



和平利用外层空间委员会

地球同步轨道上卫星的处置

秘书处的说明

目 录

	段 次	页 次
一. 导言.....	1—2	2
二. 关于地球同步卫星处置的标准和建议.....	3—8	2
三. 地球同步轨道卫星处置政策举例.....	9—15	2
A. 通信卫星组织.....	10	3
B. 加拿大航天局.....	11—12	3
C. 法国国家空间研究中心.....	13	3
D. 欧洲航天局（欧空局）.....	14	4
E. 欧洲气象卫星应用组织.....	15	4
四. 地球静止轨道附近的情况.....	16—20	4
五. 结论.....	21	5
附件.....		6

## 一. 引言

1. 和平利用外层空间委员会第四十二届会议一致认为<sup>1</sup>，科学和技术小组委员会第三十七届会议应审查与处置地球同步轨道上使用寿命终了卫星有关的国际电信联盟（国际电联）的标准和机构间空间碎片协调委员会（空间碎片协委会）建议的国际适用情况。委员会还建议，为了便于小组委员会的审查，秘书处应当汇编关于地球同步轨道上空间物体的有关数据。

2. 本报告由秘书处应委员会的要求而起草。报告载有从加拿大航天局（加空局）、法国国家空间研究中心、欧洲气象卫星应用组织和通信卫星组织收到的资料。秘书处感谢捷克共和国捷克科学院宇航研究所、位于德国达姆斯塔特的欧洲航天局（欧空局）欧洲空间业务中心和位于美利坚合众国休斯顿的美国国家航空和航天局（美国航天局）约翰逊空间中心在起草本报告时给予的宝贵帮助。

## 二. 关于地球同步卫星处置的标准和建议

3. 在 1980 年代，国际电联开始解决飞行任务结束后处置和超同步墓地轨道的问题。1986 年，国际电联国际无线电咨询委员会给第 4 研究小组分配了问题 34.4，让该小组审查与实际干扰地球同步轨道的可能性和将航天器移离地球同步轨道有关的六个问题。经过多年的调查和科学讨论，国际电联得出结论说，采取一些措施限制增加地球同步轨道卫星的数目是明智的。

4. 该机构特别建议<sup>2</sup>：

(a) 在向轨道发送卫星期间，应尽量少向地球静止卫星轨道释放碎片；

(b) 应尽一切合理的努力，缩短转移轨道中碎片的寿命；

(c) 地球静止卫星在其寿命结束时，在彻底用完推进剂之前，应转移到不与地球同步轨道交叉的超同步墓地轨道；

(d) 转移到墓地轨道时应特别当心，避免无线电频率干扰正在工作的卫星；

(e) 下述说明应被视为本建议的一部分：“需要进一步进行研究，以界定什么构成有效的墓地轨道”。

5. 在国际电联的建议公布之前，已经沿用通信卫星组织 1977 年确定的先例，将 90 多个航天器从地球同步轨道转移到多种弃星轨道。在 1980 年代初，通信卫星组织制定的政策是将不能使用的航天器向上移动 40 到 50 公里，使之离开同步轨道，但十年之后，已将最低高度提高到 150 公里（见第三章）。

6. 虽然国际电联没有明确建议一个特定的超同步弃星（墓地）轨道，但它将地球同步轨道定义为“平均半径  $42,164 \pm 300$  公里，延伸到南纬和北纬各 15 度”，这表明弃星轨道最低近地点位于地球同步轨道上方 300 公里<sup>3</sup>。

7. 1995 年 3 月，空间碎片协委会在休斯顿召开第二十届会议期间，向第 4 工作组（缓减碎片）指定了行动项目 12.6，让该工作组审查 1993 年国际电联关于地球同步轨道航天器弃置轨道的建议。经过广泛的科学辩论之后，代表世界主要空间机构的空间碎片协委会就确定弃星轨道最低高度的新的表述达成一致意见，这一表述以明确界定的要素为基础<sup>4</sup>。

8. 空间碎片协委会的建议承认绝大多数（超过 97%）正在工作的地球同步轨道航天器保持着距地球同步轨道 75 公里范围内的近地点和远地点。此外，需要在此工作区任一侧延伸 125 公里作为航天器转换通道，以便允许实现航天器最初的静止和随后重新定位。为了确保上工作区和转换通道不与弃星轨道相互交叉，分别确立了 35 公里和 10—200 公里的缓冲区，以便考虑分别因重力和太阳辐射引起的轨道摄动。简化公式如下：

$$\Delta H = 235 + 1000 \times C_R \times A / m,$$

$\Delta H$  是弃星轨道近地点高于地球同步轨道的最低高度公里数， $C_R$  是太阳辐射压力系数（通常值在 1 和 2 之间）， $A$  是平均截面积， $m$  是卫星的质量。这意味着对于一个  $A/m$  为 0.01 平方米/公里的航天器来说，弃星轨道的最低近地点应为地球同步轨道上空 245 公里，对于  $A/m$  为 0.10 平方米/公里和  $C_R=2$  的航天器来说，最低近地点应为 435 公里。

