

中国地质科学院

天津地质矿产研究所所刊

第 12 号

地质出版社

中 国 地 质 科 学 院



天津地质矿产研究所所刊

第 12 号

地 质 出 版 社

中国地质科学院
天津地质矿产研究所所刊
第12号

责任编辑：薛淑芸、张恩鹏

地质出版社出版

（北京西四）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092·印张：12³/₄·字数：269,000
1985年12月北京第一版·1985年12月北京第一次印刷
印数：1—2,435·定价：3.00 元
统一书号：13038·新182

目 录

配制稳定系列 (3.32—1.49) 比重液的新配方	高玉杰 (1)
旋转针锥光下一光轴出露时快速测定2V的赤平投影法	高 凡 (15)
菱切面角作为地质温度计	张翊钧 (23)
中条山地区前寒武纪地层的时代	陶 铨 (29)
冀东早前寒武含铁变质岩系类型及其特征	金文山、王伍云 (39)
河北滦县司家营、马城矿区的含铁变质岩系特征及对比	金文山、张殿发 (51)
昆阳群的层序及其构造运动特征的探讨	万远明 (71)
湖北神农架下震旦统冰成岩特征——兼论湖北早震旦世冰期	
古地理	陆松年、瞿乐生 (79)
超基性岩变质相	张翊钧 (103)
斜长石双晶的成因类型	张翊钧 (113)
东疆阿拉塔格的钙铝-铁铝榴石	任富根、赵人芳、侯 隽 (123)
蓟县串岭沟组微古植物群初介	阎玉忠 (137)
安徽北部上前寒武系史家组的微古植物群及其地质意义	罗其玲 (169)
震旦系陡山沱组藻类微化石新资料	曹 芳 (183)

**BULLETIN OF THE TIANJIN INSTITUTE OF
GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES, THE
CHINESE ACADEMY OF GEOLOGICAL
SCIENCES**

No. 12

CONTENTS

- The New Prescription for Producing Specific Gravity Liquids of the
Stability Series(3.32-1.49).....*Gao Yujie* (13)
- A Rapid Stereographic Method for Determining 2v Conoscopically
on the Spindle Stage with Only One Visible Optic Axis
.....*Gao Fan* (21)
- Angle of Rhombic Section as A Geothermometer.....*Zhang Yijun* (26)
- Discussion on the Geochronology of Precambrian Strata in Zhong-
tiaoshan Area.....*Tao Quan* (37)
- The Characteristics and Types of the Early Precambrian Metamor-
phic Iron Formation in the Eastern Hebei Province
..... *Jin Wenshan, Wang Wuyun* (49)
- Correlations and Characteristics of the Metamorphic Iron Formations
of Iron Deposits of Sijiaying and Macheng Districts in Luanxian
County, Hebei Province.....*Jin Wenshan, Zhang Dianfa* (63)
- Discussion on the Sequence of Kunyang Group and Its Tectonic Mo-
vement*Wan Yuanming* (78)
- The Features of Glacigenic Rocks of the Lower Sinian at Shennongjia
Region, Hubei Province—With Discussion Palaeogeography during
the Ice Ages of Early Sinian in Hubei
.....*Lu Songnian, Qu Lesheng* (97)
- Metamorphic Facies of Ultramafic Rocks*Zhang Yijun*(111)
- The Genetic Classification of Plagioclase Twinning.....*Zhang Yijun*(120)
- Grossular-Almandite at Eastern Xinjiang Uygur Zishiqu (Autonom-
ous Region)*Ren Fugen, Zhao Renfang, Hou Jun*(133)
- Preliminary Research on Microflora from Chuanlinggou Formation
of Changcheng System in Jixian County*Yan Yuzhong*(158)
- Micropalaeoflora from Upper Precambrian Shijia Formation in Nor-
thern Anhui Province and Its Stratigraphic Significance

.....*Luo Qiling*(175)
The New Data of Algal Microfossils from Sinian Doushantuo For-
mation.....*Cao Fang*(189)

配制稳定系列(3.32-1.49)比重液的新配方

THE NEW PRESCRIPTION FOR PRODUCING SPECIFIC GRAVITY LIQUIDS OF THE STABILITY SERIES (3.32-1.49)

高 玉 杰

摘 要

为满足当前地质科研事业对单矿物的需要,特于1974年实验,1975年研制出一套具备稳定性强、粘性小、透明度好、间距小(0.01)、成本低的稳定系列比重液(1.49-3.32)。几年来对此比重液的新配方、温度变化系数等,进行了总结。

