

**JTJ**

中华人民共和国行业标准

**JTJ/T 320—96**

---

# 疏浚岩土分类标准

Classification of Rocks and Soils to be Dredged

1996—11—15 发布

1997—03—01 实施

---

中华人民共和国交通部发布

中华人民共和国行业标准

**疏浚岩土分类标准**

**JTJ/T 320—96**

主编单位：交通部上海航道局

批准部门：中华人民共和国交通部

施行日期：1997年3月1日

# 关于发布《疏浚岩土分类标准》的通知

交基发〔1996〕981号

各省、自治区、直辖市交通厅(局、委、办),部属及双重领导企事业单位:

由我部组织上海航道局等单位编制的《疏浚岩土分类标准》,业经审查,现批准为推荐性行业标准,编号为JTJ/T320—96,自1997年3月1日起施行。我部原基本建设局颁发的《疏浚土分类标准(试行)》〔(84)基航字第181号〕同时废止。

本标准由部基建司负责管理,具体解释工作由交通部上海航道局负责,出版工作由部基建司组织。

中华人民共和国交通部  
一九九六年十一月十五日

# 前 言

随着社会主义市场经济建设的迅速发展和科学技术的进步,我国水运工程建设疏浚行业任务日益繁重,业务范围已经进入国际市场多年。为了提高疏浚工程的实施水平,加强技术管理和适应对外业务的需要,交通部组织上海航道局会同疏浚工程定额站,对1984年《疏浚土分类标准》(试行)进行了重新编制,制定了《疏浚岩土分类标准》。

本标准共分7章17节86条和7个附录,并附有条文说明。它主要规定了适用于沿海、内河疏浚岩土的分类分级与工程特性指标、各类岩土的可挖性、用于管道输送和填土的适宜性,以及为达到上述目的必须进行的疏浚岩土勘察和测试工作要点。

本标准的岩土分类除参照我国现已颁布实施的国家有关标准外,还注重向国际标准靠拢。

本标准所列疏浚岩土内容总体上较1984年《疏浚土分类标准》(试行)增加了岩土类、粉土类和有机质土及泥炭,较国际标准多了淤泥土类。

本标准由交通部上海航道局负责解释。各单位在使用过程中,若发现需要修改或补充之处,请将意见和有关资料函告交通部上海航道局,以便修订时参考。

本标准若进行局部修订时,其修订内容将在《水运工程标准与造价管理信息》上刊登。

# 目 次

<b>1 总则</b> .....	(1)
<b>2 符号</b> .....	(2)
<b>3 岩土分类</b> .....	(5)
3.1 一般规定 .....	(5)
3.2 岩石类 .....	(5)
3.3 土类 .....	(5)
3.4 混合土、层状土和残积土 .....	(7)
<b>4 疏浚岩土工程特性和分级</b> .....	(9)
4.1 一般规定 .....	(9)
4.2 岩石类 .....	(9)
4.3 土类 .....	(9)
<b>5 岩土的可挖性及管道输送和填土的适宜性</b> .....	(13)
5.1 各类挖泥船对岩土的可挖性 .....	(13)
5.2 各类疏浚岩土用于管道输送和填土的适宜性 .....	(13)
<b>6 疏浚岩土的勘察</b> .....	(16)
6.1 一般规定 .....	(16)
6.2 勘察准备 .....	(16)
6.3 实施勘察 .....	(17)
6.4 水上钻探 .....	(20)
6.5 岩土的现场描述及鉴别 .....	(21)
6.6 水底地层剖面仪探测 .....	(21)
6.7 原位测试 .....	(21)
6.8 编写勘察报告 .....	(28)
<b>7 岩土试验</b> .....	(31)
<b>附录 A 附着力试验</b> .....	(38)

附录 B	烧灼量试验 .....	(39)
附录 C	岩石抗压强度试验 .....	(40)
附录 D	岩石点荷载强度试验 .....	(42)
附录 E	密实判数试验 .....	(45)
附录 F	常用岩土图例 .....	(46)
附录 G	本标准用词用语说明 .....	(48)
附加说明	本标准主编单位、参加单位和主要 起草人名单 .....	(49)
附 条文说明	.....	(50)

# 1 总 则

**1.0.1** 为了正确鉴别和科学分析疏浚区域的岩土类别、工程特性及其分布情况,以提高疏浚工程的实施水平,加强技术管理,制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于沿海、内河疏浚岩土的分类和工程特性分析,以及为此而必须进行的勘察和岩土测试。

**1.0.3** 疏浚岩土的勘察应根据工程的实际需要分阶段进行,经济合理地疏浚工程的可行性研究、设计、施工和管理提供所要求的可靠的地质资料。

**1.0.4** 疏浚岩土的类别及工程特性和分布情况是优选疏浚船舶设备、正确制定施工方法的重要依据。

**1.0.5** 疏浚岩土的分类除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 符 号

- a* 压缩系数( $\text{kPa}^{-1}$ )。
- C<sub>c</sub>* 曲率系数(1°)。
- C<sub>u</sub>* 不均匀系数(1°)。
- C<sub>v</sub>* 固结系数( $\text{cm}^2/\text{s}$ )。
- C* 凝聚力( $\text{kPa}$ )。
- D, d* 颗粒粒径( $\text{mm}$ )。
- DG* 密实判数(1°)。
- D<sub>p</sub>* 颗粒级配(%)。
- D<sub>r</sub>* 相对密度(1°, %)。
- d<sub>10</sub>* 有效粒径( $\text{mm}$ ) (在级配曲线上, 含量小于土粒总质量的 10% 的粒径)。
- d<sub>30</sub>* 中间粒径( $\text{mm}$ ) (在级配曲线上, 含量小于土粒总质量的 30% 的粒径)。
- d<sub>50</sub>* 平均粒径(中值粒径)( $\text{mm}$ ) (在级配曲线上, 含量小于土粒总质量的 50% 的粒径)。
- d<sub>60</sub>* 限制粒径( $\text{mm}$ ) (在级配曲线上, 含量小于土粒总质量的 60% 的粒径)。
- E*, 压缩模量( $\text{MPa}$ )。
- e* 孔隙比(1°)。
- e<sub>0</sub>* 试样的初始孔隙比(1°)。
- e<sub>max</sub>* 试样的最大孔隙比(1°)。
- e<sub>min</sub>* 试样的最小孔隙比(1°)。
- F* 土的附着力( $\text{g}/\text{cm}^2$ )。
- G* 比重(1°)。

- $G_w$  水的比重(1°)。
- $G_s$  土粒的比重(1°)。
- $g$  重力加速度( $\text{cm/s}^2$ )。
- $I_L$  土的液性指数(%)。
- $I_p$  土的塑性指数(%)。
- $I_{s(50)}$  点荷载强度指数(MPa)。
- $K$  岩石的风化折减系数(1°)。
- $K_T$  水温  $T^\circ\text{C}$  时试样的渗透系数( $\text{cm/s}$ )。
- $K_R$  岩石的软化系数(1°)。
- $M_c$  土中的粘粒含量(%)。
- $m_d$  干土质量(g)。
- $m_o$  湿土质量(g)。
- $m_v$  体积压缩系数( $\text{kPa}^{-1}$ )。
- $N$  标准贯入试验锤击数(1°)。
- $N_{63.5}$  重型动力触探锤击数(1°)。
- $N_{120}$  超重型动力触探锤击数(1°)。
- $n$  孔隙率(1°、%)。
- $P$  压力(kPa)。
- $Q$  有机质含量(%)。
- $Q_1$  烧灼减量(%)。
- $q_d$  贯入阻力(kPa)。
- $q_u$  原状土无侧限抗压强度(kPa)。
- $q_v$  重塑土无侧限抗压强度(kPa)。
- $R_c$  岩石单轴饱和极限抗压强度(MPa)。
- $R_d$  岩石单轴干极限抗压强度(MPa)。
- $RQD$  岩石质量指标(%)。
- $S_p$  颗粒形状。
- $S_r$  饱和度(%)。
- $S_i$  土的灵敏度(1°)。

- $T, t$  温度( $^{\circ}\text{C}$ )。  
 $TCR$  岩芯采取率( $1^*$ 、%)。  
 $V_s$  土的颗粒体积( $\text{cm}^3$ )。  
 $V_v$  土的孔隙体积( $\text{cm}^3$ )。  
 $VST$  十字板剪切试验。  
 $W$  天然含水量(%)。  
 $W_L$  液限(%)。  
 $W_p$  塑限(%)。  
 $W_s$  缩限(%)。  
 $W_{sr}$  饱和含水量(%)。  
 $W_1$  吸水率(%)。  
 $W_2$  饱和吸水率(%)。  
 $\alpha$  天然坡角( $^{\circ}$ )。  
 $\alpha_w$  水下坡角( $^{\circ}$ )。  
 $\rho$  密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。  
 $\rho_d$  试样干密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。  
 $\rho_b$  试样湿密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。  
 $\tau$  抗剪强度( $\text{kPa}$ )。  
 $\phi$  内摩擦角( $^{\circ}$ )。  
 $r$  天然重度( $\text{kN}/\text{m}^3$ )。  
 $r_s$  土粒的重度( $\text{kN}/\text{m}^3$ )。  
 $r_d$  岩土干重度( $\text{kN}/\text{m}^3$ )。  
 $r_{max}$  岩土的最大重度( $\text{kN}/\text{m}^3$ )。  
 $r_{min}$  岩土的最小重度( $\text{kN}/\text{m}^3$ )。

注:1\*——用实数表示的无量纲

## 3 岩土分类

### 3.1 一般规定

3.1.1 疏浚工程地质应分为岩石类和土类两大类。

3.1.2 岩石应为颗粒间牢固联结呈整体或具有节理裂隙的岩体。疏浚岩石主要根据其坚固性分为硬质岩石和软质岩石。此外,尚可按风化程度分为新鲜、微风化、中等风化、强风化、全风化;按成因分为岩浆岩(火成岩)、沉积岩、变质岩;按软化系数分为软化岩石和不软化岩石。

3.1.3 土类可分为有机质土及泥炭、淤泥土类、粘性土类、粉土类、砂土类和碎石土类,其类别由下列指标确定:

- (1)土颗粒组成及其特征;
- (2)土的天然含水量;
- (3)土的塑性指标:液限、塑限和塑性指数;
- (4)土中有机物存在情况。

### 3.2 岩石类

3.2.1 疏浚岩石按新鲜岩石的单轴饱和极限抗压强度大于或等于 30MPa 者列为硬质岩石,小于 30MPa 者列为软质岩石。

3.2.2 疏浚岩石分类见表 3.2.2。

### 3.3 土类

3.3.1 有机质土及泥炭是指含有大于或等于总质量 5% 以上的腐殖质及纤维质,呈黑色或褐色并有臭味的土的总称。

3.3.2 淤泥土类系指在静水或缓慢的流水环境中沉积,或伴有生

物化学作用形成的粘性土,其天然含水量大于液限,天然孔隙比大于或等于 1.0。淤泥土类根据孔隙比或含水量分为淤泥质土、淤泥、流泥、浮泥。淤泥质土还应根据塑性指数  $I_p > 17$  或  $10 < I_p \leq 17$  再划分为淤泥质粘土或淤泥质粉质粘土。

疏浚岩土分类表

表 3.2.2

岩土类别	岩土名	分类标准
有机质土及泥炭	有机质土及泥炭	$w \geq 5\%$
淤泥土类	浮泥	$w > 150\%$
	流泥	$85\% < w \leq 150\%$
	淤泥	$65\% < w \leq 85\%$ $1.5 < e \leq 2.4$
	淤泥质土	$36\% < w \leq 55\%$ $1.0 < e \leq 1.5$
粘性土类	粘土	$I_p > 17$
	粉质粘土	$10 < I_p \leq 17$
粉土类	粘质粉土	$d' > 0.075\text{mm}$ 颗粒小于总质量 50% $p \leq 10$ $10\% \leq M_c < 15\%$
	砂质粉土	$d' > 0.075\text{mm}$ 颗粒小于总质量 50% $p \leq 10$ $3\% \leq M_c < 10\%$
砂土类	粉砂	$d' > 0.075\text{mm}$ 颗粒大于总质量 50%
	细砂	$d' > 0.075\text{mm}$ 颗粒大于总质量 85%
	中砂	$d' > 0.25\text{mm}$ 颗粒大于总质量 50%
	粗砂	$d' > 0.5\text{mm}$ 颗粒大于总质量 50%
	砾砂	$d' > 2.0\text{mm}$ 颗粒占总质量 25%~50%
碎石土类	角砾 圆砾	$d' > 2.0\text{mm}$ 颗粒大于总质量 50%
	碎石 卵石	$d' > 20\text{mm}$ 颗粒大于总质量 50%
	块石 漂石	$d' > 200\text{mm}$ 颗粒大于总质量 50%
岩石类	软质岩石	$R_c < 30\text{MPa}$
	硬质岩石	$R_c \geq 30\text{MPa}$

