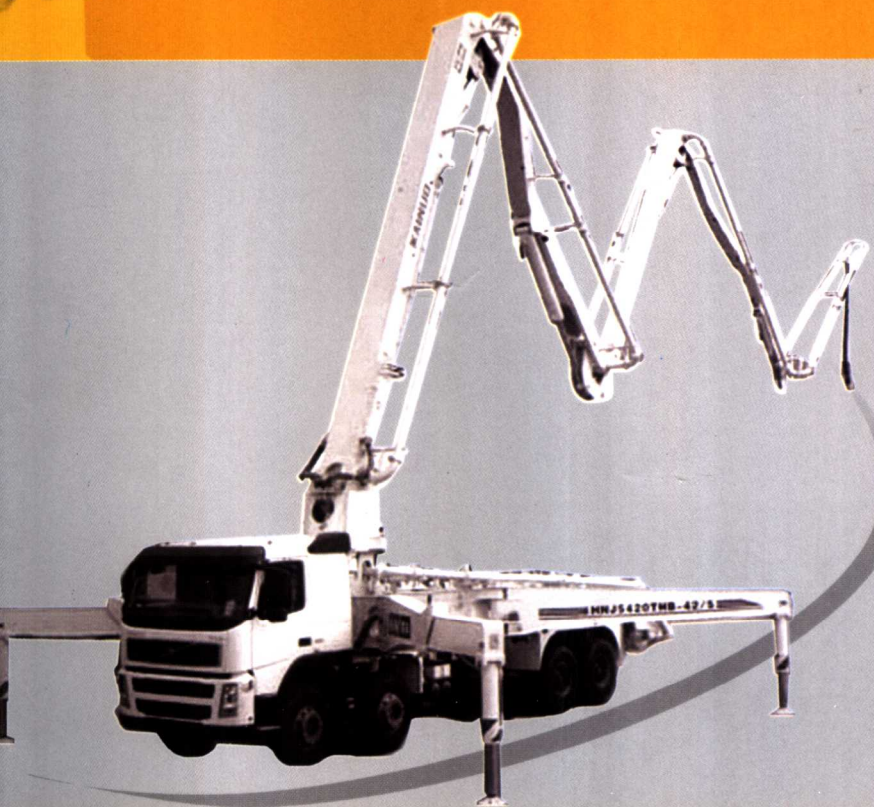


现代混凝土泵车 及施工应用技术

张国忠 主编



XIANDAI

HUNNINGTU

BENGCHENG

SHIGONG

YINGYONG

JISHU

中国建材工业出版社

现代混凝土泵车 及施工应用技术

张国忠 主编

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代混凝土泵车及施工应用技术/张国忠主编. —北京: 中国建材工业出版社, 2004.11

ISBN 7-80159-681-1

I. 现… II. 张… III. ①混凝土搅拌机②混凝土输送泵 IV. ①TU642②TU646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 110825 号

内 容 提 要

本书较全面地叙述了现代混凝土泵车发展现状、施工浇注工艺、设备操作规程、故障与处理, 分析了混凝土泵车总体结构, 介绍了混凝土泵以及混凝土泵车液压、电气、润滑和清洗系统, 还用一定的篇幅论述了泵车研究与设计方法和一些有特色的泵送装置, 最后还介绍了一些有影响的混凝土泵车生产企业及其产品。

本书可作为从事混凝土机械工作的技术管理、设计、施工、设备操作与维修人员用书, 也可供机械类、土木工程类专业的大、中专院校师生学习参考。

现代混凝土泵车及施工应用技术

张国忠 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 18.25

字 数: 449 千字

版 次: 2004 年 11 月第 1 版

印 次: 2004 年 11 月第 1 次

书 号: ISBN 7-80159-681-1/TU·357

定 价: 32.00 元

网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386904

前 言

《现代混凝土泵车及施工应用技术》主要包括混凝土泵送技术的发展；泵送施工技术、泵车的操作、泵车的总体和各分总成的结构及工作原理；泵车的故障及维修；泵车研究分析方法以及一些有特色的泵送装置；还介绍了国内外典型泵送设备。

本书是从现代施工技术出发，针对目前尚无专门书籍介绍混凝土泵车现状而撰写的，以供相关管理人员、操作人员、泵车维修人员、设计研究人员以及大、中专师生学习阅读。混凝土泵送技术发展迅速，泵车结构复杂，新技术含量高，一本较为全面著述的书正是广大混凝土工作者期望的。同时，写这一本书也是抛砖引玉，期望有更多的此类书籍面世，以适应混凝土泵送技术从大城市向中、小城市推广应用。

现代建筑施工技术是一项系统集成技术，它包括先进的管理技术、先进的施工工艺和先进的技术设备。在本书编写过程中作者虽然注意到了这一点，但由于篇幅所限，无法进一步展开，望读者谅解。

特别要说明的是，本书在策划与编写过程中得到了普茨迈斯特机械（上海）有限公司、施维英公司、三一重工企业集团、中联重科、湖北建设机械股份有限公司、海诺集团、徐州天地重型机械制造有限公司、山东鸿达集团、山东方圆集团、安徽星马、沈阳铁厦商品混凝土有限公司、沈阳大学、东北大学等单位的鼎力支持与帮助，在此一并表示由衷的谢意。

