

GUOWAI
HUNNINGTUJIXIE

龚铁平 编译

国外 混凝土机械



中国建筑工业出版社

国外混凝土机械

龚铁平 编译

中国建筑工业出版社

前 言

混凝土是建筑工程中不可缺少的一种建筑材料。关于混凝土和混凝土施工方面的书籍，已经出版介绍了不少，但是对用于混凝土施工的机械，诸如对混凝土进行搅拌、输送、布料和浇捣等工作的混凝土机械设备，却介绍得很少。

随着我国建设事业的发展，混凝土的需求和消耗数量，必然将大量增加。为了适应这种发展的需要，必须大量发展混凝土的施工机械。目前，我国虽然已能生产很多种混凝土机械，但与欧美和日本等工业先进国家相比，尚有较大的差距。诸如混凝土输送泵和混凝土铺路机等，我国尚处于试生产阶段。

为了从国外混凝土机械的发展中得到借鉴，学习国外混凝土机械的先进技术，特编译这本《国外混凝土机械》。本书可供从事建筑机械的科研、教学和生产工作的有关科技人员参考，也可供从事混凝土生产和施工的有关人员参考。

本书在编写时，曾先后得到哈尔滨建工学院，西安冶金建筑学院，上海同济大学，以及国家建委建筑机械研究所等单位的教师和科技人员的不少帮助，得益非浅，借此深表谢意。

由于本人水平有限，谬误之处在所难免，还望读者予以指正。

目 录

绪 论	1
第一章 混凝土搅拌设备	2
第一节 概述	2
第二节 发展和现状	2
第三节 基本结构	4
第四节 分类	5
第五节 固定式混凝土搅拌楼	10
第六节 拆装式混凝土搅拌站	36
第七节 移动式混凝土搅拌设备	55
第八节 连续式混凝土搅拌设备	62
第二章 混凝土搅拌机	66
第一节 概述	66
第二节 分类	67
第三节 自落式混凝土搅拌机	67
第四节 强制式混凝土搅拌机	75
第五节 连续式混凝土搅拌机	88
第六节 无搅拌叶片的摆盘式搅拌机	89
第七节 蒸气加热搅拌机	91
第八节 其他几种新型的搅拌机	92
第三章 混凝土搅拌运输车	94
第一节 概述	94
第二节 发展和现状	94
第三节 分类	96
第四节 传动系统	99
第五节 拌筒和叶片	109
第六节 压力水箱	112
第七节 轴荷分配	113
第八节 几种新型结构	114
第九节 清洗和废水处理	125

第十节 工作循环	126
第十一节 输送时间的限度	127
第十二节 配车计划和调度	128
第十三节 输送车的几种用法	130
第四章 混凝土输送泵	132
第一节 概述	132
第二节 发展和现状	132
第三节 分类	136
第四节 泵送特性	145
第五节 配管	150
第六节 两种典型结构的泵车	153
第五章 混凝土喷射机	163
第一节 概述	163
第二节 发展和现状	164
第三节 分类	165
第四节 喷射距离和回弹量	172
第六章 混凝土振动器	174
第一节 概述	174
第二节 发展和现状	175
第三节 分类	176
第四节 插入式内部振动器	178
第五节 外部振动器和振动台	182
第七章 混凝土铺路机	184
第一节 概述	184
第二节 发展和现状	185
第三节 分类	186
第四节 摊铺机	188
第五节 振实机	191
第六节 平整机	192
第七节 表面修光机	193
第八节 滑模式铺路机	194
第九节 自动调平和转向系统	200
附录 混凝土机械名词(汉、英、日)对照和解释	203
主要参考书目	251

绪 论

混凝土是一种由水泥和砂、石子等骨料，加水按一定的比例配合后，经过搅拌、浇灌和硬化而成形的一种材料。这种材料在搅拌后的短暂时间内，处于一种塑性流动状态，所以可根据设计的需要，将它浇灌成各种形状和大小不同的建筑构件。浇入模内的混凝土，由于水泥和水产生反应而不断硬化，其强度等有关性质很象天然的石块，所以一般也有人称混凝土是一种人造石。

混凝土是建筑工程中的一种主要材料。近年来混凝土的应用范围非常广泛，而且规模巨大的工程正在不断地增加，从加快施工进度和减轻劳动强度的观点看，发展混凝土机械成了必然的趋势。