注:Q—有机质含量(%); $I_p$ —塑性指数; $d'$ —粒径(mm); $w$ —天然含水量(%); $e$ —孔隙比; $R_c$ —单轴饱和抗压强度(MPa); $M_c$ —粘粒含量( $d < 0.005\text{mm}$ )。

**3.3.3 粘性土类系指塑性指数大于 10 的土,按塑性指数大小分为粘土、粉质粘土。**

塑性指数的液限值是由 76g 圆锥仪沉入土中 10mm 测定的。

**3.3.4 粉土类系指粒径大于 0.075mm 的颗粒含量小于总质量的 50%,且塑性指数小于或等于 10,粘粒含量大于或等于 3%,并小于 15%的土。根据粘粒含量不同,又可分为粘质粉土和砂质粉土。**

**3.3.5 砂土类分别按粒径大于 0.075mm、0.25mm、0.5mm、2.0mm 的颗粒含量大于总质量或占总质量的百分比定名为粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾砂。**

**3.3.6 碎石土类分别按粒径大于 2mm、20mm、200mm 的颗粒含量大于总质量 50%的颗粒级配及颗粒形状定名为角砾、圆砾、碎石、卵石、块石、漂石。珊瑚碎块属于碎石土类。**

**3.3.7 疏浚土的分类指标见表 3.2.2。**

### **3.4 混合土、层状土和残积土**

**3.4.1 混合土系指粗细颗粒两类土呈现混杂状态同时存在,具有颗粒级配不连续,中间粒组颗粒含量极少,级配曲线中间段极为平缓等特征。定名时,将主要土类列在名称前部,次要土类列在名称后部,中间以混字连结。**

**3.4.2 混合土应按其成因和不同土类的含量分为:淤泥混砂、砂混淤泥、粘性土混砂或碎石,并符合下列规定。**

**3.4.2.1 淤泥和砂的混合土属海陆交互相沉积的一种特殊土,其中:**

淤泥混砂:淤泥含量大于总质量的 30%。

砂混淤泥:淤泥含量大于总质量的 10%,小于或等于总质量的 30%。

**3.4.2.2 粘性土和砂或碎石的混合土,属坡积、洪积等成因形成的土,其中:**

粘性土混砂或碎石:粘性土含量大于总质量的 40%。

砂或碎石混粘性土：粘性土含量大于总质量的 10%，小于或等于总质量的 10%。

3.4.3 确定混合土时，还可结合土的颜色、密实度、强度等加以描述，例如：

松散卵石混砾砂；坚硬的白色粉质粘土混粗砂；硬胶结粘土混砾砂。

3.4.4 层状土是两类不同的土层相间成韵律沉积，具有明显层状构造特征的土。定名时，应将厚层土列在名称前部，薄层土列在名称后部，根据其成因及两类土层的厚度比可分为互层土、夹层土和间层土。各层土应符合下列规定。

3.4.4.1 互层土：呈交错互层构造，两类土层厚度相差不大，厚度比大于 1/3，例如粘土与粉砂互层。

3.4.4.2 夹层土：具有夹层构造，两类土层厚度相差较大，厚度比为 1/3~1/10，例如粘土夹粉砂层。

3.4.4.3 间层土：常呈很厚的粘性土间有极薄层粉砂土，厚度比小于 1/10，例如粘土间薄层粉砂。

3.4.5 在确定层状土时，对具有互层、夹层、间层的土层，除分层的层理外，尚应综合土的层理特征，作出评价。

3.4.6 残积土系指硬质岩石、软质岩石完全风化后，未经搬运而残留原地的碎屑土。其中花岗岩残积土常含有大于 2mm 的颗粒混杂于粘性土之中，具有孔隙比较大、液性指数较小、压缩性较低、遇水易崩解等特点。可按其大于 2mm 颗粒含量百分比分为：

砾质粘性土：大于 2mm 颗粒含量大于总质量的 20%。

砂质粘性土：大于 2mm 颗粒含量小于或等于总质量的 20%。

粘性土：不含大于 2mm 的颗粒。

## 4 疏浚岩土工程特性和分级

### 4.1 一般规定

4.1.1 疏浚岩土应根据影响疏浚机具的挖掘、提升、输移、泥土处理等工序作业难易程度的工程特性进行分级。

4.1.2 疏浚岩土工程特性指标应包括判别指标和辅助指标。判别指标着重考虑挖掘岩土的难易程度,并以此为主分析岩土性质状态,确定岩土分类级别。辅助指标则视施工工序要求结合分析,并用以辅助土的分级。

### 4.2 岩石类

4.2.1 疏浚岩石的工程特性指标应以岩块的单轴抗压强度为判别指标,并将小于 30MPa 的岩石分为“稍强”和“弱”二级。对部分软质岩石、全风化和强风化岩石及珊瑚礁等相对较松软的岩石,可采用标准贯入击数测试判别。

4.2.2 当单轴抗压强度大于或等于 30MPa 的岩石必须挖除时,应先行爆破、击碎等预处理。对于标准贯入击数  $N > 30$  的疏浚岩石,应根据挖泥船的实有挖掘能力和施工经济性进行综合考虑,必要时,也可先采取爆破、击碎等预处理。

4.2.3 疏浚岩石的工程特性和分级见表 4.2.3。

### 4.3 土类

4.3.1 有机质土及泥炭应以天然重度为判别指标。

4.3.2 淤泥土类中的浮泥、流泥按其存在状态合并列为“流态”级别,其工程特性应以天然重度为判别指标。淤泥列为“很软”级别,其工程特性应以标准贯入击数和天然重度为判别指标,并以天然含水量、孔隙比、液性指数、抗剪强度、附着力为辅助指标。淤泥质

表 4.2.3 硫凌岩土工程特性和分级

岩土类别	级别状态	强度及结构特征	判别指标			辅助指标					烧灼重量 $Q_1$ (%)	
			标贯 击数 $N$	天然 重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	抗压 强度 $R_c$ (MPa)	天然 含水量 $W$ (%)	液性 指数 $I_L$	孔隙比 $e$	抗剪强度 $\tau$ (kPa)	附着力 $F$ (g/cm <sup>2</sup> )		相对 密度 $D_r$
有机质 土 及泥炭	0 极软	可能是密实的或松软的,强度和结构在水或垂直方向上可能相差很大,并存在气体		<12.8								$\geq 5$
淤泥 土类	1 流态			<14.9			>85		>2.4			
	2 很软	极易在手指内挤压	<2	<16.6		55~85	>1.0	>1.5		无		
	3 软	极易用手指捏成形	$\leq 4$	$\leq 17.6$			$\leq 1.0$			<50 弱		
	4 中等	稍用力捏可成形	$\leq 8$	$\leq 18.7$			$\leq 0.75$			50~150 中等		
	5 硬	手指需用力捏才成形	$\leq 15$	$\leq 19.5$			$\leq 0.50$			150~250 强		
	6 坚硬	不能用手指捏成形,可用大拇指压出凹痕	>15	>19.5			<0.25			>100		
砂 土 类	7 极松	极容易将12mm钢筋插入土中	$\leq 4$	<18.3								<0.15
	8 松散	较容易将12mm钢筋插入土中	$\leq 10$	$\leq 18.6$								$\leq 0.33$
	9 中密	用2~3kg重锤很容易将12mm钢筋打入土中	$\leq 30$	$\leq 19.6$								$\leq 0.67$
	10 密实	用2~3kg重锤可将12mm钢筋打入土中30mm	>30	>19.6								>0.67

满足  $C_u \geq 5, C_c = 1 \sim 3$  为良好级配的砂(SW),不能满足以上条件的为不良级配的砂(SP)

续上表

岩土类别	级别状态	强度及结构特征	判 别 指 标		辅 助 指 标							
			标贯 击数 $N$	天然 重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	抗压 强度 $R_c$ (MPa)	含水量 $W$ (%)	液性 指数 $I_L$	孔隙比 $e$	抗剪 强度 $\tau$ (kPa)	附着力 $F$ (g/cm <sup>2</sup> )	相对 密度 $D_r$	烧 失 量 $Q_1$ (%)
碎石土类	11	松散	$N_{63.5} < 7$	$DG < 65$								
	12	中密	$N_{63.5} 7 \sim 18$	$DG 65 \sim 70$								
	13	密实	$N_{63.5} > 18$	$DC > 70$								
岩石类	14	弱	$N < 50$									
	15	稍强										

满足  $C_u \geq 5, C_c = 1 \sim 3$  为良好级配的砾石(GW), 不能满足以上条件的为不良级配的砾石(GP)

注: ①淤泥质土可在粘性土类中衡量级别, 粘质粉土可在粘性土类中衡量级别, 砂质粉土可在砂土类中衡量级别。

②表中符号  $N_{63.5}$ ——重型动力触探锤击数,  $DC$ ——密实判数

土的工程特性与粘性土相似,归并于粘性土类。

**4.3.3** 粘性土类的工程特性应以标准贯入击数和天然重度为判别指标,其中以标准贯入击数为主分为“软”、“中等”、“硬”、“坚硬”四种状态级别,并以液性指数、抗剪强度、附着力的辅助指标。

**4.3.4** 粉土类中的粘质粉土其工程特性与粘性土相似,应归并于粘性土类,砂质粉土的工程特性与砂土相似,应归并于砂土类。

**4.3.5** 砂土类的工程特性应以标准贯入击数和天然重度为判别指标,其中以标准贯入击数为主分为“极松”、“松散”、“中密”、“密实”四种状态级别,并以相对密度为辅助指标。砂土的级配良好状况应以砂土的不均匀系数  $C_u$  及曲率系数  $C_c$  进行评价。

不均匀系数  $C_u$  及曲率系数  $C_c$  分别按式 4.3.5-1、4.3.5-2 计算:

$$C_u = d_{60}/d_{10} \quad (4.3.5-1)$$

$$C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \times d_{60}) \quad (4.3.5-2)$$

**4.3.6** 碎石土类宜以重型动力触探击数  $N_{63.5}$  及密实判数  $DG$  为判别指标,分为“松散”、“中密”、“密实”三种状态级别。对埋深较大、土层厚度较大的碎石土宜以超重型动力触探击数  $N_{120}$  测定其密实度,测定结果应换算成重型动力触探击数  $N_{63.5}$ 。

对于粒径基本上属于块石、漂石为主的碎石土,当不便或无法有效使用动力触探击数测试时,可用密实判数区分其状态级别。

碎石土的骨架颗粒含量及排列情况、充填物成份及填密情况、胶结性等,可用以辅助分析。

碎石土的级配良好状况以砾石的不均匀系数  $C_u$  及曲率系数  $C_c$  进行评价。其计算方法与本标准式 4.3.5-1、4.3.5-2 的规定相同。

**4.3.7** 疏浚土类的工程特性和分级见表 4.2.3

## 5 岩土的可挖性及管道 输送和填土的适宜性

### 5.1 各类挖泥船对岩土的可挖性

5.1.1 挖泥船应按耙吸、绞吸、链斗、抓斗、铲斗分为五种主要类型,并应根据挖泥船类型、岩土类别及工程特性,将疏浚岩土的可挖难易程度分为容易、较易、尚可、较难、困难、很难、不适合七个等级(见表 5.1.1)。

