

钢筋混凝土装配式建筑

[匈] L. 莫克 著
E. 栾凯

傅信祁 徐鼎新 黄钟珽 邵祥洪 译
胡 璘 李俊峰 谭晓华

中国建筑工业出版社

前 言^①

钢筋混凝土装配式建造方法，不但适合居住和农业建筑，而且还适合于工业和公共建筑。在所有工业化国家里，都十分致力于能把房屋建造得较好、较快和较省。特别重要的是要做到：减少工时消耗、降低建筑造价和节省建筑材料用量等。

要达到上述目的，就要使所建造的建筑物的设计、以及预制构件的制作、运输和安装等工艺符合工业化条件。其前提是在计划 和设计阶段中，所有这些方面 均已经协调得很好了。

第一册《设计、预制、安装》，使得对于建筑构件的预制、钢筋混凝土装配式建造方法的应用领域和发展趋势，作了一个概貌性的介绍。接着，叙述主要的生产过程和生产场所，以及预制件的运输和安装。并叙述了经常性的结构，如具有平顶和坡顶屋盖的大厅和厂房，锯齿形、壳板和折板结构，以及多层建筑。

第二册《国际示例》，有选择地介绍许多国家以钢筋混凝土或预应力混凝土预制构件来建造的，好的工业和公共建筑的装配式结构。

这两本书向读者提供了国际上有关钢筋混凝土预制构件建筑的发展概况，使得从事这个领域中的建筑师、工程师和工艺师，对于理论和实践能有新的知识和经验，以促进他们更好去解决本身的工程任务。

《钢筋混凝土装配式建筑》是由L.莫克 (László Mokk) 于1960年出版的德文本《钢筋混凝土预制构件建筑》一书形成的。后者初次是于1955年在布达佩斯由科学院出版社用匈牙利文出版的。我们乐意接受德意志民主共和国国营建筑工程出版社的要求，予以完全重新编写成符合于现代知识的本著作，并把本书分为两册。

在这里，我们要对高级工程师W.格拉迪茨 (Walter Gladitz) 在改编本书时的辛勤合作，表示我们的衷心感谢。他友好地审阅了原稿和附图。此外，对于我们的工作，补充了宝贵的建议。

我们高兴地期待着这两册书对于我们的同行在从事于他们的工程业务时，能得到有用的帮助和支持。

L.莫克 E.索凯

布达佩斯 1972年6月

① 原书第一册的前言。

本书共分两篇。第一篇为理论部分，对装配式钢筋混凝土单层厂房、公共大厅建筑等的屋盖（包括坡顶、锯齿形顶、拱形、薄壳、折板等），以及多层骨架建筑的楼盖、梁柱、屋顶和外墙板等装配式构件的设计原理、构造方法、预制工艺、安装、运输等均作了较详细的阐述。

第二篇为国际实例部分，选自欧美几个国家已建成的有代表性的上述各类建筑。介绍其钢筋混凝土装配式构件的构造设计、制作和安装。

原书分为两册，现合成一册出版。

本书可供土建设计、教学、科研、预制混凝土工厂和施工安装等单位有关技术人员参考。

Montagebau in Stahlbeton

[匈] L.Mokk, E.Löke

钢筋混凝土装配式建筑

傅信祁 徐鼎新 黄钟珪 邵祥洪 译
胡 璘 李俊峰 谭晓华

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 28¼ 字数: 687千字

1985年2月第一版 1985年2月第一次印刷

印数: 1—19,100册 定价: 4.60元

统一书号: 15040·4683

目 录

第一篇 设计 预制 安装

1. 导论	3	2.5.1 壳板梁和折板梁作为屋盖构件	33
1.1 钢筋混凝土结构的预制分类	4	2.5.2 矩形平面投影尺寸较大的预制壳板	36
1.1.1 根据产品分类	4	2.5.3 双向大跨度的大型预制壳板	37
1.1.1.1 工业和公共建筑	4	2.5.4 波形拱结构的预制构件	39
1.1.1.2 住宅建筑	4	2.6 多层建筑	41
1.1.1.3 农村建筑	4	2.6.1 结构体系	41
1.1.1.4 构筑物	4	2.6.2 多层支承结构中建筑构件的划分	42
1.1.2 根据生产方法分类	5	2.6.3 完全骨架体系	46
1.1.2.1 台座法	5	2.6.4 多层建筑的节点构造	52
1.1.2.2 流水法	5	2.6.4.1 柱子上下连接	52
1.1.3 预制的地点和生产水平	5	2.6.4.2 柱与梁连接	58
1.1.3.1 工地预制	5	2.6.4.3 框架与核心体的连接	59
1.1.3.2 固定的混凝土工厂中预制	6	2.7 构件	62
1.2 预制的优点	6	2.7.1 屋盖与楼盖构件	62
1.3 预制结构的实用范围	9	2.7.1.1 配筋、隔热加气混凝土屋面构件	62
1.4 发展趋势	9	2.7.1.2 钢筋混凝土空心板	66
2. 预制件结构	11	2.7.1.3 钢筋混凝土格式槽形板	68
2.1 平屋盖厂房和大厅	11	2.7.1.4 钢筋混凝土槽形板	69
2.1.1 静力体系	11	2.7.1.5 预应力混凝土肋形板	69
2.1.2 屋盖结构的构件划分	13	2.7.1.6 毗连的屋面和楼面的构件之间的共同作用	75
2.1.3 柱网中结构构件的布置	15	2.7.1.7 薄钢皮屋面板在钢筋混凝土梁上的固定	77
2.1.4 变形缝	16	2.7.2 大梁	78
2.1.5 节点构造	19	2.7.2.1 实腹结构	78
2.2 坡屋盖厂房和大厅	21	2.7.2.2 桁架结构	81
2.3 锯齿形屋盖的厂房和大厅	22	2.7.2.3 檩条	83
2.3.1 跨度对锯齿形结构的影响	23	2.7.2.4 预制梁的张拉方法	85
2.3.2 锯齿形结构的采光效果	25	2.7.3 柱	89
2.3.3 具有天沟梁和轻混凝土屋面板的锯齿形结构	28	2.7.4 外墙构造	91
2.3.4 锯齿形刚架的静力学	28	2.7.4.1 外墙构造的力学功能	92
2.3.5 锯齿形屋盖中壳板和折板结构的应用	29	2.7.4.2 外墙在骨架中的位置	94
2.4 拱形结构的厂房和大厅	32	2.7.4.3 建筑物理层次	95
2.5 壳板结构和折板结构的厂房和大厅	33	2.7.4.4 外墙板构造体系选择	96

