

印度边防数字化建设的内容、 进程与困境

王俭平* 高雅**

【内容提要】 印度的边防数字化建设主要是基于“边境电子监控——快速反应拦截”的技术体系，并由此形成了以“智能围栏”为硬件支撑、以“边境综合管理系统”为软件核心、以“快速反应部队”作为执行中坚的边境安全体系。自2018年启动以来，数字化边防在打击非法移民、犯罪团体及恐怖分子等领域取得积极成果，但同样也面临着财政支出巨大、技术人才匮乏及后期维护困难等诸多现实困境。

【关键词】 印度；边防；数字化；智能围栏

【中图分类号】 E935.1 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1004-1508
(2022) 02-0135-21

DOI: 10.13252/j.cnki.sasq.2022.02.08

莫迪政府上任以来，极力推进边境地区的基础设施建设和数字化升级，一方面是基于传统安全领域兵力调度的考虑，另一方面也是对于日益突出的非传统安全威胁的忧虑。在这样的背景之下，诸如“智能围栏”等数字化建设方案日渐成熟并逐步得到落实，其实际发挥的安全功效也到了相关部门的认可。

一、印度边防数字化建设的现实需求

印度最早于1993便开始修建边境墙以巩固边防，并于2007年实现了大部分地区的覆盖，但实际效果并不理想，尤其是在“阻止非法移居的孟

* 四川大学南亚研究所助理研究员，深圳大学中国海外利益研究院客座副研究员。

** 成都大学外国语学院讲师。

加拉国人进入、打击形式多元的非法走私活动、防范所谓的恐怖份子和武装组织”这三个领域表现得力不从心。这三大问题不仅仅是一个边防问题，其溢出效应已然影响到了印度境内社会的安全与稳定，如阿萨姆邦原住民与非法移民之间日益尖锐的族群对立与宗教矛盾、印度各地频繁出现的暴力袭击和武装冲突等，都是由于传统边境墙的隔离作用没有被充分发挥所导致的恶果。因此，对传统边境墙的优化升级成为印度边防需要着力解决的现实问题，而围绕边防的数字化建设则成了最为优先的选择目标。

（一）依托数字化能力加强安全风险的甄别及预警

近年来，印度面临的非传统安全威胁不断增长，如非法移民、跨境犯罪集团、恐怖主义等都在不断冲击着印度内部社会的平静，边防的安全压力正在不断攀升。边防管理的长期实践决定了其必须依赖于数字化等科技手段，以实现边疆地区的安全与稳定，从而应对漫长且复杂的陆地边界所带来的风险与挑战。通过对现代数字技术的贯彻应用，以科技边防作为边防管理的主要载体，着力强化对越境人员的实时甄别和持续跟踪。边境数字化建设的关键在于以设备监控为终端，以庞大的安全数据库为基础，以智能化的识别及预警能力为核心的出入境系统，着力核查非法越境人员的体貌特征和行动轨迹，识别数据库中标记的潜在恐怖分子、非法移民以及犯罪集团成员，实现即时且有效的监控、识别与跟踪，从而规避境外流入的安全风险。

例如，2021年的印缅边境便出现了大量武装分子随难民流入而无法甄别的安全困境，这凸显了数字边防在边境风险控制中的关键作用。2021年2月1日，缅甸总统温敏、国务资政昂山素季及一些民盟高级官员被军方扣押，全国进入为期一年的紧急状态。随即，1.6万余名因政局变化而寻求庇护的缅甸难民穿越以蒂奥河（Tiau River）为标志的边界进入印度东北三邦：米佐拉姆邦、曼尼普尔邦和那加兰邦，而一直活跃在印缅边境的印度叛乱武装分子也趁机随难民入境。^①对此，印度中央政府高级官员在接受路透社采访时称：“如果这些叛军越境，将为那加兰邦和曼尼普尔邦叛乱分子提供了有生力量，这是一个真正的担忧……目前印度东北地区面临

^① Rajeev Bhattacharyya, “Calls for Fencing the India-Myanmar Border Gather Steam Again”, *The Diplomat*, 18 November 2021, <https://thediplomat.com/2021/11/calls-for-fencing-the-india-myanmar-border-gather-steam-again/>, 6 February 2022.

30年来最严重的安全局势。”^①

事实上，类似于印缅边境的问题在印孟、印巴边境上同样突出，严重影响了印度东北和西北各邦的社会稳定，庞大的安全支出及愈益激烈的宗教族群冲突不断冲击着印度的发展。如若顺利实现边防的现代化升级，数字技术将能有效应对大量的难民涌入以及武装团体的识别跟踪，印度安全官员所忧虑的边防困境将得到有效缓解。

（二）依托数字化体系有效降低边防人力资源投入

印度大部分边境地区的自然环境较为恶劣，有些地方甚至不适合安全部队的临时或长期驻守，但安全问题的日益突出又迫使印度政府不断加大对边防的人力投入，希望通过大量的军事资源来维持边防安全。为此，印度供养了一支世界上规模最庞大的边防部队，但冗员现象严重且派系繁杂（见表1），对印度中央政府形成了巨大的财政压力。印度内政部负责整个国家的内部安全，2022—2023财年的预算达1.85万亿卢比（折合约244.4亿美元），同比增长11.5%^②，而仅仅是边防部队的费用支出（109.53亿美元）便占到了整个国家内政安全费用的44.8%，这还不包括用于国际边界基础设施建设、维护和管理的费用。与之形成鲜明对比的是，欧美部分发达国家由于边境相互开放而几乎没有边防成本，而中国作为世界上陆地边界线最长的国家，边防部队的人数规模同样远小于印度。^③

表1 印度边防部队的主要组成

印度边防部队名称	负责边境区域	2022年部队规模（人）	2022—2023财年预算（亿美元）
边境安全部队 Border Security Force	印巴、印孟	26500	30
阿萨姆步枪队 Assam Rifles	印缅	65143	8.738

^① Devjyot Ghoshal, “India frets as Myanmar’s pro-democracy fighters cross border”, Reuters, 10 June 2021, <https://www.reuters.com/world/asia-pacific/india-frets-myanmars-pro-democracy-fighters-cross-border-2021-06-10/>, 11 February 2022.

^② Government of India, Budget At A Glance (2022-2023) https://www.indiabudget.gov.in/doc/Budget_at_Glance/budget_at_a_glance.pdf, 23 March 2022.

