

ICS 07.000
P 10



中华人民共和国国家标准

GB/T 12745—2007
代替 GB/T 12745—1991

土工试验仪器 触探仪

Geotechnical engineering instrument for test—
Cone static or dynamic penetrometer

2007-06-11 发布

2007-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

https://www.sljzjxx.com
水利造价信息网

目 次

前言	3
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 分类及型式、组成和规格	5
5 技术要求	9
6 试验方法	11
7 检验规则	12
8 标志、使用说明书、传感器率定表	14
9 包装、运输、贮存	14
附录 A(资料性附录) 便携式触探仪的主要技术参数	15

http://www.sljzjx.com
水利造价信息网

前 言

本标准是对 GB/T 12745—1991《静力触探仪》的修订。

本标准与 GB/T 12745—1991《静力触探仪》相比,主要差异如下:

- 增加了动力触探仪的相关内容;
- 增加了触探仪的相关术语及定义;
- 增加了静力触探仪探头的结构示意图以及动力触探仪探头的规格示意图;
- 增加了工作环境要求和材料要求;
- 补充了对检验规则及标志、包装、运输、贮存的要求;
- 在附录中给出了关于便携式触探仪的一些技术参数资料。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中华人民共和国水利部提出。

本标准由水利部国际合作与科技司归口。

本标准主要起草单位:水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心、国家电力公司南京电力自动化设备总厂、南京水利水文自动化研究所。

本标准参加起草单位:南京水利科学研究所、南京土壤仪器厂有限公司。

本标准主要起草人:姚永熙、张玉成、徐晓乐、夏康。

本标准参加起草人:鲍良钝、关秉洪、王长生、郭功泽、朱爱华。

本标准所替代标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 12745—1991。

土工试验仪器 触探仪

1 范围

本标准规定了土工试验仪器中触探仪的分类及型式、组成和规格、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、使用说明书、传感器率定表、包装、运输、贮存等要求。

本标准适用于土工试验仪器中各种类型的触探仪。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 9359—2001 水文仪器基本环境试验条件及方法

GB 9969.1 工业产品使用说明书 总则

GB/T 15478—1995 压力传感器性能试验方法

GB/T 18459—2001 传感器主要静态性能指标计算方法

GB/T 50279 岩土工程基本术语标准

3 术语和定义

GB/T 18459—2001、GB/T 50279 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

静力触探仪 **cone static penetrometer**

能够以静压力将一定规格的锥形探头匀速地垂直压入土层，按其受到的抗阻力的大小测定评价土层力学性能并间接估计土层各深度处的承载力、变形模量和进行土层划分的土工原位试验仪器。本标准主要指电阻应变式仪器。

