

建筑结构预制与吊装手册

江正荣 主编

中国建筑工业出版社

建筑结构预制与吊装手册

江正荣 主编

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本手册共分十章，主要介绍了构件的预制（包括生产设施及工艺、构件的制作、构件的检验与评定）；构件的运输、堆放与拼装；结构的吊装（包括钢筋混凝土单层和多层厂房、钢结构单层工业厂房、高层建筑、轻型钢结构以及民用建筑结构的吊装）；特殊工程结构的吊装（包括装配式大板结构、升板结构、大跨度网架、钢结构容器等的吊装）；土法吊装；结构构件预制与吊装质量通病的原因分析及防治措施；结构预制与吊装事故实例的原因分析及处理措施；结构预制与吊装的冬期施工；结构预制与吊装的质量控制；结构预制与吊装工程安全技术等，基本覆盖了预制、吊装施工专业的主要应用领域。

本手册内容丰富、实用，既可供施工企业技术人员、工人使用，也可供土建专业设计人员和大专院校师生参考。

建筑结构预制与吊装手册

江正荣 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

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：39³/₄ 字数：966 千字

1994年11月第一版 1994年11月第一次印刷

印数：1—3,100 册 定价：35.50 元

ISBN 7-112-02393-9

TU·1852 (7437)

编写人员分工

1. 构件的预制	王定一、江正荣、于临盛
2. 构件的运输、堆放与拼装	王凤和、江正荣
3. 结构的吊装	王凤和、江正荣、孙守正
4. 特殊工程结构的吊装	江正荣、杨广兴
5. 土法吊装	江正荣、程道广
6. 结构预制、吊装质量通病及防治方法	江正荣、江 茜
7. 结构预制、吊装事故实例分析及加固处理方法	江正荣
8. 预制、吊装冬期施工	江正荣、江 茜
9. 结构预制、吊装质量要求及检验方法	程道广、江正荣
10. 结构预制、吊装工程安全技术	江正荣

前 言

在工业与民用建设中,房屋结构采用预制、装配化的方法,是实现建筑工业化和机械化的有效措施之一。这一方法可以有效地大量节约模板,提高工效,改善劳动条件,减少工地湿作业,加快建设速度,确保工程质量,降低造价和文明施工,也是建筑业发展的方向。

解放以来,我国各施工单位采用预制装配化方法建成了以亿万平方米计的工业厂房和民用房屋,对祖国四个现代化建设的发展起到巨大作用,同时也积累了极为丰富的实践经验。特别是改革开放十多年来,在建筑工业工艺的改革方面,在建筑工业工厂化、装配化施工技术方面,有了长足的飞跃和发展。随着施工机具的日益完善,施工技术日新月异,许多新的施工工艺、设备、机具不断涌现,创造了许多高速、优质、低耗工程,而预制装配化施工最富生命力,成为完成工程建设的重要手段,在工业建筑、民用建筑、高层建筑以及特殊结构工程都得到体现,使我国的建筑业水平步入先进行列,但是这一先进的施工技术,还没有被广大施工企业技术人员、工人所完全掌握,他们缺乏涉足这一领域所必备的较全面系统的知识和实用技术资料,作为施工的参考和指导。

为了推动我国结构预制吊装技术水平的提高和发展,我们编写了这本手册,旨在为广大建筑职工,也包括设计人员,提供一本简明、实用、新颖,内容系统、丰富、齐全的从构件预制到吊装的参考工具书,以期帮助解决一些现场施工实际技术问题,以利工作开展和技术水平的提高,并推动技术进步和适应改革开放、建筑业迅猛发展的迫切需要。

全册共有十个方面内容:即构件的预制(包括构件生产设施及基本工艺、构件的制作、构件的检验试验与评定);构件的运输、堆放与拼装;结构的吊装(包括钢筋混凝土单层和多层工业厂房、特殊结构件、钢结构单层工业厂房、高层建筑、门式刚架、轻型钢结构厂房仓库以及民用建筑结构的吊装工艺方法,有关计算、机具选择和施工要点);特殊工程结构的吊装(包括装配式大板结构、多层升板结构、大跨度钢网架、塔桅结构、钢结构容器、中型砌块房屋等的吊装方案、机具选择、吊装顺序、绑扎方法、吊点内力计算及吊装工艺方法);土法吊装(包括各种桅杆构造、吊装工艺方法、施工要点及吊装绳索内力的计算方法);结构构件预制和吊装常遇质量通病的原因分析及预防治理措施方法;结构预制吊装各种事故实例原因分析、加固、补强处理、强度验算及处理措施方法;冬期结构预制、吊装工艺特点、保证质量措施方法;结构预制质量控制方法、评定质量标准及验收程序方法;结构预制吊装安全技术要点和注意的问题和措施等,基本覆盖了预制、吊装施工专业的主要应用领域。另在书末附有结构预制吊装常用资料及计量、换算资料。由于篇幅限制,有关吊装常用机具、索具技术规格性能资料本册未作介绍,可参阅有关施工手册;有关构件的预制,本手册只涉及现场预制场生产内容,有关专门商品预制工厂构件的制作设施工艺、方法没有涉及。

本手册均按照国家新修订的设计规范、施工及验收规范以及新颁布的技术标准和规程、新计量单位、符号等进行编写。

目 录

1 构件的预制

1.1 构件生产设施及基本工艺	1
1.1.1 预制厂平面布置	1
1.1.2 预制构件模板	10
1.1.3 钢筋加工工艺	27
1.1.4 混凝土配制及工艺	52
1.2 构件的制作	84
1.2.1 普通混凝土构件制作	84
1.2.2 预应力混凝土构件制作	94
1.2.3 钢结构构件制作	174
1.2.4 构件检验、试验与评定	214

