



武汉国家生物安全 NBL 实验室

科学背景

四级生物安全实验室简称“P4（Protection level 4）实验室”，是当今全球生物安全性等级最高的实验室，为研究危险性极高的病原及其防治技术提供了一个安全的物理防范实验条件。

高致病性病原微生物是我国卫生部（现“卫计委”）于2006年颁布的《人间传染的病原微生物名录》中危害程度为第一类和第二类的微生物统称，此类微生物（例如，埃博拉病毒、尼帕病毒、蜱传脑炎、SARS病毒等）是指能够引起人类或者动物非常严重疾病的微生物，对人体、动植物或环境具有高度危险性，通过气溶胶途径传播或传播途径不明，或未知的、危险的致病因子，通常无预防和治疗的方法。其病原诊断、疫苗研制和药物筛选以及生物防范等相关研究，必须在最高防护等级的P4实验室中进行。

根据《中华人民共和国传染病防治法实施办法》规定，凡从事致病性微生物实验的科研、教学和生产单位，实验室是各类传染病菌（毒）研究操作的基本单元，必须实现防止致病性微生物扩散的制度和人体防护措施。不同危害等级的微生物必须在对应防护级别的物理屏障环境下操作，一方面防止实验人员和其他物品受到污染，同时也防止其被释放到环境中。物理性防护是由隔离的设备、实验室的设计及实验设施等3方面所组成，根据对个人、环境和社会提供的保护程度，可分为P1、P2、P3和P4四个等级。

生物安全实验室分级

NIH*	WHO*	病 源	实验室操作	一级屏障	二级屏障
P1	BSL-1	指在通常情况下不会引起人类或者动物疾病的微生物	GMT	不要求	开放实验台、洗手池
P2	BSL-2	能够引起人类或者动物疾病，但一般情况下对人、动物或者环境不构成严重危害，传播风险有限，实验室感染后很少引起严重疾病，并且具备有效治疗和预防措施的微生物	GMT加防护服、生物危害标志	1级、2级生物安全柜，实验服、手套、若需要则采取面部保护措施	在 P1 的基础上增加高压灭菌锅
P3	BSL-3	能够引起人类或者动物严重疾病，比较容易直接或者间接在人与人、动物与人、动物与动物间传播的微生物	在二级生物安全防护水平上增加特殊防护服、进入制度、定向气流	2级生物安全柜，保护性实验服、手套、若需要则采取呼吸保护措施	在P2的基础上增加：（1）与走廊隔开；（2）双门进入，门自动关闭；（3）排出的空气不循环；（4）实验室内负压
P4	BSL-4	能够引起人类或者动物非常严重疾病或未知的、危险的致病因子，很容易发生个体之间的直接或间接传播，对感染一般没有有效的预防和治疗措施	在三级生物安全防护水平上增加气锁入口、出口淋浴、污染物品的特殊处理	3级生物安全柜或2级生物安全柜加全身、供应空气、正压防护服	在P3的基础上增加：（1）单独建筑或隔离区域；（2）有供气系统、排气系统、真空系统、消毒系统；（3）其他有关要求

*NIH：美国国立卫生研究院；WHO：世界卫生组织

建设目标

近年来，随着全球化进程的加快以及生态、气候和环境的变化，世界范围内的新生传染病不断爆发，在那场令无数中国人至今都心有余悸的 SARS 危机之后，陈竺等 22 位院士联名向国务院提出了“以非典型肺炎防治为切入点，构筑我国预防医学创新体系”的建议，我国政府将建立新发传染病和生物安全防范体系提升至人类健康和国家安全战略高度，决定启动包括四级生物安全实验室在内的国家高等级生物安全实验室体系建设，建设一个对国内外科学家有限开放的 P4 生物安全实验室及其辅助设施，形成一个能开展 2—3 种烈性传染性疾病病原研究和疫苗研制的相对独立的研究平台，并以此为依托，弥补我国公共卫生应急反应体系不完善、缺少有效技术支撑和药物储备的短板，