^③ 根据国防白皮书，中国人民武装警察部队总员额为66万，具体人数不详。边防部队仅仅是武警序列的一部分，因而具体人数远小于印度的58万余人。

续表1

印度边防部队名称	负责边境区域	2022 年部队规模 (人)	2022—2023 财年预算 (亿美元)
印藏边境警察部队 Indo-Tibetan Border Police	印中	89432	9.792
印度边界巡逻队 Sashastra Seema Bal	印尼、印不	94261	10
中央后备警察部队 Central Reserve Police Force	印巴 (克什米尔)	313634	51
合计		58 万 8970 人	109.53 亿美元

注：笔者根据印度内政部官网 (<https://www.mha.gov.in/>) 的数据整理所得。印度边防部队归属内政部管辖，与归属国防部的野战军队不同。

按照印度政府对于数字化边防的设想，如果形成电子设备监控为主、快速反应部队机动部署的规划，印度边防部队的人数将会大幅压缩，相应的安全费用支出也必然骤降，而这些财政预算能用于更具价值的边疆基础设施建设和边贸交流，这将有效改善印度经济状况，促进社会的整体发展。

(三) 依托数字化进程加速推进国内军民融合进程

印度军政清醒认识到本国国防项目的沉痾流弊、制造业基础薄弱、官僚体制效率低下的现实，以及由此带来的资金浪费、效率低下等诸多问题。印度少将拉杰什·辛格于 2014 年便曾撰文指出：“印度国防工业一直存在投入大、产出少，自研武器性能质量较低等情况……国防工业基本上由国有兵工厂形成垄断，这不但导致兵工厂和国有企业自我满足、止步不前，还阻碍了私营部门进入国防生产领域。例如，光辉战机 (LCA) 项目长达几十年拖沓的研制进程导致印度空军不得不继续向外国购买中型战机。”^① 为改变以上状况，印度政府打破国企对国防工业的垄断，推动社会企业参与国防工业，规定从 2002 年 1 月起，“允许私营企业可 100% 参与国防工业的经营；允许私营防务公司作为战略合作伙伴加入重大防务项目”。^② 《2013 年国防采购程序》又提出一系列改革方案，希望能够终结印度 40 个国有兵工委员会和 9 家公有国防企业的垄断局面，为国内私营公司

^① Deba R. Mohanty, *Changing Times? India's Defence Industry in the 21st Century*, Bonn International Center for Conversion, 2016, p. 126.

^② Ibid., p. 55.

参与国防建设提供“公平竞争的环境”。因此自2002年国防工业开放以来，军民融合已然成为印度国防工业中一支活跃的力量，目前拥有军工牌照的私营公司达80多家，且参与的生产经营范围日趋广泛，包括装甲车车辆、战斗车辆、雷达、电子战设备、军舰、潜艇、航空电子设备、军用飞机、武器弹药等。其中，一些私营企业在国内外市场上取得了成功，如著名的塔塔集团便是其中代表。塔塔集团旗下的“塔塔先进系统公司”与美国波音公司在海德拉巴共建一家飞机零部件的合资企业，从事AH-64“阿帕奇”直升机零部件的制造，并向全球军贸伙伴供货，这其中甚至包括了美国陆军的订单，塔塔集团的海德拉巴厂也随之成为全球“阿帕奇”攻击直升机机身的唯一制造厂。当然，美国与塔塔的合作主要是利用印度相对便宜的劳动力以生产简单的机身等零部件，核心设备仍然要到美国本土安装，但这确实是印度私营企业参与本国及跨国国防工业生产的成功典范。

但是，印度军民融合的程度和深度依然饱受诟病，私营企业和国有国防企业仍在不公平的环境中竞争。其一，在决定采购项目归类时，国防采购委员会主要听取国防研究与发展组织和国有国防企业的建议，而不考虑私营企业的意见。其二，在税收方面，国有国防企业及其承包人可享受进口税、消费税、增值税的减免优惠，而私营企业则不能享受这些优惠。其三，私营企业曾长期被排斥在国防工业之外，没有国防科研基础，加之国防科研投入大、见效慢，存在很大风险，私营企业不敢贸然投入。其四，印度国防科研体制是自成一体的封闭体系，印度国防技术与装备的终端用户和制造商不仅不能充分参与到重要研发机构的决策，也不能共享其研发能力。

推动国防体系的数字化升级转型，可以成为突破当前困境的重要选择，借助于“赛道切换”和印度民间企业在数字能力和软件领域的特殊优势，加速印度国防工业改革和军民融合的发展进程。这其中，印度周边安全形势的紧张与实际压力成为中央政府推动改革最为重要的动力：一方面，传统边防基础设施无法满足边防部队的实际安全需求，一线官兵和指战员成为边防数字化建设的直接受益者与坚定推动方；另一方面，印度在IT等数字领域的特殊优势，使得民间资本和技术进入边防建设成为最佳甚至是唯一的选择方案，这两个层面共同推动了印度边防基础设施的数字化转型与整个国防工业体系的改革升级。

二、俄欧边防数字化建设的比较借鉴

相较于美国及世界其他主要国家而言，俄欧既有强烈的安全需求，同时也有足够的物质与技术能力去支撑边疆安全体系的数字化提升，对印度及我国的影响也是最为直接的。

（一）俄罗斯：边防“智能体系”项目

俄罗斯联邦边防军虽人数有限但却装备精良，按照地方行政区划形成自上而下的管理体系，分别设立联邦管区边防局（军级）、边防分局（旅团级）、边防大队（营级）、边防所（连级）。全境共 950 多个边防所、60 多个边防分局，都依照行政单位进行分区管辖。联邦边防军除了边境警戒与驱逐之外，还负责港口与口岸的出入境人员证件核查、货物与交通工具的检查，同时具备执法管理与边境管辖的双重功能。但不可否认的是，俄罗斯作为世界上领土面积最大的国家，边境线总长达 6.1087 万公里^①，东西最长为 9000 公里，南北最宽为 4000 公里。如此漫长的国境线，仅凭 18 万人的联邦边防军很难实现边境的全线管控，诸如偷渡、走私以及恐怖分子的渗透都是长期存在的威胁。因此，探索边防无人化、智能化便成为了俄罗斯巩固边防的必然选择。

