**CECS CECS XXX：xxxx**

**中国工程建设标准化协会标准**

**密拼预应力叠合楼盖技术规程**

**（征求意见稿）**

**2021年 3 月**

**中国工程建设标准化协会标准**

**密拼预应力叠合楼盖技术规程**

**CECS XXX:20XX**

**（征求意见稿）**

**主编单位：**

**批准单位：中国工程建设标准化协会**

**施行日期：XXXX年X月X日**

**中国XX出版社**

**20XX**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发《2020年第一批协会标准制订、修订计划》的通知》（建标协字[2020]14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，构造要求，构件制作和运输，施工，质量验收。

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xxxx负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送xxxx。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc65855034)

[2 术语和符号 2](#_Toc65855035)

[2.1 术 语 2](#_Toc65855036)

[2.2 符 号 2](#_Toc65855037)

[3 材料 7](#_Toc65855038)

[3.1 混凝土 7](#_Toc65855039)

[3.2 钢 筋 7](#_Toc65855040)

[4 基本规定 8](#_Toc65855041)

[5 设计计算 9](#_Toc65855042)

[5.1 一般规定 9](#_Toc65855043)

[5.2 持久设计状况 9](#_Toc65855044)

[5.3 短暂设计状况 26](#_Toc65855045)

[6 构造要求 29](#_Toc65855046)

[6.1 一般规定 29](#_Toc65855047)

[6.2 拼缝构造 31](#_Toc65855048)

[6.3 端部构造 33](#_Toc65855049)

[7 构件制作和运输 35](#_Toc65855050)

[7.1 一般规定 35](#_Toc65855051)

[7.2 构件制作 35](#_Toc65855052)

[7.3 成品检验 37](#_Toc65855053)

[7.4 运输与堆放 38](#_Toc65855054)

[8 施工 39](#_Toc65855055)

[8.1 一般规定 39](#_Toc65855056)

[8.2 密拼预应力叠合楼板安装 40](#_Toc65855057)

[8.3 叠合层混凝土施工 41](#_Toc65855058)

[9 质量验收 43](#_Toc65855059)

[9.1 一般规定 43](#_Toc65855060)

[9.2 主控项目 43](#_Toc65855061)

[9.3 一般项目 44](#_Toc65855062)

[本规程用词说明 45](#_Toc65855063)

Contents

1 General Provisions...........................................1

2 Terms and Symbols............................................2

2.1 Terms....................................................2

2.2 Symbols..................................................2

3 Materials....................................................7

 3.1 Concrete..................................................7

 3.2 Steel Reinforcement.......................................7

4 General Requirements.........................................8

5 Structral Design.............................................9

 5.1 General...................................................9

 5.2 Persistent Design Situation...............................9

 5.3 Transient Design Dituation................................26

6 Detailing Requirements.......................................29

 6.1 General...................................................31

 6.2 Slab Jionts...............................................33

 6.3 Support Jionts............................................35

7 Manufacture,Transportation and Storage of

 Precast Slabs..................................................35

 7.1 General...................................................35

 7.2 Manufacture...............................................35

 7.3 Quality Inspection........................................37

 7.4 Transportation and Storage................................38

8 Construction.................................................39

 8.1 General...................................................39

 8.2 Erection..................................................40

 8.3 Casting...................................................41

9 Quality acceptance...........................................43

 9.1 General...................................................43

 9.2 Dominant Item.............................................43

 9.3 General Item..............................................44

Explanation of Wording in This Standand...............................45

# 1 总则

**1.0.1** 为使密拼预应力叠合楼盖的设计与施工做到安全、适用、经济、耐久、确保质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于环境类别为一类、二a类，且抗震设防烈度小于或等于9度地区的一般工业与民用建筑楼板的设计、施工及验收。

本规程不适用于底板表面温度大于100℃或有生产热源且表面温度经常大于60℃或板承受振动荷载的情况。

**1.0.3** 密拼预应力叠合楼盖的设计、施工及验收除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术语和符号

## 2.1 术 语

**2.1.1** 密拼预应力叠合楼板 prestressed composite slab connecting without gap

 下部采用预应力预制混凝土底板，上部采用现场后浇混凝土，并采用密拼式接缝形成的叠合板，用于楼板、屋面板。

**2.1.2** 预应力预制混凝土底板 prestressed concrete precast slab

 配置预应力筋、预先制作并用于叠合楼板底板的混凝土板。

**2.1.3** 叠合楼盖composite floor system

 由各类梁与密拼预应力叠合楼板组成，并通过配筋及浇筑混凝土叠合层而形成的装配整体式楼盖。

## 2.2 符 号

2.2.1 材料性能

|  |  |
| --- | --- |
| *Ec* | 叠合楼板混凝土弹性模量； |
|  *E*c1 | 预制底板的混凝土弹性模量； |
| *f*c | 混凝土轴心抗压强度设计值； |
| *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。 |
| *f*y | 钢筋抗拉强度设计值； |
| *f´*y | 钢筋抗压强度设计值； |
| *f*tk | 预制底板混凝土轴心抗拉强度标准值； |
| *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。 |

2.2.2 作用和作用效应

|  |  |
| --- | --- |
| *M*p0 | 叠合楼板预应力方向单位板宽纵向预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时的消压弯矩； |
| *M*u | 叠合楼板预应力方向单位板宽按承载能力极限状态计算的弯矩值； |
|  *Mx* | 不考虑泊松比，平行于预应力*x*方向叠合楼板板跨内最大单位板宽内弯矩值； |
| *My* | 不考虑泊松比，平行于非预应力*y*方向叠合楼板板跨内最大单位板宽内弯矩值； |
| *Mμx* | 考虑泊松比，平行于预应力*x*方向叠合楼板板跨内最大单位板宽内弯矩值； |
| *Mμy* | 考虑泊松比，平行于非预应力*y*方向叠合楼板板跨内最大单位板宽内弯矩值； |
| *M´x* | 固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩值； |
| *M´y* | 固定边中点沿*y*方向叠合楼板单位板宽内弯矩值； |
| *M*1 | 叠合楼板拼缝截面考虑拼缝弯矩设计值； |
| *M*2 | 叠合楼板拼缝截面不考虑拼缝弯矩设计值； |
| *M*1Gk | 预制底板和叠合层自重标准值在计算截面产生的弯矩值； |
| *M*1k | 第一阶段荷载标准组合下在计算截面产生的弯矩值； |
| *M*2k | 第二阶段荷载标准组合下在计算截面产生的弯矩值； |
| *M*k | 叠合楼板按荷载标准组合计算的弯矩值； |
| *M*dk | 各施工环节在荷载标准组合作用下等效组合截面弯矩标准值； |
| *M*q | 叠合楼板按荷载准永久组合计算的弯矩值； |
|  *V* | 叠合楼板叠合面位置所在截面剪力设计值； |
| *N*p0 | 叠合楼板预制底板预应力方向在抗裂验算边缘混凝土法向应力等于零时预应力钢筋的合力； |
| *σ*p0 | 叠合楼板预制底板预应力方向纵向预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时预应力钢筋的应力； |
| *σ*con | 叠合楼板预制底板预应力方向预应力钢筋的张拉控制应力； |
| *σl* | 叠合楼板预制底板预应力方向相应阶段的预应力损失值； |
|  *σ*cc | 各短暂设计状况下在荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土压应力； |
|  *σ*ck | 在荷载标准组合计算控制截面抗裂验算边缘的混凝土法向应力； |
| *σ*pc | 扣除全部预应力损失后在控制截面抗裂验算边缘混凝土的法向预压应力；  |
|  *σ*ct | 各短暂设计状况下在荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土拉应力； |
| *q* | 双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值； |
| *q*0 | 叠合楼板均布荷载设计值； |
| *q*1 | 叠合楼板自重设计值； |
| *q*2 | 叠合楼板外加荷载设计值； |
| *q*k | 双向叠合楼板均布荷载标准值； |
|  *q*e1 | 双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值； |
| *q*e2 | 等效后双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值； |
| *Q*1 | 双向叠合楼板传递给预应力方向支撑梁的荷载标准值或设计值； |
| *Q*2 | 双向叠合楼板传递给非预应力方向支撑梁的荷载标准值或设计值； |

2.2.3 几何参数

|  |  |
| --- | --- |
| *Bx* | 双向叠合楼板预应力方向的抗弯刚度； |
| *By* | 双向叠合楼板非预应力方向的抗弯刚度。（统一） |
| *B*s1 | 预制底板的短期刚度； |
| *B*s2 | 叠合楼板第二阶段的短期刚度； |
| *Bx*1 | 双向叠合楼板预应力方向考虑长期作用的单位宽度实际抗弯刚度； |
| *Dx* | 双向叠合楼板考虑长期作用和泊松比影响的预应力方向刚度； |
| *Wx*1 | 叠合楼板预应力方向单位宽度楼板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩； |
| *W*01 | 预制底板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩； |
| *W*0 | 叠合楼板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩。 |
| *W*cc | 预制底板换算截面受压边缘的弹性抵抗矩； |
| *W*ct | 预制底板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩； |
| *I*0 | 叠合楼板预制底板预应力方向换算截面惯性矩； |
| *I*01 | 预制底板换算截面的惯性矩。 |
| *I*02 | 叠合楼板换算截面的惯性矩。 |
| *b* | 叠合楼板拼缝方向的单位宽度； |
| *b*d | 叠合楼板叠合面位置所在横截面宽度； |
| *bx* | 叠合楼板预应力方向跨度； |
| *by* | 叠合楼板非预应力方向跨度； |
| *lx* | 双向叠合楼板预应力方向跨度； |
| *ly* | 双向叠合楼板非预应力方向跨度； |
| *x*1 | 叠合楼板拼缝截面叠合层等效矩形应力图形的混凝土受压区高度； |
| *x*2 | 叠合楼板拼缝截面楼板等效矩形应力图形的混凝土受压区高度； |
| *y*p | 叠合楼板预制底板预应力方向换算截面重心至预应力作用点的距离； |
| *y*0 | 叠合楼板预制底板预应力方向换算截面重心至所计算纤维处的距离； |
| *h*0 | 叠合楼板截面有效高度； |
| *h*d | 叠合楼板叠合面位置所在横截面有效高度。 |
| *h*0*x* | 叠合楼板预应力方向截面有效高度； |
| *h*0*y* | 叠合楼板非预应力方向截面有效高度； |
| *h* | 叠合楼板楼板总厚度； |
| *h*2 | 叠合楼板叠合层厚度； |
| *a*s1 | 叠合层附加钢筋合力点到叠合面的距离； |
| *a*s2 | 预制底板纵向受拉钢筋合力点到截面受拉边缘的距离； |
| Ap | 叠合楼板预应力方向纵向预应力钢筋的截面面积； |
| A0 | 叠合楼板预制底板预应力方向换算截面面积； |
| As1 | 叠合楼板拼缝截面叠合层附加钢筋截面积； |
| As2 | 叠合楼板预制底板纵向钢筋截面积； |
| Asx | 叠合楼板预应力方向预应力钢筋的全部截面面积； |
| Asy | 叠合楼板非预应力方向预制底板纵向钢筋的全部截面面积； |
| *ξ*b | 相对界限受压区高度； |

