



航天技术译丛

# NASA航天跟踪与数据网发展史

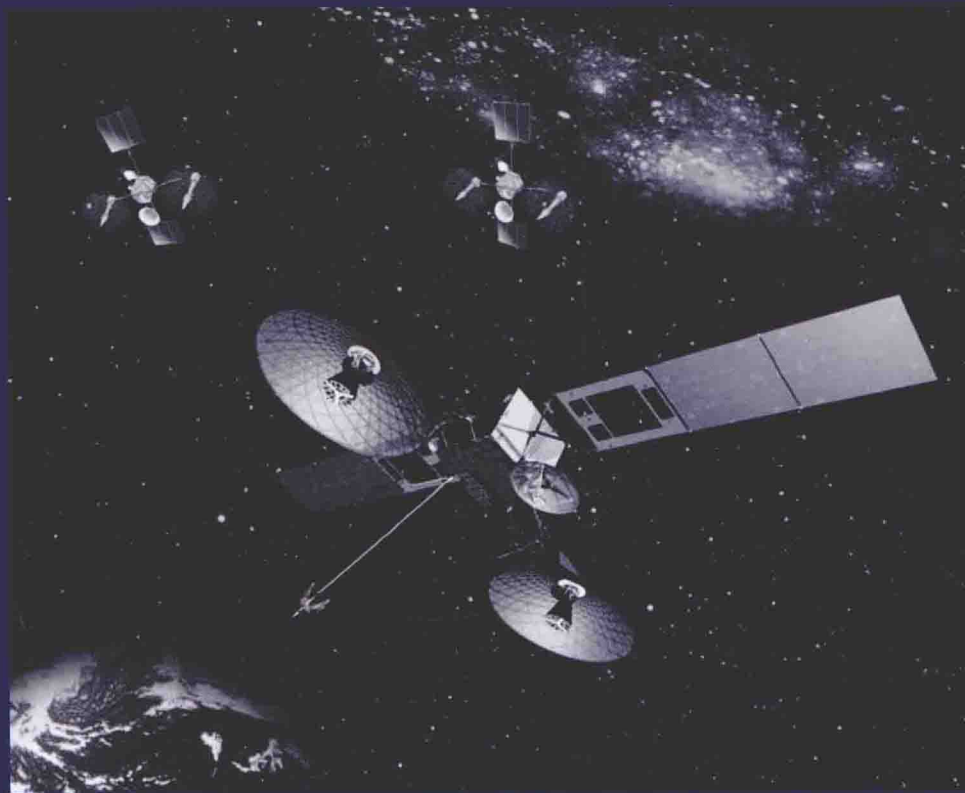
## 无形网络的宝贵财富

[美] 焦子愚 著

北京跟踪与通信技术研究所

李塘 万鹏 朱智勇 王瑞军 黄磊 译

张纪生 李平 审校



清华大学出版社

# NASA航天跟踪与数据网发展史

## 无形网络的宝贵财富

[美] 焦子愚 著

李璜 万鹏 朱智勇 王瑞军 黄磊 译

清华大学出版社  
北京

Translation from the Original language edition:

**“Read You Loud and Clear!”—The Story of NASA’s Spaceflight Tracking and Data Network**, by Sunny Tsiao

ISBN 978-0-16-080191-4

Published by NASA, 2008

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

NASA 航天跟踪与数据网发展史:无形网络的宝贵财富/(美)焦子愚著;李璐等译. —北京:清华大学出版社,2015

(航天技术译丛)

书名原名:Read You Loud and Clear!: The Story of NASA’s Spaceflight Tracking and Data Network

ISBN 978-7-302-36985-1

I. ①N… II. ①焦… ②李… III. ①航天跟踪网—技术史—美国 IV. ①V556.8-097.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 139507 号

责任编辑:石磊 赵从棉

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:沈露

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

地址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮编:100084

社总机:010-62770175 邮购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印装者:三河市中晟雅豪印务有限公司

经销:全国新华书店

开本:153mm×235mm 印张:21 字数:363 千字

版次:2015 年 5 月第 1 版 印次:2015 年 5 月第 1 次印刷

印数:1~2000

定价:65.00 元

产品编号:052521-01

航天技术译丛

## 编译委员会

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 主 任 | 钱卫平 |     |     |
| 委 员 | 董光亮 | 朱天林 | 吴正容 |
|     | 孙 威 | 李海涛 |     |



