



韩 军 张德恩 杨 宏 张欲保 编著

军用工程机械 原理与技术

The Principle and Technology of
Military Engineer Machinery



国防工业出版社

National Defense Industry Press

军用工程机械原理与技术

The Principle and Technology of
Military Engineer Machinery

韩 军 张德恩 杨 宏 张欲保 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

军用工程机械原理与技术/韩军等编著. —北京:
国防工业出版社, 2011. 6

ISBN 978-7-118-07354-6

I. ①军… II. ①韩… III. ①军用工程机械 IV.
①E271. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 092973 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850 × 1168 1/32 印张 13 字数 324 千字

2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 52.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。

2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。

3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。

4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定

资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金
评审委员会

国防科技图书出版基金

第六届评审委员会组成人员

主任委员 王 峰

副主任委员 宋家树 蔡 镭 程洪彬

秘 书 长 程洪彬

副 秘 书 长 邢海鹰 贺 明

委 员 于景元 才鸿年 马伟明 王小谟
(按姓氏笔画排序)

甘茂治 甘晓华 卢秉恒 邬江兴

刘世参 芮筱亭 李言荣 李德仁

李德毅 杨 伟 肖志力 吴有生

吴宏鑫 何新贵 张信威 陈良惠

陈冀胜 周一宇 赵万生 赵凤起

崔尔杰 韩祖南 傅惠民 魏炳波

序

军用工程机械是工程装备的一个主要分支,专用于作战工程保障、国防工程施工和抢险救灾等非战争军事行动的重要技术装备。

军用工程机械由于其使用性质、条件和环境的特殊性,与民用工程机械有较大的区别,主要体现在以下几个方面:对机动性要求较高,如战术、战略机动,满足机动作战要求;特殊的作业能力,如构筑急造军路、挖壕挖坑、布雷扫雷作业等;有一定的防护能力,满足战时的防护性能要求;较高的环境适应性和较高的可靠性,以适应复杂的作战环境,并具有较高的战备完好性和任务成功性;具有较高的信息化水平,满足作战指挥的需要。由于上述的特殊要求,使得军用工程机械在使用性能、可靠性、维修性和保障性等方面,比民用工程机械的要求要高。

综观国内外工程机械的发展史,军用工程机械部分技术引领和促进了民用工程机械的发展。如美军在 20 世纪 50 年代研制的 M9 装甲战斗工程车首次采用了可控式油气悬挂技术,提高了履带式底盘的高速行驶能力,实现了车体姿态控制与闭锁功能,对其后的民用工程机械发展影响很大。又如,我国首台轮式液压挖掘机、轮式液压推土机就是 20 世纪 70 年代由工程兵科研一所成功研制的军用工程机械,直接推动了当时国内工程机械行业的发展。

从专业角度看,军用工程机械涉及到军事工程、机械电子、液压控制、结构材料、土壤力学、试验学以及保障理论等多种学科,其专业涉及面广,专业性强。目前,在该研究领域,仍没有一本系统的阐述军用工程机械的专用性、反映其军事需求、基本原理与技术方面的书籍,该书的出版将填补这项空白。

前 言

军用工程机械是遂行作战工程保障、国防工程施工和非战争军事行动等多样化军事任务的重要技术装备,是我军战斗力的组成部分。经过近一个多世纪的发展,军用工程机械已经形成一个专业性强、种类齐全、工程保障高效的装备体系,成为工程机械的一个重要分支。在该研究领域,除采用了民用工程机械的一些原理和结构外,根据作战工程保障任务的特点,军用工程机械在机动性、特种作业技术、适应性、防护性、智能化与信息化等方面,有别于民用工程机械,这些需求决定了其工作原理与技术的特殊性,本书的目的就是针对这些特殊性问题,论述该领域的研究情况。

