

# “双液注浆法”在基坑堵漏中的应用研究

刘建茂, 徐 涛, 康和勇, 白 牧

(天津市勘察院, 天津 300191)

摘 要: 双液注浆法是在止水帷幕的渗漏处钻孔, 找到基坑止水帷幕的渗漏通道, 把一定浓度的水玻璃溶液及水泥浆溶液的混合液注入渗漏通道中, 水玻璃与水泥浆的混合液快速凝结, 迅速封住渗漏通道, 起到隔水的作用。其施工步骤为成孔→找渗漏通道→双液注浆→巩固。文章还列举了天津地区采用双液注浆法处理基坑渗漏的两则案例。

关键词: 双液注浆法; 基坑渗漏; 凝胶时间

中图分类号: TU463 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2008)01-0082-06

## 1 基坑渗漏及其危害

基坑渗漏是基坑止水帷幕施工中常见的一种施工缺陷, 基坑止水帷幕无论采用深层搅拌桩, 还是采用高压旋喷桩, 均存在此类问题, 故有“十坑九漏”之说。天津沿海软土地区因地下水丰富、水位较高、地下管线及人防工程密布, 基坑渗漏的情况更为多见。基坑渗漏直接影响基坑安全, 影响基坑周边建筑物、构筑物道路、地下管线的安全, 增加施工费用。

## 2 基坑渗漏的处理方法

基坑渗漏的处理方法很多, 常用方法有内堵法与外堵法。内堵法是在基坑支护结构的内侧封堵渗漏通道, 直接用防渗材料封堵渗漏点, 这是一种被动的处理方法, 优点为施工方便、快捷, 但应用范围有局限性, 在渗漏通道直径和水压较小、渗漏量有限的

情况下有效; 外堵法是在基坑止水帷幕的内外侧钻孔, 注入水泥浆及水玻璃溶液, 封堵渗漏通道, 此法为一种主动的处理方法, 优点是施工使用范围广, 几乎所有的渗漏均可用此法, 但是施工难度比较大。

选用堵漏方法的前提为正确分析渗漏水的来源、渗漏通道的位置及分布情况。

(1) 确定水源。渗漏点的水的来源可能有地表水、管道水(污水管中水、自来水、人防工程中水)、地下水。这主要根据渗漏水的温度、颜色、味道、含有物, 渗漏量的大小在时间上有无规律性来判断, 也可通过做连通试验的方法进一步确认(表 1)。渗漏点的水往往是多来源形成的混合水。

(2) 渗漏水源的处理。渗漏水如为地表水, 应设法改变地表水路径, 使其不向基坑流动; 渗漏水若含有地下管网的污水、人防中水、自来水, 应联系有关部门修好有关管道, 或采取直接封堵的办法, 不让水渗入基坑。处理好渗漏水水源, 可以减少基坑渗漏量, 减小渗漏压力, 为堵漏通道创造有利条件。

表 1 渗漏水源分析表

Table 1 Analysis of seepage source of water

水源	地表水	污水管道水	人防工程中水	自来水	地下水
渗水的温度与气温的关系	接近	反差大	反差大	反差大	反差大
渗水的颜色	接近	黄色	黄色	无色	无色
渗水的味道	接近	有臭味	有腐味	无	无
渗水中含有物	树叶等	油脂、洗涤泡沫	腐殖质	无	无
与居民用水有无对应关系	无	成正比例关系	无	无	无

收稿日期: 2007-01-31

作者简介: 刘建茂(1964), 男, 河北无极人, 高级工程师, 学士, 1986年毕业于河北地质学院水工系, 现从事水文地质及岩土工程施工管理。E-mail: liujianmao18@163.com

(3) 查找渗漏通道。渗水通道的路径复杂多变,不同的渗水水源有不同的渗水路径。查找时通常在基坑渗漏点止水帷幕的外侧钻孔,同时观察渗漏水量大小、颜色变化、钻孔返水情况,以便找到渗漏通道。