对混凝土施工机械作严密的分类是比较困难的，但是根据混凝土的施工工艺过程，也就是由配料、搅拌、运输、浇灌等工序组成的工艺过程来看，可将混凝土机械大致分为：混凝土搅拌设备、混凝土搅拌机、混凝土搅拌运输车、混凝土输送泵、混凝土振动器、混凝土喷射机和混凝土铺路机等。

从混凝土机械的发展历史看，它主要是随着混凝土本身的发展，以及对混凝土施工的要求和规模的不断加大而发展。目前，国外混凝土机械总的发展趋势，是朝自动化和大型化的方向发展。在各类混凝土机械上，大量地采用了电子技术和液压技术，在混凝土搅拌设备的配料和称量装置上还应用了电子计算机。

由于混凝土的性质有了很大的改善和提高，并且还相继出现了一些具有新的性质的混凝土，诸如树脂混凝土和纤维增强混凝土等，因此又相应地发展了一些混凝土机械的新机种。对于各类混凝土机械的发展概况，本书将在各个章节内分别加以介绍。

第一章 混凝土搅拌设备

第一节 概 述

混凝土搅拌设备是一种生产新鲜混凝土，也就是尚未凝固状态的混凝土制造设备。这种设备能对组成混凝土原材料的水泥、水、砂、石子和掺加剂等，分别进行输送、上料、贮存、配料、称量、搅拌和出料等工作。

混凝土搅拌设备是在用于建筑施工现场的混凝土搅拌机械的基础上，发展和完善起来的。

现在，世界上各先进的工业国家，如美国、日本和西欧等国，他们在建筑工程中所需要的混凝土，几乎都是由混凝土预拌工厂供给的，预拌混凝土的普及率高达90%以上。

本章着重对各种混凝土搅拌设备中的上料储存、配料、称量、搅拌和出料等内容，分别加以阐述。

第二节 发 展 和 现 状

预拌混凝土最早出现于德国，1903年德国在斯太尔贝格（STARBERG）建造了世界上第一座预拌混凝土工厂；美国从1913年开始生产预拌混凝土；日本从1950年才开始生产预拌混凝土。

初期的混凝土搅拌设备，大都是靠手动操作的，称量方式也都是容积式的。随着建筑业的发展，混凝土搅拌设备的称量由容积式转为重量式，并从手动操作逐步过渡到半自动操作。

在四十年代末，美国的大型建筑工程中使用的混凝土搅拌设

备，已经采用了自动控制的重量式称量；五十年代末，随着电子工业的兴起和发展，混凝土搅拌设备也大量采用了电气自动控制；到了六十年代初期，穿孔卡控制系统，已用于混凝土搅拌设备中的配合比预选、容积变更、水分补偿和称量调节等。这样既保证了混凝土的质量，又能使劳动强度大为减少；从六十年代末到七十年代初，由于电子计算机工业的迅速发展，因而也促进了混凝土设备的发展。在混凝土搅拌设备上安装了电子计算机和工业电视后，不但能对配合比、称量、水分补偿等进行自动控制，还能对混凝土的销售、运输车辆的调度等行政事务加以控制和监视。可以这样认为，由于采用了电子计算机进行控制，使混凝土搅拌设备得到了一个飞跃。

从七十年代中期开始，各先进的工业国家的混凝土搅拌设备的制造厂商，都致力于环境保护和对公害的处理，如对废水、粉尘和噪音的处理等。

近年来，用于建筑工程的混凝土搅拌设备，在设计上有一些变化。为了满足对混凝土质量要求的不断提高，以及适应新材料、新市场、搅拌质量的严密控制、安全卫生法规和其他环境保护的要求，自然就会对混凝土搅拌设备的设计不断改善和提高。

