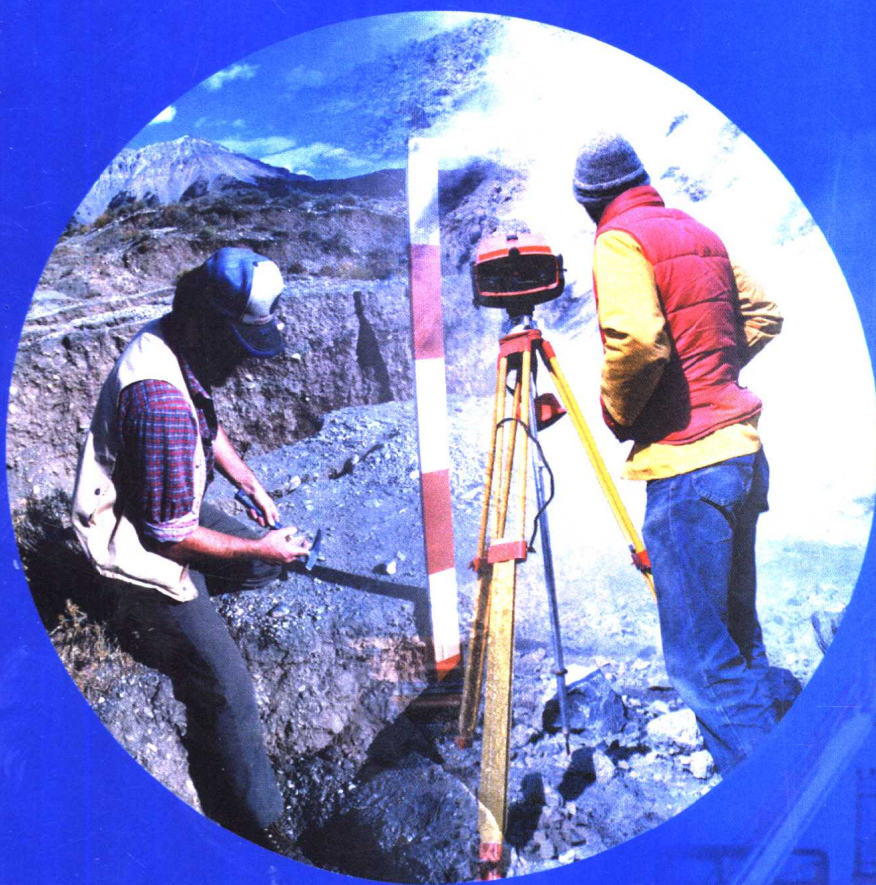


汤文良 编著

钻前土建工程基本知识

ZUANGQIAN TUJIAN GONGCHENG
JIBENZHISHI



石油工业出版社

钻前土建工程基本知识

汤文良 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

钻前工程是油田勘探开发前前期工程。本书重点叙述四级公路测设和井场施工,还对给水方案作了简要说明。

该书可供从事钻前工程职工和组织者参考。

图书在版编目(CIP)数据

钻前土建工程基本知识 / 汤文良编著 .
北京:石油工业出版社,2002.7

ISBN 7-5021-3800-5

I. 钻…

II. 汤…

III. 油气钻井-准备-土木工程-工程施工

IV. TE241

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 046448 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)
北京乘设伟业科技排版中心排版
河北省徐水县印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 9.5 印张 243 千字 印 1—1000
2002 年 7 月北京第 1 版 2002 年 7 月河北第 1 次印刷
ISBN 7-5021-3800-5/TE·2770
定价:25.00 元

前 言

钻前工程应包括道路、桥梁、设备基础、给排水等工程,所以钻前工程知识是将有关各土建工程中“三通”基本知识的综合。

因石油勘探要承担较大的风险,所以在探区油藏状况未明朗化之前,初期建设的道路工程,仅要求能通过载重车,完成勘探器材及设备运输任务为目的四级普通公路。但作为工程技术的策划者,对四级公路在测设过程中,仍要按正规的工作程序进行。从线路走向,方案对比,弯道半径和坡度的确定,缓和曲线、缓和坡度的设计都要符合规范要求,才能免除工程的隐患。

