

《国外机械工业基本情况》参考资料

钢筋混凝土机械

国外工程机械基本情况编写组

第一机械工业部技术情报所

一九七九年

内 容 提 要

钢筋混凝土机械是建筑工程和土木工程的重要设备。这份资料简要地介绍了行业情况，并对各类混凝土机械（包括混凝土搅拌设备，混凝土输送车，混凝土泵以及混凝土振实机械）的发展情况作了说明。可供有关领导、编制技术发展规划及从事设计研究的同志们参考。

钢 筋 混 凝 土 机 械 国外工程机械基本情况编写组 (内部资料)

第一机械工业部技术情报所出版

天津红旗印刷厂印刷

中国书店（北京琉璃厂西街）经售

1979年6月北京

代号：79—19 • 定价：0.30元

出版说明

以华主席为首的党中央向全国人民提出了新时期的总任务，全国从上到下一心一意搞四个现代化。机械工业要适应“四化”的要求，必须为国民经济各部门提供现代化的技术装备。为此，需要研究和学习国外机械工业的先进技术和经验。在这种形势下，我们组织有关单位编写一套《国外机械工业基本情况》参考资料。这项工作第一次开始于1973年，1975年基本完成。这次是第二轮，在内容和范围上比上次有所充实和扩大。

这套参考资料按专业分册出版。《国外工程机械基本情况》共分八分册：一分册—工程机械概况（综述，工程施工机械化，标准化、系列化、通用化，科研工作）；二分册—挖掘机械；三分册—铲土运输机械；四分册—工程起重机械；五分册—路面机械、压实机械，六分册—桩工机械；七分册—钢筋混凝土机械；八分册—凿岩机械与风动工具。

编写单位及主要执笔人

一、综述 天津工程机械研究所 宋延兰

二、工程施工机械化 建筑科学研究院机械化研究所 葛庆湘

三、标准化、系列化、通用化 天津工程机械研究所 贾

四、科研工作 天津工程机械研究所 陈强业

五、挖掘机械 天津工程机械研究所 抚顺挖掘机厂 高 衡 贾 毅 彭达武
陈一文 吴恩华

六、铲土运输机械 天津工程机械研究所 谢锦生 王永鑫 刘祖同 林信华
刘玉春 华中杰 吴恩华

七、工程起重机械 北京起重机器厂 长沙建筑机械研究所 田 科 皮齐宝
言 正 黄金新 李道棱 王骆祥 华 凡

八、路面机械 天津工程机械研究所 胡观身 贾 毅

九、压实机械 长沙建筑机械研究所 李道棱 翁炎良 蔡素云

十、桩工机械 长沙建筑机械研究所 顾美珍 王秀龙

十一、钢筋混凝土机械 长沙建筑机械研究所 盛春芳 陶格兰 龚铁平

十二、凿岩机械与风动工具 天水风动工具研究所 葛振兴 周二如 陈宝春

参加这项工作的先后有科研、工厂、大专院校共40个单位、83位同志。此外，一些单位和同志还承担了大量翻译工作。

目 录

一、前 言	1
二、混凝土搅拌设备	2
(一) 商品混凝土搅拌设备的类型	2
(二) 商品混凝土生产的工艺流程	2
1 高式	3
2 低式	3
(三) 生产混凝土的技术设备	3
1 搅拌楼的制造商	3
2 产品技术发展情况	3
三、混凝土搅拌运输车	10
(一) 混凝土搅拌运输车的两种工艺	10
(二) 搅拌运输车的输送距离	10
(三) 搅拌运输车的结构	11
(四) 噪音的防止办法	13
(五) 搅拌运输车存在的一些趋向	13
四、混凝土输送泵	14
(一) 西德、美、日、苏的混凝土泵	14
(二) 目前各国混凝土泵发展的特点	15
(三) 各种类型混凝土泵的比较	16
(四) 混凝土泵的主要技术参数	17
(五) 国外混凝土泵的发展趋势	19
五、混凝土喷射机	20
(一) 混凝土喷射机的分类	20
(二) 喷射混凝土的配套设备	21
(三) 发展趋势	21
六、混凝土振实机械	22
(一) 插入式振动器	22
(二) 附着式振动器	24
(三) 振动台	25

一、前言

二次大战后，在混凝土施工工艺中完成了两项重大的技术变革，一项是商品混凝土的大量应用，一项是混凝土泵的推广，这两项技术变革改变了施工工艺的流程和改变了运输和浇灌的方法。从而提高了工程的质量，降低了工程的造价，加快了工程的进展。

但这两项变革却经历过一段曲折的过程，只是当实际的工程提出了这种要求，并且具备了提供物质装备可能性后才最终完成了这种变革。

商品混凝土1903年出现在西德，但发展很慢，到1960年商品混凝土仅占混凝土总量的5%（320万米³），到1968年有1327家商品混凝土工厂，生产3680万米³，1972年共有工厂2100家，产量达5200万米³，占总产量的48%。

美国是1913年开始生产商品混凝土，1925年商品混凝土工厂已有25家，到1930年增加到100多家，二次大战后发展速度加快，到1950年商品混凝土的产量占混凝土总量的35%，到1960年占70%，1970年美国的商品混凝土公司有4000家，共有混凝土工厂5000个，年产商品混凝土达1.53亿万米³，到1972年商品混凝土的年产量占混凝土总量的84%。

日本是二次大战后才开始生产商品混凝土，1950年年产约1.2万米³，只占当时混凝土总量（24.7万米³）的5%，但到1971年商品混凝土量达1亿米³，商品混凝土生产与销售公司约为2400家，人员为4万名。到1972年商品混凝土的产量占总量的78%。

