

知识目标

1. 熟悉预制构件制作工艺流程。
2. 熟悉预制构件生产线组成。
3. 熟悉预制构件场地要求。
4. 熟悉装配式建筑常用材料技术要求。
5. 培养良好的职业素养与严谨的专业精神。

能力目标

1. 能够掌握装配式混凝土预制构件制作工艺流程。
2. 能够区分各预制构件生产线组成的特点。
3. 能够进行预制构件场地布置。
4. 能够正确使用装配式建筑材料。

价值目标

1. 具备良好的职业素养与严谨的专业精神。
2. 具备精益求精的专业精神。
3. 具备工程生产质量意识。

引用规范

1. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2015)。
2. 《装配式混凝土结构技术规程》(JGJ 1—2014)。
3. 《装配式混凝土构件制作与验收标准》(DB13(J)/T 181—2015)。
4. 《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107—2010)。
5. 《混凝土质量控制标准》(GB 50164—2011)。

项目情境

某教学楼项目为装配式混凝土结构,该楼采用全装配式钢筋混凝土剪力墙—梁柱结构体系,预制率95%以上,设防烈度为7度,结构抗震等级为三级。该工程地上4层,地下1层,预制构件共计3788块,其中竖向构件墙和柱采用预制钢筋混凝土剪力墙和预制混凝土柱,水平构件板、梁、楼梯采用预制钢筋混凝土叠合楼板、预制混凝土梁和预制混凝土板式楼梯,全部预制构件需要在预制构件制作厂制作完成。

任务 1.1 预制构件制作工艺流程

【知识目标】

熟悉预制构件制作工艺流程。

【能力目标】

能够掌握装配式混凝土预制构件制作工艺流程。

【价值目标】

1. 培养学生工程安全生产意识。
2. 培养学生工程质量管理意识。

【知识准备】

预制构件制作工厂一般分为固定工厂和移动工厂,固定工厂是在某一固定地点进行生产;移动工厂则根据需要在施工现场附近建厂生产。预制构件的生产工艺一般有固定台座法和自动化生产线两大类。

生产预制构件的企业应具备满足生产规模的场地、生产工艺及设备等资源,并优先采用先进、高效的技术与设备。设施与设备操作人员必须进行职业技术培训,熟悉所使用设备设施的性能、结构和技术规范,掌握其操作办法、安全技术规程和保养方法。

不管采用何种方式,生产预制混凝土构件的工厂必须满足设计和施工的各种质量要求,并具有相应的生产和质量管理能力。在进行设施布置时,需要做到整体优化,充分利用场地和空间,减少场地内材料及构配件的搬运调配。

生产组织方式是指预制构件生产企业根据生产场地条件、生产构件类型以及生产规模等,选择合适的制作方法。

预制构件生产企业通常根据市场需求规模和产品类型,结合自身生产条件,选择一种或多种方法组织生产。

1.1.1 固定台座法

固定台座法一般包括固定模台工艺、立模工艺和预应力工艺等。

1. 固定模台工艺

固定模台是将一块平整度较高的钢结构平台作为 PC 构件的底模,在其上固定构件侧模,以组合成完整的模具。固定模台工艺也被称为平模工艺。固定模台的模具是固定不动的,作业人员和钢筋、混凝土等材料在各个模台间“流动”。绑扎或焊接好的钢筋用吊车送到各个固定模台处;混凝土用送料车或送料吊斗送到模台处;养护蒸汽管道从各个模台下通过,在计算机的控制下调控养护温度及其升降速率;PC 构件就地养护,达到强度后脱模,再用吊车送到存放区。

固定模台工艺是目前世界上 PC 构件制作领域应用最广泛的工艺,常见的预制构件都可以生产,例如预制柱、梁、楼板、墙板、楼梯、飘窗、阳台板、转角构件及后张法预应力构件等。它的优势是适用范围广、灵活方便、适应性强、启动资金少、加工工艺灵活;劣势是效率