3.2

动力触探仪 **cone dynamic penetrometer**

能够以一定质量、自由落距的击锤将一定规格的探头击入土层，根据探头沉入土层一定深度所需锤击数来确定土层承载力和评定其性状的土工原位试验仪器。

3.3

便携式触探仪 **portable penetrometer**

能够进行单参数或多参数测定，结构相对简单、便于单人携带及操作的土工试验用触探仪。

注：便携式触探仪的主要技术参数参见附录 A。

3.4

探头 **probe**

直接与土层接触、具有规定形状、尺寸、质量和硬度的金属锥形体。

3.4.1

单用探头 **probe for single-purpose**

仅可用于测量比贯入阻力的探头。

3.4.2

多用探头 **probe for multi-purpose**

可分别用于测量锥头阻力、侧壁摩阻力或孔隙水压力等参数的探头。

3.5

探杆 **penetration rod**

与探头相连接的刚性金属圆柱杆。

3.6

量测仪器 **measuring and recording instrument**

在地面上进行间断测记或自动连续记录并存储贯入阻力等参数的测量记录装置。

3.7

触探主机 **mainframe of penetrometer**

以恒定速率来推进触探仪探头,使之贯入土层的加荷装置。

3.8

反力装置 **counterforce device**

能承受与静力触探主机相匹配的反力的装置。

3.9

额定贯入力 **rated resistance for penetration**

设计规定探头贯入土层时所受到的允许总阻力。

3.10

额定起拔力 **rated resistance for lifting**

设计规定探头拔出土层时所受到的允许总阻力。

4 分类及型式、组成和规格**4.1 分类及型式**

触探仪一般分为:静力触探仪和动力触探仪。

静力触探仪按触探仪触探主机的传动方式分为机械式和液压式等。

动力触探仪按触探仪击锤能量大小分为轻型、重型和超重型三种。

4.2 组成和规格**4.2.1 组成**

4.2.1.1 静力触探仪由探头、探杆、量测仪器^{【1】}、触探主机、反力装置^{【2】}等组成。

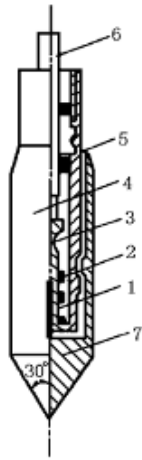
4.2.1.2 动力触探仪由探头、探杆(包括锤座和导向杆)、击锤等组成。

4.2.2 规格**4.2.2.1 探头的主要规格**

4.2.2.1.1 静力触探仪的探头按其结构和功能可分为单用探头和多用探头,单用探头可测量比贯入阻力,其示意图见图 1;多用探头可分别测量锥头阻力和侧壁摩阻力以及孔隙水压力等参数,其示意图见图 2 和图 3。

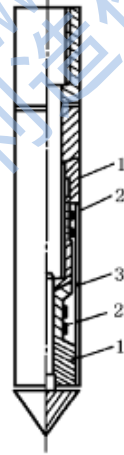
【1】采用何种型式的量测仪器本标准不作具体规定。

【2】反力装置本标准不作具体规定,但应与触探仪主机的额定贯入力相适应。



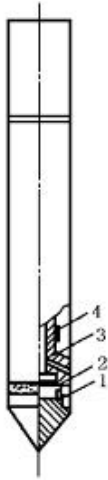
- 1——顶柱;
- 2——应变片;
- 3——变形柱;
- 4——探头筒;
- 5——密封圈;
- 6——电缆;
- 7——锥头。

图1 单用探头



- 1——变形柱;
- 2——应变片;
- 3——摩擦筒。

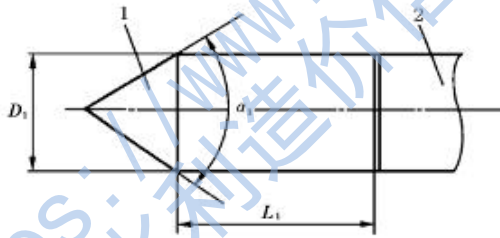
图2 多用探头



- 1—透水石；
- 2—孔压传感器；
- 3—变形柱；
- 4—应变片。

图3 多用探头(带孔压静力探头)

单用探头的主要规格见图4,并结合表1的规定。



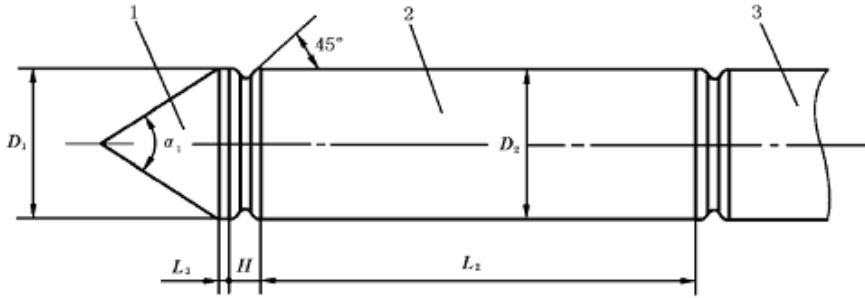
- 1—锥头；
- 2—探杆。

图4 单用探头规格示意图

表1 单用探头主要规格

投影面积 A / cm^2	直径 D_1 /mm		锥角 α_1	侧壁长度 L_1 /mm		额定负荷 / kN
	基本尺寸	公差		基本尺寸	公差	
10	35.7	+0.18 0	$60^\circ \pm 1^\circ$	57	± 0.28	10、20、30、40
15	43.7	+0.22 0		70	± 0.35	15、30、45、60
20	50.4	+0.25 0		81	± 0.40	20、40、60、80