据1972年的统计，资本主义国家的商品混凝土总量的百分比如下：

美国84%，瑞典83%，日本78%，澳洲68%，英国57%，荷兰56%，西德48%，瑞士45%，比利时和卢森堡42%，意大利28%，法国26%，奥地利14%。

据统计1973年西欧生产的商品混凝土与其它混凝土之间的比例已达到1:0.98。

1975年各国生产的商品混凝土量和生产的工厂数见表11—1。

在欧美日本等国，商品混凝土已发展成为独立的工业部门，它的服务范围很广，包括工业，民用，商业建筑，道路桥梁，港口码头等工程，其中以民用建筑的使用量为最大。由于商品混凝土的大量应用，使城市中的现场分散搅拌逐步由大型的混凝土搅拌楼所进行的集中搅拌所取代。但是商品混凝土的使用存在着局限性，例如必须有搅拌车与它配套使用；它的服务半径有一定的限制；此外它的一次投资量较大，因此分散搅拌仍然占有一定的比例，鉴于这种情况混凝土搅拌设备就沿着二个方向发展。

1. 为了经济上的原因，集中搅拌的搅拌楼（或站）的容量不断增大，技术不断改善，这是搅拌设备发展中的主流。

2. 用于分散搅拌的小型搅拌站也受到重视。

但这两类设备在本质上是相同的，只是技术上采用的手段，以及搅拌机的容量有些差别。

以下分别叙述各类混凝土机械的发展情况

表11—1

国 别	商品混凝土工厂数	商品混凝土量百万米 ³ /年
美 国	10,000	170.00
日 本	3,840	111.29
西 德	2,200	45.10
意大利	1,242	30.21
英 国	1,160	26.72
法 国	969	23.20
西班牙	370	14.60
荷 兰	192	7.02
比利时	159	6.19
瑞 典	280	5.70
瑞 士	270	5.33
芬 兰	110	3.90
奥地利	210	3.50
希 腊	63	2.82
丹 麦	161	2.80
挪 威	140	2.50
爱尔兰	35	1.27

二、混凝土搅拌设备

(一) 商品混凝土搅拌设备的类型

一般可分为固定式和移动式二种。比较大型的搅拌设备，通常都是固定式的。近年来，在搅拌设备的设计方面，一个普遍受到重视的问题是如何缩短其安装时间。比较先进的搅拌设备大多是根据按单元组合的原则进行设计。有些厂商根据不同产量的要求，制造出系列化的搅拌装置。

近来，移动式搅拌设备也日益受到重视，根据1974~1975年的统计，美国大约有12%的搅拌设备是移动式的，在过去没有搅拌设备的地方，或者在混凝土需要量大的施工现场往往设立移动式的。目前，有许多移动式搅拌设备同固定式搅拌设备一样现代化，一样能生产高质量的混凝土。它的产量可大可小，一个8小时的工作日，平均可以生产300~900米³。它的上料，称量和出料工序大多数也实现了自动化。但也有半自动化和人工操纵的，这种设备一般都设计得容易拆装，并能用卡车运到或拖到别的工地去。

(二) 商品混凝土生产的工艺流程

混凝土的生产过程一般由各种混合材料的运输，贮存，计量和搅拌等几个环节所组

成。按其布置方式的不同,混凝土生产厂可分为高式和低式二种型式。

1. 高式: 过去一个时期, 先进的商品混凝土厂, 一般采用高式型式(即塔式)。它的布置方式是把骨料的贮存料仓设置在搅拌设备的上方, 称量装置就设在料仓的下方, 由于重力作用, 材料能自动落入称量装置, 经称量后, 卸入搅拌机或搅拌输送车进行搅拌。这种型式的主要优点是材料只经过一次提升, 节约时间, 提高生产效率。但这种型式的厂房要设计得比较高, 因而投资也较大。

2. 低式: 骨料的贮料仓(或贮料斗)同搅拌设备大体是在同一个水平面上。骨料经提升送至贮料仓(或贮料斗), 在料仓下进行累计称量或分别称量, 然后再用提升斗或皮带输送机送到搅拌机内进行搅拌。这种低式方案的优点是高度低, 特别适合于地震区和风力比较大的地方, 安装拆卸都比较方便, 可以节约投资, 降低生产成本。另外, 因称量装置到搅拌机之间的输送皮带可长可短, 如果工厂需要扩大发展, 需要增加一个称量装置, 也比较容易安排。根据美国1976年的调查, 现在明显的发展趋势是更多地采用低式的工艺流程。

(三) 生产混凝土的技术设备

1. 搅拌楼的制造厂商: 由于商品混凝土的大量应用, 促使了搅拌楼的生产的发展, 目前美国制造混凝土搅拌设备的工厂有30家, 其中著名的有约翰森公司(G.S. Johnsonco), 伯特勒公司(Butler co), 勃罗诺克斯公司(Blow-Knox co), 海采尔公司(Heltzel co), 爱里—斯特雷衣斯公司(Erie-Strayes co)。在欧洲较著名的有英国的温盖特公司(Winget co), 法国的福海衣公司(Fourrey), 西德的爱尔巴公司(Elba), 阿堡公司(Arbau)。日本1950年开始生产混凝土搅拌楼, 由三菱, 石川岛, 日本建机首先制造。1952年石川岛和美国的约翰森公司进行技术协作, 成立石川岛—凯林公司, 开始制造大容量搅拌楼。现在日本生产混凝土搅拌楼的共有九家公司: 石川岛, 北川铁工所, 栗原工业, 光洋机械产业, 新和机械工业, 太平洋金属, 日上, 日本建机和丸友机械。

