

文章编号: 1001-1412(2000) 01-0092-05

# 静力触探探头的常见故障分析与改进建议

于波

(长春工业高等专科学校, 吉林 长春 130021)

**摘要:** 静力触探探头在使用过程中经常出现故障, 既影响触探试验结果的精度, 又影响触探试验的效率。文章对探头的常见故障做了简单的分类, 对故障的原因进行了详细分析。同时, 针对当前国产探头所存在的问题, 提出了几点改进建议, 以利提高探头的质量, 促进静力触探技术的发展。

**关键词:** 静力触探; 探头; 故障; 改进

**中图分类号:** TU415

**文献标识码:** B

## 1 引言

在静力触探试验过程中, 探头经常出现故障问题, 不仅影响着触探试验结果的精度, 还影响着触探试验的速度。同时, 也增加了试验成本。在探头所发生的故障中, 大多数故障最终导致探头报废。原因是: 其一, 探头是一种比较精密的测试工具, 对于一般使用单位及使用者, 多数故障是无法修复的; 其二, 探头的生产厂家对探头一般不承诺保修。报废的探头有其共同的特点, 那就是探头的外部并没有多大磨损。针对以上问题, 笔者早在1991年初, 便开始对探头故障原因进行研究。研究结果表明: 在探头所发生的故障中, 仅有一少部分与使用者对探头的使用方法不当有关。而绝大部分故障是出于探头本身存在着质量问题。笔者根据多年来对探头的研究及维修的实践, 首先将探头的常见故障按其发生的性质及部位做了简单分类, 并进行了详细分析, 随后针对目前国产探头普遍存在的质量问题, 提出了几点改进建议。

## 2 探头的常见故障分析

探头的故障不仅仅是指探头在工作时无信号输出或信号输出异常, 以及探头某些部件损坏而影响正常使用等。这里还需强调, 只要是超过了探头使用技术标准的, 都应视为探头有故

收稿日期: 1999-12-12;

作者简介: 于波(1956-), 男, 工程师, 工程地质专业。

障。例如,当绝缘电阻减小时,虽然探头在使用时也能输出信号,但是,其测试精度已经降低,严重时其测量误差可能超过50%,且不易被使用者觉察到。探头的故障多数是在显示仪表上首先被发现的,但也有部分故障不是通过显示仪表发现的,这主要是机械方面的故障。探头的故障尽管较多,但按探头故障的性质及发生的部位,可将探头的故障分为机械故障、密封故障、电桥故障、接线插件故障4类。按此分类分析如下:

## 2.1 机械故障

探头的机械故障是指探头的金属部件出现了断裂、弯曲、变形等现象,导致探头不能正常工作。常见的故障有:锥尖的顶端产生剪切破坏、锥尖的顶端被挤压变形、顶柱被压碎或拉断、传感器空心柱出现裂纹等。此类故障的特征是:比较直观,容易发现。产生故障的主要原因有如下几点:

2.1.1 探头某些部件的材质不满足要求 如:探头的锥尖部分在使用中经常会受损。主要是锥尖的顶端容易产生剪切破坏(如图1a);其次是锥尖不耐磨,很容易变钝(如图1b)。这些现象表明了锥尖的材质不满足要求。

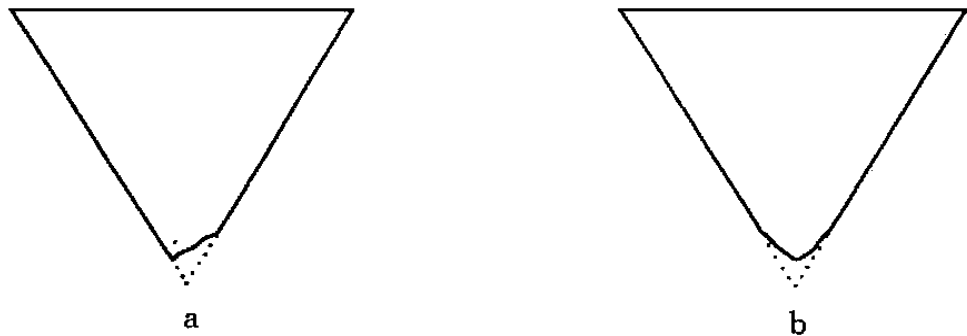


图1 锥尖常见的故障及部位

Fig. 1 Common failures at cone point

2.1.2 加工工艺有问题 如:顶柱与金属钢球的接触一定要相吻合,如果二者之间不够吻合,则接触面积将减小,单位面积上的压力随之增大,甚至会使受力性质发生改变,至使顶柱极易遭到损坏。

2.1.3 使用方法不当 如:在触探时使探头严重超载工作;冬季冻土触探或杂填土触探时,不预先开孔;当探头的金属部件锈蚀在一起时,用手锤重击探头等。这些人为因素也都会使探头出现机械方面的故障。