多用探头的主要规格见图5,并应符合表2的规定。



- 1——锥头；
- 2——摩擦筒；
- 3——探杆。

图5 多用探头规格示意图

表2 多用探头主要规格

投影面积 A/cm^2	锥 头				摩 擦 筒				额定负荷/ ΔN (锥头/侧壁)		
	直径 D_1		圆柱部分 长度 L_1	锥头与摩 擦筒间距 H^a	锥角 α_1	直径 D_2^b		长度 L_2		表面积 S/cm^2	
	基本 尺寸/ mm	公差/ mm				基本 尺寸/ mm	公差/ mm	基本 尺寸/ mm			公差/ mm
10	35.7	$+0.18$ 0	4~5		$60^\circ \pm 1^\circ$	35.7	$+0.18$ 0	134	± 0.70	150 ^c	10/1.5、20/3.0、 30/4.5、40/6.0
								179	± 0.90	200	10/2、20/4、30/6、40/8
15	43.7	$+0.22$ 0	2~3			43.7	$+0.22$ 0	219	± 1.10	300	15/3、30/6、45/8、60/12
20	50.4	$+0.25$ 0				50.4	$+0.25$ 0	189	± 0.95		20/3、40/6、60/8、80/12

a 指在工作状态下的间距。
b 同一个探头中 $D_2 > D_1$ 。
c 150 cm^2 为优先采用规格。

4.2.2.1.2 动力触探仪的探头的主要规格见图6和图7,并应符合表3的规定。

单位为毫米

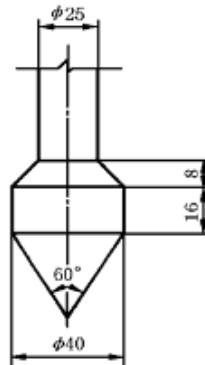


图6 轻型动力触探探头规格示意图

单位为毫米

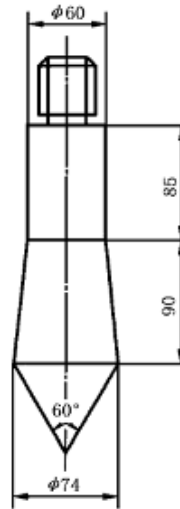


图7 重型、超重型动力触探探头规格示意图

表 3 动力触探仪探头主要规格

型式	锥端直径/ mm	投影面积/ cm ²	圆柱部分长度/ mm	渐变段长度/ mm	后部直径/ mm	后部长度/ mm	锥角
轻型	40	12.6	16	8	25	—	60°
重型	74	43	—	90	60	85	
超重型							