早在 2004 年初，俄罗斯国防部便根据新时代斗争的需要，具有前瞻性地制定了《俄罗斯联邦武装力量通信系统总体转向数字化信息传输与交换的基本构想》以及《俄罗斯联邦武装力量第一期通信网分阶段向数字化远程通信设施过渡专项综合纲要》。这两份文件的出台，标志着俄罗斯军队开始了向数字化建军过渡，而一体化数字通信网络的建设则意味着俄军传统的“一期网”和“二期网”等概念正在向“通信服务”“网络接入”及“电信服务”等前沿概念转化。^②此外，俄军还通过这两份文件向外界彰显了一体化数字通信网建设的最终目标，即保障指挥过程的智能化、指挥功能的自动化，以及各种信息系统和专业系统的一体化，落实现代形式的信

^① 俄罗斯边界线总长度为 6.1087 万公里。其中，海界占总长的 63.7%，达 3.87404 万公里；陆界占总长的 23.8%，达 1.45574 万公里；河界占总长的 11.7%，达 7326.6 公里；湖界占总长的 0.8%，达 462.6 公里。

^② “Russia completing formation of two armies near border with Ukraine-intelligence”, *Ukrinform*, 3 November 2020, <https://www.ukrinform.net/rubric-defense/2888433-russia-completing-formation-of-two-armies-near-border-with-ukraine-intelligence.html>. 1 April 2022.

息交换，建构指挥系统统一的信息空间，提高各级指挥机关与一线作战人员综合利用信息资讯的能力。

自 2017 年起，俄罗斯陆地边防部队开始逐渐启用人工智能系统，利用数字化设备进行安全信息的收集和远程监控。人工智能系统将地面固定式与移动隐蔽式的技术监控装置相结合，将平面环绕与立体建构相补充，形成严密的数字化边防体系。此外，边防的“智能体系”还能够与其他数字化设备（如无人机、雷达站、地震传感器以及红外成像仪等）进行数据的传输、处理与共享，能够更全面地感知边境的总体安全态势。

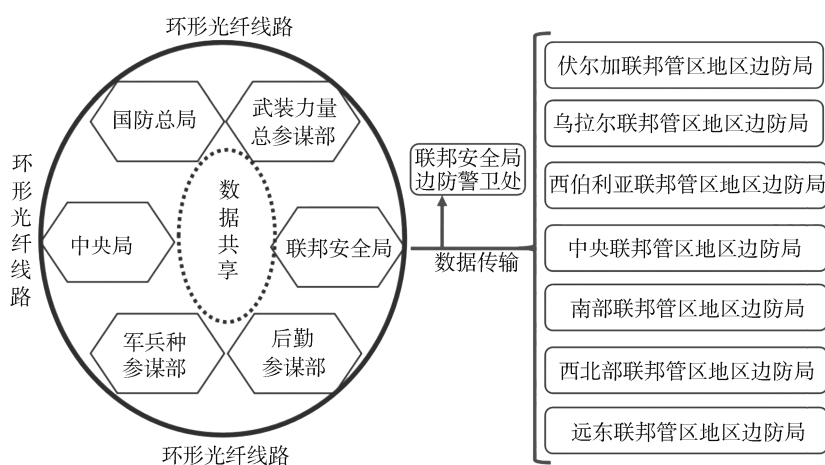


图 1 俄罗斯边防管理的指挥结构

注：笔者整理所绘。

边防“智能体系”作为高度一体化的综合数字系统，不仅实现了技术与组织的兼容，而且能够将数据传输设备与信息交换装置进行联结，实现数据链的即时共享与同步分解，最大程度上保证了“快速反应”能力。此外，在边防智能体系的统一网络中，能够对部署在边疆地区的功能性部门进行必要性的集成与整合，按照体系前端（数字化监控设备）所传输的信息种类及概属范围，利用数据交换或者信道交换的形式进行多类型信息（如数据、图像、语言以及视频等）的传输和处理，从而确保战时与非战时稳定的、统一的远程通信空间内部的战术信息交换。^①

^① “Defense Ministry suggests striking at Russian border violators”, *News Russian*, 17 September 2020, <https://news.ru/en/weapon/defense-ministry-suggests-striking-at-russian-border-violators/>, 1 January 2022.

俄罗斯为了保障边防“智能体系”的顺利推进，在组织管理与基础设施上都进行了结构性调整。就组织管理而言，俄罗斯建立起国家统一协调的机构——国家电信委员会，充分整合俄罗斯军方与联邦通信部、通信投资控股公司等公私部门间的合作，协调并积极引导通信网络的战略发展规划，从而使国防利益在通信网络发展的过程中得到充分的保障。^①通过国家电信委员会的建立，俄罗斯军方充分利用了联邦统一的电信网资源，并将军事通信指挥系统作为一个组成部分融入到联邦通信基础设施建设。此外，就基础设施而言，俄军计划于未来数十年里大规模铺设光纤通信线路，以改变目前通信基础设施落后的现状。这项工程建成后将会成为连结国防部总局和中央局、武装力量总参谋部、武装力量后勤参谋部、军兵种参谋部、莫斯科军区参谋部，以及联邦安全局的环形光纤通信线路，以智能化、一体化、网络化的标准实现战术信息与战役指挥之间的数据流通，保证各职能部门对态势的全局感知与战略反应的敏感度。

（二）欧盟：“智能边界”的构成与管理

欧盟作为一个国家间的集团，边防的管理一体化始终是欧盟一体化建设的重要组成部分，且其“一体化”的概念又随着每一次的成员扩充而不断修正与调整。必须强调的是，边防管理的一体化在欧盟一体化的进程中占有非常特殊且重要的地位。一者，欧盟成员国之间由于边界管控的取消而增加了经济的活力与人文交流的频度，极大地推进了欧盟内部整合的进程。另者，欧盟边防管理一体化表现出的对外目标性，实质上巩固了成员国“内群体”的心理认知，巩固了历次扩充成员国的发展成果。因此，从这两个层面来讲，欧盟一体化程度与欧盟边防管理的一体化水平之间保持着必然的平衡，惟有如此才能够于质与量两个维度保证欧盟的一体化水平。

欧盟边防管理实践决定了其必须依赖数字化等科技手段，以实现边疆地区的安全与稳定。欧盟的每一次成员国扩充，便意味着边界线的外拓，也就必然对欧盟的边防管理水平提出了更高的要求，以此应对漫长的海岸线与陆地边界线所带来的风险与挑战。与此同时，大部分边境地

^① The Russian Government, “Federal Security Service”, <http://government.ru/en/department/113/>, 28 February 2022.