### 5.2 各类疏浚岩土用于管道输送和填土的适宜性

5.2.1 当采用管道输送疏浚岩土时,对于容易堵塞管道和泥泵的大块石、胶结粘土,必须经破碎或排除后方可进行输送。

5.2.2 当采用疏浚岩土进行吹填造地时,应对填土的固结、沉降、压缩、湿陷、渗透、密实及承载力等因素,给予定性评价。

5.2.3 各类疏浚岩土用于管道输送和填土的适宜性分为很好、较好、尚可、较差、差、不适合六个等级(见表 5.2.3)。

挖泥船对疏浚岩土的可挖性

表 5.1.1

岩土类别	级别	状态	耙		吸		绞		链斗		抓斗		铲斗	
			大 ≥3000m <sup>3</sup>	小 <3000m <sup>3</sup>	大 ≥2940kW	小 <2940kW	大 ≥500m <sup>3</sup>	小 <500m <sup>3</sup>	大 ≥4m <sup>3</sup>	小 <4m <sup>3</sup>	大 ≥4m <sup>3</sup>	小 <4m <sup>3</sup>		
有机质土及泥炭	0	极软	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容
	1	流态	较	较	较	较	较	较	较	较	较	较	较	较
淤泥土类	2	很软	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容
	3	软	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容
	4	中等	较	尚	较	较	较	较	较	较	较	较	较	较
	5	硬	困	困	较	较	较	较	较	较	较	较	较	较
	6	坚硬	很	很	困	困	困	困	困	困	困	困	困	困
粘性土类	7	极松	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容
	8	松散	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容
	9	中密	尚	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容	容
砂土类	10	密实	较	较	较	较	较	较	较	较	较	较	较	较
	11	松散	困	困	困	困	困	困	困	困	困	困	困	困
	12	中密	很	不	很	不	困	不	困	困	困	困	困	困
	13	密实	不	不	不	不	很	不	很	不	不	不	不	不
碎石土类	14	弱	不	不	不	不	困	困	困	困	困	困	困	困
	15	精强	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不

各类疏浚岩土用于管道输送和填土的适宜性 表 5.2.3

岩土类别	岩土名	分类特征	管道输送的适宜性	用作填土的适宜性
有机质土及泥炭	有机质土及泥炭	$Q \geq 5\%$	很好	不适合
淤泥土类	浮泥	$W > 150\%$	很好	不适合
	流泥	$85\% < W \leq 150\%$	很好	不适合
	淤泥	$1.5 < e \leq 2.4$ $55\% < W \leq 85\%$	很好	差
	淤泥质土	$1.0 \leq e \leq 1.5$ $36\% < W \leq 55\%$	很好	差
粘性土类	粘土	$I_p > 17$	碎化后较好	差~较差
	粉质粘土	$10 < I_p \leq 17$	碎化后较好	差~较差
粉土类	粘质粉土	$d > 0.075\text{mm}$ 颗粒小于总质量 $50\% I_p \leq 10$ $10\% \leq M_c < 15\%$	很好	差
	砂质粉土	$d > 0.075\text{mm}$ 颗粒小于总质量 $50\% I_p \leq 10$ $3\% \leq M_c < 10\%$	很好	差
砂土类	粉砂	$d > 0.075\text{mm}$ 颗粒大于总质量 $50\%$	很好	尚可
	细砂	$d > 0.075\text{mm}$ 颗粒大于总质量 $85\%$	很好	较好
	中砂	$d > 0.25\text{mm}$ 颗粒大于总质量 $50\%$	较好	很好
	粗砂	$d > 0.5\text{mm}$ 颗粒大于总质量 $50\%$	较好	很好
	砾砂	$d > 2.0\text{mm}$ 颗粒占总质量 $25\% \sim 50\%$	较好	很好
碎石土类	角砾 圆砾	$d > 2.0\text{mm}$ 颗粒大于总质量 $50\%$	尚可~较好	较好
	碎石 卵石	$d > 20\text{mm}$ 颗粒大于总质量 $50\%$	尚可~差	较好
	块石 漂石	$d > 200\text{mm}$ 颗粒大于总质量 $50\%$	不适合	不适合
岩石类	软质岩石	$R_c < 30\text{MPa}$	不适合	不适合
	硬质岩石	$R_c \geq 30\text{MPa}$	不适合	不适合

注:表中岩石类指未风化或未经爆破的岩体。

## 6 疏浚岩土的勘察

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 疏浚岩土勘察应根据工程的性质、要求及水上作业的自然条件确定工作范围、内容、工作量以及勘察项目、测试方法等。对已有资料和工程地质比较熟悉的地区,可分析核实其可靠程度,编制勘察计划。

**6.1.2** 疏浚岩土勘察可分二个阶段进行,即可行性研究阶段勘察和工程设计阶段勘察。可行性研究阶段勘察是研究论证工程的技术可行性和经济合理性的主要依据,应根据工程范围、特点和技术要求,初步查明疏浚岩土条件,并作出评价。设计阶段勘察成果是疏浚工程设计的主要依据,必须提供分类岩土的工程特性和具体分布详实资料。

### 6.2 勘察准备

**6.2.1** 根据委托单位提出的勘察要求,勘察单位在制订勘察计划之前,应先收集资料并进行现场踏勘。主要内容如下:

(1)水文、气象及波浪资料;

(2)水深图、岸线地形图、平面控制点、高程控制点及其与深度基准面的关系。勘明各控制点通视与完整情况,根据需要设立补充控制点;

(3)疏浚区域的地貌类型、岩土组成及分布概况、滩槽稳定和冲淤变化、钻孔土质资料等;

(4)选定水位观测点;

(5)勘察区域内沉船、水底管线的位置,通过作业区的船舶种

类和频繁程度；

(6) 勘察船舶的停靠、避风位置和后勤保证及交通条件等。

根据踏勘及收集资料的结果，编写踏勘报告。报告应包括需要补充收集的资料和实施勘察时可能遇到的困难。

**6.2.2 勘察计划应包括以下内容：**

(1) 勘察日期及进度；

(2) 根据第 6.3 节规定，布置勘探线和钻孔，确定各孔的钻探方法、钻探深度、取样要求和测试项目等；

(3) 提出钻孔定位及水位观测等方法；

(4) 确定现场勘探人员、钻探机具、仪器设备等；

(5) 根据勘察水域的工况环境条件，选定勘察船舶及避风位置；

(6) 申请办理有关水上作业手续，确保作业安全。

### 6.3 实施勘察

**6.3.1 勘探线点的布置应根据不同的勘察阶段要求和疏浚区域实际地形地貌岩土层的复杂程度确定。**

**6.3.2 内河或沿海航道可顺航道轴线走向布置勘探线，其它水工建设疏浚区域的勘探线在近岸水域应尽可能垂直岸线，在开阔水域，宜以直线形、网形或之字形布置。钻孔布置符合下列规定。**

**6.3.2.1 可行性研究阶段勘察的勘探点间距宜按下列规定布置钻孔：**

内河地区——顺岸垂岸向按 100~200m 布置；

沿海地区——块状水域按不大于 300m 布置，条状水域按 300~1000m 布置。

**6.3.2.2 工程设计阶段勘察应根据疏浚区域的地质条件布置钻孔。地质条件可分简单、一般和复杂三种，具体规定如下：**

简单——地形平坦，岩土性质单一，地貌单一；

一般——地形有起伏，岩土性质变化较大；

复杂——地形起伏大，岩土性质变化大，地貌单元多。

勘探线、勘探点间距可参照表 6.3.2 确定。

6.3.2.3 在设计疏浚深度内遇有地质构造或岩性变化甚大、基岩起伏多变或出现孤石、礁盘等情况，应加密钻孔。

6.3.2.4 孤立勘探区域的钻孔不得少于 3 孔。

6.3.3 钻孔深度宜达到设计疏浚深度以下 3m。

勘探线、勘探点间距

表 6.3.2

工程地区	地质条件	勘探线间距(m)或条数	勘探点间距(m)
内	复杂	20~50	20~50
	一般	50~100	50~100
河	简单	100~150	100~200
沿	复杂	20~50	20~50
	一般	50~100	50~100
海	简单	港池及锚地 300~500, 航道 1~2 条	200~500

6.3.4 疏浚区域为港口建筑物的基槽时，其地质资料可参考该港口已有工程地质，但应根据疏浚工程的要求进行资料评价与选用。

6.3.5 钻孔可分技术孔和鉴别孔两类。技术孔又分控制性钻孔和一般性钻孔。各类钻孔的要求见表 6.3.5。

钻孔类别与取样要求

表 6.3.5

钻孔类别	钻孔作用	取样间距	土样质量	现场测试
技术孔	选择若干代表性孔先钻，待反映出勘察区域岩土概况后，指导一般性钻孔及鉴别孔钻取土样或做原位测试	宜为 1~1.5m	原状土样	进行标准贯入试验，必要时，对软质粘性土增做十字板剪切试验
	在控制性钻孔取得的资料基础上，取样和进行原位测试	宜为 1~3m，以控制分层，主要单元土体统计子样数不少于 6 个		
鉴别孔 (探摸孔)	探明岩土分层		扰动土样	结合标准贯入试验判别土层

注：①技术孔不得少于总钻孔数的 30%；

②技术孔尽量采用干钻法；

③凡适宜做标准贯入试验的岩土，都应做标准贯入试验。

### 6.3.6 钻取原状土样应符合下列规定：

(1)土样直径为 75~100mm；

(2)浅部土层可采用麻花钻或提土钻钻进，一般情况下，钻孔用套管护壁；

(3)采样前 1m 不采用冲击、振动等方法钻进，鉴别土层不采用水冲法；

(4)在取样或做原位测试前，应清除孔内余土，孔底残留浮土厚度不大于取土器废土段长度；

(5)采取土样用快速静力连续压入法，条件不允许时，采用重锤少击法，但应有导向装置，避免锤击时摇晃；

(6)土样取出后，检查衬筒内土样充满情况，如有空缺，应选含水量相同的同类扰动土填满，并立即用胶布石蜡将土样筒接缝处密封。

### 6.3.7 原状土样的储运送样应按下列规定执行：

(1)每个土样筒附有土样标签；

(2)土样筒装箱，用防震材料衬垫，直立安放，不得倒置；

(3)送样时，附有试验任务书，内容主要包括：工程名称和试验目的、项目、方法及要求等，并附土样清单及钻孔平面位置图；

(4)试验人员清点土样，检查土样筒密封情况，并将土样置于阴凉(冬季防冻)处储存，并尽快安排试验。

### 6.3.8 岩石的钻孔取样和岩体破裂状况的记录应符合下列规定。

6.3.8.1 岩石的钻孔取样可采用 75mm 口径(N 型)金刚石钻头双层岩芯管。

6.3.8.2 岩芯钻探每回次进尺不得大于 2m。

6.3.8.3 岩芯钻探的岩芯采取率(TCR)为某回次钻进中采取岩芯的累计长度与该回次进尺长度之比，以百分数表示。对一般岩石不低于 80%，对破碎岩石不低于 65%。

6.3.8.4 岩石质量指标(RQD)为某回次钻进中，所取岩芯长度在 10cm 以上的各段累计长度与该回次进尺长度之比，以百分数表示，其值见表 6.3.8。

岩石质量指标

表 6.3.8

岩石质量	很好	好	中等	差	很差
RQD(%)	>90	75~90	50~75	25~50	<25

**6.3.8.5** 岩芯取样时,除记录岩芯采取率及岩石质量指标外,还应记录岩芯在任意长度上自然破裂状况,包括每米钻孔进尺中岩芯的自然破裂数、破裂面数沿深度变化等情况。

**6.3.8.6** 岩芯取样时,宜摄取彩色照片,纳入勘察成果资料。

## 6.4 水上钻探

**6.4.1** 水上钻探宜采用在钻探船上搭建作业平台的方式进行。钻探船的大小应根据水文条件、钻孔深度及钻探设备等情况确定。内河地区钻探母船吨位不应小于 40t;沿海港池及作业工况较好的地区,钻探母船吨位不应小于 60t;外航道或作业工况条件较差的地区,钻探母船的吨位不应小于 150t。

