**第13课 装配式结构识图**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课 题** | 装配式结构识图 | |
| **课 时** | 3课时（135 min）。 | |
| **教学目标** | **知识技能目标：**  1．了解装配式混凝土结构的概述。  2．通过学习与练习掌握装配式混凝土预制构件图。  **思政育人目标：**  让学生通过学习装配式结构识图，理解装配式混凝土结构建筑的优缺点。 | |
| **教学重难点** | **教学重点：**装配式混凝土结构的概述  **教学难点：**装配式混凝土预制构件图 | |
| **教学方法** | 讲授法、问答法、讨论法 | |
| **教学用具** | 电脑、投影仪、多媒体课件、教材 | |
| **教学设计** | 第1节课：考勤（2min）--知识讲解（40min）--作业布置（3min）  第2节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第3节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min） | |
| **教学过程** | **主 要 教 学 内 容 及 步 骤** | **设计意图** |
| **考勤**  **（2min）** | ■【教师】清点上课人数，记录好考勤  ■【学生】班干部报请假人员及原因 | 培养学生的组织纪律性,掌握学生的出勤情况 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示装配式混凝土结构的概述  **一、装配式混凝土结构的概念**  装配式建筑（Assembled building）是结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统的主要部分采用预制部品部件集成的建筑。  装配式结构（Prefabricated concrete structure）是装配式混凝土结构的简称，以预制构件为主要受力构件经装配、连接而成的混凝土结构。装配式钢筋混凝土结构是我国建筑结构发展的重要方向之一，它有利于我国建筑工业化的发展，提高生产效率节约能源，发展绿色环保建筑，并且有利于提高和保证建筑工程质量。与现浇施工工法相比，装配式混凝土结构有利于绿色施工，因为装配式施工更能符合绿色施工的节地、节能、  节材、节水和环境保护等要求，降低对环境的负面影响，包括降低噪音、防止扬尘、减少环境污染、清洁运输、减少场地干扰、节约水、电、材料等资源和能源，遵循可持续发展的原则。  随着现代工业技术的发展，建造房屋可以像机器生产那样，成批成套地制造。只需把预制好的房屋构件，运到工地装配起来就成了。  装配式建筑在 20 世纪初就开始引起人们的兴趣，到 60 年代终于实现。英、法、俄等国家首先做了试验。由于装配式建筑的建造速度快，而且生产成本较低，迅速在世界各地推广开来。  装配式建筑是用预制部品部件在工地装配而成的建筑。发展装配式建筑是建造方式的重大变革，是推进供给侧结构性改革和新型城镇化发展的重要举措，有利于节约资源能源、减少施工污染、提升劳动生产效率和质量安全水平，有利于促进建筑业与信息工业化深度融合、培育新产业、新动能、推动化解过剩产能。  **二、装配式混凝土结构体系的分类**  装配式混凝土建筑根据装配化程度高低可分为部分装配和全装配两大类。部分装配混凝土建筑主要构件一般为预制构件，在现场通过现浇混凝土连接，形成装配式结构的建筑；全装配建筑一般限制为低层或抗震设防要求较低的多层建筑。  目前的装配式混凝土结构体系可分为剪力墙结构、框架结构、框架—剪力墙结构、框架—核心筒结构等，目前应用最多的是剪力墙结构体系，其次是框架结构、框架—剪力墙结构体系。装配式混凝土建筑按结构体系可分为装配式混凝土框架结构、装配式混凝土剪力墙结构、装配式混凝土框架—剪力墙结构。  **（一）装配式混凝土框架结构**  装配式混凝土框架结构一般由预制梁、预制柱（现浇柱）、预制楼梯、预制楼板、预制外挂墙板等构件组成。