本书在编写过程中，周淑文博士、于哲峰博士以及周易硕士、欧阳效城硕士在撰写内容、文字编辑、图形设计等方面做了不少有益的工作，在此亦表示谢意。

参加本书编著的有王福良、赵宇明、黄晓云、徐万红、蒋玉杰、陈德凯、赖征海、富娜、唐传茵、阎俊华。

本书在编撰过程中，参考了许多相关文献资料，得到了一些商品混凝土公司的大力支持，这里谨向文献资料的作者及同行表示感谢。

现代机械集机、电、液、气为一体，它内容广博，涉及多领域学科知识，受作者水平和实践经验所限，书中难免有许多不足和疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

2004 年 10 月

目 录

第 1 章 混凝土泵送设备及其发展	1
1.1 概述	1
1.2 混凝土泵送技术的发展	2
1.2.1 国外混凝土泵送技术的发展概况	2
1.2.2 我国混凝土泵送技术的发展概况	9
1.3 混凝土泵送技术的发展趋势与存在问题	12
1.3.1 国内泵送技术发展趋势	12
1.3.2 国外泵车发展趋势	13
1.3.3 我国混凝土泵送机械发展的历史任务	15
1.4 混凝土泵车基本知识	16
1.4.1 混凝土泵车在生产中的地位	16
1.4.2 混凝土泵车的选择与技术管理	17
1.4.3 混凝土泵车的组成与分类	17
1.4.4 混凝土泵车构造	20
1.4.5 混凝土泵与混凝土分配阀	20
1.5 混凝土泵车试验方法	23
1.5.1 一般试验条件	23
1.5.2 混凝土泵车的验收	23
1.5.3 试验前的空运转	24
1.5.4 混凝土泵车主要结构参数和技术特性参数的测定	24
1.5.5 混凝土泵车性能试验	27
1.5.6 作业稳定性试验	29
1.5.7 可靠性试验	29
第 2 章 现代混凝土泵车施工技术	32
2.1 泵送混凝土的供应	32
2.1.1 泵送混凝土的基本成分	32
2.1.2 泵送混凝土的拌制	37
2.2 混凝土的泵送与浇筑	39
2.2.1 泵送前的准备	39
2.2.2 混凝土的泵送	40
2.2.3 混凝土的浇筑	42

2.3 轻集料混凝土的泵送施工	45
2.4 长距离泵送高强轻集料混凝土的施工	46
2.4.1 事先研究试验	46
2.4.2 施工业绩	48
2.5 超高层的混凝土泵送施工	49
2.5.1 施工情况	49
2.5.2 泵送施工技术的关键	50
2.6 泵送混凝土施工实例	51
2.6.1 大体积混凝土设备基础	51
2.6.2 电厂主厂房基础	54
2.6.3 大型沉井	55
2.6.4 高层建筑与构筑物	57
2.7 泵送混凝土的质量控制	61
2.7.1 原材料的质量管理	61
2.7.2 混凝土搅拌、运输过程中的质量管理	62
2.7.3 混凝土泵送过程中的质量管理	62
2.8 特殊温度下泵送混凝土	63
2.8.1 在高温下泵送混凝土	63
2.8.2 在低温下泵送混凝土	63
第3章 混凝土泵车的操作	64
3.1 设置现场	64
3.1.1 检查现场	64
3.1.2 空间与地面设置	65
3.2 投料	66
3.3 支腿操作	68
3.3.1 支腿操作的准备工作	68
3.3.2 支腿操作	69
3.4 臂架操作	70
3.4.1 臂架作业安全	70
3.4.2 臂架操作	71
3.5 泵送操作	76
3.5.1 泵送准备工作	76
3.5.2 泵送操作过程	77
3.5.3 泵送结尾工作	82
3.6 洗涤	82
3.6.1 吸入洗涤	83
3.6.2 高压水洗涤	83
3.6.3 压缩空气清洗	84

3.7 行驶位姿	85
3.8 操作盒与遥控器的操作	86
3.8.1 操作盒的操作	86
3.8.2 遥控器的操作	88
第4章 泵车的总体结构与主要技术参数	90
4.1 泵车的总体结构	90
4.1.1 泵车底盘和泵车的取力装置	91
4.1.2 泵送系统	92
4.1.3 布料装置	92
4.1.4 支腿装置	92
4.2 泵车的布料装置	94
4.2.1 布料装置的组成和回转机构	94
4.2.2 布料装置的基本类型	95
4.2.3 布料杆的节数和折叠方式	97
4.2.4 布料杆的布料范围	97
4.2.5 臂架布料杆的结构与强度计算	99
4.2.6 输送管路的结构设计与安装	102
4.3 混凝土泵车的主要技术参数计算	106
4.3.1 泵送压力与输送距离	107
4.3.2 混凝土排出量	109
4.3.3 泵送能力指数	111
4.3.4 混凝土坍落度和适应范围	113
4.3.5 料斗及集料尺寸	113
4.3.6 整机外形尺寸	114
4.4 泵车底盘	114
4.4.1 泵车底盘的选择	114
4.4.2 泵车各工作装置的驱动功率	115
4.4.3 发动机功率的选择	115
4.4.4 泵车总质量和臂架质量	116
4.4.5 泵车底盘型号选择	117
4.4.6 轴距与轮距	117
4.5 泵车的稳定性分析	117
4.5.1 部件重心的计算	118
4.5.2 泵车行驶时的稳定性计算	118
4.5.3 泵车工作时的稳定性计算	120
4.5.4 泵车稳定性计算实例	122