### 3 双液注浆法的应用

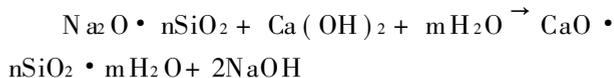
#### 3.1 双液注浆法的原理

双液注浆是采用水泥浆溶液及水玻璃溶液混合后生成水泥胶,利用水泥胶凝结速度快、强度提高快的特点封堵渗漏通道,达到堵漏目的。

水泥-水玻璃浆液亦称 CS 浆液,C(Cement)代表水泥,S(Silicate)代表水玻璃,两者按一定的比例以双液方式注入。水玻璃不是单一的化合物,而是氧化钠(Na<sub>2</sub>O)与无水二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)以各种比率结合的化合物,其分子式为 Na<sub>2</sub>O · nSiO<sub>2</sub>,注浆用水玻璃对模数和浓度有一定的要求,水玻璃模数的

大小对注浆影响很大,模数小时, w ( SiO<sub>2</sub> ) 低,凝结时间长,结石体强度低;模数大时, w ( SiO<sub>2</sub> ) 高,凝结时间短,结石体强度高;模数太大太小对注浆都不利,注浆时一般要求水玻璃的模数 2. 4~ 3. 4, 浓度 22~ 40° Be' 较为合适。

水泥的水解产物 Ca(OH)<sub>2</sub> 与水玻璃相遇迅速结合成一种水泥胶状体,其反应机理:



水玻璃能显著加快水泥浆的凝结时间,CS 浆液的凝结时间可在几秒钟到几十秒内准确控制,其规律是:在一定范围内,水玻璃浓度越小,凝结时间越短,两者呈直线关系;水泥浆越浓、水泥与水玻璃之间反应越快,凝结时间越短。S : C 的比例越小、浆液的温度越高,浆液的凝结时间就越短;反之则长。在同一条件下,水泥中含硅酸钙越多,胶凝时间就越短,因而普通硅酸盐水泥比矿渣硅酸盐水泥及火山灰水泥凝结快。不同因素对凝胶时间的影响见图 1。

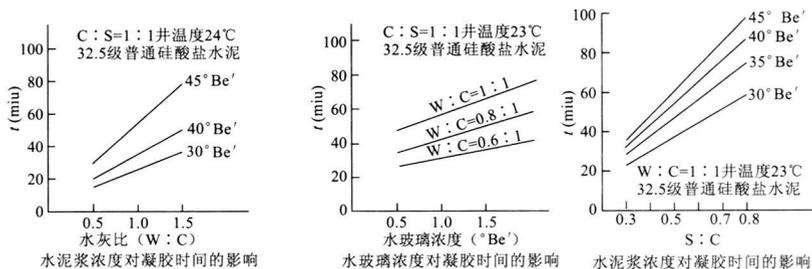


图 1 不同因素对凝胶时间的影响图解

Fig.1 Factors influencing the water glass congealment time

水泥浆与水玻璃的体积比对抗压强度影响较大,当水泥浆与水玻璃的体积比在 1 : 0. 4~ 1 : 0. 6 时,抗压强度最高;实际上,浓水泥浆需要浓水玻璃,稀水泥浆需要稀水玻璃。水泥浆与水玻璃的体积比为 1 : 0. 5~ 1 : 0. 8。

CS 浆液的凝固后的结石率高,可达 98% ~ 100%。结石的抗压强度较高。表 2 说明,水泥浆的浓度是决定强度大小的关键因素。龄期虽有影响,但 14 天后变化已不明显。

水玻璃对强度的影响呈现一个峰值,超过此峰值后结石强度 S 值降低(图 2)。

综合考虑胶凝时间、抗压强度、施工及造价等因素,注浆时,水泥浆-水玻璃浆液适宜配方为:水泥为 32. 5 或 42. 5 级普通硅酸盐水泥,水泥浆的水灰比为 0. 8 : 1~ 1 : 1,水泥浆与水玻璃的体积比为 1