比重液配方为:二碘甲烷分别与三溴甲烷及 α -溴代萘相配; α -溴代萘分别与四溴乙炔、三溴甲烷相配。

本系列比重液经过六年实践,证明了不仅经济、使用方便、效率高,而且实用价值大。它可以分选出比重相差0.01以上的矿物,如钾长石和斜长石以及不同牌号的斜长石、黑云母和绿泥石、部分角闪石类矿物之间和辉石类矿物之间的分选等;粒径 >200 目的矿物不需任何设备,只要用一般重液分离法即可选纯,纯度可达98%以上;粒径 <200 目的矿物,用离心分离法分选,纯度可达95%以上;并可以快速测定矿物和岩石的比重。

近年来随着地质科研事业的不断发展,在岩石副矿物、元素赋存状态、物质成分查定、同位素地质、单矿物化学分析、爆裂测温、热发光分析、物相分析、矿物物性测试等许多广泛的课题中,多以单矿物为研究对象。因此,单矿物分选工作量日益增大,对其要求也不断提高,不仅要求纯度高,还要求一定数量,因此随着地质学研究的深入与测试方法的发展,单矿物分选是现代地质工作中一项不可缺少的基础工作,也是矿物岩石工作的组成部分。

目前对于电磁性、表面性、介电性能等比较接近的矿物,如钾长石和斜长石的分选以及不同牌号的斜长石的分选、部分角闪石类和辉石类之间的矿物分选等等,用介电法、电磁法、浮选法等,是难以解决的。由于它们之间尽管比重接近,但还具有差异,这就给用重液分离法分离这类矿物,提供了可能性,因此有必要准备一套不同比重的稳定比重液。

以往配制各种不同比重液的常用方法,多是用挥发性液体做稀释剂与重液相混合,如表1所示。

由于所有稀释剂苯、乙醚、乙醇、水、甲苯、四氯化碳等液体的蒸汽压较重液的蒸汽压大的多(如表2所示),因此这些液体较重液极易挥发,用它们配制的不同比重的比重液就会发生变化,给测定矿物比重和提纯单矿物造成一定的困难,尤其是比重相接近的矿物更不易选纯,弊病较多,影响推广使用。

表 1 稀释剂与重液的可溶性

Table 1 Solubilities of diluents and heavy liquids

重液名称	比 重 (20℃)	粘性	稀释剂与重液的可溶性					
			水	乙 醇	甲 苯	乙 醚	四氯化碳	苯
三溴甲烷	2.88	很 小	微 溶	极易溶	溶	极易溶	溶	溶
四溴乙炔	2.96	小	不 溶	溶	溶	溶	溶	溶
杜列重液	3.20	大	溶	不 溶	不 溶	不 溶	不 溶	不 溶
二碘甲烷	3.32	很 小	不 溶	微 溶	溶	溶	溶	溶

表 2 稀释剂和重液蒸气压

Table 2 Vapor pressure of diluents and heavy liquids

稀释剂和重液名称	成 分	20℃时比重	20℃时蒸气压 (mm. Hg)	备 注
水	H ₂ O	0.99823	17.53	用克克方程换算蒸 气压
甲 苯	C ₇ H ₈	0.8659	21.82	
苯	C ₆ H ₆	0.8787	74.70	
乙 醚	C ₄ H ₁₀ O	0.7135	443	
乙 醇	C ₂ H ₅ OH	0.7894	43.9	
四氯化碳	CCl ₄	1.5935	91	
三溴甲烷	CHBr ₃	2.883	4.5	
四溴乙炔	C ₂ H ₂ Br ₄	2.949	0.008	
二碘甲烷	CH ₂ I ₂	3.319	0.798	
杜列重液	HgI ₂ + KI	3.20		

一、配制稳定系列比重液的提出与解决的问题

笔者为了弥补上述配制系列比重液的不足，特于1974年实验，1975年研制出一套具备稳定性强、粘性小、透明度和化学稳定性好的稳定系列比重液。重液的比重是从1.49—3.32，比重间距可根据自己的需要来选择，如间距为0.01、0.02、0.03……等。从1975年以来，我所在分选单矿物时，一直用这套稳定系列比重液分选单矿物，几年来收到了良好的效果，解决了如下问题：