区的自然环境较为恶劣，甚至有些地方不适宜于安防部队的临时或长期驻守，因而在常规状态下很难实现边防的有效管控，此时只有借助于数字化能力与技术手段才能够履行边防的职责。此外，近年来欧盟面临的外部威胁也在不断增长，如非法移民、跨境犯罪集团、恐怖主义等都在不断冲击着欧盟内部社会的平静，边防的安全压力正在不断攀升。基于这样的现实背景下，欧盟为了有效维护边疆地区的安全，同时也为了方便人员与货物能够快速过境，决心建立一条以数字化设备作为主体的智能边界。

2013年2月27日，欧盟委员会正式通过了“智能边界”（Smart Border）的一揽子协议，并着手开发记录第三国人员出入欧盟领土的出入境系统。^①“智能边界”依赖于欧盟现今的数字技术、侦查技术及成员国之间的情报网络，以科技边防作为边防管理的主要载体，着力强化边界的安全防护及风险管控。欧盟“智能边界”的关键在于以设备监控为终端，以庞大的安全数据库为基础，以智能化的识别及预警能力为核心的出入境系统。这套智能化的安全系统主要是核查出入境人员的身份证件和体貌特征，识别数据库中标记的潜在恐怖分子、非法移民及犯罪集团成员，从而根除此前一直存在的盖假章事件，规避境外流入的安全风险。

欧盟的“智能边界”于2013年提出后，随后又于2017经欧洲议会公民自由、司法与内政委员会批准进行系统升级，总耗资达到32亿欧元，由所有的欧盟成员国共同承担。但此后由于叙利亚难民危机、英国脱欧、希腊等国金融风险的外溢，以及新冠疫情的接连打击，欧盟外扩的进程不但被中断，各国更无资金去维持“智能边界”系统的后续更新，这也为欧盟的边境安全与内部成员国的社会稳定留下了巨大的隐患。

（三）主要经验借鉴

世界主要国家的数字化进程都在不断推进，数字化也被广泛应用于国家及社会事务的各个层面，而边疆安全问题同样是数字化近年来主要涉足的领域。这其中，俄罗斯以及欧洲国家都立足本国国情制定了详细的数字化发展战略与边疆数字化建设的具体方案，这些成功经验都是印度及我国推进边防数字化安全体系的重要参考。

^① “Proposal for a Regulation establishing an Entry/Exit System (EES) to register entry and exit data of third country nationals crossing the external borders of the Member States of the European Union”, COM (2013) 95 final, Brussels, 28 February 2013.

其一，国家数字建设的整体水平决定了边疆“数字赋能”的能力。边防的数字化建设必须立足于本国的数字水平的整体提高。边疆存在的最重要意义就是作为屏障以保障内陆的社会经济发展，以此积累的物质力量来反哺边疆安全体系的升级。如果没有强大的国力与数字化战略作为支撑，边疆安全的数字化建设将会成为国家的巨大负担。目前提出边疆数字化建设规划的国家，无不是有着较强的技术储备与物质财富积累，且越是数字能力和经济实力强大的国家，其边疆安全的数字化建设越是先进。

其二，非传统安全威胁逐渐成为边疆“数字赋能”的主要动因。边疆安全体系数字化建设要更强调非传统安全的挑战。以往的边疆安全都是传统意义上的地缘政治安全。冷战结束以后，和平与发展成为世界的主题，战争尤其是大国之间的战争风险骤降，因而边疆在当前承担的传统安全风险已经在不断下降。与之相反，“9·11”事件后，恐怖主义威胁一直在不断上升，而美国在中东发起的多次战争又造成了难民、贫困、宗教纷争及集团犯罪，这些不仅自身就是非传统安全威胁的重要方面，同时也为恐怖主义和极端主义提供了滋生的土壤。因此，当前世界主要国家都将边界面临的非传统安全威胁作为主要挑战，并为此投入了大量物力与人力，构建更为先进的数字化安全系统，以将潜在的非传统安全威胁排除在国境之外。

其三，数字集成共享是技术赋能与管理实践的关键契合点。相较于设备终端等数字化硬件设施，数字化集成与共享的软件系统才是边疆安全的核心所在。世界主要发达国家的边疆数字化建设，都必须以数字化的设备终端作为基础设施的主体，但真正发挥安全作用的却是设备终端背后的庞大数据库、数据处理能力及通信数据链。例如，欧盟的“智能边界”是以出入境的身份识别、成员国家之间的安全与情报数据共享为支撑，通过软件系统集成式地整合人力资源、武器以及高科技监视设备，从而实现对边疆地区安全区域的实时监控与风险应对。

三、印度边防数字化建设的内容与进程

印度边防的数字化升级并非是仅仅依靠某一类数字装备的技术功效，而是依托核心技术与管理体系统进行电子设备终端的部署与协调，是软件与

硬件之间的兼容与拓展。目前，印度的边防所采用的是“边境电子监控——快速反应拦截”（Border Electronically Dominated QRT Interception Technique, BOLD-QIT）的技术管理体系^①，具体可以区分为三个主要组成部分：其一，以“智能围栏”^②为主体的数字设备终端，用以采集边境的动态安全信息；其二，以边境综合管理系统（Comprehensive Integrated Border Management System, CIBMS）为核心的边境数字化中枢，通过对“智能围栏”所收集的安全信息进行集成、分析、处理及反馈，从而为边防危机应对提供决策依据和命令渠道。其三，以装备有单兵数字化设备的边防快速反应部队为执行端，根据 CIBMS 发布的任务指令进行即时的安全风险甄别与排除。

（一）以“智能围栏”为主体的数字设施

“智能围栏”作为一款边境地区高度集成的数字化设备终端，主要承担起 BOLD-QIT 安全管理体系中的 BOLT 角色，具体是指前端的先进监视设备与技术，如热成像仪、基于红外和激光的入侵者警报、用于空中监视的高空气球（Aerostats）、有助于侦别入侵的无人值守地面传感器、雷达、声纳系统等，以提高边界的“敏感度”，随后通过光纤传感器将即时信息传送至指挥控制系统，实时接收所有监控设备的数据，以保证指挥中心对边境的全态势感知。

值得注意的是，“智能围栏”项目是由一家名为“智能围栏综合安防公司”（SFIS）^③的印度本土企业提供技术支持，该公司自 1994 年以来便一直致力于为印度政府和国防部门提供智能安全围栏的服务，对机构所在地的周边安全环境进行实时监控、评估及反馈。在这个过程中，“智能围栏”作为该公司的品牌产品得到了印度国防部门的高度认可，而其利用数字技术和设备来提高安全保障能力的理念也逐渐被广泛接纳和应用。

^① “Union Home Minister launches Smart Fencing on Indo-Bangladesh border, an effective deterrence against illegal infiltration,” Ministry of Home Affairs, 5 March 2019, <https://pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1567516>, 24 March 2022.

