



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

核电站楼板免拆模钢筋集成模块 技术规程

Technical specification for Integrated module of demould-free
steel bar for floor slab of nuclear power plant

(征求意见稿)

****出版社

中国工程建设标准化协会标准

核电站楼板免拆模钢筋集成模块 技术规程

Technical specification for Integrated module of demould-free
steel bar for floor slab of nuclear power plant

T/CECS *** -202X

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

中广核工程有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年××月××日

XXXX 出版社

2025 北京

前 言

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

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、材料、钢筋桁架、设计、制作及运输、施工及验收及安全管理等。

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

本规程由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路 30 号，邮政编码：100013，邮箱：aistarcjp@163.com）。

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

中广核工程有限公司

参编单位：深圳中广核工程设计有限公司

中建研科技股份有限公司

中国核工业华兴建设有限公司

中国建筑第二工程局有限公司

天津洪晟基业建材有限公司

杭萧钢构股份有限公司

主要起草人：艾明星 吴广彬 刘自妥 孙彤彤 黄 阁

周 剑 罗海军 李鸿武 胡 安 许海涛

王 雪 朱礼敏 李 然 丁志新 白明鑫

赵 毅 尹海迪 张根俞 刘子金 杨 尚

邓启旭 徐 冰 宋 瑞 吕池益 孙士民

主要审查人：xx

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(3)
2.1	术 语	(3)
2.2	符 号	(4)
3	材 料	(5)
4	钢筋桁架	(7)
4.1	制作和尺寸	(7)
4.2	质量检测	(8)
5	设 计	(10)
5.1	一般规定	(10)
5.2	构件设计	(10)
5.3	短暂设计状态计算	(12)
5.4	持久设计状态计算	(13)
5.5	支座节点设计	(16)
6	制作及运输	(18)
6.1	一般规定	(18)
6.2	集成模块制作	(18)
6.3	集成模块运输	(21)
6.4	信息化管理	(22)
6.5	质量检查与验收	(23)
7	施工与验收	(26)
7.1	一般规定	(26)
7.2	集成模块安装准备	(26)
7.3	集成模块安装与连接	(27)
7.4	混凝土浇筑	(29)
7.5	质量验收	(31)
8	安全管理	(33)

8.1 作业人员	(33)
8.2 机械设备	(33)
8.3 加工与安装	(34)
附录 A 集成模块加工配用表单	(35)
附录 B 集成模块安装质量检验	(41)
用词说明	(44)
引用标准名录	(45)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(3)
	2.1 Terms	(3)
	2.2 Symbols	(4)
3	Materials	(5)
4	steel-bars truss	(7)
	4.1 Fabrication and size	(7)
	4.2 Mass detection	(8)
5	Design	(10)
	5.1 General requirements	(10)
	5.2 Detailing	(10)
	5.3 Calculation of transient design state	(12)
	5.4 Persistent design state calculation	(13)
	5.5 Design of support	(16)
6	Fabrication and transportation	(18)
	6.1 General requirements	(18)
	6.2 Integrated module production	(18)
	6.3 Integrated module transport	(21)
	6.4 Information management	(22)
	6.5 Quality inspection and acceptance	(23)
7	Construction and acceptance	(26)
	7.1 General requirements	(26)
	7.2 Integrated module installation preparation	(26)
	7.3 Installation and connection of integrated module	(27)
	7.4 Pouring of concrete	(29)
	7.5 Quality inspection	(31)
8	Security management	(33)

8.1	Operation staff.....	(33)
8.2	Mechanical equipment.....	(33)
8.3	Processing and installation.....	(34)
Appendix A	Integrated module processing table.....	(35)
Appendix B	Integrated module installation quality inspection.....	(41)
	Explanation of wording.....	(44)
	List of quoted standard.....	(45)

1 总 则

1.0.1 为规范核电站建设中免拆模钢筋集成模块技术的实施，做到技术先进、经济合理、安全环保、确保质量，制订本规程。

【条文说明】钢筋桁架楼承板是将楼板中钢筋在工厂加工成钢筋桁架，并将钢筋与底模连接成一体的组合承重模板，施工阶段由钢筋桁架提供刚度，并与底模一起承受混凝土自重及施工荷载，使用阶段钢筋作为受力筋与混凝土一起承受使用荷载。钢筋桁架楼承板具有生产效率高、施工速度快、无支撑跨度大、楼板整体性好、综合成本低等优势，在一般工业与民用建筑中得到了广泛应用。

核电站免拆模钢筋集成模块技术与普通的钢筋桁架楼承板技术基本一致，一般工业与民用建筑中钢筋桁架楼承板技术已有大量研究基础和工程应用经验，可以支撑核电站楼板免拆模钢筋集成模块技术的研究和应用。

1.0.2 本规程适用于核电站楼板建设中采用免拆模钢筋集成模块技术的设计、制作、施工及验收。

【条文说明】本规程借鉴了一般工业与民用建筑的工业化理念和新技术，并结合核电站超厚楼板的特点，提出适用于核电站楼板的免拆模钢筋集成模块技术。该技术是将可拆底模或者免拆底模和成型钢筋骨架集成为一体，二者之间通过连接件或钢板焊接的方式实现可靠连接，形成免拆模钢筋集成模块，实现工厂工业化生产和现场整体吊装，现场完成模块之间的连接和楼板混凝土浇筑工作即可。采用该技术是实现了核电站楼板的免支撑或少支撑施工，避免现场大量钢筋工程，能够有效缩短施工周期，降低施工措施费，提高核电站楼板建造的工业化水平。本规程规定了核电工程中钢筋集成模块设计、制作、施工及验收所涉及的深化设计、技术翻样、材料选用、设备选定、加工工艺、吊装及质量检验的方法。

1.0.3 免拆模钢筋集成模块的设计、制作、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和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【条文说明】国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构用成型钢筋应用技术规程》JGJ 366、《核电厂混凝土结构技术标准》GB/T 51390、《钢筋混凝土用钢筋桁架》YB/T 4262 以及《钢筋桁架楼承板应用技术规程》T/CECS 1069 中，对于钢筋桁

架相关构件及其应用，均有相关规定。本规程在这些标准的基础上，通过进一步的研究和实践，对现有标准中的相应规定做了改进和完善。尽管本规程中部分具体构造与现行标准中的要求不完全一致，但性能要求是一致的，且符合现行通用规范的要求及现行标准中重点强调的要求。在核电站采用免拆模钢筋集成模块应用过程中，当采用本规程时，对与其他现行标准中不完全一致之处，需注意适用条件和附加要求。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 免拆模钢筋集成模块 rebar integration module of floor without formwork required

由底模与成型钢筋骨架通过专用连接件组合而成，并集成楼板内预埋套筒、预埋件等物项，在施工阶段承受全部施工荷载的组合承重模块楼板。简称集成模块。

2.1.2 成型钢筋骨架 rebar integration module of floor without formwork required

由钢筋桁架和楼板内其它纵横向钢筋绑扎而成，在固定地点加工成型的三维钢筋制品构件。

2.1.3 钢筋桁架混凝土板 steel-bars truss concrete slab

在集成模块上现浇混凝土形成整体，共同承受荷载的楼面板或屋面板。

2.1.4 钢筋桁架 lattice girder

由钢筋为上弦、下弦及腹杆，经焊接成形的钢筋骨架，分为等腰三角桁架和直角三角桁架。

2.1.5 底模 bottom formwork

连接于集成模块底部，承受混凝土楼板施工期间施工荷载及混凝土自重的模板，包括可拆底模及免拆底模。

2.1.6 组合专用连接件 special connector

用于集成模块与可拆底模或免拆底模连接的紧固件，包括混凝土垫块、卡扣、托肋和配套螺钉。

2.1.7 钢筋专业化加工 professional processing of steel bars

采用专用设备和合理的工艺流程，在固定场所将原材钢筋集中加工成符合施工要求的成型钢筋的过程。

2.1.8 专业化钢筋加工设备 automatic steel bar processing equipment

具备自动调直、定尺、切断、弯曲、焊接、螺纹加工等单一或组合功能的钢筋加工机械设备。

2.1.9 信息化生产管理系统 information production management system

原材料采购、钢筋加工、成型钢筋配送、过程质量检验各个环节均实行计算机信息化管理的系统。

2.2 符号

- f_{stk} ——钢筋极限抗拉强度标准值；
 f_{mst}^0 ——接头试件实测极限抗拉强度；
 l_{ab} ——受拉钢筋基本锚固长度；
 σ_b ——抗拉强度；
 σ_s ——屈服强度；
 δ ——伸长率。

3 材料

3.0.1 普通钢筋宜采用 HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500 钢筋，也可采用 HPB300 钢筋，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《核电厂混凝土结构技术标准》GB/T 51390 的有关规定。

3.0.2 普通钢筋宜选用满足下列抗震要求的钢筋：

- 1 钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比重不应小于 1.25；
- 2 钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比重不应大于 1.30；
- 3 钢筋最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。