**6.4.2** 钻探母船可以是单船,也可以是并联加固的双船。船体宜顺主流方向并抛锚定位。作业时,不得走锚。船上应显示水上作业信号,并备有通讯救生等设备。

**6.4.3** 水上钻探不论取样或原位测试都应下套管作业,宜采用内径 146mm 套管。套管入土深度应根据需要确定,宜大于 3m,并系有保险绳。

**6.4.4** 在有涨落潮流水域进行钻探,应安排在缓流时作业,流速不宜大于 1.5m/s。当必须在快流水域或强风浪条件下作业时,应特别加强钻探船的系泊能力。

**6.4.5** 钻孔位置应按设计位置标定在该区域的最新水深图上,钻孔定位精度应不大于图上 2mm。

**6.4.6** 作业前,应测定钻探点水深及泥面标高,作业期间,应不断观测水位,并应及时修正钻进深度。取样或原位测试高程精度,应控制在±10cm 以内。

**6.4.7** 野外勘探记录应由专人担任。岩土描述按第 6.5 节执行。岩芯描述按第 6.3.8 条执行。

## 6.5 岩土在现场描述及鉴别

6.5.1 疏浚岩石的现场鉴别可用目测、手捏、刀刻,或用镐锹、铁杆进行挖、钻或手锤进行敲击。现场描述除包括颜色、结构完整情况、夹杂物状态、风化程度及强度外,还应包括岩石的层理、节理、裂隙及产状等情况,见表 6.5.1-1、6.5.1-2。

6.5.2 疏浚土现场鉴别可用尺量、目测、手感等方法,籍以确定土颗粒组成及其特征,又可用土的干散状态、湿土拍打、搓条、摇晃反映等定性方法进行初步测定,见表 6.5.2。

6.5.3 疏浚土现场描述还应包括土的颜色、气味、状态、湿度、颗粒形状、包含物排列状况、充填物成分及坚硬程度、风化程度、胶结现象等。

## 6.6 水底地层剖面仪探测

6.6.1 水底地层剖面仪可用于探测疏浚深度内土层变化和基岩存在的情况。

6.6.2 水底地层剖面仪探测可根据工程需要和水下地形地质情况合理布置探测线,尽可能使探测线通过预定钻孔位置,有利地层判读。

6.6.3 水底地层剖面仪施测时,水域波高不宜大于 0.5m,探测船航速宜为 4~6 kn。

6.6.4 成果整理时,应作声速水深改正、声波斜角水深改正、土层厚度改正和潮位改正。

6.6.5 地层划分应结合钻孔资料进行分析和解释。

## 6.7 原位测试

6.7.1 标准贯入试验符合下列规定。

6.7.1.1 标准贯入试验可用于砂土、粉土和粘性土。在有经验地区也可用于碎石土和全风化或强风化的基岩。

6.7.1.2 测试用的设备装置和操作方法可参照表 7.0.2 所列

硬质岩石体特征描述及风化程度划分

表 6.5.1-1

风化程度	特征描述	点荷载强度指数		风化折减系数	标贯试验		说明
		$I_{r(50)}$ (MPa)	$K$		$N$	$N$	
新鲜	岩石新鲜,未受风化。	$>8.0$	$0.9 \sim 1.0$				$I_{r(50)}$ ——岩石点荷载强度指数。
微风化	岩石的断面保持未风化状态,仅沿节理面有铁锰质渲染或易风化矿物略有风化迹象,岩体完整性好。	$5.0 \sim 8.0$	$0.8 \sim 0.9$				$K$ ——风化折减系数,风化岩石 $I_{r(50)}$ 与新鲜岩石 $I_{r(50)}$ 之比。
中等风化	岩石的颜色变浅,矿物风化变质较轻,光泽变暗,暗色矿物周边及裂隙附近有褐色渲染现象,并可出现少量次生矿物。岩体保持原来的结构构造状态,风化裂隙发育,沿裂隙面风化较明显,岩体完整性较差,可被切割成 $20 \sim 50\text{cm}$ 的块体。手锤不易击碎,开挖需爆破,岩心钻方可钻进。	$3.0 \sim 5.0$	$0.4 \sim 0.8$				$N$ ——标准贯入试验锤击数
强风化	岩石的颜色一般变浅,常有暗褐色铁锰质渲染。大部分矿物严重风化变质,失去光泽,有的已变为粘土矿物。原岩结构构造清晰,岩块可用手折断。岩体风化程度常不均一,有风化强度不同的岩块夹杂其中,风化裂隙发育,可将岩体切割成 $2 \sim 20\text{cm}$ 的块体,呈不规则石状或球状,沿裂隙面风化严重,块球体核心风化轻微,具明显的不均一性。原岩结构面对岩体稳定有明显影响,敲击或开挖常沿节理面破裂成岩块,撬、撬棍可挖,坚硬部分需爆破。	$0.5 \sim 3.0$	$<0.4$		$>50$		

续上表

风化程度	特征描述	点荷载强度指数 $I_{s(50)}$ (MPa)	风化折减系数 $K$	标贯试验 $N$	说明
残积土	<p>岩石强烈风化后残留在原地的碎屑堆积,呈土或砂砾状,质地疏松。除石英等耐蚀矿物外,大多风化为次生矿物。原岩结构已扰动破坏,未搬运分选,无层理。锹镐易挖,干钻可钻进。</p>	$<0.5$	—	$<50$	$<30$

表 6.5.1-2

软质岩石体特征描述及风化程度划分

风化程度	特 征 描 述	风化折减系数 K	标贯试验		说 明
			K	N	
新 鲜	岩石新鲜,未受风化。	0.9~1.0		N	符号 K、N 意义与表 6.5.1-1 同。
微风化	基本上保持新鲜岩体状态,仅沿裂隙面稍有风化迹象,常有铁锰质渲染或矿物略有风化,颜色变浅,有少量风化裂隙,岩体完整性好。	0.8~0.9			
中 等 风 化	矿物风化变质较轻,组织结构部分破坏,岩体保持原来的结构构造状态,风化裂隙较发育,将岩体切割成 20~50cm 的岩块,沿裂隙面风化严重,常成土状。锤击易碎,用镐难挖掘,岩心钻方可钻进。	0.3~0.8		>50	
强 风 化	少量石英等耐蚀矿物保持不变,其他矿物大部分显著风化变异,含大量粘土矿物,组织结构已大部分破坏。岩体风化裂隙发育,完整性极差,被切割成碎块,干时可用手折断或捏碎,浸水可软化崩解。用镐、锹可挖掘,干钻可钻进。	<0.3		30~50	
全 风 化	少量石英等耐蚀矿物保持不变,其他矿物均风化变异,大量粘土矿物均残存,组织结构已基本破坏,但层理、片理仍可辨认,并有微弱的残余结构强度,岩体呈泥土状,用手可捏碎,锹镐易挖掘,干钻可钻进。	—		15~30	
残 积 土	岩石强烈风化后,残留在原地的堆积,呈土状或碎屑状,原岩结构构造已扰动破坏。锹镐易挖掘,干钻易钻进。	—		<15	

疏松土现场描述与鉴别

表 6.5.2

岩土类别	土名	现场描述及鉴别	说明	
有机质土及泥炭	有机质土	黑色或褐色、有臭味、手摸有弹性及海绵感,泥炭结构松散、土质极轻、暗无光泽。		
	及泥炭			
淤泥土类	浮泥	似粥状或糊状,呈流动性,手感粘糊。		
	流泥	土质柔软,手感细腻。		
	淤泥	土质呈流塑至软塑状		
粘性土类		1. 刀切反映	粉土、粘性土须描写颜色、状态、湿度、包含物等。	
	粘土	刀切面细腻光滑		2. 手感 有滑腻感、粘附性大
	粉质粘土	刀切面平滑、光泽差		3. 摇震反映 摇晃无水,消失较快
	粘质粉土	刀切面较粗糙,无光泽		4. 韧性 有韧性、可二次搓条
粉土类	砂质粉土	刀切面粗糙,无光泽	搓条有粘性、易捏碎	
			搓条粘性差,易裂散	
			搓条较难、易裂散	

续上表

岩土类别	土名	现场描述	鉴别	说明	
砂	粉砂	1. 颗粒目测 用手捻摸时,有类似玉米面或灰尘的感觉	2. 干散状态 大部结块,捻压即散	3. 湿土拍打 表面出水变形	砂土尚须描述颜色、湿度、密实度、包含物、颗粒形状、其他特征等
	细砂	其颗粒用力仅能辨别	部分结块,稍压即散	4. 湿土粘性 有轻微粘性	
	中砂	大部分颗粒类似砂糖或白菜籽粒	少量结块,一碰即散	略有粘性感 无粘着感觉	
	粗砂	绝大部分颗粒似小米粒	基本分散	表面无变化 无粘着感觉	
	砾砂	大部分颗粒类似高粱粒	完全分散	表面无变化 无粘着感觉	
碎石土类	砾角圆	1. 颗粒组成 量取各石块三个互相垂直的最大尺度,长径A、宽径B、厚度C,以长径为主确定土类。	2. 颗粒形状 漂石、卵石、圆砾以圆形和亚圆形为主,块石、碎石、角砾以棱角形为主。	3. 结构组成 ①天然或人工爆破 ②沉积期长短 ③分层分布及骨架内充填物情况 ④级配均匀情况 ⑤表面粗糙或光滑	碎石土尚须描述颗粒的坚硬程度、风化程度、胶结现象及岩石成分等。
	碎石				
	卵石				
	块砾				

采用标准。

**6.7.1.3** 试验前清孔时,应避免试验土层受到扰动。

**6.7.1.4** 贯入前,应充分拧紧钻杆接头。下放贯入器时,应避免冲击孔底。注意保持贯入器、钻杆、导向杆连接后的垂直度,防止侧向晃动。

**6.7.1.5** 对于无特殊需要的密实土层,试验击数宜以 50 击为限,并应记录其实际贯入深度。

**6.7.1.6** 标准贯入试验击数应根据其测试深度注明于钻孔柱状图或地质剖面图上。对进行了大量标准贯入试验的岩土区域,可绘制等值线图。

**6.7.2** 十字板剪切试验符合下列规定。

**6.7.2.1** 测定饱和软粘性土不排水抗剪强度和灵敏度应采用十字板剪切试验。

**6.7.2.2** 测试用的设备装置和操作方法可参照表 7.0.2 所列采用标准。

**6.7.2.3** 试验用钻杆同心度误差应小于 1mm,直线度误差应小于 0.1%,钻杆接长时必须逐节拧紧。

**6.7.2.4** 套管及十字板头必须垂直压入土中,十字板头入土深度不小于套管底端以下套管直径的 3~5 倍,若孔底为软弱土质,应采用套管控制器,套管在试验过程中不得下沉。

**6.7.2.5** 当试验深度处为较硬夹层土时,应穿过硬土层再行试验。

**6.7.2.6** 十字板剪切速率以每 10s 转动 1°为标准。每转动 1°,测记读数一次。当读数出现峰值或稳定值时,应继续测读 60s,并取峰值或稳定值为原状土剪切破坏读数。

**6.7.3** 重型动力触探试验符合下列规定。

**6.7.3.1** 判别砂土、碎石土的松散密实程度应采用重型动力触探试验。

**6.7.3.2** 测试用的设备装置和操作方法可参照表 7.0.2 所列采用标准。

6.7.3.3 每贯入 10cm 所需锤击数连续三次超过 50 击时,即停止试验,也可改用超重型动力触探。

6.7.3.4 触探杆最大偏斜度不应大于 2%,锤击时不得偏心,触探杆不得倾斜和侧向晃动。

6.7.3.5 触探深度不宜大于 12~15m。

6.7.3.6 当土质均匀、动探数据离散不大时,可用厚度加权平均法计算土层平均动探值。如果离散性较大时,宜用多孔资料结合其他资料综合分析或分部位取值。

6.7.4 超重型动力触探试验符合下列规定。

6.7.4.1 对于密实的碎石土或埋深较大、厚度较大或夹有少量漂石的碎石土,应采用超重型动力触探试验。

6.7.4.2 测试用的设备装置和操作方法可参照表 7.0.2 所列采用标准。

6.7.4.3 触探杆最大偏斜度不应大于 2%,触探杆在泥面上高度不应过高。

6.7.4.4 触探深度不宜大于 20m。

6.7.4.5 超重型和重型两种动力触探锤击数之间的关系可按式 6.7.4 换算:

$$N_{63.5} = mN_{120} \quad (6.7.4)$$

式中  $N_{63.5}$ ——重型动力触探锤击数;

$N_{120}$ ——超重型动力触探锤击数;

$m$ ——换算系数,一般采用 2.0~2.5。

实际工作中,可根据工程现场两种动力触探对比试验结果选用式 6.7.4 中的换算系数。

## 6.8 编写勘察报告

6.8.1 勘察结束后,应采用数理统计方法对勘察资料进行整理、分析、计算,并编写勘察报告。

6.8.2 勘察报告应包括下列内容:

(1) 勘察工作的目的、依据、起止日期,完成工作项目及工作

量,勘探手段和方法,勘探量的变动情况及必要的说明;

(2)勘察区域的高程和平面控制情况、补充测量资料、钻孔高程控制方法及定位方法等;

(3)疏浚区域地貌类型、各类岩土分布情况;

(4)岩土主要物理力学指标的测试方法和取值标准,以及采用的规范;

(5)根据钻孔柱状图、地层剖面图详述勘察区域岩土层位及物理力学指标,并对疏浚岩土的工程特性作出综合评价。

**6.8.3 岩土地质单元体的划分**应根据岩土特征、现场及原位测试、室内试验成果综合确定。对试验成果中某些不合理的数据,应通过调查研究,分析原因,有条件时补充试验,以决定数据的取舍或改正。

**6.8.4 岩土物理力学指标**应采用数理统计方法进行整理分析,统计指标必须在同一单元体内进行。主要单元体的各项试验指标的统计子样数不得少于6个。主要特征值有算术平均值  $U_x$ 、标准差  $\sigma$ 、变异系数  $\delta$  等,分别按式 6.8.4-1、6.8.4-2、6.8.4-3 计算。

$$\text{算术平均值 } U_x = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad 6.8.4-1$$

式中  $X_i$ ——统计母体中各子样数值;

$n$ ——统计母体中子样总数(当  $n < 30$  时,用  $n-1$  代替  $n$ )。

$$\text{标准差 } \sigma = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - U_x)^2} \quad 6.8.4-2$$

$$\text{变异系数 } \delta = \sigma / U_x \quad 6.8.4-3$$

**6.8.5 同一单元体的统计特征值变异系数  $\delta$**  宜控制在下述范围内:

孔隙比和含水量不大于 0.15;

抗剪强度、无侧限抗压强度不大于 0.3。

**6.8.6 勘察报告**应附下列主要图表:

(1)勘探点平面位置图;

(2)工程地质剖面图(常用岩土图例见附录 F);

- (3) 钻孔柱状图；
- (4) 现场及原位测试成果图表；
- (5) 室内试验成果图表；
- (6) 与岩土工程有关的计算成果图表。

## 7 岩土试验

- 7.0.1** 疏松岩土应根据其分类及工程要求按照表 7.0.1 所列项目进行试验。
- 7.0.2** 各项土工试验方法,除另有说明外,应按照表 7.0.2 中采用的标准进行。
- 7.0.3** 土粒比重宜通过试验测定,也可采用表 7.0.3 所列经验值。
- 7.0.4** 天然坡角(休止角)试验适用于粒径小于 0.075mm 的颗粒含量少于试样总质量 5% 的砂土。
- 7.0.5** 粘性土的抗剪强度可采用快剪强度值(用峰值),对于饱和粘性土宜根据情况分别选用直剪仪快剪试验、无侧限抗压强度试验或十字板剪切试验。
- 7.0.6** 附着力试验用于测定粘性土吸附在金属板上的单位面积附着力。测定用的土样应为保持天然含水量的扰动粘性土,也可取自吸附在挖泥船耙头、泥斗上的土样进行试验。试验方法见附录 A。
- 7.0.7** 烧灼量试验用于测定土中有机质含量,但不适用于含碳酸盐及结晶水多的土。试验方法见附录 B。
- 7.0.8** 岩石的抗压强度试验用于测定单轴饱和极限抗压强度和单轴干极限抗压强度,据以进行岩石的分级和计算该岩石的软化系数。试验方法见附录 C。
- 7.0.9** 岩石的点荷载强度试验主要用于不便按规定尺寸加工成试样的岩块。先测定点荷载强度指数,再换算成该岩石的单轴饱和(干)极限抗压强度。试验方法见附录 D。
- 7.0.10** 密实判数试验用于区别表层碎石土的松散密实程度。试

疏浚岩土试验项目表

表 7.0.1

岩土类别	岩土名	标贯 击数	重度	颗粒 分析	颗粒 形状	比重	天然 含水量	界限 含水量	抗剪 强度	动力 触探	岩石抗 压强度	相对 密度	密实 判别	有机 质含量	附着力	说 明
有机质土 及泥炭	有机质土 及泥炭		△			△	△							△		① △——必须 做
	淤泥		△	✓		✓	△									✓——根据 情况分别选 用
淤泥 土 类	流泥		△	✓		✓	△									
	淤泥	△	△	✓		✓	△	△	△					✓		② 岩石的强 风化,全风化 带宜尽量采 用标准贯入 试验
粘性 土 类	淤泥质土	△	△	✓		✓	△	△	△					✓		
	粘土	△	△	✓		✓	△	△	△					✓		
粉质 土 类	粉质粘土	△	△	✓		✓	△	△	△					✓		
	粘质粉土	△	△	△		✓	△	△	△					✓		
粉土类	砂质粉土	△	△	△		✓	△	△	△					✓		
	粉土	△	△	△		✓	△	△	△					✓		

续上表

岩土类别	岩土名	标贯 击数	重度	颗粒 分析	颗粒 形状	比重	天然 含水量	界限 含水量	抗剪 强度	动力 触探	岩石抗 压强度	相对 密度	密实 判数	有机 质含量	附着力	说 明
砂 土 类	粉砂	△	△	△		✓	✓	✓				△		✓		① △——必须 做
	细砂	△	△	△		✓	✓	✓				△		✓		✓——根据 情况分别选 用
	中砂	△	△	△	✓	✓	✓	✓				△		✓		②
	粗砂	△	△	△	✓	✓	✓	✓				△		✓		
	砾砂	△	△	△	✓	✓	✓	✓				△		✓		
碎 石 土 类	角砾			△	△	✓				△						岩石的强 风化、全风 化、全风化 带宜尽量采 用标准贯入 试验
	圆砾			△	△	✓				△						
	碎石			现场 量测	现场 目测	✓				△			✓			
	卵石			现场 量测	现场 目测	✓				△			✓			
	块石			现场 量测	现场 目测	✓					△		△			
岩 石 类	软质岩石	△	✓													
	硬质岩石										△					

硫酸岩石分项目试验概要

表 7.0.2

序号	试验名称	现场试验	室内试验	取 样 土 量			采 用 标 准
				粘性土	砂性土	岩石块	
1	含水量试验		烘干法	>300g (扰动)	>500g (扰动)		国家标准《土工试验方法标准》GBJ123-88
2	重度试验	灌水法 (用于原状砂砾质土)	环刀法 (用于粘性土)	$\phi 7.5 \sim 10\text{cm}$ $\times 20\text{cm}$ (原状)	$\phi 7.5 \sim 10\text{cm}$ $\times 20\text{cm}$ (原状)	不规则 状(采用 蜡封法)	国家标准《土工试验方法标准》GBJ123-88
3	比重试验	不适宜	根据颗粒大小采用比重瓶法、浮秤法、虹吸筒法。	>200g (扰动)	>500g (扰动)		国家标准《土工试验方法标准》GBJ123-88
4	颗粒分析试验	目测度量法 (用于碎石土)	筛析法(粒径小于等于60mm) 水析法(粒径小于0.075mm)	>300g (扰动)	>300g (扰动)		国家标准《土工试验方法标准》GBJ123-88
5	界限含水量试验	不适宜	液限(76g液限仪)塑限(搓条法)粒径小于0.5mm 缩限(收缩皿法)	>500g (扰动)			国家标准《土工试验方法标准》GBJ123-88
6	相对密度试验	宜现场测取砂土的天然重度、含水量	用漏斗法或量筒法测取最小干密度 用振动叉击锤测最大干密度		$\phi 7.5 \sim 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ (原状) >2000g (扰动)		国家标准《土工试验方法标准》GBJ123-88

序号	试验名称	现场试验	室内试验	取 样 土 量			采 用 标 准
				粘性土	砂性土	岩石块	
7	天然坡角试验	不宜	圆盘法		>2500g (扰动)		水利电力部《土工试验规程》SD128-019-84
8	无侧限抗压强度试验	用应变控制式无侧限压力仪测粘土灵敏度	用应变控制式无侧限压力仪测粘土灵敏度	$\phi 7.5 \sim 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ (原状)			国家标准《土工试验方法标准》GBJ123-88
9	抗剪强度试验	不适用	应变控制式直剪仪(用于渗透系数小于 $10^{-6}\text{cm/s}$ 的粘性土)疏液土分类一般可采用液剪试验	$\phi 7.5 \sim 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ (原状)	>2500g (扰动) 包括粉土		国家标准《土工试验方法标准》GBJ123-88
10	渗透试验	不适用	采用南 55 型渗透仪(粘性土用变水头试验法,砂性土用常水头试验法)。	$\phi 7.5 \sim 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ (原状) >1000g (扰动)	>2000g (扰动)		国家标准《土工试验方法标准》GBJ123-88
11	固结试验		固结仪 (适用于饱和粘性土,只进行压缩时,可用非饱和土)。	$\phi 7.5 \sim 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ (原状)			国家标准《土工试验方法标准》GBJ123-88
12	附着力试验		弹簧秤附着力仪	>500g (扰动)保持天然含水量			见附录 A
13	烧灼量试验	不适用	烧灼减量法	>300g (扰动)有机质土、泥炭、泥炭质土、泥炭			见附录 B
14	十字板剪切试验	原位测试	不适用	适合软粘土中进行试验			水利电力部《土工试验规程》SD128-022-86

续上表

序号	试验名称	现场试验	室内试验	取 样 土 量			采 用 标 准
				粘性土	砂性土	岩石块	
15	标准贯入试验	原位测试	不适用				水利电力部《土工试验规程》SD128-022-86
16	重型动力触探试验	原位测试 (适用于中、粗、砾砂和碎石土)	不适用				水利电力部《土工试验规程》SD128-024-86 1992版《工程地质手册》(中国工业出版社)
17	超重型动力触探试验	原位测试 (适用于密实碎石土或含有少量漂石的碎石土)	不适用				水利电力部《土工试验规程》SD128-024-86 1992版《工程地质手册》(中国工业出版社)
18	岩石抗压强度试验		材料压力机测定法			成规定立或状 工求的体柱状 加要格方圆试样	铁道部第一勘察设计院 1982版《工程地质手册》见附录C
19	岩石点荷载强度试验		点荷载仪测定抗压强度法			岩以则可,不 样可规的,大 外形的,也 是也,数 块可也,于 规的,于 划的,于 量或 或 15块	1985年 ISRM 国际岩石力学学会规定,见附录D
20	密实判数试验	度量石块尺寸统计测定法					见附录E

验方法见附录 E。

各类土的比重值

表 7.0.3

土的名称	颗粒比重	土的名称	颗粒比重
粘 土	2.74	粉 土	2.70
粉质粘土	2.72	粉 砂	2.68

## 附录 A 附着力试验

**A. 0.1** 试验仪器弹簧秤附着力仪。

**A. 0.2** 操作程序按下列规定进行：

(1) 将土调匀，测定含水量；

(2) 将土分层装入土样杯中，填实填满，不留气孔。用垫圈套住杯口，刮去余土，使上面与垫圈齐平。除去垫圈，土面应高出杯口 0.5mm；

(3) 将土样杯装在预先整平的附着力仪底座上。压板对准土样杯口，使压板平面完全接触土面。在压板上部无冲击地施加垂直荷重 2kg，加荷时间为 30s，擦净杯口挤出的余土；

(4) 推上联合器装置，摇动手柄，转速控制在 6r/min。当压板脱离杯口（脱离土面）时立即停止转动手柄；

(5) 读出仪器计数器附着力指示值  $F$ 。擦净压板上的土，按前述步骤重复进行四次。删除四次测定值中的最大最小值，用余下二个数值的平均值作为该土的附着力。

(6) 试验结束，清洁压板，涂凡士林防锈。

**A. 0.3** 压板粗糙度规定为光面类，以看不见加工痕迹、划痕为准。

## 附录 B 烧灼量试验

试验采用烧灼减量法,粗略估计土中有机质及其他挥发物的含量。

将烘干土在 550℃ 高温下烧灼至恒重时的灼失量与烘干土重相比,按下式求出烧灼减量  $Q_1$  的百分比:

$$Q_1 = [(g_1 - g_2) / (g_1 - g_0)] \times 100\% \quad (\text{B})$$

式中  $g_0$  —— 坩埚重(g);

