

意大利国家实验室的发展经验与启示

——以国家核物理研究院的国家实验室为例

马宗文¹, 孙成永²

(1. 中国科学技术交流中心, 北京 100045;

2. 中国科学技术部, 北京 100862)

摘要:意大利国家实验室的内部组织管理体系相对完善,在科学研究、国际合作、人才培养、科教融合、技术转移、科学传播等方面的做法具有优势和特色,包括:在前沿领域开展原创性科学研究,邀请跨国同行进行科学评估,科教融合培养青年科技人才,面向经济社会需求开展技术转移,组织科普和科学文化传播活动等,但近年来也面临着安全风险、升级改造、管理调度等新问题和挑战。本文以国家核物理研究院(INFN)为例介绍意大利的国家实验室,其相关经验和教训供借鉴参考。

关键词:意大利; 国家实验室; 组织管理体系; 国家核物理研究院

中图分类号: G311 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2021.11.007

国家实验室是“国之重器”,是国家战略科技力量。从世界科技强国的经验看,国家实验室在培育原始创新和重大突破、培养高质量创新人才、促进科研成果转化等方面发挥了重要作用。意大利的国家实验室建设起步早,建立了相对完善的组织管理体系,在运行、管理方面积累了不少经验,实验室的产出和效果获得各界认可,但当前也面临着一些新的问题和挑战。本文以意大利国家核物理研究院(INFN)的国家实验室为例,介绍其相关做法和经验、教训等,希望为我国国家实验室的规划建设提供参考。

1 基本情况

INFN成立于1951年,隶属于意大利大学与科研部,在亚核物理、核物理、宇宙物理学等领域进行广泛的理论、实验和应用研究,有员工5000多名。意大利政府为INFN提供了稳定的经费支持,INFN每年经费约4亿欧元,其中65%由政府拨款。

INFN有4个国家实验室,概况如下:

弗拉斯卡蒂国家实验室建于1954年,是意大利最大的加速器核物理和亚核物理实验室,有科研和管理人员500余人。该实验室于1961年建成了世界上第一台环形正负电子对撞机ADA,成为科学史上的一座里程碑;2000年建成的DAΦNE正负电子对撞机,拥有低能瞬时亮度的世界纪录;还有研究粒子加速技术的极高功率激光器FLAME。目前其正在设计建造世界首台等离子加速器SPARC_LAB,预计2028年建成。

格兰萨索国家实验室建于1982年,位于地下1400米处,总体积18万立方米,是目前世界上最大的地下实验室,正在进行中微子、暗物质、宇宙射线等前沿科学研究。覆盖实验室的白云岩山体有效屏蔽了来自宇宙的射线,山体中的天然放射性元素铀和钍含量非常低,使其成为极灵敏、高精密实验的理想场所。实验室有科研和管理人员约100人,每年来此合作研究的科研人员超1100人。

第一作者简介:马宗文(1986—),男,助理研究员,主要研究方向为科技政策、科普与公民科学素质。

收稿日期:2021-08-20

莱尼亚罗国家实验室建于1960年, 拥有3种性能不同、互为补充的静电加速器——CN、AN2000和Tandem, 有科研和管理人员约250人。实验室主要研究与核物理有关的核结构和性质、重离子碰撞中的反应动力学、与恒星演化相关的核过程, 研制和建造加速器及其组件、核辐射探测器等, 开展核方法和技术在离子束、材料、地球和生命科学等方面的应用研究。

南方国家实验室建于1976年, 主要开展核物理和粒子天体物理研究, 有科研和管理人员约150人。实验室的两个加速器能产生大范围的稳定光束, 可进行核结构、核碰撞以及固态物理、放射量测定等多个核技术领域研究, 拥有意大利唯一的用质子束治疗眼部肿瘤的中心。实验室正在地中海3500米水深处建设大型水下科研基础设施KM3NeT, 将用于观测超高能天体物理中微子。

