

# 项目 装配式钢结构建筑

# 3



## 项目目标

### 知识目标

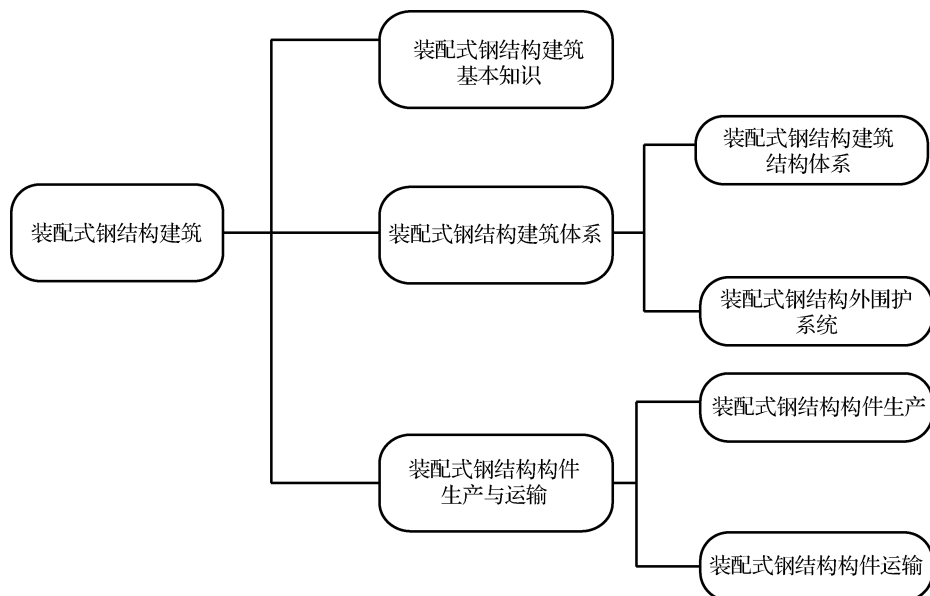
了解装配式钢结构建筑的类型与适用范围；掌握装配式钢结构体系，包括结构系统和外围护系统；掌握装配式钢结构构件生产与运输知识。

### 技能目标

能区分装配式钢结构建筑不同的类型；能对装配式钢结构体系进行实际应用。



## 知识脉络图



## 任务 3.1 装配式钢结构建筑基本知识

### 任务引入

21 世纪中国建造了许多著名的钢结构建筑，包括国家大剧院（图 3-1）、首都机场 T3 航站楼、北京中国尊和鸟巢（图 3-2）等。上海中心大厦的建筑面积为 43.39 万  $\text{m}^2$ ，118 层，总高 632 m。鸟巢呈空间马鞍椭圆形，是目前世界上跨度最大的单体钢结构工程。

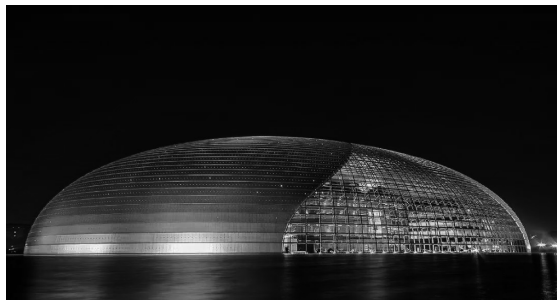


图 3-1 国家大剧院



图 3-2 鸟巢

#### 任务分析：

目前中国装配式钢结构建筑种类很多，那么它们分别属于什么类型呢？用到的材料有哪些？有什么要求？通过本任务的学习，学生可以了解装配式钢结构建筑的类型和材料要求。



### 3.1.1 装配式钢结构建筑的类型

装配式钢结构建筑按照建筑高度、结构体系、结构材料可以划分为不同的种类。

### 1. 按建筑高度分类

装配式钢结构建筑按高度分类，可以分为单层装配式钢结构工业厂房，低层、多层、高层、超高层装配式钢结构建筑。

### 2. 按结构体系分类

装配式钢结构建筑按结构体系分类，可以分为钢框架结构、钢框架-支撑结构、钢框架-延性墙板结构、钢框架-筒体结构、筒体结构、巨型结构、门式刚架结构、大跨空间结构以及交错桁架结构等。

### 3. 按结构材料分类

装配式钢结构建筑按结构材料分类，可以分为钢结构、钢-混凝土组合结构等。



钢-混凝土组合结构



## 3.1.2 钢材选用

装配式钢结构建筑钢材选用与普通钢结构建筑一样，《钢结构设计标准》（GB 50017—2017）和《高层民用建筑钢结构技术规程》（JGJ 99—2015）等钢结构规范中都有详细规定。另外需要注意，多层和高层建筑梁、柱、支撑宜选用能高效利用截面刚度、代替焊接截面的各类高效率结构型钢（冷弯或热轧各类型钢）。

