

XIANDAI HUNNINGTUBENG YUANLI SHEJI YU SHIGONG

现代混凝土泵 原理、设计与施工

易小刚 易秀明 王尤毅 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

XIANDAI HUNNINGTUBENG YUANLI SHEJI YU SHIGONG

现代混凝土泵 原理、设计与施工

易小刚 易秀明 王尤毅 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是根据作者多年来在混凝土泵送装备领域研发设计和工程实践等方面的经验编写的。书中介绍了构成混凝土泵的泵送、液压、电气三大基本系统,较全面地叙述了拖式混凝土泵、车载泵、混凝土泵车三大泵送装备的总体构造、工作原理和设计方法。同时,结合工程实践,总结了混凝土泵送装备在施工技术、维护与保养、故障诊断等方面的经验。希望能为广大读者在相关产品的设计和实际应用中提供一些帮助。

本书可供从事混凝土泵设计、科研、施工管理、设备操作与维修的人员参考,也可作为相关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代混凝土泵原理、设计与施工/易小刚,易秀明,王尤毅编著. —北京:机械工业出版社,2013.3

ISBN 978-7-111-46162-3

I. ①现… II. ①易…②易…③王… III. ①混凝土输送泵—基本知识 IV. ①TU646

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第053302号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:何月秋 责任编辑:何月秋

版式设计:霍永明 责任校对:丁丽丽

封面设计:马精明 责任印制:李洋

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2014年7月第1版第1次印刷

169mm×239mm·18.75印张·355千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-46162-3

定价:78.00元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

C order 序

近十年来,我国工程机械行业蓬勃发展。随着超高压混凝土泵、超长臂架泵车等自主高端装备的相继问世,标志着我国的混凝土泵送机械技术水平已进入了世界前列,混凝土泵送机械产业已成为我国装备制造中创新活力较大和世界影响力较为显著的产业之一。2011年3月,中国62m长臂泵车驰赴日本福岛电站,成功地进行了紧急救援,更进一步提升了“中国制造”的国际形象和声誉。

作者精心归纳总结了二十多年来在混凝土泵送设备的设计研发和工程实践方面的经验,编著了《现代混凝土泵原理、设计与施工》一书。书中对混凝土泵泵送、液压、电气三大基本系统,拖式混凝土泵、车载泵和混凝土泵车三大装备,以及施工技术、维护知识和故障诊断三大工程应用技术等专题进行了分析研究;全面、深入和系统地展现了混凝土机械历史概况、基本原理、主要特点、设计应用等内容。

本书理论表达浅显易懂,分析细致透彻,实例资料丰富可鉴,既是一本内容翔实、适合不同读者需求的科研著作,更是混凝土机械领域广大科技和管理人员不可多得的良师益友。希望广大科技工作人员充分吸取本书营养,勇于开拓,敢于创新,为我国混凝土泵送机械的发展,乃至整个工程机械装备技术水平的提升做出更大的贡献。

中国工程院院士





随着国家基础设施、战略工程及大型建筑的快速发展，以及商品混凝土模式的推广，混凝土泵在现代化建设中发挥着越来越大的作用。混凝土泵是利用压力将混凝土沿管道连续输送的大型复杂装备，分为拖式混凝土泵、车载泵和混凝土泵车三大类。2011年国内混凝土机械年产值达到了500亿元，从业人员数以万计，但系统的专业培训书籍较少。为此，我们编著了《现代混凝土泵原理、设计与施工》一书，希望在混凝土泵的设计研发和工程技术人员培训等方面为行业做点贡献。