2 组织架构与管理体制

国家核物理研究院的4个国家实验室虽然研究侧重不同, 但具有类似的组织管理架构。下面以格兰萨索国家实验室为例进行介绍。

实验室实行主任负责制, 实验室主任由INFN理事会选举产生、INFN主席任命, 任期4年, 可连任一届。

实验室下设秘书处、科研处、技术与服务处、行政管理处、公共事务与科学信息处、培训与外部资金处、预防与保护服务处, 并根据INFN章程设立了科学委员会和理事会两个议事协调机构^[1]。

秘书处协助实验室主任开展工作, 职责包括协调与INFN总部和实验室各部门的关系; 审核与国内外科研机构的协议; 召集实验室理事会和科学委员会会议; 负责人员招聘与管理、考核, 奖学金的评选、发放, 职工薪酬、福利和保险, 工会组织工作等。下设人力资源办公室和用户办公室。

科研处负责计算与网络管理服务; 电子设备开发维护; 化学品和化工设备管理; 特种设备(低水平的辐射和罕见核过程探测)研发; 低温和真空设备的管理维护等。科研处内设科研秘书若干, 负责组织学术会议、研讨会, 管理文档资料等。

技术与服务处负责给排水系统、供暖、通风、

空调系统设计维护; 起重、运输设备运维; 电力和通信系统设计、管理, 防火、监控系统管理和维护; 建筑物设计建造; 机械设备维护; 仓库管理; 工业产品设计等。技术与服务处内设技术秘书若干, 协助填报技术文件等。

行政管理处负责会计、预算和费用管理与报告; 合同审核与招标; 会计清算、支付和开具发票; 现金监控; 基金、库存和资产管理; 进出口通关、保险和纳税等。

公共事务与科学信息处负责媒体关系协调与联络, 对外提供新闻宣传稿件; 安排官方访问和会议, 协调与国外研究机构的关系, 合作举办公共科学活动; 组织科普活动、教师培训和暑期学校项目; 管理网站信息、影视频档案资料、图书出版事务等。

培训与外部资金处负责发展政策和战略研究; 制定本科生、研究生、科研人员和技术人员的培训计划; 地方政府、国家和国际资金的筹集与管理; 协调与大区政府、经济发展部、大学与科研部、行业协会、工业家联合会、企业等的关系; 评估资助项目的进展情况; 提交项目实施报告。

预防与保护服务处根据意大利相关法律开展工作, 负责识别实验室风险因素, 进行分析、评估; 制定预防和保护措施; 制定安全培训计划; 定期组织安全培训; 与医生合作进行健康和卫生监测; 制定内部应急管理计划; 对放射源的处置和安全使用等进行管理。

科学委员会为实验室主任提供决策参考和建议, 涉及实验室发展方向; 实验项目批准; 仪器资源分配; 实验室空间和实验时段安排等。科学委员会成员从国际和国内相关机构的专家中遴选, 由实验室主任提名、INFN主席任命; 委员会成员任期3年, 可连任一届。目前委员会成员9人, 其中外籍科学家4人, 主席为瑞士科学家。

实验室理事会的任务是向INFN的咨询和审议部门提交科研计划和开支需求; 审查与实验室运行和执行理事会决议有关的问题、经费事项等。理事会成员9人, 包括: 实验室主任(兼任理事会主席)、科研活动协调员、科研处负责人、技术与服务处负责人, 以及从科研、技术和行政服务等部门选举产生的代表5人。

3 成功经验和做法

3.1 面向世界科技前沿，取得原创性科技突破

弗拉斯卡蒂国家实验室自成立之初就瞄准加速器物理学的最前沿领域，建造了世界第一台环形正负电子对撞机，目前又致力于建造全球首台等离子加速器 SPARC_LAB，不断开拓加速器物理学新技术，建成后在提高粒子加速器功率的同时，将大幅缩小设施的尺寸。

