

表层地质因素对断裂带形变测值的影响

于 品 清

(国家地震局地震研究所)

摘 要

本文分析了气象、地形、地貌、表层岩性及浅层水文地质条件对形变测值的影响并进行分类。指出形变测值中的气象干扰的实质是表层地质因素局部差异的综合反映。在整理形变观测资料时综合考虑上述诸因素的影响对消除或削弱形变测值中的干扰值有实际意义。文中还讨论了在第四纪沉(堆)积物分布区布设地形变测线的可能性及其所要求的条件。

在断裂带形变值中,既包括真正的应变形变值,也含有多种因素的干扰值。真正的应变形变值可以是正值,也可以是负值;各种因素产生干扰值的总和亦可能是这样。两者如为同号相加,其绝对值增加,反之绝对值为两者之差。这大概就是人们常说的某些断裂带的形变值比实际测到的形变值大或小的可能原因之一。设法排除形变测值中各种因素产生的干扰形变值从而获得真正的形变值。对地学研究、预报地震具有重要意义。

1. 干扰因素的种类及气象干扰因素的实质

人们对断裂带形变测值中干扰因素的认识是随时间推移而逐渐全面的。早期,人们普遍认为影响形变测值的主要因素是仪器的性能和观测精度,因此国家地震局系统大多数形变台(队)都改用了目前这方面最好的仪器、设备和观测方案,已收到了较好的效果。之后人们又发现,多数形变台(网)获得的形变测值中存在年周期变化值。这就迫使人们把它和气温、气压、降雨量、蒸发量等气象因素挂起钩来,并希望通过用平差、最小二乘法等来消除或削弱它们对形变值的影响¹⁾。从目前情况看,这些方法可消除或削弱它们给大范围内形变测值的周期性影响,但不能消除或削弱同一测线不同测点高温、低温或久晴、久雨后形变测值中出现的明显差异,即不能解释一些点增加(或减小)大,另一些点增加(或减小)小的原因。广大地质和形变工作者通过对各类形变台测线表层地质因素和形变测值对比分析后发现,这类差异是上述气象因素通过测点的地形地貌、表层岩性和浅层水文地质条件发挥作用而引起的。

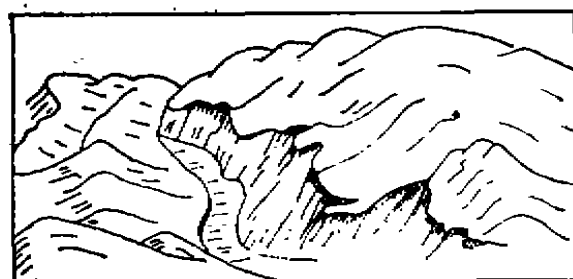
2. 地形地貌条件对形变测值的影响

地形地貌条件对形变测值的影响,主要反映在向阳度、地下水特性和重力作用等几个方面。前两个方面的问题留到3、4两部分,结合有关内容阐述。本节仅讨论重力等作用对断

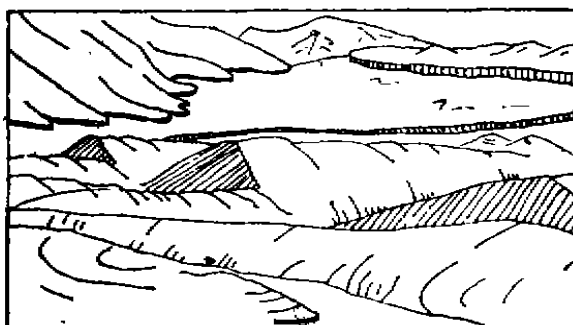
1) 宋永厚等,跨断层形变台站干扰因素与异常识别的研究,1985,11.

裂带形变测值的影响。

图1是新疆自治区内富蕴地震断层和甘肃省内昌马地震断层位错照片的素描。从素描图



A. 富蕴地震断层



B. 昌马地震断层

图1 地震断层错位与地貌关系

Fig. 1 The relations between dislocations of seismic fault and landform

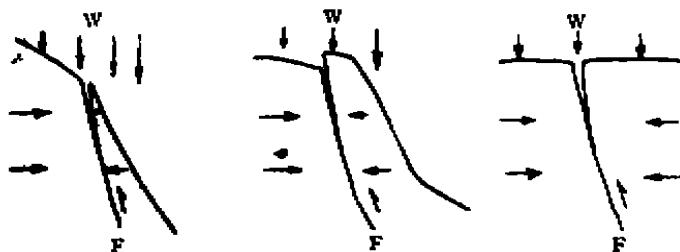


图2 断面经过不同地貌处的受力剖面示意图

Fig. 2 Sketch map of profile bearing force of which fault surface pass through the different landform

