



太空、战争和安全 ——印度的战略

SPACE, WAR & SECURITY—
A STRATEGY FOR INDIA

[印] S. Chandrashekar 著
丁丹 译



科学出版社



太空、战争和安全

——印度的战略

〔印〕S. Chandrashekar 著

丁 丹 译

科 学 出 版 社

北 京

图字: 01-2018-6959

内 容 简 介

本书以国际太空资源竞争与利用为背景,研究印度在太空领域的现状、潜力以及发展战略。全书共8章:第1章为绪论,阐述太空中的和平体系、全球航天力量结构等;第2~5章详细介绍太空态势感知,天基指挥、控制、通信与计算,天基情报监视与侦察,以及印度在天基指挥、控制、通信、计算机、情报监视与侦察的支持服务方面的产能、能力和差距;第6~8章介绍印度太空发射产能和能力,弹道导弹防御、反卫星武器和太空武器以及以网络为中心的印度太空战略。

本书可供航天领域学者和爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

太空、战争和安全:印度的战略/(印)钱德拉谢卡尔(S.Chandrashekar)著;丁丹译. —北京:科学出版社,2018.11

书名原文:Space, War & Security—A Strategy for India

ISBN 978-7-03-059331-3

I. ①太… II. ①钱… ②丁… III. ①外层空间战—军事战略—研究—印度 IV. ①E864

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第249592号

责任编辑:徐杨峰/责任校对:谭宏宇

责任印制:黄晓鸣/封面设计:殷 靓

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版
当纳利(上海)信息技术有限公司印刷
科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年11月第一版 开本:B5(720×1000)

2018年11月第一次印刷 印张:6 3/4

字数:85 000

定价:75.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《2016中国的航天》白皮书提出：“航天是当今世界最具挑战性和广泛带动性的高科技领域之一，航天活动深刻改变了人类对宇宙的认知，为人类社会进步提供了重要动力。”世界太空事业发展历史表明，太空技术应用已成为经济和社会发展的重要推动力量之一，太空科技的发展是增强经济实力、科技实力、国防实力和民族凝聚力的重要举措，能够对整个国民经济的发展产生重要的带动作用。

《太空、战争和安全——印度的战略》源于印度国家高级研究所的国际战略和安全研究项目（International Strategic and Security Studies Programme, ISSSP），围绕国际太空资源竞争与利用这个热点问题，凝练了太空大国之一——印度，在太空领域的产能、能力、差距以及印度太空发展战略等方面的情况。本书的内容涉及印度的太空态势感知，天基指挥、控制、通信与计算机（Command, Control, Communications & Computers, C4）、天基情报监视与侦察（Intelligence, Surveillance & Reconnaissance, ISR）、C4ISR天基支持、航天发射、太空武器与弹道导弹等方面。

本书研究背景清楚、对象明确、研究成果可信用度高，为航天领域学者和爱好者提供了较多有价值的信息，对我国航天事业发展具有

一定的参考价值。

丁丹负责全书的主要翻译工作,并得到了其所在团队成员的鼎力相助,其中谢晴、宋鑫和曾江辉分别参与翻译了第2章、第3章和第4章的部分内容。另外,本书的翻译得到了程乃平教授的悉心指导。

本书的观点只代表印度原著者的观点,不代表译者和出版者的观点。

由于译者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请批评指正。

译 者

2018年5月于北京

译者序

第 1 章 绪论 / 1

- 1.1 背景 / 7
- 1.2 太空中的和平体系 (1960~1985) / 9
- 1.3 从和平净土到必争之地 (1985~1990) / 11
- 1.4 太空上的军备竞赛 (1990 年至今) / 12
- 1.5 全球航天力量结构 / 15

第 2 章 印度的产能、能力和差距——太空态势感知 / 17

第 3 章 产能、能力和差距——天基 C4 系统 / 21

- 3.1 天基系统对 C4 的作用 / 23
- 3.2 印度 GSO 卫星的产能、能力和发展趋势 / 23
 - 3.2.1 能力 / 25
 - 3.2.2 全球发展趋势以及印度的定位 / 27
- 3.3 基于离子推进实现卫星减重的前景 / 29
- 3.4 印度 GSO 的 C4 需求 / 31
- 3.5 一种新趋势——满足 C4 需求的小卫星星座 / 32
- 3.6 C4 能力的总体需求 / 35

