

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.17.038

## · 专论与综述 ·

## 我国生物种质资源库及其信息化平台建设的科技进展

何蕊 桑晓冬 赵添羽 张连祺 田金强<sup>△</sup>

(中国生物技术发展中心 北京 100039)

**摘要:**生物种质资源是保障国家粮食安全、生态安全、人类健康安全等的战略性资源。本文简述了我国生物种质资源库的建设布局、样本保存、整合汇交以及信息化平台建设支撑的国家科技部署等进展情况,分析了我国生物种质资源库及其信息化平台建设面临的挑战,对未来的发展提出了建议。

**关键词:**生物种质;资源库;整合汇交;信息化

**中图分类号:**Q-1;Q10;Q-33 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2022)17-3393-08

## Progress of Biological Germplasm Resource Banks and Construction of Their Information Platforms in China

HE Rui, SANG Xiao-dong, ZHAO Tian-yu, ZHANG Lian-qi, TIAN Jin-qiang<sup>△</sup>  
(China National Center for Biotechnology Development, Beijing, 100039, China)

**ABSTRACT:** Biological germplasm resources are strategic resources to ensure national food security, ecological security and human health security, etc. This paper briefly introduces the development of the construction layout, sample preservation, integration and confluence submission of biological germplasm resource banks in China, and the national technology deployment supported by the construction of information platforms. The challenges faced by the biological germplasm resource banks and construction of their information platforms in China were analyzed, and some suggestions for the future development were put forward.

**Key words:** Biological germplasm, Resource bank; Integration & confluence Submission; Informatization

**Chinese Library Classification(CLC):** Q-1; Q10; Q-33 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2022)17-3393-08

## 前言

生物种质资源(遗传资源或基因资源,包括数据资源)是人类社会生存与可持续发展、生命科学原始创新、获得知识产权的物质基础,是保障国家粮食安全、生态安全、人类健康安全等的战略性资源。占有更多种质资源,就具备了现代种业、生物制造、医药研发等竞争优势和发展主动权。然而,随着工业化城镇化进程加快、气候环境变化以及农业种养方式的转变,农业种质资源数量和区域分布发生了很大变化,部分资源消失的风险加剧<sup>[1]</sup>。同时全球物种消失的速度正在加剧,根据世界自然基金会(WWF)发布的《地球生命力报告 2020》,全球野生动物种群数量在 1970 至 2016 年间平均减少了 68%,五分之一(22%)的植物正面临灭绝风险<sup>[2]</sup>。物种一旦灭绝,其蕴含的优异基因也将随之消亡,损失难以估量,必须加强种质资源保护。

加强种质资源保护要从两个方面入手。一方面加强种质资源库布局建设,开展种质资源的收集与中长期安全保存,尤其开展珍稀、濒危、特有资源的抢救性收集保存。另一方面是促进种质资源的开发和利用,创新性开发利用是对种质资源的

最好保护。主要是对收集的种质资源进行系统地鉴定、评价、发掘,并加强数字化、信息化和标准化建设,促进种质资源库开放共享。

中国生物种质资源具有物种多样性、高度特异性、区系起源古老和生态类型丰富等特点。尤其在人类遗传资源方面,我国 56 个民族、13 亿人口产生了极其丰富的民族、家系和典型疾病遗传资源。在前期调研基础上,本文总结梳理了我国野生植物、作物、饲用、林木、药用植物、动物、水生生物等种质资源库,微生物菌种资源库,人类遗传资源库以及特殊种质资源库等建设布局、样本保存、整合汇交以及信息化平台建设支撑技术的国家科技部署等进展情况,分析了我国生物种质资源库及其信息化平台建设面临的挑战,并对未来发展提出了建议。

## 1 资源库建设情况

## 1.1 纳入国家科技基础条件平台的种质资源库

当前,纳入由科技部、财政部发布《国家科技资源共享服务平台名单》<sup>[3]</sup>的生物种质资源库共 27 家,涵盖野生植物、作物、园艺、热带植物、林木、花卉、家养动物、水生生物、海洋水产、淡

作者简介:何蕊,中国生物技术发展中心副研究员,主要从事国家科技计划项目管理及科技发展战略等相关工作,E-mail: herui@cncbd.org.cn

<sup>△</sup> 通讯作者:田金强,中国生物技术发展中心研究员,主要从事国家科技计划项目管理及科技发展战略等相关工作,

E-mail: tianjq@cncbd.org.cn

(收稿日期:2022-05-06 接受日期:2022-05-31)

水水产、寄生虫(人体、动物、植物及媒介等)、菌种资源(农业、林业、医学、药用、工业、兽医、海洋、普通、典型培养物等九大领域)、医学病原微生物、病毒(人、动物、植物等)、人类遗传资源、干细胞以及实验动物等领域。根据资源涉及的类群/类型,可分为植物种质资源、动物种质资源、微生物种质资源、人类遗传

资源、细胞资源等5类;其中植物种质资源包括5个库(表1),动物种质资源包括12个库(表2),微生物种质资源3个库(表3),人类遗传资源3个库(表4),细胞资源4个库(表5)。各类种质资源库的基本情况与资源现状见表1-5。

表1 纳入国家科技基础条件平台的植物种质资源库

Table 1 Plant germplasm resource banks included in National Science &amp; Technology Infrastructure (NSTI)