设备基础的施工,要着重对地基承载力概念的理解,为了保证井场各类大型设备安全、正常使用,必须满足以下两个技术条件:

(1)地基的变形条件:设备基础交付使用后,其沉降量、沉降差、倾斜和局部倾斜,都不能大于地基容许变形值。例如:压缩性粘土地基上钻机基础、柴油机基础的沉降量不得超过 7cm。

(2)地基的强度条件:保证地基稳定,不发生滑动、破坏,要有一定安全系数。

这两个技术条件,实质是设备基础在全部荷载作用下,地基不能产生过大沉降变形,致使超出正常使用要求的范围,和地基土不能被挤出,导致使设备倾斜而失稳。由此可见,基础的全部作用,就是保证设备对地基上的上述两项基本要求。基础通常是适当扩大与地基的接触面积和一定的埋置深度,将设备的全部荷载分散地传给土层或人工地基,以满足上述两项基本要求。

正确处理实际生产中的技术问题,除依赖基本理论知识之外,实践经验的应用也是十分重要的,所以本书对实践经验性总结尤为重视,材料知识、水准仪的应用、井场简易房的施工、供水、供电基本知识等均作扼要叙述,可供施工人员或工程组织者参考。

目 录

第一章 地基土物理性质和容许承载力	(1)
第一节 土的物理性质.....	(1)
第二节 地基土的分类.....	(4)
第三节 地基土的容许承载力.....	(6)
第四节 基底压应力的分布与计算.....	(9)
一、按弹性理论方法计算	(9)
二、按应力扩散角分布理论计算.....	(14)
三、基础底面下附加应力的计算.....	(14)
第五节 桩基的设计与计算	(17)
第六节 桩的容许承载力的确定	(21)
一、单桩的容许承载力确定方法.....	(21)
二、桩群的容许承载力.....	(23)
第二章 公路路线勘测与设计	(25)
第一节 公路工程名词解释	(25)
第二节 四级公路主要技术标准	(26)
一、路基、路面宽度	(26)
二、平曲线半径.....	(26)
三、最大纵坡和坡长限制.....	(26)
四、弯道加宽、超高、缓和长度.....	(27)
五、竖曲线.....	(28)
六、视距.....	(28)
七、回头曲线.....	(29)
第三节 踏勘	(29)
一、踏勘工作要求.....	(29)
二、具体工作方法.....	(29)
三、调查报告编制内容.....	(30)
第四节 选线	(30)
一、图上布置、逐步定点	(30)
二、放坡选线.....	(31)
三、拟定弯道半径和移动交点.....	(31)
四、回头路线的选线工作.....	(33)
五、沿溪路线的选择.....	(33)
六、桥位的选择.....	(34)
七、桥址地形图的测绘.....	(35)
八、桥址纵断面图和河床横断面图的测绘.....	(35)

第五节 中线测量	(35)
一、定直线	(35)
二、曲线测设	(38)
三、弯道定线	(39)
第六节 水准测量	(42)
一、水准点的联系	(42)
二、中桩标高的测量	(42)
三、记录与绘图	(43)
第七节 横断面测量	(44)
一、横断面测量方法	(44)
二、横断面施测	(44)
第八节 路基、路面设计和计算	(45)
一、纵断面的设计和计算	(45)
二、横断面设计	(47)
第三章 四级公路与井场施工	(50)
第一节 路基施工	(50)
一、路基施工前的准备工作	(50)
二、路基土方施工	(50)
三、路基石方施工	(51)
第二节 路基工程	(52)
一、路基横断面标准图	(52)
第三节 路基排水	(56)
一、边沟	(56)
二、排水沟	(57)
三、截水沟	(57)
四、盲沟	(57)
第四节 边坡和水沟的加固	(58)
第五节 透水路堤施工	(60)
第六节 路面工程	(62)
一、主要路面基本情况介绍	(62)
二、基本规格和施工程序	(62)
第七节 挡土墙	(63)
一、散填体的物理性质	(64)
二、土压力种类、影响因素与计算	(66)
三、挡土墙砌筑参考图表	(69)
第八节 小桥涵施工	(70)
一、桥涵式样选择	(70)
二、桥梁孔径的确定	(71)
三、石拱桥涵施工	(72)
第九节 井场土建工程	(77)