第 4 章 天基 ISR 的产能、能力和差距 / 37

- 4.1 ISR 的全球趋势 / 39
- 4.2 印度遥感卫星产能、能力和趋势 / 39
 - 4.2.1 产能 / 39
 - 4.2.2 印度遥感卫星的能力和趋势 / 40

4.3	印度遥感卫星基准分析 / 42
4.3.1	EO 成像卫星基准分析 / 42
4.3.2	SAR 卫星的基准化分析 / 44
4.4	小卫星星座 / 45
4.5	开源数据的作用 / 47
4.6	印度 ISR 需求 / 47
第 5 章	产能、能力和差距——天基 C4ISR 的支持服务 / 51
5.1	跟踪数据中继卫星系统 / 53
5.2	气象卫星 / 55
5.3	天基导航系统 / 60
5.4	天基支持服务的总体需求 / 65
5.5	小卫星 / 66
第 6 章	太空发射产能和能力 / 69
6.1	PSLV 运载火箭 / 71
6.2	GSLV Mark 1 运载火箭和 GSLV Mark 2 运载火箭 / 72
6.3	GSLV Mark 3 运载火箭 / 74
6.4	大型火箭和载人航天计划 / 75
6.5	导弹改进的火箭用于发射小卫星 / 76
第 7 章	弹道导弹防御、反卫星武器和太空武器 / 77
第 8 章	以网络为中心的印度太空战略 / 83
8.1	SSA 和 C4ISR 能力融合 / 85
8.2	太空战略的关键组成部分 / 86
8.2.1	卫星和火箭 / 86
8.2.2	关键领域——基础设施、技术、组织 / 90
8.3	印度太空领域安全战略 / 93
	致 谢 / 98
	英文缩写 / 99

第 1 章

绪 论

在当今世界的战争之中，常规战争、核战争与太空战争这三种基础形式相互融合、相互影响，这一点印度必须要接受，并为此制定对策。

国家组织内部的复杂性、战争中不断升级的风险和慑止战略都成为各国之间博弈过程中的重要因素。在中美两国博弈的推动之下，其他大国也采取各自的行动来维护并加强本国的安全与利益。

在全球各个大国的战略制定与实施上，空间资产发挥着至关重要的作用。空间资产起到国家权力影响与全球声望“倍增器”的作用。

对于印度而言，当前的首要任务是接受这一现实，并且对整个国家安全体系进行重新构建，由此才能够实现成为全球大国的目标。

在战争决策方面，以及对通过慑止战争来维护和平的新国家战略而言，指挥、控制、通信、计算机、情报监视和侦察（Command, Control, Communications, Computers, Intelligence Surveillance & Reconnaissance, C4ISR）系统及其配套的地面太空态势感知（Space Situational Awareness, SSA）设施等空间资产都发挥着至关重要的作用。

这种新国家战略框架下的主要空间资产组成部分如下：

- 强大的SSA能力，内部包含雷达、光学和激光跟踪系统，以及能够监测空间环境的组织和人力资源基础；
- 部署于地球静止轨道（Geostationary Orbit, GSO）的4颗先进通信卫星组成的星座，该星座使用离子推进来实现重要的指挥、控制、通信、计算机（C4）功能；
- 部署于低地球轨道（Low Earth Orbit, LEO）的40颗卫星组成的星座，为军队提供互联网服务；

- 3组卫星集群, 每组3颗卫星, 用于实现电子情报(Electronic Intelligence, ELINT)功能;
- 在太阳同步轨道(Sun Synchronous Orbit, SSO)上的12颗电-光(Electro-Optical, EO)和合成孔径雷达(Synthetic Aperture Radar, SAR)卫星, 以满足情报监视与侦察(Intelligence Surveillance & Reconnaissance, ISR)需求;
- 低地球轨道(Low Earth Orbit, LEO)上24颗小卫星组成的星座, 保证在紧急情况下满足ISR的需求;
- 地球静止轨道(Geostationary Orbit, GSO)上的3颗跟踪与数据中继卫星(Tracking & Data Relay Satellite, TDRSS), 用于执行C4ISR功能所需的跟踪和数据中继任务;
- GSO上的2颗卫星和800 km SSO上的3颗卫星, 用于满足气象观测要求;
- GSO和地球同步轨道上的7颗卫星, 用于满足核心区域导航功能;
- 中地球轨道(Medium Earth Orbit, MEO)上的24颗卫星, 已经建设了10年以上, 用于提供国土范围内的导航功能。