近年来,空间探索正在成为人类探索自然最为关注的领域之一。随着航天技术的飞速发展,人类探索活动的范围已经从近地球空间延伸到太阳系内广大的行星际空间,并将向更加深远的宇宙空间扩展。中国作为一个已经掌握了载人航天与月球探测技术的航天大国,必将持续不断地开展空间探索和空间应用活动,为拓展人类生存空间,为实现中华民族的伟大复兴不断前行。

在这一领域,欧洲及美、俄等国的科学家和工程师们编写和出版了一大批优秀图书,涵盖了近地空间、地月空间、行星际空间以及载人航天等自人类开展空间探索活动以来的多个领域。内容涉及阿波罗登月任务、载人火星探测任务,以及空间碎片监视等多个方向。这些图书不但总结了人类航天任务中的成功经验,还从理论上系统研究并探索了未来的航天技术,对我国从事航天领域工作的科研和管理人员具有很好的借鉴意义。

北京跟踪与通信技术研究所在我国航天测控领域的技术总体单位,始终致力于开展空间信息技术的研究与应用。这套“航天技术译丛”,是我所组织相关领域专家,在结合我国未来航天工程发展需求的基础上,主要侧重于空间信息技术领域,仔细甄别精选、精心翻译审校而成的。希望这套丛书的出版能够为我国空间信息技术领域广大科技工作者的科研与工程实践提供参考与指导。

北京跟踪与通信技术研究所

2011 年 11 月

# 译者序

测控通信网是航天任务不可或缺的重要组成部分,是天地联系的唯一纽带,由陆基、海基、空基和天基等多种资源构成。自1957年第一颗人造地球卫星发射升空以来,航天活动日新月异。与此同时,美国、俄罗斯(前苏联)和中国等航天大国纷纷构建了强大的航天测控通信网,其中尤以美国NASA(国家航空航天局)航天跟踪与数据网最具代表性,其成功完成了以“阿波罗”载人登月为代表的一系列伟大的航天探索活动,是覆盖最广、能力最强及引领时代的无形之网。

Sunny Tsiao 编写的《NASA 航天跟踪与数据网发展史》系统全面地阐述了美国航天测控通信网的发展历程。以时间为主线,从如何支持最初的“先驱者”和“探索者”系列卫星任务到成功完成“阿波罗”载人登月任务,再到服务国际空间站和航天飞机任务,详细讲述了美国航天测控通信网发展过程中鲜为人知的曲折历程,深刻揭示了如何从初期单一的陆基支持手段发展到目前基于天地基对海量任务的融合服务。该书是航天领域的一笔宝贵财富,对世界各国建设运行航天测控通信网具有重要的借鉴意义。

为了打造具有中国特色、高效灵活的航天测控网,北京跟踪与通信技术研究所作为我国航天测控通信领域的总体规划设计单位,始终瞄准美国、俄罗斯等国航天测控通信技术的发展前沿,悉心研究航天测控通信网的发展历程和规律,组织相关专家对《NASA 航天跟踪与数据网发展史》进行了专题研究和认真翻译,希望对我国航天测控领域的决策层规划决策和广大科技工作者的科研与工程实践提供借鉴和参考。

本书的前言、序、致谢、引言、第1章、第2章由李璐工程师翻译,第3章、第4章由万鹏工程师翻译,第5章、第6章、附件1、附件2由朱智勇工程师翻译,第7章由王瑞军工程师翻译,第8章、第9章由黄磊工程师翻译,全

# NASA 航天跟踪与数据网发展史：无形网络的宝贵财富

书由张纪生研究员和李平高级工程师审校。

因译者水平有限，书中难免存在不妥之处，请广大读者和专家批评指正。

译者

2014 年 1 月

我们经常用“无形”来描述 NASA 的空间跟踪通信活动,这背后还隐含着由联合系统共同提供基础设施的意思,这些基础设施为达到重要的目标提供必要的支持能力。基础设施通常不会引人注意,只有当出现不符合要求或没有达到预期目标等不走运的情况时,才会得到重视。