第5章 混凝土泵	123
5.1 引言	123
5.1.1 混凝土泵的功用	123
5.1.2 混凝土泵送工艺	123
5.1.3 混凝土泵的性能参数	124
5.1.4 混凝土泵的发展趋势	125
5.2 混凝土泵的结构及原理	126
5.2.1 混凝土泵基本结构	126
5.2.2 混凝土泵的分类方法	126
5.2.3 混凝土泵的工作原理	128
5.2.4 混凝土泵的选型	129
5.3 混凝土泵液压系统	130
5.3.1 混凝土泵液压系统总体分析	130
5.3.2 几种典型的液压系统	131
5.3.3 混凝土泵分配阀	138
5.3.4 混凝土泵缸及密封方法	142
5.4 混凝土泵料斗	146
5.4.1 料斗功用	146
5.4.2 料斗基本结构	146
5.5 混凝土泵润滑及清洗系统	148
5.6 混凝土泵设计	149
第6章 混凝土泵车液压传动系统	150
6.1 混凝土泵车液压系统	150
6.1.1 混凝土泵车主液压系统	150
6.1.2 混凝土泵车臂架支腿和转台液压系统	151
6.1.3 混凝土泵车的搅拌和冷却液压系统	152
6.1.4 水洗液压系统	152
6.2 国内典型混凝土泵车液压系统简介	153
6.2.1 中联重科 ZLJ 5291THB 125-37 型混凝土泵车液压系统	153
6.2.2 海诺 HNJ 5380THB 型混凝土泵车液压系统	157
6.2.3 三一重工混凝土泵车液压系统	159
6.3 混凝土泵车液压传动基础知识	160
6.3.1 液压传动的基本原理和组成	160
6.3.2 液压泵和液压马达	161
6.3.3 混凝土泵中常用的液压缸	161
6.3.4 液压阀	162
6.3.5 辅助装置	164

6.3.6 混凝土泵车中常用的液压基本回路	166
6.4 液压油	169
6.4.1 液体的性质	169
6.4.2 液压油的选择和使用	170
第7章 混凝土泵车的其他系统	171
7.1 混凝土泵车的电控与操纵系统	171
7.1.1 混凝土泵车电气原理图	172
7.1.2 电源与遥控装置	177
7.1.3 可编程控制器主模块	180
7.1.4 电气控制部件	181
7.1.5 操作箱与控制装置	184
7.1.6 臂架控制和支腿控制	185
7.1.7 有线控制	187
7.2 混凝土泵车的润滑系统	189
7.2.1 泵车润滑点分布	190
7.2.2 润滑系统回路	192
7.2.3 润滑系统驱动油泵	195
7.2.4 润滑油槽	196
7.2.5 润滑油、润滑脂	196
7.3 混凝土泵车的清洗系统	198
7.3.1 高压水泵及清洗回路	200
7.3.2 喷水泵	201
7.3.3 输水管道与洗具	203
7.3.4 水箱	204
第8章 混凝土泵车的故障与维修	206
8.1 液压系统故障	208
8.1.1 液压系统的常见故障分析	208
8.1.2 液压系统的油温过高	210
8.1.3 润滑系统常见故障	211
8.2 堵管故障	212
8.2.1 故障现象及处理方法	212
8.2.2 常见的堵管问题分析	212
8.3 换向系统故障	218
8.3.1 泵车换向系统的组成和特点	218
8.3.2 常见故障与排除	219
8.4 混凝土缸与活塞磨损问题	220
8.5 搅拌系统常见故障	221

8.6 电气系统故障	222
8.7 臂架与支腿机构故障	222
8.8 混凝土泵车底盘的故障诊断与排除	223
第9章 混凝土泵车研究方法及其新技术	226
9.1 混凝土泵车布料机构计算机仿真	226
9.1.1 布料机构仿真的目的和内容	226
9.1.2 布料机构仿真原理	227
9.1.3 泵车布料机构的运动仿真	227
9.1.4 布料机构包络图仿真	229
9.1.5 混凝土泵车性能曲线仿真	231
9.1.6 混凝土泵车 CPCWD 软件系统	232
9.2 混凝土泵车设计新方法	233
9.2.1 混凝土泵车的优化设计	233
9.2.2 泵车布料机构有限元动态分析	235
9.2.3 混凝土泵车的虚拟现实技术	238
9.3 现代混凝土泵车新技术	241
9.3.1 布料机构自主规划控制及泵车浇注自动化	241
9.3.2 泵车典型结构及系统	245
9.3.3 其他混凝土施工设备	249
第10章 国内外主要混凝土泵车产品介绍	253
10.1 普茨迈斯特混凝土泵车	253
10.2 施维英公司混凝土泵车	256
10.3 三一重工企业集团混凝土泵车	258
10.4 中联重科混凝土泵车	261
10.5 湖北建设机械股份有限公司混凝土泵车	264
10.6 海诺集团公司混凝土泵车	268
10.7 徐工集团徐州重型机械厂混凝土泵车	270
10.8 安徽星马混凝土泵车	274
10.9 山东鸿达建工集团有限公司混凝土泵车	274
10.10 方圆集团混凝土泵车	276
参考文献	279

