

附件

一、 成果基本情况

成果名称	地质实验测试技术在矿产资源利用和土壤检测中的应用			
申报奖励等级	☐ 一等奖 ☒ 二等奖			
成果类别	☐ 新原理 ☒ 新方法 ☐ 新技术 ☐ 新应用			
所属分析测试领域	☐ 生命科学 ☐ 医学药学 ☐ 生态与环境 ☐ 食品与农业 ☒ 地质与资源能源 ☐ 材料科学 ☐ 社会安全 ☐ 其它(请填写具体领域)			
主要完成人	彭君 ¹ , 田宗平 ¹ , 王干珍 ¹ , 谢先江 ¹ , 何功秀 ² , 徐小华 ¹ , 秦毅 ¹ , 李力 ³ , 汤行 ¹ , 叶鹏 ¹			
申报单位 1	湖南省地质实验测试中心	☐ 院校 ☐ 科研单位 ☐ 科技企业 ☒ 其它	联系人	田宗平
			联系电话	18874817858
参加单位 2	中南林业科技大学	☒ 院校 ☐ 科研单位 ☐ 科技企业 ☐ 其它	联系人	何功秀
			联系电话	13873160370
参加单位 3	湖南省地质灾害调查监测所	☐ 院校 ☐ 科研单位 ☐ 科技企业 ☒ 其它	联系人	李力
			联系电话	15007404598
参加单位 4		☐ 院校 ☐ 科研单位 ☐ 科技企业 ☐ 其它	联系人	
			联系电话	
成果简介 (500 字以内)	“地质实验测试技术在矿产资源利用和土壤检测中的应用”的主要成果： (1) 研制了锰矿石成分分析标准物质 2 个，填补包含氯、氟、砷、汞、铅、镉、铬等重金属和有害元素质量分数的国家一级锰矿石标准物质的空白，为锰矿勘查、开发和国际贸易等的成分检测提供了计量量具。 (2) 研制了石煤钒矿成分分析标准物质 4 个，填补了石煤钒矿国家一级成分分析标准物质空白，达到国内先进水平，为石煤钒矿利用提供了科技支撑。 (3) 研发了提升实验测试与工业生产效率的放料、浸出和抽滤装置，为矿产的资源化利用提供了技术支撑，并获授权实用新型专利 3 个。 (4) 研发了提高大型仪器检验检测质量和效率的样片保存盒、卡环和进样杯等装置，并获实用新型专利 3 个。 (5) 开展了地质实验测试技术转型为土壤检测方法的研究，①研发了“一种地质样品中砷、锑和铋的定量分析检测方法”；②完成了湖南省土壤成分分析标准物质研制；③开展了多个矿物和土壤检测方法的验证/确认。 (6) 开展了森林水体和土壤矿质营养元素和重金属元素定量检测分析，为专著出版提供了重要数据支撑。 (7) 开展了多种大型检测仪器在高值矿产和复杂化工产品检测中的应用研究，推进了高值矿产找矿与资源化利用途径，查明了碳酸钴产品的分子结构。			
成果材料汇总	出版专著 <u>1</u> 部；论文代表作 <u>10</u> 篇，其中 SCI/EI 论文 <u>1</u> 篇；授权发明专利 <u>0</u> 件（公开/公告 <u>1</u> 件）、实用新型 <u>6</u> 件；本成果转化的 <u>两批次 6 个国家一级标准物质</u> 标准 <u>6</u> 项；成果转化应用证明 <u>7</u> 份；经济社会效益证明 <u>4</u> 份；同行引用 <u>2</u> 份；同行评价 <u>7</u> 份；本成果曾获得奖励 <u>7</u> 项。			
主要成	专著	何功秀, 彭君, 等。贵州省典型喀斯特地区森林资源评价与经营策略研究—以遵义市汇川区为例, 中国林业出版社, 2022 年 9 月。第二章 2.3 森林土壤。		
	论文	田宗平, 彭君*, 王干珍, 秦毅, 等。石煤钒矿成分分析标准物质研制[J]. 岩矿		

