

火炸药手册

(增订本)

第二部分册

固体火箭推进剂和枪炮发射药

第五机械工业部第二〇四研究所

参加编写、审校《火炸药手册》增订本的有:李福平、刘忠良、蒲若珩、胡国丰、徐大新、邵海目、田德余、杨文宝、同振帮、罗玉馥、于荫林、张振奎、张光南、丁淑瀛、张厚生、袁忠智等同志。

第五机械工业部第二〇四研究所

一九八一年六月

目 录

一、固体火箭推进剂	1~168
(一) 双基推进剂	1~59
1. 双铅-2推进剂	1
2. 双铅-1推进剂	3
3. 双铅-3推进剂	5
4. 双石-2推进剂	6
5. 双芳镁-1推进剂	9
6. 双芳镁-2推进剂	11
7. 双芳镁-3推进剂	12
8. 161推进剂	13
9. 671-3推进剂	16
10. PT-12推进剂	18
11. 双乙醛推进剂	21
12. 双钴-1推进剂	22
13. 双钴-2推进剂	24
14. 浇铸双基平台推进剂	27
15. ZNP-20推进剂	30
16. KPT推进剂	32
17. 双乙钴推进剂	35
18. 双铜醛-35推进剂	37
19. 双胺钙-35推进剂	38

20. SDP-10 推进剂	39
21. SWP-11 推进剂	42
22. 双基推进剂燃速-压力关系图 (燃速仪测定)	45
23. 双基推进剂燃速-压力关系图 (发动机测定)	48
24. 双基推进剂比冲-压力关系图	51
25. 双基推进剂性能参数综合表	54
(二) 改性双基推进剂	60~106
1. 171-25 推进剂	60
2. P 15 [#] 推进剂	63
3. 06 [#] 推进剂	66
4. GP-19 推进剂	69
5. 66 [#] 推进剂	72
6. GSD-23 推进剂	74
7. 84 [#] 推进剂	77
8. ST-35 推进剂	80
9. 171-30 推进剂	82
10. GS-17 推进剂	85
11. 改性双基推进剂	88
12. 改性双基推进剂燃速-压力关系图 (燃速仪测定)	91
13. 改性双基推进剂燃速-压力关系图 (发动机测定)	94
14. 改性双基推进剂比冲-压力关系图	97
15. 改性双基推进剂性能参数综合表	100
(三) 复合推进剂	107~133
1. 81 系列推进剂	107

2. 82 系列推进剂	109
3. 83 系列推进剂	113
4. 84 系列推进剂	115
5. 85 系列推进剂	118
6. 86 系列推进剂	119
7. 87 系列推进剂	121
8. 聚氯乙烯推进剂	122
9. 复合推进剂燃速-压力关系图 (燃速仪测定)	124
10. 复合推进剂比冲-压力关系图	127
11. 复合推进剂性能参数综合表	130
(四) 能量示性数计算表	134~145
1. 双基推进剂能量示性数计算结果 (70 公斤/厘米 ²)	134
2. 双基推进剂能量示性数计算结果 (100 公斤/厘米 ²)	138
3. 改性双基推进剂能量示性数计算结果 (70 公斤/厘米 ²)	140
4. 改性双基推进剂能量示性数计算结果 (100 公斤/厘米 ²)	142
5. 复合推进剂能量示性数计算结果 (70 公斤/厘米 ²)	144
(五) 弹道摆发动机测定内弹道性能表	146~167
1. 发动机测试条件	146
2. 比冲与压力的关系	150
3. 平衡压力与喉面比的关系	154
4. 峰值比 P_r 与通气参量 α 及 α_1 的关系	162

5. 峰值比 P_r 与 K_N 及 J 的关系	164
(六) 符号表	168
二、枪炮发射药	170~315
(一) 单基发射药	170~209
1. 单基发射药的主要理化性质和能量示性数	170
(1) 松 1/1	170
(2) 2/1 樟	171
(3) 3/1 石	172
(4) 3/1 樟	172
(5) 空 3/1	173
(6) 4/1	174
(7) 4/1 高	175
(8) 4/1 樟	176
(9) 8/1	177
(10) 8/1 松钾	178
(11) 10/1 松钾	178
(12) 12/1	179
(13) 12/1 松钾	180
(14) 14/1	181
(15) 18/1	182
(16) 18/1 松	183
(17) 22/1	183
(18) 24/1 松	184
(19) 26/1 松	185
(20) 27/1	185
(21) 4/7 石	186
(22) 4/7 蜡石	187
(23) 5/7 石	188
(24) 5/7 低	189

(25) 5/7 高	190
(26) 5/7 高樟	191
(27) 6/7	192
(28) 7/7	193
(29) 9/7	194
(30) 11/7	195
(31) 12/7	195
(32) 12/7 高	196
(33) 13/7	197
(34) 14/7	198
(35) 16/7 花	199
(36) 7/14	200
(37) 8/14	201
(38) 9/14 高钾	201
(39) 多-45	202
(40) 多-60	203
(41) 多-125	204
2. 单基发射药的机械坚固性	205
3. 单基发射药性能汇总表	206
(二) 双基发射药	210~222
1. 双基发射药的主要理化性质和能量示性数	210
(1) 双芳-2	210
(2) 双芳-3	211
(3) 乙芳-2	214
(4) 乙芳-3	214
(5) 双乙-2	216
(6) 双乙-3	217
(7) 双乙-4	217

(8) 双迫	218
2. 双基发射药性能汇总表	221
(三) 小粒药和球形发射药	223~237
1. 小粒药和球形发射药的主要理化性质和 能量示性数	223
(1) 粒-25	223
(2) 单球-35	224
(3) 单球-38	225
(4) B-20	226
(5) 双粒-11, 双粒-14	227
(6) 双粒-17	228
(7) 双粒-22	229
(8) 双粒-30	230
(9) 双球 20-80	231
(10) 双球 22-85	232
(11) 双球 40-80, 双球 45-85	233
(12) 双基 M 2 球形药	234
2. 小粒药和球形发射药性能汇总表	236
(四) 新型发射药	238~252
1. 硝基胍发射药	238
(1) 三芳型发射药	238
(2) 75 无座力炮硝基胍发射药	241
2. 丁芳-3 发射药	242
3. 双吉-1 型发射药	244
4. 偶唑 751 发射药	247
5. 耐热火药	250
6. 新型发射药性能汇总表	252

(五) 黑火药	253~255
(六) 弹道性能表	256~288
1. 火炮弹道性能表	256
2. 迫击炮弹(榴弹)尾管压力试验	279
3. 轻兵器弹道性能表	280
4. 座椅弹射弹弹道性能表	286
5. 航空抛放弹性能表	288
(七) 附录	289~315
1. 发射药标记简介	289
2. 高低温弹道性能增减量	293
3. 武器的主要诸元表	294
4. 枪炮发射药主要原材料质量指标	299
(1) 硝化纤维素	299
(2) 硝化甘油	300
(3) 硝化二乙二醇	300
(4) 二苯胺	301
(5) 中定剂	301
(6) 工业二硝基甲苯	302
(7) 苯二甲酸二丁酯	302
(8) 合成樟脑	303
(9) 石墨	303
(10) 松香	304
(11) 地蜡	304
(12) 工业凡士林	305
(13) 硝酸钾	305
(14) 硫酸钾	306
(15) 硫酸钠	306

(16) 工业酒精	306
(17) 工业乙醚	307
(18) 工业丙酮	307
(19) 乙酸乙酯	308
5. 水煤气反应平衡常数表	308
6. 主要燃烧产物在不同温度下的内能变化值	309
7. 某些物质的生成热, 热量系数 (h), 爆热系数 (β) 和比容系数 (ω)	311
8. 硝化纤维素的有关数据计算	315
三、固体火箭推进剂和枪炮发射药索引	316~321
(一) 固体火箭推进剂索引	316
(二) 枪炮发射药索引	318

固体火箭推进剂

邵海目 田德余 编

一、固体火箭推进剂

(一) 双基推进剂

1. 双铅-2 推进剂

(1) 配方:

硝化棉(12%N)	59.5 ± 1.0 %
硝化甘油	25 ± 0.7 %
二硝基甲苯	8.8 ± 1.0 %
二号中定剂	3. ± 0.4 %
凡士林	1.2 ± 0.4 %
氧化铅	1.2 ± 0.3 %
碳酸钙	1.3 ± 0.3 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 848.0 千卡/公斤

密度: 1.61 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 160.1$, $d_a/d_k = 2.3$)

198.8 公斤·秒/公斤 (20℃, 87.4 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	30	50	70	90	100
	燃速(毫米/秒)	5.56	7.66	9.71	11.08	11.48
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	30	50	70	90	100
	燃速(毫米/秒)	4.82	6.84	8.80	10.12	10.53
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	30	50	70	90	100
	燃速(毫米/秒)	3.67	5.45	7.32	8.70	9.13

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	30~100	$0.6887 P^{0.62}$	9.59
20	30~100	$0.5125 P^{0.66}$	8.46
-40	30~100	$0.2664 P^{0.77}$	7.02

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

0.313% 1/℃ (70公斤/厘米²)

2) 发动机测定:

燃速结果: ($\alpha = 160.1$)

10.64毫米/秒 (87.4公斤/厘米²)

机械强度:

试验温度(℃)	50	20	-40
抗压强度(公斤/厘米 ²)	188	439	1520
压缩率(%)	62.8	55.1	37.5
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	50.9	167	451
延伸率(%)	22.8	16.3	3.08
抗冲强度(公斤·厘米/厘米 ²)	31.2	7.7	4.0

摩擦感度: 16%(摆角66°, 表压25公斤/厘米²)

冲击感度: 50%(锤重2公斤, 落高25厘米)

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 65小时

(3) 用途:

该产品及双铅-1, 双铅-3用作各种战术火箭、导弹的主装药, 如用于107、130、122野战火箭弹, 57-1、57-2航空火箭弹, 130、90-1空-地火箭弹, SY-1舰-舰导弹等。现双铅-2还用作火箭推进剂的测试标准药。

2. 双铅-1推进剂

(1) 配方:

硝化棉(12% N)	56.0 ± 1.0%
硝化甘油	26.7 ± 0.7%
二硝基甲苯	11.3 ± 1.0%
二号中定剂	3.0 ± 0.4%
凡士林	1.2 ± 0.4%
氧化铅	0.9 ± 0.3%
碳酸钙	0.9 ± 0.3%

(2) 主要性能:

定容爆热: 854千卡/公斤

比容: 811.1升/公斤

密度: 不小于1.57克/厘米³

比冲: ($\alpha = 105$, $d_a/d_k = 2.0$)

200.4公斤·秒/公斤 (40℃, 87.5公斤/厘米²)

199.2公斤·秒/公斤 (20℃, 102.3公斤/厘米²)

189.9公斤·秒/公斤(-50℃, 42.3公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
40	50~110	$2.560 P^{0.31}$	9.55
20	50~110	$2.180 P^{0.34}$	9.24
-50	50~110	$1.900 P^{0.345}$	8.23

② 燃速温度系数: (-50~40℃)

压力(公斤/厘米 ²)	50	70	100
燃速温度系数(%/℃)	0.181	0.169	0.155

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 104.6$)

40℃	压力(公斤/厘米 ²)	95.3	—	—	—	—	—	—
	燃速(毫米/秒)	10.7	—	—	—	—	—	—
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	38.2	55.1	74.8	98.9	107.9	127.5	148.3
	燃速(毫米/秒)	6.04	7.59	9.37	9.89	11.2	12.2	12.3
-50℃	压力(公斤/厘米 ²)	44.5	—	—	—	—	—	—
	燃速(毫米/秒)	5.32	—	—	—	—	—	—

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
20	38~128	$0.782 \bar{P}_1^{0.565}$	10.5

临界压力: 44公斤/厘米²(-50℃)

线胀系数: $0.98 \times 10^{-4} 1/℃$

机械强度:

试验温度(℃)	40	20	-50
抗压强度(公斤/厘米 ²)	140	263	—
压缩率(%)	—	49	—
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	52	116	—
延伸率(%)	—	11.1	—
抗冲强度(公斤·厘米/厘米 ²)	—	9	5.3

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 65小时

3. 双铅-3推进剂

(1) 配方:

硝化棉(12%N)	56 ± 1.0%
硝化甘油	26.7 ± 0.7%
二硝基甲苯	11.3 ± 1.0%
二号中定剂	3 ± 0.3%
凡士林	1.2 ± 0.4%
氧化铅	0.9 ± 0.25%
碳酸钙	0.9 ± 0.25%

(2) 主要性能:

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算 70 公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
40	50~110	$3.31 P^{0.253}$	9.70
20	50~110	$3.31 P^{0.242}$	9.25
-50	50~110	$3.08 P^{0.228}$	8.11

② 燃速温度系数: (-50~40°C)

压力(公斤/厘米 ²)	50	70	100
燃速温度系数(%/°C)	0.188	0.198	0.208

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 65小时

4. 双石-2推进剂

(1) 配方:

硝化棉(12.0%N)	55.0±1.0%
硝化甘油	29.3±0.7%
二硝基甲苯	10.0±1.0%
二号中定剂	3.0±0.3%
苯二甲酸铅	0.9±0.25%
凡士林	1.3±0.4%
石墨	0.5±0.25%

(2) 主要性能:

定容爆热: 867.6千卡/公斤

比容: 806.5升/公斤

特征速度: 1297.0米/秒(20°C)

密度: 1.589克/厘米³

比冲: ($\alpha = 161$, $d_a/d_k = 2.0$)

201.6公斤·秒/公斤(50°C, 107.6公斤/厘米²)

200.6公斤·秒/公斤(20°C, 105.4公斤/厘米²)

198.0公斤·秒/公斤(-40°C, 107.8公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50°C	压力(公斤/厘米 ²)	41.9	50.2	71.9	91.0	102.1
	燃速(毫米/秒)	6.63	7.57	8.91	9.71	10.20
20°C	压力(公斤/厘米 ²)	40.2	50.0	70.2	92.1	101.0
	燃速(毫米/秒)	5.87	6.84	8.29	9.05	9.19
-40°C	压力(公斤/厘米 ²)	41.6	51.9	72.9	91.4	104.5
	燃速(毫米/秒)	5.00	5.92	7.34	8.19	8.43

② 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算 70 公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	41.9~102.1	$1.180 P^{0.470}$	8.69
20	40.2~101.0	$1.008 P^{0.485}$	7.91
-40	41.6~104.5	$0.608 P^{0.573}$	6.94

③ 燃速温度系数: (-40~50°C)

压力(公斤/厘米 ²)	50	70	100
燃速温度系数(%/°C)	0.289	0.25	0.21

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 161$, $d_a/d_k = 2.0$)

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	58.1	68.3	90.2	117.6	143.6	169.6	281.3
	燃速(毫米/秒)	8.53	8.90	10.7	12.4	14.2	16.2	24.2
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	54.9	69.9	89.6	102.5	114.1	138.9	171.6
	燃速(毫米/秒)	7.72	8.64	9.52	10.0	10.8	12.2	14.5
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	69.3	80.5	99.6	115.8	123.6	178.0	—
	燃速(毫米/秒)	7.27	7.87	8.96	9.57	10.0	13.5	—

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算 100公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	58.1~281.3	$0.543 \bar{P}_1^{0.664}$	11.6
20	54.9~171.6	$0.771 \bar{P}_1^{0.565}$	10.4
-40	69.3~178.0	$0.463 \bar{P}_1^{0.644}$	8.99

③ 燃速温度系数:

压力(公斤/厘米 ²)		70	100	150
燃速温度系数 (% 1/℃)	20~50℃	0.233	0.351	0.485
	-40~20℃	0.291	0.243	0.190

临界压力: 71.5公斤/厘米² (-40℃)

机械强度:

试验温度(℃)	50	20	-40
抗压强度(公斤/厘米 ²)	134	356	1460

(续)

压缩率(%)	66.8	55.1	44.6
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	29.5	130	495
延伸率(%)	36.1	25.2	3.80
抗冲强度(公斤·厘米/厘米 ²)	49.1	27.0	4.1

导热系数: 0.209千卡/米·小时·度

摩擦感度: 12%(摆角66°, 表压25公斤/厘米²)

冲击感度: 100%(落高25厘米, 锤重2公斤)

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 65小时

(3) 用途:

该产品用于107火箭弹, PF6-1200深水炸弹。

5. 双芳镁-1推进剂

(1) 配方:

硝化棉(12.0%N)	57.0 ± 1.0%
硝化甘油	26.0 ± 0.7%
二硝基甲苯	12.0 ± 1.0%
苯二甲酸二丁酯	2.0 ± 0.5%
凡士林	1.0 ± 0.4%
氧化镁	2.0 ± 0.5%

(2) 主要性能:

定容爆热: 885.0千卡/公斤

比容: 767.5升/公斤

特征速度: 1280.9米/秒(20℃)

密度: 不小于1.57克/厘米³

比冲: ($\alpha = 155$, $d_a/d_k = 2.0$)

201.4公斤·秒/公斤 (50℃, 99.1公斤/厘米²)

198.9公斤·秒/公斤 (20℃, 97.8公斤/厘米²)

197.9公斤·秒/公斤 (-40℃, 103.3公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算 70 公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
40	50~110	$0.703 P^{0.558}$	7.53
20	50~110	$0.808 P^{0.517}$	7.27
-40	50~110	$0.761 P^{0.507}$	6.56

④ 燃速温度系数: (-40~40℃)

压力(公斤/厘米 ²)	50	70	100
燃速温度系数(% 1/℃)	0.150	0.171	0.195

2) 发动机测定:

① 燃速经验公式: ($\alpha = 155$)

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算 100 公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	71~194	$0.539 \bar{P}_1^{0.653}$	10.9
20	65~172	$0.608 \bar{P}_1^{0.601}$	9.68
-40	67~122	$0.432 \bar{P}_1^{0.639}$	8.19

② 燃速温度系数:

压力(公斤/厘米 ²)		80	100	120
燃速温度系数 (% 1/℃)	20~50℃	0.38	0.42	0.46
	-40~20℃	0.27	0.26	0.25

临界压力: 57~59公斤/厘米² (-40℃)

机械强度:

试验温度(℃)	50	20	-40
抗压强度(公斤/厘米 ²)	106	365	1550
压缩率(%)	56.4	55.2	42.7
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	29.6	119	469
延伸率(%)	28.4	26.2	4.21
抗冲强度(公斤·厘米/厘米 ²)	52.5	36.6	3.3

摩擦感度: 18% (摆角 66°, 表压 25 公斤/厘米²)

冲击感度: 76% (锤重 2 公斤, 落高 25 厘米)

安定性:

维也里简单法: 7 小时

维也里重复法: 50 小时

(3) 用途:

双芳镁-1 及双芳镁-2、双芳镁-3 用作各种战术火箭、导弹的主装药, 如用于 241 野战火箭弹和霹雳、红旗等导弹。

6. 双方镁-2 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	57 ± 1.0 %
硝化甘油	24 ± 0.7 %

二硝基甲苯	$13 \pm 1.0\%$
苯二甲酸二丁酯	$2.8 \pm 0.5\%$
凡士林	$1.2 \pm 0.4\%$
氧化镁	$2 \pm 0.5\%$

(2) 主要性能:

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 p^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
60	65~110	$1.283 p^{0.471}$	9.49
20	65~110	$1.460 p^{0.422}$	8.77
-54	40~80	$0.890 p^{0.509}$	7.74

② 燃速温度系数: (-54~60°C)

压力(公斤/厘米 ²)	50	70	100
燃速温度系数(%/°C)	0.190	0.179	0.167

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 50小时

7. 双方镁-3推进剂

(1) 配方:

硝化棉(12%N)	$56.7 \pm 1.0\%$
硝化甘油	$26 \pm 0.7\%$
二硝基甲苯	$12.1 \pm 1.0\%$

苯二甲酸二丁酯	$1.9 \pm 0.5\%$
凡士林	$1.0 \pm 0.4\%$
氧化镁	$2.3 \pm 0.5\%$

(2) 主要性能:

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 p^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
60	65~110	$1.540 p^{0.435}$	9.78
20	65~110	$1.278 p^{0.45}$	8.65
-54	50~95	$1.059 p^{0.465}$	7.64

② 燃速温度系数: (-54~60°C)

压力(公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数(%/°C)	0.219

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 50小时

8. 161推进剂

(1) 配方:

硝化棉(12.65%N)	$55.0 \pm 1.0\%$
硝化甘油	$34.0 \pm 0.7\%$
二硝基甲苯	$6.0 \pm 1.0\%$
二号中定剂	$1.0 \pm 0.3\%$

凡士林 $1.0 \pm 0.3\%$
 苯二甲酸铅 $0.5 \pm 0.2\%$
 氧化镁 $2.5 \pm 0.4\%$

(2) 主要性能:

定容爆热: 1053千卡/公斤

比容: 677.9升/公斤

密度: 1.64克/厘米³

比冲: ($\alpha = 160$, $d_a/d_k = 2.0$)

209.5公斤·秒/公斤 (50℃, 96.1公斤/厘米²)

208.9公斤·秒/公斤 (20℃, 92.0公斤/厘米²)

203.4公斤·秒/公斤 (-40℃, 92.4公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	40.1	50.2	70.3	90.1	100.0
	燃速(毫米/秒)	8.41	9.75	11.7	13.5	14.2
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	40.1	50.0	70.3	90.2	100.1
	燃速(毫米/秒)	7.67	8.88	10.56	12.31	13.0
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	40.2	50.2	70.2	89.8	100.2
	燃速(毫米/秒)	6.62	7.61	8.94	10.1	10.7

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 p^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	40~100	$1.029 p^{0.571}$	11.6
20	40~100	$0.946 p^{0.569}$	10.6
-40	40~100	$0.986 p^{0.519}$	8.94

(3) 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力(公斤/厘米 ²)	40	50	70	100
燃速温度系数(%/℃)	0.267	0.278	0.302	0.322

2) 发动机测定:

① 燃速结果:

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	53.4	68.0	88.2	103.4	121.0	135.4	160.1
	燃速(毫米/秒)	12.4	13.4	15.9	17.2	20.1	21.7	23.6
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	50.2	64.1	73.0	89.2	97.3	121.5	147.4
	燃速(毫米/秒)	10.2	12.0	12.9	14.1	14.9	17.2	19.8
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	34.8	44.1	61.4	71.3	84.3	98.6	104.5
	燃速(毫米/秒)	6.77	7.93	9.70	10.4	11.3	12.3	12.5

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $\dot{u} = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	53~215	$0.805 \bar{P}_1^{0.671}$	17.7
20	50~191	$0.862 \bar{P}_1^{0.646}$	16.9
-40	35~105	$0.958 \bar{P}_1^{0.557}$	12.5

(3) 燃速温度系数:

压力(公斤/厘米 ²)		70	100	120
燃速温度系数 (% / °C)	20~50	0.381	0.352	0.460
	-40~20	0.342	0.335	—

临界压力: 44~46公斤/厘米² (-40℃)

机械强度:

试验温度(°C)	50	20	-40
抗压强度(公斤/厘米 ²)	126	403	1357
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	23	118	—
抗冲强度(公斤·厘米/厘米 ²)	45.7	29.9	3.4

弹性模量: 2.5×10^3 公斤/厘米² (20°C)

导热系数: 0.243 千卡/米·小时·度

玻璃化温度: 35.8~37.7°C

摩擦感度: 60% (摆角 90°, 表压 25 公斤/厘米²)

冲击感度: 76% (锤重 2 公斤, 落高 25 厘米)

安定性:

维也里简单法: 7 小时

维也里重复法: 70 小时

9. 671-3 推进剂

(1) 配方:

硝化棉(12.0% N)	53.5 ± 1.0 %
硝化甘油	30.0 ± 0.7 %
二硝基甲苯	9.0 ± 1.0 %
二号中定剂	2.0 ± 0.4 %
鞣酸铅	4.0 ± 0.3 %
凡士林	1.0 ± 0.4 %
其它附加物	0.5 ± 0.1 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 888.8 千卡/公斤

密度: 1.604 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 150$, $d_a/d_k = 2.5$)

209.5 公斤·秒/公斤 (20°C, 194.3 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50°C	压力(公斤/厘米 ²)	100	150	170	200	220
	燃速(毫米/秒)	21.13	25.22	26.35	27.82	28.46
20°C	压力(公斤/厘米 ²)	100	150	170	200	220
	燃速(毫米/秒)	19.95	24.15	24.27	26.04	26.74
-40°C	压力(公斤/厘米 ²)	100	150	170	200	220
	燃速(毫米/秒)	16.61	20.38	21.46	22.85	23.75

② 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 p^n$	由公式计算 100 公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	100~220	$3.65 p^{0.38}$	21.0
20	100~220	$3.281 p^{0.39}$	19.8
-40	100~220	$2.138 p^{0.45}$	17.0

③ 燃速温度系数: (-40~50°C)

压力(公斤/厘米 ²)	170
燃速温度系数(%/°C)	0.28

机械强度:

试验温度(°C)	50	20	-40
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	30.9	152	492
延伸率(%)	33.5	25.8	3.66
抗冲强度(公斤·厘米/厘米 ²)	57.2	47.4	4.58

摩擦感度: 26%

冲击感度: 10.5厘米(特性落高)

安定性:

维也里重复法: 70小时

(3) 用途:

该产品用作 302反坦克导弹的陀螺燃气发生器装药。

10. PT-12推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	56.0 ± 1.0 %
硝化甘油	29.0 ± 0.7 %
二硝基甲苯	6.5 ± 1.0 %
苯二甲酸二丁酯	2.0 ± 0.5 %
2-硝基二苯胺	2.0 ± 0.5 %
水杨酸铅	3.0 ± 0.4 %
凡士林	1.0 ± 0.2 %
其它附加物	0.5 ± 0.15 %

(2) 主要性能:

热量: 868.4千卡/公斤

比容: 802升/公斤

密度: 1.62克/厘米³

比冲: ($\alpha = 140$, $d_a/d_k = 2.25$)

205.5公斤·秒/公斤 (50℃, 120.8公斤/厘米²)

207.2公斤·秒/公斤 (20℃, 121.4公斤/厘米²)

200.6公斤·秒/公斤 (-40℃, 109.2公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	70	80	90	100	110
	燃速(毫米/秒)	11.4	11.5	11.8	12.0	12.4
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	70	80	90	100	110
	燃速(毫米/秒)	10.8	11.0	11.2	11.4	11.6
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	70	80	90	100	110
	燃速(毫米/秒)	10.1	10.6	10.8	10.8	10.9

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	70~110	$5.340 P^{0.18}$	11.5
20	70~110	$5.773 P^{0.15}$	10.9
-40	70~110	$7.017 P^{0.09}$	10.3

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力(公斤/厘米 ²)	80	100	110
燃速温度系数(%/℃)	0.087	0.105	0.135

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 140$, $d_a/d_k = 2.25$)

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	70.0	75.3	80.0	108.7	110.0	120.0	120.1
	燃速(毫米/秒)	11.4	11.7	11.9	12.4	12.5	12.8	12.8
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	70.0	80.0	86.6	95.2	104.9	110.0	120.0
	燃速(毫米/秒)	10.8	11.3	11.3	11.6	12.1	12.4	12.9
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	70.0	80.0	92.8	103.5	110.0	120.0	—
	燃速(毫米/秒)	9.61	10.2	10.6	10.9	11.3	11.6	—

