

doi: 10. 11720/wtyht. 2022. 1616

孙跃,杨少平,张振宇,等.《地球化学勘查技术符号》修订内容初步探讨[J]. 物探与化探,2022,46(6):1425-1430. [http://doi.org/10. 11720/wtyht. 2022. 1616](http://doi.org/10.11720/wtyht.2022.1616)

Sun Y, Yang S P, Zhang Z Y, et al. Preliminary exploration into the revision of the Technical Symbols for Geochemical Exploration[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2022, 46(6): 1425-1430. [http://doi.org/10. 11720/wtyht. 2022. 1616](http://doi.org/10.11720/wtyht.2022.1616)

《地球化学勘查技术符号》修订内容初步探讨

孙跃^{1,2,3}, 杨少平^{1,3}, 张振宇^{1,2,3}, 袁桂琴^{1,2,3}, 王之峰^{1,2,3}

(1. 自然资源部 地球化学探测重点实验室, 河北 廊坊 065000; 2. 联合国教科文组织全球尺度地球化学国际研究中心, 河北 廊坊 065000; 3. 中国地质科学院 地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000)

摘 要:《地球化学勘查技术符号》(GB/T 14839—1993)是 20 世纪 90 年代初制定的国家标准,共收录符号 101 个。2019 年开始对其开展修订工作,确定的修订原则如下:①继承原有符号原则——尽量保持原标准内容的稳定性和延续性;②新增符号选择应符合专业习惯原则——尽可能选择目前地球化学勘查中已经广泛使用、获得大部分同行认可的符号;③与地球化学勘查技术专业领域发展相匹配原则——修订后的“地球化学勘查符号”应全面覆盖当前地球化学勘查的所有领域;④以常用地球化学符号为主原则——以常用地球化学符号为收录范围。根据以上原则,新增了生态地球化学调查评价类专用技术符号,扩充了地球化学勘查通用技术符号和矿产地球化学勘查亚类、地球化学样品测试亚类等专用技术符号。修订后的《地球化学勘查技术符号》增至 173 个,按照使用广度划分为通用和专用地球化学符号两大类,其中专用地球化学符号依据应用领域进一步细分为矿产勘查、生态环境调查评价和样品测试地球化学技术符号 3 个亚类,涵盖范围与当前地球化学勘查技术应用领域相匹配。

关键词:地球化学勘查;技术符号;标准;修订

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2022)06-1425-06

0 引言

“符号”的定义是表达一定事物或概念,具有简化特征的视觉形象。符号分为文字符号和图形符号两类^[1]。本文提到的“符号”特指“文字符号”,即由字母、数字、汉字或其他组合形成的符号。

《地球化学勘查技术符号》(GB/T 14839—1993)^[2]是 20 世纪 90 年代初制定的国家标准,作为一项勘查技术的基础性标准,为固体矿产、油气、地热、放射性矿产等资源地球化学勘查中技术符号的规范统一发挥了重要作用。随着地球化学勘查技术的发展,应用领域不断拓宽,对外交流日益扩大,该标准已不能完全适应当前地球化学勘查科研和生产的需要,尤其在生态地球化学调查评价方面缺失大

量的符号,亟需补充完善。

从 2019 年开始,中国地质调查局组织中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所等有关单位对 1993 年版的《地球化学勘查技术符号》开展了全面的修订工作,以满足当前地球化学勘查技术交流、成果表达等工作需求。本文拟就此次修订的原则和对主要问题的处理进行初步总结和探讨。

1 1993 年版《地球化学勘查技术符号》体系介绍

1993 年版《地球化学勘查技术符号》共分为 4 章+附加说明:1、主题内容与适用范围;2、引用标准;3、地球化学勘查参数技术符号;4、地球化学勘查测试技术符号。共收录各类相关符号 101 个。

收稿日期: 2021-11-16; 修回日期: 2022-06-20

基金项目: 中国地质调查局项目“地球物理地球化学数据集成与服务”(DD20221790)

第一作者: 孙跃(1984-),女,2011 年成都理工大学毕业,主要从事勘查地球化学方法技术与标准研究工作。Email: sunyue@mail.cgs.gov.cn

通讯作者: 张振宇(1983-),男,博士,高级工程师,主要从事勘查地球物理方法技术与标准研究工作。Email: zhangzhenyu@mail.cgs.gov.cn