较低,适用于复杂构件的制作,其工艺流程见图 1-1。

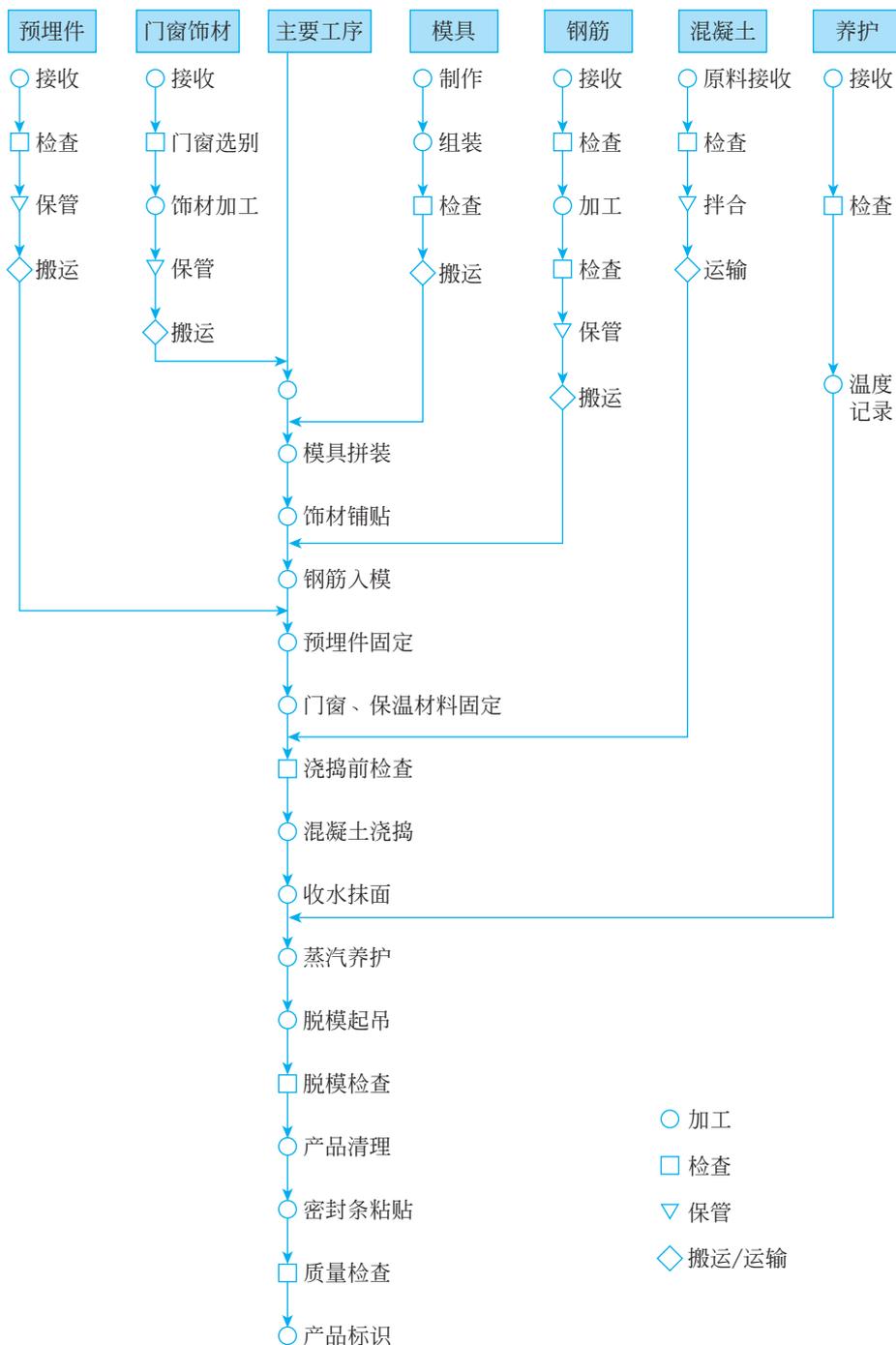


图 1-1 工艺流程

2. 立模工艺

立模工艺又称立模法,是指构件在板面竖立状态下成型密实,与板面接触的模板面相应也呈竖立状态放置的板型构件生产工艺。

成型模台在工作通道上完成预设的各种功能成型工艺动作,之后进入地下养护通道,进行可控养护,按计划养护完成后,升至地面,提取合格部品后进行生产线再循环。

立模有独立立模和组合立模。一个立着浇筑柱子或侧立浇筑楼梯板的模具属于独立立模。立模通常成组使用,称为组合立模,可同时生产多块构件。成组浇筑的墙板模具属于组合立模。

成组立模法生产技术的特点如下。

(1) 成型精度高。相邻模板之间的空腔即成型板材的模腔,板材的两个表面均为模板面,控制好模板的刚度和成组立模的制造精度即可保证模板的成型精度。板材尺寸的准确性受人为因素影响较小。

