

苏联运载火箭发动机综述

摘要 发动机是运载火箭的重要组成部分,用于提供火箭飞行所需的动力。苏联经过多年的努力,研制出了多种型号的运载火箭发动机。本文介绍了苏联各种运载火箭发动机的情况,其中包括最近才透露的N-1登月运载火箭的有关情况。

主题词 运载火箭,液体推进剂火箭发动机,苏联。

一、运载火箭的发动机组命名法

苏联运载火箭的各级均采用发动机组命名法。对于常规的串列配置运载火箭来说,其第一、二、三级分别用A、B、V(按古俄语西里尔字母顺序排列)组发动机表示。如果使用了捆绑式助推器,芯级的代号就是A,四个捆绑式助推器分别称作B、V、G和D组发动机,上面各级则按顺序用接下来的字母命名。

二、发动机研制机构

苏联有三个较老的设计局,他们都设计过运载火箭发动机。但目前有些发动机还不知其设计单位,它们可能是由这三个设计局中的一个研制的,也可能是由新的设计局设计的。

1. 气体动力学实验室

苏联最著名的设计局是由格鲁什科(1906~1989)领导的气体动力学实验室(GDL),它提供了东方号-联盟号运载器族的芯级和捆绑助推器发动机、最初的宇宙号运载器的两级发动机、过渡性宇宙号运载器的第一级(至少)发动机、质子号运载器

的第一级发动机以及天顶号运载器的第一级(也用作能源号的捆绑式助推器)发动机。旋风号运载器的第二级发动机也很可能是由该实验室提供的。

GDL研制的发动机有三个系列(RD表示火箭发动机):RD-100系列采用液氧作氧化剂,推进剂不可储;RD-200系列采用氮的氧化物作氧化剂,推进剂可储;RD-300系列采用氟作氧化剂(该系列里只有RD-301这一种发动机)。

2. 科兹贝克设计局

该设计局是由科兹贝克(1903~1965)领导的,它为各种运载器提供上面级发动机。目前只知道两种由该局研制的发动机的“RD”代号。第一种是RD-461发动机,该发动机用在联盟号运载器的轨道级(I组发动机)上。第二种是RO-7,用在东方号运载器的轨道级(E组发动机)上。然而,1988年,有人在参观气体动力学实验室的博物馆时,看到这种发动机的代号是RD-448,目前还不清楚这两种不同代号的含义是什么。

3. 库兹涅佐夫设计局

格鲁什科去世后,苏联首次详细公布了其载人月球计划(N-1登月火箭),并宣称N-1计划中的发动机设计工作是由一个新的火箭发动机设计局完成的。这个新的设计局就是原先一直从事航空发动机设计工作的库兹涅佐夫设计局。在N-1计划开始之前,库兹涅佐夫设计局曾为其它火箭发动机设计局试验过发动机,但N-1的发动机可能是该设计局自己设计的第一种火箭发动机。

目前尚不清楚库兹涅佐夫设计局除为N-1运载器研制了发动机以外,是否还为月球登陆器研制了发动机。在N-1运载器计划已被取消后的1976年,该局进行了最后一批N-1发动机论证试验;随后,与该计划有关的发动机研制工作也被终止。在此之后,库兹涅佐夫设计局是否还继续从事其它火箭发动机研制工作目前也尚不清楚。

苏联很可能至少还有一家较大的运载火箭发动机设计局,因为上述几个设计局似乎都没有研制能源号芯级上使用的液氢液氧发动机。此外,苏联还正在为使用液氢液氧的能源号上面级(代号可能是“E组发动机”)研制变推力发动机。

三、各种火箭发动机介绍

1. RD-107发动机

该发动机有两种型号。第一种用在最初的卫星号运载火箭上,第二种用于前3次月球号探测器的发射任务,此后一直用在东方号运载火箭上。

2. RD-108发动机

该发动机有三种型号。第一种用在卫星号运载火箭上，第二种最初曾用于前3次月球号探测器的发射。第三种改型在80年代问世，其比冲有所提高。

3. RD-170 发动机

该发动机用在天顶号运载火箭上，现也用作能源号捆绑式助推器的发动机。但两种情况下的性能数据稍有不同。目前还不清楚是发动机性能确有差别还是由于推力（吨与千牛）和比冲/排气速度（秒与米/秒）的换算系数不同才造成了这种数据上的出入。这两组数据均在本文的表中列出。