“主题内容与适用范围”包括:① 规定了地球化学勘查公式、表格、图件中常用和专用参数的技术符号;② 适用于地质矿产勘查中金属、贵金属、油气、地热、放射性矿产资源的地球化学勘查;③ 可供环境地球化学等有关专业参考使用。

“引用标准”中列入:① 《有关量、单位和符号的一般原则》(GB 3101);② 《地质矿产术语分类代码》(GB 9649)。

全部符号分为两大类:“地球化学勘查参数技术符号”和“地球化学勘查测试技术符号”。其中“地球化学勘查参数技术符号”类收录 74 个,涵盖了 20 世纪 90 年代初矿产地球化学勘查工作中使用的主要技术符号;“地球化学勘查测试技术符号”共收录 27 个,涵盖了当时地球化学样品测试工作使用的主要符号。

“附加说明”的内容包括标准提出单位、标准归口单位、标准负责起草单位、参加编写单位和起草人。

2 修订原则

2.1 按照现行的符号编制规则编排内容

遵循国家标准化委员会颁行的《标准化工作导则第 1 部分:标准化文件的结构和起草规则》(GB/T 1.1—2020)和《标准编写规则 第 2 部分:符号标准》(GB/T 20001.2—2015)中的规定,开展《地球化学勘查技术符号》(GB/T 14839—1993)的修订工作。

2.2 内容修订原则

1) 继承原有符号。老标准发布至今已有近 30 年的时间,从使用习惯的角度考虑,应尽量保持原标准内容的稳定性和延续性。因此,原标准中的符号应尽可能保留。

2) 新增符号选择应符合专业习惯。新增符号的选择,尽可能考虑到目前地球化学勘查中已经广泛使用、获得大部分同行认可的符号,不再重新规定新的符号。

3) 与地球化学勘查技术专业领域发展相匹配。标准内容与地球化学勘查技术专业领域发展相匹配,首选新增生态地球化学调查评价方面相关的符号;在固体矿产勘查方面,增补与盲矿、能源地球化学勘查有关的符号;在地球化学分析测试方面,增补新方法新技术有关的符号;以实现修订后的“地球化学勘查符号”全面覆盖当前地球化学勘查的所有领域。

4) 以常用地球化学符号为主。地球化学勘查

专业是一门应用科学,其延伸领域不断拓展,与地质学、生态学、环境学等学科有交叉之处。本次修订以常用地球化学符号、已有规范(即成熟的方法技术上所使用的勘查技术符号)为收录范围,借鉴其他学科中较常用的参数符号,同时注意与其他标准的协调互补,但应避免过度延展。对于一些未规范的新方法、新技术领域,未收录其技术符号。

2.3 符号编排原则

对选定的技术符号大致按使用广度分为通用和专用两大类,即通用地球化学符号是指地球化学勘查在不同领域共同使用且与其他学科通用的名词和符号;专用地球化学符号是指仅在某个地球化学勘查领域使用较多的符号。对专用技术符号,按照应用领域进一步细分为 3 个亚类,按照每一个(亚)类单独编制成表,在每一个(亚)类中,按照相关性状况编排顺序。

3 主要修订内容初步探讨

新修订的《地球化学勘查技术符号》按照新的起草规则对章节进行了重新编排。修订版包括了:前言、范围、规范性引用文件、总则、通用地球化学符号、专用地球化学符号、索引、参考文献 8 个部分,使修订后的标准结构完全符合现行的标准起草规定,内容更加全面。

新修订的《地球化学勘查技术符号》共收录符号 173 个,其中,保留原标准符号 92 个,新增符号 81 个,修订符号 16 个,删除符号 9 个,能较好地适应新形势下地球化学勘查工作需求。

新修订的《地球化学勘查技术符号》系统筛选了中华人民共和国自然资源部(含原国土资源部)、国防科工局、国家环境保护总局、国家质量监督检验检疫总局、国家标准化委员会和中国地质调查局正式颁布的地球化学勘查相关规范或技术规程中相关技术符号,基本与这些规范或技术规程所用符号相匹配、相吻合。

3.1 修订的主要条款分析

3.1.1 “前言”

在“前言”部分对标准修订依据、标准修订后主要技术内容的变化、标准提出单位、归口管理单位、起草单位、主要起草人等基本信息进行了说明。

3.1.2 “范围”