2 构件的运输、堆放与拼装

2.1 构件的运输	227
2.1.1 运输准备工作	227
2.1.2 构件的质量检查	229
2.1.3 构件运输的一般要求	230
2.1.4 混凝土构件的运输	231
2.1.5 钢结构构件的运输	249
2.2 构件的堆放	254
2.2.1 构件堆放场形式	254
2.2.2 构件堆放面积的确定	255
2.2.3 构件堆放方法	256
2.2.4 构件堆放要点和注意事项	258
2.3 构件的拼装	259
2.3.1 构件的拼装方法	260
2.3.2 屋架的拼装	261
2.3.3 钢托架和托梁的拼装	268
2.3.4 钢桁架的拼装	269
2.3.5 天窗架的拼装	271
2.4 构件的运输、堆放与拼装验算	272

3 结构的吊装

3.1 单层工业厂房结构的吊装	276
3.1.1 吊装机械的选择及吊装参数 的确定	276

3.1.2 吊装方法的选择及吊装前准备 工作	278
3.1.3 构件的绑扎	284
3.1.4 柱子的吊装	307
3.1.5 吊车梁的吊装	325
3.1.6 托架（梁）的吊装	328
3.1.7 屋面结构的吊装	329
3.1.8 天窗架的吊装	337
3.1.9 屋面板的吊装	337
3.1.10 支撑的吊装	337
3.1.11 天窗侧板的吊装	338
3.1.12 天沟板（或挑沿板）的吊装	338
3.1.13 伸缩缝两边屋架的临时固定 与校正	338
3.1.14 墙体构件的吊装	339
3.1.15 结构吊装计算及验算	340
3.2 多层装配式框架厂房结构吊装	372
3.2.1 吊装机械选择与布置	372
3.2.2 吊装方法和顺序	374
3.2.3 柱子吊装与临时固定	376
3.2.4 柱的校正	376
3.2.5 构件接头施工	377
3.3 特殊结构构件的吊装	381
3.3.1 门式刚架的吊装	381
3.3.2 V型折板的吊装	382
3.3.3 装配式钢筋混凝土渡槽的吊装	383
3.3.4 工业管架的吊装	388
3.4 钢结构工业与民用建筑吊装	393
3.4.1 钢结构单层工业厂房吊装	393
3.4.2 钢结构高层建筑吊装	403
3.4.3 钢结构门式刚架吊装	409
3.4.4 钢结构轻型厂房、仓库吊装	412
3.5 民用建筑结构的吊装	414
3.5.1 轻型塔式起重机安装法	414
3.5.2 龙门式提升机（或双篮吊）安 装法	415
3.5.3 井架（或带悬臂桅杆）式提升 机安装法	416

3.5.4 独脚桅杆（人字桅杆或悬臂桅杆）式起重机安装.....	417	5.1.6 桩（塔）桅起重机.....	498
3.5.5 安装注意事项.....	419	5.1.7 悬索式起重机.....	501
4 特殊工程结构的吊装		5.2 土法吊装计算	
4.1 装配式大板结构.....	421	5.2.1 独脚桅杆吊装计算.....	503
4.1.1 施工准备工作.....	421	5.2.2 人字桅杆吊装计算.....	513
4.1.2 工艺流程.....	423	5.2.3 悬臂式桅杆吊装计算.....	514
4.1.3 吊装方法.....	424	5.2.4 动臂式桅杆吊装计算.....	515
4.2 多层建筑升板法施工	427	5.2.5 桅杆式起重机吊装计算.....	518
4.2.1 基础的施工.....	428	5.2.6 悬索式起重机吊装计算.....	520
4.2.2 柱与板的施工.....	428	6 结构预制、吊装质量通病及防治方法	
4.2.3 升板设备.....	429	6.1 构件制作质量通病及防治.....	523
4.2.4 提升单元的划分与提升程序.....	431	6.1.1 普通混凝土构件制作.....	523
4.2.5 提升准备.....	432	6.1.2 预应力混凝土构件制作.....	528
4.2.6 板的提升和就位.....	433	6.1.3 钢结构构件制作.....	533
4.2.7 提升阶段柱的稳定性验算.....	434	6.2 构件运输、堆放与拼装质量通病及防治	537
4.2.8 群柱稳定措施.....	437	6.2.1 混凝土构件运输、堆放与拼装.....	537
4.2.9 板的最后固定.....	438	6.2.2 钢结构构件运输、堆放与拼装.....	539
4.2.10 提升设备的拆除.....	438	6.3 构件吊装质量通病及防治.....	541
4.2.11 升板工艺与其他工艺的结合.....	438	6.3.1 混凝土构件吊装.....	541
4.3 大跨度钢网架安装	441	6.3.2 钢结构构件吊装.....	544
4.3.1 高空拼装法.....	441	7 结构预制、吊装事故实例分析及加固处理方法	
4.3.2 整体安装法.....	444	7.1 钢筋混凝土柱预制、吊装事故实例	548
4.4 塔桅结构的吊装	450	7.2 普通混凝土梁预制、吊装事故实例	550
4.4.1 吊装方法.....	450	7.3 预应力混凝土吊车梁预制、吊装事故实例	552
4.4.2 吊装计算.....	453	7.4 预应力混凝土屋架预制、吊装事故实例	553
4.5 钢结构容器安装	459	7.5 普通混凝土组合屋架预制事故实例.....	558
4.5.1 整体吊装法.....	459	7.6 预应力混凝土屋面梁预制、吊装事故实例	559
4.5.2 分节（段）吊装法.....	466	7.7 预应力混凝土大型屋面板预制、吊装事故实例.....	561
4.6 中型砌块房屋的吊装	472		
4.6.1 砌块建筑的施工组织.....	473		
4.6.2 砌块建筑的吊装.....	477		
5 土 法 吊 装			
5.1 土法吊装机具和方法	481		
5.1.1 独脚桅杆.....	481		
5.1.2 人字桅杆.....	488		
5.1.3 悬臂式桅杆.....	493		
5.1.4 台灵桅杆.....	494		
5.1.5 桅杆式起重机.....	496		