将各种SSA和C4ISR系统的功能整合到一个无缝网络中从而支持实时作战行动, 是新战略的关键部分。

为了将上述需求转化为实际能力, 印度可能每年需要向GSO、SSO以及其他轨道发射17颗卫星, 具体详情可参考表4。

此外, 为了满足C4ISR系统的各种需求, 还需要发射28颗小卫星。

旨在发展本国小卫星能力的印度小卫星计划, 还规划发射100颗质量在5~100 kg的小卫星。

为了达到这个目标, 印度每年都需要16枚极地卫星运载火箭(Polar Satellite Launch Vehicle, PSLV)、7枚地球静止卫星运载火箭

(Geostationary Satellite Launch Vehicle, GSLV)和7枚Agni 5火箭,具体详情可参考表5。

目前印度平均每年建造并发射4颗卫星。

就目前的计划来看,印度每年发射卫星的数量要增加4~5倍才能够满足这些需求。卫星的制造与发射能力将成为印度所面临的重要挑战。

目前印度通信卫星的质量大约为2 300 kg(由GSLV发射)或3 300 kg(依托国外发射),属于中等型(小于2 500 kg)或过渡型(2 500~4 200 kg)。

全球的卫星趋势是由过渡型卫星转为重型(4 200~5 400 kg)或极重型(大于5 400 kg)卫星。

现在,通过离子推进技术将卫星从地球同步转移轨道(Geostationary Transfer Orbit, GTO)机动至GSO已经成为一种新的趋势,可能会扭转整个重型或极重型卫星的发展趋势。采取此项策略是新战略的关键组成部分,可有效弥补GSO卫星能力的不足。

这种方法还能够保证GSLV Mark 2运载火箭可以发射与过渡型GSO卫星等效的卫星,同时使GSLV Mark 3运载火箭发射与重型卫星等效的卫星。因此,通过采取这种方法,火箭运载能力和卫星能力之间的差距也能够缩小。这是最主要的优势,因为这使得能够满足各种战略需求的独立自主能力成为可能。

ELINT能力及TDRSS能力的提升是目前必须要得到解决的主要问题。

印度在ISR功能方面的卫星监视能力以及侦察能力较为优异,接近全球领先水平。

然而,在集成光学器件的使用方面,印度依然有待提高,需要通过集成光学器件来将全色和多光谱成像功能融合在一个传感器内。

印度的红外处理能力非常有限,这是迫切需要加强的地方。除

了ISR功能外,红外也能够应用到许多军事用途中,在未来的弹道导弹防御(Ballistic Missile Defense, BMD)系统中可能会发挥重要的作用。

同时,印度也需要注重天线技术的发展,以满足SSA、SAR和C4的功能需求。

减少SAR卫星的质量,提高数据处理尤其是SAR卫星数据的吞吐量,是另外一个需要更多支持的领域。

印度的GSO气象卫星服务能力接近于全球标准水平。但迄今,印度一直没有建立极地轨道卫星来对GSO气象卫星的数据进行补充,这一点仍有待完善。轨道卫星也可以来试验新型的天气和气候传感器,从而提高卫星完成任务的能力。

为了增加基础人力资源,印度还需要加大必要的投资,可将开放的高分辨率遥感数据应用到民用和军事用途中,也可以采取类似的方式来改善天气和气候数据,完善气象模型。

在新战略下,也可以通过MEO星座来扩展印度区域导航卫星系统(Indian Regional Navigation Satellite System, IRNSS),从而提高导航精度,进而完全解决国土范围内的导航问题。

目前,印度在同一空间段内可以满足国内民用及军事领域对气象及导航服务的要求,其水平已接近于全球水平,并且依然有提高的趋势。

通过技术开发以及有限的测试,来为未来的太空武器计划保留不同的技术选项,这也是新战略的一部分。

在战略实施过程中,本书还建议了一些其他的相应措施,详情可参考表5和第8章。

不过对于印度而言,很难以现在的状态兼顾太空军事以及载人航天计划两方面的发展。明智来看,印度应优先考虑军事方面的需求,同时也为载人航天计划持续进行技术开发与试验。

在实现了上述措施、满足了相应技术需求之后,新战略的实施能够帮助印度在整个国际舞台上发挥重要的作用,印度也能够通过必要的组织和机构改革实现一直以来的明确愿望。不过,如何把SSA和C4ISR系统等空间资产的应用实践与国家的政策理论等部分结合起来,会是印度面临的最大挑战。