## 三、地球同步轨道卫星处置政策举例

9. 为了编写本报告，秘书处请卫星经营者提供关于在地球同步轨道处置卫星的总体政策及它们在地球同步轨道附近操作航天器的状况的信息。实质性答复摘要如下。

## A. 通信卫星组织

10. 通信卫星组织采取自我规定的政策和程序，以便以适当方式使“用过的”卫星退役，并防止产生空间碎片。现有的关于卫星总体设计、发射业务、卫星异常情况和卫星退役的政策和程序有：

### 1. 卫星总体设计

通信卫星组织的卫星采购文件详细说明其设计尽可能减少卫星在转移轨道部署和轨道内运行期间释放的气体和产生的空间碎片的情况。

通信卫星组织采用自成一体的、不产生轨道碎片的卫星设计。

可能时为卫星配备测量装置，以帮助确定推进剂用完时的情况。

### 2. 发射业务

与美国空间指挥部保持对话。通信卫星组织应要求提供发射信息和轨道参数。

### 3. 卫星业务

保留卫星详细的推进剂预算情况，包括所有飞行动作的记录。使用数学模型计算推进剂用量和预测剩余的储备量。利用飞行数据连续对这些模型予以更新。

使用推进剂不确定性极限来抑制航天器上的推进剂储备量，并保证卫星不在轨道上搁浅。

使用多个地面站跟踪和指挥卫星，以便在在轨运行或紧急情况下提供充足的余度。

卫星遥测得到连续监测并与预先设定的限度进行比较。用警报提醒地面人员注意任何异常情况。

所有卫星上的电池容量和动力子系统运行情况得到连续监测。已制定了紧急程序，当注意到电池电压低或电力不足时便“甩掉负荷”。

制定了应急计划和程序用于作出紧急反应：待命的工程人员 24 小时随时准备提供咨询。

通信卫星组织在重新确定轨道期间遵守标准协议并与其他卫星所有者 / 经营者协调所有活动。

### 4. 卫星异常情况

应急计划要求把有可能在地球同步轨道上搁浅的任何卫星立即进行轨道提升并使之退役。卫星工程支持和运作处长有权作出这种决定；不需要其他审批或授权。

### 5. 卫星退役

所有卫星在退役时都被置于安全、无源模式。这包括作为轨道提升的一部分将推进剂系统减压和排空、将电池放电和关掉所有射频装置，以避免干扰任何其他卫星所有者 / 经营者。

对于较旧的卫星来说，应保留在卫星退役时将轨道提升到至少高于地球同步轨道 150 公里高度的足够推进剂。通常在数日之内分几个部分完成这种操纵，以便保证有一个好的驻留轨道。对于从通信卫星组织六号卫星开始的较新卫星，采用了至少 300 公里的退役高度。由于推进剂的预算比较保守，通信卫星组织通常要增加预定的退役高度。

## B. 加拿大航天局

11. 加拿大没有这一方面关于地球同步轨道卫星处置的官方政策。然而，它认为把退役的物体移开，以便保护目前和将来的航天器及其各自的轨道位置是一种很好的商业见解。名义上，加拿大航天经营者 Telesat 把弃星轨道定为 300 公里，但有些技术因素影响实现的位移量。

12. 实现的退役卫星位移值一般是正的，但在若干情况下不到 300 公里（见附件中的表）。加拿大政府卫星 CTS/Hermes（1976-004A）不是由 Telesat 控制的。它最初定位在西经 116 度，但随后被移到 142 度以便与澳大利亚一起进行某些试验。1979 年 11 月 24 日，该卫星在这一位置失控。因此，不可能将它移到适当的弃星轨道。

## C. 法国国家空间研究中心

13. 法国空间机构国家空间研究中心正在把注意力放在加强对目前空间碎片环境的了解以及

制定一项法国标准，以便为空间项目管理者提供如何降低风险水平的准则。对于地球同步轨道卫星，空间研究中心自 1983 年以来就对控制的卫星采取离轨措施，但正执行飞行任务时出故障的卫星（例如 Telecom1B、1985-035B）除外。国家空间研究中心已经采纳了空间碎片协委会关于静止卫星弃星轨道的最低高度的建议。被弃置卫星的清单列于附件的表中。

#### D. 欧洲航天局（欧空局）

14. 欧洲航天局在 1979 年已经研究过地球静止轨道的碰撞危险，并建议使用弃星轨道，以保护正在工作的地球静止卫星。1984 年 1 月，从地球静止轨道移走了欧空局的第一颗卫星 ESA-GEOS2（1978-071A）。1989 年，欧空局理事会制定并批准了欧空局在空间碎片领域的目标。其中包括在地球静止卫星使用寿命结束时将卫星轨道移至地球静止轨道上空至少 300 公里处的弃星轨道的政策。欧空局文件《空间碎片减缓手册》载有空间碎片协委会关于在地球静止卫星使用寿命结束时将卫星移离地球静止轨道的建议。被弃置卫星的清单载于附件的表中。由于一个航天器出现故障，Olympus 1 号卫星（1989-053A）只能被转移到地球静止轨道下方的弃星轨道。

#### E. 欧洲气象卫星应用组织

15. 作为惯例，欧洲气象卫星应用组织在可能时都把不起作用的航天器移离地球静止轨道。欧洲气象卫星应用组织在这一领域的活动不受正式政策的制约，但通常都仿效其他卫星经营者遵守的最佳做法。被弃置卫星的清单载于附件的表中。