1) 将原标准中“主题内容与适用范围”进行了拆分,“主题内容”修改为“范围”。适应了新的标准编写规则。

2)将原标准中“本标准规定了地球化学勘查公式、表格、图件中常用和专用参数的技术符号。”修改为“本文件规定了地球化学勘查公式、图、表中通用和专用技术符号。”以适应修订后的标准不仅含有参数符号,还包括少量名词符号的实际情况。

3)新增“本文件适用于地球化学勘查报告、图、表,以及相关的图书、标准和期刊论文等。”更清晰地划定了标准的适用界限。

3.1.3 “规范性引用文件”

在原标准中引用文件的基础上,增加了 GB/T 3102.6 光及有关电磁辐射的量和单位、GB/T 20001.2—2015 标准编写规则 第2部分:符号标准、GB/T 14496 地球化学勘查术语、GB 3838—2002 地表水环境质量标准、DZ/T 0289—2015 区域生态地球化学评价规范(1:50 000)、DZ/T 0258 多目标区域地球化学调查规范(1:250 000)、DZ/T 0295—2016 土地质量地球化学评价规范、DZ/T 0354—2020 局部生态地球化学评价规范、DD 2014—10 土地质量地球化学监测技术要求,以涵盖修订后标准新增符号的内容。

3.1.4 “总则”

1)增加了“符号表达规则”。具体的符号表达规则见前述,从而适应了修订《地球化学勘查技术符号》需要增加大量符号的需求。

2)增加了“符号分类与编排”。增加了“分类”专款。分类原则见前述。将地球化学勘查技术符号重新分为通用地球化学符号和专用地球化学符号两大类。专用地球化学符号依据应用领域进一步细分为:矿产地球化学勘查、生态地球化学调查评价和地球化学样品测试技术3个亚类。修订后的符号分类更便于查找。增加了“符号编排说明”。把每个应用领域的符号按照其类型和相关性进行编排,方便使用者查询,并作出了说明。符号的编号分为两个层次,用“-”隔开。编号前半部分按“通用地球化学勘查技术符号、矿产地球化学勘查技术符号、生态地球化学调查评价技术符号和地球化学样品测试技术符号”的顺序从1到4依次编表排列;编号后半部分以每个类别为单元,从01开始依次编排。

3.1.5 “通用地球化学符号”的修订

1)保留的原标准中的“克拉克值、丰度、地球化学背景值、局部背景、区域背景、算术平均值、几何平均值、中位数、众数值、标准离差、对数标准离差、地球化学异常值、异常下限、局部异常下限、区域异常下限、异常衬度、异常强度、异常极大值、异常面积、异常规模、原始衬度、富集系数、酸碱度、氧化还原电

位”等,归入“通用地球化学符号”类。

2)新增通用地球化学符号10个。“地球化学基准值”是地球化学研究的最基础的特征参数,它代表了不同环境中的元素含量水平。最大值^[3]、最小值^[3]、方差、样本数、相关系数、异常平均值均为统计学最常见的参数,而统计分析是地球化学研究中常用的一个工具。“土壤离子电导率”是矿产地球化学勘查和生态地球化学调查评价中的重要参数,它包含了反映土壤质量和物理性质的丰富信息。“异常叠合度”是用来衡量两个或多个元素异常在空间上相互重叠的程度,以消除因重合面积大小而带来的一系列问题,它是描述地球化学异常的基本参数。“放射性活度”是指处于某一特定能态的放射性核素在单位时间内的衰变数,它是放射性地球化学的基本参数。

3)根据已颁布的标准、教科书和科学词典等,对原标准的名词术语中英文表达进行了规范和修正。例如:“浓集克拉克值 concentration clarke value”亦称“浓度克拉克值 concentration clarke”,将“浓度克拉克值”列入说明栏;异常下限的英文表达由“threshold”修正为“anomaly threshold”;“变化系数”修正为“变异系数”;富集系数的英文表达由“enrichment coefficient”修正为“coefficient of enrichment”。