(一) 可以快速准确的测定矿物比重

比重为矿物的主要常数之一，比重测定为矿物鉴定和分选单矿物所必须的物理常数和手段。由于许多矿物受种种原因的影响，同一种矿物的比重常有相当大的变化，因此并非纯理论数值，而且有的矿物比重变化出现区间性的数值，因此在重液分离前准确的测定出待分离矿物比重是非常重要的；又由于工作的需要，常常遇到一些细小微量矿物，有时只有一、二粒，它们的比重无法用一些常规方法来测定，而用本系列比重液采用重液悬浮法，既可以快速的测定矿物比重，又可以测定出待分离矿物的比重（测定方法详见后述）。

操作方法简便、迅速、测定精度高(重液测定精度 ± 0.001)。

(二) 解决了细小矿物(粒径 >0.05 毫米)的分选

一般来讲比重液对细小矿物粘滞力大,使颗粒下沉速度极慢,造成分选时间较长,若用挥发性液体配制的比重液分选这类矿物时,往往由于分选时间增加,引起配制液体中的稀释剂挥发,比重也随之改变,因此用这种配方配制的比重液很难选纯粒径 0.076 毫米左右的矿物,若用新配制的系列比重液,用一般漏斗分离,即可得到纯度较高(98%以上)的单矿物;对于粒径为 <0.076 毫米 >0.05 毫米的矿物,可借助离心机分离,分选纯度比上述的稍差些(纯度95% $\pm$)。

(三) 解决了比重相接近的矿物分选问题

如黑云母和绿泥石、钾长石和斜长石、部分角闪石和辉石类之间的矿物分选等,由于这类矿物的电磁性和其他物理性质相近,用电磁选和其他方法很难得到满意的纯度,它们之间的比重虽然亦接近,但只要相差 0.01 以上,即可用这套系列比重液,用重液分离法选纯,纯度可达98%以上。

(四) 设备简单,操作方便,可以提高分选单矿物的效率,

减少对有毒有害作业的接触时间。

用挥发性液体做稀释剂配制的比重液分选单矿物时,为了防止比重的改变,均是在分选前配制,所以为了选一个单矿物,往往要花相当长的时间来配制相应比重液;用本配方配制的系列比重液就无须在每次分选前配制,一次可以多配一些,以备长期使用。

我所从1975年以来采用本配方配制的系列比重液一直使用到现在,因此就节省了每次配制的时间。例如一个人一次只用一至两天的时间,用一般漏斗就可以选七、八个钾长石和斜长石(已经排出其他矿物的样品),纯度可达98%以上,重量可在10克以上。

二、配制原理及方法

(一) 配制原理

任何液体在一定的温度下,都有一定的蒸气压,温度变了,蒸气压也随之改变,二者的变化规律有很重要的实际意义。

根据经验,温度增加液体的蒸气压随之增加,这是因为温度升高,分子运动加剧,因而在单位时间内从液相进入气相的分子数目增多,蒸气压就随着增加;在同一温度下液体的蒸气压越大,表示它的挥发能力越强,否则相反。

根据上述简单道理,为了使配制的混合比重液的两种液体挥发能力尽量小而且近似,所以必须选择蒸气压小,且相互间还要接近的两种液体相配,才能配成较理想的稳定系列比重液。

鉴于上述原理,笔者推荐下列有机液体做重液和稀释剂,见表3。

表 3 重液和稀释剂的特性

Table 3 Physical properties of heavy liquids and diluents

有机液体名称	成 分	比 重 (20℃)	熔 点 (℃)	颜 色	粘 结 性	20℃时蒸气压 (mm. Hg)
α -溴代萘	$C_{10}H_7Br$	1.49	6.1	微黄	小	0.048
三 溴 甲 烷	$CHBr_3$	2.88	9	无色	最小	4.50
四 溴 乙 炔	$C_2H_2Br_4$	2.96	0	无色	较小	0.008
二 碘 甲 烷	CH_2I_2	3.32	6	微黄	小	0.798

为了对上述四种有机液体的蒸气压对比方便起见, 笔者特利用蒸气压与温度间的关系公式(克克方程), 将各种液体已知的沸点和蒸气压换算成20℃时的蒸气压, 详见表3。

以上四种有机液体, 由于粘性小, 颜色浅, 透明度好并具有蒸气压小及不活泼的性质, 是配制系列比重液很好的液体。尤其是 α -溴代萘做稀释剂, 具有比前人用的稀释剂低的蒸气压, 而且蒸气压的大小还接近于重液的蒸气压, 粘度小, 无毒等优点。