序号	资源库名称	依托单位	现有平台参加(共建)单位、种质库建设情况	资源统计
1	国家重要野生植物种质资源库	中国科学院昆明植物研究所。	中科院的植物研究所、华南植物园、武汉植物园、西双版纳热带植物园、昆明植物研究所,山东林木种质资源中心、成都中医药大学、西藏高原生物研究所、上海辰山植物园、云南省林业和草原科学院、贵州中医药大学。	共收集保存重要野生生物种质资源 21842 种 225522 份(株)。其中野生植物种子 10013 种, 74738 份;野生植物 DNA 样品 5642 种 49815 份;植物离体材料 1850 种 20810 份。
2	国家作物种质资源库	中国农业科学院作物科学研究所	一级数据源单位:中国农科院各有关作物专业研究所,全国各省、市、自治区农业科学院,国家种质库(圃)。二级数据源单位:全国各地区、市、县(区、旗)农科所,各农业大专院校。包括1个国家长期库、1个国家复份库、8个国家中期库、15个国家种质圃、15个省级中期库和国家种质信息中心等。	保存了粮食、纤维、油料、蔬菜、果树、糖、烟、茶、桑、牧草、绿肥、热作等 340 多种作物、47 万份种质的信息,占全国作物种质资源总量的 90%以上。
3	国家园艺种质资源库	中国农业科学院郑州果树研究所	中国农业科学院蔬菜花卉研究所、中国农业科学院柑桔研究所、西北农林科技大学、沈阳农业大学等 27 家科研单位参加。由 2 个国家中期库、21 个国家种质圃和 13 个地方特色资源库(圃)组成。	保存了 198 个园艺种类、637 个植物学种、7.5 万份种质资源,约占国内园艺资源总量的 85%,占世界保存总量的 16.7%,资源保存数量位居世界第二。
4	国家热带植物种质资源库	中国热带农业科学院热带作物种质资源研究所	广东农业科学院果树研究所、海南大学等 11 家单位参加。由 1 个国家热带作物种质资源保存中期库、1 个热带牧草保存中期库、12 个国家圃组成。	保存了橡胶树、热带牧草、热带果树、热带油料、热带香辛饮料、南药、热带粮食、热带花卉、热带特色蔬菜等九大类 24 种作物,资源量 2.6 万余份,占国内热带作物种质资源总量的 90%以上。
5	国家林业和草原种质资源库	中国林业科学研究院林业研究所	全国 140 多家科研、管理、教学和生产单位参与建设。包括陕西太白山等 15 个原地库、河北大名等 136 个异地库,计划建设的北京设施保存主库等 3 个设施库。	保存了各类林木、花卉、竹、藤等种质资源共 12 万份,其中包含了 204 科、866 属、3550 种,约占我国全部树木种类 39%(按 9000 种计算),基本涵盖了主要的造林、用材、经济、园林绿化树种。

## 1.2 未纳入国家科技基础条件平台的特种资源库

一些野生、特殊生境、特定类群的种质资源,通常蕴含着优异基因和特殊基因,具有重要的应用前景。如耐辐射微生物,除具有极强的耐辐射特性以外,通常还具有极强的抗干旱、抗盐碱、抗氧化、抗有毒试剂、抗重金属等抗逆特性,存在着大量与抗逆特性相关的功能基因、调控元件和代谢产物等。如下面的国家相关行业部门支持的 4 个特殊种质资源库,包括药物动植物、核辐射微生物、沙旱生珍稀濒危植物和人类特色遗传家系等。

## 2 我国生物种质资源库及其信息化平台建设国家科研布局及重要进展

### 2.1 生物资源样本库信息化建设取得进展

为推动生物资源的开放共享,中国科学院在生物资源信息化建设方面进行了长期的工作,形成了完整的数据生态系统并

通过网络信息门户向社会开放共享,有效地促进了生物资源数据的集成、共享以及对国家生物产业的支撑。2019 年 12 月,中国科学院科技促进发展局及中科院微生物所正式发布中国科学院生物资源目录,汇集了中国科学院 40 个研究所 76 家生物资源库馆超过 700 万份生物资源数据,包括生物标本、植物资源、生物遗传资源、实验动物资源及生物多样性监测网络资源,并系统介绍了中国科学院在生物资源的开发应用方面形成的重要成果。

中国科学院微生物研究所通过全球微生物菌种保藏目录(Global Catalogue of Microorganisms)重大微生物数据资源国际合作计划,推动了全球微生物资源信息化建设,使中国逐步在微生物资源的开发应用和数据共享方面占领国际微生物研究前沿和主导地位。主要是以微生物领域相关的数字化资源整合为核心,突破微生物数字资源的知识挖掘和垂直检索、基于

表 2 纳入国家科技基础条件平台的动物种质资源库

Table 2 Animal germplasm resource banks included in National Science & Technology Infrastructure (NSTI)