$g_1$  —— 土样在 105℃ 下烘至恒重时,坩埚与烘干土合重(g);

$g_2$  —— 烘干土在 550℃ 高温烧灼后,坩埚与烧灼土合重(g)。

## 附录 C 岩石抗压强度试验

**C. 0. 1** 本试验包括岩石的单轴干极限抗压强度  $R_d$  和单轴饱和极限抗压强度  $R_c$ 。

在天然含水量或干燥状态下测得的极限抗压强度称为干极限抗压强度。在饱和浸水状态下测得的极限抗压强度称为饱和极限抗压强度。

**C. 0. 2** 试验设备采用材料压力机。

**C. 0. 3** 岩石的饱和试验可按下述方法之一进行：

(1) 将岩样按要求加工磨成规定尺寸的立方体或圆柱体，用清水浸至试样 1/3 高度处，浸泡 2h，再加水至 2/3 高度处，浸泡 2h，继续加水淹没试样，浸泡 24h。取出试样，用拧干湿布拭干试样表面称重；

(2) 取上述试样浸水 8h，移入煮沸箱，水面高出试样 3~5cm，盖紧箱盖，继而煮沸 3h，煮后放入水中冷却 12h，再拭干试样表面称重(此法不适用于松软岩石)。

**C. 0. 4** 用材料压力机分别测定饱和状态下和干燥状态下的试样极限抗压强度。

**C. 0. 5** 岩石的软化系数  $K_R$  可按下式计算：

$$K_R = R_c / R_d \quad (\text{C. 0. 5})$$

式中  $R_c$ ——岩石的饱和极限抗压强度(MPa)；

$R_d$ ——岩石的干极限抗压强度(MPa)。

**C. 0. 6** 试样应符合下列要求：

- (1) 块状试样尺寸见表 C. 0. 6；
- (2) 圆柱状试样尺寸为  $\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$ ；
- (3) 均匀试样应不少于 3 个，不均匀试样数量增为 5 个；
- (4) 试样必须标明其产状和层面，确定试验方向，强度取算术

平均值。

表 C. 0. 6

干极限抗压强度	磨光立方体试样尺寸
$>75\text{MPa}$	5cm $\times$ 5cm $\times$ 5cm
25~75MPa	7cm $\times$ 7cm $\times$ 7cm
$<25\text{MPa}$	10cm $\times$ 10cm $\times$ 10cm

## 附录 D 岩石点荷载强度试验

D. 0. 1 试验岩块外形根据需要可以是圆柱形的,也可以是不规则的或经切割的方形块石。

D. 0. 2 岩石试样可根据需要选择干燥的或饱和的。

D. 0. 3 试验可在试验室或现场进行。

D. 0. 4 试验设备为携带式点荷载仪。其主要部件有加载框架,加压测压装置(油泵、千斤顶、球端圆台状压板等)、距离测量系统。

试验也可应用材料压力机,用球端圆台状压板接触岩石试样施压试验。

D. 0. 5 试验方法:

(1)将岩石试样按一定方向置于两个球端圆台加压器之间,测定两个加荷点之间距离  $D$ ,精确至 1mm;

(2)对试样施加集中荷载直至破坏,读出试样破坏时的压力值;

(3)试样形状见图 D. 0. 5,其尺寸应符合下列要求:

圆柱形径向试验  $L > 0.5D$

圆柱形轴向试验  $0.3W < D < W$

块状试验  $0.3W < D < W$   $L > 0.5D$

不规则块体试验  $0.3W < D < W$   $W = (W_1 + W_2) / 2$   
 $L > 0.5D$

D. 0. 6 未修正的点荷载强度指数按式 D. 0. 6 计算:

$$I_s = P / D_c^2 \quad (\text{D. 0. 6})$$

式中  $I_s$ ——点荷载强度指数(MPa);

$P$ ——试样在点荷载作用下破坏时的总荷载(kN);

$D_c$ ——等效岩芯直径(mm)。

当岩芯径向试验时:  $D_c^2 = D^2$ ;

当  $\left\{ \begin{array}{l} \text{岩芯轴向试验} \\ \text{方块体试验} \\ \text{不规则块体试验} \end{array} \right\}$  时:  $D_e^2 = 4 \times A / \pi$ 。

式中  $A$ ——等效面积( $\text{mm}^2$ ),  $A \approx D \times W$ ;

$D$ ——作用在试样上两加荷点之间距离( $\text{mm}$ );

$W$ ——通过两加荷点的试样最小截面上垂直于加荷轴的平均宽度( $\text{mm}$ )。

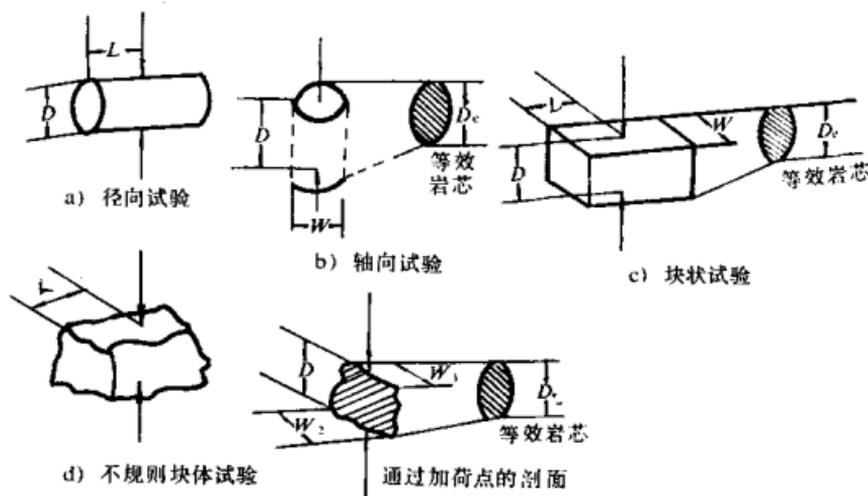


图 D.0.5 不同形状试样及等效岩芯直径  $D_e$  示意图

**D.0.7** 点荷载强度指数的修正方法如下:

(1) 由于在径向试验中,  $I_s$  是  $D$  的函数, 在其他试验中,  $I_s$  是  $D_e$  的函数。为了取得统一的岩石点荷载强度指数值, 需要进行尺寸修正, 修正到  $D_e = 50\text{mm}$  的点荷载强度指数  $I_{s(50)}$ ;

以  $P$  为纵坐标,  $D_e^2$  为横坐标, 绘制相关直线, 查得相应于  $D_e^2 = 50(\text{mm})^2$  的  $P_{50}$  值, 并由式 D.0.7-1 计算等效直径点荷载强度指数  $I_{s(50)}$  (MPa):

$$I_{s(50)} = P_{50} (1000/50^2) \quad (\text{D.0.7-1})$$

见图 D.0.7-1;

(2) 当试样比较破碎, 无法再制成  $D = 50\text{mm}$  直径的岩芯, 或

试样尺寸单一,或只有少量小块试件可用,无法绘制出较好的相关关系  $P-D^2$  线,上述方法不能实现时,可用下式进行尺寸修正:

$$I_{s(50)} = F \times I_s \quad (\text{D. 0. 7-2})$$

式中  $F$ ——尺寸修正系数,或用公式  $F = (D_e/50)^{0.45}$  计算得到。

见图 D. 0. 7-2。

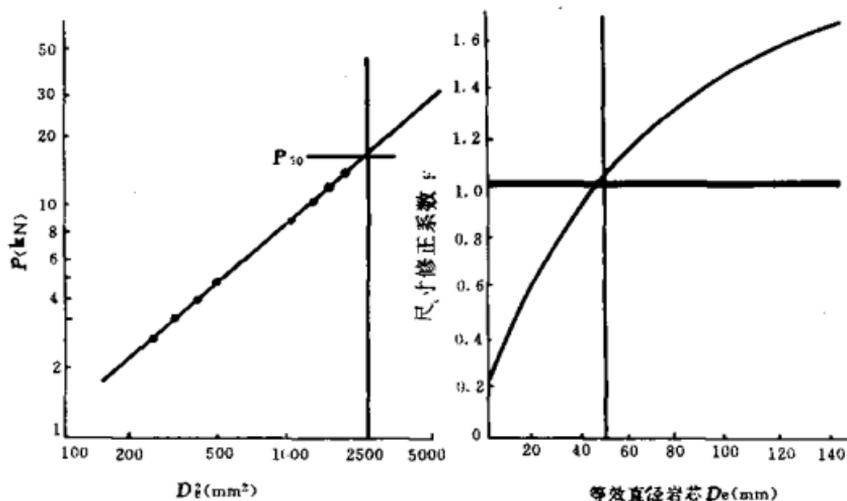


图 D. 0. 7-1 从一组不等于 50mm 的  $D_e$

确定  $I_{s(50)}$  的方法

图 D. 0. 7-2 尺寸修正系数曲线

**D. 0. 8** 岩石的各向异性指数  $I_a$  按式 D. 0. 8 计算:

$$I_a = (I_{s(50)\perp}) / (I_{s(50)\parallel}) \quad (\text{D. 0. 8})$$

式中  $I_{s(50)\perp}$  = 垂直层理方向的点荷载强度指数平均值;

$I_{s(50)\parallel}$  = 平行层理方向的点荷载强度指数平均值。

准各向同性岩石,其  $I_a \approx 1$ ,  $I_a$  值愈大,岩石各向异性愈明显。

**D. 0. 9** 岩石单轴抗压强度  $R_c$  与点荷载强度指数  $I_{s(50)}$  可按式 D. 0. 9 换算:

$$R_c = 22I_{s(50)} \quad (\text{D. 0. 9})$$

## 附录 E 密实判数试验

**E. 0.1** 试验必须在疏浚施工现场进行。

**E. 0.2** 在需要疏浚浅滩附近水边适当位置挖坑,坑体挖成规则形,坑内碎石层构成尽量与待挖碎石层相似,将从坑中取得的砂碎石进行颗粒分析,求出骨架颗粒含量  $K_d$  和不均匀系数  $C_u$ 。

**E. 0.3** 密实判数按式 E. 0.3 计算:

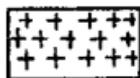
$$DG = 0.2C_u + 0.8K_d \quad (\text{E. 0.3})$$

式中  $DG$ ——密实判数;

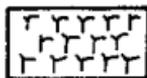
$K_d$ ——骨架颗粒含量,  $K_d = (G_{\#} / G_{\text{总}}) \times 100 = [\text{粒径大于} 50\text{mm 碎(卵)石的质量} / \text{碎(卵)石样品总质量}] \times 100$ 。

**E. 0.4** 对于爆破后的块石,可用块体体积小于抓斗斗容 1/6 的石块计作骨架颗粒。

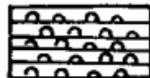
## 附录 F 常用岩土图例



花岗岩



玄武岩



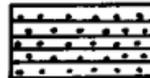
砾岩



石灰岩



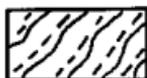
白云岩



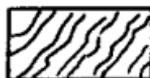
砂岩



石英岩



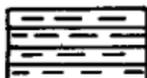
片麻岩



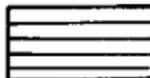
板岩



火山凝灰岩



粘土岩



页岩



泥灰岩



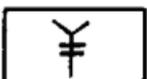
千枚岩



片岩



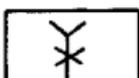
微风化



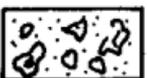
中风化



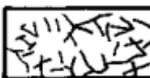
强风化



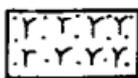
全风化



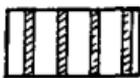
珊瑚屑



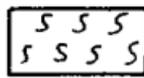
珊瑚礁



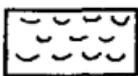
有机质土



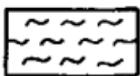
泥炭



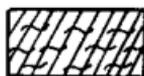
浮泥



流泥



淤泥



淤泥质粘土



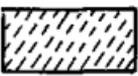
粘土



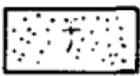
粉质粘土



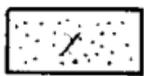
淤泥质粉质粘土



粉土



粉砂



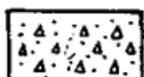
细砂



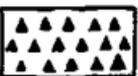
中砂



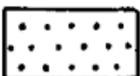
粗砂



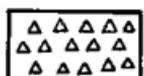
砾砂



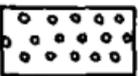
角砾



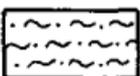
圆砾



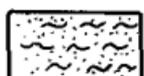
碎石



卵石



淤泥混砂



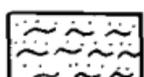
砂混淤泥



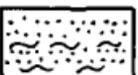
砂夹粘性土



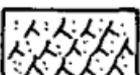
粘性土夹沙



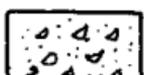
淤泥间沙



砂间淤泥



吹填土



贝壳

## 附录 G 本标准用词用语说明

**G. 0.1** 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

(1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

(2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

(3)对表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

**G. 0.2** 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

**附加说明 本标准主编单位、参加单位  
和主要起草人名单**

主编单位：交通部上海航道局

参加单位：交通部疏浚工程定额站

主要起草人：王谷谦 郑 励

（以下按姓氏笔画为序）

于福生 李昌时 郑 坤

中华人民共和国行业标准

# 疏浚岩土分类标准

JTJ/T 320—96

## 条文说明

## 制定说明

本标准根据交通部工技字(1993)328号文制定。交通部基技字(1994)67号文对编写工作大纲进行了批复,主编单位为交通部上海航道局,参加单位为交通部疏浚工程定额站。