2.7.4.5 外墙板密封缝	101	3.3.1.1 模板	165
2.8 若干静力结构问题	107	3.3.1.2 钢筋	173
2.8.1 牛腿	107	3.3.1.3 浇灌混凝土过程	175
2.8.2 由屋面板组成的屋盖的刚性薄板作用	108	3.3.2 流水法	179
2.8.3 吊车轨道在钢筋混凝土吊车梁上的固定	109	3.4 张拉技术	183
2.8.4 起吊时梁的稳定性	113	3.4.1 混凝土结硬前张拉	184
2.8.5 在柱子接头处受压的砂浆接缝	117	3.4.1.1 张拉台座	184
2.8.6 杯形基础内的柱子的嵌固	117	3.4.1.2 张拉和锚固	186
2.8.7 环形连接的作用	119	3.4.1.3 电热法张拉配筋	187
2.9 特种混凝土	119	3.4.1.4 张拉钢丝的弯转	188
2.9.1 用于预制构件的结构轻混凝土	120	3.4.2 混凝土结硬后张拉	189
2.9.2 用于承重构件的密实硅酸盐混凝土	122	3.5 尺寸公差	191
2.10 钢筋混凝土结构的耐火性	122	4. 安装、运输	195
3. 预制构件的制作	127	4.1 起重机	195
3.1 制作工场	127	4.1.1 自行式起重机	195
3.1.1 在构件的最终安装位置下面进行现场预制	128	4.1.2 塔式起重机、旋转臂起重机和上升式起重机	197
3.1.2 流动式混凝土工厂	129	4.1.3 把杆式起重机	201
3.1.3 固定式混凝土工厂	133	4.1.4 龙门吊车	202
3.1.3.1 辅助部门	134	4.1.5 桥式吊车、悬挂式吊车、悬挂轨道	203
3.1.3.2 生产车间	138	4.2 安装技术	203
3.1.3.3 堆放场地	141	4.2.1 预制构件起吊装置的起重作用点	203
3.1.4 大型预制企业	143	4.2.2 起吊装置	205
3.2 混凝土工艺	145	4.2.3 柱的安装	210
3.2.1 混凝土质量、拌和物的组成	145	4.2.4 梁的安装	215
3.2.2 混凝土捣实	148	4.2.5 拱的安装	217
3.2.3 快硬性混凝土	152	4.2.6 屋盖和楼板构件的安装	217
3.2.3.1 低压蒸气养护	154	4.2.7 墙板的安装	220
3.2.3.2 新鲜混凝土的预热(热混凝土)	158	4.2.8 安装效率的费用支出	221
3.2.3.3 加热处理(加热模板)	159	4.3 预制构件运输	221
3.2.3.4 电加热处理	159	4.3.1 道路运输	222
3.2.4 外露混凝土表面	160	4.3.2 铁路运输	225
3.2.4.1 带有未经加工的表面的外露混凝土	160	4.3.3 运输效率的费用支出	225
3.2.4.2 带有加工表面的外露混凝土	162	5. 参考文献(第一篇)	227
3.3 生产工艺	164	6. 名词索引(第一篇)	231
3.3.1 台座法	165		
		第二篇 国际示例	
		1. 平屋顶厂房	241
		1.1 民主德国的定型厂房体系	241
		1.1.1 厂房结构的组成	243
		1.1.2 结构构件的构成	247