序号	资源库名称	依托单位	现有平台参加(共建)单位、种质库建设情况	资源统计
1	国家家养动物种质资源库	中国农业科学院北京畜牧兽医研究所	国家级保种场、地方保种场、企业和养殖户等。	保存 9355 动物种质资源、102302 基因组数据。以家养动物体细胞、干细胞、基因组文库、cDNA 文库、突变体库、线粒体 DNA 库、功能基因、精液、卵母细胞和胚胎的形式,并抢救性地保存了大量的各类遗传物。通过国家级保种场、地方保种场、企业和养殖户抢救性地保存体细胞和干细胞 9 万余份,建立了世界规模最大的畜禽体细胞库。
2	国家水生生物种质资源库	中国科学院水生生物研究所	下设国家斑马鱼资源中心、藻类和原生动物种质资源子库、长江鱼类种质资源子库、水生植物种质资源子库、特色水生动物种质资源子库、珍稀水生动物资源子库等 6 大子库。	保藏各类研究用斑马鱼品系 1600 多种。保存藻种 3000 余株,涵盖 10 大门类;保藏有 800 多株四膜虫细胞,其他原生动 50 余种,建有国际学术界唯一的四膜虫比较基因组数据库。保藏青草鲢鳙鲤鲫等重要大宗淡水鱼类种质资源,总保存品系达 35 个,其中银鲫等为国内同类资源最大。浮萍种质资源库全球规模最大,收集保藏 700 份左右的浮萍资源,涵盖了浮萍科绝大部分种属。特色水生生物种质资源库,是我国拥有完全自主知识产权的鱼类实验动物 -- 稀有鮎鲫的唯一种源基地,拥有国内外唯一离体培养的水生动物寄生虫纯系,各类细菌性鱼类病原 100 余株,以及 20 多个轮虫等饵料动物品系资源。珍稀水生动物种质资源库,拥有全球唯一的人工环境中长江江豚繁育保护群体,共约 100 头,是国内外具有影响力的淡水豚类研究平台。
3	国家海洋水产种质资源库	中国水产科学研究院黄海水产研究所	中国水产科学研究院及下属东海水产研究所、南海水产研究所,中国海洋大学、中国科学院海洋研究所、中国科学院南海海洋研究所等 6 家相关优势单位共建,10 余家单位参建。资源库涵盖 1 个主库(国家海洋水产种质资源库),4 个分库(黄渤海分库、东海分库、南海分库、远洋与极地分库),3 个特色库(滩涂特色库、岛礁特色库、深海特色库)和 3 个中心(数据中心、仪器共享中心、应用示范中心)。	保存 3,326 个物种,涵盖鱼类、贝类、藻类、甲壳类、棘皮类 5 大分类。鱼类涵盖了 79 个目,共计 1764 个物种,占总物种比 53.04%,涵盖了鱼类绝大部分种属。其中鱼类中鲈形目共计 744 种,占鱼类总物种的 42.18%。贝类涵盖了 29 个目,共计 694 个物种,占总物种比 20.87%,其中贝类中中腹足目共计 145 种,占贝类总物种的 20.89%,狭舌目共计 146 种,占贝类总物种的 21.04%。藻类涵盖了 51 个目,共计 734 个物种,占总物种比 22.07%,其中藻类中舟形藻目共计 202 种,占藻类总物种的 27.52%。甲壳类涵盖了 10 个目,共计 100 个物种,占总物种比 3.01%,其中甲壳类中十足目共计 77 种,占甲壳类总物种的 77%。棘皮类涵盖了 8 个目,共计 34 个物种,占总物种比 1.02%,其中棘皮类中楯手目共计 19 种,占棘皮类总物种的 55.88%。
4	国家淡水水产种质资源库	中国水产科学研究院	黑龙江水产研究所、长江水产研究所、淡水渔业研究中心、珠江水产研究所、渔业机械仪器研究所和上海海洋大学 6 家单位共建。设有黑龙江、黄河、长江和珠江等 4 个流域种质资源分库;建立大宗、名优、濒危和病原等 4 个特色库;形成数据汇交、仪器共享、应用示范和科普教育等 4 个中心。	保存类别涵盖鱼、虾蟹、贝和水生植物等多种门类,保存形式包括活体、标本、组织、胚胎、细胞和基因等多类资源。资源保存量占淡水生物总量的 35%以上。保藏的淡水水产种植资源分为鱼类、贝类、藻类、甲壳类和棘皮类共五大类。保藏的鱼类淡水种质资源包含 39 个目,1486 种;贝类淡水种质资源包含 17 个目,209 种;藻类淡水种质资源包含 34 个目,126 种;甲壳类淡水种质资源包含 6 个目,90 种;棘皮类淡水种质资源包含 1 个目,1 种。
5	国家寄生虫资源库	中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所	建设波及全国 15 个省(市)20 个保藏机构。设有人体寄生虫和媒介保藏库、动物寄生虫保藏库、植物线虫特色标本库、医学昆虫特色标本库、吸虫模式标本库、寄生虫媒介螺类模式标本库。	保存有 11 个门 16 个纲,包括扁形动物门、线性动物门、棘头动物门、铁线虫门、原生动物门、节肢动物门、软体动物门。其中扁形动物门包含吸虫纲和绦虫纲。线性动物门只含 1 个线性纲。棘头动物门包含棘头虫纲。原生动物门有叶足纲、动物鞭毛虫纲、孢子虫纲、纤毛虫纲和微孢子虫纲。节肢动物门包括蝶形纲、昆虫纲、甲壳纲以及五口虫纲,软体动物门包含腹足纲和瓣鳃纲。还包括肉足鞭毛门、顶复门、纤毛门、环节动物门如蛭。
6	国家啮齿类实验动物资源库	中国食品药品检定研究院		活体保存有小鼠、大鼠、豚鼠、兔 4 个品种共计 79 个品系的实验动物,其中包括疾病模型、研究工具鼠等 38 个品系;冷冻保存 120 个品系,含委托保种 83 个品系。其中小鼠 159 个品系,大鼠 11 个品系,豚鼠 2 个品系,家兔 3 个品系。

