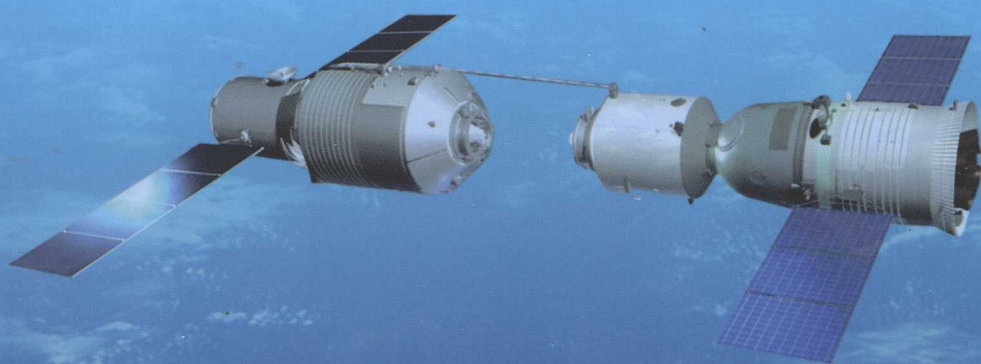


航天器机构 及其可靠性

刘志全 等著



中国宇航出版社

013034028

V423
16

航天器机构及其可靠性

刘志全 等著



V423
16



北航

C1642892



中国宇航出版社

·北京·

内 容 简 介

本书涵盖了“机械基础——零部件设计与分析”、“航天器机构的发展”、“航天器机构的设计与分析”和“航天器机构可靠性设计、试验及评估”四部分内容,不特别追求对机构基础理论描述的系统性和对机构种类覆盖的全面性,而力求突出航天器机构个性化的创新性研究成果。

作者以航天器机构工程研制经验为基础,总结了20多年来作者及有关合作者在部分机械零部件、航天器机构及其可靠性方面的研究成果,撰写成本书。

本书可供高等院校相关专业师生及航天器相关领域工程技术人员参考。

版权所有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

航天器机构及其可靠性/刘志全等著. --北京:中国宇航出版社,2012.12

ISBN 978-7-5159-0337-8

I. ①航… II. ①刘… III. ①航天器—机构学—可靠性 IV. ①V423

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第285742号

责任编辑 曹晓勇 彭晨光 封面设计 文道思

出 版
发 行

中国宇航出版社

社 址 北京市阜成路8号 邮 编 100830
(010)68768548

网 址 www.caphbook.com

经 销 新华书店

发行部 (010)68371900 (010)88530478(传真)
(010)68768541 (010)68767294(传真)

零售店 读者服务部 北京宇航文苑
(010)68371105 (010)62529336

承 印 北京中新伟业印刷有限公司

版 次 2012年12月第1版

2012年12月第1次印刷

规 格 787×1092

开 本 1/16

印 张 22.5 彩 插 8面

字 数 517千字

书 号 ISBN 978-7-5159-0337-8

定 价 80.00元

本书如有印装质量问题,可与发行部联系调换

前 言

随着航天事业的发展，航天器的功能不断增强，性能不断提高，星箭连接分离机构、舱段连接分离机构、压紧释放机构、太阳翼/天线展开机构、空间对接机构、舱门机构、着陆缓冲机构、自动取样机构等机构越来越多地被应用到航天器上，航天器机构的可靠性问题也越来越突出。为了进一步提升航天器机构的设计水平，提高航天器机构的可靠性，促进研究成果应用于航天器工程，作者以航天器机构工程研制经验为基础，总结了20多年来作者及有关合作者在部分机械零部件、航天器机构及其可靠性方面的研究成果，撰写成本书。

本书涵盖了“机械基础——零部件设计与分析”、“航天器机构的发展”、“航天器机构的设计与分析”和“航天器机构可靠性设计、试验及评估”四部分内容，不特别追求对机构基础理论描述的系统性和对机构种类覆盖的全面性，而力求突出航天器机构个性化的创新性研究成果。