## 任务 3.2 装配式钢结构建筑体系



### 任务引入

近些年在政府部门的大力支持下，装配式钢结构建筑迎来了新的发展时期。2016年3月，李克强总理在《政府工作报告》中提出，要大力发展装配式建筑，积极推广绿色建材；同年9月，国务院印发的《关于大力发展装配式建筑的指导意见》中提出：“发展装配式建筑是建造方式的重大变革，是推进建筑业供给侧结构性改革的重要举措。”国务院发布的《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》中指出，要求在十年之内使装配式建筑占新建建筑比例达到30%。党的十八大以来，各地政府多部门相继提出了发展装配式建筑的实施意见。

在3类装配式建筑当中，木结构的装配式建筑发展历史最为悠久，钢结构装配式建筑则因其强度高、抗震性能好、施工方便、热工性能良好等优点而被广泛应用。

#### 任务分析：

装配式钢结构建筑在装配式建筑中地位突出，那么它的结构体系具有哪些特点呢？为什么得到如此广泛的应用呢？



### 3.2.1 装配式钢结构建筑结构体系

装配式钢结构建筑结构体系可分为钢框架结构、钢框架-支撑结构、钢框架-延性墙板结构、交错桁架结构、筒体结构、巨型结构、大跨空间结构、门式钢架结构、低层冷弯薄壁型钢结构等。下面具体介绍主要结构体系及其适用范围。

#### 1. 钢框架结构

钢框架结构是钢梁和钢柱，或钢管混凝土柱刚性连接，具有抗剪和抗弯能力的结构，如图 3-3 和图 3-4 所示。钢管混凝土柱是指在钢管柱中填充混凝土，钢管与混凝土共同承受荷载作用的构件。刚性连接是指结构受力变形后梁柱夹角不变的节点。装配式钢框架结构采用螺栓连接时，应特别注意连接刚性的实现。



装配式钢结构的  
结构体系



图 3-3 钢框架结构



图 3-4 钢框架结构施工现场

钢框架结构适用于住宅、医院、商业、办公、酒店等民用建筑。

钢框架结构是以钢材制作为主的框架结构，其主要特点为：平面布置较灵活，刚度分布均匀；侧向刚度小，延性较大，自振周期较长，对地震作用不敏感；强度高，自重小，工业化生产程度高，施工速度快；耐火性和耐腐性较差。与混凝土框架结构相比，钢框架结构能减少约 30% 的主体质量，扩大 5%~10% 的使用面积，能节约 40%~50% 的手脚手架和模板，最终拆除产生的固体垃圾少，回收率高，但造价相对较高。

## 2. 钢框架-支撑结构

钢框架-支撑结构是指由钢框架和钢支撑构件组成，能共同承受竖向、水平作用的结构。钢支撑分为中心支撑、偏心支撑和屈曲约束支撑等。

钢框架-支撑结构在钢框架结构的基础上，通过在部分框架柱之间布置支撑来提高结构承载力及侧向刚度，建筑适用高度比框架结构更高。钢框架-支撑结构适用于高层及超高层办公、酒店、商务楼、综合楼等建筑。

### (1) 钢框架-中心支撑结构

支撑构件的两端均位于梁柱节点处，或一端位于梁柱节点处，一端与其他支撑杆件相交。中心支撑的特点是支撑杆件的轴线与梁柱节点的轴线相交汇于一点，支撑体系刚度较大。中心支撑形式包括单斜杆支撑、交叉支撑、“人”字形支撑、V 字形支撑、跨层交叉支撑和带拉链杆支撑等。柱间中心支撑方式有双向斜杆支撑、单向斜杆支撑、“人”字形斜杆支撑、V 形斜杆支撑、K 形斜杆支撑，如图 3-5 所示。对于不同种类的钢结构建筑，中心支撑结构有一定的要求。例如，高层民用建筑钢结构的中心支撑不得采用 K 形斜杆支撑，钢框架中心支撑结构适用高度比其他钢框架支撑结构低 20~30 m。中心支撑适用于抗震设防等级较低的地区，以及主要由风荷载控制侧移的多高层建筑物。

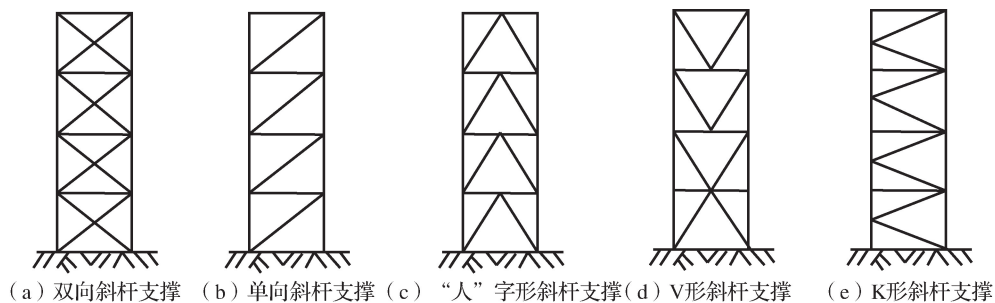


图 3-5 中心支撑布置形式

### (2) 钢框架-偏心支撑结构

支撑杆件的轴线与梁柱的轴线不是相交于一点，而是偏离了一段距离，形成一个先于支撑构件屈服的“耗能梁段”。偏心支撑包括“人”字形偏心支撑、V 字形偏心支撑、“八”字形偏心支撑和单斜杆偏心支撑等，如图 3-6 所示。偏心支撑适用于抗震设防等级较高的地区或安全等级要求较高的建筑，而且相对中心支撑而言可以很容易解决门窗布置受限的难题。

