



Asamblea General

Distr.: General
8 de diciembre de 1998
ESPAÑOL
Original: Inglés

Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

Investigaciones nacionales sobre la cuestión de los desechos espaciales, seguridad de los satélites nucleares y problemas de la colisión de las fuentes de energía nuclear con los desechos espaciales

Nota de la Secretaría

Índice

	<i>Página</i>
I. Introducción	1
II. Respuestas recibidas de los Estados Miembros	2
Canadá	2
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	2

I. Introducción

1. En el párrafo 29 de su resolución 52/56, de 10 de diciembre de 1997, la Asamblea General consideró esencial que los Estados Miembros prestaran más atención al problema de las colisiones de objetos espaciales, incluidas las fuentes de energía nuclear, con desechos espaciales, y a otros aspectos de esos desechos, y pidió que continuaran las investigaciones nacionales sobre esa cuestión, que se mejorase la tecnología para la vigilancia de los desechos espaciales y que se recopilase y difundiese información sobre desechos espaciales. La Asamblea sugirió que, en la medida de lo posible, se informara al respecto a la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos.

2. En el párrafo 18 de la misma resolución, la Asamblea General invitó a los Estados Miembros a que informaran periódicamente al Secretario General acerca de las investigaciones realizadas en los planos nacional e internacional sobre la seguridad de los satélites propulsados por energía nuclear.

3. El Secretario General dirigió a todos los Estados Miembros una nota verbal de fecha 17 de julio de 1998 en la que les invitó a presentar a la Secretaría, a más tardar el 30 de septiembre de 1998, la información solicitada para que la Secretaría pudiera preparar un informe con esta información a fin de transmitirlo a la Subcomisión en su 36º período de sesiones.

4. El presente documento ha sido preparado por la Secretaría sobre la base de la información recibida de Estados Miembros y organizaciones internacionales al 1° de diciembre de 1998. La información que se reciba después de esa fecha se incluirá en una adición al presente documento.

II. Respuestas recibidas de los Estados Miembros*

Canadá

El Canadá otorga mucha importancia a la cuestión de los desechos espaciales. Ahora bien, dado que el ámbito de las actividades en materia de desechos espaciales supera las capacidades del Canadá, el país ha decidido concentrar sus actividades de investigación y análisis. Dos esferas de interés en las que se están logrando progresos son la vigilancia de los desechos y la prevención de los daños.

En la esfera de la vigilancia de los desechos, en 1997 Canadá dirigió un grupo internacional para medir el flujo de meteoritos de Leonid. Tras una campaña y verificaciones de instrumentos realizados con éxito, se están elaborando planes para que el Canadá dirija una campaña muchos más amplia y más integrada: Leonids 98. La población de meteoritos, aunque no forma parte concretamente de la población de desechos espaciales, constituye un importante segmento de la distribución de la entrada de masas de partículas que requieren medidas de protección. La instalación primaria de observación óptica estará ubicada en Mongolia Exterior, y una instalación secundaria de observación óptica y de microondas estará ubicada en Australia septentrional. Se han previsto enlaces de comunicación de datos en tiempo real con emplazamientos situados en América del Norte a fin de suministrar datos a empresas comerciales. Se prevé que la próxima lluvia de meteoritos de Leonid será la más grande jamás experimentada, teniendo en cuenta la gran cantidad de objetos espaciales valiosos que hay en órbita.

La labor de protección y prevención de los daños a estructuras compuestas, como el Explorador Multiespectral, continúa con el uso de hiperactividad en los Estados Unidos de América y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte. La finalidad de estos estudios es desarrollar mejores técnicas para proteger el equipo que se coloque en el espacio en el futuro.

* Las respuestas se reproducen en la forma en que se recibieron.

Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte

El Reino Unido sigue cumpliendo una función clave en las actividades relacionadas con el problema de los desechos espaciales. Cuenta con un amplio y variado programa de investigación sobre importantes aspectos de los desechos y es un participante activo a nivel nacional a través del Grupo de Coordinación del Reino Unido, a nivel europeo a través de la Agencia Espacial Europea (ESA) y a nivel internacional en el marco del Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales y la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos de las Naciones Unidas. Los programas son coordinados por el Centro Nacional Británico del Espacio.

El Centro patrocinó un seminario sobre peligros espaciales organizado por la Agencia de Investigación y Evaluación de Defensa (Defence Evaluation and Research Agency (DERA)) del Reino Unido los días 21 y 22 de octubre de 1998 en Farnborough. El seminario, que reunió a importantes investigadores europeos en la esfera de los desechos, trató cuestiones como la investigación básica en materia de desechos espaciales, el desarrollo de modelos y el cumplimiento de las directrices sobre explotación por la industria.