本书的出版得到了中国空间技术研究院总体部王永富研究员、范含林研究员、柴洪友研究员及中国宇航出版社的支持与帮助，作者在此谨致谢意。中国空间技术研究院总体部的官颖工程师、孙国鹏工程师、李新立工程师和博士研究生王丽丽同志参加了本书的校对和修改工作，在此一并感谢。

本书可供高等院校相关专业师生及航天器相关领域工程技术人员参考。欢迎读者对本书中的错误和疏漏之处给予批评指正。

作者

2012年12月

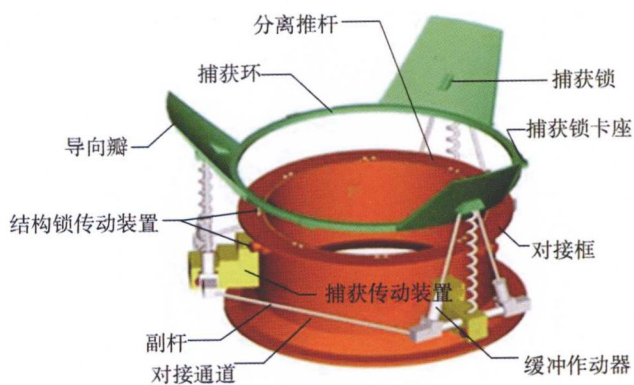


图 1 某型对接组件示意图(P97)

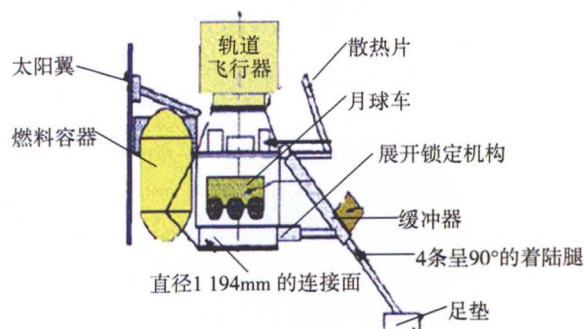


图 5 欧洲月球 2000 探测器(P118)

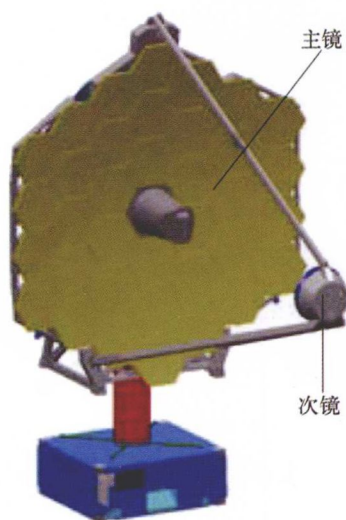


图 2 展开后的 JWST 主镜(P131)

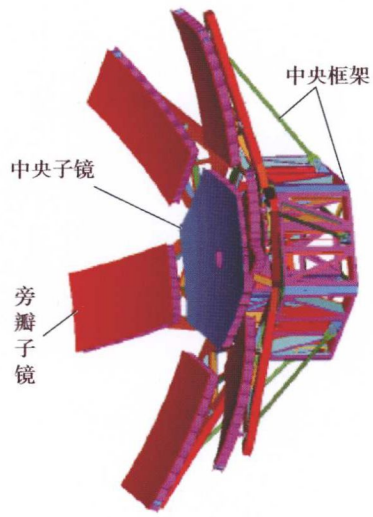
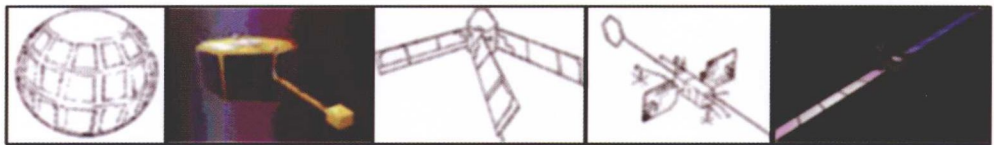


图 5 电机驱动的 Lidar 系统(P132)



图 8 折叠状态的 EMC 铰链(P133)



(a)球形装式

(b)柱形装式

(c)带浆展开式

(d)单板展开式

(e)多板展开式

图 1 空间太阳能电池阵总体构型的发展(P154)