2.2.4 计算系数及其他

|  |  |
| --- | --- |
| *α*EX | 预应力钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值； |
| *α*EY | 钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值； |
| *ρx* | 叠合楼板预应力方向预应力钢筋的配筋率； |
| *ρy* | 叠合楼板非预应力方向预制底板纵向钢筋配筋率； |
| *λ*p | 叠合楼板预应力方向的预应力度； |
|  *λ*e | 双向叠合楼板等效跨度比； |
| *λ* | 双向叠合楼板预应力方向与非预应力方向抗弯刚度比值； |
| *mx* | 平行于*x*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数； |
| *my* | 平行于*y*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数； |
| *m´x* | 固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数； |
| *m´y* | 固定边中点沿*y*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数； |
| *r* | 双向叠合楼板抗弯刚度影响系数； |
| *α*1 | 受压区混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值的比值； |
|  *θ*  | 考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数； |
| *f*  | 双向叠合楼板跨中挠度系数； |

# 3 材料

## 3.1 混凝土

**3.1.1** 密拼预应力叠合楼板底板混凝土强度等级不宜低于C40，且不应低于C30；密拼预应力叠合板现浇层混凝土强度等级不应低于C30。

**3.1.2** 混凝土力学性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

## 3.2 钢 筋

**3.2.1** 受力普通钢筋可采用HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500、HPB300钢筋。其性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。
**3.2.2** 受力预应力筋宜采用消除应力螺旋肋钢丝。其性能应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《预应力混凝土用螺纹钢筋》GB/T 20065、《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223。

**3.2.3** 吊环应采用未经冷加工的HPB300级钢筋或Q235B圆钢制作。

# 4 基本规定

**4.0.1** 本规程依据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的极限状态设计方法，采用分项系数的设计表达式进行设计。

**4.0.2** 密拼预应力叠合楼板的安全等级和设计使用年限应与整个结构保持一致。

**4.0.3** 密拼预应力叠合楼板除应根据设计状况进行承载力计算及正常使用极限状态验算外，尚应对施工阶段进行验算。

【条文说明】为确保密拼预应力叠合楼板在施工阶段的安全，明确规定在施工阶段应进行承载能力极限状态等验算，施工阶段包括制作、张拉、运输及安装等工序。

# 5 设计计算

## 5.1 一般规定

5.1.1 密拼预应力底板及叠合楼板计算应按短暂设计状况、持久设计状况进行设计，对地震设计状况应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011有关规定。

5.1.2 在短暂设计状况、持久设计状况下的密拼预应力底板及叠合楼板均应按承载能力极限状态进行计算，并应对正常使用极限状态进行验算。

5.1.3 密拼预应力叠合楼板设计应采用弹性算法计算。

5.1.4 当四边支承的密拼预应力叠合楼板按双向板计算时，长边与短边之比不应大于3。

## 5.2 持久设计状况

**5.2.1** 二阶段成形的密拼预应力叠合楼板，当预制底板预应力方向跨度大于\_\_m时，施工阶段应设置可靠支撑。

**1** 施工阶段有可靠支撑的叠合楼板，可按整体受弯构件设计计算，但其叠合面受剪承载力应按本规程计算。

**2** 施工阶段无支撑的叠合楼板，应对预制底板及浇筑混凝土后的叠合楼板按本规程的要求进行二阶段受力计算。

【条文说明】当预制底板预应力方向跨度大于\_m，施工时应有可靠的支撑，使预制底板在二次成形浇筑混凝土的重量及施工荷载下，不至于发生影响内力的变形。有可靠支撑二次成形的叠合楼板按整体受弯构件设计计算。

施工阶段无支撑的叠合楼板，二次成形浇筑混凝土的重量及施工荷载的作用影响了楼板的内力和变形。应根据本规程有关规定按二阶段受力的叠合构件进行设计计算。

**5.2.2** 施工阶段无可靠支撑的密拼预应力叠合楼板，内力应分别按下列两个阶段计算：

**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。荷载由预制底板承担，预制底板按简支构件计算；荷载包括预制底板自重、叠合层自重以及本阶段的施工活荷载。

**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。叠合楼板按整体结构计算；荷载考虑下列两种情况并取较大值：

施工阶段 考虑叠合楼板自重、面层、吊顶等自重以及本阶段的施工活荷载；

使用阶段 考虑叠合楼板自重、面层、吊顶等自重以及使用阶段的可变荷载。

【条文说明】5.2.2条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.3** 施工阶段无支撑承受均布荷载的密拼预应力叠合楼板，其均布荷载设计值应按下列公式计算：

  (5.2.3-1)

  (5.2.3-2)

  (5.2.3-3)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 式中： *q*0 | 叠合楼板均布荷载设计值； |
| *q*1 | 叠合楼板自重设计值； |
| *q*2 | 叠合楼板外加荷载设计值； |
| *G*k1 | 叠合楼板(包括预制底板和叠合层)自重标准值； |
| *G*k2 | 第二阶段面层、吊顶等自重标准值； |
| Qk | 第一阶段可变荷载标准值Qk1与第二阶段可变荷载标准值Qk2两者中的较大值； |
| *γ*0 | 结构重要性系数，按现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068取用； |
| *γ*G | 永久荷载分项系数，按现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068取用； |
| *γ*Q | 可变荷载分项系数，按现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068取用。 |

【条文说明】施工阶段无支撑的叠合楼板，二次成形浇筑混凝土，应按二阶段受力的叠合构件计算均布荷载的设计值。

**5.2.4** 施工阶段无支撑密拼预应力叠合楼板的预制底板和叠合楼板，其正截面受弯承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定计算，其中，弯矩设计值应按下列规定取用：

预制底板

  (5.2.4-1)

叠合楼板的正弯矩区段

  (5.2.4-2)

叠合楼板的负弯矩区段

  (5.2.4-3)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：*M*1G | 预制底板自重和叠合层自重在计算截面产生的弯矩设计值； |
| *M*1Q | 第一阶段施工活荷载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*2Q | 第二阶段可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值，取本阶段施工活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； |
| *f*c | 混凝土轴心抗压强度设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用，当预制底板与现浇层混凝土强度等级不同时，应按照受压区所处混凝土强度等级采用。 |

【条文说明】5.2.4条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.5** 施工阶段无支撑密拼预应力叠合楼板的预制底板和叠合楼板，其剪力设计值应按下列规定取用：

预制底板

  (5.2.5-1)

叠合楼板

  (5.2.5-2)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：*V*1G | 预制底板自重和叠合层自重在计算截面产生的剪力设计值； |
| *V*1Q | 第一阶段施工活荷载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*2Q | 第二阶段可变荷载在计算截面产生的剪力设计值，取本阶段施工活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； |

【条文说明】5.2.5条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.6** 当密拼预应力叠合楼板符合单向板的计算条件时，承受均布荷载简支板的跨中弯矩设计值可按下式计算：

  (5.2.6)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *q*0 | 叠合楼板均布荷载设计值； |
| *b* | 叠合楼板的计算宽度； |
| *l*0 | 叠合楼板的计算跨度。 |

【条文说明】本条给出了密拼预应力单向叠合楼板跨中正截面弯矩设计值的计算方法。

**5.2.7** 承受均布荷载的密拼预应力单向叠合楼板，其剪力设计值可按本规程第5.2.5条的计算原则确定。

【条文说明】本条给出了密拼预应力单向叠合楼板剪力设计值的计算方法。

**5.2.8** 施工阶段有可靠支撑承受均布荷载的单向多跨密拼预应力叠合楼板，假定各同号弯矩区段内的刚度相等，跨中截面可按不出现裂缝的刚度，支座截面可按出现裂缝的刚度分别进行内力计算。

【条文说明】本条给出了密拼预应力多跨单向叠合楼板的内力计算方法。

**5.2.9** 承受局部荷载(包括集中荷载)的密拼预应力单向叠合楼板，其等效均布活荷载可按《建筑结构荷载规范》GB 50009计算确定。

【条文说明】5.2.9条文规定与现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009相同。

**5.2.10** 承受局部荷载(包括集中荷载)的密拼预应力双向叠合楼板，其等效均布活荷载可按与单向板相同的原则，按四边简支板的绝对最大弯矩等值来确定。

【条文说明】5.2.10条文规定与现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009相同。

**5.2.11** 承受均布荷载的密拼预应力双向叠合楼板，其剖面如图5.2.11所示，进行弹性内力分配时，预应力方向的抗弯刚度*Bx*和非预应力方向的抗弯刚度*By*应按下式计算：

  (5.2.11-1)

  (5.2.11-2)

  (5.2.11-3)

  (5.2.11-4)

  (5.2.11-5)

  (5.2.11-6)

  (5.2.11-7)

  (5.2.11-8)