本书在撰写过程中，力求满足“产、学、研”等不同领域读者的兴趣和需求，从总体设计的角度剖析混凝土机械的技术内涵，内容上深浅适度。全书共分七章，包括绪论、混凝土泵泵送系统、液压系统、电气控制系统、拖式混凝土泵及车载泵、混凝土泵车、混凝土泵施工技术。系统地论述了混凝土泵送机械的基本构造、工作原理、性能参数、技术特点、操作使用、日常维护保养、常见故障排除等相关知识，并阐述了主液压缸、臂架、连杆机构等核心零部件的设计方法，重点介绍了混凝土生产、运输和泵送施工一体化的流程，以满足从事混凝土泵送机械设计、制造、实验、应用和维护的工程技术人员的需求。

本书可供从事相关工作的工程技术人员和企业设备运行、维修管理人员阅读，也可供企业培训部门、职业技能培训机构作为教学参考书。

《现代混凝土泵原理、设计与施工》总结了作者近二十年的研究和实践成果，在撰写过程中，陈金龙、黄立、李向军、戴献军、陈细军、谷云辉、李海波、江爱林、谭海波、毕乾隆提供了相关资料，并给予了很大的帮助，在此向他们表示衷心的感谢。

本书的研究工作是在两项“国家863计划”（项目编号：2003AA430150，混凝土泵车臂架智能控制技术研究；项目编号：2009AA044501，机械系统动力学CAE平台在工程机械中的应用）的持续资助下完成的；同时也得到了国家重大科技成果转化项目“混凝土泵送关键技术研究开发与应用”的资助，在此一并感谢。

愿以本书的出版，与为使我国装备制造业迈入世界一流行列而长期奋斗、刻苦攻关的各位同行共勉。

现代混凝土泵集机、电、液、气于一体，内容广博，涉及多领域学科知识，受作者水平所限，书中难免存在不妥和疏漏之处，恳请广大读者和同行批评指正。

编著者

C contents 目 录

序

前言

第1章 绪论	1
1.1 混凝土泵的发展	1
1.1.1 混凝土泵的发展史	1
1.1.2 混凝土泵的主要生产厂家	2
1.1.3 混凝土泵的发展趋势	3
1.2 混凝土泵的分类	4
1.3 混凝土泵的应用	6
1.3.1 高楼施工	6
1.3.2 大型水利工程	7
1.3.3 高铁建设	8
1.3.4 桥梁施工	9
第2章 混凝土泵泵送系统	10
2.1 泵送系统的基本构造	10
2.1.1 料斗	10
2.1.2 分配阀	12
2.1.3 输送缸	17
2.1.4 洗涤室	18
2.1.5 主液压缸	19
2.1.6 混凝土输送管	19
2.2 泵送系统的基本原理	21
2.2.1 机械传动式混凝土泵	22
2.2.2 挤压式混凝土泵	22
2.2.3 液压单缸活塞式混凝土泵	23
2.2.4 液压双缸活塞式混凝土泵	23
2.2.5 其他形式的混凝土泵	24
2.3 泵送系统设计	25
2.3.1 泵送系统总体设计方法	25

2.3.2 泵送系统零部件结构设计	30
第3章 液压系统	46
3.1 液压系统概述	46
3.1.1 概述	46
3.1.2 拖泵液压系统组成	46
3.1.3 泵车液压系统组成	47
3.2 泵送液压系统	47
3.2.1 泵送液压回路	48
3.2.2 正反泵功能、高低压泵送状态及混凝土泵送速度无级调节	54
3.2.3 高低压切换系统	55
3.3 辅助液压系统	58
3.3.1 搅拌水洗风冷回路	58
3.3.2 主液压缸活塞杆防水回路	59
3.3.3 自动退混凝土活塞回路	60
3.4 泵车臂架与支腿液压系统	61
3.4.1 油源回路	61
3.4.2 臂架液压缸控制回路	63
3.4.3 臂架回转回路	64
3.4.4 支腿动作回路	65
3.5 液压缸设计	65
3.5.1 液压缸总体设计	65
3.5.2 主液压缸设计	68
3.5.3 臂架液压缸设计	69
3.6 液压系统节能	71
3.6.1 压差感应换向技术	71
3.6.2 换向能量回收及载荷均衡	72
3.6.3 大流量分体式换向阀技术	73
第4章 电气控制系统	77
4.1 混凝土泵电气控制系统简介	77
4.1.1 概述	77
4.1.2 发展历程	78
4.1.3 电气控制系统的总体构成	80
4.1.4 发展趋势	81
4.2 泵送系统控制	81
4.2.1 基本原理	81
4.2.2 控制方法	83
4.2.3 关键技术	84