注：箭头表示力作用方向，长短表示力的大小。
W表示重力，一表示上盘运动方向

2中)时，断层位错量明显增大，如克木山口西和沙湾形变场西北小山包处见到的情况。前者达0.8—1.0米，后者达0.4—0.5米，均较其前后左右地震裂缝的位错量大。之所以如此，很可能与上盘地质体较小，总摩擦阻力有限和重力又难于发挥作用有关。地震断裂通过平原

可以看出：富蕴地震断层为右旋走滑型断裂，具典型的脆性剪切破裂特征，但在素描图内以倾滑为主，且陡坎处的滑移量为最大，然后向坡地段、平地逐渐变小，进入山区之后位错量趋于零。昌马地震断层为压扭性断裂带，地震时错断了图幅内的垅岗和冲沟，垂直和水平断距均较大，但进入河流西侧山地后就难看到断层位错的痕迹。这些现象说明：断裂经过处的地形地貌条件对地震断层的位错(量)有明显影响。这种影响，在多数情况下还可分出缩小、放大和基本不变三种类型。1973年2月6日炉霍7.9级地震时形成的地裂缝基本上沿鲜水河断裂带发育，不受地形地貌条件限制，但在通过不同地貌部位时的垂直、水平位错量可以相差很远(图2)。如地裂缝通过克木山口(图2左)时，断层上盘地质体向下滑移了1.5—2.0米；若根据整条断裂运动方式判断，上盘在该处的应向西北方向逆冲。造成这种反常现象的原因可能较多，但该处上盘地质体太薄和地形太陡是其主要原因。在平时，断层两盘虽作压扭性运动，但速度极慢，上盘尖端物质上升一点，重力作用剥蚀一点，两盘的运动基本上显示不出来。地震时不同，断层两盘作极快速运动，上盘尖端物质无法保持平衡、只好较大范围下掉、形成与正常情况相反的局面。在断层通过陡坎处(图

(台)或缓坡(图2右)时,地震时的地面形变多以地裂—地隆的组合形式出现,如老河口、沟普一带见到的,最大位错仅0.15—0.20米。这类地形地貌部位,地面平坦(缓)、重力无法或难于发挥作用,故其形变基本上能代表断裂两盘的运动水平。此外,在克木山口—炉霍城关乡段还见到了与昌马地震断层相似—断裂错断单个垅岗、错距达3.0—5.0米的现象。它除与深部地质作用有关外,主要与体积小、自由空间大有关。

地震断层,即特殊的活动断层。它两盘的位错(量)是在前期运动、形变基础上累积起来的,因此地震时位错量和形式可代表这类地震断裂震前的运动和形变情况。

由鲜水河断裂带地震裂缝与地形地貌关系得出的有关结论,一般可推广、运用到压性、张性和张扭性运动断裂。前者性质与它相同,后二者性质与它相反。从目前资料看,压性活动断裂在通过第一类地貌部位时上盘虽是向上运动,但重力作用使之下降,实际效果变小,甚至出现与正常情况相反的局面:张性、张扭性活动断裂通过这样的部位时,由于重力作用,实际形变或位错被放大。压性活动断裂通过第2类地貌部位时,形变和位错量被放大,而张性、张扭性活动断裂则相反、形变和位错量被缩小。所有活动断裂通过第三类地貌部位时,由于重力等难于发挥作用,故形变和位错量一般不受影响。

我国跨断层形变台(场)测线布置的位置,除第一类地貌尚未见到外,其余三类地貌均有分布。其中布置在平原、台地、河流阶地上的为最多(如相公庄形变台、道孚、侏倭形变场等),山坡上、河漫滩和其他斜坡上的次之(如沙湾、瓦各形变场、金县形变台等),一侧为陡坡、另一侧为平台或缓坡上的(如松林口形变场)和修长垅岗上的(如大灰厂形变台等)也不少。在这些形变台(场)的形变测值中无疑包含有地形地貌因素的干扰值。其大小、正负可根据地貌类型、特点及有关断层活动方式来确定,并设法消除或削弱其干扰,使之获得真正或比较接近的应变形变值。

3. 表层岩性条件对形变测值的影响

这里所指的表层,实际上包括一定的深度,且随地区而异。表层岩性对形变测值的影响主要反映在受热膨胀和受力变形程度不同两个方面。

(1) 表层岩体或第四纪沉(堆)积物等在阳光照射或温度发生变化的情况下产生的差异性膨胀和收缩。金县形变台、相公庄形变台试验结果表明:地面标、套管标、基岩标、套管基岩标形变的时间曲线可以相差很远(图3)¹⁾。由图上的曲线可以看出:①同一点的温度高差曲线不论是地面标、地