第1章 混凝土泵送设备及其发展

1.1 概 述

在混凝土工程施工过程中,混凝土机械需求量很大,广泛应用于工业、民用建筑以及国防施工等工程建设。在工业发达国家混凝土机械生产的先进程度标志着一个国家制造业的水平。经过几十年的发展,我国混凝土机械已成为建设机械重要组成部分。尤其是混凝土行业不失时机地在1988年10月咸阳全国混凝土机械行业大会上提出了发展我国混凝土搅拌站(搅拌楼)、混凝土搅拌输送车、混凝土泵车(包括混凝土泵)、散装水泥运输车的“一站三车”的战略口号,加速了我国商品混凝土机械的发展。在20世纪90年代初期,我国混凝土机械的生产已初具规模,年产搅拌机为12~14万台、搅拌输送车约800~1000辆、混凝土泵(包括臂架式混凝土泵车)约1300~1500台左右、散装水泥车约800台左右。到20世纪末期,国产商品混凝土机械的市场占有率已达85%以上,其总量分布及产品增量情况大致如下:

①混凝土泵销售量。2001年总销量2400~2600台,2002年为2900台左右,2002年上半年约增长20%~25%左右。2002年混凝土泵生产排序为三一重工、中联重科、山东方圆集团。

②混凝土泵车销售量。2001年总量为300台,2002年约500多台,年增长大约为106%。三一重工、中联重科和普茨迈斯特公司分列销售业绩前三名。

③混凝土搅拌输送车。2001年13家生产企业统计销售量为2336台,其中销售量较大的有安徽星马527台,辽宁海诺425台,上海华建371台,唐山专用汽车制造厂368台,徐州利勃海尔混凝土机械有限公司297台。2002年混凝土搅拌输送车销售形势大好,达3500余台,其中上海华建年产800余台,产销都比上年度翻一番,创历史记录。

④混凝土搅拌站(楼)销售量。据2001年14家混凝土搅拌站(楼)生产企业的统计,销售混凝土搅拌站(楼)554台套,2001年混凝土搅拌站(楼)总销量约为700~750台套。而据26家生产企业的统计,2002年生产销售混凝土搅拌站(楼)900台套,比2001年增长66%,由此可看出大型混凝土搅拌站(楼)增长势头强劲。

⑤混凝土搅拌机销售量。据13家生产企业的不完全统计,2002年生产混凝土搅拌机20809台,其中自落式搅拌机15486台,强制式搅拌机5324台,自落式与强制式之比约为3:1。

⑥散装水泥运输车。2001年3家生产企业统计共销售散装水泥运输车1500余辆,其中安徽星马一家就达1013辆,唐山专用汽车制造厂296辆,中建二局洛阳建机190辆,全国总销量大约在2000辆左右,2002年达3000辆的水平。

混凝土机械的发展是伴随商品混凝土需求而发展起来的。国外一些经济发达的国家,如美国、瑞典、日本等,商品混凝土的生产比重已经占到90%以上。

我国颁布的《散装水泥发展“十五”规划》发展目标要求,直辖市、省会城市、沿海开

放城市和旅游城市要积极发展预拌混凝土；其他城市 2005 年底起，禁止在城区现场搅拌混凝土。到 2005 年，预拌混凝土生产能力要达到 3 亿 m³，预拌混凝土占混凝土浇筑总量的比例将达到 20%，其中大中城市要达到 50% 以上。据统计，2002 年全国商品混凝土总量约 1.3 亿 m³（表 1-1）。在今后 3 年时间里将要增加 2 亿 m³ 的供应能力，这给混凝土机械行业提供了巨大的发展商机。