在工程机械研究领域,已经出版了相当一部分反映工程机械基本理论、技术及应用方面的专业性书籍,其绝大部分内容是针对民用工程机械的设计理论和方法,而针对军用工程机械专用性的研究较少。目前军队院校出版的有关军用工程机械的书,大部分是针对军用工程机械基本机型的原理结构、使用、维修和管理等方面的,很少涉及军用工程机械原理、设计、技术及试验方面的内容。同时,也缺少反映该领域的研究现状、发展动态、学术前沿等方面的资料。本书从军用工程机械研发这一工程实践角度,重点从技术应用背景、基本概念、理论基础、原理结构、关键技术、工程应用、研究的热点和难点等方面,在对军用工程机械原理与技术进行较系统的剖析的基础上,重点阐述了其特殊性问题,并介绍相关技术、装备的应用和发展情况,让读者对该研究领域有一个较全面、系统的认识。

全书共分 11 章,主要讲述军用工程机械的底盘(第 2 章、第 3 章)、工作装置(第 4 章、第 5 章)、整机控制(第 6 章)、综合防护

(第7章)、适应性(第8章、第9章)、可靠性维修性与保障性(第10章)及试验(第11章)七个方面。

在底盘方面,对发动机选型、机械传动、液力传动、静液传动、电传动、复合传动与混合传动、工作装置动力传动的原理进行了介绍,重点论述了其适合于军用工程机械传动的一些关键技术 with 原理及其应用情况。对履带、轮胎、轮腿复合、螺旋和两栖五种行走系统的结构、原理和工程应用进行了阐述,重点分析了军用工程机械行驶系统既要高速行驶、全域机动,又要确保作业稳定的一些特点和重要技术。

在工作装置方面,一是阐述了军用工程机械典型工作装置及其多功能技术的实现途径、原理、结构及其应用情况,并对其其中的一些关键技术进行了分析。二是重点分析了连续开挖、机械布雷和机械扫雷特种工作装置的原理和结构,介绍了机爆联合、振动与冲击、冻土开挖、除冰雪等高效作业技术的原理及应用情况,也介绍了相关的装备发展情况。

在整机控制方面,对军用工程机械信息化、自动化及智能化技术进行了较系统的介绍,并对发展军用工程机器人的一些关键技术及解决途径进行了论述。

在综合防护方面,介绍了军用工程机械的装甲防护、电磁防护、“三防”的原理、技术及应用情况。

在适应性方面,介绍了军用工程机械空运、空投的原理、技术条件、轻小型化技术、适应性改进技术及相关装备的发展情况,也对低温、高温、低气压及沙尘四种典型环境下的军用工程机械的效应及其改善措施进行了论述。

在可靠性方面,介绍了军用工程机械的可靠性、维修性和保障性有关的概念、基本要求,对影响军用工程机械的可靠性、维修性和保障的因素进行了分析,并提出了改善的设计措施。

在试验方面,对军用工程机械的试验方法、试验内容及试验手段进行介绍,重点说明其与民用工程机械的不同点,并对该技术领域的发展进行了论述。

本书从部队作战使用和工程装备研制角度,根据快速、高效和多样化工程保障的任务特点,阐述了军用工程机械的总体技术,重点反映了目前国内外军用工程机械一些先进的结构、系统和原理以及该领域的一些研究热点与学术前沿问题,内容丰富、详实,具有较高的学术价值。

本书可供军用工程车辆、军用工程机械领域从事研究、设计、试验、教学等方面的技术人员参考,亦可作为高等院校有关专业本科生、研究生和教师的教学参考书。

全书由韩军提出编著提纲,编写除第4章、第7章、第9章、第10章之外的其他各章节;张德恩编写第4章,对全书提出了重要的指导性意见;杨宏编写第9章、第10章;张欲保编写第7章。

黄宗益、王贵中、王经义、黄必源、高晓东和黄少方同志审阅了全书,并提供了丰富的技术资料。景军清、吴继斌、王文富、熊万奎、陈高杰、王红坚、冯柯、朱保国、王亚伟、周红、熊为水、曹有辉、宣惠平、郑昆山、李威等同志对本书部分章节做了审查和校对工作。郭牧、崔人伟同志为本书的写作提供了有关资料。本书在撰写中,始终得到了总装备部工程兵科研一所领导和同行们的大力支持和协助。在此一并表示诚挚的感谢。