格兰萨索国家实验室因其得天独厚的实验条件，始终面向天体物理学、粒子物理学最前沿领域，建造世界最先进的科研基础设施，创新成果不断涌现：2018年，Borexino 实验团队证明了中微子振荡在低能区的存在，对太阳内部核聚变的几个过程进行了精确测量，确定了核聚变的强度^[2]；2019年，XENON1T 探测器首次在氙-124 同位素原子核中实现了对两个中微子双电子捕获的直接观察，这是有史以来最直接观察到的最罕见的衰变过程^[3]；2020年，Borexino 实验团队直接探测到太阳核聚变碳-氮-氧循环产生的中微子，确定了太阳核聚变过程中大约 1% 的能量来自该循环，此研究提供了宇宙中氢恒星转化为氦恒星机理的实验证据^[4]；同年，LUNA 实验装置 400 千伏加速器的强质子束轰击了高纯度氘气靶材，并用高纯度锗探测器检测了正在研究的核反应产生的 γ 射线，这项精准测量结果丰富了人们对物质形成和宇宙组成的认识^[5]。以上四项结果均发表在《自然》杂志，在国际上产生了重要影响。

3.2 广泛开展国际合作，邀请跨国同行进行评估

弗拉斯卡蒂国家实验室与美、英、法、德、俄、中、日等国的 19 家同类科研机构签订了合作协议，共同建造科研基础设施，定期开展人员交流互访。通过机制化合作，实验室研发的粒子探测器被包括欧洲核子研究中心（CERN）在内的全球各大科研设施广泛使用，广受认可。每年来实验室开展科研合作的 200 名外部科研人员中，约有一半来自国外。

格兰萨索国家实验室面向国际开放程度更高，来自全球 30 多个国家的 1 100 多名科研人员正在此开展 17 个科研项目。据统计（见表 1），平均每个项目有来自 6 个国家的 20 家研究机构参与，

来自国外机构的数量占总数的 57.6%，超过意大利本土的机构数^[6]。为吸引全球顶尖团队和科研项目，实验室还为来此参加实验、学术会议和交流的国外科研人员提供津补贴、交通和食宿补贴等。

表 1 格兰萨索国家实验室的实验参与情况

实验名称	领域	参与国家数 (个)	参与机构数 (个)
Borexino	中微子	7	26
Cobra	中微子	6	10
Cosinus	暗物质	3	8
Cresst	暗物质	5	9
Cuore	中微子	6	37
Cupid	中微子	4	14
Dama	暗物质	5	13
Darkside	暗物质	15	80
Ermes	地球环境	7	17
Gerda	中微子	6	19
Ginger	万有引力	3	11
LUNA	核聚变	4	17
LVD	中微子	6	14
PULEX	宇宙辐射	4	11
Sabre	暗物质	4	11
VIP	量子力学	6	9
XENON	暗物质	10	22

来源：据格兰萨索国家实验室官方网站信息统计得出。

莱尼亚罗国家实验室与欧洲核子研究中心建立了密切合作关系，深度参与了欧洲核子研究中心设施的关键部件研发，如大型强子对撞机 LHC 的铅离子注入器、ALICE 探测器等核心部件。实验室的国际化程度较高，每年约有 700 名来自世界各地的科研人员来此开展合作研究。

INFN 建立跨国评估机制，重视国际同行的评估意见。1997 年 INFN 成立国际评估委员会（CVI），每年对包括国家实验室在内的机构整体运行状况进行全面评估。国际评估委员会由 9 名专家组成，其中外籍专家 6 名，经济界专家 1 名，产业界专家 1 名，

目前国际评估委员会主席为美国科学家。国际评估委员会通过集中审阅各部门提交的年度报告、听取 INFN 主席汇报等方式开展工作, 最终独立完成评估报告, 包括对实验室发展计划的评价、正在进行项目的进展评价、财务和外部风险的评估等, 并指出存在的问题, 提出非常具体的建议和意见。该评估报告将被发送至大学与科研部备案。