结构传力路径明确，装配效率高，现场湿作业少，是最适合进行预制装配化的结构形式。  **（二）装配式混凝土剪力墙结构**  目前，我国装配式建筑的主要结构形式是预制装配式剪力墙结构体系。它可以分为以下三种。  （1）装配整体式剪力墙结构（部分或全部剪力墙预制）。  （2）多层装配式剪力墙结构。  （3）叠合板式混凝土剪力墙结构。  **（三）装配式混凝土框架—剪力墙结构**  装配式混凝土框架—剪力墙结构由装配整体式框架结构和剪力墙（现浇核心筒）两部分组成。这种结构形式中的框架部分采用与预制装配整体式框架相同的预制装配技术，将预制装配框架技术应用于高层及超高层中。  **三、装配式混凝土结构建筑的特点**  **（一）装配式混凝土结构建筑的优点**  **1. 施工周期短**  装配式混凝土建筑施工不受天气影响，适用于每年室外施工时间较短的寒冷地区。大约一层需要一天，实际需要的工期是一层 3 ～ 4 天。同时在施工过程中运用装配式施工，提高了施工机械化程度，降低了劳动强度，从而降低了劳动力方面的资金投入。据统计，高层可以缩短 1/3 工期，多层和低层则可以缩短 1/2 工期，使现场安装施工周期大幅缩短。  **2. 环境负荷低**  装配式混凝土建筑大部分预制构件的生产在工厂内就可以完成，降低了现场作业量，大大减少了生产过程中的建筑垃圾。同时，大幅度地降低了由于湿作业产生的诸如废水、污水、建筑噪声、粉尘污染等。在建筑材料的运输、装卸以及堆放等过程中，选用装配式建筑可以大量地减少扬尘污染。在现场，预制构件不需要泵送混凝土，可有效减少噪声污染，而且装配式混凝土建筑施工高效的施工速度、夜间施工时间的缩短可以有效减少光污染。  **3. 资源浪费少**  建造装配式混凝土建筑的预制构件都是在工厂内流水线生产的，流水线生产的好处有：①可以循环利用生产机器和模具，这就使得资源消耗极大地减少；②传统的建造方式不仅要在外墙搭接脚手架，而且需要临时支撑，造成很多的钢材以及木材的耗费，大量消耗了自然资源，装配式混凝土建筑不同，它在施工现场只有拼装与吊装这两个环节，极大地降低了模板和支撑的使用量。尤其不容忽视的是，装配式混凝土建筑在建造阶段采取的节能、节水、节材等措施所投入的费用，在后期运营阶段比传统建筑减少了很大一部分资源的消耗，获得的效益则会日益凸显。  **4. 质量有保证**  首先，装配式混凝土建筑实行建筑、结构、装饰的一体化设计，在很大程度上减少质量隐患；其次，装配式混凝土建筑预制构件采用机械自动化、信息化管理的流水线生产，工人分工明确、技术熟练、人员稳定，施工地点集中，施工过程易于监控，从而保证了施工质量；再次，预制混凝土构件是集中在工厂进行养护，其温度、湿度等环境因素也易于控制，强度变异系数小于现浇混凝土，有利于提高混凝土构件的质量；最后，  预制混凝土构件在工厂生产时可使用复杂的、造型多变的模板，表面质量好，无须粉刷即可作为清水混凝土使用，同时避免了施工现场很多人为因素的破坏及施工中的转发包行为，解决了传统建造模式中普遍存在的漏水、隔声及隔热效果差等质量问题。  **（二）装配式混凝土建筑的缺点**  **1. 成本相对增高**  装配式混凝土建筑初期，工业化建筑产品成本低于传统建筑。当前用预制混凝土大板形式建造的住宅和办公大楼的成本通常高于常规建造技术建造的建筑物。主要原因有以下几点：①现有单位体积预制构件采购价格高于现场现浇施工作业时的构件造价；②预制构件节点连接处钢筋的搭接导致总用钢量有所提升；③预制构件中所采用的某些连接件，目前市场价格较高；④如果使用了保温夹芯板构造，节点复杂，大板缝隙 的密封处理也会导致额外的费用；⑤大体量的预制构件运输时增加运输成本；⑥预制构件重量较传统吊装能力要求提高，增加了现场吊装环节塔吊等机械措施费用。  **2. 整体性能较差**  预制混凝土结构由于其本身构件拼装特点，其结构连接节点属于“脆弱”的关键点，因此在设计、制作、施工和使用过程中必须严格按照设计要求和规范去做，坚决杜绝在施工中钢筋与套筒不对位，用气焊烤钢筋将钢筋煨弯，钢筋连接点灌浆不饱满和预制构件灌浆料孔道堵塞、凿开后填塞浆料，因为它们对结构的整体性能和抗震性能起着决定性作用，可能会导致灾难性事故的发生。