

混凝土机械和桩工机械

哈尔滨建筑工程学院
西安冶金建筑学院

合编



高等学校试用教材

中国建筑工业出版社

TU64
1

高等学校试用教材

混凝土机械和桩工机械

哈尔滨建筑工程学院
西安冶金建筑学院 合编

中国建筑工业出版社

本书是《建筑机械设计》课程之一。

全书分两篇：第一篇混凝土机械。讲述搅拌装置、搅拌车、混凝土泵、振动器、喷射机的构造、工作原理及设计。第二篇桩工机械。讲述柴油锤、振动锤、蒸汽锤、螺旋钻机及桩架的构造、工作原理及设计。

本书是高等学校建筑机械（工程机械）专业教材。可作为有关专业的教学参考书，同时也可供科研、生产和使用单位的工程技术人员参考。

高等学校试用教材
混凝土机械和桩工机械
哈尔滨建筑工程学院
西安冶金建筑学院 合编

*

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：15¼ 字数：383 千字
1982年7月第一版 1982年7月第一次印刷
印数：1—5,800册 定价：1.65元
统一书号：15040·4276

前 言

本书是高等学校建筑机械专业《建筑机械设计》课使用的教材之一，是根据《混凝土机械及桩工机械》的教材大纲编写的。

混凝土机械和桩工机械一书有两篇：第一篇混凝土机械。考虑到混凝土机械的工艺性较强，所以在绪论一章中，对混凝土作扼要的介绍。从第一章至第五章是以搅拌装置的设计为中心，分章讲述了搅拌机、贮斗、称量器的设计计算以及各种搅拌装置的设计。第六章至第九章讲述混凝土的运输及捣固机械，包括搅拌车、混凝土泵、振动器及喷射机等。第二篇桩工机械。第一章至第三章主要是讲柴油锤、振动锤及蒸汽锤的构造、原理及设计计算；第四章讲灌注桩成孔设备，主要讲螺旋钻孔机。第五章讲桩架。

混凝土机械和桩工机械是近年来得到迅速发展的建筑机械。过去没有这方面的教材，有关的设计计算书籍也很少。这是第一次编写。在编写过程中得到了工程机械行业、科研、生产单位及兄弟院校的大力支持，提供许多资料和意见，在此表示衷心感谢。

本书由哈尔滨建筑工程学院皮齐宝主编。参加编写的有皮齐宝、赵伟民（第一篇，一～五章，第二篇）；西安冶金建筑学院田维铎（第一篇六、八章）、曾宪忠（第一篇七、九章）。

全书由中国建筑科学研究院建筑机械化研究所郑兆晃主审，参加审稿的有陆学文、王子琦、裴恩久等。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中肯定存在不少缺点和错误，切望读者批评指正。

编 者

一九八〇年一月

目 录

第一篇 混凝土机械

绪 论	1	第一节 总体设计	65
第一节 混凝土及其应用	1	第二节 单阶式搅拌楼的设计	66
第二节 混凝土机械及其发展	3	第三节 双阶式搅拌站的设计	76
第一章 混凝土搅拌装置	7	第四节 移动式搅拌站的设计	82
第一节 搅拌装置的组成	7	第六章 混凝土搅拌运输车	86
第二节 搅拌装置的工艺流程	7	第一节 概述	86
第三节 运输设备的选择	9	第二节 搅拌运输车的搅拌装置	88
第二章 混凝土搅拌机械	15	第三节 混凝土搅拌运输车的设计	96
第一节 概述	15	第七章 混凝土泵及布料装置	113
第二节 自落式搅拌机	18	第一节 混凝土输送设备的类型及特点	113
第三节 强制式搅拌机	27	第二节 活塞式混凝土泵	114
第四节 新型搅拌机	31	第三节 其它型式的混凝土泵	132
第三章 料斗设备	33	第四节 混凝土泵的布料装置	136
第一节 松散物料的性质	33	第五节 混凝土泵在使用中的一些 注意事项	144
第二节 贮料斗的设计	35	第八章 混凝土喷射机	145
第三节 闸 门	38	第一节 概述	145
第四节 给料机	39	第二节 喷射机的基本原理	146
第五节 料斗装置的自动化	42	第三节 干式喷射机	149
第四章 称量设备	47	第四节 湿式喷射机	159
第一节 概述	47	第五节 混凝土喷射机的应用	161
第二节 杠杆秤	48	第九章 混凝土振捣器	164
第三节 电子秤	53	第一节 概述	164
第四节 配合比的变换	59	第二节 插入式内部振捣器	165
第五节 量水设备	62	第三节 附着式外部振捣器	178
第五章 混凝土搅拌装置的总体设计 及控制系统	65		

第二篇 桩 工 机 械

绪 论	179	第三章 其它型式打桩机械	214
第一节 桩基础	179	第一节 落锤	214
第二节 桩工机械及其发展	180	第二节 蒸汽锤	214
第一章 柴油锤	183	第三节 液压锤	224
第一节 概述	183	第四章 灌注桩成孔机械	226
第二节 柴油锤的构造	184	第一节 概述	226
第三节 柴油锤的主要参数	193	第二节 长螺旋钻孔机	230
第四节 柴油锤的设计	199	第三节 钻扩机	236
第二章 振动锤	202	第五章 桩架	241
第一节 概述	202	第一节 万能桩架	241
第二节 振动锤的构造	204	第二节 履带式打桩架	246
第三节 振动沉桩的理论计算	208		

第一篇 混凝土机械

绪 论

第一节 混凝土及其应用

一、混凝土

混凝土是以水泥为胶结料，把水泥和砂、石等骨料和水按一定比例配合、搅拌而成。刚搅拌成的混凝土（称做“混凝土拌合料”），在一定时间内呈流塑状态，因此，可以制成任意大小和形状的结构或构件。在成型以后经过一段时间，水泥与水进行水化反应，使混凝土硬化。硬化后的混凝土具有一般石料的性质。所以，混凝土是一种人造石。