7.8	预应力混凝土圆孔板制作、 安装事故实例.....	564	9.2	混凝土预制构件安装质量 要求及检验方法.....	595
7.9	钢柱制作、吊装质量 事故实例	566	9.3	钢结构构件制作质量要 求及检验方法	598
7.10	钢吊车梁制作、吊 装 质 量 事故实例	567	9.4	钢结构构件安装质量要 求及检验方法	604
7.11	钢屋架制作、吊装事故实 例	569			

8 预制吊装冬期施工

8.1	冬期构件的预制.....	572
8.1.1	钢筋工程冬期施工.....	572
8.1.2	混凝土构件的预制.....	574
8.1.3	钢结构冬期制作.....	586
8.2	冬期构件的吊装.....	588
8.2.1	混凝土构件的吊装.....	588
8.2.2	钢结构构件的吊装.....	590

9 结构预制、吊装质量要求及
检验方法

9.1	混凝土构件制作质量要求
-----	-------------

10 结构预制、吊装工程安全技术

10.1	安全技术的一般规定.....	608
10.2	防止高空坠落	609
10.3	防止物体落下伤人	609
10.4	防止意外伤害	610
10.5	防止构件翻倒	610
10.6	防止绳索脱扣、破断.....	611
10.7	防止起重机倾翻	611
10.8	防止吊装结构失稳.....	613
10.9	防止触电	614
10.10	防止火灾和爆炸.....	615

附 录

1 构件的预制

1.1 构件生产设施及基本工艺

1.1.1 预制厂平面布置

1.1.1.1 预制厂平面布置原则

预制厂的平面布置一般应遵循下述原则:

(1) 根据产品纲领及生产规模布置厂区总图, 尽量避免倒流水作业, 尽可能做到生产工艺流程合理。

(2) 适当地把厂区分成若干个区域, 如主产品生产区、辅助设施区、成品堆放区、仓库区等, 以主产品生产区为中心, 与其它各区有机地互相联系。

(3) 充分利用厂区地形条件, 因地制宜, 布置力求紧凑, 尽量缩短工艺流水线路。

(4) 尽量避免材料、半成品及成品在生产过程中交叉运输或往返运输。成品堆场宜布置在生产线的两侧, 以便于利用起重设备堆放及运输。

(5) 保证厂区道路畅通。道路布置宜采用环形单向道相连。厂区宜设置两个出入口, 一个以运进材料为主, 一个以运出构件为主。

(6) 厂区平面布置应满足消防及环保的要求。生活区应与生产区分开。

(7) 根据预制厂的发展规划, 平面布置还应考虑扩建的需要。

1.1.1.2 现场型预制厂的平面布置

现场型预制厂的平面布置, 除了遵循前述原则之外, 还应考虑以下几个方面:

(1) 按照施工总进度的要求, 合理安排构件生产计划, 尽量做到均衡生产。根据工程特点、工期要求、场地条件及起重运输能力, 确定哪些构件在工程现场就地预制, 哪些构件在现场附近预制厂预制, 然后按构件数量及生产周期确定生产规模, 进行平面布置。

(2) 主要构件的生产可适当划分为若干个生产区, 如板类构件生产区、吊车梁生产区、屋架及托架生产区等。

(3) 由于现场型预制厂生产的构件品种规格繁多, 生产不均衡, 因此主要生产设施(如台座等)应具有一定的通用性, 以适应不同构件的生产需要。

(4) 预应力屋架、预应力吊车梁等大型构件, 生产周期长, 生产工艺比较复杂, 应提前安排生产, 以减少台座或底(胎)模的数量。

(5) 主要构件生产区附近应留有足够的构件堆放场地, 避免不必要的二次倒运。

(6) 屋架、托架等大型构件宜临近道路布置生产, 以方便起模堆放或装车运输。

1.1.1.3 现场型预制厂平面布置实例

【实例一】 图1-1所示为一现场型预制场平面布置，主要生产一般工业厂房的板类预应力构件（屋面板、双T板、空心板等）及小型混凝土构件，年产量为8000~10000m³。占地面积3.3万平方米。其平面布置的特点是充分利用地形条件，因地制宜，南北向布置一条塔吊运行轨道，用于生产屋面板，西侧为生产场地（短线生产），东侧为构件堆放场地。东西向布置双T板、空心板等构件的生产线。布置紧凑、场地利用率比较高。