② 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	80~120	$6.000 \bar{P}_1^{0.16}$	12.5
20	80~120	$2.345 \bar{P}_1^{0.35}$	11.8
-40	80~120	$2.949 \bar{P}_1^{0.28}$	10.7

③ 燃速温度系数: (-40~50°C)

压力(公斤/厘米 ²)	70	80	100	110
燃速温度系数(%/°C)	0.197	0.176	0.147	0.112

临界压力: 54~56 公斤/厘米² (-40°C)

机械强度:

试验温度 (°C)	50	20	-40
抗压强度(公斤/厘米 ²)	144.9	428.6	1077.9
压缩率 (%)	46.8	43.1	30.0
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	74.2	159.2	398.2
延伸率 (%)	41.1	28.2	7.7
抗冲强度(公斤·厘米/厘米 ²)	61.0	42.3	5.2

弹性模量: 4×10^3 公斤/厘米² (20°C); 8.7×10^3 公斤/厘米² (0°C)

导热系数: 0.207 千卡/米·小时·度

玻璃化温度: 26°C

摩擦感度: 18%

冲击感度: 44%

爆发点: 239°C

(3) 用途:

该产品用作歼六、歼七、歼八飞机弹射座椅发射药。

11. 双乙醛推进剂

(1) 配方:

硝化棉(12.0% N)	48.3 ± 1.0 %
硝化甘油	27.2 ± 1.0 %
硝化二乙二醇	6.8 %
二号中定剂	1.4 ± 0.3 %
苯二甲酸铅	1.6 ± 0.2 %
γ-多氧亚甲基	13.6 %
凡士林	0.7 ± 0.3 %
氧化铜	0.4 ± 0.2 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 844 千卡/公斤

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	50~100	$6.48 P^{-0.0265}$	5.79
20	50~100	$7.492 P^{0.082}$	5.29
-50	40~80	$0.9826 P^{0.3714}$	4.76

② 燃速温度系数: (-50~50°C)

压力(公斤/厘米 ²)	50	70
燃速温度系数(%/°C)	0.537	0.423

(3) 用途:

该产品是一种低燃速双基推进剂, 在 PL-2、PL-3 等导弹的燃气发生器中使用。

12. 双钴-1 推进剂

(1) 配方:

硝化棉(12.0% N)	56 ± 1.0 %
硝化甘油	27 ± 0.1 %
二硝基甲苯	8.15 ± 1.0 %
二号中定剂	2.5 ± 0.5 %
碳酸铅	3.5 ± 0.5 %
二氧化钛	1.2 ± 0.5 %
三氧化二钴	0.5 ± 0.3 %
凡士林	1.0 ± 0.4 %
其它	0.15 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 862 千卡/公斤

比容: 753.9 升/公斤

密度: 1.65~1.66 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 162$)

200.7 公斤·秒/公斤 (20℃, 64.6 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	30.5	40.1	50.4	70.1	89.8	101.2
	燃速(毫米/秒)	8.47	9.32	9.91	10.2	10.7	11.7

(续)

20℃	压力(公斤/厘米 ²)	30.2	40.3	50.1	70.5	90.5	100.7
	燃速(毫米/秒)	8.03	9.03	9.64	9.93	10.0	10.5
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	30.7	40.1	50.7	70.4	91.1	99.5
	燃速(毫米/秒)	7.46	8.64	9.23	9.74	9.46	9.29

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	40~100	$4.190 P^{0.216}$	10.5
20	40~100	$4.350 P^{0.192}$	9.83
-40	40~100	$6.710 P^{0.076}$	9.27

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力(公斤/厘米 ²)	40	50	70	90	100
燃速温度系数(%/℃)	0.083	0.078	0.058	0.133	0.250

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 140$)

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	48.6	54.7	71.5	91.4	116.5	169.6	243.2
	燃速(毫米/秒)	10.4	10.4	11.3	12.6	14.4	18.4	24.0
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	45.5	51.6	64.2	82.3	93.5	120.6	167.4
	燃速(毫米/秒)	9.89	10.1	10.5	11.1	11.9	13.2	16.1
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	39.1	44.4	61.3	73.4	80.5	97.9	109.4
	燃速(毫米/秒)	8.79	8.99	9.89	10.34	10.30	10.30	10.60

② 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^q$	由公式计算 100 公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	49 ~ 117	$2.313 \bar{P}_1^{0.378}$	13.2
20	46 ~ 121	$3.460 \bar{P}_1^{0.271}$	12.1
-40	39 ~ 127	$4.568 \bar{P}_1^{0.182}$	10.6

③ 燃速温度系数: (-40 ~ 50 °C)

压力(公斤/厘米 ²)	70	90	110
燃速温度系数(°C ⁻¹)	0.168	0.221	0.262

临界压力: 小于40公斤/厘米² (-40 °C)

机械强度:

试验温度(°C)	50	20
抗压强度(公斤/厘米 ²)	139.7	342.5
压缩率(%)	49.2	46.2
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	61.6	172.7
延伸率(%)	45.5	40.4

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 70小时

(3) 用途:

该产品用作 HJ-73 反坦克导弹的续航药。

13. 双钴-2推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0 % N)

56 ± 1.0 %

硝化甘油

27.2 ± 0.7 %

二硝基甲苯

8.3 ± 1.0 %

二号中定剂

2.5 ± 0.5 %

碳酸铅

3.0 ± 0.5 %

二氧化钛

1.2 ± 0.3 %

三氧化二钴

0.4 ± 0.3 %

凡士林

1.0 ± 0.4 %

其它

0.4 ± 0.2 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 862 千卡/公斤

比容: 761.5 升/公斤

密度: 1.65 ~ 1.66 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 160$, $d_a/d_k = 2.25$)

200.4 公斤·秒/公斤 (20 °C, 86.1 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50 °C	压力(公斤/厘米 ²)	30	40	50	70	100
	燃速(毫米/秒)	8.43	9.85	11.1	12.2	13.2
20 °C	压力(公斤/厘米 ²)	30	40	50	70	100
	燃速(毫米/秒)	7.64	9.43	10.51	12.00	12.80
-40 °C	压力(公斤/厘米 ²)	30	40	50	70	100
	燃速(毫米/秒)	6.11	7.62	8.96	11.1	12.4

② 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70 公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	50~100	$4.256 P^{0.246}$	12.1
20	50~100	$3.494 P^{0.285}$	11.7
-40	50~100	$1.483 P^{0.465}$	10.7

③ 燃速温度系数: (-40~50°C)

压力(公斤/厘米 ²)	50	70	100
燃速温度系数 (% 1/°C)	0.242	0.101	0.069

2) 发动机测定结果:

① 燃速结果: ($\alpha = 140$)

50°C	压力(公斤/厘米 ²)	51.8	79.3	107.0	121.6	157.3	198.0
	燃速(毫米/秒)	11.1	12.5	13.3	13.8	16.6	19.5
20°C	压力(公斤/厘米 ²)	41.1	71.6	100.6	104.0	119.5	154.6
	燃速(毫米/秒)	9.20	11.5	12.7	12.7	13.1	14.3
-40°C	压力(公斤/厘米 ²)	60.2	88.4	97.7	108.6	120.4	—
	燃速(毫米/秒)	9.96	11.4	11.6	11.9	12.1	—

② 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	52~120	$4.266 \bar{P}_1^{0.244}$	13.1
20	60~120	$3.866 \bar{P}_1^{0.256}$	12.6
-40	60~120	$3.281 \bar{P}_1^{0.276}$	11.7

③ 燃速温度系数: (-40~50°C)

压力(公斤/厘米 ²)	70	100	120
燃速温度系数 (% 1/°C)	0.122	0.110	0.105

机械强度:

试验温度(°C)	50	20
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	80.4	216.4
延伸率(%)	42.8	33.2

安定性:

维也里简单法: 7 小时

维也里重复法: 70小时

(3) 用途:

该产品用作HJ-73反坦克导弹的起飞药。

14. 浇铸双基平台推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	52.1 ± 0.5%
硝化甘油	34.5 ± 0.3%
甘油三醋酸酯	7.0 ± 0.5%
二号中定剂	1.9 ± 0.1%
苯二甲酸铅	3.5 ± 0.1%
己二酸铜	1.0 ± 0.1%

(2) 主要性能:

定容爆热: 889千卡/公斤

比容: 709升/公斤

特征速度: 1164.5米/秒

密度: 1.61 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 90$, $d_a/d_k = 2.5$)

197.4 公斤·秒/公斤 (50℃, 82 公斤/厘米²)

194.4 公斤·秒/公斤 (20℃, 94.2 公斤/厘米²)

190.0 公斤·秒/公斤 (-40℃, 82 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	50	70	90	100
	燃速(毫米/秒)	8.91	9.36	9.76	10.0
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	50	70	90	100
	燃速(毫米/秒)	8.45	8.91	8.92	9.17
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	50	70	90	100
	燃速(毫米/秒)	7.45	8.13	8.11	7.96

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	50~100	$4.582 P^{0.17}$	9.43
20	50~100	$5.604 P^{0.11}$	8.94
-40	50~100	$5.105 P^{0.10}$	7.81

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力(公斤/厘米 ²)	50	70	90	100
燃速温度系数(% 1/℃)	0.20	0.15	0.20	0.25

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 90$, $d_a/d_k = 2.5$)

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	57.5	83.2	98.8
	燃速(毫米/秒)	9.23	9.86	10.9
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	46.5	69.3	99.3
	燃速(毫米/秒)	8.36	9.53	10.3
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	44.9	63.5	81.7
	燃速(毫米/秒)	7.52	8.50	8.52

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	57~99	$2.882 \bar{P}_1^{0.28}$	9.47
20	47~99	$2.818 \bar{P}_1^{0.28}$	9.26
-40	45~82	$3.349 \bar{P}_1^{0.22}$	8.53

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力(公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数(% 1/℃)	0.12

临界压力: 小于45公斤/厘米² (-40℃)

机械强度:

试验温度(℃)	50	20	-40
抗压强度(公斤/厘米 ²)	150	879	1821

(续)

压缩率 (%)	57.5	59.4	42.2
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	14.2	123.9	420.0
延伸率 (%)	122.4	97.4	9.6
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	打不断	85.6	2.86

摩擦感度: 30% (17℃)

冲击感度: 18.5厘米 (特性落高)

安定性:

维也里重复法: 61小时

(3) 用途:

该产品适宜于壳体粘接或异型装药, 曾结合通讯卫星进行发动机试验, 能满足其性能要求。

15. ZNP-20推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (13.0% N)	56.5 ± 1.0 %
硝化甘油	28.5 ± 1.0 %
吉纳	7.8 ± 1.0 %
二号中定剂	1.5 ± 0.5 %
苯二甲酸铅	1.7 ± 0.4 %
碳黑	0.4 ± 0.15 %
二氧化钛	2 ± 0.4 %
对氨基水杨酸铜	0.6 %
凡士林	1.0 ± 0.4 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 1090千卡/公斤

比容: 683升/公斤

密度: 1.64克/厘米³

比冲: ($\alpha = 140, d_a/d_k = 2.3$)

218.6公斤·秒/公斤 (50℃, 111.0公斤/厘米²)

215.3公斤·秒/公斤 (20℃, 96.7公斤/厘米²)

212.4公斤·秒/公斤 (-40℃, 90.7公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30	50	70	90	100
	燃速 (毫米/秒)	14.8	17.9	19.3	20.0	21.2
20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30	50	70	90	100
	燃速 (毫米/秒)	14.3	17.0	18.4	19.2	19.7
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30	50	70	90	100
	燃速 (毫米/秒)	12.6	15.1	16.4	17.1	17.5

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	50~100	$7.470 P^{0.223}$	19.3
20	50~100	$7.494 P^{0.210}$	18.3
-40	50~100	$6.800 P^{0.205}$	16.2

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	90	100
燃速温度系数 (%1/℃)	0.190	0.18	0.18	0.21

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 140$)

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	57.7	72.3	102.7	111.1	166.4	262.6
	燃速(毫米/秒)	17.2	18.8	20.9	21.5	25.1	33.3
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	48.7	71.9	94.2	99.1	137.8	170.4
	燃速(毫米/秒)	15.6	17.6	18.7	18.8	21.2	23.7
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	57.7	79.5	84.3	114.5	144.2	/
	燃速(毫米/秒)	14.6	15.9	16.2	17.5	18.3	/

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	72~119	$4.815 \bar{P}_1^{0.315}$	20.5
20	72~138	$4.863 \bar{P}_1^{0.300}$	19.4
-40	58~144	$5.279 \bar{P}_1^{0.252}$	16.8

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力(公斤/厘米 ²)	70	90	100
燃速温度系数(% 1/℃)	0.196	0.213	0.220

临界压力: 小于37公斤/厘米² (-40℃)

安定性:

维也里重复法: 60小时

16. KPT 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N) 55.5 ± 1.0 %

硝化甘油	28.5 ± 0.7 %
二硝基甲苯	7.7 ± 1.0 %
二号中定剂	3.0 ± 0.5 %
苯二甲酸铅	2.3 ± 0.5 %
碳黑	0.4 %
二氧化钛	0.9 ± 0.5 %
凡士林	1.0 ± 0.4 %
己二酸铜	0.7 ± 0.3 %
硬脂酸锌 (外加)	0.03 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 874.2 千卡/公斤

比容: 778.5 升/公斤

密度: 1.62 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 160, d_a/d_k = 2.3$)

203.7 公斤·秒/公斤 (50℃, 71.5 公斤/厘米²)

203.3 公斤·秒/公斤 (20℃, 95.5 公斤/厘米²)

196.0 公斤·秒/公斤 (-40℃, 60.3 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	40	50	70	90	110
	燃速(毫米/秒)	9.73	10.5	11.7	12.1	11.9
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	40	50	70	90	110
	燃速(毫米/秒)	9.34	10.1	11.0	11.3	11.5
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	40	50	70	90	110
	燃速(毫米/秒)	8.42	9.54	10.6	10.7	10.4

② 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	40~110	$4.488 P^{0.216}$	11.2
20	40~110	$4.554 P^{0.203}$	10.8
-40	40~110	$4.043 P^{0.213}$	9.99

③ 燃速温度系数: (-40~50°C)

压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	90
燃速温度系数 (% 1/°C)	0.103	0.0993	0.130

2) 发动机测定:

① 燃速结果:

50°C	压力(公斤/厘米 ²)	56.5	67.5	78.6	101.6	129.2	172.2	254.8
	燃速(毫米/秒)	10.8	11.1	11.3	11.8	13.4	16.9	22.6
20°C	压力(公斤/厘米 ²)	57.9	66.4	75.0	91.2	103.0	128.5	166.3
	燃速(毫米/秒)	10.8	11.0	11.0	10.9	11.0	11.8	14.4
-40°C	压力(公斤/厘米 ²)	46.0	53.9	63.4	86.0	96.5	107.5	111.0
	燃速(毫米/秒)	8.14	9.41	9.99	10.4	10.2	10.2	10.0

② 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	57~102	$5.835 \bar{P}_1^{0.152}$	11.8
20	58~129	$7.498 \bar{P}_1^{0.088}$	11.2
-40	54~110	$7.223 \bar{P}_1^{0.075}$	10.2

③ 燃速温度系数: (-40~50°C)

压力 (公斤/厘米 ²)	70	90	110	130
燃速温度系数 (% 1/°C)	0.130	0.149	0.164	0.177

临界压力: 小于46公斤/厘米² (-40°C)

机械强度:

试验温度 (°C)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	150.5	365.4	1014.6
压缩率 (%)	47.8	45.4	19.9
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	55.7	164.8	479.4
延伸率 (%)	89.1	57.7	13.0

线胀系数: $0.798 \times 10^{-4} 1/°C$ (-40°C)

摩擦感度: 2 %

冲击感度: 0 %

爆发点: 172°C

安定性:

维也里简单法: 7 小时

维也里重复法: 大于65小时

17. 双乙钴推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	59.0 ± 1.0 %
硝化甘油	16.3 ± 0.7 %
二硝基甲苯	2.2 ± 1.0 %
二号中定剂	2.5 ± 0.5 %
硝化二乙二醇	15.5 %

三氧化二钴	0.5 ± 0.3 %
凡士林	1.0 ± 0.4 %
氧化铅	2.0 ± 0.5 %
碳酸钙	0.5 ± 0.3 %
二苯胺	0.5 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 863 千卡/公斤

密度: 1.61 克/厘米³

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	50 ~ 100	$3.406 P^{0.293}$	11.8
20	50 ~ 100	$3.221 P^{0.230}$	8.56
-40	50 ~ 100	$3.029 P^{0.211}$	7.42

② 燃速温度系数: (-40 ~ 50°C)

压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	100
燃速温度系数 (% / °C)	0.154	0.121	0.138

机械强度

试验温度 (°C)	20
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	39.7
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	287.6

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 70小时

18. 双铜醛-35推进剂

(1) 配方

硝化棉 (12.0% N)	48.5 ± 1.0 %
硝化甘油	22.0 ± 0.7 %
硝化二乙二醇	8.5 ± 0.7 %
甘油三醋酸酯	4.0 ± 0.5 %
二号中定剂	1.5 ± 0.3 %
γ 多氧亚甲基	13.0 ± 1.0 %
单基雷索辛酸铜	0.5 ± 0.3 %
凡士林	0.2 ± 0.1 %
氧化铅	1.0 ± 0.3 %
氧化铜	0.8 ± 0.3 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 780 千卡/公斤

密度: 1.59 克/厘米³

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
20	30 ~ 100	$2.800 P^{0.15}$	5.30

② 燃速温度系数: $(-40 \sim 50^{\circ}\text{C})$

压力(公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数(%1/°C)	0.20

19. 双胺钙-35推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0%N)	57.0 ± 1.0 %
硝化甘油	27.5 ± 1.0 %
吉纳	10.3 ± 0.7 %
二号中定剂	1.5 ± 0.3 %
凡士林	0.5 ± 0.2 %
氧化铅	0.7 ± 0.3 %
碳酸钙	2.5 ± 0.3 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 1065 千卡/公斤

比容: 657 升/公斤

密度: 1.65 克/厘米³

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
20	30~100	$1.442 P^{0.51}$	12.6

② 燃速温度系数: $(-40 \sim 50^{\circ}\text{C})$

压力(公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数(%1/°C)	0.25

20. SDP-10 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0%N)	56.0 ± 1.0 %
硝化甘油	24.0 ± 0.7 %
二硝基甲苯	11.0 ± 1.0 %
二号中定剂	2.5 ± 0.3 %
碳黑	0.1 %
碳酸铅	3.5 ± 0.5 %
二氧化钛	1.5 ± 0.2 %
三氧化二钴	0.4 ± 0.2 %
凡士林	1.0 ± 0.2 %
二苯胺 (外加)	0.02 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 836 千卡/公斤

比容: 764.2 升/公斤

特征速度: 1297 米/秒

密度: 1.65 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 150, d_a/d_k = 2.5$)

195.2 公斤·秒/公斤 (50°C, 97.9 公斤/厘米²)

196.6 公斤·秒/公斤 (20°C, 111.1 公斤/厘米²)

191.2 公斤·秒/公斤 (-40°C, 82.4 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50	压力(公斤/厘米 ²)	50	70	90	100	120
	燃速(毫米/秒)	8.81	9.07	9.58	10.1	11.4
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	50	70	90	100	120
	燃速(毫米/秒)	8.47	8.64	8.93	9.15	10.2
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	50	70	90	100	120
	燃速(毫米/秒)	7.94	8.22	8.10	8.03	8.65

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	50~90	$5.002 P^{0.143}$	9.18
20	50~90	$6.046 P^{0.085}$	8.68
-40	50~90	$6.828 P^{0.040}$	8.09

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力(公斤/厘米 ²)	50	70	90	100	120
燃速温度系数(%1/℃)	0.11	0.11	0.20	0.26	0.31

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 150$)

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	51.4	78.6	103.1	155.3
	燃速(毫米/秒)	8.80	10.4	11.9	15.5
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	55.2	73.0	89.1	115.7
	燃速(毫米/秒)	8.76	9.29	9.93	11.4
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	41.2	57.8	76.1	84.5
	燃速(毫米/秒)	7.72	8.34	8.56	8.64

(2) 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	51~103	$1.632 \bar{P}_1^{0.427}$	10.0
20	55~89	$3.059 \bar{P}_1^{0.260}$	9.23
-40	41~84.5	$4.415 \bar{P}_1^{0.153}$	8.46

(3) 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力(公斤/厘米 ²)	70	90	110
燃速温度系数(%1/℃)	0.17	0.24	0.36

临界压力: 40公斤/厘米² (-40℃)

机械强度

试验温度(℃)	50	20	-40
抗压强度(公斤/厘米 ²)	202.9	490.2	1734.4
压缩率(%)	66.5	53.8	44.4
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	38.0	143.0	514.4
延伸率(%)	32.3	19.4	4.7
抗冲强度(公斤·厘米/厘米 ²)	50.7	15.6	3.7

摩擦感度: 10%(摆角66°, 表压25公斤/厘米², 滑距2毫米)

冲击感度: 14.11厘米(特性落高)

爆发点: 210℃

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 70小时

(3) 用途:

该产品用于通讯卫星做正推火箭装药。

21. SWP-11 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12%N)	56.5 %
硝化甘油	28.0 %
二硝基甲苯	9.0 %
二号中定剂	2.6 %
凡士林	1.0 %
苯二甲酸铅	1.55 %
己二酸铜	0.4 %
碳黑	0.3 %
三氧化二镍	0.3 %
三氧化二铝	0.35 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 877 千卡/公斤

比容: 779 升/公斤

特征速度: 1360 米/秒

密度: 1.61 克/厘米³

比冲 ($\alpha = 130$, $d_a/d_k = 2.5$)

203 公斤·秒/公斤 (20℃, 100 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	90	110	130	150
	燃速 (毫米/秒)	11.14	11.80	10.96	10.77	11.35	12.21

(续)

30℃	压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	90	110	130	150
	燃速 (毫米/秒)	10.61	11.42	10.76	10.08	10.16	10.92
40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	90	110	130	150
	燃速 (毫米/秒)	9.34	10.71	10.45	9.18	8.70	9.15

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算 70 公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	50~150	$11.3806 P^{0.00}$	11.38
	70~110	$27.9834 P^{-0.21}$	11.47
20	50~150	$12.6038 P^{-0.04}$	10.63
	70~110	$37.2126 P^{-0.28}$	11.32
-40	50~150	$14.7832 P^{-0.10}$	9.67
	70~110	$44.3151 P^{-0.33}$	10.91

③ 燃速温度系数: % 1/℃

压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	90	110	130	150
50~20℃	0.162	0.109	0.061	0.221	0.369	0.372
20~-40℃	0.212	0.107	0.049	0.156	0.259	0.295
-40~50℃	0.196	0.108	0.053	0.177	0.295	0.320

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 50$)

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	61.7	79.3	104.8	122.5	168.0
	燃速 (毫米/秒)	10.9	11.5	11.6	12.0	14.3
20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	64.1	78.0	99.1	113.6	133.2
	燃速 (毫米/秒)	11.2	11.3	11.0	10.9	11.2
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	51.7	70.3	92.8	75.2	103.8
	燃速 (毫米/秒)	9.34	10.1	10.2	9.85	9.84

② 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	63~123	$6.608 \bar{P}_1^{-0.12}$	11.5
20	64~128	$12.252 \bar{P}_1^{-0.02}$	11.2
-40	52~104	$6.795 \bar{P}_1^{-0.09}$	10.3

③ 燃速温度系数: (-40~50°C)

压力(公斤/厘米 ²)	50	70	90	110	130
温度系数(%/°C)	0.100	0.110	0.119	0.126	0.131

导热系数: 0.171 千卡/米·小时·度

临界压力: 45~48 (-40°C)

机械强度:

试验温度 (°C)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	无破坏点	552	1640
压缩率 (%)	—	56.8	29.3
抗拉强度(公斤/厘米 ²)	49.8	180.4	502
延伸率 (%)	28.3	20.6	3.14
抗冲强度(公斤·厘米/厘米 ²)	42.9	27.6	4.43

摩擦感度: 6% (摆角66°, 表压25公斤/厘米²)

冲击感度: 14.6厘米 (2公斤锤, 50%特性落高)

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 70小时

(3) 用途:

该产品曾配合302反坦克导弹试验, 能满足其弹道性能要求。其红外辐射率较双钴-2提高一倍。

22. 双基推进剂燃速-压力关系图 (燃速仪测定)

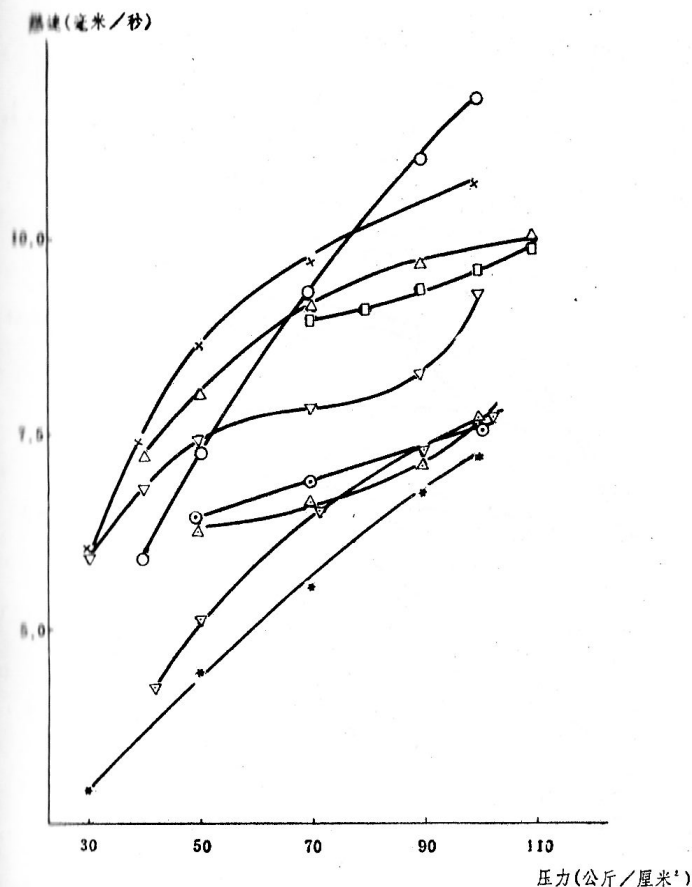


图1 燃速仪测定双基推进剂燃速-压力关系图 (50°C)

×—双钴-2; ○—161; △—KPT; ▽—双钴-1; □—PT-12;

—镍钴双基平台; •—SDP 10; *—双钴-2; *—GSD 23 (改性双基)