混凝土虽然容重较大，容易产生收缩裂纹，但由于它容易制成任意形状的构件，抗压强度大，与少量钢筋配合能制成抗弯、抗拉的构件，造价低、耐火。因此，混凝土是目前建筑工程中应用最广的一种材料，在国民经济中占有很重要的地位。

从混凝土的结构上来看，它是由水泥与水构成的水泥胶泥包裹骨料，把骨料胶结在一起而成。骨料无论物理性能还是化学性能都是稳定的，在长期使用中不会发生变化。水泥胶泥在混凝土未凝固前，使混凝土有一定的和易性（也就是流塑性。和易性的实验方法见后）；在混凝土硬化后，它把粗细骨料胶结在一起，使混凝土具有一定的强度和其他许多重要性能。所以，水泥胶泥决定着混凝土的工艺性能和物理力学性能。

水泥胶泥经过一段时间以后，就硬化了，从而具有了强度、不透水性等性能，但它的这些性能都比不上被它所胶结的骨料。此外，混凝土的主要缺点之一是膨胀、收缩。其主要原因也在于水泥胶泥。因此，组成优质混凝土的重要原则之一，就是尽可能地减少水泥胶泥的用量，使之充满骨料间的全部空隙即可。这样做不仅优质而且经济。但是，胶泥量少，又给施工带来很大困难。过于干硬（和易性低）的混凝土拌合料，很难搅拌均匀、振捣密实、做成没有缺陷的构件。要使混凝土在施工时保持适宜的和易性，必须使骨料在胶泥中呈悬浮状态。因此，胶泥不仅要充满骨料的空隙，而且要在骨料表面之间形成适当的厚度，这层胶泥越厚则和易性越好。由此可以知道混凝土的工艺性能和物理力学性能之间存在着矛盾。这正是推动混凝土机械向前发展的一个主要矛盾。

水泥胶泥是由水与水泥混合而成。水泥胶泥中水与水泥的重量比 W/C 叫做“水灰比”。理论上，水泥水化需要的水为其重量的40%，也就是说理论上的水灰比为0.4。这40%的水中，25%与水泥颗粒作用生成水化物，15%附着在水化生成物的表面。在水泥胶泥中掺加过量的水，单从水化作用来看是不必要的，而且对混凝土是有害的。因为这些过量的水是以自由水的形式存在于混凝土中。这些自由水日后逐渐蒸发，在混凝土中留下一些微小的气泡，这将降低混凝土的强度、透水性和抗冻性等。但采用目前的搅拌、振捣方法很难

使水灰比在 0.4 以下的混凝土中的水泥完全水化。加过量的水是不可免的。低强度的混凝土可以用较大的水灰比，但若要求混凝土强度愈高，则水灰比愈接近 0.4。这是混凝土施工中的又一矛盾。

二、混凝土的配制

由于混凝土是由好几种材料配制成的，所以调整变换其组成材料的比例，就可以获得各种不同强度的和不同性质的混凝土。根据所要求的混凝土的性能，确定混凝土各组成材料的用量比例的这一方法叫做“混凝土配合比的设计”。

混凝土配合比的设计必须满足：1. 结构方面的要求，这就是强度等物理力学性能；2. 工艺方面的要求。也就是和易性。混凝土配合比的设计方法常用的是实验计算法。其步骤如下：

(一) 确定水灰比 W/C

水灰比可按下列经验公式求得：

$$\frac{W}{C} = \frac{A \cdot R_c}{R_{28} + A \cdot B \cdot R_c} \quad (1-0-1)$$

式中

R_c ——水泥标号（公斤/厘米²）；

R_{28} ——混凝土标号，试块在标准条件下养护 28 天后的抗压强度极限（公斤/厘米²）；

A, B ——经验系数 $A=0.4 \sim 0.45$ ； $B=0.5$ 。

从上式可以看出，混凝土标号越高则水灰比越小；水泥标号高则水灰比应略高。

(二) 选定用水量 W

用水量主要根据和易性的要求，一般在 150~230 公斤/厘米² 范围内。

(三) 计算水泥用量 C

根据上面求得的水灰比和用水量，用下式算出每米³混凝土拌合料的水泥用量：

$$C = \frac{W}{\frac{W}{C}} \quad (\text{公斤/米}^3) \quad (1-0-2)$$

在水灰比一定的情况下，水泥用量取决于用水量，而用水量又是根据和易性确定的。所以，施工方法、施工机械的选用直接影响混凝土配合比的设计。

(四) 计算砂率 S

为了少用水泥胶泥而又能获得致密的混凝土，必须使砂子和石子适当地配合，让砂子恰好填满石子之间的空隙，这就是计算砂率的原则。砂率是砂子的重量在砂、石总重中的百分比，由此得出：

$$S = \frac{\rho \cdot \gamma'_s}{\rho \cdot \gamma'_s + \gamma'_k} \times 100\% \quad (1-0-3)$$

式中 ρ ——石子的空隙率， $\rho = \frac{\gamma_k - \gamma'_k}{\gamma'_k} \times 100\%$ ，

γ_k, γ'_k ——石子的比重和容重；

γ'_s ——砂子的容重。

石子应当有适当的颗粒级配，以使石子的空隙率尽可能地减少。

(五) 计算砂、石用量 G_s, G_k

$$G_{\text{砂}} = [\gamma'_{\text{混}} - (W + C)] \times S \text{ (公斤/米}^3\text{)} \quad (1-0-4)$$

$$G_{\text{石}} = \gamma'_{\text{混}} - (G_{\text{砂}} + W + C) \text{ (公斤/米}^3\text{)} \quad (1-0-5)$$