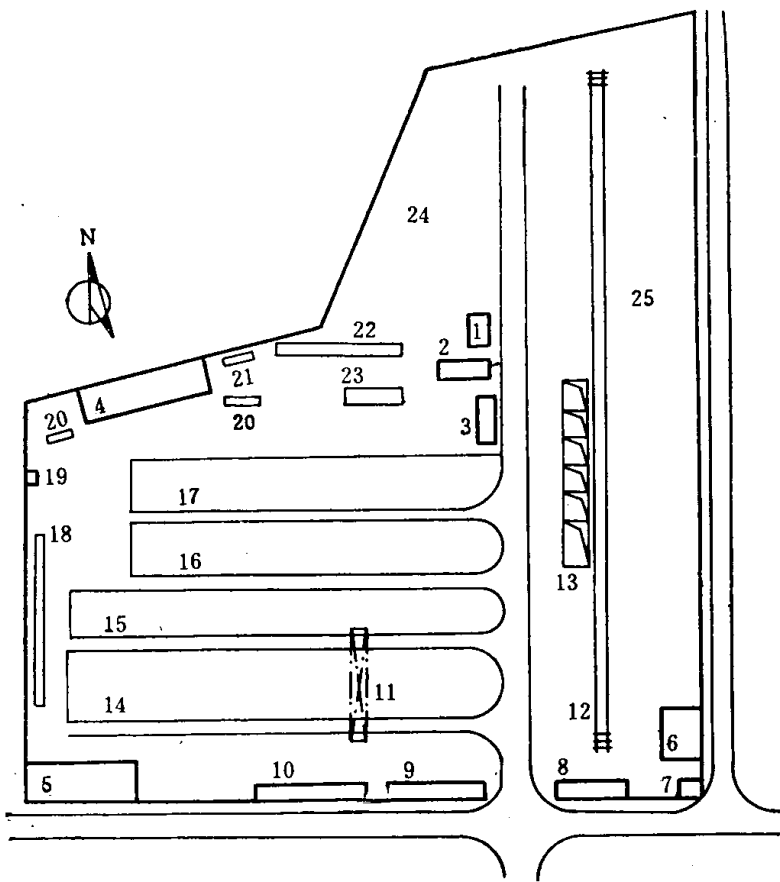


图 1-1 现场型预制场平面布置实例之一

1—混凝土搅拌站；2—水泥库；3—预埋件加工间；4—钢筋加工间；5—木材加工间；6—锅炉房；7—变电所；8—办公室；9—化验室；10—库房；11—200kN门式吊；12—600/800kN塔吊；13—养护窑；14—双T板生产线；15—空心板生产线；16—槽形板生产线；17—小型构件生产场地；18—大冷拉场地；19—对焊；20—切断机；21—酸洗槽；22—小冷拉场地；23—调直机；24—砂石堆场；25—屋面板堆放场地

【实例二】 图1-2所示为一现场型预制厂平面布置，主要生产大型工业厂房预制构件，占地面积为8.7万平方米，年生产能力5.4万立方米。该厂平面布置的特点，是按照自然地形，以流经厂区的一条小河为分界线将预制厂分为东西两个生产区，东区主要生产后张法预应力混凝土大型构件（屋架、托架、吊车梁）及预制混凝土柱等构件，西区主要生产先张法预应力混凝土构件（吊车梁、屋面板、墙板、槽形板等）以及小型混凝土构件。两区都具有混凝土搅拌、钢筋及预埋件加工等生产能力，都有各自的进出厂运输通道，基本上自成体系。两区的生产各有特点，管理较方便。厂区道路布置比较合理，保证了运输畅通。

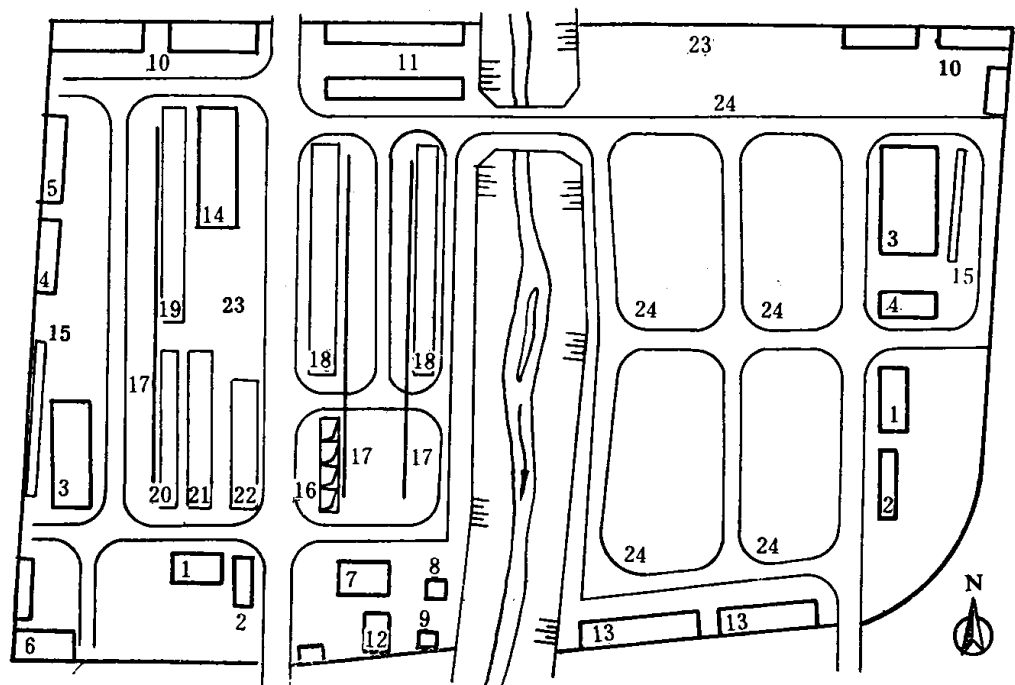


图 1-2 现场型预制厂平面布置实例之二

1—混凝土搅拌站；2—水泥库；3—钢筋加工间；4—预埋件加工间；5—机加工间；6—木材加工间；7—锅炉房；8—水泵房；9—变电所；10—办公区；11—生活区；12—浴池；13—库区；14—槽瓦生产线；15—大冷拉场地；16—养护窑；17—塔吊道；18—屋面板生产线；19—墙板生产线；20—天沟板生产线；21—空心板生产线；22—先张法吊车梁生产线；23—小型混凝土构件生产场地；24—柱、屋架、吊车梁、托架等大型构件生产场地