3.0.3 钢筋焊接网片应满足现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定。

3.0.4 钢筋的弯制和末端弯钩均应符合设计要求，加工成型后的钢筋形状应准确，平面不应有凹曲，弯点处不应有裂缝；钢筋弯曲加工尺寸允许偏差应符合表 3.0.4 的规定。

表 3.0.4 钢筋弯曲加工尺寸允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)
1	受力钢筋顺长度方向加工后的全长	±10
2	弯起钢筋各部分尺寸	±20

3.0.5 预埋件的锚板、锚筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《核电厂混凝土结构技术标准》GB/T 51390 的有关规定。

3.0.6 底模材料可根据工程特点及需求选用中空塑料模板、竹（木）胶合板和纤维水泥板，并应符合下列规定：

1 中空塑料模板的材质和性能应符合现行行业标准《塑料模板》JG/T 418 的规定，且板材厚度不宜小于 18mm；

2 竹（木）胶合板的材质和性能应符合现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的有关规定；

3 纤维水泥平板的材料及质量要求应符合现行行业标准《纤维水泥平板 第 1 部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1 中 B 类板的有关规定。

3.0.7 专用连接件应符合施工安全性、可靠性的要求。底模和钢筋桁架连接构造便于组装，单个连接件与钢筋桁架、底模连接的受拉承载力应满足本规程第**条的规定，并应符合设计要求。

3.0.8 组合专用连接件包括混凝土垫块、卡扣、托肋和配套螺钉，并应符合下列规定：

1 混凝土垫块的强度不应低于该部位的结构混凝土强度，且垫块混凝土强度等级不宜小于 C60。

2 卡扣可采用金属卡扣或塑料卡扣；金属卡扣应采用不锈钢材料或镀锌金属材料；塑料卡扣应选用聚乙烯、聚丙烯或尼龙塑料，应采用高强工程塑料注塑工艺，且应满足防火、耐久性要求。

3 配套螺钉应选用 8.8 级镀锌碳钢材质的外六角自带垫片法兰面的螺杆，力学性能及公差应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB 3098.1 的有关规定。

4 拖肋应由增强尼龙一次注塑成型，截面宽度不宜小于 60mm，截面高度不宜小于 30mm，长度根据模板宽度确定。

5 混凝土垫块厚度不应小于 2cm，混凝土垫块和卡扣尺寸设计应保证钢筋的最小保护层厚度满足设计要求，垫块厚度允许偏差应为+1mm。

3.0.9 螺钉洞眼填平用聚合物改性水泥砂浆的物理力学性能应符合表 3.0.9 的规定。

表 3.0.9 聚合物改性水泥砂浆物理性能力学性能要求

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

4 钢筋桁架

4.1 制作和尺寸

4.1.1 钢筋桁架宜采用数控钢筋桁架焊接设备制作，钢筋桁架的腹杆钢筋与上、下弦钢筋的焊点宜采用电阻点焊方式焊接；也可在胎架上采用二氧化碳气体保护电弧焊工艺；钢筋桁架焊接质量应符合现行《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

4.1.2 钢筋桁架的尺寸（图 4.1.2）应符合下列规定：

- 1 钢筋桁架的设计高度 H_1 不宜小于 400mm，不宜大于 600mm，且宜以 10mm 为模数；
- 2 钢筋桁架的设计宽度 B 宜取 200mm；
- 3 腹杆钢筋与上、下弦钢筋相邻焊点的中心间距 P_s 宜取 400mm。

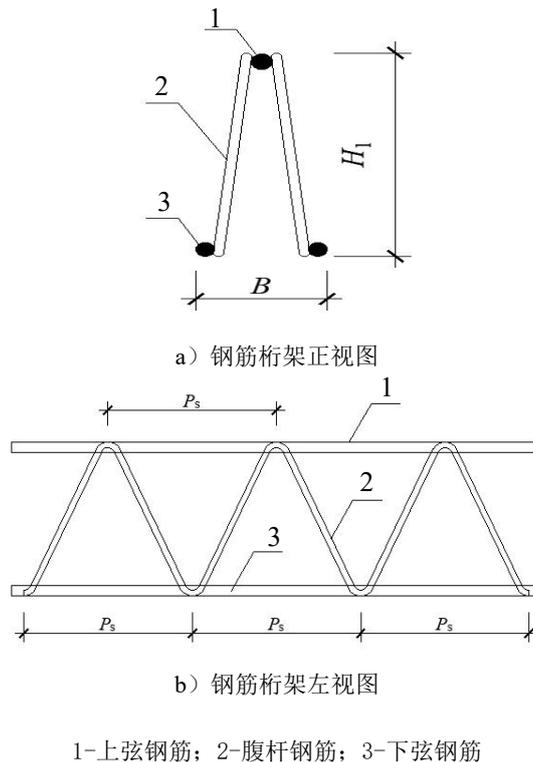


图 4.1.2 钢筋桁架示意

4.1.3 钢筋桁架的上、下弦钢筋宜选用公称直径为 25mm~32mm 的热轧带肋钢筋，腹杆钢筋宜选用公称直径为 12mm~16mm 的热轧带肋钢筋。

4.1.4 钢筋二氧化碳气体保护电弧焊所采用的焊丝，应符合现行国家标准《气体

保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110 的有关规定。

4.1.5 钢筋桁架在上、下弦钢筋焊点处的弯弧内直径应小于 $4d_3$ (d_3 腹杆钢筋直径)。钢筋桁架焊点受剪承载力应符合表 4.1.5 的规定。

表 4.1.5 钢筋桁架节点焊点受剪承载力

腹杆钢筋直径 (mm)	12	14	16
单个焊点受剪承载力 (kN)	40.7	55.4	72.4

4.1.6 钢筋的弯制和末端弯钩均应符合设计要求。钢筋弯曲加工成型后，钢筋表面无凹曲，弯点处无裂缝。其尺寸允许偏差应符合表 4.1.6 的规定。

表 4.1.6 钢筋加工工艺标准

项次	检验项目	允许偏差 (mm)
1	受力钢筋顺长度方向加工后的全长	±10
2	弯起钢筋各部分尺寸	±20

4.2 质量检测

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

检查数量：按进厂批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查钢筋质量证明文件和抽样检验报告。

4.2.2 钢筋桁架的质量检验应符合下列规定：

1 钢筋桁架应按批进行外观质量和尺寸偏差检验，同一检验批的首件必检，加工过程中应进行抽检，抽检次数不应小于 2 次，每次应抽检 1 榀；外观质量应符合本规程第 4.2.3 条的规定，尺寸偏差应符合本规程第 4.2.4 条的规定；当抽检合格率不为 100% 时，应全数检查，并剔除不合格品。

2 钢筋桁架应按批进行力学性能检验，每批应随机抽取 1 榀钢筋桁架进行

试验；力学性能检验试件制作及测试方法应符合本规程附录 A 的规定；拉伸、弯曲试验检验结果应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95 和《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的有关规定，焊点的受剪承载力不应小于腹杆钢筋屈服承载力的 60%，并应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

3 一个检验批应为同一设备、同一台班加工的同一规格的钢筋桁架。首批 500 件作为一检验批检验合格后，检验批量可扩大为每 800 件一批。

4.2.3 钢筋桁架的外观质量应符合下列规定：

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

2 钢筋桁架上弦焊点不得开焊；下弦焊点开焊数量不应超过下弦焊点总数的 4%，且不应连续开焊，端部焊点不应开焊。

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

4.2.4 钢筋桁架的尺寸偏差和检验方法应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 钢筋桁架的尺寸允许偏差和检验方法

项次	检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	长度	总长度的 $\pm 0.3\%$ 且不超过 ± 20	用钢尺或带数字显示的卷尺量上弦钢筋长度
2	设计宽度	± 7	用钢尺或带数字显示的卷尺量钢筋桁架两端，取平均值
3	设计高度	± 5	用钢尺或带数字显示的卷尺量钢筋桁架两端，取平均值
4	相邻焊点中心距	± 5	用钢尺或带数字显示的卷尺量上弦钢筋连续 5 个中心距，取平均值

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 集成模块施工阶段可采用弹性分析方法分别计算钢筋桁架和连接件的荷载效应。计算钢筋桁架时，荷载应由钢筋桁架承担；计算连接件时，荷载全部应由底模承担。

5.1.2 施工阶段设计时，应对集成模块进行短暂设计状况下的承载能力极限状态设计；使用阶段设计时，应对钢筋桁架混凝土板进行持久设计状况下的承载能力极限状态和正常使用极限状态设计，并应符合现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的有关规定。

5.1.3 结构整体分析中钢筋桁架混凝土板可采用与现浇混凝土板相同的方法进行模拟。

5.1.4 集成模块在施工阶段应有可靠支撑；集成模块两端应支承于相应构件或临时支撑上，应根据设计要求确定板跨中是否设置临时支撑，当集成模块跨中不加临时支撑时，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定对钢筋桁架混凝土板进行二阶段受力计算。