式中 $\gamma'_{\text{混}}$ ——混凝土的容重(公斤/米³)。

由上述公式求得的配合比还必须在施工前试配,进行强度和和易性方面的试验,根据试验情况作某些调整,使所配制的混凝土在工艺和结构上都符合要求。

三、混凝土和易性的标定

和易性是混凝土工艺性的主要指标,是确定施工方法、选择混凝土机械的主要依据。在设计混凝土机械时必须明确所设计的机械适用于什么样和易性的混凝土。

混凝土拌和料的和易性是用“坍落度”和“工作度”来表示的。

(一) 坍落度实验—按设计的配合比称量水泥、水、砂和石子,将其拌和均匀。将拌匀的混凝土拌合料,分三次装入用水润湿过的截头圆锥筒,如图 1-0-1 所示。每次装入高度稍大于筒高的1/3。每装一次用直径16、长650毫米的弹头形钢棒垂直地在每层的面积上捣25次。捣完后、刮平筒口,然后将圆锥筒慢慢提起,混凝土即坍落。量取混凝土圆锥顶部坍落的尺寸即为其坍落度。坍落度的单位是“厘米”。

坍落度只能用于标定塑性混凝土的和易性。用这种方法测量干硬性混凝土时,坍落度为零。所以,干硬性混凝土的和易性要用下述方法来测定。

(二) 工作度试验—将混凝土标准试模(20×20×20厘米)固定在振幅为0.35毫米,频率2500~3000次/分的振动台上。然后把底部直径略小的截头圆锥筒放入试模内,上口放置装料漏斗(见图1-0-2)。填装混凝土的方法同上。装好混凝土后把圆锥筒抽出。开动振动台,并开始计算时间。到模内的混凝土拌合料表面水平为止。这一段时间称为混凝土的工作度。工作度的单位为“秒”。

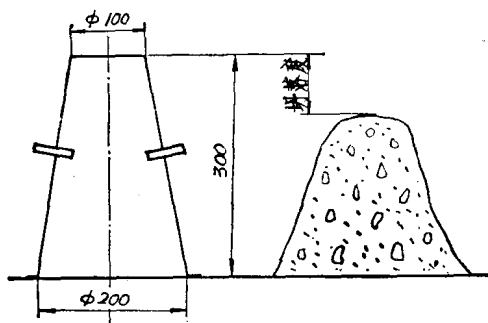


图 1-0-1 混凝土坍落度的测定

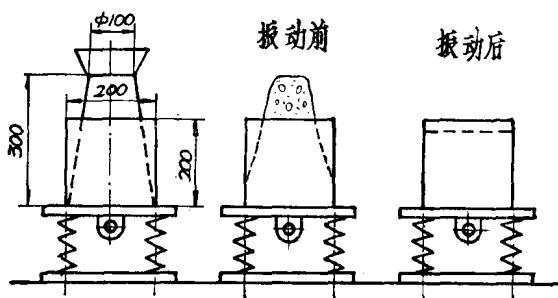


图 1-0-2 混凝土工作度的测定

第二节 混凝土机械及其发展

一、混凝土机械的种类

混凝土的施工工艺过程如下:

配料→搅拌→运输→捣固→养护

这些工序以前都是用手工来完成的。例如:用人工量斗按物料的体积比进行配料;人工搅拌;人力运输及捣固等,这种落后的生产方式造成人力、财力和时间的浪费。由于人

工搅拌很难搅拌均匀，只得往拌合料中多加水泥和水，也就是使拌合料的和易性好。这样即省力省时间且易搅拌均匀，同时捣固也容易。但多加水和水泥降低了混凝土的质量。再则由于材料容重波动范围很大，体积配料不可能实现设计的配合比。所以，用手工操作不能制成高质量的混凝土结构和构件。大规模经济建设的需要，提高工程质量的要求，促使我们迅速地改变混凝土施工的落后状态。目前，我国混凝土施工中，从配料到捣固等一系列工序都已基本采用了机械。养护是使已捣固成型的混凝土在一定温度的潮湿环境中硬化，不需要采用机械。混凝土施工的机械化，提高了生产率，改善了工人的劳动条件，提高了工程质量，降低了成本。

为了进一步提高某些重要的，受力大的混凝土结构的强度，根据前面曾经讲过的一条原则，即尽可能地减少水泥浆的用量和用小水灰比，也就是采用坍落度更小，工作度更高的干硬性混凝土。干硬性混凝土的施工对机械设备提出了更高的要求。它要求配料更精确，搅拌更均匀，振捣更强烈，所以称量设备中采用了各种电子称，以保证称量的准确、迅速。同时还附加上砂含水率的测量仪器，自动测量砂的含水率，把这部分水从总的用水量中扣除，把砂量补足。这样就精确地保证原设计的水灰比和砂率不会因材料含水率的变化而改变。

实践证明，用常见的自落式搅拌机搅拌干硬性混凝土不仅搅拌时间长，而且搅拌不均匀。所以，搅拌干硬性混凝土是用一种特殊的强制搅拌机。

干硬性混凝土的振捣是用高频振捣器，这种振捣器对塑性混凝土同样有效。

在混凝土的水平运输方面，采用自卸汽车时，若运距稍长或道路不好，则混凝土容易发生离析，即石子下沉水泥浆上浮，塑性混凝土尤其严重。所以，在一些施工水平较高的国家都采用搅拌车来运送混凝土。混凝土装入搅拌车的拌筒中，边走边搅，以防止混凝土发生离析，或在较长时间的运输途中凝结硬化。当运距较长时，还可往搅拌筒中加配好的干料，在运输过程中加水，边走边搅，在途中完成搅拌工序。