3.3 依托高校科研力量, 科教融合培养青年科技人才

INFN 建立了与大学融合发展的良好生态, 对促进实验室的发展发挥了重要作用。INFN 在全国高校物理系建有 20 个分部, 在 INFN 进行科研活动的各类人员构成如表 2 所示 (不含国际访问人员), 其中来自高校的人数超过了 INFN 编制内的科研人员数。这些分部通过科教融合与深度合作, 一方面为国家实验室补充了大量高素质的科研力量, 另一方面为高校科研人员提供了先进的科研平台, 为青年人才成长提供了个性化选择。国家实验室的科研人员中, 博士生、博士后占总人数的 35%, 通过参与世界最前沿的科学研究, 特别是与全球顶尖科学家合作, 青年人才得以快速成长。

表 2 INFN 人员构成^[7]

INFN	人数(人)	高校	人数(人)
科研人员	610	科研人员(全职)	843
工程师	230	工程师	109
技术人员	301	科研人员(兼职)	651
博士后	197	博士生、博士后	1 280
总计	1 338	总计	2 883

弗拉斯卡蒂国家实验室重视团队建设, 重视发挥团队的合作精神, 团队中青年科研人员与经验丰富的年长科研人员分工协作、互相配合, 共同建造新的科研设施, 不断将科研思路转化为创新成果。

格兰萨索国家实验室与当地高校合作, 于 2012 年创办了博士培养机构——格兰萨索科学研究所, 项目经过 3 年试运行后通过了国家评估, 于 2016 年正式面向全球招生; 目前在天体物理、计算机、数学和社会学 4 个领域招收博士生, 每年 40 名, 并全部提供奖学金。博士毕业生受到意大

利国内外科研院所青睐, 博士生项目取得初步成功。

莱尼亚罗国家实验室为青年科研人员提供了丰厚的奖学金和科研启动资金, 每年各类奖励项目有十余项, 包括政府资助类和个人捐赠类, 奖励额度从每年 2 万 ~ 4 万欧元不等, 主要奖励对象是博士后科研人员, 2019 年有 50 人获奖。

3.4 面向经济社会需求, 重视技术转移和应用研究

国家实验室通过开放共享科研基础设施、开展技术转移合作等方式为地方经济社会发展做出重要贡献, 地方政府也为实验室建设、运行提供经费支持。

弗拉斯卡蒂国家实验室面向企业界开放, 提供科学和技术数据的不同层级的公开接口, 开展合作研究, 促进知识和方法向创新链下游转移, 其中纳米材料、石墨烯、新型传感器和探测器在医疗、信息和航天等领域取得了不错的应用成果^[8]。实验室大力支持地方文化产业发展, 在拉齐奥文化技术创新区 (DTC) 中建立 X 射线实验室, 开展文物的显微分析和断层扫描研究, 并支持青年人创新创业; 实验室还是全国文化遗产网络 (CHNet) 的重要节点, 利用 DAΦNE 设施开展文物修复和保护研究、原材料分析和真伪鉴定等。

莱尼亚罗国家实验室在医学成像、强子肿瘤治疗、质子和离子束放射治疗等技术开发应用方面具有优势, 正在实施: 粒子加速器产生的强中子束项目, 开发硼中子捕获疗法; 医用放射性同位素项目, 使用基于加速器的新方法生产常规放射性核素; 创新医疗应用项目, 通过在线同位素分离技术, 生产用于诊断或治疗的一系列高纯度的放射性核素^[9]。

南方国家实验室的 CATANA 中心是意大利唯一治疗眼部肿瘤的中心, 其超导回旋加速器, 能将质子束加速到 60MeV 的最高能量, 特别适用于眼部罕见肿瘤疾病的放射治疗, 自 2002 年建成以来已经治疗了 300 多名患有各种类型眼部癌症的患者; 非破坏性原位分析实验室 LANDIS 利用 X 射线和电荷粒子束对考古和文化遗迹进行局部成分、二维或三维成像及矿物学表征分析, 具有很高的化学灵敏度和空间分辨率。