  (5.2.11-9)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *Bx* | 双向叠合楼板预应力方向的抗弯刚度； |
| *By* | 双向叠合楼板非预应力方向的抗弯刚度； |
| *α*EX | 预应力钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值； |
| *α*EY | 钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值； |
| Asx | 叠合楼板预应力方向预应力钢筋的全部截面面积； |
| *by* | 叠合楼板非预应力方向跨度； |
| *h*0*x* | 叠合楼板预应力方向截面有效高度； |
| *ρx* | 叠合楼板预应力方向预应力钢筋的配筋率； |
| Asy | 叠合楼板非预应力方向预制底板纵向钢筋的全部截面面积； |
| *bx* | 叠合楼板预应力方向跨度； |
| *h*0*y* | 叠合楼板非预应力方向截面有效高度； |
| *ρy* | 叠合楼板非预应力方向预制底板纵向钢筋配筋率； |
| *Ec* | 叠合楼板混凝土弹性模量*E*c=(*E*c1*h*1+*E*c2*h*2)/(*h*1+*h*2)，其中*E*c1、*E*c2分别为预制底板和叠合层的混凝土弹性模量，*h*1、*h*2分别为预制底板和叠合层的厚度； |
| *λ*p | 叠合楼板预应力方向的预应力度，当预应力度*λ*p>1时，取*λ*p=1； |
| *M*p0 | 叠合楼板预应力方向单位板宽纵向预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时的消压弯矩； |
| *M*u | 叠合楼板预应力方向单位板宽按承载能力极限状态计算的弯矩值； |
| *σ*p | 叠合楼板预制底板预应力方向扣出全部预应力损失后，由预压力在预制底板抗裂验算边缘产生的混凝土预压应力； |
| *Wx*1 | 叠合楼板预应力方向单位宽度楼板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩； |
| *N*p0 | 叠合楼板预应力方向扣出全部预应力损失后，对预制底板产生的预压力； |
| A0 | 叠合楼板预制底板预应力方向换算截面面积：包括净截面面积以及全部纵向预应力筋截面面积换算成混凝土的截面面积； |
| *I*0 | 叠合楼板预制底板预应力方向换算截面惯性矩； |
| *y*p | 叠合楼板预制底板预应力方向换算截面重心至预压力作用点的距离； |
| *y*0 | 叠合楼板预制底板预应力方向换算截面重心至预制底板抗裂验算边缘的距离； |
| *σ*p0 | 叠合楼板预制底板预应力方向扣出全部预应力损失后，预应力钢筋的有效预应力； |
| Ap | 叠合楼板预应力方向纵向预应力钢筋的截面面积； |
| *σ*con | 叠合楼板预制底板预应力方向预应力钢筋的张拉控制应力； |
| *σl* | 叠合楼板预制底板预应力方向相应阶段的预应力损失值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用。 |
|  |
| (a) 沿预应力方向剖面图 | (b) 沿非预应力方向剖面图 |
| 图5.2.11 密拼预应力双向叠合楼板剖面图 |
| 1—预制底板；2—叠合层；3—结合面抗剪钢筋；4—预制底板预应力钢筋；5—预制底板纵向钢筋；6—叠合层板顶分布钢筋；7—预制底板弯起纵向钢筋；8—拼缝处附加钢筋；9—拼缝处分布钢筋 |

【条文说明】湖南大学的密拼预应力双向叠合楼板试验结果表明，双向叠合楼板在加载过程中，首先在板非预应力方向开裂，然后在板预应力方向开裂，最后在板发生屈服破坏，最终在板挠度达到L/50时，承载力进一步提高。同时，密拼预应力双向叠合楼板试件的屈服荷载仅占极限荷载的80%，此时试件具有较大的安全冗余度和经济效应，因此，本规程选取试件屈服荷载作为试件的承载能力极限状态。

湖南大学的密拼预应力双向叠合楼板试件的裂缝分布图表明，板预应力方向也产生了较多的裂缝，且试件预应力方向开裂至试件发生屈服破坏，承载力提升较大，该过程中预应力方向的裂缝得到了充分发展。因此，当试件达到承载能力极限状态时，板预应力方向和非预应力方向均产生了较多裂缝，为根据试件承载能力极限状态时预应力方向和非预应力方向的抗弯刚度比进行内力分配，需要计算预应力方向和非预应力方向开裂后的抗弯刚度。

文献《混凝土受弯构件短期刚度计算的规范比较》中，比较了常见规范刚度公式的计算精度，文献作者收集整理了国内外902个钢筋混凝土梁和287个预应力混凝土梁的跨中挠度试验数据样本。对于钢筋混凝土受弯构件，发现现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010精度最高，现行国家标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191精度略低于前者；对于预应力混凝土受弯构件，除现行国家标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191采用消压弯矩外，其余各规范刚度公式均采用开裂弯矩，发现现行国家标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191精度最高。

对于钢筋混凝土受弯构件，现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的短期刚度为：

  (1)

由于板的配筋率一般在0.5%~2%之间；考虑设计弯矩下钢筋屈服，则正常使用过程中对HRB400或RRB400钢筋，*σ*s=*fy*/1.4=360/1.4≈257MPa。当板的配筋率取*ρ*=0.5%，混凝土强度为C30~C40时，其短期刚度可简化为：

  (2)

对于钢筋混凝土受弯构件，现行国家标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191，当板的配筋率取*ρ*=0.5%，混凝土强度为C30~C40，钢筋为HRB400或RRB400时，其短期刚度为：

  (3)

由上述分析可知，对于钢筋混凝土受弯构件，现行国家标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191也具有较高精度。为方便短期刚度公式在后续密拼预应力双向叠合楼板内力分配时的应用，当密拼预应力双向叠合楼板达到承载能力极限状态时，按现行国家标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191计算密拼双向预应力叠合楼板非预应力方向和预应力方向的短期刚度。

**5.2.12** 考虑预应力方向和非预应力方向抗弯刚度差异对双向密拼预应力叠合楼板弯矩分配的影响，引入双向叠合楼板的等效跨度比，将各向异性板等效为各向同性板，其值应按下式进行计算：

  (5.2.12-1)

  (5.2.12-2)

  (5.2.12-3)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *λ*e | 双向叠合楼板等效跨度比，其中0.5<*λ*e<2； |
| *lx* | 双向叠合楼板预应力方向跨度； |
| *ly* | 双向叠合楼板非预应力方向跨度； |
| *λ* | 双向叠合楼板预应力方向与非预应力方向抗弯刚度比值； |
| *Bx* | 双向叠合楼板预应力方向的抗弯刚度，按本规程5.2.11条计算； |
| *By* | 双向叠合楼板非预应力方向的抗弯刚度，按本规程5.2.11条计算。 |
| *r* | 双向叠合楼板抗弯刚度影响系数。 |

【条文说明】文献《预应力混凝土四边简支双向叠合板的设计方法》、《均布荷载作用下四边简支预制带肋底板混凝土双向叠合板的简化弹性计算方法》和《预制带肋底板混凝土双向叠合板等效各向同性板的弹性计算方法》，给出了双向叠合楼板两个方向抗弯刚度不同时，将各向异性板等效为各向同性板的方法。在密拼预应力双向叠合楼板达到承载能力极限状态时，预应力方向和非预应力方向的裂缝开展情况差异较大，因此，本规程引入双向叠合楼板的等效跨度比，将双向叠合楼板承载能力极限状态时的各向异性板等效为各向同性板。

**5.2.13** 承受均布荷载的密拼预应力双向叠合楼板，在正常使用极限状态或承载能力极限状态下的弯矩值，应按5.2.12条等效跨度比进行弹性内力分配，叠合楼板弯矩值应按下式计算：

  (5.2.13-1)

  (5.2.13-2)

  (5.2.13-3)

  (5.2.13-4)

  (5.2.13-5)

  (5.2.13-6)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *Mx* | 不考虑泊松比，平行于预应力*x*方向叠合楼板板跨内最大单位板宽内弯矩值； |
| *My* | 不考虑泊松比，平行于非预应力*y*方向叠合楼板板跨内最大单位板宽内弯矩值； |
| *Mμx* | 考虑泊松比，平行于预应力*x*方向叠合楼板板跨内最大单位板宽内弯矩值； |
| *Mμy* | 考虑泊松比，平行于非预应力*y*方向叠合楼板板跨内最大单位板宽内弯矩值； |
| *mx* | 平行于*x*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数，按本规程5.2.12条等效跨度比*λ*e查附录A取值； |
| *my* | 平行于*y*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数，按本规程5.2.12条等效跨度比*λ*e查附录A取值； |
| *q* | 双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值； |
| *lx* | 双向叠合楼板预应力方向跨度； |
| *r* | 双向叠合楼板抗弯刚度影响系数，按本规程5.2.12条计算； |
| *μ* | 混凝土泊松比，按0.2取用； |
| *λ* | 双向叠合楼板预应力方向、非预应力方向抗弯刚度比值，按本规程5.2.12条计算； |
| *M´x* | 固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩值； |
| *M´y* | 固定边中点沿*y*方向叠合楼板单位板宽内弯矩值； |
| *m´x* | 固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数，按本规程5.2.12条等效跨度比*λ*e查附录A取值； |
| *m´y* | 固定边中点沿*y*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数，按本规程5.2.12条等效跨度比*λ*e查附录A取值。 |

注：四边简支双向密拼预应力叠合楼板，无固定边中点沿*x*、*y*方向单位板宽内弯矩值(*M´x*、*M´y*)。

【条文说明】文献《均布荷载作用下四边简支预制带肋底板混凝土双向叠合板的简化弹性计算方法》和《预制带肋底板混凝土双向叠合板等效各向同性板的弹性计算方法》，给出了双向叠合楼板两个方向抗弯刚度不同时，各向异性板等效为各向同性板后，板跨内最大弯矩和支座跨中弯矩的计算公式。本规程给出了双向叠合楼板承载能力极限状态时各向异性板等效为各向同性板后，板跨内最大弯矩和支座跨中弯矩的计算公式。附录A给出了密拼预应力双向叠合楼板常见边界条件的弯矩系数和挠度系数：(1)四边简支，(2)四边固支，(3)临边固支、临边简支，(4)三边固支、一边简支。