混凝土的垂直运输，国外大量采用混凝土泵。用混凝土泵配上适当长的输送管道，可以连续不断地向施工地点运送混凝土。采用泵送混凝土可以节省劳动力，降低工程造价。但是目前混凝土泵只能输送坍落度较大的塑性混凝土（坍落度至少是8厘米以上）。

近来在地下工程中采用一种叫“混凝土喷射机”的施工机械。它是把混凝土从一个喷嘴中以高速射出，使混凝土在隧洞、巷道等地下构筑物内形成一个支护层。

上述各种混凝土施工机械可归纳如下：

1. 配料设备——杠杆称，电子称；
2. 搅拌设备——自落式搅拌机，强制式搅拌机；
3. 运输设备——混凝土搅拌车，混凝土泵；
4. 振捣设备——混凝土振捣器；
5. 喷射设备——混凝土喷射机。

这些设备就是这门课程中所要讲述的。

二、混凝土机械的发展

为了适应经济建设的需要，混凝土施工应向机械化和自动化方向发展。

混凝土是建筑工程中的一种主要材料，用途广，用量大。例如七五年美国生产了两亿米³的混凝土。我国混凝土的生产量也必然逐年增加。如何来组织这样大量混凝土的生

产，并做到生产率高，质量好，成本低呢？从一些国家成功的经验来看，应当改变在现场设置搅拌装置的这种传统方法，实行工厂集中搅拌，推行商品混凝土制度。美国七五年生产的两亿米³混凝土中有85%是在工厂生产的。

在现场临时设置的搅拌装置，大都机械化程度低，称量设备差，生产效率低，混凝土的质量也低劣；而且浪费材料，占地面积大。因此，许多国家都改变了这种做法，把混凝土的生产集中到工厂里进行。工厂把混凝土作为一种商品提供给各施工现场，这些集中生产混凝土的工厂，都有大型机械化骨料堆场，水泥筒仓，有高度机械化自动化的搅拌楼，把最先进的电子技术应用到配料和质量控制系统中，在生产过程的控制和产品的调度方面应用了电子计算机。这样的混凝土工厂生产率高，产品质量好，成本低。由于在产品调度方面应用了电子计算机，所以能及时向所定货工地供应各种混凝土拌合料。商品混凝土制度的推广，大大地推动了搅拌机械的发展。从单独生产搅拌机发展成为生产成套机械化、自动化的搅拌楼和搅拌装置。

在发展搅拌楼的同时，中小型拆装式和移动式搅拌站也得到发展。这是因为建筑工地有时分散偏僻，靠集中的工厂供应不方便。另外，这类搅拌站投资少、建设快，而且象搅拌楼一样是机械化自动化的，也是一种定型的成套设备。在某些国家已经禁止设置单独的搅拌机来生产混凝土。

搅拌机是生产混凝土的主机。搅拌机的发展与混凝土的发展密切相关。混凝土从塑性混凝土发展到干硬性混凝土，搅拌机就相应地从自落式发展到强制式。强制式搅拌机不仅适用于搅拌干硬性混凝土，而且适用于搅拌轻骨料的混凝土。用自落式搅拌机则不能把轻混凝土搅拌均匀。因此，强制式搅拌机得到很大发展。但是自落式搅拌机并不会被淘汰。这是因为：1.并不是所有的结构都要用干硬性混凝土，例如基础，大都采用低强度的塑性混凝土。2.强制式搅拌机磨损和功率消耗大，所以应尽可能采用自落式搅拌机。3.强制式搅拌机不能搅含有较大粗骨料的混凝土，这种混凝土只能用双锥形自落式搅拌机来搅拌。由于目前这种叶片式强制搅拌机磨损严重、能耗大，所以许多国家都在研究新的搅拌方法使能达到同样强烈或更强烈的搅拌作用。

在推广商品混凝土的过程中，必须十分注意混凝土运输设备的发展，给推广商品混凝土创造条件。目前混凝土的运输主要采用自卸卡车和搅拌车。自卸卡车不是专为运送混凝土而设计的，所以在运送混凝土时容易发生离析，运输时间较长还会发生混凝土初凝现象。即使在道路较好的情况下，运输时间也不应超过一小时。

混凝土搅拌车是专门用来运输混凝土的。由于混凝土是装在搅拌筒里边边走边搅动，所以不容易发生离析现象，它的运输时间可超过1.5小时。在发展应用搅拌车时，必须把搅拌车的数量配齐。使之能不间断地向所需工地供应混凝土。

混凝土运到现场以后，向浇注处运送时，目前我国主要是用井式提升机和塔式起重机。在国外正推广使用混凝土泵。使用混凝土泵可以节省劳力、加快进度、降低施工费用。但由于泵送混凝土是沿着管道输送的，所以它只能泵送坍落度很大的混凝土，不能输送干硬性混凝土，因此对提高混凝土的质量不利。混凝土泵是在牺牲一些混凝土的质量的情况下发展起来的。所以在一些技术发达的国家里，混凝土泵的发展很不平衡。许多人也正在为使混凝土泵能输送干硬性混凝土而努力。这一努力正在从两个方面进行。一是提高混凝土泵的压力，另一方面是向混凝土中掺附加剂的方法。使干硬性混凝土掺附加剂以

后,在工时具有较好的和易性。例如掺加气剂。掺加气剂后,在混凝土里产生许多微小的气泡(200~400 μ)。这些气泡附着在骨料的表面,减少了骨料之间的摩擦力,因而增加了混凝土的和易性。在振捣时这些小气泡不能被排除。当混凝土硬化后,它们就成了一些封闭的小气泡留在混凝土中。这些小气泡的存在理论上应使混凝土的强度下降。但由于采用了干硬性混凝土而获得的强度增高值远远大于这一下降。所以,总的来说是提高了强度。这些小气泡堵塞切断了存在于混凝土中的毛细管,从而提高了混凝土的抗渗性和抗冻性。所以,掺加附加剂不单是为了增加混凝土的和易性,同时也提高了混凝土的物理力学性能。附加剂的种类很多,如减水剂、促凝剂、缓凝剂、防水剂、防锈剂等等。附加剂的用量只不过占水泥用量的1%,但是对于改善混凝土的工艺性和物理力学性能却起着很好的作用,所以在研制混凝土机械时应注意附加剂的作用。这样往往能获得事半功倍的效果。