: 0. 5~ 1 : 0. 8,水玻璃的模数在 2. 4~ 3. 4,浓度为 22~ 40° Be'。

表 2 CS 浆液的结石强度  
Table 2 Strength of the CS cement

S 浓度 (° Be')	S 与 C 体积比	C 浓度 (水灰比)	抗压强度 (9. 8 × 10 <sup>4</sup> Pa)		
			7 天	14 天	28 天
40	1 : 1	0. 5 : 1	204	244	248
		0. 75 : 1	116	177	185
		1 : 1	44	106	113
35	1 : 1	0. 5 : 1	174	200	202
		0. 75 : 1	144	142	148
		1 : 1	73	85	104

#### 3.2 双液注浆法施工

双液注浆法的施工步骤分为封堵阶段及巩固填充阶段。

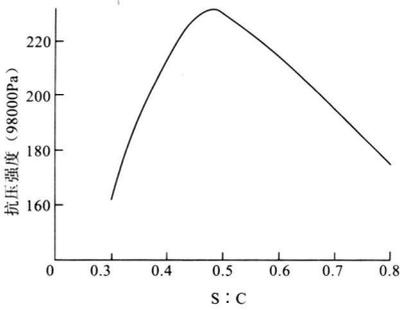


图2 S: C对结石强度的影响

Fig. 4 Influence of S: C on the cemented strength

### 3.2.1 渗漏通道的封堵阶段

渗漏通道封堵阶段的关键是在确保CS浆液的结石强度的前提下,确定双液的凝固时间 $T_1$ 与双液的输送时间 $T_2$ 。若 $T_1 < T_2$ ,容易造成输浆管堵塞,封堵渗漏通道就不会成功,若 $T_1$ 比 $T_2$ 大很多,双液到达渗漏通道后还不凝固,双液就会从渗漏通道中流出,达不到封堵渗漏通道的目的,只有 $T_1$ 略大于 $T_2$ ,即 $T_1 \geq T_2$ ,双液的凝固时间与被输送到渗漏通道的时间才匹配,双液到达渗漏通道后即凝固,才能达到封堵渗漏通道的目的。

只要确定了 $T_1$ 与 $T_2$ 的关系,才能更有效的工作。通过大量的堵漏实践统计表明, $T_1$ 与 $T_2$ 分别与水玻璃的掺和比例及注浆泵压有对应关系。

(1) 双液的凝固时间 $T_1$ 与水玻璃的掺和比例的关系。 $T_1$ 由水泥浆与水玻璃的掺和比例确定,水泥为32.5的普通硅酸盐水泥,水灰比为0.5~0.6,硅酸钠溶液的浓度为40%,在水泥浆的水灰比确定之后, $T_1$ 与水玻璃的掺和比例成反比,即水玻璃的掺和比例越小, $T_1$ 越小。

(2)  $T_2$ 与注浆泵压的关系。在 $T_1$ 确定的情况下, $T_2$ 与注浆泵压基本成反比例关系,即注浆泵压越大, $T_2$ 越小。注浆泵设备的种类较多,每一种设备的参数不同,一般情况下,注浆泵压在0.5 MPa时,双液的输送时间为1 m/s。一般情况下, $T_2$ 恒定,根据 $T_2$ 确定 $T_1$ ,最终通过现场试验调试使 $T_1$ 略大于 $T_2$ 。

### 3.2.2 巩固填充阶段

巩固填充阶段所用浆液为单液,即水泥浆。巩固填充阶段为在渗漏通道被双液封堵后,对渗漏通道中的双液进行加固作用,防止渗漏通道外侧的土层变形后,渗漏通道中的双液产生裂缝,造成新的渗漏。

基坑渗漏时,渗漏水若是清水,可不需要巩固填充阶段;渗漏水若是浑水,且渗漏水含砂土,巩固填

充阶段是必不可少的,因基坑渗漏,渗漏通道处附近土层中的某些物质随渗漏水到达基坑中,造成帷幕外土层中的某些物质流失,甚至形成空洞,渗漏量越大,渗漏的时间越长,渗漏水中的含有物越多,形成的空洞越大,需要填充空洞所需要的水泥量越大,巩固填充阶段的注浆量越大。