1.1.1.4 预制构件生产工艺组织方法

预制构件的生产工艺，按其成型及养护工序组织生产，可分为三种方法：机组流水法、流水传送带法及台座法。现场型预制厂主要采用台座法及机组流水法。

1. 台座法

台座法生产工艺的特点是构件在一个固定位置上完成全部生产工序，生产机具与操作人员相对移动，构件养护到期后起模堆放，再在台座上制作下批构件。其工艺示意图见图 1-3。

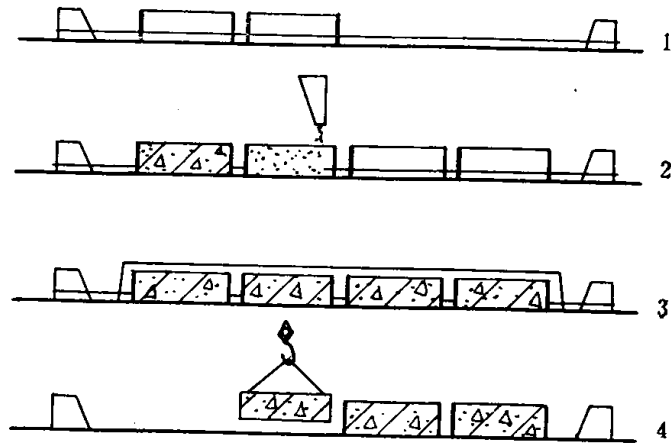


图 1-3 台座法生产工艺示意图

1—铺筋、张拉、支模；2—成型；3—养护；4—放张、起模

台座法生产工艺一般采用露天作业，设备简单、投资少、建设期短、生产工艺与技术易于掌握、适应面广，广泛应用于生产各种混凝土构件及预应力混凝土构件。

中小型预制品厂及现场型预制构件厂广泛采用台座法生产各类混凝土构件。

台座法生产工艺的缺点是占地面积大，机械化生产程度较低，采用露天生产时受气候条件的影响大。

2. 机组流水法

机组流水法生产工艺的特点：在一个或数个机组上按顺序完成生产的各道工序；构件在每个机组上停留的时间长短不等，构件依靠起重运输设备在机组之间运移，没有固定的流水节拍。图1-4所示为机组流水法生产工艺示意图。

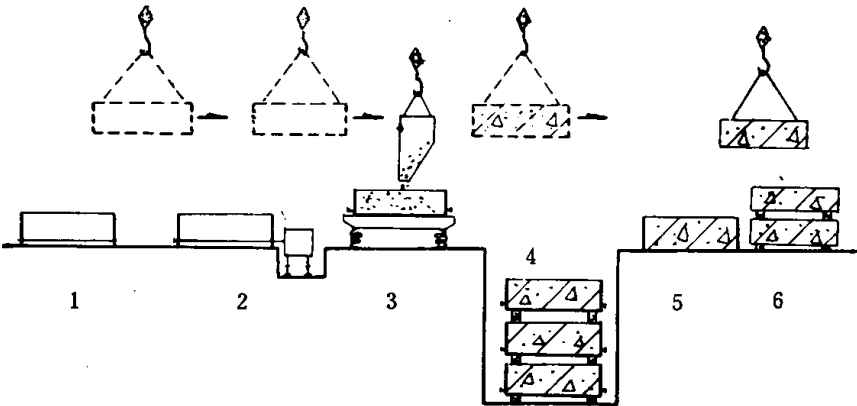


图 1-4 机组流水法生产工艺示意图

1—清模、涂隔离剂、铺筋；2—张拉；3—成型；4—养护；5—放张；6—起模、堆放

一些数量较大的定型构件（如大型屋面板、圆孔空心板等）常采用机组流水法组织生产。

机组流水法的生产组织能快速改变，以适应不同构件的生产。其机械化生产程度比台座法高。与流水传送带法相比，其建设周期短、耗钢量少、投资少。

3. 流水传送带法

流水传送带法生产工艺的特点：构件生产过程中的每道工序按顺序在传送带的每个工作台上完成，构件按规定的流水节拍在传送带上顺序向前移动，由一个台位移到下一个台位；所有工序均在一个流水线上完成。流水传带法生产工艺示意图见图1-5。