3.1.6 “专用地球化学符号”的修订

1)“矿产地球化学勘查技术符号”。在异常特征符号中,增加了衬度系数、相似系数^[4]、浓集系数^[5]、浓度平衡系数、扩散系数^[6]、迁移系数^[7]等符号,总体上包含了异常特征描述的各个侧面。在异常分带符号中,一是增加了组分分带、前缘晕、后尾晕、矿体晕”的符号,以利对地球化学找矿模型建立的研究;二是增加了“累乘比值、累加比值的符号,以利于元素分带性定量计算的研究。增加了成矿度^[8],用来衡量单元素异常能够成矿的可能性大小。它是矿产地球化学勘查中用来推测成矿元素的一个重要指标。增加了剥蚀系数^[4]、剥蚀程度。这是两个定量或定性衡量矿物、岩石在各种地表作用下分解、破碎、搬运程度的参数;它们是矿产勘查地球化学的重要参数。增加了反映勘查地球化学在能源勘查领域新应用的3个参数:酸解烃是一种利用酸溶液将土壤吸附的烃类气体释放出来再经化学分析方法来检测的地球化学特征参数,是勘查油气的常用参数。氧化还原梯度是利用氧化还原电位法勘查油气田的重要参数。异常综合评价指数^[9]是油气化探异常靶区综合评价的重要指标。根据已颁布

的标准、教科书和科学词典等,对原标准的名词术语、英文表达及其符号进行了规范和修正,如:“土壤蚀变 soil alteration”修正为“土壤蚀变碳酸盐 soil altered carbonate”;横向分带序列由“transversal zoning sequence”修正为“lateral zoning sequence”;壤中氡“soil radon”修正为“radon in soil”,符号由“ RnS ”修正为“ RnS ”。删除了射气系数,该参数属于地球物理勘查学科范畴。元素比值 ER 是量,原标准为正体,修正为斜体。保留了原标准中关于矿产地球化学勘查中重要的技术符号。如:累乘值、累加值、累乘指数、累加指数、累积频率、频率、面金属量、规格化面金属量、线金属量、元素比值、元素分带、近程指示元素、中程指示元素、远程指示元素、浓度分带、分带序列、分带指数、垂直分带序列、纵向分带序列、横向分带序列、水平分带序列、轴向分带序列、浓度梯度、金属偏提取量、冷提取重金属总量、金属总量、活动铀、壤中氡、包体氡、热释光现象、水中氡、溶解烃、吸附烃、吸附铀、游离烃、紫外吸收、紫外荧光、位移系数、放射性平衡系数、反冲原子、齐拉—却满斯效应、土壤蚀变碳酸盐、偏度、峰度。

2) “生态地球化学调查评价技术符号”的补充

生态地球化学调查评价是进入 21 世纪以后地球化学勘查开辟的新的勘查领域。生态环境领域地球化学工作是一个庞大的体系,包括调查评价、理论研究、监测预警、治理修复及相应测试分析在内的一整套方法技术体系。因此,生态地球化学调查评价方面的名词和参数符号构成了本次符号标准修订中新增符号的重点。并专门设立了“生态环境地球化学调查评价技术符号”亚类。

“生态环境地球化学调查评价技术符号”亚类中包括生态地球化学理论、生态地球化学监测预警、生态地球化学治理修复、生态地球化学评价、土地质量地球化学评价等方面的基本名词和常用的参数符号,以满足当前生态地球化学调查工作的需要,促进生态地球化学符号的规范化。

新增的生态地球化学调查评价技术符号包括:

①生态地球化学理论方面有:土壤碳密度^[10]、土壤碳储量^[10]、单位土壤碳量^[11]、土壤有机碳密度、土壤无机碳密度、纳米微粒表面能等。②生态地球化学评价方面有:危害熵^[12]、总摄入量、超标率、变化速率、地(质)累积指数^[13]、综合营养状态指数^[13]、扩散指数、生物富集系数、危害指数^[12]、致癌风险指数^[12]、日容许摄入量、总悬浮颗粒物、颗粒有机碳、颗粒无机碳、溶解无机碳等。③生态地球化学监测预警方面有:地球化学通量、地球化学通量密度、综

合污染指数^[14]、内梅罗污染指数^[14]、潜在生态风险指数^[12]、毒性响应系数、生态风险系数等。④生态地球化学治理修复方面有:活化系数、化学需氧量^[15]、生化需氧量、污染物修复目标值等。⑤土地质量地球化学评价方面有:土壤环境容量、土壤容重^[16]、土壤风化系数、土壤淋溶系数、土壤风化淋溶系数、土壤化学蚀变指数、土壤有机碳库^[17]、土壤无机碳库、土壤有机碳、土壤无机碳、土壤总碳^[12]、阳离子交换量^[18]等。