4.2.2.2 动力触探仪探杆直径的主要规格

动力触探仪探杆直径的主要规格应符合表 4 的规定。

表 4 动力触探仪探杆直径的主要规格

直径/ mm	轻型动力触探仪	重型动力触探仪	超重型动力触探仪
	25	42,50	50~63

4.2.2.3 静力触探仪触探主机的主要规格

静力触探仪触探主机的主要规格应符合表 5 规定。

表 5 触探主机的主要规格

额定贯入力/ kN	20	30	60	100	160	200

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 工作环境

温度： $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

相对湿度： $\leq 95\%$ ($+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时)。

5.1.2 材料

探头、探杆和击锤等均应采用耐磨损的钢质材料制造。

5.1.3 外观

仪器表面的漆层、镀层应平整、光滑、均匀,无斑点、气泡、脱皮、碰痕、划伤及锈蚀等。

5.2 静力触探仪

5.2.1 探头

5.2.1.1 绝缘电阻应大于 **50 M Ω** 。

5.2.1.2 线性度应不大于满量程的 **1.0%**。

5.2.1.3 重复性应不大于满量程的 **0.8%**。

5.2.1.4 滞后应不大于满量程的 **1.0%**。

5.2.1.5 安全过负荷率应为 **120%**。

5.2.1.6 零点温度影响在 **0 ℃~40 ℃** 的温度范围内每 **10 ℃** 不大于满量程的 **0.5%**。

5.2.1.7 密封性能要求,在 **500 kPa** 的水压下,恒压 **2 h** 后,其绝缘电阻应大于 **50 M Ω** 。

5.2.1.8 尺寸和角度应符合表 1、表 2 中的规定。

5.2.1.9 锥头和摩擦筒的硬度应大于 **HRC45**。

5.2.1.10 锥头和摩擦筒的工作表面粗糙度应不大于 **3.2 μ m**。

5.2.1.11 多用探头的传感器间相互干扰应小于各传感器自身额定输出值满量程的 **0.3%**。

5.2.2 探杆

5.2.2.1 制造材料的抗拉强度应大于 **600 MPa**。

5.2.2.2 探杆轴线的直线度误差应小于 **1 mm/m**。

5.2.2.3 探杆两端连接螺纹的同轴度误差应不大于 **1 mm/m**。

5.2.2.4 探头联接端的探杆直径,对于单用探头,长度在 **8** 倍锥头直径(D_1) 范围内应不大于锥头直径(D_2);对于多用探头,长度在 **6** 倍锥头直径(D_1) 范围内应不大于锥头直径(D_2)。

5.2.3 量测仪器

静力触探仪的量测仪器的误差应不大于满量程的 **$\pm 0.5%$** 。

5.2.4 触探主机

5.2.4.1 额定贯入力应符合表 5 规定。

5.2.4.2 额定起拔力应大于等于额定贯入力的 **120%**。

5.2.4.3 贯入速率应能保证在 **1.2 m/min \pm 0.3 m/min** 范围内。

5.2.4.4 应能匀速地将探头垂直压入土中,贯入轴线的垂直度误差应小于 **30'**。

5.3 动力触探仪

5.3.1 探头

动力触探仪探头的尺寸和角度应符合表 3 的规定。

5.3.2 探杆

5.3.2.1 动力触探仪探杆的直径应符合表 3 的规定。

5.3.2.2 重型触探仪探杆每米质量应大于 **4.5 kg** 且小于 **8 kg**,超重型触探仪探杆每米质量应小于 **12 kg**。

5.3.2.3 重型和超重型动力触探仪的锤座直径应小于 **100 mm**,并且同时小于等于锤底面直径的一半。

5.3.2.4 动力触探仪的探杆与接头的同轴度误差应不大于 **0.2 mm**。

5.3.2.5 锤座和导向杆的总质量不应超过 **30 kg**。

5.3.2.6 探杆的其他要求应符合 **5.2.2.1~5.2.2.3**。

5.3.3 击锤

5.3.3.1 动力触探仪的击锤的主要性能指标见表 6。

表 8 击锤的主要性能指标

型 式	锤重/ kg	落高/ cm
轻型	10±0.2	50±2
重型	50±0.5	50±2
	68.5±0.5	76±2
超重型	120±1	100±2

5.3.3.2 重型和超重型动力触探仪应有自动落锤装置及相应的安全防护装置。

6 试验方法

6.1 静力触探仪

6.1.1 探头

6.1.1.1 用 100 V~250 V 的兆欧表分别接探头的电路与本体,测量二者之间的绝缘电阻,测量结果应符合 5.2.1.1 的要求。

6.1.1.2 线性度、重复性、滞后、安全过负荷率和零点温度影响等试验方法,参照 GB/T 15478—1995 有关规定进行,试验结果应分别符合 5.2.1.2、5.2.1.3、5.2.1.4、5.2.1.5 和 5.2.1.6 的要求。

6.1.1.3 将探头浸设在盛水密封容器中,加水压至 500 kPa,恒压 2 h,再按本标准 6.1.1.1 方法测量其绝缘电阻,测量结果应符合 5.2.1.7 的要求。

6.1.1.4 用外径千分尺、游标卡尺和万能角度尺分别测量锥头和摩擦筒的直径、长度、间距、锥角,测量结果应符合 5.2.1.8 的要求。

6.1.1.5 用洛氏硬度计分别测量锥头和摩擦筒的外径处,测量结果应符合 5.2.1.9 的要求。

6.1.1.6 用表面粗糙度标准样块目测比较锥头和摩擦筒的工作表面,目测结果应符合 5.2.1.10 的要求。

6.1.1.7 在与 6.1.1.2 相同的条件下,将多用探头置于加荷装置上,侧壁传感元件连接测量仪器,加荷至额定负荷,保持 5 s,读取输出值,其干扰误差 (R_d) 按式(1)计算,数值以满量程的百分比计,计算结果应符合 5.2.1.11 的要求。

$$R_d = \frac{Q_m - Q_0}{Q_n} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Q_m ——在锥头传感器元件的额定负荷下,侧壁传感器元件的输出值;