表 1-1 2002 年全国 30 个省（市）商品混凝土生产情况统计表

序 号	省（市）区 名称	生 产 设 备				设计能力 × 10 ⁴ （m ³ /a）	实际产量 × 10 ⁴ （m ³ /a）	企业总数 （个）
		搅拌机（台）	运输车（辆）	混凝土泵（台）				
				车泵	拖泵			
1	上海	249	1756	245	65	3725	2515	141
2	广东	356	2713	36	150	5005	2413	178
3	北京	197	1807	195	127	3303	1753	81
4	江苏	186	1188	183	168	2384	1352	93
5	浙江	139	617	69	113	1682	843	36
6	辽宁	141	1081	136	63	800	677	77
7	山东	120	1100	22	96	750	580	70
8	天津	101	531	79	66	1242	551	36
9	云南	73	220	23	94	466	377	20
10	福建	37	176	31	58	407	355	25
11	陕西	67	354	59	43	656	280	29
12	重庆	41	295	16	120	495	271	21
13	成都	45	331	8	139	405	257	15
14	山西	53	302	48	42	265	211	24
15	武汉	75	310	37	68	510	203	33
16	安徽	50	230	30	47	550	200	30
17	新疆	24	154	14	70	630	172	12
18	河北	28	16	11	45	300	150	14
19	河南	33	209	14	42	776	134	14
20	贵州	24	138	2	65	170	101	10
21	湖南	12	42	6	16	155	80	7
22	广西	13	104	6	24	265	77	6
23	吉林	26	139	14	47	150	71	14
24	甘肃	17	76	11	38	200	70	8
25	江西	25	160	28	30	250	65	15
26	黑龙江	27	170	18	26	224	63	17
27	青海	6	32	3	6	75	55	3
28	内蒙	15	48	7	6	50	22	5
29	宁夏	3	18	3	6	50	13	3
30	西藏	3	12	0	4	15	3	2
合计		2186	14473	1354	1884	26405	13914	1039

1.2 混凝土泵送技术的发展

1.2.1 国外混凝土泵送技术的发展概况

(1) 德国

据考证，1907 年德国就开始研究混凝土泵，并取得专利权，制造出第一台混凝土泵。1927 年德国的弗利茨·海尔（Fritz Hell）设计了一种新型混凝土泵，并第一次获得应用。到

1930年，德国又制造了立式单缸球阀活塞泵（图1-1）。由于这种泵是靠曲柄和摇杆传动，又是立式单缸，因而工作性能较差。其后德国的托克里特（Torkret）公司仿照生产了荷兰人库依曼（J·C·Kooyman）在1932年发明的库依曼型混凝土泵（图1-2），这种泵有一个卧式缸及两个由联杆操纵纵联动的旋转阀，从而极大地提高了混凝土泵工作的可靠性。至今，混凝土泵仍然保留着这种设计的基本特点，只是在动力机构和阀门方面进行了改进。

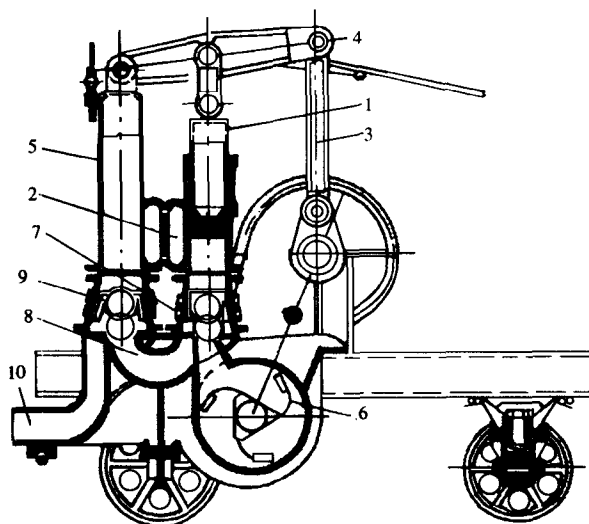


图 1-1 立式单缸球阀活塞泵

1—活塞；2—混凝土缸；3—联杆；4—摇杆；5—气筒；6—喂料叶片；
7、9—球阀；8—连通管；10—混凝土输送管

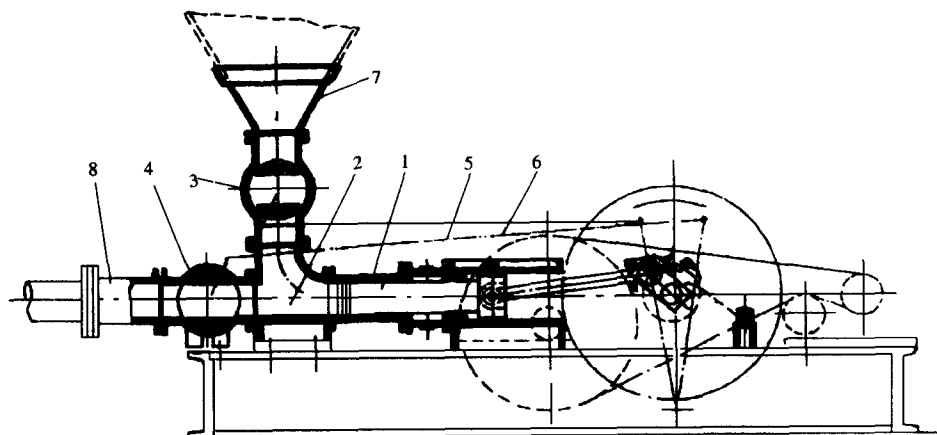


图 1-2 J·C 库依曼型卧式缸混凝土泵

1—活塞；2—混凝土缸；3—吸入阀；4—排出阀；5—操纵吸入阀的联杆；6—操纵排出阀的联杆；
7—料斗；8—混凝土输送管

20世纪50年代中叶，前联邦德国的托克里特公司发明了用水作为工作介质的液压泵，这使混凝土泵进入了一个新的发展阶段。1959年，前联邦德国施维英（Schwing）公司生产