**5.2.14** 密拼预应力双向叠合楼板非预应力方向存在拼缝时，经内力分配得到的双向叠合楼板预应力方向的弯矩设计值需进行调整，其跨中截面的弯矩放大系数为1.1；密拼预应力双向叠合楼板非预应力方向不存在拼缝时，无需进行内力调整。

【条文说明】本规程给出了双向叠合楼板承载能力极限状态时的各向异性板等效为各向同性板后，板跨内最大弯矩和支座跨中弯矩的计算公式。由于双向叠合楼板在非预应力方向存在拼缝，双向叠合楼板非预应力方向的抗弯刚度低于无拼缝的双向叠合楼板，而本规程忽略了拼缝导致双向叠合楼板非预应力方向抗弯刚度的降低，最终导致双向叠合楼板非预应力方向分配得到的弯矩略大于实际弯矩值，双向叠合楼板预应力方向分配得到的弯矩略小于实际弯矩值。因此，本规程对经内力分配得到的双向叠合楼板预应力方向的弯矩设计值进行放大调整，以维持预应力方向和非预应力方向分配得到的弯矩比与实际设计构件的弯矩比接近。

**5.2.15** 双向密拼预应力叠合楼板，非预应力方向拼缝区域应按“等强度法”进行配筋设计，考虑拼缝和不考虑拼缝的正截面受弯承载力应符合下列规定：

考虑拼缝的正截面抗弯承载力

  (5.2.15-1)

  (5.2.15-2)

不考虑拼缝的正截面抗弯承载力

  (5.2.15-3)

  (5.2.15-4)

按“等强度法”配筋设计的正截面抗弯承载力应满足以下条件

  (5.2.15-5)

混凝土受压区高度尚应符合下列条件

  (5.2.15-6)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *M*1 | 叠合楼板拼缝截面考虑拼缝弯矩设计值； |
| *M*2 | 叠合楼板拼缝截面不考虑拼缝弯矩设计值； |
| *α*1 | 受压区混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值的比值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用； |
| *f*c | 混凝土轴心抗压强度设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用，当预制底板与现浇层混凝土强度等级不同时，应按照受压区混凝土强度等级采用； |
| *b* | 叠合楼板拼缝方向的单位宽度； |
| *x*1 | 叠合楼板拼缝截面叠合层等效矩形应力图形的混凝土受压区高度； |
| *x*2 | 叠合楼板拼缝截面楼板等效矩形应力图形的混凝土受压区高度； |
| *h*2 | 叠合楼板叠合层厚度； |
| *h* | 叠合楼板楼板总厚度； |
| *a*s1 | 叠合层附加钢筋合力点到叠合面的距离； |
| *a*s2 | 预制底板纵向受拉钢筋合力点到截面受拉边缘的距离； |
| *f´*y | 钢筋抗压强度设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用； |
| A*´*s | 叠合楼板叠合层板顶分布钢筋截面积； |
| *f*y | 钢筋抗拉强度设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用； |
| As1 | 叠合楼板拼缝截面叠合层附加钢筋截面积； |
| As2 | 叠合楼板预制底板纵向钢筋截面积； |
| *ξ*b | 相对界限受压区高度，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用； |
| *h*0 | 叠合楼板截面有效高度，考虑拼缝时*h*0=*h*2-*a*s1，不考虑拼缝时*h*0=*h*-*a*s2； |
|  |
| 图5.2.15 非预应力方向正截面受弯承载力计算 |
| 1—预制底板；2—叠合层；3—结合面抗剪钢筋；4—预制底板预应力钢筋；5—预制底板纵向钢筋；6—叠合层板顶分布钢筋；7—预制底板弯起纵向钢筋；8—拼缝处附加钢筋；9—拼缝处分布钢筋 |

【条文说明】湖南大学、湖南科技大学和南昌航空大学的单向拼缝叠合楼板试验研究表明，弯起钢筋能对预制底板提供斜向上的拉力，其既能提高拼缝截面的抗弯承载力，又能防止预制底板和叠合层结合面的脱离，因此，拼缝叠合楼板的附加钢筋具有良好的锚固粘结效果。

由单向拼缝叠合楼板试验发现，单向拼缝叠合楼板在加载过程中，首先在叠合层拼缝截面开裂，随后在附加钢筋中止截面发生楼板抗弯延性破坏，而在拼缝截面叠合层未发生抗弯破坏，拼缝截面具有较好的受力性能。因此，本规程采用“等强度法”进行拼缝叠合楼板附加钢筋和预制底板普通纵筋的配筋设计，且需根据拼缝叠合楼板实配附加钢筋与预制底板实配普通纵筋，验证考虑拼缝的正截面抗弯承载力大于不考虑拼缝的正截面抗弯承载力。

**5.2.16** 承受均布荷载的双向密拼预应力叠合楼板，在正常使用极限状态或承载能力极限状态下，传递给四边支撑梁上的荷载应按下式计算：

等效后的双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值

  (5.2.16-1)

传递给预应力方向支撑梁的荷载标准值或设计值

  (5.2.16-2)

传递给非预应力方向支撑梁的荷载标准值或设计值

  (5.2.16-3)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *q*e1 | 双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值； |
| *q*e2 | 等效后双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值； |
| *r* | 双向叠合楼板抗弯刚度影响系数，按本规程5.2.12条计算； |
| *lx* | 双向叠合楼板预应力方向跨度； |
| *ly* | 双向叠合楼板非预应力方向跨度； |
| *Q*1 | 双向叠合楼板传递给预应力方向支撑梁的荷载标准值或设计值； |
| *Q*2 | 双向叠合楼板传递给非预应力方向支撑梁的荷载标准值或设计值。 |
|  |
| (a) 原双向叠合楼板 | (b) 等效后双向叠合楼板 |
| 图5.2.16 双向叠合楼板等效示意图 |

【条文说明】文献《均布荷载作用下四边简支预制带肋底板混凝土双向叠合板的简化弹性计算方法》和《预制带肋底板混凝土双向叠合板等效各向同性板的弹性计算方法》，给出了各向异性双向叠合楼板等效为各向同性双向叠合楼板的具体尺寸。本规程根据等效双向叠合楼板等效前面具体尺寸的大小，采用竖向荷载总值相等的原则，得到了等效后双向叠合楼板的均布荷载，最终得到了等效后双向叠合楼板传递给四边支撑梁的荷载值。

**5.2.17** 对于密拼预应力拼缝叠合板，其叠合层与预制底板厚度比不宜小于1.14。

【条文说明】为保证密拼预应力拼缝叠合板的整体性能，其叠合层厚度不宜太小。

**5.2.18** 对不配箍筋的密拼预应力叠合楼板，当符合本规程叠合界面粗糙度的构造规定时，其叠合面的受剪强度应符合下列公式的要求：

  (5.2.18)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *V* | 叠合楼板叠合面位置所在截面剪力设计值，按本规程5.2.5条计算； |
| *b*d | 叠合楼板叠合面位置所在横截面宽度； |
| *h*d | 叠合楼板叠合面位置所在横截面有效高度。 |

【条文说明】5.2.18条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.19** 采用先张法生产的预制底板在相应各阶段验算中，由预应力产生的混凝土法向应力，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定进行计算。

【条文说明】5.2.19条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.20** 施工阶段无支撑密拼预应力叠合楼板，其预制底板和叠合楼板应进行正截面抗裂验算。在荷载的标准组合下，对预制底板和叠合楼板沿预应力方向的裂缝控制，应按裂缝控制等级为二级的规定按下列公式验算：

  (5.2.20-1)

预制底板

  (5.2.20-2)

叠合楼板

  (5.2.20-3)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *σ*ck | 在荷载标准组合计算控制截面抗裂验算边缘的混凝土法向应力； |
| *σ*pc | 扣除全部预应力损失后在控制截面抗裂验算边缘混凝土的法向预压应力； |
| *f*tk | 预制底板混凝土轴心抗拉强度标准值； |
| *M*1Gk | 预制底板和叠合层自重标准值在计算截面产生的弯矩值； |
| *M*1k | 第一阶段荷载标准组合下在计算截面产生的弯矩值，取*M*1k=*M*1Gk+*M*1Qk，此处*M*1Qk为第一阶段施工活荷载标准值在计算截面产生的弯矩值； |
| *M*2k | 第二阶段荷载标准组合下在计算截面产生的弯矩值，取*M*2k=*M*2Gk+*M*2Qk，此处*M*2Gk为面层、吊顶等自重标准值在计算截面产生的弯矩值；*M*2Qk为使用阶段可变荷载标准值在计算截面产生的弯矩值； |
| *W*01 | 预制底板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩； |
| *W*0 | 叠合楼板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩，此时，叠合层的混凝土截面面积应按弹性模量比换算成预制底板混凝土的截面面积。 |

【条文说明】5.2.20条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.21** 密拼预应力双向叠合楼板非预应力方向的裂缝宽度，应按裂缝控制等级为三级的规定按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010进行验算。

【条文说明】本条给出了密拼预应力双向叠合楼板非预应力方向的裂缝宽度计算方法。其中，计算非预应力方向的纵向普通钢筋配筋率时，钢筋截面积为预制底板纵向普通钢筋的截面积，截面高度为楼板总厚度。*cs*为预制底板纵向普通钢筋外边缘至受拉区底边的距离。

**5.2.22** 荷载准永久组合或标准组合下密拼预应力叠合楼板正弯矩区段内的短期刚度，可按下列规定计算。

**1** 预制底板的短期刚度*B*s1可按下列公式计算

  (5.2.22-1)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *E*c1 | 预制底板的混凝土弹性模量； |
| *I*01 | 预制底板换算截面的惯性矩。 |