本次修订明确规定以上生态地球化学调查评价中常用的各类名词和参数的符号,可以促进生态地球化学调查领域的标准化应用。

3) “地球化学样品测试技术符号”的修订

新增回收率、定量限、标准值、对数标准偏差、平均相对误差、实验室(间)偏倚、图幅间偏倚、精密密度^[19]、准确度^[19]、统计涨落误差^[20]、国家一级标准物质^[8]等质量控制名词或参数,以适应地球化学样品分析测试质量监控的需求。其中“统计涨落误差”是影响便携式 X 射线荧光现场分析精密度的重要且固有的因素。

分析合格率 qualified ratio of analysis, 符号 QRA, 修正为合格率 qualified rate, 符号 QR; 可用值 usable value 修正为有效值 effective value; 酸碱值修正为酸碱度, 氧化电位 Ehvalue 修正为氧化还原电位 redox potential。修订后的这 4 个符号更符合当前流行的地球化学样品测试技术报告中的表达现状。

保留了原标准中的地球化学勘查测试技术符号有:报出率、合格率、推荐值、检出限、对数偏差、平均对数偏差、相对标准离差、相对误差、采样偏倚、分析偏倚、批次间偏倚、方法间偏倚、人员间偏倚、灵敏度、保证值、认可值、检查分析结果、基本分析结果等。

3.2 缩减内容分析

符号标准修订中,主要缩减了原标准中“地球化学测试技术符号”类中,目前不常用的一些符号、普通单位名称符号和个别与其他符号标准重复的符号。

1) 删除了“安(培)/千克”、“贝可(勒尔)”、“贝可/升”、“库(伦)/千克”。这些符号属于单位名称,新修订的标准不再纳入。

2) 删除了“射气系数”、“当量钍含量”、“当量铀含量”。该参数与地球物理勘查学科共用,已纳入《地球物理勘查技术符号》内。

3) 删除了“选用值”、“最佳估计值”。这些技术符号目前在地球化学勘查实践中已经极少使用。

4 结束语

当今,地球化学勘查技术在固体矿产勘查、能源矿产勘查、生态环境调查的工作中发挥着重要作用。尤其是随着地球化学勘查应用领域的不断拓展,地球化学勘查正在成为地质工作服务于生态文明建设的主力军,在识别自然生态环境与人为作用对生态环境的破坏程度、生态环境中各污染要素的迁移、转化以及生态效应方面发挥越来越重要的作用,在土壤环境地球化学修复方面也起到了主导作用。因此,统一规范的地球化学勘查技术符号,将对地球化学勘查界和其他地球化学勘查应用领域起到重要的规范作用。

展望中国勘查地球化学事业发展前景,未来十年内,地球化学勘查将作为我国自然资源勘查方法技术进步的重要方面,在深部矿地球化学勘查、覆盖区地球化学综合找矿,土壤、水生态环境调查评价、监测、修复等方面都将发挥重要作用。地球化学勘查技术符号的修订,将助力自然资源勘查技术进步并产生巨大社会效益。

参考文献 (References):

[1] GB/T 20001.2—2015 标准编写规则 第2部分:符号标准[S].
GB/T 20001.2—2015 Rules for drafting standards-part 2:symbol standards[S].

[2] GB/T 14839—1993 地球化学勘查技术符号[S].
GB/T 14839—1993 Technical symbols for geochemical exploration [S].

[3] DZ/T 0145—2017 土壤地球化学测量规程[S].
DZ/T 0145—2017 Code of practice for soil geochemical survey [S].

[4] DZ/T 0353—2020 地球化学详查规范(1:10 000)[S].
DZ/T 0353—2020 Specification of geochemical detailed survey(1:10 000)[S].

[5] GB/T 14496 地球化学勘查术语(报批稿)[S].
GB/T 14496 Terms of geochemical exploration(draft for approval) [S].

[6] SY/T 6129—1995 岩石中烃类气体扩散系数测定方法[S].
SY/T 6129—1995 Method for determination of diffusivity of hydrocarbon gases in rocks[S].

[7] 赵云青,周怡,黄兴洁等. 重金属在矿区土壤—蔬菜系统的吸收与迁移特性研究[J]. 土壤通报,2019,50(5):1233-1238.
Zhao Y Q, Zhou Y, Huang X J, Absorption and migration of heavy metals in soil-vegetable system in mining area[J]. Chinese Jour-

nal of Soil Science,2019,50(5):1233-1238.

