

迫击炮设计手册

PAIJIPAO SHEJISHOUCE

束贤通 陆建伟 田元能 唐 治 编著



国防工业出版社

内 容 简 介

本书是工厂几十年来从事迫击炮设计、制造、试验等各方面实际工作的总结。全书的内容是按设计程序编排的，即从外弹道，内弹道到全炮总体和各部件的设计，最后是迫击炮性能鉴定试验。

本书可供从事迫击炮设计、制造和试验的技术人员使用，也可供从事迫击炮使用和教学的人员参考。

迫 击 炮 设 计 手 册

束贤通 陆建伟 田元毅 唐 治 编著

国防工业出版社出版

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

787×1092 1/16 印张18 401千字

1984年11月第一版 1984年11月第一次印刷 印数：0,001—2,500册

统一书号：N15034·2748 定价：3.30元

前 言

迫击炮是炮兵器中的特种火炮。由于迫击炮的重量轻、威力大、弹道弯曲、结构简单、生产和使用方便，因此在炮兵装备中占有很大的比例。目前，迫击炮不仅装备于步兵分队中，而且还装备在空降和装甲兵等特种部队中使用。随着迫击炮和弹药的不断改进，它的作用将受到越来越多的重视。

众所周知，迫击炮在其发展过程中，虽然有较久的历史，但是它的设计理论还不够完善。其主要原因是由于迫击炮没有反后座装置，射击时依靠座钣下土壤的变形来吸收后座能量。在射角、座钣工事筑作、土质条件不同的情况下，迫击炮各部件的受力情况就显得比一般火炮要复杂得多，因此给设计理论的研究带来了一定的困难。

新中国成立后，国防事业有了较大的发展。就迫击炮来说，在不长的时期里，已从仿制走上了独立设计的道路，设计生产了多种口径和型号的迫击炮，用于装备我军和援外，经受了各种条件下的战斗考验。在产品设计的同时，在设计理论上，也进行了一些探讨。为了总结这方面的经验，我们将有关资料汇集整理，编写出这本《迫击炮设计手册》，供迫击炮设计和研究者参考。希望本手册的出版，对迫击炮的进一步发展有所裨益。

本手册内容安排是根据设计程序编排的，即从外弹道、内弹道、迫击炮总体设计到各部件的设计，最后是迫击炮的性能鉴定试验。在编写方式上，着重以产品的结构设计为主，阐述迫击炮各部件的设计要求和计算方法，以及各部件的结构实例介绍，供设计人员在实际工作中参考。

在手册初稿完成后，兵器工业部标准化研究所组织了有关专家会审，得到了游首先、朱钧淦、王宏济、赵通善、陶筠、郭叔辉、樊孝才等同志的热情帮助，提出了许多宝贵意见，使初稿在内容上得到了进一步的充实和提高。在此谨向他们和其它关心本手册的同志表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限，经验不足，资料也尚欠全面，缺点和错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

目 录

第一章 概论	1
第一节 迫击炮发展简史	1
第二节 迫击炮在战争中的地位和作用	8
第三节 迫击炮的结构和使用特点	9
第四节 迫击炮的分类	10
第二章 外弹道设计的估算	12
一、概述	12
二、火炮诸元的确定	12
三、外弹道设计的估算步骤	14
四、迫击炮的装药分级	15
五、外弹道设计估算示例	16
第三章 内弹道解法	31
符号表	31
第一节 迫击炮用发射药	32
一、发射药的种类	32
二、发射药的标记	33
三、发射药的性能及药形特征量	33
四、迫击炮的装药结构及其要求	35
第二节 迫击炮内弹道正面问题解法	39
一、迫击炮发射过程的特点	39
二、迫击炮的内弹道基本方程	40
三、正面问题解法	42
四、迫击炮内弹道正面问题的计算示例	45
五、小号装药的正面计算问题	52
六、炮弹在膛内运动时间计算	52
第三节 内弹道反面问题的估算	53
一、概述	53
二、进行反面问题估算时的参量选择	54
三、反面问题估算的一般步骤	55
四、反面问题估算示例	57
第四章 总体设计	59
第一节 设计任务的分类及其特点	59
一、产品仿制	59
二、产品改进	59
三、新产品设计	60
第二节 迫击炮设计的一般程序	61