^② 智能围栏，英文全称“Smart Fence”，是印度军方为实现边防数字化而推进的基础设施项目，旨在通过数字化中枢与设备的集成以实现对外境动态的实时掌控。

^③ SFIS，智能围栏综合安防公司，英文全称“Smart Fence Integrated Security”。

表 2 智能围栏综合安防公司主要服务的印度国防机构

	英文简称	机构名称
1	DRDO	印度国防研究发展组织
2	HAL	印度斯坦航空公司
3	BEL	巴拉特电子有限公司
4	ISRO	印度空间研究组织
5	SHAR	萨迪什·达万航天中心
6	NRSC	印度国家遥感中心
7	MDL	马扎贡船坞造船有限公司

注：笔者根据智能围栏综合安防公司的官网（<http://www.smartfence.co/about-us/>）公开信息中整理所得。

正是由于印度国防部门对智能围栏综合安防公司的信任与认可，同时也是印度边境安全形势日益严峻的实际需要，该公司基于数字化技术和设备的“智能围栏”方案成为巩固印度边防的首要选择。但是，边境场域的特殊性与复杂性对“智能围栏”项目提出了诸多挑战，尤其是该项目的设备设施能否适应边境的特殊环境。“智能围栏”原先的工作环境是位于城市中的政府部门和国防科研机构，自然环境优越，基础设施配套完善，且后勤保障能力的可持续性较强；但当该项目在边境地区具体落实时，以上的理想工作前提都不复存在，取而代之的可能是各种极端恶劣的自然环境和基础设施。例如，印度与尼泊尔边境的最低气温能达到零下40°，而与孟加拉国的部分边境却是高温高湿的高腐蚀环境，这些数字集成的智能设备能否在极端环境下依然保持长期有效运作，能否有效控制设备维护频率，这些都是“智能围栏”项目应当着重考虑的问题。不仅如此，印度与邻国还共享着世界上地形最复杂的边境，“智能围栏”的成本与实际功效面临严峻的挑战。例如，印孟两国虽然于1974年和2015年两次签订并修订了《陆地边界协议》，解决了两国之间大部分的飞地问题^①，但新调整后印孟边界同样存在着边界线漫长且地形复杂（包括丘陵、湖泊细流以及高山高原等）的问题，“智能围栏”

^① 在孟加拉国境内，有102个印度领土飞地，其中又包含21个孟加拉国的反飞地；印度境内有71个孟加拉飞地，其中包含3个印度反飞地。经过1974年和2015年两次签订的《陆地边界协议》后，绝大部分的飞地已经进行了重新划分，印度也因此丧失了大约40平方公里的领土，但依然遗留孟加拉国的一块飞地（Dahagram-Angarpota）尚未解决。

项目不仅无法全面覆盖，且无力做到发现后进行快速反应，“智能”方案的必要性在起初受到了颇多质疑。

(二) 以 CIBMS 为核心的边境数字化中枢

“智能围栏”项目的软件核心是作为智能中枢的“边境综合管理系统”(CIBMS)。CIBMS 能够集成式地整合人力资源、武器和高科技监视设备，以弥补目前印度边境安全体系中的空白。它主要包含了 3 个组成部分：

1. 数字化监控设备，如传感器、探测器、摄像机、地基雷达系统、微型空气统计器、激光以及现有的国际边界全天候监视设备。
2. 高效的专用通信网络，包括光纤电缆和卫星通信，用于传输这些不同的高科技监视和检测设备收集的数据。
3. 指挥和控制中心，收集的数据将传送到该中心，以便向高级指挥官实时通报发生的情况，从而提供边境的综合图像。

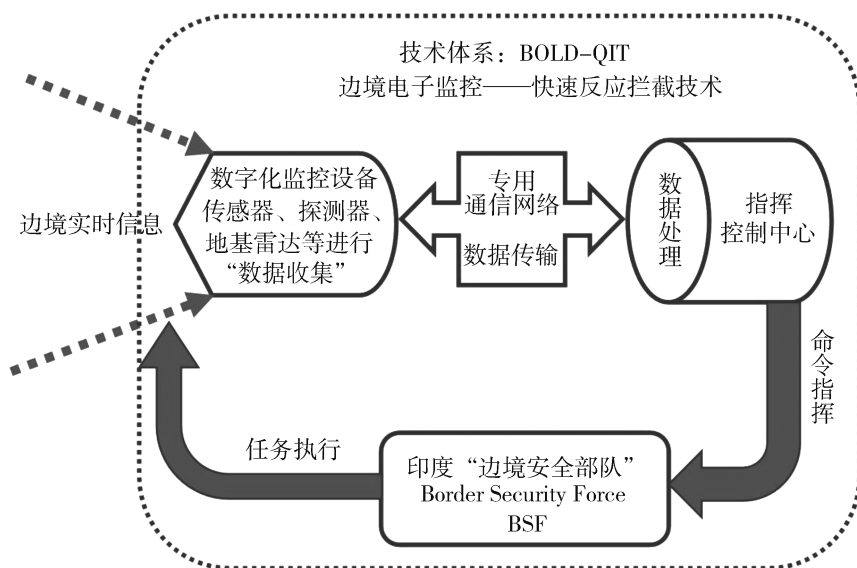


图 2 CIBMS 为核心的边境数字化中枢

注：笔者整理所绘。

CIBMS 作为 BOLD-QIT 体系中的中枢联结，主要作用在于通过数字技术来整合人力、传感器、网络、情报、指挥和控制的解决方案，以提高不同层级的态势感知能力，促进对边境即时出现的情况做出及时的知情、决

策与快速反应。^① 指挥中心在收到边界存在“入侵”等安全预警时，能够及时调动“边境安全部队”前往触发点进行安全风险的排除。QIT 作为终端输出，同样对数字化的技术与管理有着较高的要求，不仅要求信息指令的及时传达，还要能为边境安全部队的反应式部署以及任务执行提供精确的战场三维构图，从而确保风险的排除以及人员装备的安全。