## 2.2 密封故障

探头的密封故障是指探头的密封部件及密封部位失去密封作用而出现的故障。密封的作用是将传感器上的电桥与大气隔绝,为电桥提供正常的工作环境。如果密封失去作用,探头内部将受潮或进水,绝缘电阻将下降,电桥则不能平衡,从而使探头不能正常工作。密封问题是探头产生故障的主要原因,也是探头制造中最难解决的技术问题。我国的探头生产技术标准中规定,探头在3个大气压的水中保持2小时后,其绝缘电阻不应 $< 500\text{ M}\Omega$ 。但实际上多数探头是

达不到这一密封技术标准的。在探头的使用中我们会发现,有些新探头使用后绝缘电阻很快降低,有时一个新探头仅使用几个小时便出现密封故障,外部崭新的探头便无法继续使用。探头常见的密封故障有:密封不严而使探头内部受潮;密封件损坏而使探头内部进水等。探头内部受潮或进水后,传感器空心柱应变片的表面锈蚀,引起胶层脱离,应变片局部不参与工作等故障。密封故障的特征是:绝缘电阻明显降低,探头内部受潮或进水,影响电桥正常工作,轻者影响测试精度,且不易被发现,重者测试数值紊乱、跳动,试验无法进行。产生密封故障的主要原因如下:

2.2.1 密封方法不当 有些品牌探头的密封,采取在丝扣的部位涂固态密封胶的方法。实践证明,这种密封方法效果不好。这是由于固态胶弹性不好,与金属部位的粘合力又较差,在粘合部位的金属表面很容易锈蚀,水可以从锈蚀的部位渗入探头内部,使探头失去密封作用。

2.2.2 密封件损坏 探头的有些部位是采用O型橡胶密封圈密封的。有的密封圈由于质量差,而使密封效果不佳;有的密封圈由于时间过久而老化,密封性能下降;有的密封圈是在探头装配过程中被损坏,不起密封作用。

2.2.3 探头生产厂家漏掉或忽视了应该密封的部位 多数探头的电桥引出线是通过多芯插头和插座与外部导线连接。所使用的插头或插座均为自由活动式,它的每个插脚都可以在塑料座上的孔中自由活动,且存在一定的缝隙,潮气和水很容易从这些小缝隙进入探头内部。

2.2.4 装配质量问题 利用O型橡胶密封圈密封是一种常用的密封方法,并且具有较好的密封效果,但必须保证密封所受到的压力适当。压力过大可能挤坏密封圈,压力过小则起不到密封作用。如果装配不当就会影响探头的密封质量。

## 2.3 电桥故障

探头的电桥是由4片同型号、同阻值的应变片组成,其中2个为工作片,2个为补偿片。电桥一旦出现故障,探头的测试精度便下降,或使探头不能正常使用。常见的故障有:应变片栅丝断路、应变片引线结点开焊、应变片局部与空心脱胶等。故障的特征是:范围小,影响大,只有拆开探头才能进行修理。对于一般使用者是无法修理的。产生故障的主要原因如下:

2.3.1 应变片的质量问题 应变片的栅丝是利用光刻、化学腐蚀方法制成的,有时局部可能存在小的缺陷,但用目测检视方法无法判断栅丝的好坏,必须借助于放大镜去鉴别。虽然在贴片前也经过检查,但有时也会发生栅丝断路的故障。

2.3.2 应变片外接引线焊点焊接不牢固 对应变片的引线结点焊接较难,焊接时烙铁的温度、烙铁的使用角度、焊接点的大小、焊接时间长短等,均会对应变片产生影响。有时因怕焊接时间过长损坏应变片,致使焊接时间过短,焊接不牢固。

2.3.3 供桥电压选择过高 对于每种应变片所能承受的电压是一定的,如果使用时选择的供桥电压超过了应变片的额定电压,应变片的栅丝就容易被烧断。

## 2.4 接线插件故障

我国生产的探头与外接电缆线的连接方式有三种。①采用多芯插头方式与外接插座连接。该方法使用最多,设计也比较合理。②采用多芯插座与外接插头连接。该方法使用相对较少,主要是存在水和泥容易进入插孔内等缺点。③采用短线与外接电缆直接连接。这种方法效果不好,不宜采用。因为无插头插座连接极不方便,接线时需要先测出探头引出线的编号,更重要

的是对导线的连接部位无法进行密封,很容易受潮和水浸,几根导线的连接点又较近,绝缘电阻难以保证。插头的常见故障有:插头的插脚折断、插头与电桥引线结点开焊、插头的插脚被氧化后接触不良。故障的特征是:容易发现,使用者可自行修理或更换插件。产生故障的主要原因如下:

2.4.1 插件受拉力或扭力作用 力主要来自于外接电缆,当电缆线受拉或受扭时,就会直接影响到插件。

2.4.2 焊接不牢 插件与电桥引出线的连接端是焊接的,有时会由于焊接质量不好而开焊。

2.4.3 对插件密封不好 探头插件处使用中应进行密封,以防地下水、泥土等进入插件中。如果密封不好,就会使插件出现故障。

2.4.4 插件使用时间过长 插件使用一段时间后,插脚的周围便形成黑色的氧化层,使插座与插头间接触不良。

### 3 对国产探头的几点改进建议

根据以上分析可知,探头出现故障的主要原因是探头本身质量问题。尽管我国生产探头已有十余年的历史,但是,探头的质量却几乎是无所改善,至今仍然存在着故障多、寿命短等质量问题。笔者针对部分国产探头存在的质量问题,提出如下几点改进建议。

#### 3.1 增加锥尖顶端强度

锥尖是探头金属部件中容易损坏的部件,也是探头中可能首先被报废的部件之一。锥尖损坏的主要原因是强度不满足要求,即抵御砾石、砾砂、杂填土等能力较差。由于锥尖与侧摩擦筒是配套使用的,在锥尖报废时侧摩擦筒也同时随着报废。因此,增加锥尖的强度是十分必要的。改进的方法可从两方面考虑。一是对锥顶约1 cm范围内在热处理时进行特殊处理,只增加锥尖顶端强度。二是选择更好的钢材来加工锥尖与侧摩擦筒。

#### 3.2 用优质钢加工传感器

实践证明,传感器弹性体的材质对探头的质量影响较大,它直接影响着探头的测试精度及使用寿命。例如,用60 Si<sub>2</sub>Mn钢制造传感器效果较好,具有灵敏度高、线性好、超载能力强等特点。而用40 Cr钢制成的传感器却存在着灵敏度低、线性差、超载能力不强等特点。因此,建议在制造探头时选用优质钢材制作传感器。

#### 3.3 采用液态胶辅助密封

国产探头的密封主要是采用橡胶圈密封或固体胶密封,橡胶圈密封效果优于固体胶密封,但是,单纯使用橡胶圈密封其效果也不太理想,如果在橡胶圈密封的基础上,再使用不干式液态密封胶辅助密封,则密封效果会显著提高,但须注意所选用的不干式液态密封胶对探头内部的电桥及引线应无腐蚀作用。

#### 3.4 采用一体式插头

目前国产探头采用的插头不是一体式,插头上的插脚可在一定范围内自由活动,因此,起不到密封作用,潮气和水很容易通过缝隙进入探头内部。如果能采用一体式插头,就不会在插

脚的部位透气进水。笔者曾用现用的 9 芯插头, 经过简单的处理后便成为具有密封作用的插头。方法是: 用针尖将 1720 胶滴至插脚与塑料座的缝隙中, 并不断活动插脚, 使胶液充满缝隙, 在室温下放置 4 小时后, 放入烘干箱内在 60℃ 下烘 1 小时, 再升温至 100℃ 烘干 2 小时, 之后便成为一体式的具有密封作用的插头。该方法笔者已经在探头维修中使用多年, 密封效果显著。

## 4 结 论

- (1) 静力触探探头的故障问题已成为静力触探试验中急待解决的问题。
- (2) 要减少探头的故障, 一方面要掌握科学的探头使用方法, 更重要的是要提高探头的产品质量。
- (3) 探头的密封问题是影响探头质量的主要问题。并且也是导致其它故障的主要原因。
- (4) 探头接线插件本身的密封往往被人们所忽视, 今后应引起重视。
- (5) 多数国产探头尚存在着许多质量问题, 探头的生产厂家与用户应密切互通信息, 不断改进和提高我国探头的质量。

### 参考文献:

- [1] 王云章. 应变式传感器故障分析与修理[M]. 北京: 中国计量出版社, 1995.
- [2] 唐贤强, 叶启民. 静力触探[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1981.
- [3] 中国工程建设标准化委员会. 静力触探技术标准[S]. 1988.

## AN ANALYSIS OF COMMON FAILURE OF DOMESTIC SPT PROBE AND THE ADVICES FOR IMPROVEMENT

YU Bo

(Changchun College of Technology, Changchun 130021, China)

**Abstract:** The SPT probe failures that are often encountered during operation not only decrease the accuracy of STP result, but also affect the efficiency of SPT. This paper gives a general classification of common failures, and makes a detailed analysis of the reason that leads to failure. Besides, the author puts forward advices to improve the probe according to the defects and accelerate development of the technique.

**Key words:** Static Penetration Test(SPT); probe; failure; improvement