了第一台真正意义上的全液压的混凝土泵，从而奠定了现代混凝土泵的技术基础。到 20 世纪 70 年代中期，前联邦德国有 7、8 家公司生产液压混凝土泵，规格型号超过 50 余种，产品大部分出口，混凝土泵的输送距离已达水平距离为 600m、垂直距离为 90~110m，泵送压力最大达 20MPa，输送量为 110~160m³/h。由于液压式混凝土泵在性能上显露出明显的优势，到了 70 年代末期全世界液压混凝土泵（车），无论在品种、数量上都占据了优势。

前联邦德国拥有一些规模较大的混凝土泵制造企业，如施维英（Schwing）、普茨迈斯特（Putzmeister）、埃尔巴（Elba）、特卡（Teke）、莱西（Reich）、LSB、威欣（Waitzinger）、利勃海尔（Liebherr）、威格特（Winggent）、托克里特（Torkret）和赛勒（Scheele）、施泰特（Stetter）等公司，皆拥有较大的生产能力，产品性能一般都较好。20 世纪 90 年代初期，德国生产的混凝土泵，最大排量为 159m³/h，最大水平运距达 640m，最大垂直运距为 62m。

德国施维英公司自 1965 年开始生产混凝土泵车，1968 年推出 42m 布料杆泵车。1982 年该公司摒弃了刚注册专利的“S”管阀后，推出了裙阀。与“S”形管阀相比，裙阀零部件受力情况得到改善，阀室流道短，结构紧凑，并一直独家享有此专利。随后在 20 世纪 80 年代中期，施维英公司又开发了臂长为 50m 的泵车，并且产品已形成系列化。混凝土泵车布料杆的垂直高度为 16~52m，共 13 个品种，其混凝土输送量为 56~150m³/h，布料杆节数有二节、三节，最多有四节，最大混凝土输送压力为 5.5~10.8MPa，泵车底盘驱动形式最大 10×6。大中小机型规格齐全，便于用户选用。施维英 KVM 泵车性能和作业姿态见表 1-2 和图 1-3。同时该公司亦很重视塔式臂架泵的开发，这种高大的泵送设备特别适用于工期较长的大型工程和在预制构件厂中装备应用，其产品性能见表 1-3。

表 1-2 施维英 KVM 泵车主要技术性能

型 式	输送管规格 (mm)	臂架最大离地 高度 (m)	臂架水平伸长 (m)	折叠后尺寸 (m)	铰接臂杆数 (个)	浇灌软管长度 (m)
21	DN125	20.8	17.55	3.25/10.2/15.75	3	4
23-4H		22.7	19.05	3.65/10.5/18.6	4	4
26		25.5	21.9	3.7/11.5/18.8	3	4
28		27.7	24	3.7/12.25/20.3	3	4
31		30.75	27	3.7/13/21.9	3	4
36		35.8	32.1	3.7/12.4/20.2/28	4	4
42		41.65	38.05	3.6/13.9/23.15/32.4	4	5
52		51.2	48	3.2/12.2/25.2/38.2	4	3

表 1-3 施维英 KVM 型塔式臂架主要技术性能

型 式	29/25-100 -112	31/27-125	35-125	37-125	40-125	42-125	50-125
输送管直径 (mm)	DN100	DN125	DN125	DN125	DN125	DN125	DN125
	112						
臂架最大伸长 (m)	25	27	35	37	40	42	50
各段臂杆长度 (m)	8.55	9.35	14.7	16.7	18.2	20.2	20.25
	8.05	8.85	11.2	11.2	11.2	11.2	3×9.25
	8.40	8.85	8.6	8.6	8.6	8.6	

续表

型 式	29/25 - 100 - 112	31/27 - 125	35 - 125	37 - 125	40 - 125	42 - 125	50 - 125
铰接臂杆数 (根)	3	3	3	3	3	3	4
臂架回转范围 (°)	370	370	720	720	720	0	720
自立管式撑架长度 (m)	12	14	—	—	—	—	—
塔架高度 (m)	—	—	24	24	30	30	40
负载功率 (kW)	15	15	15	15	15	15	26
浇灌软管长度 (m)	6/5	4	4	4	4	4	4

德国普茨曼斯特公司生产的混凝土泵车布料杆的长度也有 13 种。布料杆的垂直高度 16 ~ 62m, 布料杆节数最多为五节, 混凝土输送量 66 ~ 200m³/h。该公司生产的 M62 型泵车, 臂架长度 58m, 五节臂, 垂直布料高度 62m, 最大输送量 200m³/h, 底盘形式 12 × 6, 总重 62t, 是当今世界上最大的混凝土泵车。表 1-4 列举了德国普茨曼斯特公司生产的 BRF 系列混凝土泵车技术参数, 由表 1-4 中可见该公司泵车技术发展已相当成熟。