1.1.2.1 屋面板.....	247	房.....	291
1.1.2.2 屋架.....	248	1.7.1 GEG Versand, Kamen公司 的仓库和办公室	291
1.1.2.2.1 预应力混凝土双坡屋顶 桁架梁.....	248	1.7.2 Krefeld 的四跨车间.....	296
1.1.2.2.2 预应力混凝土双坡屋顶 实腹梁.....	249	1.8 联邦德国Imbau公司的厂房体 系.....	297
1.1.2.2.3 钢筋混凝土梯形屋 架.....	249	1.8.1 在Rinteln的H. H. Pott公司的 税务大厅和库房.....	298
1.1.2.2.4 预应力混凝土平行弦杆 桁架梁	250	1.8.2 Minden-Osnabrück股份有限公 司Edeka-Großhandel 的厂房建筑.....	299
1.1.2.2.5 预应力混凝土桁架式大 梁.....	251	1.8.3 埃森Classen造纸厂的仓库.....	300
1.1.2.3 钢筋混凝土柱.....	251	1.8.4 Röthenbach的制管厂.....	302
1.1.2.3.1、矩形实腹柱.....	251	1.8.5 柱网为10000×20000毫米,屋面 采用双T板的定型厂房.....	305
1.1.2.3.2 带桥式吊车的厂房的矩 形实腹柱.....	252	1.9 瑞典的厂房体系.....	305
1.1.2.3.3 带桥式吊车厂房的双肢 柱.....	252	1.9.1 Strängbeton 公司的厂房	305
1.1.2.4 外墙.....	253	1.9.2 Cegement公司的定型结构.....	308
1.1.2.4.1 实心墙板.....	254	1.10 丹麦Larsen & Nielsen公司的定型 厂房	310
1.1.2.4.2 勒脚墙板.....	255	1.11 美国和加拿大的厂房体系	315
1.1.2.4.3 窗框板.....	255	1.11.1 美国大西洋和太平洋茶叶公司的 新厂房	319
1.1.2.4.4 窗墙板.....	257	2. 斜屋顶厂房	322
1.1.2.4.5 内门和大门墙板.....	257	2.1 法国Bretigny sur Orge飞机库	322
1.1.3 国营Ludwigsfelde汽车厂.....	257	2.2 英国Silvertown的朗勃达体系厂 房.....	323
1.1.4 Leinefelde 联合纺织厂	260	2.3 联邦德国用预制构件建造的烧碱储 存库.....	324
1.2 匈牙利的厂房.....	263	3. 用杆形构件组成锯齿形结构厂房	326
1.2.1 Tiszapalkonya发电厂	263	3.1 民主德国Radeberg国营Rafena工 厂的锯齿形厂房.....	326
1.2.2 Tisza 化学 联合企业厂房.....	267	3.2 联邦德国Möhne, Belecke城 Dyckerhoff & Widmann KG公 司的锯齿形厂房.....	326
1.2.3 Hódmezővásárhely 器 皿厂.....	269	3.3 联邦德国Remscheid, Imbau建筑 公司的锯齿形厂房.....	329
1.3 苏联的厂房体系.....	272	3.4 联邦德国在Reutlingen和Frie- drichshafen的Rostan公司的锯 齿形厂房.....	330
1.3.1 柱子.....	273	4. 拱结构厂房	332
1.3.2 屋架.....	275	4.1 匈牙利布达佩斯, 有拉杆拱形屋架 菱形屋面板的公共汽车库.....	332
1.3.3 大梁.....	277		
1.3.4 吊车梁.....	278		
1.3.5 屋面板.....	278		
1.3.6 墙板.....	279		
1.4 捷克斯洛伐克的定型厂房结构.....	282		
1.5 保加利亚的厂房体系.....	284		
1.6 联邦德国Dyckerhoff & Widmann 两合公司的厂房体系.....	286		
1.7 联邦德国Hochtief股份公司的厂			

