

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0003—XXXX

代替DZ/T 0003-1991

汞蒸气测量规程

Code of practice for mercury vapor survey

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

 4.1 目的任务 2

 4.2 基本要求 2

 4.3 测量方法 2

 4.4 工作比例尺与测网密度 2

5 设计书编审 2

 5.1 编写依据 2

 5.2 资料收集 2

 5.3 野外踏勘 3

 5.4 综合分析 3

 5.5 设计书编写 3

 5.6 设计书审批 3

 5.7 设计书变更 3

6 仪器设备 3

 6.1 汞蒸气测量仪器 3

 6.2 仪器附件 4

 6.3 采样工具 4

7 野外测量 4

 7.1 开工前准备 4

 7.2 壤中气汞测量 4

 7.3 大气汞测量 6

 7.4 水中汞测量 6

 7.5 固体样品汞量测量 7

8 室内分析 7

 8.1 分析仪器选择 7

 8.2 仪器标定 7

 8.3 分析条件确定 7

 8.4 样品分析 8

 8.5 分析质量监控与质量评价 11

9 资料整理与成果图件 13

 9.1 资料整理 13

 9.2 成果图件 14

 9.3 数据集建立 14

10 异常评价.....	14
10.1 目的任务.....	14
10.2 解释推断.....	14
10.3 查证技术要点.....	14
11 成果报告编制与资料提交.....	15
11.1 成果报告编制.....	15
11.2 资料提交.....	16
附录 A（规范性）全球卫星导航定位仪坐标校验记录表.....	17
附录 B（规范性）汞蒸气测量野外采样点位变更登记表.....	18
附录 C（规范性）设计书编写提纲	19
附录 D（规范性）捕汞管一致性检查记录卡	21
附录 E（规范性）壤中气汞测量野外记录卡	22
附录 F（资料性）饱和汞蒸气浓度表	23
附录 G（资料性）地球化学标准参考样的汞含量推荐值.....	24
附录 H（资料性）汞化合物中汞的热释峰值温度、曲线和图谱.....	25
附录 I（规范性）汞异常登记卡	28

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件以DZ/T 0003-1991《汞蒸气测量规范》为基础，结合当前汞蒸气测量技术发展现状和应用情况，对其进行修订。与DZ/T 0003-1991相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 更改了“应用范围”（见4.2）、“基本要求”（见4.3）、“测量方法”（见4.4）、“工作比例尺与测网密度”（见4.5）；
- 增加了定点要求（见4.3.3）；
- 更改了设计书编写依据和设计书编写要求（见5）；
- 更改了仪器设备（见6）；
- 增加了“壤中气采样示意图”（见图1）；
- 更改了“分析条件确定”（见8.3）
- 增加了“固体样品相态汞分析”（见8.4.4）、“不同相态汞热释温度延时时间的确定”（见8.4.4.5）、“热释汞图谱绘制”（见8.4.4.8）；
- 更改了资料整理与成果图件（见9）、异常评价（见10）；
- 增加了全球卫星导航定位仪坐标验证校验记录（见附录A）；
- 增加了汞蒸气测量野外采样点位变更登记表（见附录B）；
- 删除了野外工作不常用的内容（原附录A、原附录B、原附录D、原附录E、原附录F、原附录I、原附录J、原附录K）；
- 删除了原附录L、原附录M、原附录N，相关内容分别放在了仪器设备（见6）和样品分析（见8.4）；
- 增加了汞的不同化合物热释曲线、汞的不同化合物的混合物热释峰值、绘制热释汞图谱实例（见附录H）。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC93）归口。

本文件起草单位：中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、中国地质大学（武汉）、中国地震台网中心、中国冶金地质总局物勘院。

本文件主要起草人：孔牧、刘华忠、杨帆、李义连、陈华静、禹斌、王徽、郭志娟、喻劲松、徐仁廷、袁桂琴、孙跃。

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

——DZ/T 0003-1991。

汞蒸气测量规程

1 范围

本文件规定了汞蒸气测量工作的设计书编审、仪器设备、野外测量、室内分析、资料整理与成果图件、异常评价、成果报告编制与资料提交等方面的技术要求。

本文件适用于地质调查、矿产资源勘查、环境与灾害调查监测和考古中的汞蒸气测量工作。其它领域进行的类似工作亦可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- DZ/T 0011 地球化学普查规范（1:50000）
- DZ/T 0075 地球化学勘查图图式、图例及用色标准
- DZ/T 0145 土壤地球化学测量规程
- DZ/T 0167 区域地球化学勘查规范
- DZ/T 0182 测汞仪通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

汞蒸气测量 mercury vapor survey

以土壤、大气或水体中的游离汞气为采样对象所进行的地球化学勘查工作。

3.2

壤中气汞测量 vapor survey in soil gas

以土壤中游离汞气为采样对象所进行的地球化学勘查工作。

3.3

大气汞测量 survey of atmospheric mercury

以大气中游离汞气为采样对象所进行的地球化学勘查工作。

3.4

水中汞测量 mercurometricsurvey in water

以水中离子态、游离态汞气为采样对象所进行的地球化学勘查工作。

3.5

固体汞测量 survey of heat-released mercury

热释汞测量

以天然物质（土壤、水系沉积物、底积物或岩石）中各种赋存状态的汞为研究对象的地球化学勘查工作。

3.6

吸光度 absorbance

光线通过溶液或某一物质前的入射光强度与该光线通过溶液或物质后的透射光强度比值的以10为底的对数值。

3.7

汞齐法 amalgamation

利用汞和金可以形成金汞齐，以金为载体，富集微量的汞，从而达到定量测定微量汞含量的分析方法。

4 总则

4.1 目的任务

通过壤中气汞、大气汞、水中汞、土壤、水系沉积物、底积物和岩石等固体样品中汞量测定，为地质调查、矿产资源勘查、环境与地震等灾害调查监测、古墓和古文化遗址等考古工作提供依据。

4.2 基本要求

- 4.2.1 汞蒸气测量适宜在气温低于 40 ℃且高于地表土壤层冻结温度(约-5 ℃)、无风或微风时开展。
- 4.2.2 雨后等待 2 天~3 天，经方法技术试验后，方可开展工作。
- 4.2.3 根据工作要求选择合适的坐标系，应先对全球卫星导航定位仪进行校验，按附录 A 记录，再定点，并保留野外工作航迹监控文件。
- 4.2.4 如果野外工作中不能到达设计采样点位、设计样点采集不到合格样品、设计点位不合理时，应变更点位，按附录 B 要求填写采样点位变更登记表。

4.3 测量方法

汞蒸气测量方法包括壤中气汞测量、大气汞测量、水中汞测量、固体样品汞测量。

4.4 工作比例尺与测网密度

工作比例尺应根据工作任务和工作条件合理选择。汞蒸气测量网格与采样密度见表1。

表1 汞蒸气测量网格与采样密度

比例尺	测网 m×m	采样密度 点/km ²
1：200000	(1000~2000) × (500~2000)	0.25~2
1：100000	(500~1000) × (250~1000)	1~8
1：50000	(250~500) × (100~500)	4~40
1：25000	(100~250) × (50~250)	16~200
1：10000	(50~100) × (20~100)	100~1000
1：5000	(25~50) × (5~50)	400~8000
1：2000、1：1000	20 × (5~10)	5000~10000
1：200、1：100	2 × (1~2)	