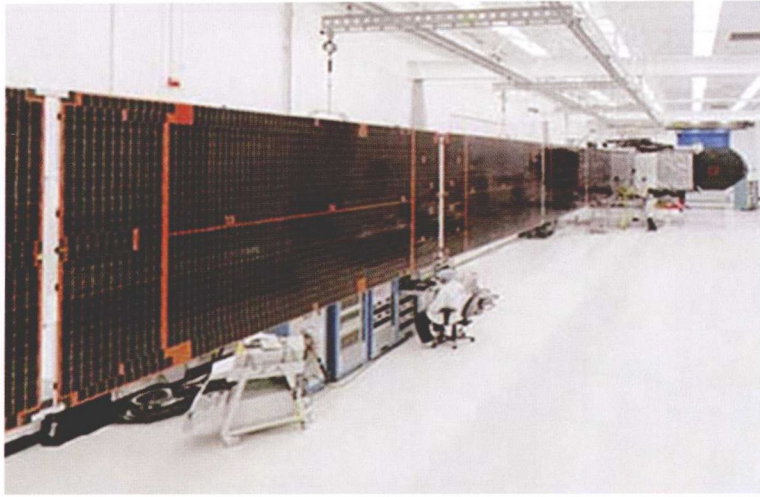


图 2 多板一维一次展开构型^[4](P155)

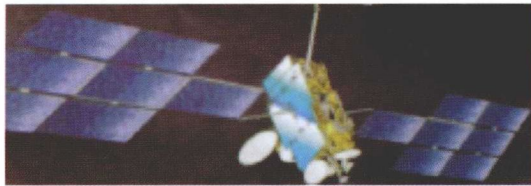
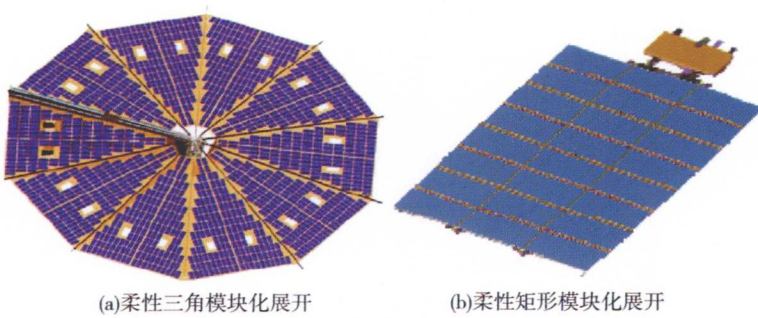


图 3 多板二维多次展开构型^[3](P155)



(a)柔性三角模块化展开

(b)柔性矩形模块化展开

图 4 近期空间太阳能电池阵总体构型的发展趋势(P156)

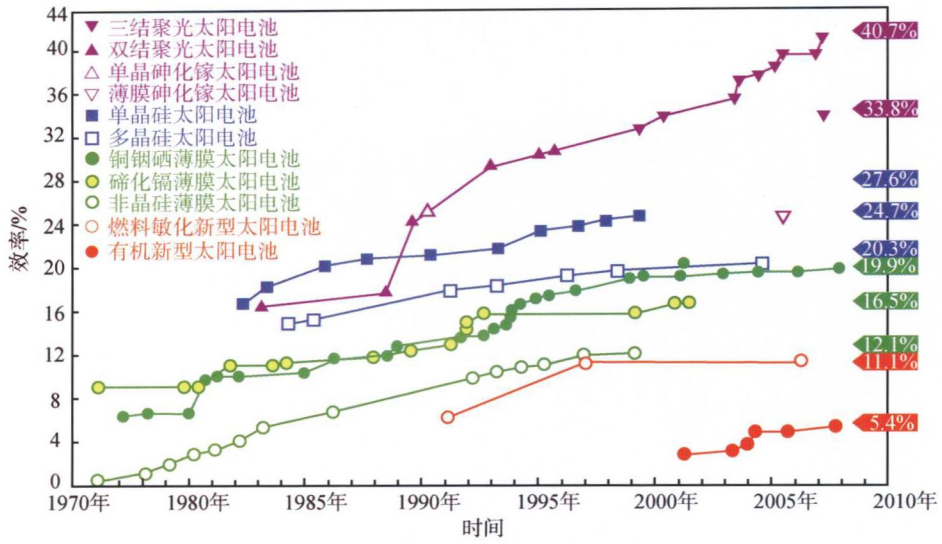


图5 不同材料的太阳能电池片光电转换效率随年份的变化曲线^[10] (P158)

