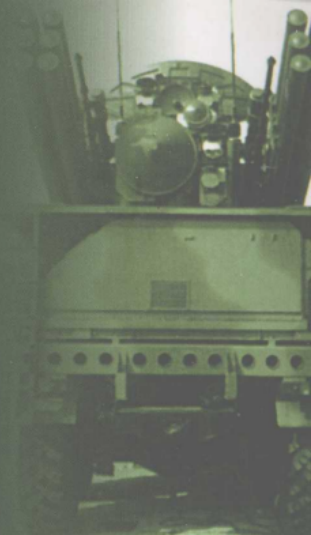


主 编：董文祥
副主编：李才葆 毕建民 康 敏

国外弹炮结合 防空武器技术发展

GUOWAIDANPAOJIEHE
FANGKONGWUQIJISHUFAZHAN

兵器工业出版社



责任编辑：刘燕丽
封面设计：李 晖

ISBN 7-80172-765-7



9 787801 727657 >

ISBN 7-80172-765-7

定价：56.00元

国外弹炮结合防空 武器技术发展

主 编 董文祥

副主编 李才葆 毕建民 康 敏

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书详细介绍了国外弹炮结合与新型防空武器系统技术的发展;国外弹炮结合防空武器系统配用的便携式地对空导弹;国外弹炮结合防空武器系统设计特点;国外弹炮结合防空武器系统发展趋势;国外近中程地对空导弹系统技术发展;国外防空导弹发展趋势等,并对国外部分弹炮结合与新型防空武器系统战术技术性能和国内外便携式及近中程地对空导弹系统战术技术性能进行了对比。

图书在版编目(CIP)数据

国外弹炮结合防空武器技术发展/董文祥主编.

北京:兵器工业出版社,2006.11

ISBN 7-80172-765-7

I. 国... II. 董... III. 防空—武器—军事技术—研究—国外 IV. E926.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第120903号

出版发行:兵器工业出版社

发行电话:010-68962596, 68962591

邮 编:100089

社 址:北京市海淀区车道沟10号

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市银祥福利印刷厂

版 次:2006年11月第1版第1次印刷

印 数:1—350

责任编辑:刘燕丽

封面设计:李 晖

责任校对:郭 芳

责任印制:赵春云

开 本:787×1092 1/16

印 张:9.25 16面彩插

字 数:244千字

定 价:56.00元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

《国外弹炮结合防空武器技术发展》 编 委 会

主 编：董文祥

副主编：李才葆 毕建民 康 敏

编 委：徐琦琦 乔聪伶 李淑媛 徐 虹

序

弹炮结合防空反导武器是一种先进的防空作战装备，它兼备了两种不同火力的性能优势；在层式防空系统中担当十分重要的角色。正是由于这一重要特点，该类武器装备深受世界一些国家的关注和重视，并积极研制和装备部队。

空袭与反空袭已成为现代战争的重要作战模式，贯穿于战争全过程，影响战争进程与结局，甚至决定战争胜负。因此，防空武器的发展愈来愈受到世界各国的高度重视，一些工业发达国家在研制导弹防空系统、火炮防空系统的同时，也相应研制发展了弹炮结合防空武器系统。这些弹炮结合防空武器系统的火炮口径不尽相同，导弹的制导方式亦不相同，但却从系统角度，充分利用技术资源，进行了合理综合与集成，形成了作战效能更高的武器装备。毫无疑问，研究、消化国外的弹炮结合防空武器，掌握其设计思路和特点，对提高我们研制的技术起点和水平是十分有益的。为此，我们在有限的条件下，系统地搜集、整理并编辑成册《国外弹炮结合防空武器技术发展》，供相关人员借鉴。

为避免误导，该书以原始资料为主体内容。

鄒子平

2006年7月

前 言

弹炮结合自行防空武器系统是陆军的重点防空装备。这类装备除了具有良好的机动性能外，还需具有较强的目标探测能力、跟踪能力，不仅要达到足够的探测距离和跟踪距离，还要达到足够的探测和跟踪精度，这类装备需要实现火力互补，发挥各自的特点和优势，在其防卫的空域内达到较高的毁歼概率，发挥优越的综合作战效能。除此之外，在使用上还要适应体系对抗和独立作战的需求；还希望具备同时对付多目标的作战能力。正因为这类装备所具备的优势，各国竞相发展该类防空武器系统，以满足日益提高的防空任务需求。