El 29 de enero de 1998 se realizó una reunión de coordinación en el Royal Greenwich Observatory (RGO) de Herstmonceux Castle, en la que participaron Advanced System Architectures, el Centro Nacional Británico del Espacio, Century Dynamics, la Agencia de Investigación y Evaluación de Defensa, Fluid Gravity Engineering, el Ministerio de Defensa, Matra Marconi Space, el RGO y las universidades de Cranfield, Kent, Londres y Southampton. Hubo disertaciones sobre diversos temas que abarcaron: las actividades de la última reunión del Comité Interinstitucional de Coordinación en materia de Desechos Espaciales celebrada en Houston, Texas; los avances en el desarrollo de equipo de rastreo de desechos; el perfeccionamiento de nuevos modelos sobre desechos y meteoritos, y los resultados obtenidos con estos modelos; y las investigaciones relacionadas con los blindajes contra desechos.

El Reino Unido ha participado activamente en las reuniones del Comité Interinstitucional celebradas en Houston durante diciembre de 1997 y en una reunión de un Grupo de Dirección celebrada en Nagoya (Japón) el 15 de julio de 1998.

A continuación se indican los estudios, y las publicaciones en que figuran, de las organizaciones del Reino Unido que realizan investigaciones sobre los desechos.

A. Universidad de Kent

La Universidad de Kent, a través de la Dependencia de Ciencias Espaciales, aporta importantes contribuciones en todos los aspectos de las investigaciones sobre los desechos espaciales. Se mantiene un alto nivel mediante la asistencia a varios foros internacionales, entre ellos: la 32^o Asamblea Científica del Comité de Investigaciones Espaciales (COSPAR),^{1, 2, 3, 4} y el Simposio sobre impactos a hipervelocidad de 1998^{5, 6}. Las actividades de investigación se siguen centrando en el diseño y desarrollo de detectores de desechos *in situ*, el análisis de los resultados de los análisis de impactos en los detectores y en superficies recuperadas de naves espaciales y las características de los materiales de las naves espaciales en condiciones de impactos a hipervelocidad. Estas esferas se examinan con más detalle más adelante.

Detectores de desechos. Gracias a la producción de un sensor espacial compacto y eficaz en función de su costo, DEBIE, se siguió avanzando en las actividades para aprovechar tres oportunidades de vuelo y se desarrollaron instrumentos espaciales. Un consorcio finlandés presta asistencia respecto de estas oportunidades manteniendo capacidades de manufacturación disponibles para el vuelo de PROBA, de la ESA, en 2000. Los ensayos realizados en Kent con un acelerador de micropartículas de 2 MV han establecido resultados de plasma de impacto, datos de diseño y relaciones de datos, facilitando de esta forma la optimización de los costos y la elaboración de los datos. Esta oportunidad prevé también el análisis de los datos en Kent. Para la segunda oportunidad de vuelo, el satélite STRV 1C, el programa de desarrollo y ensayo de Kent ha establecido un calendario para el equipo del vuelo de octubre de 1998. El vuelo, que ahora está previsto para agosto de 1999, coincidirá con el inicio de la lluvia de meteoritos de Leonid en noviembre de 1999. Se ha previsto un tercer vuelo de DEBIE en la Estación Espacial Internacional, para obtener información sobre la dirección de los flujos de micropartículas y meteoritos en las cercanías de grandes estructuras espaciales.

Análisis de superficies recuperadas. El panel solar recuperado del Telescopio Espacial Hubble (HST) en 1993, tras 3 años y 62 días de exposición en el espacio a una altitud aproximada de 600 km, sigue brindando

oportunidades de documentar la constitución de los desechos espaciales y los micrometeoritos en órbita terrestre baja. Los impactos a hipervelocidad de partículas de cualquiera de estas poblaciones en el equipo espacial dejan pocos rastros del elemento de impacto original, por lo que es difícil determinar la naturaleza original de ese elemento. Ahora bien, la labor realizada recientemente para reevaluar las células solares del HST empleando técnicas analíticas de microscopía de electrones ha permitido ciertos avances a este respecto. Esta investigación ha puesto de relieve que los análisis del equipo expuesto al espacio pueden rendir mucha información valiosa sobre la población de desechos. En consecuencia, Kent (trabajando por contrata para la ESA) ha derivado flujos de desechos actualizados a altitudes terrestres bajas para modelos de desechos espaciales de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA).