4.2 捷克斯洛伐克的铁矿石匀化散装 仓库.....	334	大商场.....	383
4.3 西柏林 Siemens-Schuckert工厂 试验车间菱形网格屋面.....	336	5.6.4 意大利罗马小体育宫.....	384
4.4 联邦德国 Rheinberg的Solvay工厂 拱形厂房.....	339	5.7 锥壳.....	387
4.5 联邦德国Krefeld地方的硫酸铵 仓库.....	341	5.7.1 联邦德国Silber Kuhl体系, Nor- mko 工厂锥壳预制结构	387
4.6 联邦德国大门入口宽度为37米的厂 房.....	343	5.8 波形薄壳.....	390
4.7 奥地利维也纳市Austrobus工厂 的大型车库.....	347	5.8.1 匈牙利Szolnok波形薄壳 结构.....	390
4.8 Burgenland工厂烧结料仓库的折线 形三铰拱屋架	348	5.9 折板拱薄壳.....	392
4.9 意大利 Orbatello飞机库的菱形网格 拱屋顶.....	351	5.9.1 联邦德国慕尼黑用折板拱薄壳建 造的邮包转运仓库	392
5.大型平面承重结构.....	353	6.多层建筑	396
5.1 折板结构.....	353	6.1 民主德国的标准结构.....	396
5.1.1 意大利Cesena预应力折板大型 厂房.....	353	6.1.1 1000~2500kp/m ² 活荷载1500 mm柱网基数的多层建筑.....	396
5.2 长筒壳.....	357	6.1.2 500kp/m ² 活荷载、1200mm柱 网基数的多层建筑.....	400
5.2.1 美国新墨西哥州, Albuguerque, Ideal水泥公司厂房	357	6.2 匈牙利布达佩斯的四层百货仓库建 筑.....	405
5.3 短筒壳.....	359	6.3 苏联的标准结构.....	407
5.3.1 匈牙利Berente加气硅酸 盐厂.....	359	6.4 捷克斯洛伐克用H形预制构件组装成 框架的多层厂房.....	409
5.3.2 匈牙利布达佩斯电缆厂.....	362	6.5 联邦德国慕尼黑Stock建筑公司生产 厂房和仓库建筑.....	409
5.4 旋转双曲抛物面薄壳.....	364	6.6 联邦德国Imbau <标准设计> 办公 大楼.....	412
5.4.1 民主德国, 双曲抛物面预制 薄壳.....	365	6.7 联邦德国Böblingen零售中心 大楼.....	415
5.4.2 联邦德国Silberkuhl体系, No- rmko工厂的双曲抛物面 薄壳.....	368	6.8 联邦德国Ludwigsburg高等师范 学校.....	418
5.5 锯齿形薄壳.....	377	6.9 瑞典Strängbetong A.B.的多层建 筑.....	422
5.5.1 民主德国特累斯登国营高真空电 子管厂.....	377	6.10 美国加利福尼亚九层办公大楼	423
5.5.2 联邦德国Lübeck机器厂的锯齿 形厂房.....	379	6.11 加拿大蒙特利尔的银行和办公 大楼.....	425
5.5.3 瑞士VSK中心仓库	379	7.特种预制构件结构.....	427
5.6 球壳.....	380	7.1 苏联全装配建筑方法建成的筒仓.....	427
5.6.1 苏联列宁格勒平面为36000×36000 毫米的球壳.....	380	7.2 法国 Marignane飞机库	428
5.6.2 联邦德国Karlsruhe的圣斯蒂芬 教堂和民主德国柏林的圣海德 韦许教堂.....	382	7.3 美国洛杉矶新的体育场.....	432
5.6.3 阿尔及利亚Sidi-Bel-Abbes的		7.4 预制装配式冷却塔.....	434
		7.4.1 匈牙利Debrecen的冷却塔	434
		7.4.2 联邦德国薄壁构件组成的冷却 塔.....	434
		7.4.3 预制X形柱子的冷却塔.....	435
		8.参考文献(第二篇).....	437
		9.名词索引(第二篇).....	439

第一篇

设计 预制 安装

[匈] L·莫 克
E·栾 凯 著

傅信祁 徐鼎新 译
黄钟琰 邵祥洪
冯纪忠 校

1. 导 论

在建筑生产中, 预制已成为全部建造过程中当然的和久已应用的方法。同时, 预制表现为钢筋混凝土结构最有代表性的、符合工业化的应用方式。

预制的钢筋混凝土结构指的是, 凡是不在最后应用它的现场制造的结构。

决定进行预制的钢筋混凝土结构, 要在设计、制作、运输和安装工艺等方面的考虑之下, 采取适当的形式来分解成许多单元构件, 并在为它特别安排的混凝土工厂中进行制作。预制的单元要用运输工具来运到工地, 并且要用起重设备吊到它的最后位置上。利用连接件把它们连接成一个共同作用的结构。

近几十年来, 几乎所有的工业部门都有极大的提高和发展。新式的自动化机械取代了手工生产, 并引进了流水作业法。

在建筑工业中, 生产的高度机械化和自动化条件, 不象其它工业部门那么方便。钢筋混凝土预制构件的生产, 不能达到象汽车工业那样地高度集中的程度。一部某种型号汽车的生产, 可以在一处大批量地、并用相应的高度自动化进行。成品经长距离运输, 在经济利益方面亦是合算的。相反, 钢筋混凝土预制件的情况就不一样。成品由于体量大和由此而带来高的运输费用, 只能在一定的运输距离内应用才是经济的。以致同一种产品必须在许多地点生产, 另一方面在应用机械化和自动化程度上也受到了限制。

虽然如此, 结构的工厂化预制大大优于传统的建造方法这个事实越来越得到证实了。由于用装配式建造, 同样的劳动力数量, 可以建造更多的住宅、学校、公用设施、工业建设和农村建筑。除这个主要优点以外, 还必须看到缩短工期、提高施工质量、克服建筑业的季节性, 降低造价, 以及减轻或排除重体力劳动, 和可能安置固定工作地点等。

在建筑施工中, 工地上的劳动不可能完全排除, 但是通过广泛应用预制装配式建筑, 可把现场劳动限制到最少量。

钢筋混凝土结构的预制的采用和推广, 引起整个建筑业的深刻变化。由于适应钢筋混凝土装配式建筑的结构方案、预制过程、预制件的运输和安装等的不断向前发展和完善, 预制的钢筋混凝土结构即使在富有钢材的国家里, 也有和钢结构竞争的能力。预制方式早已不再是应急的办法了, 象最初为了解决木材短缺那样, 而是钢筋混凝土结构的一个现代化的工业化的生产方式。