为了了解世界各国弹炮结合防空武器系统的性能、特点，分析和借鉴其有益的思路，促进我国弹炮结合防空武器的发展，我们尽可能系统地收集了相关资料，奉献给有关人员予以参考。全书分为两个部分，第一部分介绍的是弹炮结合防空武器系统，第二部分介绍的是各种防空导弹。

需要说明的是，收集在本书中的弹炮结合防空武器并不全是最先进、最理想的。各国研制的弹炮结合防空武器其构成是由各自情况和所具备的基础条件所决定的，其中最关键的涉及到两点，一是有没有比较理想和合适的导弹，在空域上与火炮射高、射程合理匹配；二是制导设备与自行高炮已有的组成及性能是否兼容，实现对两种不同火力的控制。由于目前世界上有不少弹炮结合防空武器并不是全新研制的，而是在已有的自行高炮基础上加挂导弹的，所以必然受到一定的局限，从而难以达到理想的结合。

由于专业水平有限，书中难免出现不够准确之处，敬请读者谅解。

目 录

1 国外弹炮结合与新型防空武器系统技术发展	(1)
1.1 美国/法国“火焰”(Blazer)弹炮结合防空武器系统	(1)
1.2 美国轻型装甲车防空系统(LAV-AD)	(3)
1.3 俄罗斯“通古斯卡”2C6/2C6M式弹炮结合防空武器系统	(5)
1.4 俄罗斯“潘泽尔”-S1(Pantzyr-S1)轮式弹炮结合防空武器系统	(12)
1.5 俄罗斯“潘泽尔”-S1(Pantzyr-S1)履带式弹炮结合防空武器系统	(14)
1.6 俄罗斯“嘎什坦”(Kashtan)和“嘎什坦”-M舰载弹炮结合防空武器系统	(15)
1.7 俄罗斯“剑”舰载近程防空武器系统	(18)
1.8 俄罗斯Sosna陆军型弹炮结合近程防空武器系统和Palma舰载型近程防空武器系统	(18)
1.9 俄罗斯Vikhr-K舰载多用途弹炮结合防空武器系统	(19)
1.10 瑞士“空中防盾”35/“阿达茨”(Skyshield 35/ADATS)弹炮结合防空武器系统	(21)
1.11 瑞士“空中巡逻兵”(Skyranger)自行防空武器系统	(22)
1.12 斯洛伐克“斯特洛普”(Strop)弹炮结合防空武器系统	(24)
1.13 斯洛伐克“布雷姆斯”(Brams)弹炮结合防空武器系统	(25)
1.14 波兰“绍波尔”(Sople)弹炮结合防空武器系统	(27)
1.15 波兰“劳拉”(Loara)-G新型履带式自行高炮系统	(28)
1.16 以色列“马赫贝特”弹炮结合近程防空武器系统	(31)
1.17 以色列“鹰眼”防空武器系统	(32)
1.18 德国“猎豹”高炮/地对空导弹自行防空武器系统	(33)
1.19 乌克兰Donets弹炮结合防空武器系统	(34)
1.20 乌克兰Kentavr弹炮结合防空武器系统	(35)
附表1 国外部分弹炮结合与新型防空武器系统战术技术性能对比	(45)
2 国外弹炮结合防空武器系统配用的便携式地对空导弹	(49)
2.1 美国“毒刺”(Stinger)FIM-92便携式防空导弹系统	(49)
2.2 法国“西北风”超近程地对空导弹系统	(53)
2.3 俄罗斯“甘斯肯”(Gaskin)SA-9/“箭”-1 9M31地对空导弹系统	(57)
2.4 俄罗斯“针”-S便携式防空导弹系统	(59)