5 设计书编审

5.1 编写依据

项目承担单位应根据项目主管部门下达的任务书和本文件编写设计书。

5.2 资料收集

设计书编制前,应收集并梳理测区的自然地理、基础地质、矿产资源、地球物理、地球化学、遥感及环境等资料,初步确定测区汞蒸气测量的可行性,选择合适的汞蒸气测量方法。

5.3 野外踏勘

5.3.1 踏勘主要目的

在资料收集与初步研究的基础上对测区进行野外实地踏勘,开展方法技术的有效性试验,制定汞蒸气测量的工作方案。

5.3.2 方法有效性试验

5.3.2.1 在新的测区开展工作前,应开展方法有效性试验。

5.3.2.2 岩石、土壤、水系沉积物、底积物等固体介质的汞量测量及土壤热释汞测量的方法有效性试验可参照 DZ/T 0167、DZ/T 0011、DZ/T 0145 和 DZ/T 0182 执行。

5.3.2.3 壤中气汞测量方法有效性试验按下列步骤开展:

- a) 在开展壤中气汞测量工作前,应开展其方法有效性试验;
- b) 在测区内选择2~3处有代表性的区域,在每一区域分别抽取1.5 L、3.0 L、4.5 L、6.0 L壤中气,了解测区壤中气汞的背景浓度,以确定测区内的壤中气汞测量的采气量;
- c) 一个采样孔最多抽取3.0 L壤中气汞;
- d) 一个采样点打1个采样孔为宜;当1个采样孔的汞蒸气含量低,采气量对汞浓度影响不大时,可增加采样孔,不得超过3个;
- e) 干旱荒漠、戈壁区储气条件差,须做采样孔数试验,确定最佳采样孔数;
- f) 在易塌孔的地区,可在采样孔周围浇适量水,孔洞成型不塌孔即可。

5.3.2.4 开展水中汞量测量前,应进行水中汞测量方法有效性试验,获得测区的水中汞异常的规模和衬度,了解测区其他水化学普查标志及它们的分带性,选择最佳取样网度并观测水中汞气晕的动态变化。

5.4 综合分析

综合分析收集资料和实地踏勘情况,结合测区的地质、地理条件,确定适宜的汞蒸气测量方法技术。

5.5 设计书编写

设计书按照附录C给出的提纲编写。

5.6 设计书审批

设计书提交项目主管部门审查批准后方可实施。

5.7 设计书变更

项目实施过程中,如有较大变化需要进行修改设计书时,应及时向项目主管部门提出申请,变更后的设计书获批后方可实施。

6 仪器设备

6.1 汞蒸气测量仪器

6.1.1 冷原子吸收式测汞仪

冷原子吸收式测汞仪是基于汞蒸气强烈吸收波长为253.7 nm的光辐射而进行工作的。按光源特点分为单光束和塞曼型两类:

- a) 单光束型冷原子吸收式测汞仪,检出限 $\leq 0.004 \times 10^{-9}$ g/g, RSD $\leq 5\%$,基线稳定性 < 0.004 A/h;
- b) 塞曼型冷原子吸收式测汞仪,检出限 $\leq 0.007 \times 10^{-9}$ g/g, RSD $\leq 5\%$,基线稳定性 < 0.002 A/h,背景校正能力为1.3 A;

c) 单光束原子吸收型测汞仪适用于大气汞测量、壤中气汞测量和固体样品热释全汞测量；对有机质、汞矿物、硫、砷等亲汞元素含量较高的样品不适用；

d) 塞曼型原子吸收型测汞仪适用于大气汞测量、壤中气汞测量、直接测定样品中热释汞（全汞、相态汞）含量，固体样品的热释汞图谱绘制以及对有机质、汞矿物、硫、砷等亲汞元素含量偏高的样品中汞含量的测定。

6.1.2 金膜测汞仪

金膜电阻型测汞仪是基于汞蒸气被金膜吸收后引起了金膜电阻率的变化而工作的，检出限 $\leq 0.005 \times 10^{-9}$ g/g，RSD %为4.7%，基线稳定性为1个字/h，适用于在采样现场快速进行大气汞量测量。

6.2 仪器附件

6.2.1 热解炉：最高炉温可达1000℃的控温式热解炉。

6.2.2 自制饱和汞蒸气瓶，制备方法如下：

- a) 在带有橡皮塞的500 mL密闭小口玻璃瓶中，注入5 g汞，静置24 h即可；
- b) 瓶内固定一支精度可达0.5℃的温度计；
- c) 如发现橡皮塞密封性能下降时要及时更换。

6.2.3 石英舟：能盛放0.5 g样品，并能送进热释炉内的石英管中即可。

6.2.4 微量注射器：可定量抽取0.05 mL、0.10 mL、0.15 mL、0.20 mL、0.25 mL饱和汞蒸气即可。

6.3 采样工具

采样工具包括：

- a) 钢钎，长1 m~1.3 m、直径25 mm；
- b) 铁锤，8磅；
- c) 锥形采样器；
- d) 抽气装置；
- e) 捕汞管，内置金丝、活性炭或镀金石英砂；
- f) 除尘过滤器；
- g) 硅胶管；
- h) 滤膜。

7 野外测量

7.1 开工前准备

7.1.1 仪器设备选择

施工前，应根据研究目的和测汞仪器的性能选择仪器设备。

7.1.2 仪器设备存放、使用和维护

仪器设备应存放在阴凉、干燥、无烟、无腐蚀性气体的环境中，并按照仪器设备用户手册要求进行使用和维护。在运输过程中，应将仪器设备固定放置在有减震装置的专用包装箱中，避免颠簸导致仪器部件损坏。

7.1.3 分析场地选择

分析场地应清洁、干燥、通风、无开放的汞源、不得堆放含汞或被汞污染的物品。

7.2 壤中气汞测量

7.2.1 应用条件

壤中气汞测量适用于覆盖层厚度≥40 cm、具有良好储气条件的地区。

7.2.2 捕汞管净化和质量检查

7.2.2.1 壤中气汞测量开展工作前，应净化捕汞管，方法如下：

a) 对于石英质金丝捕汞管，以3 %热稀硝酸或5 %稀盐酸加热煮沸30 mins，再用蒸馏水冲洗干净后烘干，在800 °C炉温下净化；

b) 对于活性炭捕汞管和镀金石英砂捕汞管，可直接在500 °C～600 °C的炉温下加热净化。

7.2.2.2 净化后的捕汞管应进行通气一致性、释汞一致性和漏汞检查，方法如下。

a) 检查时将仪器调至最灵敏档工作状态，用硅胶管将捕汞管和仪器进气口连接好，调节载气流量为0.6 L/min、观察连接捕汞管后气流量是否一致，去除通气量过高或过低的捕汞管。

b) 分别往每只捕汞管内注入含汞量约1 ng的饱和汞蒸气，观察仪器是否有读数，有读数的捕汞管表明漏汞，需进一步处理。

c) 将不漏汞的捕汞管在800 °C炉温下进行脱汞测定，其测定结果按式(1)计算相对误差 (RE)：

$$RE = \frac{|x_i - \bar{x}|}{\bar{x}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

x_i —某一检测捕汞管的测定读数；

$\bar{x}$ —全部检测捕汞管的读数平均值。

d) 上述漏汞的和 $RE \geq 10\%$ 的捕汞管，再次用前述热稀酸清洗法处理后，按上述方法重新检查，仍不合格者应当剔除、不可使用。

e) 每支捕汞管用于采集壤中气样品30次、或用于富集固体样品中的汞10次、或在野外采气遇到水、污染物污染时，应按前述方法净化。

f) 捕汞管一致性检验按照附录D填写记录卡。

7.2.2.3 在使用便携式金膜电阻型测汞仪直接在野外现场进行汞蒸气测量时，只需采用仪器附带的金质捕汞线圈进行痕量汞的富集，净化和质量检查可参照7.2.2.2进行。