预制的想法绝不是新的。相反, 它与钢筋混凝土本身一样久远。因为Monier的花桶早已是预制构件, 1867年他获得了配有钢筋的混凝土桶的第一个专利权。巴黎公司Ed. Coignet已经在上一世纪末, 即1891年在Biarritz的俱乐部建筑中应用了预制梁。

本世纪初, 在美国、德国以及也在另外的西欧国家中, 建造了由预制建筑构件组成的结构。大规模应用预制的钢筋混凝土结构则一直要到第二次世界大战之后。这个领域的发展, 现用一些手头的数据来加以说明。

1954年, 在苏联生产了310万立方米的预制钢筋混凝土结构, 而在1960年这个数量已升到320万立方米, 以及在1965年升到4400万立方米, 其中25%为预应力混凝土。1970年总的

钢筋混凝土生产为12800万立方米，其中预制结构超过6400万立方米。

在1953年，当时的捷克斯洛伐克生产了25.7万立方米预制的建筑构件。1963年预制构件的生产已经有300万立方米——混凝土制品未计算在内。在1963年该国总共有237个固定的混凝土工厂投入生产，其中20个大企业具有的年生产能力大于4万立方米，其余企业的年生产能力为2千至2万立方米。

1950年民主德国生产了11.2万立方米预制构件，1960年已经为239万立方米。

1.1 钢筋混凝土结构的预制分类

钢筋混凝土结构的预制，可以根据不同的观点来分类：

1.1.1 根据产品；

1.1.2 根据生产方法；

1.1.3 根据预制的地点和生产水平。

在以上各分类之间，不能划一条明确的界线。

1.1.1 根据产品分类

根据产品，可把建筑构件区别为属于

——工业与公共建筑；

——住宅建筑；

——农业建筑；

——构筑物。

1.1.1.1 工业和公共建筑

工业和公共建筑中建筑构件的预制种类是多种多样的。在工业建筑中，主要部分为对于生产用的厂房和多层房屋、办公楼、筒仓和仓库等的预制构件的制作。尚有利于室外的露天吊车轨道、设备支架、传送栈桥、管线桥、（电线）杆等的钢筋混凝土预制构件。

在公共建筑中，有大跨度礼堂、体育场所、戏院、学校、医院、以及其它公共设施和社会活动建筑等等的预制构件。

1.1.1.2 住宅建筑

在工业化国家里，住宅建筑构件的预制，现在几乎只应用大板建造方法。它甚至已造到20层或以上的楼房。预制的大板同时承担支承、围护及分隔房间的功能。此外，苏联发展的盒子式建造方法值得注意，这是在预制中已经把墙板、顶板装配成完整的小房间。

在很少情况下，住宅需要应用钢筋混凝土框架式建筑方法。此时，框架起承重作用，而墙壁承担围护和分隔空间的作用。

1.1.1.3 农村建筑

农村建筑的建筑构件用于厩棚、谷物仓库和栅栏等。当过渡到牲畜的大量生产和耕作使用巨型现代化机器时，许多建筑物要采用工业建筑和公共建筑的构件。

1.1.1.4 构筑物

对于构筑物，建筑构件的预制有多种多样的类型。它包括有利于桥梁、隧道、沟渠、驳岸等的预制件的生产，以及露天线路的柱、桩、压力管道、铁路枕（木）、撞击桩、路

面板和人行道板等各种形状的单构件。

在本书中，仅仅讨论工业建筑和公共建筑的结构，包括它们的预制、运输和安装工艺的重要问题。

1.1.2 根据生产方法分类

按照生产方法，钢筋混凝土结构的预制可分为：

——台座法

——流水法

1.1.2.1 台座法

台座法（固定法）是这样表示的，即构件在预制过程中是不移动的。台座法可由不同的工业水平的设备来进行。钢筋混凝土预制构件的生产也可能用简单的方法，因而也适用于工地上的预制。同样地，建筑构件可以在固定的工厂里应用高度的机械化程度预制。台座法时常在最现代化装备起来的企业里用于生产全部产品。

1.1.2.2 流水法

流水法（流动法）时，预制构件在生产中是移动的或有节奏地运动的。每个生产过程依次由位于不同位置的不动机组来加工。

设备流水法，是工业与公共建筑的预制件生产的流水法中的一种主要的预制方式。这时模板设备在每个工作位置之间的运输常常使用室内吊车。

流水传送法（流水线法）是对于制造过程的每个工作阶段，把用机组装备起来的工作地点排列成相应的工作顺序，构件则借助于按周期运动的传送带、滚动的板等来运输，并完成预先规定的加工。所有构件同时向前移动。