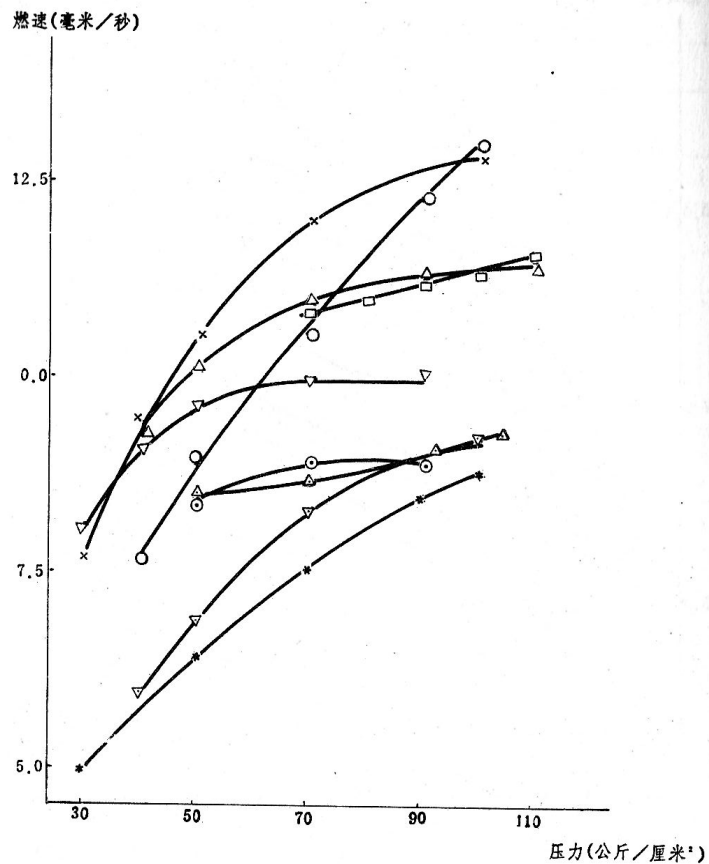


图2 燃速仪测定双基推进剂燃速-压力关系图 (20°C)

×—双钴-2; ○—161; △—KPT; ▽—双钴-1; □—PT-12;
 ⊙—浇铸双基平台; ▲—SDP-10; ▽—双石-2; *—GSD-23 (改性双基)。

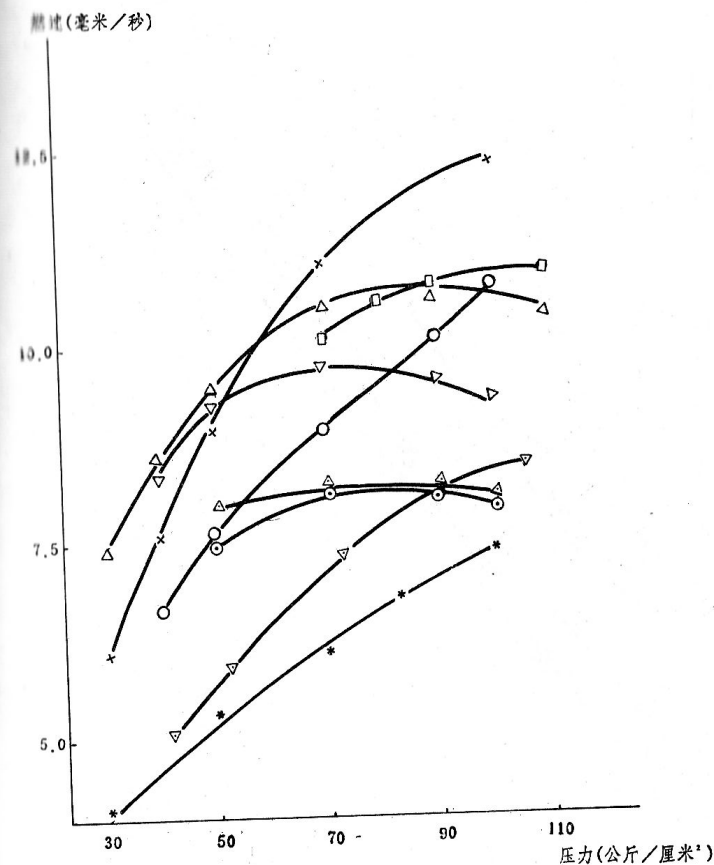


图3 燃速仪测定双基推进剂燃速-压力关系图 (-40°C)

×—双钴-2; ○—161; △—KPT; ▽—双钴-1; □—PT-12;
 ⊙—浇铸双基平台; ▲—SDP-10; ▽—双石-2; *—GSD-23 (改性双基)。

23. 双基推进剂燃速-压力关系图 (发动机测定)

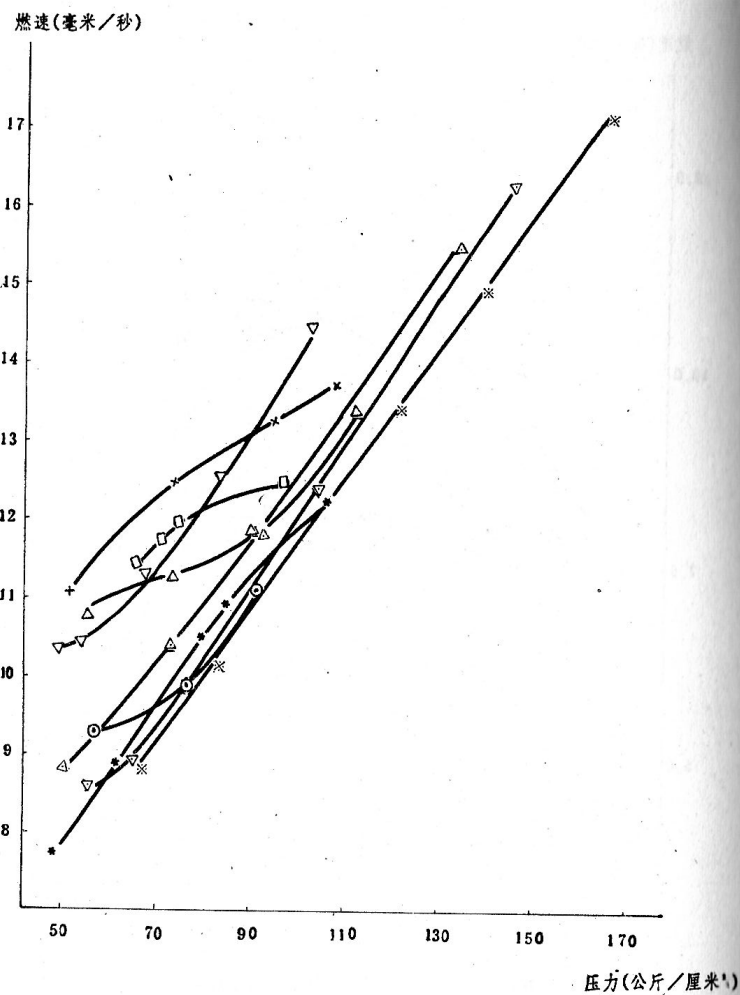


图4 发动机测定双基推进剂燃速-压力关系图 (50°C)

×—双钴-2; ○—161; △—KPT; ▽—双钴-1; □—PT-12;
 ⊙—浇铸双基平台; ▲—SDP-10; ▽—双石-2; *—GSD-23
 (改性双基); ※—双芳镁-1。

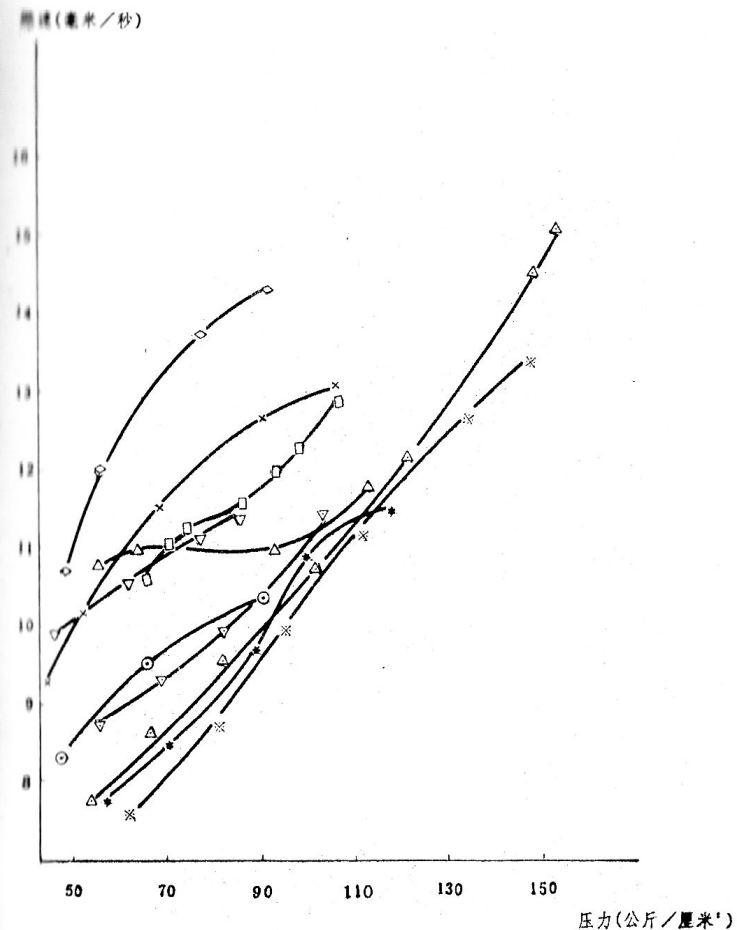


图5 发动机测定双基推进剂燃速-压力关系图 (20°C)

双钴-2: ○—161; △—KPT; ▽—双钴-1; □—PT-12;
 浇铸双基平台: *—SDP-10; ▽—双石-2; ◇—66"; ※—
 双芳镁-1; *—GSD-23 (改性双基)

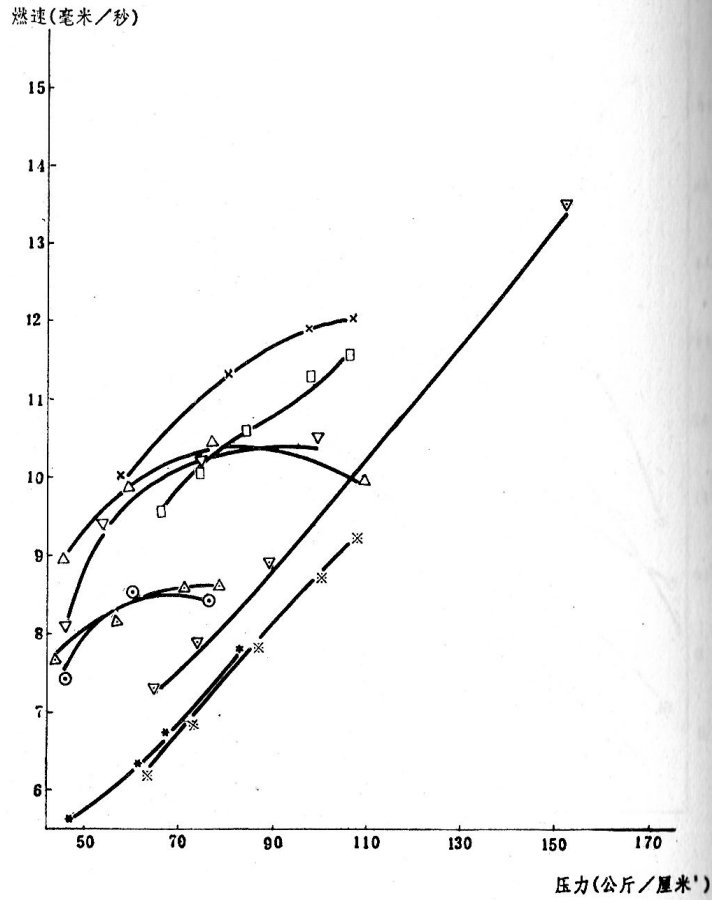


图6 发动机测定双基推进剂燃速-压力关系图 (-40°C)

$\times$ —双钴-2; $\circ$ —161; $\triangle$ —KPT; ∇ —双钴-1; $\square$ —PT-12;
 $\odot$ —浇铸双基平台; $\triangle$ —SDP-10; ∇ —双石-2; $*$ —GSD-23
 (改性双基); $\times$ —双芳镁-1。

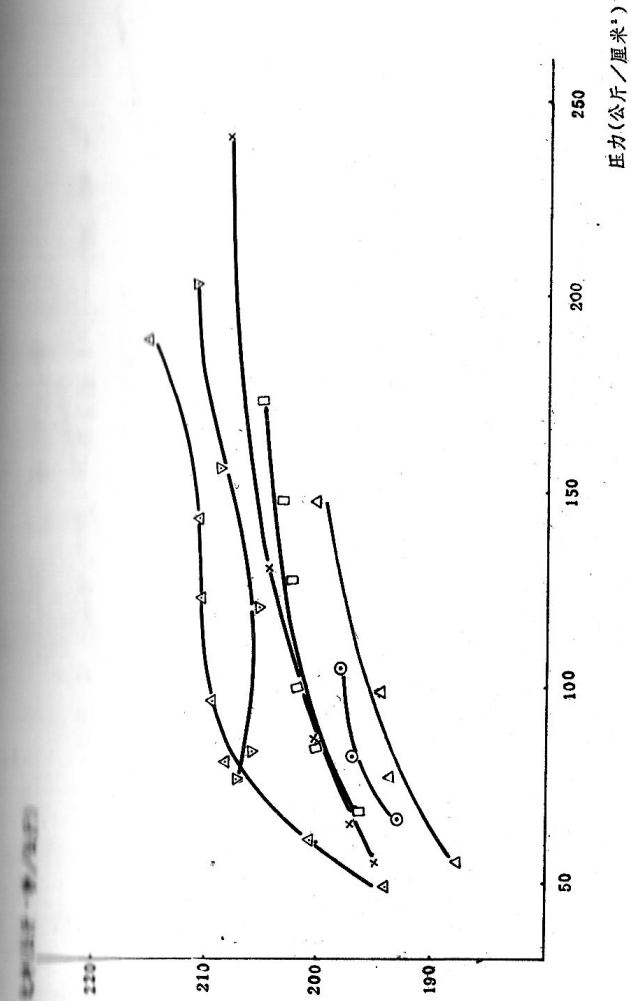


图7 双基推进剂比冲-压力关系图 (50°C)

$\times$ —双石-2; ∇ —PT-12; $\square$ —双芳镁-1; $\triangle$ —SDP-10;
 $\triangle$ —161; $\circ$ —浇铸双基平台

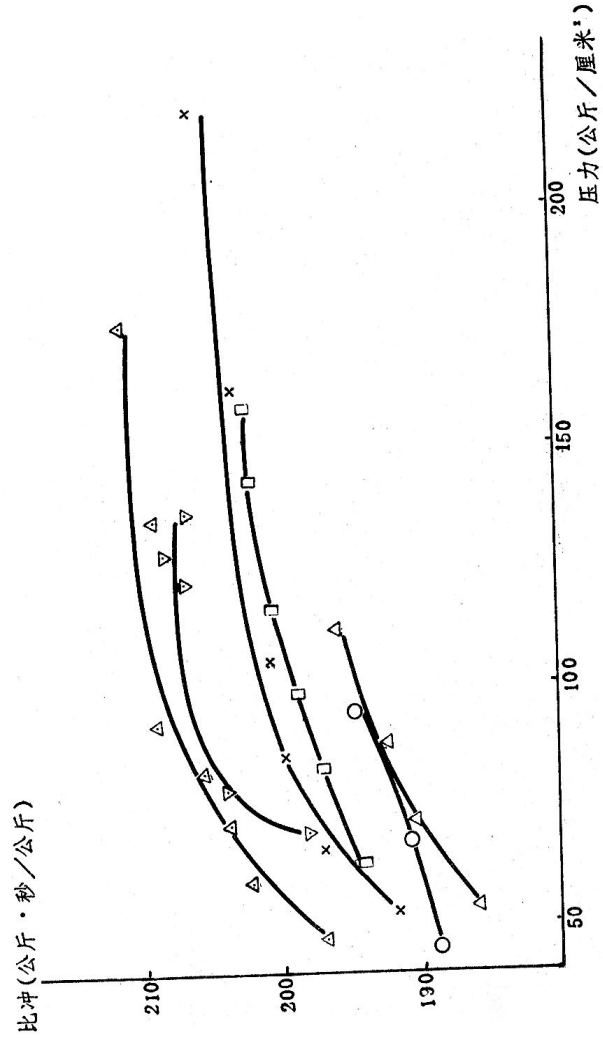


图8 双基推进剂比冲-压力关系图 (20°C)

×—双石-2; ▽—PT-12; □—双芳镁-1; △—SDP-10; ○—161; ○—浇铸双基平台。

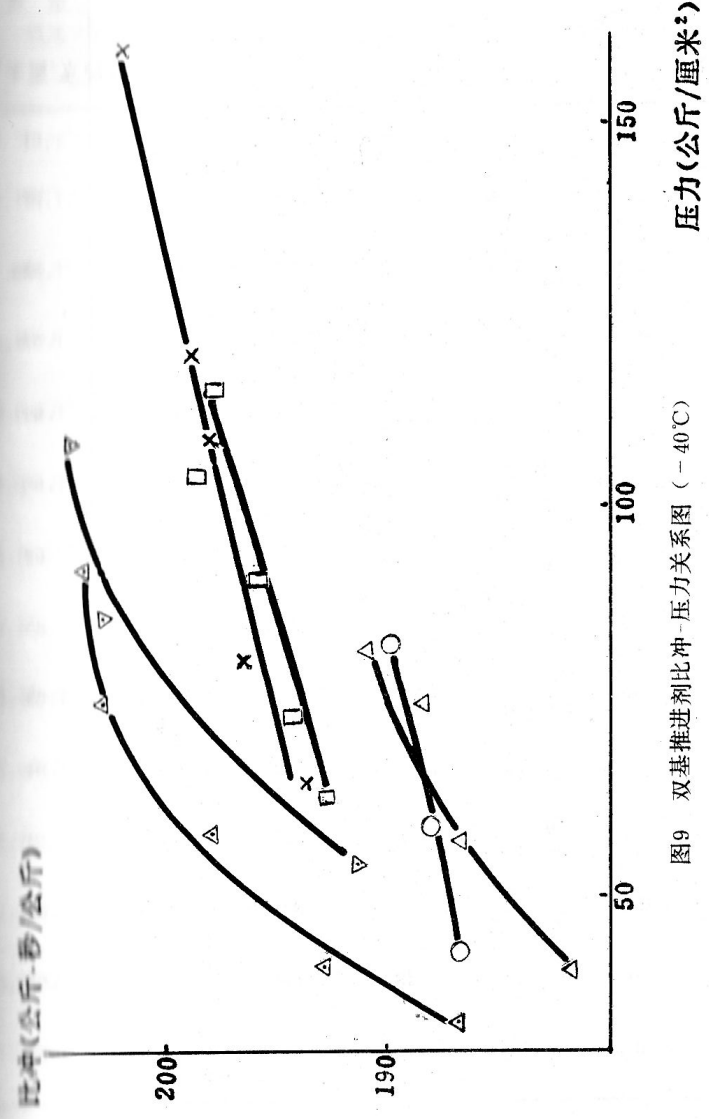


图9 双基推进剂比冲-压力关系图 (-40°C)

×—双石-2; ▽—PT-12; □—双芳镁-1; △—SDP-10; ○—161; ○—浇铸双基平台。

25. 双基推进剂性

推进剂 名称	比冲(公斤·秒/公斤)		特征 速度 (米/秒)	热量 (千卡/公斤)	比容 (升/公斤)	密度 (克/厘米 ³)
	20℃ 比冲值	压力 (公斤/厘米 ²) α 值				
双铅 2	198.8	(87.4) (α: 160)	1297.0	848.0		1.61
双铅 1	199.2	(102.3) (α: 105)		854	811	1.57
双石 2	200.6	(105.4) (α: 161)		867.6	806.5	1.589
双芳镁 1	198.9	(97.8) (α: 155)	1280.9	885.0	767.5	1.57
161	208.9	(92.0) (α: 160)		1053	677.9	1.64
671 3	209.5	(194.3) (α: 150)		888.8		1.601
PT 12	207.2	(121.1) (α: 140)	1164.5	868.4	802.0	1.62
双钴 1	200.7	(64.6) (α: 162)		862.0	753.9	1.65
双钴 2	200.4	(86.1) (α: 160)		862.0	761.5	1.65
浇铸平台	194.4	(94.2) (α: 90)		889.0	709.0	1.61
ZNP-20	215.3	(96.7) (α: 140)		1090	683	1.64
KPT	203.3	(95.5) (α: 160)		874.2	778.5	1.62
SDP-10	196.6	(111.1) (α: 150)		836.0	764.2	1.65
SWP-11	203.0	(100.0) (α: 130)		877.0	779.0	1.61

能参数综合表

燃速仪测试数据, 20℃				
燃速公式 $u = u_0 P^n$	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速范围 (毫米/秒)	70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)	燃速温度系数 (% 1/℃) -40~50℃
$0.5125 P^{0.66}$	30~100	4.82~10.5	8.46	0.313
$2.18 P^{0.34}$	50~110		9.24	0.169
$1.008 P^{0.485}$	40~100	5.87~9.19	7.91	0.25
$0.808 P^{0.517}$	50~110		7.27	0.171
$0.946 P^{0.569}$	40~100	7.67~13.0	10.6	0.302
$3.281 P^{0.39}$	100~220	20.0~26.7	20.0 (100公斤/厘米 ²)	0.28 (170公斤/厘米 ²)
$0.773 P^{0.15}$	70~110	10.8~11.6	10.9	0.087 (80公斤/厘米 ²)
$4.350 P^{0.192}$	40~100	9.03~10.5	9.83	0.058
$3.494 P^{0.285}$	50~100	10.5~12.8	11.7	0.101
$0.604 P^{0.11}$	50~100	8.45~9.17	8.94	0.15
$7.494 P^{0.21}$	50~100	17.0~19.7	18.3	0.18
$4.554 P^{0.203}$	40~110	9.34~11.5	10.8	0.099
$0.046 P^{0.085}$	50~90	8.47~8.93	8.68	0.11
$12.604 P^{-0.04}$	50~150	10.6~10.9	10.6	0.108

推进剂 名称	发动机测试		
	燃速公式 $u = u_1 \overline{P_1}^n$	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速范围 (毫米/秒)
双铅-2			
双铅-1	$0.782 \overline{P_1}^{0.565}$	38~128 (α : 105)	6.04~12.2
双石-2	$0.771 \overline{P_1}^{0.565}$	55~172 (α : 161)	7.72~11.5
双芳镁-1	$0.608 \overline{P_1}^{0.601}$	65~172 (α : 155)	7.61~13.4
161	$0.862 \overline{P_1}^{0.646}$	50~191 (α : 160)	10.2~24.8
671-3			
PT-12	$2.345 \overline{P_1}^{0.35}$	80~120 (α : 140)	11.3~12.9
双钴-1	$3.46 \overline{P_1}^{0.271}$	46~121 (α : 140)	9.89~13.2
双钴-2	$3.866 \overline{P_1}^{0.256}$	60~120 (α : 140)	10.9~13.1
浇铸平台	$2.818 \overline{P_1}^{0.28}$	47~99 (α : 90)	8.36~10.3
ZNP-20	$4.863 \overline{P_1}^{0.30}$	72~138 (α : 140)	17.6~21.2
KPT	$7.498 \overline{P_1}^{0.088}$	58~129	10.8~11.8
SDP-10	$3.059 \overline{P_1}^{0.26}$	55~89 (α : 150)	8.76~9.93
SWP-11	$12.252 \overline{P_1}^{-0.02}$	64~133.2 (α : 50)	11.2~11.2

(续)

数据, 20℃			
100公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)	燃速温度系数 (%/℃) -40~50℃	α 上限 (K\) 50℃, $P_r < 1.50$	临界压力 (公斤/厘米 ²) -40℃
10.5			44 (-50℃)
10.4		180	71.5
9.68			57~59
16.9		180 (300)	44~46
11.8	0.147	180 (405)	51~56
12.1	0.221 (90公斤/厘米 ²)	140~160 (400)	10
12.6	0.110	180 (315)	
9.26 (70公斤/厘米 ²)	0.12 (70公斤/厘米 ²)		<45
19.4	0.22	140 (230)	<37
11.2	0.149 (90公斤/厘米 ²)	150 (450)	<46
9.23 (70公斤/厘米 ²)	0.24 (90) (90公斤/厘米 ²)	150~160 (385)	40
11.2		160 (425)	45~48

推 进 剂 名 称	机 械 强 度,		
	抗 拉 (公斤/厘米 ²)	延伸率% - 40℃	抗 压 (公斤/厘米 ²)
双铅- 2	167.0	3.08	439.0
双铅- 1	116		263
双石- 2	130.0	3.8	356.0
双芳镁- 1	119.0	4.21	365.0
161	118.0		403.0
671- 3	152.0	3.66	
PT-12	159.2	7.7	428.6
双钴- 1	172.7		342.5
双钴- 2	216.4		
浇铸平台	123.9	9.6	879.0
ZNP-20			
KPT	164.8	13	365.4
SDP-10	143.0	4.7	490.2
SWP-11	180.4	3.14	552.0

(续)

20 ℃	感 度 ^①		安 定 性		工 艺 方 法
抗 冲 (公斤·厘米/厘米 ²)	摩 擦 %	冲 击 %	维也里 (小时) (简单法)	维也里 (小时) (重复法)	
7.7	16	50	7	65	压伸
9			7	65	压伸
27.0	12	100	7	65	压伸
36.6	18	76	7	50	压伸
29.9	60	76	7	70	压伸
47.4	26	10.5(厘米) ^②		70	压伸
42.3	18	44			压伸
			7	70	压伸
			7	70	压伸
85.6	30	18.5(厘米) ^②		61	浇铸
				60	压伸
	2	0	7	65	压伸
15.6	10	14.11(厘米) ^②	7	70	压伸
27.6	6	14.6(厘米) ^②	7	70	压伸

1 各产品测试条件不完全相同

2 特性落高数据

(二) 改性双基推进剂

1. 171-25推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (13.0% N)	$50.9 \pm 1.0\%$
硝化甘油	$27.0 \pm 0.7\%$
吉纳	$12.8 \pm 0.7\%$
铝粉	$5.0 \pm 0.3\%$
二号中定剂	$1.0 \pm 0.3\%$
碳黑	$0.4 \pm 0.05\%$
鞣酸铅	$2.0 \pm 0.3\%$
凡士林	$0.9 \pm 0.3\%$

(2) 主要性能:

定容爆热: 1231.1 千卡/公斤

比容: 672.2 升/公斤

密度: 1.663 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 130, d_a/d_k = 2.3$)

231.3 公斤·秒/公斤 (50℃, 134.1 公斤/厘米²)

232.6 公斤·秒/公斤 (20℃, 121.8 公斤/厘米²)

229.5 公斤·秒/公斤 (-40℃, 121.5 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	40.0	50.0	60.3	70.3	90.8	100.2	110.6
	燃速(毫米/秒)	19.0	20.5	22.3	23.3	25.4	26.5	26.8

(续)

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	40.2	50.2	60.5	70.5	90.8	100.5	110.8
	燃速(毫米/秒)	17.9	19.2	20.9	21.7	24.2	24.6	25.2
40℃	压力(公斤/厘米 ²)	40.3	50.4	60.9	70.2	90.6	100.7	111.0
	燃速(毫米/秒)	15.3	16.5	18.2	18.9	20.3	21.5	21.9

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
50	40~110	$5.310 P^{0.346}$	23.1
20	40~110	$4.930 P^{0.349}$	21.7
-40	40~110	$4.130 P^{0.356}$	18.7

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力(公斤/厘米 ²)	40	50	70	100	110
燃速温度系数(% 1/℃)	0.269	0.244	0.235	0.233	0.228

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 130, d_a/d_k = 2.3$)