在突发新生传染病来袭时，能主动、科学防控，构建未来应对新生疾病和生物防御的新常态，在我国重大新生传染疾病的预防和控制中起到基础性、技术性的支撑作用，同时有效提高我国对生物战争和恐怖袭击的防御和应变能力，维护国家生物安全。

建设全球顶尖水平的 P4 实验室是国家安全的现实需要，呈现的是崛起中的中国积极承担全球生物安全防御责任的大国气象。P4 实验室是从事致死率高、传播力强、目前尚无有效治疗手段的传染病研究的重要安全平台，其建设和运行需要遵循严格的规范和程序。承担这一国家重大科技基础设施的中科院武汉病毒所怀揣使命，在当时我国缺乏建造实验室技术规范、标准和设备的情况下，放眼国际，在全球范围内积极寻求合作伙伴，法国里昂高等级生物安全实验

室以在人口健康、卫生及公共健康、流行病学等方面的传统优势以及功能、建设、管理、研究等领域的世

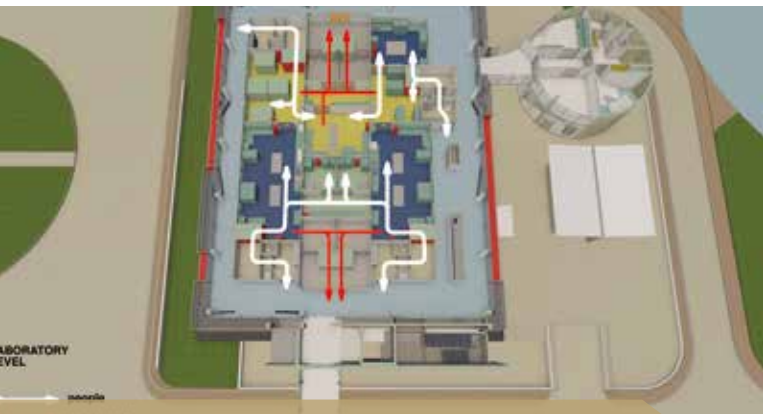
界标杆地位脱颖而出，拉开了中法合作共同完成中国 P4 实验室建设项目的序幕。

装置概况

武汉国家生物安全实验室，位于湖北省武汉市江夏区中科院武汉病毒所郑店园区内，地处中原腹地，



P4 实验室科研人员操作演练



上图 P4 实验室剖面图，下图 P4 实验室核心区立面图

三面邻山，环境相对独立，交通较为便利。建设内容包括细胞水平生物安全四级实验室在内的烈性病原试验设施、新生疾病研究设施以及烈性病原体病原保藏设施（即包括 P4、P3 以及 P2、普通实验室和动物饲养室等辅助性设施及相关配套设施），最终形成一个相对完整的新生疾病研究单元。

P4 实验室建筑主体分为 4 层，底层为污水处理、生命维持协同以及配电力保障设备夹层；二层为核心实验区，包括 3 个细胞水平实验室、2 个动物实验室、1 个解剖间和 1 个菌种保存间，能同时开展 3 种病原研究，开展中小型动物感染的病理和药物药效评估等研究，具有毒种保存功能（Biological Resource Center, BRC）。核心实验区的墙壁采用激光焊接技术拼接抗腐蚀性强的不锈钢，由我国自主完成，达到国际一流标准；三层为送排风管道层；四层为暖通空调设备和送排风总管等设备层。

实验室人员防护采用正压防护服，使之保持科研人员与有潜在污染的环境处于完全隔绝状态，类似太空中的宇航员，其呼吸所需空气完全由呼吸空气供应站通过可控、安全的输送管道供给。人员在离开污染环境的实验室前通过化学淋浴完成正压工作的去污染程序（Decontamination）。化学淋浴废水和实验室工作产生的活毒废水通过双层排污管道收集系统，集中收集到污水处理站，通过 135℃ 高温消毒处理。