这种生产方式，以及其它用于住宅的房间一样大小的墙板的生，是很有前途的。可是另一方面也需要大的投资。

流水法特别适合于构件重量约自 5～10吨、和构件长度大约在12米以下的建筑构件的成批生产和大量生产。较大的和较重的构件则一般由台座法生产。

1.1.3 预制的地点和生产水平

预制企业的地点和生产水平可以分为两大类，同样地不能明显地分开：

——在工地上预制

——在固定工厂中预制

1.1.3.1 工地预制

工地上现场预制是简单的和需要少量投资的方式。装配式建造方法开始时只通用这种方法，一直在继续发展的过程中才建造大的固定的预制企业。工地预制在许多工业化国家中已永远失去了其重要性，因为在固定的企业里的大量的生产过程占了优势。

在特殊情况下，在工地生产构件还是需要的，如因在某一地区内实施建筑计划时，尚没有相应的混凝土工厂，或者为了处理大的和重的特种构件而不能运输之时。

在工地上的预制中——所谓现场工厂或流动混凝土工厂——，构件在露天或者在临时的工厂设施中生产。工地预制之中，随着建筑构件的生产地点而分成两类：

a) 构件位于它最后所在的建造位置之下预制

这是指大和重的构件，它不可能运输，或者运输会引起麻烦和大的开支，则在最后建造的位置之下，或在附近制造，可以不需另加运输的情况下由所使用的吊车予以提升。这种方式有时生产或起吊甚至大到50至200吨起重量的柱子和梁。

b) 在临时工厂设施中的工地预制

这里，预制构件由预制地点到它的安装地点只运输短距离。只有在预制构件不能经济地由固定的混凝土工厂供应时，才适宜在工地上设置临时预制工厂的设施。这样的预制场所是在露天工作的。只要具有轻的屋盖和墙壁来围护和抵御天气的恶劣影响，那就属于临时性的混凝土工厂了。

在一个工地的预制中，也时常有两种所讲的预制方式的混合使用。大的和重的预制件在它建造的地方生产；此外一些需要运输的较小构件可在工地上设置的临时生产场地上生产。

1.1.3.2 固定的混凝土工厂中预制

在所有高度发展的工业化国家里，目前的发展情况是如此表示的，预制件优先在设备良好的固定的混凝土工厂里生产的，而工地越来越多地变成仅仅是安装的地方。在最近二十年里，几乎所有国家创办了较小的或较大的生产预制建筑构件的工厂。这些工厂，正象它们的预制件的年生产能力在5000至300000立方米之间变动一样，它们的设备亦是不同的。

建筑构件的预制，除了个别情况外，在社会主义国家与资本主义国家间有显著的区别。

社会主义制度的优越性，使得投资有可能高度的集中，以及使得大的和有关的建设任务有可能全面的计划、设计和施工。于是，为按照标准构件原理来应用统一的一系列预制建筑构件，以及根据科学的生产组织来进行建筑物以及设施的安装，创造了良好的前提。

这种目的性促进社会主义国家建立起生产能力较大、机械化程度较高、以及各个预制过程半自动化的混凝土工厂。

于是，例如苏联的混凝土工厂，每年的预制件的生产能力为100000到300000立方米。生产中优先的是设备流水法，部分亦为流水传送法。相对地大和重的梁以台座法生产。工厂是几班工作的。

除了这种大的混凝土工厂外，亦有较小的预制企业来生产非标准化的个别结构，但是一般仍致力于应用标准结构。到目前为止，这在工程上和经济上都是意义深远的。

在资本主义国家里，建筑物和建筑构件不是全然统一的。每个大企业只统一于它的建筑工程上的产品。它们大多拥有散布于全国各地的许多混凝土工厂，可是它们的年生产能力很少大于20000至30000立方米。这些企业常常用台座法单班制生产，必要时在夜间人工地使混凝土加速凝结。

1.2 预制的优点

无可怀疑，除了特殊的场合外，使用预制构件是对钢筋混凝土建筑最有成效的方法，并带来很大的国民经济方面的利益。相对于现浇的建造方法来讲，使用预制构件有以下的主要优点^{[1.1]●}：

● 译注：[1.1]表示参考文献的出处，见书后附的参考文献目录。

1. 通过把生产程序的主要部分移到固定的预制工厂中进行, 可使劳动率显著提高, 同时能降低工时。结合建筑物和建筑构件的定型化和标准化, 可以利用高度机械化和半自动化的预制生产线进行工业化生产。工地上可以重复相同的工作程序, 同样可使装配中投入现代化的机械系统和先进的生产技术, 以及在建筑构件的运输中应用现代化的运输工艺。

2. 建筑构件预制时, 施工工期可以显著缩短, 从而达到投资的迅速周转。由于预制, 可使除安装本身之外的其它起决定性的工序同时进行, 相对地在现浇建造时, 则在时间上是依次进行的(第一层的基础工、模板工、钢筋工、混凝土工)。在预制装配式施工中, 构件制作工时占总工时的65%, 安装占20至25%, 运输占10至15%。

3. 建造时应用定型的、标准的和通用的预制构件, 使得在计划、设计和施工中有可能应用现代化的组织形式。

4. 通过在固定工厂中建筑构件的工业预制, 可以克服建筑工业的季节性。预制构件的生产在全年连续进行, 并且除了很少例外, 冬季也可以进行安装。

5. 生产工人的生产条件, 在固定工厂生产时比在工地上显然方便得多。这是对生产条件总的来讲, 不过特别是指减轻重体力劳动和抵御气候的影响。在这种企业里, 也可以使用弱劳动力。在工厂中预制, 劳动力取得合格较为容易也较快, 因为在生产线的某一工作位置是不变的, 劳动过程是重复的, 这使得操作人员有可能专业分工。