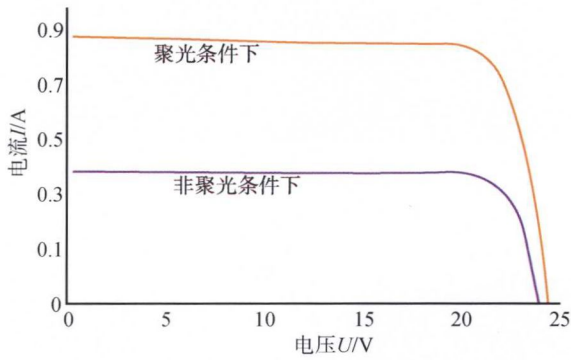


图6 太阳能电池片在聚光和非聚光条件下的 $I-U$ 曲线^[11] (P158)

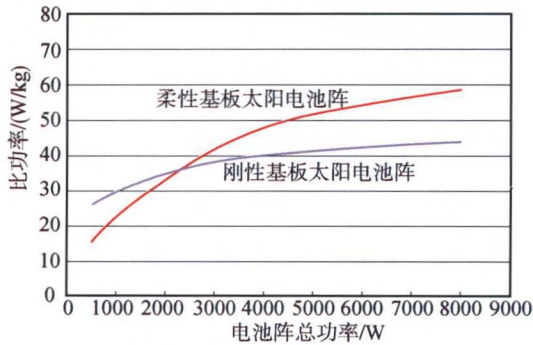


图7 柔性基板太阳能电池阵和刚性基板太阳能电池阵比功率的比较 (P159)

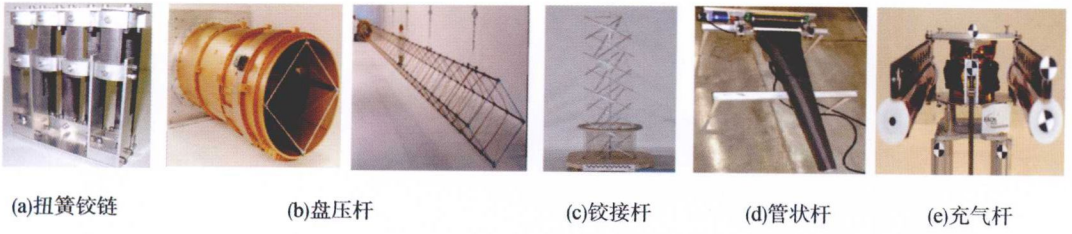


图 8 几种展开机构类型(P160)