(二) 配制方法

1. 在配制重液之前, 首先要将拟使用配制比重液的比重准确的测定。因为不同厂、不同批号、不同品级的有机液体其比重常有差异, 所以在配制前用比重瓶法准确的测定出拟定温度的比重是非常重要的。

2. 确定出预配制比重液的比重和体积, 然后用常用的计算公式算出所要配制的比重液甲液体和乙液体的体积。计算公式如下:

$$VD = V_1D_1 + V_2D_2$$

D—混合液体的比重

V—混合液体的体积

D_1 —甲重液的比重

V_1 —甲重液的体积

D_2 —乙液体(稀释剂)的比重

V_2 —乙液体(稀释剂)的体积

用图解法求出体积比例也可以, 但不如计算的精度高。

3. 根据上述公式, 将计算出所要配制比重液的甲液体和乙液体的体积, 在拟定的温度下, 用滴定管准确的滴定出所需要的两种液体的体积。根据需要, 即可配制出一套比重差为0.01, 0.02, 0.03, 0.004……等的比重液。为了保证配制的精度, 配制时必须用称重法来检查校正, 原因是:

(1) 从理论上假定 $V = V_1 + V_2$, 而实际上两种不同液体相混合时引起分子间的距离发生变化, 一般情况下 $V \neq V_1 + V_2$, 有的液体混合后, 其混合体积略大于 $V_1 + V_2$, 而对另一些液体有时 V 又略小于 $V_1 + V_2$ 。

(2) 滴定时的人为误差。

4. 由于以上四种有机液体的比重随着温度的变化而变化, 所以在配制前分别把它们

的温度变化系数(1℃的比重变化数值)准确的测定出,才能求出已配制好的比重液在任一温度下的比重。不同厂、不同品级的有机液体的温度变化系数也常有微小的差异,所以必须分别测定。

测定液体的温度系数,用25毫升或50毫升体积的比重瓶,以万分之一分析天平称重,以超级恒温器控制温度。为了解温度系数测定的精确性,还必须在不同室温条件下进行检查测定。

现将以上四种有机液体的比重随着温度的升高而降低的变化数值,根据实测结果列表4如下:

表4 重液和稀释剂的比重与温度间的关系
Table 4 Relation between specific gravity and temperature
for heavy liquids and diluents

温 度 (℃)	比 重				
	α -溴代萘 (北京化工厂, 三级品)	α -溴代萘 (北京化工厂, 四级品)	三溴甲烷 (天津试剂二厂, 三级品)	四溴乙炔 (北京化工厂, 三级品)	二碘甲烷 (北京化工厂, 三级品)
9	1.499	1.274	2.911	2.981	3.346
15	1.493	1.266	2.896	2.969	3.331
20	1.488	1.260	2.883	2.959	3.319
25	1.483	1.253	2.871	2.949	3.306
30	1.478	1.247	2.859	2.939	3.294
35	1.473	1.240	2.846	2.929	3.281

有机液体的温度变化系数即可用下列公式求得: $\alpha = \frac{D_1 - D_2}{t_2 - t_1}$

α —有机液体温度变化系数

D_1 — t_1 温度时的比重

D_2 — t_2 温度时的比重

从表4可知,二碘甲烷的比重随着温度每升高1℃即可下降0.0025;四溴乙炔的比重随着温度每升高1℃即可下降0.002;三溴甲烷的比重每升高1℃即可下降0.0025; α -溴代萘的比重随着温度每升高1℃即可下降0.001(三级品),0.0013(四级品)。

根据表4实测所得的各温度下的比重值,可做出图1—4的温度与比重的实测图线。

从图1—4的温度与比重的实测图,可知有机液体温度与比重存在线性函数关系,用数学推导,可得出混合后液体比重的温度变化系数,计算公式如下:

$$\alpha = \frac{V_1 \alpha_1 + V_2 \alpha_2}{V}$$

α —混合后比重液比重温度变化系数

V —混合后比重液的体积

V_1 —甲液体的体积

V_2 —乙液体的体积

α_1 —甲液体比重温度变化系数

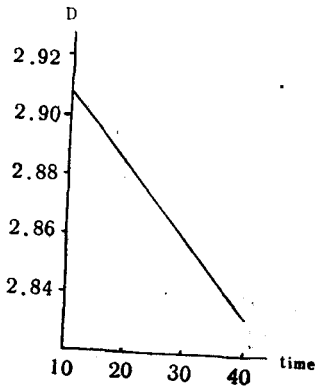


图 1 三溴甲烷温度与比重实测图

Fig.1 Diagram of measured value for temperature and specific gravity of tribromomethane