7.2.3 样品采集

7.2.3.1 壤中气汞测量采样部位应避开碎石堆、鼠洞、废矿堆和人工堆积物，并按附录E要求现场填写采样记录卡。

7.2.3.2 操作方法如下：

a) 在预定点位上，清除地表落叶等杂物后，用铁锤将钢钎打入疏松覆盖层内0.4 m～1.0 m；

b) 拔出钢钎后立即将采样器旋入孔内，按图1用硅胶管依次将采样器、除尘过滤器、除湿装置（潮湿地区）、捕汞管和抽气装置连接好；

c) 抽取最佳体积的气体样品，一般以3 L为宜，完成采样的捕汞管应尽快分析；

d) 最佳抽气量以方法技术试验结果为主。

7.2.3.3 环境调查与监测中，获取不同深度土壤汞蒸气浓度的采样方法可参照7.2.3.2。

7.2.3.4 样品采集质量通过重复采样控制，要求如下：

a) 重复采样点须≥ 10 %；

b) 重复采样孔应在原采样孔位的1 m～2 m内重新打孔；

c) 重复样与原样异常形态或趋势基本一致，且有50 %的异常点重复出现则认为合格。

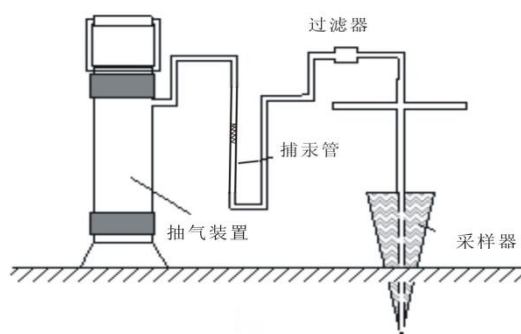


图1 壤中气汞测量样品采集示意图

7.3 大气汞测量

7.3.1 用硅胶管将抽气装置、捕汞管、过滤器依次连接，以 1 L/min 的流量抽取所需的气体，完成采样的捕汞管应尽快分析。

7.3.2 根据试验来确定最佳的采样条件(采样高度、流速和体积)。通常采样高度距地面0.2 m（地面采样）~1.5 m（汽车上采样）采样为宜，采样体积为10 L，进样流速为1 L/min。

7.3.3 采样时，应记录各采样点当时的风向与风速。

7.3.4 大气汞测量结果重现性差，可不做常规检查。

7.4 水中汞测量

7.4.1 水中汞测量适用于泉水和井水广泛分布的地区；通常与水地球化学测量方法结合进行。

7.4.2 最佳采样网度应根据方法技术试验确定。

7.4.3 样品采集，应符合以下要求：

- a) 样品可采自地表水、泉水、井水及其他潜水露头处；
- b) 应采用聚乙烯或玻璃容器盛样，不得使用金属容器；
- c) 盛样容器应先在室内进行清洗。
- d) 取水样前，用拟取的水清洗盛样容器；
- e) 取样时避开淤泥、杂物；
- f) 应现场对水样进行预处理。每 100 mL 水样中应加入浓硫酸 2.5 mL、5 %高锰酸钾溶液 1 mL，摇匀后密封，并尽快完成分析测试。

7.4.4 取水样时要做如下记录：

- a) 水源的地貌位置；
- b) 出水点的类型，尽可能确定补给它的含水层；
- c) 地下水出露处的岩性和裂隙发育特征；
- d) 测量涌水量、水温和气温；
- e) 描述水的物理性质，并指出是否有自生气体存在；
- f) 描述水源中的沉淀物，并采集沉淀物样品；
- g) 记录可能的干扰因素。

7.4.5 水中汞测量样品采集质量通过重复采样控制，要求如下：

- a) 重复采样点应 $\geq 2\%$ ；
- b) 重复采样应在原采样点位置等待至采集原样引起的水体扰动恢复至采样前的状态；
- c) 重复样与原样异常形态或趋势基本一致，且有50 %的异常点重复出现则认为合格。

7.5 固体样品汞量测量

7.5.1 固体样品汞量测量中，岩石、土壤、水系沉积物、底积物等固体样品的采集和加工可参照DZ/T 0167、DZ/T 0145、DZ/T 0011等执行。

7.5.2 样品截取-160目，自然风干。

7.5.3 除相态汞量测量外，固体样品的热释温度一般不超过 150℃，解脱时间 120 s。

7.5.4 样品存放时间一般不得超过 3 个月。确需保存时间较长的样品装入密封、无汞的玻璃或聚乙烯容器放置。

7.5.5 固体样品汞量测量野外样品采集质量控制可参照DZ/T 0167、DZ/T 0145、DZ/T 0011等执行。

8 室内分析

8.1 分析仪器选择

用于室内分析的常用测汞仪为原子吸收型测汞仪，分析仪器选择见6.1。

8.2 仪器标定

8.2.1 标定前的检查

施工前应按仪器使用说明书全面检查仪器的性能和各项技术指标，确认仪器正常后进行仪器标定。

8.2.2 标定

仪器标定时所使用的捕汞管应按 7.2.2 进行质量检验和净化。用微量注射器从饱和汞蒸气瓶中准确抽取 0.5 mL、1.0 mL、1.5 mL、2.0 mL、2.5 mL 系列体积的饱和汞蒸气，分别注入 5 支捕汞管，进行测定，记下仪器的吸光度（A 值）读数。为提高仪器标定的准确度，重复标定次数应≥3 次。

8.2.3 工作曲线绘制

8.2.3.1 汞量计算方法

根据标定仪器时饱和汞蒸气瓶内温度计指示的温度，参照附录 F 饱和汞蒸气浓度表中该温度时的饱和汞蒸气浓度，按式(2)分别计算出标准系列中各标准的汞量。

$$W_{Hg} = P_{t\text{℃}} \cdot V \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W_{Hg} —汞量，ng；