P4 实验室采用定向负压系统和双层过滤系统，保证实验室内空气通过有组织的负压控制技术，只能通过具有在线扫描检漏的高效过滤器（HEPA）过滤后排放，不能随意流出造成泄漏。实验室感染性固体废物通过双扉高压灭菌锅消毒后，进行无害化焚烧

处理。实验室核心实验区任何相邻两扇门之间都有自动互锁装置，防止两扇门被同时打开，从而避免室内空气的流通。

经过培训的高素质生物安全管理团队建设是实验室安全运行的保障。2006年以来通过中法合作，6人次已获得四级实验室上岗资格，2人次通过法国实验室

督察员培训。由《实验室生物安全管理手册》《程序文件》《标准操作文件》和《记录表单》以及《病原风险评估报告》《材料安全数据单(MSDS)》《病原安全数据单(PSDS)》组成的符合国家和国际标准的实验室管理体系基本完成构建，处于试运行状态。

研究领域

P4实验室正式投入运行后，将对包括埃博拉病毒、拉萨热病毒在内的自然疫源性病毒和其他新发病毒开展研究，包括快速检测体系、分子流行病学、传染病病原微生物学、治疗性抗体、疫苗和药物评价研

究、生物因子风险评估研究等，打造我国新生和烈性传染性疾病的病原分离鉴定、感染模型建立、疫苗研制、生物防范以及病原与宿主相互作用机理等研究的生物安全平台。

领导关注

国家、中科院以及湖北省、武汉市各级领导十分关心武汉国家生物安全实验室的建设状况，多次亲临建

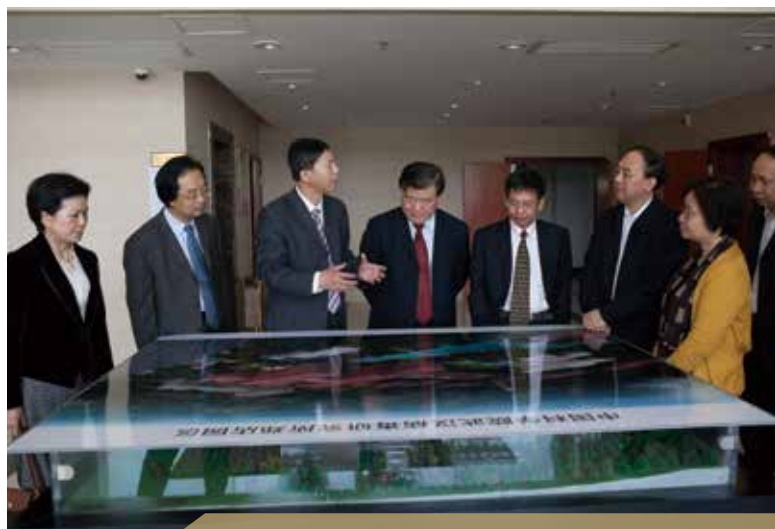
设现场视察，在政策、资金、配套设施等各方面对实验室的建设给予大力支持，确保项目建设的顺利完工。

全国人大常委会副委员长陈竺视察

2014年4月29日，全国人大常委会副委员长陈竺在湖北省人大常委会副主任周洪宇、湖北省政协副主席吕忠梅、中科院武汉分院党组书记、副院长陈平等陪同下视察中科院武汉病毒所。

陈竺一行首先视察了武汉国家生物安全实验室项目建设现场，了解了已建设完成的科研基础设施运行现状及P4实验室建设进展。对照郑店科研园区鸟瞰图，陈竺详细询问了园区规划和学科布局。陈竺指出，武汉国家生物安全实验室是中法两国全面战略合作伙伴关系框架内的重大合作项目，是两国在卫生、健康、科学技术方面的合作结晶。自启动以来得到了国家卫计委、外交部、中科院等各有关部委以及湖北省、武汉市地方政府的高度重视和大力支持，希望实验室建设各方以高度负责的精神，科学、严谨的态度精诚合作，高质量按时完成建设任务。他强调，在当