一、设计任务的提出	61
二、技术论证	61
三、技术设计	62
四、设计定型	62
五、生产定型	63
第三节 总体布置中主要尺寸的确定	63
一、炮身长度的确定	63
二、方向摆杆轴线位置 B 的确定	64
三、脚架支承跨距 AC' 和倾角 β 的确定	64
四、高低机工作行程的确定	65
五、方向机工作行程的确定	66
六、双脚架端构尺寸的布置	68
七、驻臼中心位置和座钣倾角 ω 的确定	68
第四节 价值分析方法在产品设计中的应用	69
一、概述	69
二、功能评价	69
三、成本分析	70
四、价值分析	71
第五章 身管设计	73
第一节 身管的构造及其要求	73
一、身管的构造	73
二、对身管设计的要求	76
第二节 身管内膛间隙的确定及身管的温升现象	77
一、身管内膛间隙的确定	77
二、身管的温升现象	79
第三节 迫击炮身管的强度设计	80
一、身管的计算膛压曲线	80
二、身管材料的高温比例极限	81
三、身管的弹性强度极限	81
四、身管壁厚与内、外表面应力分布的关系	82
五、身管的安全系数	82
六、身管外形尺寸的计算	83
七、身管强度计算示例	83
第四节 迫击炮身管用钢	86
一、一般身管用钢	86
二、高强度身管用钢	87
第五节 迫击炮身管的检验	87
一、身管的外表和内膛检查	87
二、身管磁粉探伤检查	89
三、对身管疵病的处理	90
第六章 炮尾和击发装置设计	91
第一节 炮尾的设计计算	91

一、炮尾的结构特点和设计要求	91
二、炮尾受力情况分析	92
三、炮尾螺旋退刀槽的强度计算	93
四、炮尾螺旋的强度计算	94
五、炮尾颈部的强度计算	96
六、炮尾击发机孔截面的强度计算	98
七、尾球与驻日的接触应力计算	99
八、炮尾强度计算示例	99
第二节 击发装置的设计	105
一、击发装置的结构	105
二、对击发装置的要求	112
三、击针(或击针机盖)在膛内的外形尺寸的确定	112
四、击针尖的形状与击针凸出量的确定	113
五、击发能量的计算	113
六、击针机的闷气问题	115
第七章 炮架受力计算	117
第一节 发射前的炮架受力计算	117
一、用解析法计算发射前迫击炮的炮架受力	118
二、用图解法计算炮架受力	120
三、发射前大口径迫击炮炮架受力计算	122
四、发射前大口径迫击炮高低螺旋杆轴向力计算	123
第二节 迫击炮的射击运动和射击稳定性	125
一、迫击炮的射击运动现象	125
二、迫击炮的射击稳定性	127
三、影响迫击炮射击稳定性的主要因素	127
四、后座稳定性对射击准确性的影响	128
第三节 迫击炮的后座运动计算	129
一、炮身后座运动的加速度曲线	129
二、迫击炮射击时的土壤阻力曲线及其简化	130
三、膛底合力曲线 $P_{\Sigma} - t$ 的简化	131
四、迫击炮的后座运动计算	132
五、土壤阻力系数	135
六、后座运动计算示例	135
七、对迫击炮后座运动的分析	139
八、迫击炮的自由后座速度和加速度计算	139
第四节 迫击炮射击时的炮架受力计算	140
一、射击时的炮架运动现象	140
二、按自由后座情况计算炮架受力	141
三、按刚性炮位情况计算炮架受力	144
四、分析比较	144
第五节 炮架强度校核计算	145
一、方向螺旋杆强度校核计算	145