$P_{t\text{℃}}$ —温度平衡在 $t\text{℃}$ 的饱和汞蒸气浓度，ng/mL；

V —抽取体积，mL。

8.2.3.2 工作曲线绘制方法

以汞量为横坐标、测得的吸光度值为纵坐标，绘制出工作曲线图。

8.2.3.3 自动化仪器汞浓度计算

对于自动化程度高的测汞仪，应根据仪器说明书中的方法得出样品汞浓度。

8.3 分析条件确定

8.3.1 捕汞管的脱汞温度

石英质金丝捕汞管的热释温度为 800 ℃；玻璃质金丝捕汞管、镀金载体捕汞管、活性炭捕汞管的脱汞温度≤600 ℃。

8.3.2 捕汞管的热释延时

8.3.2.1 石英质金丝捕汞管在 800 ℃的脱汞温度下取 30 s 为宜。

8.3.2.2 玻璃质金丝捕汞管、镀金载体捕汞管、活性炭捕汞管的热释温度与时间用专用的自动控温控制仪进行控制，延时时间由方法技术试验确定。

8.3.3 载气流量

不同仪器的最佳载气流量需经试验确定。一般采用 0.4 L/min~0.8 L/min 的载气流量，使用 $\phi 6$ mm 吸收室。

8.3.4 注意事项

为保证分析结果的质量，提高精度和准确度，样品分析和仪器标定的条件应保持一致。

8.4 样品分析

8.4.1 气体样品

8.4.1.1 仪器准备

在使用塞曼测汞仪时，先将流量调节到 0.6 L/min，炉温设定在 800 ℃，热解延迟时间设定在 30 s，然后选好量程并调整好零点。

8.4.1.2 测定量与计算

测定量与计算按以下要求。

a) 当炉温稳定在 800 ℃后，将捕汞管连接到仪器进样口的硅橡胶管上并插入热释炉中，并使金丝部分恰好位于炉膛中心，立即按启动按钮。

b) 抽气泵 30 s 后自动将释出汞抽进吸收室进行测定，仪器显示样品的吸光度值。

c) 用式(3)计算其浓度或在工作曲线上查出相应的汞量（即取样体积中的汞量），然后按式(4)换算成每立方米中的汞量(即样品的汞浓度)。

d) 用微量注射器从饱和汞蒸气瓶中分别抽取0.05 mL、0.10 mL、0.15 mL、0.20 mL、0.25 mL的气体，分别注入到金丝捕汞管中富集，然后用仪器测出其吸光度值。令5次体积总和为 $\sum V$ 、吸光度值总和为 $\sum A$ 、该温度下饱和汞蒸气浓度 N 参见附录F、每个吸光度值汞含量为 k 。

$$\text{则: } k = \frac{\sum V * N}{\sum A} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

k —每个吸光度值的汞含量, ng;

$\sum V$ —5次抽取饱和汞蒸气体积和, mL;

$\sum A$ —5次抽取总气体吸光度值之和;

N —抽取饱和汞蒸气的浓度, ng/mL;

$$\text{那么: } C = \frac{kA}{V} \times 1000 \dots\dots\dots(4)$$

式中:

C —气体样品含汞浓度, ng/m³;

A—气体样品的吸光度值；

V—气体样品的采集体积，L。

e) 每天检查一次工作曲线，并做相应的记录。

8.4.2 水中汞样品

8.4.2.1 标准曲线绘制

将0.02 L、0.04 L、0.06 L、0.08 L、0.10 L的饱和汞蒸气分别注入到盛放100 mL经1 mL5 %高锰酸钾和2.5 mL浓硫酸处理的蒸馏水系列还原器中，然后用测水样的方法分别测定吸光度读数，根据读数绘制标准曲线。

8.4.2.2 水样测定与浓度计算

水样测定与浓度计算如下：

a) 取经酸化和保护处理的水样100 mL，加入5%草酸3 mL；待无色透明后，取出10 mL水样置还原器中，加入5 %的 SnCl_2 2.5 mL；

b) 立即将还原器、捕汞管和大气采样器用硅胶管连接，并以1 L/min的流量抽气1 min，使汞富集于捕汞管上；

c) 然后将捕汞管在750 °C~800 °C炉管中脱汞，用测汞仪测定吸光度；

d) 样品汞浓度按照式(5)计算可得。

$$\text{那么： } C = \frac{kA}{V} \dots\dots\dots(5)$$

式中：

k值计算参照8.4.1.2中的式(3)；

C—液体样品含汞浓度，ng/L；

A—液体样品的吸光度值；

V—液体样品的体积，L。

8.4.3 固体样品全汞测定

8.4.3.1 仪器准备

按以下步骤准备仪器：

a) 先使用塞曼测汞仪将流量调节到1.5 L/min；

b) 炉温应根据工作目标来设定：土壤吸附汞可在 ≤ 150 °C以内选定，通常固定在150 °C；总汞可在700 °C~800 °C范围内选定，一般情况下为800 °C。

c) 测量方式置于积分档，积分时间在30 s~120 s范围内选定，吸附汞120 s，全汞30 s为宜。

d) 选择量程并调整峰值归零，再转到积分档（AS），仪器准备就绪。

8.4.3.2 称样

称0.1 g样品，放入石英舟内。

8.4.3.3 测量与计算

测量与计算方法如下。

a) 使用样品钳，将装有样品的石英舟，送入炉温稳定在指定温度下的热解炉的石英管中，进行释汞，同时按启动按钮，吸附汞经120 s，全汞经30 s加热延时后，仪器自动显示样品的吸光度积分值。

b) 可用式(6)、式(7)计算其浓度或在积分工作曲线（见8.2.3）上查出该吸光度积分值相应的汞量，换算成样品的汞浓度。

c) 将分析中所插入的标样分别做5次重复测量，令吸光度值总和为 $\sum A$ 、5次测量标样重量总和为 $\sum W$ 、标样汞浓度推荐值 N 参见附录G，每个吸光度值汞含量为 k 。

则：
$$k = \frac{\sum W \times N}{\sum A} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

k —每个吸光度值的汞含量，ng；
 $\sum W$ —5次测量标样所测标样重量总和，g；
 $\sum A$ —5次测量标样吸光度值之和；
 N —所测标样的汞浓度推荐值， 10^{-9} g/g。

那么：
$$C = \frac{kA}{W} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

C —所测样品汞浓度， 10^{-9} g/g；
 A —所测样品吸光度值；
 W —所测样品重量，g。

8.4.3.4 特殊样品测量

有机质、硫、砷等含量较高的样品，应采用以下抗干扰测量方法：

- a) 使用塞曼型测汞仪时，用样品直接热释的方法在吸收室进气口加装有棉团的过滤器进行测量；
- b) 使用单光束测汞仪时可使用二次热释解脱方法进行测量。首先应通过热解方式将样品中的汞定量地转移到金丝捕汞管上，再进行测量。

8.4.4 固体样品相态汞测定

8.4.4.1 不同相态热释温度区间的确定参见附录H。

8.4.4.2 测量以从高温依次向低温测量为佳，选择不同温度对样品分批依次进行分析，每一温度下都要重新称取新的样品。

8.4.4.3 为提高分析精度，相态汞分析均用金丝管先富集。

8.4.4.4 一般热释固体样品的全汞、 Hg_2SO_4 、 HgS 、 HgCl_2 、 Hg_2Cl_2 、 Hg^0 等汞的6个相态时，可分别选择在800℃、400℃、300℃、200℃、150℃之间的6个温度区间进行热释汞分析，每个区间的汞含量主要代表了汞的6种不同相态在该样品中的含量（见表2）。

表2 汞的不同化合物热释温度截取区间表

主要形态	全汞	Hg_2SO_4	HgS	HgCl_2	Hg_2Cl_2	Hg^0 （吸附汞）
热释温度 ℃	>800	800~400	400~300	300~200	200~150	<150