### 四、地球静止轨道附近的情况

16. 附件的图和表显示了截至大约 1999 年 7 月 1 日地球静止轨道区域的情况。航天器、火箭上级和寿命结束操纵的数目在美国航天局约翰逊航天中心提供的图 1 和图 2 及表 1 中列出。自 1963 年至 1999 年，有多达 573 个航天器和大约 200 个火箭上级被发射到地球同步轨道附近。到 1999 年年中，正在运行的地球同步轨道航天器数目估计为 272 个，有超过 160 个航天器被移离地球同步轨道。可得到的寿命结束操纵的日期列于表 2

至表 5 中。

17. 表 2 至表 5 以欧洲空间业务中心 1999 年 8 月发表的文件《地球静止物体分类，第 1 期》为基础，并利用其他来源提供的资料进行核对和修改（见第 2 段）。有几个因素限制了地球同步轨道附近物体清单的完整性。首先，一些物体的轨道参数不可公开得到。其次，尺寸小于 1 米的物体不能按通常办法检测到并编入目录。轨道参数出现于美国航天局的两行参数（TLE）中，并经欧洲空间业务中心在空间物体特性信息系统（DISCOS）中处理。上文提及的欧洲空间业务中心文件载有对可得到的地球静止轨道内物体和该轨道附近物体的轨道参数的详细分析。

18. 本报告的各表仅摘录了航天器部分（而非火箭各级和其他碎片）。航天器按照其离地球同步轨道的最小距离被分为不同的类别。表 2 所列物体完全符合离地球同步轨道的弃置距离至少 300 公里的国际电联标准。表 3 和表 4 所列物体没有与地球同步轨道高度交叉，但不在安全距离内，轨道摄动可能导致其轨道发生变化，将来其类别亦有可能发生变化。某些物体被弃置在地球同步轨道高度以下（表 4）。最后，表 5 所列物体目前与地球静止轨道交叉，有可能对那里正在工作的卫星造成危险。

19. 在表 2 至表 5 标有“状态”的一栏，为了便于识别，给出了欧洲空间业务中心文件《地球静止物体的分类》中的一般类别和相应编号。没有考虑 C 类中正在运行的卫星，这些卫星受全面经度和倾角管制制度的制约（C1）或只受经度管制制度的制约（C2）。一颗卫星的使用期限是否终止，原则上是由其所有者或经营者的决定确定的。在没有发布此种声明的情况下，中断轨道控制操纵和卫星偏离其最初名义轨道位置即表示卫星已不工作。然而，可能发生这种情况，即通过将卫星置于漂移轨道而将该卫星从一个名义位置移到另一个名义位置。

20. 目前考虑的大多数物体处于漂移轨道中，属于 D 类，这些物体明显脱离了轨道控制。列出了这些物体的近地点和远地点平均偏离地球静止半径 42,164 公里的距离及其倾角。其余物体列为 L 类。这意味着它们绕东经 75 度的所谓东稳定点（L1 类）、西经 107 度的西稳定点（L2 类），甚至围绕两个点（L3 类）作天平动（“振荡”）。天平动轨道相当复杂。它们非常靠近地球同步轨道名义高度，有些每天与地球同步轨道交叉两

次，有些只在天平动期的某些阶段与地球同步轨道交叉。因此，没有列出其近地点和远地点。没有包括中间状态 Ind 类物体。该类中的一些物体也许正在运行，另一些则可能需要由其所有者或经营者提供的额外信息以确定其状态。

## 五、结论

21. 最近编写了国际电联的标准和机构间碎片协委会的建议，这些标准和建议不是强制性的。因此，难以评价其在国际上的应用情况。大多数卫星经营者已经意识到地球同步轨道附近情况的严重性，并承认采取一些措施是明智的。然而，由于技术和管理方面的问题，即使自我规定的准则在许多情况下也不能得到遵守。为使地球静止

轨道保护措施有效实施，似乎有必要就准则及系统监测其执行情况达成广泛的国际协商一致。

注

<sup>1</sup> 《大会正式记录，第五十四届会议，补编第 20 号》(A/54/20)，第 44 段。

<sup>2</sup> “地球静止卫星轨道的环境保护”载于《1993—ITU—R 建议，ITU—R 系列，ITU-R S.1003》(日内瓦，固定卫星服务，1993 年)。

<sup>3</sup> 同上。

<sup>4</sup> 《机构间空间碎片协调委员会第十五次会议议事录，1997 年 12 月 9 日至 12 日》，(美国航天局约翰逊空间中心，休斯顿，1998 年)。

附件

统计数据

图 1.地球同步轨道附近的航天器和火箭上级

Figure 1  
Spacecraft and upper stages placed near the geostationary satellite orbit