感谢中国工程院李钊院士为本书写序,感谢解放军理工大学王耀华教授和同济大学余涵教授对本书的推荐,也感谢国防科技图书出版基金评审委员会及有关评审的宝贵意见与建议。

由于作者的水平和写作经验有限,疏漏和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

作者

2011年3月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 军用工程机械的用途和类型	1
1.2 军用工程机械的基本组成和重要技术	2
1.3 军用工程机械的特点	5
1.4 军用工程机械发展概况	9
1.5 军用工程机械的发展趋势.....	15
参考文献	17
第2章 动力传动系统	18
2.1 发动机选型	18
2.1.1 使用要求	18
2.1.2 发动机特性.....	20
2.1.3 操纵与控制方式	22
2.1.4 确定发动机功率步骤	23
2.2 机械传动系统	25
2.2.1 工作原理	25
2.2.2 实现大速比传动的技术途径.....	33
2.3 液力机械传动系统	38
2.3.1 工作原理	38
2.3.2 液力机械传动的匹配计算	44
2.4 液压传动系统.....	53
2.4.1 工作原理	53
2.4.2 行走液压驱动	59
2.4.3 液压传动在底盘中的应用	66
2.5 其他传动系统	69

2.5.1	电传动系统	69
2.5.2	复合传动系统	74
2.5.3	混合动力传动系统	77
2.6	工作装置动力传动系统	83
2.6.1	驱动功率的确定	84
2.6.2	动力的引出	85
2.6.3	传动方式选择	90
2.6.4	操纵与控制	91
	参考文献	93
第3章	行走系统	95
3.1	履带式行走系统	95
3.1.1	工作原理	95
3.1.2	悬挂系统	97
3.1.3	橡胶履带技术	108
3.2	轮式行走系统	112
3.2.1	工作原理	112
3.2.2	悬挂系统	115
3.2.3	铰接式工程机械高速行驶稳定性	121
3.2.4	轮式工程车辆底盘的变型	126
3.3	轮腿复合式行走机构	128
3.3.1	工作原理	128
3.3.2	步履式挖掘机的越障原理	129
3.3.3	几个重要技术	132
3.3.4	工程应用与发展	133
3.4	其他行走系统	134
3.4.1	螺旋式行走系统	134
3.4.2	两栖行走系统	136
	参考文献	139
第4章	典型工作装置	142
4.1	几种典型工作装置	142

4.1.1	推土工作装置	142
4.1.2	挖掘工作装置	148
4.1.3	装载工作装置	153
4.1.4	其他工作装置	156
4.2	典型工作装置组合配置	165
4.2.1	组合配置基本形式	165
4.2.2	几个重要技术	168
4.3	工作装置多功能的技术途径	170
4.3.1	主要结构形式	170
4.3.2	几个重要技术	180
4.3.3	工程应用与发展	182
	参考文献	183
第5章	特种工作装置与作业技术	185
5.1	连续开挖工作装置	185
5.1.1	横向旋转铣切工作装置	186
5.1.2	纵向链杆式铣切工作装置	188
5.1.3	纵向转轮式铣切工作装置	192
5.2	机械爆破联合作业技术	196
5.2.1	机械爆破挖壕工作装置	196
5.2.2	频爆工作装置	198
5.3	冻土作业技术	202
5.3.1	冻土的物理性质与抗破坏特性	202
5.3.2	冻土开挖的主要作业技术	204
5.3.3	冻土开挖技术研究和相关装备的发展	207
5.4	振动冲击作业技术	208
5.4.1	作业机理	208
5.4.2	激励源产生的原理	209
5.4.3	工程应用与发展	212
5.5	机械布雷工作装置	215
5.5.1	工作原理	215