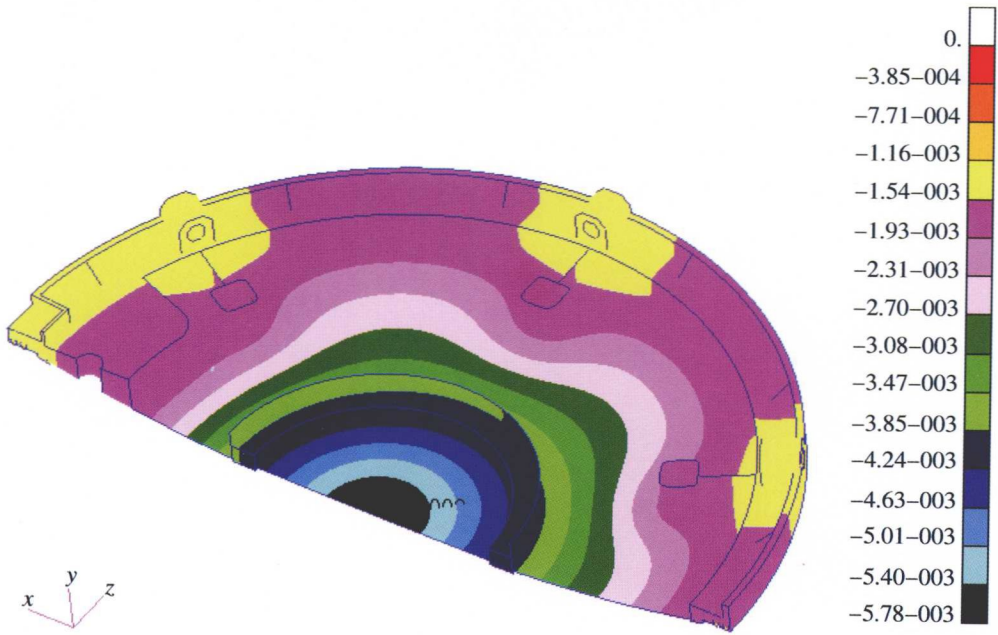


图 4 舱门 y 向位移云图(P200)

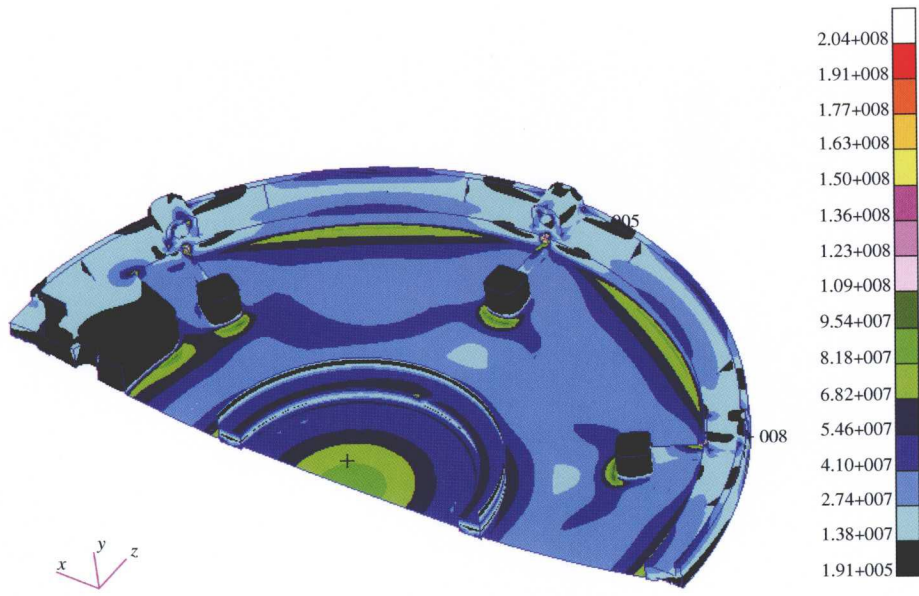


图 5 舱门 Von-Mises 应力云图(P200)

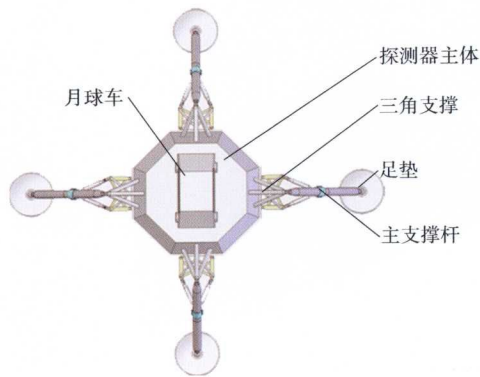


图 1 软着陆机构(P205)

