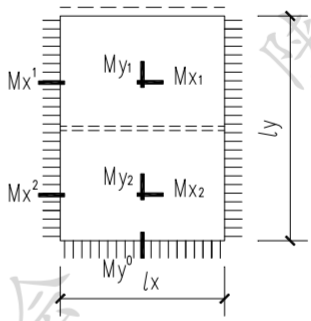
表 B.2.2-2 四边简支板弯矩及挠度调整系数表（双缝）

长宽比	最大弯矩调整系数 k_m'		最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	调整系数 k_f'	
1.0	1.24	0.31	1.38	
1.1	1.16	0.31	1.29	
1.2	1.13	0.35	1.23	
1.3	1.10	0.40	1.18	
1.4	1.07	0.45	1.15	
1.5	1.06	0.50	1.12	
1.6	1.04	0.55	1.10	
1.7	1.03	0.61	1.09	
1.8	1.02	0.67	1.07	
1.9	1.02	0.73	1.06	
2.0	1.01	0.79	1.06	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}）。

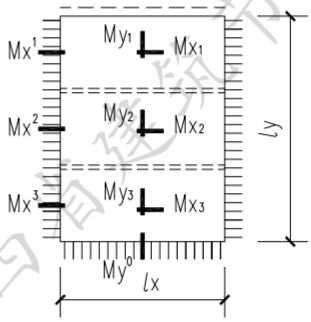
B.2.3 短边简支板弯矩及挠度调整系数应按表 B.2.3-1、表 B.2.3-2 确定。

表 B.2.3-1 短边简支板弯矩及挠度调整系数表（单缝）

长宽比	最大弯矩调整系数 k_m'				最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0	调整系数 k_f'	
1.0	1.18	0.68	1.36	1.00	1.33	
1.1	1.14	0.74	1.30	0.98	1.27	
1.2	1.12	0.80	1.26	0.98	1.22	
1.3	1.10	0.84	1.22	0.97	1.19	
1.4	1.08	0.89	1.19	0.97	1.16	
1.5	1.07	0.94	1.16	0.97	1.14	
1.6	1.06	0.98	1.14	0.98	1.12	
1.7	1.05	1.03	1.12	0.98	1.10	
1.8	1.05	1.08	1.11	0.98	1.09	
1.9	1.04	1.10	1.10	0.98	1.09	
2.0	1.03	1.11	1.09	0.99	1.08	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2）

表 B.2.3-2 短边简支板弯矩及挠度调整系数表（双缝）

长宽比	最大弯矩调整系数 k_m'				最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0	调整系数 k_f'	
1.0	1.16	0.48	1.29	1.04	1.28	
1.1	1.09	0.49	1.22	1.02	1.21	
1.2	1.06	0.55	1.18	1.01	1.16	
1.3	1.03	0.62	1.15	1.00	1.12	
1.4	1.02	0.69	1.12	0.99	1.10	
1.5	1.01	0.76	1.10	0.99	1.08	
1.6	1.01	0.83	1.09	0.98	1.07	
1.7	1.00	0.89	1.08	0.98	1.06	
1.8	1.00	0.96	1.07	0.98	1.05	
1.9	1.00	1.00	1.07	0.98	1.05	
2.0	1.00	1.03	1.08	0.97	1.05	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}、M_{x3}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}、M_{y3}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2、M_x^3）。