**2** 叠合楼板第二阶段的短期刚度*B*s2可按下列公式计算

  (5.2.22-2)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *E*c1 | 预制底板的混凝土弹性模量； |
| *I*02 | 叠合楼板换算截面的惯性矩，此时，叠合层的混凝土截面面积应按弹性模量比换算成预制底板混凝土的截面面积。 |

【条文说明】5.2.22条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.23** 施工阶段无支撑密拼预应力叠合楼板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定进行正常使用极限状态下的挠度验算。其中，叠合楼板按荷载准永久组合或标准组合并考虑长期作用影响的刚度可按下列公式计算：

  (5.2.23-1)

  (5.2.23-2)

  (5.2.23-3)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *θ*  | 考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用； |
| *M*k | 叠合楼板按荷载标准组合计算的弯矩值； |
| *M*q | 叠合楼板按荷载准永久组合计算的弯矩值； |
| *B*s1 | 预制底板的短期刚度，按本规程第5.2.22条计算； |
| *B*s2 | 叠合楼板第二阶段的短期刚度，按本规程第5.2.22条计算； |
| *ψ*q | 第二阶段可变荷载的准永久值系数。 |

【条文说明】5.2.23条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.24** 荷载准永久组合或标准组合下密拼预应力叠合楼板负弯矩区段内第二阶段的短期刚度*B*s2按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用。

【条文说明】5.2.24条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.25** 承受均布荷载的双向密拼预应力叠合楼板，按荷载标准组合并考虑长期作用影响的挠度*f*max可按下列公式计算：

  (5.2.25-1)

  (5.2.25-2)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *f*  | 双向叠合楼板跨中挠度系数，按本规程5.2.12条等效跨度比*λ*e查附录A取值； |
| *q*k | 双向叠合楼板均布荷载标准值； |
| *lx* | 双向叠合楼板预应力方向跨度； |
| *Dx* | 双向叠合楼板考虑长期作用和泊松比影响的预应力方向刚度； |
| *Bx*1 | 双向叠合楼板预应力方向考虑长期作用的单位宽度实际抗弯刚度，按本规程第5.2.23条计算； |
| *μ* | 混凝土泊松比，按0.2取用。 |

【条文说明】文献《预应力混凝土四边简支双向叠合板的设计方法》、《均布荷载作用下四边简支预制带肋底板混凝土双向叠合板的简化弹性计算方法》和《预制带肋底板混凝土双向叠合板等效各向同性板的弹性计算方法》，给出了双向叠合楼板两个方向抗弯刚度不同时，板跨内最大挠度值计算公式，本规程考虑荷载长期作用后，得到承受均布荷载的双向密拼预应力叠合楼板的挠度计算公式。

**5.2.26** 密拼预应力叠合楼板在使用阶段的预应力反拱值可用结构力学方法按预制底板的刚度进行计算。在计算中，预应力钢筋的应力应扣除全部预应力损失；考虑预应力长期影响，可将计算所得的预应力反拱值乘以增大系数1.75。

【条文说明】5.2.26条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.27** 对密拼预应力叠合楼盖应根据使用功能的要求进行竖向自振频率验算，并应符合下列要求：

**1** 住宅和公寓不宜低于5Hz；

**2** 办公楼和旅馆不宜低于4Hz；

**3** 大跨度公共建筑不宜低于3Hz。

【条文说明】5.2.27条文规定与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相同。

**5.2.28** 密拼预应力叠合楼盖的竖向振动加速度峰值不应超过表5.2.28的限值，楼盖结构竖向振动加速度按现行国家标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3计算。

表5.2.28 楼盖竖向振动加速度限值

|  |  |
| --- | --- |
| 人员活动环境 | 峰值加速度限值(m/s2) |
| 竖向自振频率不大于2Hz | 竖向自振频率不小于4Hz |
| 住宅、办公 | 0.07 | 0.05 |
| 商场及室内连廊 | 0.22 | 0.15 |

注：楼盖结构竖向自振频率为2Hz~4Hz时，峰值加速度限值可按线性插值选取。

【条文说明】5.2.28条文规定与现行国家标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3相同。

## 5.3 短暂设计状况

**5.3.1** 短暂设计状况下，可以吊点或者临时支撑作为简支支座，采用弹性方法计算预制底板的内力和变形。

【条文说明】预制底板在短暂设计状况下的内力和变形，可采用有限元分析法并采用弹性假定计算。

**5.3.2** 进行第一阶段验算时，预制底板的施工活荷载标准值不宜小于1.5kN/m2。

【条文说明】5.3.2条文规定与现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666相同。

**5.3.3** 预制底板进行运输、吊装、安装等短暂设计状况下的施工验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数，动力系数不宜小于1.5。

【条文说明】5.3.3条文规定与现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666相同，安装过程包括就位、临时固定等工况。

**5.3.4** 起吊时，预制底板的内力及变形计算可采用简化方法，并应符合下列规定：

**1** 可按照吊点所在位置将板划分为起吊板带和跨中板带(图5.3.4)；

**2** 预应力方向，起吊板带截面由吊点所在截面及其两侧一定范围内混凝土预制底板组成，两侧混凝土板的宽度取到板边或者相邻吊点中间位置，起吊板带宽度*l*q=2min(*l*i-1/2，*l*i/2)，且每侧宽度不应大于6倍预制底板厚度；

**3** 非预应力方向，以吊点所在位置连线为中心线，起吊板带截面取中心线两侧一定范围内预制底板，每侧板宽取到板边或者相邻板带中间位置，起吊板带宽度*l*q=2min(*l*i-1/2，*l*i/2)，且每侧宽度不应大于6倍预制底板厚度；

**4** 可按所有荷载由起吊板带承担，将板带简化为由起吊点作为简支支点的连续梁，分别计算预应力方向和非预应力方向的起吊板带的内力。

|  |
| --- |
|  |
| (a) 预应力方向 | (b) 非预应力方向 |
| 图5.3.4 预制底板板带划分示意图 |
| 1-吊点；2-吊环；3-起吊板带 |

【条文说明】本条给出了预制底板起吊时，起吊板带和跨中板带的划分方式，可用于预制底板内力及变形的计算。

**5.3.5** 预制底板进行运输、吊装、安装等短暂设计状况下的施工验算时，正截面混凝土受压应力应符合下列规定：

  (5.4.6)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *σ*cc | 各短暂设计状况下在荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土压应力； |
| *M*dk | 各施工环节在荷载标准组合作用下等效组合截面弯矩标准值； |
| *W*cc | 预制底板换算截面受压边缘的弹性抵抗矩； |
| *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，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用。 |

【条文说明】本条给出了预制底板在短暂设计状况下，正截面混凝土受压应力应满足的条件。

**5.3.6** 预制底板在施工过程中，正截面边缘的混凝土法向拉应力应符合下列规定：

  (5.4.6)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： *σ*ct | 各短暂设计状况下在荷载标准组合作用下产生的构件正截面边缘混凝土拉应力； |
| *M*k | 各施工环节在荷载标准组合作用下等效组合截面弯矩标准值； |
| *W*ct | 预制底板换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩； |
| *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，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010取用。 |

【条文说明】本条给出了预制底板在施工过程中，正截面边缘的混凝土法向拉应力应满足的条件。

**5.3.7** 密拼预应力叠合楼板在短暂设计状况下的挠度和裂缝宽度验算，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定，且使用叠合楼板的短期刚度进行验算。

【条文说明】本条规定了在短暂设计状况下，计算密拼预应力叠合楼板挠度和裂缝宽度时，需使用叠合楼板的短期刚度进行验算。

# 6 构造要求

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 密拼预应力叠合楼板预制底板的厚度不应小于60mm，叠合层厚度不应小于70mm。

**6.1.2** 密拼预应力叠合楼板普通钢筋及预应力筋的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

**6.1.3** 预应力钢筋直径不应小于7mm，间距不应大于200mm，且不应小于100mm，最外侧钢筋距板边宜为50mm，且宜按50mm模数增加。

【条文说明】

6.1.3 设计时应考虑预应力钢筋间距与模具开孔位置的协调。

**6.1.4** 预应力钢筋中心线高度不应超过预制板的中心线高度。

【条文说明】

6.1.4 控制预应力钢筋中心线的高度以避免预制板出现正拱的情况。



图1 预制正拱示意图

1—预制板

**6.1.5** 密拼预应力叠合楼板内预制板与后浇叠合层之间抗剪承载力如不能满足计算要求，则应进行叠合面抗剪筋的设计计算，且应符合下列构造规定（图6.1.5）：

1 叠合面抗剪筋宜采用马凳形状，垂直于预应力钢筋布置，且宜均匀布置在板的两端，板端布置区段的长度不宜小于四分之一板跨，相邻两根钢筋的间距不宜大于400mm，直径不应小于6mm。

2 叠合面抗剪筋的中间凹肋长度及凸肋长度宜采用同一模数，凸肋中心距不应大于300mm，两端凹肋长度不应小于15*d*（*d*为叠合面抗剪筋直径）。

3 叠合面抗剪筋其宜伸至叠合板上、下部纵向钢筋处，预埋在叠合板内总长度不应小于15*d*（*d*为叠合面抗剪筋直径）；水平段长度不应小于50mm。



(a) 密拼预应力叠合楼板内叠合面抗剪筋的布置示意图



(b)预制板内叠合面抗剪筋1-1剖面

（注：图中为方便显示构造，实际叠合面抗剪筋底部与预应力钢筋顶部相接触）

图6.1.5 叠合面抗剪筋构造及布置示意

1—预制板；2—弯起纵向钢筋；3—预应力钢筋；

4—叠合面抗剪筋；*bx*—叠合楼板预应力方向跨度

【条文说明】

6.1.5 具体叠合面抗剪钢筋计算按照《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

**6.1.6** 密拼预应力叠合楼板底板顶面应设置粗糙面，凹凸深度不应小于4mm。

**6.1.7** 吊钩的设计应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定，最小直径不宜小于8mm，埋入混凝土的长度不应小于30d（d为吊钩钢筋直径），并应与板底钢筋绑扎。

**6.1.8** 密拼预应力叠合楼板底板留洞应符合下列规定：

1 洞口宜避开预应力钢筋。

2 当有特定要求留洞的位置未能避开预应力钢筋时，洞口内穿过的预应力钢筋的数量不宜超过1根。

3 预留洞口需要截断板内的预应力钢筋、弯起纵向钢筋或构造钢筋时，应采取有效加强措施，可根据等强原则在孔洞四周设置附加钢筋，附加钢筋直径不应小于8mm，伸出孔洞边的距离不应小于25*d*（*d*为附加钢筋直径）。