(2) 对材料的适应性强。可采用多种无机胶凝材料与各种材料匹配,以生产具备不同性能、特点的板材。

(3) 可生产多种结构形式的板材,如实心板、多孔板及各类夹心式复合板。

(4) 工艺稳定性好。用料浆浇筑成型,在满足板材性能要求的前提下,料浆的流动度可在一定范围内进行调整。多块板材集中浇灌,便于生产操作和混合料运输的机械化。

(5) 生产效率高。成型后的板材处在近乎封闭的条件下,可充分利用胶凝材料的水化热进行自身养护,或者采用电热模板对板材进行加热养护,以加快模型周转,提高生产效率。

(6) 生产线占用土地少。生产规模相同时,成组立模占用的土地面积更小。

立模工艺的特点是模板垂直使用并具有多种功能。模板基本是一个箱体,箱体腔内可通入蒸汽,并装有振动设备,可分层振动成型。与平模工艺相比,立模工艺节约生产用地,生产效率相对较高,而且构件的两个表面同样平整,通常用于生产外形比较简单但要求两面平整的构件,如内墙板、楼梯段等。

立模工艺适用于无装饰面层、无门窗洞口的墙板、清水混凝土柱子和楼梯等的生产,其最大优势是节约用地。采用立模工艺制作的构件,立面没有抹压面,脱模后不需要翻转。立模不适合楼板、梁、夹心保温板、装饰一体化板的制作,也不适合侧边出筋等复杂的剪力墙板的制作。

3. 预应力工艺

预应力工艺分为先张法工艺和后张法工艺。

(1) 先张法工艺一般用于制作大跨度预应力混凝土楼板、预应力叠合楼板或预应力空心楼板。先张法工艺是在固定的钢筋张拉台上制作构件。钢筋张拉台是一个长条平台,两端是钢筋张拉设备和固定端,钢筋张拉后在长条台上浇筑混凝土,构件养护达到要求强度后,拆卸边模和肋模,然后卸载,切割预应力楼板。

(2) 后张法工艺主要用于制作预应力梁或预应力叠合梁,其工艺方法与固定模台工艺接近,构件预留预应力钢筋(或钢绞线)孔,钢筋张拉在构件达到要求强度后进行。

1.1.2 自动化生产线工艺

自动化生产线工艺是指在工业生产中,依靠各种机械设备并充分利用能源和通信方式完成工业化生产的方式,如图 1-2 所示。它能提高生产效率,减少生产人员数量,使工厂实

现有序管理。预制构件自动化生产线是指按生产工艺流程分为若干工位的环形流水线,工艺设备和工人都固定在工位上,制品和模具则按流水线节奏移动,使预制构件依靠专业自动化设备实现有序生产,如图 1-3 所示。在大批量生产中,采用自动化生产线能提高劳动生产率,稳定和提高产品质量,改善劳动条件,缩减生产占地面积,降低生产成本,缩短生产周期,保持生产均衡性,具有显著的经济效益。



图 1-2 中央控制中心

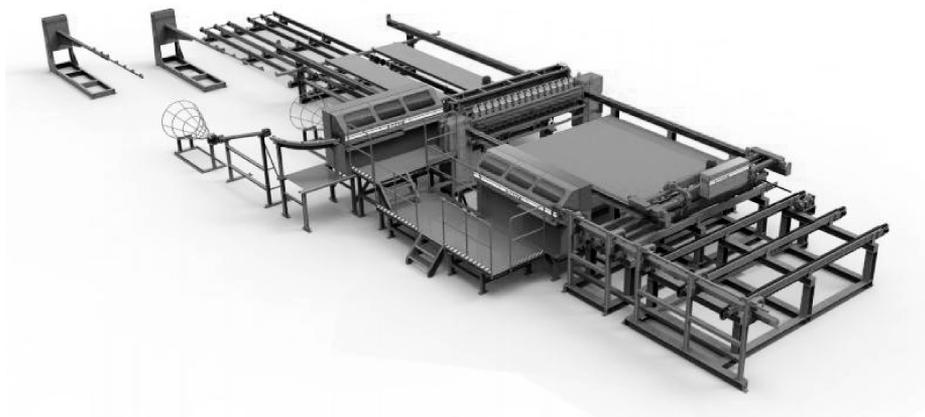


图 1-3 全自动柔性钢筋焊网生产线

自动化生产线采用高精度、高结构强度的成型模具,经自动布料系统把混凝土浇筑其中(图 1-4),在振动工位振捣后送入立体养护窑进行蒸汽养护。构件强度达到拆模强度时,从养护窑取出模台,进至脱模工位进行脱模处理。脱模后的构件经运输平台运至堆放场继续进行自然养护。空模台沿线自动返回,为下一道生产工序做准备。在模台返回输送线上设置了自动清理机、画线机、放置钢筋骨架或桁架筋安装、检测等工位,实现了自动化控制、循环流水作业。