2. 产品技术发展情况

混凝土搅拌设备主要由原料贮存、输送, 称量和搅拌等三部分所组成。在这几个方面近年来都有某些发展。

(1) 原材料的贮存和输送

骨料的贮存, 通常有筒仓, 堆场和地仓三种形式。筒仓有排列成行的串列式筒仓和塔式筒仓二种。堆场也有分间隔的扇形堆场和按区划分的堆场二种。扇形堆场一般为露天的, 为了防止天气变化对骨料发生影响, 有的也加设屋盖。筒仓比堆场的建设费用大得多, 但是筒仓中骨料的含水量受天气的影响不大, 比较稳定, 在冬季施工时, 骨料需要加热, 由于筒仓的保温性能比较好, 所以加热骨料的热能消耗要比在堆场中加热小得多。此外, 骨料贮存方案选择也取决于场地面积的大小和地形条件。

骨料的贮存量的大小, 一般说来, 与搅拌设备的生产能力有关。并取决于骨料来源和运输效率。如东德每小时生产能力为 60米^3 的搅拌设备, 采用5个间隔的扇形堆场, 骨料的贮存量为 1600米^3 。日本品川商品混凝土工厂每小时生产能力为 210米^3 , 采用6个骨料筒仓, 贮存量为 4000米^3 。但是也和材料的供应情况有关, 如美国圣地亚哥附近的

一家商品混凝土工厂,设计生产能力为每小时153米³,有5个骨料筒仓,只能贮存5000米³骨料,因为这个厂是白天生产,夜间进料。

移动式搅拌站,采用扇形堆场,加设悬臂拉铲的上料形式,目前比较普遍。在一些移动式的搅拌设备中,骨料仓从配料壁上拆开后能全部拖走,这样使骨料仓能在很多工地上重复使用。拉铲设备通常设计在比较高的位置上,这样能明显地提高骨料仓的容积。悬臂拉铲设备装有司机室和回转转盘,工作范围约20米。也有的采用桥式拉铲,由电力驱动的工作装置支承在附设的轮胎上,在扇形面上移动。如果采用自动拉铲则只需一个操作人员,在工作时拉铲在骨料的表面自动铲料。根据需要也可使用手动开关控制,转移到邻近的隔仓内进行工作。在配料壁旁靠近配料口处安装着振动器,通过振动减少砂和砾石的内摩擦,加速进料过程。

为了增加耐磨性能,骨料筒仓有的采用钢纤维混凝土制作,也有的采用瓦楞钢板制作。

水泥都需用筒仓贮存,通过斜置式或水平式螺旋输送机送入水泥称量斗。也有的将水泥筒架设在搅拌机的上方,这样就可以将螺旋输送机省掉。

美国近年来,在一个贮存系统中使用二十多个超声波传感器对贮料筒仓内的料面进行扫描测量,然后通过仪器对测得的讯号加以比较,选出料位最低的讯号,并发出相应的指令讯号,对此时处于最低料位的筒仓加料。采用这种新的设备可以减少操作人员,加速生产运转时间,并在原材料不溢出的情况下,最大限度地利用贮料筒仓,增加贮存能力。

(2)称量装置。现在搅拌工厂的规模愈来愈大,混合材料的品种也逐渐增多,包括各种不同粒径种类的骨料,加气,减水,缓凝,促凝等添加剂以及为了使混凝土便于泵送而增加其它一些附加剂,不同品种的水泥,火山灰材料,以及控制温度的冰等。为了确保混凝土的质量,称量是否精确是一个关键问题。

骨料的配制一般采用叠计称量法,即各种成分的骨料依次在称量容器内进行称量。为了使称量快速进行,在称量容器下安装着油压阻尼器。在配料壁上设置着4~6个料门,这些料门的启闭,在小型设备中使用手动杠杆,在大中型设备中则采用全自动的电气、液压或气动操纵。在称量时料门完全打开,骨料进入称量容器内进行配料,当骨料达到额定数值前某一固定数值时,通过一套自动操纵系统,使料门逐渐关闭,使进入容器内的骨料量逐渐减少,以实现精确配制的目的,当到达额定数值时,则料门完全关闭。

称量系统的控制有三种方式:①按钮式,②额定值电位器,③穿孔卡片。

按钮式是手动的,即磅称上的指针达到预定数值时,按动停止按钮,关闭料门停止供料。

额定值电位器方式,是在带有回转指针的称量盘上设置动作点(即电位器),当回转指针达到预定位置时,即产生电压,控制料仓的料门。动作点的位置根据需要进行选定。

穿孔卡片方式,是一种电气式的称量系统。一种混凝土所需的各种混合材料的重量,用打孔的办法记录在一张卡片上,通过输入装置,将穿孔卡片上的数值转化为电压讯号,并经放大,拖动伺服机构,在电子称内设下预定值。在这种电子称中,称量容器安放在压力传感器上,该传感器产生与负荷成比例的电压,在称量时,测定值不断与预定值进行比较,当接近预定值时,通过电气系统控制料仓门逐渐关小,使供料速度变

慢。当达到预定值时，料门完全关闭。一张穿孔卡上记录保存着一个混凝土配比的各种成分的数值，根据用户需要可以自由选定，改变配比只需调换一张穿孔卡片，操作十分简便。

水泥称量方法与骨料相同，可采用机械或杠杆称或电子称来进行称量。

水量配制一般用叶轮式水表按预定数值通过电磁阀进行控制，在进行水量配制时要考虑骨料的含水量，特别是细骨料的含水量，对混凝土的坍落度有明显的影响。砂的含水量的测定是通过砂的导电性的测定自动进行的，或通过精确度比较高的中子水份测定器进行的。中子水份测定器能测出的湿度可达11%。测出的数字可以自动送入湿度调节器，这个装置即按原来配比的要求增减配制水量。