二、方向架强度校核计算	146
三、高低螺杆强度校核计算	146
四、高低螺杆的压杆稳定检查	147
第八章 缓冲机设计	148
第一节 随遇平衡的概念及其对射角的影响	148
第二节 弹簧固定压缩的概念	151
第三节 缓冲机设计	152
一、对缓冲机设计的要求	152
二、几种典型的缓冲机结构介绍	153
三、单管和双管缓冲机的选用	156
四、缓冲行程的确定	156
五、缓冲簧初压力的确定	157
六、缓冲簧的设计计算	158
七、缓冲杆的强度校核	161
第九章 瞄准机设计	162
第一节 对瞄准机设计的要求	162
第二节 方向架倾斜量和方向射界的计算	163
一、迫击炮的瞄准错乱问题	163
二、方向架倾斜量的计算	165
三、方向射界概述	168
四、采用独立式调平机的迫击炮的方向射界计算	169
五、独立式调平机的调整角 λ 计算	171
六、采用独立式调平机的迫击炮的 ψ 和 λ 算例	173
七、采用非独立式调平机的方向射界 ψ 和调整角 γ 的计算	173
八、采用非独立式调平机的迫击炮的 ψ 和 γ 算例	174
第三节 瞄准速比和自锁条件计算	174
一、方向瞄准速比计算	174
二、高低瞄准速比计算	175
三、自锁问题	175
第四节 方向机结构	176
第五节 高低机结构	181
第六节 瞄准镜插座及精确水平调整机	185
一、精确水平调整的方式	185
二、瞄准镜座和调平机	185
三、瞄准镜轴的位置不正确对瞄准的影响	190
第七节 瞄准机手轮力计算	192
一、方向机手轮力计算	192
二、算例	196
三、高低机手轮力计算	197
第八节 脚管尺寸标注	198
第九节 高低机自锁器	200

一、单向滚柱自锁器结构	201
二、结构尺寸的确定	201
第十节 锁紧装置	202
第十章 座板设计	204
第一节 对座板设计的要求	204
第二节 座板的形式及其特点	204
一、膜状座板	204
二、拱形座板	205
三、梯形棱锥座板	206
第三节 座板结构对射击稳定性的影响	206
一、概述	206
二、筋板形状对射击稳定性的影响	207
三、主板形状对射击稳定性的影响	208
四、驻臼位置对射击稳定性的影响	209
五、座板的正投影面积对射击稳定性的影响	213
第四节 座板支撑面积和重量的估算	213
一、影响座板下沉量的因素	213
二、比压法和比能法	214
三、估算座板支撑面积的经验公式	215
四、估算座板重量的经验公式	217
第五节 座板设计	219
一、主板设计	220
二、驻臼设计	220
三、筋板设计	222
四、曲面形包筋的作图方法	223
第六节 座板强度计算	225
一、座板的弯曲强度校核	226
二、计算示例	227
三、座板结构对强度的影响	228
第七节 座板材料及工艺	229
一、座板材料	229
二、座板制造工艺及主要技术要求	231
第十一章 瞄准镜及照明具	232
第一节 光学瞄准镜	232
一、瞄准镜的光学系统	232
二、望远光学系统的特性参量	233
第二节 瞄准镜的结构特点及应满足的要求	234
一、瞄准镜的结构特点	234
二、对光学瞄准镜的基本要求	239
三、光学瞄准镜配瞄要求及零线校正	240
第三节 照明具	241

一、照明具的种类及结构特点	241
二、电致发光照明具	244
三、对照明具的要求	245
第十二章 尺寸链计算	246
第一节 概述	246
一、尺寸链计算的目的	246
二、尺寸链的概念	246
三、尺寸链的分类	247
第二节 完全互换法计算	247
一、计算式	248
二、计算步骤	248
三、计算示例	249
第三节 概率法计算	251
一、计算式	251
二、计算示例	252
第四节 调整法	254
第十三章 迫击炮试验	259
第一节 概述	259
第二节 内弹道试验	261
一、试验条件	262
二、膛压的测定	262
三、初速的测定	264
四、选配装药瓶试验	269
第三节 射程和地面密集度试验	269
一、试验条件	270
二、试验方法	270
三、计算	271
第四节 强度试验	273
一、炮身强度试验	273
二、座钣强度试验	273
三、炮架强度试验	274
第五节 发射速度试验	274
一、测定火炮允许的发射速度	274
二、战斗射速射击试验	275
第六节 使用性能试验	275
一、装药自燃试验	275
二、炮口冲击波压力测定	276
三、射击稳定性试验	276
四、勤务性能试验的主要内容	276
第七节 弹道炮设计	277