通过无线电高速通道将在轨运行的航天器与其地面相关控制和信息处理设施链接起来,对 NASA 航天计划的巨大成功绝对必要。很多人,包括参与航天飞行计划本身的人,都认为 NASA 跟踪通信基础设施的存在和性能是无可厚非的。数以千计专注且有能力的人在近 50 多年时间里投入其大部分职业生涯铸就了这些基础设施的能力,尽管他们明白其成功并不为人所知。

参加了 STDN 建设的人会为我们个人的贡献和集体的成就感到骄傲,并殷切希望将这段历史记录下来。我们同样希望我们面临的特殊挑战能够得到广泛认知和理解,我们迎接挑战的方法能够对类似工作有所帮助。

众所周知基础设施是难于管控的,其中大部分原因在于固有的“理所当然”的观点。基础设施资源及性能的享用者,或者说用户,通常不考虑资金、运营和维护费用,因而很少对其投资感兴趣!但负责 NASA 空间通信项目的管理者成功地克服了这些困难。

向 NASA 提供通信和跟踪设施也有种种挑战。跟道路、桥梁这些依赖现有技术的基础设施不一样,太空通信和信息处理的技术尚处在初期阶段并且更加尖端。NASA 的领导需要预估基础技术的发展方向和步调,预算出未来的能力、风险和成本。

技术不断发展的同时又带来了另一个难题:需求模糊。由于用户航天器和仪器的研制采用同样的技术,因此,新的空间通信设施和跟踪能力的研制周期与设计用户航天器的周期是同步的。最终的结果就是要在用户需求



## NASA 航天跟踪与数据网发展史：无形网络的宝贵财富

明确前开发跟踪和数据机构。

早期 NASA 空间通信项目的领导能在这种情况下取得成功，是特别值得赞许的。回顾过去，他们取得了巨大的成功，整合了社会对 NASA 的大量需求。因此 50 年以来所取得的通信和信息处理方面的巨大的进步并不是巧合。早期 NASA 的领导者如 Edmond Buckley 和 Gerald Truszynski 是非常值得赞颂的，通过他们的努力，NASA 在需要的时候已经具备了基本的跟踪和数据能力，因此才造就了 NASA 一系列令人瞩目的成就。

概要描述一下 NASA 的空间通信组织或许有助于说明 STDN。这个项目主要依赖于业务合同人员按照不同等级的合同提供所需技术和海外站所处国家的支持。这些合同通常是经过竞争得到的。参与该项目的美国政府直属文职服务人员很少。虽然多年来这些数字在变化，但通常来说 NASA 总部的工作人员（1996 年重组前）中只有 1% 是文职服务人员。各领域中心（主要是 GSFC 和 JPL）大约有 10% 的文职人员（或者相当于 JPL 雇员），近 90% 是合同人员。

项目的核心是操作，塞满控制台的控制室图片显示很多人直接参与操作。实际上只有一小部分人在控制台操作，大部分人都是辅助角色，负责任务规划调度、维护及后勤等工作，为新的任务需求、管理和后续一系列任务做准备。

事实证明，NASA 的测控通信系统在其整个历史进程中成功和高效地满足了 NASA 诸多雄心勃勃的航天计划的需求。这并不是偶然，的确是领导者在需求和机遇方面把握得很好。遗憾的是，大量为 NASA 空间通信项目作出重大贡献的人被忽视了，这里提及 3 位非常受到认可的领导人：总部的 Edmond C. Buckley、戈德达的 Ozro M. Covington 和邦迪克斯公司的 Murray T. Weingarten。他们不仅是非常称职的管理者，他们也是领导者，能够预见未来，并激励他人（尤其是下属）去追求他们的理想。我个人认为能够和他们一起工作并向他们学习是非常幸运的。

从 NASA 1958 年成立起，Edmond Buckley 就在 NASA 总部负责测控网运作。如同本书中介绍的，Buckley 把管理和资金合并为一个独立的部门并直接向局长汇报的办法很成功。此举必须予以认可，特别是在要说服能力极强、有门户之见的同行相信他的理论最适用于 NASA 的背景下。NASA 的测控网——STADAN、MSFN 和 DSN 于 1961 年 11 月在他组织下合并成了跟踪和数据获取办公室（OTDA）。通过整合跟踪和数据业务，也更好地利用了数量有限的相关知识渊博的人员。