## 4 双液注浆法的应用案例

### 4.1 案例1

#### 4.1.1 基坑概况

天津市某基坑面积为40 m × 70 m,基坑深8.7 m,局部深11.3 m;支护体系为:钢筋砼钻孔灌注桩做支护,灌注桩桩径800 mm,桩长15.6 m,单排深层搅拌桩做止水帷幕,搅拌桩的桩径700 mm,桩长15.6 m,桩间距1.0 m,桩与桩之间的咬合为200 mm,钢结构做斜撑和对撑。

基坑西临马路,马路靠基坑一侧的地下1 m埋有直径为0.5 m的污水管道,污水来自周围的居民楼,此管道年久失修,在基坑所在段已经不通,污水管道中的污水通过污水井返到马路上,常年在马路上形成明流,流到下一个污水井中,故造成此段地下土层含水极为丰富,为此段的基坑止水埋下隐患。

在马路便道上基坑中间的位置有1台10 kV变压器,由于变压器与基坑的距离满足不了深层搅拌桩的施工,此段改为高压旋喷桩做止水帷幕,高压旋喷桩桩径为600 mm,最靠基坑的一排支护桩之间施工2根高压旋喷桩,桩与桩之间的咬合为300 mm,其外为两密排,桩间距为350 mm,桩长为15.6 m,桩与桩之间的咬合为250 mm。

#### 4.1.2 基坑渗漏情况

开槽后,发现变压器处的止水帷幕局部漏水,水从两根支护桩之间漏出,漏点开始离槽底1.5 m处,用“水不漏”防水剂采取内堵法封堵漏点,随着“水不漏”的封堵,漏点逐渐下移,最后漏点移至槽底标高以下,形成水从槽底向上冒,漏量逐渐增大,泥砂含量增大,泥砂成分为槽底标高之上的杂填土层、海相层、陆相层之物,漏水有臭味。经对污水井和渗漏点做连通试验证实两者有水力联系,说明渗漏水来自于污水管道。渗漏水量与居民用水时段相一致:用水高峰时的渗漏量增大,其他时段的渗漏量明显减少。

#### 4.1.3 封堵污水管道,切断污水源

由于污水管道基坑所在段已经不通,所以采用

快硬水泥封堵污水管道堵塞段来水方向的一个可用污水井的下口,同时在此井安装污水泵,把污水抽到管道堵塞段下方的污水井中,使污水不再向基坑中渗漏。封堵后,发现槽底渗水中的污水特征消失,说明污水已经不再渗漏到槽中,成功地切断了污水源,渗漏量及渗漏水压明显降低,为进一步的封堵漏点创造了有利条件。

#### 4.1.4 双液注浆法的施工过程

7月18日~21日,发现基坑西侧有渗漏点后,用“水不漏”防水剂内堵处理,没有堵住渗漏点。21日,切断了污水源,发现渗漏点处渗漏量减小,决定用外侧双液注浆法进行渗漏封堵。

7月22日,钻机、注浆设备及注浆材料(水泥及水玻璃)进场。14:00,在基坑止水帷幕外侧正对渗漏点处钻1号孔,孔深12m,成孔后将1英寸塑料管下至孔底,塑料管上口接通水泥单液泵进行单液注浆,寻找渗漏路径,浆液从孔口返出,而渗漏点处未发现水泥浆液,说明此钻未找到渗漏路径。钻机从1号孔位向南平移0.5m施工2号孔。17:00,2号孔成孔,孔深12m,下1英寸的塑料管至孔底,先进行水泥单液注浆,寻找渗漏路径,注浆后,浆液从坑底渗漏点冒出,说明找到渗漏路径;然后进行双液注浆,基坑底部渗漏点被堵住。封堵参数为:注浆泵压1.0MPa,水泥注浆用量约为1.2t,此孔注浆结束。