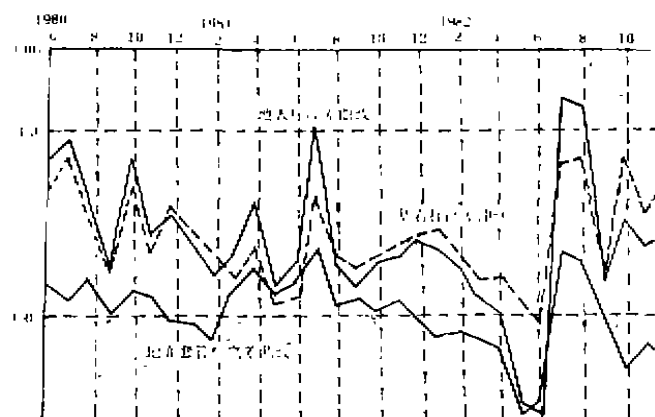


图3 相公庄形变台SN向高差曲线图

Fig. 3 Differential curve of SN direction at the deformation station of Xiangong village

1) 毛亦平, 钢管基岩标稳定性分析, 1985, 11

面基岩标的高差曲线，还是套管标、套管基岩标的高差曲线都随时间发生同步变化，并以每年1—2月间的差值最小，6—8月间的差值为最大。②不同点、不同深度点的温度交差曲线随时间发生变化，但不同步，表明不同点的温度、岩性起了作用。③在绝大多数情况下，第四纪沉（堆）积物地面标随温度变化幅度最大，达2.0—2.5毫米，地面基岩标1.0毫米左右，套管基岩标随温度变化幅度为最小，仅0.8毫米等。所谓基岩是众多火成岩、沉积岩和各类变质岩的总结，它们间随温度变化幅度也有差别，但较小。这些也是人们在高温天气、低温天气、久晴或久雨后进行形变测量，各点形变值变化幅度不一样的又一原因。上述差异除与岩性有关外，还与该地层在地表的厚度相连系。同一地层、岩体，如在地表处的实际厚度、组成不同，也会引起测线各点形变测值的差异。

关于温度变化对表层基岩和第四纪沉（堆）积物形变的影响深度，全国各地不完全相同。如根据各地人防工程、矿山坑道和山洞等资料估计：地下“恒温线”大概在10—15米左右。因此说，同一测线下某种基岩或第四纪沉（堆）积物的下界超过这个深度，空气温度变化对岩性形变的影响就可以忽略不计。这一结论是非常初步的，但在选择形变台测线和估计形变干扰值时仍可充分利用，因此具有一定的实际意义。

（2）基岩和第四纪沉（堆）积物受力变形过程和特点是不同的。理论和实践资料均告诉我们：地壳内任何弹性物体的形变均受到虎克定律的制约，地表基岩的形变也不会例外，但由于基岩上部为自由空间，故会存在某些差别。从鲜水河断裂带地震后的结果看，地表基岩在地壳应力作用下除继续深部岩块运动外，主要是使表层岩体破裂，但由于基岩分子间的结合（凝聚）力极大，破碎的程度一般有限。第四纪沉（堆）积物不同，它们在地壳应力作用下，首先被压实，然后进入弹性形变阶段，最后被彻底压碎，结果使断层主活动面附近的地面上隆，隆起的面积和幅度故较坚硬基岩大。由这种方式引起的形变差异与由温度变化引起的形变差异不同，它与第四纪沉（堆）积物的厚度有关，一般是厚度越大，这种差异也就越大。

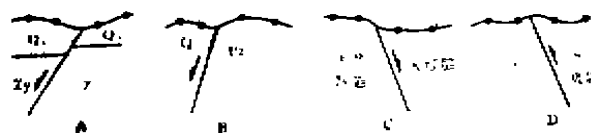


图4 不同测线下的岩性组合类型
对测线和测点值的影响

Fig. 4 Combining types of lithological
characters under the different survey line

我国跨断层形变台测线下的岩性组合可分出不同厚度第四纪沉（堆）积物组合、古老基岩与第四纪沉（堆）积物组合、不同时代灰岩与红层组合、火成岩与不同时代砂页岩组合等（图4）。表层岩性组合不同，测线上各点的这种干扰值也就不同；但在多数情况下，第一、第二种组合的形变测值变化大，第三、第四种组合的形变测值变化较小。这种差异，