5.1.5 应对集成模块进行深化设计，设计文件应经建设单位、设计及施工单位确认。

5.1.6 宜运用 BIM 技术实现设计、制作、施工各阶段参建方的协同与信息共享，加强各专业在设计建造过程中的协同配合。

5.1.7 集成模块的设计，尚应符合现行国家标准《核电厂混凝土结构技术标准》GB/T 51390 的有关规定。

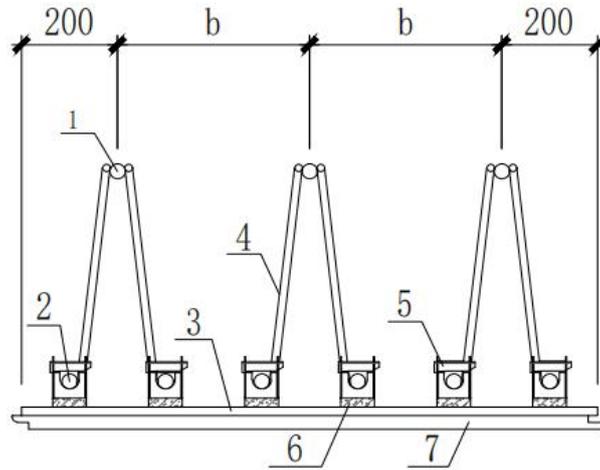
5.2 构件设计

5.2.1 钢筋桁架的腹杆钢筋可作为板内抗剪拉筋。

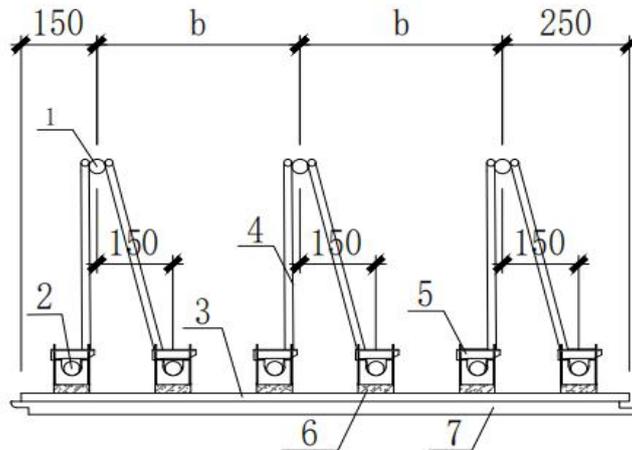
5.2.2 钢筋桁架的布置应符合下列规定：

1 钢筋桁架上弦钢筋至模板板边的水平距离不宜大于 200mm；相邻钢筋桁架上弦钢筋的间距 b 不宜超过 400mm。

- 2 钢筋桁架端部宜为波峰。
- 3 钢筋保护层厚度不应小于钢筋桁架下弦钢筋的公称直径，同时应满足现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 的有关规定。
- 4 钢筋桁架与底模通过组合专用连接件连接（图 5.2.2）。



(a) 等腰钢筋桁架剖面图



(b) 直角钢筋桁架剖面图

1-上弦钢筋；2-下弦钢筋；3-底模；4-腹杆钢筋；5-金属连接件；6-混凝土垫块；7-托肋

图 5.2.2 钢筋桁架与底模组合图

5.2.3 集成模块宜将钢筋桁架兼作吊点。钢筋桁架兼做吊点时，吊点应符合下列规定：

- 1 吊点应选择在上弦钢筋焊点所在位置，焊点不应脱焊；吊点位置应设置明显标识。
- 2 起吊时，吊钩应穿过上弦钢筋和两侧腹杆钢筋，吊索与集成模块水平夹角不应小于 60° 。

3 施工安全系数 K_c 不应小于 4.0。

5.3 短暂设计状态计算

5.3.1 集成模块施工阶段的荷载承受的荷载应按下列规定采用：

- 1 永久荷载 (G_{1k})：集成模块自重标准值；
- 2 永久荷载 (G_{2k})：混凝土自重标准值；
- 3 可变荷载 (Q_{1k})：施工人员及设备产生的均布荷载标准值，应以施工实际荷载为依据。当不能测量施工实际可变荷载或实际施工可变荷载小于 4.0kN/m^2 时，施工可变荷载可取 4.0kN/m^2 ；
- 4 集中荷载 (Q_{2k})：施工集中荷载标准值，可取 1.0kN 。

5.3.2 集成模块施工阶段计算采用的荷载组合应符合表 5.3.2 的规定，进行承载力计算时，应考虑施工可变荷载和附加钢筋及混凝土自重的最不利分布。

表 5.3.2 施工阶段荷载组合

计算内容	荷载组合
钢筋桁架承载力	$1.3G_{1k}+1.5G_{2k}+1.5Q_{1k}$ 和 $1.3G_{1k}+1.5G_{2k}+1.5Q_{2k}$ 取不利组合
连接件承载力	$1.3G_{1k}+1.5G_{2k}+1.5Q_{1k}$ 和 $1.3G_{1k}+1.5G_{2k}+1.5Q_{2k}$ 取不利组合
挠度	$G_{1k}+G_{2k}+Q_{1k}$ 和 $G_{1k}+G_{2k}+Q_{2k}$ 取不利组合 或 $G_{1k}+G_{2k}$

5.3.3 集成模块钢筋桁架楼承应根据施工时楼板临时支撑情况，按单跨、两跨或多跨计算。计算时可取一榀钢筋桁架并向两侧外延半个间距的范围为一个计算单元，并应符合下列规定：

1 钢筋桁架各杆件承载力应满足下式的要求：

$$\frac{\gamma_0 N}{A_s} \leq 0.9 f_y \quad (5.3.3-1)$$

式中： N ——杆件轴心压力或拉力设计值 (N)；

f_y ——钢筋抗拉强度设计值 (N/mm^2)；

A_s ——计算单元宽度范围内钢筋截面面积 (mm^2)；

γ_0 ——施工阶段结构重要性系数，可取 0.9。

2 钢筋桁架各受压杆件稳定性应满足下式的要求：

$$\frac{\gamma_0 N}{\varphi A'_s} \leq f'_y \quad (5.3.3-2)$$

式中：N——杆件轴心压力设计值（N）；

f'_y ——钢筋抗压强度设计值（N/mm²）；

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

A'_s ——计算单元宽度范围内受压钢筋截面面积（mm²）。

5.3.4 施工阶段集成模块挠度计算应符合下列规定：

1 按照永久荷载和可变荷载与永久荷载和集中荷载的不利荷载组合计算的集成模块最大挠度值，不应大于计算跨度的 1/180，且不应大于 20mm；

2 按照永久荷载组合计算的集成模块最大挠度值，不应大于计算跨度的 1/400；

3 计算跨度按集成模块的支承情况可取临时支撑之间的距离；

4 当对挠度值有要求时，应另行确定。

5.3.5 连接件承载力按安全系数法计算，按本规程表 5.3.2 中荷载组合计算的单个连接点的拉力乘以安全系数后不应大于单个连接件的受拉承载标准值，安全系数应取 2.0。

5.2.6 施工阶段，集成模块临时支撑、支承件及其相关连接的承载力，包括稳定性及变形计算应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

5.4 持久设计状态计算

5.4.1 使用阶段，钢筋桁架混凝土板按整体结构进行计算，其承载能力极限状态设计应符合下列规定：

1 弯矩设计值应按符合下列规定：

1) 正弯矩区段弯矩设计值应按下列公式计算：

$$M = M_{1G} + M_{2G} + M_{2Q} \quad (5.4.1-1)$$

2) 施工阶段跨中设置临时支撑的负弯矩区段的弯矩设计值可按一次加载计算;

3) 施工阶段跨中不设置临时支撑的负弯矩区段的弯矩设计值应按下式计算:

$$M = M_{2G} + M_{2Q} \quad (5.4.1-2)$$

式中: M —— 钢筋桁架混凝土板弯矩设计值 (N·mm);

M_{1G} —— 钢筋桁架混凝土板自重产生的弯矩设计值 (N·mm)。

跨中无支撑时按简支板计算, 跨中有支撑时按一次加载计算;

M_{2G} —— 除钢筋桁架混凝土板自重以外, 其他永久荷载在计算截面产生的弯矩设计值 (N·mm);

M_{2Q} —— 可变荷载在计算截面产生的弯矩设计值 (N·mm)。

2 剪力设计值应按下式计算:

$$V = V_{1G} + V_{2G} + V_{2Q} \quad (5.4.1-3)$$

式中: V —— 计算截面处的剪力设计值;

V_{1G} —— 钢筋桁架混凝土板自重产生的剪力设计值;

V_{2G} —— 除钢筋桁架混凝土板自重外, 其他永久荷载在计算截面产生的剪力设计值;

V_{2Q} —— 可变荷载在计算截面产生的剪力设计值。

5.4.2 使用阶段, 钢筋桁架混凝土板的挠度计算应符合下列规定:

1 最大挠度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定;