我国属于地震多发区，对建筑结构的抗震性能要求较高，如采用预制混凝土结构，则必须加强节点连接和保证施工质量。  **3. 缺乏张扬个性**  装配式混凝土建筑须建立在规格化、模数化和标准化的基础上，要求任何一个建设项目，包括管道、建筑设备、电气安装、预埋件都必须事先设计完成，并在工厂里安装在混凝土大板中，只适合大量重复建造的标准单元。这就导致标准化的组件个性化设计降低，对于个性化突出且重复元素少的建筑不适用。  **【学生】**思考、讨论。 | **展示文章，让学生更加仔细的阅读，从而激发学生的学习欲望。** |
| **作业布置**（3min） | **【教师】**布置课后作业  **简述装配式混凝土建筑的缺点。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示装配式混凝土预制构件图  **一、建筑工程施工图**  建筑工程施工图简称“施工图”, 表示工程项目总体布局，建筑物外部形状、内部布置、  结构构造、内外装修、材料做法以及设备、施工等要求的图样，其特点是图纸齐全、表达准确、要求具体。一套完整的建筑工程施工图，一般包括图纸目录、设计总说明、建筑施工图（简称建施）、结构施工图（简称结施）、给排水、采暖通风及电气施工图等内容，也可将给排水、采暖通风和电气施工图合在一起统称设备施工图（简称设施）。  **（一） 建筑施工图**  建筑施工图主要表示房屋的总体布局、内外形状、大小、构造等，其形式有总平面图、平面图、立面图、剖面图、详图。  **（二） 结构施工图**  结构施工图主要表示房屋的承重构件的布置，构件的形状、大小、材料、构造等。  其形式有基础平面图、基础详图、结构平面图、构件详图等，此部分将在装配式建筑识图与构造中作详细讲述。  **（三） 设备施工图**  设备施工图主要表示给排水、暖通、电气设备等各种施工图。其中给排水施工图包括用水设备、给水管和排水管的平面布置图及上下水管的透视图和施工详图等；暖通施工图包括调节室内空气温度用的设备与管道平面布置图、系统图和施工详图等；电气设备施工图包括室内电气设备、线路用的平面布置图及系统图和施工详图等。  **二、预制构件加工图**  **（一） 预制构件模板图**  预制构件模板图是控制预制构件外轮廓形状尺寸和预制构件各组成部分形状尺寸的图纸，由构件立面图、俯视图、侧视图、仰视图、剖面图等组成。通过预制构件模板图，可以将预制构件内、外叶板，保温板的三维外轮廓尺寸以及洞口尺寸、内叶板的三维外轮廓尺寸以及洞口尺寸等表达清楚，作为绘制预制构件配筋图，预制构件预留、预埋件图的依据，也可以为绘制预制构件模具加工图提供依据。  **（二）预制构件配筋图**  在预制构件模板图的基础上，可以绘制预制构件配筋图，预制构件的配筋既要满足构件结构整体受力分析中的受力工况，也要保证预制构件在制造过程中的脱模、吊装、运输、安装、临时支撑等受力的工况。在综合各种工况的前提下，计算出预制构件的配筋，最后绘制出预制构件配筋图。  **（三）预制构件预留、预埋件图**  预制构件在制造前必须按照施工图设计图纸要求进行水电、门窗的预留、预埋，同时还必须考虑构件脱模、吊装、运输、安装和临时支撑等情况预留预埋件。有时为使用方便，也可以将预制构件模板图、配筋图、预留预埋件图综合绘制在同一张图纸上。  **（四）预制构件加工深化设计图**  装配式结构设计是生产前重要的准备工作之一，由于工作量大、图纸多、牵涉专业多，一般由建筑设计单位或专业的第三方单位进行预制构件深化设计，按照建筑结构特点和预制构件生产工艺的要求，将建筑物拆分为独立的构件单元，在综合考虑模具加工方便、预制构件生产效率、现场施工吊运能力限制等因素的前提下，重点深化设计构件连接构造、水电管线预埋、门窗及其他预埋件的预埋、吊装及施工必需的预埋件、预留孔洞等。一般每个预制构件都要通过绘制构件模板图、配筋图、预留预埋件图得到体现，特殊情况时还需制作三维视图。  **三、预制构件模具设计图**  预制构件模具设计图由机械设计工程师根据拆解的构件单元设计图进行模具设计，模具应具有一定的刚度和精度，既要方便组合以保证生产效率，又要便于构件成型后的拆模和构件翻身，图纸一般包括平台制作图、边模制作图、零配件图、模具组合图，复杂模具还包括总体或局部的三维图纸。模具多数为组合式台式钢模具。如图 2-8-1所示。  1709882525171  **四、装配式结构专项说明的识读**  装配式混凝土结构与传统现浇混凝土结构相比，从设计到施工差异较大，图 2-8-2为现浇混凝土结构建设流程，从工程立项到建筑验收使用，整体流程基本为单线，且经过各单位多年实践，对于项目组织管理已较为清晰。  1709882558122  图2-8-3为装配式混凝土结构建设流程，与现浇混凝土结构相比，装配式混凝土剪力墙结构住宅的建设流程更全面、更精细、更综合，增加了技术策划、构件生产等过程，且在方案设计阶段之前增加了前期技术策划环节，以配合预制构件的生产加工需求来对预制构件加工图进行设计，对各参与单位的技术水平、生产工艺、生产能力、运输条件、管理水平等提出了更高的要求，需各建设、设计、生产、施工和管理等单位精心配合、协同工作。  1709882607107  因此，装配式结构需在设计总说明后增加装配式结构专项说明，对装配式结构的生产、施工、储存等进行说明，以保证其安全施工。  装配式结构专项说明主要由总则、预制构件的生产和检验、现场施工、单体预制率、验收内容组成。  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解装配式混凝土预制构件图的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （3min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。**  **这节课我们一起学习了装配式混凝土预制构件图，了解从工程立项到建筑验收使用，整体流程基本为单线，且经过各单位多年实践，对于项目组织管理已较为清晰。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **作业布置**（2min） | **【教师】**布置课后作业  **简述预制构件模具设计图。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示装配式混凝土结构的识图构造  **一、装配式混凝土结构图集**  由住房和城乡建设部组织中国建筑标准设计研究院等单位编制的装配式混凝土结构图集，装配式混凝土结构图集包括了装配式国标 15G365-1 外墙、15G365-2 内墙、15G366-1 叠合板、15G367-1 楼梯、15G368-1 空调板、15G368-1 阳台板 6 本标准图集中所有构件类型，总 22 个分类的所有构件。预制外墙又分无洞外墙、一窗外墙—低窗台、一窗外墙—高窗台、二窗外墙、一门外墙、一门一窗等标准图集全部的 6 个子类；预制内墙又分为无洞内墙、固定门垛内墙、中间门洞内墙、刀把内墙等标准图集4 个子类；叠合板又分为双向板—边板、双向板—中板、单向板等标准图集的 3 个子类；预制楼梯又分为剪刀梯、双跑梯等标准图集 2 个子类；阳台板又分为板式阳台—叠合板、板式阳台—全预制、梁式阳台等标准图集的 3 个分类；另外包括预制柱 1 个分类、预制梁 1 个分类、空调板 1 个分类。  例如，剪力墙结构体系，目前共有 8 本：《装配式混凝土结构住宅建筑设计示例（剪力墙结构）》《装配式混凝土结构表示方法及示例（剪力墙结构）》《装配式混凝土结构连接节点构造 G310—1#2》《预制混凝土剪力墙外墙板》《预制混凝土剪力墙内墙板》《桁架钢筋混凝土叠合板（60mm 厚底板）》《预制钢筋混凝土板式楼梯》《预制钢筋混凝土阳台板、空调板及女儿墙》。  **二、常见的预制构件与预制板编号原则**  **（一）常见的预制构件图例及代号**  （1）常见构件图例，见表 2-8-1。      1709882731242  **三、预制构件构造做法**  装配式结构设计总说明、结构平面图、结构详图、结构拆分平面图、预制构件详图、节点详图应配合使用。  