第一章 概 论

迫击炮是一种用座钣直接承受后座力的曲射炮，一般发射靠尾翼稳定的滴状迫击炮弹。与其它火炮相比，迫击炮的弹道弯曲、结构简单、使用方便、火力猛，它是现代战争中不可缺少的炮种之一。

第一节 迫击炮发展简史

火炮在我国的发展有着悠久的历史。管形火器是我国宋代陈规的伟大发明，他在公元1132年发明了用竹竿内装火药，喷火烧伤敌人的火枪。火枪是火炮的鼻祖^[1]。

据《明史》记载，明代我国已能自制各种火炮，其材料大都用青铜及铁质，口径有大小不同，弹道性质有曲射和平射。例如其中之一虎蹲炮(图1-1)，形似虎蹲，长2尺、重36斤、口径约2寸，外有铁箍五道，为了防止射击时的后座及震动，炮身前后共有四个铁爪插入土中，后座量最大达5寸。

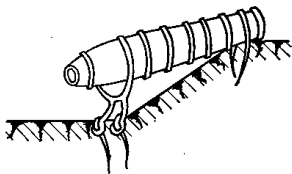


图1-1 虎蹲炮

十三世纪初，火药及火器由我国传入阿拉伯国家，以后又传入欧洲各国。自十七世纪以来，火炮在世界一些技术先进的国家中又得到新的发展，到第一次世界大战为止，已具有现代火炮的一般性能。

迫击炮是在二十世纪初形成的一个炮种。在1904~1905年的日俄战争中，日军围攻旅顺口，双方堑壕相距很近，一般火炮便显得无能为力。在这种情况下，俄军将47毫米海军炮装在带车轮的炮架上，增大仰角，发射超口径的长尾迫击炮弹，其弹重11.5公斤，射程500步，有效地杀伤了堑壕内的日军，这便是迫击炮的雏型。

在第一次世界大战(1914年)前，迫击炮尚未引起人们的注意。第一次世界大战开始后不久，由于阵地战的发展，一般火炮不能有效地射击前沿阵地上的敌人。因为一般火炮离前沿阵地较远，由于射程远，射弹散布大，对前沿阵地之敌进行射击时，会使炮弹落到自己部队的阵地上。这种情况下，迫击炮在战场上便得到了广泛地使用。1917年4月法军进攻爱恩河时，竟使用了1650门迫击炮。

初期的迫击炮是在战争紧迫的情况下匆忙制成的，因此在技术上很不完善。大部分是发射超口径的迫击炮弹，装填时只是炮弹尾部装入炮膛内，而弹体露在外面。当时的迫击炮都很笨重，运动性能差，改变射向困难，发射速度低，射弹散布大，射程近(一般只有几百米)。但是，由于它具有强大的杀伤和爆破威力，弹道弯曲，能完成其它火炮所不能完成的任务，操作简单，所以仍深受部队的欢迎。

到1918年，由于飞行比较稳定的同口径迫击炮弹的出现，使迫击炮有了很大改进。当时比较典型的是法国1918年式斯托克斯81毫米迫击炮(图1-2)，全炮由炮身、座钣

和双脚架构成。炮身和炮架刚性连接，没有缓冲机，其战斗全重约53公斤。发射带尾翼的滴状同口径迫击炮弹，弹重3公斤，装炸药0.6公斤，初速130*/s，射程1900米。其缺点是射击密度不好。但是，由于它的结构简单、使用轻便，引起了人们的注意，成了战后研究迫击炮的原始模型。