4.2.4 泵送系统控制实现	84
4.3 臂架系统控制	87
4.3.1 臂架位置精确控制	87
4.3.2 泵车防倾翻控制	91
4.3.3 臂架主动减振	94
4.3.4 防干涉控制	96
4.4 动力系统控制	98
4.4.1 发动机控制	98
4.4.2 液压泵控制	100
4.4.3 动力系统的功率匹配	101
4.4.4 动力控制系统节能技术	102
4.5 人机交互系统	105
4.5.1 系统结构	105
4.5.2 实现方式	106
4.5.3 关键技术	108
4.5.4 展现形式	109
第5章 拖式混凝土泵及车载泵	113
5.1 拖式混凝土泵的构造	113
5.1.1 概述	113
5.1.2 拖泵的基本构造及工作原理	113
5.1.3 拖泵的构造	119
5.2 拖泵的机械结构及设计	126
5.2.1 主动力系统	126
5.2.2 液压油箱	128
5.2.3 支承和行走机构	129
5.2.4 水泵装置	132
5.3 车载泵的构造及设计	134
5.3.1 车载泵的基本构造	134
5.3.2 车载泵底盘的基本参数及选型	135
5.3.3 支撑系统结构与设计	143
第6章 混凝土泵车	147
6.1 泵车构造	147
6.1.1 概述	147
6.1.2 泵车的基本构造及工作原理	147
6.1.3 泵车构造	148
6.2 泵车底盘	163
6.2.1 底盘的基本参数及选型	163

6.2.2	分动箱和液压泵总成的结构及工作原理	168
6.2.3	传动轴	169
6.3	泵车臂架结构及设计	170
6.3.1	臂架系统结构	170
6.3.2	臂架折叠形式	173
6.3.3	臂架结构及计算	175
6.3.4	连杆机构设计	185
6.3.5	其他典型部件设计	186
6.4	泵车转塔结构及设计	193
6.4.1	泵车转塔结构	193
6.4.2	转台结构及设计	194
6.4.3	回转支承选型计算	194
6.4.4	固定转塔结构及设计	200
6.4.5	固定转塔与支腿连接形式	201
6.4.6	支腿结构形式	202
6.4.7	支腿受力计算	204
第7章	混凝土泵施工技术	207
7.1	泵送混凝土的生产与运输	207
7.1.1	泵送混凝土的生产	207
7.1.2	泵送混凝土的运输	208
7.2	混凝土泵送施工	210
7.2.1	配管设计	210
7.2.2	混凝土的泵送	214
7.2.3	混凝土的浇注	217
7.3	混凝土拖泵的操作与维护	219
7.3.1	拖泵的安全操作知识	219
7.3.2	拖泵作业的准备工作	222
7.3.3	拖泵作业的操作要点	225
7.3.4	拖泵的保养和维护	226
7.4	混凝土泵车的操作与维护	236
7.4.1	泵车的安全操作知识	236
7.4.2	泵车作业的准备工作	250
7.4.3	泵车作业的操作要点	253
7.4.4	泵车的保养与维护	257
7.5	混凝土拖泵常见故障的诊断与排除	270
7.5.1	机械系统常见故障的诊断与排除	270
7.5.2	液压系统常见故障的诊断与排除	271