Q_0 ——侧壁传感器元件的零点输出值;

Q_n ——侧壁传感器元件的额定输出值。

6.1.2 探杆

6.1.2.1 探杆经抗拉强度试验,其抗拉强度应符合 5.2.2.1 的要求。

6.1.2.2 用平板和塞尺测量探杆轴线的直线度误差,测量结果应符合 5.2.2.2 的要求。

6.1.2.3 按图 8 方法测量探杆旋转一周时 A、B 两点上各自百分表读数差,测量结果应符合 5.2.2.3 的要求。

6.1.2.4 用游标卡尺和钢直尺测量该段探杆的直径和长度,测量结果应符合 5.2.2.4 的要求。

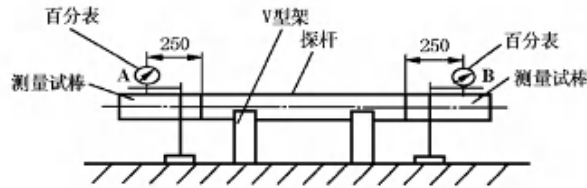


图8 同轴度误差试验方法示意图

6.1.3 量测仪器

用标准信号发生器或类似标准量测仪器进行测量,测量结果应符合 5.2.3 的要求。

6.1.4 触探主机

6.1.4.1 在试验平台上将主机按工作要求安装好,使探杆顶压安装在平台上的测力计上,当该测力计上的力大于主机额定贯入力时,应符合 5.2.4.1 的要求。

6.1.4.2 在试验平台上将主机按工作要求安装好,空载时的贯入速率调到 $1.2 \text{ m/min} \pm 0.3 \text{ m/min}$,然后在探杆下端装一模拟试验用的负载油缸,并使该油缸下行阻力符合该机额定贯入力,用秒表和钢直尺测出探杆在顶压该油缸时的下行速度,该速度应符合 5.2.4.2 的要求。

6.1.4.3 用框式水平仪调平触探主机并调正贯入轴线,目测水平装置,测量结果应符合 5.2.4.3 的要求。

6.2 动力触探仪

6.2.1 探头

用外径千分尺、游标卡尺和万能角度尺分别测量探头的直径、长度、锥角,测量结果应符合 5.3.1 的要求。

6.2.2 探杆

6.2.2.1 用外径千分尺、游标卡尺分别测量动力触探仪探杆及探头、锤座等的直径,测量结果应符合 5.3.2.1、5.3.2.3 和 5.3.2.4 的要求。

6.2.2.2 用 6.1.2.3 的试验方法检测探杆的同轴度误差,测量结果应符合 5.3.2.4 的要求。

6.2.2.3 用相应精度的衡器称量锤座和导向杆的总质量,测量结果应符合 5.3.2.5 的要求。

6.2.2.4 其他要求的试验方法同 6.1.2.1~6.1.2.3。

6.2.3 击锤

用相应精度的衡器称量动力触探仪击锤的质量,测量结果应符合 5.3.3.1 的要求。

6.3 工作环境

参照 GB/T 9359—2001 第 6 章和第 7 章的规定进行,测量结果应满足 5.1.1 的要求。

6.4 外观

用目测鉴别产品的表面和外观,目测结果应符合 5.1.3 的要求。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 批量生产的触探仪,应逐台进行出厂检验,出厂检验的项目和检验类别按表 7 的规定。

7.1.2 抽检按每批产品数量的 10% 随机抽样进行检验,每批最少应不少于 3 台。若产品数量少于 3 台,则应全检。

表 7 出厂检验的项目和检验类别

检验项目	技术要求	试验方法	检验类别
外观	5.1.3	6.4	全检
探头	5.2.1.1	6.1.1.1	全检
	5.2.1.2	6.1.1.2	
	5.2.1.3		
	5.2.1.4		
	5.2.1.5		
	5.2.1.7~5.2.1.11	6.1.1.3~6.1.1.7	全检
5.3.1	6.2.1		
探杆	5.2.2.1~5.2.2.4	6.1.2.1~6.1.2.4	抽检
	5.3.2.1~5.3.2.5	6.2.2.1~6.2.2.4	
击锤	5.3.3.1	6.2.3	抽检
量测仪器	5.2.3	6.1.3	全检
触探主机	5.2.4.1	6.1.4.1	抽检
	5.2.4.2	6.1.4.2	
	5.2.4.3	6.1.4.3	