6. 用预制构件建造的建筑物, 明显地得以提高质量。因为利用固定工厂中现代化设施来生产, 在许多方面提供了较为有利的条件。混凝土标号要比现浇的建造方法高得多, 并且不稳定性小得多。在预制件生产时要比现浇建造方法可以应用有效的检验方法。

Basler^[1,2] 对混凝土工厂的和现浇施工生产的混凝土的标号, 作了几个月的统计测定。测定结果的分析表明, 变化系数在预制企业所预制的混凝土仅为7%, 而现浇混凝土为17% (图1-1)。

7. 预制件的工厂化生产, 可以采用较高的混凝土标号, 由此而可以减少建筑体积和降低造价。现浇的混凝土标号一般只有B300号, 而在固定工厂通常可达B450号和B600号, 有时(对于受压构件)局部地还可超过。

图1-2的跨度12m的主梁的参数, 在表1-2-1中按不同的混凝土标号表示出来。荷载乃由屋盖的1200kp/米、雪载和风载的450kp/米以及梁的自重组成。

由图中可以看出, 混凝土标号由225号升高到600号时, 梁的自重由9.6吨降到4.84吨, 可是钢筋的需要量由17.2平方厘米增至23.5平方厘米。梁的最大挠度则由6.8毫米增至17.9毫米。不过这个数值仍然低于建筑规范

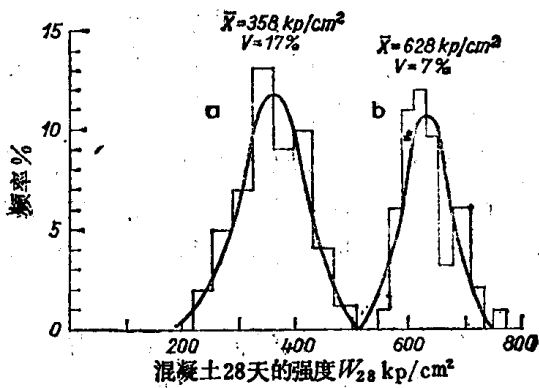


图 1-1 工地混凝土和工厂混凝土的强度的频率分布●

a—工地混凝土28天的强度变化; b—工厂混凝土28天的强度变化

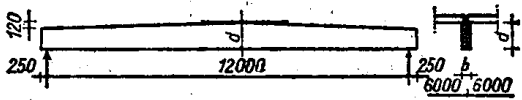


图 1-2 不同混凝土标号制成的主梁的参数

● 译注: kp(kilopond)千磅达, 力的单位, $1 \text{ kp} = 9.8 \text{ N}$ (牛顿), $1 \text{ N} = 0.102 \text{ 公斤(力)}$ 。 $1 \text{ kp} = 1 \text{ 公斤(力)}$ 。

所定的挠度允许极限1/200, 那就是60毫米。挠度是根据^[1.4]计算的。
增大混凝土应力, 降低了断面尺寸, 可是增加了钢筋的需要量。

不同混凝土标号制成的主梁的参数 表 1-2-1

标号 [kp/cm ²]	σ_b 许可 [kp/cm ²]	σ_e 许可 [kp/cm ²]	h [cm]	d [cm]	b [cm]	F_e [cm ²]	$F_b=bd$ [cm ²]	重量 [t]	f_{max} [cm]
225	80	2400	119	125	26	17.2	3250	9.60	0.68
300	100	2400	101	107	24	19.3	2568	7.50	0.98
450	130	2400	84	90	22	22.3	1980	5.73	1.48
600	150	2400	78	84	20	23.5	1680	4.84	1.79

根据上面的分析, 应用较好的混凝土质量是经济的。R.von Halasz^[1.3]根据详细的计算证明, 例如联邦德国有一根高3.0米、荷载65Mp[●]的柱, 用混凝土600号时混凝土耗用量最少, 同样的柱子应用混凝土450号时混凝土的耗用量增加6%, 混凝土为300号时增加10%, 混凝土为225号时增加19%, 标号为160号时增至88%, 不论哪种情况, 都是按最小的允许钢筋断面来得出最经济的答案为前提的。

上述柱子的钢筋耗用量, 当混凝土由较低的标号(450~160号)代替混凝土600号时, 也增加了113~210%。

柱子的造价, 不用600号而用450号混凝土时增高13%, 用300号时增加20%, 用225号时增加40%。

8.应用预制时, 为降低份量的轻型结构比现浇结构明显地大为易于做到降低造价。在考虑到预制工艺的前提下, 可使断面造型较为合乎静力学的要求。有时由于断面减小, 重量节省可达40~50%。

9.建筑构件的台座式工厂预制, 可以较方便地使用预应力混凝土, 由此把承载力大的受弯构件在充分利用优良的材料而做成细长形式。作为预应力方法, 优先使用在混凝土凝结前的张拉。预应力混凝土结构有可能在满足使用要求的情况下, 制出完全没有裂缝的混凝土。