普茨曼斯特公司生产的混凝土泵车采用了最具特点的“C”型管阀 (又称象鼻阀), 应用该阀的好处是: ①泵车上的混凝土输送管比较好布置; ②混凝土输送车可从料斗的三个方向进行上料作业; ③由于料斗内没有混凝土分配阀摆轴的妨碍, 故提高了混凝土泵的吸入效率; ④“C”型管阀通径变化平缓, 弯管半径较大, 从而减少了混凝土在分配阀中的阻力和堵塞现象。

近年来普茨迈斯特公司生产了支承宽度仅为 3m 的混凝土泵车, 使泵车可在狭窄的建筑工地作业。该公司生产的 BRF2112H 型泵车采用外斜支承, 而减轻了整机重量, 臂架的运动和泵的工作利用无线电遥控, 并采用了集中润滑, 使液压系统符合节能要求。

普茨迈斯特公司作为闭式液压系统的代表, 坚持采用闭式系统, 不断地提高和完善控制功能, 使混凝土泵工作更精细、更可靠; 坚持采用电开关换向, 独立的摆动油缸控制系统, 把技术特点放在主油泵排量的控制上。

在产品开发、制造的同时, 普茨迈斯特公司也十分注重产品的使用、维修与服务技术的研究。为搞好产品技术服务, 提高产品信誉, 指导用户使用、维修、保养, 该公司设计了一套计算机管理程序 (PM - DAISY 程序)。用户将泵车的工作状态、作业对象等信息传输到控

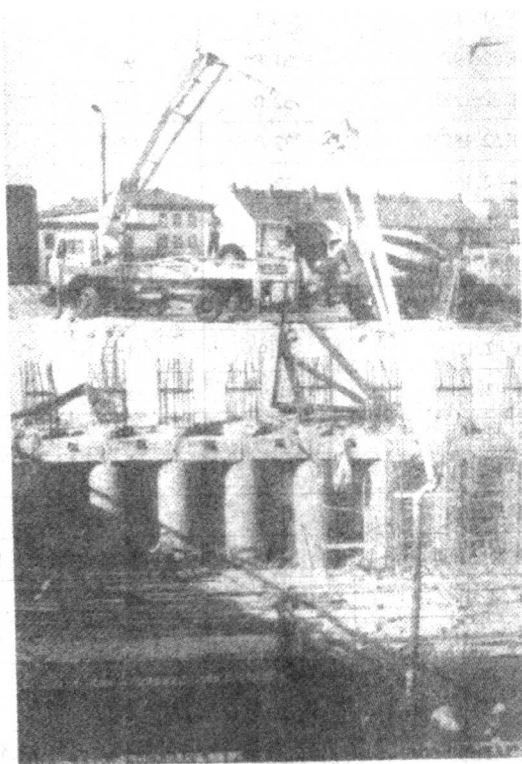


图 1-3 施维英 KVM31 型混凝土泵车在工作

制中心的计算机中, 根据实时记录下的数据, 通过 PM - DAISY 程序的分析, 最后给出对产品是否进行维修服务、更换零件的指令。在测试方面, 德国埃尔巴公司提供一种试验台, 使购泵者能做模拟试验, 能测定混凝土泵的所有主要性能参数, 如压力、流量、温度、发动机转速、转矩及应力等。

表 1-4 普茨迈斯特 BRF 系列混凝土泵车相关参数表

型号 \ 参数	臂架高度 (m)	理论输送量 (m ³ /h)	泵送混凝土 压力 (MPa)	臂架长度 (m)	臂架节数 (节)	回转速度 (r/min)
BRF 28.09	27.4	90	7.5	23.7	3	0.50
BRF 28.12	27.6	90	11.2	23.8	4	0.60
BRF 31.16H	30.5	116	13.0	26.5	5	0.44
BRF 32.09EM	31.8	90	7.5	28.1	4	0.40
BRF 32.12EM	32.0	116	11.2	28.1	4	0.50
BRF 32.15EM	32.0	150	11.2	28.1	4	0.50
BRF 32.16H	32.0	160	13.0	28.1	4	0.50
BRF 32.09	35.7	90	7.5	32.1	4	0.40
BRF 36.12EM	35.9	116	11.2	32.0	4	0.40
BRF 36.15EM	35.9	150	11.2	32.0	4	0.40
BRF 42.12EM	41.9	116	11.2	38.0	4	0.40
BRF 42.15EM	41.9	150	11.2	38.0	4	0.36
BRF 44.16H	43.7	160	13.0	41.7	5	0.36
BRF 46.15EM	45.5	150	11.2	41.9	4	0.34
BRF 52.16H	51.7	160	11.2	48	5	0.30
BRF 55.15EM	54.8	150	13.0	50.8	4	0.28
BRF 55.20H	54.8	200	8.5	50.8	4	0.28
BRF 62.15H	61.7	150	11.2	58.1	5	0.20