（三）以快速反应部队为支撑的安全执行端

从根本上来讲，边防基础设施的数字化建设是为“人”的决策和行动而服务的，不仅要求提供更为快捷的命令渠道，同时也对具体执行安全任务的部队提出了较高的军事素质和设备要求，他们作为最后也是最为关键的一环，是整个边防数字化建设的目标和意义所在。因此，印度政府致力于精简当前庞大的边防部队，着力于构建一支装备精良且行动高效的“快速反应部队”。普遍意义上来讲，“快速反应部队”是一类军事或武装警察部队，旨在很短的时间内对紧急情况作出反应和及时干预。快反部队主装备以轻兵器为主，但通常训练有素，往往通过空降及各类快速运输载具进行机动部署。

事实上，印度对于快速反应部队的建设是有一定历史经验的，负责西北边境——克什米尔地区安全的中央后备警察部队便有一支“快速行动部队”^②（RAF）的战斗序列。但是，RAF 并没有部署在边境地带^③，而是自 1991 年成立以来便主要驻守在新德里及孟买，后经多次扩编形成 15 个特战营，分布在印度核心地带，受内政部直辖而无需听从地方邦或其他部门的指令。该部队自成立以来，不仅迅速处理了多起突发性恐怖袭击、暴动骚乱及群体性事件，还作为特遣队参与了联合国在利比里亚的维和任务。未来的印度政府如果想依托 BOLD-QIT 体系建设一支快速反应部队，那将很有可能是以目前的 RAF 为主要的模板，但需更加强调“快速运输载具”的大量配备和武器装备的持续补给，因为边境的复杂形势决定了快反部队会面临着更加严峻的安全压力。

^① “CIBMS: BSF says work on hi-tech border surveillance project in progress, likely to be completed in 6-7 years,” Financial Express, 19 February 2019, <https://www.financialexpress.com/defence/cibms-bsf-says-work-on-hi-tech-border-surveillance-project-in-progress-likely-to-be-completed-in-6-7-years/1491876/>, 5 March 2022.

^② 快速行动部队，英文全称“The Rapid Action Force”，简称“RAF”，归属印度中央后备警察部队的战斗序列。

^③ 中央后备警察部队是负责印度的全域安全，仅有特派克什米尔地区的部队属于西北边防力量。因此，RAF 虽然属于中央后备警察部队，但却主要以内陆部署为主。

表 3 印度快反部队 RAF 的主要部署

序号	部队番号	所在邦	驻防地
1	103 营	德里	Wazirabad
2	91 营	北方邦	Varanasi
3	101 营	北方邦	Allahabad
4	104 营	北方邦	Aligarh
5	108 营	北方邦	Meerut
6	107 营	中央邦	Bhopal
7	83 营	拉贾斯坦邦	Jaipur
8	97 营	卡纳塔克邦	Shimoga
9	99 营	特伦甘纳邦	Rangareddy
10	100 营	古吉拉特邦	Ahmedabad
11	102 营	马哈拉施特拉邦	Mumbai
12	105 营	泰米尔纳德邦	Coimbatore
13	106 营	贾坎德邦	Jamshedpur
14	114 营	比哈尔邦	Hajipur Vaishali
15	194 营	哈里亚纳邦	Nuh

注：笔者根据印度内政部网站整理所制。

（四）印度边防数字化的建设进程

2018年9月，时任印度内政部长的拉杰纳特·辛格（Rajnath Singh）正式宣布在印巴边境地带启动首个“智能围栏”的试点项目。这个项目涉及印巴沿线两个5公里区域，利用数字化设备进行边境地区的通信、监控、数据存储及处理^①，这也标志着印度开始有步骤地推进边防基础设施的数字化升级。2019年3月，出于对非法移民和跨境犯罪控制的需要，印度又开始在沿孟加拉国边境一侧部署“智能围栏”项目^②，以有效遏制和打击印孟边境的非法渗透活动。

① “Rajnath to launch India's first 'smart fence' project along India-Pak border tomorrow,” *Times of India*, 16 September 2018, <https://timesofindia.indiatimes.com/india/rajnath-to-launch-indias-first-smart-fence-project-along-india-pak-border-tomorrow/articleshow/65830264.cms>, 31 March 2022.

② Shaurya Karanbir Gurung, “Smart fencing project along India-Bangladesh border hits rough weather,” *The Economic Times*, 17 September 2018, <https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/smart-fencing-project-along-india-bangladesh-border-hits-rough-weather/articleshow/65845957.cms?from=mdr>, 31 March 2022.

2019年,印度-巴基斯坦边境(10公里)和印度-孟加拉国边境(61公里)的两个试点项目的验收已经完成,极大地提高了印度“边境安全部队”发现和控制跨境犯罪的能力,如非法渗透、走私违禁品、贩卖人口和跨境恐怖主义等。随后印度国防部门为第二阶段和第三阶段的“智能围栏”进行积极准备,并论证在中印边境复杂地理气候条件下进行部署的可能性。^①其中,第二阶段是分别沿印度-巴基斯坦和印度-孟加拉国边界,部署在4个区域,覆盖153公里的边境地带。^②第三阶段则在第二阶段基础上进一步规模扩大,在67个区域,长达1802公里的边境地带全面展开。^③由于“智能围栏”项目耗资巨大,部署区域的选择定位为一种“辅助性功能”,也即在人力防控很难或无法实现的地区(地理气候复杂地区)进行补充性安排。

表4 “智能围栏”项目部署区域的9类选择标准^④

1	河流、三角洲和河口地区
2	洪涝和沼泽地区
3	溪流区
4	易受大雾影响的平原地区
5	边境人口稠密地区
6	丘陵地区
7	热带丛林地区
8	沙漠
9	其他不适宜地区

^① Rajesh Uppal, “Amid China Border Row, India has to upgrade it’s smart and comprehensive fence integrated border management (CIBMS) to guard its long, difficult and porous borders,” 17 September 2020, <https://idstch.com/security/india-implementing-smart-and-comprehensive-integrated-border-management-cibms-to-guard-its-long-difficult-and-porous-borders/>, 31 March 2022.

^② “INDO-PAK NEWSIndia Installing Advanced ‘Surveillance Systems’ Along Sensitive India-Pakistan Border,” EurAsian Times, 19 February 2019, <https://eurasianimes.com/india-installing-advanced-surveillance-systems-along-sensitive-india-pakistan-border/>, 31 March 2022.