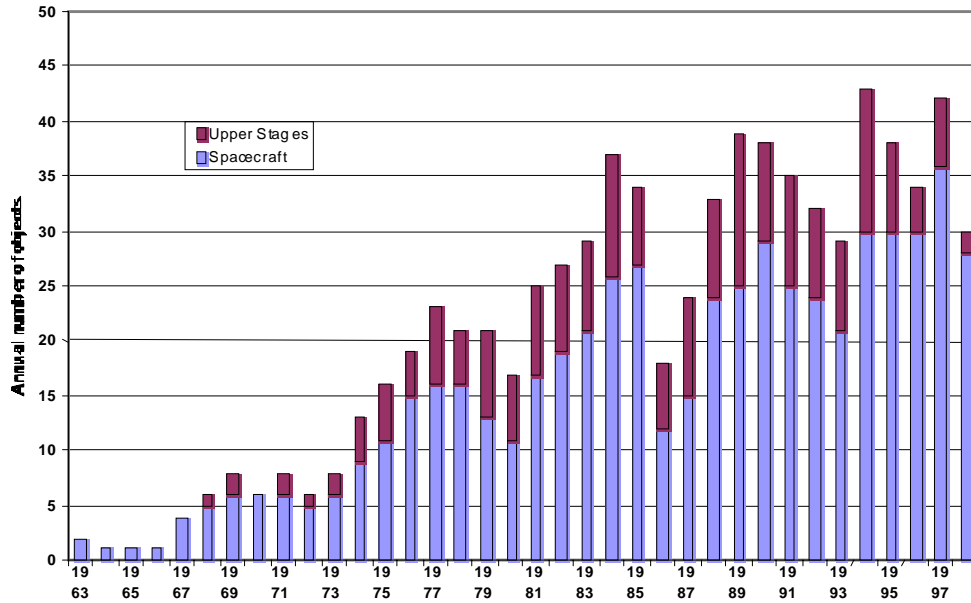


图 2.新的航天器和寿命结束操纵

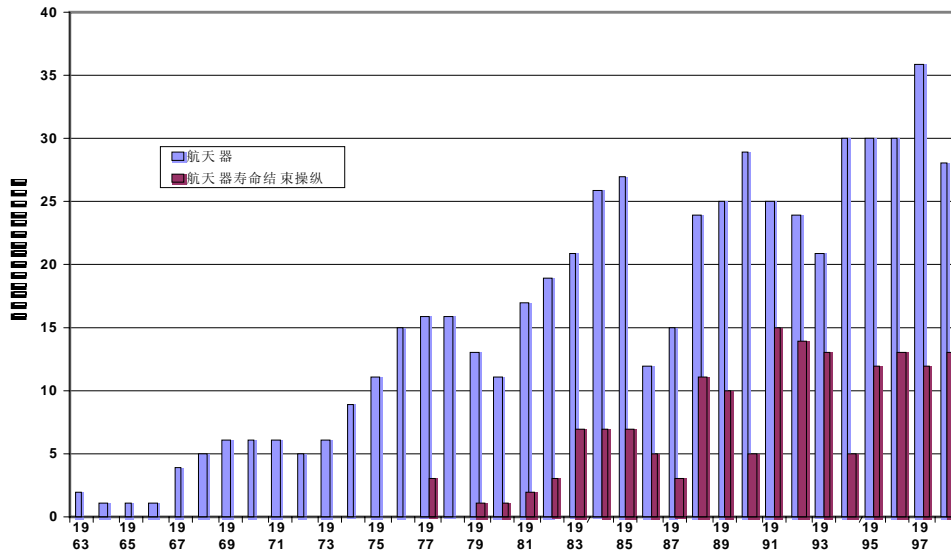


表1

## 地球同步轨道业务的统计数据

年份	航天器	航天器寿命结束操纵	火箭上级
1963	2	0	0
1964	1	0	0
1965	1	0	0
1966	1	0	0
1967	4	0	0
1968	5	0	1
1969	6	0	2
1970	6	0	0
1971	6	0	2
1972	5	0	1
1973	6	0	2
1974	9	0	4
1975	11	0	5
1976	15	0	4
1977	16	3	7
1978	16	0	5
1979	13	1	8
1980	11	1	6
1981	17	2	8
1982	19	3	8
1983	21	7	8
1984	26	7	11
1985	27	7	7
1986	12	5	6
1987	15	3	9
1988	24	11	9
1989	25	10	14
1990	29	5	9
1991	25	15	10
1992	24	14	8
1993	21	13	8
1994	30	5	13
1995	30	12	8
1996	30	13	4
1997	36	12	6
1998	28	13	2
合计	573	162	195