一、井场形状与横断面·····	(78)
二、场面铺筑和基墩砌筑·····	(79)
三、钻机基础施工要点·····	(79)
四、井场施工中的水准测量·····	(79)
五、附属设施·····	(82)
第四章 工程材料知识 ·····	(84)
第一节 石料 ·····	(84)
一、岩石分类·····	(84)
二、石料硬度的鉴别·····	(86)
三、石料开采和加工·····	(87)
第二节 砂浆和混凝土 ·····	(91)
一、砂浆分类·····	(91)
二、砂浆的标号·····	(92)
三、砂浆的配合比·····	(92)
四、混凝土的主要性质·····	(94)
五、混凝土的主要组成材料·····	(94)
六、怎样设计配合比 ·····	(100)
七、灌筑和振捣 ·····	(105)
第三节 石灰 ·····	(110)
一、怎样从外观上鉴别石灰的质量 ·····	(110)
二、石灰等级的区别 ·····	(111)
三、熟石灰粉(即水化石灰) ·····	(111)
四、生石灰粉 ·····	(111)
第五章 水准测量和水准仪 ·····	(112)
第一节 水准测量原理 ·····	(112)
第二节 微倾式水准仪的构造 ·····	(113)
一、望远镜 ·····	(113)
二、水准器 ·····	(114)
三、基座 ·····	(115)
四、操作观测 ·····	(115)
第三节 微倾式水准仪的检验和校正 ·····	(116)
一、水准盒的检验和校正 ·····	(116)
二、十字丝、横丝的检验和校正·····	(117)
三、水准管轴(或视准轴)的检验和校正 ·····	(117)
第四节 自动安平水准仪简介 ·····	(118)
一、自动安平原理 ·····	(118)
二、补偿器结构及常见类型 ·····	(119)
三、灵敏原件的类型 ·····	(119)

四、DSZ2 自动安平水准仪使用方法 (120)

第六章 钻井队住房与施工..... (121)

第一节 概述..... (121)

一、钻井队房屋建造注意事项 (121)

二、井队用房平面尺寸参考值 (121)

第二节 房屋建造施工..... (122)

一、施工的准备工作的 (122)

二、定位放线 (123)

三、基础施工要点 (124)

四、墙体施工要点 (125)

第七章 给水方案与建造..... (130)

第一节 水源及取水构筑物..... (130)

一、浅层地下水取水构筑物 (130)

二、地表水取水构筑物 (133)

三、几种取水头部 (135)

第二节 水泵和水泵房..... (137)

一、水泵和水泵房的分类 (137)

二、水泵房的布置 (137)

第三节 给水网的布置..... (139)

一、管道水力计算 (139)

二、输水管和配水管网的布置要求 (140)

参考文献..... (143)

$$r_d = \frac{g_{\text{粒}}}{V} \quad (1-4)$$

干容重愈大,表示土愈密实,在填土夯实时,常以土的干容重来控制土的夯实标准。例如基础回填土夯实后的干容重要求为 $1.50 \sim 1.65 \text{g/cm}^3$ 。

如果已知土的容重 r 和含水量 W ,就可以按下式算出干容重,即:

$$r_d = \frac{r}{1 + W} \quad (1-5)$$

现将公式(1-5)推证如下:

$$r_d = \frac{g_{\text{粒}}}{V} = \frac{g_{\text{粒}}}{V} \cdot \frac{g}{g} = \frac{\frac{g}{V}}{\frac{g_{\text{粒}} + g_{\text{水}}}{g_{\text{粒}}}} = \frac{r}{1 + W}$$

(5)孔隙比:土中孔隙体积与颗粒体积之比,用符号 e 表示。

$$e = \frac{V_{\text{隙}}}{V_{\text{粒}}} \quad (1-6)$$

孔隙比还可以按下面公式进行计算:

$$e = \frac{Gr_w(1 + W)}{R} - 1 \quad (1-7)$$

根据上面所介绍的物理指标定义,公式(1-7)是这样推导出来的:

$$e = \frac{V_{\text{隙}}}{V_{\text{粒}}} = \frac{V - V_{\text{粒}}}{V_{\text{粒}}} \cdot \frac{g_{\text{粒}}}{g_{\text{粒}}} = Gr_w \left(\frac{V}{g_{\text{粒}}} - \frac{V_{\text{粒}}}{g_{\text{粒}}} \right) = Gr_w \left(\frac{1}{r_d} - \frac{1}{Gr_w} \right) = \frac{Gr}{r_d} - 1$$