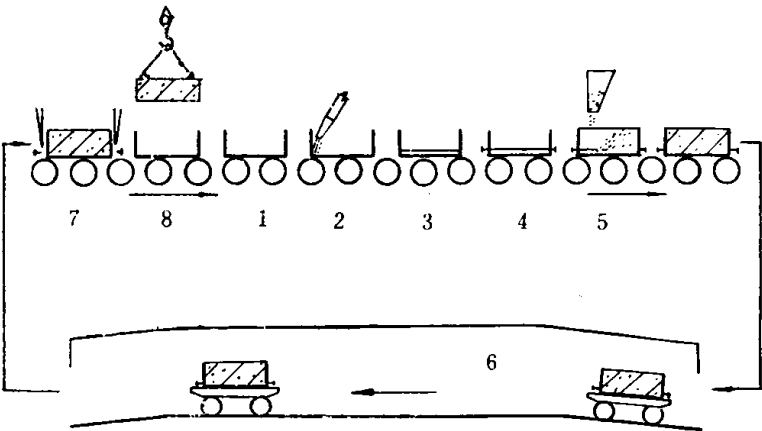


图 1-5 流水传送带法生产工艺示意图

1—清模；2—涂油；3—铺筋；4—张拉；5—成型；6—养护；7—放张；8—起模

流水传送带法生产工艺的机械化、自动化程度高，生产规模大，生产率高，但设备较复杂，建厂投资大，不易调整生产线，因此一般只适用于大型永久性预制厂生产批量大的定型构件。

1.1.1.5 现场型预制厂的主要设施

预制厂的生产设施，主要包括混凝土的搅拌、运输、成型，钢筋加工，模板及预埋件加工，构件养护及起模等工序的设施。现场型预制厂生产的构件品种规格多，产量波动大，生产不均衡，而且不同的工程项目其构件的种类和数量往往差别很大。因此，在规划预制厂的生产设施时，应充分考虑到现场型预制厂的这些特点。不同生产能力的现场型预制厂，其主要设施可参考表1-1。

现场型预制厂的生产设施 表 1-1

项 目	单 位	年生产能力(万平方米)		
		1~1.5	2~3	5
一、混凝土搅拌				
双阶式搅拌站	座	1	1	
双阶或单阶搅拌站	座			
混凝土搅拌机				
400L或375L	台	3	1	2
560L或750L	台		2	2
搅拌能力	m³/h	15~20	30~40	50~60
二、钢筋加工				
调 直 机	台	1	2	2
切 断 机	台	2	3	3
对 焊 机 75kVA	台	1	1	2
100kVA	台	1	2	3
点 焊 机	台	2	2	2
多头点焊机	台	1	1	2
钢丝镦头机	台	2	3	2
冷拉卷扬机 30kN	台	1	1	2
50kN	台	1	1	1
钢筋年加工能力	t	1200~1500	2500~3000	5000~6000
三、预应力筋张拉				
高压油泵	台	3~4	4~6	5~6
拉杆式千斤顶	台	3~5	4~5	5~6
穿心式千斤顶	台	3~4	4~5	5~6
锥锚式千斤顶	台	3	3	3~4
四、混凝土成型				
台座生产线	条	3~5	5~7	7~10
钢模生产线	条	1~2	1~2	2~4
振 动 台	台		2~3	3~4
插入式振动器	台	10~15	10~15	15~20
附着式振动器	台		10~20	10~20
平板振动器	台	10~15	10~15	15~20

续表

项 目	单 位	年生产能力(万平方米)		
		1~1.5	2~3	5
五、混凝土养护 坑式养护窑	座	2~3	3~5	4~6
蒸汽锅炉 2t/h	台	1~2	2~3	
4t/h	台			1~2
六、模板加工及维修				
小 带 锯	台		1	1
圆 锯	台	2~3	2~4	3~5
压 刨	台	1	2	2
钢模板维修机械	套		1	1
七、预埋件加工				
直流弧焊机	台	2	2~3	4
交流弧焊机	台	4	4~5	6~7
埋弧压力焊机	台	1	1	1
钻 床	台	2	2	3
刨 床	台	1	1	1
车 床	台	2	2	3~4
八、起重运输设备				
龙 门 吊	台	2~3	3~4	4~5
履 带 吊	台		1	2
塔 吊	台		1	2~3
载重汽车	辆	2~3	2~4	4~6
半 拖 挂	辆	1	1	2~3
拖车 60t、100t	辆		1	各1

本节主要介绍振动器与蒸汽养护设施，其它生产设施见1.1.3、1.1.4及1.2等有关章节。

一、振动器

按照振动的传递方式，振动器可分为插入式振动器、平板振动器、附着式振动器以及振动台。

1.插入式振动器

插入式振动器又叫做内部振动器，其振动频率12000~20000次/min，有效作用半径300~400mm。插入式振动器主要用于振实梁、柱等构件。对于配筋稠密的构件，应选用小直径棒头的振动器。

常用的插入式振动器，其技术性能参见表1-2。

2.表面振动器

表面振动器安装在钢制或木制平板上（平板式振动器）或者固定在构件模板的外侧（附着式振动器），其常用规格见表1-3。

3.振动台

振动台适用于振实厚度不超过300mm、面积不大于振动器台面的各种预制构件，其常用规格见表1-4。

常用插入式振动器技术性能 表 1-2

项 目	单 位	HZ ₆ X -30	HZ ₆ X -35	HZ ₆ X -50	HZ ₆ X -60	HZ ₆ -50	HZ -50	ZX -25	回 Z ₁ P ₁₈
振动棒直径	mm	32	35	50	62	50	50	26	18
振动棒长度	mm	413	468	500	470	500	500	370	>250
振 动 力	kN	2.2	2.5	2.7	9.2	6.0	5.8		
频 率	次/min	19000	15800	14000	14000	14800	14000	15000	>17000
振 幅	mm	0.5	0.5	1.1	1.4	0.85	2.4	0.5	>0.4
软 轴 长	m	4	4	4	4	4	4	4	
电动机功率	kW	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8	
重 量	kg	26.4	25	33	35.2	31	32.5	20	