8.4.4.5 不同相态汞热释温度延时时间的确定：

- a) 热解延时推荐值见表3；
- b) 测定不同性质的样品或要截取某一相态的汞时，应经试验来确定合适的热释延时时间。

表3 样品测量设定温度和气泵延时对照表

测量温度 ℃	150	200	300	400	800
加热延时 s	120	120	120	60	30

8.4.4.6 定温热释汞的测定:

- a) 高温热解时一般称取0.2 g样品,放入石英舟内,送入热解炉中部,开启气泵按钮,按表4给定的加热延时设置自动启动气泵,使样品在该温度分解的汞蒸汽吸入仪器吸收室测定,读取吸光度值(A);
- b) 低温热解时可适当加大样品量,一般以样品中的汞含量至少大于3倍仪器检出限为宜,后续操作同上;
- c) 测定热释汞的温度顺序为从高温800 ℃到低温150 ℃;
- d) 分析过程中重复测量样品为总样品数的10 %,同时插入5 %国家一级地球化学标样进行分析质量监控。

8.4.4.7 定温热释汞的温度区间汞浓度的计算:

- a) 仪器设定某一温度,称取一定重量样品,进行热释汞测量。在该温度下测量所有样品,然后计算出样品在该温度下释放的汞浓度。以此类推,测定不同温度下的该批样品,并计算每一温度下样品释放的汞浓度值;
- b) 当该批样品在不同温度下的热释汞分析完毕后,相邻两个温度的浓度值的差,就代表该相邻温度区间的汞浓度值,见表4。

表4 定温热释汞的温度区间汞浓度计算对照表

测试温度 ℃	150	200	300	400	800	800
定温浓度值	A	B	C	D	E	E
温度区间 ℃	150	150~200	200~300	300~400	400~500	800
温度区间汞浓度值	A	B~A	C~B	D~C	E~D	E

8.4.4.8 汞热释图谱绘制:

- a) 打开待用测汞仪、自动记录仪预热 30 mins,至待仪器稳定。仪器炉温设定保持在室温,用硅胶管连接热解炉中大石英管尾和仪器吸收室的进气口,硅胶管中部连接防尘过滤器。取 5 g 样品,放进清洗干净的石英舟内,用样品钳子将石英舟送入炉膛位置;
- b) 开启记录仪开始记录,使炉温在30 mins左右从室温均匀升至800 ℃,热释过程中释出的汞以1.2~1.5 L/min的流量连续抽入仪器进行测量,仪器输出接至数字记录仪。当炉温升到800 ℃时,停止记录;
- c) 将记录仪储存的信息拷贝到电脑中,用绘图软件在绘制的图谱上添加样品编号、温度、峰值等标注后,完成1个热释汞图谱;
- d) 在没有记录仪时可按一定的温度间隔,测读下相应的吸光度读数,以温度为横坐标,吸光度值为纵坐标,绘制出样品的热释汞图谱。

8.5 分析质量监控与质量评价

8.5.1 管理样和重复样的插入

8.5.1.1 气体样品：每 50 个样品中插入 5 个饱和汞蒸气作为标样。

8.5.1.2 固体样品：每 50 个样品中插入 5 个标样或管理样，并随机插入 5 个重复分析样。

8.5.1.3 相态汞分析可参照 8.5.1.2 执行。

8.5.2 质量监控的主要参数

8.5.2.1 报出率按照公式(8)计算：

$$\text{报出率} = \left(1 - \frac{\text{低于检出限的样品数}}{\text{测定样品总数}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

8.5.2.2 精密度用 RSD （即相对标准偏差）表示，计算方法如下。

a) RSD 可通过式(9)～式(11)进行计算。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (9)$$

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n} \dots\dots\dots (10)$$

$$\text{RSD}(\%) = \frac{S}{\bar{C}} \times 100 \dots\dots\dots (11)$$

式中：

S—标准偏差；

C_i —样品第*i*次分析结果；

$\bar{C}$ —样品分析结果的平均值；

n—样品重复分析次数。

b) 在利用重复测定结果来计算分析的精度时，应采用式(12)和式（13）。

$$\lambda = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta \lg C_i)^2}{2n}} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$\Delta \lg C_i$ —第*i*对样品分析结果的对数差，即 $\Delta \lg C_i = \lg C_{i1} - \lg C_{i2}$ ；

n—参加统计样品对的数量。

此时，相对标准偏差可按式（13）计算。

$$\text{RSD}' (\%) = (\text{anti } \lg \lambda - 1) \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

8.5.2.3 准确度：用 PE（百分误差）来表示，计算方法见公式（14）。

$$PE = \frac{\bar{C} - C_s}{\bar{C}} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$\bar{C}$ —标样分析的平均值；

C_s —地球化学标准样的推荐值。

8.5.2.4 合格率：指在抽样检查中，重复测定的两次结果其相对误差小于规定数值的样品数，占抽查样品总数的百分率，计算方法如下。

a) 相对误差RE的计算式为公式(15)。

$$RE = \frac{A-B}{A+B} \times 100\% \dots\dots\dots(15)$$

式中：

A—重复分析结果中的偏高结果；

B—重复分析结果中的偏低结果。

b) 合格率按式（16）计算。

$$\text{合格率} = \frac{\text{相对误差小于规定数值的样品数}}{\text{抽查样品总数}} \times 100\% \dots\dots\dots(16)$$

8.5.3 质量要求

8.5.3.1 报出率 $\geq 90\%$ 。

8.5.3.2 精密度：当含量在检出限的三倍或以上时，RSD 或 RSD' $\leq 20\%$ ；当含量低于检出限的三倍时，RSD 或 RSD' $\leq 50\%$ 。

8.5.3.3 准确度：当含量在检出限的三倍或以上时，PE 或 PE' $\leq 60\%$ ；当含量低于检出限的三倍时，PE 或 PE' $\leq 100\%$ 。

8.5.3.4 合格率 $\geq 80\%$ ，合格率统计方法如下：

a) 合格率按 RE 统计时：当含量在检出限的三倍或以上时，RE $\leq 20\%$ 为合格；当含量低于检出限的三倍时，RE $\leq 33\%$ 为合格，壤中气测量时 RE $\leq 40\%$ 为合格；

b) 合格率按 RSD 或 RSD' 统计时，同 8.5.3.1。

8.5.3.5 在各项指标均达到质量要求的前提下，可根据总体合格率的统计结果给予以下的评价：

a) 合格率 $\geq 95\%$ 为优秀；

b) 合格率在85 %~94 %之间为良好；

c) 合格率在80 %~84 %之间为及格。

9 资料整理与成果图件

9.1 资料整理

9.1.1 数据核对

对照野外定点坐标和采样记录，初步整理分析数据，确保数据无误。

9.1.2 参数统计

参数统计主要包括：

a) 按全区或子区（如地质单元）分别统计汞蒸气测量数据的地球化学参数，包括：样本数、最大值、最小值、平均值、中位数、标准离差、变异系数，以及经迭代剔除平均值加减 2 或 3 倍标准离差后的背景平均值、中位数、变异系数、标准离差、异常下限等，可参照 DZ/T 0167、DZ/T 0145、DZ/T 0011 等执行；

b) 在参数统计前，应统一汞浓度单位。通常，壤中气和大气汞量测量采用纳克每立方米 (ng/m^3)；岩石、土壤、水系沉积物吸附汞或总汞测量采用纳克每克 (ng/g)；水及液体汞量测量采用纳克每升 (ng/L)。