7.5.3 电气控制系统常见故障的诊断与排除	273
7.5.4 发动机常见故障的诊断与排除	275
7.6 混凝土泵车常见故障的诊断与排除	278
7.6.1 机械系统常见故障的诊断与排除	278
7.6.2 液压系统常见故障的诊断与排除	280
7.6.3 电气系统常见故障的诊断与排除	283
7.6.4 底盘常见故障的诊断与排除	285
参考文献	287

1.1 混凝土泵的发展

混凝土泵是一种利用活塞在缸体内往复运动,将混凝土拌合物沿管道连续输送到浇注工作面的机械。相比斗车、塔吊,利用混凝土泵的施工方式具有作业安全、施工高效、质量好、成本低且不污染环境的优点,因而被广泛地应用于桥梁、隧道、水利水电、矿山、高层建筑、国防等工程项目的混凝土施工。

1.1.1 混凝土泵的发展史

混凝土泵的发展已有上百年的历史。早在 1907 年,德国就开始研究混凝土泵,从而引发了世界性研究和制造混凝土泵的热潮。1913 年,美国人考纳尔 (Cornell) 发明了第一台混凝土泵样机并获得了专利权,但在试运转后,样机即被搁置再未使用。1927 年,德国人费利茨·海尔 (Fritz Hell) 设计制造了一种新型混凝土泵,这是世界上第一次获得实际应用的混凝土泵。1930 年,德国人又制造出立式单缸球阀活塞泵,但这种泵是靠曲轴和摇杆传动,又是立式单缸,因而工作性能较差。随后,荷兰人库依曼 (J·C·Kooyman) 革命性地将立式缸改为卧式缸,并于 1932 年设计了库依曼型混凝土泵。这种泵有一个卧式缸及两个由连杆操作联动的旋转阀,从而极大地提高了混凝土泵的工作可靠性。至今,许多混凝土泵仍保持了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。

20 世纪 50 年代中期,前联邦德国的托克里特公司 (Torkret) 发明了以水为工作介质的液压泵,这使得混凝土泵进入了一个新的发展阶段。1959 年,前联邦德国施维英公司 (Schwing) 生产了第一台真正意义上的全液压混凝土泵,它是用油作为工作介质驱动活塞和阀门。液压式混凝土输送泵功率大、排量大、输送距离远,可做到无级调节,其活塞还可以逆向运动,减小了堵塞的可能性,从而奠定了现代混凝土泵的技术基础。此后,为了提高混凝土输送泵的机动性,20 世纪 60 年代中期又研制了混凝土输送泵车,使得混凝土输送泵由固定式发展为车载式,同时为了使混凝土的浇注更加方便,在混凝土输送泵车上增加了可回转伸缩的布

料杆，大大增加了混凝土输送泵的机动灵活性。

20 世纪 70 年代至今，随着科学技术的进步，新材料、新工艺及机、电、液集成技术的应用，各国的混凝土泵均有较大发展，特别是在可靠性、维修性、操作性和易损件寿命等方面取得了突破性进展。其中，德国在混凝土泵发展应用方面走在了世界前列，其生产的混凝土泵最高压力达到了 40MPa，并创造了水平泵送 2015m 和垂直泵送 606m 的纪录，混凝土泵车臂架最大垂直高度达到了 70m，为国外臂架最长的混凝土泵车。

我国于 20 世纪 50 年代开始从国外引进混凝土泵。20 世纪 60 年代至 80 年代，许多厂家通过仿制、自主开发和结合国外技术的方式，制造出了各种排量和工作方式的混凝土泵，虽然有的通过了国家鉴定，但都未能得到广泛应用。

1982 年，湖北建设机械厂与日本石川岛播磨重工业会社（IHI）合作，引进了 IPF-85B 型混凝土泵车，在此基础上研制出楚天牌 HJC517085 型臂架泵车和 HBT60 型拖式闸板阀混凝土泵，并在 1985 年被国家经贸委确定为替代进口产品。1987 年，沈阳工程机械厂在引进普茨迈斯特（Putzmeister）BSA1406 型混凝土泵技术的基础上，开发了 HBT60 型拖式 S 管阀混凝土泵，从而改写了我国无国产高压混凝土泵的历史。到 20 世纪 80 年代末期，基本上打破了我国混凝土泵完全依赖进口的局面。