鉴于上述各种原因，加之劳动力费用的急剧上升，以及对机械的自动化程度要求越来越高，因此，当前混凝土搅拌设备有下列发展趋势：

- 1.混凝土的称量范围和产量不断地加大，特别表现在预制混凝土产品的生产规模上；

- 2.为了保证质量和降低生产成本，不断改进对混凝土质量的监控和分析记录设施；

- 3.为了能适应于酷暑和严寒的气候，分别增设了空调、水冷，以及热搅拌设备；

- 4.致力保证操作安全、改善工作环境，并尽力使设备的外形和布局美观合理。

由于在现代建筑工程中，对混凝土的需要量急剧增加，混

土搅拌设备势必得到迅速发展。从下表1-1中可以看出几个工业发达国家的预拌混凝土工厂的保有量和预拌混凝土消耗量等数值情况。

表 1-1

国 名	开 始 生 产 预拌混凝土 的 年 份	生 产 预 拌 混凝土工厂 的 数 量	预拌混凝土 的 年 产 量 (万米 ³ /年)	每 年 每 人 消耗预拌混 凝土的数量 (米 ³ /人·年)	每米 ³ 预拌混 凝土耗用的 水泥平均量 (公斤/米 ³)
美 国	1913	10000	17000	0.80	—
英 国	1930	1160	2672	0.48	265
法 国	1933	969	2320	0.44	303
西 德	1903	2200	4570	0.74	292
意大利	1962	1242	3021	0.54	250
日 本	1950	3840	11129	0.99	280

国外生产混凝土搅拌设备的主要厂商有：美国的考林公司（KOEHRING）、雷克斯诺德公司（REXNORD）；英国的雷珀公司（RAPEIR）、温盖特公司（WINGET）；法国的福海衣公司（FOURREY）、赫舍公司（RICHEIR）；西德的利勃海尔公司（LIEBHERR）、斯坦特公司（STETTER）、爱尔巴公司（ELBA）、卡勃格公司（KABAG）；意大利的西法公司（CIFA）；日本的石川岛播磨、日工、日本建机、大太平洋金属和丸友公司等。

第三节 基 本 结 构

由于混凝土搅拌设备的类型很多，所以它的组成部分和安装方式也不尽相同。但无论哪种形式的混凝土搅拌设备，总是由上料输送设备、储料斗仓、称量装置、搅拌机械、卸料装置和一些其他的辅助设备组合而成。其中除了辅助设备，如空气压缩机、水泵、除尘器等以外，对于其他的组合部分，将在下面各节中加以说明。

第四节 分 类

混凝土搅拌设备一般可分为大容量混凝土搅拌设备、铺砌路面的混凝土搅拌设备、预拌混凝土搅拌设备和混凝土制品设备等；按其功能又可分为中心混凝土搅拌设备、输送混凝土搅拌设备和干料分拌的混凝土搅拌设备；按其安装和搬运的方式又可分为永久性混凝土搅拌设备、拆装式和移动式混凝土搅拌设备；根据布置形式又可分为垂直式和水平式混凝土搅拌设备等。

下面对各种分类的方法和特点分别加以介绍。

一、按布置形式分类

混凝土搅拌设备按其布置形式，可分为垂直式（又称重力式、塔式和单阶式）、水平式（又称为横式、低阶式和双阶式）和移动式等。

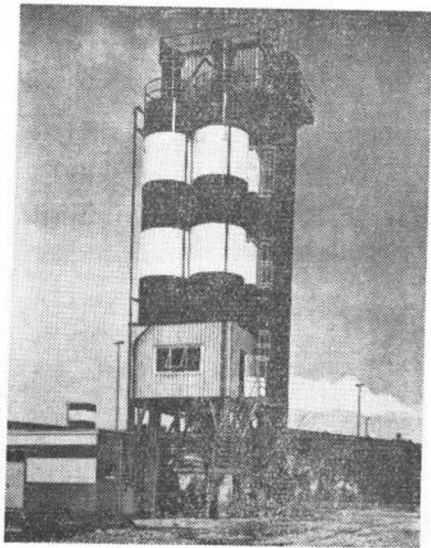


图 1-1 垂直式混凝土搅拌设备

在垂直式（图1-1）中，材料只需一次提升，然后靠自重下落至各道工序，因此效率高，占地面积小，易于实施自动化。其缺点是结构复杂，制造成本高，安装高度高。

在水平式（图1-2）中，材料需经过二次提升，先将材料一次提升至储料斗，材料经过称量后再次提升加入搅拌机。这种形式的优点是结构简单、投资少、建筑高度小。缺点是材料需要经过二次提升、效率低、自动化程度低。