果 清 单	代 表 作	测试, 2021, 40(1): 111-120, 2021 年 1 月。
		王干珍, 彭君*, 李力, 秦毅, 田宗平, 等。锰矿石成分分析标准物质研制[J]. 2022, 41(2): 314-323, 2022 年 2 月。
		彭君, 徐小华, 秦毅, 叶鹏, 田宗平*, 等。湖南汝城七彩(玉)石的组成与特征研究[J], 中国锰业, 2022, 40(2): 21-29。
		彭君, 王干珍, 徐小华, 等。广西阳朔磷氯铅矿矿物学和振动光谱特征分析[J], 矿物岩石, 2023, 43(2): 18-26。
		田宗平, 秦毅, 彭君*, 等。碳酸钴中钴碳氮的测定与结构表征研究[J]. 中国无机分析化学, 2021, 11(1), 49-53, 2021 年 11 月。
		王干珍, 易晓明, 李力*, 彭君, 田宗平. 锰矿中有效氧含量测定方法确认与运用[J]. 中国锰业, 2020, 38(5): 45-48+60, 2020 年 10 月。
		李力, 彭君*, 秦毅, 田宗平, 等。锰矿石中锰含量测定方法的确认与应用[J], 中国锰业, 2021, 39(3): 51-55, 2021 年 6 月。
		彭君, 王干珍, 田宗平*. 等。锰矿中氯的 XRF 测定方法确认与运用[J]. 中国锰业, 2020, 38(4), 58-62.
		彭君, 田宗平*, 等。土壤中有效钼的 ICP-MS 测定方法确认与应用[J]. 工业技术创新 2020, (4), 46-49.
		Gongxiu He, Jun Peng*, et al. Phytochemical and network-based chemotaxonomic study on <i>Thalictrum foliolosum</i> [J]. Biochemical Systematics and Ecology. 2022, 1-5.
	专 利	一种石煤钒矿提钒的搅拌浸出装置, 专利号 2021 2 1176743.6, 实用新型专利, 发明人: 彭君, 王干珍, 李力, 秦毅, 田宗平, 等, 批准日期: 2021 年 12 月 10 日.
		一种实验抽滤装置, 专利号 2022 2 1763870.0, 实用新型专利, 发明人: 田宗平, 徐小华, 彭君, 王干珍, 秦毅, 叶鹏, 等, 批准日期: 2022 年 11 月 29 日.
		一种高温高盐条件下的浓缩桶放料装置, 专利号 2023 2 0306626.X, 实用新型专利, 发明人: 彭君, 王干珍, 谢先江, 李力, 秦毅, 叶鹏, 徐小华, 田宗平, 等, 批准日期: 2023 年 06 月 13 日。
		一种 X 射线荧光光谱分析样片保存盒, 专利号 2021 2 1085257.3, 实用新型专利, 发明人: 彭君, 王干珍, 秦毅, 田宗平, 等, 授权日期: 2021 年 11 月 09 日。
		一种 X 射线荧光光谱仪用样片卡环, 专利号 2022 2 1000212.6, 实用新型专利, 发明人: 王干珍, 徐小华, 彭君, 叶鹏, 田宗平, 等, 授权日期: 2022 年 09 月 06 日。
		一种不易挥发的原子吸收进样杯, 专利号 2022 2 2884338.0, 实用新型专利, 发明人: 叶鹏, 彭君, 王干珍, 徐小华, 等, 批准日期: 2023 年 03 月 31 日。
		一种地质样品中砷、锑和铋的定量分析检测方法, 专利申请号 CN2022 1 0464746.2, 公开/公告号 CN14813684A, 发明人: 彭君, 王干珍, 徐小华, 叶鹏, 田宗平, 等, 公开/公告日期: 2022 年 07 月 29 日。
	标 准	石煤钒矿成分分析标准物质, 国家一级, 颁布时间: 2018 年 12 月 25 日。
		锰矿石成分分析标准物质, 国家一级, 颁布时间: 2021 年 01 月 28 日。
	转 化 应 用	2019 年 02 月 27 日, Invinity Energy Limited, 购买石煤钒矿成分分析标准物质发票。
		2019 年 4 月 28 日, 西安科技大学, 购买石煤钒矿成分分析标准物质发票。
		2019 年 5 月 30 日, 江西省地质矿产勘查开发局九一二大队一购买石煤钒矿成分分析标准物质发票。
		2020 年 11 月 3 日, 北京中标物科技有限公司, 购买石煤钒矿成分分析标准物质发票。