2 施工阶段跨中无支撑时, 应按下式计算:

$$\Delta_{q0} = \Delta_{1GK} + \Delta_{2GK} + \Delta_{QK} \quad (5.4.2)$$

式中: Δ_{q0} —— 施工阶段跨中无支撑时挠度计算值;

Δ_{1GK} —— 施工阶段按永久荷载标准值计算的集成模块挠度值;

Δ_{2GK} —— 除楼板结构层自重外, 其他永久荷载标准值作用下, 且考虑长

期作用影响的钢筋桁架混凝土板挠度计算值；

Δ_{QK} —— 可变荷载标准值作用下，考虑荷载长期作用影响及可变荷载的准永久值系数计算得到的钢筋桁架混凝土板挠度计算值。

3 施工阶段跨中有支撑时，挠度计算可按整体现浇钢筋混凝土板一次加载确定。

5.4.3 当施工阶段跨中无支撑时，在使用阶段，钢筋桁架混凝土板中钢筋桁架下弦钢筋拉应力应按下列公式计算：

$$\sigma_{sk} = \sigma_{s1k} + \sigma_{s2k} \leq 0.9f_y \quad (5.4.3-1)$$

$$\sigma_{s1k} = \frac{M_{1GK}}{h_{t0}A_s} \quad (5.4.3-2)$$

$$\sigma_{s2k} = \frac{M_{2K}}{0.87A_s h_0} \quad (5.4.3-3)$$

式中： A_s ——计算单元宽度范围内钢筋桁架下弦钢筋截面面积与跨中板底平行桁架方向连接钢筋截面面积之和（ mm^2 ）；

f_y ——钢筋抗拉强度设计值（ N/mm^2 ）；

h_0 ——钢筋桁架下弦钢筋中心到受压区混凝土边缘的距离（ mm ）；

h_{t0} ——钢筋桁架上下弦钢筋中心线的距离（ mm ）；

M_{1GK} ——施工阶段按永久荷载标准组合作用下的计算截面弯矩（ $\text{N}\cdot\text{mm}$ ）；

M_{2K} ——使用阶段除钢筋桁架混凝土板及钢筋、混凝土自重外的荷载标准组合作用下的计算截面弯矩（ $\text{N}\cdot\text{mm}$ ）；

σ_{s1k} ——施工阶段按永久荷载标准组合计算的钢筋桁架下弦钢筋的拉应力（ N/mm^2 ）；

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

σ_{sk} ——按荷载标准组合计算的钢筋桁架下弦钢筋的拉应力（ N/mm^2 ）。

5.4.4 使用阶段，钢筋桁架混凝土板最大裂缝宽度计算应符合下列规定：

1 最大裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB

50010 的有关规定；

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

5.5 支座节点设计

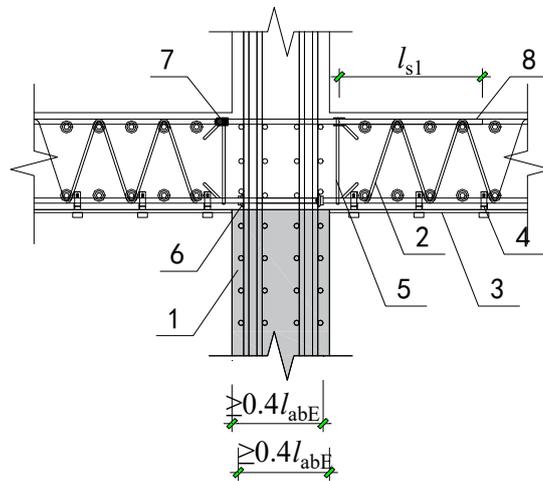
5.5.1 集成模块与混凝土剪力墙中间支座连接构造（图 5.5.1）应符合下列规定：

1 集成模块底模顶宜与混凝土剪力墙顶齐平，现场宜搁置在连接与混凝土剪力墙侧面的支承件上或施工支撑上；

2 钢筋桁架下弦钢筋应伸入支座，伸至墙体竖向钢筋外侧，端部用锚固板锚固；

3 钢筋桁架上弦钢筋与附加纵向钢筋应在靠近支座处截断，并间隔布置直螺纹套筒，待吊装完成后与连接钢筋连接，并与支座对侧楼板顶部纵筋左右交替搭接连接，搭接长度满足《混凝土结构设计规范》GB 50010 要求；

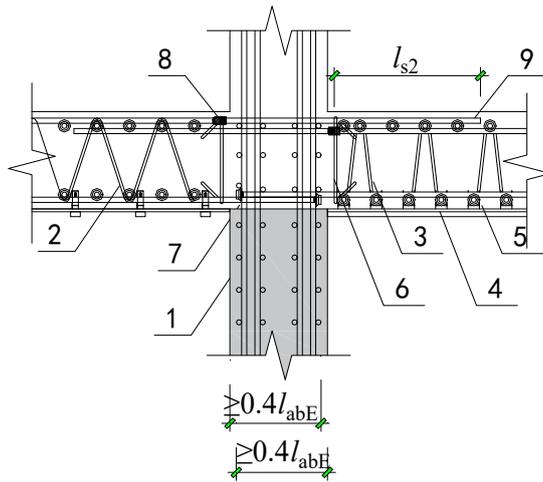
4 钢筋桁架腹杆钢筋在靠近支座处截断，并应在距墙边 50mm 处设置一道附加拉筋；



1-混凝土剪力墙；2-钢筋桁架；3-底模；4-专用连接件；5-附加拉筋；6-锚固板；7-套筒；8-连接钢筋

图 5.5.1 集成模块与混凝土剪力墙中间支座连接构造示意

5.5.2 当中间支座两侧钢筋桁架方向垂直时，降低一侧集成模块钢筋桁架高度，两侧模块顶部纵筋采用一端套筒另一端搭接的构造，底部纵筋通过锚固板锚入支座（图 5.5.2）。



1-混凝土剪力墙；2-钢筋桁架（标准）；3-钢筋桁架（降低）；4-底模；5-专用连接件；
6-附加拉筋；7-锚固板；8-套筒；9-连接钢筋

图 5.5.2 集成模块与混凝土剪力墙中间支座连接构造示意

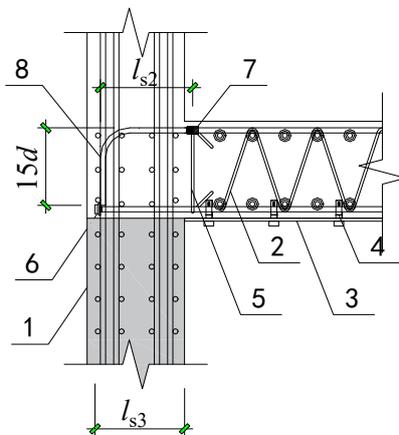
5.5.3 集成模块与混凝土剪力墙边支座连接构造（图 5.5.3）应符合下列规定：

1 集成模块底模顶宜与混凝土剪力墙顶齐平，现场宜搁置在连接与混凝土剪力墙侧面的支承件上或施工支撑上；

2 钢筋桁架下弦钢筋应伸入支座，伸至墙体竖向钢筋外侧，端部用锚固板锚固；

3 钢筋桁架上弦钢筋与附加纵向钢筋应在靠近支座处截断，并布置直螺纹套筒，待吊装完成后与连接钢筋连接，连接钢筋伸至墙体外侧水平纵筋内侧并弯折锚固，弯折长度不小于 $15d$ ；

4 钢筋桁架腹杆钢筋在靠近支座处截断，并应在距墙边 50mm 处设置一道附加拉筋；



1-混凝土剪力墙；2-钢筋桁架；3-底模；4-专用连接件；5-附加拉筋；6-锚固板；7-套筒；8-连接钢筋

图 5.5.3 集成模块与混凝土剪力墙中间支座连接构造示意

6 制作及运输

6.1 一般规定

6.1.1 集成模块生产单位应具有固定的生产场所，生产设备、设施及生产工艺应符合企业的生产规模、生产特点和质量要求，并应符合环境保护和安全生产要求。集成模块生产单位应建立质量保证体系并确保有效实施。

6.1.2 集成模块生产单位应建立完善的安全生产管理制度，宜建立符合现行国家标准《企业安全生产标准化基本规范》GB/T 33000 规定的安全生产标准化管理体系。

6.1.3 集成模块制作前，应由建设单位组织设计单位、生产单位、施工企业、监理单位进行设计文件交底和图纸会审。当设计文件深度不足以指导生产时，应根据批准的设计文件、拟定的生产工艺、运输吊装方案等编制构件加工详图。