9.2 成果图件

可根据不同的研究目的，采用下列图件表达成果：

- a) 采样点位图，即实际材料图，主要内容包括主要居民点、主要地物标志、交通道路、横纵坐标、采样点位置等；剖面性点位可在工作区采样点位图上标注剖面位置；重复样点以不同颜色或符号标注；
- b) 原始数据图，主要为分析数据图，以单指标数据编制图件，可编制带有采样点坐标和点位的数
据表；
- c) 数据符号图，将全部数据用一系列代表不同浓度或浓度间隔的符号，标绘在采样位置图上；
- d) 地球化学图，编制时应使用已编制好的数字化地理图件作为底图。等量线间隔选取方法及色区设置按照 DZ/T 0145 执行。地球化学图图式、图例和用色标准，按 DZ/T 0075 执行；
- e) 地球化学异常图，地球化学异常图的编制按照 DZ/T 0145 执行，并按照附录 I 填写；
- f) 剖面图，通常为研究矿床上方汞的异常特征而制作剖面图；
- g) 平剖图，可根据具体情况选用不同的背景图件(如地质图、矿体投影图或岩性图等)，但应有用于定位的地理坐标或地物标志；
- h) 等浓度（值）线图，按照 DZ/T 0145 执行；
- i) 解释推断图，包括各种统计分析图，综合成果图，推断预测图，理想模型图等。

9.3 数据集建立

应按相关技术标准和资料汇交要求，建立数据集。数据集以原始采样信息、基本图件和分析数据为数据源。数据集软件可采用 GeoExpl、MapGIS、ArcGIS 等汇交资料适用的数据集系统。数据集内容应包括：

- a) 野外调查资料，主要包括采样点坐标数据（含投影信息）、各类采样信息、异常查证记录、质量检查记录及其他野外工作相关信息；
- b) 分析数据，包括实验室分析数据和分析质量评价数据，异常检查分析数据及其质量监控数据；
- c) 图形数据，主要的成果图件，见 9.2。

10 异常评价

10.1 目的任务

异常评价的目的任务主要包括复核异常是否存在；进一步确定异常位置；仔细观察和研究异常赋存的地质环境与表生环境；获取更详细的异常的形态、规模、强度、浓集中心和浓度分带特征等资料；查明引起异常的原因；对异常进行排序，进一步评价异常的应用前景。

10.2 解释推断

对筛选出的重要异常应进行解释推断。

10.3 查证技术要点

10.3.1 异常的重现性查证，确定异常是否真实存在。

10.3.2 异常源的追踪，可参照 DZ/T 0167、DZ/T 0145、DZ/T 0011 执行。

10.3.3 异常验证主要工作：

- a) 对于岩石、土壤、沉积物、壤中气汞和水中汞异常可在充分追踪的基础上开展相应的工程验证；
- b) 对于用于环境监测的大气汞测量可追踪汞可能的排放源并查验周围的大气汞浓度。

10.3.4 异常查证的相关样品分析测试及质量控制参照 8 要求。

11 成果报告编制与资料提交

11.1 成果报告编制

11.1.1 基本要求

成果报告应全面总结工作区的地质、矿产、化探、物探、遥感等有关资料，仔细分析测区内汞元素异常分布特征等资料，综合研究汞元素的空间分布规律与地质构造、矿产分布、环境变化、灾害和古墓等的关系，结合异常查证情况，对引起汞异常的原因进行推断解释等。

11.1.2 成果报告提纲

11.1.2.1 前言

主要阐述任务来源、目的、工作要求、工作量与完成情况和取得的主要成果。

11.1.2.2 测区概况

简单介绍测区的地理（气象）、地质、地貌、地球物理和地球化学特征。重点论述汞与其他元素的共生组合关系，开展汞气测量的依据以及有利和不利因素。

11.1.2.3 工作方法

工作方法包括：

- a) 野外工作方法，包括采样布局（测网密度）、采样深度和采样孔位和孔数选择等；具体测量工作中各环节操作方法概述以及野外工作质量评述等；
- b) 室内分析方法，包括所用测汞仪器的型号与性能、样品加工方法和流程、分析方法和所采用的分析条件以及分析质量评述等；
- c) 包括数据的统计分析和处理方法、测区地球化学特征参数的确定方法、推断解释中所采用的统计方法等。

11.1.2.4 工作成果讨论

结合已取得的分析数据和资料，揭示测区汞的地球化学特征与分布规律，对发现的主要异常或有价值异常进行定性和定量描述，对汞异常与其他元素或指标异常之间的关系进行分析研究；结合已有的地质与物化探资料对异常进行综合解释与推断，对测区的地质构造、成矿远景、生态环境状况、地震等灾害预报或古墓等存在的可能性进行探讨或评价。

11.1.2.5 结论与建议

对取得的重要而可靠的规律、成果予以强调与肯定。对下一步工作提出具体方案、意见和建议。

11.1.2.6 参考文献

合理引用报告编写中参考的文献。

11.1.2.7 附图

按照工作比例尺大小编制的有关图件。

11.1.2.8 附表

报告中通常应附表格：原始数据表、分析质量检查表、采样质量检查表、异常登记表，以及数据处理相关表格等。

11.1.2.9 其它

其它领域或行业的报告，可根据其特点和具体要求来编写，在设计书编写时予以明确。

11.2 资料提交

成果报告经过项目管理部门评审和审批后，尽快按照项目资料提交要求，完成资料提交。

附 录 A
(规范性)
全球卫星导航定位仪坐标校验记录表

表 A.1 给出了全球卫星导航定位仪坐标校验记录表。

表 A.1 全球卫星导航定位仪坐标校验记录表

项目名称： 工作地区： 工作比例尺： 图幅名： 校验基准点（三角）坐标：E： N： 卫星定位仪校验值：Dx： Dy： Dz：								
机号	坐标值							
	东 m		北 m		东 m		北 m	
	观测值	偏差	观测值	偏差	观测值	偏差	观测值	偏差
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
最大偏差（±）								
平均偏差（±）								
验证结果简要评价：								