7月23日12:00,原渗漏点又出现漏水,自2号孔位平移0.1m处施工3号孔,在3号孔钻至10m时,钻孔返浆物有双液注浆液的凝固物,且钻孔困难,说明钻孔已到达2号孔双液注浆液上返物的顶部,停止钻孔,下1英寸的塑料管至孔底,先进行单液注浆,寻找渗漏路径,坑底渗漏点处发现水泥浆液,说明找到渗漏路径。且渗漏点在10m处,亦说明止水帷幕的渗漏点不是一个点,而是一条缝,是止水帷幕两根高压旋喷桩之间没咬合好而造成漏水。

然后进行双液注浆,基坑底部渗漏点被堵住,采用的封堵参数为:注浆泵压达0.8MPa,水泥注浆用量约1.0t,此孔注浆结束。

7月24日10:00,原渗漏点出现较严重漏水,说明渗漏缝的上部又形成渗漏通道,在距3号孔0.1m处施工4号孔,在4号孔钻到8m处时,钻孔返浆物有双液注浆液的凝固物,且钻孔困难,说明钻孔至3号孔双液注浆液上返物的顶部,停止钻孔,下1英寸的塑料管至孔底,进行单液注浆,寻找渗漏路径,坑底渗漏点处发现水泥浆液,说明找到渗漏路径。然后进行双液注浆,基坑底部渗漏点被堵住,采用的封堵参数为:注浆泵压达0.6MPa,水泥注浆用量约2.0t,此孔注浆结束。下午,在距4号孔0.1m处施工5号孔,钻到5m处时,钻孔返浆物有双液注浆液的凝固物,且钻孔困难,说明钻孔至4号孔双液注浆液上返物的顶部,停止钻孔,下1英寸的塑料管至孔底,进行单液注浆,寻找渗漏路径,坑底渗漏点处未发现水泥浆液,继续注单液水泥,直至孔口冒浆,并且变压器底部地面开始冒浆,说明渗漏造成的止水帷幕外侧的空洞已经被填满,单液水泥注浆量约为16t。此时渗漏点一直没有漏水。说明此处的渗漏缝已被全部封堵。

至此,在变压器处共成注浆孔4个,注入水泥量约20.4t,观察48小时后,渗漏点一直没有漏水,双液注浆止水法基本结束(表3)。

## 4.2 案例2

### 4.2.1 基坑概况

天津市某基坑面积为80m×170m,基坑深10.7m,局部深12.3m;支护体系为:钢筋砼钻孔灌注桩做支护,灌注桩的桩径800mm,桩长19m(局部桩径900mm,桩长22m,双排深层搅拌桩做止水帷幕,搅拌桩桩径700mm,桩长16.5m,桩间距1.0m,桩与桩之间的咬合为200mm,钢筋砼做帽梁、腰梁、斜撑和对撑。

表3 双液注浆的参数选择表

Table 3 Parameter selection table for the bi-slurry grouting method

注浆孔号	孔深(m)	S浓度(°Be)	C浓度(水灰比)	S与C体积比	泵压(MPa)	水泥用量(t)	终结泵压(MPa)	$T_1$ (s)
2	12	40	1:0.8	1:1	0.5	1.2	1.0	25
3	10	40	1:0.7	1:1	0.5	1.0	0.8	20
4	8	40	1:0.6	1:1	0.4	2.0	0.6	16
5	5		1:0.6		0.2	16	0.4	

注:水泥为32.5的普通硅酸盐水泥。

#### 4.2.2 基坑渗漏情况

基坑北部原为旧楼的碎石屑基础, 碎石屑厚 4~6 m, 东西延伸至止水帷幕外侧, 东侧碎石屑已用素土进行了换填, 西侧由于挖导槽时未发现其下的碎石屑, 故未进行换填, 造成此段深层搅拌桩成桩不好, 达不到止水效果, 形成基坑渗漏隐患。

基坑北部地面下 8~14 m 为流沙层, 特别是西侧造成支护桩扩径, 容易使深层搅拌桩咬合不严, 构成止水帷幕渗漏的隐患。

开槽后, 发现北部东西两侧的止水帷幕局部漏水, 水是从两根支护桩之间漏出, 漏点在槽底处, 东侧有 5 个漏点, 西侧有 6 个漏点。渗漏水水量较大, 为浑水, 且含有大量泥沙, 东侧渗漏水还含有大量碎石屑, 说明渗漏水有上部碎石屑中的水。渗漏几小时后, 东西两侧止水帷幕的外侧地面均出现塌陷, 塌陷坑直径 2 m, 坑深 3 m。