表2

## 近地点在地球同步轨道上空300公里以上的航天器

状态	空间研委会识别号	名称	近地点	远地点	倾角	寿命结束操纵
D.-	1969-045A	Intelsat 3 F-4 (34)	3699 km	3965 km	6.1	1977
D.401	1970-003A	Intelsat 3 F-6 (36)	398 km	755 km	5.18	1977
D.111	1971-006A	Intelsat 4 F-2 (42)	344 km	470 km	15.29	1983
D.110	1972-090A	Telesat 1 (Anik 1)	352 km	468 km	13.89	1982
D.39	1973-100A	DSCS 3	629 km	872 km	16.04	1990
D.31	1973-100B	DSCS 4	491 km	1089 km	15.52	1993
D.94	1974-033A	SMS 1	411 km	533 km	17.33	1981
D.15	1976-053A	Marisat 2	720 km	1824 km	14.36	1996
D.9	1977-005A	NATO 3B	1272 km	1656 km	13.22	1993
D.22	1977-034A	DSCS 7	957 km	1123 km	15.20	1981
D.11	1977-034B	DSCS 8	1266 km	1566 km	14.87	1990
D.117	1977-118A	Sakura 1 (CS-1)	366 km	405 km	13.37	1985
D.87	1978-106A	NATO 3C	482 km	535 km	10.78	1992
D.2	1978-113A	DSCS 11	1741 km	1950 km	14.94	1993
D.84	1978-113B	DSCS 12	502 km	541 km	12.78	1992
D.89	1979-038A	Fleetsatcom 2	421 km	564 km	12.81	1992
D.13	1979-098A	DSCS 13	1327 km	1400 km	12.59	1993
D.82	1979-098B	DSCS 14	525 km	570 km	12.43	1995
D.98	1980-049A	Gorizont 4	443 km	492 km	13.73	1988
D.114	1980-098A	Intelsat 5 F-2 (502)	320 km	467 km	8.19	1998
D.112	1981-050A	Intelsat 5 F-1 (501)	383 km	421 km	8.70	1997
D.103	1981-057A	Meteosat 2	318 km	562 km	9.84	1991
D.93	1981-073A	Fleetsatcom 5	435 km	513 km	12.97	1986
D.6	1981-122A	Marecs 1	1012 km	2056 km	9.59	1996
D.88	1982-020A	Gorizont 5	358 km	634 km	13.03	1989
D.7	1982-106A	DSCS 15	1509 km	1528 km	9.99	1997
D.47	1982-113A	Raduga 11	554 km	916 km	11.84	1989
D.5	1983-016A	Ekran 10	1375 km	1700 km	13.35	1985
D.113	1983-058A	ECS 1	371 km	425 km	7.57	1996
D.81	1983-066A	Gorizont 7	494 km	603 km	11.30	1989
D.108	1983-081A	Sakura 2B(CS-2B)	390 km	439 km	8.74	1990
D.75	1983-088A	Raduga 13	527 km	671 km	11.36	1987
D.80	1983-118A	Gorizont 8	468 km	675 km	10.97	1988
D.28	1984-023A	Intelsat 5 F-8 (508)	858 km	772 km	6.38	1994
D.18	1984-028A	Ekran 12	1182 km	1266 km	12.40	1988
D.108	1984-081A	ECS 2	390 km	448 km	6.87	1993
D.83	1984-081B	Telecom 1A	379 km	686 km	6.79	1992
D.17	1984-090A	Ekran 13	1176 km	1295 km	11.65	1989
D.29	1984-093C	Leasat 2	681 km	936 km	11.82	1996
D.90	1984-113C	Leasat 1	354 km	629 km	6.23	1992
D.3	1985-024A	Ekran 14	1532 km	1685 km	11.38	1988
D.25	1985-028C	Leasat 3	618 km	1290 km	13.15	1996
D.50	1985-076D	Leasat 4	677 km	739 km	8.41	1988
D.120	1985-087A	Intelsat 5A F-12 (512)	305 km	350 km	4.12	1998



D.20	1986-038A	Ekran 15	1011 km	1145 km	10.27	1988
D.86	1986-082A	Raduga 19	474 km	558 km	8.74	1993
D.23	1986-090A	Gorizont 13	954 km	1096 km	8.78	1991
D.16	1987-028A	Raduga 20	1136 km	1370 km	9.23	1991
D.40	1987-040A	Gorizont 14	635 km	864 km	10.27	1992
D.19	1987-073A	Ekran 16	1082 km	1111 km	9.10	1989
D.14	1987-109A	Ekran 17	1100 km	1455 km	7.71	1993
D.74	1988-012A	Sakura 3A	570 km	650 km	2.52	1996
D.54	1988-028A	Gorizont 15	564 km	836 km	7.72	1992
D.8	1988-036A	Ekran 18	1447 km	1554 km	8.61	1990
D.24	1988-051A	Meteosat 3	933 km	985 km	5.49	1995
D.21	1988-108A	Ekran 19	936 km	1154 km	6.97	1997
D.26	1989-020B	Meteosat 4	911 km	834 km	4.30	1995
D.102	1989-048A	Raduga 1-01	371 km	518 km	6.39	1996
D.107	1990-077A	Yuri 3A (BS-3A)	375 km	456 km	1.07	1998
D.116	1991-046A	Gorizont 23	354 km	420 km	4.77	1992
D.105	1991-060A	Yuri 3B (BS-3B)	406 km	436 km	1.85	1999
D.85	1991-074A	Gorizont 24	447 km	595 km	4.47	1998