7.1.3 抽检项目如不符合标准,应进行加倍抽检,若仍有不合格,则应全检。

7.1.4 静力触探仪应逐台进行出厂前的传感器率定,经过率定的传感器应附传感器率定表。

7.1.5 探头试验后半年如仍未能出厂,则按 6.1.1.1 重新试验,试验结果应符合 5.2.1.1 的要求。

7.1.6 每台触探仪检验合格后,应签发产品检验合格证后方可出厂。

7.2 型式检验

7.2.1 触探仪有下列情况之一时,应进行型式检验:

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- 正式生产时,定期或积累一定产量后,应周期性进行一次检验;
- 产品长期停产后又恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.2.2 型式检验应按本标准规定的全部试验项目进行全性能检验。

7.2.3 型式检验的样品,应从经出厂检验合格的产品中随机抽取 3 台。若产品总数少于 3 台,则应全部检验。

7.2.4 试验结果评定:在型式检验中有两台以上(包括两台)不合格时,则判该批产品不合格。有一台不合格时,则应加倍抽取该产品进行扩大抽样检验。仍有不合格时,则判该批产品为不合格;若加倍抽样产品全部合格,则该批产品应判为合格。

7.2.5 经过型式检验的仪器样机,需要更换易损件,并经出厂检验合格后方可出厂。

8 标志、使用说明书、传感器率定表

8.1 标志

8.1.1 产品标志

8.1.1.1 触探仪探头应在其显著部位注明产品编号等内容。

8.1.1.2 触探仪探杆、击锤应在其显著部位注明产品编号及主要参数。

8.1.1.3 触探仪量测仪器、触探主机应在其显著部位注有铭牌,并清晰标明以下内容:

- 产品名称、型号;
- 生产厂家、详细地址及商标;
- 出厂编号及日期;
- 主要参数。

8.1.2 包装标志

触探仪的外包装箱的表面应标志以下内容:

- 产品名称、型号、件数;
- 箱体尺寸:长(mm)×高(mm)×宽(mm);
- 箱体净重或毛重(kg);
- 到站(港)及收货单位;
- 发站(港)及发货单位;
- 运输作业安全标志。

8.2 使用说明书

触探仪的使用说明书应满足 GB 9969.1 的规定。

8.3 传感器率定表

触探仪的传感器率定表应清晰注明以下内容:

- 线性度;
- 重复性;
- 滞后;
- 传感器系数;
- 额定输出;
- 分辨力。

9 包装、运输、贮存

9.1 包装

9.1.1 包装箱应坚实可靠。

9.1.2 触探仪应按照触探机主机、探杆、探头、击锤和量测仪器等的尺寸及形状的需要分别包装。

9.1.3 对易锈蚀的外部零部件应涂防锈油防护。

9.1.4 包装时,周围环境及包装箱内应清洁、干燥。

9.1.5 随同触探仪装箱的技术文件应有装箱单、产品合格证、传感器率定表、使用说明书等。

9.2 运输

包装好的触探仪应能适应各种运输方式。

9.3 贮存

9.3.1 触探仪应贮存在干燥、通风、防晒和无化学物质侵蚀的环境中。

9.3.2 触探仪应能在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内贮存。

附录 A
(资料性附录)

便携式触探仪的主要技术参数

A.1 组成

便携式触探仪可分为机械式和电子式两种。主要由探头、量测仪器、百分表(或刻度杆)、螺旋型弹簧等组成。

A.2 探头规格

便携式触探仪探头的常见规格见表 A.1。

表 A.1 便携式触探仪探头的常见规格

锥角	锥高/cm
30°	0.8、1.194、1.754、3.0 等
60°	1.299、3.0 等

A.3 探杆规格

便携式触探仪探杆长度的常见规格有 25 cm、30 cm，在实际触探中，可根据需要将探杆进行连接，一般最长可达 15 m。

注：便携式触探仪探头与探杆的规格，在实际应用中种类比较繁多，本标准只给出了其中的一些相对比较常见的规格数据。

A.4 主要技术参数

贯入阻力上、下限：0 N~100 N。

精度：小于等于满量程的 0.25%。

最大贯入深度：25 cm~1.5 m。