4. RD-211 发动机

它的用途还不清楚，但可能用在过渡型宇宙号运载火箭（SL-8）的第二级上。在这种情况下，它可能使用四氧化二氧/偏二甲肼推进剂。

5. RD-213 发动机

苏联只是顺便提到过该发动机。它与RD-107、RD-108和

RD-214发动机是同期研制的，纯粹是一种用于研究高温燃烧发动机的试验性发动机。

6. RD-216 发动机

这种发动机使用硝酸作氧化剂，但实际上过渡型宇宙号运载火箭（SL-8）的两级都使用四氧化二氮作氧化剂。如果是这样，那么RD-216在用于该运载火箭时肯定已进行过某些改进。宇宙号（SL-8）第一级上使用了两台RD-216发动机。

7. RD-219 / 旋风号 B 组发动机

这种发动机用于旋风号运载火箭的第二级，但苏联宇航总局资料所给出的这一级的性能与RD-219的不同。一种可能性是旋风号所用的RD-219是从最初型号改进而来的；另一种可能性是RD-219仅用在两级型旋风号运载火箭上，在三级型旋风号上使用的不是这种发动机，但后一种可能性较小。

8. RD-253 发动机

该发动机有两种型号，其中后一种型号是在80年代出现的，其推力有所提高。性能的提高与设计上的变化是否有关，目前尚不清楚。

9. RD-448 / RO-7 发动机

该发动机有两种型号。第一种作为执行最初3次月球号发射任务的东方号运载火箭的第三级发动机，第二种用在后来的东方号运载火箭上。

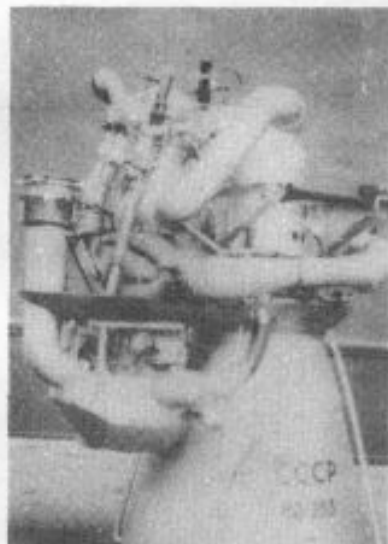
苏联在文献中把这种发动机称为RO-7，但1988年在GDL博物馆展出时又称之为RD-448。目前还不知道这两种代号是意味着有两种不同的型号，还是意味着RO-7是科兹贝克设计局的代号，而RD-448是GDL的代号。

10. 质子号 B 和 V 组发动机

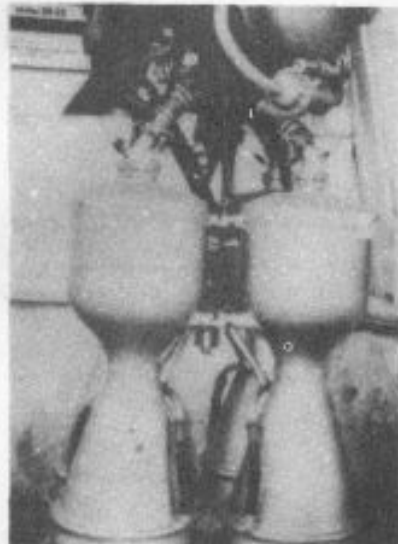
质子号运载火箭的第二和第三级使用的是基本上相同的发动机（B组用4台，V组用一台），但是V组发动机加装了一个游动发动机系统。