2.5	瑞典 RBS70 地对空导弹系统	(61)
2.6	瑞典“火流星”(Bolide)地对空导弹系统	(65)
2.7	英国“星光”(Starstreak)地对空导弹系统	(66)
3	国外弹炮结合防空武器系统设计特点	(68)
3.1	总体设计技术先进,布局合理,结构紧凑	(68)
3.2	构建强大火力网	(69)
3.3	关键部件采用高新技术	(69)
3.4	充分利用成熟技术	(69)
3.5	为提高机动性和生存能力,多数系统采用自行式	(70)
3.6	采用系列化、通用化和模块化设计	(70)
3.7	注意吸收各国先进技术	(70)
3.8	追求对付多目标的能力	(71)
4	国外弹炮结合防空武器系统发展趋势	(72)
4.1	增大射程	(72)
4.2	提高抗干扰能力	(72)
4.3	采用模块化设计	(72)
4.4	设计轻量化	(73)
4.5	缩短系统反应时间	(73)
4.6	提高反导能力	(73)
5	国外近中程地对空导弹系统技术发展	(74)
5.1	巴西 MAC-MP 地对空导弹系统	(74)
5.2	法国“响尾蛇”(Crotale)地对空导弹系统	(74)
5.3	法国“沙伊纳”(Shahine) TSE5100/“西卡”(Sica)地对空导弹系统	(78)
5.4	法国新一代“响尾蛇”(Crotale NG)地对空导弹系统	(90)
5.5	印度“特里舒尔”(Trishul)地对空导弹系统	(92)
5.6	德国/法国“罗兰特”(Roland)地对空导弹系统	(93)
5.7	瑞士/美国“阿达茨”(ADATS)防空反坦克导弹系统	(97)
5.8	德国/法国“独眼巨人”(Polypheme)地对空导弹系统	(103)
5.9	法国/意大利未来防空导弹系统	(104)
5.10	以色列/美国反导导弹系统	(107)
5.11	意大利“靛青”(Indigo)地对空导弹系统	(109)
5.12	意大利“斯帕达”(Spada)地对空导弹系统	(112)
5.13	日本“短萨姆”(Tan SAM) 81 式地对空导弹系统	(116)
5.14	南非高速(SAHV-3)地对空导弹系统	(118)
5.15	英国“长剑”(Rapier)地对空导弹系统	(120)
5.16	英国“长剑”2000(Rapier 2000)地对空导弹系统	(124)

5.17	美国“小榭树”(Chaparral) MIM-72 地对空导弹系统	(126)
5.18	美国“陆麻雀”(Land Sparrow) 地对空导弹系统	(129)
5.19	美国光纤制导增强型(EFOG-M) 地对空导弹系统	(129)
5.20	俄罗斯 SA-8 “壁虎”(Gecko) 地对空导弹系统	(131)
5.21	俄罗斯 SA-15 “护手”(Gauntlet) 地对空导弹系统	(134)
5.22	俄罗斯 SA-19 “格森”(Grison) 地对空导弹系统	(138)
5.23	美国“拉姆”(RAM) RIM-116 舰对空导弹系统	(140)
6	国外防空导弹发展趋势	(143)
6.1	便携式防空导弹发展趋势	(143)
6.2	近中程防空导弹发展趋势	(143)
	附表 2 国内外便携式和近中程地对空导弹系统战术技术性能对比	(145)
	参考文献	(149)

1 国外弹炮结合与新型防空武器系统技术发展

在高技术条件下的现代局部战争中，空袭与反空袭已成为主要的作战模式，并贯穿于战争的始终和决定着战争的胜负。特别是随着空袭兵器的多样化、高度电子化、快速隐身化、精确制导化、发射的多基化和远程化以及杀伤的智能化，使野战防空武器系统担负的作战使命越来越重大，防空武器系统维持与决定着高技术局部战争中整个陆军防空兵战斗的成败，因此，世界各国都非常重视建立完善的现代防空作战体系。

弹炮结合防空武器系统作为中空、低空、超低空防空体系的重要组成部分，以其机动性高、独立作战能力强、反应时间短、对目标毁伤能力强、生存概率高、能行进间作战等先进性能，近几十年来得到了迅速发展。目前，世界在研与装备的弹炮结合防空武器系统已达 30 多种，其中尤以美国、俄罗斯研制的弹炮结合防空武器系统技术居世界领先地位。