		2021 年 5 月 29 日, 彭泽县兴旺矿业有限公司, 购买石煤钒矿成分分析标准物质发票。
		2022 年 11 月 03 日, 湛江市林达化玻仪器有限公司, 购买锰矿石成分分析标准物质合同与发票。
		2023 年 01 月 04 日, 钢研纳克检测技术股份有限公司, 购买石煤钒矿成分分析标准物质发票。
		2023 年 01 月 09 日, 湖南省发展集团矿业开发有限公司, 配合研制石煤钒矿标准物质证明。
		2023 年 02 月 08 日, 湖南省地质实验测试中心, 销售石煤钒矿成分分析标准物质收入统计证明。
	客观评价	国家重点研发计划“国家质量基础的共性技术研究与应用”重点专项相关项目—综合绩效评价结论和专家组验收意见, 课题“多用途的锰矿石标准物质研制”评审鉴定意见与评审专家签名表。
		自然资源部公益性行业科研专项“铌钽钒硼综合利用技术与地质分析测试标准研究”项目部级验收意见函(优秀评定结果), 课题“黑色岩系(石煤)钒矿标准物质研制”验收意见, 课题成果: 研制的“石煤钒矿成分分析标准物质”鉴定验收意见和国家标准物质管理委员会“标准物质研制单位现场考核”意见。
		中央引导地方科技发展专项“湖南省地质测试研究院大型科研仪器设备购置”项目验收证书和结题验收专家意见表。
		湖南省地质院科研专项“湖南省土壤成分分析标准物质研制”验收意见书。
		生态环境部、自然资源部、农业农村部“关于表扬农用地土壤污染物详查表现突出集体和个人的通知”-2020 年 07 月 22 日。
		生态环境部“关于表扬重点行业企业用地土壤污染状况调查表现突出集体和个人的通知”, 2020 年 12 月 06 日。
		表扬信, 湖南省土壤污染状况详查工作组, 2019 年 1 月。
	奖励	贫锰矿资源化利用技术开发与应用, 2021 年度湖南省科学技术进步奖, 湖南省人民政府, 2022 年 12 月。
		锰矿石标准物质研制与大型仪器应用技术, 2022 年度湖南省检验检测科学技术奖, 湖南省检验检测学会, 2022 年 12 月。
		实验测试技术在湖南省特色矿产资源化利用中的应用, 2023 年度湖南省地质科技进步奖, 湖南省地质学会, 2023 年 12 月。
		石煤钒矿资源化利用的实验测试技术与应用, 2024 年度湖南省地质院优秀科技成果证书, 湖南省地质院, 2024 年 5 月
		湖南省检验检测青年科技奖, 2022 年度, 湖南省检验检测学会, 2022 年 12 月。
		湖南省地质青年科技奖, 第二届, 2023 年 3 月。
		湖南省地质院优秀科技工作者, 湖南省地质院, 2024 年 5 月
	依托项目	(1)国家质量基础的共性技术研究与应用, 重点专项“重点领域急需化学分量标准物质研究, 项目编号 2016YFF0201100”, 子课题“多用途的锰矿石标准物质研制, 子课题编号 2016YFF020110307”; (2)自然资源部公益性行业科技专项, 铌钽钒硼综合利用技术与地质分析测试标准研究, 项目编号 201411107, 课题“黑色岩系(石煤)钒矿标准物质研制”课题编号 201411107-3; (3)中央引导地方科技发展专项“湖南省地质测试研究院大型科研仪器设备购置, 项目编号 2018KT5001”; (4)湖南省地质院科研专项, 湖南省土壤成分分析标准物质研制, 项目编号 201911。
		☒ 国家计划 1 项, ☒ 省部级计划 1 项, ☐ 国家基金项目, ☐ 企业计划项, ☒ 其他 1 项