### (3) 钢框架-屈曲约束支撑

将支撑杆件设计成消能杆件，以吸收和耗散地震能量，减小地震反应。消能支撑实际上也是一种非屈曲支撑，技术较为先进，适应强，但造价相对较高。

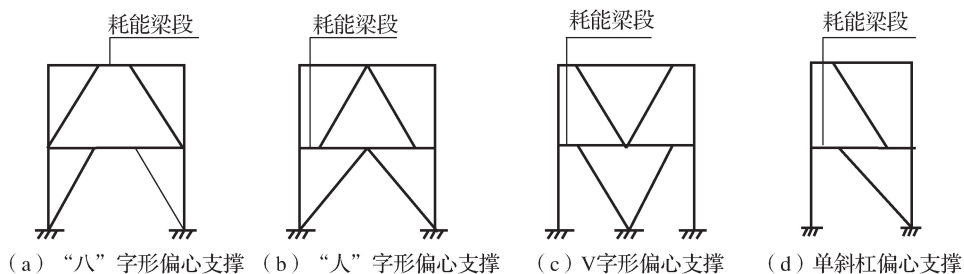


图 3-6 偏心支撑布置形式

### 3. 钢框架-延性墙板结构

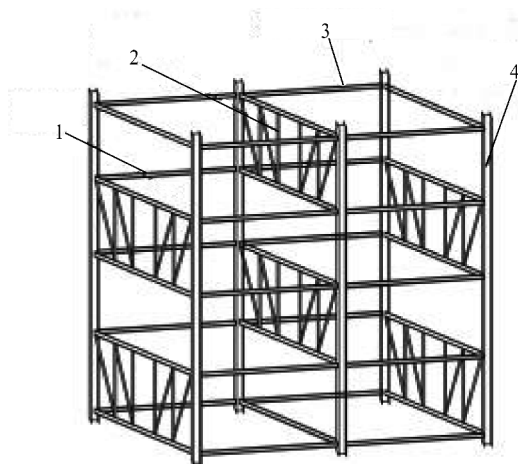
钢框架-延性墙板结构是由钢框架和延性墙板组成，能共同承受竖向、水平作用的结构。延性墙板有带加劲肋的钢板剪力墙、带竖缝混凝土剪力墙等。

钢框架-延性墙板结构适用范围与钢框架-支撑结构一致。

### 4. 交错桁架结构

交错桁架结构主要由桁架、柱、楼板和纵向连梁组成，如图 3-7 所示。柱布置在房子的四周，中间没有柱。桁架的高度与层高相同，长度与房屋宽度相同；桁架的两端支承于外围柱上，桁架沿房屋纵向隔榀布置，沿房屋高度在相邻的柱列上下交错布置。楼板一段搁置在桁架的上弦，另一端搁置在相邻桁架的下弦。

交错桁架结构体系是麻省理工学院 20 世纪 60 年代中期开发的一种新型结构体系，主要适用于中、高层住宅、旅馆、办公楼等平面为矩形或由矩形组成的钢结构建筑。



1—楼板；2—桁架；3—纵向连接；4—柱

图 3-7 交错桁架结构布置

### 5. 筒体结构

由若干纵横交接的剪力墙集中到房屋内部或外部形成封闭筒体的骨架称为筒体结构。筒体可以由剪力墙组成，也可以由密柱框筒组成。筒体结构包括框筒、筒中筒、桁架筒、束筒结构，主要适用于超高层办公楼、酒店、商务楼、综合楼等建筑。如图 3-8 所示的上海环球金融中心是一幢以办公为主，集商

贸、宾馆、观光、展览及其他公共设施于一体的大型超高层建筑。该楼地下3层，地上101层，净高492 m（不含楼顶天线等高度）。上海环球金融中心位于上海市浦东新区，陆家嘴金融贸易中心区Z4-1街区，总建筑面积377 300 m<sup>2</sup>，为钢骨钢筋混凝土核心筒和框架支撑钢结构。地面部分分为塔楼和裙房两部分。上海环球金融中心新建工程的主体结构为钢骨及钢筋混凝土混合结构，位于周边的巨型结构和中部核心筒是塔楼受力体系的核心部分，周边的巨型结构由巨型柱、带状桁架和巨型斜撑共同组成。