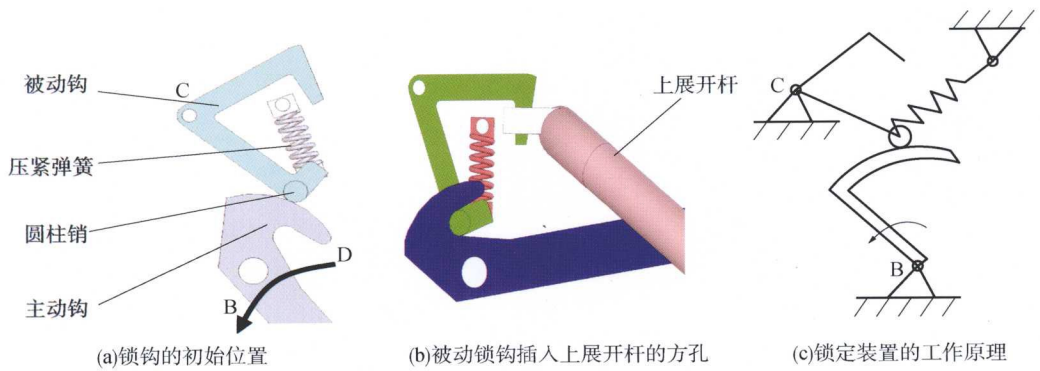


图 4 软着陆机构的锁定过程(P207)

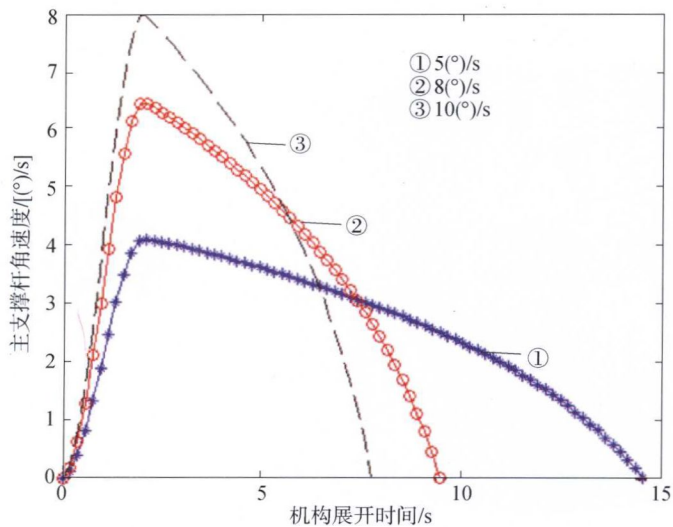


图9 主支撑杆角速度曲线(P211)

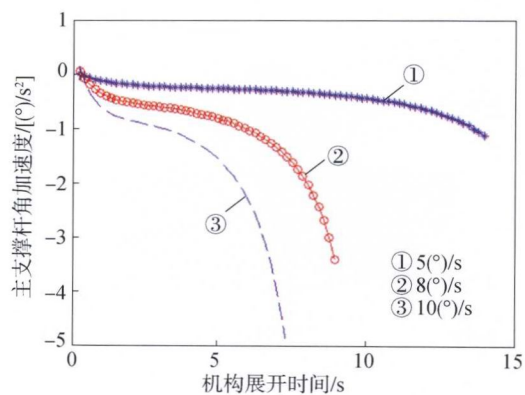


图10 主支撑杆角加速度曲线(P212)

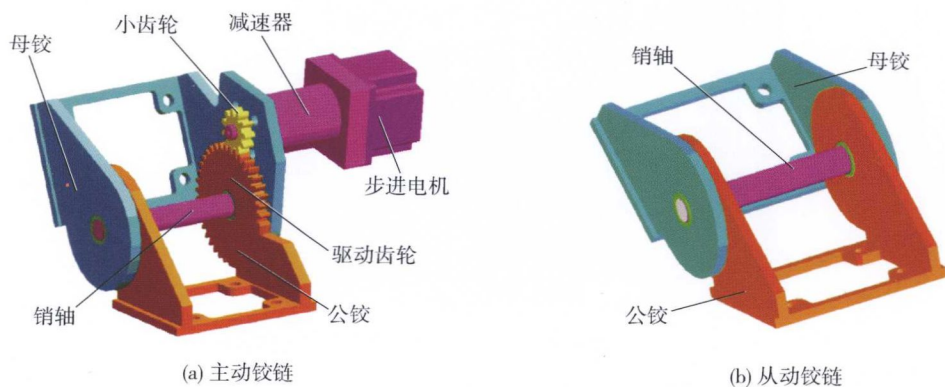


图3 旁瓣子镜展开铰链(P216)