#### 4.2.3 双液注浆位置的选择

鉴于止水帷幕的外侧已经形成塌陷, 在止水帷幕外侧进行双液注浆封堵费时费力, 效果不佳。决定在止水帷幕与支护桩之间钻孔, 进行双液注浆封

堵两支护桩之间的出水口、止水帷幕的进水口, 并加固漏点附近的土体。对内(基坑一侧)双液可顺水流封堵出水口及对两支护桩之间缝隙中的土体进行加固; 对外(止水帷幕一侧)可逆水流封堵进水通道, 还可对漏点附近的支护桩与止水帷幕之间的土体进行加固。

施工中采用边双液注浆、边提钻的方法, 当泵压达到 1.0 MPa 时提钻, 出水口被封堵, 两支护桩之间的土体被加固后, 止水帷幕的进水口可能没被完全封堵, 渗漏水可能从漏点旁边其他支护桩之间的缝隙中流出, 这时, 就从别的漏水支护桩之间的缝隙处钻孔, 进行双液注浆封堵, 对止水帷幕的进水口进一步封堵, 直至把漏点附近的支护桩之间的缝隙全部封堵后, 此时止水帷幕进水口也被完全封堵。其他漏点的封堵同法处理(表 4)。

同时, 在漏点处止水帷幕的外侧进行钻孔, 用水泥单液进行注浆加固, 注浆停泵的标准为水泥冒出地表。水泥用量共计 200 t。经过双液注浆封堵渗漏通道, 单液充填止水帷幕的外侧空洞, 渗漏点全部被堵住, 且长期稳定, 取得了良好的施工效果。

表 4 双液注浆参数选择表

Table 4 Parameter selection table for the bi-slurry grouting method

注浆孔号	孔深(m)	S 浓度(°Be)	C 浓度(水灰比)	S 与 C 体积比	泵压(MPa)	水泥用量(t)	提钻泵压(MPa)	$T_1$ (s)
1	15	40	1: 0.8	0.8: 1	0.4	1.1	1.0	20
2	14	40	1: 0.6	0.6: 1	0.6	1.3	1.0	16
3	13.5	40	1: 0.8	1: 1	0.5	1.2	1.0	20
4	15	40	1: 0.5	0.6: 1	0.6	1.0	1.0	18
5	13	40	1: 0.8	1: 1	0.4	1.5	1.0	20
6	15	40	1: 0.65	0.8: 1	0.5	1.8	1.0	19
7	15	40	1: 0.7	0.7: 1	0.5	1.0	1.0	19
8	14	40	1: 0.8	1: 1	0.4	1.6	1.0	20
9	14.5	40	1: 0.6	0.6: 1	0.7	1.8	1.0	15
10	15	40	1: 0.8	0.9: 1	0.5	1.4	1.0	19

注: 水泥为 42.5 的普通硅酸盐水泥。

好巩固填充阶段的注浆压力及注浆量。

## 5 结论

双液注浆法在天津地区基坑渗漏处理施工中得到了广泛应用, 其施工及经济效果是非常明显的, 为基坑渗漏处理提供了一种简单易行的方法。

采取双液注浆法堵漏时应当注意: ①合理确定双液的各种技术参数(即水泥浆-水玻璃浆液适宜配方); ②确定双液的凝固时间( $T_1$ )与双液的输送时间( $T_2$ )之间、 $T_2$ 与注浆泵压之间的关系; ③掌握

#### 参考文献:

- [1] 徐至均. 建筑地基处理工程手册[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2005.
- [2] 地基处理手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1988.
- [3] 林宗元. 岩土工程治理手册[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1993.