## 6. 巨型结构

巨型结构是指用巨柱、巨梁组合楼盖和巨型支撑等巨型杆件组成空间桁架，相邻立面的支撑交汇在角柱，形成巨型空间桁架的结构。

巨型框架用筒体（实腹筒或组合楼盖桁架筒）做成巨型柱，用高度很大（一层或几层楼高）的箱型构件或桁架做成巨型梁，形成巨型结构。巨型结构的设防烈度为6~9度，适用高度为180~300 m，主要适用于超高层办公楼、酒店。合肥高速·滨湖时代广场C1栋是一栋高241.5 m的巨型结构超高层建筑，地下3层，地上56层，地上建筑面积11.7万 m<sup>2</sup>，如图3-9所示。该建筑功能为下部办公、上部酒店。该建筑主要特点为沿竖向分布四个10层通高和一个5层通高的共享中庭，形成多个空中花园，在平面上除避难层外，建筑整体呈“凹”字形。



图 3-8 上海环球金融中心



图 3-9 合肥高速·滨湖时代广场C1栋效果图



## 7. 大跨空间结构

横向跨越 60 m 以上空间的各类结构可称为大跨空间结构。常用的大跨空间结构包括壳体结构、网架结构、网壳结构、悬索结构、张弦梁结构等。大跨空间结构常用于机场、博览会、展览中心、体育场馆等大空间民用建筑。国家大剧院如图 3-10 所示。

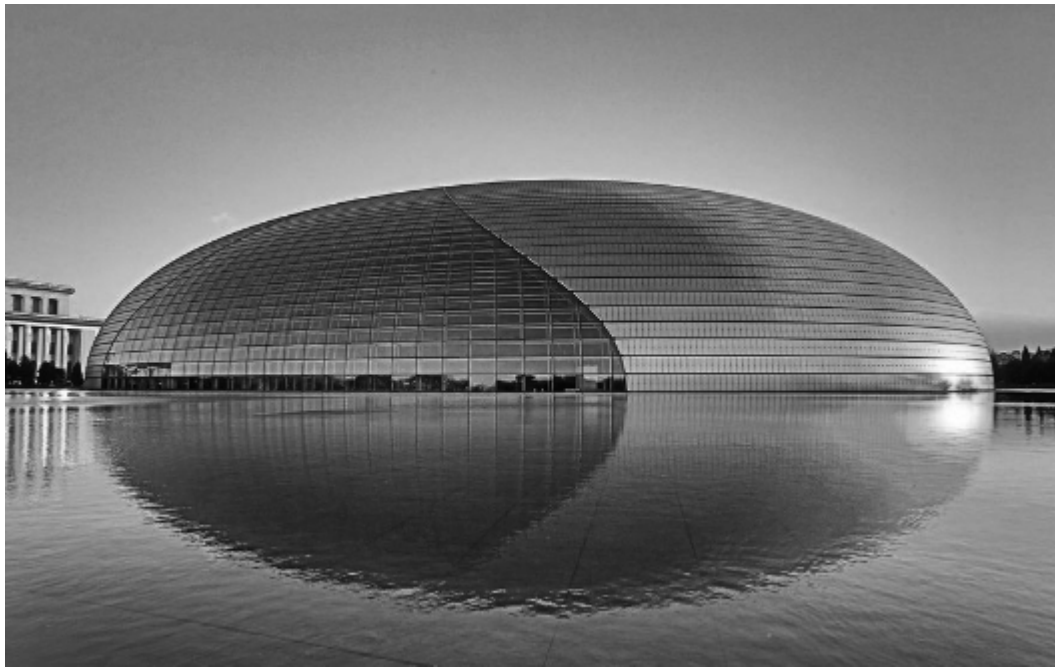


图 3-10 国家大剧院

## 8. 门式刚架结构

门式刚架结构是指承重采用变截面或等截面实腹刚架的单层房屋结构。

门式刚架结构是采用按构件受力大小而变截面的“工”字形梁、柱组成框架在平面内受力，而平面外采用支撑、檩条和墙梁等连接的结构体系。门式钢架结构适用于各种类型的厂房、仓库、超市、批发市场、小型体育馆、训练馆、小型展览馆等建筑。



大跨空间结构

## 9. 低层冷弯薄壁型钢结构

低层冷弯薄壁型钢结构是指以冷弯薄壁型钢为主要支撑构件，不高于 3 层，沿口高度不大于 12 m 的低层房屋结构。

低层冷弯薄壁型钢结构采用板件厚度小、板件宽厚比很大的小截面冷弯型钢构件作为受力构件，利用型钢构件屈曲后的有效截面受压。低层冷弯薄壁型钢杆件在低多层建筑中通常作为钢龙骨使用，按照一定的模数紧密布置，钢龙骨之间设置连接和支撑体系，钢龙骨两侧按照结构板材、保温层、隔热层、装饰层等功能层形成墙体和楼板。低层冷弯薄壁型钢结构适用于低层住宅、别墅、普通公用建筑等。