4 孔洞内的预应力钢筋需待后浇混凝土叠合层强度达到设计强度的100%时方可剪断。

|  |
| --- |
|  |
| 图6.1.8 密拼预应力叠合楼板孔洞构造示意 |

1—密拼预应力叠合楼板；2—预制板；

3—预应力钢筋；4—附加钢筋；

【条文说明】

6.1.8 楼板开洞如预留风洞、管井、预埋电盒时，如无法避开预应力钢筋时，尚应对留洞位置进行判断，当洞口位于楼板预应力筋两端，不影响预应力筋传递预应力时，可适当放松洞口内穿过预应力筋数量的要求。如下图所示：



图2 密拼预应力叠合楼板两端开洞示意

1—密拼预应力叠合楼板

**6.1.9** 预制板吊点数量应进行验算；预制板吊点的位置宜沿重心对称布置。

## 6.2 拼缝构造

**6.2.1** 密拼预应力叠合楼板拼缝位置宜避开楼板最大弯矩截面。

**6.2.2** 当按双向板设计时，板间拼缝处非预应力筋弯起与水平线角度不应小于30°且不应大于60°，伸出预制底板且应延伸至叠合层上层钢筋。

【条文说明】

6.2.2 根据湖南大学、湖南科技大学和南昌航空大学的拼缝叠合楼板试验研究表明，弯起钢筋能对预制底板提供斜向上的拉力，其既能提高拼缝截面的抗弯承载力，又能防止预制底板和叠合层结合面的脱离，钢筋的弯起与水平线角度最优区间为：不应小于30°且不应大于60°。

**6.2.3** 密拼预应力叠合楼板之间应采用密拼接缝（图6.2.3），并应符合下列规定：

1 接缝处紧邻预制板顶面应设置垂直于板缝方向的附加钢筋。

2 按双向板设计时，叠合板内附加钢筋（图6.2.3a）的直径不应小于8mm，间距不应大于250mm，附加钢筋伸入两侧混凝土叠合层的锚固长度不应小于*l*a。

3 按单向板设计时，叠合板内附加钢筋（图6.2.3b）的直径不宜小于8mm，间距不宜大于300mm，且其截面面积不宜小于预制板内构造钢筋截面面积的1/3，附加钢筋伸入两侧后浇混凝土叠合层的锚固长度不应小于15*d*（*d*为附加钢筋直径）。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 1. 双向叠合板
 | 1. 单向叠合板
 |
| 图6.2.3 密拼预应力叠合楼板之间拼缝处构造示意 |

（注：图中为方便显示构造，实际叠合面抗剪筋底部与预应力钢筋顶部相接触）

1—预制板；2—后浇混凝土叠合层；3—预应力钢筋；

4—弯起纵向钢筋；5—叠合面抗剪筋；6—构造钢筋；

7—后浇层内钢筋；8—附加钢筋

【条文说明】

6.2.3 以附加钢筋的直径、间距及锚固长度为参数的拼缝叠合楼板试验结果表明：叠合板内附加钢筋直径不小于8mm、间距不大于250mm、伸入两侧混凝土叠合层的锚固长度不小于la时，拼缝叠合楼板的受弯性能与整体现浇板相似。

## 6.3 端部构造

**6.3.1**  密拼预应力叠合楼板预应力方向的预应力钢筋应从板端伸出并锚入支承梁或墙的后浇混凝土中，锚固长度不应小于5*d*（*d*为预应力钢筋直径），且宜伸过支座中心线（图6.3.2-1（a）、图6.3.2-2（a））。

**6.3.2** 密拼预应力叠合楼板非预应力方向应在叠合层底部设置附加钢筋，附加钢筋应符合下列规定：

1）双向叠合板（图6.3.2-1a）附加钢筋截面面积不应小于弯起纵向钢筋截面面积的1/3，且直径不应小于8mm，间距不应大于250mm；附加钢筋在支座内锚固长度不应小于15*d*（*d*为附加钢筋直径），且宜伸过支座中心线，在板的后浇混凝土叠合层内锚固长度不应小于*l*a。

2）单向叠合板（图6.3.1b）附加钢筋截面面积不宜小于预制板内构造钢筋截面面积，直径不宜小于8mm，间距不宜大于300mm；附加钢筋在支座内锚固长度不应小于15*d*（*d*为附加钢筋直径），且宜伸过支座中心线，在板的后浇混凝土叠合层内锚固长度不应小于15*d*（*d*为附加钢筋直径）；

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）预应力方向 | （b）非预应力方向 |
| 图6.3.2-1 双向叠合楼板板端支座构造 |
|  |  |
| （a）预应力方向 | （b）非预应力方向 |
| 图6.3.2-2 单向叠合楼板板端支座构造 |
| 图6.3.1 密拼预应力叠合楼板板端支座构造示意（注：图中为方便显示构造，实际叠合面抗剪筋底部与预应力钢筋顶部相接触） |

1—预制板；2—弯起纵向钢筋；3—预应力钢筋；4—叠合面抗剪筋；

5—构造钢筋；6—附加钢筋；7—支座中心线；8—支承梁或墙；

# 7 构件制作和运输

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 密拼预应力叠合楼板的制作、堆放及运输除应符合本规程的规定外，尚应符合现行国家标准的有关规定。

**7.1.2** 密拼预应力叠合楼板生产单位应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验检测条件，建立完善的质量管理体系和制度，并宜建立质量可追溯的信息化管理系统。

【条文说明】

7.1.2 密拼预应力叠合楼板采用工厂化生产、现场装配化施工。生产企业应有固定的生产车间和自动化生产线设备，应有专门的生产、技术管理团队和产业工人，并应建立技术标准体系及安全、质量、环境管理体系。

**7.1.3** 密拼预应力叠合楼板生产前应组织设计、生产、施工单位进行技术交底，并应编制专项方案。

【条文说明】

7.1.3 专项方案包括生产顺序和工艺流程、生产质量要求，资源配备和质量保证措施以及生产安全要求和保证措施等。

**7.1.4** 在密拼预应力叠合楼板的生产和运输过程中，应采取防止产品损坏的措施。

【条文说明】

7.1.4 密拼预应力叠合楼板的产品质量对结构受力和安全有重大影响，应重视制作和运输过程中对成品的保护，以保证密拼预应力叠合楼板的正常使用功能。

## 7.2 构件制作

**7.2.1**  模板应具有足够的承载力、刚度和稳定性，且应满足密拼预应力叠合楼板预留孔、插筋、预埋吊件及其他预埋件的安装定位要求。

【条文说明】

7.2.1 模板是决定预应力叠合楼板制作质量的关键，应严格遵守现行国家标准的规定。密拼预应力叠合楼板预留孔设施、插筋、预埋吊件及其他预埋件应可靠地固定在模具上。

**7.2.2** 模具配置方案应与析密拼预应力叠合楼板的形式、生产计划、生产工艺相适应，且应具有足够的刚度、强度和平整度，并符合密拼预应力叠合楼板尺寸精度的规定。模具应便于拼装和拆卸，并应满足周转次数、钢筋安装与定位、预留孔洞和预埋件定位、脱模等的要求。

**7.2.3**  台座应进行专项设计，并应具有足够的承载力、刚度和稳定性，且满足各阶段荷载和工艺要求。

【条文说明】

7.2.3 制作先张法预应力叠合楼板时台座受力大，台座应进行专门设计计算以保证完全。

**7.2.4** 密拼预应力叠合楼板的预制底板上表面应按设计规定进行处理。设计五具体要求时，宜进行拉毛处理。

**7.2.5** 密拼预应力叠合楼板制作尺寸、楼盖内预埋件和预留孔洞的规格、位置及数量应满足设计要求。

**7.2.6** 双向密拼预应力叠合楼板板底钢筋弯起角度应符合下列规定：

**1** 双向密拼预应力叠合楼板之间拼缝处，预制板弯起纵向钢筋的端部弯钩弯起角度应满足设计要求，左右偏转不应大于5°；弯起纵向钢筋的端部弯钩与水平段组成的平面宜与预制板顶面垂直，左右偏转不应大于5°。

**2** 双向密拼预应力叠合楼板与支承梁或墙连接处，预制板弯起纵向钢筋的端部弯钩弯起角度宜等于90°，左右偏转不应大于5°；弯起纵向钢筋的端部弯钩与水平段组成的平面宜与预制板顶面垂直，左右偏转不应大于5°。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 正视图 | 侧视图 |
| (a) 楼板之间拼缝处 |
|  |  |
| 正视图 | 侧视图 |
| (b) 楼板与梁或墙连接处 |
| 图7.2.6 弯起纵向钢筋的端部弯起角度示意 |

1—预制板；2—弯起纵向钢筋；3—预应力钢筋

**7.2.7** 预应力钢筋保护层应符合设计要求，并应采取可靠措施。

**7.2.8** 预应力筋的张拉和放张应符合国家现行有关标准的规定。

## 7.3 成品检验

**7.3.1** 密拼预应力叠合楼盖的质量检查与验收应符合国家现行有关标准的规定。

**7.3.2** 密拼预应力叠合楼原材料、部品及配件，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、设计文件及合同约定进行进厂检验。

**7.3.3** 密拼预应力叠合楼板底板的外观质量不应有严重缺陷，不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。对已经出现的外观质量问题，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