成果内容及社会经济效益说明：

地质实验测试是地质找矿的主要工种之一，有地质找矿“眼睛”美称。新中国成立后，国家高度重视地质实验测试的研究机构和专业技术人员队伍建设，70 多年来，地质实验测试技术不断成熟并得到快速发展和应用，近 6 年来，湖南省地质实验测试中心利用“地质实验测试技术在矿产资源利用和土壤检测中的应用”取得了突出成果，主要归纳如下：

(1) 研制了**锰矿石成分分析标准物质(CRM)2 个**，**填补包含氯、氟、砷、汞、铅、镉、铬等重金属和有害元素质量分数的国家一级锰矿石成分分析标准物质的空白**。该批次标准物质的推广应用，可指导战略性锰矿资源的勘探评价、开发利用、国际贸易和重金属环境污染隐患判定等多行业的广泛用途。该批次锰矿石成分分析标准物质一经获批，当年就实现了在国内的销售，4 年来，销售应用于数十家地质找矿单位、锰矿深加工企业、锰矿国际贸易仲裁机构和科研院所等单位，销售收入 6 万余元，发挥了计量“量具”的作用，具有显著的经济、社会和环境效益。

(2) 研制了**石煤钒矿成分分析标准物质(CRM)4 个**，**填补了国内外石煤钒矿成分分析国家一级标准物质空白，达到国内先进水平**。该批次标准物质的研制采用间接溯源和多方法校准对候选物中主量成分 V_2O_5 含量进行了定值，结合经典化学和先进仪器的分析方法对石煤钒矿中其它成矿、微量和有害组分等 15 个参数进行了定值，该批次标准物质的推广应用，对我国矿产中钒矿资源的勘探评价、开发利用和化学分析量值传递与溯源等多种用途。该批次石煤钒矿成分分析标准物质一经获批，当年就实现了在国内的销售，6 年来，销售应用于数十家地质找矿单位、石煤钒矿深加工企业、第三方检验机构和科研院所等单位，销售收入 12 万余元，发挥了计量“量具”的作用，具有显著的经济、社会和环境效益。

(3) 研发了**提升实验测试与工业生产效率的放料、浸出和抽滤装置，为矿产的资源化和高效利用提供了科技基础支撑，并获授权实用新型专利 3 个**。①采用在浓缩桶上设置控制杆、支撑杆、连接杆和出料结构，研制了“一种高温高盐条件下的浓缩桶放料装置，专利号 2023 2 0306626.X”。实现了浓缩桶内有序放料，克服了现有技术中高温高盐条件下延时放料或室温较低时物料结晶导致出料管堵塞的技术问题，达到了结构简单、拆装便捷、操作安全和部件更换快速，经硫酸锰工业生产应用，效果显著。②采用抽滤瓶的三口设计，漏斗和抽滤瓶套塞密封连接，以及对抽滤瓶的并联和抽滤负压表指示等，研制了“一种实验抽滤装置，专利号 2022 2 1763870.0”，实现了对锰矿和石煤钒矿浸出试验浆液的快速液固分离，达到了对单个抽滤的简单可调可控和液固分离效率的提升，显著提升了对浸出条件试验参数的观察、比较和判定的直观性。③采用机械和空气双重搅拌设计，研制了“一种石煤钒矿提钒的搅拌浸出装置，专利号 2021 2 1176743.6”，达到了浸出效益提高和氧化剂用量降低的效果，实现了在石煤钒矿提钒中的推广应用。

(4) 研发了**提高大型仪器检验检测质量和效率的样片保存盒、卡环和进样杯等装置，经在矿产、水系沉积物、环境、土壤和农产品等样品测试分析中应用，取得了很好效果，并获实用新型专利 3 个**。①采用分层式、抽屉式、片位隔开式和设常关式锁扣的箱体结构，研制了“一种 X 射线荧光光谱分析样片保存盒，专利号 2021 2 1085257.3”，实现了存取方便、防尘防污、转运安全，测试质量显著提高等特点。②采用柱状双圆孔和锥状设计，研制了“一种 X 射线荧光光谱仪用样片卡环，专利号 2022 2 1000212.6”，解决了对不同直径样片固定难题，实现了简洁、快速安装和有效固定样片的效果。③采用转管、弹簧、活动杆、密封塞、旋钮、转盘、杯盖、卡槽、铰接杆、推杆和支撑板互相配合结构，研发了“一种不易挥发的原子吸收进样杯，专利号 2022 2 2884338.0”，实现了装置不使用时，杯盖盖在杯体的顶部，防止杯体内溶液挥发；而在使用时，可将杯盖翻转扣于杯体的底部，将杯盖用作杯体的支撑底座进行使用，提升了杯盖的收纳便捷性并可防止杯盖丢失。