3.5 承担社会责任, 组织科普和科学文化传播活动

INFN 将传播科学文化作为自己的社会责任,

积极履行“第三使命”，为社会发展做贡献。实验室向公众介绍科研设施，宣传研究计划和最新科研成果，促进提升公民科学素质，培养青少年学生对科学的兴趣和热情，帮助其发现自身潜力并立志投身科学事业。

弗拉斯卡蒂国家实验室每年举办丰富多彩的科普和培训活动。据统计，实验室每年接待各类参观学习和培训人员约 9 000 人，他们主要参加“课外科学实践课”、专题实习（主题包括机械、超导、电子、数据分析、纳米技术等）、实验室开放日、“欧洲科研人员之夜”活动，以及各类论坛、公共讲座等^[8]。

格兰萨索国家实验室每年也组织许多科普活动，每年到访的学生和公众达 8 000 人，特色活动有“来自宇宙的笔记”音乐会、国际宇宙日活动、实验室开放日、“我也是科学家”竞赛、国际学生暑期学校等，以及受欧盟玛丽·居里计划资助的科普活动“分享科研人员对不断变化的责任的热情”（SHARPER），该活动自 2014 年以来已连续举办 7 年，共 300 余场次，约 560 名科研人员参加，受众超 10 万人^[10]。

4 问题与挑战

4.1 安全事故导致部分实验设施或将被关停

2002 年，格兰萨索国家实验室的 Borexino 项目在填充探测器时因操作不当，造成 50 升具有强烈气味的危险化学品偏三甲苯泄漏，实验室迅速控制了泄漏，并将事件报告了当地政府，但泄漏化学品还是污染了附近水源地河流，造成鱼类死亡。当地居民对泄漏表示强烈抗议。2003 年，意大利法院进行调查，认为实验室的排水系统密封不严，可能会污染供水系统，责令实验室进行整改。意大利部长委员会随即宣布实验室进入紧急状态，立即关停了所有涉及液体的地下实验设施。实验室随后采取措施将给排水系统与当地渡槽进行隔离，并启动建设更加严格的防护措施。2004 年，改造完成，实验得以重启^[11]。

2018 年，地方检察官对实验室负责人提起诉讼，指控其未能清除 Borexino 项目的 1 300 吨偏三甲苯和 LVD 项目的 1 000 吨乙醇，违反了 2006 年

通过的“禁止在饮用水源 200 米内储存危险物质”的法令，而且 2003 年启动的隔离改造工程并未完全完工。2019 年，INFN 制定了 Borexino 和 LVD 设施的退役和拆除计划，但为了履行对参加实验的其他国家和机构的承诺，拆除计划未立即实施。截至 2020 年底，与当地政府的协商仍在进行，相关设施还处于短期运行状态^[12]。

4.2 存在安全风险和隐患，改造升级面临困难

格兰萨索国家实验室还面临着其他挑战，如当地政府 2019 年通过新的法律，对室内空间的可燃物数量提出更严格的限制。实验室所使用的闪烁体属可燃物，在被清理之前，将无法通过新一轮消防安全检查，LUNA 设施将面临被拆除的风险。INFN 国际评估委员会的评估报告指出，由于安全标准提高，一些小型实验项目将难以达到要求，也将面临拆除、更新或升级改造等问题，因此需要谨慎处理。

由于实验室入口位于高速公路隧道的中间位置，隧道发生交通事故会让实验人员困在实验室。2004 年，隧道中的卡车起火使交通中断了数小时，实验人员被困。为了解决该问题，INFN 计划建设从实验室到地面的直接通道，并扩大地下实验室空间，但遭到环保主义者的反对，而且因政府资金紧张，至今未解决问题^[11]。