式中 r_w ——单位体积的水重, kN/m^3 。

将公式(1-5)代入上式就得到公式(1-7)。

孔隙比也是表示土的密实程度的一个物理指标,由公式(1-6)知道,孔隙比是两个体积之比,它不像干容重 r_d 与土的相对密度有关,所以,用孔隙比表示土的密实程度比用干容重表示要更好一些。但由于干容重可以通过试验指标经过简单计算就可以得出,所以在填土夯实时,仍采用干容重作为扎实标准的指标。

(6)饱和度:土中水的体积与孔隙体积的比,用符号 S_r 表示。

$$S_r = \frac{V_{\text{水}}}{V_{\text{隙}}} 100\% \quad (1-8)$$

饱和度亦可按下式计算:

$$S_r = \frac{WG}{e} \quad (1-9)$$

公式(1-9)是这样推导出来的:

$$S_r = \frac{V_{\text{水}}}{V_{\text{隙}}} = \frac{g_{\text{水}}/rW}{V_{\text{隙}}} \cdot \frac{V_{\text{粒}}}{V_{\text{粒}}} = \frac{g_{\text{水}}G}{e} \cdot \frac{1}{g_{\text{粒}}} = \frac{WG}{e}$$

饱和度是衡量砂土潮湿程度的一个指标。如孔隙完全被水充满,即当 $V_{\text{水}} = V_{\text{隙}}$ 时,则 $S_r = 100\%$,这种土叫做饱和土(“地基基础设计规范”规定 $S_r \geq 80\%$ 就认为是饱和的)。另外饱和度大小还可以说明土的可能压实程度,例如对于 $S_r = 100\%$ 的饱和土,就不可能再把它夯实。所以在基础施工中遇到饱和土就不要夯实了。因为在这种情况下不但夯不实,反而破坏了土的天然结构,降低了地基的天然结构,降低了地基的强度。在工地有时遇到夯不实的“橡皮土”就是这个道理。

顺便再说一下,含水量虽然也是表示土的潮湿程度的一个指标,但它不如用饱和度 S_r 表示直观,所以在衡量砂土的潮湿程度时,用饱和度而不用含水量。

粘性土的含水量对土所处的状态影响很大,随着含水量的增加,土逐渐从固体状态经过塑状态而变为流动状态(图 1-2),土所处的状态不同,它的强度就不同。下面我们就来研究不同状态转变时的含水量,这个含水量也就是分界含水量。

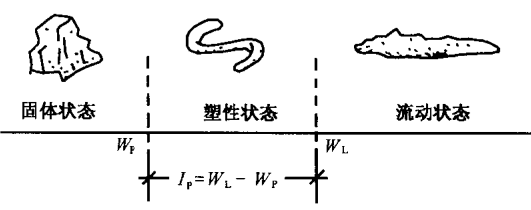


图 1-2 粘性土的状态

(7)塑限:当土由固体状态变到塑性状态时的分界含水量叫做塑限,用符号 W_p 表示。

塑限是这样测定的:在土内加适量的水,拌合均匀以后,在毛玻璃板上用手搓成土条,当土条搓到直径为 3mm 时,恰好开始断裂(图 1-3),这时的含水量就是塑限。

(8)液限:当土由塑性状态变到流动状态时的分界含水量叫做液限,用符号 W_L 表示。

液限是用图 1-4 所示的液限仪来测定的,测定时先在杯内装满调成糊状的土样,并刮平表面,然后将圆锥体放在土样表面中心,让它在自重作用下慢慢沉入土中,如果圆锥体在 15 秒钟内恰好沉入土样 10mm(也就是圆锥体上的刻线刚好与土样表面齐平),这时土的含水量就是液限。