6.1.4 集成模块制作前，应制定生产方案。生产方案宜包括生产计划、生产工艺、生产顺序、质量与安全控制措施、成品保护、运输与堆放等内容。

6.1.5 集成模块生产过程中应采取安全措施，满足劳动保护、防火等要求。施工现场严禁明火作业，当需要焊接时应铺设垫板，避免焊渣掉落在底模上。

6.1.6 生产单位应对操作人员进行上岗前培训，由技术负责人对相关人员进行技术交底，保证上岗人员严格按照生产方案进行操作。

6.1.7 宜由施工总承包单位组织设计单位、生产单位、施工单位、监理单位进行集成模块首件验收。

6.2 集成模块制作

6.2.1 集成模块组装前应预先在工厂将钢筋桁架、预埋件、套管和底模按设计规格加工完成，并应作为成品运输至施工现场进行组装。

6.2.2 宜按以下流程制作集成模块：深化设计→钢筋下料→钢筋桁架生产→底模打孔→安装托肋、混凝土垫块、卡扣与模板固定→安装底部预埋件→安装钢筋桁架→穿横向钢筋、设附加纵向钢筋、交叉钢筋固定→安装套管及补强钢筋桁架→安装顶部预埋件→洞口填充处理→验收。

I 模板制作、安装

6.2.3 底模的加工、制作应按照底模深化排版图纸在现场加工车间或专用场地进行，并使用专用工装和平台。

II 钢筋制作、安装

6.2.4 成型钢筋骨架加工前，生产单位应根据设计图纸、标准规范和设计变更文件编制成型钢筋骨架配料单并经施工单位确认，其内容应符合本规程附录 A 表 A.0.3 的规定。

6.2.5 成型钢筋骨架加工前，生产单位应根据成型钢筋骨架配送单制作成型钢筋骨架料牌，其内容应符合本规程附录 A 表 A.0.4 的规定。

【条文说明】钢筋配料单在加工前应经技术部门审核，对钢筋的规格、牌号、下料长度、数量等进行核对，确认无误后方可制作钢筋加工料牌。料牌内容应至少包括施工单位、工程名称、结构部位、形状代码、编号、钢筋牌号、钢筋规格、下料长度、钢筋根数、形状简图及尺寸，其中编号内容包括配料单编号和配料单中相应的序号，便于分类码放和供多个工程配送时装车以及出厂检验。钢筋牌号及规格、下料长度是加工制作的依据，内容应准确。

6.2.6 成型钢筋骨架制作前检查应符合下列规定：

- 1 钢筋表面清洁、无损伤，油渍、漆污和灰浆在加工前清除干净；
- 2 带有颗粒状或片状老锈的钢筋严禁使用；
- 3 发现有裂纹、分层、凹坑、结疤、不圆等缺陷或硬度与钢种有较大出入时，重新检验该批钢筋符合要求后方可使用，经检验不符合要求的按报废处理，报废钢筋单独标识存放。

6.2.7 钢筋宜采用自动化机械设备加工，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《核电厂混凝土结构技术标准》GB/T 51390 的有关规定。

6.2.8 钢筋连接应符合下列规定：

- 1 钢筋连接方式和接头百分率符合设计要求和现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《核电厂混凝土结构技术标准》GB/T 51390 的有关规定。
- 2 钢筋焊接进行工艺评定，并符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。
- 3 机械连接符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。

【条文说明】核电工程本身是不允许使用焊接作为钢筋连接的通用方式，但是由于工程需要，某些特殊情况下必须进行焊接连接时，尤其是为了实现一定跨度内免支撑的要求，必须要焊接钢筋桁架时，其要求应满足现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

6.2.9 钢筋的绑扎应符合下列规定：

1 钢筋的交叉点宜采用直径 0.7mm~2.0mm 的铁丝扎牢，必要时可采用 U 型卡件固定。绑扎宜采取逐点改变绕丝方向的 8 字形方式交错扎结，对直径 25mm 及以上的钢筋，宜采取双对角线的十字型方式扎结。

2 成型钢筋拐角处的钢筋交叉点应全部绑扎；中间平直部分的交叉点可交错绑扎，但绑扎的交叉点宜占全部交叉点的 50%以上。

3 绑扎钢筋的铁丝丝头不应进入混凝土保护层内。

6.2.10 集成模块的生产完成且质量验收合格后应设置产品标识，且宜采用二维码形式。产品标识宜包括工程名称、构件编号、构件规格、生产单位名称、生产日期、质检员等信息。

III 洞口、预埋件、套管处理

6.2.11 固定在底模上的预埋件和预留孔洞不得遗漏，且应安装牢固，其位置应满足设计和施工方案的要求，当设计无具体要求时，应符合表 6.2.11 的规定。有抗渗要求的混凝土结构的预埋件，应按设计及施工方案的要求采取防渗措施。

表 6.2.11 预埋件和预埋孔洞的安装允许偏差

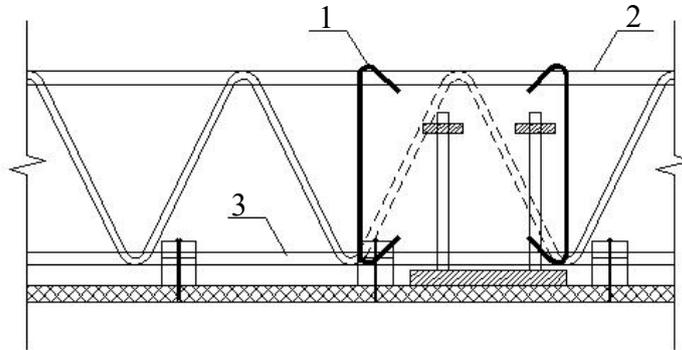
项目		允许偏差 (mm)
预埋件中心线位置		7
预埋套管中心线位置		4
预埋螺栓	中心线位置	3
	外露长度	0~10
预留洞	中心线位置	10
	尺寸	0~10

注：检查中心线位置时，沿纵、横向两个方向量测，并取其中偏差的较大值。

6.2.12 预留洞口处应设置洞边加强钢筋及边模，应避免切断钢筋桁架，待楼板混凝土达到设计强度后方可对洞口钢筋进行切割；若必须切断时，应只切断腹杆钢筋，不应切断弦杆钢筋。

6.2.13 预埋件应与底模可靠固定。深化设计时应保证预埋件的锚筋与钢筋骨架

不冲突；若冲突时，宜采用锚筋弯折的方式进行避让，也可通过平移方式避开，最大平移量不得大于弦杆钢筋直径。若无法避让，可切断冲突的腹杆钢筋，待预埋件安装就位后补充同根数的拉筋，并与上、下弦钢筋焊接（图 6.2.13）。



1—拉筋；2—上弦钢筋；3—下弦钢筋

6.2.13 预埋件锚筋与腹杆钢筋冲突处理措施

6.2.14 预埋套管与钢筋桁架弦杆有冲突必须切断钢筋桁架时，可采用钢板进行弦杆钢筋的焊接补强，可采用钢筋对切断腹杆钢筋补强，钢板厚度和补强钢筋应满足钢筋桁架受力计算要求，焊接质量应符合现行《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18的有关规定。

6.3 集成模块运输

6.3.1 集成模块运输前应编制运输方案，内容宜包括运输时间、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。对于超高、超宽、形状特殊的集成模块的运输和堆放应有专门的质量安全保护措施。

6.3.2 施工企业宜在经济合理的区域范围内，根据工程进度要求将集成模块按时运送到指定地点。

6.3.3 集成模块运输车辆应符合车辆运输管理有关规定，应满足集成模块外形尺寸和额定载重量的运输要求，当发生超长、超宽的特殊情况时应办理有关运输手续；运输车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值应符合现行国家标准《汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值》GB 1589的有关规定。

6.3.4 集成模块应根据外形尺寸、加工件刚度和自重、吊装与运输车辆等，对包装、起吊和运输方案进行专门设计，对吊点、吊具、吊缆等进行计算，必要时设置辅助设施，确保加工、包装、装卸、运输、安装过程安全可靠。

6.3.5 吊点位置宜按照吊点间距中正弯矩与吊点负弯矩相等的原则确定。

6.3.6 集成模块装卸应符合下列规定：

1 应考虑车体平衡，运送应按照配送计划装车运送，运输时应采取绑扎固定措施，多个部位混装运送时应采取较易区分的分隔隔开措施。

2 应采用钢丝绳或吊装带，不应使用包装物吊装钢筋。

3 装车时应做到重件在下面、轻件在上面，大件在下面、小件在上面，长件在下面、短件在上面，避免集成模块变形。

4 装车重量宜达到所选车辆标准载重的 80%以上。

6.3.7 阴雨天运送集成模块应遮盖防护篷布，避免锈蚀。

6.4 信息化管理

6.4.1 施工企业宜建立信息化管理系统。应覆盖从深化设计开始到制成集成模块产品并配送至工程项目现场的全部时间和流程范围，利用信息化技术和必要的硬件条件，采集全范围的各种数据信息和状态信息，并实现数据信息交互。

6.4.2 信息化管理系统宜实现与客户的业务协同，宜与施工现场监管信息系统对接。

6.4.3 施工企业的信息化管理系统应实现对生产全过程的管控与优化，实现原材、加工、质量信息可追溯。

6.4.4 施工企业的信息化管理系统的质量技术标准、信息安全要求、评估标准、电子信息技术、自动化系统控制与集成等管理与技术方面均应符合国家现行标准《工业自动化系统与集成制造执行系统功能体系结构》GB/T 25485 和《企业信息化技术规范 制造执行系统（MES）规范》SJ/Z 11362 的规定。