50℃	压力(公斤/厘米 ²)	61.0	89.3	138.2	197.6	236.2
	燃速(毫米/秒)	20.2	25.0	32.4	35.2	43.0
20℃	压力(公斤/厘米 ²)	55.1	78.1	118.5	156.1	195.6
	燃速(毫米/秒)	18.3	22.1	25.5	29.1	32.0
-40℃	压力(公斤/厘米 ²)	61.2	89.8	116.4	155.3	201.3
	燃速(毫米/秒)	17.2	20.8	22.4	25.4	28.0

② 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	61 ~ 236.2	$2.363 \bar{P}_1^{0.524}$	26.4
20	55.1 ~ 195.6	$3.312 \bar{P}_1^{0.430}$	24.0
-40	61.2 ~ 201.3	$3.342 \bar{P}_1^{0.402}$	21.3

③ 燃速温度系数: (-40 ~ 50°C)

压力 (公斤/厘米 ²)	60	150	200
燃速温度系数 (% 1/°C)	0.22	0.27	0.33

临界压力: 40公斤/厘米² (-40°C)

机械强度:

试验温度 (°C)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	104.4	462.3	756.2
压缩率 (%)	45.1	52.3	33.6
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	51.6	168.5	大于610
延伸率 (%)	60.8	55.9	—
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	60.0	63.5	3.5

弹性模量: 3.1×10^3 公斤/厘米² (20°C)

7.7×10^3 公斤/厘米² (0°C)

导热系数: 0.198 千卡/米·小时·度

玻璃化温度: 22°C

摩擦感度: 48% (摆角90°, 表压25 公斤/厘米²)

冲击感度: 36% (锤重 2 公斤, 落高25厘米)

爆发点: 235 °C

安定性:

维也里简单法: 7 小时

维也里重复法: 51.4小时

(3) 用途:

该产品用于62单兵反坦克火箭弹。

2. P15¹ 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.6% N)	33.3 ± 1.0%
硝化甘油	19.6 ± 0.7%
吉纳	9.8 ± 0.7%
黑索金	21.0 ± 0.5%
铝粉	9.8 ± 0.5%
二号中定剂	1.0 ± 0.3%
过氧化铅	2.0 ± 0.3%
碳黑	0.5 ± 0.1%
鞣酸铅	2.0 ± 0.3%
凡士林	1.0 ± 0.3%

(3) 主要性能:

定容爆热: 1335 千卡/公斤

比容: 684 升/公斤

特征速度: 1486 米/秒

密度: 1.73 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 137$, $da/d_k = 2.5$)

237.8 公斤·秒/公斤 (50℃, 129.8 公斤/厘米²)

237.7 公斤·秒/公斤 (20℃, 99.3 公斤/厘米²)

233.6 公斤·秒/公斤 (-40℃, 102.1 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	51.0	71.0	90.3	100.4
	燃速 (毫米/秒)	14.3	17.7	20.3	21.0
20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	51.0	72.6	94.0	101.4
	燃速 (毫米/秒)	13.3	15.5	18.4	20.5
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	70.8	90.9	101.1	—
	燃速 (毫米/秒)	14.1	15.6	16.8	—

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 p^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	51.0~100.4	$1.466 P^{0.58}$	17.2
20	51.0~100.4	$1.180 P^{0.61}$	15.8
-40	70.8~101.1	$1.489 P^{0.52}$	13.6

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	100
燃速温度系数 (% 1/℃)	0.237	0.264	0.292

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 137$, $da/d_k = 2.5$)

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	135.1	163.3	278.5	365.1	—	—
	燃速 (毫米/秒)	25.3	27.5	38.4	45.5	—	—
20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	56.9	103.5	144.0	184.7	228.2	267.8
	燃速 (毫米/秒)	15.5	20.4	25.0	26.8	30.4	33.9
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	75.2	108.6	159.0	222.0	—	—
	燃速 (毫米/秒)	15.6	18.1	23.6	27.2	—	—

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	135~365	$1.377 \bar{P}_1^{0.590}$	—
20	56.9~267.8	$1.939 \bar{P}_1^{0.509}$	20.2
-40	75.2~222	$1.635 \bar{P}_1^{0.522}$	18.1

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	150	200
燃速温度系数 (% 1/℃)	0.167	0.204

临界压力: 55 公斤/厘米² (20℃)

机械强度:

试验温度 (℃)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	91.5	290.0	654.0
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	39.0	24.5	3.4

线胀系数: $1.04 \times 10^{-4} 1/^\circ\text{C}$

摩擦感度: 40% (摆角 66° , 表压 25 公斤/厘米², 滑距 2 毫米)

冲击感度: 18% (锤重 2 公斤, 落高 25 厘米)

爆发点: $250 \sim 260^\circ\text{C}$

安定性:

维也里重复法: 53 小时

3. 06[#] 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (13.0% N)	$33.8 \pm 1.0\%$
硝化甘油	$26.4 \pm 0.7\%$
吉纳	$5.4 \pm 0.7\%$
黑索金	$19.6 \pm 0.5\%$
铝粉	$9.3 \pm 0.7\%$
二号中定剂	$0.5 \pm 0.2\%$
过氧化铅	$2.0 \pm 0.3\%$
碳黑	$0.5 \pm 0.1\%$
鞣酸铅	$2.0 \pm 0.3\%$
凡士林	$0.5 \pm 0.2\%$

(2) 主要性能:

定容爆热: 1402.8 千卡/公斤

比容: 621.5 升/公斤

特征速度: 1496 米/秒 (20°C)

密度: 1.754 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 130$, $da/d_k = 2.5$)

238.7 公斤·秒/公斤 (50°C , 113.5 公斤/厘米²)

238.4 公斤·秒/公斤 (20°C , 100.3 公斤/厘米²)

239.4 公斤·秒/公斤 (-40°C , 111.3 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50°C	压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	90	110
	燃速 (毫米/秒)	18.9	22.8	26.1	29.2
20°C	压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	90	110
	燃速 (毫米/秒)	17.8	21.5	24.6	27.0
-40°C	压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	90	110
	燃速 (毫米/秒)	15.1	18.4	21.3	23.7

② 燃速经验公式:

初温 ($^\circ\text{C}$)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算 70 公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	50~110	$2.186 P^{0.551}$	22.7
20	50~110	$2.219 P^{0.533}$	21.4
-40	50~110	$1.586 P^{0.576}$	18.3

③ 燃速温度系数: ($-40 \sim 50^\circ\text{C}$)

压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	100	110
燃速温度系数 (% $1/^\circ\text{C}$)	0.255	0.240	0.229	0.232

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 130$, $da/d_k = 2.5$)

50°C	压力 (公斤/厘米 ²)	97.0	118.5	135.4	176.2	215.2	266.6	439.2
	燃速 (毫米/秒)	27.1	30.0	32.4	36.7	40.8	47.7	70.6

(续)

20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	85.3	103.6	124.0	147.1	190.6	217.8	300.5
	燃速 (毫米/秒)	22.5	25.8	28.5	31.4	35.8	38.3	47.2
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	68.1	76.3	95.0	117.5	141.9	175.3	219.1
	燃速 (毫米/秒)	18.3	20.1	22.3	25.4	27.6	30.7	33.7

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	97.0~439.2	$2.232 \bar{P}_1^{0.544}$	27.3
20	85.3~300.5	$1.923 \bar{P}_1^{0.558}$	25.1
-40	68.1~219.1	$1.804 \bar{P}_1^{0.552}$	22.9

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	100	120	150	200
燃速温度系数 (% 1/℃)	0.17	0.18	0.19	0.20

临界压力: 44公斤/厘米² (-40℃)

机械强度:

试验温度 (℃)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	116	338	781
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	7.0	83.2	311.1
延伸率 (%)	18.0	17.3	2.8
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	31.1	21.4	3.5

线胀系数: 1.09×10^{-4} 1/℃

玻璃化温度: 13~14℃

摩擦感度: 66% (摆角66°, 表压25公斤/厘米², 滑距2毫米)

冲击感度: 62% (锤重2公斤, 落高25厘米)

爆发点: 251℃

安定性:

维也里重复法: 52.5小时

4. GP-19 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	36.0 ± 1.0 %
硝化甘油	26.0 ± 0.7 %
吉纳	5.0 ± 0.5 %
黑索金	19.0 ± 0.5 %
铝粉	9.5 ± 0.5 %
二号中定剂	1.0 ± 0.2 %
碳黑	0.4 ± 0.1 %
邻氨基苯甲酸铅	2.0 ± 0.3 %
β-雷索辛酸铜	0.6 ± 0.1 %
凡士林	0.5 ± 0.2 %
硬脂酸锌 (外加)	0.08 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 1323.0千卡/公斤

比容: 673.7升/公斤

特征速度: 1553米/秒

密度: 1.68~1.71克/厘米³比冲: ($\alpha = 160$, $da/d_k = 2.5$)237.3公斤·秒/公斤 (50℃, 114.6公斤/厘米²)235.7公斤·秒/公斤 (20℃, 102.0公斤/厘米²)234.6公斤·秒/公斤 (-40℃, 101.8公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	80	100	125	150	175	200	—
	燃速 (毫米/秒)	18.6	20.4	22.4	23.4	24.2	25.2	—
20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	80	100	125	150	175	200	225
	燃速 (毫米/秒)	17.7	19.6	21.2	22.1	22.9	23.6	24.9
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	80	100	125	150	175	200	—
	燃速 (毫米/秒)	16.2	18.1	19.8	20.5	21.2	21.8	—

② 燃速经验公式:

初 温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	80~200	$4.510 P^{0.327}$	20.3
20	80~250	$4.102 P^{0.335}$	19.2
-40	80~200	$4.200 P^{0.315}$	17.9

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	80	100	125
燃速温度系数 (% 1/℃)	0.148	0.134	0.134

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha := 160$, $da/d_k = 2.5$)

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	86.6	99.5	120.8	167.0
	燃速 (毫米/秒)	21.3	22.2	23.6	25.8

(续)

20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	78.6	107.3	127.0	156.2
	燃速 (毫米/秒)	18.5	22.7	23.1	24.6
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	60.9	81.5	107.9	142.1
	燃速 (毫米/秒)	14.0	17.0	20.0	21.7

② 燃速经验公式:

初 温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	86.6~167.0	$5.835 \bar{P}_1^{0.291}$	22.3
20	78.6~156.2	$3.221 \bar{P}_1^{0.407}$	21.0
-40	60.9~142.1	$2.484 \bar{P}_1^{0.440}$	18.8

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	80	100	125	150
燃速温度系数 (% 1/℃)	0.226	0.169	0.146	0.154

临界压力: 42公斤/厘米² (-40℃)

机械强度:

试验温度 (℃)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	71.1	272.4	1198.2
压缩率 (%)	52.3	45.6	52.0
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	27.8	103.1	428.8
延伸率 (%)	17.7	14.3	3.7
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	39.7	25.8	3.5

导热系数: 0.228 千卡/米·小时·度

线胀系数: $9.64 \times 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$

摩擦感度: 34% (摆角 66° , 表压25公斤/厘米²,
滑距2毫米)

冲击感度: 2% (锤重2公斤, 落高25厘米)

爆发点: 237 $^\circ\text{C}$

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 46小时

5. 66[#] 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	51.55 ± 1.0%
硝化甘油	35.7 ± 0.7%
甘油三醋酸酯	4.4 ± 0.3%
铝粉	4.1 ± 0.1%
二号中定剂	1.6 ± 0.05%
苯二甲酸铅	1.4 ± 0.1%
氧化锌	0.65 ± 0.05%
碳酸镉	0.6 ± 0.05%

(2) 主要性能:

定容爆热: 1119 千卡/公斤

密度: 1.64 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 120$, $da/d_k = 2.0$)

217.5 公斤·秒/公斤 (20 $^\circ\text{C}$, 97.6 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 发动机测定:

(1) 燃速结果: ($\alpha = 120$, $da/d_k = 2.0$)

20 $^\circ\text{C}$	压力 (公斤/厘米 ²)	46.5	56.9	71.0	82.6	98.3
	燃速 (毫米/秒)	10.7	12.0	13.1	13.7	14.2

(2) 燃速经验公式:

初温 ($^\circ\text{C}$)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
20	46.5 ~ 98.3	$2.538 \bar{P}_1^{0.381}$	14.7

临界压力: 40 ~ 50 公斤/厘米² (-40 $^\circ\text{C}$)

机械强度:

试验温度 ($^\circ\text{C}$)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	44.7	440	大于1910
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	10.77	45.8	302
延伸率 (%)	55.5	35.5	5.2
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	—	140	—

线胀系数: $2.14 \times 10^{-4} 1/^\circ\text{C}$ (0 ~ 25 $^\circ\text{C}$)

安定性:

维也里重复法: 65小时

6. GSD-23推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	$34.8 \pm 1\%$
硝化甘油	$30.9 \pm 0.7\%$
甘油三醋酸酯	$11.0 \pm 0.7\%$
高氯酸铵	$16.5 \pm 0.9\%$
铝粉	$3.0 \pm 0.4\%$
二号中定剂	$1.3 \pm 0.4\%$
过氧化铅	$1.5 \pm 0.3\%$
二醋酸纤维	$0.5 \pm 0.1\%$
碳酸钡	$0.5 \pm 0.1\%$

(2) 主要性能:

定容爆热: 1121 千卡/公斤

比容: 617.7 升/公斤

密度: 1.647 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 120$, $da/dk = 2.0$)

209.0 公斤·秒/公斤 (50℃, 100.2 公斤/厘米²)

212.1 公斤·秒/公斤 (20℃, 100.9 公斤/厘米²)

206.6 公斤·秒/公斤 (-40℃, 92.5 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30	50	70	90	100
	燃速 (毫米/秒)	5.40	6.95	7.98	9.23	9.63

(续)

20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30	50	70	90	100
	燃速 (毫米/秒)	4.98	6.40	7.54	8.46	8.76
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30	50	70	90	100
	燃速 (毫米/秒)	4.06	5.31	6.05	6.85	7.39

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	30~100	$1.046 P^{0.48}$	8.04
20	30~110	$0.9926 P^{0.48}$	7.63
-40	30~100	$0.8024 P^{0.48}$	6.17

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	70	100
燃速温度系数 (% 1/℃)	0.31	0.29

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 120$, $da/dk = 2.0$)

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	49.0	64.6	87.1	94.3	121.1	—	—
	燃速 (毫米/秒)	7.80	8.83	10.5	10.9	12.2	—	—
20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	43.6	58.6	73.9	98.0	111.1	134.1	156.8
	燃速 (毫米/秒)	6.79	7.83	8.49	9.67	10.9	11.5	12.9
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	26.0	35.5	45.9	64.2	71.6	91.0	—
	燃速 (毫米/秒)	4.2	5.14	5.64	6.33	6.70	7.81	—

② 燃速经验公式:

初 温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100 公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	49~121	$1.0862 \bar{P}_1^{0.504}$	11.1
20	44~157	$1.0420 \bar{P}_1^{0.493}$	10.1
-40	26~91	$0.9583 \bar{P}_1^{0.460}$	—

③ 燃速温度系数: (-40~50°C)

压力 (公斤/厘米 ²)	70	80	100	120
燃速温度系数 (% 1/°C)	0.588	0.523	0.631	0.674

临界压力: 25 公斤/厘米² (-40°C).

机械强度:

试验温度 (°C)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	135	318	974
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	6.0	35.5	209.9
延伸率 (%)	175	68.9	3.4
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	—	30.5	4.5

导热系数: 0.182 千卡/米·小时·度

玻璃化温度: -22°C

线胀系数: $1.74 \times 10^{-4} 1/°C$

爆点: 254°C

安定性:

压力法: (出现第一个拐点的时间) 180 分

(3) 用途:

该产品曾用作69式、73式火箭爆破器中的推进剂。

7. 84# 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	23.0 ± 0.5 %
硝化甘油	28.3 ± 0.7 %
吉纳	6.0 ± 0.4 %
黑索金	10.0 ± 0.5 %
甘油三醋酸酯	1.5 ± 0.2 %
高氯酸铵	19.0 ± 0.5 %
铝粉	11.0 ± 0.5 %
二号中定剂	0.5 ± 0.2 %
间苯二酚	0.7 ± 0.2 %
过氧化铅 (外加)	1.0 ± 0.1 %
氧化亚铜 (外加)	1.0 ± 0.1 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 1595.5 千卡/公斤

比容: 501 升/公斤

密度: 1.78 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 85$, $d_a/d_k = 2.5$)

235.7 公斤·秒/公斤 (50°C, 119.7 公斤/厘米²)

235.5 公斤·秒/公斤 (20°C, 108.2 公斤/厘米²)

232.6 公斤·秒/公斤 (-40°C, 82.2 公斤/厘米²)

在 $\phi 130$ 发动机星孔装药中比冲为

254.5 公斤·秒/公斤 (常温, 100 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30	50	70	100
	燃速 (毫米/秒)	11.5	15.0	17.9	21.5
20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30	50	70	100
	燃速 (毫米/秒)	10.2	13.4	15.9	19.4
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30	50	70	100
	燃速 (毫米/秒)	8.72	10.9	13.3	16.5

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	30~100	$1.965 P^{0.519}$	17.8
20	30~100	$1.630 P^{0.537}$	16.0
-40	30~100	$1.409 P^{0.53}$	13.4

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	100
燃速温度系数 (% 1/℃)	0.355	0.325	0.289

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 85$ 、 $d_a/d_k = 2.5$)

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	63.4	89.6	126.4	—
	燃速 (毫米/秒)	18.2	21.6	26.4	—

(续)

20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	55.2	72.1	105.0	111.6
	燃速 (毫米/秒)	15.5	17.6	21.8	22.3
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	47.2	69.8	84.8	—
	燃速 (毫米/秒)	12.0	15.0	17.1	—

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	63.4~126.4	$1.864 \bar{P}_1^{0.547}$	23.1
20	55.2~111.6	$1.856 \bar{P}_1^{0.528}$	21.1
-40	47.2~84.8	$1.199 \bar{P}_1^{0.597}$	—

③ 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数 (% 1/℃)	0.24

临界压力: 小于36公斤/厘米² (-40℃)

机械强度:

试验温度 (℃)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	30.0	208.8	964.5
压缩率 (%)	59.4	44.4	35.0
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	3.55	14.2	161.1
延伸率 (%)	56.7	54.3	4.3
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	—	20.6	2.5

邵氏硬度: 92 (室温)

导热系数: $0.195 \frac{\text{千卡}}{\text{米} \cdot \text{小时} \cdot \text{度}}$

玻璃化温度: $-10 \sim -11^{\circ}\text{C}$

摩擦感度: 70% (摆角66°、表压25公斤/厘米²、
滑距2毫米)

冲击感度: 36% (锤重2公斤、落高25厘米)

爆发点: 229°C

8. ST-35 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	19%
硝化甘油	27.5%
吉纳	5%
奥托金	18%
高氯酸铵	10.5%
铝粉	19%
间苯二酚	0.5%
二号中定剂	0.5%

(2) 主要性能:

定容爆热: $1747 \frac{\text{千卡}}{\text{公斤}}$

比容: $519 \frac{\text{升}}{\text{公斤}}$

特征速度: $1522.8 \frac{\text{米}}{\text{秒}}$

密度: $1.81 \frac{\text{克}}{\text{厘米}^3}$

比冲:

$255.8 \frac{\text{公斤} \cdot \text{秒}}{\text{公斤}} (20^{\circ}\text{C}, 78.8 \frac{\text{公斤}}{\text{厘米}^2})$

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

(1) 燃速结果

20°C	压力 (公斤/厘米 ²)	30	50	70	90	100
	燃速 (毫米/秒)	7.22	9.59	11.7	14.0	15.2

(2) 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
20	30~100	$0.8784 P^{0.61}$	11.7

(3) 燃速温度系数: ($-40 \sim 50^{\circ}\text{C}$)

压力 (公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数 (%/°C)	0.322

2) 发动机测定:

(1) 燃速结果:

20°C	压力 (公斤/厘米 ²)	42.1	54.6	65.0	73.2	80.6
	燃速 (毫米/秒)	11.5	13.3	14.8	15.8	16.9

(2) 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
20	42.1~80.6	$1.277 \bar{P}_1^{0.587}$	15.5

临界压力: 小于30公斤/厘米² (-40°C)

机械强度:

试验温度 (°C)	40	20	-20
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	5.2	10.4	59.3
延伸率 (%)	50.3	39.6	3.6

线胀系数: $1.6 \times 10^{-4} 1/^\circ\text{C}$ ($-50 \sim 30^\circ\text{C}$)

摩擦感度: 98% (摆角 90° 、表压25公斤/厘米²)

冲击感度: 100% (锤重2公斤、落高25厘米)

安定性:

压力法: (出现第一个拐点的时间) 144分

(3) 用途:

该产品适宜壳体粘接装药。现已在 $\phi 300$, $\phi 480$ 毫米发动机中完成了静止试验。

9. 171-30 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (13.0% N)	$47.95 \pm 1\%$
硝化甘油	$30.0 \pm 0.7\%$
吉纳	$10.0 \pm 1.0\%$
铝粉	$5.5 \pm 0.5\%$
二号中定剂	$1.0 \pm 0.4\%$
碳黑	$0.55 \pm 0.2\%$
鞣酸铅	$4.0 \pm 0.5\%$
凡士林	$1.0 \pm 0.4\%$

(2) 主要性能:

定容爆热: 1211千卡/公斤

比容: 662.7升/公斤

密度: 1.68克/厘米³

比冲: ($\alpha = 120$, $d_a/d_k = 2.3$)

223.0公斤·秒/公斤 (50°C , 103.6公斤/厘米²)

226.8公斤·秒/公斤 (20°C , 102.0公斤/厘米²)

225.3公斤·秒/公斤 (-40°C , 111.2公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30.2	50.2	70.9	101.4	—	—	—
	燃速 (毫米/秒)	18.9	24.5	28.3	32.1	—	—	—
70℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30.3	40.1	50.3	70.7	90.6	100.6	110.0
	燃速 (毫米/秒)	17.4	20.2	22.4	26.1	28.6	29.6	30.6
40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	50.6	70.9	100.3	—	—	—	—
	燃速 (毫米/秒)	19.7	22.8	26.8	—	—	—	—

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	30.2~101.4	$5.245 P^{0.386}$	28.0
20	50.3~110.0	$4.820 P^{0.394}$	25.7
40	50.6~100.3	$3.286 P^{0.455}$	22.7

③ 燃速温度系数: ($-40 \sim 50^\circ\text{C}$)

压力 (公斤/厘米 ²)	50	70	100
燃速温度系数 (% $1/^\circ\text{C}$)	0.24	0.24	0.19

2) 发动机测定:

① 燃速结果: ($\alpha = 120$, $d_a/d_k = 2.3$)

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	66.0	86.8	109.6	155.1	203.0	222.6	270.2
	燃速 (毫米/秒)	26.0	27.6	32.2	36.2	38.8	40.4	43.2

(续)

20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	61.3	98.4	127.5	169.0	206.4	266.2	—
	燃速 (毫米/秒)	23.8	28.3	31.6	34.7	35.7	39.9	—
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	51.0	73.3	106.4	143.4	175.0	208.0	238.0
	燃速 (毫米/秒)	19.6	23.1	26.7	28.7	30.8	32.3	32.0

② 燃速经验公式

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	66 ~ 270	$5.518 P_1^{0.369}$	30.2
20	61.3 ~ 266.2	$5.832 P_1^{0.344}$	28.4
-40	51 ~ 238.9	$5.444 P_1^{0.334}$	25.3

③ 燃速温度系数: (-40 ~ 50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	70	100	150	200
燃速温度系数 (%/℃)	0.164	0.162	0.214	0.213

临界压力: 35公斤/厘米² (-40℃)

机械强度:

试验温度 (℃)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	73.4	301.6	656.4
压缩率 (%)	45.6	48.2	30.7
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	30	89.4	377.4
延伸率 (%)	43.7	53.7	16.4
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	46.3 (40℃)	3.8	—

玻璃化温度: 30℃

摩擦感度: 38% (摆角90°, 表压25公斤/厘米²)

冲击感度: 24% (锤重2公斤, 落高25厘米)

爆发点: 234℃ (5分钟延滞期)

安定性:

维也里简单法: 7小时

维也里重复法: 60.5小时

(3) 用途:

该产品配合巨浪一号, 用作燃气发生器装药。

10. GS-17 推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	25.7 ± 1.0 %
硝化甘油	30 ± 0.7 %
甘油三醋酸酯	1.9 ± 0.2 %
高氯酸铵	23.7 ± 0.5 %
铝粉	10 ± 0.2 %
二硝基甲苯	4.7 ± 0.5 %
二号中定剂	1.0 ± 0.1 %
过氧化铅	1.3 ± 0.2 %
铬酸铅	1.0 ± 0.2 %
亚铬酸铜	0.7 ± 0.2 %

(2) 主要性能:

定容爆热: 1535 千卡/公斤

比容: 486 升/公斤

特征速度: 1445.5 米/秒

密度: 1.752 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 95$, $d_a/d_k = 2.0$)

222.5 公斤·秒/公斤 (50℃, 102.2 公斤/厘米²)

224.7 公斤·秒/公斤 (20℃, 93.9 公斤/厘米²)

227.0 公斤·秒/公斤 (-40℃, 86.4 公斤/厘米²)

241 公斤·秒/公斤 ($\phi 60$ 贴壁浇铸发动机,

常温, 100 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速结果:

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30.5	50.5	70.5	80.5	100.5
	燃速 (毫米/秒)	10.6	13.4	15.6	16.8	16.6
20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30.5	50.5	70.5	80.5	100.5
	燃速 (毫米/秒)	9.32	12.1	14.2	15.6	16.7
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	30.5	50.5	70.5	80.5	100.5
	燃速 (毫米/秒)	7.76	9.84	12.0	12.6	14.4

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	30.5 ~ 100.5	$1.888 P^{0.50}$	15.8
20	30.5 ~ 100.5	$1.683 P^{0.50}$	14.1
-40	30.5 ~ 100.5	$1.303 P^{0.52}$	11.9

③ 燃速温度系数: (-40 ~ 50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	70	100
燃速温度系数 (% 1/℃)	0.31	0.34

2) 发动机测定:

① 燃速结果:

50℃	压力 (公斤/厘米 ²)	66.0	83.4	101.5	119.8	—	—
	燃速 (毫米/秒)	18.3	21.2	23.3	25.4	—	—
20℃	压力 (公斤/厘米 ²)	51.4	63.8	77.8	92.0	109.3	—
	燃速 (毫米/秒)	15.8	17.5	18.6	20.7	22.8	—
-40℃	压力 (公斤/厘米 ²)	33.2	39.7	50.9	64.6	72.7	84.9
	燃速 (毫米/秒)	9.65	10.8	12.7	14.4	15.6	16.9

② 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	66 ~ 119.8	$1.8597 \bar{P}_1^{0.55}$	23.4
20	51.4 ~ 109.3	$2.371 \bar{P}_1^{0.486}$	22.2
40	33.2 ~ 84.9	$1.424 \bar{P}_1^{0.557}$	—

③ 燃速温度系数: (-40 ~ 50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	120	150	200
燃速温度系数 (% 1/℃)	0.569	0.723	0.649

临界压力: 18 公斤/厘米² (-40℃)

机械强度:

试验温度 (°C)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	89	290	588
压缩率 (%)	45	30	34
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	7	24	185
延伸率 (%)	63	39	3
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	29	24	4

导热系数: 0.30 千卡/米·小时·度

线胀系数: $1.76 \times 10^{-4} 1/^\circ\text{C}$

摩擦感度: 96% (摆角90°, 表压25 公斤/厘米²)

冲击感度: 60% (锤重 2 公斤, 落高25厘米)

爆点: 230°C

安定性:

压力法: (出现第一个拐点的时间) 220 分

(3) 用途:

该产品曾用作布雷火箭的主装药。

11. 改性双基推进剂

(1) 配方:

硝化棉 (12.0% N)	17.5%
硝化甘油	26.5%
甘油三醋酸酯	5.0%
奥托金	20.0%
高氯酸铵	15.0%
铝粉	15.0%

间苯二酚

0.5%

二号中定剂

0.5%

(2) 主要性能:

定容爆热: 1720 千卡/公斤

比容: 519 升/公斤

特征速度: 1594 米/秒

密度: 1.80 克/厘米³

比冲: 250.1 公斤·秒/公斤 (20°C, 70 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

(1) 燃速结果:

50°C	压力 (公斤/厘米 ²)	40.0	51.0	68.0	89.6	101.3
	燃速 (毫米/秒)	8.724	9.811	11.573	14.196	15.315
20°C	压力 (公斤/厘米 ²)	39.8	50.0	70.2	90.5	100.5
	燃速 (毫米/秒)	7.492	8.576	10.536	12.495	13.303
-40°C	压力 (公斤/厘米 ²)	41.2	51.1	71.3	91.4	101.9
	燃速 (毫米/秒)	6.446	7.298	8.988	10.560	11.830

(2) 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	40~101.3	$0.8845 P^{0.61}$	11.8
20	40~100.5	$0.7489 P^{0.62}$	10.4
-40	41~101.9	$0.5560 P^{0.655}$	9.0

机械强度:

试验温度 (°C)	50	20	- 40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	47.2	88.0	141.8
压缩率 (%)	62	64	15
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	7.7	16.4	54.6
延伸率 (%)	64	62	15

玻璃化温度: 19~20°C

冲击感度: 98% (锤重10公斤、落高25厘米)

爆发点: 183°C

12. 改性双基推进剂燃速-压力关系图 (燃速仪测定)

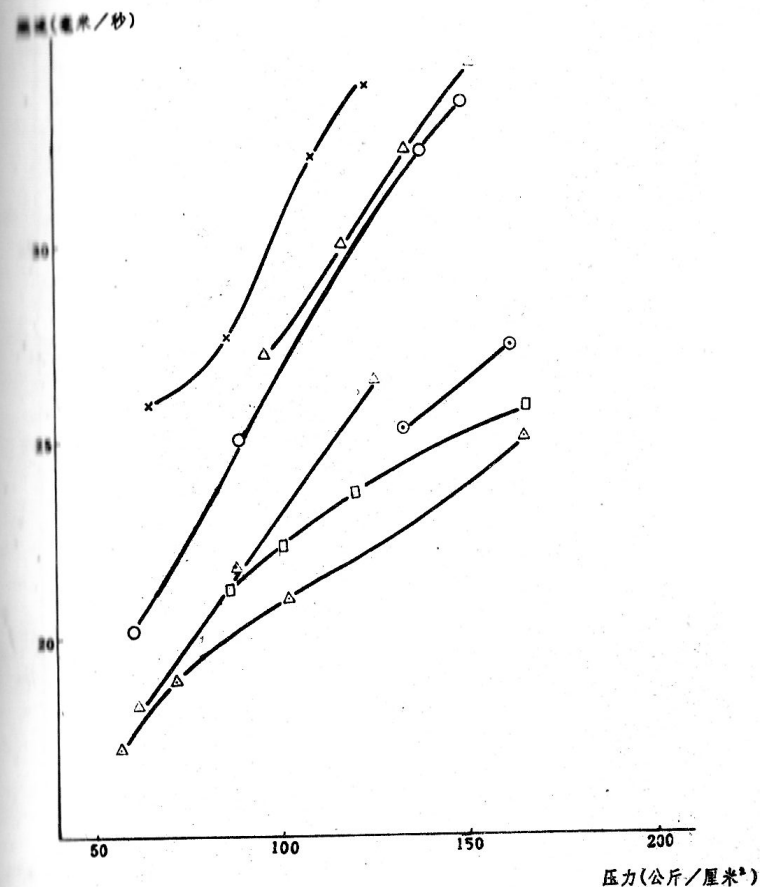


图10 燃速仪测定改性双基推进剂燃速-压力关系图 (50°C)

×—171-30; □—GP-19; △—06#; ⊙—P15#; ○—171-25; ▽—ZNP-20 (双基); ▽—84#。

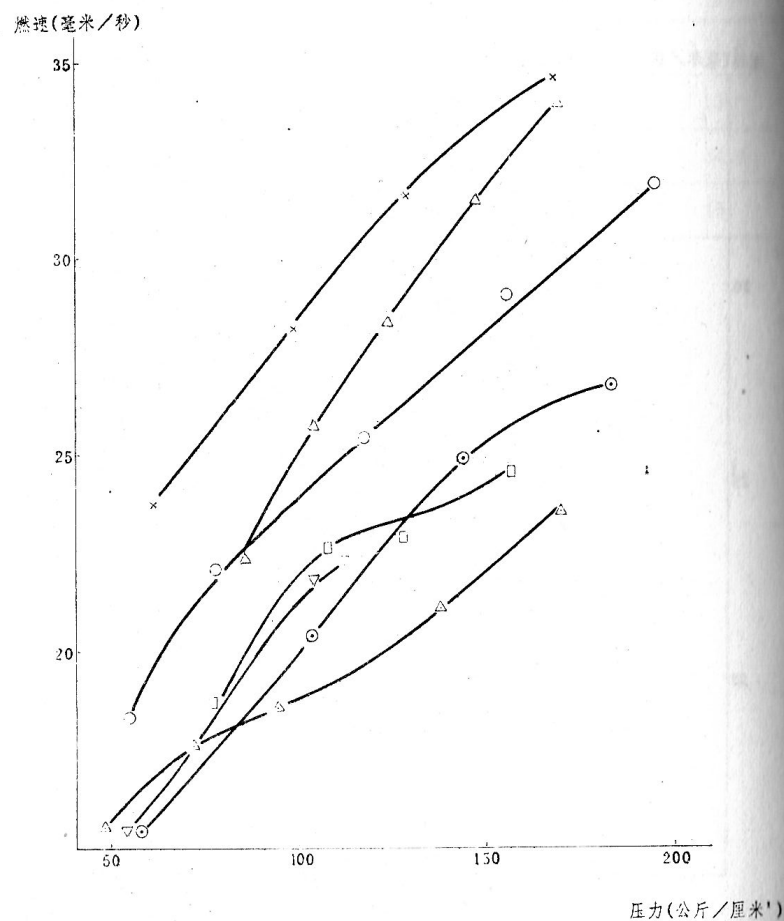


图11 燃速仪测定改性双基推进剂燃速 压力关系图 (20°C)

—171 30: —GP 19: *—06": •—P15": ○—171 25: △
—ZNP 20 (双基): ▽—84°.

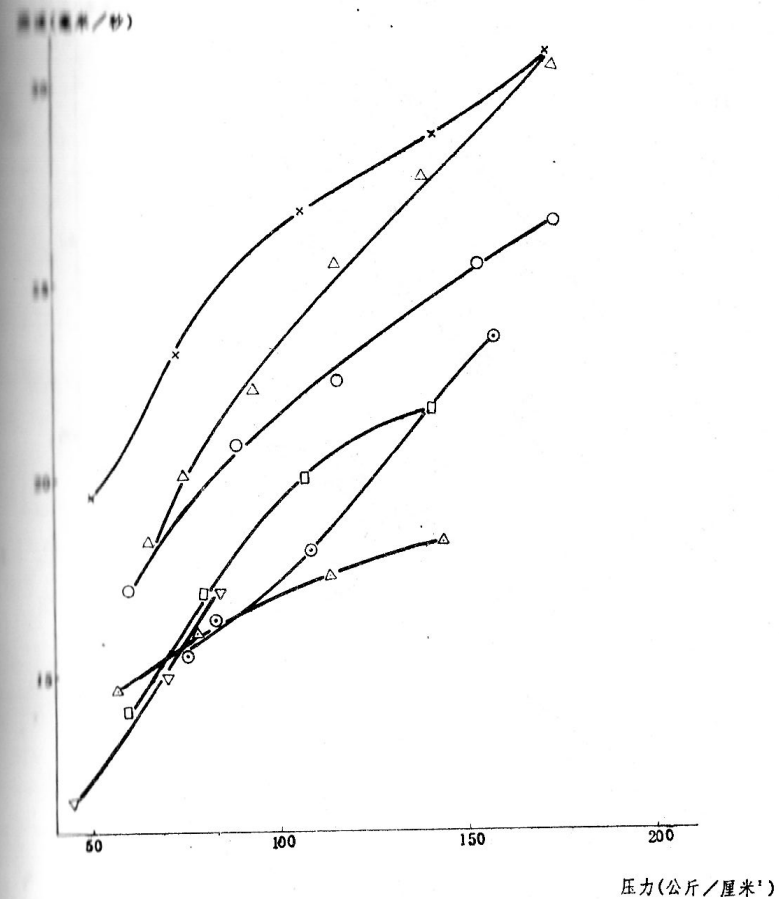


图12 燃速仪测定改性双基推进剂燃速 压力关系图 (-40°C)

—171 30: —GP 19: *—06": •—P15": ○—171 25: •—
ZNP 20 (双基): ▽—84°.

13. 改性双基推进剂燃速-压力关系图 (发动机测定)

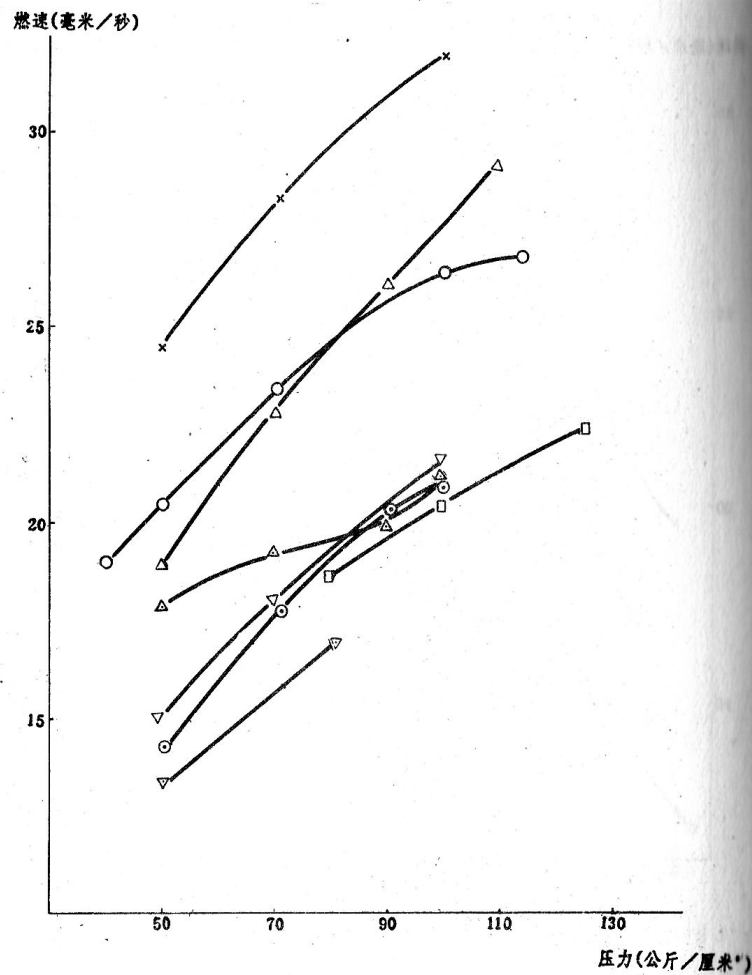


图13 发动机测定改性双基推进剂燃速-压力关系图 (50°C)

×—171-30; □—GP-19; △—06*; ⊙—P15*; ○—171-25; ▽—GS-17; ▽—84*; △—ZNP-20 (双基)。

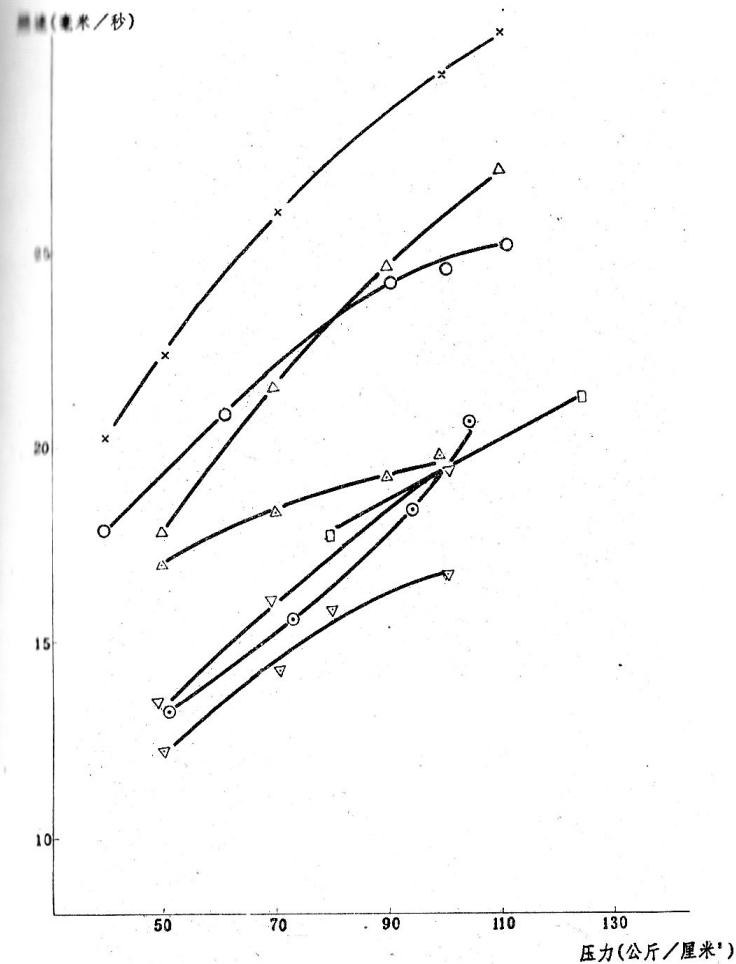


图14 发动机测定改性双基推进剂燃速-压力关系图 (20°C)

×—171-30; □—GP-19; △—06*; ⊙—P15*; ○—171-25; ▽—GS-17; ▽—84*; △—ZNP-20 (双基)。

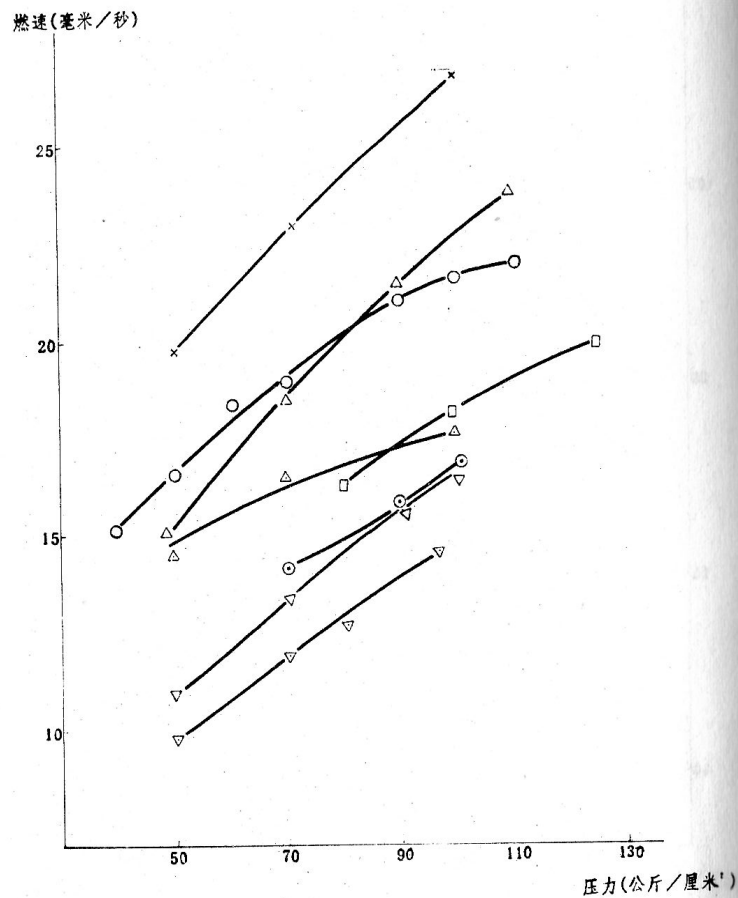


图15 发动机测定改性双基推进剂燃速-压力关系图 (-40°C)

×—171-30; □—GP-19; △—06#; ●—P15#; ○—171-25; ▽—GS-17; ▽—84#; ▲—ZNP-20 (双基)。

14. 改性双基推进剂比冲-压力关系图

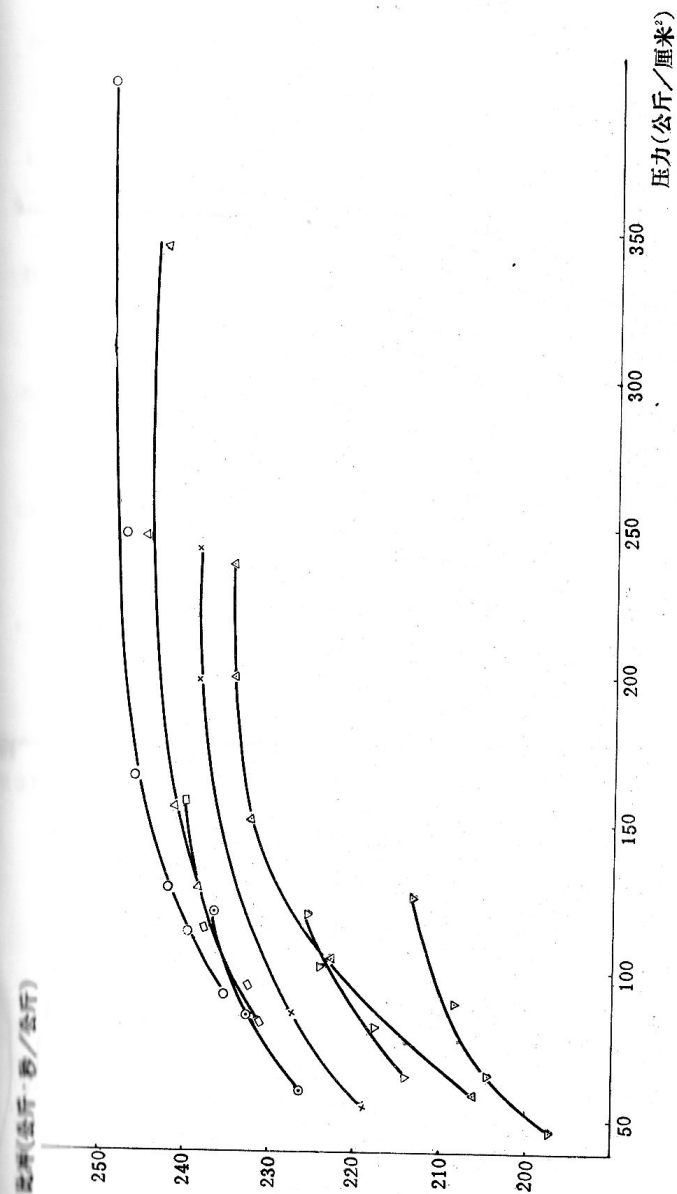


图16 改性双基推进剂比冲-压力关系图 (50°C)

×—171-25; ●—84#; ▲—P15#; *—171-30; ○—06#; ▽—GSD-23; □—GP-19; ▽—GS-17。

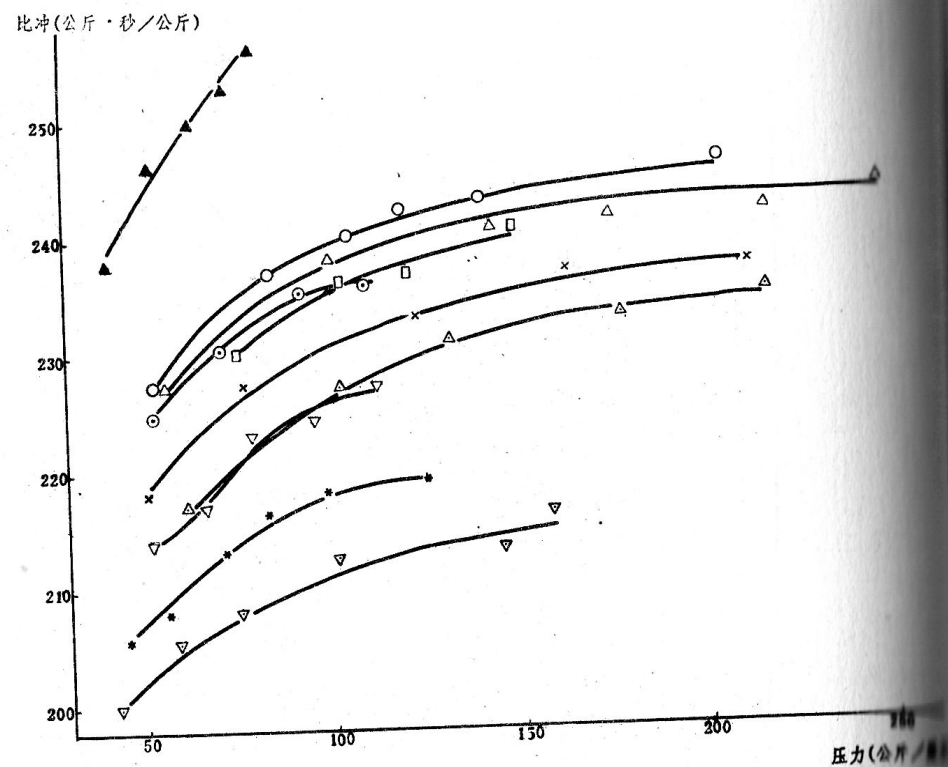


图17 改性双基推进剂比冲-压力关系图 (20°C)

×—171-25; ○—84#; △—P15#; ▲—ST-35; ○—06#; △—171-30; □—GP-19; ▽—GSD-23; *—66#; ▽—GS-17。

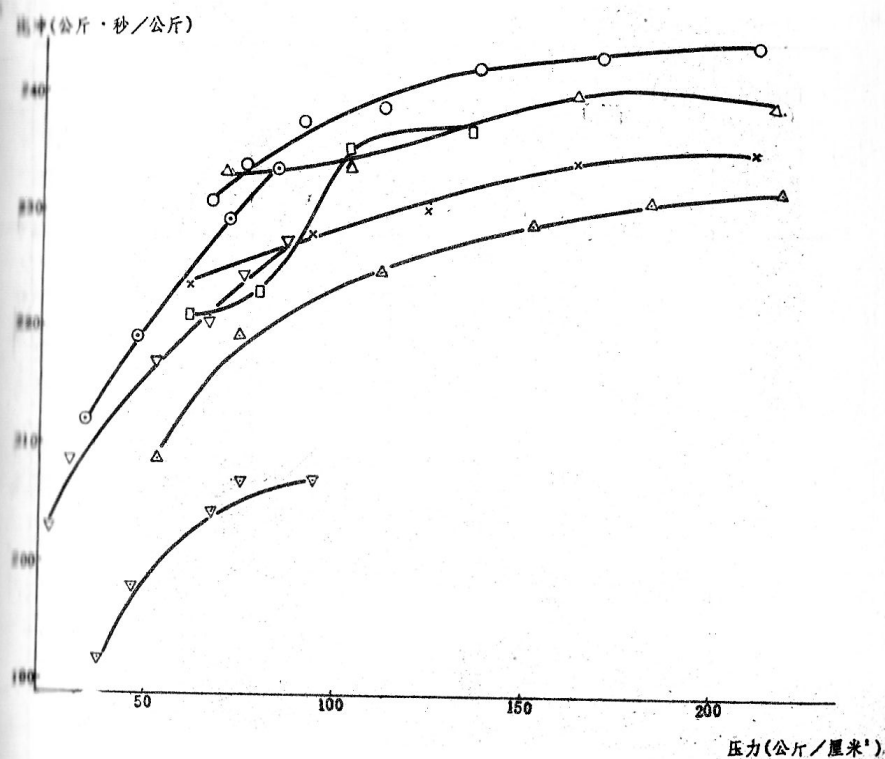


图18 改性双基推进剂比冲-压力关系图 (-40°C)

×—171-25; ○—84#; △—P15#; △—171-30; ○—06#; ▽—GSD-23; □—GP-19; ▽—GS-17。

15. 改性双基推进剂

推进剂 名称	比冲(公斤·秒/公斤)	特征 速度 (米/秒)	热量 (千卡/公斤)	比容 (升/公斤)	密度 (克/厘米 ³)
	20℃ 压力 比冲值 (公斤/厘米 ²) α值				
171 25	232.6 (121.8) (α:130)		1231.1	672.2	1.66
P 15 ^π	237.7 (99.3) (α:137)	1486.0	1335.0	684.0	1.73
06 ^π	238.4 (100.3) (α:130)	1496.0	1402.8	621.5	1.75
GP 19	235.7 (102.0) (α:160)	1553.0	1323.0	673.7	1.68
66 ^π	217.5 (97.6) (α:120)		1119.0		1.64
GSD 23	212.1 (100.9) (α:120)		1121.0	617.7	1.65
84 ^π	235.5 (108.2) (α:85)		1595.5	501.0	1.78
ST 35	255.8 (78.8)	1522.8	1747.0	519.0	1.81
171 30	226.8 (102.0) (α:120)		1211.0	662.7	1.68
GS 17	224.7 (93.9) (α:95)	1445.5	1535.0	486.0	1.75

性能参数综合表

燃速仪测试数据, 20℃				
燃速公式 $\dot{r} = a_1 P^n$	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速范围 (毫米/秒)	70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)	燃速温度系数 (% 1/℃) -40~50℃
$\dot{r}_{0.03} P^{0.349}$	40~110	17.9 ~ 25.2	21.7	0.235
$\dot{r}_{1.100} P^{0.610}$	50~100	13.3 ~ 20.5	15.8	0.264
$\dot{r}_{2.219} P^{0.533}$	50~110	17.8 ~ 27.0	21.4	0.240
$\dot{r}_{4.102} P^{0.335}$	80~200	17.7 ~ 23.6	19.2 (100公斤/厘米 ²)	0.148 (80公斤/厘米 ²)
$\dot{r}_{0.0026} P^{0.48}$	30~100	1.98 ~ 8.76	7.63	0.310
$\dot{r}_{1.630} P^{0.537}$	30~100	10.2 ~ 19.4	16.0	0.325
$\dot{r}_{0.8781} P^{0.61}$	30~100	7.22 ~ 15.2	11.7	0.322
$\dot{r}_{1.820} P^{0.394}$	50~110	22.4 ~ 30.6	25.7	0.240
$\dot{r}_{1.683} P^{0.50}$	30~100	9.32 ~ 16.7	14.1	0.31