前全球抗击埃博拉疫情的关键时期，应对疫情暴露出我国在烈性病毒研究和防控方面存在科研条件平台缺乏、技术储备和防控物质储备缺乏等不足，国家对高等级生物安全平台建设给予厚望。他要求武汉病毒所



2014年4月，全国人大常委会副委员长陈竺视察



2015年1月中科院院长白春礼在竣工仪式致辞

全力以赴迎接挑战，加快推进高等级生物安全平台建设，在保质保量完成硬件设施建设的同时，同步推进软件建设，尽快形成具备实际战斗力的科研团队，

竣工仪式

2015年1月31日，中科院武汉国家生物安全实验室竣工仪式在武汉市举行，中科院院长、党组书记白春礼出席并致辞。

白春礼强调，国家重大科技基础设施是科学研究的重要基础和保障，更是全面衡量一个国家科技创新能力的重要标志。武汉P4实验室是构建中国公共卫生防御体系的重要环节之一。它是中科院与国家卫计委和湖北省开展科技合作的重要支撑平台，也是国内外传染病防控基础与应用研究不可或缺的技术平台，必将在增强我国应对新发、突发传染病防控能力和提升抗病毒药物及疫苗研发等科研能力方面发挥举足轻重的关键作用。

“亮剑”埃博拉疫情防控，在国家公共卫生和生物安全领域发挥重要作用。

白春礼要求，武汉病毒所以及相关全体科研人员要牢记“三个面向”和“四个率先”的历史使命，以P4实验室的竣工为新的起点，继续抓好未来工作。一是要始终以传染病防控与生物防范的国家重大需求为牵引，以重大科学问题为突破，加强与国内外卫生部门、医药研发单位的合作，不断产出更多有重大影响的创新成果。二是要始终努力将国家战略需求与湖北省地方科技服务相结合，将前沿基础性研究与重大科技产出相结合，将自主创新和对外科技合作相结合，为国家战略性新兴产业发展，构建区域创新体系，促进经济社会可持续发展做出新的更大的贡献。三是必须要始终坚持出成果和培养人才并重，积极承担和组