振捣器发展的重点是内部振捣器。为了提高对于干硬性混凝土的振捣效果,振捣器从低频发展到高频(8000~13000次/分)。在构造上从偏心轴式发展成行星式。这种振捣器是利用行星机构把软轴传入的转速提高3~4倍。由于它不是靠提高软轴转速来提高频率,所以软轴的寿命长。另外它的激振力不是经由轴承而是由行星滚轮直接通过滚道传出来,轴承受力小,这也是这种振捣器寿命长的一个原因。

振捣器目前在原理上没有什么新的突破。只是从减轻工人的体力劳动上考虑,尽可能地减轻其重量这样一些方面。

混凝土喷射机在我国已开始发展。砂浆喷射机在我国早已广泛采用。

第一章 混凝土搅拌装置

第一节 搅拌装置的组成

一、搅拌装置的类型

搅拌装置大体可以分为三种类型：

1. 固定式搅拌楼——这是一种大型混凝土搅拌装置，生产能力大。它主要用在商品混凝土工厂、大型预制构件厂和水利工程工地。

2. 装拆式搅拌站——这种搅拌站是由几个大型组件拼装成，能在短时期内组装和拆除，可随施工现场转移。这种搅拌站投资少，建设快，比较经济。适用于混凝土用量不大的工地。

3. 移动式搅拌站——这种搅拌站是把搅拌装置安装在一台或几台拖车上，可以随时转移，机动性好。这种搅拌站主要用于一些临时性工程项目中。

二、搅拌装置的组成

一个全套的搅拌装置是由许多台主机和一些辅助设备组成。由于搅拌装置的类型较多，所以它的组成部分也是各种各样的。但无论哪一种搅拌装置，它最基本的组成部分有以下五个：运输设备、料斗设备、称量设备、搅拌设备和辅助设备。上述五种类型设备中，运输设备（象皮带运输机、斗式提升机等）和辅助设备（象空气压缩机、水泵等）都是通用设备，不包括在这门课程中。下面讲述其它三种设备。

第二节 搅拌装置的工艺流程

一、工艺流程的分类

搅拌装置根据其组成部分在竖向上布置方式的不同分为单阶式和双阶式。其工艺流程见图1-1-1。在单阶式中，材料经一次提升进入贮料斗，然后靠自重下落经过各工序。在双阶式中，材料第一次提升进入贮料斗，经称量配料集中后，第二次提升装入搅拌机中。

单阶式由于从贮料斗开始完全是靠自重使材料下落经过各个工序，因此便于自动化。材料从一道工序到下一道工序时间短，所以效率高。单阶式搅拌装置本身占地面积小。大型搅拌装置都采用单阶式。特别是为水利工程服务的大型搅拌装置系采用单阶式。在一套搅拌装置中安装3~4台大型搅拌机，每小时可生产几百米³混凝土。但单阶式的建筑高度大，要配备大型运输设备。

双阶式的优点是建筑物的高度小，只需用小型的运输设备，整套设备简单，投资少，建设快。在双阶式中因为材料配好集中后要经过二次提升，所以效率低。在一套装置中一般只能装一台搅拌机。双阶式一般自动化程度较低，往往是采用累计计量装置。并且由于建筑高度小，容易架设安装，因此拆装式的搅拌装置都设计成双阶的。而移动式搅拌