记录人： 校验人： 野外（项目）负责人：

年 月 日

附 录 B
(规范性)
汞蒸气测量野外采样点位变更登记表

汞蒸气测量野外采样点位变更登记表见表 B.1。

表 B. 1 汞蒸气测量野外采样点位变更登记表

测区（或地区）：

设计点号	变更后的 点号	变更原因	工作者	工作 日期	点位变更 合理性	备注

记录人：

复核人：

野外（项目）负责人：

年 月 日

附 录 C
(规范性)
设计书编写提纲

C.1 前言

应包括任务来源、目标任务、工作周期、选区依据、测区范围、工作量、测量方法及踏勘成果等。

C.2 交通、自然地理、地质及人文环境概况

C.2.1 交通、自然地理、地貌、人文环境条件进行概述与分析；

C.2.2 已有区域（矿区）地质、地球化学、地球物理、遥感等调查工作成果概况。

C.3 以往相关工作程度及评述

C.3.1 前人汞蒸气测量工作程度及效果评述；

C.3.2 影响汞蒸气测量工作效果的因素分析。

C.4 仪器设备和测试方法

根据任务需求及现场条件，选择的测汞仪类型（见6）和测试方法（见8）。

C.5 野外工作方法技术与质量要求

C.5.1 野外采样；

C.5.1.1 根据测区地质、地球化学景观特点和勘查目标，选择测量方法技术，制定工作部署、工作方案；

C.5.1.2 制定野外采样质量检查方法和要求；

C.5.2 驻地现场分析；

C.5.2.1 分析方法技术；

C.5.2.2 分析质量要求。

C.6 实验室样品分析与质量监控

C.6.1 分析测试单位选择；

C.6.2 汞分析测试方法的选择；

C.6.3 分析测试质量要求；

C.6.4 分析测试质量监控与质量评价。

C.7 数据处理及图件编制

包括数据处理方法技术、编图种类和方法技术要求等。

C.8 异常查证与评价

包括拟采用的异常圈定、异常筛选、异常评序、异常分类等方法，异常解释推断方法，异常查证方案等。

C.9 实物工作量与进度安排

包括总工作量和年度工作量，工作阶段划分及工作进度安排。

C.10 预期成果

包括总预期成果，年度预期成果及提交成果时间。

C.11 组织机构与保证措施

包括项目组人员构成与分工，主要设备的配置，单位对项目的组织管理，安全保障措施等内容。

C.12 附图、附表

C.12.1 附图，包括工作区交通位置图、工作部署图及其他需要的图件。

C.12.2 附件，包括记录卡、质量检查表等各类表格。

附 录 D
(规范性)
捕汞管一致性检查记录卡

捕汞管一致性检查记录卡见表D.1。

表D.1 捕汞管一致性检查记录卡

检查日期:	室温:	饱和汞温度:	注入量:	
顺序号	捕汞管号	测汞读数	热释读数	与平均值的相对误差 %

载气流量:	联接硅胶管长度:	测定时载气流量:
记录人:	检查人:	

附 录 E
(规范性)
壤中气汞测量野外记录卡

壤中气汞测量野外记录卡见表E.1。

表E.1 壤中气汞测量野外记录卡

测区: 采样日期: 气温: 室温: 采样体积:

序号	点线号	采样坐标		采样深度	壤中气测量			景观特征 (主要包括地貌、植被、土层类型)
		X	Y		管号	Hg (A)	Hg ng/m ³	

采样人:

记录人:

分析人:

附 录 F
(资料性)
饱和汞蒸气浓度表

不同温度下的饱和汞蒸气浓度表见表 F.1。

表 F.1 饱和汞蒸气浓度表

温度 ℃	浓度 ng/mL	温度 ℃	浓度 ng/mL
0.0	2.178	24.0	18.30
1.0	2.416	25.0	19.85
2.0	2.665	26.0	21.50
3.0	2.923	27.0	23.28
4.0	3.203	28.0	25.19
5.0	3.515	29.0	27.25
6.0	3.860	30.0	29.46
7.0	4.236	31.0	31.83
8.0	4.644	32.0	34.37
9.0	5.088	33.0	37.10
10.0	5.566	34.0	40.03
11.0	6.078	35.0	43.17
12.0	6.632	36.0	46.6
13.0	7.247	37.0	50.2
14.0	7.907	38.0	54.0
15.0	8.630	39.0	58.2
16.0	9.410	40.0	62.6
17.0	10.25	41.0	67.3
18.0	11.15	42.0	72.3
19.0	12.12	43.0	77.6
20.0	13.18	44.0	83.2
21.0	14.31	45.0	89.2
22.0	15.54		
23.0	16.87		

附 录 G
(资料性)
地球化学标准参考样的汞含量推荐值

地球化学标准参考样的汞含量推荐值见表G.1。

表G.1 地球化学标准参考样的汞含量推荐值

单位：10⁻⁹ g/g

序号	样号	样品名称	采集地点	推荐值
1	GSD-1	水系沉积物	陕西蓝田县辋川镇西杆沟	18±4
1a	GSD-1a	水系沉积物	陕西蓝田县牧护关花岗岩区	32±3
2	GSD-2	水系沉积物	江西德兴市陇首	40±8
3	GSD-3	水系沉积物	江西德兴市富家坞	48±7
4	GSD-4	塘积物	安徽铜陵市前冲水库	44±8
5	GSD-5	塘积物	安徽铜陵市老鸦岭水库	100±20
6	GSD-6	水系沉积物	青海杂多县纳日贡玛	45±8
7	GSD-7	水系沉积物	辽宁开原市青城子	53±13
8	GSD-8	水系沉积物	广东丰顺县建桥	42±5
9	GSD-9	长江底沉积物	湖北武汉市白沙洲	83±9
10	GSD-10	水系沉积物	广西宜州市小龙	280±30
11	GSD-11	水系沉积物	湖南郴州市柿竹园	72±9
12	GSD-12	水系沉积物	广东阳春市	56±6
13	GSS-1	暗棕壤	黑龙江伊春市西林	32±4
14	GSS-2	栗钙土	内蒙古四子王旗白乃庙	15±3
15	GSS-3	黄棕壤	山东莱州市焦家	60±4
16	GSS-4	石灰岩土壤	广西宜州市	590±50
17	GSS-5	黄红壤	湖南浏阳市七宝山	294±30
18	GSS-6	黄色红壤	广东阳春市	72±7
19	GSS-7	砖红壤	雷州半岛徐闻县	61±6
20	GSS-8	黄土	陕西洛川县秦家寨	17±3
21	GSR-1	花岗岩	湖南郴州市千里山	4.1±1.2
22	GSR-2	安山岩	江苏南京市梅山	12±3
23	GSR-3	玄武岩	河北张家口市	6±2
24	GSR-4	石英砂岩	安徽铜陵市小倪村	8±2
25	GSR-5	页岩	天津蓟县	10±2
26	GSR-6	泥质灰岩	安徽铜陵市狮子山	16±2