【条文说明】

7.3.3 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，以及预埋件数量和位置不符合设计要求的情形，应作退场处理。如经设计同意，可以进行修理使用，则应制定处理方案并获得监理确认后，生产单位应按技术处理方案处理，修理后应重新验收。

**7.3.4** 密拼预应力叠合楼板预埋件、预留孔以及预留洞的规格、数量应满足设计要求。

**7.3.5** 密拼预应力叠合楼板端部钢筋伸出角度以及抗剪钢筋的直径、间距、长度应满足设计要求。

**7.3.6** 密拼预应力叠合楼板经检查达到出厂标准后，应在表面设置标识，标识应包括工程名称、构件编号、生产日期、生产单位、出厂检验等基本信息。

【条文说明】

7.3.6 密拼预应力叠合楼板表面的标识应清晰、可靠，以确保能够识别构件的身份，并在施工全过程中对发生的质量问题可追溯。

**7.3.7** 密拼预应力叠合楼板的质量证明文件应包括下列内容：

 1 出厂合格证。

 2 钢筋检验报告。

 3 混凝土强度检验报告。

 4 合同要求的其他质量证明文件。

**7.3.8** 密拼预应力叠合楼板底板的外观质量不宜有一般缺陷。对已经出现的一般缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

**7.3.9** 密拼预应力叠合楼板外观尺寸及预留洞口的位置允许偏差及检验方法应符合国家现行有关标准的规定。

**7.3.10** 密拼预应力叠合楼板的预制底板应对反拱进行检查，最大拱起挠度限值不应大于*bx*/360（*bx*为叠合楼板预应力方向跨度）。



图7.3.10 预制底板反拱示意

1—预制板

【条文说明】

7.3.10 反拱最大挠度限值参照PCI设计手册。

## 7.4 运输与堆放

**7.4.1** 密拼预应力叠合楼板装运时的支撑位置和方法应符合其受力状态，并固定可靠。

**7.4.2** 应制定密拼预应力叠合楼板的运输与堆放方案，其内容应包括运输时间、次序、堆放场地、运输路线、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。

**7.4.3** 密拼预应力叠合楼板的吊点数量、位置应经计算确定，应保证吊具连接可靠，应采取保证起重设备的主钩位置、吊具及构件重心在竖直方向上重合的措施，吊索水平夹角不宜小于60°，不应小于45°。

**7.4.4** 运输道路应满足密拼预应力叠合楼板的运输要求。现场卸放、吊装工作范围内不得有障碍物，并应有满足密拼预应力叠合楼板周转使用的场地。

**7.4.5** 密拼预应力叠合楼板应采用抗剪钢筋朝上叠放的堆放方式，各层预制板下部应设置垫木，垫木上下对齐，不得脱空。堆放层数应由计算确定，并应有稳固措施。

# 8 施工

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 密拼预应力叠合楼板施工应编制专项施工方案，并应绘制安装顺序示意图。施工前应根据审批通过的专项施工方案编制作业指导书，制订运输与安装措施及安全技术措施，并向操作人员进行质量、安全技术交底。

【条文说明】

8.1.1 施工单位在施工前应组织制订专项施工方案，且应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的规定。必要时，施工单位应根据设计文件进行深化设计。

构件的运输与安装应有成品保护措施和应急预案，可在专项施工方案或作业指导书中进行编制，对运输与安装的施工措施及安全技术措施，采取书面、口头、样板演示等多种方法向操作人员进行交底。

构件安装应设专人指挥，作业人员必须规范操作。遇有六级以上大风、大雾和雨天等恶劣天气时，不得进行安装活动。

**8.1.2** 施工所用的材料应有产品合格证书，质量应符合国家现行有关标准的规定。密拼预应力叠合楼板的进场质量应符合本规程第9章的要求，不合格的产品严禁安装使用。

**8.1.3** 密拼预应力叠合楼板的施工宜建立首段验收制度。正式施工前，宜选择有代表性的单元或部分进行试安装，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】

8.1.3 为避免由于设计或施工缺乏经验造成工程实际障碍或损失，保证施工质量，并不断摸索和积累经验，提出应通过试安装进行验证性试验。试安装对于没有经验的施工队伍非常必要，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。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，对于产品的定型和施工工艺推广，是十分重要的。

## 8.2 密拼预应力叠合楼板安装

**8.2.1** 密拼预应力叠合楼板运至施工现场后，应根据吊装顺序及位置对其进行分类码放。推放场地应坚实、平整，并应有排水措施。

**8.2.2** 安装前应按设计图纸核对密拼预应力叠合楼板的型号与尺寸，在图纸待安装部位上注明预制构件的编号，并在待铺设部位的四周梁边及墙边注明编号及长度，以方便铺设时快速安装就位。

**8.2.3** 安装施工前，应核对已施工完成结构的混凝土强度、外观质量、尺寸偏差等符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和本规程的有关规定。

**8.2.4**对施工阶段设有可靠支撑设计的叠合楼板，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定对模板与支撑进行设计，并应提出支撑的布置图，支撑架体不得与防护外架相连接。

【条文说明】

8.2.4 临时支撑系统应具有足够的强度、刚度和整体稳定性，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定进行检查与验收。

**8.2.5** 临时支撑拆除时，叠合层的混凝土强度应符合设计文件和现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

【条文说明】

8.2.5 支撑的拆除应严格按照条文规定执行，宜根据拆除方法、时间和顺序制定相应的方案。

**8.2.6** 密拼预应力叠合楼板之间的拼缝宜使用弹性砂浆进行嵌填处理。



图7.3.7 拼缝处理示意

1—预制板；2—拼缝

**8.2.7** 安装施工前，应进行测量放线，设置构件安装定位标识。

**8.2.8** 安装施工前，应检查复核吊装设备及吊具处于安全操作状态。

**8.2.9** 安装施工前，应核实现场环境、天气、道路状况等满足吊装要求。

**8.2.10** 密拼预应力叠合楼板起吊时，吊索与板的夹角不宜小于60°，不应小于45°。

**8.2.11** 施工阶段不加支撑的叠合楼板搁置于墙体或梁上，安装前应在两端支座上采用10mm厚M5水泥砂浆或不低于砌筑砂浆强度等级的砂浆坐浆找平，搁置长度不小于60mm。

**8.2.12** 预应力叠合板吊装完后应对板底接缝高差进行校核；当叠合板板底接缝高差不满足设计要求时，应将构件重新起吊，通过可调托座进行调节。

**8.2.13** 施工荷载应符合设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》

GB 50666的规定，并应避免单个预制楼板承受较大的集中荷载；未经设计允许，施工单位不得擅自对预应力叠合楼板进行切割、开洞，施工传料口应提前预留。

**8.2.14** 当设计对构件连接处有防水要求时，防水施工及材料性能应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。

## 8.3 叠合层混凝土施工

**8.3.1** 叠合层混凝土施工前，应将预制楼板上的杂物清理干净，并浇水充分湿润。施工过程中应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666有关冬期、高温与雨期施工的相关规定。

**8.3.2** 叠合层混凝土施工前，应确认不同位置预应力叠合板中预埋件和预留孔洞的位置、尺寸无误，混凝土浇注过程中做好管线的保护工作。

**8.3.3** 叠合层混凝土施工前，应按照设计要求对钢筋布置进行逐项检查，做好隐蔽工程验收记录，合格后方可浇注叠合层混凝土。

【条文说明】

8.3.3 密拼预应力叠合楼板板面钢筋、附加钢筋、弯起钢筋的牌号、规格和数量应符合设计文件的规定，并做好隐蔽工程验收记录。

**8.3.4** 后浇带应按设计要求进行留设和处理，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定。

**8.3.5** 浇筑叠合层混凝土时应布料均匀，应采用平板振动器振捣密实，以保证楼板的整体性。

**8.3.6** 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密拼预应力叠合楼盖及临时支撑体系造成影响。

**8.3.7** 叠合层混凝土浇筑后应进行洒水养护或覆盖养护，养护持续时间不得少于7d。

**8.3.8** 预留洞口处的预应力钢筋的剪断需要后浇混凝土叠合层强度达到设计强度的100%。

# 9 质量验收

## 9.1 一般规定

**9.1.1** 密拼预应力叠合楼板验收除应符合本规程规定外，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的有关规定。

【条文说明】

9.1.1 混凝土结构子分部工程可划分为模板、钢筋、混凝土、预应力、密拼预应力底板、现浇叠合层等分项工程，各分项工程可划分为若干检验批。

**9.1.2** 密拼预应力叠合楼板底板、原材料、配件，应按检验批进行进场质量验收。

## 9.2 主控项目

**9.2.1** 密拼预应力叠合楼板安装之前，应对已完成结构进行验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量验收记录。

**9.2.2** 密拼预应力叠合楼板与建筑主体结构之间的连接应牢固、稳定，连接方法应符合设计要求。

 检查数量：全数检查。

 检验方法：观察。

**9.2.3** 在浇筑叠合层混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收，其内容包括钢筋牌号、直径、数量、位置、连接接头位置、附加钢筋的限位措施、弯起钢筋角度以及预埋件数量、位置等。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

**9.2.4** 密拼预应力叠合楼板的外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能或安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

## 9.3 一般项目

**9.3.1** 密拼预应力叠合楼板的外观质量不应有一般缺陷，当出现一般缺陷时，应按技术处理方案进行处理，并应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案和处理记录。

**9.3.2** 施工缝和后浇带的位置应按设计要求和施工技术方案确定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

**9.3.3** 密拼预应力叠合楼板的预埋件、预留插筋、预留孔洞等的规格、数量、位置应符合设计文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

# 本规程用词说明

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对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”。