关于称量精度，各个国家都有统一的标准。例如美国混凝土设备制造厂管理局1973年颁发了一个关于称量设备精确度的规定，其中对于单一称量器的容许误差规定如下：

水泥及其它水泥状物料(如粉煤灰，火山灰等)，所需材料重量的 $\pm 1\%$ ，或称量器最大能力的 $\pm 0.3\%$ 。

骨料，所需材料重量的 $\pm 2\%$ ，或称量器最大能力的 $\pm 0.3\%$ 。

水：所需材料重量的 $\pm 1\%$ ，或称量器最大能力的 $\pm 0.3\%$ 。

附加剂：所需材料重量的 $\pm 3\%$ ，或称量器最大能力的 $\pm 0.3\%$ 。

在自动化的混凝土搅拌设备中，上料，称量，经搅拌机进料，搅拌，卸料等环节是完全互相衔接的。如果称量斗的门不关，进料仓的门就不会开，要在所有的称量斗都关闭以后，所有的称量器都记上“0”，称量斗的进料才会开始。称量斗的全部材料，以及附加剂配量器中的材料都要经过称量并全部平衡以后才能出料。称量斗的门要在斗内全部材料卸完以后才会关闭。另外，如果采用累计称量，即在一个容器内称量一种以上材料的话，则一定在一种材料称毕后，称量器恢复平衡后才开始对第二种材料称量。给倾斜式搅拌机进料也一定要在它倾卸出料并回复到原来位置后才开始的。由于机器各部分的控制互相衔接，因而能保证整个设备按予先调整好的程序进行，可以避免其误动作。如果上一程序出了故障，下一程序就不会进行，出故障的部分并能及时发出指示讯号，以便能很快找出故障发生在哪一部分，并及时予以排除。整个控制系统都集中在操作盘上，由一人操作。有的在操作盘旁还设有工业电视，监视料仓进料情况和汽车式搅拌输送车的调动情况。

和自动化称量系统相配合使用的，还有一个记录打印装置，它能记录每一批混凝土的配合比。记录包括日期，时间，混凝土量（以 m^3 计），批量编号，水泥，砂，石和水的重量，附加剂的种类和重量等。

（3）搅拌机

搅拌机是混凝土搅拌设备中的关键设备，搅拌机的结构性能，在很大程度上决定了混凝土的搅拌质量的好坏和生产率的高低。按照给搅拌机加料是否连续，而将搅拌机分为连续式和分批式（即周期作用式）两大类。作为连续式混凝土搅拌机，由于混合物料在搅拌机内的搅拌时间较短，一般是作成强制式的。对于分批式搅拌机，根据其搅拌原理的不同，又分为自落式和强制式两大类，下面分别予以介绍。

A. 自落式搅拌机：

它的特征是回转的拌筒将混合料带到一定的高度，然后以自落形式进行搅拌。按搅

拌机的拌筒能否倾翻，又将自落式搅拌机分为非倾筒式和倾筒式二种。

a) 非倾筒式搅拌机有二种。其一叫鼓筒形搅拌机，它是发展得最早的一种机型。它的拌筒内装有二种叶片，靠近进料口一侧装有与拌筒母线成一角度的若干进料叶片；靠出料口一侧则装有与拌筒母线平行的若干搅拌叶片。出料口还装有一个出料槽，卸料时，用人工或用液压油缸操纵出料槽转动，将拌筒内已拌好的混凝土经出料槽卸出机外运走。此种搅拌机结构简单，适于搅拌坍落度为7厘米以上的塑性混凝土。由于它不适于拌制干硬性混凝土，卸料时间长等原因，在一些国家如苏联、法国已被淘汰，在日本也是为数很少了。

非倾筒式搅拌机的另一种机型叫反转出料式搅拌机。在它的拌筒内部装有二种叶片，在筒身部分装有两组交叉布置的搅拌叶片和在出料锥部分布置的二块出料叶片。拌筒正向转动时为搅拌，反转时出料。由于搅拌叶片与拌筒轴线成一角度（一般为 45° ）而且搅拌叶片成交叉分布，所以物料在拌筒内除有自落运动以外，还有轴向窜动运动，因而增加了拌筒内物料的搅拌激烈程度，缩短了搅拌时间，提高了搅拌机的生产能力和拌合物的均匀程度。这种搅拌机适合于拌制低流动性混凝土，它的结构也很简单，搅拌质量高，使用按钮操纵，易于实现自动化等优点，从六十年代初开始，就在西德、法、意、苏大量生产。它的搅拌容量一般为 $0.15\sim 1.0\text{米}^3$ 。

b) 倾筒式搅拌机。这种搅拌机按其进料不同，又分为正面进料式和背面进料式二种。它适合于搅拌低流动性混凝土，和大骨料混合物，因此很适合于大型水坝工程和其它大型土木工程中使用。其容量一般在 $1.5\sim 3.0\text{米}^3$ ，也有的大容量已达 9米^3 ，如美国芝加哥的Rexnord搅拌厂就装了二台 9米^3 的倾筒式搅拌机，每小时生产量为 575米^3 混凝土。这种搅拌机的卸料特别快，易损零件少，维护简便，在日本和美国已大量推广使用。