续表 2 纳入国家科技基础条件平台的动物种质资源库

Table 2 Animal germplasm resource banks included in National Science & Technology Infrastructure (NSTI)

序号	资源库名称	依托单位	现有平台参加(共建)单位、种质库建设情况	资源统计
7	国家鼠和兔类实验动物资源库	中国科学院上海营养与健康研究所	上海斯莱克实验动物有限责任公司	<p>保存小鼠、大鼠、豚鼠、地鼠、兔等各类常用实验动物品系、模型动物品系和实验动物战略资源 5 个种 519 个品系,其中活体保种 54 品系,冷冻保存自有品系 54 个(小鼠),冷冻保存委托品系 411 个(小鼠),低温保存肿瘤细胞 50 株,实体瘤株 15 例,低温保存肺癌 PDX 病例 23 例。收集资源(包括国外引进、国内科研成果收集)473 个品系,占该资源库资源量的 91.14%。该资源库资源约占国内实验动物种质资源保存量的 10%左右。资源库拥有国内唯一真正意义上的无菌动物群体,自主培育成功国内首例先天性白内障小鼠模型和遗传性老年性白内障小鼠模型。</p> <p>饲养有遗传背景清晰的猕猴、食蟹猴、平顶猴、红面猴、熊猴、狨猴、滇金丝猴等 7 个种的非人灵长类特色种群和 1 个树鼩品种共 6100 余只,占全国非人灵长类物种(27 种)的 25.9%。收集保藏的非人灵长类细胞系有 38 种(亚种)167 株,包括国家 I 级保护野生非人灵长类的细胞系,还保存了 3000 余份 DNA 样品和多种动物的组织样品。收集稳定保存的疾病动物模型包括:PD、AD、母婴分离型、艾滋病、睡眠剥夺等多种疾病动物模型。</p>
8	国家非人灵长类实验动物资源库	中国科学院昆明动物研究所	中国医学科学院医学生物学研究所、中国科学院生物物理研究所	<p>SPF(无特定病原体)鸡、鸭、猪等资源是重大动物疫病防控研究之基,是确保疫苗质量之本。国家禽类实验动物资源库现今保藏和繁育生产的品系有 21 种,其中 SPF 鸡 13 种、SPF 鸭 6 种和 SPF 猪 2 种。国家禽类实验动物资源库每年向全国供应 SPF 鸡(种卵)70 多万只(枚)、SPF 鸭(种卵)2 万多只(枚)。同时建立了大数据平台,采集了 10 个禽资源品种(品系),提供超过 6000 组生物学数据、300 余幅图像数据。禽资源库是目前我国唯一的禽类实验动物种质资源库,是国际上唯一的 SPF 鸭育种和保存基地。</p>
9	国家禽类实验动物资源库	中国农业科学院哈尔滨兽医研究所		<p>保存 Beagle 犬种质资源,其中实验用 Beagle 犬 1681 种,自发前列腺增生 Beagle 犬 20 种,自发性高血压 Beagle 犬 4 种,在国内市场占有率 100%。在数据资源方面,采集分析实验 Beagle 犬生理生化等背景参数数据 2000 多项,包括 1-6 月育龄成犬特征、不同年龄段种犬特征、实验犬血液生化数据、实验犬血液生理数据、实验犬标准生长曲线、实验犬血液电解质数据、实验犬心电图数据、成年 Beagle 犬正常器官重量及系数、成年 Beagle 犬体表特征;整合及数字化表达共性描述规范 145 项;Beagle 犬主要脏器正常组织学及结构图像数据 100 多幅,犬生物学特性数据资源在中国科技资源共享网占比 100%,犬图像数据资源占比近 50%。</p>
10	国家犬类实验动物资源库	广州医药研究总院有限公司		
11	国家遗传工程小鼠资源库	南京大学	江苏集萃药康生物技术股份有限公司	<p>保存各类小鼠品系 11189 种,大鼠品系 154 种,成为国际上品系资源最多的资源库之一。</p>
12	国家人类疾病动物模型资源库	中国医学科学院医学实验动物研究所		<p>人类疾病动物模型的资源,包括疾病特定物种资源、基因工程动物、遗传多样性动物、无菌动物资源、PDX 资源和数据资源共六类,共 865 种,其中活体保种 456 种,冷冻备份资源 550 种、989 个 line。有 16 种活体保种的特定人类疾病模式动物资源,包括雪貂、土拨鼠、猕猴、食蟹猴、狨猴、绿猴、布氏田鼠、毛丝鼠、巴马小型猪、树鼩等,拥有国家最多的疾病特色物种资源。</p>

表 3 纳入国家科技基础条件平台的微生物种质资源库

Table 3 Microbial germplasm resource banks included in National Science & Technology Infrastructure (NSTI)