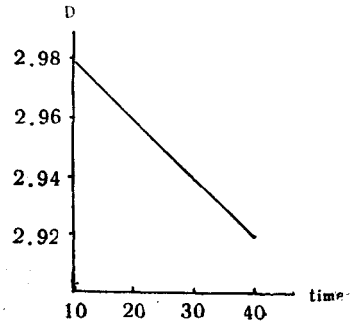


图 2 四溴乙炔温度与比重实测图

Fig.2 Diagram of measured value for temperature and specific gravity of tetrabromoethane

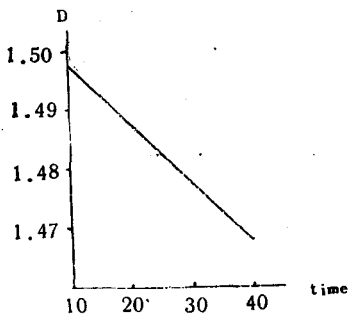
图 3 α -溴代萘温度与比重实测图

Fig.3 Diagram of measured value for temperature and specific gravity of α -bromonaphthalene

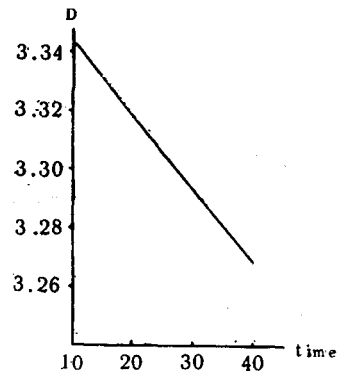


图 4 二碘甲烷温度与比重实测图

Fig.4 Diagram of measured value for temperature and specific gravity of diiodomethane

α_2 -乙液体比重温度变化系数

为了验证上述理论公式的可靠性和实用性,笔者特抽出十个混合后的比重液进行实测,如表 5 所示。

从上表可看出,用公式算得的不同温度比重液的比重数值与实测数值,二者是吻合的,这说明了混合液体的比重与温度间的关系公式是可靠的。

根据上述公式求出混合重液的温度变化系数,就可以算出任一温度下混合重液的比重,其计算公式如下: $Dt_2 = Dt_1 + \alpha(t_1 - t_2)$

Dt_2 —混合重液在 t_2 温度时的比重

Dt_1 —混合重液在 t_1 温度时的比重

5. 在配制过程中,往往温度不是固定不变的,我们都知道比重液的比重是随着温度

表 5 系列比重液与温度间关系
Table 5 Relation between specific gravity liquids of the
stability series and temperature

混合比重液比重 (15℃)	每一度 温度变 化系数	19℃ 时比重		25℃ 时比重		30℃ 时比重		配 方
		实 测	计 算	实 测	计 算	实 测	计 算	
3.288	0.0025	3.277	3.278	3.263	3.263	3.251	3.251	二碘甲烷与 三溴甲烷
3.142	0.0025	3.132	3.132	3.117	3.117	3.105	3.105	
2.996	0.0025	2.986	2.986	2.971	2.971	2.958	2.959	
3.022	0.0025	3.012	3.012	2.997	2.997	2.984	2.985	
2.700	0.0024	2.690	2.690	2.676	2.676	2.664	2.664	三溴甲烷与 α -溴代萘
2.592	0.0024	2.582	2.582	2.568	2.568	2.556	2.556	
2.543	0.0023	2.534	2.534	2.520	2.520	2.509	2.509	
2.638	0.0018	2.631	2.631	2.620	2.620	2.611	2.611	四溴乙炔与 α -溴代萘
2.617	0.0018	2.610	2.610	2.599	2.599	2.590	2.590	
2.514	0.0017	2.507	2.507	2.497	2.497	2.489	2.489	

的变化而变化, 体积当然也随之变化, 温度越高, 体积越大。所以在配制过程中如果不是指定的温度时, 一定要考虑体积变化因素, 将这一变化值称为 β 值, 在温度变化不大时, β 值变化是很小的, 可认为是一常数, β 值的求得如下:

(1) 根据数学推导 $\beta = \frac{\alpha}{D}$

α —重液或稀释剂的温度变化系数

D—重液或稀释剂配制时的比重

(2) 通过实验也可以求得 β 值, 在不同室温条件下, 观察容量瓶中的重液(或稀释剂)体积变化, 然后将变化的体积量出, 用两次的温度差除以变化的体积, 即可算出1℃的 β 值。

(3) 通过实测证明 β 值的求得用上述公式是正确的, 有了体积变化系数就可以算出任一温度下的甲液体和乙液体的体积, 计算公式如下:

$$Vt_2 = Vt_1 + \beta(t_2 - t_1)$$

Vt_2 —重液或稀释剂 t_2 温度时的体积

Vt_1 —重液或稀释剂 t_1 温度时的体积

β —重液或稀释剂1℃时的体积变化系数

三、配方及其选择

(一) 配 方

综上所述, 配制稳定系列比重液, 应选择蒸气压小, 而且蒸气压差亦小的两种液体相配, 其稳定性为最好。根据这一原则, 笔者采用了重液与重液、重液与蒸气压相接近的稀

释剂相配, 经过实验它们能够很好的混合。为选择合理的配方, 对比清楚起见, 现将20℃时各种液体的蒸气压差列表6如下:

表 6 20℃时有机液体蒸气压差

Table 6 Vapor pressure difference of organic liquids at 20℃

稀 释 剂		重 液		
名 称	比 重	二碘甲烷 (mm. Hg)	四溴乙炔 (mm. Hg)	三溴甲烷 (mm. Hg)
四溴乙炔	2.959	0.79		4.492
三溴甲烷	2.888	3.702	4.492	
α -溴代萘	1.485	0.750	0.040	4.452
NN-二甲基乙酰胺	0.943	0.132	0.922	3.57
S-二溴乙烷	2.177	10.202	10.992	6.5
二 甲 苯	0.862	4.202	4.992	0.5
甲 苯	0.8659	21.022	21.812	17.320
苯	0.8787	73.902	74.692	70.20
乙 醚	0.7135	442.202	442.992	438.50
乙 醇	0.7894	43.102	43.892	39.40
四 氯 化 碳	1.5935	90.202	90.992	86.50

从上表可得出:

1. 用甲苯、苯、乙醚、乙醇、四氯化碳、S-二溴乙烷有机液体与重液相配, 蒸气压差大, 由6.5—442.99mm·Hg, 故此配方不予采纳。另外二甲苯与重液相配虽然蒸气压差较小, 但二甲苯毒性极大, 易引起慢性中毒(神经错乱、头痛等)并与空气形成爆炸性的混合物, 因此该配方也不适宜采用。

2. 在配制3.32—2.88的比重液时, 用二碘甲烷分别与NN-二甲基乙酰胺、 α -溴代萘、四溴乙炔、三溴甲烷相配, 蒸气压相差小, 由0.132—3.702mm·Hg。此配方都可采用, 其中二碘甲烷分别与NN-二甲基乙酰胺、 α -溴代萘相配是比较好的, 蒸气压差小, 为0.132mm·Hg, 0.75mm·Hg; 最差的是二碘甲烷与三溴甲烷相配, 蒸气压差为3.702mm·Hg。

3. 在配制2.96—1.49比重液时, 用 α -溴代萘、NN-二甲基乙酰胺分别与四溴乙炔、三溴甲烷、二碘甲烷相配, 蒸气压差小由0.04—4.452mm·Hg, 此配方都可采用。其中 α -溴代萘与四溴乙炔相配是最好的, 比二碘甲烷与NN-二甲基乙酰胺相配还好, 蒸气压差小为0.04mm·Hg; 最差的是三溴甲烷与 α -溴代萘相配, 蒸气压差为4.452mm·Hg。

(二) 配方的稳定性能实测数据

根据上述蒸气压的对比, 笔者于1975年选择了一部分配方进行配制, 在配制3.32—2.88区间的比重液时, 是选择可采用配方中的稳定性最差的配方(三溴甲烷与二碘甲烷)和稳定性好的配方(α -溴代萘与二碘甲烷); 在配制2.96—1.49区间的比重液时, 是选择可采用配方中的稳定性最好的配方(α -溴代萘与四溴乙炔)和最差的配方(α -溴代萘和三溴甲烷), 经过六年的使用于1981年进行检查测定, 其测定结果如表7所示。从表7看出:

表 7 系列比重液与时间的关系

Table 7 Relation between specific gravity liquids of the stability series and time