弹炮结合防空武器系统主要特点如下：

- (1) 系统是一个独立的、高度机动的作战单元，可单独承担野战防空任务；
- (2) 利用搜索雷达和各种跟踪手段及测距方式，精确测定目标坐标和速度，有利于计算导弹的发射诸元，充分发挥导弹的高命中概率。系统反应时间短，提高了作战效能；
- (3) 弹、炮、火控集于一体，资源利用率高，结构紧凑，简单轻便，机动性好。适合装备快速反应部队，特别是陆军团以下部队；
- (4) 实现两种火力优势的互补，远界使用导弹作战，近界使用火炮作战，提高了综合作战效能；
- (5) 扩大了作战空域。一般来说，导弹的作战高度和距离都要显著大于高炮，因此弹炮结合后，作战空域要比单一自行高炮显著扩大；
- (6) 进一步缩短了系统反应时间。由于导弹发射所需条件比火炮射击诸元确定更简单，因此在系统反应时间上可以比单一自行高炮进一步减小；
- (7) 采用光电火控系统，抗电子干扰和地物杂波干扰能力强，适于对付低空快速目标；
- (8) 弹炮共用 C⁴I 和火控系统，可降低武器系统成本，简化部队装备和后勤保障。

自 1985 年以来，弹炮结合防空武器系统已由原来的几种迅速发展 to 30 多种，从牵引式发展到自行式，从弹炮结合发展到弹炮箭结合，火炮口径从 25 mm 发展到 35 mm 乃至 40 mm；火炮与导弹的射程、威力已有很大提高，所用的火控系统技术更加先进，车体和承载平台也更加多样化，整个防空武器系统的战斗性能更高。

1.1 美国/法国“火焰”(Blazer)弹炮结合防空武器系统

研制过程

美国通用动力武器系统公司和法国汤姆逊 - CSF 公司私方投资合作研制出“火焰”

(Blazer) 防空炮塔系统。

整个“火焰”防空炮塔样机于1994年6月首次公开展示,1994年底,在法国进行了25 mm自动炮和BAE动力公司“西北风”(Mistral)地对空导弹的射击试验。

技术与结构特点

“火焰”炮塔基本上包括一门GAU-12/U 25mm加特林自动炮和雷锡恩系统公司4枚“毒刺”(Stinger)或MBDA公司“西北风”(Mistral)“发射后不管”地对空导弹,自动炮和导弹都装在双人炮塔上。“火焰”炮塔采用轻型装甲全焊接结构,由动力驱动。它可装在能适配1.625 m直径炮塔座圈的任何履带式或轮式车体上。这种全电驱动的炮塔可装在美国联合防务公司的“布雷得利”(Bradley) M2底盘、莫瓦格公司“皮兰哈”(Piranha) 8×8底盘上。(莫瓦格公司现已成为通用汽车防务公司的一家分公司)。“皮兰哈”8×8车还经许可由智利FAMAE公司和英国Alvis车辆公司生产。“火焰”炮塔还可装在Textron海军和地面系统Cadillac Gage公司的LAV-300 6×6和LAV-150 4×4以及类似的轮式和履带式车体上。

基型“火焰”炮塔配有数字式火控系统、人眼安全激光测距仪、前视红外(FLIR)/电视(TV)稳定瞄具,2名炮塔乘员包括车长和炮手。

“火焰”系统配用Thales防务系统公司TRS 2630 2D数字式跟踪雷达、MBDA公司“西北风”或雷锡恩系统公司“毒刺”导弹,或作为进一步发展方案,还可配用“瞄准线指令”(COLOS)导弹。

双人炮塔内容纳炮手和车长,他们两人都具有全系统操控能力,这包括捕获目标、跟踪目标、武器选择和射击。炮手和车长通过车体前方和侧方的装甲窗对车外进行观察。

“火焰”炮塔的主武器为通用动力武器系统公司GAU-12/U 25 mm加特林自动炮,自动炮可发射Bushmaster系列弹药,理论射速1 800发/min。加特林式自动炮具有很高射速,因此在防空作战中非常有效。自动炮可向目标航路上快速发射密集的弹丸,具有很高的命中概率。据通用动力武器系统公司称,这种快速密集的弹丸分布模式方法可以有效地对付随机运动目标,使射击中随机运动目标的随机运动影响减小。此外,在自动炮摇架上方还装有4枚或8枚红外寻的导弹,其控制系统也组装到“火焰”炮塔的火控系统中,前视红外/电视瞄具用于观察和自动跟踪目标。该系统的昼/夜作战能力和在崎岖不平地域及车体以50 km/h速度行驶时的跟踪和射击能力已经演示验证。