(续)

推进剂 名 称	发 动 机 测 试		
	燃速公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速范围 (毫米/秒)
17 1-25	$3.312 \bar{P}_1^{0.43}$	55~196 ($\bar{a} : 130$)	18.3 ~ 32.0
P 15 *	$1.939 \bar{P}_1^{0.509}$	57~268 ($\bar{a} : 137$)	15.5 ~ 33.9
06 *	$1.923 \bar{P}_1^{0.558}$	85~218 ($\bar{a} : 130$)	22.5 ~ 38.3
G P -19	$3.221 \bar{P}_1^{0.407}$	79~156 ($\bar{a} : 160$)	18.5 ~ 24.6
66 *	$2.538 \bar{P}_1^{0.381}$	50~100 ($\bar{a} : 120$)	10.7 ~ 14.2
G S D -23	$1.042 \bar{P}_1^{0.493}$	44~157 ($\bar{a} : 120$)	6.79~12.9
84 *	$1.856 \bar{P}_1^{0.528}$	55~112 ($\bar{a} : 85$)	15.5 ~ 22.3
S T -35	$1.277 \bar{P}_1^{0.587}$	42~81	11.5 ~ 16.9
17 1-30	$5.832 \bar{P}_1^{0.344}$	61~266 ($\bar{a} : 120$)	23.8 ~ 39.9
G S -17	$2.371 \bar{P}_1^{0.486}$	51~109 ($\bar{a} : 95$)	15.8 ~ 22.8

数 据 , 20 °C

100公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)	燃速温度系数 (% 1/°C) - 40 ~ 50 °C	$\bar{a}$ 上限 (KN) 50 °C, $P_r < 1.50$	临界压力 (公斤/厘米 ²) - 40 °C
34.0	0.27 (150公斤/厘米 ²)	130 (180)	40
30.2	0.167 (150公斤/厘米 ²)	140 (240)	55 (20°C)
26.1	0.17	130 (168)	44
21.0	0.169	160 (220)	42
14.7		120 (185)	40~50
10.1	0.631	120 ~ 130	25
21.1	0.24 (70公斤/厘米 ²)	110	< 36
15.5 (70公斤/厘米 ²)			< 30
28.4	0.162	120 (171)	35
22.2	0.569 (120公斤/厘米 ²)	100	18

推进剂 名 称	机械强度, 20℃		
	抗拉 (公斤/厘米 ²)	延伸率% -40℃	抗压 (公斤/厘米 ²)
171-25	168.5		462.3
P 15 [#]			290.0
06 [#]	83.2	2.8	338.0
GP-19	103.1	3.7	272.4
66 [#]	45.8	5.2	440.0
GSD-23	35.5	3.4	318.0
84 [#]	14.2	4.3	208.8
ST-35	10.4	3.6(-20℃)	
171-30	89.4	16.4	301.6 0.
GS-17	24.0	3.0	290.0

(续)

抗 冲 (公斤·厘米/厘米 ²)	感度 ^①		安 定 性		工 艺
	摩 擦 %	冲 击 %	维也里 (小时) (简单法)	维也里 (小时) (重复法)	方 法
63.5	48	36	7	51.4	压伸
24.5	40	18		53	压伸
21.4	66	62		52.5	压伸
25.8	34	2	7	46	压伸
140				65	浇铸
30.5			压力法 拐点: 180'		浇铸
20.6	70	36			浇铸
	98	100	压力法 拐点: 144'		浇铸
3.8	38	24	7	60.5	压伸
24.0	96	60	压力法 拐点: 220'		浇注

① 各产品测试条件不完全相同。

推进剂 名 称	机械强度, 20℃		
	抗拉 (公斤/厘米 ²)	延伸率% - 40℃	抗压 (公斤/厘米 ²)
171-25	168.5		462.3
P 15 [#]			290.0
06 [#]	83.2	2.8	338.0
GP-19	103.1	3.7	272.4
66 [#]	45.8	5.2	440.0
GSD-23	35.5	3.4	318.0
84 [#]	14.2	4.3	208.8
ST-35	10.4	3.6(-20℃)	
171-30	89.4	16.4	301.6 0.
GS-17	24.0	3.0	290.0

(续)

抗 冲 (公斤·厘米/厘米 ²)	感度 ^①		安 定 性		工 艺
	摩 擦 %	冲 击 %	维也里 (小时) (简单法)	维也里 (小时) (重复法)	方 法
63.5	48	36	7	51.4	压伸
24.5	40	18		53	压伸
21.4	66	62		52.5	压伸
25.8	34	2	7	46	压伸
140				65	浇铸
30.5			压力法 拐点: 180'		浇铸
20.6	70	36			浇铸
	98	100	压力法 拐点: 144'		浇铸
3.8	38	24	7	60.5	压伸
24.0	96	60	压力法 拐点: 220'		浇注

① 各产品测试条件不完全相同。

(三) 复合推进剂

1. 81系列推进剂

(1) 配方:

乙基聚硫橡胶	19.0%
高氯酸铵	67.0%
铝粉	8.0%
环氧树脂	1.3%
稀释剂	3.0%
固化剂	0.3%
其它	1.4%

(2) 主要性能:

定容爆热: 1200~1320 千卡/公斤

(815#) 1320 千卡/公斤

比容: 470~520 升/公斤

(815#) 470 升/公斤

密度: 大于1.75 克/厘米³

特征速度: (815#) 1443 米/秒

比冲: 215~220 公斤·秒/公斤 (20℃)

(815#) 219.4 公斤·秒/公斤 (50℃, 53.4 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① (815#) 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算60公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
20	30~110	$2.424 P^{0.1719}$	4.90

② (815[#])燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数 (%/℃)	0.20

③ 燃速系列: 在20℃, 60 公斤/厘米² 压力下燃速可调
范围为 4~18 毫米/秒。

临界压力: 小于10 公斤/厘米² (20℃)

(815[#])机械强度:

试验温度 (℃)	50	20	-40
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	12.5	16.8	43.1
延伸率 (%)	43	58	21
破坏延伸率 (%)	43.4	69.7	26.1
邵氏硬度	75	80	92

导热系数: 0.310 千卡/米·小时·度

线胀系数: $0.86 \times 10^{-4} 1/℃$ (0~40℃)

体胀系数: $2.15 \times 10^{-4} 1/℃$

玻璃化温度: (815[#])-48℃

比热: 0.304 千卡/克·度

摩擦感度: (815[#]) 4% (摆角66°, 表压25 公斤/厘米², 滑距2毫米)

冲击感度: (815[#])34% (锤重2公斤, 落高25厘米)

爆点: (815[#])238~242℃ (5秒)

贮存性能:

(811[#])推进剂贮存前后性能变化:

项 目		贮 存 时 间 (年)	
		0	4.5
理化性能	定容爆热 (千卡/公斤)	1216	1212
	比容: (升/公斤)	498	516
	燃速 (毫米/秒)	9.57	9.92
	密度 (克/厘米 ³)	1.745	1.748
	高氯酸铵含量 (%)	66.86	65.96
	铝粉含量 (%)	4.94	4.99
机械性能	抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	15.30	15.91
	最大延伸率 (%)	40.7	12.7
	破坏延伸率 (%)	43.4	38.0
	邵氏硬度 (度)	80	80
内弹道性能	平均压力 (公斤/厘米 ²)	60.2	55.0
	平均推力 (公斤)	482	480
	燃速 (毫米/秒)	10.17	10.21

以上结果说明, 贮存4年半后各项性能无显著变化。在发动机中贮存10年后, 各项性能仍无显著变化。

(3) 用途:

该系列产品有 811、812、813、814、815 等型号, 适宜壳体粘合的装药形式。现配合 YJ-8 空 舰导弹进行试验, 并在“陕探1号”气象火箭中使用。

2. 82系列推进剂

(1) 配方:

丁基聚硫橡胶	19.0%
高氯酸铵	67.5%

铝粉	5.0%
环氧树脂	1.5%
稀释剂	4.0%
固化剂	0.5%
其它	2.5%

(2) 主要性能:

定容爆热: 1150~1300 千卡/公斤

(822#) 1174 千卡/公斤

比容: 520~580 升/公斤

(822#) 546 升/公斤

特征速度: (822#) 1500 米/秒

密度: 大于1.70 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 169$)

215~230 公斤·秒 / 公斤 (20℃)

(822#) 220.9 公斤·秒 / 公斤 (55℃, 114.1 公斤/厘米²)

(822#) 217.5 公斤·秒/公斤 (20℃, 106 公斤/厘米²)

(822#) 215.7 公斤·秒/公斤 (-55℃, 86.4 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① (822#) 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算60公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
60	30~110	$2.678 P^{0.3014}$	9.20
20	30~110	$3.334 P^{0.2248}$	8.37
-55	30~110	$2.487 P^{0.2495}$	6.91

(2) (822#) 燃速温度系数: (-55~55℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数 (%/℃)	0.26

(3) 燃速系列: 在20℃, 60 公斤/厘米²压力下燃速可调范围为 4~18 毫米/秒。

2) 发动机测定:

(822#) 燃速经验公式: ($\alpha = 169$)

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速(毫米/秒)
55	71~119	$5.430 \bar{P}_1^{0.1798}$	11.7
20	74~118	$5.090 \bar{P}_1^{0.1775}$	10.8
55	53~127	$3.535 \bar{P}_1^{0.216}$	8.85

临界压力: 小于10 公斤/厘米² (20℃)

(822#) 机械强度:

试验温度 (℃)	60	20	-55
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	6.32	9.67	41.6
延伸率 (%)	24	35	37
破坏延伸率 (%)	26.2	37.1	42.9
邵氏硬度	65	67	90

导热系数: 0.342 千卡/米·小时·度

线胀系数: $0.99 \times 10^{-4} 1/℃$ (0~40℃)

体胀系数: $2.04 \times 10^{-4} 1/℃$

玻璃化温度: -59~-61℃

比热: 0.231 卡/克·度

摩擦感度: 0% (摆角 66° , 表压 25 公斤/厘米^2 , 滑距 2 毫米)

冲击感度: 0% (锤重 2 公斤, 落高 25 厘米)

爆发点: $262 \sim 268^\circ\text{C}$ (5 秒)

贮存性能:

(822[#]) 推进剂贮存前后性能变化:

项 目		温 度 ($^\circ\text{C}$)	贮存时间(年)	
			0	≈ 5
理化性能	定容爆热 (千卡/公斤)	20	1200	1191
	比容 (升/公斤)	20	516	525
	60公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)	20	7.16	8.42
机械性能	抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	20	5.94	8.54
	延伸率 (%)	20	39	36
	破坏延伸率 (%)	20	41.4	42.9
	邵氏硬度 (度)	20	60	71
内 弹 道 性 能	最大压力 (公斤/厘米 ²)	+55	184.3	182.6
		-55	129.5	125.5
	平均压力 (公斤/厘米 ²)	+55	136.1	136.2
		-55	100.4	99.4
	最大推力 (公斤)	+55	807.8	775
		-55	562	543
	平均推力 (公斤)	+55	619	578
		-55	449	455
	发动机燃速 (毫米/秒)	+55	14.51	14.50
		-55	10.52	10.76
	比冲 (公斤·秒/公斤)	+55	221.9	219.4
		-55	215.9	216.5

以上结果说明, 贮存五年左右各项性能无显著变化。

(3) 用途:

该系列产品有 822、823、824、825 等型号, 适宜壳体粘合的装药形式。现配合 KK 2 空 空火箭弹、HW-5 地-空导弹主发动机和助推器进行试验。

3. 83系列推进剂

(1) 配方:

醇醛树脂	20.0%
高氯酸铵	73.0%
铝粉	3.0%
稀释剂	2.6%
固化剂	0.2%
其它	1.2%

(2) 主要性能:

定容爆热: $1240 \sim 1260 \text{ 千卡/公斤}$

(831[#]) 1250 千卡/公斤

比容: $580 \sim 600 \text{ 升/公斤}$

(831[#]) 580 升/公斤

特征速度: (831[#]) 1530 米/秒

密度: 大于 1.73 克/厘米^3

比冲: ($\alpha = 166$)

$220 \sim 230 \text{ 公斤·秒/公斤} (20^\circ\text{C})$

(831[#]) $228.6 \text{ 公斤·秒/公斤} (55^\circ\text{C}, 114 \text{ 公斤/厘米}^2)$

(831[#]) $226 \text{ 公斤·秒/公斤} (20^\circ\text{C}, 100 \text{ 公斤/厘米}^2)$

(831[#]) $220 \text{ 公斤·秒/公斤} (-55^\circ\text{C}, 87 \text{ 公斤/厘米}^2)$

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① (831#) 燃速经验公式:

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算60公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	30~110	$2.244 P^{0.2656}$	6.65
20	30~110	$2.149 P^{0.2016}$	4.91
-40	30~110	$1.481 P^{0.3231}$	5.56

② (831#) 燃速温度系数: (-55~55°C)

压力 (公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数 (%/°C)	0.18

③ 燃速系列: 在20°C, 60公斤/厘米²压力下燃速可调范围为4~10毫米/秒。

2) 发动机测定:

(831#) 燃速经验公式: ($\alpha = 120$)

初温 (°C)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 \bar{P}_1^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	55~163	$1.247 \bar{P}_1^{0.4251}$	7.59
20	47~87	$2.293 \bar{P}_1^{0.2653}$	7.08
-40	57~131	$1.766 \bar{P}_1^{0.3125}$	6.66

临界压力: 小于13公斤/厘米² (20°C)

(831#) 机械强度:

试验温度 (°C)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	189	541	948
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	——	大于150	——
延伸率 (%)	——	大于6	——
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	1.68	1.53	1.66

导热系数: 0.389 千卡/米·小时·度

线胀系数: $0.96 \times 10^{-4} 1/°C$

体胀系数: $1.7 \times 10^{-4} 1/°C$

玻璃化温度: (832#) 39°C

比热: 0.203 卡/克·度

摩擦感度: (832#) 100% (摆角66°, 表压25公斤/厘米², 滑距2毫米)

冲击感度: (832#) 4% (锤重2公斤, 落高25厘米)

爆发点: (832#) 331~335°C (5秒)

(3) 用途:

该系列产品有 831、832 等型号, 现配合 PL-4 空-空导弹燃气发生器、HQ-4 地-空导弹燃气发生器进行试验。

4. 84系列推进剂

(1) 配方

端羧基聚丁二烯	11.0%
高氯酸铵	72.0%
铝粉	8.0%
环氧树脂	1.6%
稀释剂	2.0%

固化剂 2.0%

其它 3.4%

(2) 主要性能:

定容爆热: 1320~1370 千卡/公斤

(843#) 1342 千卡/公斤

比容: 660~680 升/公斤

(843#) 668 升/公斤

密度: 大于1.75 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 135$)

225~240 公斤·秒/公斤 (20℃)

(843#) 234.1 公斤·秒/公斤 (40℃, 71.7 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① (843#) 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算60公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	30~110	$2.231 P^{0.2646}$	6.59
20	30~110	$2.043 P^{0.2666}$	6.09
-40	30~110	$2.106 P^{0.2429}$	5.69

2 (843#) 燃速温度系数: (-40~50℃)

压力 (公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数 (%/℃)	0.21

③ 燃速系列: 在20℃, 60 公斤/厘米² 压力下燃速可调范围为 4~25 毫米/秒。

2) 发动机测定:

(843#) 燃速经验公式: ($\alpha = 120$)

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P_1^n$	由公式计算70公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	54~136	$3.304 P_1^{0.2400}$	9.16
20	47~124	$3.260 P_1^{0.2246}$	8.46
-40	40~108	$2.229 P_1^{0.2865}$	7.53

临界压力: 小于10 公斤/厘米² (20℃)

(843#) 机械强度:

试验温度 (℃)	50	20	-40
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	75.9	111.1	250
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	—	41.0	—
延伸率 (%)	—	6.0	—
破坏延伸率 (%)	—	6.3	—
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	6.54	5.31	3.32

线胀系数: $0.94 \times 10^{-4} 1/℃$ (0~40℃)

玻璃化温度: (843#) -70℃

比热: 0.379 卡/克·度

摩擦感度: (843#) 6% (摆角66°, 表压25 公斤/厘米², 滑距2毫米)

冲击感度: (843#) 16% (锤重2公斤, 落高25厘米)

爆发点: (843#) 346℃ (5秒)

(3) 用途:

该系列产品有 842、843 等型号，现配合 HQ-2(4) 地空导弹助推器进行试验。

5. 85 系列推进剂

(1) 配方:

甘油内醚硝酸酯	16.0%
高氯酸铵	65.0%
铝粉	10.0%
硝基环氧树脂	2.0%
稀释剂	5.0%
固化剂	2.0%

(2) 主要性能:

定容爆热: 1500~1570 千卡/公斤

(853#) 1536 千卡/公斤

比容: 490~630 升/公斤

(853#) 494 升/公斤

密度: 大于 1.75 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 114$)

230~245 公斤·秒/公斤 (20℃)

(853#) 236.1 公斤·秒/公斤 (18℃, 85.6 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① (853#) 燃速经验公式:

初温 (℃)	压力范围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算 60 公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
20	30~110	$1.273 P^{0.425}$	7.25

② 燃速系列: 在 20℃, 60 公斤/厘米² 压力下燃速可调范围为 6~15 毫米/秒。

(853#) 机械强度:

试验温度 (℃)	20
抗压强度 (公斤/厘米 ²)	352
抗冲强度 (公斤·厘米/厘米 ²)	1.39

摩擦感度: (853#) 100% (摆角 66°, 表压 25 公斤/厘米², 滑距 2 毫米)

冲击感度: (853#) 6% (锤重 2 公斤, 落高 25 厘米)

6. 86 系列推进剂

(1) 配方:

端羟基聚丁二烯	14.0%
高氯酸铵	67.0%
铝粉	15.0%
稀释剂	2.0%
固化剂	0.9%
其它	1.1%

(2) 主要性能:

定容爆热: 1350~1430 千卡/公斤

(862#) 1372 千卡/公斤

比容: 660~740 升/公斤

(862#) 731 升/公斤

特征速度: (862#) 1560 米/秒

密度: 大于 1.75 克/厘米³

比冲: ($\alpha = 66$)

230 ~ 240 公斤·秒/公斤 (20℃)

(862[#]) 235.6 公斤·秒/公斤 (26℃, 78 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① (862[#]) 燃速经验公式:

初 温 (℃)	压 力 范 围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_0 P^n$	由公式计算 60 公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	40 ~ 100	$1.6703 P^{0.4125}$	9.04
20	40 ~ 100	$1.7758 P^{0.4170}$	9.79
-40	40 ~ 100	$1.5699 P^{0.4102}$	8.42

② (862[#]) 燃速温度系数: (-40 ~ 50℃)

压 力 (公斤/厘米 ²)	70
燃速温度系数 (%/℃)	0.20

③ 燃速系列: 在 20℃, 60 公斤/厘米² 压力下, 燃速可调
范围为 5 ~ 20 毫米/秒。

临界压力: 小于 10 公斤/厘米² (20℃)

(862[#]) 机械强度

试 验 温 度 (℃)	55	20	-55
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	7.9	8.2	24.6
延 伸 率 (%)	50.0	54.0	54.6
破坏延伸率 (%)	50.6	55.7	60.3
邵 氏 硬 度	—	60	58

导热系数: 0.54 千卡/米·小时·度

线胀系数: $0.75 \times 10^{-4} 1/℃$

玻璃化温度: -68℃

比热: 0.380 卡/克·度

摩擦感度: 4% (摆角 66°, 表压 25 公斤/厘米², 滑距 2 毫米)

冲击感度: 8% (锤重 2 公斤, 落高 25 厘米)

爆点: 344℃ (5 秒)

(3) 用途:

该系列产品有 861、862、863 等型号, 装药形式可用壳体粘合也可自由装填。现配合 PL-5 空-空导弹主发动机、PL-6 空-空导弹主发动机、HW-7 地-空导弹主发动机进行试验。

87 系列推进

1) 配方:

端羟基聚丁二烯	17.0%
高氯酸铵	50.0%
铝粉	20.0%
稀释剂	2.0%
固化剂	1.0%
其它	10.0%

(2) 主要性能:

定容爆热: 大于 4500 千卡/公斤 (充氧)

密度: 大于 1.60 克/厘米³

比冲: 570 公斤·秒/公斤 (空气补燃后)

燃速系列: 燃速可调范围为 3.5 ~ 15 毫米/秒。

临界压力: 小于 15 公斤/厘米²。

机械强度:

试 验 温 度 (°C)	20
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	大于 8
破坏延伸率 (%)	42.9
邵 氏 硬 度	69

玻璃化温度: -70 °C

(3) 用途:

该系列产品装药形式可壳体粘合又可以自由装填。是一种贫氧推进剂, 经空气补燃后比冲可达 570 秒, 适用于固体冲压式发动机。

8. 聚氯乙烯推进剂

(1) 配方:

高氯酸铵	70.0 ± 2.0 %
聚氯乙烯	12.5 ± 1.0 %
苯二甲酸二辛酯	11 ± 0.5 %
苯二甲酸二丁酯	6 ± 0.5 %
硬脂酸钙	0.5 ± 0.1 %
碳黑	0.05 ± 0.01 %

(2) 主要性能

特征速度: 1369 米/秒

密度: 1.65 克/厘米³

比冲: 191 公斤·秒/公斤 (25 °C, 45 公斤/厘米²)

燃烧性能:

1) 燃速仪测定:

① 燃速经验公式:

初 温 (°C)	压 力 范 围 (公斤/厘米 ²)	燃速经验公式 $u = u_1 P^n$	由公式计算 60 公斤/厘米 ² 燃速 (毫米/秒)
50	10 ~ 100	$1.493 P^{0.39}$	7.37
20	10 ~ 100	$1.476 P^{0.37}$	6.71
-40	10 ~ 100	$1.273 P^{0.39}$	6.29

② 燃速温度系数: (-40 ~ 50 °C)

压 力 (公斤/厘米 ²)	10	30	50	70	100
燃速温度系数 (%/°C)	0.17	0.18	0.13	0.18	0.19

机械强度:

试 验 温 度 (°C)	40	20
抗拉强度 (公斤/厘米 ²)	4.8	5.4
延 伸 率 (%)	265	171

玻璃化温度: -50 °C

冲击感度: 0 % (15 °C, 锤重 10 公斤, 落高 25 厘米, 药量 50 毫克, 直径 6 毫米片状药)

(3) 用途:

该产品适宜壳体粘合的装药形式, 在降雨、消雹气象火箭上使用。

9. 复合推进剂燃速-压力关系图(燃速仪测定)

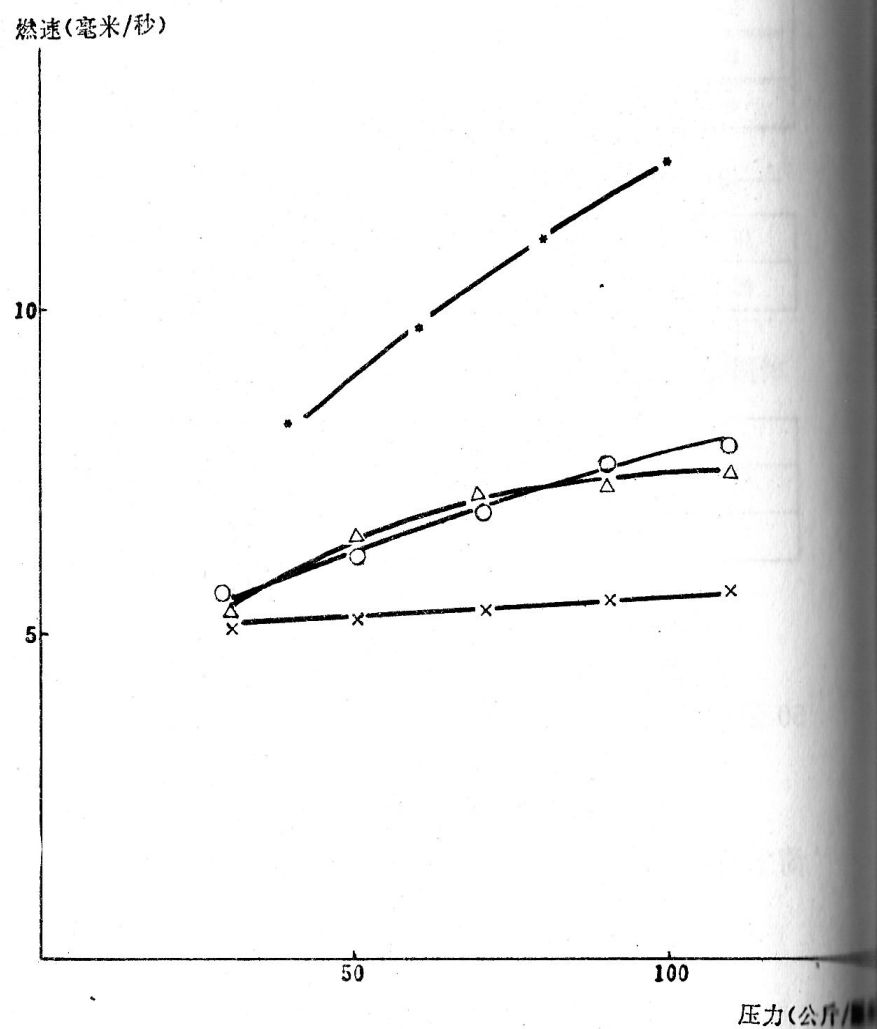


图19 燃速仪测定复合推进剂
燃速-压力关系图(50°C)

×—815; △—843; ○—831; ★—862。

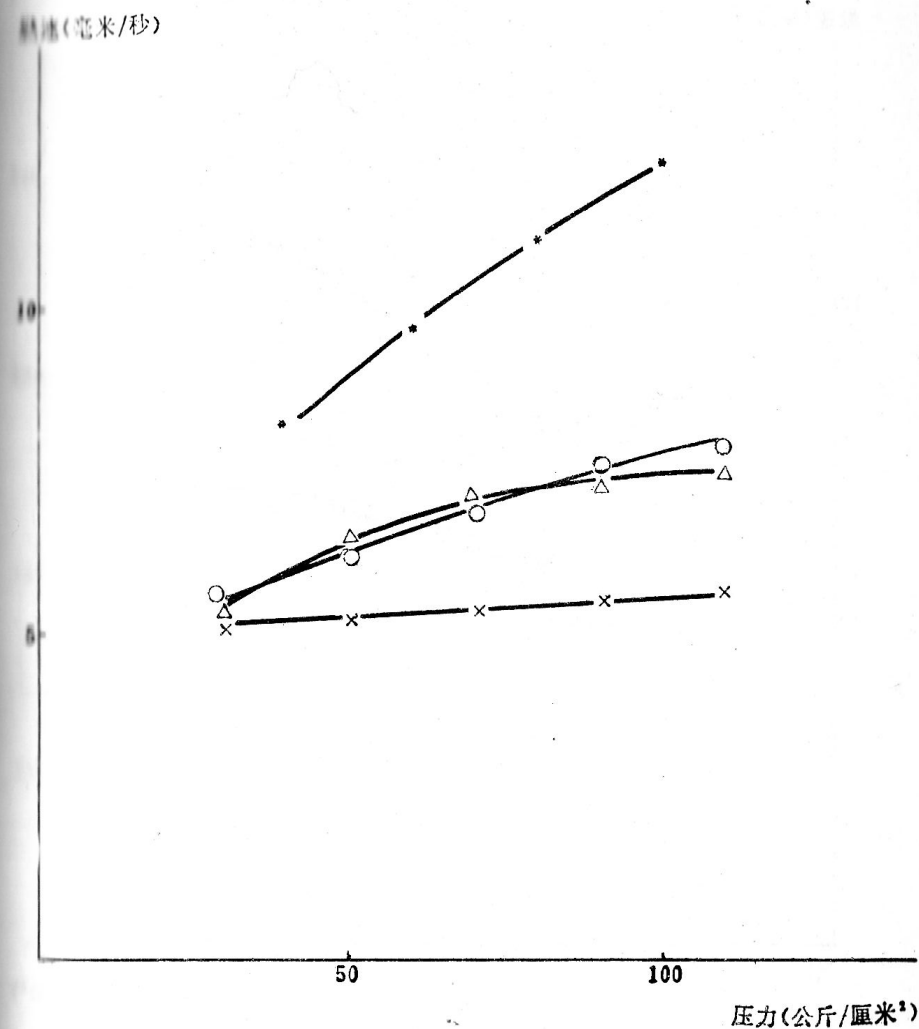


图20 燃速仪测定复合推进
剂燃速-压力关系图(20°C)