(5) 开展了**地质实验测试技术转型为土壤测试方法的研究**，①研发了“一种地质样品中砷、锑和铋的定量分析检测方法分析”的发明专利 1 个，专利申请号 CN2022 1 0464746.2，公开/公告号 CN14813684A；②完成了湖南省土壤成分分析标准物质研制；③开展了多个矿物和土壤分析检测方法的验证/确认(见附件 2-6、附件 2-7、附件 2-8、附件 2-9、附件 2-10)。上述地质实验测试方法的创新与应用，极大的推进了本中心实验测试收入的稳定增长，保障了技术人员队伍的培养与稳定，保持了中心质量管理与经济建设的持续发展。经过 2018 年至 2024 年，在“农用地土壤污染物详查”、“重点行业企业用地土壤污染状况调查”和“第三次全国土壤普查”等测试工作中运用，发挥了地质实验测试专业技术优势。通过以大型先进检测仪器的配置与应用为主线，开展土壤、水系沉积物和农产品中 54 种成分检测工作实践，取得了很好的应用效果。近 6

年来,取得了 1500 万元/年以上的土壤测试收入(见附件 9-3),培养各类人才 86 名(见附件 9-4)。期间,2019 年 07 月 22 日,我中心获得生态环境部、自然资源部、农业农村部“关于表扬农用地土壤污染物详查表现突出集体和个人的通知”的表彰(见附件 6-5);2020 年 12 月 06 日,我中心又获得生态环境部“关于表扬重点行业企业用地土壤污染状况调查表现突出集体和个人的通知”的表彰(见附件 6-6);2019 年 1 月,我中心还获得湖南省土壤污染状况详查工作组的“表扬信”表彰(见附件 6-7)。

(6) 在《贵州省典型喀斯特地区森林资源评价与经营策略研究—以遵义市汇川区为例》专著

的编写和研究中,中南林业科技大学委托湖南省地质实验测试中心,开展了**水体和土壤矿质营养元素和重金属元素定量检测分析**。①通过对贵州省遵义市混子河、三岔水、白沙水、仁江河、鱼孔河、高坪河 6 条河流和朱良水库、沟口水库、北郊水库、团山水库、饶教水库 5 个水库的 Fe、Cu、Zn、Si 和 Al、Hg、Pb、Cr、Cd、As 等元素进行了检测分析,查明高坪河、仁江河和白沙水的 Si 含量较高,所有河流的 Cd 含量均低于国家地表水二类水标准、高于国家地表水一类标准,其他重金属元素含量均低于地表水国家一类水标准含量。②通过贵州省遵义市汇川区 10 个镇 76 个样点森林土壤的矿质元素和重金属元素的测试分析,发现高坪镇 1m 土层 Mn 含量平均达 $1685.43\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,分析结果和高坪镇有锰矿的结果吻合,全区森林土壤 Cd、Pb、Cr 重金属含量都在国家标准范围内,Pb、Cr 含量都小于国家土壤重金属含量一级标准内。**水体和土壤矿质营养元素和重金属元素定量检测分析结果,为专著的编辑提供了主要数据支撑。**

(7) 开展了 X 射线粉末晶体衍射仪(XRD)、X 射线荧光光谱仪(XRF)、能量色散 X 射线荧光光谱仪(EDX)、元素分析仪(GC)、拉曼光谱仪、偏光显微镜、等离子体发射光谱仪(ICP-OES)和等离子体质谱仪(ICP-MS)等多种大型检测仪器在高值矿产和复杂化工产品检测中的应用研究(见附件 2-3、附件 2-4),拓展了高值彩(玉)石矿和单晶矿物结构构造和利用途径的研究方法,推动了高值矿产找矿与资源化利用新领域;通过碳酸钴产品的表征研究确认了化工产品碳酸钴的分子式结构(见附件 2-5)。