B.2.4 短边简支板弯矩及挠度调整系数应按表 B. 2. 4-1、表 B. 2. 4-2 确定。

表 B.2.4-1 长边简支板弯矩及挠度调整系数表（单缝）

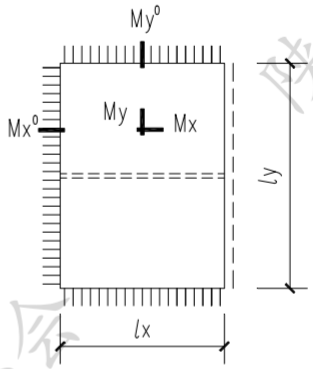
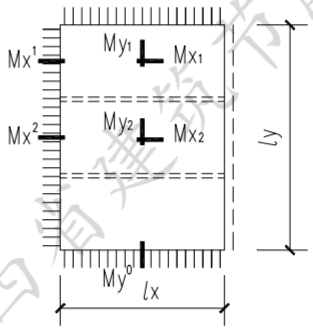
长宽比	最大弯矩调整系数 k_m'				最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0	调整系数 k_f'	
1.0	1.30	0.28	1.53	1.07	1.59	
1.1	1.27	0.34	1.46	1.04	1.49	
1.2	1.24	0.41	1.40	1.03	1.41	
1.3	1.21	0.47	1.35	1.02	1.35	
1.4	1.18	0.53	1.31	1.01	1.30	
1.5	1.16	0.60	1.27	1.01	1.25	
1.6	1.14	0.67	1.23	1.01	1.22	
1.7	1.13	0.74	1.21	1.01	1.19	
1.8	1.12	0.81	1.18	1.01	1.16	
1.9	1.10	0.89	1.16	1.01	1.15	
2.0	1.09	0.98	1.14	1.01	1.14	

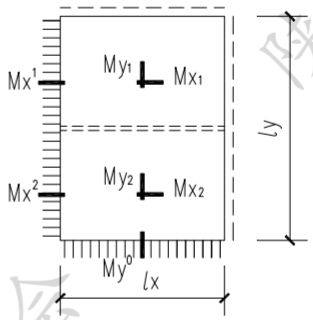
表 B.2.4-2 长边简支板弯矩及挠度调整系数表（双缝）

长宽比	最大弯矩调整系数 k_m'				最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0	调整系数 k_f'	
1.0	1.09	0.33	1.23	1.13	1.18	
1.1	1.05	0.41	1.11	1.11	1.14	
1.2	1.05	0.43	1.10	1.09	1.11	
1.3	1.04	0.45	1.09	1.07	1.08	
1.4	1.02	0.47	1.07	1.06	1.06	
1.5	1.02	0.49	1.06	1.04	1.04	
1.6	1.01	0.51	1.05	1.04	1.02	
1.7	1.01	0.53	1.05	1.03	1.01	
1.8	1.00	0.56	1.05	1.02	1.00	
1.9	1.00	0.59	1.05	1.02	1.00	
2.0	0.99	0.62	1.06	1.01	1.01	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2）。

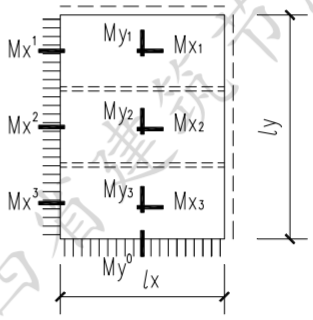
B.2.5 邻边简支板弯矩及挠度调整系数应按表 B.2.5-1、表 B.2.5-2 确定。

表 B.2.5-1 邻边简支板弯矩及挠度调整系数表（单缝）

长宽比	最大弯矩调整系数 k_m'				最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0	调整系数 k_f'	
1.0	1.30	0.64	1.47	1.07	1.48	
1.1	1.28	0.69	1.41	1.05	1.40	
1.2	1.26	0.74	1.35	1.03	1.34	
1.3	1.23	0.79	1.30	1.02	1.30	
1.4	1.22	0.83	1.26	1.01	1.26	
1.5	1.21	0.87	1.23	1.01	1.23	
1.6	1.20	0.90	1.20	1.01	1.20	
1.7	1.19	0.94	1.18	1.01	1.18	
1.8	1.18	0.98	1.16	1.01	1.16	
1.9	1.18	1.01	1.14	1.01	1.16	
2.0	1.17	1.05	1.13	1.02	1.15	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2）

表 B.2.5-2 邻边简支板弯矩及挠度调整系数表（双缝）

长宽比	最大弯矩调整系数 k_m'				最大挠度	弯矩示意图
l_y/l_x	跨中 M_x	跨中 M_y	支座 M_x^0	支座 M_y^0	调整系数 k_f'	
1.0	1.31	0.42	1.42	1.11	1.45	
1.1	1.23	0.42	1.33	1.09	1.36	
1.2	1.20	0.47	1.27	1.08	1.28	
1.3	1.17	0.53	1.22	1.06	1.24	
1.4	1.15	0.58	1.19	1.05	1.20	
1.5	1.14	0.63	1.16	1.04	1.16	
1.6	1.13	0.69	1.13	1.03	1.14	
1.7	1.12	0.74	1.12	1.03	1.11	
1.8	1.12	0.79	1.10	1.02	1.10	
1.9	1.11	0.85	1.09	1.02	1.10	
2.0	1.11	0.90	1.11	1.01	1.10	