4.3 行政管理等问题造成项目延期和调度冲突

奇特核素的选择性生产项目（SPES）是莱尼亚罗国家实验室的旗舰项目，主要用于核物理和天体物理基础研究和跨学科应用研究，如生产医用放射性核素、中子和材料研究等。该项目 2012 年获得欧盟地平线 2020 研究计划支持，但进展缓慢。2016 年国际评估委员会的报告称，SPES 项目已延期 2 年，实验室缺乏项目管理手段和现代化的管理工具来管理人力、财务、质量和进度。2017 年实验室对内部组织管理进行了加强和改进，项目得以有序开展。2019 年国际评估委员会的评估报告指出，SPES 项目主体虽然完工，但配套设施建设和运行效果不佳，并提出相关建议：一是制定时间表，虽然 SPES 是实验室最高优先级的项目，但并未优先执行，建议制定更好的实施计划；二是 SPES 放射束使用时间分配出现问题，向不同用户的光束调

度发生冲突,建议优先完成合同任务,并开展设备的双能源升级,以同时满足双用户使用;三是资金和人员不足,实验室虽可满足常规运行,但无应对紧急事件的预案,应考虑 SPES 项目大规模扩展需要更多的资金和人员等情况。

5 启示

我国正在布局建设国家实验室,“十四五”规划明确提出“聚焦量子信息、光子与微纳电子、网络通信、人工智能、生物医药、现代能源系统等重大创新领域组建一批国家实验室”的目标。通过对意大利国家实验室相关情况进行梳理,获得如下启示:

一是面向国际科技前沿,高标准规划建设国家实验室。打造世界一流的科研基础设施、装备和研究平台,引领相关领域科技发展方向。重点开展前沿基础科学研究,培育原始创新能力,增强持续创新动力,促进重大原创成果产出。通过立法等方式,为实验室建设、运行提供稳定经费支持,稳定支持一批科技创新团队。

二是重视人才培养,集聚青年创新人才,用先进的科研设施和实验条件吸引国内外人才。探索建立与高校联合办学等模式,将创新链向人才供给端延伸,科技融合,培养具有全球视野和国际领导力的青年创新人才。设立科研启动资金,加大对青年科研人员的支持力度。在实验室组织科普宣传活动,激发青少年对科研和创新的兴趣,为未来科技发展储备人才。

三是服务国家重大战略需求,为区域创新发展提供动力。健全开放共享和协同创新机制,鼓励企业等各类研发主体参与实验室的重大项目攻关,注重研究成果的转移转化,依托实验室打造有影响力的科技创新高地。推动地方政府加大对实验室建设、发展的投入,加强实验室的安全管理,降低环境风险,促进与所在地的和谐发展。

四是坚持开放合作,提高实验室的国际化水平。通过设施共建、联合研发等方式,加强与世界一流科研机构的交流合作。支持实验室发起或主导国际大科学计划和工程、牵头承担国际科技创新合作专项。建立跨国同行参与的专业化咨询和评价机

制,听取有关实验室发展计划、项目进展、成果质量和国际影响的意见。■

参考文献:

- [1] Gran Sasso National Laboratory. The laboratory's organization[EB/OL]. [2021-08-10]. <https://www.lngs.infn.it/it/organizzazione>
- [2] The Borexino Collaboration. Comprehensive measurement of pp-chain solar neutrinos[J]. *Nature*, 2018, 562 (7 728): 505-510.
- [3] XENON Collaboration. Observation of two-neutrino double electron capture in Xe-124 with XENON1T[J]. *Nature*, 2019, 568(7 753): 532-535.
- [4] The Borexino Collaboration. Experimental evidence of neutrinos produced in the CNO fusion cycle in the Sun[J]. *Nature*, 2020, 587(7 835): 577-582.
- [5] Mossa V, Stöckel K, Cavanna F, et al. The baryon density of the Universe from an improved rate of deuterium burning[J]. *Nature*, 2020, 587(7 833): 210-213.
- [6] 马宗文,孙成永.意大利大型研究基础设施开放共享的经验与启示[J]. *全球科技经济瞭望*, 2019, 34(5): 60-66.
- [7] Fernando Ferroni. The INFN perspective on HEP and APP[EB/OL]. [2021-08-10]. <https://indico.cern.ch/event/175304/contributions/1439362/attachments/225035/314914/London-QMUL.pdf>.
- [8] Frascati National Laboratory. Accelerando il Futuro[EB/OL]. [2021-08-10]. http://w3.lnf.infn.it/wp-content/uploads/2018/07/LNF_brochure_ITA_web1.pdf.
- [9] Legnaro National Laboratory. Special research projects carried out at LNL[EB/OL]. [2021-08-10]. <http://www.lnl.infn.it/index.php/en/researchbutton-3/special-projects>.
- [10] Gran Sasso National Laboratory. Past initiatives[EB/OL]. [2021-08-10]. <https://www.lngs.infn.it/it/iniziativa-passate>.
- [11] Jackson J. Gran Sasso: a tale of physics in the mountains[EB/OL]. [2021-08-10]. <https://www.symmetrymagazine.org/article/february-2010/gran-sasso-a-tale-of-physics-in-the-mountains>.
- [12] Cartlidge E. Gran Sasso lab to shut down controversial experiments[EB/OL]. [2021-08-10]. <https://physicsworld.com/a/gran-sasso-lab-to-shut-down-controversial-experiments/>.

The Experience and Enlightenment of Italy's National Laboratory: Take the National Laboratories of the National Institute of Nuclear Physics as an Example

MA Zong-wen¹, SUN Cheng-yong²

(1. China Science and Technology Exchange Center, Beijing 100045;

2. Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Beijing 100862)

Abstract: The internal organization and management system of the Italy's national laboratories is relatively complete. Italy's national laboratories have very good experiences in scientific research, international cooperation, personnel training, integration of science and education, technology transfer, and scientific communication. These experiences include carrying out original scientific research in frontier fields, inviting transnational counterparts to conduct scientific evaluations, cultivating young scientific and technological talents through the integration of science and education, carrying out technology transfers for economic and social needs, organizing science popularization and scientific culture dissemination activities, etc. However, they have also faced some new problems and challenges, such as security risks, upgrading and transformation difficulties, and scheduling conflict. We take the National Institute of Nuclear Physics (INFN) as an example to introduce the national laboratories in Italy. Their experience and lessons are worthy of reference.

Keywords: Italy; national laboratory; organization and management system; INFN

(上接第20页)

[7] 小岩井忠道. 日本启动大流行病对策机制综合研究, 反省新冠疫情中的应对不足 [EB/OL]. (2021-03-05)[2021-07-04]. https://www.keguanjp.com/kgjp_keji/kgjp_kj_smkx/pt20210305000004.html.

[8] 重茂浩美, 蒲生秀典. 新型コロナウイルス感染症による日本の科学技術への影響と科学者・技術者の

貢献—科学技術専門家ネットワークアンケート調査より [EB/OL]. (2020-12-21)[2021-07-04]. <https://doi.org/10.15108/stih.00240>.

[9] 日本内閣会議. 科学技術・イノベーション基本計画 [EB/OL]. (2021-03-26)[2021-07-04]. <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>.

Japanese Government's Scientific and Technological Initiatives in Response to the COVID-19 Pandemic

WANG Ling

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: Since the outbreak of the COVID-19 pandemic, the Japanese government has taken urgent measures in the areas of laws and regulations, epidemic prevention and control system, medical testing and drug R&D, and international collaborations to protect public health and people's lives, maintaining the order and the stability of society and economy to the greatest extent. This paper elaborates on Japan's use of advanced technologies to counter the COVID-19 pandemic, analyzes the impact of pandemic on Japan's social development, and provides reference for Chinese government departments to deal with COVID-19.

Keywords: Japan; COVID-19; infectious disease countermeasures; digital transformation