B. 强制式搅拌机

这种搅拌机自1953年瑞典Feimeri公司首先试制成功以后，在其它资本主义国家得到了较快的发展和普遍使用。尤其是西欧，目前移动式的搅拌站中几乎全采用强制式搅拌机。主要原因是它比自落式搅拌机拌制的混凝土的质量要好，搅拌时间短，生产能力高等的缘故。强制式搅拌机的搅拌铲对拌筒内的混合料进行强烈搅拌，特别适用于干硬性混凝土。强制式搅拌机的高度低，可降低上料高度，因而装备了强制式搅拌机的搅拌楼可设计得矮一些。但是强制式搅拌机也有它的不足之处。根据日本资料介绍，强制式与自落式（倾筒式）相比较，强制式的圆周速度为自落式的 $2\sim 3$ 倍，动力消耗为自落式的 $3\sim 4$ 倍，叶片磨耗为自落式的 $7\sim 8$ 倍，衬板和底衬板磨耗为自落式的 $3\sim 4$ 倍，而且机构比自落式复杂，维修费用高，不适于大骨料搅拌等缺点，因此选用时要根据具体情况而定，不能千篇一律。如需要生产干硬性混凝土，则必须采用强制式搅拌机。为了提高搅拌叶片的寿命，搅拌铲一般都采用高强度耐磨铸铁，或者在搅拌铲片上用合金钢焊条进行堆焊，在搅拌筒或搅拌盘上装上更换方便的钢衬板或金属陶瓷衬板（西德爱尔巴公司用）。由于采取这些措施，搅拌铲片的寿命一般约为 1万米^3 ，衬板一般为 4万米^3 。为了适应冬季施工和加快混凝土制品脱模的周转，如西德台卡（Teka）公司生产的强制式搅拌机装有一套蒸汽供给装置，以便通过喷口引入被拌合的混凝土，对混凝土进行热搅拌。苏联也生产有这种类型的CB—112型蒸汽加热混凝土搅拌机，它能拌制

出温度达80°C的热拌混凝土。根据苏联的试验资料,热拌混凝土由搅拌机卸出到成型制品送入养护坑为止的时间为10~15分钟。冷制品蒸汽养护时间为9.5小时,而热制品的养护时间为8小时,加快了脱模周转,提高了生产率。但在试验中发现,在拌制流动性混凝土时,叶片导架和蒸汽管道的周围堆积起大量拌合物,因此整团的拌合物跟着转子进行同步旋转运动,从而延长了搅拌时间,同时也增加了搅拌机构的清洗工作量。

C. 其它类型的搅拌机

a) 无叶片搅拌机。这种搅拌机与一般的搅拌机的搅拌原理完全不同。它的拌筒是一个橡胶制作的园筒,橡胶罐的底部,安装着一个作摇摆运动的摇摆盘,摇摆盘的回转轴是倾斜设置的。如果回转轴转动,摇摆盘上的各点就作上下的简谐运动。各点运动的振幅和加速度因到中心的距离不同而不同,结果靠近盘边缘的粒子具有很大的变化加速度,向各个方向运动。摇摆盘表面的各点的加速度是在0~10g(98.1米/秒²)之间变化着。由于粒子的速度,加速度和方向的变化,从整体看来,各个粒子就和空气分子一样,作杂乱的无规则运动。水泥浆包到所有的颗粒上去,就象气体扩散那样进行,并能在很短时间内完成拌和。

由于这种无叶片搅拌机的拌筒是橡胶,没有叶片,又富有弹性,因而磨损小,寿命长,也不会挤碎骨料,工作后清洗很容易。根据这种搅拌机的特点,它可以搅拌一些用一般搅拌机无法完成的工作。如搅拌膨胀轻骨料混凝土,比重差别极端不同的骨料的混合物,钢纤维混凝土,粘性很大的树脂混凝土等,它都能在很短时间予以有效的分散。它的不足之处是不适合拌制很稀的混凝土,由于水分太多,罐体与混合料之间会形成润滑膜,各颗粒的杂乱运动变成了大团的幌动,这就要使搅拌时间延长。另外由于罐体由橡胶制成,不适于制作得很大,现在的最大搅拌机容量为500升。下面所列出的是由千代田技研工业和美国卡布娄(Carblow)公司技术协作研制出来的,现日本已正式投产的OM型搅拌机规格见表11—2。

表11—2

型式	容量(升)	搅拌能力 (米 ³ /小时)	传动	输出功率 (瓩)	重量 (kg)	尺寸(高×宽×长)	备注
OM 3	3	0.36~0.72	电动机	0.2	50	900×620×5000	电源100V
OM10	10	1.2~2.4	气马达	0.75	140	1200×950×650	空压机
OM30	30	3.6~7.2	油马达	7.5	160	1350×2700×700	油压元件
OM70	70	8.4~1.6	"	15	1000	1850×1950×1500	"
OM150	150	18~36	"	22	1500	2000×2500×1700	"
OM300	300	54~72	"	53	2000	2000×3000×1500	"
OM500	500	90~120	"		2500	2000×3800×1500	"

b) 双水平轴式强制式搅拌机

这是西德BHS公司生产的。共有五种型号(Typ0.25, 1.25, 2.0, 2.5, 3.5),最大的Typ3.5型(每次搅拌出料3.5米³)生产率可达140米³/小时。搅拌机的驱动电动机是水平设置的,由电动机,液力偶合器,减速箱等传动机构组成的动力部分有二套,分

别驱动二根搅拌轴，可以很方便地进行整体更换。由于该机装有偶合器，可以进行负载启动。搅拌机的拌筒底部能打开进行卸料，因而所需卸料时间很短，卸料也很干净。

c) 单水平轴对流式搅拌机

这是西德ELBA公司生产的一种搅拌机，它是由水平拌筒，水平搅拌轴和传动机构等几部分所组成。搅拌轴上装有二种搅拌叶片，即搅拌铲和装在靠近搅拌轴的搅拌螺旋带。搅拌铲将靠近拌筒壁的混合材料推向拌筒的一端。而搅拌螺旋带将靠近搅拌轴的混合料推向拌筒的另一端，因而形成强烈的物料对流运动，能使混合料在较短时间内拌成均质混凝土。搅拌机的卸料，可以将拌筒倾斜由出口口出料，也可以将整机沿斜轨提升到需要的卸料高度再倾斜出料。在后一种卸料方式工作时，搅拌机可摆在地平面工作，因而有上料高度特别低的好处。南朝鲜一家混凝土公司用ELBA公司生产的一台容量为1000升的单轴对流式搅拌机与另一种型号为THZ1500/1000的强制式搅拌机作了对比试验，其对比结果见表11—3。