常用附着式及平板式振动器技术性能 表 1-3

项 目	单 位	附 着 式					平 板 式	
		HZ ₂ -4	HZ ₂ -5	HZ ₂ -7	HZ ₂ -10	HZ ₂ -20	PZ-50	N-7
振 动 力	kN	3.7	4.3	5.7	9.0	18.0	4.7	3.4
频 率	次/min	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2850
振 幅	mm			1.5	2.0	3.5	2.8	
电动机功率	kW	0.5	1.1	1.5	1.0	2.2	0.5	0.4
木底板尺寸	mm	500×400	600×400	700×500		100×700		
外形尺寸	mm	365×210	425×210	420×280	400×325	450×270	600×400	950×550
		×218	×220	×260	×246	×290	×280	×270
总 重	kg	23	27	38	57	65	36	44

常用振动台主要技术性能 表 1-4

项 目	单 位	HZ ₃ -1×2	HZ ₃ -1.5×6	HZ ₃ -2.4×3.2
台面尺寸	mm	1000×2000	1500×6000	2400×3200
最大载重量	kg	1000	3000	5000
激 振 力	kN	14.6~30.7	18.0~35.0	15.0~23.0
频 率	次/min	2850~2950	2940	1490, 2940
振 幅	mm	0.2~0.7	0.2~0.7	0.2~0.7
偏心动力矩	N·cm	130~330	500~1400	1600~2400
电动机功率	kW	7.5	30	55
外形尺寸	mm	2000×1000×515	6000×1500×750	6200×2400×870
重 量	kg	640	4000	6500

二、蒸汽养护设施

构件蒸汽养护窑的型式有隧道窑（连续式与间歇式）、折线形隧道窑、立窑及坑式养护窑。隧道窑与立窑适用于永久型构件厂生产批量大的定型构件。现场型预制厂广泛采用坑式养护窑生产各类构件。

1.坑式养护窑

坑式养护窑也叫养护坑，采用地下式或半地下式均可，其构造如图1-6所示。

养护坑易于建造，投资少，使用灵活性大，广泛应用于中小型预制厂及现场型预制厂

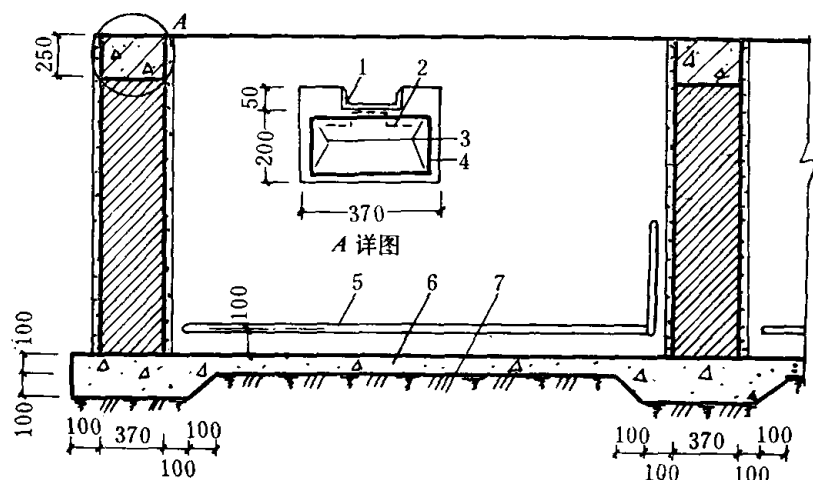


图 1-6 养护坑的构造

1—□12；2— $\phi 6$ 锚爪@500；3—4 $\phi 12$ ；4— $\phi 4$ @250；5—蒸汽花管；6—C15混凝土100厚

的构件养护。其缺点是热利用效率低，蒸汽耗量大，耗能多，操作条件较差，养护期长，周转率低，不利于实现自动化生产。

养护坑的长度、宽度按照构件模板外形尺寸确定。坑内布置构件，其相邻构件模板之间以及模板与坑壁之间的距离不宜小于0.2m。养护坑的长度与宽度按照所养护构件的尺寸及件数而定。

养护坑的坑深一般不超过3m，坑的地上部分为0.5~0.8m。养护坑的净高 H ，可以按下列公式计算：

$$H = nh + a + (0.2 \sim 0.3 \text{ m})$$

式中 n —— 每垛构件件数；

h —— 每个构件的模板高度；

a —— 坑底垫块的高度，一般可取0.15~0.2m。

养护坑的底部用C15或C20级混凝土浇筑、振实抹平，排水坡度1.0%~1.2%，并留设集水井用以排除冷凝水。坑壁一般为砖砌体，用水泥砂浆砌筑，厚240~370mm，内外表面均抹水泥砂浆。坑壁顶面沿四周设置用槽钢做成的水封槽。

养护坑的坑盖宜做成整体式，其构造要简单，应具有足够的刚度和良好的保温性能，保证使用期间不变形。坑盖的构造，一般采用型钢焊成骨架，外面包以薄钢板，中间填充沥青矿棉、珍珠岩等保温材料，保温材料最好装在塑料袋里。在坑盖的底面沿四周设置通长角钢，使用时扣在坑壁顶面的水封槽里。

坑盖构造如图1-7所示。

坑式养护窑养护构件存在的主要问题：

(1) 供汽方式采用花管敞开供汽，热介质分层现象严重，窑内上下层温差达15℃以上。

(2) 窑内的热介质是蒸汽与空气的混合物，热介质基本上处于静止状态，在相邻模板之间以及在构件孔洞内的空气不易被排除，致使内外温差大，这些部位的构件表面不易被加热。