表3

## 近地点在地球同步轨道上空0至300公里之间的航天器

状态	空间研委会识别号	名称	近地点	远地点	倾角	寿命结束操纵
D.37	1968-116A	Intelsat 3 F-2 (32)	195 km	1326 km	15.45	1977
D.152	1969-069A	ATS 5	195 km	247 km	15.19	1984
D.161	1971-116A	Intelsat 4 F-3 (43)	130 km	237 km	13.74	1983
D.180	1972-003A	Intelsat 4 F-4 (44)	106 km	143 km	13.23	1983
D.220	1972-041A	Intelsat 4 F-5 (45)	26 km	65 km	13.91	1983
D.175	1973-023A	Telesat 2 (Anik 2)	66 km	201 km	13.07	1982
D.124	1973-058A	Intelsat 4 F-7 (47)	296 km	343 km	13.28	1983
D.190	1974-022A	Westar 1	72 km	139 km	12.76	1983
D.184	1974-075A	Westar 2	97 km	139 km	12.56	1986
D.173	1974-093A	Intelsat 4 F-8 (48)	116 km	158 km	11.89	1985
D.198	1974-101A	Symphonie	68 km	107 km	14.74	1983
D.153	1975-011A	SMS 2	166 km	265 km	14.52	1982
D.213	1975-038A	Telesat 3 (Anik 3)	39 km	87 km	12.03	1984
D.136	1975-042A	Intelsat 4 F-1 (41)	235 km	338 km	11.91	1987
D.200	1975-077A	Symphonie 2	57 km	113 km	14.84	1985
D.194	1975-091A	Intelsat 4A F-1 (411)	74 km	119 km	11.87	1986
D.160	1975-117A	RCA Satcom 1	80 km	303 km	11.99	1984
D.164	1976-010A	Intelsat 4A F-2 (412)	139 km	191 km	12.04	1985
D.129	1976-017A	Marisat 1	265 km	338 km	13.50	1997
D.96	1976-029A	Satcom 2	229 km	708 km	11.77	1985
D.183	1976-035A	NATO 3A	13 km	229 km	12.97	1992
D.179	1976-042A	Comstar 1A	104 km	150 km	11.86	1987
D.217	1976-066A	Palapa 1	38 km	63 km	11.65	1988
D.202	1976-073A	Comstar 1B	66 km	100 km	11.72	1994
D.205	1977-014A	KIKU 2	54 km	95 km	14.26	1991
D.209	1977-018A	Palapa 2	42 km	88 km	10.85	1991
D.148	1977-041A	Intelsat 4A F-4 (413)	179 km	290 km	11.00	1989
D.135	1977-065A	Himawari 1	230 km	349 km	13.74	1989
D.192	1978-002A	Intelsat 4A F-3 (414)	84 km	121 km	10.52	1988
D.123	1978-044A	OTS 2	283 km	358 km	12.30	1991
D.128	1978-068A	Comstar 1C	214 km	395 km	10.41	1986
D.140	1978-071A	ESA-GEOS 2	220 km	286 km	14.27	1984
D.177	1978-116A	Telesat 4 (Anik)	106 km	151 km	9.95	1986
D.197	1979-072A	Westar 3	69 km	114 km	8.91	1990
D.133	1980-074A	GOES 4	140 km	450 km	12.40	1988
D.178	1980-091A	SBS 1	103 km	150 km	9.60	1991
D.156	1981-076A	Himawari 2	152 km	254 km	12.07	1989
D.228	1981-096A	SBS 2	23 km	55 km	8.73	1996
D.221	1981-114A	Satcom 3R	22 km	66 km	6.50	1991
D.151	1981-119A	Intelsat 5 F-3 (503)	140 km	313 km	7.89	1998
D.159	1982-004A	Satcom 4	172 km	214 km	5.87	1991
D.171	1982-014A	Westar 4	121 km	162 km	5.94	1991
D.132	1982-017A	Intelsat 5 F-4 (504)	177 km	414 km	7.90	1995
D.130	1982-058A	Westar 5	228 km	370 km	5.65	1992

D.222	1982-082A	Telesat 5 (Anik D1)	13 km	74 km	6.26	1991
D.195	1982-110B	SBS 3	61 km	129 km	6.01	1995
D.191	1982-110C	Telesat 6 (Anik C3)	83 km	123 km	6.07	1997
D.144	1983-006A	Sakura 2A	198 km	292 km	9.29	1991
D.185	1983-030A	Satcom 1R	79 km	152 km	5.06	1992
D.125	1983-047A	Intelsat 5 F-6 (506)	288 km	339 km	6.53	1998
D.121	1983-059B	Telesat 7 (Anik C2)	154 km	498 km	5.94	1998
D.226	1983-065A	Galaxy 1	23 km	57 km	4.20	1994
D.154	1983-077A	Telstar 3A	112 km	310 km	4.37	1996
D.145	1983-094A	Satcom 2R	178 km	307 km	3.48	1995
D.165	1983-105A	Intelsat 5 F-7 (507)	129 km	197 km	6.86	1996
D.118	1984-005A	YURI 2A	294 km	396 km	8.60	1989
D.181	1984-080A	Himawari 3	95 km	153 km	8.45	1995
D.172	1984-093D	Telstar 3C	121 km	157 km	3.46	1997
D.182	1984-101A	Galaxy 3	88 km	156 km	3.50	1995
D.115	1984-113B	Telesat 8 (Anik D2)	265 km	509 km	4.74	1995
D.169	1984-114A	Spacenet 2	96 km	195 km	1.85	1998
D.149	1985-048B	Morelos 1	214 km	241 km	4.16	1994
D.188	1985-048D	Telstar 3D	105 km	118 km	3.20	1999
D.170	1985-076B	Aussat-1	122 km	166 km	5.02	1993
D.157	1986-003B	Satcom K1	186 km	220 km	2.15	1997
D.109	1986-007A	Raduga 18	127 km	702 km	9.43	1991
D.137	1986-016A	YURI 2B	205 km	351 km	6.78	1992
D.174	1986-026A	Gstar 2	115 km	155 km	3.34	1997
D.193	1987-029A	Palapa 5	76 km	127 km	2.73	1998
D.138	1987-070A	KIKU 5	216 km	315 km	6.05	1997
D.122	1987-095A	TV-Sat 1	265 km	376 km	8.07	1989
D.63	1988-018B	Telecom 1C	251 km	1081 km	3.21	1996
D.201	1988-071A	Gorizont 16	25 km	143 km	7.06	1991
D.131	1988-086A	Sakura 3B	270 km	323 km	1.63	1997
D.127	1988-098A	TDF 1	291 km	320 km	2.47	1996
D.163	1988-109A	Skynet 4B	153 km	178 km	5.53	1998
D.119	1989-004A	Gorizont 17	261 km	423 km	6.68	1997
D.155	1989-020A	JCSAT 1	188 km	229 km	1.67	1998
D.126	1989-027A	TELE-X	287 km	330 km	1.98	1998
D.167	1989-041A	Superbird A	125 km	171 km	6.57	1991
D.142	1989-052A	Gorizont 18	100 km	393 km	6.26	1996
D.92	1990-063A	TDF 2	267 km	681 km	0.66	1999
D.-	1993-015A	UFO 1	253 km	322 km	22.90	1993
D.158	1993-039A	Galaxy 4	121 km	1274 km	0.93	1998