站则必须采用双阶式工艺流程。

二、单阶式搅拌装置

图1-1-2是一种单阶式搅拌装置的示意图。砂石材料由皮带输送机1运上来，经回转漏斗2分配给各相应的贮斗6。其中四个贮存砂石（一般砂子只有一个品种，而石子品种

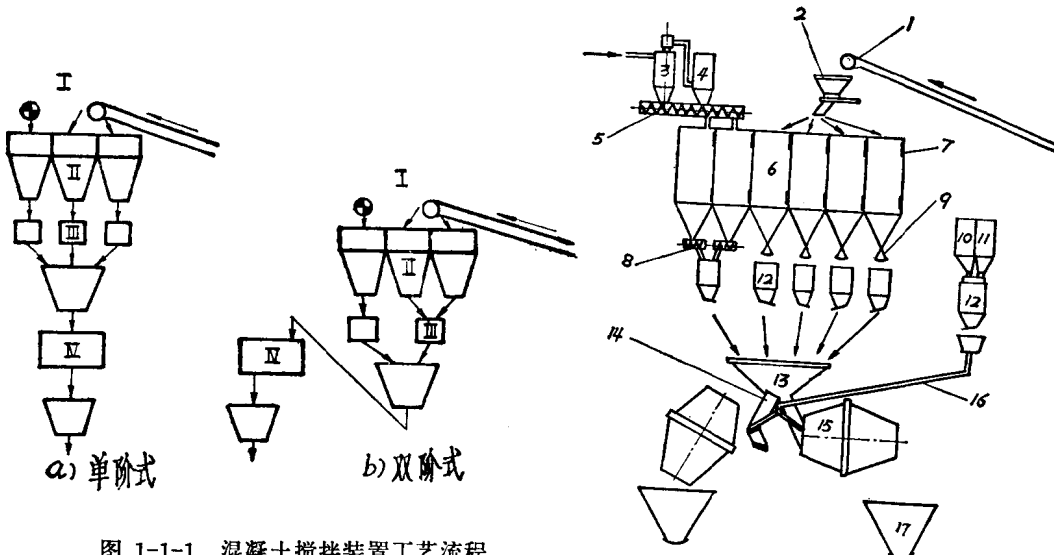


图 1-1-1 混凝土搅拌装置工艺流程

I—运输设备；II—料斗设备；III—称量设备；IV—搅拌设备

图 1-1-2 单阶工艺流程

较多），两个贮存水泥。水泥由风动运输机经管道送到由旋风收尘器3和布袋收尘器4组成的收尘装置中，收尘集中后经螺旋输送机5送入水泥贮仓中。在贮仓中装有料位指示器7。每仓两个，其中一个指示料满，另一个指示料空。料位指示器可以发出信号通知操作人员贮仓满或空的情况，也可以直接发出指令控制回转漏斗（对水泥贮仓则是控制螺旋输送机出料口的板式闸门）和运输设备，使其自动向缺料的贮仓中供料。搅拌装置运转时所需的大宗材料是贮存在堆场和筒仓里。搅拌装置本身的贮斗只存放少量的材料以保证配料称量不致中断。在寒冷地区，冬季有时在贮仓里对材料进行预热加温。

在砂石贮斗的下部装有闸门9，在水泥贮斗的下部装有给料机8。每个贮斗下面各有

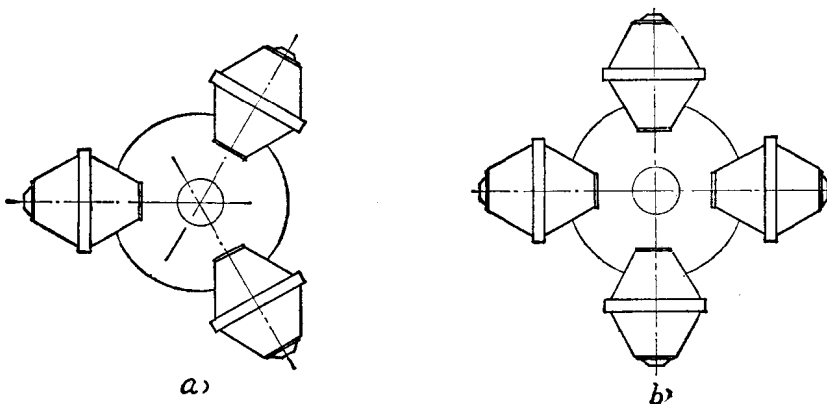


图 1-1-3 搅拌机的布置

一台自动秤12。在搅拌装置的上部还有贮水槽10和附加剂贮槽11。水和附加剂也经自动秤12进行称量。砂石、水泥材料称量完毕后卸入集中斗13。在集中斗下部有一叉形管14。叉形管的两个口分别通向两台搅拌机15。搬动叉形管上部的一块摆动的挡板，即可把其中的一个口堵上，而使物料全部经另一口投入一台搅拌机。在干料进行搅拌的同时，称量完毕的水与附加剂也经管道16和一三通管进入同一台搅拌机中，搅拌好的混凝土卸入料斗17。

单阶式搅拌装置自动化程度高，配料和卸料时间短。所以，在一台搅拌装置中，除了象图1-1-2所示装有两台搅拌机外，还可以装三台或四台搅拌机。这时搅拌机在平面上布置成辐射型，如图1-1-3所示。当装有三台或四台搅拌机时，向搅拌机中供料则采用回转漏斗（回转分料管）。

三、双阶式搅拌装置

单阶式搅拌装置在工艺流程、设备配置方面比较一致。双阶式搅拌装置的设备配置方案则较多。图1-1-4仅是一例。关于其它方案将在第五章里再讲述。

图1-1-4中，是上料皮带运输机。砂石材料经皮带机运上来以后由分料小车分配到贮仓3。

水泥由风动运输机经管道输入收

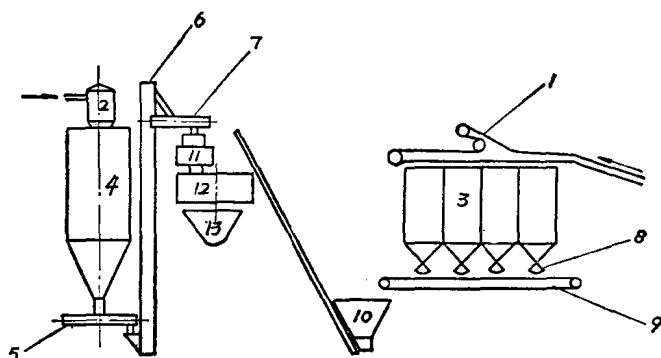


图 1-1-4 双阶工艺流程

尘器2，收尘后装入水泥筒仓4。在砂石贮斗的下部装有闸门8，用以控制材料的卸出。砂石材料的称量是在一条悬挂皮带机9上进行的。皮带机的两侧有较高的挡板。进行称量时皮带机是停止的。砂石材料卸到皮带机上进行累计称量。整个称量过程是自动化的。称量完毕后，开动皮带机把配好的料装入提升斗10。由提升斗把料装入搅拌机12。水泥的称量用水泥秤11。在进行称量时，水泥经螺旋输送机5、7和斗式提升机6进入称斗。称完后直接卸入搅拌机中。水的称量用自动水表。水泵把水经水表注入搅拌机中，当水表指针走到预定水量刻度时，水闸关闭，停止供水。搅拌好的混凝土卸入混凝土贮斗13中。