[8] DZ/T 0011—2015 地球化学普查规范(1:50 000)[S].
DZ/T 0011—2015 Specification of geochemical reconnaissance survey(1:50 000)[S].

[9] GB/T 31456—2015 石油与天然气地表地球化学勘探技术规范[S].
GB/T 31456—2015 Technical specifications for surface oil and gas geochemical exploration [S].

[10] 夏学齐,杨忠芳,余涛等. 中国土壤碳密度系列参数[M]. 北京:地质出版社,2018.
Xia X Q, Yang Z F, Yu T, et al. Soil carbon density series parameters in China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2018.

[11] DZ/T 0258—2014 多目标区域地球化学调查规范(1:250 000)[S].
DZ/T 0258—2014 Specification of multi-purpose regional geochemical survey(1:250 000)[S].

[12] DZ/T 0289—2015 区域生态地球化学评价规范(1:50000)[S].
DZ/T 0289—2015 Specification of regional eco-geochemistry assessment[S].

[13] DZ/T 0354—2020 局部生态地球化学评价规范[S].
DZ/T 0354—2020 Specification of local eco-geochemistry assessment[S].

[14] 蒋敬业. 应用地球化学[M]. 北京:中国地质大学出版社,2006.
Jiang J Y. Applied geochemistry [M]. Beijing: China University of Geosciences Press, 2006.

[15] GB 3838—2002 地表水环境质量标准[S].
GB 3838—2002 Environmental quality standards for surface water [S].

[16] DD 2014—10 土地质量地球化学监测技术要求[S].
DD 2014—10 Technical requirements for geochemical monitoring of land quality[S].

[17] 陈岳龙,杨忠芳. 环境地球化学[M]. 北京:地质出版社,2017.
Chen Y L, Yang Z F. Environmental geochemistry [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2017.

[18] DZ/T 0295—2016 土地质量地球化学评价规范[S].
DZ/T 0295—2016 Specification of land quality geochemical assessment[S].

[19] DZ/T 0167—1995 区域地球化学勘查规范(1:200 000)[S].
DZ/T 0167—1995 Regional geochemical exploration specification (1:200 000)[S].

[20] DZ/T 0370—2021 便携式X射线荧光现场分析技术规程[S].
DZ/T 0370—2021 Code of practice for field analysis of portable x-ray fluorescence[S].

Preliminary exploration into the revision of the Technical Symbols for Geochemical Exploration

SUN Yue^{1,2,3}, YANG Shao-Ping^{1,3}, ZHANG Zhen-Yu^{1,2,3}, YUAN Gui-Qin^{1,2,3}, WANG Zhi-Feng^{1,2,3}

(1. Key Laboratory of Geochemical Exploration, Ministry of Natural Resources, Langfang 065000, China; 2. UNESCO International Centre on Global-scale Geochemistry, Langfang 065000, China; 3. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration CAGS, Langfang 065000, China)

Abstract: The *Technical Symbols for Geochemical Exploration* (GB/T 14839-93) is a national standard formulated in the early 1990s, including 101 symbols. The revision of this standard began in 2019 according to the following principles: (a) Inheriting the original symbols. The stability and continuity of the original standard content should be maintained as far as possible; (b) Selecting new symbols in line with professional habits. It is necessary to select symbols that are widely used in geochemical exploration and are recognized by most peers as far as possible; (c) Matching the development of geochemical exploration technologies. The revised technical symbols for geochemical exploration should cover all fields involved in the current geochemical explorations; (d) Focusing on the commonly used geochemical symbols. The commonly used geochemical symbols should be included. According to the above principles, special technical symbols for ecological geochemical surveys and evaluation were newly added, and the expanded symbols include general technical symbols for geochemical exploration and special technical symbols for mineral geochemical exploration and geochemical sample testing. A total of 173 symbols were included in the revised standard. The revised technical symbols for geochemical exploration can be divided into a general type and a special type according to their application scopes. The special geochemical symbols can be categorized into three subtypes according to their application fields, namely mineral exploration, ecological environment investigation and evaluation, and geochemical sample testing. The fields covered by the revised standard are consistent with the current application fields of geochemical exploration technologies.

Key words: geochemical exploration; technical symbol; standard; revision

(本文编辑:蒋实)