10.在工厂生产的预制构件在带有饰面层时, 可以把构件放成水平位置, 这比在现浇时的垂直位置的情况, 得到明显地较为有利的制作条件。

11.装配式建造方法, 对于工厂、大厅和多层建筑的主要使用范围, 有可能几乎完全取消掉耗费木料的脚手架, 而木料在许多国家里是短缺材料。只有特殊的建筑(跨度在45.0至150米之间的厂房、大厅)还有时需要木制的支架, 以便在它上面临时安置要装配成整体式承重结构的预制构件。

12.价值昂贵的模板材料, 可以由建筑构件的预制而节省。在现浇结构中, 模板只能应用3至5次, 在同样的建筑形式和加工方法时, 木模板在预制时, 最佳的情况可用到60次。对于定型的和标准化的大量构件, 还可以用钢或混凝土作模板。

13.以后需要拆卸的建筑物, 钢筋混凝土装配式有可能选择和使用合适的连接技术, 使得以后拆卸时构件不致破坏。

● Mp(Megapond)百万磅达, 或兆磅达, 力的单位; 1 Mp=1000kp = 9.8kN(千牛顿); 1 Mp=1000 公斤(力)。

14. 预制构件建筑对于有爆炸危险的建筑物, 要比现浇方法提供较为有利的构造方案。

1.3 预制结构的实用范围

基于上节所述的优点, 装配式建筑因而在连续不断地扩大新的应用领域。在各个工业化国家, 虽然建筑生产和运输业的水平不同和劳动力情况也不同, 但可看到, 如本书中所举的大厅形式和多层形式的工业建筑和公共建筑, 几乎都是用预制构件来建造。现浇混凝土主要只使用于基础以及主要用滑模法建造的多层建筑的核心结构上。

此外, 一般还可以看到, 近几十年, 现浇建造方法也有了不断的发展, 特别是通过现代化的、分段的或整层的、可移动的大模板和支架; 应用工厂预制的钢筋网片和钢筋骨架; 使用装运的混凝土; 使用管道输送的混凝土; 应用高强度水泥, 以及加入适当的混凝土附加料来缩短凝结期等等。

假如由于使用功能关系, 建筑物的计划和设计确有必要不同于定型的结构作法时——例如由于尺度的条件, 由于楼板的活荷载情况存在较大的动应力或其它情况——, 则对于装配式和现浇式方案应进行比较, 以选取经济上有利的方案。这里必须掌握所有影响经济性的因素, 包括工期。

1.4 发展趋势

不能推导出一个普遍的发展趋势, 因为对于继续发展的起点条件在每个国家是不同的。但是可以列举出一些可能认识的普遍的观点。

可以估计, 从我们现在所处年代到2000年, 钢筋混凝土是一种主要的建筑材料。钢筋混凝土结构的继续发展, 首先将朝着缩短工地上工时消耗及缩短施工工期的同时, 继续提高预制化程度。

建筑材料方面, 为增加在工厂中生产的、达到较高标号(至600号和部分超过)的混凝土的份额, 其目的为减少重量和早期达到高强度。由于同样原因, 与减少钢筋耗用量和降低预制费用相关联的是增加预应力的、主要用于受弯的构件的份额。

利于结构的轻混凝土(密度为1600至1800公斤/立方米)制成的构件具有重要性。主要在这种情况下, 为了减少长距离的运输费用和节约建筑物的基础费用, 减轻重量具有重大意义。

在轻混凝土的一类中, 对于拥有适当的原料供给的国家, 保温建筑的单层围护结构中, 加气混凝土(首先为500至700公斤/立方米的密度级别)的应用规模在上升。

许多国家在研究人造原料混凝土的问题, 代替水泥的是塑料胶合剂。这些混凝土比现在所使用的达到较高的强度(压和拉)以及较短的凝固期。

在结构方面, 为了取得进一步的工业化效果, 结构作法在注意到轻体型结构和轻材料结构的原则之下, 将与继续发展着的预制、运输和安装工艺更为密切结合。在现有的相应的基本条件之下, 这种发展阶段, 部分地是与荷载级别的继续提高和构件尺寸的加大联系着的。由于这种关系, 对于连接技术的改进是要特别予以重视的, 因为这对于缩短安装时间是一个主要因素。

关于预制，按照国际水平，大量构件的生产首先趋向流水作业法，因为它为高度机械化和自动化提供最优的条件。高度机械化形式的台座法，仍旧沿用于生产长的杆状构件，用单个模或者也可用连续的带模。同样情况，继续还要在张拉台座上，生产预先张拉的较长的杆状的以及平面状的构件。

在安装单层建筑物时，仍将继续使用汽车吊，而对多层和高层建筑物，则塔式旋转起重机的地位仍占主要地位。

设计、预制、运输和安装的继续发展的所有措施，都越来越带有系统性，其中建筑物的装备与设备，也是综合的组成部分。通过任务的综合解决，可使生产中和生产组织上取得显著的效果。