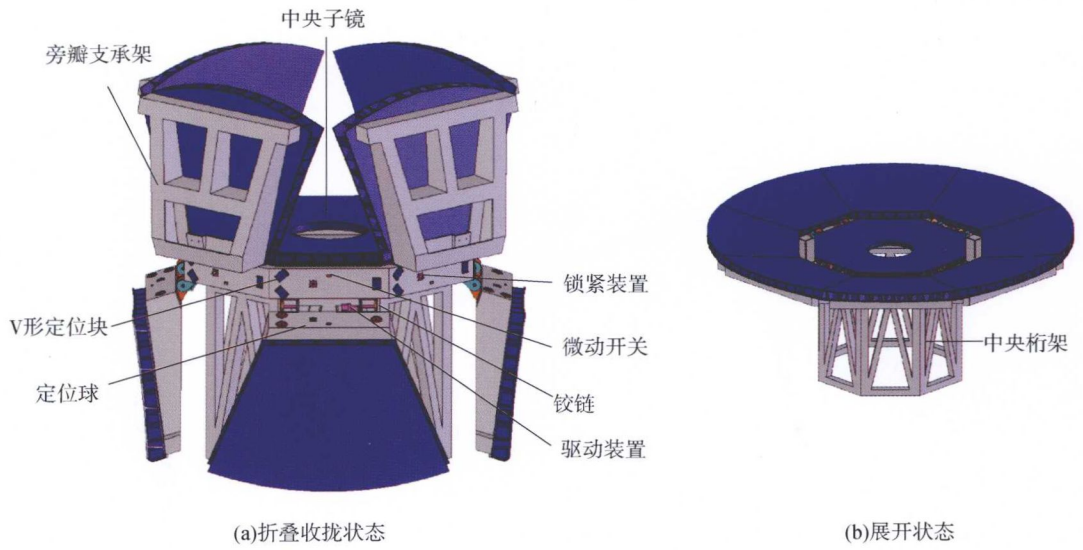


图 6 主镜展开机构总体构型(P219)

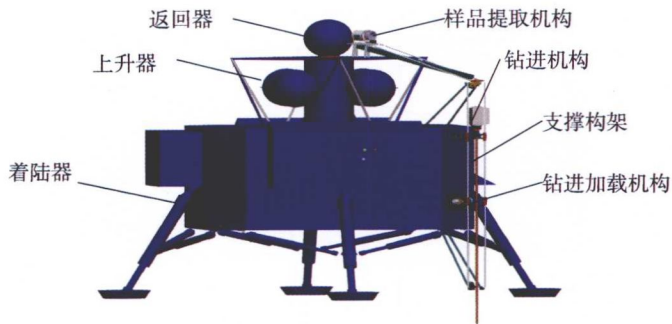


图 2 钻取式自动采样机构在月球探测器上的布局(P247)

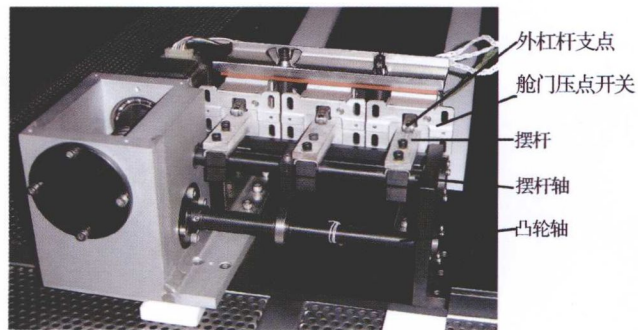


图 2 载人航天器舱门压点开关试验件及试验工装(P345)



北航

C1642892

目 录

第 1 篇 机械基础——零部件设计与分析

Research on Cone Tooth Spherical Gear Transmission of Robot Flexible Joint	3
机器人柔性关节准椭球面齿轮传动——节曲面的优化设计	12
机器人柔性关节准椭球面齿轮传动——齿形分析与设计	20
高速轴承结构和性能的发展	27
滚动轴承油膜厚度及运动参数的测试	30
线接触弹流理论研究的三个方面	34
Parameter Measurement of 4010 Synthetic Aviation Lubricant	41
高速圆柱滚子轴承的热分析模型	51
高速圆柱滚子轴承温度分布的计算与测试	57
某直升机齿轮传动系统的稳态热分析	65
某直升机齿轮传动系统的瞬态热分析	74
航空发动机轴承腔热状态分析模型及温度场计算	80
高速滚动轴承在失去润滑情况下工作游隙的计算方法	87