本书所提出的战略总体方向与主旨,都明确与印度当前“和平利用外层空间”的国际态势是一致的。一旦印度在太空方面的地位与实力有所提高,这一点就将被再度进行考察。

1.1 背景

毫无疑问,虽然印度在太空方面的预算规模较小,但其仍在太空领域取得了巨大的成就。印度的太空项目发展,以及其对民用领域的重视都为印度创造了巨大的收益。虽然国际上的和平局面并不明朗,但这种发展方式体现了“和平利用外层空间”的国际态势,符合其倡导的理念。

特别是在过去的十年间,一些形势的发展也让人们开始担忧起来,不知道在持续的“鸵鸟姿态”之下,印度作为一个新兴的航天大国还能否应对其所面临的挑战。如今,太空以及太空资产的作用越来越大,已经成为全球安全体系架构的重要部分,包括民用和军事这两大方面。印度所取得的发展也给本国带来了一系列的挑战,因此印度过去主要以民用为主的太空发展战略,需要重新进行考量和审视。

面对这些挑战,对印度的太空能力进行了冷静客观的评估之后,我们发现了一些值得进一步探讨的问题。这些问题不仅体现为印度与其他国家之间的能力差距,而且也体现在印度自身太空发展机构和组织所存在的瓶颈中,这些瓶颈问题也在直接影响着印度太

空战略的合理制定与实施。

为了评估太空技术的发展情况,印度国内的各类安全机构还需要花费相当长的时间,对来自美国的信息的真实性进行合理判断,然后再将其与印度所面临的安全挑战结合起来。

印度国家安全体系各方面都存在深层次问题。其问题核心在于,印度国内的安全机构无法掌握技术与战略之间的联系,无法理解其在未来几十年之间对国家间冲突战争所起的作用。

而太空领域所发生的事情也只是问题的一部分,它与核战争和常规战争等其他方面的问题存在着联系。除非人们能够理解这些方面之间的联系及其可能产生的后果,否则在地缘政治环境的变化下,印度依然需要应对环境所带来的安全挑战。

太空技术在军事用途领域的发展也明确表明,适合印度的太空战略,与核战争以及常规战争战略会具有直接联系。

当然,印度完全可以继续忽视其中的联系,并一如既往地孤立处理上述几个问题。如果经过了详细地考察与分析后,印度的确这样做了,那也是有意意识的,是国家战略的一部分,人们不需为此担心。然而现有证据表明,印度目前的太空战略似乎是全球事态发展下的无意识反应。这在一定程度上是由于印度在太空领域的的能力差距较大,不能全面把握太空中发生了什么以及对国家安全会造成什么影响。此外,印度的国家安全体系并不包括太空领域,其并没有与核战争和常规战争一样,被纳入更大格局的国家战略之中,这也是一部分的原因。印度不愿意应对这些挑战,也无力应对,由此显露出了印度的一些弱点,可能会影响印度对于强国地位的进取心^[1]。

在本书中,我们希望能够理解技术与战略之间的协同发展,如

[1] 进一步详细分析请参阅: Bharat Karnad, “Why India Is Not A Great Power (Yet)”, Oxford University Press, 2015。

何影响着太空领域、核战争及常规战争之间的联系。

以对此问题的理解为基础,我们继续研究印度在面临挑战之下所应具备的太空能力。

本书从印度当前在全球太空领域中的地位出发,为各方面的事项分出优先层级,将其分出不同阶段,提出阶段性的方法来使印度应对所面临的挑战。

最后,本书就载人航天计划等其他国家在太空领域的优先事项对太空能力的影响进行探讨说明。

1.2 太空中的和平体系(1960~1985)^[1]

自1957年人类发射了人造卫星之后,太空时代也就开始了,这也从根本上改变了核战争的性质及其与常规战争之间的联系。虽然导弹可以充当核武器的运载工具,但导弹也同样能够促进卫星的发射,让卫星在太空中占据有利位置,从而执行各种任务。在早期,卫星基本执行的是侦察、通信、导航以及气象监测的功能,并从军事用途逐渐拓展到了民用领域之中。早期军用卫星的C4ISR功能,也为美、苏两个超级大国之间关系的稳定发挥了巨大作用。卫星所提供的信息,能够让超级大国充分了解对方的核武器情况,因而卫星在防范两国之间的传统战争或核战争方面做出了巨大贡献。

两个超级大国都会在太空中试验核武器,它们也很早就发展了反卫星以及导弹防御能力。然而,随着两国互相促进核稳定,它们

[1] 各种空间体制演变过程请参阅: S. Chandrashekar, "The Emerging World Space Order and its Implications for India's Security," in Subrata Ghoshroy and Goetz Neuneck, eds., *South Asia at a Crossroads: Conflict or Cooperation in the Age of Nuclear Weapons, Missile Defense and Space Rivalries* (Germany: Nomos, 2010), pp.217-228.