6.4.5 信息化管理应满足施工企业的客户交互、计划与排产、生产管理、技术管理、配送管理、车间资源(人员、设备、场地、能源)管理、生产工艺管理、库存管理、物料跟踪管理、生产全过程数据记录、统计分析与管理等基本功能。

6.4.6 信息化管理的基本功能框架图见图 6.4.6。

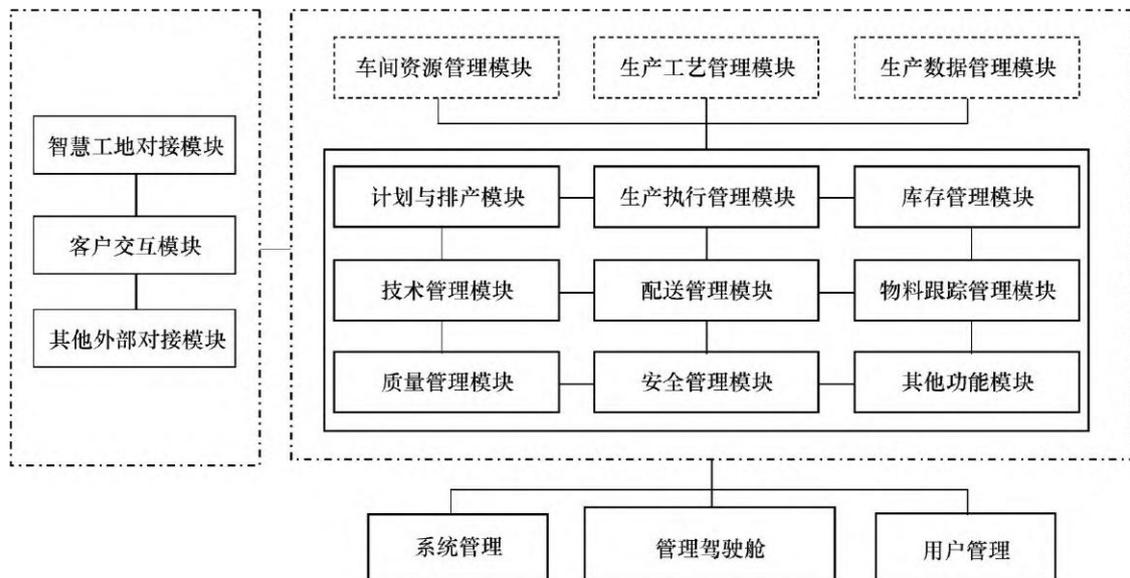


图 6.4.6 信息化管理基本功能框架图

6.4.7 施工企业应按单位工程，由技术负责人组织对以下集成模块部品资料进行整理与归档，并设专人保管，分类定期保存、保证可追溯性：

- 1 集成模块部品配料表；
- 2 集成模块部品制作加工质量自检记录表；
- 3 集成模块部品出厂合格证；
- 4 集成模块部品交货验收单；
- 5 钢筋原材料质保书、合格证和检验报告；
- 6 组合专用连接件、套管、预埋件
- 7 钢筋原材料复检报告、焊接或机械连接工艺检测报告、机械连接型式检验报告；
- 8 其他有关资料。

6.4.8 应用信息化管理系统的集成模块施工企业，应达到钢材损耗率小于或等于2.0%的节材控制目标。

6.5 质量检查与验收

6.5.1 集成模块的质量检查与验收应符合现行国家标准《核电厂混凝土结构技术标准》GB/T 51390 的有关规定。

6.5.2 钢筋进场时，应全数检查外观质量，并按国家现行有关标准的规定抽样做力学性能和重量偏差检验，检验结果应符合相关产品标准的规定，检查数量应

按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

6.5.3 钢筋桁架的质量检验应符合下列规定:

1 钢筋桁架应按批次进行外观质量和尺寸偏差检验,同一检验批的首件必验,加工过程中应进行抽检,抽检次数不应少于2次,每次应抽检1榀,外观质量应符合本规程第6.5.4条的规定;当抽检合格率不为100%时,应全数检查,并剔除不合格品。

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

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

6.5.4 钢筋桁架的外观质量应符合下列规定:

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

2 钢筋桁架中焊点不得开焊。

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

6.5.5 钢筋桁架尺寸偏差和检验方法应符合本规程表4.2.4的规定。

6.5.6 当免拆底模采用外购的产品时,进厂检验应符合下列规定:

1 品种、规格、性能等应符合国家现行有关产品标准和设计要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:进厂质量证明文件及检验报告等。

2 应对外观质量、尺寸偏差和饱水状态抗折强度、握螺钉力进行抽样检查。

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

检验方法:按国家现行有关产品标准和设计要求进行,其中外观质量应符合本规程第6.5.7条的规定,尺寸偏差应符合本规程第6.5.8条的规定,抗折强度和

握螺钉力应符合本规程第 3.0.6 条的规定。

6.5.7 免拆底模外观质量应符合下列规定：

- 1 表面不得有裂纹、分层、蜕皮；
- 2 沿长度方向掉角尺寸不应大于 20mm，沿宽度方向掉角尺寸不应大于 10mm，且一张板掉角数量不应超过 1 个；
- 3 掉角深度不应大于 5mm。

6.5.8 免拆底模尺寸允许偏差和检验方法应符合表 6.5.8 的规定。

表 6.5.8 免拆底模的尺寸允许偏差和检验方法

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

7 施工与验收

7.1 一般规定

7.1.1 施工单位应根据集成模块施工特点制定专项施工方案。专项施工方案需明确工程概况、施工安排、施工进度计划、施工准备与资源配置、施工方法、工艺要求及施工安全技术措施等，并根据设计要求和施工方案进行必要的施工验算。专项方案应由施工单位技术负责人审批通过后报监理批准。

7.1.2 施工单位应根据集成模块的吊运、安装与连接方式对施工现场操作人员进行专项培训和质量安全技术交底。

7.1.3 集成模块正式施工前，宜采用 BIM 技术对安装关键工艺进行模拟并选择有代表性的单元构件进行试安装，并实行首件制验收制度。

7.1.4 集成模块施工前应制定安全防护措施，施工安装前应对安装施工人员进行安全技术交底。

7.1.5 施工过程中，不应在集成模块上集中堆放大量施工材料或使集成模块承受较大的冲击荷载，施工材料自重及施工荷载不应超过设计允许值。

7.1.6 集成模块楼板分项工程施工过程中应及时对隐蔽工程验收、检验批验收，施工完成后应对分项工程验收。

7.1.7 集成模块的施工与验收除应符合本规程外，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、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《核电厂混凝土结构技术标准》GB/T 51390 相关规定。

7.2 集成模块安装准备

7.2.1 集成模块安装前应编制吊装专项方案，对使用的吊具应进行工程验算。

7.2.2 施工前，应复核集成模块安装位置、节点连接构造及临时支撑方案等，并宜按施工方案中的吊装顺序对集成模块编号。

7.2.3 施工前，应测量放线并设置安装定位标识，且应符合下列规定：

1 楼层纵横控制线和标高控制点由底层的原始点向上引测，并应根据楼层纵、横控制线和标高控制点放出集成模块控制线；

- 2 应根据集成模块编号对搁置位置编号；
- 3 测量放线应符合现行国家标准《工程测量通用规范》GB 55018 的有关规定。

7.2.4 安装作业前应按现行行业标准《建筑机械施工安全技术规程》JGJ 33 的有关规定，检查复核起重设备及吊具处于安全操作状态，并应确认现场环境、天气、道路状态等满足吊装施工要求。

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

7.3 集成模块安装与连接

7.3.1 每班作业时宜试吊一次，应确认起重设备与通信设施工作正常、吊具连接可靠。

7.3.2 集成模块吊装应符合下列规定：

- 1 应根据当天的作业内容进行班前安全交底；
- 2 起吊时应根据集成模块排板图和编号标记按序吊装，并应分区、分片吊装至施工作业面；
- 3 每次起吊脱离运输车辆或堆放点时，应适当停顿，确认起吊系统安全可靠后方可继续提升。
- 4 起吊、移动、就位的全过程中，信号指挥员、司索工、起重机械司机应保持通信畅通并协调一致。信号不明时不得吊运和安装；
- 5 集成模块吊至楼层作业面后，应放置稳妥，并应及时安装，且不应集中堆放。

7.3.3 集成模块的安装应符合下列规定：

- 1 支座相关工程应验收合格后，方可进行集成模块安装，集成模块铺设前，应将梁顶面或梁模内杂物清除干净，集成模块铺设，宜按楼层顺序由下往上逐层实施；
- 2 集成模块的支座钢筋应安装于可靠支座上，临时支撑应支设于桁架腹杆下节点位置。
- 3 集成模块底板与墙或梁搭接的缝隙，宜采用收边条或泡沫胶堵缝；