1927年法国研制成功了结构更加完善的带尾翼的迫击炮弹和斯托克斯-布朗德式81毫米迫击炮，与1918年斯托克斯81毫米迫击炮比较，主要特点是在炮身和炮架之间装了缓冲机。它的战斗全重为58公斤，弹重3.26公斤，射程2200米。这种迫击炮的性能比过去有较大提高，很快被世界各国所采用。其结构已类似于目前常见的双脚架式迫击炮。至此，迫击炮已基本能满足步兵对随伴火炮的要求（如能精确地进行曲射，重量轻，能随伴步兵在各种地形条件下运动），被认为是一种重要的制式装备了。

此后，直到第二次世界大战以前，各国发展的中心是120毫米以下的轻型迫击炮。在第二次大战中，为了摧毁敌人的坚固工事，战场上出现了重型迫击炮。如苏联的1943年式160毫米迫击炮和240毫米迫击炮，英国的254毫米迫击炮，日本的HA-TO型1943年式300毫米迫击炮等。

由于科学技术和生产的发展及军队对武器性能要求的不断提高，使六十年代以来迫击炮技术又有较大发展。其主要表现在进一步增大射程，减轻炮重，适当增加弹重，使迫击炮的威力和机动性能都有明显提高。如芬兰“泰普勒”81毫米迫击炮（图1-3），其弹重3.86公斤，最大射程4660米，战斗全重40公斤；法国61L式81毫米迫击炮，其弹重4.33公斤，最大射程5000米，战斗全重41.5公斤。国外现有主要的迫击炮及其性能列于表1-1，供参考。

为了减轻火炮重量，提高机动性，出现了用强度较高的轻金属材料（如铝合金、钛合金）来制造迫击炮。为了改善迫击炮的射击性能和使用性能，对迫击炮结构进行了更多的研究，出现了各种不同形式的座版和炮架结构。如1993年列装的英国L1A1式81毫米迫击炮（图1-4），座版是圆形，采用铝合金，炮架是“K”字形结构，部分采用铝合金。其弹重4.27公斤，最大射程4680米，全炮重34.6公斤。

此外，为了在不增加炮重的条件下增大射程，国外较广泛地采用火箭增程迫击炮弹，使射程可以增加约50%。为了提高迫击炮弹的杀伤和爆破威力，除了改进炸药配方，提高弹体材料强度和改进弹形外，还给迫击炮弹配上多用途的引信。为了对付战场上大量装甲目标，研制了反装甲的新弹种。七十年代以来，又有一些新技术在迫击炮上获得应用。如有的在迫击炮上配备了小型激光测距器和小型计算机，出现了迫击炮定位雷达等。