图 1-4 自动布模系统

任务小结

任务 1.2 预制构件生产线组成

【知识目标】

熟悉生产设备的工作原理。

【能力目标】

能够区别生产设备的使用功能。

【价值目标】

1. 培养学生工程安全生产意识。
2. 培养学生工程质量管理意识。

【知识准备】

预制构件工业化就是将预制构件用工业生产的模式制造出来。这个过程所使用的设备品种繁多,从功能上主要分为混凝土加工设备、混凝土运送设备、预制构件流水线生产设备、养护窑、钢筋加工设备以及物流运输、起重设备等几类。

预制构件工业化生产在国内起步较晚,以前生产设备主要依赖进口。近些年随着行业的快速发展,国内也随之出现了一批预制构件工业化生产设备厂商,现在国内预制构件工厂所使用的设备 90%实现了国产化。

预制构件流水线生产设备是 PC 工厂最重要、也是最关键的一部分,虽然各公司生产设备配置稍有区别,但大都包含布料机、送料斗、翻转式送料车、刮平机、液压翻转台、液压转运车、钢轨轮输送线和养护窑等主要生产设备。

1.2.1 布料机

布料机用于混凝土浇捣作业。将搅拌完成的混凝土均匀浇筑到钢台车上的 PC 模具中,然后经过振动平台的高频振动,消除 PC 里面的空隙,确保了 PC 构件的密实度及上表面的平整度。布料机主要由布料系统和振捣系统两部分组成,其中布料系统将搅拌完成的混凝土均匀浇筑到已准备好的 PC 模具里;振捣系统将浇筑了混凝土的 PC 模具进行振捣,消除空隙,使 PC 密实度和平整度达到设计要求(图 1-5)。

1. 布料系统

布料系统由摊料螺旋、布料螺旋、行走机构、卸料机构组成。初步搅拌的混凝土由送料斗送至布料斗,布料斗中的摊料螺旋和布料螺旋相对方向旋转,对混凝土进行再次搅拌,有效防止混凝土结块。通过布料斗上的行走机构及气动布料阀完成布料作业(图 1-6)。

2. 振捣系统

振捣系统由振动平台、液压系统和送板机构组成。送板机构与钢轨轮输送线配合使用,将装配有 PC 模具的钢台车送到布料工位,由液压升降装置将钢台车降至振动平台上,并通过夹紧装置使钢台车与振动平台紧贴。布料作业完成后,开启振动电机进行振动作业,振动结束后松开夹紧装置,通过液压升降装置顶起钢台车至流水线输送高度,由送板机

构将钢台车送离布料工位。

振动平台由4~6个小型振动台构成(图1-7),每个振动台配有4台附着式平板振动器。可根据混凝土的坍落度、骨料大小和保温材料的填充情况对每个振动台振动器的开启数量进行适当调整,以达到最佳的振捣效果。注意,必须保证钢台车在下降限位和夹紧的状态下才能启动振动器,同时为了防止保温材料的不正常上浮,振动时间不宜过长。