本标准是在调查总结历年来疏浚工程实践经验和国内外有关疏浚岩土研究成果的基础上,参照我国现行岩土分类和地质勘察、土工试验各有关规范和国际上通用标准,对1984年《疏浚土分类标准》(试行)进行重新制定,经广泛征求有关单位及专家的意见,反复修改后形成了送审稿。

为便于使用者对本标准条文内容的正确理解,在编写条文的同时,编写了条文说明。

本标准编写人员如下:

主编单位技术负责人:王谷谦

第1、2、3、4、5章:于福生

第6、7章,附录A、B、C、D、E、F、G:李昌时

条文说明:郑 励

本标准于1996年2月6日通过部审,于1996年11月15日颁布,1997年3月1日起实施。

# 目 次

1	总则	(53)
3	岩土分类	(54)
3.1	一般规定	(54)
3.2	岩石类	(54)
3.3	土类	(54)
3.4	混合土、层状土和残积土	(55)
4	疏浚岩土工程特性和分级	(56)
4.2	岩石类	(56)
4.3	土类	(57)
5	岩土的可挖性及管道输送和填土的适宜性	(62)
5.1	各类挖泥船对岩土的可挖性	(62)
5.2	各类疏浚岩土用于管道输送和填土的适宜性	(62)
6	疏浚岩土的勘察	(63)
6.1	一般规定	(63)
6.2	勘察准备	(63)
6.3	实施勘察	(63)
6.4	水上钻探	(64)
6.5	岩土的现场描述及鉴别	(64)
6.6	水底地层剖面仪探测	(65)
6.7	原位测试	(65)
6.8	编写勘察报告	(66)

# 1 总 则

**1.0.1** 自然界中,岩土构成和存在状况千差万别,复杂多变。国内外疏浚经验表明,一项水下疏浚工程遇到的岩土,极少属于单一土质类型,很难完全符合事先假设的沉积分布。制订本标准有利于掌握有待挖掘岩土的具体类型、工程特性和分布情况,避免盲目性生产,减少疏浚工程的风险性,从而优选疏浚船舶设备,正确制定疏浚方法,达到提高疏浚效益的目的。

**1.0.3** 做好疏浚工作,必须首先根据工程的实际要求,认真从事疏浚岩土的勘察与测试。本标准明确规定勘察工作要按照我国现有的基建程序分阶段进行,为疏浚工程提供可靠的依据。

## 3 岩土分类

### 3.1 一般规定

3.1.1 随着科学技术的进步和疏浚业务的扩展,作为疏浚工程地质,水下岩礁已是疏浚工程经常遇到的施工对象。本标准除疏浚土外,增加了疏浚岩石部分。

3.1.2 岩石的分类一般按坚固性、成因、风化程度和软化系数等不同方式进行。根据疏浚工程的要求,参照国家现行标准《建筑地基基础设计规范》(GBJ7-89)、《岩土工程勘察规范》(GB50021-94)和《港口工程地质勘察规范》(JTJ224-87)的规定,本标准的确定原则上以按坚固性分类为主。鉴于不同成因和不等风化程度的岩石,在强度上有很大差别,各种疏浚机具的挖掘能力当前又存在一定限制,因此,仍在本条内相应列出分类。

3.1.3 土的分类千差万别,各国乃至各行业之间,往往出入很大。为了保持我国水运工程建设工程用土分类的协调性,本标准在疏浚土分类时,尽量考虑与《港口工程地质勘察规范》相一致。

### 3.2 岩石类

3.2.1 本条系根据国家标准《建筑地基基础设计规范》制定。

### 3.3 土类

3.3.1 有机质土及泥炭在我国大量存在,它是由有机残体(主要为植物残体)、腐殖质和矿物质三部分物质组成。各国对有机质土及泥炭没有统一的划分标准,国际标准《疏浚岩土分类标准》在土的分类中用一个土类总称。我国在国家标准《岩土工程勘察规范》

中则规定土中有机质含量  $Q$  相对于土的总质量  $<5\%$  时称无机土,  $5\% \leq Q \leq 10\%$  称有机质土,  $10\% < Q \leq 60\%$  称泥炭质土,  $Q > 60\%$  称泥炭。本条虽在土的分类中以总称有机质土及泥炭列类, 若遇疏浚工程有特殊要求, 并经勘察测试查明土内实存大于或等于  $5\%$  的不等有机质含量时, 可按上述规定区别冠以专用土质名称。

**3.3.2~3.3.6** 淤泥土类、粘性土类、粉土类、砂土类和碎石土类主要根据疏浚工程的特点, 参照《港口工程地质勘察规范》进行分类。

### 3.4 混合土、层状土和残积土

**3.4.1~3.4.6** 混合土、层状土和残积土主要根据疏浚工程的特点, 参照《港口工程地质勘察规范》进行分类定名。遇到这些土类时, 需要通过具体实测分析方能确定。由于疏浚船型、挖掘机具和土质不同, 一次挖掘土层的厚度往往相差很大, 尤其是挖掘作业很难准确地挖掘在同一薄层泥面上, 因此, 对厚度较小的层状土, 应在了解各土层特征的基础上, 对有关土层作出综合评价, 提出具有代表性的土的分类特征。

## 4 疏浚岩土工程特性和分级

### 4.2 岩石类

4.2.1 国际标准《疏浚岩土分类标准》将岩石按照一般工程地质要求用单轴抗压强度从很弱到极强区分坚硬程度为 $<1.25\text{MPa}$ 、 $1.25\sim 5\text{MPa}$ 、 $5\sim 12.5\text{MPa}$ 、 $12.5\sim 50\text{MPa}$ 、 $50\sim 100\text{MPa}$ 、 $100\sim 200\text{MPa}$ 、 $>200\text{MPa}$ 七级。我国有关行业部门虽然统一按照单轴饱和极限抗压强度 $30\text{MPa}$ 来划分硬质岩石与软质岩石,但对于硬质岩石或软质岩石的进一步分级却差别很大,仅软质岩石方面从小于 $5\text{MPa}$ 至 $30\text{MPa}$ 范围内,就有多种分级方式。岩石的疏浚工程特性虽以抗压强度为主要判别指标,对于坚固性较低的风化岩,《港口工程地质勘察规范》以标准贯入击数 $N$ 值表示相应的风化等级强度。采用这种测定强度的方法,通常被认为既直观且简便,有一定优越性。到目前为止,标准贯入击数与单轴抗压强度之间尚未能建立直接对应关系。从表6.5.1-1可见标准贯入击数 $N<50$ 略相当于全风化硬质岩石的点荷载强度指数 $I_{p(50)}<0.5\text{MPa}$ (约合单轴抗压强度 $10\text{MPa}$ )。至于疏浚船舶的施工能力,据有关资料介绍,国外除个别超大功率绞吸挖泥船拥有挖掘岩石的能力超过 $30\text{MPa}$ 压碎强度外,现有各种类型挖泥船的最大岩石压碎强度以绞吸挖泥船最高可达 $30\text{MPa}$ ,次为反铲挖泥船和斗轮挖泥船皆为 $10\text{MPa}$ ,其余链斗挖泥船为 $3\text{MPa}$ ,铲斗挖泥船为 $1.5\text{MPa}$ 、抓斗挖泥船为 $0.5\sim 1.0\text{MPa}$ 、耙吸挖泥船最低仅为 $0.1\text{MPa}$ 。

我国目前只有少数绞吸挖泥船的设计最大压碎强度为 $30\text{MPa}$ ,其它类型挖泥船均不等地小于 $10\text{MPa}$ 。据上情况,考虑到国际标准或国内现有的各种岩石分级方式都不适合疏浚工程的实

际分级要求,故将疏浚岩石重新按照抗压强度 $<30\text{MPa}$ 、 $\leq 10\text{MPa}$ 分为“稍强”、“弱”二级,并视 $N < 50$ 与 $R_c \leq 10\text{MPa}$ 为略等的同级力学特性指标,对于低强度的疏浚岩石,可用标准贯入击数衡量。

岩石的主要物理力学性质见表 4.2.1 所示。

### 4.3 土 类

**4.3.1** 有机质土及泥炭是一种低结构强度的土类。强度的多变性甚至可能同一区域的垂直或水平方向上不等,且含有气体。因此,选用天然重度作为判别其工程特性的主要指标,用辅助指标烧灼减量区分有机质土、泥炭质土或泥炭。

**4.3.2** 淤泥土是粘性土的一部份,国际标准中不作单独列类。按照第 3.3.2 条规定,其中浮泥和流泥的存在状态均具有可流动性,尤以含水量很高的部分土,在确定可航水深和疏浚方法上更有特殊要求,因此,将两者合并定为“流态”级别,由于无法测定标准贯入击数,判别指标采用天然重度,并按流泥的下限含水量 $W = 85\%$ 计算得 $14.9\text{kN/m}^3$ 。

淤泥土类的天然重度可根据其饱和含水量用下列公式计算;

$$r = r_s(1+W)/(1+G_s \cdot W_w)$$

式中  $r$ ——土的天然重度( $\text{kN/m}^3$ );

$r_s$ ——土粒的重度( $\text{kN/m}^3$ );

$W$ ——土的天然含水量(%);

$W_w$ ——饱和含水量(%);

$G_s$ ——土粒的比重。

淤泥土类中的淤泥,按其存在状态定为“很软”级别。主要判别指标采用标准贯入击数 $N < 2$ ,与《港口工程地质勘察规范》和国际上广泛引用的太沙基(Terzaghi)皮克(Peck)粘土分级法的同级数值相等。天然重度采用淤泥的下限含水量 $W = 55\%$ 计算得 $16.6\text{kN/m}^3$ 。

淤泥质土是淤泥质粘土和淤泥质粉质粘土的合称。根据有关统计资料指出,其标准贯入击数 $N = 2 \sim 5$ ,天然重度 $r \geq 16.6\text{kN/}$

岩石的主要物理力学性质表

表 4.2.1

岩石分类	重度 $\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	比重 $G$	孔隙率 $n$ (%)	吸水率 $W_1$ (%)	极限抗压强度 (MPa)		软化 系数 $K_R$
					干	饱和	
硬 质 岩 石	花岗岩 闪长岩 玄武岩 伟晶岩	2.60 ~ 2.95	1.0 ~ 4.5	0.14 ~ 2.00	100.0 ~ 280.0	80.0 ~ 250.0	0.70 ~ 1.00
	岩浆岩						
	沉积岩	26.0 ~ 28.7	2.70 ~ 2.90	0.95 ~ 3.50	0.20 ~ 3.00	74.0 ~ 160.0	60.0 ~ 120.0
变 质 岩	石灰岩 硅质砂岩						
	白云岩						
	石英岩 片麻岩	26.0 ~ 28.5	2.70 ~ 2.90	0.20 ~ 3.76	0.10 ~ 0.71	80.0 ~ 150.0	62.5 ~ 120.0
石英云母片岩 硅质板岩							
软 质 岩 石	岩浆岩						
	火山凝灰岩	23.0 ~ 26.0	2.60 ~ 2.80	2.00 ~ 20.00	0.50 ~ 6.00	25.0 ~ 68.0	4.6 ~ 32.0