尽管“一个 NASA”的观点会从历届局长那里不时传来，但众所周知

NASA 的中心就像一个个独立王国。载人航天中心(1973 年更名为约翰逊航天中心)的许多人尤其反对由 GSFC 负责载人航天网。Ozro Covington 在建立戈达德和约翰逊航天中心之间合作关系方面作出的努力特别值得赞赏,尤其是阿波罗时代与 Chris Kraft 的合作关系。Ozro 强烈提倡将 JSC 看作是 MSFN 用户的思想。虽然在近些年这些财富已丢失,但是我们不能低估它对阿波罗计划作出的贡献。

同样,Murray Weingarten 的观念使他将 NASA 视为其客户,与之建立起合作和专业关系。Murray 对 NASA 的需求变化特别关注和敏感。BFEC 是早期测控网的主要承包商,将 NASA 视为客户的思想几乎渗透整个 BFEC。Murray 离开后,BFEC 先是由联合信号公司接管,然后是 Honeywell 公司,他们与 NASA 的合约关系变得尤为务实,并且更加有争议。这再一次证明了,正因为是 Murray 的贡献才使得这个项目得以完成。

虽然 NASA 航天跟踪和数据网的历史主要涉及项目的实施(主要由 GSFC 及其合同商完成),但是 NASA 总部也是其中的一个主要参与者。总部不仅领导 NASA,同时也负责外部的合作、项目的宣传,尤其是保证所需资金。因此总部的历史是整个项目历史中不可或缺的一部分。

NASA 总部大约有 6 个项目办公室(主要负责资金和实施 NASA 的项目),OTDA/OSC(代号 T/O)是其中一个办公室。1990 年负责空间操作(代号 O)的副局长被任命为第五任局长。总部大部分项目办公室的角色和职能这些年来已逐渐发生了变化,但是 OTDA/OSC 直到 1996 年才有了较大变化,虽然它的名称一再变化。

例如“挑战者号”出事之后,由 Sam Phillips 负责的组织评论说:持续的操作与作为研发计划的一部分进行的短暂操作是根本不同的。Phillips 建议 NASA 要认识到这种差异,在大量需求变更、技术升级、持续维护的情况下,需要有一个富有连续操作经验的组织进行管理。NASA 中有这种连续操作活动经验的唯一机构就是 OTDA(代号 T)。根据 Phillips 的建议,NASA 把 OTDA 改名为空间操作办公室(代号 O),准备将所有正在进行的操作活动,包括 STS 操作,都转移到这个新机构。

然而,航天飞机工程并不打算把它的操作转移到 O 办公室,不论叫什么名称,空间操作办公室实际上就是 OTDA 的延续。因此,T 办公室在 20 世纪 80 年代中期变成 O 办公室,但其角色和职责基本没有改变;在 1990 年又一次更名为空间通信办公室(OSC)。

Gerald Truszynski 是在 1968 年继 Buckley 之后负责 OTDA 的副局长,他将 Buckley 的模式又延续了 10 年。Truszynski 在 1982 年接受

Alfred Tosenthal 采访中非常雄辩地描述了 Buckley 方法的重要性。采访内容归纳在本书的第 9 章,读者对这部分内容都会很感兴趣。

这种结构在 NASA 存在了 35 年之久,为大部分空间任务的测控通信提供了高效的服务。通过掌握日新月异的新技术和相关工业的发展,OSC 成功地以成本价提供了这些基础服务,在头 30 年里该成本直线下降,从 NASA 拨款的 10% 降到了 5%。

历史不断证明,为某个目的(通常是军事目的)研发的技术,通常可以在其他方面发挥更大的作用,比研发前预测的用途更加广泛。例如,罗马第一次铺路就是为军事目的,由于能快速部署军队,便能以更少的兵力来控制帝国。可是通过这些道路能将商品和服务迅速送达远地的市场,从而极大促进了商业的发展,则完全出乎预料。

在计算机和通信技术发展的初级阶段,NASA 的空间通信需求推动着通信和信息处理技术的进步,这些先进技术一旦得到广泛应用,就大大改变着我们的生活。NASA 的领导不仅意识到了这种需求,开发了先进技术,同时也知道什么时候该停下来将技术转化为生产力。