×—815; △—843; ○—831; ★—862。

燃速(毫米/秒)

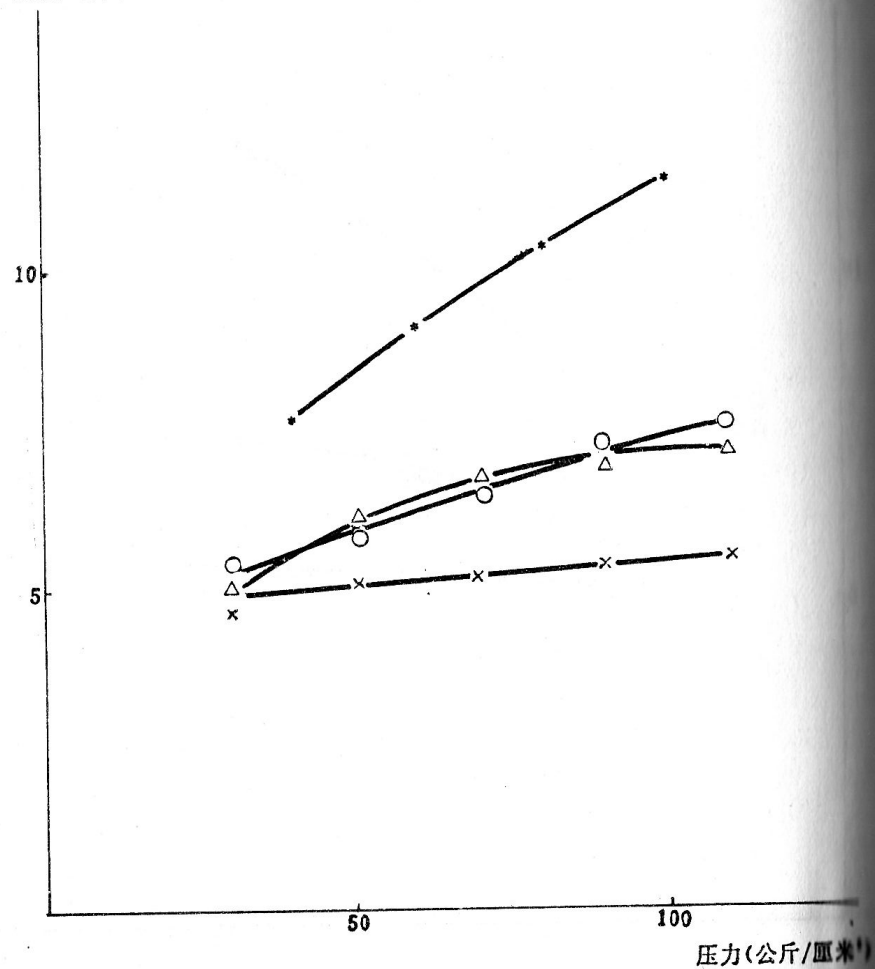


图21 燃速仪测定复合推进剂
燃速-压力关系图(-40°C)
×—815; Δ—843; ○—831; *—862。

10. 复合推进剂比冲-压力关系图

比冲(公斤·秒/公斤)

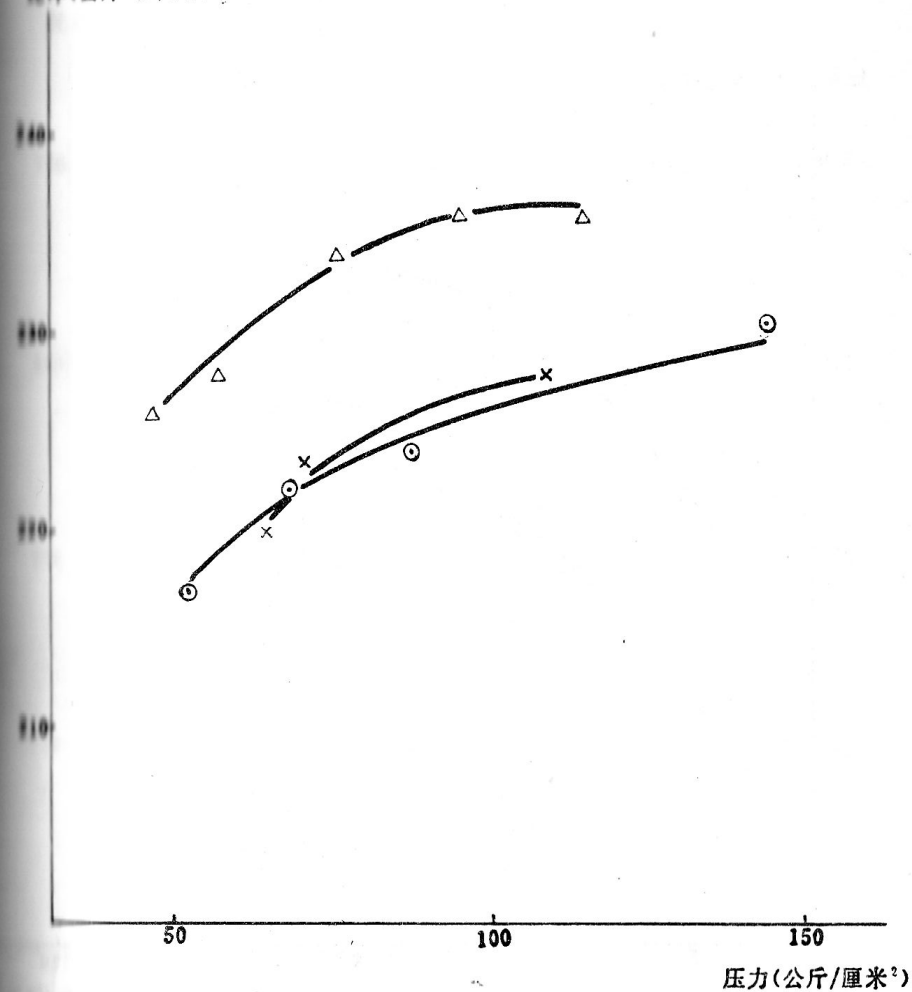


图22 复合推进剂比冲-压力
关系图(50°C)

×—822; Δ—843; ⊙—831。

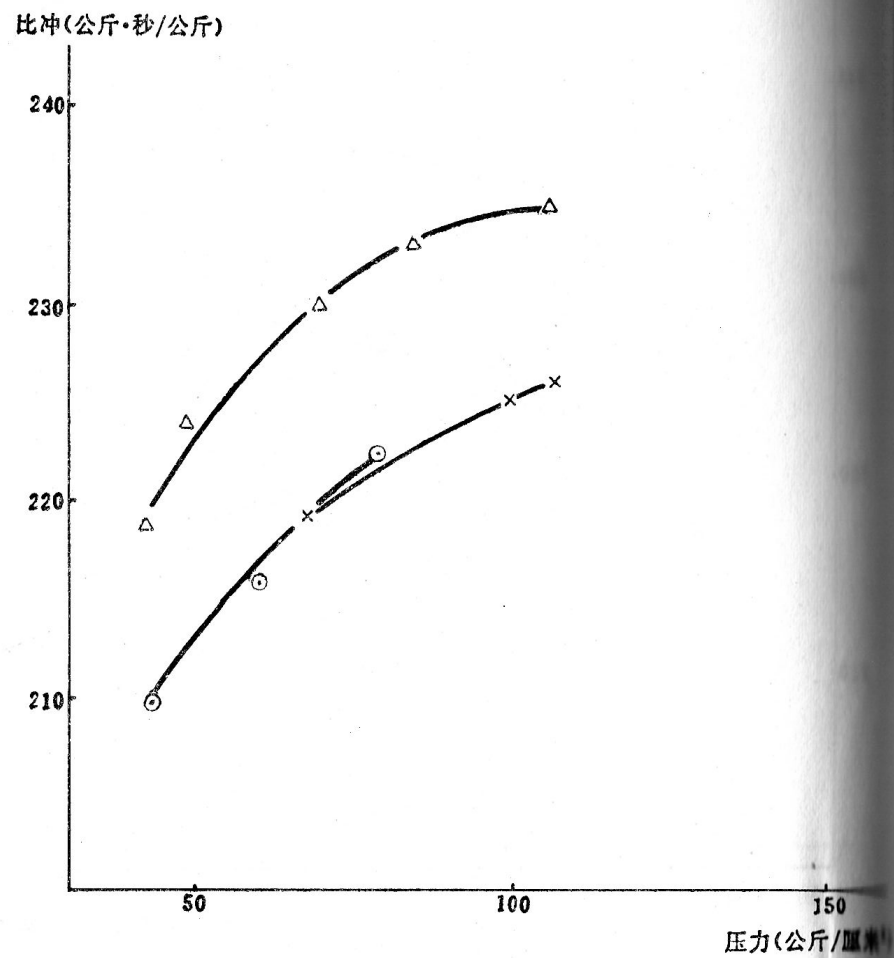


图23 复合推进剂比冲 压力
关系图 (20°C)
×—822; △—843; ○—831。

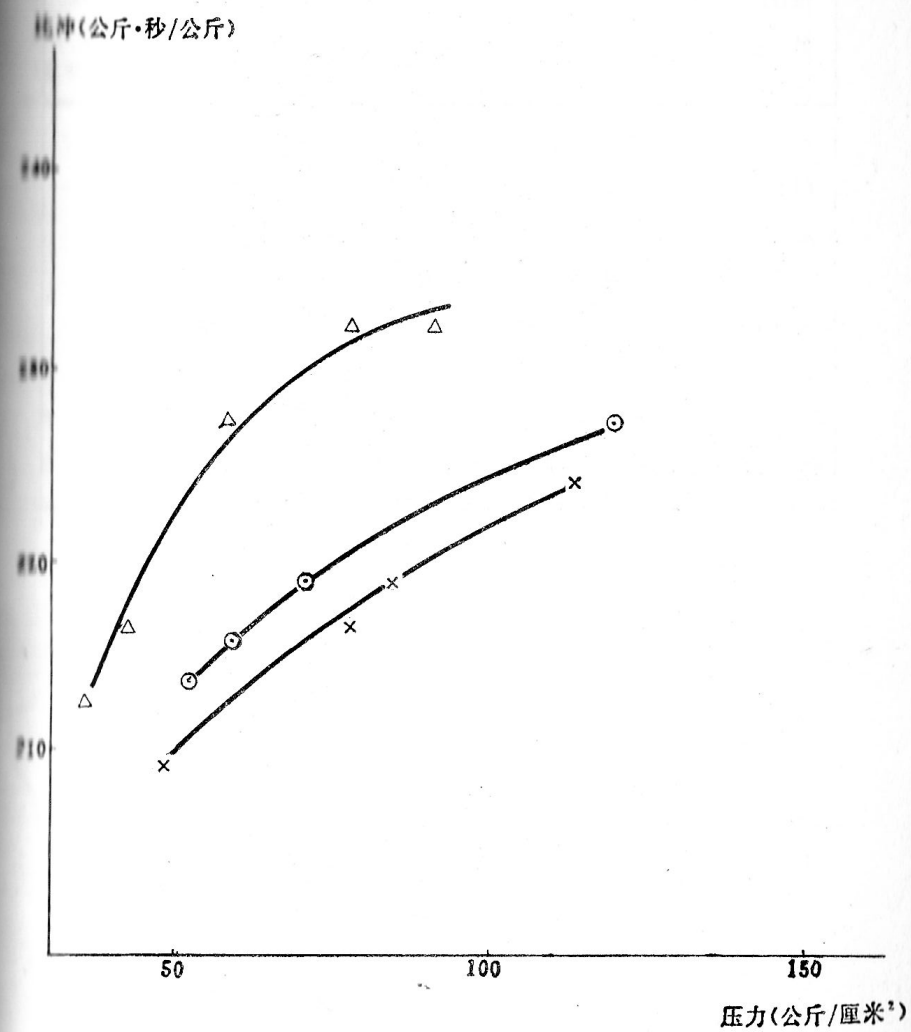


图24 复合推进剂比冲 压力
关系图 (-40°C)
×—822; △—843; ○—831。

11. 复合推进剂

推进剂 名 称	比 冲 公斤·秒 公斤	热 量 (千卡/公斤)	比 容 (升/公斤)	密 度 (克/厘米 ³)
81系列	215~220	1200~1320	470~520	>1.75
82系列	215~230	1150~1300	520~580	>1.70
83系列	220~230	1240~1260	580~600	>1.73
84系列	225~240	1320~1370	660~680	>1.75
85系列	230~245	1500~1570	490~630	>1.75
36系列	230~240	1350~1430	660~740	>1.75
87系列	570 (空气补燃)	>4500 (充氧)		>1.60
聚氯乙烯 推进剂	191 (25℃, 45公斤/厘米 ²)			1.65

性能参数综合表

燃速可调节 范围, 20℃, 60 公斤/厘米 ² (毫米/秒)	临界压力 20℃ (公斤/厘米 ²)	机 械 强 度 20℃			
		抗 拉 (公斤/厘米 ²)	延伸率 %	抗 压 (公斤/厘米 ²)	抗 冲 (公斤·厘米/厘米 ²)
4~18	<10	16.8	21 (-40℃)		
4~18	<10	9.7	37 (-55℃)		
4~10	<13	>150	>6	541	1.53
4~25	<10	41	6	111.1	5.31
6~15				352	1.39
5~20	<10	8.2	54		
3.5~15	<15	>8			
		5.4	171		

(续)

推进剂 名 称	导 热 系 数 (千卡·米·小时·度)	线胀系数 ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)	体胀系数 ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)	比 热 (卡/克·度)
81系列	0.310	0.86×10^{-4}	2.15×10^{-4}	0.304
82系列	0.342	0.99×10^{-4}	2.04×10^{-4}	0.231
83系列	0.389	0.96×10^{-4}	1.7×10^{-4}	0.203
84系列		0.94×10^{-4}		0.379
85系列				
86系列	0.54	0.75×10^{-4}		0.380
87系列 聚氯乙烯 推进剂				

感 度		工 艺 方 法	粘 合 剂
摩 擦 %	冲 击 %		
4	34	浇 铸	乙基聚硫橡胶
0	0	浇 铸	丁基聚硫橡胶
100	4	浇 铸	醇醛树脂
6	16	浇 铸	端羧基聚丁二烯
100	6	浇 铸	甘油内醚硝酸酯
1	8	浇 铸	端羟基聚丁二烯
		浇 铸	端羟基聚丁二烯
	0	浇 铸	聚氯乙烯

(四) 能量示性数计算表

1. 双基推进剂能量示性

序号	示性数名称		单位	双石-2	双芳镁-1	双芳镁-2
1	理论比冲		公斤·秒/公斤	220.4	214.9	210.2
2	特征速度		米/秒	1375.9	1341.1	1314.2
3	有效排气速度		米/秒	2158.2	2108.2	
4	定压燃烧温度		K	2266.4	2201.4	2070.0
5	出口温度		K	958.0	942.0	871.7
6	热量(定压、水为气态)		千卡/公斤	749.1	711.0	663.5
7	燃气平均分子量		克/摩	22.9	23.5	22.9
8	燃气克分子数		摩/公斤	43.6	42.5	43.6
9	定压比热		千卡/千克·度	0.425	0.417	
10	比热比(K)			1.254	1.250	1.256
11	氧系数			0.544	0.559	
12	推力系数			1.571	1.572	1.569
13	火药力		公斤·米/公斤	83777.7	79383.9	
14	火药化学式	C	摩/公斤	23.60	22.87	23.59
		H		29.94	29.48	30.31
		O		33.87	33.88	33.42
		N		9.93	9.63	9.48
		其它(Pb等)		Pb 0.24	0.09	
15	燃气成分	CO	摩/公斤	20.3	19.22	20.34
		CO ₂		3.26	3.65	3.25
		H ₂		7.98	7.38	8.57
		H ₂ O		6.98	7.36	6.58
		N ₂		4.96	4.82	4.74
		H ⁺		0.018	0.012	

计算结果 (70 公斤/厘米²)

双芳镁-3	双铅-1	双铅-2	双铅-3	161	671-3	PT-12
216.2	216.5	214.9	216.5	227.0	219.1	220.5
1365.3	1352.1	1341.2	1352.1	1404.2	1366.4	1375.0
2140.5		2108.2		2226.9	2149.4	2163.1
2159.9	2204.7	2193.2	2204.7	2598.7	2296.9	2312.7
899.7	931.9	933.8	931.9	1170.5	982.1	989.3
720.7	717.5	708.0	717.5	848.4	747.3	757.9
22.1	23.1	23.4	23.1	25.6	23.6	23.5
45.2	43.3	42.7	43.3	39.1	42.3	42.5
0.415		0.417		0.414	0.423	0.422
1.259	1.254	1.252	1.254	1.231	1.250	1.250
0.560		0.552		0.644	0.555	0.522
1.568	1.570	1.571	1.570	1.581	1.573	1.573
82736.1		79481.8		83684.1	82423.3	83453.8
23.16	23.36	22.99	23.36	20.35	23.71	23.33
29.30	29.94	29.66	29.94	26.93	29.10	29.59
33.60	33.53	33.63	33.53	34.99	34.37	33.97
9.72	9.81	9.62	9.81	10.18	9.70	9.53
		0.102		Pb 0.125		0.06
19.69	20.08	19.50	20.08	15.06	20.19	19.91
3.47	3.28	3.48	3.28	5.29	3.52	3.42
7.67	8.02	7.67	8.02	4.13	7.40	7.57
6.97	6.89	7.16	6.89	9.29	7.14	7.21
4.86	4.91	4.81	4.91	5.09	4.85	4.76
0.011		0.012		0.11	0.02	0.02
		Pb ⁺⁺ 0.099		PbO 0.02	Pb ⁺⁺ 0.07	
				Pb ⁺⁺ 0.10		

(续)

序号	示性数名称	单位	双钻-1	双钻-2	浇铸双基平台
1	理论比冲	公斤·秒/公斤	214.7	214.5	220.4
2	特征速度	米/秒	1335.4	1335.3	1371.2
3	有效排气速度	米/秒	2106.2	2104.2	2158.2
4	定压燃烧温度	K	2266.9	2248.3	2317.5
5	出口温度	K	978.5	967.0	1016.5
6	热量(定压、水为气态)	千卡/公斤	717.4	712.9	766.6
7	燃气平均分子量	克/摩	24.4	24.2	23.8
8	燃气克分子数	摩/公斤	41.0	41.3	41.9
9	定压比热	千卡/千克·度	0.408	0.409	0.419
10	比热比(K)		1.250	1.252	1.241
11	氧系数		0.572	0.566	0.605
12	推力系数		1.574	1.573	1.577
13	火药力	公斤·米/公斤	78206.4	78178.4	82576.9
14	火药化学式	C	21.98	22.25	21.50
		H	28.21	28.30	29.37
		O	33.31	33.32	35.01
		N	9.46	9.49	9.17
		其它(Pb等)	0.203	0.184	Pb 0.094 Cu 0.048
15	燃气成分	CO	18.18	18.53	16.92
		CO ₂	3.80	3.71	4.58
		H ₂	6.58	6.79	5.76
		H ₂ O	7.51	7.35	8.91
		N ₂	4.73	4.75	4.58
		H ⁺	0.016	0.015	0.02 Pb ⁺⁺ 0.08

ZNP 20	KPT	双乙钻	双铵钙 35	SDP 10	SWP 11
231.3	215.0	217.2	228.8	214.8	218.9
4427.7	1341.9	1350.8	1414.4	1340.2	1364.0
2269.1	2109.2	2130.7	2244.5	2107.2	
2710.7	2208.9	2263.6	2634.9	2233.0	2275
1233.0	942.3	982.5	1198.1	955.6	974.4
890.4	710.6	734.7	870.0	709.7	744.2
25.9	23.6	23.8	25.6	23.9	23.45
38.7	42.4	41.9	39.0	41.8	
0.415	0.415	0.419	0.421	0.405	
1.227	1.251	1.248	1.228	1.250	1.253
0.658	0.554	0.575	0.661	0.549	
1.588	1.572	1.575	1.587	1.573	
88785.0	79536.7	79981.9	87218.5	79307.9	
19.88	22.96	21.87	19.80	22.62	23.07
26.68	29.11	30.50	27.95	28.51	29.29
35.00	33.59	34.04	35.01	33.03	33.98
10.46	9.61	9.23	10.36	9.38	9.76
0.129	0.10	Pb 0.156	Pb 0.03 Cu 0.202	0.20	Pb 0.042 Cu 0.019
14.38	19.44	17.98	14.13	19.18	19.53
5.50	3.52	3.89	5.67	3.43	3.52
3.73	7.44	7.01	3.86	7.28	7.35
9.53	7.11	8.27	10.06	6.97	7.27
5.23	4.81	4.62	5.18	4.69	4.87
0.08	0.015	0.016	0.056	Pb ⁺⁺ 0.20	0.16
Pb ⁺⁺ 0.10	Pb ⁺⁺ 0.9	Pb ⁺⁺ 0.15			

2. 双基推进剂能量示性

序号	示性数名称	单位	161
1	理论比冲	公斤·秒/公斤	232.9
2	特征速度	米/秒	1404.6
3	有效排气速度	米/秒	2226.9
4	定压燃烧温度	°K	2600.8
5	出口温度	°K	1095.9
6	热量 (定压、水为汽态)	千卡/公斤	849.3
7	燃气平均分子量	克/摩	25.6
8	燃气克分子量	摩/公斤	39.1
9	定压比热	千卡/千克·度	0.414
10	比热比 (K)		1.231
11	推力系数		1.585
12	火药化学式	C H O N 其它 (Pb 等)	摩/公斤 20.35 26.93 34.99 10.18 Pb 0.125
13	燃气成分	CO CO ₂ H ₂ H ₂ O N ₂	摩/公斤 15.06 5.29 4.13 9.30 5.09

数计算结果 (100 公斤/厘米²)

铸造双基平台	ZNP-20	双胺钙-35	SWP-11
226.3	237.3	235.7	224.6
1362.8	1426.1	1418.9	1364.0
2220.0	2327.9	2312.2	
2350.7	2714.8	2637.1	2276
973.0	1154.9	1129.5	908.2
766.1	892.1	876.4	744.4
24.4	25.9	25.5	23.45
40.9	38.6	39.2	
0.419	0.414	0.421	
1.271	1.227	1.220	1.253
1.629	1.632	1.629	
21.50	19.88	19.80	23.07
29.37	26.68	27.95	29.27
35.01	35.00	35.01	33.98
9.17	10.46	10.36	9.76
Pb 0.094	0.129	Pb 0.03	Pb 0.042
Cu 0.048		Cu 0.202	Cu 0.019
16.92	14.35	14.14	19.53
4.58	5.51	5.67	3.52
5.76	3.72	3.86	7.35
8.91	9.55	10.06	7.27
4.58	5.23	5.18	4.87

3. 改性双基推进剂能量示

序号	示性数名称	单位	171 25	P 15°	00°
1	理论比冲	公斤·秒/公斤	249.2	255.9	256.6
2	特征速度	米/秒	1519.7	1554.3	1554.2
3	有效排气速度	米/秒	2444.6	2510.4	2516.3
4	定压燃烧温度	K	3119.4	3327.3	3415.0
5	出口温度	K	1503.7	1761.9	1858.4
6	热量(定压、水为汽态)	千卡/公斤	1086.2	1198.2	1208.4
7	燃气平均分子量	克/摩	26.1	26.2	27.1
8	燃气克分子数	摩/公斤	38.3	38.1	36.8
9	定压比热	千卡/千克·度	0.424	0.420	0.412
10	比热比(K)		1.218	1.220	1.216
11	氧系数		0.636	0.571	0.603
12	推力系数		1.609	1.615	1.619
13	火药力	公斤·米/公斤	98891.1	102372.7	101893.1
14	火药化学式	C	18.79	16.67	16.63
		H	29.94	24.96	22.93
		O	33.94	29.36	30.16
		N	10.51	12.94	12.59
		Al	1.85	3.63	3.45
15	燃气成分	其它			
		CO	13.21	15.12	14.57
		CO ₂	5.58	1.55	2.06
		H ₂	6.18	6.62	5.11
		H ₂ O	6.79	5.36	5.79
		N ₂	5.25	6.47	6.27
		Al ₂ O ₃	0.93	1.82	1.72
		其它			
		H ⁺	0.32	0.26	0.75
		OH ⁻	0.22	0.71	0.29

性数计算结果 (70 公斤/厘米²)

GP 19	66°	GSD 23	84°	ST 35	171 30	GS 17
997.1	210.9	235.8	261.4	269.6	249.0	258.0
1002.5	1471.9	1445.6	1572.4	1659.0	1522.0	1549.8
9926.1	2363.2	2313.2	2564.8	2644.8	2442.7	2531.0
9931.3	2944.4	2787.6	3631.8	3989.3	3062.0	3557.5
1708.1	1432.9	1330.1	2353.0	2582.4	1485.0	2227.4
1211.2	1015.0	958.2	1286.8	1498.2	1088.2	1272.3
26.1	26.2	24.7	24.5	28.7	25.8	24.2
38.3	38.1	38.2	32.4	34.9	38.7	32.8
0.421	0.421	0.426	0.414	0.417	0.428	0.415
1.219	1.219	1.220	1.199	1.190	1.219	1.20
0.581	0.639	0.6556	0.733	0.630	0.628	0.706
1.616	1.604	1.60	1.635	1.619	1.605	1.633
103117.1	93207.2	90242.7	99934.8	106571.8		98978.8
17.10	19.22	17.57	12.15	11.67	19.22	13.02
25.15	26.20	30.85	24.87	22.04	25.89	25.66
30.43	31.42	33.83	31.17	28.03	34.21	31.20
12.65	9.49	8.58	10.66	11.97	10.35	8.79
3.52	1.52	1.14	4.64	7.04	2.04	4.07
		Cl 1.41	Cl 1.58	Cl 0.896	Pb 0.08	Cl 2.02
15.27	15.08	13.22	9.18	10.81	15.57	10.17
1.83	4.14	4.35	2.97	0.86	3.64	2.86
6.21	4.32	4.49	2.91	5.34	4.64	3.35
5.86	8.60	10.14	7.80	3.67	8.06	7.73
6.29	4.74	4.29	5.21	5.91	5.17	4.32
1.76	0.76	0.56	2.04	3.42	1.02	2.02
H ⁺ 0.71	OH ⁻ 0.14	HCl 1.37	HCl 1.3	HCl 0.61	H ⁺ 0.30	H ⁺ 0.84
OH ⁻ 0.29		H ⁺ 0.12	OH ⁻ 1.24	H ⁺ 2.41	OH ⁻ 0.18	HCl 1.71
			NO 2.51	OH ⁻ 0.99	PbO 0.02	OH ⁻ 0.95