## 10. 适用的最大高度

《装配式钢结构建筑技术标准》(GB/T 51232—2016) 给出了装配式钢结构建筑适用的最大高度，见表 3-1。

表 3-1 装配式钢结构建筑适用的最大高度

单位：m

结构体系	6 度 (0.05g)	7 度		8 度		9 度
		(0.10g)	(0.15g)	(0.20g)	(0.30g)	(0.40g)
钢框架结构	110	110	90	90	70	50
钢框架-中心支撑结构	220	220	200	180	150	120
钢框架-偏心支撑结构 钢框架-屈曲约束支撑结构 钢框架-延性墙板结构	240	240	220	200	180	160
筒体（框筒、筒中筒、桁架筒、束筒）结构、巨型结构	300	300	280	260	240	180
交错桁架结构	90	60	60	40	40	—

[摘自《装配式钢结构建筑技术标准》(GB/T 51232—2016) 表 5.2.6]。

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

2. 超过表内高度的房屋，应进行专门研究和论证，采取有效的加强措施。

3. 交错桁架结构不得用于 9 度抗震设防烈度区。

4. 柱可采用钢柱或钢管混凝土柱。

5. 特殊设防类，6~8 度适宜按照本地区抗震设防烈度提高 1 度后符合本表要求，9 度时应做专门研究。

## 11. 高宽比

装配式钢结构建筑的高宽比与钢结构建筑完全一样，见表 3-2。

表 3-2 装配式钢结构建筑适用的最大高宽比

6 度	7 度	8 度	9 度
6.5	6.5	6.0	5.5

[摘自《装配式钢结构建筑技术标准》(GB/T 51232—2016) 表 5.2.7]。



## 3.2.2 装配式钢结构外围护系统

### 1. 外围护系统的概念

人类对建筑的要求是需要一个遮风挡雨防晒御寒的空间，这个空间是由外围护系统——屋盖和墙体——“围成”的。建筑基础也好，主体结构也好，无论多么重要，都是为外围护系统提供支撑的，是为了外围护系统而存在的。建筑最基本、最重要的功能是由外围护系统实现的，建筑的艺术魅力很大程度上也依靠外围护系统来展现。

装配式建筑的国家标准中关于外围护系统的定义是：“由建筑外墙、屋面、外门窗及其他部品部件等组合而成，用于分隔建筑室内外环境的部品部件的整体。”关于装配式建筑的定义是：“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。”由此可见，装配式



建筑的外围护系统的主要部分应当采用集成的预制部品部件。

装配式建筑的外围护系统非常重要，是设计、制作与施工的重点与难点，也是用户关注的问题集中点，以及影响成本的重要环节。

## 2. 外围护系统类型

凡是可用于现浇混凝土建筑和其他非装配式建筑的外围护系统都可用于装配式建筑。不过，装配式建筑强调外围护系统的集成化和预制化，所以不能简单地照搬现浇混凝土建筑和其他装配式建筑的外围护系统的常规做法，如不宜采用砌筑外墙制块的湿作业方法。装配式建筑应当选择和设计预制化和集成化的外围护系统。

本部分主要介绍的外围护系统侧重于预制化和集成化，对常规的玻璃幕墙、金属幕墙、石材幕墙、砌块填充墙不做介绍，而主要介绍集成化的单元式幕墙和装配化较高的幕墙。

装配式建筑外围护系统可按照建筑部位、结构功能、材料、集成方式、立面关系等进行分类。

### (1) 按照建筑部位分类

装配式外围护系统按照建筑部位可以分为屋盖围护系统，墙体围护系统和屋盖、墙体一体化围护系统。

① 屋盖围护系统：大多数装配整体式混凝土建筑屋盖采用现浇混凝土，即使采用叠合屋盖，叠合层也是现浇的，因此与现浇混凝土建筑屋盖基本上没有区别。全装配式混凝土结构、装配式组合结构、钢结构和悬索结构的屋盖系统会用到装配式构件，包括预制混凝土屋面板、预应力空心板、预应力双 T 板、压型保温复合钢板等。

② 墙体围护系统：装配式建筑墙体围护系统或由结构柱梁（剪力墙板）构成，或由非结构构件如外挂墙板、GRC（Glass Fiber Reinforced Concrete）墙板构成，或由单元式幕墙构成。整体飘窗、阳台板等也属于围护系统构件。

③ 屋盖、墙体一体化围护系统：有的装配式建筑的屋盖与墙体是一体的，没有明显界限。

### (2) 按照结构功能分类

装配式建筑外围护系统按结构功能可分为承重外围护系统和非承重外围护系统。

① 承重外围护系统主要包括预制混凝土剪力墙外墙板、兼有围护功能的预制混凝土柱梁、木结构承重组合墙体等。

② 非承重外围护系统主要用于混凝土结构、钢结构和木结构建筑柱梁结构体系，主要包括：

- a. 预制混凝土外挂墙板（PC 墙板）；
- b. 玻璃纤维增强水泥墙板（GRC 墙板）；
- c. 超高性能混凝土墙板（UHPC 墙板）；
- d. 蒸压加气轻质混凝土墙板（ALC 墙板）；
- e. 蒸压加气轻质纤维水泥板；
- f. 压型保温复合钢板；
- g. 木结构墙板；
- h. 单元式幕墙等。