Thales防务系统公司TRS 2630 2D雷达的工作距离为17 km,该雷达配有敌我识别系统,具有搜索时自动跟踪和联网数据交换能力。联网数据交换功能可使一个系统作为另外几个没有配用捕获传感器的单元的指挥单元。GAU-12/U 25 mm 5管加特林自动炮用于对付2 500 m距离上的目标,防空导弹用于对付6 000 m距离上的目标,弹仓中总共装有400发25 mm待用弹,还有600发弹储存在车体中。25 mm自动炮的弹药装填可在15 min内完成。根据车体底盘情况,车内还可储存一些备用导弹,电动烟幕弹发射装置4具一组分装在炮塔两侧。

变 型

“火焰”炮塔系统变型产品未配雷达,只配有“毒刺”地对空导弹,该变型系统也名为

“火焰”，专为美海军陆战队生产。

目前，“火焰”炮塔系统处于预生产样机研制阶段，一旦接到正式订单就可开始生产。

“火焰”防空炮塔战术技术性能

乘员	2人（车长/炮手）
武器	GAU-12/U 25 mm 5 管加特林自动炮 4 或 8 枚“发射后不管”地对空导弹（“毒刺”或“西北风”）
方向射界	360°
高低射界	-8° ~ +60°
瞄准具	前视红外/电视瞄具和激光测距仪
火控系统	数字式 具有全解算火控和行进时射击能力
传感器	温度、压力、风和车体侧倾传感器 配用汤姆逊-CSF 公司 TRS 2630 跟踪雷达

1.2 美国轻型装甲车防空系统（LAV-AD）

研制过程

1987 年 5 月，美陆军坦克机动车辆司令部（TACOM）向 75 家公司发出邀请函，邀请他们投标发展轻型装甲车载防空系统（LAV-AD），但只接到两家公司返回的投标书，一家是 FMC 公司（现联合防务公司），另一家是通用电气公司（现通用动力武器系统公司）。

1987 年 12 月，FMC 公司与美陆军签订一项价值 891.6 万美元的初期研制合同，而通用动力武器系统公司也签订一项价值 671.8 万美元的合同。

轻型装甲车防空系统（LAV-AD）的主要作用是对付固定翼飞机和武装直升机，辅助作用是用其 25 mm 自动炮对付地面目标。雷锡恩系统公司的“毒刺”（Stinger）导弹可用于对付 6 000 m 距离上的目标，自动炮可对付 2 000 ~ 2 500 m 距离上的目标。

尽管 LAV-AD 样机系统配有装 4 枚“毒刺”地对空导弹的单个支架和装 7 枚 HYDRA 70 火箭的一个支架，但生产型系统已配有两个支架，每个支架上装有 4 枚雷锡恩系统公司“毒刺”导弹，HYDRA 70 火箭发射架作为备选方案。在对 4 台样机进行试验之后，1992 年 6 月，美海军陆战队选择通用动力武器系统公司 LAV-AD 系统，以满足其未来需求。

通用动力武器系统公司轻型装甲车防空系统由“火焰”（Blazer）炮塔和轻型装甲车（LAV）组配而成。

美国海军陆战队已接收加拿大通用汽车公司柴油机分公司 6 种结构的 758 辆轻型装甲车，最后交付工作已于 1988 年完成。该公司现在名为通用汽车防务公司。

轻型装甲车防空系统是可空运的并可在 Sikorsky CH-53E 重型直升机下方吊运，与 LAV 系列的其他车一样，该系统是全两栖的，在水中行驶时由车体后部安装的两个推进器推进，它还可装在洛克希德·马丁公司 C-130 和其他大型运输机中空运。

1996 年 1 月，通用动力武器系统公司与美海军陆战队签订一项价值 7 400 万美元的合同，内容包括制造 17 个轻型装甲车防空系统（LAV-AD）。根据合同款项，通用动力武器

系统公司负责全系统的工程、管理和总装及试验工作，主要的子承包商有加拿大通用汽车公司柴油机分公司（负责 LAV 8×8 底盘）、雷锡恩系统公司传感器与电子系统分公司（负责瞄具系统）和通用动力防务系统公司（负责全电炮塔驱动系统）。