1975年	1981年	六年比重	一年比重平均	混合比重液名称	备 注
18℃ 时比重	18℃ 时比重	变化数值	变化数值		
3.300	3.306	+0.006	+0.001	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.280	3.284	+0.004	+0.0007	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.260	3.265	+0.005	+0.0008	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.240	3.256	+0.016	+0.0027	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.220	3.226	+0.006	+0.001	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.200	3.216	+0.016	+0.0027	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.180	3.190	+0.010	+0.0017	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.170	3.184	+0.014	+0.0023	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.140	3.144	+0.004	+0.0007	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.120	3.134	+0.014	+0.0023	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.100	3.097	-0.003	-0.0005	二碘甲烷与 α -溴代萘	放 铜 片
3.080	3.075	-0.005	-0.0008	二碘甲烷与 α -溴代萘	放 铜 片
3.060	3.056	-0.004	-0.0007	二碘甲烷与 α -溴代萘	放 铜 片
3.040	3.036	-0.004	-0.0007	二碘甲烷与 α -溴代萘	放 铜 片
3.020	3.032	+0.012	+0.0020	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
2.980	2.988	+0.008	+0.0013	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
2.960	2.964	+0.004	+0.0007	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
2.910	2.920	+0.010	+0.0017	二碘甲烷与三溴甲烷	放 铜 片
3.290	3.328	+0.038	+0.0063	二碘甲烷与三溴甲烷	未放铜片
3.150	3.190	+0.040	+0.0066	二碘甲烷与三溴甲烷	未放铜片
3.080	3.130	+0.050	+0.0083	二碘甲烷与三溴甲烷	未放铜片
3.040	3.090	+0.050	+0.0083	二碘甲烷与三溴甲烷	未放铜片
2.860	2.861	+0.001	+0.0002	四溴乙炔与 α -溴代萘	
2.820	2.822	+0.002	+0.0003	四溴乙炔与 α -溴代萘	
2.800	2.804	+0.004	+0.0007	四溴乙炔与 α -溴代萘	
2.790	2.793	+0.003	+0.0005	四溴乙炔与 α -溴代萘	
2.730	2.701	-0.029	-0.0048	三溴甲烷与 α -溴代萘	
2.710	2.693	-0.017	-0.0028	三溴甲烷与 α -溴代萘	
2.700	2.691	-0.009	-0.0015	三溴甲烷与 α -溴代萘	
2.680	2.649	-0.031	-0.0052	三溴甲烷与 α -溴代萘	
2.640	2.603	-0.037	-0.0062	三溴甲烷与 α -溴代萘	
2.620	2.585	-0.035	-0.0058	三溴甲烷与 α -溴代萘	
2.580	2.536	-0.044	-0.0073	三溴甲烷与 α -溴代萘	
2.520	2.496	-0.024	-0.0040	三溴甲烷与 α -溴代萘	
1.700	1.697	-0.003	-0.0005	三溴甲烷与 α -溴代萘	
1.550	1.548	-0.002	-0.0003	三溴甲烷与 α -溴代萘	

注：“+”号表示比重增加数值，“-”号表示比重减少数值

1. 用以上四种有机液体相配，其结果是较好的。六年中比重变化是较小的，一般在0.005—0.016，一年平均只相差0.0003—0.0025，这对单矿物的分选是无影响的。

配制比重液所用配方不同，它们的比重在一定时间内变化范围也不一致，其中四溴乙炔与 α -溴代萘相配制的比重液，在六年中变化是最小的，从0.001—0.004，平均一年只

相差0.0002—0.0007；其次二碘甲烷与 α -溴代萘相配的比重液变化也是很小的，六年中相差0.003—0.005，平均一年相差0.0005—0.0008；二碘甲烷与三溴甲烷相配的比重液，变化也是较小的，从0.004—0.016，平均一年只相差0.0007—0.0027；最差的是三溴甲烷与 α -溴代萘相配制的比重液，在六年中的变化比前者稍大些，从0.002—0.044（个别的），平均一年相差0.0003—0.0073（个别的）。

从上述比重液的实测数据，可以看出各种配方的稳定性与用蒸气压差值算得的数值（表6）所表示的稳定性是相一致的。

2. 在三溴甲烷与二碘甲烷相配制的比重液中，放入铜片与未放入铜片的两种比重液的比重变化是不同的，放入铜片的比重变化小，对选单矿物无影响，而未放入铜片的比重变化比放入铜片的比重增大，一般在六年中增大0.04左右，这主要是由于碘的析出，溶于二碘甲烷中，使比重液比重增加的缘故，所以凡使用二碘甲烷与其他液体相配制的比重液时，一定要加入铜片，以防碘的析出。