第三节 运输设备的选择

任何一种搅拌装置都有两套运送材料的系统。一套是运送砂石骨料的，另一套是运送水泥的。至于水，当然是水泵，在这里就不叙述了。

一、骨料运输设备

（一）皮带运输机——皮带机是搅拌装置中最常用的骨料运输设备，而且是单阶式搅拌楼唯一可采用的运输设备。这是因为皮带机运输速度快，而且是连续不断的，所以生产率很高；它可以沿一定斜度（对平面皮带为 18° ，对瓦楞面皮带为 26° ）把骨料送到几十米的高处；皮带机运输平稳，没有噪音，消耗的功率小，工作可靠，维护容易。但皮带运输机也有一个很大的缺点，就是它不能自己上料，必须用其他设备为它上料，或者把皮带机受料的部分装在地沟里，使材料从上面流到皮带机上。由于这种原因，在一些小型双阶式

搅拌站中，往往不采用皮带机，而用象拉铲、抓斗这样一些自己能获取材料的运输设备。

在设计搅拌装置时，可根据搅拌装置的生产能力参考表1-1-1来选择皮带运输机。

表 1-1-1

装机容量 (米 ³)	生产率 (米 ³ /小时)	皮带宽 (毫米)	皮带速度 (米/分)	皮带机生产率 (吨/小时)
0.75	45	500	75	120
1.0	60	650	75	180
1.5	90	650	80	250
1.75	105	650	100	300
2.25	124	800	100	350

注：砂石容重为1.4~1.6吨/米³。

(二) 拉铲——拉铲是一种非常简单的

获取和运送砂石材料的机械。铲斗的构造如图1-1-5所示。拉铲是用双筒卷扬机牵引的。图1-1-6是两种专门用于牵引拉铲的双筒卷扬机。图a)是一种采用直齿传动，用离合器控制的卷扬机。卷扬机的两个卷筒——牵引卷筒和回程卷筒具有相同的转速，但牵引卷筒直径较小，所以牵引速度小于回程速度。一般拉铲的牵引速度在1~1.25米/秒，而回程速度为其1.5倍。

图b)是一种采用行星传动的卷扬机。它有两个直径相同的卷筒。这一卷扬机构有三个行星排I、II和III。电动机通过行星排I减速后驱动主轴。行星排II、III的太阳轮都装在这一主轴上。由于行星排II、III的齿圈都没有固定，所以主轴不能带动任何一个卷筒工作。卷筒的工作是由制动带3、4来控制的。当拉紧制动带3，II号行星排的齿圈被固定，由太阳轮输入的功率经行星架输出驱动牵引卷筒工作。这时回程卷筒是在轴上空转的，它放出钢绳。当拉紧制动带4时，则回程卷筒工作。II、III行星排传动比之比也应在1.5左右。

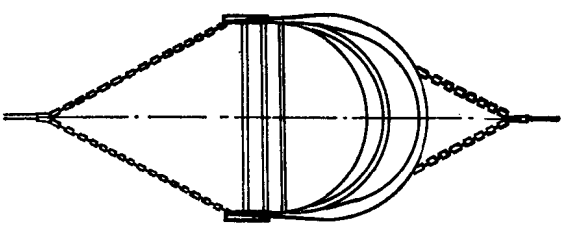


图 1-1-5 拉铲

由于拉铲构造简单，使用方便，而且也容易实现自动化操作，所以在一些小型双阶式搅拌站中经常采用。拉铲装置的类型有多种多样。如：地锚拉铲，配重车拉铲，悬臂拉铲，桥式拉铲等。下面对这些类型的拉铲做一简单介绍。

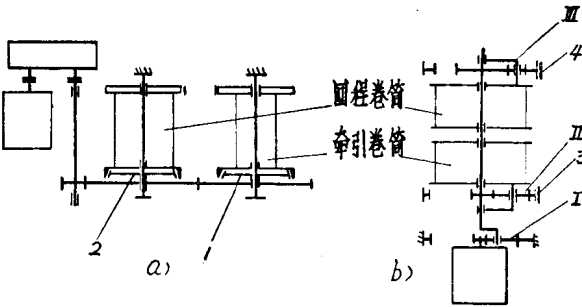


图 1-1-6 拉铲卷扬机

1. 配重车拉铲 图1-1-7是配重车拉铲装置。它由卷扬机1、拉铲3

和配重车4组成。拉铲前面的牵引钢绳经过平台上的导向滑轮后绕在牵引卷筒上。拉铲后面的回程钢绳，先引向配重小车，经过小车上的反向滑轮后再引向平台，经导向滑轮，然后绕在回程卷筒上。开动卷扬机，牵引铲斗沿料垛侧面通过，把料送到受料槽2中。然后再使回程卷筒工作，把铲斗拉回到起始位置。铲斗往复工作把料送入受料斗。拉铲的往复工作可以用人控制，也可以装上行程开关自动往复工作。在拉铲往复工作的同时，小车也自动地缓慢行驶。小车的行驶是由装在小车上的反向滑轮驱动的。反向滑轮通过一套曲柄摇杆棘轮机构使车轮转动。调整摇杆的长短即可调节小车的速度。小车的速度应当调节到

这样一个程度，使铲斗始终贴着料垛的侧面行走。这样即能保证每次铲斗都能充满，又使堆料场地整洁。

2.地锚拉铲 地锚拉铲装置和上述配重车拉铲类似。它是把反向滑轮装在一个固定的地锚上。当把一处的材料运送完以后，再把反向滑轮装在另一个地锚上。这种型式的拉铲虽然省去了一套配重车和轨道，但工作情况远不如前述那种。

以上两种拉铲都是把材料从堆场运至受料槽，由于提升高度小，受料斗的容量也比较小。为了保证配料不致中断，所以拉铲要不停地工作，而且每一种材料都必须配一套拉铲。因场地的限制，所以使用这两种拉铲时，一般只有一种砂和一种石子。