^③ Arjun G, “India deploys Smart Fencing on Indo-Bangladesh Border,” Redact, 6 March 2019, <https://medium.com/redact/india-deploys-smart-fencing-on-indo-bangladesh-border-a8c17793c00b>, 31 March 2022.

^④ “General Studies-3; Topic-Security challenges and their management in border areas,” Insights Mindmaps, February 2019, <https://www.insightsonindia.com/wp-content/uploads/2019/02/Comprehensive-Integrated-Border-Management-System-CIBMS.pdf>, 31 March 2022.

但是，2020年中印加勒万冲突及新冠肺炎疫情的暴发，中断了印度“智能围栏”项目的推进。其中，加勒万冲突使得印度边境基建的重心向通道的建设与维护进行偏移，强化向边境地区的投射与后勤给养能力成为印度军方更为迫切的需求。新冠肺炎疫情的暴发则在很大程度上影响了“智能围栏”项目的进展，这不仅仅是体现在工程的建设上，更直接体现在资金链的紧张。就此前公开的信息，“智能围栏”项目于2020年基本上处于停滞阶段，但是其“智能”理念不断融合进了印度边境的前沿军事部署。

2021年，鉴于此前（2019年）71公里“智能围栏”项目试点获得安全部门的认可，尤其是边境反渗透取得突出进展，印度内政部随即要求在安全形势最为突出的查谟-克什米尔地区500公里边界全面推进“智能围栏”项目。^①2021年7月16日，印度内政部长阿米特·沙阿在第18届边境安全部队（BSF）授职仪式上公开发表演讲称，“印度陆地边界的无围栏缺口将在2022年之前全部被封闭，并逐步逐批地推进‘智能围栏’项目，从而覆盖武器、毒品、走私泛滥和恐怖分子渗透的地区。”^②

总体来看，印度受限于国家体制及财政上的具体困难，在以“智能围栏”项目为代表的边防数字化建设上推进缓慢，但印度中央政府的决心非常坚定，这一方面是由于印度边境安全问题的突出，另一方面也是由于“智能围栏”项目的实际功效得到了实战的检验。

四、印度边防数字化建设的问题及启发

自印度内政部部长拉杰纳特·辛格正式宣布在印巴边境地带启动首个“智能围栏”的试点项目以来，该项目在印-孟、印-巴边境都发挥了一定的积极作用。其利用数字化设备进行边境地区的通信、监控、数据存储以及处理的技术治理理念，标志着印度开始有步骤地推进边境（防）基础设施的数字化升级。但是，边防数字化建设同样面临着财政支出巨大、技术

^① Rahul Tripathi, “Nod for integrated tech infra along 500-km Jammu border”, The Economic Times, 16 July 2021, <https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/nod-for-integrated-tech-infra-along-500-km-jammu-border/articleshow/84454336.cms>, 31 March 2022.

^② “Home Minister Amit Shah says there will be no gap in India’s 7500-km-long border by 2022”, The Print, 17 July 2021, <https://theprint.in/india/home-minister-amit-shah-says-there-will-be-no-gap-in-indias-7500-km-long-border-by-2022/698221/>, 31 March 2022.

人才匮乏，以及后期维护困难等诸多现实困境，这些问题既是边防数字化进程不断迟滞的重要原因，同时也对未来的建设预期留下了体系上的疑虑。

（一）“智能围栏”项目存在的主要问题

印度在边境地区的“智能围栏”项目取得了一定的成就，但同样存在诸多问题。这些问题是对“智能围栏”项目的严重威胁，也是该项目一直以来被迟滞的部分主要原因。

其一，财政开支巨大，设备制造与维护高度依赖国外进口。承担“智能围栏”工程建设的主要是印度的塔塔电力公司（TATA Power SED）和英国的达特康公司（DAT Con）。^①虽然塔塔公司声称这个项目是“印度制造”的象征，但主要的数字监控设备中，除手持式热像仪（HHTI）外，雷达、浮空器、光纤入侵检测系统、无人值守地面传感器和水下传感器等设备大多需要从国外进口。这无论是初期投入，还是后期的维护与更新都需要巨大的财政支持。事实上，后期二、三阶段建设的资金链一直非常紧张。第一阶段两个试点的投入使用，便是由于财政匮乏致使原定规划（2016年）向后推迟2年。^②相较于第一阶段两个地区的71公里，后续两个阶段覆盖71个区域，总计高达1955公里，这种支出规模使得捉襟见肘的印度政府恐怕很难按时实现规划。尤其是新冠疫情的暴发及中印在拉达克地区的对峙，极大地消耗了印度近年来积攒的国力，后续阶段能否顺利推进将是一个巨大的疑问。

其二，基础设施落后，尖端技术设备与边界基础设施现状不兼容，无法满足数字化设备所需的使用条件。对印度而言，“智能围栏”项目在某种程度上是相对超前的，数字化的底层基础——工业化尚未完成，前工业时代的基础设施条件无法支撑起数字化设备所需的各类技术要求。印度边境地区多为山区（印中、印巴以及印尼）和河流沼泽带（印孟边界），基础设施薄弱，普遍没有实现电力覆盖，（个别）边境村落与边防哨站所有的仅是“单相电”供给（即民用电压220V）。但对于“智能围栏”投入的

^① “Tata Power’s border management system to fortify BSF,” *The Economic Times*, 13 July 2018, <https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/tata-powers-border-management-system-to-fortify-bsf/articleshow/59253014.cms?from=mdr>, 31 March 2022.

^② “Blighter’s E-scan Radar Selected by Dat-Con Defence for Indian Border Security Pilot,” *CISION PR Newswire*, 14 February 2019, <https://www.prnewswire.com/ae/news-releases/blighter-s-e-scan-radar-selected-by-dat-con-defence-for-indian-border-security-pilot-806426820.html>, 31 March 2022.