第 2 篇 航天器机构的发展

空间对接组件中的结构锁及其传动系统	97
载人航天器舱门机构原理与特点分析	105
月球探测器软着陆机构发展综述	115
载人航天器舱门周边传动锁紧释放机构的原理与特点	124
空间光学遥感器的主镜展开机构	130
构架式空间可展开支撑臂	138
深空探测自动采样机构的特点及应用	146
空间太阳能电池阵的发展现状及趋势	154

第 3 篇 航天器机构的设计与分析

空间对接机构结构锁的优化设计	167
带有偏心轮的锁钩式结构锁运动性能和力分析	177
载人航天器电动兼手动舱门的研究	188
载人航天器舱门有限元分析及机构最小传动角计算	197
月球探测器软着陆机构展开过程的运动学分析	205
一种空间光学遥感器的主镜展开机构	214
空间光学遥感器主镜展开机构重复定位精度分析	221
空间光学遥感器主镜展开机构锁紧刚度分析	231
球铰接杆式支撑臂构型参数分析	238
月面钻取式自动采样机构的设计与分析	246

第 4 篇 航天器机构可靠性设计、试验及评估

航天器机构可靠性设计的若干要素	259
航天产品 FMEA 工作有效性的思考	265
航天器机械可靠性特征量裕度的概率设计方法	271
航天器机构的可靠性试验方法	282
航天器火工机构的可靠性验证试验及评估方法	290
长寿命航天器机构的加速寿命试验方法	297
航天器机构固体润滑球轴承磨损失效模型	306
航天器机构固体润滑球轴承的加速寿命试验方法	313
载人飞船座椅缓冲机构的可靠性试验方法	322
载人航天器密封舱门的可靠性验证试验方法	329
载人飞船某连接分离机构的可靠性验证试验方法	335
航天器开关类机构可靠性验证试验方法	342
航天器太阳翼展开可靠性的评估方法	348

第 1 篇

机械基础——零部件设计与分析

Research on Cone Tooth Spherical Gear Transmission of Robot Flexible Joint*

Liu Zhiquan Li Guixian Li Huamin

Abstract: This paper studies the principles of cone tooth spherical gear transmission of robot flexible joint, and also analyses and calculates the profile of convex tooth and concave tooth.

Keywords: cone tooth spherical gear transmission

INTRODUCTION

Robot flexible wrist is the end of robot action. Its flexibility and movement range greatly affect the robot performance as a whole. So experts and scholars working on robot research both at home and abroad pay much attention to the research of robot flexible wrist. The spherical gear transmission (shown in Fig.1) invented by a Russian, A. H. Куклин has been successfully applied to the robot wrist made in Norwegian Trallfa Company—a wrist much welcomed internationally. Document [1] analysed the gear meshing of the spherical gear transmission of this wrist. This wrist joint is in fact a space gear-connecting rod mechanism. Its simple figure is shown as Fig. 2

In the two pairs of spherical gears, the gear ratio of one pair is 1, but the gear ratio of another pair is not 1. It makes the transmission of variable gear ratio in the longitude direction. The tooth profile of these two pairs of gears is the rotation surface of involute (see also [1]). To the spherical gear transmission whose gear ratio is not 1, because the sizes of two pitch spheres are not the same, it is impossible to make sure their latitude arc lengths (pitch) correspondingly equal when they make sure their longitude arc lengths (pitch) equal. In order to realize the transition from one pitch sphere to another, the pitch surface has to become stepping concentric sphere, and tooth profile will have some proper modification. This inevitably affects the operation performance of gears. Document [2], directed

* 1990 ASME Design Technical Mechanism Conference—21st Biennial Mechanism Conference, Chicago, Illinois, Sept. 16 - 19, 1990, DE - Vol. 26, pp419 - 422