关于协同关系的描述是这样的:所有的进步都是集体的成果,基本上不可能把个人的贡献分离出来,也不能够归功于个人。如第 9 章指出,OSC 参与推动的相关技术一直很好地在为 NASA 和国家服务。例如,全球卫星通信得以实现的部分原因是先辈们选择 NASA 作为其固定租用者,而不是将之作为 NASA 的基础设施。DSN 的 64m 天线和数据中继卫星这样的基础设施在需求确定之前建成了。中继卫星系统的应用有效地满足了 STS 的要求,无需增加地面站,而且“随时”通信的能力实现后,极大地提高了低地球轨道科学项目的利用率。

中继卫星系统是频谱共享技术的早期用户,能够在同一个频段上同时支持多个航天器。这种技术(直接序列扩频码分多址技术,DSSS CDMA)现在能够让美国每一个青少年和其父母随时使用自己的手机,而不受其他人的手机干扰。CDMA 现已在美国普及,而 NASA 在促进 CDMA 早期发展过程中的作用不可磨灭。(世界上其他国家使用另一种共享技术。)

NASA 的跟踪和通信活动遍布全球,这一特点加速了国际合作关系的发展。例如,OSC 带领的代表团在苏联解体前就访问了位于耶夫帕托里亚(位于黑海沿岸)和乌苏里斯克(位于海参崴附近)的苏联跟踪站。这些经历既促进国际了解自己,也为后来更广泛的航天合作关系树立了典范。

其他相关的职能,如频谱管理,也由 OTDA 掌管。无线电频谱是一种有限的自然资源,随着技术的飞速发展,关于频谱分配问题的争论也越来越

激烈。国际电信联盟(ITU)1865年就已成立,并在1927年承诺无线电波与国界无关,进而扩充其宪章,内容包括在全球范围内分配无线电频谱。美国联邦通信委员会(FCC)对美国国内商业用户有类似的作用,而美国国家电信和信息管理局(NTIA)负责协调美国政府用户。

OTDA被指定为NASA频谱管理代表,经常参加政府性、商业性和国际性的论坛,寻求频谱资源的公平分配。在俄亥俄的刘易斯(现在的格伦)研究中心已成为NASA中开展此项专业活动的中心。举个NASA在频谱管理中做出贡献的例子:1992年在西班牙召开的世界无线电行政会议上,低地球轨道商业卫星获得了国际频谱授权,这对于商业通信行业是非常宝贵的,而OSC就在其中扮演了重要角色。

国际各空间机构认识到,空间数据处理方法的标准化将对大家都有好处。标准的主要目的是降低成本,通过采用兼容的系统和程序能够相互操作。尽管各航天器的空间数据格式有点类似,但空间数据标准化工作依然非常复杂,需要设计或采用基于这些标准数据格式的系统 and 程序。

凭借自己的努力,NASA的OTDA成为空间数据系统咨询委员会(CCSDS)的创始成员。该委员会目前得到30多个空间机构及其分布在国际航天界相关产业基地的支持。作为标准化组织(ISO)的一个技术分支,CCSDS发布了空间数据和信息传输系统的国际标准。

近年来,NASA试图通过扮演主要用户的角色来发展私营的、商业化的远程跟踪和通信产业。由于大型航天工业已经成形,因此想要成功还是有难度的。但是,即使在没有大量私营企业参与的情况下,NASA通过与其他航天机构共享资产的方式,使成本降了下来。

当时,肯尼迪总统提出的将人类送上月球并安全返回的建议不太受人欢迎,原因是他对进度要求太高了:“在10年内登月”。但这个时间要求不仅让NASA有了紧迫感,而且还节省了费用!假如他说:20年内实现,工程的成本无疑会增加一倍。然而,这也催生了“为了突破技术不惜任何代价”的文化,这种态度的影响范围远远超出宇航员安全这类理念。

虽然许多STDN合同中包括奖励的内容,但主要用来奖励技术性能,偶尔也用于时间进度,但很少被用来激励节约成本。在我看来,没有建立一个有效的手段来平衡整个计划的效果与费用,一直是OTDA/OSC领导层的失误。但他们通常会获得充足的资金,而且能有效控制浪费、欺诈和滥用。但是,公共资金的管理状况原本可以通过采用更低成本的办法得到改善。