除可安装在 LAV 8×8 底盘上外，“火焰”炮塔还可安装在其他各种履带式或轮式底盘上，例如可装在 Alvis 公司 Stormer/联合防务公司 M113、联合防务公司“布雷得利”（Bradley）和莫瓦格公司“皮兰哈”（Piranha）8×8 底盘上。

首个生产型轻型装甲车防空系统于 1997 年 9 月交付美海军陆战队，最后 17 个轻型装甲车防空系统于 1998 年 8 月交付。

这是美海军陆战队首次配用作为地面战斗系统一部分的建制防空系统。1998 年 10 月 1 日，美海军陆战队的轻型装甲车防空系统达到初始作战能力，4 辆战车构成的首个战斗组已处于战备状态，整个战斗排总共配有 16 个 LAV-AD 系统。

LAV-AD 系统将由第 4 轻型装甲侦察（LAR）营指挥，由 83 名海军陆战队员操控，他们将能在世界各地广泛部署。一个营配有 4 个战斗组，每个战斗组配有 4 辆 LAV-AD 和一辆 LAV-L 勤务支援车。

技术与结构特点

通用动力武器系统公司的 LAV-AD 系统采用改进型 8×8 轻型装甲车底盘，驾驶员位于车体前部左侧，发动机舱位于右侧，车内余下空间用于安装炮塔和储放弹药。车长和炮手通过炮塔和借助车体后部的两个舱门进入车体。

装在 LAV-AD 上的炮塔配有 GAU-12/U 25 mm 加特林自动炮和 8 枚雷锡恩系统公司“毒刺”地对空导弹，GAU-12/U 25 mm 自动炮已装备美海军陆战队 AV-8B 地面攻击飞机。

除 8 枚待发导弹外，每辆 LAV-AD 系统还携带另外 8 枚备用导弹，这些导弹为手动装填，车体内还携带雷锡恩系统公司标准“毒刺”导弹发射架，如果战术情况需要，“毒刺”导弹还可部署在距 LAV 车一定的距离处作战，LAV-AD 系统还配有一挺 7.62 mm 机枪，用于进行本车自卫，车上还配有两组各 4 具电动烟幕弹发射装置。

据通用动力武器系统公司称，LAV-AD 系统的车载弹药可执行 44 次防空交战。

LAV-AD 配用的传感器装备包括前视红外仪（FLIR）、昼光电视（TV）、人眼安全激光测距仪和自动跟踪及火控系统。

炮塔控制为全电动，紧急情况下也可手动控制。稳定系统作为标准装备配用，配用该稳定系统，LAV-AD 系统能在行进间与目标交战。

车长和炮手都可控制炮塔并进行武器瞄准，炮塔驱动装置由美陆军大量使用的联合防务公司 M2/M3 “布雷得利”战车的驱动装置发展而来。

LAV-AD 配用的通信设备包括 AN/VRC 92A 双线甚高频无线电台和 AN/GRC (V) 231 高频无线电台，还配有 AN/PSN-11 精确的轻型 GPS 接收机。

变 型

法国 Thales 防务系统公司和美国通用动力武器系统公司为国外市场研制出“火焰”炮塔的进一步发展型炮塔，它装有 MBDA 公司“西北风”（Mistral）地对空导弹和 Thales 防务

系统公司 TRS 2630 雷达系统, 该系统也名为“火焰”(Blazer), 于 1994 年开始进行射击试验。目前, “火焰”炮塔的研制已经完成, 但到 2000 年底, 该系统还未收到生产订单。

通用动力武器系统公司还在私方投资, 研制和发展“火焰”重型防空炮塔。目前该炮塔已不再向市场推销。

目前 LAV-AD 系统正在生产, 至 1998 年 8 月, 总计已向美海军陆战队交付 17 辆 LAV-AD 系统。

LAV-AD 战术技术性能

系统战斗全重	13 319 kg
炮塔重	2 676 kg
炮塔乘员	2 人
武器装备	1 × 25 mm GAU-12/U 加特林自动炮
理论射速	1 800 发/min
	8 枚“毒刺”地对空导弹(待发状态)
弹药基数	900 发 × 25 mm (其中 385 发待发)
	16 枚“毒刺”地对空导弹
炮塔方位回转范围	360°
高低射界	-8° ~ +60°
炮塔加速度(方位和高低运动)	2 rad/s ²
炮塔速度(方位和高低运动)	1 rad/s
瞄具	前视红外装置
	电视和人眼安全激光测距仪
数字火控系统	具有全解和行进时射击能力
传感器	温度、压力、风和车体侧倾传感器
跟踪雷达	无
搜索雷达	无
三防系统	有
夜视设备	有