4 施工可变荷载不宜大于 4kN/m^2 ，应避免堆积过大的集中荷载，不可避免时应采取加强支撑措施；

5 当按设计要求设置支撑时，支撑应采取有效防倾覆和防滑移的临时措施。

7.3.4 集成模块吊装就位后，应对安装位置、安装标高、相邻构件平整度、高低差、接缝宽度进行校核和调整，并应采取临时固定措施；当不符合设计文件时，应将集成模块重新吊起，并应通过可调节托座进行调节。

7.3.5 集成模块的临时支撑架体应符合下列规定：

1 临时支撑架宜选用定型独立排式支撑架或其他工具式支架；

2 首层支撑架体的地基应平整坚实，宜采取硬化措施；

3 支撑架体立杆下宜设置垫块；竖向连续支撑层数不宜少于 2 层，且上下层支撑宜对准；

4 支撑架体的高宽比不宜大于 3；当高宽比大于 3 时，应采取加强整体稳固性的措施；支撑架体的轴向压缩变形或侧向挠度，不应大于计算高度或计算跨度的 $1/1000$ ；

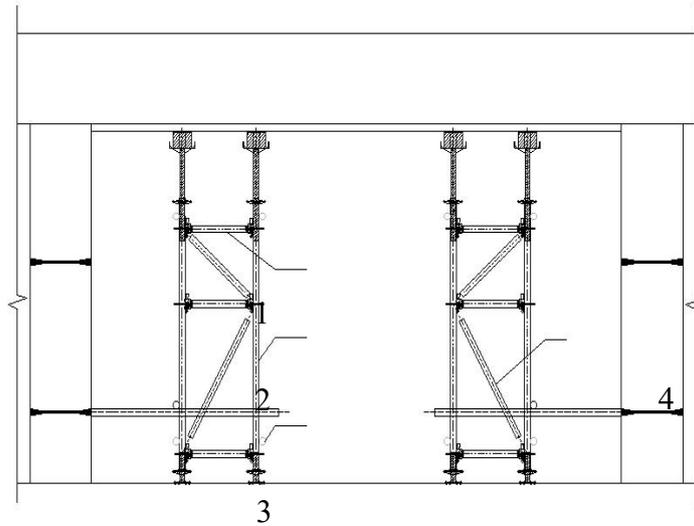
5 支撑架体顶部的支托梁宜垂直于钢筋桁架方向设置；接缝处集成模块临时支撑架体顶部的支托梁宜垂直于接缝且应在接缝处连续设置；临时支撑宜设置在钢筋桁架腹杆波谷位置；

6 支撑架搭设完成后应对支撑架体标高进行校核；

7 支撑架不得与外防护架相连接。

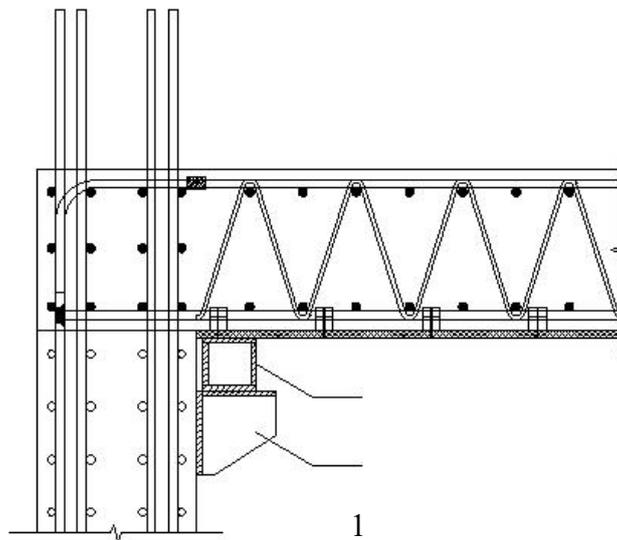
【条文说明】集成模块安装采用的临时支撑架体应具有足够的强度、刚度和整体稳定性，可按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定进行检查与验收。支撑架体标高校核时，需考虑支撑架体自身的变形，支架的轴向压缩变形或侧向挠度需经计算确定。

集成模块的支撑架可选用独立排式支撑架（图 1），也可采用预埋钢牛腿支撑（图 2）。



1—水平横杆；2—立杆；3—加强钢管；4—斜杆

图 1 独立排式支撑架示意



1—支撑梁；2—支撑牛腿

图 2 牛腿支撑方案示意

7.4 混凝土浇筑

7.4.1 混凝土运输、浇筑和养护应满足现行国家标准《核电厂混凝土结构技术标准》GB/T 51390 的有关规定。

7.4.2 集成模块混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 浇筑前，集成模块安装工程应完成隐蔽工程验收并合格；

2 集成模块浇筑混凝土前，应清除底板上的杂物、灰尘、油脂等，并应在人员、小车走动较频繁的区域铺设脚手板；

3 浇筑时应布料均衡；浇筑和振捣时应有专人对底板及临时支撑观察和维护，发生异常情况应及时处理；

4 浇筑混凝土时，严禁施工人员在模架下作业、检查、检测，需采取必要措施时，不得对集成模块造成冲击；倾倒混凝土时，应迅速向四周摊开，避免堆积过高；泵送混凝土管道支架应支撑在梁或墙上；

5 采用泵送混凝土浇筑时，应采取防止泵送设备超重或冲击力过大影响集成模块及临时支撑安全的措施；

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

7.4.3 采用泵送混凝土浇筑时，应采取防止泵送设备超重或冲击力过大影响集成模块及临时支撑的安全。

7.4.4 底模拆除应符合下列规定：

1 底模及支架应在混凝土强度达到设计要求后再拆除；当设计无要求时，同条件养护的混凝土立方体试件抗压强度应符合表 7.4.4 的规定。

表 7.4.4 底模拆除时混凝土强度

楼板跨度 (m)	达到设计混凝土强度等级值的百分率 (%)
≤2	≥50
>2, ≤8	≥75
>8	≥100

2 临时支撑处底模应待支撑拆除后再取下，底模脱模后应堆放整齐。底模脱模后应堆放整齐。底模、配件及工具不应从高处抛下。

3 拆除底模时应采取防止底模随意坠落的安全措施。

7.4.5 底模拆除应及时维修，并应符合下列规定：

1 已拆下的底模、连接件、支撑应技术清理，然后运至材料堆放场地。

2 检查后的底模及配件应按品种、规格尺寸、维修保养、报废处理方式的不同，分区存放并标识。

3 检查后确定不需维修的底模，应将表面的杂物清理干净，并应涂刷防锈漆。

7.5 质量验收

I 主控项目

7.5.1 集成模块的质量应符合本规程、国家现行有关标准的规定和设计的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件及质量验收记录。

7.5.2 集成模块进入施工现场时，应对钢筋桁架见证取样复验，钢筋桁架应符合本规程第 4.2.2 条和现行行业标准《钢筋桁架楼承板》JG/T 368 的有关规定。

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

检验方法：核查见证取样送检复试报告。

7.5.3 集成模块进场时，应对底模与钢筋桁架的连接性能进行检验，检验结果应符合本规程第 5.3.5 条及设计要求。

检查数量：同一种型号集成模块，首批 800 件为一检验批，检验合格后，可扩大为每 1200 件为一批，每批随机抽取至少 3 个连接点。

检验方法：对连接点进行受拉试验。

7.5.4 集成模块与混凝土剪力墙之间的连接方式、安装位置应符合设计要求和本规程的规定。

检查数量：应按集成模块分项工程的检验批抽查，每个检验批抽查不少于 10 处。少于 10 处的，应全数检查。

检验方法：观察。

7.5.5 集成模块临时支撑系统设置、安装应符合施工方案要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

检查数量：应按集成模块分项工程的检验批抽查，每个检验批应抽查不少于 10 处。少于 10 处的，应全数检查。

检验方法：观察，对照施工方案检查。

II 一般项目

8.3.1 集成模块上、下弦钢筋和腹杆钢筋的表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈，焊点无脱落。

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

检验方法：观察。

8.3.2 集成模块底模起拱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，并应符合设计及施工方案要求。

检查数量：应按有代表性的自然间抽查 10%，且不应少于 3 间。

检验方法：水准仪或尺量。

8.3.3 集成模块开洞处，钢筋桁架应完整，边模板设置应稳固。钢筋桁架切断时，下方应有可靠支撑。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量。

8.3.4 相邻集成模块的接缝和集成模块与支座的接缝处，应采取封堵措施以保证混凝土不漏浆。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.3.5 集成模块安装尺寸允许偏差和检验方法应符合设计要求；当设计无要求时，应符合表 8.3.5 的规定。