进入 20 世纪 90 年代，随着我国建设事业的蓬勃发展，混凝土泵技术也快速发展。例如，三一重工（Sany）自主研发的 HBT90CH-2135D 型超高压混凝土泵，最高出口压力可达 35MPa，在上海环球金融中心，创造了单泵垂直泵送 C60 混凝土 492m 的世界纪录；2010 年推出的 HBT90CH-2150D 型超高压泵，最高出口压力可达 50MPa。2011 年 9 月成功下线的 86m 混凝土泵车，臂架垂直高度 86m，世界首创七节臂技术，泵送理论排量 $240\text{m}^3/\text{h}$ ，创造了臂架长度、臂架节数、泵送排量三项世界纪录。目前，我国混凝土泵国产化率已达到了 90%，基本上取代了进口产品，并出口到美国、德国、日本、俄罗斯、中东、南美、非洲等国家和地区。

1.1.2 混凝土泵的主要生产厂家

世界上主要的混凝土泵生产厂家有中国的三一重工（Sany）、中联重科（Zoomlion），德国的普茨迈斯特（Putzmeister，已被三一重工收购）、施维英（Schwing，已被徐工集团收购）、埃尔巴（Elba），意大利的西法（CIFA，已被中联重科并购）、赛马（Sermac）、莫克波（Mecbo），美国的瑞德（Reed）、康科德（Concord），日本的极东开发（Kyokuto）和韩国的全进（JunJin）等。其中，三一重工、普茨迈斯特、中联重科在混凝土泵行业内处于世界领先地位。

1.1.3 混凝土泵的发展趋势

技术创新永远是行业竞争的焦点，混凝土泵的技术发展趋势主要有以下几个方面：

1) 出口压力更高。人类对建筑高度的追求是永恒的，这对混凝土泵的出口压力也要求更高。目前，超高压混凝土泵的最大出口压力已达 50MPa，随着出口压力的增加，单泵垂直泵送高度的纪录不断被刷新，2008 年迪拜塔（哈里法塔）的单泵垂直高度达 606m，超高压仍是未来混凝土泵的一个重要发展趋势。

2) 理论排量更大。为满足大型工程对短时间内浇灌大量混凝土的需求，混凝土泵的理论排量不断增大。拖式混凝土泵（以后简称为“拖泵”）早期多采用 $60\text{m}^3/\text{h}$ 排量，而 2004 年，在东海大桥上便普遍采用 $120\text{m}^3/\text{h}$ 排量的拖泵进行施工，目前，拖泵最大理论排量已达到 $200\text{m}^3/\text{h}$ 。上世纪 90 年代，混凝土泵车（以后简称为“泵车”）的理论排量一般在 $90\text{m}^3/\text{h}$ 左右，目前，泵车理论排量通常在 $120 \sim 170\text{m}^3/\text{h}$ 之间，最大理论排量为三一重工 86m 泵车的 $240\text{m}^3/\text{h}$ 。

3) 泵车臂架更长、更灵活。泵车的作业范围受臂架长度的制约，臂架长度越长，其作业范围和适用范围也就越广，超长臂架泵车已成为发展趋势。上世纪七八十年代泵车臂架长度普遍在 30m 以下，到了 90 年代，36m、37m 泵车成为主流，近几年，46m、48m、50m、56m 泵车普遍受到施工单位的青睐。为了适应狭窄空间施工和快速展开作业的需要，臂架折叠形式也由过去的 R 型折叠形式逐步发展至现在的 Z 型和 RZ 综合型。另外，臂架节数越多，其展开所需空间相对越小，为适应室内施工环境，目前短臂架泵车已由过去的 3 节臂向 4 节臂、5 节臂发展。