1.3 俄罗斯“通古斯卡”2C6/2C6M 式弹炮结合防空武器系统

装备现况

“通古斯卡”2C6/2C6M 式弹炮结合防空武器系统是由俄罗斯的乌里扬诺夫斯克工程机械厂研制生产的, 它将防低空导弹、小口径高射炮、雷达与光电火控装备集于一车, 兼备防空导弹与高射炮的优势, 能协调一致地攻击不同的空中目标, 火力猛, 机动性好, 在总体设计上具有独到之处。该系统是世界上第一个正式装备部队、形成战斗力并参加过实战的弹炮结合防空武器系统。2C6M 是 2C6 的改进型。

截止到 1996 年 1 月, 俄罗斯共生产了 549 套“通古斯卡”弹炮结合防空武器系统。除印度陆军于 1992 年采购装备了 54 套外, 其余全部装备俄罗斯陆军。俄陆军每个摩步团或坦克团编有 1 个防空连, 防空连装备 6 辆“通古斯卡”发射车、6 辆弹药运输装填车和其他 5

辆功能各不同的技术维修车。所有这些装备构成一个 2K22 或 2K22M 防空系统。

该系统的外形与德国的“猎豹”35 mm 自行高射炮相似，它可独立地或在分队编制，在原地、行进中或短暂停车期间遂行战斗，具有全天候作战能力，主要用于对付中空飞行目标，包括悬停的直升机。

研制过程

20 世纪 70 年代末期，美国研制列装了反坦克武装直升机。直升机载反坦克导弹射程 4~5 km，对前苏军坦克和装甲车辆的威胁日益增大，而前苏军装备的 3CY-23-4 式 23 mm 4 管自行高射炮射程近、杀伤力不足，并且不具备对付多目标的能力，因而面临严峻的挑战。前苏军迫切需要研制新的防空武器系统取代 3CY-23-4 式 23 mm 4 管自行高射炮，以对付美反坦克武装直升机。“通古斯卡”弹炮结合防空武器系统正是在这种背景下发展起来的。

该系统的研制开始于 1970 年，开始时的主承包商是 KBP 设计局，后来转变为乌里扬诺夫斯克工程机械厂，当时西方国家称之为 3CY-X 式或 3CY-30-6 式自行高射炮。参加研制工作的还有俄罗斯机电科学研究所（负责计算式瞄准具的研制）和明斯克拖拉机厂（负责全履带式底盘的研制）。

20 世纪 80 年代初开始试验。

1986 年通过鉴定，并开始列装基本型 2C6 “通古斯卡”弹炮结合防空武器系统。

1987 年改进型 2C6M “通古斯卡”弹炮结合防空武器系统投产，同年开始装备前苏军驻前民主德国的团属混合防空连。

该系统 1996 年的出口单价为 646.7 万美元，整个 2K22/2K22M 防空系统的报价约为 6 000 万~6 500 万美元。

技术与结构特点

2C6M “通古斯卡”弹炮结合防空武器系统是全天候自主式自行防空系统，它由 2 门 2A38M 式 30 mm 双管自动炮、8 枚 9M311 防空导弹（早期的基本型 2C6 装备 4 枚导弹）、1 部搜索雷达、1 部跟踪雷达、光学瞄准装置、计算机系统等组成。

火炮

2 门 2A38M 式 30 mm 双管自动炮分别位于动力驱动的炮塔两侧。该炮采用导气式工作原理，每门火炮的两根身管可交替发射。身管较长，由防护罩保护以防炮弹破片。每门火炮中有一根身管的炮口部装有初速测量装置，所测数据自动传输到火控计算机，另一根身管带有一延长部，它将此身管发射的炮弹与测速线圈相隔离，因而可保证测速的正常结果不受该身管的发射影响。