序号	资源库名称	依托单位	现有平台参加(共建)单位、种质库建设情况	资源统计
1	国家菌种资源库	中国农业科学院农业资源与农业区划研究所	组织 100 余家资源优势单位进行标准化整理、整合和共享。	整合了我国农业、林业、医学、药用、工业、兽医、海洋、普通、典型培养物等九大领域的菌种资源,库藏资源总量达 23 万余株,备份超过 320 万份。其中可对外共享量超过 15 万株,分属于 2484 个属,13373 个种,涵盖了国内微生物肥料、微生物饲料、微生物农药、微生物环境治理、食用菌栽培、食品发酵、生物化工、产品质检、环境监测、疫苗生产、药物研发等各应用领域的优良微生物菌种资源。
2	国家病原微生物资源库	中国疾病预防控制中心	共建单位联合了国家卫生健康委规划的中国疾病预防控制中心、中国医学科学院、中国食品药品检定研究院、青海省地方病预防控制所、中国科学院微生物研究所、中国科学院武汉病毒研究所等 6 家国家级病原微生物保藏中心,以及有关单位。包括细菌库、病毒库、真菌库、寄生虫库(暂无数据)、细胞库。	人类疾病动物模型的资源,包括疾病特定物种资源、基因工程动物、遗传多样性动物、无菌动物资源、PDX 资源和数据资源共六类,共 865 种,其中活体保种 456 种,冷冻备份资源 550 种、989 个 line。有 16 种活体保种的特定人类疾病模式动物资源,包括雪貂、土拨鼠、猕猴、食蟹猴、狨猴、绿猴、布氏田鼠、毛丝鼠、巴马小型猪、树鼩等,拥有国家最多的疾病特色物种资源。
3	国家病毒资源库	中国科学院武汉病毒研究所		保藏范围为人类临床医学病毒、动物病毒、人畜共患病毒、虫媒病毒、植物病毒、噬菌体及相关遗传资源等;含高致病性烈性病毒在内,覆盖所有生物安全级别在内的所有种类病毒资源。

表 4 纳入国家科技基础条件平台的人类遗传资源库

Table 4 Human genetic resource banks included in National Science & Technology Infrastructure (NSTI)

序号	资源库名称	依托单位	现有平台参加(共建)单位、种质库建设情况	资源统计
1	国家人类生殖和健康资源库(国家人类遗传资源共享服务平台)	国家卫生健康委科学技术研究所		完成了 70 家共建单位的 132 个人类遗传资源库,共计 17837068 人份生物样本的标准化整理,人群覆盖包括香港和澳门特别行政区以及台湾地区在内的中国全境 49 个民族。完成标准化整理和资源汇交的样本库组织器官来源主要包括:内脏占 50.23%,脉管系统占 17.52%,运动系统占 2.86%;样本类型主要包括:血液占 45.74%,组织占 38.42%,分泌物占 13.19%,排泄物占 1.53%。
2	国家发育和功能人脑组织资源库	中国医学科学院基础医学研究所	以北京协和医学院遗体志愿捐献接受站为基础,规范化收集基于自然人群的死后全脑组织。	按照标准规范收集和保存各年龄段人脑组织,截至 2019 年 11 月,标准化收集脑组织样本共计 253 例。其中男性 138 人,女性 115 人。年龄范围 0-102 岁,50 岁以下 16 人,50-70 岁 45 人,70-90 岁 152 人,90 岁以上 40 人。有痴呆病史者 34 人,其他神经精神疾病,如脑梗塞、精神分裂,病史者 38 人,无神经精神疾病史者 181 人,是目前国内最大的规范化人脑组织资源库。
3	国家健康和疾病人脑组织资源库	浙江大学		保藏 200 多例通过快速尸检获得的人类全脑样本,涵盖常见神经、精神疾病以及无脑部疾病的对照者。根据国际脑库建设规范收集捐赠者生前病史信息,对每一例脑样本进行了充分的加工、检测和病理诊断并提供诊断报告。样本类型包括冻存组织、冰冻切片和石蜡切片。

云技术的微生物信息系统构建等关键技术,建立了具有国际影响力的微生物数据库,实现我国在微生物领域数字资源建设的突破。该平台对于微生物实物资源从采集、保藏、跨国转

移、学术和商业应用以及利益分享的各个环节都能提供有效的数据支持,为生物多样性公约在微生物领域的实施和执行提供重要的支撑,并使我国科学家能够在全球的角度,组织和协调

表 5 纳入国家科技基础条件平台的细胞资源库

Table 5 Cell resource banks included in National Science &amp; Technology Infrastructure (NSTI)

序号	资源库名称	依托单位	现有平台参加(共建)单位、种质库建设情况	资源统计
1	国家干细胞资源库	中国科学院动物研究所		截至 2020 年底,建立不同来源的、不同发育潜能的细胞系近 3100 株,共计 50000 余份细胞。保藏了多种类型的细胞资源,包括各物种来源的体细胞、胚干细胞、诱导多能干细胞和人胚干细胞,以及由人胚干细胞分化来源的神经、视网膜色素上皮细胞、肝细胞、心肌细胞等多种功能细胞。物种涵盖小鼠、大鼠、兔子、猪、非人灵长类等 10 余个物种。细胞资源分为基础研究级别和临床应用级别。拥有覆盖 60%中国人群的 HLA 高频的 iPSC 以及各类临床级和科研级干细胞资源,具体有(1)临床级:HLA 高频 iPSC100 株,脐带 MSC200 株,脂肪 MSC50 株,ESC100 株,人支气管基底层干细胞 100 株,神经干细胞 10 株等。(2)科研级:人 ESC56 株、iPSC391 株、成体干细胞 40 株;小鼠成体干细胞 20 株、ESC327 株、iPSC76 株、体细胞核移植来源 ESC50 株等。
2	国家干细胞转化资源库	同济大学		
3	国家生物医学实验细胞资源库	中国医学科学院基础医学研究所	中国食品药品检定研究院、上海中国科学院上海生命科学院、武汉大学生命科学研究院、中国科学院昆明动物研究所和西安第四军医大学细胞工程研究中心。	国家生物医学实验细胞资源库整合了全国本领域最具影响力的 6 家单位的实验细胞资源,截止 2021 年 2 月底,整理、质检、数字化表达了人类细胞、动物细胞、昆虫细胞共 2400 余株系,3800 余份。包含两大门类,涵盖了人类、小鼠、蚊子等 30 余个物种。其中人类细胞包含肿瘤细胞、干细胞等 5 类共 1450 份。动物细胞包含小鼠、大鼠、仓鼠、猴、兔等 14 类细胞来源共计 2934 份。包含蚊子源细胞与 <i>Spodoptera frugiperda</i> 源细胞 2 类昆虫细胞共 17 份。
4	国家模式与特色实验细胞资源库	中国科学院上海生命科学研究所	中科院遗传与发育所中华民族永生细胞库。	2019 年以细胞库和干细胞库为主体,组建“国家模式与特色实验细胞资源库”获批。现有细胞共计 596 种,其中细胞库各类细胞 400 多种;干细胞库收集保存了 100 多种各类 ES 细胞、iPS 细胞、成体干细胞、间充质干细胞和其它细胞系,总库容达 8000 余株。目前,中国科学院细胞库已完成所有细胞资源的规范化和数字化整理,有四百多种细胞可对外提供资源共享服务,是全国范围内细胞种类最全、供应量最大的资源中心之一。