附录**A** 密拼预应力双向叠合楼板弯矩系数、挠度系数

**A.0.1** 四边简支密拼预应力双向叠合楼板示意图如图A.0.1所示，其弯矩系数、挠度系数按表A.0.1取值。

|  |
| --- |
|  |
| 图A.0.1 四边简支双向叠合楼板示意图 |

注：(1) *lx*为双向叠合楼板预应力方向跨度；

(2) *ly*为双向叠合楼板非预应力方向跨度；

(3) *q*为双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值。

表A.0.1 四边简支双向叠合楼板弯矩系数、挠度系数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *λ*e | m*x* | m*y* | *f* |
| 0.50 | 0.0965 | 0.0174 | 0.01013 |
| 0.55 | 0.0892 | 0.0210 | 0.00940 |
| 0.60 | 0.0820 | 0.0242 | 0.00867 |
| 0.65 | 0.0750 | 0.0271 | 0.00796 |
| 0.70 | 0.0683 | 0.0296 | 0.00727 |
| 0.75 | 0.0620 | 0.0317 | 0.00663 |
| 0.80 | 0.0561 | 0.0334 | 0.00603 |
| 0.85 | 0.0506 | 0.0348 | 0.00547 |
| 0.90 | 0.0456 | 0.0358 | 0.00496 |
| 0.95 | 0.0410 | 0.0364 | 0.00449 |
| 1.00 | 0.0368 | 0.0368 | 0.00406 |

注：(1) 本表系数m*x*、m*y*和*f*为各向同性板经薄板理论求解得到；

(2) *λ*e为双向叠合楼板等效跨度比，按本规程5.2.13条计算；

(3) m*x*为平行于*x*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数，m*y*为平行于*y*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数；

(4) *f*为双向叠合楼板最大挠度系数。

**A.0.2** 四边固支密拼预应力双向叠合楼板示意图如图A.0.2所示，其弯矩系数、挠度系数按表A.0.2取值。

|  |
| --- |
|  |
| 图A.0.2 四边固支双向叠合楼板示意图 |

注：(1) *lx*为双向叠合楼板预应力方向跨度；

(2) *ly*为双向叠合楼板非预应力方向跨度；

(3) *q*为双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值。

表A.0.2 四边固支双向叠合楼板弯矩系数、挠度系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *λ*e | m*x* | m*y* | m*´x* | m*´y* | *f* |
| 0.50 | 0.0400 | 0.0038 | -0.0829 | -0.0570 | 0.00253 |
| 0.55 | 0.0385 | 0.0056 | -0.0814 | -0.0571 | 0.00246 |
| 0.60 | 0.0367 | 0.0076 | -0.0793 | -0.0571 | 0.00236 |
| 0.65 | 0.0345 | 0.0095 | -0.0766 | -0.0571 | 0.00224 |
| 0.70 | 0.0321 | 0.0113 | -0.0735 | -0.0569 | 0.00211 |
| 0.75 | 0.0296 | 0.0130 | -0.0701 | -0.0565 | 0.00197 |
| 0.80 | 0.0271 | 0.0144 | -0.0664 | -0.0559 | 0.00182 |
| 0.85 | 0.0246 | 0.0156 | -0.0626 | -0.0551 | 0.00168 |
| 0.90 | 0.0221 | 0.0165 | -0.0588 | -0.0541 | 0.00153 |
| 0.95 | 0.0198 | 0.0172 | -0.0550 | -0.0528 | 0.00140 |
| 1.00 | 0.0176 | 0.0176 | -0.0513 | -0.0513 | 0.00127 |

注：(1) 本表系数m*x*、m*y*、m*´x*、m*´y*和*f*为各向同性板经薄板理论求解得到；

(2) *λ*e为双向叠合楼板等效跨度比，按本规程5.2.13条计算；

(3) m*x*为平行于*x*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数，m*y*为平行于*y*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数；

(4) m*´x*为固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数，m*´y*为固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数；

(5) *f*为双向叠合楼板最大挠度系数。

**A.0.3** 临边固支、临边简支密拼预应力双向叠合楼板示意图如图A.0.3所示，其弯矩系数、挠度系数按表A.0.3取值。

|  |
| --- |
|  |
| 图A.0.3 临边固支、临边简支双向叠合楼板示意图 |

注：(1) *lx*为双向叠合楼板预应力方向跨度；

(2) *ly*为双向叠合楼板非预应力方向跨度；

(3) *q*为双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值。

表A.0.3 临边固支、临边简支双向叠合楼板弯矩系数、挠度系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *λ*e | m*x* | m*y* | m*´x* | m*´y* | *f* |
| 0.50 | 0.0562 | 0.0135 | -0.1179 | -0.0786 | 0.00471 |
| 0.55 | 0.0530 | 0.0153 | -0.1140 | -0.0785 | 0.00454 |
| 0.60 | 0.0498 | 0.0169 | -0.1095 | -0.0782 | 0.00429 |
| 0.65 | 0.0465 | 0.0183 | -0.1045 | -0.0777 | 0.00399 |
| 0.70 | 0.0432 | 0.0195 | -0.0992 | -0.0770 | 0.00368 |
| 0.75 | 0.0396 | 0.0206 | -0.0938 | -0.0760 | 0.00340 |
| 0.80 | 0.0361 | 0.0218 | -0.0883 | -0.0748 | 0.00313 |
| 0.85 | 0.0328 | 0.0229 | -0.0829 | -0.0733 | 0.00286 |
| 0.90 | 0.0297 | 0.0238 | -0.0776 | -0.0716 | 0.00261 |
| 0.95 | 0.0267 | 0.0244 | -0.0726 | -0.0726 | 0.00237 |
| 1.00 | 0.0240 | 0.0249 | -0.0677 | -0.0677 | 0.00215 |

注：(1) 本表系数m*x*、m*y*、m*´x*、m*´y*和*f*为各向同性板经薄板理论求解得到；

(2) *λ*e为双向叠合楼板等效跨度比，按本规程5.2.13条计算；

(3) m*x*为平行于*x*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数，m*y*为平行于*y*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数；

(4) m*´x*为固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数，m*´y*为固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数；

(5) *f*为双向叠合楼板最大挠度系数。

**A.0.4** 三边固支、一边简支密拼预应力双向叠合楼板示意图如图A.0.4所示，其弯矩系数、挠度系数按表A.0.4取值。

|  |
| --- |
|   |
| (a) 预应力方向垂直简支边方向 | (b) 预应力方向沿简支边方向 |
| 图A.0.4 三边固支、一边简支双向叠合楼板 |

注：(1) *lx*为双向叠合楼板预应力方向跨度；

(2) *ly*为双向叠合楼板非预应力方向跨度；

(3) *q*为双向叠合楼板均布荷载标准值或设计值。

表A.0.4(a) 三边固支、一边简支双向叠合楼板弯矩系数、挠度系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *λ*e | m*x* | m*y* | m*´x* | m*´y* | *f* |
| 0.50 | 0.0103 | 0.0588 | -0.0784 | -0.1146 | 0.00463 |
| 0.55 | 0.0133 | 0.0541 | -0.0780 | -0.1093 | 0.00437 |
| 0.60 | 0.0160 | 0.0493 | -0.0773 | -0.1033 | 0.00403 |
| 0.65 | 0.0182 | 0.0446 | -0.0762 | -0.0970 | 0.00365 |
| 0.70 | 0.0200 | 0.0400 | -0.0748 | -0.0903 | 0.00327 |
| 0.75 | 0.0214 | 0.0354 | -0.0729 | -0.0837 | 0.00294 |
| 0.80 | 0.0224 | 0.0311 | -0.0707 | -0.0772 | 0.00262 |
| 0.85 | 0.0231 | 0.0273 | -0.0683 | -0.0711 | 0.00233 |
| 0.90 | 0.0234 | 0.0238 | -0.0656 | -0.0653 | 0.00206 |
| 0.95 | 0.0234 | 0.0207 | -0.0629 | -0.0599 | 0.00182 |
| 1.00 | 0.0231 | 0.0180 | -0.0600 | -0.0550 | 0.00160 |

注：(1) 本表系数m*x*、m*y*、m*´x*、m*´y*和*f*为各向同性板经薄板理论求解得到；

(2) *λ*e为双向叠合楼板等效跨度比，按本规程5.2.13条计算；

(3) m*x*为平行于*x*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数，m*y*为平行于*y*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数；

(4) m*´x*为固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数，m*´y*为固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数；

(5) *f*为双向叠合楼板最大挠度系数。

表A.0.4(b) 三边固支、一边简支双向叠合楼板弯矩系数、挠度系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *λ*e | m*x* | m*y* | m*´x* | m*´y* | *f* |
| 0.50 | 0.0409 | 0.0089 | -0.0836 | -0.0569 | 0.00258 |
| 0.55 | 0.0399 | 0.0093 | -0.0827 | -0.0570 | 0.00255 |
| 0.60 | 0.0386 | 0.0105 | -0.0814 | -0.0571 | 0.00249 |
| 0.65 | 0.0371 | 0.0116 | -0.0796 | -0.0572 | 0.00240 |
| 0.70 | 0.0354 | 0.0127 | -0.0774 | -0.0572 | 0.00229 |
| 0.75 | 0.0335 | 0.0137 | -0.0750 | -0.0572 | 0.00219 |
| 0.80 | 0.0314 | 0.0147 | -0.0722 | -0.0570 | 0.00208 |
| 0.85 | 0.0293 | 0.0155 | -0.0693 | -0.0567 | 0.00196 |
| 0.90 | 0.0273 | 0.0163 | -0.0663 | -0.0563 | 0.00184 |
| 0.95 | 0.0252 | 0.0172 | -0.0631 | -0.0558 | 0.00172 |
| 1.00 | 0.0231 | 0.0180 | -0.0600 | -0.0550 | 0.00160 |

注：(1) 本表系数m*x*、m*y*、m*´x*、m*´y*和*f*为各向同性板经薄板理论求解得到；

(2) *λ*e为双向叠合楼板等效跨度比，按本规程5.2.13条计算；

(3) m*x*为平行于*x*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数，m*y*为平行于*y*方向叠合楼板板跨内最大弯矩系数；

(4) m*´x*为固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数，m*´y*为固定边中点沿*x*方向叠合楼板单位板宽内弯矩系数；

(5) *f*为双向叠合楼板最大挠度系数。