表4

地球同步轨道下方的航天器：远地点在0至400公里之间

状态	空间研委会识别号	名称	近地点	远地点	倾角	寿命结束操纵
D.290	1968-081A	OV 2-5	-709 km	- 3 km	13.12	
D.294	1974-039A	ATS 6	-599 km	-346 km	14.74	1980
D.240	1985-015A	Arabsat 1A	- 73 km	-10 km	6.53	1992
D.258	1988-034A	Kosmos 1940	-207 km	-14 km	7.45	1988
D.256	1989-041B	DFS 1 Kopernikus 1	-168 km	-49 km	2.82	1995
D.283	1989-053A	Olympus 1	-381 km	-228 km	5.47	1993

表5

## 与地球同步轨道交叉的航天器

状态	空间研委会识别号	名称	近地点	远地点	倾角	寿命结束操纵
D.402	1964-047A	Syncom 3	- 43 km	72 km	8.55	
L2.21	1965-028A	Intelsat 1 F-1 Early Bird			13.41	
D.236	1966-110A	ATS 1	-59 km	25 km	13.91	
D.235	1967-001A	Intelsat 2 F-2 (22)	-46 km	98 km	14.42	
L3.5	1967-026A	Intelsat 2 F-3 (23)			13.79	
L2.24	1967-094A	Intelsat 2 F-4 (24)			14.25	
L41.3	1968-081C	ERS-21 (OV 5-4)			13.58	
L2.19	1968-081D	LES 6			13.57	
L1.3	1968-081C	OV 5-4			13.58	
L1.1	1969-011A	Intelsat 3 F-3 (33)			6.09	1979
D.403	1969-013A	Tactical Comsat 1	- 38 km	15 km	14.52	
L2.6	1969-101A	Skynet 1A			14.65	
L2.9	1970-021A	NATO 1			14.38	
L42.1	1970-032A	Intelsat 3 F-7 (37)			0.85	
D.295	1970-055A	Intelsat 3 F-8 (38)	-1960 km	863 km	13.48	在地球同步轨道出故障
L2.8	1971-009A	NATO 2			15.18	
L2.10	1971-095A	DSCS 1			15.15	
L3.1	1971-095B	DSCS 2			15.05	1993
D.259	1974-017A	Kosmos 637	- 314 km	31 km	14.77	
L1.42	1974-060A	Molniya S1			15.17	
L1.68	1974-094A	Skynet 2B			14.25	
L1.47	1975-097A	Kosmos 775			15.15	
L2.15	1975-100A	GOES 1			14.60	
L1.13	1975-123A	Raduga 1			15.04	
L2.18	1976-004A	CTS 1 (Hermes)			14.89	1979年出故障
L2.11	1976-023A	LES 8			13.00	
L2.2	1976-023B	LES 9			12.99	
L1.15	1976-092A	Raduga 2			15.01	
L1.26	1976-107A	Ekran 1			14.98	
L1.48	1977-071A	Raduga 3			14.84	
L1.54	1977-080A	Sirio 1			12.54	
L1.31	1977-092A	Ekran 2			14.79	
L1.65	1977-108A	Meteosat 1			14.32	
L1.69	1978-035A	Intelsat 4A F-6 (416)			10.51	
L1.43	1978-039A	YURI 1 (BSE 1)			14.14	
L2.7	1978-062A	GOES 3			12.65	1995
L1.46	1978-073A	Raduga 4			14.55	
D.-	1978-118A	Gorizont 1	-13938 km	13946 km	25.10	在地球同步轨道出故障
L1.33	1979-015A	Ekran 3			14.33	
L1.12	1979-035A	Raduga 5			14.29	
L1.17	1979-062A	Gorizont 2			13.99	
L1.25	1979-087A	Ekran 4			14.08	