各国的相关力量,建立全球性的合作框架。

## 2.2 人类遗传资源库及其标准化、信息化建设取得重要进展

人类遗传资源作为特殊的生物种质资源,主要包括人体器官组织、血液、生物体液或经处理过的生物样本(核酸、蛋白等)以及与这些样本相关的临床、病理、治疗、随访、知情同意等表型数据信息,对人类遗传资源及其样本库进行标准化管理是开放共享、高效利用的前提和关键。在“十三五”国家重点研发计划“生物安全关键技术研发”专项资助下,复旦大学等研制了人类遗传资源的基础术语、数据描述、采集、加工、保藏、质量控制到资源库建设等全流程的标准体系,并将相关内容纳入生物样本库国际标准(ISO/TC276)。华东、华南、华西和华北的中心库、备份库和卫星库的建设(当前保藏样本 2200 万份),以及成立的涵盖大学、科研院所、大型三甲医院和上下游企业等 80 余家行业优势单位的“中国人类遗传资源产业联盟”,为实施标准、按照统一标准进行采集、加工和保藏提供了组织基础。

在“十三五”国家重点研发计划“生物安全关键技术研发”等资助下,中南大学等开展了分布式人类遗传资源库建设和应用示范探索。已完成中南地区中心库、备份库、卫星库建设

整体布局,形成了基于数据描述框架、元数据和可视化的互联、互通、共享体系,建设了符合欧盟标准的信息安全网络和基于上海、北京的数据备份体系,获得具有自主知识产权的人类遗传资源库管理软件著作权 3 项并成功推广应用。已形成我国首套符合国际标准的人类遗传库建设、管理与质量控制体系,并获得 ISO9001、ISO27001、ISO15189、CAP 等国际认可、认证。已建立标准化人类遗传资源采集功能模块并在项目组内推广示范。探索了人类遗传资源库与医疗大数据系统的有效对接和安全共享模式,已收集我国特殊遗传家系 8000 余个,建成间充质干细胞工程中心 1 个。

## 2.3 生物信息平台建设支撑技术取得进展

为支撑生物信息平台建设,“十三五”国家重点研发计划“生物安全关键技术研发”、“精准医学研究”和政府间国际科技创新合作重点专项《国际生命组学数据共享计划》等进行研究布局,推动海量生物数据的核心技术创新与系统建设,提升数据质量和存储能力,加强数据汇交和开放共享,保障数据安全、维护数据主权。

国家互联网应急中心等生物信息高效存储、数据汇交、

表 6 未纳入国家科技基础条件平台的特种资源库

Table 6 Special resource banks NOT included in National Science & Technology Infrastructure (NSTI)

序号	资源库名称	依托单位	现有平台参加单位	资源
1	国家药用植物资源库	中国医学科学院药用植物研究所		在国家中医药管理局支持下,已收集保存 308 科 2590 属 10785 种药用植物活体资源,是目前全世界最大活体药用植物种质资源专类资源库,包括低温低湿保存离体种子的国家药用植物资源库、超低温保存顽拗性种子的国家南药基因资源库,迁地保护活体植物的 20 余座药用植物园的国家植物园体系,收集保存了全球最多的药用植物资源种类。也是国家基本药物目录所需种质资源库,国家中药标准化种质基因库。
2	亿利种质资源库 (沙漠种质资源)	亿利资源集团	国家林业局的支持下,在西北部种质资源库核心区建立了 1000 公顷异地保存圃,并通过引种驯化扩繁,结合库布其沙漠 27 年生态绿化工程,已经建成 5 大类,1000 多种,总面积达 3000 平方公里的规模化保存基地,将成为世界最大的沙旱生珍稀濒危植物种质资源保护区。	保存了 1040 种沙漠种质资源,涵盖了药用植物、沙生灌木植物、珍稀濒危植物、沙生草本植物、生态修复植物五大类,有效促进了库布其防沙治沙和生态产业开发,同时向新疆、西藏、青海,以及 " 一带一路 " 沿途国家输出。
3	核辐射环境微生物资源	新疆农科院核技术生物技术研究所		在核辐射区域,分离出细菌 800 余株,放线菌 400 余株,真菌近 200 余株,其中酵母 30 余株。通过 <sup>60</sup> Co $\gamma$ 射线辐射研究发明,上述菌株普遍具有耐辐射特性。
4	分布式人类遗传资源库	中南大学	已完成中南地区中心库、备份库、卫星库建设整体布局,形成了基于数据描述框架、元数据和可视化的互联、互通、共享体系,建设了符合欧盟标准的信息安全网络和基于上海、北京的数据备份体系,	已收集我国特色遗传家系 8000 余个