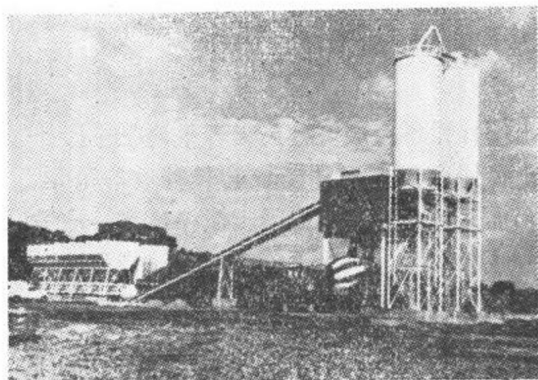


图 1-2 水平式混凝土搅拌设备

在移动式（图1-3）中，把上料、储料、称量、搅拌和卸料等装置都组合安装在同一个底座上。它的优点是结构紧凑，易于搬运，能直接靠近施工现场，因而减少了混凝土的输送距离，提高了经济性能。

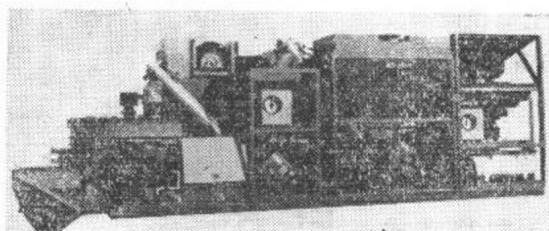


图 1-3 移动式混凝土搅拌设备

一般来说，在大的工业城市和材料供应基地，适宜选用垂直式；在离材料供应基地较远的中小城市，适宜选用水平式；对于一些交通不便、路面狭窄的中小型工程或维修工程，适宜于选用移动式。

二、按操作方式分类

混凝土搅拌设备按其操作方式，可分为手动式、半自动式和全自动式等。在手动式中，混凝土的搅拌质量和产量主要取决于

操作人员的熟练程度，因而操作人员比较紧张，易于疲劳。由于近年来建筑工程对混凝土的质量要求越来越高，配合比设计变化很大，所以靠手动式或半自动式的操作方式已较难满足这种要求。因此近年来混凝土搅拌设备大多都选用全自动式的操作方式。采用全自动的操作方式，从上料、储料、称量、搅拌和卸料等一系列工序，都实现了程序自动控制。并且还能进行水分补偿、粒度补偿、容量变更、废水处理等。图1-4所示为混凝土搅拌设备的全自动操纵台。

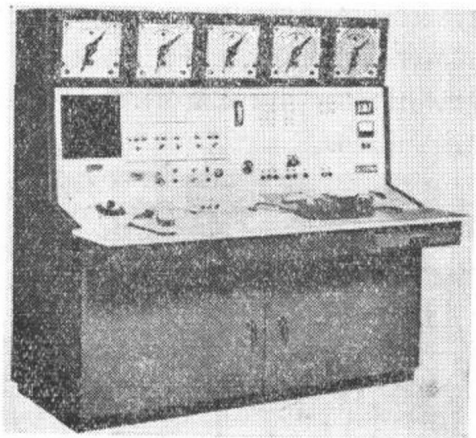


图 1-4 全自动操纵台

全自动操作和监控的主要组成机构如下：

1. 各种材料的称量控制和监视装置；
2. 向搅拌机加料的顺序和定时控制装置；
3. 搅拌机搅拌时间控制；
4. 搅拌机负荷状况监控装置；
5. 误动作自动防范装置。

三、按称量方式分类

混凝土搅拌设备按称量的方式，可分为单独称量、累积称量和组合称量等。

为了使混凝土能得到充分的搅拌，就要求各种材料能同时加

入搅拌机。其方法有两种：一种是把每一种材料，放在各自的料斗内进行称量，称量完后都集中到一个总料斗内再加入搅拌机，这种称量方式称为单独称量式；另一种方法是把各种材料逐一加入到同一个料斗内进行叠合称量，这种称量方法称为累积称量。

一般来说，单独称量的精度高，但结构复杂，造价高；累积称量容易产生误差的积累，尤其是在称量值较小的情况下，其称量的相对误差较大，但是结构简单，制造成本低；近来混凝土搅拌设备采用由单独和累积组合的称量方式日益见多。