Características de los materiales compuestos en condiciones de impactos. Además de la labor de caracterización del entorno de desechos, Kent ha trabajado en la determinación de las consecuencias de los impactos a hipervelocidad en los materiales estructurales de las naves espaciales. Típicamente, estos materiales comprenden aluminio o planchas de materiales compuestos trenzados. En la mayoría de las naves espaciales en órbita terrestre baja, constituyen el principal blindaje de protección contra los impactos de desechos espaciales y partículas de meteoritos. Los resultados obtenidos en un programa de ensayo de impactos utilizando el disparador de gases ligeros de dos etapas de Kent indican que el umbral de perforación del material blanco compuesto escogido dependía mucho del ángulo del impacto. La siguiente fase de la investigación se concentrará en la construcción de una ecuación límite balística, que constituirá un elemento adicional de información valiosa para facilitar el proceso de diseño de estructuras de satélites.

B. Universidad de Londres

El equipo de investigación de la Universidad de Londres en el Queen Mary and Westfield College está desarrollando modelos para representar fuentes de microdesechos que se encuentran en el espacio. Esta labor de preparación de modelos es complementaria de la que tiene lugar en Kent. Se está desarrollando una serie de modelos empíricos para determinar la cantidad de microdesechos depositados en el espacio en función de la altitud y la inclinación de la órbita, la duración en órbita, los materiales de las superficies de las naves espaciales y el entorno espacial externo determinado.

Esta labor se apoya en las investigaciones sobre técnicas novedosas para representar la frecuencia y la dinámica de las colisiones de diferentes poblaciones de objetos en órbita. Uno de los métodos más prometedores es el de la Simulación Directa de Monte Carlo⁷, que emplea técnicas derivadas de los cálculos de gases enrarecidos. El entorno derivado mediante este método de preparación de modelos y el flujo observado en el laboratorio de exposición prolongada (LDEF) de elementos de impacto pequeños muestran una buena correspondencia. Más recientemente, el modelo se ha utilizado para realizar un análisis estadístico de las incertidumbres a fin de mejorar las evaluaciones del riesgo de impacto de desechos en la ventanas del Transbordador Espacial⁸. El programa predice que tras la mayoría de los vuelos del transbordador habrá que reemplazar entre 0 y 2 ventanas a consecuencia de impactos de desechos.

C. Universidad de Southampton

La Universidad de Southampton sigue concentrando sus actividades en análisis de riesgos y eventos de colisión en un marco temporal más corto. Un conjunto de programas de elaboración de modelos denominado Conjunto de Simulación de Desechos Espaciales, examina las consecuencias de las roturas inducidas por colisiones o explosiones y la evolución a corto plazo de la nube de desechos resultante. Utilizando un criterio generalizado del método de la transición probabilística, el programa puede seguir las trayectorias de los fragmentos resultantes para determinar la probabilidad de colisiones con otros objetos, y si se produjera una colisión, el nivel de daños que cabría esperar. En fecha reciente el modelo se utilizó para realizar un análisis de la rotura de un objeto en las cercanías de la Estación Espacial Internacional, y evaluar la probabilidad de daños producidos por un impacto. Esta labor se comunica a la 49ª reunión del Congreso Internacional de Astronáutica (un importante foro internacional que cuenta con una gran participación de la comunidad del espacio).

D. Matra Marconi Space

La industria del Reino Unido sigue reconociendo los efectos perjudiciales del entorno de desechos espaciales sobre los satélites. Matra Marconi Space encabeza un consorcio, en el que participan la Universidad de Kent y DERA, para investigar el perfeccionamiento de métodos para instalar blindajes eficaces en función de su costo en naves espaciales no tripuladas. El resultado de esta labor es la construcción de dos diseños básicos⁹ que se utilizarán para ensayar impactos empleando el disparador de gases

ligeros de Kent. Los resultados de los ensayos permitirán establecer la eficacia de diferentes configuraciones de blindajes en cuanto a resistencia a la penetración de desechos. El resultado final permitirá a los fabricantes de satélites del Reino Unido y de Europa adoptar la protección contra desechos más robusta y económica posible en el diseño de futuros satélites.