数据安全等方面取得一系列技术突破。一是为突破海量人类基因组数据储存管理、共享与分析,提出基因组数据压缩编解码方法 RVZip、支持超大规模基因组数据索引构建的基因组数据索引算法 deGSM 和 deBGA-VARA 和高精度检测分析算法 rMETL。二是大型生物知识库建设,构建了组学数据百科全书数据库平台实现了基因组、转录组、微生物组的基本汇交需求,形成 gcMeta 微生物组学数据平台。三是实体属性对齐、属性值融合、结构化数据的高效抽取,同时建立了癌症起始基因在线数据库与人类白血病相关基因数据库。四是生物数据高性能安全传输,在分布式异构流量过滤、检测下提升了吞吐量,对流量波动良好的耐受性,实现高效的异常模式匹配,提高了系统整体检测效率,提升了生物数据传输的性能。

为了解决我国生物信息大数据流失严重、分散隔离、数据安全等严峻问题,中国科学院北京基因组研究所等研发了组学数据归档库 GSA, 建立数据汇交存储、共享管理的标准与规范,实现我国生命与健康大数据本土存储与管理,获得了国际 100 多个主流 SCI 期刊认可,并服务于国家重点研发计划、国家自然科学基金、中科院战略先导等科研项目的数据汇交与管理。通过与 " 一带一路 " 国家建立数据联盟,拓展了大数据国际合作,被国际最大出版商 Elsevier 认定为国内唯一基因数据库。截至 2020 年 3 月,GSA 已收录超过 2PB 的生物序列数据,支撑我国科研人员在 Cell、Nature、Science 等多个国际期刊发

表重要研究成果。

#### 2.4 生物资源库和科学数据的整合汇交取得进展

围绕生物资源库和科学数据的整合汇交,推动科技资源优化配置,实现开放共享,科技部国家科技基础条件平台中心研究建设的科技基础条件门户 " 中国科技资源共享网 "(<https://e-science.org.cn/>)已经成功运行,将纳入《国家科技资源共享服务平台名单》的 30 个国家资源库和 20 个国家科学数据中心,通过 " 中心 " 与节点相结合,实现了 30 个国家资源库和 20 个国家科学数据中心的整合汇交。

科技部按照国务院办公厅 2018 年 3 月发布的《科学数据管理办法》和科技部 财政部 2018 年 2 月发布《国家科技资源共享服务平台管理办法》的要求,制定了国家科学数据管理政策和标准规范,科技计划项目所形成的科学数据由项目牵头单位在规定的程序和期限内,按时、完整汇交到科学数据中心,并确保数据真实可靠、科学规范。

### 3 面临的挑战与建议

#### 3.1 未纳入国家条件平台的资源库处于分散隔离状态,尽快加强整合或建立链接机制

主要表现在开发共享平台链接的机制缺乏或者不畅,处于分散隔离状态,制约了资源库的高效开发利用。一方面,未纳入国家条件平台的资源库,要加强规模化、标准化、集成化和信息

化建设,提高生物资源样本库及数据库的开发、运维能力,建立系统完善、高效安全的资源共享机制,坚持"服务"导向,为科技创新活动做好支撑服务;另一方面,由于种质资源库等科技平台建设投资大、时间长,对已建成或已有布局的设施平台进行有效整合非常重要,建议科技部、财政部等相关部门继续推进种质资源库的整合汇交工作,通过"中心"与节点相结合,推进相关领域科技资源向国家平台汇聚与整合。

### 3.2 资源库建设"重收集、轻评价",加强对种质资源的系统性评价和原创性分析发掘

资源库建设中存在严重的"重收集、轻评价"现象,一些评价研究为跟踪和简单重复,自主知识产权少。对种质资源蕴含的优势基因或功能基因不了解,保藏的资源将束之高阁、无人问津。建议对收集、保藏的种质资源进行系统地鉴定、评价、原创性分析发掘。从生态学尺度、种群与群落、个体和遗传信息等各个层次进行深入研究,对种质资源及其数字资源进行分级分类、加工整理和分析挖掘,并加强数字化、信息化和标准化建设。此外,在种质资源收集和保藏上,应加强对野生、特殊生境、特定类群、特定目的种质资源的针对性收集。

### 3.3 我国基因测序能力强、数据分析能力弱,加强分析技术、软件和平台的研发

对比国外发达国家,我国种质资源优势明显,基因测序能力强,但数据分析能力弱。以人类遗传资源为例,除药物临床实验以外,开展人类遗传资源国际合作的主要原因,是我国基本不具备数据分析挖掘能力,数据积累和经验积累不够,分析软件及数据平台缺乏。建议研究种质资源鉴定与优异基因发掘的理论与技术,大规模、高通量发掘种质资源中蕴藏的优异基因和特殊基因,明确这些基因的等位变异、分布、功能、利用价值与有效利用途径,实现种质资源优势向基因资源优势的转变。研究人类遗传资源数据处理分析的技术体系,加强分析软件和数据平台开发,推动生物数据、医学数据和人类遗传资源数据的有效整合,促进数据驱动的医药生物技术创新和应用突破。