(2) 美国

美国也是混凝土泵发展较早的国家。1913 年美国考纳尔 (Cornell) 取得专利权, 并制造出第一台混凝土泵。在 20 世纪 30 年代中期, 美国的钦贝尔特 (Chain Belt) 公司得到了生产荷兰库依曼型混凝土泵的特许, 陆续制造了具有活塞式混凝土泵雏形的库依曼型混凝土泵, 并在混凝土工程施工中得到应用, 但直至第二次世界大战, 混凝土泵仍处于小规模试用阶段。

其后, 在 1963 年, 美国查伦奇 - 考克兄弟 (Challenge - Cook Bros) 公司研制成功了一种挤压式混凝土泵。这种泵的工作原理与活塞式混凝土泵迥然不同, 它是利用转动的滚轮挤压软管中的混凝土混合物来进行泵送的。这种混凝土泵构造简单, 价格低廉, 一度很受欢迎。

美国有不少混凝土泵制造企业, 如罗斯 (Rose)、伊利 (Erie)、霍内 (Hornet)、瑞德 (Reed)、福来纳 (Freightliner)、摩根 (Morgen)、汤姆逊 (Thomsem)、混凝土泵 (Pumpt) 公司等。在 20 世纪 60 年代和 70 年代初, 挤压式混凝土泵车在美国应用较多。随着混凝土泵技术的发展和完善, 活塞式泵逐渐增多。70 年代, 美国生产的混凝土泵, 其最大排量已达

110m³/h，最大水平运距为 610m，最大垂直运距为 152m。

20 世纪 70 年代，美国泵送混凝土所占的比例已为 30% ~ 40%，其中加利福尼亚地区发展较快，美国中部和东部地区普及较慢。至 1980 年，商品混凝土中用混凝土泵输送者约占 50%。

美国对于混凝土泵送技术的研究给予很大的重视，除去一些公司和个人进行研究外，美国混凝土协会（ACI）304 委员会，按计划对泵送技术进行研究，并制订了一些指导混凝土泵送施工的文件、法规、标准等，使美国混凝土泵送技术发展有规可循，普及率很高。

(3) 日本

日本泵送混凝土起步较晚，但发展很迅速。在 1950 年，日本石川岛播磨重工从德国托克里特公司引进输送量为 10m³/h、水平运距为 240m 的机械式混凝土输送泵。其后，从 1961 年起同托克里特公司进行为期 15 年的液压混凝土输送泵长期技术合作。到 1978 年为止，石川岛播磨重工共生产了约 2600 台混凝土泵，其中汽车式泵约占 2000 台；与此同时，日本三菱重工公司于 1961 年同德国施维英公司进行技术合作，生产混凝土泵，到 1978 年大约生产了 1650 台混凝土泵。

历史上，由于日本从德国的施维英公司和美国的查伦奇 - 考克兄弟公司率先引进挤压式混凝土泵技术，故其早期挤压式混凝土泵居多。同时，绝大多数为汽车式混凝土泵，且带有布料杆者。日本生产的混凝土泵，在 20 世纪 70 年代其排量已达 100m³/h，最大水平运距为 600m，最大垂直运距为 150m。到 1974 年已拥有混凝土泵 3462 台。随着泵送混凝土设备的发展，日本在 1973 年泵送混凝土所占的比例已达到 60%。

日本于 20 世纪 70 年代初即制订了“泵送混凝土施工规程”，用以指导实际施工。其后，对轻集料混凝土的泵送又做了大量的试验研究和推广工作，现已经做到能够顺利地进行泵送。

由于道路条件和施工现场建筑物密集的特点，日本设备小型化趋势明显。日本石川岛播磨重工生产的 IPC45B - 6N16 型泵车，臂长为 14m，排量为 45m³/h，压力为 6MPa，总重只有 7.95t。IPH30B - 1N13 型泵车总重只有 6t。可以看出，小型泵车重量虽轻，但性能参数并不低。

目前，日本拥有一批大型混凝土泵制造企业，如三菱重工、石川岛播磨重工、极东开发、新泻铁工所、萱场（Kayaba）、光泽（Koyo）、日工（Nikko）、田中（Tanka）等企业，产量都较高，产品向世界各国出口。日本生产的大型混凝土泵车的主要技术性能规格（活塞式）见表 1 - 5。

表 1 - 5 日本生产的大型混凝土泵车的主要技术性能规格（活塞式）

厂家	型 号	最大排量 (m ³ /h)	理论泵送压力 (MPa)	最大集料直径 (mm)	混凝土泵缸数 × 直径 (mm)	最大布料高度 (m)
石川岛播磨重工	IPF 90B - 4N21	90	47	50	2 × 195	20.7
	IPF 100B - 7E21	100 (90)	7.3 (8.1)	50	2 × 205 (195)	20.7
	IPF - 110B - 7E21	110 (100)	7.1 (8.2)	50	2 × 220 (205)	20.7
	IPF - 100B - 6N27	100 (110)	6.0 (5.2)	50	2 × 205 (220)	27.2
	IPE 100T - 7E	(67)	(7)	50	2 × 220 (195, 180)	—
	IPF 100TD - 6E	100	6	80	2 × 220	—
极东	PY - 21	100	55	40	2 × 205	21.4