4) 适用性更广。泵车前支腿由摆动腿逐步向 X 型支腿发展，X 型支腿具备展开速度快、场地适应性好，适合狭窄工作场地施工等特点。通过稳定性监控技术，泵车能实现单侧支撑、前支撑、小支撑，甚至任意支撑功能，最大程度地减少了场地对泵车施工的限制。混凝土泵的泵送对象不再限于普通商品混凝土，还包括钢纤维混凝土、海工混凝土、煤矸石混凝土，甚至低坍落度的泥浆、煤泥、电石泥、原油等；混凝土标号范围由早期的 C25 ~ C60 扩大到 C20 ~ C120；混凝土骨料直径范围由 100 ~ 230mm，扩大到 20 ~ 280mm；连续泵送时间由以前不足 10h 提升至 60h 以上。混凝土泵可在高温（ $t \geq 50^\circ\text{C}$ ）或极寒（ $t \leq -20^\circ\text{C}$ ）环境下施工。未来履带式混凝土泵还能在高架桥施工中大显身手；轨道移动式拖泵在室内及隧道施工时也将具有明显优势。

5) 更节能。以三一重工、徐工集团为代表的厂家积极响应国家“节能减排”的号召，在泵车上根据负载调节发动机转速和排量的基础上，推出了全局功率的

自适应节能技术、臂架速度自适应控制技术及液压节能技术，显著提高了作业效率，大幅降低了油耗。

6) 更智能。智能臂架、故障自诊断等技术的发展将使泵车操作更为便捷。普通泵车臂架是由操作者控制每一节臂的动作，使臂架末端运动到理想的工作位置，而智能臂架技术利用每一节臂上传感器采集的姿态数据，通过运动协调控制，实现臂架一键控制和智能浇注。随着故障诊断技术的不断成熟，未来混凝土泵将可实现：故障预警、评价；历史故障信息查询、黑匣子功能；故障自主修复和远程诊断等。

7) 易损件寿命更长。易损件寿命提升方法主要体现在两个方面：一是通过采用新材料、新工艺、新技术直接提升其使用寿命；二是为泵送系统配置大直径、长行程的输送缸（直径为250mm、260mm、280mm），通过减少输送缸、混凝土活塞、眼镜板和切割环的磨损次数，提高其使用寿命。

8) 更安全。人机安全是未来工程机械的发展趋势和核心竞争力。防倾翻保护、ECC 全球监控、臂架防高压及防干涉保护将是其主要发展方向。

1.2 混凝土泵的分类

混凝土泵的种类可按工作原理、移动方式、理论排量、驱动方式、分配阀、出口压力等方面进行分类。

1. 按工作原理分

混凝土泵按工作原理可分为活塞式、挤压式和水压隔膜式三种。

(1) 活塞式混凝土泵 活塞式混凝土泵有液压传动式和机械传动式两种。液压传动式主要由料斗、液压缸、活塞杆、输送缸、分配阀、液压控制系统和动力系统等组成。通过液压缸推动活塞杆的往复运动以及分配阀的协同动作，使两个输送缸交替完成混凝土的吸入与压出功能。由于液压活塞式混凝土泵结构合理，性能良好，使用可靠，维护方便，因而被国内外普遍采用。

(2) 挤压式混凝土泵 挤压式混凝土泵有转子式双滚轮型、直管式三滚轮型和带式双槽型三种。转子式双滚轮型主要由料斗、鼓形泵、挤压胶管、驱动装置和真空系统等组成。泵体密封，泵体内的转子架上装有两个行星滚轮，泵体内壁衬有橡胶垫板，垫板内四周装有挤压胶管。动力装置驱动行星滚轮回转，碾压挤压胶管，将管内的混凝土挤入输送管排出。真空系统使泵体内保持一定的真空度，促使挤压胶管碾压后立即恢复原状，并使料斗中的混凝土加快吸入挤压胶管内。这种混凝土泵的主要特点是：结构简单，成本较低，维修方便且工作平稳。但由于输送量及泵送混凝土压力小，输送距离短，目前已很少采用。