### 3.4 人类遗传资源库总体规模偏小,分散隔离,样本质量不高,

### 加强布局、整合和标准化

人类遗传资源是生命科学和医学发展的重要基础资源,但长久以来,我国样本资源的品种不全、数量不足、数据标准不一、表型数据不规范,样本库建设不规范,共享机制不健全,限制了医药技术尤其是新技术的临床研究和转化应用。尤其是当前,靶向药物、生物治疗、组学技术、大数据、分子诊断、分子影像等精准医学蓬勃发展,以及禽流感、新冠肺炎等新发突发传染病频发,对人类遗传资源平台建设的规模及质量提出更高的要求<sup>[4-5]</sup>。建议建设一批布局合理、定位清晰、开放共享的人类遗传资源库,并进行整合汇交。进一步加强标准化工作,对现有标准进行整合,研究建立从通用特征到疾病,并覆盖样本的采集、保藏、质控全流程的国家统一的领域数据标准体系,以及可溯源、高效、规范样本管理体系,并建立基于第三方的认证认可机制,推动我国人类遗传资源共享平台的纵深化发展。

### 参 考 文 献(References)

- [1] 农业农村部新闻办公室. 为打好种业翻身仗夯实资源基础--农业农村部负责人就全国农业种质资源普查答记者问. (2021-03-24) [2021-04-12]. [http://www.moa.gov.cn/xw/zwtd/202103/t20210324\\_6364440.htm](http://www.moa.gov.cn/xw/zwtd/202103/t20210324_6364440.htm).
- [2] Almond R E, Grooten M, Petersen T. Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss. WWF: Gland, Switzerland, 2020. <https://f.hubspotusercontent20.net/hubfs/4783129/LPR/PDFs/ENGLISH-FULL.pdf>.
- [3] 国家科技部 财政部. 科技部 财政部关于发布国家科技资源共享服务平台优化调整名单的通知. (2019-06-10)[2021-04-12]. [http://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtjw/qtjw2019/201906/t20190610\\_147031.html](http://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtjw/qtjw2019/201906/t20190610_147031.html).
- [4] 詹启敏. 加强人类遗传资源有效利用 加快推进健康中国建设. (2019-06-10)[2021-04-11]. [http://www.moj.gov.cn/news/content/2019-06/10/zcjd\\_236559.html](http://www.moj.gov.cn/news/content/2019-06/10/zcjd_236559.html).
- [5] 李立婷. 以人类遗传资源库建设为核心 推动生物医药产业发展. (2020-09-13)[2021-04-11]. [http://gxq.changsha.gov.cn/xwzx/lgxw/202009/t20200913\\_8929970.html](http://gxq.changsha.gov.cn/xwzx/lgxw/202009/t20200913_8929970.html).
- [6] Inglis JE, Lin PJ, Kerns SL, et al. Nutritional Interventions for Treating Cancer-Related Fatigue: A Qualitative Review [J]. *Nutr Cancer*, 2019, 71(1): 21-40
- [7] Zhang Y, Lin L, Li H, et al. Effects of acupuncture on cancer-related fatigue: a meta-analysis [J]. *Support Care Cancer*, 2018, 26 (2): 415-425
- [8] Baguley BJ, Bolam KA, Wright ORL, et al. The Effect of Nutrition Therapy and Exercise on Cancer-Related Fatigue and Quality of Life in Men with Prostate Cancer: A Systematic Review [J]. *Nutrients*, 2017, 9(9): 1003
- [9] Van Dijk-Lokkart EM, Steur LMH, Braam KI, et al. Longitudinal development of cancer-related fatigue and physical activity in childhood cancer patients [J]. *Pediatr Blood Cancer*, 2019, 66(12): e27949
- [10] Fabi A, Bhargava R, Fatigoni S, et al. Cancer-related fatigue: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis and treatment [J]. *Ann Oncol*, 2020, 31(6): 713-723
- [11] 杜雪菲, 杨琼. 晚期肺癌患者癌因性疲乏发生现状及危险因素分析[J]. *中国临床医生杂志*, 2021, 49(8): 930-933
- [12] 陈伟丽, 褚卡, 傅淑兰. 肺癌患者癌因性疲乏的调查及其影响因素分析[J]. *中国基层医药*, 2020, 27(18): 2211-2214
- [13] 张景屹, 杜红娣. 肺癌化疗患者癌因性疲乏状况调查分析[J]. *中国医药导报*, 2012, 9(15): 24-26
- [14] 孙雪梅, 孙娜, 黄卫东. 老年食管癌术后患者癌因性疲乏的研究进展[J]. *长春中医药大学学报*, 2019, 35(1): 193-196
- [15] 胡素清, 梁晓凤. 老年食管癌患者癌因性疲乏情况调查及其影响因素探讨[J]. *西部中医药*, 2017, 30(9): 90-93
- [16] Zhang S, Zeng D, Peng Y, et al. Cancer-related fatigue and chemotherapy-associated adverse effects: correlation with TNF- $\alpha$ , IL-1 and 17-hydroxycorticosteroids [J]. *Future Oncol*, 2014, 10(9): 1619-1626
- [17] Yang S, Chu S, Gao Y, et al. A Narrative Review of Cancer-Related Fatigue(CRF) and Its Possible Pathogenesis[J]. *Cells*, 2019, 8(7): 738

(上接第 3382 页)