续上表

岩石分类	重度 $\gamma$ ( $\text{kN}/\text{m}^3$ )	比重 $G$	孔隙率 $n$ (%)	吸水率 $W_1$ (%)	极限抗压强度 (MPa)		软化 系数 $K_R$
					干	饱和	
粘土质砂岩 粘土质砾岩	24.0 ~ 26.0	2.60 ~ 2.70	5.00 ~ 20.00	1.00 ~ 9.00	30.0 ~ 80.0	5.0 ~ 45.0	0.21 ~ 0.75
	粘土岩	24.0 ~ 26.0	2.70 ~ 2.75	3.00 ~ 7.00	3.00 ~ 7.00	20.0 ~ 45.0	10.0 ~ 30.0
页岩		24.7 ~ 26.5		2.70 ~ 7.00	2.30 ~ 6.00	50.0 ~ 60.0	13.0 ~ 40.0
	泥灰岩	24.5 ~ 26.5	2.70 ~ 2.75	1.00 ~ 10.00	1.00 ~ 3.00	13.4 ~ 100.0	7.8 ~ 52.4
变质岩		26.8 ~ 27.6	2.73 ~ 2.81	0.78 ~ 4.00	0.42 ~ 4.95	40.0 ~ 90.0	20.0 ~ 30.0
	沉积岩						
软质岩石							

$\text{m}^3$ ,最大可达  $18.3\text{kN}/\text{m}^3$ 。按照上述淤泥质土的性质、存在状态和具体物理力学工程特性指标考虑,淤泥质土不在淤泥土类中分级,归入粘性土类。

**4.3.3** 根据疏浚工程行业特点,参照《港口工程地质勘察规范》和太沙基、皮克粘土分级法,将粘性土按主要判别指标标准贯入击数  $N$  值大小分为“软”、“中等”、“硬”、“坚硬”四级。其中“坚硬”级的  $N$  值采用大于 15 而不规定上限值。天然重度则在部分比照含水量计算的同时,结合历年来疏浚生产实践经验予以分级划分,亦不规定“坚硬”级的上限值。

**4.3.4** 国家标准新列粉土类是根据我国近年来的工程地质研究成果和工程实践经验制定的。国内疏浚行业一直未曾在疏浚土中专设粉土类,更缺乏有关粉土的疏浚工程特性资料的积累,目前能够收集到的资料很少,难以按照存在状态和工程特性进行粉土类的分级。鉴于粘质粉土有塑性,性质相似于粘土,本标准将其归入粘性土类分级,砂质粉土无塑性,性质相似于砂土,将其归入砂土类分级。

**4.3.5** 根据疏浚工程行业特点,参照太沙基、皮克的砂土分级法,本标准按主要判别指标标准贯入击数  $N$  值大小将砂土分为“极松”、“松散”、“中密”、“密实”四级。其中“密实”级的  $N$  值采取大于 30 而不规定上限值,并根据多年生产实践经验,参考行业标准《疏浚工程施工技术规范》(SL17-90),制定了各级砂土的判别指标天然重度值。辅助指标相对密度  $D_r$  值系部分参照国际通用数值计列。

粗颗粒土的砂土(碎石土类中的砾石亦同)是根据土的总质量中占主要部分土颗粒粒径分类的,但同一分类土,由于不均匀系数  $C_u$  和曲率系数  $C_c$  所体现的具体组成颗粒级配不等,实际存在状态并不相同,影响土的密实程度。本标准所列砂和砾石的两项系数值,系采用国家标准《土的分类》(GBJ 149-90)的规定,与美国、日本等国有关标准不同。

**4.3.6** 碎石土的构成极为复杂,会给疏浚工程带来额外困难。国

内外标准碎石土分类颇有相异,仅一致强调宜用动力触探等贯入方法勘察其密实度。我国工程地质勘察应用重型动力触探  $N_{63.5}$  乃至超重型动力触探  $N_{120}$  已经多年,积累了丰富的经验和资料。为此,综合国内外探索碎石土工程特性的方法,确定在疏浚工程中采用动力触探作为判别碎石土密实度的主要措施,并参考铁道部第二勘测设计院和中国建筑西南勘察研究院的研究成果,以重型动力触探  $N_{63.5}$  的经验值为主要判别指标,分碎石土为“松散”、“中密”、“密实”三级,对埋深较大或层厚较大的碎石土,推荐采用超重型动力触探  $N_{120}$ ,据以再换算成  $N_{63.5}$  值。若碎石土中存在较多大块石或遇漂石、块石为主的碎石土,或无法有效使用动力触探时,可用密实判数评定其密实度。表 4.2.3 所示碎石土的结构特征,必要时,也可供辅助分析使用。

## 5 岩土的可挖性及管道输送和填土的适宜性

### 5.1 各类挖泥船对岩土的可挖性

5.1.1 岩土的可挖性本条列有耙吸、绞吸、链斗、抓斗、铲斗五种常规类型挖泥船。近年,国内新造了少数斗轮挖泥船和吸盘挖泥船,由于试用时间尚短,实效有待评定,此外,还有一些适合内陆河川使用的特建、改造或临时组合构造的小型简易挖泥船,例如各式钢耙船、喷射泵船、小型斗式船等等,这些船型式和性能个别独特,缺乏系统资料,均暂未列入。

上述五种挖泥船对于某类岩土的可挖性,常因船的规格大小有所差别。但是,随着科学技术的不断进步,近期建造的挖泥船,往往根据用船目的与要求,具有各自特点,可能在某些方面比早期的同型船显见改进提高。因此,大小规格船的可挖性尚难一概而论,国际上也没有严格的统一划分标准。表 5.1.1 各类挖泥船的大小区分,主要从国内现有船型的一般规律和习惯作出,用以定性地评价可挖性。

### 5.2 各类疏浚岩土用于管道输送和填土的适宜性

5.2.1 疏浚岩土的管道输送适宜性与岩土的粒径、颗粒形状、硬度和重度有关,规定内容在于表示利用管道输送各类疏浚岩土的适宜程度不等,不涉及产量或单位费用高低。

5.2.2 各类疏浚岩土用作填土的适宜性,主要指的是填筑地基,若用于农田、堤坝等其他目的,情况不尽相同。

## 6 疏浚岩土的勘察

### 6.1 一般规定

6.1.1 疏浚岩土勘察是疏浚工程勘察中非常重要的组成部分,必须根据工程的具体要求和现场条件确定工作内容,有计划地实施,达到技术先进、经济合理,确保勘察质量。

### 6.2 勘察准备

6.2.2 条文所列为根据委托勘察单位提出的要求及通过踏勘得到的资料编制勘察计划的基本内容。由于疏浚工程的规模大小不同,目的和要求、工程特点、自然条件和已有资料会有差别,勘察计划内容不可能全部统一适用,因此,每个疏浚工程尚应根据不同情况具体编制。

### 6.3 实施勘察

6.3.1~6.3.5 可行性研究阶段勘察在于了解疏浚水域地质概况,宜以工程地质调查、收集资料、结合必要的勘探钻孔和原位测试方式进行。设计阶段勘察则需要进一步掌握详实岩土情况,为设计和施工提供具体确切的资料与数据。因此,两个不同阶段,不同地区所规定的勘探线距和点距不等,对设计阶段勘察提出了较高要求。

钻孔深度规定为设计疏浚深度以下 3m。如地形宽广平坦,土质均一,经过对控制性钻孔资料分析,其间部分钻孔也可酌情小于疏浚深度以下 3m。

凡是适宜做钻孔取样和做原位测试的岩土,规定技术孔数不

应少于全部钻孔数的 30%，是根据疏浚工程的实践经验，为了有利分析判别岩土分类分级和工程特性而规定的。港口已有的工程地质资料可供参考时，理应充分利用，但作为疏浚对象，应以考虑挖掘难易为主，即使同一岩土，如何评价选用有关数据，应和作为水工建筑基础地质的情况有所区别。

**6.3.6~6.3.8** 条文规定了疏浚岩土取样、判别、记录和储运工作的若干要点。

依靠目测和手感为主的现场岩土描述和记录，有可能出现某种因人而异的差别结果，因此，岩土芯样可根据工程要求进行保存。提供岩芯彩色照片，有助于增进勘探记录的可比性。

## 6.4 水上钻探

**6.4.1** 水上钻探使用的钻探船大小必须根据施工区域水文条件、钻孔深度、钻探设备等确定，其中，又以水域开敞或隐蔽程度如何影响最大，此次综合多方经验将施工水域分为三种，相应规定了用船大小。

**6.4.4** 水上钻探始终受到水流流速大小的影响，考虑到钻探工作的安全和质量，此项作业应安排在缓流时进行，若必须在快流或横向强风浪下工作，事先必须充分研究加强系泊定位措施和重视钻探器具的刚度。

**6.4.5** 鉴于水上钻探作业受到水流、风向、风力、钻探船摇摆等因素影响，定位条件比水深测量更复杂，故钻孔定位精度定为不大于图上 2mm。

## 6.5 岩土的现场描述及鉴别

**6.5.1~6.5.3** 岩土的现场描述及鉴别是岩土勘察中极为重要的措施，能定性地判别岩土的大致类别和级别，有利推进现场各项勘察的实施。现场描述及鉴别的详细记载，既丰富了勘察成果，亦有助于对疏浚岩土的全面认识。

## 6.6 水底地层剖面仪探测

6.6.1~6.6.5 水底地层剖面仪探测具有快速、方便、费用低等优点,可以减少地质钻探的工作量,日益受到疏浚岩土勘察单位更多采用。由于它不能直接获得有关工程特性指标,地质分层时,应和钻孔资料对比判读。通常在可行性研究阶段勘察中使用较多,设计阶段勘察也可配合使用。

## 6.7 原位测试

6.7.1~6.7.4 所列为疏浚岩土勘察中四项原位测试方法,即标准贯入试验、十字板剪切试验、重型动力触探试验和超重型动力触探试验。

布置原位测试时,应尽量结合钻探取样进行必要的室内岩土试验,有利于提高勘察质量,缩短勘察历时。

各项原位测试的设备装置和操作方法,均可按照第7章岩土试验表7.0.2的采用标准或规范执行,条文只指出试验中需要注意的若干事项。

各项原位测试所得资料数据的整理可参照《岩土工程勘察规范》有关规定慎重处理下述诸问题:

(1)长期以来,国内外对标准贯入试验锤击数 $N$ 值的修正见解有所不同。经实测分析,《岩土工程勘察规范》认为杆长修正原则上可不考虑,上覆压力(土的自重压力)的修正则暂不作规定,因 $N$ 值离散性大,仅仅依据单孔标准贯入试验资料提供设计参数是不可信的,在分析整理时,宜剔除个别异常值,如锤击数已达50击,贯入深度未达30cm,可按实际贯入深度,通过换算求得贯入深度30cm的 $N$ 值;

(2)不宜用固定的修正系数处理动力触探探杆侧摩阻力的影响,而应尽量采取减少侧摩阻力的措施,例如:使探杆直径小于探头直径;每贯入深度1m,旋转探杆一圈或半圈;贯入深度小于12m,可以不考虑侧摩阻力;

(3)对于天然饱和软粘土而言,十字板剪切试验可以较好地反映不排水抗剪强度随深度而异的变化,但十字板剪切试验所得不排水抗剪强度峰值,通常被认为偏高,宜根据土层性质及当地的经验确定。

## 6.8 编写勘察报告

**6.8.2** 条文系指通常情况下勘察报告的基本内容,应与勘察计划的要求相呼应。每个疏浚工程尚应根据不同情况具体增减,必须完整、详细、准确。报告可采用一般工程地质报告的形式,部分资料并附用图表作系统表示。如有必要,也可按照特定任务要求,提出专项报告。无论何者,均须对疏浚岩土的分类分级、工程特性和分布情况,作出如实反映与评价,并表明有无犹待注意了解的问题存在。

**6.8.5** 变异系数的控制值系参照《港口工程地质勘察规范》规定。