### (3) 按照材料分类

装配式建筑外围护系统按照材料可分为水泥基（包括混凝土、GRC、UHPC、ALC、蒸压加气轻质

纤维水泥板等)、木结构、金属(包括压型钢板保温复合,钢板、不锈钢板、铝板、铜板等单元式幕墙)和玻璃外围护系统。

#### (4) 按照集成方式分类

装配式建筑外围护系统按照集成方式可分为门窗一体化、保温一体化、装饰一体化和多功能一体化外围护系统。

①门窗一体化外围护系统:剪力墙外墙板、混凝土外挂墙板、GRC墙板、UHPC墙板、木结构墙板等整间墙板可实现门窗一体化。

②保温一体化外围护系统:包括混凝土夹芯保温板、混凝土夹芯保温梁柱、GRC保温墙板、压型钢板保温复合板、保温一体化木结构墙板等。

#### ③装饰一体化外围护系统。

a. 剪力墙外墙板、兼做外围护的混凝土梁柱、混凝土外挂墙板等可采用清水混凝土、装饰混凝土、石材反打、瓷砖反打、表面涂装等方式实现装饰一体化;

b. GRC墙板、UHPC墙板靠自身造型、质感、色彩实现装饰一体化;

c. 彩色压型钢板装饰一体化;

d. 木结构墙板装饰一体化;

e. 单元式幕墙装饰一体化。

#### ④多功能一体化外围护系统。

#### (5) 按照立面关系分类

装配式建筑外围护系统按照立面关系可分为整间墙板、条板、跨层板、多跨板等。

①整间墙板:覆盖一层和一个跨度的墙板。

②条板,包括:

a. 单跨或单层的横向或竖向条板;

b. 跨越两层或多层的跨层板;

c. 跨越两跨或多跨的多跨板。

#### (6) 其他构件

①整体飘窗;

②预制阳台;

③遮阳板。

### 3. 装配式钢结构外墙主要类型

下面重点介绍装配式钢结构外墙主要类型。

#### (1) 预制混凝土外挂墙板

预制外挂墙板也称PC墙板,是安装在主体结构上,起围护、装饰作用的非承重构件。混凝土柱梁体系建筑和钢结构建筑都适用。

外挂墙板保温可做内保温或夹芯保温板,国外做内保温较多。饰面层可以做成清水混凝土、装饰混凝土、喷刷涂料、石材反打、面砖反打等。



### (2) GRC 墙板

GRC 墙板适用于钢结构, 同样也适用于混凝土柱梁体系建筑和木结构建筑。由于有玻璃纤维增强, GRC 墙板抗弯强度可达到  $18 \text{ N/mm}^2$ , 是普通混凝土的 3 倍。因此, 其可做成薄壁构件, 一般厚度为  $15 \text{ mm}$ , 板表面可以附着  $5 \sim 10 \text{ mm}$  厚的彩色砂浆面层。GRC 墙板具有壁薄体轻、造型随意、质感逼真的特点, 一般用于大型公共建筑的外围护结构。

GRC 墙板有非常强的装饰性, 保温一体化可采用内壁附着方式, 综合成本略低于混凝土夹芯保温板, 但质量减小了很多。

### (3) UHPC 墙板

UHPC 也称活性粉末混凝土, 是最新的水泥基工程材料, 主要材料有水泥、石英砂、硅灰和纤维(钢纤维或复合有机纤维)等。其强度比 GRC 墙板要高, 抗弯强度可达  $20 \text{ N/mm}^2$  以上, 且抗弯强度不会像 GRC 墙板那样随时间衰减, 壁厚  $10 \sim 15 \text{ mm}$ 。其应用范围与 GRC 墙板一样, 耐久性比 GRC 墙板好, 但造价比 GRC 墙板高。

### (4) ALC 板

ALC 板即蒸压加气混凝土板, 是由经过防锈处理的钢筋网片增强, 经过高温、高压、蒸汽养护而成的一种性能优越的轻质混板, 具有保温隔热、轻质高强、安装便利的特点, 可用于外围护系统。

国家标准和行业标准对 ALC 板适用范围没有规定。ALC 板在日本可以用于 6 层楼以下建筑外墙和高层建筑凹入式阳台的外墙。

### (5) 蒸压加气轻质纤维水泥板

蒸压加气轻质纤维水泥板以纤维和水泥为主要原材料制作, 具有壁薄体轻、造型随意、质感逼真的特点, 适用于低层混凝土结构、木结构和钢结构建筑的围护系统。其装饰功能非常强, 是一种目前非常成熟的保温方式。