图 1-5 布料机

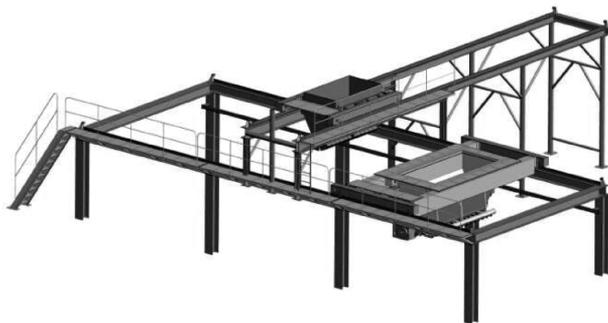


图 1-6 布料系统

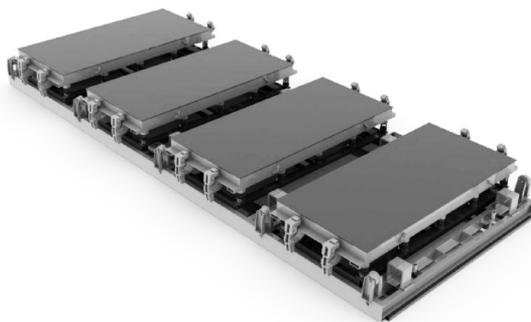


图 1-7 振动平台

1.2.2 送料斗

送料斗用于工厂 PC 生产线上的混凝土输送,将搅拌完成的混凝土从搅拌站转运到布料机。送料斗由行走驱动机构、舱门机构、振动机构组成(图 1-8)。

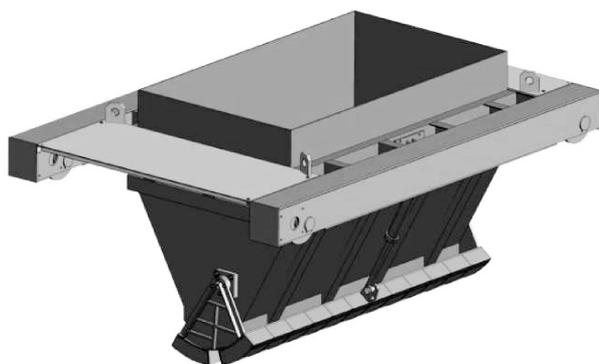


图 1-8 送料斗

1.2.3 翻转式送料车

翻转式送料车用于工厂 PC 生产线上的混凝土输送,将搅拌完成的混凝土从搅拌站运送到布料机上。环形轨道送料控制系统采用“一主多从”的控制模式,由操作人员在控制室控制多台翻转式送料车在环形轨道上运行,最终实现将搅拌站的混凝土输送给多台布料机的目的(图 1-9)。

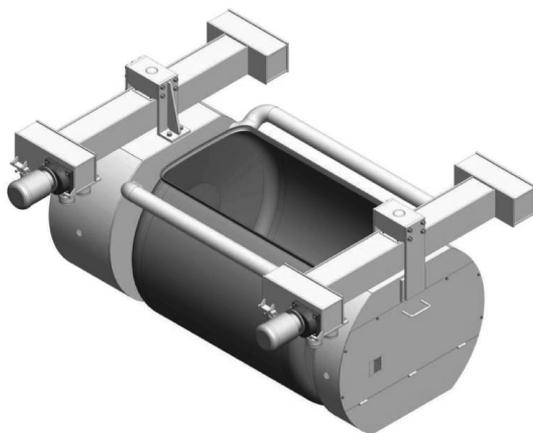


图 1-9 翻转式送料车

1.2.4 刮平机

刮平机用于 PC 生产线墙板刮平工序。刮刀横跨在墙板上表面,行走机构带着刮刀对墙板进行刮平作业。刮平机由行走机构、升降机构、刮平机构组成。工作时,由升降机构将刮刀降到 PC 构件表面,并开启振动电机,然后由行走机构带着刮刀慢速行走,对刚浇筑完成的 PC 件进行刮平作业(图 1-10)。



图 1-10 刮平机

1.2.5 液压翻转台

液压翻转台用于工厂 PC 生产线上的墙板成品拆模吊装作业。PC 墙板构件在经过养护窑充分养护后送到翻转工位,操作人员在拆除边模后由翻转台将钢台车整体翻转一个角度(与地面夹角为 $80^{\circ}\sim 85^{\circ}$),然后由行车将墙板垂直吊离钢台车,并放置到附近的存放架上(图 1-11)。



图 1-11 液压翻转台

1.2.6 液压转运车

液压转运车是用来在工厂内转运墙板的设备。当墙板脱模后,用行车将其一块块摆放在整体起吊架并固定,墙板总重不可超过 45t,重心应尽可能靠近整体起吊架中心。液压转运车包括 1 辆大车、2 辆小车、液压系统、低压轨道、电气控制柜、4 个工位架等(图 1-12)。

PC 板到翻转台拆模后,由行车吊到 PC 板整体运输架,依次摆放并固定。当 PC 板装满整体运输架后,液压转运车由地面轨道运行至工位架,由接近开关检测其位置,当工位