(3) 窑内上下层构件的升温速度不均匀，上层升温快，下层升温慢。

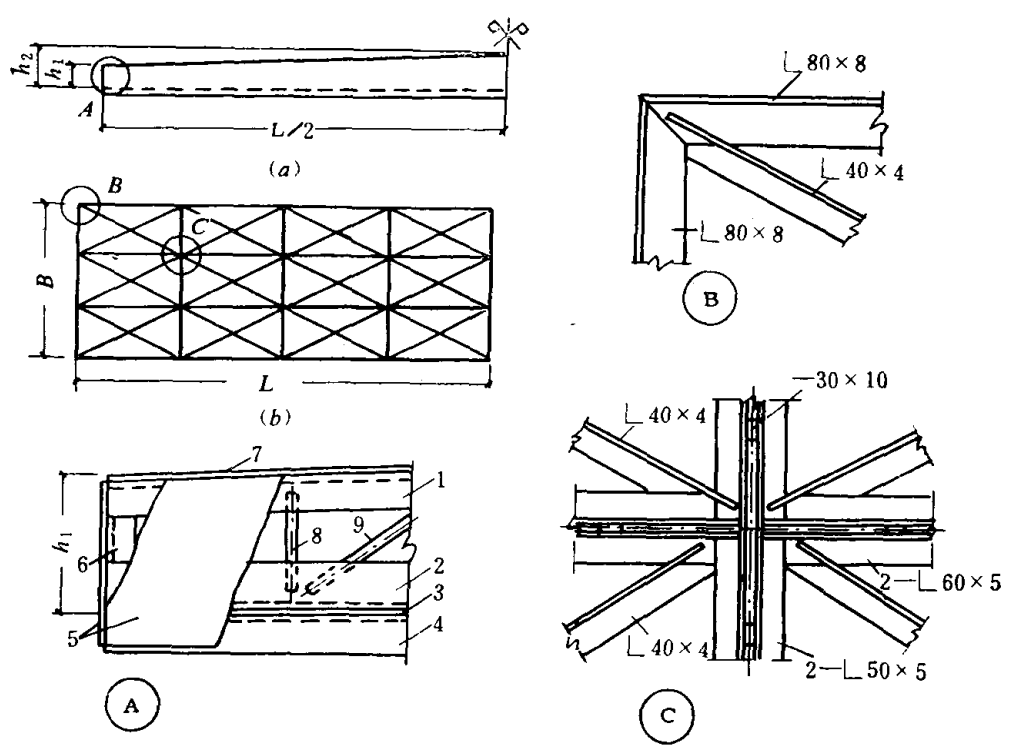


图 1-7 养护坑坑盖构造
(a) 立面; (b) 角钢框架
1—上框架; 2—下框架; 3—底板, 3 mm厚; 4—水封角钢; 5—侧板, 3 mm厚; 6— $\angle 60 \times 5$; 7—封顶板, 2 mm厚; 8— $\phi 16 @ 500 \text{ mm}$; 9— $\phi 16$

2. 热介质定向循环工艺

对抗式养护窑的供汽管道系统进行改进, 采用“热介质定向循环工艺”, 可以有效地改善养护坑内的热交换状态, 在节能及提高构件的产量和质量方面取得良好的技术经济效益。

热介质定向循环工艺, 是在养护坑供汽管道上安装一定数量的蒸汽喷嘴, 合理布置喷嘴的位置与方向, 使蒸汽以一定的压力定向喷出, 坑内热介质由静止变为流动状态, 产生强制式的定向循环。介质流在热交换表面多次定向循环, 改善热交换状态, 提高了热利用效率及窑内温度场的均匀性。

坑式养护窑采用热介质定向循环工艺, 其供汽系统如图1-8所示。

养护坑内安装两条集汽管——上集汽管与下集汽管, 其安装高度分别为坑壁高度的2/3及1/3。例如坑深为2m, 则上、下集汽管的安装位置分别距顶部及坑底0.6m。为防止构件装窑及出窑时碰坏管

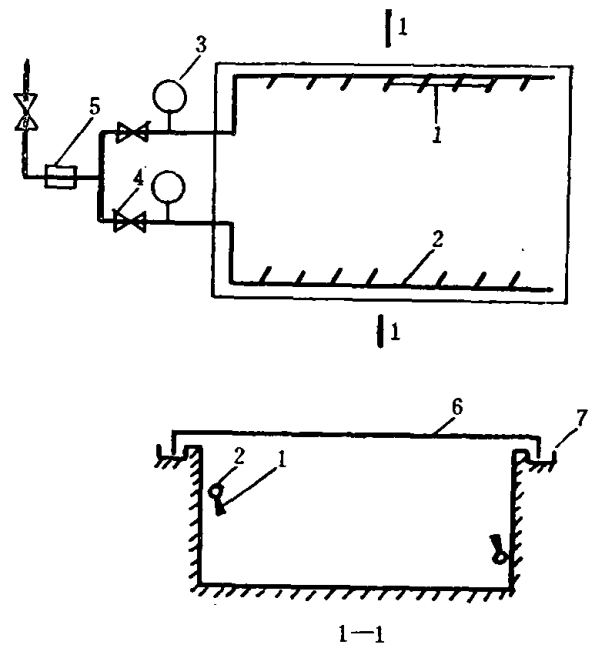


图 1-8 热介质定向循环工艺供汽系统
1—蒸汽喷嘴; 2—集汽管; 3—压力表; 4—闸阀;
5—流量计; 6—坑盖; 7—水封槽