织科研重大工程和项目，汇聚和培养一支我国高等级生物安全实验室的设计、科研、生物安全管理和设备管理维护人员队伍。四是要始终坚持走改革创新发

之路，深化管理体制机制创新，把P4实验室建设成为国际上一流的大科学研究中心，使之真正成为“国之利器”。

未来展望

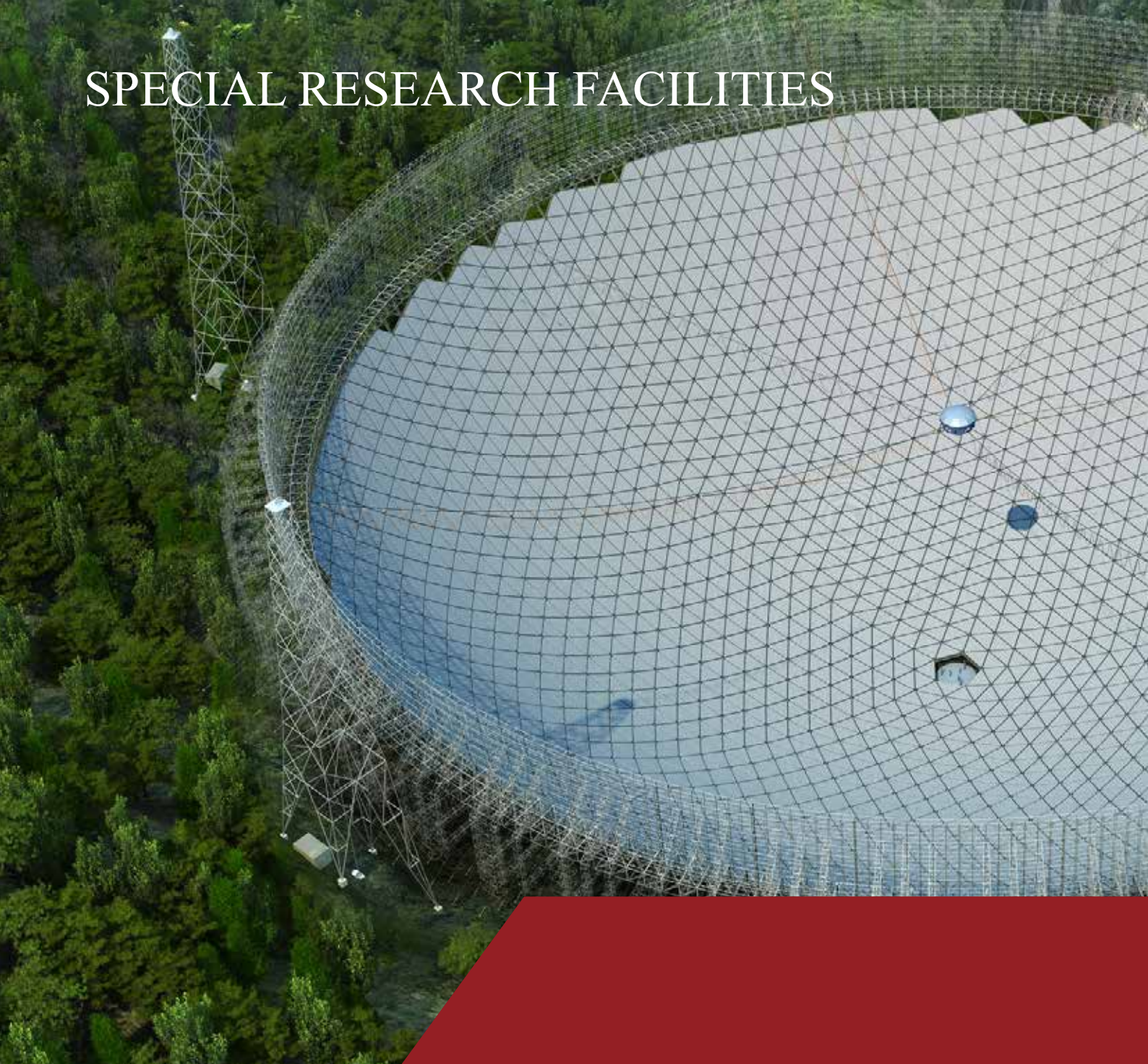
依托P4实验室，整合研究所现有的不同等级生物安全实验室（P2、P3）以及实验动物中心，打造高等级生物安全实验室团簇平台，构建国家级的生物安全研究中心，打造一支高水平的科技维护队伍、科技研发队伍以及科学研究队伍，能够在我国的生物安全以及新发和突发传染病的研究领域发挥主导和引领的作用，成为国际合作交流的一个窗口，在区域乃至在国际的生物安全以及传染病的防控领域发挥重要作用。