L1.44	1979-105A	Gorizont 3			13.79	
L2.33	1980-004A	Fleetsatcom 3			11.66	
L1.41	1980-016A	Raduga 6			13.90	
D.405	1980-018A	Ayame 2	-3002km	1053 km	1.39	在地球同步轨道出故障
L41.2	1980-060A	Ekran 5			11.33	
L2.27	1980-081A	Raduga 7			13.57	
L1.30	1980-104A	Ekran 6			13.50	
D.238	1981-027A	Raduga 8	-375 km	315 km	13.51	
L2.17	1981-049A	GOES 5			9.83	
D.208	1981-057B	APPLE	-25 km	158 km	12.83	1984
L1.34	1981-061A	Ekran 7			13.24	
L1.49	1981-069A	Raduga 9			13.16	
L1.11	1981-102A	Raduga 10			13.04	
D.196	1982-009A	Ekran 8	-30 km	217 km	12.93	1984
D.404	1982-031A	Insat 1A	- 225 km	149 km	0.07	1984
L1.9	1982-044A	Kosmos 1366			12.80	
L1.38	1982-093A	Ekran 9			12.43	
L2.25	1982-103A	Gorizont 6			12.04	
L2.3	1982-105A	RCA Satcom 5			6.35	
L1.10	1983-028A	Raduga 12			11.46	
L2.16	1983-041A	GOES 6			8.78	
D.232	1983-059C	Palapa 3	5 km	50 km	7.01	1995年出故障
(因其轨道与地球同步轨道极为接近而包括在此)						
L1.61	1983-089B	Insat 1B			7.54	1993
D.233	1983-098A	Galaxy 2	- 3 km	45 km	4.09	1994
L1.36	1983-100A	Ekran 11			11.73	
L1.14	1984-016A	Raduga 14			10.77	
L1.5	1984-022A	Kosmos 1540			11.76	
L1.7	1984-031A	Kosmos 1546			10.66	
L1.66	1984-035A	China 15			9.43	
L1.24	1984-041A	Gorizont 9			10.50	
L1.59	1984-063A	Raduga 15			10.55	
L2.22	1984-078A	Gorizont 10			10.24	
L3.7	1985-007A	Gorizont 11			9.84	
L2.30	1985-016A	Kosmos 1629			10.02	
L1.71	1985-035B	Telecom 1B			8.78	1988年出故障
D.239	1985-048C	Arabsat 1B	- 83 km	5 km	5.84	
L2.26	1985-070A	Raduga 16			9.60	
L2.14	1985-076C	ASC-1			3.79	
L1.20	1985-102A	Kosmos 1700			9.32	
D.229	1985-107A	Raduga 17	-11 km	75 km	9.37	1992
L1.37	1986-010A	China 18			8.32	
L2.36	1986-027A	Kosmos 1738			9.34	
L1.45	1986-044A	Gorizont 12			8.84	
L3.9	1987-084A	Kosmos 1888			7.74	
L2.31	1987-091A	Kosmos 1894			7.85	
L1.22	1987-096A	Kosmos 1897			7.64	
L2.20	1987-100A	Raduga 21			7.86	
L1.16	1988-014A	China 22 (STTW-1 2)			4.70	

L1.19	1988-063A	INSAT 1C			7.43	
L1.3	1988-066A	Kosmos 1961			7.04	
L1.62	1988-095A	Raduga 22			6.86	
L1.53	1989-030A	Raduga 23			6.49	
L1.50	1989-081A	Gorizont 19			6.14	
L1.39	1989-098A	Raduga 24			6.06	
L2.35	1989-101A	Kosmos 2054			5.90	
L1.29	1990-011A	China 26 (STTW-2A)			3.09	
L2.23	1990-016A	Raduga 25			5.80	
L1.23	1990-054A	Gorizont 20			5.55	
L1.4	1990-061A	Kosmos 2085			5.47	
L1.27	1990-112A	Raduga 26			5.12	
L1.35	1990-116A	Raduga 1-02			5.12	
L1.6	1991-010A	Kosmos 2133			4.00	
L1.58	1991-014A	Raduga 27			5.29	
L3.3	1991-064A	Kosmos 2155			4.70	
L3.8	1991-079A	Kosmos 2172			4.45	
L2.29	1992-059A	Kosmos 2209			3.91	
L1.64	1992-088A	Kosmos 2224			2.66	
L2.13	1993-077A	Telstar 401			1.99	出故障
L1.40	1994-012A	Raduga 31			2.63	
L2.28	1994-038A	Kosmos 2282			1.53	
L1.2	1994-069A	Elektro			2.42	
D.264	1994-080A	DFH 3 (China 44)	- 572 km	185 km	3.18	在地球同步轨道出故障
L2.34	1994-082A	LUCH			1.07	
L2.4	1995-057A	UFO 6 (USA 114)			3.68	
D.305	1997-027B	INSAT 2D	-2620 km	179 km	1.46	1997年出故障
L2.32	1997-041A	Cosmos 2345			0.22	
L1.21	1997-070A	Kupon 1			1.09	1997年出故障
L1.8	1998-025A	Cosmos 2350			1.34	