注：M_x =max（M_{x1}、M_{x2}、M_{x3}），M_y=max（M_{y1}、M_{y2}、M_{y3}），M_x^0=max（M_x^1、M_x^2、M_x^3）。

条文说明：密拼式分离接缝叠合板内力计算表是根据弹性薄板小挠度理论的假定，使用有限元分析法求解制表。密拼式分离接缝处仅考虑板块间的剪力传递，不考虑弯矩传递。板格内设置单个接缝时，接缝将板格沿长边二等分；板格内设置两个接缝时，接缝将板格沿长边三等分。接缝均平行于板格的短边。

附录 B.1 的直接查表法使用方法如下：

1 各表中的弯矩系数分别为单位板宽的板跨中最大弯矩系数与板支座最大弯矩系数，按下式计算对应位置的弯矩：

$$M = k_{\mathrm{m}} \times q l_{\mathrm{x}}^{2} \qquad \text{（B.1-1）}$$

式中：M——单位板宽的板跨中最大弯矩或板支座最大弯矩（kN·m/m）；

k_{m}——跨中最大弯矩系数与板支座最大弯矩系数，根据支座条件与板格的长宽比，查表获得；

Q——均布荷载（kN/m²）；

l_{x}——短跨方向跨度（m）。

表中 M_{x}、M_{x}^{0} 的物理意义是与配置 X 向钢筋对应的跨中最大弯矩与支座最大弯矩；M_{y}、M_{y}^{0} 的物理意义是与配置 Y 向钢筋对应的跨中最大弯矩与支座最大弯矩。

2 各表中的挠度系数 k_{f} 为板格最大挠度系数，按下式计算板格的最大挠度值：

$$f = k_{\mathrm{f}} \times q l_{\mathrm{x}}^{4} / B_{\mathrm{C}} \qquad \text{（B.1-2）}$$

$$B_{\mathrm{C}} = \frac{E h^{3}}{12(1-\mu^{2})} \qquad \text{（B-1.3）}$$

式中：f ——板格最大挠度（m）；

k_{f} ——最大挠度系数，根据支座条件与板格的长宽比，查表获得；

q——均布荷载（kN/m²）；

l_{x}——短跨方向跨度（m）；

B_{C}——楼板刚度（kN·m）；

E——混凝土弹性模量（kN/m²）；

h——板厚（m）；

μ——泊松比，取μ=1/6。

3 其他符号说明如下：

1）各表的弯矩示意图，边界条件中符号含义如下：

⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥⊥ 代表固定边　　- - - - - - - - - - 代表简支边

2）正负号的规定：

弯矩——使板的受荷面受压者为正；

挠度——板向下变形为正。

附录 B.2 的调整系数法使用方法如下：

调整系数法是基于有限元计算结果，将单缝密拼板、双缝密拼板的各控制截面处的最不利弯矩、挠度与普通整浇板的相应弯矩、挠度进行对比，得到调整系数。工程设计时，将 PKPM、YJK 等常规设计软件的整浇板计算弯矩、挠度乘以调整系数 k_m'、k_f'，即可得到密拼缝板的计算弯矩、挠度。

$$\text{密拼缝板计算弯矩} = \text{整浇板计算弯矩} \times k_m' \qquad \text{(B-2.1)}$$

$$\text{密拼缝板计算挠度} = \text{整浇板计算挠度} \times k_f' \qquad \text{(B-2.2)}$$

用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3 表示允许稍有选择，在条件允许时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

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

《混凝土结构设计标准》GB/T 50010

《建筑抗震设计标准》GB/T 50011

《建筑设计防火规范》GB 50016

《钢结构设计标准》GB 50017

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448

《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

《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52

《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95

《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114

《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256