在地震前尤为明显。

4. 浅层水文地质条件对形变测值的影响

浅层水文地质条件对形变测值的影响不仅存在，而且某些点还非常明显。城市工业用地下水、平原农业用地下水、矿山抽水、油田抽油等均引起地面不均匀下沉；沉降的部位和幅度与地下水文地质条件和抽液量有关。水库储水、向地下注水或长期下雨往往使地面不均匀上升，上升的部位和幅度也与当地的岩性、构造有关。金县形变台EW向水准测值和地下水

位埋深变化曲线基本同步(图5)¹⁾。这表明地面升降变化在某种程度上受当地地下水位所控制。从沧州形变台南北测线、东西测线的形变测值还可以看出,测线上各点的稳定性与过水、抽水、降雨也有关系。之所以东边比西边测点、北边比南边测点稳定,是距过水点、抽水点不同的缘故;同时说明:测线下水文地质条件不同也有关系。

影响各测点地下水位变化的因素很多,但主要是各测点下的水文地质条件,包括地形地貌、岩性和构造条件等。地貌条件不仅影响集水面积,而且关系到各测点地下水的聚集能力和特性。如为山坡型则集水能力差、排水能力强;山谷型则正好相反;河漫滩型的地下水位则易随河水涨落而

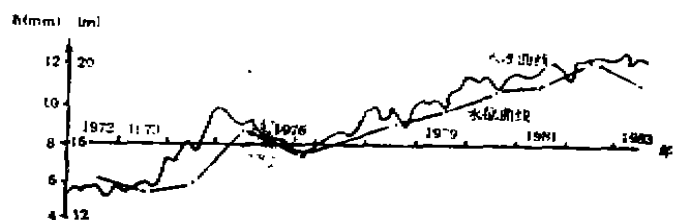


图5 金县形变台EW向水准和地下水位埋深变化曲线(据卢良玉)

Fig. 5 The changed curve of the level at EW direction and ground water table at the deformation station of Jin County

发生变化;平原型地下水位则较稳定,在一般情况下较小变化;垅岗地段则地下水位埋藏深等。另一方面,测线各点下的岩性差异对地下水的富集、类型也有影响,如火成岩、深变质岩和坚硬砂岩等在水的浸泡下变化很小,且多数为裂隙型地下水;纯灰岩类在水的作用下,膨胀系数较小,且多为溶洞水;泥质、炭质灰岩类在水的作用下则易软化和变形;第四纪沉积物和现代堆积物在水的作用下极易泥化而增加其体积;各个时代页岩、白垩—第三纪红层一般不含水、不渗水,因此在地下水的浸泡下不会有多大变化。测线各点下的构造性质和发育程度对地下水的丰度和运动也是极重要的。张性、张扭性断裂则地下水较丰富,压张、压扭性处则缺乏地下水。构造发育地段地下水运动容易,反之则较困难,目前人们的大生产活动也会影响地下水的运动,一般较有规律、容易识别。

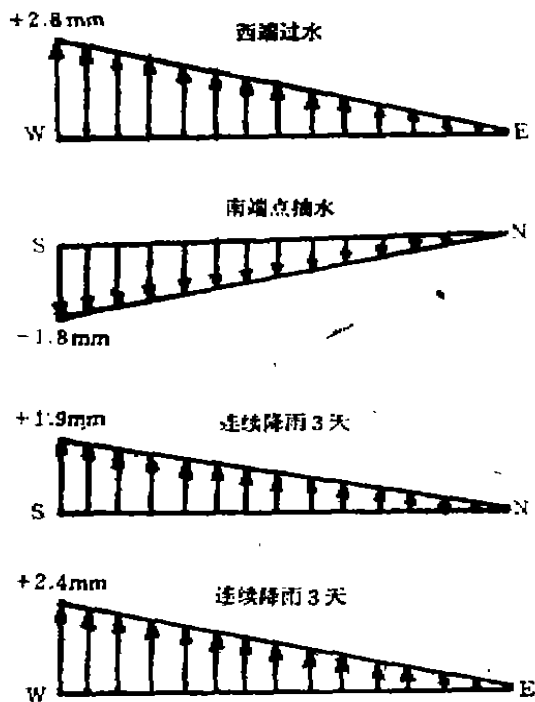


图6 沧州台地形变与地下水关系图

Fig. 6 The relations between ground deformation and ground water in Cangzhou Station