表11—3

型 号	E L B A	强制式 THZ1500/1000
容 量	1000升	1500/1000升
拌筒直径	1444	2872
转 速	18.3转/分	20.5转/分
线 速 度	1.34m/秒	2.84米/秒
最大电流	40 A	65 A
生 产 率	90秒钟拌 2 罐 128米 ³ /小时	110秒钟拌 2 罐 98米 ³ /小时

由上表可看出，ELBA型搅拌机的拌筒直径比同容量的THZ型的小一半，而搅拌铲的转速又低一些，线速度只有THZ型的一半，因而有消耗动力小，搅拌机构的磨损小，能进行负载启动等优点，是一种有发展前途的机型，当前有10多个国家引进了西德ELBA这项专利。

d) 自落—强制式搅拌机

这种搅拌机是由苏联中央结构设计院设计的，他的考虑出发点是，在现有的搅拌机中的拌合料，大部分处于静止不动状态，只有少部拌合料在工作机构的作用之下。为了提高搅拌机的生产效率，必须增加参与搅拌的拌合物的数量。

这种搅拌机的拌筒是一个椭圆形的容器，在它的一端有一个进出料口，进出料口可由密封关闭机构进行关闭或打开出料。拌筒内装有带螺旋状叶片的强制搅拌轴，搅拌轴是由装在拌筒一端的传动机构来带动的。在拌筒的水平方向装有一短轴，通过一对轴承和轴承座将拌筒支承在机座上，短轴与另一套传动装置相连，它能带动拌筒整体回转。各传动机构所需电能是通过装在短轴上的集流环来供给的。

1969~1972年他们在ANCM对这种自落—强制式搅拌机进行了试验，其试验对比结果见表11—4。

表11—4

循环 混凝土搅拌机	混合物种类	搅拌持 续时间 (秒)	进料容 量(升)	重 量 (P) (公斤)	功 率 N (瓩)	P/V (吨/米 ³)	N/V (瓩/米 ³)
国外强制式混 凝土搅拌机	—	—	250	1350	8.2	5.4	33
		—	500	2300	13	4.6	27
		—	1000	4400	25.7	4.4	25.8
		—	2000	9000	36.7	4.5	18.4
苏联强制式混 凝土搅拌机	重混凝土	60~80	250	1430	4.5	5.72	18
			500	2000	14	4	28
			1200	4035	28	3.36	23.3
苏联自落式混 凝土搅拌机	重混凝土	80~180	250	800	1.1	3.2	4.4
			500	2000	2.8	4	5.6
			1200	3788	14	3.15	11.6
			2400	8120	25	3.39	10.4
自落—强制式混 凝土搅拌机	灰浆重混 凝土和轻 质混凝土	30~60	135	320	1.9	2.37	14

由上表可看出,这种试验机型搅拌时间较短,所耗功率在自落式和强制式之间,但金属用量则比一般自落式和强制式都要低。

(e) 移动式连续混凝土搅拌机

日本的茶谷产业株式会社于1972年从美国引进一项专利,生产一种 6 CM 型移动式连续混凝土搅拌机,据报道,1974年美国有此种搅拌机2000台。

这种搅拌机有一个贮砂料斗和贮石料斗,贮料仓底部有一条输送皮带,将骨料送入后部的搅拌机构,调节料仓的挡板,可以控制骨料流量。骨料贮料斗之后是水泥料斗,水泥配料由水泥底部的螺旋送到输送骨料的皮带上,然后和骨料一起送到后部的搅拌机构。搅拌机由螺旋输送和搅拌浆叶二段所组成,将连续投入的骨料和水以及掺加剂等进行连续搅拌和排出。抬高搅拌螺旋的出料口高度,可以增加混合材料在搅拌机中的停留时间,改善其搅拌质量。但降低了输送生产能力。

这种搅拌机结构简单,没有称量机构,混合物的配合比例是根据水泥的排量来调节的,水泥的排量平均每分钟91.7~93公斤,根据水泥的排量再调整粗、细骨料仓的挡板高度,以控制落入皮带输送机上的粗细骨料层的厚度。从而实现所需配合比的目的。这样一来,生产 1 米³低标号混凝土所用的时间就短,而生产 1 米³高强度混凝土的时间长。

6 CM型连续式搅拌机的料仓,给水系统,搅拌螺旋,传动装置等全部装在一个机架架上,可以整体吊装在卡车上。砂,石,水泥等混合材料可一并放在车上,机动灵活性好,对于混凝土用量小配比要求不十分严格的偏远地区可以显示它的优越性。

三、混凝土搅拌运输车

随着商品混凝土工业的飞速发展，与它配套使用的混凝土搅拌运输车也相应地得到了发展。当然还有其它种类的输送混凝土设备。例如翻斗车、自卸卡车，但从其输送混凝土的质量来看，远不及搅拌运输车。因此，只能使用于短距离，贫混凝土输送时才能考虑，或在一些北欧多山之国，由于搅拌运输车的重心较多，在山地运行有困难时，也加以采用。这时必须附加添加剂以防止混凝土的初凝和离析。

（一）混凝土搅拌运输车的两种工艺

由于混凝土搅拌运输车的出现，使商品混凝土的生产工艺出现了新方法，即分散搅拌混凝土，就是在中心配料站将经过称量的水泥、砂、石子和水等材料装入汽车式搅拌机中，然后在驶向现场的途中搅拌。如果浇灌现场距中心配料站较远时，则在搅拌筒内先装入水泥、砂、石等干料，然后在输送过程中的适当时候，向搅拌筒内加水搅拌。这样可以大大增加混凝土的输送距离。但这种搅拌运输车必须配备有足够容量的水箱。美国使用这种方法较多。