近代迫击炮在我国的发展也是很快的。早在抗日战争和解放战争时期，我根据地军

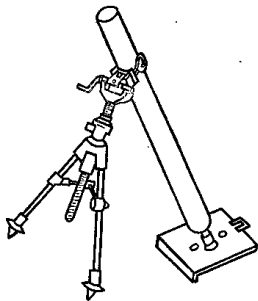


图1-2 1918年式斯托克斯81毫米迫击炮

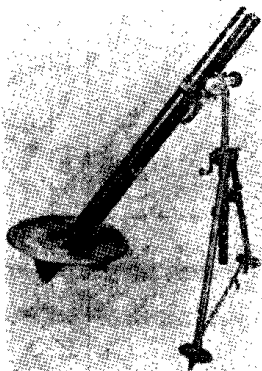


图1-3 芬兰泰普勒81毫米迫击炮

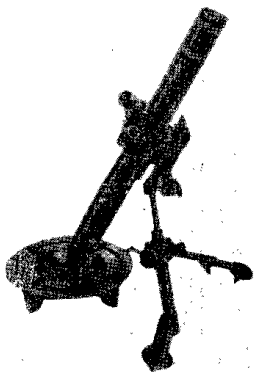


图1-4 英国L1A1 81毫米迫击炮

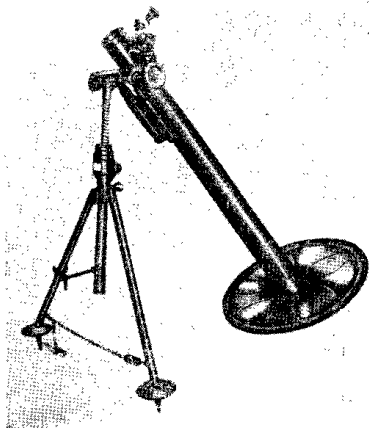


图1-5 55式82毫米迫击炮

表1-1 国外主要迫击炮性能

名称	口径d (毫米)	弹重G (公斤)	初速 v_0 (米/秒)	最大射程 X (米)	重量(公斤)			炮口动能 $E_g = \frac{Gv_0^2}{2g}$ (公斤·米)	炮金属利用系数 $\eta = E_g/Q$ (公斤·米/公斤)	装配时间 及配属级别	注
					战斗重 Q	炮身	炮架				
法国“卡曼多”重型60迫击炮	60	1.73	105.5	1050	10.0	—	—	981	98	已装配完毕	
法国63式轻型60迫击炮	60	1.73	168.1	2000	14.8	3.8	5	2482	168	新研制已装备	
西班牙“ECIA”L型60迫击炮	60.7	1.43	170	2100	10.9	4.2	3.9	2108	183	已装备完毕	
英国M224式60迫击炮	60	1.68	234.5	3500	21.3	—	—	4710	221	计划81年装配使用	
美国M29式81迫击炮	81	3.13	282.8	4500	37.5(轻座版)	13	13.5	12759	340	51年装备完毕	图版有二 种,分别为肩 驮、和制造。
法国61L式81迫击炮	81	4.33	271	5000	41.5	14.5	12.2	16208	391	61年研制制造	
美国L1A1式81迫击炮	81	4.27	250	4630	34.6	11.8	11.4	14015	405	63年装备完毕	
芬兰“泰普勒”81迫击炮	81.4	3.86	243.3	3980	37(座版)	11.5	12.3	11040	315	已装备	
法国60式120迫击炮	120	13	232.7	4500	40(长管)	14.5	12.3	13299	332	—	
西班牙“ECIA”L型105迫击炮	105	9.2	约350	7050	94	34	24	35879	382	已装备团	
苏联M160式160迫击炮	160	41.14	343	8320	1280	—	—	57441	558	已装备团	
芬兰M66型160迫击炮	160	40.45	430	10500	1350	—	—	246943	191	装备师	
								382000	282	装备师	