E. Century Dynamics

Century Dynamics mantiene su singular capacidad para investigar los procesos de impactos a hipervelocidad mediante el desarrollo continuado del hidrocódimetro AUTODYN-2DTM. Junto con la Dependencia de Ciencias Espaciales de la Universidad de Kent, ha completado un programa de simulaciones para investigar la respuesta de materiales quebradizos a diversas condiciones de impactos a hipervelocidad¹⁰. Esta labor es muy importante porque permite realizar comparaciones de la exactitud de los resultados de las simulaciones con el hidrocódimetro, y también porque proporciona un instrumento que el diseñador puede utilizar para comenzar a investigar la respuesta de los materiales de naves espaciales a los impactos de desechos y meteoritos.

Century Dynamics sigue estudiando la naturaleza de elevado índice de empleo de computadoras de la preparación de modelos con el hidrocódimetro, evaluando el equilibrio correcto entre velocidad y exactitud. Como parte de este proceso, ha colaborado con DERA para aplicar en sus modelos nuevas técnicas, como la hidrodinámica de partículas en calma¹¹. Por último, Century Dynamics está a la vanguardia del desarrollo de modelos de materiales fuertes y ligeros, como Nextel y Kevlar¹². Estos materiales se están utilizando cada vez más en el diseño de naves espaciales, particularmente para proporcionar blindaje contra desechos, por lo que es importante comprender sus características de resistencia a impactos.

F. Organismo de Evaluación e Investigación de Defensa

El Organismo de Evaluación e Investigación de Defensa (DERA) es el encargado de la coordinación técnica del programa del Reino Unido sobre investigación de los desechos espaciales. Además, el Organismo está desarrollando varios programas informáticos de análisis.

El primero es un conjunto de programas denominado Integrated Debris Evolution Suite (IDES) (conjunto integrado de evolución de desechos)¹³ que permite evaluar el

riesgo de futuras colisiones que correrán las naves espaciales. El programa permite preparar modelos de todas las actividades de lanzamiento y orbitales, incluidas las colisiones, las explosiones, las separaciones y los desprendimientos. Permite también propagar las órbitas de los objetos introducidos en el entorno espacial y considerar la influencia de las perturbaciones gravitacionales, la resistencia atmosférica y la influencia del Sol y la Luna. Se ha realizado un amplio programa de ensayos para asegurar que las predicciones tienen una buena correspondencia con las observaciones. Mediante una combinación de datos de seguimiento por radar para los objetos más grandes y análisis de superficies recuperadas para los objetos más pequeños se obtiene una buena correlación entre las predicciones y las observaciones. Este proceso de validación es de carácter permanente, ya que el entorno de desechos espaciales es sumamente dinámico.

La confianza derivada hasta la fecha de la buena comparación con datos reales ha estimulado a los usuarios de IDES a emplear el programa en modalidad de predicción. Esto ha permitido determinar el impacto de los futuros sistemas planeados. Mediante una serie de estudios¹⁴ se sigue investigando la influencia de los sistemas (constelaciones) de comunicaciones por satélite en órbita terrestre baja en el aumento del número de desechos en órbita. Se ha demostrado que el acoplamiento del gran número de nuevos satélites y la población de desechos de fondo aumentará significativamente la tasa de aumento de objetos en órbita. También resulta claro que las propias constelaciones de satélites estarán más expuestas a colisiones. También se están estudiando los efectos de aplicar medidas de mitigación de desechos, como la modificación de la órbita de los satélites al final de su vida útil¹⁵. Los escenarios de mitigación que se proponen actualmente parecen ofrecer sólo soluciones parciales al crecimiento del entorno de desechos y el riesgo conexo de colisión con satélites.

Como complemento de este instrumento de preparación de modelos del entorno de desechos se está desarrollando un instrumento de diseño y evaluación de riesgos denominado PLATFORM, para sintetizar los datos sobre la población de desechos pronosticados por IDES y determinar la distribución de los impactos de desechos en un satélite blanco que se desplaza en órbita a través de este entorno. A partir de estos datos sobre impactos, y conociendo la configuración del satélite blanco, PLATFORM permite calcular las posibilidades de supervivencia del satélite. El modelo PLATFORM está vinculado a novedoso módulo denominado SHIELD¹⁶, que se está diseñando para

determinar la combinación óptima de blindaje y configuración de los distintos elementos de un satélite. En el proceso de optimización se utiliza un algoritmo genérico, que es ideal para considerar las limitaciones de diseño como el mantenimiento del equilibrio térmico y la masa del satélite. La combinación de IDES y PLATFORM/SHIELD constituye un poderoso instrumento para diseñar satélites que puedan hacer frente a los futuros desafíos tecnológicos planteados por los desechos espaciales.