4. 改性双基推进剂能量示

序号	示性数名称	单位	171-25	P15*
1	理论比冲	公斤·秒/公斤	255.3	262.9
2	特征速度	米/秒	1523.2	1579.9
3	有效排气速度	米/秒	2504.5	2579.0
4	定压燃烧温度	°K	3101.9	3357.1
5	出口温度	°K	1409.2	1582.4
6	热量(定压、水为汽态)	千卡/公斤	1091.3	1210.0
7	燃气平均分子量	克/摩	26.2	26.3
8	燃气克分子量	摩/公斤	38.2	38.0
9	定压比热	千卡/千克·度	0.424	0.420
10	比热比(K)		1.218	1.270
11	推力系数		1.644	1.632
12	火药化学式	C	18.79	16.67
		H	29.94	24.96
		O	33.94	29.36
		N	10.51	12.94
		Al	1.85	3.63
		其它		
13	燃气成分	CO	13.21	15.12
		CO ₂	5.58	1.55
		H ₂	6.18	6.64
		H ₂ O	6.80	4.52
		N ₂	5.25	6.48
		Al ₂ O ₃	0.927	1.82
		其它		

性能计算结果 (100 公斤/厘米²)

00*	GP-19	66"	GSD-23	171-30	GS-17
262.6	264.5	247.3	241.7	255.0	265.7
1570.7	1582.7	1489.1	2371.1	1524.1	2606.5
2579.0	2594.7	2426.0	1454.0	2501.6	1572.0
3422.8	3358.1	2978.7	2794.4	3072.6	3596.6
1652.9	1590.6	1331.8	1231.0	1391.9	1999.6
1210.3	1217.5	1029.0	960.9	1092.5	1287.9
27.2	26.2	26.3	25.8	25.9	28.8
38.8	38.1	38.1	38.7	38.7	34.7
0.412	0.423	0.421	0.426	0.428	0.415
1.216	1.218	1.219	1.220	1.219	1.199
1.641	1.639	1.629	1.631	1.641	
16.63	17.10	19.22	17.57	19.22	13.02
22.93	25.15	26.20	30.85	25.89	25.66
30.16	30.43	34.42	33.83	34.21	31.20
12.59	12.65	9.49	8.58	10.35	8.79
3.45	3.52	1.52	1.14	2.04	4.07
			Cl 1.41	Pb 0.08	Cl 2.02
14.53	15.27	15.08	13.22	15.10	10.14
2.10	1.85	4.14	4.35	1.56	2.89
6.10	6.08	4.32	4.49	6.62	3.32
6.84	5.85	8.62	10.16	5.35	7.82
6.29	6.31	4.74	4.29	6.47	4.33
1.72	1.76	0.76	0.56	1.82	2.02
			HCl 1.38		HCl 1.73

5. 复合推进剂能量示性

序号	示性数名称		单位	815°
1	理论比冲		公斤·秒/公斤	248.3
2	特征速度		米/秒	1530.2
3	有效排气速度		米/秒	2435.8
4	定压燃烧温度		K	3159.8
5	出口温度		K	1614.3
6	热量(定压、水为汽态)		千卡/公斤	1125.7
7	燃气平均分子量		克 摩	25.5
8	燃气克分子数		摩 公斤	37.8
9	定压比热		千卡/千克·度	0.425
10	比热比(K)			1.214
11	氧系数			0.651
12	推力系数			1.591
13	火药化学式	C	摩/公斤	9.77
		H		38.69
		O		25.46
		N		5.60
		Cl		5.57
		Al		3.15
		S		2.20
14	燃气成分	CO	摩/公斤	8.12
		CO ₂		1.65
		H ₂		6.34
		H ₂ O		9.12
		N ₂		2.88
		Al ₂ O ₃		1.56
		HCl		5.10

计算结果 (70 公斤/厘米²)

822°	831°	843°	853°	862°
248.0	246.6	253.5	257.7	258.9
1530.3	1516.6	1573.9	1567.1	1611.0
2432.9	2419.1	2486.8	2528.0	2539.8
3059.9	2924.9	3060.4	3440.4	3180.4
1463.5	1407.0	1482.3	2000.7	1605.6
1071.4	1053.0	894.2	1254.8	1246.3
25.3	24.9	24.1	27.7	23.9
39.5	40.2	41.5	36.1	41.9
0.429	0.448	0.450	0.429	0.453
1.223	1.217	1.224	1.201	1.225
0.625	0.699	0.547	0.728	0.464
1.590	1.595	1.580	1.613	1.577
10.76	11.28	11.89	9.20	12.13
41.19	43.32	42.42	34.88	41.28
25.76	29.91	25.69	28.39	23.35
5.81	6.35	6.40	6.84	5.81
5.80	6.34	6.22	5.53	5.72
1.89	1.15	3.29	3.89	5.39
1.80				
8.90	8.12	10.81	7.06	11.80
1.86	3.16	1.09	2.15	3.25
6.55	4.86	10.25	4.13	14.53
10.11	13.53	7.67	10.10	3.06
2.90	3.17	3.20	3.38	2.90
0.57	0.94	1.63	1.93	2.59
5.34	7.34	5.99	4.88	3.29

1. 发 动 机

146

真空室 (毫米)	喷			管	
	扩张比	扩张半角	收敛段	过渡段长 (毫米)	材 料
27					
27	2.0	15°	圆弧	2	
27	2.0	15°	圆弧	2~3	
27~30	2.0	15°	圆弧	2~3	
27~30	2.25	15°	圆弧	4	
27~30					
27~30					
40	2.5	15°	圆弧	2	
27~40	2.3				
40	2.5	15°	圆弧	2	钢
40	2.5	15°	圆弧	2	钢
30~70	2.3	15°	圆弧		石墨
30	2.5	15°	圆弧	2	石墨
40	2.5	15°	圆弧	2	石墨
40	2.5	15°	圆弧	2	石墨
					石墨
40	2.5	15°	圆弧	2	石墨
	3.14				
	2.3	15°	圆弧	6	石墨
22		15°	圆弧	5~9	
20	2.5	12.5°	45°	4	45号钢
24	2.5	15°	45°	4	45号钢
	2.5	15°	45°	4	45号钢

(续)

推 进 剂	装 药		种 类
	尺 寸 (毫米)	包复方式	
双铅 1	52/10	不包复	3*黑火药
双石 2	50/8,58/8	一端包复	3*黑火药
双芳镁 1	50/8	不包复	3*黑火药
161	40/8,45/8	测比冲包复两端 其余包复一端	2*黑火药
PT-12	40.3/8,45/8	同161	2*黑火药
双钻 1	40/8,40/8.5,45/8.5	同161	2*黑火药
双钻 2	40/8,45/8	同161	2*黑火药
浇铸双基平台	45.5/10	一端包复	1*黑火药
ZNP-20	39.9/8.2,40/8.2	同161	2*黑火药
KPT	40/8,45/8.5	同161	2*黑火药
SDP-10	46.4/8.5	一端包复	2*黑火药
SWP-11	45.9/8.5	一端包复	2*黑火药
171-25	39.4/8	同161	2*黑火药
P15*	46.1/11.5	一端包复	3*黑火药
06*	45.5/11.0	一端包复	2*黑火药
GP-19	46/11.0	一端包复	2*黑火药
66*	45/10		
GSD-23		一端包复	2*黑火药
84*	45.5/10	一端包复	1*黑火药
ST-35	145/68	外层包复	黑火药
171-30	40.6/8.3	同161	2*黑火药
GS-17	45/10	一端包复	2*黑火药
822*	六角星孔	一端和外侧包复	2*,3*黑火药
831*	45.8/12	一端包复	2*,3*黑火药加 聚四氟乙烯、镁粉
843*	46/12	一端包复	2*黑火药加聚 四氟乙烯、镁粉

药 量(克)			保 温 条 件			
50℃	20℃	-40℃	50℃	20℃	-40℃	保温时间 (小时)
7~11	7~11	7~11	40±1	±1	-50±2	>16
120	9	11~12	+2 -1	±1	+1 -2	>20
8~10	8~10	8~10	±1	±1	±1.5	>20
4	4	6	+2 -1	±1.5	+1 -2	>20
4	5	7	+2 -1	±1.5	+1 -2	>16
4	5	7				16
4	5	7	±2	±2	±2	16
6	7	9	±2	±1	±2	>8
4	5	7				16
4	5	7	±2	±2	±2	16
6	6	8	±2	±1	±2	>12
5	~	9	±2	±2	±2	>12
4	5	4	+2 -1	±1	+1 -2	16
8	8	8	±2	±2	±2	>12
5	5	8	±2	±1	±2	>12
5	5	8	±2	±1	±2	>12
6	6	12				>20
5	8	9	±2	±1	±2	>12
	80					
4	5	7	±2	±2	±2	>16
4	6	8	±2	±2	±2	>20
10~13 (55℃)	10~13	16 (-55℃)	±2	±2	±2	>12
11	11	10	±2	±2	±2	>12
8~9	8~9	8~9	±2	±2	±2	>12

2. 比 冲 与 力 的 关 系

推进剂	50℃										-40℃							α d_a/d_k			
	$\bar{P}_2$ (公斤/厘米 ²)										$\bar{P}_2$ (公斤/厘米 ²)										
	I_{sp} (公斤·秒/公斤)										I_{sp} (公斤·秒/公斤)										
双铅-1	40℃ 87.5 200.4							36.8 191.8	53.0 194.7	71.1 197.1	102.3 199.2	118.1 201.0	137.9 201.5	-50℃ 42.3 189.9							
双石-2	55.1 195.3	65.7 197.0	84.4 200.2	107.6 201.6	129.6 204.4	151.1 204.4	239.9 208.0	52.5 192.1	65.5 197.2	84.1 200.1	125.4 200.1	161.6 203.2	220.7 205.9	65.1 194.0	79.5 196.4	92.6 196.0	107.8 198.0	119.7 199.1	158.2 201.5	161 (2.0)	
双芳镁-1	66.9 197.1	84.2 200.0	99.1 201.4	126.0 203.0	147.0 203.6	172.3 205.2		62.0 194.9	81.9 196.7	97.1 199.1	142.6 201.9	156.8 201.8		62.7 193.1	72.1 194.0	72.8 194.3	89.6 195.7	103.3 197.9	113.1 198.3	155 (2.0)	
161	49.2 194.4	60.3 201.3	81.7 208.8	96.1 209.5	122.8 210.4	142.7 210.9	188.0 215.2	47.4 196.3	59.0 202.3	68.1 204.1	92.0 208.9	134.5 208.9	175.5 210.9	33.5 187.0	41.5 192.5	57.5 198.3	76.2 203.0	92.4 203.4		160 (2.0)	
PT-12	76.2 207.2	83.6 206.3	120.8 205.5	156.3 208.8	176.7 207.0	202.8 210.9	(P_{eq})	68.7 198.1	77.9 204.2	90.1 199.1	127.3 207.5	135.7 206.5		54.2 191.2	85.5 202.5	107.8 204.0	109.2 200.6			140 (2.25)	
双钴-1								64.6 200.7	(P_{eq})											162	
双钴-2								54.3 194.7	80.7 199.2	86.1 200.1										160 (2.25)	
浇铸双基平台	56.2 192.6	82.4 197.4	103.6 197.9					45.5 188.7	66.7 190.6	94.1 194.1				42.5 187.1	59.2 188.3	82.0 190.0				90 (2.5)	
KPT	71.5 202.7							69.2 198.7	95.9 203.3					60.3 196.0						160 (2.3)	
SDP-10	55.9 188.3	76.6 194.4	97.9 195.2	146.6 200.5				53.8 186.2	72.4 191.0	86.1 197.1				40.5 181.6	57.4 187.0	74.9 188.5	82.4 191.2			150 (2.5)	
SWP-11	60.1 203.7	76.8 205.1	100.1 206.4	115.9 205.8	155.9 208.3			62.2 203.7	75.5 202.9	95.1 201.1	156.3 208.0			50.4 198.8	68.2 200.1	89.5 199.7	73.0 203.7	99.6 196.7		50 (2.5)	
171-25	55.9 218.9	84.5 226.6	134.1 231.3	197.7 237.8	241.5 237.9	(P_{eq})		51.1 218.1	76.5 226.7	121.1 231.1	209.9 237.4			59.9 224	91.7 228.2	121.5 229.5	162.4 233.7	209.1 234.5		130 (2.3)	

(续)

推进剂	50℃							-40℃							$\frac{d_a}{d_k}$						
	$\bar{P}_2$ (公斤/厘米 ²)							$\bar{P}_2$ (公斤/厘米 ²)													
	I_{sp} (公斤·秒/公斤)							I_{sp} (公斤·秒/公斤)													
P15*	129.8	156.8	247.8	345.7				55.6	99.3	247.2				71.3	102.1	162.1	215.0				137
	237.8	240.3	243.8	246.3				227.4	237.7	243.6				232.6	233.6	240.4	239.2				(2.5)
06*	93.8	113.5	128.9	167.4	202.7	248.4	405.5	53.0	83.1	138.9	203.3			65.7	73.5	89.6	111.3	136.4	167.7	208.9	130
	234.8	238.7	240.8	245.0	245.1	246.7	248.6	226.5	236.9	243.4	246.4			231.2	232.5	236.5	239.4	242.0	243.4	243.8	(2.5)
GP-19	83.6	94.9	114.6	156.0				75.9	102.0					59.5	78.3	101.8	133.6				160
	231.3	231.5	237.3	239.6				230.4	235.7					221.0	223.0	234.6	237.1				(2.5)
66*								46.0	55.9	123.9	(P_{eq})										120
								205.8	207.8	218.9											(2.0)
GSD-23	48.1	65.4	88.8	125.4	102.5			43.1	59.3	144.8	158.6			26.0	36.8	46.4	65.9	73.5	92.5		120
	196.8	204.5	208.2	213.1	209.0			200.3	206.0	212.9	215.6			182.2	192.3	198.1	204.2	206.7	206.5		(2.0)
84*	60.9	84.7	119.7	118.5				52.8	69.1					33.4	45.6	69.9	82.2				85
	226.0	231.8	235.7	233.8				224.6	229.6					211.5	218.9	228.7	232.6				(2.5)
ST-35								41.3	53.1												
								237.5	245.6												
171-30	58.5	67.5	103.6	152.0	199.4	236.0		62.0	102.0					52.0	73.0	111.2	149.7	181.6	216.8		120
	205.8	214.1	223.0	231.6	234.0	234.3		217.0	226.8					209.4	219.6	225.3	229.0	231.1	231.7		(2.3)
GS-17	65.0	82.3	102.2	119.8				51.6	64.7					33.1	38.9	50.7	64.5	73.7	86.4		95
	213.6	216.6	222.5	225.4				214.0	217.3					202.7	208.6	217.4	220.8	224.0	227.0		(2.0)
822* (55℃、 -55℃)	64.4	71.2	107.6					67.2	99.5					49.3	77.5	85.4	113.0				169
	220.1	223.7	227.6					219.2	225.3					210.4	217.2	219.1	223.9				(2.5)
831*	51.6	67.9	86.9	144.3				43.3	59.2					53.4	58.5	71.6	119.6				120
	217.2	221.8	224.2	229.9				210.0	216.0					213.8	215.6	219.3	227.2				(2.5)
843*	47.0	57.0	76.4	94.6	114.6			41.6	48.8					35.5	42.5	58.9	79.1	92.4			120
	225.7	228.4	233.9	235.5	236.4			219.3	223.7					212.8	217.1	227.1	232.0	232.1			(2.5)

3. 平衡压力

推 进 剂	50℃	
	经 验 公 式	压力范围 (公斤/厘米 ²)
双铅-1		
双石-2	$P_{eq} = 6.70 \times 10^{-5} (K_N)^{2.3256}$	59~166
双芳镁-1	$P_{eq} = 1.357 \times 10^{-5} (K_N)^{2.5510}$	70~155
161	$P_{eq} = 6.255 \times 10^{-4} (K_N)^{2.0951}$ $P_{eq} = 6.006 \times 10^{-9} (K_N)^{4.12}$	52~98 98~218
PT-12	$P_{eq} = 8.752 \times 10^{-4} (K_N)^{1.9706}$ $P_{eq} = 2.259 \times 10^{-5} (K_N)^{2.5776}$	84~117 117~203
双钴-1	$P_{eq} = 0.01658 (K_N)^{1.473}$ $P_{eq} = 2.753 \times 10^{-7} (K_N)^{3.313}$	49~116 116~243
双钴-2	$P_{eq} = 4.639 \times 10^{-2} (K_N)^{1.3077}$ $P_{eq} = 4.29 \times 10^{-3} (K_N)^{1.71}$	54~109 109~179
浇铸双基平台	$P_{eq} = 3.274 \times 10^{-2} (K_N)^{1.30}$	59~116
ZNP-20	$P_{eq} = 0.1625 (K_N)^{1.1896}$ $P_{eq} = 0.4671 (K_N)^{0.4317}$	53~116 116~177
KPT	$P_{eq} = 0.09721 (K_N)^{1.1611}$	59~123.2
SDP-10	$P_{eq} = 2.210 \times 10^{-2} (K_N)^{1.370}$ $P_{eq} = 2.738 \times 10^{-3} (K_N)^{1.728}$	54~100 54~151
SWP-11	$P_{eq} = 0.0569 (K_N)^{1.2326}$	62.9~125.5

与喉面比的关系

20℃	
经 验 公 式	压 力 范 围 (公斤/厘米 ²)
$P_{eq} = 1.248 \times 10^{-4} (K_N)^{2.1739}$	44~131
$P_{eq} = 6.33 \times 10^{-5} (K_N)^{2.3041}$	56~174
$P_{eq} = 1.415 \times 10^{-5} (K_N)^{2.5063}$	65~163
$P_{eq} = 6.778 \times 10^{-4} (K_N)^{2.04}$ $P_{eq} = 4.822 \times 10^{-9} (K_N)^{4.075}$	49~99 99~200
$P_{eq} = 8.95 \times 10^{-3} (K_N)^{1.5521}$	78~136
$P_{eq} = 0.05205 (K_N)^{1.255}$ $P_{eq} = 7.331 \times 10^{-6} (K_N)^{2.7035}$	47~95 95~176
$P_{eq} = 1.489 \times 10^{-2} (K_N)^{1.4934}$ $P_{eq} = 2.939 \times 10^{-2} (K_N)^{1.3759}$	45~115 115~157
$P_{eq} = 1.688 \times 10^{-2} (K_N)^{1.37}$	47~102
$P_{eq} = 0.1601 (K_N)^{1.1766}$	47~144
$P_{eq} = 0.2327 (K_N)^{1.0036}$	60~126
$P_{eq} = 1.740 \times 10^{-1} (K_N)^{1.012}$ $P_{eq} = 5.082 \times 10^{-2} (K_N)^{1.224}$	55~87 55~115
$P_{eq} = 0.1775 (K_N)^{1.0369}$	64.7~115.0

推 进 剂	- 40℃	
	经 验 公 式	压力范围 (公斤/厘米 ²)
双铅-1		
双石-2	$P_{eq} = 1.97 \times 10^{-5} (K_N)^{2.4331}$	72~178
双芳镁-1	$P_{eq} = 3.296 \times 10^{-7} (K_N)^{3.0211}$	67~124
161	$P_{eq} = 4.865 \times 10^{-5} (K_N)^{2.4376}$ $P_{eq} = 3.311 \times 10^{-3} (K_N)^{1.7087}$	37~72 72~113
PT-12	$P_{eq} = 5.16 \times 10^{-5} (K_N)^{2.3805}$ $P_{eq} = 25.81 (K_N)^{0.2353}$	54~108 108~109
双钴-1	$P_{eq} = 4.074 \times 10^{-2} (K_N)^{1.276}$ $P_{eq} = 6.095 \times 10^{-3} (K_N)^{1.210}$	42~84 84~111
双钴-2	$P_{eq} = 2.554 \times 10^{-2} (K_N)^{1.3754}$	62~125
浇铸双基平台	$P_{eq} = 8.21 \times 10^{-2} (K_N)^{1.10}$	47~84
ZNP-20		
KPT	$P_{eq} = 0.184 (K_N)^{1.024}$	58~112
SDP-10	$P_{eq} = 2.773 \times 10^{-2} (K_N)^{1.289}$ $P_{eq} = 3.852 \times 10^{-2} (K_N)^{1.233}$	43~76 43~85
SWP-11	$P_{eq} = 0.4331 (K_N)^{0.857}$	

(续)

- 40~50℃间的压力温度系数(%1/C °)						æ
K_N						
a_p						
(20~40℃)	(- 50~20℃)					105
480	444					
0.76	0.55					
(20~50℃)	(- 40~20℃)					161
490	490					
0.7	0.5					
538	578					155
0.77	0.75					
276	300	320	340	360		160
0.659	0.741	0.778	0.808	0.975		
340	405	455	475			140
0.474	0.348	0.408	0.524			
230	240	300	350	400	450	140
0.188	0.169	0.138	0.202	0.340	0.239	
300	370	400	450			140
0.270	0.189	0.211	0.350			
315	445	535				90
0.22	0.31	0.35				
150	175	200	220	250	350	140
0.413	0.264	0.288	0.235	0.252	0.221	
280	320	400	450	550		153~158
0.210	0.217	0.123	0.157	0.765		
290	390	460	520			150
0.29	0.29	0.29	0.48			
300	350	450	520	600		50
0.214	0.142	0.144	0.699	0.687		

(续)

推 进 剂	50℃	
	经 验 公 式	压力范围 (公斤/厘米 ²)
171-25	$P_{eq} = 5.573 \times 10^{-3} (K_N)^{1.944}$ $P_{eq} = 3.068 \times 10^{-2} (K_N)^{1.620}$	56~134 134~242
P15 [#]	$P_{eq} = 2.99 \times 10^{-2} (K_N)^{1.996}$	134~240
06 [#]	$P_{eq} = 1.793 \times 10^{-3} (K_N)^{2.192}$	89~214
GP-19	$P_{eq} = 3.673 \times 10^{-2} (K_N)^{1.562}$	83~160
66 [#]		
GSD-23	$P_{eq} = 3.069 \times 10^{-4} (K_N)^{2.1160}$	48~125
84 [#]	$P_{eq} = 1.633 \times 10^{-3} (K_N)^{2.14}$	63~132
ST-15		
171-30	$P_{eq} = 1.315 (K_N) - 69.6$	59~286
GS-17	$P_{eq} = 3.555 \times 10^{-3} (K_N)^{1.9924}$	60~120
822 [#]	$P_{eq} = 0.1164 (K_N)^{1.1838} (55^\circ\text{C})$	71.2~119.5
831 [#]	$P_{eq} = 2.2531 \times 10^{-2} (K_N)^{1.3535}$	52.2~153.9
843 [#]	$P_{eq} = 5.7027 \times 10^{-2} (K_N)^{1.2266}$	54.4~136.8

20℃	
经 验 公 式	压 力 范 围 (公斤/厘米 ²)
$P_{eq} = 6.073 \times 10^{-3} (K_N)^{1.909}$ $P_{eq} = 5.505 \times 10^{-2} (K_N)^{1.484}$	51~122 122~210
$P_{eq} = 4.365 \times 10^{-3} (K_N)^{2.315}$	106~211
$P_{eq} = 3.538 \times 10^{-3} (K_N)^{2.035}$	80~145
$P_{eq} = 1.394 \times 10^{-2} (K_N)^{1.678}$	74~154
$P_{eq} = 2.512 \times 10^{-4} (K_N)^{1.4049}$ $P_{eq} = 6.874 \times 10^{-4} (K_N)^{1.6900}$	50~70 70~120
$P_{eq} = 4.464 \times 10^{-4} (K_N)^{2.0877}$	43~59
$P_{eq} = 1.261 \times 10^{-3} (K_N)^{2.156}$	55~117
$P_{eq} = 5.35 \times 10^{-4} (K_N)^{2.3381}$	42~81
$P_{eq} = 1.600 (K_N) - 59.6$	62~288
$P_{eq} = 6.616 \times 10^{-4} (K_N)^{2.2676}$	51~110
$P_{eq} = 0.1729 (K_N)^{1.0941}$	74.6~118.2
$P_{eq} = 1.9144 \times 10^{-2} (K_N)^{1.3570}$	45.9~86.2
$P_{eq} = 3.4965 \times 10^{-2} (K_N)^{1.2909}$	47.6~124.5

推 进 剂	- 40℃	
	经 验 公 式	压力范围 (公斤/厘米 ²)
171-25	$P_{eq} = 2.486 \times 10^{-2} (K_N)^{1.577}$ $P_{eq} = 8.724 \times 10^{-3} (K_N)^{1.770}$	56~122 122~209
P 15 [#]	$P_{eq} = 6.064 \times 10^{-4} (K_N)^{2.629}$	76~163
06 [#]	$P_{eq} = 2.134 \times 10^{-3} (K_N)^{2.084}$	63~142
GP-19	$P_{eq} = 2.512 \times 10^{-3} (K_N)^{1.967}$	56~141
66 [#]		
GSD-23	$P_{eq} = 3.163 \times 10^{-4} (K_N)^{2.008}$	26~92
84 [#]	$P_{eq} = 5.762 \times 10^{-4} (K_N)^{2.235}$	36~87
ST-15		
171-30	$P_{eq} = 1.069 (K_N) - 70.2$	73~250
GS-17	$P_{eq} = 2.660 \times 10^{-3} (K_N)^{1.9305}$	30~90
822 [#]	$P_{eq} = 3.7616 \times 10^{-2} (K_N)^{1.3198} (-55^\circ\text{C})$	53.9~127.9
831 [#]	$P_{eq} = 1.3093 \times 10^{-2} (K_N)^{1.4109}$	57.1~130.4
843 [#]	$P_{eq} = 2.1231 \times 10^{-2} (K_N)^{1.3486}$	40.3~108.7

(续)

- 40 ~ 50℃间的压力温度系数(%1/℃ °						æ
K_N						
α_p						
140 0.383	180 0.423	220 0.541	260 0.441			130
250 0.452						137
140 0.337	150 0.398	170 0.439	190 0.439	210 0.438	230 0.449	130
170 0.324	185 0.265	215 0.206	230 0.160	245 0.138	265 0.080	160
						120
283 0.571	335 0.536	390 0.630	435 0.608			120
140 0.639	160 0.624	190 0.605	200 0.600			85
(- 40 ~ 40℃) 157.8 0.74						
103 0.308	133 0.398	170 0.341	205 0.322	234 0.299	268 0.309	120
141 0.573	171 0.61	189 0.522				95
250 0.158	300 0.150	350 0.121	400 0.114	450 0.113	(- 55 ~ 55℃)	169
380 0.180	420 0.228	480 0.220	540 0.220	640 0.210		120
300 0.300	400 0.270	500 0.250				120