采用分散搅拌时，中心配料站可不必配置混凝土搅拌机。从而降低了配料站的上料高度，又减少了设备投资。但是近来由于对混凝土的质量要求越来越高，而分散搅拌混凝土的质量难以精确控制，因此目前的发展趋势是更多地采用集中搅拌混凝土的方法。即搅拌运输车接受的是搅拌好的商品混凝土。在输往施工地点的途中，搅拌筒进行缓慢的搅动，防止混凝土的离析和初凝，这种方法的优点是对混凝土质量可以更好地加以控制。同时缓慢搅动混凝土消耗的动力不多。不至影响混凝土运输车的行驶速度。实际上现在的搅拌运输车因采用液压传动，搅拌筒的转速能实现无级调速，所以这两种工艺方法均能采用。

（二）搅拌运输车的输送距离

确定搅拌运输车的最大输送距离即服务半径的基本原则是把输送时间控制在混凝土的初凝之前。以保证混凝土得到及时的浇灌。它取决于混凝土的配比、水泥含量、添加剂，底盘型式、道路条件等一系列因素。因此不可能规定一个固定的距离，在一些国家的规范中只是规定了输送和浇灌的时间。

例如瑞典和丹麦的规范规定混凝土必须在搅拌开始后90分钟内浇灌。英国规范规定搅拌运输车的卸料必须在水泥和湿骨料接触后两小时内完成。日本规范规定，采用搅拌运输车时，从搅拌开始算起应在一个半小时内卸料，采用翻斗车时则应在搅拌开始后半小时内卸料。英国材料试验协会C94~71中规定，如果在运输过程中对混凝土加以搅动，则最长的运输时间不得超过一个半小时。如不加搅动则不得超过45分钟。美国工程师协会规定，在30℃以上的气温条件下，必须在45分钟内卸料，卸料后必须在15分钟内浇灌完毕。只有东德根据运输车的种类而规定其供应半径。翻斗车为15公里，缓慢搅动的搅拌运输车为25公里。采用分散搅拌的搅拌运输车为30公里。

根据欧洲混凝土协会1974~1975年的统计，有关混凝土运输车的平均输送距离一般

为 8—12 公里，每天平均运载次数为 5—6 次。

(三) 搅拌输送车的结构

搅拌运输车一般由装载底盘、搅拌筒、搅拌筒驱动装置、给水装置和操纵系统等五个部分所组成。

1. 装载底盘

搅拌运输车的装载底盘，除装载容量很大的运输车为了降低其重心而采用半拖挂式的专用底盘外，一般都利用现有的汽车底盘或稍加改装的汽车底盘。为了改变搅拌筒容量和车型混乱不一的状态，日本运输省对混凝土运输车的搅拌筒容量和使用的汽车底盘作了统一规定。如下表 11—5 所示：

表 11—5

车 别	改装用车辆的 额定装载量 (吨)	拌筒容积 (米 ³)	最大搅拌容量 (米 ³)	拌筒倾斜角度 (度)
大型三轴车	10~11	8.9	4.4	16
大型二轴车	7.5~8	6.3	3.2	18
普通车	4~4.5	3.4	1.6	20

2. 搅拌筒

搅拌筒是装载混凝土的容器，又是搅拌的工作装置。拌筒内壁焊有两条螺旋带形的叶片，它负担着进料、搅拌和卸料三个任务。对于叶片的合理设计是极其重要的。六十年代初期生产的搅拌车，拌筒内叶片是按等螺距设计的，物料的下滑角度 α ，实际是一个变数，愈靠近出料口，下滑角愈小，因此在出料口常常发生堵塞现象。这种结构型式在输送塌落度为 5 厘米以下的混凝土时，进出料都比较困难。必须用铁铲和撬棒予以辅助。现在拌筒的叶片改用对数螺旋以后，拌筒内各处的物料下滑角 α 都是一个常数，有的甚至在出料口处物料下滑角增大到 75°。这样混凝土就不易沾结在叶片上和拌筒口处，加快了出料速度。据日本资料报导，改进后的拌筒，既使对于塌落度为 0~3 厘米的混凝土，卸料也不感到有什么困难。

为了适应运送低塌落度混凝土的需要，美国有的运输车制造厂把容量较大的运输车的拌筒作成油压顶升式的，将拌筒倾翻 20° 左右，这样可大大加快低塌落度混凝土的卸料速度。

3. 搅拌筒驱动装置

搅拌筒驱动装置有机械式和液压式两种。由于近年来液压技术的普及和发展，在运输车上采用液压传动能大大简化机构，方便操作，实现拌筒无级调速运转等突出优点，所以机械式传动的搅拌车所占比例逐渐减少，而液压传动型式的搅拌车所占比例有不断增加的趋势。

(1) 液压传动在运输车中的应用

典型的输送车搅拌筒驱动系统是采用变量泵—定量马达—减速箱—链轮—搅拌筒的驱动方式。

但在变量泵的同轴上还装有一个补油泵，给主油路的回油管路补充液压油。由补油泵接出的一路压力油通过随动阀，推动倾斜油缸，使之改变变量泵斜盘的角度。从而改变油泵的输出油量即改变搅拌筒的转速。当变量泵的输出油量增大时，转速既加快。反之，转速即降低，改变随动阀的阀杆位置，让倾斜油缸推动斜盘，使斜盘改变其倾斜方向，从而改变压力油输出方向，也可改变搅拌筒的旋转方向。

（2）搅拌筒的自动恒速装置

在底盘与搅拌筒公用一个发动机的情况下，道路条件的变化将直接引起搅拌筒转速的波动。从而导致混凝土质量的下降。为了消除这一弊病，可安装自动恒速装置。它是在输送车的液压回路串联了一个具有节流孔的元件。通过节流元件前后的压力差控制一个随动阀。由随动阀位置变化而决定变量泵斜盘的倾斜角度，由此控制变量泵的每转排量。