1) 卢良玉等,金县形变台钢管基岩标与土层标对比观测结果分析,1985,11。

关于地下水系统对形变测值的影响,是一个较为复杂的问题,要在这里具体阐明较为困难。尽管如此,仍可指出如下三点:①开放系统地下水位变化较快,瞬时形变量大;②封闭系统地下水位变化较慢,瞬时形变量小,但由于时间长,故累积形变量大;③断裂一侧(端)为封闭系统,另一侧(端)为开放系统时,则久晴或久雨后的形变结果可以相差很大。各因素究竟如何影响形变测值、数量多大,可通过试验确定。

5. 关于在第四纪沉(堆)积物分布地段布设地形变测线可能性的讨论

关于在第四纪沉(堆)积物分布地段能否布置形变测线的问题,目前仍有不同的看法。一些人持全盘否定态度;另一些人主张具体问题具体对待,从已有资料看,后一态度比较符合实际。

事实告诉我们:影响第四纪沉(堆)积物形变测值的,主要是温度、地下水和重力。这些因素是通过沉(堆)积物沉积部位、成分差异和结构不同来发挥作用的。如测线下这些条件不同,高温、低温或久晴、久雨后的形变测值就会产生差异,不宜布置形变测线。反之,如测线各点下这些因素相同或基本相同,即使温度发生变化、重力能发挥作用、富含地下水等,各点的形变测值也不会出现明显的差异。换句话说,在这样的第四纪沉(堆)积物或现代堆积物分布地段是可以布置形变测线的。由于第四纪沉积物在形变过程中有放大和缩小作用,对识别突变和震前形变有利。根据上述分析,故可在新生代或中新代平原、台地内部第四纪沉积物分布地段选一些形变测线、进行试验观测,以获得一些有价值的资料,为预测预报当地强震、中强震作贡献。

在野外工作和编写本文过程中,得到了周硕感、韩健和虾拉沱形变台有关同志的支持和帮助,特致谢意:

参 考 文 献

- (1) 胡惠民等,人工降雨地形变试验,地壳形变与地震,第3期,1984.
- (2) 丁国瑜等,富蕴地震断裂带,地震出版社,1985.
- (3) 高维华,西安地区建筑物避让地裂缝的计算,地震,第4期,1984.
- (4) 周硕感等,断层形变测量的系统分析与定量方法,地壳形变与地震,第2期,1988.

THE INFLUENCE OF GEOLOGIC FACTOR IN SURFACE LAYER ON THE MEASURED VALUE OF DEFORMATION IN RIFT ZONES

Yu Pinqing

(Seismological Institute, SSB)

Abstract

This paper analyses the influence of meteorology, topography, landform,

lithological characters in surface layer and the shallow hydrogeologic condition on the measured value of deformation and classifys them. It points out that the meteoric interference in the measured value of deformation reflects local difference of geologic factor in surface layer. When sorting out the observation data of deformation, to consider the influence of the above factors is of realistic significance to eliminate or weaken the interference of the measured value of deformation. The possibility and the require factor of setting up survey line of ground deformation in the distribution area of Quaternary sediment are also discussed in this paper.

科技成果之我见

王 振 山

(河北省地震局)

科技成果,一般是指个体或群体通过创造性的科技劳动,对自然现象、特征、规律及其内在联系等所获得的学术新见解、新认识或生产中的新技术等。因此,它本身就存在一个评审、鉴定及确认的问题。重复劳动不能算科技成果,一般的有效科技劳动可以认定为一般科技成果,而创造性的科技劳动可以认定为重要或重大科技成果,下面谈谈自己对这个问题的具体看法。

总的说来,我以为成果的概念是对一项工作的结论性的定性评定意见。因此,对于科研项目或其他任务,理应由下达任务的部门在任务完成后指定鉴定项目的技术负责人,并主要听取同行专业人员(一般具有中级以上职称)的意见,并做出结论;有些需要检测的项目,需由专业检测机构按有关标准进行测试,评价并做出结论;有些需要验收的任务,应由法定验收单位按计划任务书及规定的标准,进行评价、验收并做出结论。

无论是检测鉴定、验收鉴定还是评议鉴定,鉴定部门和鉴定者对所鉴定的成果承担技术责任。

具体到我们地震系统来说,国家局直接下达的任务,相应由国家局组织鉴定;省局下达安排的地方项目和任务,由省局组织鉴定;个人自选项目按个人行政隶属单位组织鉴定。

另外,根据国家有关规定,属于下列情况之一者,视同已通过鉴定,可免审进入成果系列。

①已经生产实践证明,技术上成熟,取得经济、社会效益,并由实施单位出具证明的;

②经技术合同登记机关登记的技术项目,已经按合同的规定验收合格,在生产实践中应用后取得社会、经济效益,并由当事机关或当事人出具证明的; (下转第101页)