注:表中各种外国迫击炮的初速,是照弹最大射程,由43年阻力定律,假定弹形系数*i* = 1,反推外弹道学得到的值。

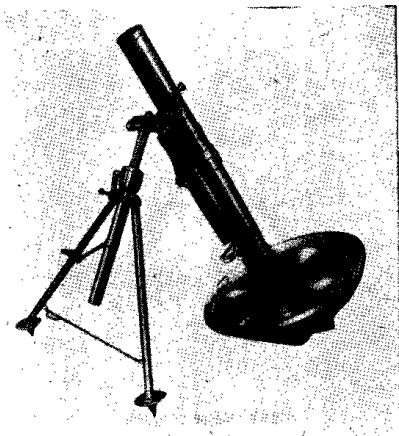


图1-6 55式120毫米迫击炮

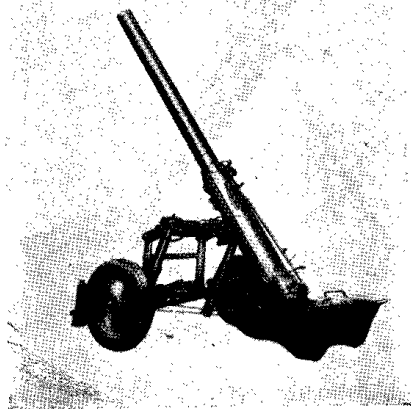


图1-7 56式160毫米迫击炮



图1-8 63式60毫米迫击炮

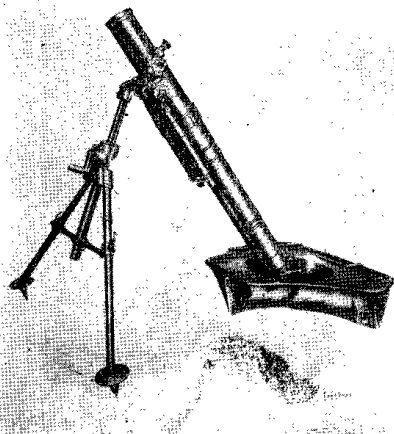


图1-9 64式120毫米迫击炮

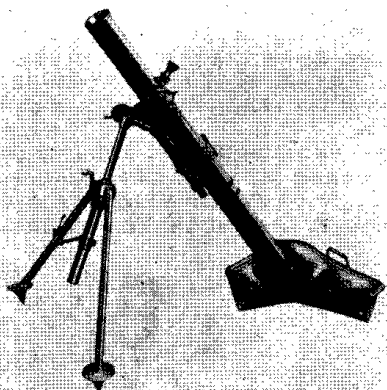


图1-10 67式82毫米迫击炮

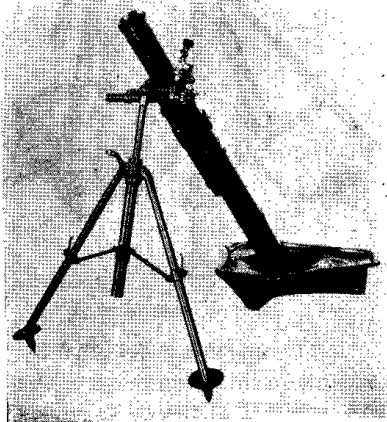


图1-11 71式100毫米迫击炮

民在十分困难的条件下，就开始自己制造迫击炮。先后制造了口径为 50、60、82、100、120 和 150 毫米的迫击炮，对中国的革命战争作出过积极的贡献。

在国民党统治区，也先后生产过二〇式 82 毫米迫击炮，二七式 50 毫米迫击炮，二九式 150 毫米迫击炮，三一式 60 毫米迫击炮和三三一式 120 毫米迫击炮。

新中国成立后，我国的国防事业有了很大发展，五十年代先后仿制了 53 式 82 毫米迫击炮（图 1-5），55 式 120 毫米迫击炮（图 1-6）和 56 式 160 毫米迫击炮（图 1-7），并迅速装备了部队。

六十年代以来，我国走上了独立设计的道路，先后设计了 63 式 60 毫米迫击炮（图 1-8）、64 式 120 毫米迫击炮（图 1-9）、67 式 82 毫米迫击炮（图 1-10）、71 式 100 毫米迫击炮（图 1-11）、63-1 式 60 毫米迫击炮（图 1-12）和 80 式 100 毫米迫击炮，形成了中国式的迫击炮武器系统。这些迫击炮都具有较优良的性能，对我军的建设起了积极的作用。

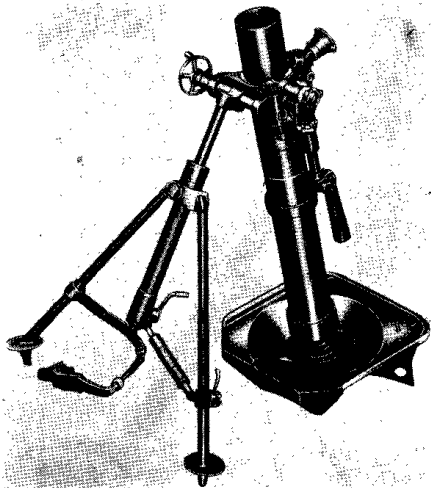


图1-12 63-1式60毫米迫击炮

第二节 迫击炮在战争中的地位和作用

炮兵是地面部队的重要火力支柱，而迫击炮又一直在地面火炮中占有突出的地位。在第二次世界大战中，各参战国都投入了大量的迫击炮。据外刊报道，在第二次大战中，地面部队伤亡的一半以上是迫击炮火力造成的。