虽然成本在不断减少,但不够坚决和顺利,来自社会的阻力远大于技术

上的阻力。虽然 STDN 项目早期位于相关技术的前沿,但往往跟不上不断变化的技术步伐。例如,NASA 不仅是 IBM 大型计算机的首批用户之一,在世界转向了功能强大的微型计算机、工作站和台式机的时候,它也是最后一批大型机客户之一。项目管理者也不愿改变那些已经证明是成功的方案。

当然,其他因素也在发挥作用。中层文职管理人员常常认为自己的重要性等同于他们的预算多少,以及他们合同员工的数量。有些合同员工强烈抵制这种变化,因为他们通常签署的是“工作量”合同,采用更有效的系统和现代化的操作会减少他们的工作量(收入)。我依稀记得承包商向国会 NASA 拨款委员会中有影响力的人物说了些言过其实的故事,称一旦要改革可能给多少选民的工作带来负面影响。

从事新任务的“承包商队伍”也有欺诈性的一面:这些人基本上是发明家,往往倾向于发明新的解决方案,而不是改进旧的办法或采用更加适合的商业替代方案。

问题是,实现现代化要比简单地利用先进技术降低成本复杂得多。解决用于现代化的资金只是一个很小的障碍。可以从两个方面来看待在这种环境下取得的进展。积极的一方面,尽管消耗的资金大幅上升,但操作成本在不断减少;另一方面,技术进步提供了另一节约成本的可能,而且体系结构现代化还能改进操作性能。在要求 OSC 做得更好的压力下,总部与 GSFC/承包商团队之间的关系变得紧张起来。

OSC 陷入困境,当面临许多变革时就会出现令人不快的惰性和阻力。技术教育管理人员天真地认为可以利用物理定律来预测人类行为,但当自我、利益甚至工作遭遇变化时,就会产生强大的阻力。

1995 年,NASA 寻求更加高效的操作方法,丢弃 Buckley 的模式,转而青睐“新”的管理模式和资金安排。如第 8 章所述,OSC 毫无保留地响应这一号召,并准备将主要业务转移到约翰逊空间中心(JSC)和新成立的空间操作管理办公室(SOMO)。20 世纪 90 年代的头 5 年间,由于 NASA 航天工程快速增长使得过境圈数和数据分发这类指标迅速增长一倍的情况下,操作成本也已经减少了 1/3。1996 年年初,OSC 机构大大缩减。在我退休后,OSC 被取消,它的管理职能和资金都被总部瓜分了。

当然,由于钱在其中起了作用,容易让人不切实际地低估为成功提供“无形”服务所付出的努力,并认为努力的更多反而是“画蛇添足”。SOMO 的员工极其天真地看待空间通信工程的挑战,且没考虑采用旧的模式。综合承包体系即 CSOC(合并空间业务合同)直接向局长提议由一个非常熟悉

空间通信项目的承包商来总承揽。

这项建议是,所有合同合并成一个大的合同,由一个承包商全面负责,这样 NASA 可节省 14 亿美元。人们只能猜测为何承包商非常关注 STDN,并支持需求的动态特性——航天任务超出计划寿命、推迟发射及航天器性能衰退等,可以肯定的是,这些动态变化会产生大量增加费用的订单。

回想起来,这种办法是不妥当且短暂的,SOMO 和 CSOC 仅仅持续了 5 年,而旧体制在 10 年之内恢复使用。总的来说,性能控制和成本节约没有实现。毫无疑问,SOMO/CSOC 失败的主要因素同样是不能全面理解变革的本质,这也是最初困扰 OSC 的问题。2006 年 10 月 NASA 恢复 Buckley 的组织和投资结构,尽管是在稍低的组织层次,但实际上再次肯定了 Buckley 在半个世纪前的思路。

国家调查委员会在 2006 年独立审查了 NASA 空间通信项目,明确提出 SOMO/CSOC 有失误,建议未来在高级管理层进行重大改组,投资和承包体系的重新设置必须先经过一个过渡计划,充分考虑过去的成功经验。

底线:正如我提到的,我相信我们的国家已经获得 STDN 很好的服务。不仅所有的任务支持需求得到了满足,同时在需要的时候还能够得到先进的可行的技术。在通信和计算机技术相互结合的时代,STDN 发挥了重要作用,在过去的半个世纪取得惊人的进展。从总部的角度来看,我们的成绩并不完美,主要缺点是没有注意到变革产生的社会影响,并有效消除对依靠现代化降低成本等变革的抵制。

我特别高兴地看到这段历史被记录下来,并对 NASA 历史部和作者的优秀、客观的学术作品表示祝贺。非常出色!