5.5.2	机械布雷装备的发展	222
5.6	机械扫雷工作装置	223
5.6.1	扫雷犁装置	224
5.6.2	扫雷滚装置	231
5.6.3	扫雷耙装置	233
5.6.4	扫雷链枷装置	234
5.6.5	扫雷耕作滚装置	238
5.7	除冰雪作业技术	239
5.7.1	除冰雪作业原理	239
5.7.2	机械除冰雪技术及装备发展	246
5.8	野战给水作业技术	247
5.8.1	水文水井钻探技术	248
5.8.2	野战钻井技术及装备发展	258
	参考文献	259
第6章	信息化、自动化和智能化技术	262
6.1	信息技术	262
6.1.1	信息技术的概念	262
6.1.2	工程机械信息技术的原理	264
6.1.3	信息技术在工程机械中的应用	268
6.2	自动化技术	271
6.2.1	自动化技术的原理	271
6.2.2	自动化技术在工程机械中的应用	273
6.3	智能化技术	277
6.3.1	智能化技术的概念	277
6.3.2	智能化工程机械的工作原理	279
6.3.3	军用工程机器人的发展	283
6.3.4	智能化技术在工程机械中的应用	286
	参考文献	288
第7章	综合防护技术	290
7.1	装甲防护技术	290

7.1.1	装甲防护原理	290
7.1.2	装甲防护技术应用与发展	294
7.2	电磁防护技术	297
7.2.1	战场电磁环境对军用工程机械的威胁	297
7.2.2	电磁防护技术原理	299
7.2.3	电磁防护措施	300
7.3	“三防”技术	302
7.3.1	主要防护内容	302
7.3.2	军用工程机械“三防”原理与技术措施	303
7.3.3	“三防”系统的应用及发展	305
	参考文献	306
第8章	空运、空投适应性技术	307
8.1	空运、空投概述	307
8.1.1	空降分类	307
8.1.2	空投工作原理	308
8.2	空运、空投技术条件	310
8.2.1	空运一般技术条件	310
8.2.2	空投一般技术条件	311
8.3	军用工程机械轻小型化技术	312
8.3.1	轻小型化存在的问题	313
8.3.2	轻小型化的技术途径	314
8.4	军用工程机械空投、空运适应性改进	317
8.5	外军相关装备的发展	318
	参考文献	320
第9章	环境适应性技术	321
9.1	高寒地区的适应性技术	321
9.1.1	低温对军用工程机械的影响	321
9.1.2	改善机械低温条件下使用性能的措施	325
9.2	高温高湿地区的适应性技术	328
9.2.1	高温高湿对军用工程机械的影响	329

9.2.2	改善高温高湿条件下使用性能的措施	330
9.3	高原地区的适应性技术	332
9.3.1	高原环境特点	332
9.3.2	高原环境对军用工程机械的影响	333
9.3.3	改善高原环境下使用性能的措施	336
9.4	沙漠地区的适应性技术	338
9.4.1	对军用工程机械性能的影响	338
9.4.2	改善沙尘环境下使用性能的措施	340
	参考文献	341
第10章	可靠性、维修性和保障性	343
10.1	军用工程机械的可靠性	343
10.1.1	基本概念	343
10.1.2	可靠性基本要求	346
10.1.3	影响可靠性水平因素分析	349
10.1.4	提高可靠性水平的设计措施	351
10.2	军用工程机械的维修性	352
10.2.1	基本概念	352
10.2.2	维修性的基本要求	353
10.2.3	影响维修性水平因素分析	355
10.2.4	提高维修性水平的设计措施	356
10.3	军用工程机械的保障性	358
10.3.1	基本概念	358
10.3.2	保障性的基本要求	360
10.3.3	影响保障性水平因素分析	361
10.3.4	提高保障性水平的措施	362
	参考文献	363
第11章	试验技术概述	365
11.1	军用工程机械试验的分类及特点	365
11.1.1	试验分类	365
11.1.2	试验标准	367

11.1.3 试验特点	368
11.2 军用工程机械的试验内容	369
11.2.1 性能试验	369
11.2.2 环境适应性试验	371
11.2.3 电磁兼容性试验	372
11.2.4 可靠性试验	373
11.2.5 部队试验	376
11.3 试验的组织与实施	377
11.4 军用工程机械试验设施及设备	378
11.4.1 主要试验设施	378
11.4.2 试验仪器设备	381
参考文献	384