的核活动也都被限制在了研发以及小范围试验中。在一系列的核武器制度以及与空间体系相关的双边及多边协定之下，两国也承诺不使用武器来维护太空环境秩序。

在谈判之下，超级大国之间达成了《战略武器限制谈判》（Strategic Arms Limitation Talks, SALT）和《反弹道导弹条约》（Anti-Ballistic Missile Systems, ABM）^[1]，稳定了相互之间的军备竞赛形势。根据《反弹道导弹条约》规定，主要负责ISR职能的卫星也被认为是国家技术鉴别手段，美苏双方同意不在此方面干涉对方。在这样的制度下，太空C4ISR卫星被人们认为是为和平与稳定发挥了巨大作用。

这一时期也见证了国际上太空体制的演变过程。超级大国也将这种太空体制推广到了其他国家，很快这些相关的条约就成为国际空间法，包括《部分禁止核试验条约》（Partial Test Ban Treaty, PTBT）、《外空条约》（Outer Space Treaty, OST）以及其他条约。虽然PTBT和OST都禁止各国在太空试验核武器，但并没有明确禁止各国在太空中试验或部署其他类型的武器。

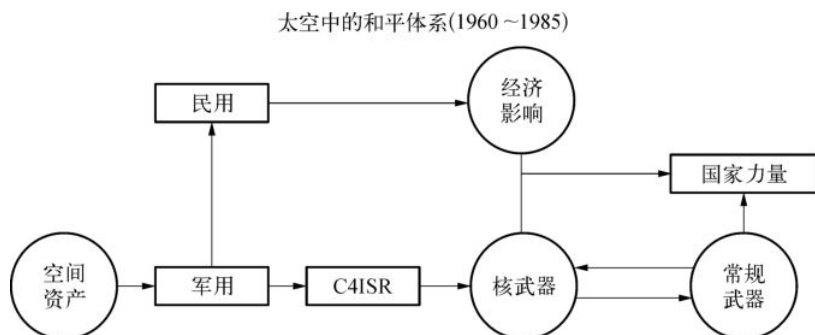
在双边以及多边协定条约结合之下，国际太空体制建立了起来。在这种体制之下，太空领域在军事中的应用很大程度上都局限于履行C4ISR的职能。虽然这些条约并没有禁止各国在太空或其他领域部署对C4ISR的维和职能有威胁的武器，但这种行为在国际上依然被视为不安定的行为，不符合超级大国以及新兴航天大国的国家利益。因此，太空也被人们视为唯一能够保持绝对和平的“净土”。

尽管美苏两个超级大国在世界各地争夺权力与影响力，但两国

[1] 《战略武器限制谈判》和《反弹道导弹条约》是早期确保超级大国之间战略核稳定的条约。大国间都认识到了空间资产在维持局势现状方面的作用。

却避免进行正面战争冲突。由此导致了太空作为“净土”始终没有受到严重的挑战^[1]。

图1显示了太空领域、核武器以及常规武器之间的关系。



C4ISR的功能可以防止战争(特别是核战争)的发生,能够促进和平。在C4ISR系统下,超级大国之间达成默契,仅仅对武器进行研发以及小规模试验,不会进行部署。两个大国也达成了SALT、ABM等双边条约,以及《部分禁止核试验条约》和《外空条约》等多边条约,对武器和平使用规范进行了补充。

图1 太空领域、核武器以及常规武器之间的关系

1.3 从和平净土到必争之地(1985~1990)

美国总统里根所提出的战略防御计划(Strategic Defense Initiative, SDI)也被称为星球大战计划,这从根本上改变了太空和平的状况。人们在海、陆、空基等各类平台上建造起了强大的弹道导弹防御系统,这个强大的护盾能够有效阻止他国核武器活动。

虽然SDI的系统设计以及架构都存在严重缺陷,但SDI却引发了一系列的行动和反应,打破了太空的和平体制。SDI将C4ISR系统的维和功能与太空和地球上的武器联系起来,从根本上改变了太空的属性,将太空从一片净土,转变成了各国冲突的必争之地。

[1] 在冷战初期,大国之间发生了一系列冲突,其中包括1962年的古巴导弹危机。在此之后超级大国之间的局势开始趋于稳定。