### (6) 压型钢板保温复合板

压型钢板保温复合板是压型钢板与保温板复合的墙板, 具有质量小、施工便利和造价低等特点, 在国内一般用于钢结构工业厂房外围护结构, 在美国也常用于办公楼与住宅的墙体中。

### (7) 木结构外墙

木结构外墙不仅适用于木结构建筑, 也适用于低层和多层混凝土柱梁体系建筑及钢结构建筑。

单元式木结构外墙是指采用木骨架与具有保温、隔音、防火性能的材料组合而成的外墙板, 具有很好的集成性, 可以实现围护、保温、装饰一体化。

### (8) 单元式幕墙

单元式幕墙是指由各种墙面板与支承框架在工厂制成的完整的幕墙结构基本单位, 包括玻璃幕墙和金属幕墙, 是直接安装在主体结构上的外围护墙。单元式幕墙适用于混凝土柱梁体系建筑、钢结构和木结构建筑。

## 任务 3.3 装配式钢结构构件生产与运输

### 任务引入

城建水平是城市经济实力的绝佳代表。四川成都作为“新一线”翘楚，有着数不胜数的建筑奇观。亚洲最大单体建筑——成都环球中心、亚洲最大室内场馆——成都大魔方、世界最大全景声半露天半室内双面剧场——成都露天音乐公园、魔幻网红五岔子大桥……这些成都人耳熟能详的“网红地标”的共同点就在于壮观而又奇异的钢结构造型。

#### 任务分析：

无数个钢构件是如何生产和运输的？如何由一个个小的部件组装成如此庞然大物呢？通过本任务的学习，学生能够对装配式钢结构构件生产与运输过程有所了解。



### 3.3.1 装配式钢结构构件生产

#### 1. 生产工艺分类及制作工艺

不同的装配式钢结构建筑，其生产工艺、自动化程度和生产组织方式各不相同。大体上可以把装配式钢结构构件的制作工艺分为以下几个类型。

##### (1) 普通钢结构构件制作工艺

普通钢结构构件一般指钢柱、钢梁、支撑、剪力墙板、桁架、钢结构配件等。其制作工艺如下：

- ①将型钢剪裁至设计长度，或将钢板剪裁成设计的形状、尺寸；
- ②将不够长的型钢焊接接长，或拼接钢板（如剪力墙板）；
- ③用钢板焊接成需要的构件（如 H 形柱、带肋的剪力墙板等）；
- ④用型钢焊接桁架或其他格构式构件；
- ⑤在钢构件上钻孔，包括构件连接用的螺栓孔、管线通过的预留孔；
- ⑥清理剪裁、钻孔毛边以及表面等不光滑处；
- ⑦除锈；
- ⑧进行防腐蚀处理。

##### (2) 压型钢板及其复合板制作工艺

压型钢板及其复合板一般指压型钢板、钢筋桁架楼承板、压型钢板-保温复合墙板与屋面板等，均由自动化加工设备生产，如图 3-11 和图 3-12 所示。

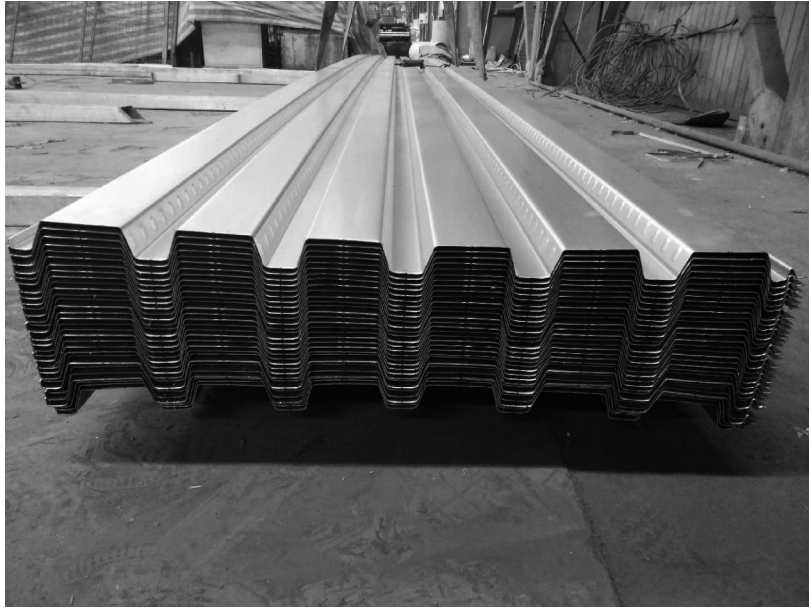


图 3-11 压型钢板



图 3-12 复合板

### (3) 网架结构构件制作工艺

网架结构构件一般指平面或曲面网架结构的杆件和连接件。网架结构构件主要包括钢管、钢球、高强螺栓等，工艺原理与普通构件制作一样，尺寸要求精度更高一些。钢球的制作工艺如下：圆钢下料→钢球初压→球体锻造→工艺孔加工→螺栓孔加工→标记→除锈→油漆涂装。