Charles T. Force

2007 年 2 月



大部分关于 NASA 跟踪与数据网题材的文献都是有关喷气推进实验室(JPL)的深空网(DSN)的。这应该可以理解,因为 DSN 在美国很多最引人注目探索任务中扮演并将继续扮演重要角色,包括早期的“先锋”号探测器、20 世纪六七十年代的“水手”号、“海盗”和“旅行者”号,以及最近的“伽利略”和“卡西尼—惠更斯”号,还有新一代的“火星探测器”。“火星探测器”将为人类最终航行到这颗红色星球做好准备。

本书的目的是介绍 NASA 的“另一个”网,一个由戈达德航天中心(GSFC)建立和运行的网——空间跟踪与数据网(STDN),及其多年来的各种化身。它是跟踪第一颗人造卫星的网,它还跟踪了“阿波罗”宇航员的登月和返航。如今,一个在太空中的天基网与一个已大大简化的地面网一起,支持着美国及其国际合作伙伴的近地空间通信和空间飞行活动。STDN 的历史并不完全是 NASA 历史的缩影,它横跨 50 年,分享过诸多成功,也经历过灾难,在 21 世纪探索太空的进程中起到了关键作用。

当追溯其历史根源的时候,作者收集了与 NASA STDN 有关的学术著作。这些年来一直有人在努力记载 NASA 的人类太空飞行及近地通信网。

20 世纪 60 年代末,GSFC 逐渐意识到记录历史的必要性并开始记载。从那时开始,关于这一题材的大部分文献都由该中心独立完成。

William R Corliss 在 1969 年创作了影响深远的著作《戈达德网的历史》。Corliss 在 5 年后将“阿波罗”计划也添加了进来。该著作最初的内容仅是基于二次文献研究的概括性描述,即源于消化 GSFC 以情报快讯小册子和新闻发布公共事务等形式公布的信息。

NASA 的历史学家 Alfred Rosenthal 在 1983 年起草了一部未出版的著作《不可或缺的连接: NASA 空间跟踪、通信和数据获取的头 25 年(1958—1983 年)》。该书记录了从开始到早期航天飞机计划的历程,其关

键部分来源于他采访的 20 位他认为的此方面资深专家。虽然这些是非正式的口头历史，但却是对那些年为 STDN 做出巨大贡献的人们的专题阐述。这些采访是在 1982—1983 年间进行的，但一直没发布。他们中的许多人现在都已经去世了。作者详细描述了一些采访，本书引用了其许多内容。该书的草稿已移交给 NASA 历史部门。这是本书重要的参考文献。

1992 年，GSFC 出版了另一本书《保持跟踪：GSFC 跟踪和数据获取网的历史（1957—1991 年）》。这本书由 Kathleen M. Mogan 和 Frank P. Mintz 编辑，该书只把他们作为编辑而不是作者，因为书中的大部分内容是参考了 Corliss 1974 年和 Rosenthal 1983 年的著作编著而成的，著作的最后一章添加了对 20 世纪 80 年代 STDN 的简要概述。Mogan 和 Mintz 在书的末尾称作“个人见解”的一章中摘录了 Rosenthal 采访的近一半内容。另外，他们还对 1990 年戈达德网的重要人员进行了几次采访。最后这些资料被 GSFC 作为参考报告发布并流传至今，其复印件也已经分发到 NASA 其他地方。因此，通过 Rosenthal、Mogan 和 Mintz 等人的努力，从 1960—1990 年塑造 NASA STDN 的 20 余人得到了采访，获取了非常珍贵的资源。《不可或缺的连接》和《保持跟踪》共同作为本书的主要参考文献，对其进行更新是形成本书的一个推动力。