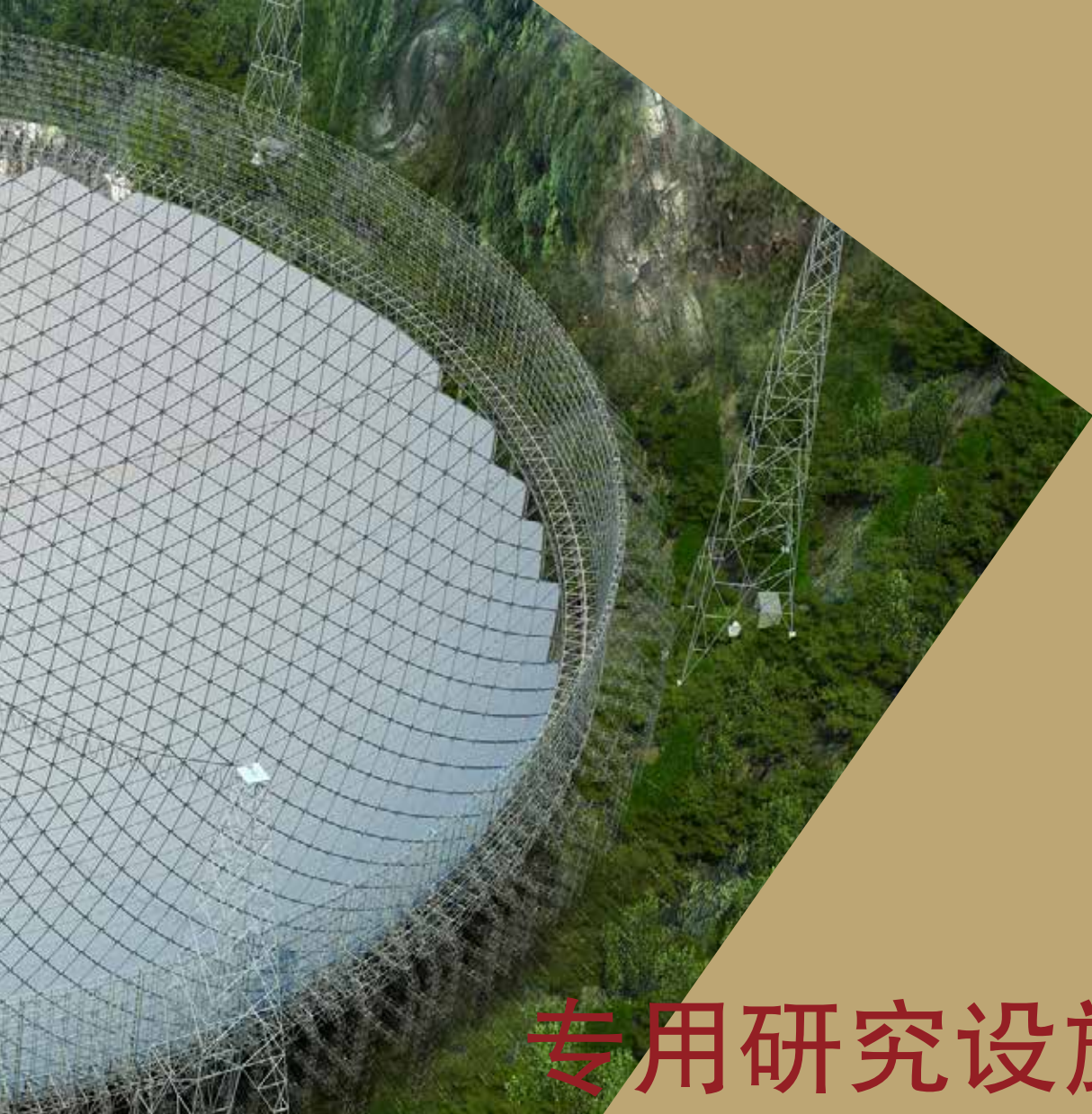
中国疾病预防控制中心与中科院武汉病毒所共同组建了新发传染病与生物安全联合研究中心，将利用各自优势，共享资源，联合开展针对新发传染病和烈性病原的研究，作为国家传染病预防和控制网络体系

和公共卫生应急反应体系的重要组成部分，在我国新发传染病防控和公共卫生应急反应中发挥重要科技支撑作用。

在2015年1月31日的竣工仪式上，国家卫计委主任、党组书记李斌亦宣读了国务院副总理刘延东对武汉P4实验室的重要批示。刘延东指出，武汉实验室项目的建成运行，对于中法合作共同应对烈性传染病、维护全球生物安全、保障人类生命安全具有重要意义。她强调，要健全落实实验室相关监管制度，确保实验室安全运行。同时，加大与国际社会在传染病防治和医学科技领域的交流与合作，为维护人民身体健康与世界和平发展做出贡献。

SPECIAL RESEARCH FACILITIES





专用研究设施

- 北京正负电子对撞机
- 兰州重离子研究装置
- 全超导托卡马克核聚变实验装置
- 神光 II 高功率激光实验装置
- 500米口径球面射电望远镜
- 郭守敬望远镜
- 大亚湾反应堆中微子实验
- X射线自由电子激光试验装置