# APPLICATION OF BI-SLURRY GROUTING METHOD TO BLOCKING WATER SEEPAGE IN THE CONSTRUCTION BASE PIT

LIU Jian-mao, XU Tao, KANG He-yong, BAI Mu

(Tianjin Institute of Geotechnical Investigation & Surveying, Tianjin 300191, China)

**Abstract:** The bi-slurry grouting method is referred to drilling hole at water seepage area at the water blocking curtain to find out seepage channel then grout the mixture of water glass solution and cement slurry into the channel. The mixture consolidates and blocks the channel rapidly and the seeping water is stopped. The operation step is boring hole-finding out seepage channel-bi-slurry grouting-consolidating. Two cases of water blocking with bi-slurry grouting for construction base pit in Tianjin area are cited in the paper.

**Key Words:** bi-slurry grouting method; water seepage in construction base pit; congealment time

编者的话:这封来信对本刊 2007 年第三期刊载的一篇稿件中某些专业术语的使用提出了自己的看法,同时也提醒广大地质工作者要重视专业术语使用要注意准确性和规范化。本刊欢迎读者、作者就一些专业领域的学术问题展开交流或争鸣,以活跃学界的学术气氛,促进地质科学的不断发展。

## 个旧“花岗岩凹陷带”、“花岗岩凹陷带构造”的提法是概念性错误

吕宝善(云南省有色地质 308 队)

个旧矿区经过多年的地质勘探,从勘探地表砂矿到勘探层间氧化矿,最后勘探花岗岩接触带的夕卡岩型矿床。这类矿床既包括产出于花岗岩岩株顶部的矿体,也包括岩株两侧岩枝之间凹部形成的接触带夕卡岩型矿体。矿床的形成原理与“正接触带”矿床同属于接触交代矿床类型。其中矿床的富集与否有以下因素:①凹部里的沉积岩岩石种类(岩性)及有无玄武岩的存在;②花岗岩岩枝长短;③凹部体积大小等等(详细论述见《地质找矿论丛》1987 年第 3 期笔者论文“云南个旧双竹锡铜多金属矿床的地质特征与成矿规律”及《地质论评》2005 年第 6 期笔者论文“论个旧老矿区的新找矿方向”等)。这样的花岗岩凹部在走向上延长形成带,可称为“凹部带”。但是不宜称之为“凹陷带”或“凹陷带构造”。理由如下:

(1) 凹陷带一词,为构造学术语,多与“隆起带”相对应。

(2) 花岗岩凹部属于花岗岩的一种岩体形态特征,不属于(狭义)构造变动的产物。

1959 年,个旧前进钨铜矿在卡房老鹰岩进行坑道掘进时,在花岗岩之间的大理岩中发现铜锡共生矿,当时认为这些大理岩是花岗岩中的捕虏体;1965 年,308 队与前进矿进行合作勘探,发现在花岗岩的凹兜部位形成接触带矿床;1972 年,308 队 4 分队和 5 分队在冬瓜林地段勘探,提交地质报告;后来 5 分队从冬瓜林继续向东北方向的金竹林、竹叶山方向延伸勘探,查明花岗岩凹部形成 NE 向的凹部带。1972 年前后,地质人员以及工人都将其称为“凹兜”,这比较形象。但在 70 年代 308 队曾有人将其称为“凹陷带”,对于这种提法,笔者曾提出不同意见。1991 年 10 月,中国有色总公司在 308 队召开重点老矿区第二轮找矿会时,笔者再次提出这一意见,得到与会者的同意。

总之,个旧矿区老厂南东的期北山—竹叶山—金竹林延到卡房东边的冬瓜林,形成半环形的花岗岩凹部带,还向北西方向延伸回到老厂西部,成为一个大的环形凹部带。对此,不应称为“凹陷带”或“凹陷带构造”。因为这与构造变动形成的“凹陷带”或“凹陷带构造”存在概念上的区别,随意的称谓会带来地质名词的歧义,并会引起地质术语使用的混乱。

作者通信地址:云南省个旧市桃家巷 4 号附 501,邮编 661000,手机号 13769356779, E-mail:lvbaoshan@tom.com