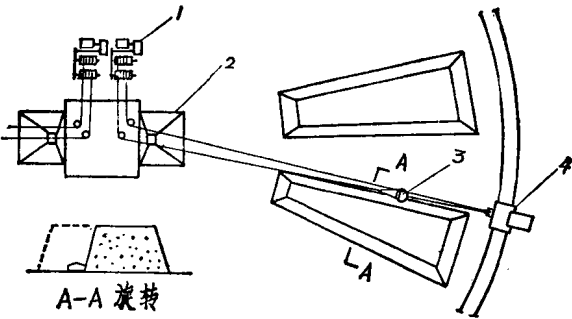


图 1-1-7 配重拉铲装置

3.悬臂拉铲 悬臂拉铲装置见图 1-5-13。在这一型式的拉铲中，安装卷扬机构的平台是装置在一个塔架上，悬臂装在平台上，这一平台可以在塔架上回转。反向滑轮装在悬臂的端部。其工作情况和上面讲的相似。这种拉铲装置的特点是：可以把材料堆高，所以它在受料槽上面形成容积较大的一个“活料”堆，即图上虚线左面的部分。这部分材料可以靠自重从出料口卸出。对砂石材料来说这一条虚线与地面的夹角在 50° 左右。由于有这一活料的存在，所以一套悬臂拉铲可以兼顾好几种材料。象图1-5-13所示，在210°范围里共分成六个区域，每个区之间用隔板隔开。因此，采用悬臂拉铲时，材料的品种可以增多，可以配制更多品种的混凝土。此外，悬臂拉铲把堆料和贮存供料结合在一起，大大缩小了砂石堆场的占地。悬臂拉铲也可以进行自动化操作。悬臂拉铲的臂长一般在 8~16 米，最长可达20米。

4.桥式拉铲 悬臂拉铲的受力不好，所以当臂架在12~20米时常做成桥式。桥式就是在臂架的末端装一立柱，立柱下部装上行走轮。这样大大改善了臂架受力情况。但由于堆场不可能很整齐，行走轮有时要在料堆上行走，使行走发生困难。所以，桥式拉铲并不常用。

在选用拉铲时，可以参考表1-1-2所列参数。

表 1-1-2

铲斗容量 (升)	牵引速度 (米/秒)	牵 引 力		电 机 功 率 (马力)	理 论 产 量 (运距)(米) (米 ³ /小时)
		正 常 (公斤)	最 大 (公斤)		
150	0.9	400	1000	5	20(8)
250	0.7	700	1400	8	25(8)
300	0.9	900	1400	12	30(12)
450	1.0	1200	2000	15	45(16)
450	1.0	1500	3000	20	50(20)
600	1.2	2000	5000	30	75(20)

(三)抓斗——目前最常用的是龙门架抓斗，另外也可用塔吊抓斗或其它自行式起重机上面装的抓斗。抓斗也是一种较灵活的运送骨料的设备。可以自行抓取、输送。但它所

用设备较大，而效率不高。关于抓斗的选用计算见《工程起重机》中有关章节。

(四) 装载机——装载机是配合移动式搅拌装置最理想的运输工具。它载运量一般都比较大（比拉铲、抓斗都大），而且运行速度快，自装自卸，使用非常方便。虽然卸料高度不大，但仍足以满足移动式搅拌装置的要求，因为移动式搅拌装置装机容量较小，因而贮仓尺寸也较小，一般有三米卸料高度的装载机即可满足要求。装载机还可在固定搅拌站中用于倒垛和上料。关于装载机的选择计算见《铲土运输机》中有关章节。

二、水泥输送设备

水泥输送设备基本上有两种类型。一种是由斗式提升机和螺旋输送机组成的机械输送系统，另一种是风动输送系统。

(一) 机械输送系统——在由螺旋输送机和斗式提升机组成的输送系统中，前者是作水平运输，后者作垂直运输，它们的安装情况见图 1-1-4。这两种机械都具有工作平稳，没有噪音，造价低，维护容易，密封好等优点。螺旋输送机叶片磨损较大，因而能量消耗多，轴上的扭矩也较大。所以，螺旋输送机只适于作20米以内的水平输送，或作短距离倾角不大于 50° 的向上输送。斗式提升机的输送高度很大，可达40~50米。

螺旋输送机和斗式提升机的选择可分别参考表1-1-3和表1-1-4中的数据。运送水泥一般选择深式带传动斗式提升机。

GX型螺旋输送机主要技术性能

表 1-1-3

叶 片 直 径	$\phi 200$		$\phi 250$		$\phi 300$		$\phi 400$	
转 速(转/分)	60	89	55	76	48	68	48	68
生 产 率(吨/时)	6.8	10.1	12.1	16.8	18.3	26.0	43.4	61.5
电机功率(千瓦)	许 用 最 大 水 平 输 送 距 离 (米)							
1.0	19.3	12.5	13.0	9.5	9.0	6.0		
1.6	31.0	20.5	20.5	15.0	14.0	10.0	6.5	4.5
2.6		33.5	33.5	24.0	23.0	16.5	10.5	7.5
4.2				39.0	37.0	26.0	16.5	12.0
6.6							26.0	18.5

(二) 气力输送设备——气动输送装置是使水泥悬浮在空气中，把这种混合气体沿管道输送。这种输送装置的优点是占地面积小，空间位置没有特殊要求，容易布置，速度快，运送量大，而且没有噪音，管理人员少，维护费用低。但是，它消耗能量比较大，几乎是斗式提升机的一倍。能量消耗大的原因，一是由于水泥和管壁的摩擦；二是由于作为风源的空气压缩机的效率比较低。

气动输送装置由三个主要部分组成：(1) 喂料机；(2) 输送管道；(3) 收尘器。

1. 喂料机 喂料机有螺旋式输送泵和仓式输送泵。

螺旋式输送泵的构造如图 1-1-8 所示。它由以下几个部分组成：电动机 1 和由电动机直接驱动的挤压螺旋 3；受料口 2；泵壳 4；混合室 8；逆止阀门 5；压缩空气喷嘴 6 和