数字设备而言，“单相电”是远远无法满足的。对于成规模化的传感器、地面雷达及声纳等设备而言，只有“三相供电”的380V（即工业供电标准）才能维持基本运作。^①然而，如果要在边境地区进行“三相供电”的线路铺设及其他基础设施的配套建设，其成本甚过于“智能围栏”本身的资金投入。即使是目前阶段能不计成本地实现，但未来在印巴边境的克什米尔山区及中印边境的喜马拉雅山区的推广则是无法想象的。同样要看到的是，目前印度相关研发部门和私营企业正着力解决这一难题，探索利用太阳能的光伏供电可能，并且已经在部分高海拔地区进行了试点应用。

其三，基于数字化装备的快速反应部队即使得到了数字化设备的数据支持，但在目前印度军队的投射能力及后勤保障下也很难达到“快速反应”的标准，而只能是根据突发情况进行布防的调整或者是追踪。直升机是快速反应部队的主要投射载具，目前印度共拥有722架直升机，但陆军航空兵所有的仅占35%左右（约257架），而直接负责边防的主力部队BSF直至2017年也仅有5架左右^②，这相对于拥有漫长陆地边界的印度而言，显然远远无法达到“快速反应”的设计要求。即使是纵向比较，印度的直升机总数也仅为中、俄两国的1/2，美国的1/8，不仅数量上有巨大差距，而且在边防上所面临的国内武装与境外对峙的压力也甚过于以上三国。^③

表5 印度陆军所属直升机数量

直升飞机型号	原产国	类型	数量
HAL Dhruv	印度	通用型	163
HAL Rudra	印度	武装通用型	58
HAL Chetak	法国	通用型	4
HAL Cheetah	印度	通用型	32
合计			257架

注：数据来源为《世界空中力量2020》。^④

^① “Fundamentals of Smart Metering-kWh and kVArh Meters,” Engineering Institute of Technology, <https://www.eit.edu.au/resources/fundamentals-of-smart-metering-kwh-and-kvarh-meters/>, 31 March 2022.

^② The International Institute of Strategic Studies, *The Military Balance 2017*, Routledge, Chapman & Hall, Incorporated, 14 February 2017, p. 212.

^③ “Chinese helicopters spotted along Sino-India border in Eastern Ladakh,” *The Economic Times*, 12 May 2020, <https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/chinese-helicopters-spotted-along-sino-india-border-in-eastern-ladakh-sources/articleshow/75692776.cms?from=mdr>, 30 February 2022.

^④ “World Air Force 2020,” *Flight Global*, 4 May 2020, <https://www.flightglobal.com/reports/world-air-forces-2020/135665.article>, 1 May 2022.

其四，数字化设备的操作与运营缺乏训练有素的技术人员。由于印度的边防部队实行轮换政策，每次轮换都意味着专业技术水平能力的下降，甚至是部分丧失，这也就在轮换期间人为地制造出了“智能围栏”项目的盲区。此外，印度兵源大多源于某些特定种姓，“当兵”是种姓框架下的世袭职务，兵源的素质便没有太多的筛选空间。

其五，维修与保养问题是严重制约边境安全可持续性实现的主要瓶颈。数字化时代是一个“多依赖”时代，这主要是由于“非线性的错综复杂”往往导致了多依存寄主的出现，任何一方的问题都可能形成“蝴蝶效应”导致整个体系的崩溃。印度的“智能围栏”同样是一个高度复杂的设备与技术体系，电力、网络及设备等都需要投入极大的人力与资本，才能保障该项目的正常运行。印度无法实现设备国产化的情况又增加了该项目维修保养的困难度，使其不仅无法通过内循环实现国内企业的订单供给，反而还导致财政缺口与外汇流失的日趋严重。

总体来看，印度的边防数字化进程正在稳步推进，虽然可能存在着诸多问题与弊端，但不可否认的是，印度目前已经取得了一定的成就。这些改进虽然无法在短时间之内形成规模化的影响和全局性的战略力量，但作为一种技术理论的验证，其已然证明了自身的价值和未来的发展方向。

（二）印度边防数字化建设对我国的启发

印度与我国同为世界上陆地边境线最长的国家之一，因此印度的边境智能化建设对于我国不仅有着相当程度的借鉴意义，同时也是应当时刻警惕关注与动态追踪的对象。针对印度的“智能围栏”项目的内容、进展与问题，我国的智能边疆应当在以下几个方面进行思考与应对。

首先，边疆安全治理正由“人事驱动”向“技术驱动”转型升级。“技术”作为边疆安全治理的支架，旨在于促进边疆社会稳定发展的目标实现，以往的“工具”标签表明了其在“人事驱动”下的治理体系中仅仅是辅助性的存在。但是，随着技术能力的不断提高，尤其是数字技术所代表的人工智能的发展，人类的决策与行为往往更为依赖于数字设备、数据分析，甚至是智能决策，“技术驱动”的发展态势已日益凸显。在边疆安全治理的实践中，主要安全部门的组织调整正围绕新设备和新技术的需要进行功能性的部门/工作组划分，人虽依然是使用数字技术的主体，但对于技术进步的“被动适应”却逐渐成为今后边疆安全治理的新常态。

其次，依托数字技术推进边疆多元主体共建共治共享的安全治理格

局。印度边境“智能围栏”项目目前所面临的困境很大程度上是由于“单一化”，即单纯地将边境乃至边疆地区的数字化建设归列为一种军事/安全任务，并没有充分调动起地方基层、相关企业及组织的主观能动性，因而导致配套不平衡、日常损耗巨大、技术人员供给匮乏等诸多现实问题。事实上，生产力的发展诱致生产关系的调整，数字技术的进步改变的不仅仅是生活的体验，而是社会治理体制由单一主体管理向多元主体治理的过渡。科技赋能边疆安全治理，使得涵盖安全在内的政务下沉到基层社区、企业、组织及民众，社会个体可以利用自身的数字设备或平台即时加入到智能边疆的安全建设之中。因此，边疆社会在科技的支撑下正逐渐形成一个共建、共治、共享的安全共同体，这既是数字技术所创造出的新治理格局，同时也为我国边疆数字赋能的未来发展明确了方向。

最后，“智能边疆”是边疆安全治理现代化的重要组成。边疆安全治理的现代化是治理能力与治理体系的现代化，数字赋能则是从技术治理的角度推动了治理能力与治理体系的进步。数字/人工智能技术所建构出的“网格治理组织体系”是基于对传统的“碎片化组织体系”的整合与改良，改变了以往安全职能部门之间各自为政、缺乏协同的松散格局，通过技术链条将跨域跨部门的协同流程进行串联或并联，实现安全资源的共享、安全合作的协同与安全流程的共操。以数字技术为支撑的扁平化治理体系，更具灵活性与开放性，利于安全主观部门能够迅速实现信息的整合与决策的制定，提高安全行政效能，实现边疆安全治理能力的现代化。