这套自动恒速系统的调速过程是：当发动机的转速升高时，变量泵的转速也随之增高，每分钟输出油量增大，拌筒转速增高，管路中液压油的流速增大，这时液压油流经节流孔前后所产生的压力差也随之增大，使随动阀阀杆失去平衡而发生位移。这时补油泵的来油经过随动阀进入倾斜油缸，使变量泵斜盘倾角减小，减少变量泵每转排量。这时虽然变量泵的转速升高了，但每转排量减少了。如果调整配合适当，可以保证变量泵每分钟的排量基本保持一个常数。由于拖动拌筒的是一台定量油马达，来油基本保持不变。则油马达之转速也能达到恒速运转之目的。

（3）拌筒回转动力源

输送车搅拌的回转动力源有两种型式，其一是与汽车底盘共用一个发动机；其二是为搅拌筒回转单独设制一个发动机。这两种型式各有利弊，可根据具体条件予以选定。公用一台发动机时，造价相对要低一些。而为搅拌筒回转单独设置一台发动机，虽然投资要大一些，但拌筒的工作状态不受装载底盘负荷的影响，更能保证混凝土运送质量。

动力的取出方式有三种：第一种是由发动机前端（即曲轴前端）引出；第二种是由发动机飞轮引出；第三种是从取力箱引出。这三种动力取出方式都与底盘行走驾驶无关。现在国外的载重卡车上一般都设有动力取出箱，能方便地将动力引出。

（4）拌筒直接传动结构：

过去汽车式搅拌机拌筒最后一级传动大多采用链条传动，因为链条是开式传动，容易磨损而发生故障，平时还要加油保养，比较麻烦。现在的拌筒传动型式，有的采用一台高速齿轮油马达经减速箱直接驱动拌筒轴的直接传动结构。从七十年代起，在欧美和日本等国都得到推广使用。据介绍，这种直接传动结构比过去链条式传动方式可减少40%的传动另件。

4. 给水装置

输送车的给水装置，除了供给搅拌用水外对搅拌筒和进料漏斗的及时清洗也是很重要的。给水装置一般由水泵、水箱和管路系统所组成，水泵由一台小型油马达驱动。有的搅拌输送车不用水泵，而直接用汽车底盘上所配备的气泵向水箱内泵送压缩空气将水压出。这样可以简化机构，降低成本。从使用上来说，亦能满足要求。

5. 操纵系统

搅拌输送车的操纵系统如采用液压传动型式时, 搅拌筒的正转、反转、停止都可以由司机座旁边的一根操纵杆进行操作。搅拌车的后部两侧亦各有一根操纵手柄, 均可进行上述全部操作。它们与驾驶室的那根操纵手柄是连动的。

(四) 噪音的防止办法

输送车的噪音之所以超过规定之数值, 主要是由于发动机的转速提高而产生的发动机声音。例如就输送车拌筒的清洗作业而言, 将水注入拌筒内, 提高拌筒转速, 让拌筒内部的水剧烈流动, 把拌筒内壁和叶片表面附着的混凝土洗掉, 然后排除污水。

进行这项清洗作业时, 拌筒的转速在每分钟15转以上的清洗效果才比较理想。为了得到这样的拌筒转速, 希望使发动机在中速(1200~1500转/分)的范围运转。但是此时拌筒是空载, 负荷很小。一般在发动机里都装有调速器, 在负荷不足的情况下, 调速器不能在这个中速范围内稳定地工作, 转速很快增高, 拌筒也超速回转(20转/分), 噪音也增大。

为了很好解决这一问题, 采用变量马达和变量泵的液压驱动系统是有效的方法之一。当输送车进行清洗作业时, 把变量泵的斜盘放在最大的排量位置, 而把变量马达的斜盘则放在排量较小的位置上。这样一来, 发动机在低转速运转情况下, 能使油马达在低扭矩高转速的工况下工作(此时发动机调速器能起调速稳定作用)。在这种情况下, 发动机的转速降低了, 而拌筒得到了必要的转速。汽车式搅拌机的噪音由于发动机的转速降低而大大被抑制。

有的制造厂在输送车的卸料溜槽内垫上橡胶, 可以起到降低噪音和减少磨损的作用。

(五) 搅拌输送车存在的一些趋向

1. 混凝土的运输成本一般要占混凝土成本的15~20%, 因此对运输的经济性和合理性给予特别重视, 目前输送车的平均运输距离的经济界限为6~10公里。

2. 鉴于对混凝土质量的要求日益增高。今后的搅拌输送车主要将作为输送搅拌好的商品混凝土使用。另一方面的原因是加装湿料比加装干料几乎多50%。

3. 从经济性和机动性考虑, 输送车的合理容量是5~6 M³。一般以6 M³为标准容量。近年来欧洲出售的输送车其容量的比例为5 M³占32%, 6 M³占61%, 只有7%是其它容量的。

4. 采用电子计算机快速而精确地进行复杂的调度工作。据估计采用电子计算机后可降低混凝土成本的15%, 因为目前推广使用的双向无线电系统可以将输送车的信号直接输往中心搅拌设备的电子计算机。

5. 大容量的输送车搅拌筒, 采用独立柴油机驱动。因为输送车一般所需的搅拌功率为8~12马力/米³, 约占汽车功率的15~20%。采用独立柴油机后就不会影响输送车的行驶性能, 而且又改善了经济性。

6. 为了使传动结构合理紧凑, 必须广泛采用液压传动和搅拌筒的直接驱动的结构形式。

7. 对输送车造成的噪音和污染环境日益重视, 通常规定输送车的噪音不得超过