混凝土搅拌设备按称量负荷的传递方式，可分为机械式（图1-5）和电子式两种。机械式是在称量斗与表示称量值的表盘之间，靠杠杆等机构传递的；电子式是在称量斗和表示称量值的表盘之间，靠电信号传递的。

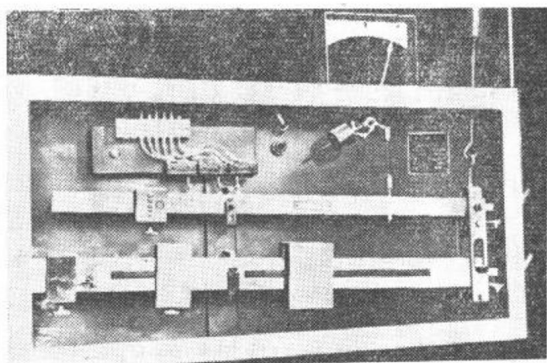


图 1-5 机械式称量机构

电子式称量装置中所使用的传感器，如图1-6所示。

四、按搅拌机的形式分类

混凝土搅拌设备按搅拌机的形式可分为自落式和强制式两大类。搅拌机的容量一般是在 $0.5\sim 3\text{米}^3$ 的范围，其中以 1米^3 和 1.5米^3 两种用得最为普遍。

一般来说，对于搅拌坍落度低、骨料粒径大的混凝土场合，以选用自落式的搅拌机为好；对于搅拌干硬性的混凝土，则以选用强制式的搅拌机为好。强制式搅拌机的优点是搅拌时间短，搅

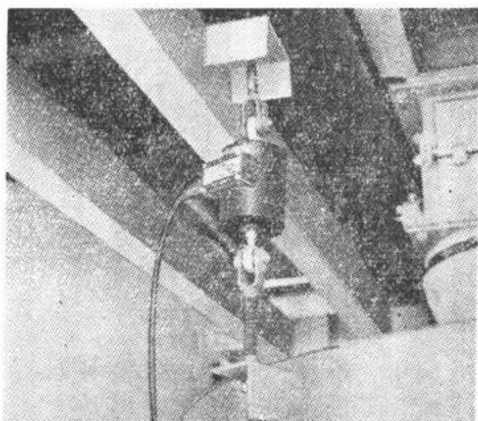


图 1-6 电子称量的传感器

拌质量好，可减低搅拌设备的建筑高度。它的缺点是叶片磨损大、维修费用高。

目前，美国的混凝土搅拌设备仍以选用可倾翻的双锥形自落式搅拌机为主（图1-7）；西欧则以选用强制式搅拌机的形式为多（图1-8）；日本既从美国引进，又从西欧各国引进，所以是二者兼而有之。

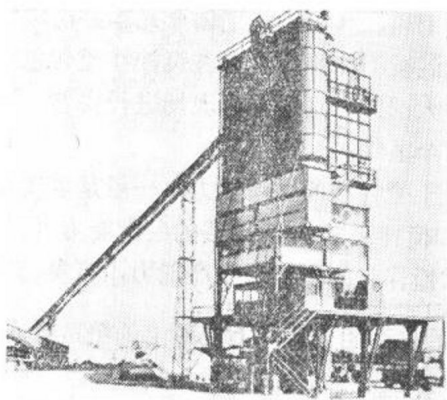


图 1-7 采用自落式搅拌机的设备

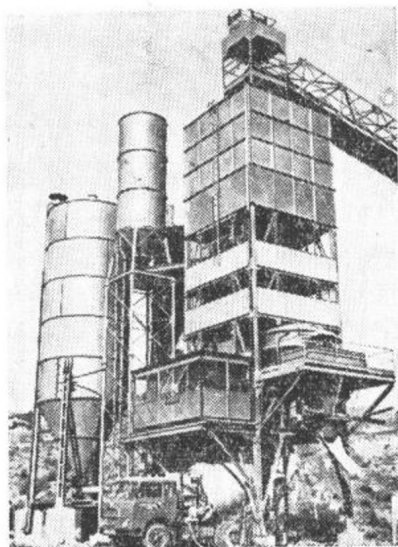


图 1-8 采用强制式搅拌机的设备

第五节 固定式混凝土搅拌楼

固定式混凝土搅拌楼主要是用于预拌混凝土工厂和混凝土制品厂。除此以外，为了修建某些大型工程，诸如水坝、码头等需要大量混凝土的工程，其建设周期需要几年方能竣工的工程，也需要设置固定式混凝土搅拌楼。这种搅拌楼通常也能拆分成几个大部件，并可按大部件分别运输到现场进行安装，安装的时间一般约需要六~八个星期。