Notas

- ¹ G. A. Graham colaboradoras, "The collection of micrometeoroid remnants from low Earth orbit", presentado en la 32ª Asamblea Científica de COSPAR, celebrada en Nagoya (Japón), en julio de 1998.
- ² J.A.M. McDonnell y colaboradores, "APSI—Aerogel position-sensitive impact sensor; Capabilities for *in situ* collection and sample return", presentado en la 32ª Asamblea Científica de COSPAR, celebrada en Nagoya (Japón), en julio de 1998.
- ³ J.A.M. McDonnell, N. McBride y S. F. Green, "Meteoroids and small-size debris in LEO and at 1 AU: results of recent modelling", presentado en la 32ª Asamblea Científica de COSPAR, celebrada en Nagoya (Japón), en julio de 1998.
- ⁴ E. A. Taylor y colaboradores, "Space debris impacts on HST and Eureca solar arrays compared with LDEF using a new glass-to-aluminium conversion", presentado en la 32ª Asamblea Científica de COSPAR, celebrada en Nagoya (Japón), en julio de 1998.
- ⁵ G. A. Graham colaboradoras, "Natural and simulated hypervelocity impacts in solar cells", presentado en el Simposio sobre impactos a hipervelocidad celebrado en Huntsville, Alabama (Estados Unidos de América), en noviembre de 1998.
- ⁶ E. A. Taylor, M. K. Herbert y J.A.M. McDonnell, "Hypervelocity impact on carbon-fibre-reinforced plastic/aluminium honeycomb: comparison with Whipple bumper shields", presentado en el Simposio sobre impactos a hipervelocidad celebrado en Huntsville, Alabama (Estados Unidos de América), en noviembre de 1998.
- ⁷ L. Wang y J.P.W. Stark, "Direct simulation of space debris evolution", se publicará en el *Journal of Spacecraft and Rockets*.
- ⁸ L. Wang y J.P.W. Stark, "Direct simulation of space shuttle space-debris flight damage", paper No. IAA-98-IAA.6.4.02, presentado en el 49º Congreso Internacional de Astronáutica, celebrado en Melbourne (Australia), en septiembre y octubre de 1998.
- ⁹ J. E. Wilkinson, P. H. Stokes, G. G. Swinerd y R. Walker, "Implementation of a new approach to optimise satellite debris protection", presentado en el 21º Simposio internacional sobre ciencia y tecnología espacial, celebrado en Omiya (Japón), en

mayo de 1998.

- ¹⁰ E. A. Taylor y others, "Hydrocode modelling of hypervelocity impact on brittle materials: depth of penetration and conchoidal diameter", presentado en el Simposio sobre impactos a hipervelocidad celebrado en Huntsville, Alabama (Estados Unidos de América), en noviembre de 1998.
- ¹¹ C. J. Hayhurst y colaboradores, "Numerical simulation of hypervelocity impacts on aluminium and Nextel/Kevlar Whipple shields", presentado en el Simposio sobre blindaje contra hipervelocidad, celebrado en Galveston, Texas (Estados Unidos de América) en marzo de 1998.
- ¹² C. J. Hayhurst y colaboradores, "Development of material models for Nextel and Kevlar-epoxy for high pressures and strain rates", presentado en el Simposio sobre impactos a hipervelocidad celebrado en Huntsville, Alabama (Estados Unidos de América), en noviembre de 1998.
- ¹³ R. Walker, P. H. Stokes, J. Wilkinson y G. G. Swinerd, "Enhancement and validation of the IDES orbital debris environment model", presentado a la revista *Space Debris* para su publicación en el primer número (febrero de 1999).
- ¹⁴ R. Walker, R. Crowther, J. Wilkinson, P. H. Stokes y G. Swinerd, "Orbital debris collision risks to satellite constellations", presentado en el Simposio Internacional de IAF sobre el diseño de misión y la aplicación de constelaciones de satélites, celebrado en Toulouse (Francia) en noviembre de 1997.
- ¹⁵ R. Walker, R. Crowther, M. Cosby, P. H. Stokes y G. G. Swinerd, "The long-term impact of constellations on the debris environment after the implementation of debris mitigation measures", presentado en el 48° Congreso Internacional de Astronáutica, celebrado en Turín (Italia), en octubre de 1997.
- ¹⁶ P. H. Stokes, R. Walker, J. E. Wilkinson y G. G. Swinerd, "Novel modelling solutions for debris risk reduction", presentado en la 32ª Asamblea Científica de COSPAR, celebrada en Nagoya (Japón), en julio de 1998.