（三）配方的选择

以上几种配方，在实际应用中都是可行的。对配方的选择不仅考虑它的稳定性，而且还要考虑它的经济效果，比重液和稀释剂的价格如表8所示。因此：

1. 在配制2.88—3.32区间的比重液时，用放入铜片的二碘甲烷与 α -溴代萘相配或与

表8 有机液体与价格的关系

Table 8 Relation between organic liquids and price

有机液体名称	二碘甲烷	四溴乙炔	三溴甲烷	α -溴代萘	NN-二甲基乙酰胺
价格(元/100毫升)	77	27	2.8	8.7	12.1

三溴甲烷相配，由重液价格（表8）和稳定性（表7）来看都是比较好的，选单矿物时采用三溴甲烷与二碘甲烷就可以满足要求，若需要用重液悬浮法测定矿物比重时，则可采用二碘甲烷与 α -溴代萘相配的配方。

2. 在配制2.96—1.49区间的比重液时，用 α -溴代萘与四溴乙炔相配如表7所示，稳定性最好，但价格（如表8）稍贵些；用三溴甲烷与 α -溴代萘相配稳定性差（如表6，7所示），但价格便宜。鉴于以上情况，若需要长期保存的比重液如做重液悬浮法测矿物比重用的比重液，用量少，准确性要求高以及对选单矿物用量少而经常使用的一些比重液，最好采用四溴乙炔与 α -溴代萘相配制的比重液。对分离一些单矿物消耗量大的比重液，从经济效果来考虑，用三溴甲烷与 α -溴代萘相配制的比重液为宜。

总之，配方的选择要在比重液稳定性不影响单矿物分离纯度的前提下，再考虑经济效果。

四、重液回收

从上述可知比重液价格是比较贵的，因此必须仔细回收每一滴重液。重液的回收是基

于我们采用的重液和稀释剂，在水中相对的不可溶性。其回收过程如下：

1. 用配制好的比重液分离矿物时，将滤纸直接过滤下来的比重液，应倒回原瓶，待下次再用。

2. 粘在滤纸和矿物上的比重液，用酒精做冲洗液反复冲洗，直至全部矿物冲洗干净为止。然后，在比重液与酒精的混合液中，加入5—6倍清水，此时混合重液变成乳白色的混浊液，再经4—6小时静止，酒精与水混溶而重液则不溶于水，沉在下面即可将重液回收；若使用二碘甲烷配制的比重液时，用苯或乙醚冲洗，然后将这些混合液用冷冻法除去苯或乙醚即可得重液，将所得重液用称重法测得回收重液的比重。

在一般情况下，根据测得的比重大小，放在瓶子里，待下次再用，或者根据需要加入相应的比重液或稀释剂，配制我们需要的比重液。

3. 回收配制的混合比重液中的原重液时，我们还可利用它们之间熔点的差异，用冷冻法回收，就可以获得原始重液与原始稀释剂。

五、矿物分选实例与操作方法

(一) 操作方法

用本系列比重液不需要任何设备，只要有一支温度计、凹玻璃和小玻璃管，在一般漏

表 9 比重相近矿物的分选结果

Table 9 Separating results for the minerals of approximate specific gravity

岩石名称	矿物名称	矿物比重	室温(℃)	选择重液比重(20℃)	温度系数	纯度(%)	备 注
混合花岗岩	微斜长石	2.5894	22	2.6000	0.00175	98	X光检查未发现杂线条
	钠长石	2.6164		2.6102	0.00176		
碱性钠长花岗岩	微斜长石	2.5605	22	2.5700	0.00173	98	X光检查未发现杂线条
	歪长石	2.5901		2.5800	0.00174		
石英岩	石英 (带磁性矿物包体)	2.6564	22	2.6802	0.00181	98	X光检查未发现杂线条 粒径为 200 目
	海绿石	2.6953					
二辉麻粒岩	透辉石	3.2389	22	3.2402	0.00272	98	X光检查未发现杂线条
	角闪石	3.2280					
角闪石片岩	阳起石	3.0982	22	3.1501	0.00263	99	X光检查未发现杂线条
	角闪石	3.1966					