火炮采用液体蒸发冷却身管，冷却液为循环流动的水。

该炮采用弹链式自动供弹系统，双向供弹。炮塔后部的弹箱内装有 1 904 发炮弹。在补给弹药时，弹药运输装填车上的起重机自炮塔顶部的舱门将弹药送入弹箱。两门炮各有独立的供弹装置，倘若一门炮发生故障，另一门仍可射击。空药筒和可散式弹链自侧边抛出。

该炮采用电击发方式，可对空中目标实施 1~3 s 的点射。指挥员还可以按下发射键，通过火控计算机选择控制点射长度。

导弹发射装置

两部4联装9M311防空导弹发射装置分置于左右火炮的外侧,4个发射筒为一组,成双排配置,能独立进行俯仰运动,共携带8枚9M311导弹。发射装置外侧有装甲板防护。选择导弹时,一排发射装置自动随动于火炮,瞄准速度降到 $10^{\circ}/\text{s}$ 。即将发射之前,炮塔稍微偏离轴向,以避免发射时产生的烟雾影响正在跟踪目标的瞄准具。为防止导弹在离开发射装置时受到损坏,2C6M防空系统在连续发射过程中必须保持稳定。发射后武器系统重新回到闭锁状态(-6°),从而保证瞄准线不受影响。

炮塔

“通古斯卡”防空系统采用2A40M炮塔。该旋转炮塔为全焊接钢质结构,位于底盘的中央。炮塔的前部装有跟踪雷达天线座,后部也安装了搜索雷达天线座。不使用搜索雷达时,可以将天线收起,以降低整个车体的高度。

车长和一名雷达操作员并排坐在炮塔内前排,同处一个可转动的小型指挥塔中,车长居于右侧,雷达手位于左边,一名炮手则坐在他们后面的中间。车长座位上方设有一圆形向前打开的舱盖,其上装有3具潜望镜。炮塔中间部位有一个朝后打开的舱门。有些2C6M的炮塔上还安装了红外探照灯。

除3名乘员外,炮塔内部还装有控制火控高低瞄准的液压装置、БПЛ144M雷达系统、1A26M车载计算机系统、1A29M光学瞄准具以及用于雷达系统的冷却装置和1K28空调器。

车长控制台

车长控制台位于炮塔前右侧,车长座位的前方有3个大型仪表板。P-173甚高频无线电台控制部分位于车长右边,可在30~76 MHz的频率范围内利用10个预选频率工作。炮塔顶部右侧的鞭状天线保证电台的通信距离达20 km。

车长左边雷达屏幕上方的ПУИМ仪表板用于控制1A26M车载计算机系统,选择作战方式。它还装有警告信号装置,提前5 s通知车长,有一空中目标将进入预选武器系统的火力区内,从而大大避免了无效射击。

雷达屏幕右侧的OK1M仪表板由车长用来控制操作搜索雷达和1ПП-138敌我识别系统。通过控制开关和操作键,可将折叠在炮塔后面的天线架设起来,还能进行功能检查和选择工作模式。有一种模式专用于搜索低空目标(飞行高度低于15 m),处于这种工作状态时,扫描仪上仰至 $+1^{\circ}$,并可充分抑制地面反射信号。倘若在8 km以内探测到一个目标,可选择一个操作键使目标进入直接优先状态,并将其自动传至跟踪雷达。跟踪雷达锁定目标并确定其航向后,武器系统可以开始射击。通常利用OK1M仪表板右边的鼠标器向跟踪雷达指示目标,车长通过设定符号和扳动一个开关键完成对此目标的标定。

位于上部右侧的ПК仪表板主要用于控制武器。借助该仪表板,车长在搜索雷达开始工作之前指定搜索区域,并且告知计算机是用火炮还是导弹来攻击已知目标。车长按动操作键将任务分配给炮手。该仪表板上的液晶显示器和指示器可显示导弹的状态、已选择的作战方式、可能的故障以及舱门是否关闭等信息。此外还有操作灭火系统,发动机停车装置及其他应急开关。

雷达操作员控制台

雷达操作员控制台位于车长左侧,雷达操作员的前方有3个仪表板,用于控制雷达。此雷达将目标距离、高低角、方位等数据连续不断地传输到火控计算机。根据这些信息,计算