RD-170 发动机



RD-253 发动机



RD-214 发动机

苏 运 载 火 箭

用途	代号	研制时间 (年份)	氧化剂	燃料	推力 (kN)	燃烧室压力 (MPa)	排气速度 (m/s)	燃烧时间 (s)	发动机重量 (kg)
气体动力学实验室—第一系列 (氧化剂为液氧)									
R-1 导弹	RD-100	1945-1948	液氧	75%酒精 +水	307 267sl	1.6	2325 1990sl	65	885d 1063f
V-1 地球物理学 系列火箭	RD-101	1947-1949	液氧	酒精+水	405 363sl	2.1	2373 2100sl	85	—
R-5 导弹	RD-103	1952-1953	液氧	92%酒精 +水	500 432sl	2.4	2430 2160sl	120	870d 1030f
V-5 地球物理学 系列火箭	RD-107	1954-1957	液氧	煤油	976	—	2996	—	—
✓ 卫星号 B.V.G. D 组级	RD-107	—1958	液氧	煤油	1000 821sl	6.0	3080 2520sl	120-140	1155d 1275f
✓ 东方号 B.V.G. D 组级	RD-108	1954-1957	液氧	煤油	912	—	3020	—	—
R-7 导弹	RD-108	—1958	液氧	煤油	941 745sl	5.2	3090 2430sl	285-320	1250d 1350f
✓ 联盟号 A 组级	RD-108	—80 年代	液氧	煤油	—	—	3167	285-320	—
试验性发动机	RD-110	1947-1951	液氧	煤油	1177	5.9	—	—	—
SS-10 导弹?	RD-111	1959-1962	液氧	煤油	1628 1407sl	8.0	3110 2700sl	—	1480d 1650f
✓ 宇宙号 (SL-7) B 组级	RD-119	1958-1962	液氧	偏二甲肼	105	8.0	3450	260	168d 179f
✓ 天顶号 A 组级	RD-170	—1985	液氧	煤油	7911 7259sl	—	3305	140-150	8755
✓ 能源号 B.V.G. D 组级	RD-170	—1987?	液氧	煤油	7904 7257sl	25	3295 3020sl	145	8755
气体动力学实验室—第二系列 (氧化剂为氮化合物)									
宇宙号 (SL-8) B 组级?	RD-211	—1963?	氮化合物	—	—	—	3084?	—	—
试验性发动机	RD-213	1954-1956	硝酸	—	—	—	—	—	—
宇宙号 (SL-7) A 组级	RD-214	1952-1957	硝酸	煤油	730 635sl	4.4	2590 2255sl	140	645d 755f
宇宙号 (SL-8) A 组级	RD-216	1958-1960	硝酸	偏二甲肼	863 734.5sl	7.4	2857 2429sl	170	662.5d 757.5f
✓ 旋风号 B 组级?	RD-219	1958-1961	硝酸	偏二甲肼	883	7.5	2875	125	665d 755f
✓ 质子号 A 组级	RD-253	1961-1965	四氧化二氮	偏二甲肼	1635 1474sl	16	3100 2795sl	130	1280d 1460f
质子号 A 组级	RD-253	—80 年代	四氧化二氮	偏二甲肼	1745	—	—	—	—
旋风号 B 组级	RD—	—1966	四氧化二氮	偏二甲肼	990	—	—	280 (与 A 组级一起)	—
SS-18 导弹?	RD—	—1973	氮化合物	—	4952	23	—	—	—

注: 对于某些第一级发动机, 表中既给出了真空性能, 也给出了海平面 (sl) 性能。发动机重量一般只给出干重 (d), 但在可能的情况

11. 旋风号 A 和 B 组发动机

苏联宇航总局的资料说这些发动机的总燃烧时间是 280 秒, 但没有给出各级的燃烧时间。有关旋风号 B 组发动机 (RD-219) 的情况上文已有解释。

12. 质子号 D 组发动机

由苏联提供的性能数据可以看出, 在这一级上使用的这种发动机还将用在天顶号的第三级和能源号的反推修正级 (RCS) 上。此外, 该发动机还可能成对地用作航天飞机轨道器的轨道机