(3) 水压隔膜式混凝土泵 水压隔膜式主要由料斗、泵体、隔膜、控制阀、水泵和洗涤室等组成。隔膜在泵体内,当水泵将隔膜下方的水经控制阀抽回洗涤室时,隔膜下陷,料斗中的混凝土压开单向阀进入泵体;当水泵将洗涤室中的水经控制阀抽回泵体时,压力水使隔膜升起,关闭单向阀,将混凝土压入输送管排出。这种泵的主要特点是:生产率高,能一次完成混凝土的水平和垂直输送,但对混凝土配合比、粗细骨料的粒径和级配、水泥用量、混凝土坍落度要求较高,故也很少采用。

2. 按移动方式分

混凝土泵按移动方式可分为固定式、拖式和车载式三种。

(1) 固定式混凝土泵 固定式混凝土泵是安装在固定机座上的混凝土泵,系原始形式,多由电动机驱动,适用于工程量较大、移动较少的场合。

(2) 拖式混凝土泵 拖泵是安装在可拖行底盘上的混凝土泵,由于其装有车轮,所以它既能在施工现场方便地移动,又能在道路上拖运,如图 1-1 所示。



图 1-1 拖泵

(3) 车载式混凝土泵 车载式混凝土泵是安装在机动车辆底盘上的混凝土泵,移动方便,灵活机动。根据是否带有布料杆,又可分为车载泵(见图 1-2)和泵车(见图 1-3)。泵车是汽车、混凝土泵及布料杆(由臂架及输送管道组成)的组合体,在泵送距离不远时,施工前后不需要铺设和拆卸输送管道,可大大缩短施工的辅助时间,节省劳动力,提高生产率和降低施工成本,是目前重点发展的混凝土泵机种,但泵车作业受到臂架高度的限制,且作业时占地空间较大。

3. 按理论输送量分

混凝土泵按理论输送量可分为超小型($10 \sim 20\text{m}^3/\text{h}$)、小型($30 \sim 40\text{m}^3/\text{h}$)、中型($50 \sim 95\text{m}^3/\text{h}$)、大型($100 \sim 150\text{m}^3/\text{h}$)和超大型($160\text{m}^3/\text{h}$ 以上)五种。

4. 按驱动方式分

混凝土泵按驱动方式可分为电动机驱动和柴油机驱动两种。对车载泵、泵车而言,按其行驶动力与上装动力的关系可以分为动力共用型和动力不共用型两种。



图 1-2 车载泵



图 1-3 泵车

5. 按分配阀形式分

混凝土泵按分配阀形式可分为 S 管阀、闸板阀、裙阀、C 型阀和蝶型阀等。

6. 按出口压力分

混凝土泵按混凝土出口压力可分为低压 (2.1 ~ 5.1 MPa)、中压 (6.1 ~ 9.15 MPa)、高压 (10.1 ~ 16.1 MPa) 和超高压 (22.1 MPa 以上) 四种。

1.3 混凝土泵的应用

混凝土泵具有作业安全、施工效率高、质量好、成本低且不会污染环境的优点,被广泛应用于城市建设、水利工程、铁路建设、桥梁建设等。下面用几个典型施工案例来介绍混凝土泵的应用。

1.3.1 高楼施工

1. 上海中心

上海中心建筑高度为 632m, 为国内第一高楼, 2010 年 3 月 28 日在上海中心底板浇注工程中, 三一重工的 18 台泵送设备 (包括 12 台泵车、4 台拖泵、2 台车载泵) 把总计 60000m^3 的超高强度混凝土在 60h 内一次性浇注成一块底板, 如图 1-4 所示。三一重工研制的世界最高出口压力 50MPa 的超高压泵还将承担此次单泵垂直高度 580m 的泵送任务。