固定式混凝土搅拌楼的生产能力，一般是取决于选用搅拌机的台数，容量和搅拌周期，搅拌楼的生产能力可参考表1-2。对于采用可倾翻式搅拌机的搅拌楼生产能力，可参考表1-3。

表1-3所列的生产能力，是指混凝土的坍落度在 $1\frac{1}{2}$ 英寸~3英寸的范围，骨料的最大粒径不超过3英寸的场合。

固定式混凝土搅拌楼一般都配有几台搅拌机，这样既能确保

混凝土搅拌楼的生产能力

表 1-2

搅拌机形式	强制式搅拌机				
用途	预拌混凝土				
搅拌机容量(米 ³ /台)	0.75×1	1.0×1	1.5×1	1.75×1	2.25×1
生产能力(米 ³ /时)	45	60	90	105	124

搅拌机形式	自落式搅拌机					
用途	预拌混凝土			水坝用		
搅拌机容量(米 ³ /台)	0.75×2	1.0×2	1.5×2	0.75×2	1.0×2	1.5×2
生产能力(米 ³ /时)	54	72	90	30	40	60

安装可倾翻式搅拌机设备的生产能力

表 1-3

搅拌机的额定容量 (码 ³)	典型的搅拌时间 (分)	典型的每一周期所需时间 (分)	每小时搅拌次数 (拌次/小时)	每小时生产混凝土量 (码 ³ /小时)
2	1½	2	30	60
3	2	2½	24	72
3½	2¼	2¾	21.8	76.4
4	2½	3	20	80
4½	2⅝ 2¾	3⅝ 3¾	19.2 18.5	86.4 83.1
5	2¾ 3	3¼ 3½	18.5 17.1	92.3 85.7
5½	2⅞ 3¼	3⅞ 3¾	17.8 16	97.8 88
6	3 3½	3½ 4	17.1 15	102.9 90

续表

搅拌机的额定容量 (码 ³)	典型的搅拌时间 (分)	典型的每一周期所需时间 (分)	每小时搅拌次数 (拌次/小时)	每小时生产混凝土量 (码 ³ /小时)
7	3 $\frac{1}{4}$ 4	3 $\frac{3}{4}$ 4 $\frac{1}{2}$	16 13.3	112 93.3
8	3 $\frac{1}{2}$ 4 $\frac{1}{2}$	4 5	15 12	120 96

实施连续生产，而且又很经济。美国的小型混凝土搅拌楼，一般是装有两台2码³的可倾翻式搅拌机；对于大型搅拌楼，一般装有六台或八台4码³的可倾翻式搅拌机。美国目前所建造的搅拌楼所选用的搅拌机容量，大多为2~4码³，很少使用大于4码³的搅拌机。因搅拌机的容量太大，不但搅拌周期长，而且也不易与运输车辆很好的匹配。一般说来，配有六台4码³搅拌机的搅拌楼，比配有四台6码³搅拌机的搅拌楼的生产成本低。

国外对于一台固定式混凝土搅拌楼，通常配以五名工作人员，其中两名为操作人员，一名维修人员，一名质量检验人员和一名技术人员。

现将搅拌楼的构造和性能分别叙述于下。

一、结构

尽管世界各国生产的混凝土搅拌楼的形式有千姿百态，但是它的基本结构还是大致相同的。混凝土搅拌楼的基本组成部分和主要性能列于表1-4。

混凝土搅拌楼的材料输送流程如图1-9所示。

二、上料

固定式混凝土搅拌楼的上料形式很多。骨料的上料方式有皮带输送机和斗式提升机两种。采用皮带输送机上料的混凝土搅拌楼形式如图1-10所示。皮带输送机的输送能力参见表1-5。

采用皮带输送机上料的优点是生产效率高，不受气候的影响，可以连续作业而不易产生故障，维修费用低，只需定期对某