### (4) 集成式低层钢结构建筑制作工艺

集成式低层钢结构一般指生产和集约钢结构在内的各个系统（建筑结构、外围护、内装、设备管线系统的部品部件与零配件）。集成式低层钢结构别墅制作工艺自动化程度非常高，从型钢剪裁、焊接连接到镀层全部在自动化生产线上进行。

#### (5) 低层冷弯薄壁型钢制作工艺

低层冷弯薄壁型钢一般指低层冷弯薄壁型钢建筑的结构系统与外围护系统部件。冷弯薄壁型钢本身就是装配式的，工厂预制，现场安装，其有轻便、简单等特点。

### 2. 技术管理

技术管理工作包括深化设计、工艺设计及技术方案制定等。

#### (1) 深化设计

- ①集成部件设计及拼接图；
- ②构件加工详图；
- ③吊点和吊装方式设计。

#### (2) 工艺设计及技术方案制定

- ①放样模板或模尺设计；
- ②构件调直或矫正方法；
- ③成品保护设计；
- ④吊索吊具设计；
- ⑤堆放方式、层数、支垫位置和材料设计；
- ⑥超高、超宽、超长和形状特殊构件装车、运输设计。

### 3. 钢结构构件成品保护

钢结构构件出厂后在堆放、运输、吊装时需要成品保护，保护措施如下：

①在构件检验合格后，成品堆放在公司成品堆场的指定位置。构件堆放场地应做好排水，防止积水对构件的腐蚀。

②成品构件在放置时，在构件下安置一定数量的垫木，禁止构件直接与地面接触，并采取一定的防止滑动和滚动措施，如放置止滑块等；构件与构件需要重叠放置时，在构件间放置垫木或橡胶垫以防止构件间碰撞。

③构件放置好后，在其四周放置警示标志，防止工厂其他吊装作业时碰伤。

④针对本工程的零件、散件等，设计专用的箱子放置。

⑤在整个运输过程中为避免涂层损坏，在构件绑扎或固定处用软性材料垫保护，避免尖锐的物体碰撞、摩擦。

⑥在拼装、安装作业时，应避免碰撞、重击，减少现场辅助措施的焊接量，尽量采用捆绑、抱箍等临时措施。



### 3.3.2 装配式钢结构构件运输

#### 1. 钢结构构件搬运、存放

(1) 部品部件堆放应符合的规定

①堆放场地应平整、坚实，并按部品部件的保管技术要求采用相应的防雨、防潮、防暴晒、防污染和排水等措施；

②构件支垫应坚实，垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致；

③重叠堆放构件时，每层构件间的垫块应上下对齐，堆垛层数应根据构件、垫块的承载力确定，并应根据需要采取防止堆垛倾覆的措施。

(2) 墙板运输与堆放应符合的规定

①当采用靠放架堆放或运输时，靠放架应具有足够的承载力和刚度，与地面倾斜角度宜大于  $80^\circ$ ；墙板宜对称放置且外饰面朝外，墙板上部宜采用木垫块隔开；运输时应固定牢固。

②当采用插放架直立堆放或运输时，宜采取直立方式运输；插放架应具有足够的承载力和刚度，并应支垫稳固。

③采用叠层平放方式堆放或运输时，应采取防止产生损坏的措施。

#### 2. 钢结构构件运输

部品部件出厂前应进行包装，保障部品部件在运输及堆放过程中不破损、不变形。对超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输和堆放应制定专门的方案。

选用的运输车辆应满足部品部件的尺寸、质量等要求，装卸与运输时应符合下列规定：

①装卸时应采取保证车体平衡的措施；

②应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；

③运输时应采取防止部品部件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处宜设置保护衬垫。

#### 3. 钢结构构件制作的质量控制

①对钢材、焊接材料等进行检查验收；

②控制剪裁、加工精度和构件尺寸误差在允许范围内；

③控制孔眼位置和尺寸误差在允许范围内；

④对构件变形进行矫正；

⑤焊接质量控制；

⑥第一个构件检查验收合格后，生产线才能开始批量生产；

⑦除锈质量。



#### 项目总结

本项目对装配式钢结构建筑的建筑类型、结构系统和外围护系统做了介绍，并以任务为引领讲解了装配式钢结构建筑类型、结构系统、外围护系统。通过本项目的学习，学生可对装配式钢结构建筑基本知识有了基本了解，为后续课程学习打下基础。

## 思考与练习



---

1. 装配式钢结构建筑有哪些建筑类型？
2. 装配式钢结构结构体系分为几类？
3. 什么是外围护系统？
4. 装配式钢结构外墙主要类型有哪些？
5. 装配式钢结构建筑的构件制作工艺分为几个类型？