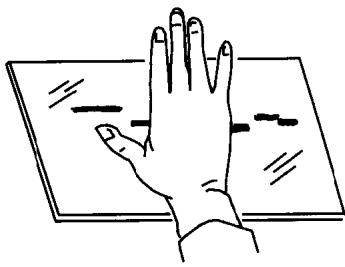


图 1-3 塑限试验

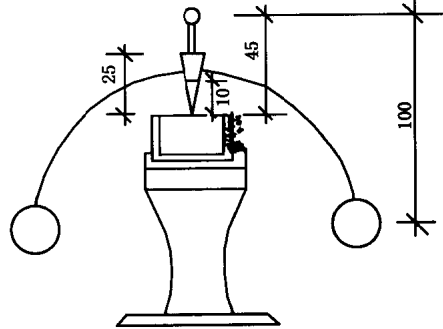


图 1-4 锥式液限仪

(9)塑性指数:液限与塑限之差叫做塑性指数,用符号 I_p 表示。

$$I_p = W_L - W_p \quad (1-10)$$

塑性指数以百分率的绝对数字来表示。塑性指数的数值主要与土内所含粘土颗粒(土颗粒直径小于或等于 0.005mm 的,叫粘土颗粒)的多少有关,如果土中含粘土颗粒愈多,则其塑性指数就愈大,表示土处于塑状态的含水量范围也就愈大。因此,工程上常以塑性指数来划分很细的砂土和粘土的界限和确定粘性土的名称。

(10)液性指数:天然含水量与塑限之差除以塑性指数,用符号 I_L 表示。

$$I_L = \frac{W - W_p}{I_p} \quad (1-11)$$

液性指数是表示粘性土的软硬程度的一个物理指标,例如当 $W \leq W_p$, 即 $I_L \leq 0$ 时,表示土处于坚硬状态;若 $W > W_p$ 即 $I_L > 1$,则表示土处于流塑状态。

以上所讲的物理指标是地基土最基本的指标。通常只有知道了这些指标以后,才能确定地基土的承载能力,进而设计地基和基础,可见,深刻地理解这些指标的意义很重要。

第二节 地基土的分类

土中固体颗粒的粒径大小是各不相同的,由于粒径不同,它们矿物成分、物理化学性质和力学性能等方面也都截然不同,如粗颗粒的砂土的承载能力几乎与土的含水量无关;而细颗粒的粘性土的承载能力却随含水量的增加而急剧降低。因此,要正确地评定土的物理和力学性质,合理地选择地基基础设计,施工方案,是土建技术干部和施工员十分必要的知识。

在“地基基础设计规范”中,将地基土分为以下 5 大类:

- (1)岩石:在自然态下颗粒间牢固连接,呈整体的,或具有节理裂隙的岩体。
- (2)碎石土:粒径大于 2mm 的颗粒含量超过全重 50% 的土。碎石土根据粒径大小和占全重的百分率不同,又分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾六种(表 1-1)。

表 1-1 碎石土的分类

土的名称	颗粒形状	土的颗粒在干燥时占全部质量的百分比
漂石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200mm 的颗粒超过全重 50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20mm 的颗粒超过全重 50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2mm 的颗粒超过全重 50%
角砾	棱角形为主	

- (3)砂土:粒径大于 2mm 的颗粒含量小于或等于全重 50%,干燥时呈松散状态,无塑性或微有塑性(塑性指数 $I_p \leq 3$)的土。

砂土根据粒径大小和占全重的百分率不同,又分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂 5 种(表 1-2)。

表 1-2 砂土的分类

土的名称	土的颗粒在干燥时占全部质量百分比
砾砂	粒径大于 2mm 的颗粒占全重 25% ~ 50%
粗砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒超过全重 50%
中砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒超过全重 50%
细砂	粒径大于 0.10mm 的颗粒超过全重 75%
粉砂	粒径大于 0.10mm 的颗粒不超过全重 75%

- (4)粘性土:塑性指数 $I_p > 3$ 的土。

按工程地质特征粘性土分为:

1)表粘土:指第四纪晚更新世(Q_3)及其以前沉积的粘性土,其压缩性低,强度高,是建筑物的良好地基。

2)一般粘性土:指第四纪全新世(Q_4)沉积的粘性土,一般粘性土的压缩性也比较低,强度也比较高,是建筑物的良好天然地基。

此外,在河漫滩、湖、塘、沟、谷等地段沉积年代较近的粘性土,与一般粘性土的工程性质不同。这种土叫做新近沉积粘性土,这种粘性土的颜色较深,一般含有机质较多,在城镇附近这种地可能含有少量碎砖、瓦片等人类活动遗物,这种土压缩性较大,强度较低。采用新近沉积粘性土作为天然地基时应与一般粘性土加以区别。