动系统。

质子号 D 组发动机的性能技术要求与 N-1 登月火箭 D 组发动机的相同, 因此它们很可能采用了相同的基本级和发动机。

13. N-1 运载火箭发动机

N-1 火箭的 A 组级包括有

发 动 机 概 况

用途	代号	研制时间 (年份)	氧化剂	燃料	推力 (kN)	燃烧室压力 (MPa)	排气速度 (m/s)	燃烧时间 (s)	发动机重量 (kg)
气体动力学实验室—第三系列(氧化剂为氟)									
试验性发动机	RD-301	1969-1976	氟	氢	98.1	12	3928	750	—
科兹贝克设计局—第一系列(氧化剂为液氧)									
东方号 E 组级 (月球号)	RD-448 / RO-7	-1958	液氧	煤油	49	—	3099	—	—
东方号 E 组级	RD-448 / RO-7	-1960	液氧	煤油	54.5	5.1	3173	430-442	121d
联盟号 I 组级	RD-461	-1960	液氧	煤油	298	—	3236	230-245	—
闪电号 L 组级	RD—	-1960	液氧	煤油	67	—	3334	200-207	—
科兹贝克设计局—第二系列(氧化剂为氮化合物)									
质子号 B 组级	RD—	-1965	四氧化二氮	偏二甲肼	600	—	—	—	—
质子号 V 组级	RD—	-1967	四氧化二氮	偏二甲肼	600	—	—	—	—
		游动系统			30	—	—	—	—
库兹涅佐夫设计局—第一系列(氧化剂为液氧)									
质子号 D 组级	RD—	-1967	液氧	煤油	85	—	3450	600	—
天顶号 V 组级?									
能源号 RCS?									
√ N-1A 组级	RD—	-1969	液氧	煤油	1471	—	—	110-120?	—
N-1B 组级	RD—	-1969	液氧	煤油	1471	—	—	—	—
N-1V 组级	RD—	-1969	液氧	煤油	441	—	—	—	—
N-1G 组级	RD—	-1969	液氧	煤油	—	—	—	—	—
N-1D 组级(同质子号 D 组级?)	RD—	-1969?	液氧	煤油	—	—	—	—	—
N-1E 组级	RD—	-1969	液氧	煤油	—	—	—	—	—
未知的设计局—第一系列(氧化剂为氮化合物)									
旋风号 A 组级	RD—	-1966	四氧化二氮	偏二甲肼	2970	—	—	280(与 B 组级一起)	—
未知的设计局—上面各级(氧化剂为液氧)									
天顶号 B 组级	RD—	-1985	液氧	煤油	834	—	3432	200-315	—
		游动系统			78	—	—	300-1100	—
未知的设计局—上面各级(氧化剂为氮化合物)									
旋风号 V 组级	RD—	-1977	四氧化二氮	偏二甲肼	78	—	—	118	—
未知的设计局—上面各级(推进剂为液氧/液氢)									
能源号 A 组级	RD—	-1987	液氧	液氢	1961	—	—	450+?	—
					1451sl				
能源号 E 组级	RD—	-1990?	液氧	液氢	75-100	—	—	—	—
					(可变)				

下也给出有推进剂流动时的重量 (f)。有的发动机有几个不同的型号,表中一般只给出那些互不相同的性能参数。

30 台发动机, B 组级有 8 台发动机, V 组级有 4 台发动机。几乎可以肯定, B 组发动机是从 A 组发动机改进而来的(使其适于在高空工作);同样, G 组地球逃逸级可能使用了一台与 B 组级上使用的型号相同的发动机。

N-1 的 D 组发动机级具有与质子号 D 组级相似的性能技术要求,因此,它们使用的可能是同一种发动机。这就是说,质子号的 D 组级发动机很可能是由库兹涅佐夫设计局设计的。

N-1 的 E 组发动机就是月

球登陆器。它的上升级上可能只有一台主发动机,用于在月球上着陆或从月球上起飞(它有可能与 D 组使用的发动机相同)。其下降级上还有两台推力可调的发动机。

(谢 光)