选取的案例工程主要预制构件：预制外墙板、预制叠合楼板、预制叠合阳台板、预制空调柜、预制女儿墙、预制楼梯段。预制构件的生产单位应按照生产计划连续生产，并保证预制构件的供货与质量的稳定性。  **（一）预制构件深化设计**  预制构件制作前应进行深化设计，深化设计单位应熟悉相关国家和地方规范、规程及相关政策法规，依据本项且施工图设计文件、结构计算、生产制作工艺及相关施工工法等内容进行编制。  **（二）装配式结构构造做法**  以图 2-8-6 为例，预制剪力墙往下一层现浇墙的纵向受力筋定位与上一层预制剪力墙的纵向受力钢筋相同，受力插筋面积不小于 1.1 倍的竖向钢筋实配面积；预制剪力墙往下一层现浇墙的纵向分布钢筋插筋 12@200, 墙两侧插筋交错布置，插筋必须制作钢筋定位钢板进行定位，并采取有效的措施保证其定位精准，定位误差不得大于2 mm。下层现浇剪力墙顶面应设置粗糙面。  《装配式结构专项说明》中“预制构件的生产和检验”部分的识读。  （1）预制构件的尺寸偏差和检验方符合《装配整体式混凝土结构设计规范》（DB37/T 5018—2014）的相关规定。  （2）所有预制构件与现浇混凝土的面应做粗糙面，无特殊规定时粗糙面度不小于4 mm, 且外露粗骨料的凹凸整个结合面均匀连续分布。  （3）预制构件的允许尺寸偏差除《装配整体式混凝土结构设计规程》的规定外，尚应满足规范要求。  1709882764519  预制剪力墙底部接缝设置在楼面标高处，接缝高度宜为 20 mm，接缝采用灌浆料填实，接缝处后浇混凝土上表面设置粗糙面。  屋面预制剪力墙顶部设置封闭的后浇圈梁，圈梁高度 250 mm，宽同墙厚，后浇圈梁与现浇屋面浇筑成整体，其剖面做法，如图 2-8-7 所示。  1709882790893  **（三）预制构件模板与配筋图**  预制构件模板与配筋图，如图 2-8-8 所示。  1709882826870  **（四）预制构件的生产和检验**  预制构件一般在构件加工工厂生产，与现浇构件相比，构件加工工厂施工条件更稳定，制作程序更规范，也更容易保证构件质量；目前构件加工工厂通常利用流水线实现批量工业化生产，以节约材料，提高生产效率；预制构件加工程序一般包括模板组装→划线→预埋件安装→混凝土浇筑→混凝土养护→脱模、起吊、堆放→出厂。  装配整体式结构中，节点及接缝处的纵向钢筋连接宜根据接头受力、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接、绑扎搭接等连接方式，并应符合国家现行有关标准的规定。钢筋灌浆套筒，如图 2-8-9 所示；预制框架柱预埋连接套筒，如图 2-8-10 所示；预制剪力墙预留的水电孔洞，如图 2-8-11 所示。  1709882867133  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解装配式混凝土结构的识图构造的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （3min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。**  **这节课我们一起学习了装配式混凝土结构的识图构造，了解装配整体式结构中，节点及接缝处的纵向钢筋连接宜根据接头受力、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接、绑扎搭接等连接方式，并应符合国家现行有关标准的规定。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **作业布置**（2min） | **【教师】**布置课后作业  **简述预制构件构造做法。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **教学反思** | 教师对学生内心深处的宽容，为学生提供充分表达自己的机会和空间，才能有针对性地开启顿悟，进行更有效的教育，并培养他们判断是非的能力。 | |