表 8.3.5 集成模块安装尺寸允许偏差和检验方法

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

8 安全管理

8.1 作业人员

8.1.1 施工企业应建立安全生产管理制度和岗位责任制，并应定期组织员工进行安全生产教育培训。

8.1.2 进入集成模块安装作业现场时，必须戴好安全帽、扣好帽带，并正确使用个人劳动防护用品，高处作业时应系好安全带

8.1.3 设备操作人员和现场安装施工人员在进入钢筋生产和安装施工现场前，应进行安全技术和安全操作技术规程等方面的培训，设备操作人员应能按设备操作使用说明书的要求正确使用所操作的设备。

8.1.4 设备操作人员操作设备时应执行下列规定：

1 使用机械设备、电气设备前必须按规定穿戴和配备好相应的安全防护用品，并检查电气装置和保护设施；

2 保管和维护、维修所用设备时，发现问题应及时报告解决；

3 暂时停用的设备开关箱，必须切断电源隔离开关，并关门上锁；

4 移动电气设备时，必须经过电工切断电源并做妥善处理后进行。

8.1.5 设备操作人员在作业过程中，不应擅自离开工作岗位或将机械设备交给其他人员操作。严禁无关人员进入作业区域或操作控制平台。

8.2 机械设备

8.2.1 机械设备和机具用电应按现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的规定进行安全用电设计，并应符合下列规定：

1 设备电源供电线路应采用三级配电二级保护方式；

2 钢筋加工设备应采用一机、一闸、一漏电保护器、一配电开关箱制；

3 钢筋加工设备应有地线连接，工作接地电阻值不应大于 4Ω ；

4 自动化钢筋加工设备应配备漏电保护器。

8.2.2 生产设备的安装应坚实稳固。固定式机械设备应有可靠的基础，移动式机械设备作业时应具有楔紧固定行走轮的措施。

- 8.2.3** 生产设备的作业区域应设置安全警示牌或安全防护栏等安全防范措施。
- 8.2.4** 钢筋加工机械设备和机具严禁带故障运转，运转中发现不正常时，应先停机检查，排除故障后方可使用。
- 8.2.5** 钢筋加工机械设备在现场应设有防雨雪、防晒、防火等技术措施。

8.3 加工与安装

8.3.1 施工企业应对主要生产及生活区道路、作业场地进行硬化处理；对可能产生强光的焊接作业，应采取防护和遮挡措施；对成型钢筋加工设备和机具作业时产生的超限值噪声应采取降噪措施。

8.3.2 搬运或者吊装集成模块时，应提前检查作业区域附近有无障碍物、架空电线和其他临时电气设备，防止钢筋在回转时碰撞电线或发生触电事故。

8.3.3 夜间加工与安装时，作业区域应有足够的照明设备和亮度。行灯照明必须设有防护罩，并且应使用 36V 以下的安全电压。

8.3.4 起吊成型钢筋时下方严禁站人，起吊细长的成型钢筋时严禁一点吊装。

【条文说明】起吊应保证吊点不滑移，因为一旦吊点滑移，构件就会倾斜存在安全隐患，且不利构件对准安装。

8.3.5 雷雨天气时应停止露天钢筋加工与安装作业，以防雷击伤人。

8.3.6 高处作业应执行现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的规定，并应符合下列规定：

- 1 不应将成型钢筋集中堆在高处的模板和脚手板上；
- 2 搭脚手架和工作平台时，四周应设防护栏杆；
- 3 安装 4m 以上独立柱钢筋时，应搭设临时脚手架，严禁依附主筋安装或攀登上下；
- 4 安装高层建筑的圈梁挑筋、外墙边等钢筋时，应搭设外挂架和安全网，并系好安全带。

附录 A 集成模块加工配用表单

A.0.1 加工质量检验记录单的格式和内容宜符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 加工质量检验记录单

编号：

工程名称：

需方名称：

序号	规格	钢筋 牌号	形状示 意图	数量 (件)	检验主要项目及结论			
					外观 质量	尺寸 偏差	重量 偏差	力学 性能

编制单位：

检验人：

A.0.2 集成模块配料单的格式和内容宜符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 成型钢筋配料单

配料单编号：

施工单位名称：

工程名称					结构部位					
工程编号					交货时间					
序号	钢筋 牌号	钢筋 规格	间距	形状 简图 及 尺寸	下料长度 (mm)	单构 件根 数	构件 总数	总根 数	重量 (kg)	备注

编制单位：

翻样人：

审核人：

A.0.3 集成模块料牌的格式和内容宜符合表 A.0.3 的规定。

表 A.0.3 集成模块料牌

施工单位			
工程名单		结构部位	
形状代码		编 号	
钢筋牌号		下料长度	
钢筋规格		数 量	
形状简图及尺寸		重 量	

注：编号是由配料单编号+序号组成。

制牌人：

审核人：

A.0.4 集成模块出厂合格证的格式和内容宜符合表 A.0.4 的规定。

表 A.0.4 集成模块出厂合格证

工程名称					证书号			
需方名称					供应总量 (kg)			
序号	规格	钢筋 牌号	形状 示意图	数量 (件)	外观	尺寸 偏差	力学 性能	重量 偏差
生产、检验依据 及结论					使用部位			
质检员			审核人		生产单位 (盖章)			

生产日期:

出厂日期:

单位地址:

联系电话:

A.0.5 集成模块出厂检验报告的格式和内容宜符合表 A.0.5 的规定。

表 A.0.5 集成模块出厂检验报告

工程名称					证书号	
需方名称					供应总量 (kg)	
序号	规格	钢筋牌号	形状 示意图	数量 (件)	外观	尺寸偏差
生产、检验依据及结论					使用部位	
质检员			审核人		生产单位 (盖章)	

生产日期:

出厂日期:

单位地址:

联系电话:

A.0.6 成型钢筋交货验收单的形式和内容宜符合表 A.0.6 的规定。

表 A.0.6 成型钢筋交货验收单

收货单位：

送货单位：

工程名称					
工程编号			订货单编号		
序号	成型钢筋 标记	数量（件）	重量（kg）	交货地点	备注

收货单位（个人）签字或盖章：

收货日期：

附录 B 集成模块安装质量检验

B.0.1 集成模块安装质量检验报告单的形式和内容宜符合表B.0.1 的规定。

表B.0.1 集成模块安装质量检验报告单

页码：

编号：

项目名称					分部工程					施工单位					
合同段					分项工程					监理单位					
单位工程					工程部位					检验单位					
楼板范围					施工日期					检测日期					
项次	检查项目	单位	规定值或允许偏差	设计值	检测值										平均值

续表 B.0.1

外观质量	1) 钢筋表面无裂皮、油污、颗粒状或片状锈蚀及焊渣、烧伤，绑扎或焊接的钢筋网和钢筋固件没有松脱和开焊。 2) 焊接接头、连接套筒未出现裂纹。											原	表号					
												始	册号					
												记	页码	序号				
录												本						

检验负责人：

检测：

记录：

复核：

监理工程师：

B.0.2 集成模块安装质量检验评定单的形式和内容宜符合表B.0.2 的规定。

表B.0.2 集成模块安装质量检验评定单

页码：

编号：

项目名称		施工单位						
合同段		监理单位						
单位工程		评定单位						
分部工程		工程部位						
分项工程		楼板范围						
基本要求	<p>1) 钢筋安装满足设计要求的钢筋根数。2) 钢筋的连接方式、同一连接区段内的接头面积满足设计要求；接头位置设在受力较小处，任何连接区段内同一根钢筋没有两个接头。3) 钢筋焊接和机械接头质量满足施工技术规范的规定。4) 受力钢筋表面没有裂纹及其他损伤。5) 钢筋的保护层垫块分布均匀，数量及材料性能满足设计要求和有关技术规范的规定。6) 钢筋安装牢固，钢筋网有足够的钢筋支撑，在混凝土浇筑过程中钢筋未出现移位。</p>							
项次	检查项目	单位	规定值	检测结果				合格判定
			或允许偏差	检测数	合格数	代表值	合格率 (%)	
外观质量	<p>1) 钢筋表面无裂皮、油污、颗粒状或片状锈蚀及焊渣、烧伤，绑扎或焊接的钢筋网和钢筋固件没有松脱和开焊。</p> <p>2) 焊接接头、连接套筒未出现裂纹。</p>							
质量保证资料	真实、完整、准确、齐全							
工程质量等级评定								

检验负责人： 检测： 记录： 复核： 监理工程师：

用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对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。

- 《工程结构通用规范》 GB 55001
- 《混凝土结构通用规范》 GB 55008
- 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 《混凝土结构设计标准》 GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 《核电厂抗震设计标准》 GB 50267
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 《核电厂混凝土结构技术标准》 GB/T 51390
- 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》 GB/T 1499.2
- 《压水堆核电厂核安全相关混凝土结构设计规范》 NB/T20012
- 《核电厂厂房设计荷载规范》 NB/T 20105
- 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 《建筑施工模板安全技术规范》 JGJ 162
- 《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ 256
- 《钢筋桁架楼承板》 JG/T 368
- 《塑料模板》 JG/T 418
- 《纤维水泥平板 第1部分：无石棉纤维水泥平板》 JC/T 412.1