注：据迟清华和鄢明才2007年资料修订。

附 录 H
(资料性)
汞化合物中汞的热释峰值温度、曲线和图谱

H.1 汞化合物中汞的热释峰值温度

汞化合物中汞的热释峰值温度推荐值见表 H.1。

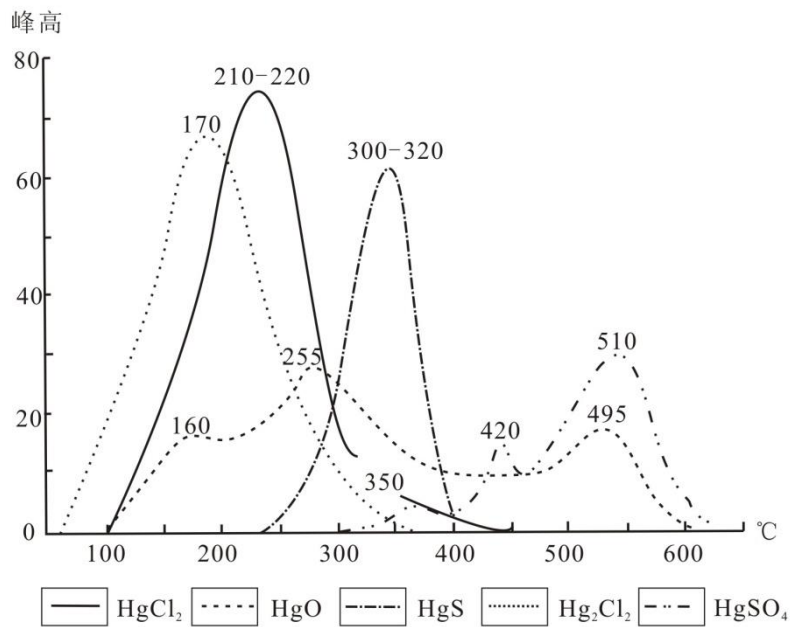
表 H.1 汞化合物中汞的热释峰值温度

单位：℃

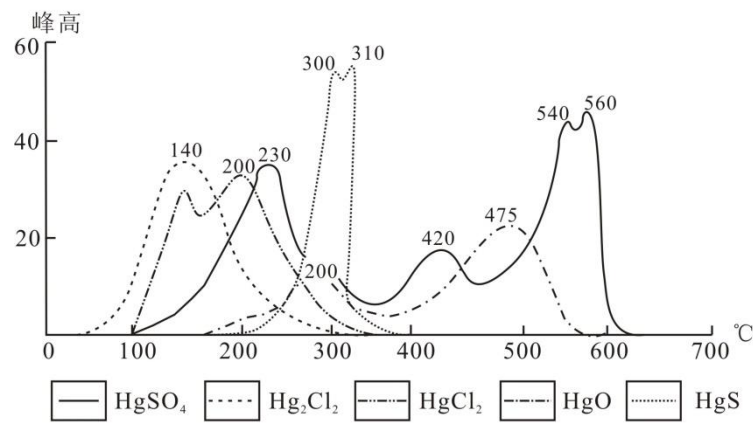
	Hg	Hg ₂ Cl ₂	HgCl ₂	HgS	Hg(NO ₃) ₂	Hg ₂ SO ₄	HgSO ₂	Hg ₂ O	HgO
R.J.Walting (1972)	80	170	210~220	300~320			350 420 510		160, 255~270, 495
Armstrong (1975)		85~150	210	305					305, 470, 500
Martina Poppoldam (1978)	80	140	220	305					260 395 535
Коплус (1978)			168 208		280 485	330 530	280 350 550	312	
常风池等 (1980)	100		210 270				120 120 270 470~550		270
李生郁等 (1983)		140	140 200	300~310			230 420 540~560		280 475

H. 2 汞的不同化合物热释曲线

汞的不同化合物热释曲线见图 H.1。



a) 各种汞化合物的热释图谱



b) 标准汞化合物热释汞图谱

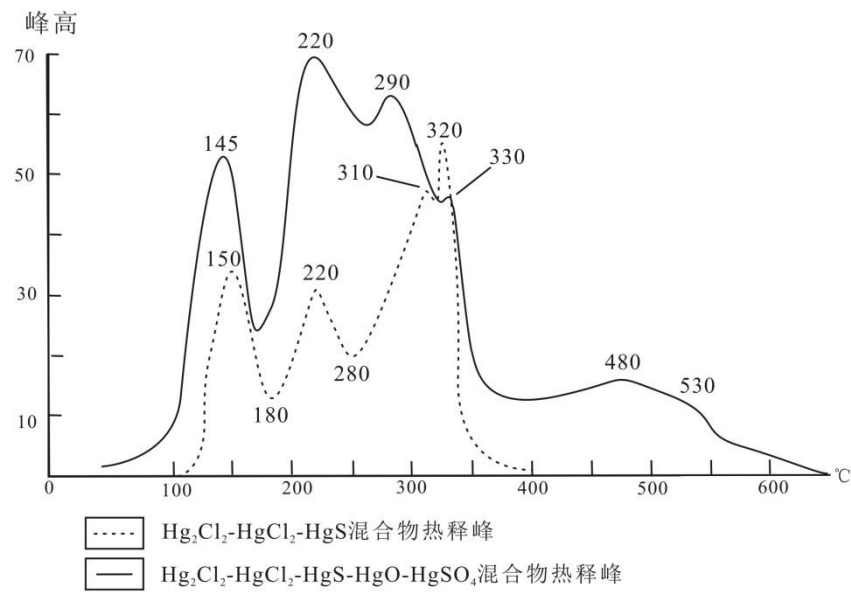
注1：各种汞化合物的热释图谱源自R.J.Watling，1972。

注2：标准汞化合物热释汞图谱源自李生郁等，1983。

图H.1 汞的不同化合物热释曲线

H.3 汞的不同化合物混合物热释峰值

汞的不同化合物混合物热释峰值见图 H.2。

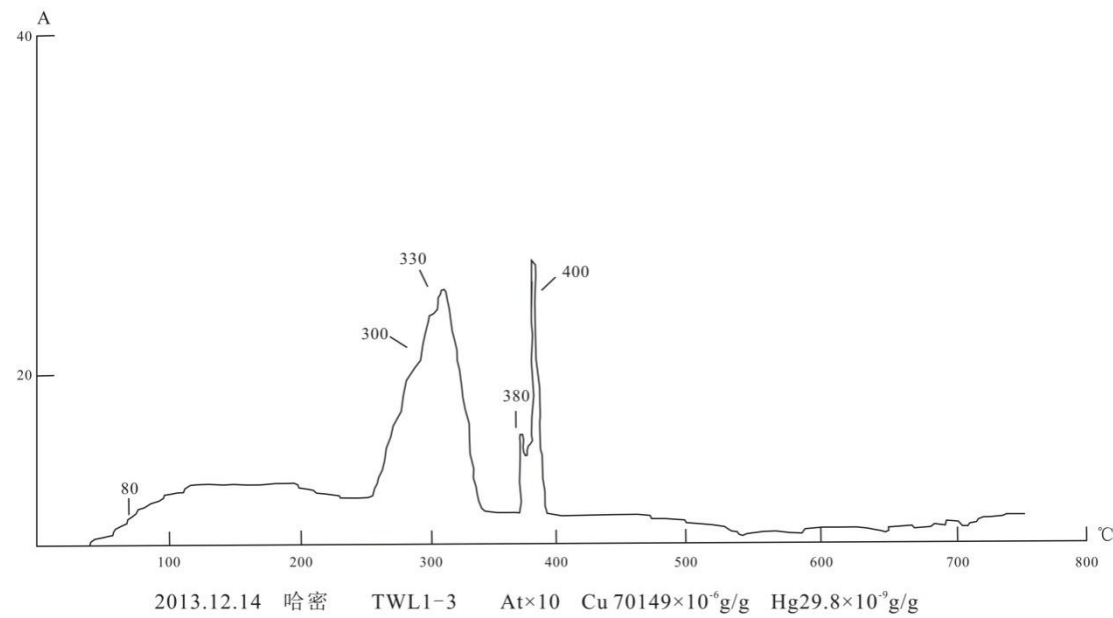


注：源自第一次全国测汞经验交流会论文摘编，1984.

图H. 2 汞的不同化合物混合物热释峰值

H.4 热释汞图谱

以新疆土屋铜矿样品为例绘制热释汞图谱，见图 H.3。



图H. 3 热释汞图谱

附 录 I
(规范性)
汞异常登记卡

汞异常登记卡见表 I.1。

表 I.1 汞异常登记卡

异常编号			图幅号（坐标）	
异常位置			工作时间	
工作性质			工作方法	
异常特征	面积		形态	
	最高值		衬度	
	平均值			
	其他元素异常			
	物探异常			
	其他			
地质概况				
异常推断解释与 进一步工作建议				

记录人：

复核人：