最重要的归档资料无疑是收录在 NASA 总部历史部门的历史文献收藏。在那里，相关的信件和备忘录可以追溯到 1958 年，包括局长和负责人之间的信件，像 Edmond. Buckley, Gerald M. Truszvnski 和 Ozro M. Covington，他们作为该项目早期的提议者，解释了为什么作出某些决定以及他们是如何做出这些决定的。一直到今天的文件都可以找到。根据主题和关键词，查找关于此网特定主题的文件，可找到国会陈述、新闻报道、科技报告和照片等，包括 NASA 这些年发表的以及来自报纸、杂志和专业期刊等公开出版物的资料。

由 NASA 提供给作者的科技简报和期刊资料成为另一个第一手信息来源。这些资料大部分来自于华盛顿的空间通信办公室，还有一些来自 GSFC。作者也会采访当今和以前的 NASA 负责人以及为该网工作的其他人，包括政府机构和合同商方面的人，既有美国的，也有其他国家的。他们用个人独特的观点解答问题，或者帮助弄清研究中出现的模糊问题，这些个人观点也包含了在其他地方找不到的故事。《NASA 口述历史》的大部分内容目前可以在网上查到，它提供了更多的观点，赞扬了也在一定程度上补充了来自其他资料的内容。大部分口述历史书籍由 NASA 负责，作为 1998 年启动的约翰逊航天中心(JSC)“口述历史计划”的一部分。被采访的人员



有3组：NASA的局长和高层管理人员、飞行控制人员和操作人员，以及宇航员。这样形成广泛而不同的观点，并用从其他渠道得到的材料作补充，将历史汇编到一起。

关于跟踪网、空间通信、空间探索以及政治历史等题材的书籍都提供了丰富的背景信息，根据这些背景信息对题材进行组织。虽然这些信息通常缺乏钻研该网真实历史的细节，但它们提供了补充历史的科学和历史背景，而且实际上使故事能够以更容易接受的角度被传播。而其他技术性更强的书籍可提供以外行的措辞来解释某些科学观点的材料。

本书还研究了局长向参议院和众议院小组委员会陈述的抄本和白宫信件。互联网可以很方便地获取材料，但是这些材料需要用其他资料验证。大部分内容可以通过鉴别或者追溯到来源网站进行验证。来源可疑的资料根本不用，如果用了，将在书的尾注部分作出详细的说明。对于查询一般的历史信息，比如一个国家的历史、一个岛屿的气候，或者一个国家政府机构的演变以及它与美国政治的关系，互联网是非常有效的手段。

本书中有各种各样的照片和图片。当谈到跟踪站和通信网的话题时，自然会一页页加入大型天线和建筑的图片，毕竟这些是地面站的最主要组成部分，但是更有趣和精彩的图片是那些参与的人员和他们工作的环境。因此，本书有意挑选一些以前罕见的照片以及著名的、被广泛引用的图片。

NASA STDN的历史是一个长达50多年的故事，从20世纪40年代末一直到21世纪初。在这里我们不是从技术角度而是从历史角度讲述故事，仅在需要的时候给予相应的解释。作者希望通过这样的方式，使文章不仅能吸引专家，同时也能吸引外行听众或者是广泛的空间爱好者，例如可能一直对NASA如何跟踪月球上的月球车感兴趣的人们。

因为STDN一开始就与作为民用航天局的NASA的组建不可分割地联系在一起，NASA是如何产生的将在第1章进行简要的概述，其中的细微差别将会影响到若干年后对跟踪网的操作与运行。为了更加全面地看待NASA的成立，作者向大家推荐《NASA的起源与太空时代的黎明》一书，该书由David S. F. Portree在1998年完稿，属于航天历史方面的第10号专著。

同样，STDN的历史也与航天飞机有关。在完成“阿波罗”登月任务后，STDN网开始把注意力转移到可重复使用的航天飞机。很多作品都记载着航天运输系统(STS)的历史，例如1992年NASA历史部门出版的一部专著，概述了大量这方面的文献。读者可以从这本书了解更多的相关信息。（《航天飞机：一份附说明的资料目录》，关于航天历史的第1号专著，由