3)淤泥及淤泥质土:指静水或缓慢的流水环境中沉积,经生物化学作用形成的,天然含水

量 W 大于液限 W_L , 天然孔隙比 e 大于 1 的粘性土。

天然孔隙比 e 大于 1.5 时称为淤泥; 天然孔隙比小于 1.5 而大于 1.0 时称为淤泥质土。

4) 红粘土: 指碳酸盐类岩石(如石灰岩、白云岩、泥质灰岩等)经风化石残积、坡积形成的褐红色(也有棕红色, 黄褐色)粘土, 其天然孔隙比大于 1; 在一般情况下, 天然含水量接近塑限 W_p ; 饱和度 S_r 大于 85%。

按塑性指数 I_p 分类粘性土分为: 轻亚粘土、亚粘土和粘土(见表 1-3)。

表 1-3 粘性土分类

序号	土的分类名称	塑性指数 I_p
1	轻亚粘土	$3 < I_p \leq 10$
2	亚粘土	$10 < I_p \leq 17$
3	粘土	$I_p > 17$

在确定粘性土名称时, 应先按工程地质特征划分类型, 再按塑性指数确定。如第四纪全新世(Q_4)亚粘土、第四纪晚更新世(Q_3)淤泥质粘土等。

(5) 人工填土: 由于人类活动而堆积的土(干或稍湿时, 一般具有浸水湿陷性), 可分为:

1) 素填土: 由碎石土、砂土、粘性土等组成的填土, 经分层辗(夯)压统称为压实填土。

2) 杂填土: 含有建筑垃圾、工业废料、生活垃圾等杂物的填土。

3) 冲填土: 由水力冲填泥砂形成的沉积土。

例 设取烘干后的砂土 500g, 放进标准筛中, 筛分后留在每层筛子里的质量及其占全部土重的百分率, 以及大于 20、2、0.5、0.25 和 0.1mm 粒径的颗粒占全部土重的百分率, 均列于表 1-4 中, 试确定此土样名称。

表 1-4 土重百分率

筛孔直径(mm)	20	2	0.5	0.25	0.1	<0.1 底盘	总计
留在每层筛上的土重(g)	0	40	70	150	190	50	500
留在每层筛上颗粒占全部土重的百分率(%)	0	8	14	30	38	10	100
大于某直径的颗粒占全部土重的百分率(%)	0	8	22	52	90	100	—

从表 1-4 中可以看出, 直径大于 0.25mm 的颗粒占全部土重的百分率为 52%, 大于 50%。同时, 按表 1-2 排列名称顺序又是第一个适合规定的条件, 所以此土为中砂。

设计地基基础时, 仅仅知道土的名称还不够, 还要了解地基土所处的状态。例如砂土可以从密实状态到松散状态各不相同。粘性土可以从坚硬状态到流塑状态。土所处的状态不同, 它的承载能力也就不同。

根据“地基基础设计规范”, 地基土的状态按下列标准划分:

(1) 碎石土: 碎石土按野外密实度特征分为密实、中密和稍密(见表 1-5)。

表 1-5 碎石土密实度野外鉴别方法

密实度	骨架颗粒含量和排列	可挖性	可钻性
密实	骨架颗粒含量大于总重的 70%, 呈交错排列, 连续接触	锹镐挖掘困难, 用撬棍方能松动; 井壁一般较稳定	钻进极困难, 冲击钻探时, 钻杆吊锤跳动剧烈, 孔壁较稳定
中密	骨架颗粒含量等于总重的 60% ~ 70%, 呈交错排列, 大部分接触	锹镐可挖掘井壁有掉块现象, 从井壁取出大颗粒处, 能保持颗粒凹面形状	钻进较困难, 冲击钻探时, 钻杆、吊锤跳动不剧烈, 孔壁有坍塌现象
稍密	骨架颗粒含量小于总重的 60%, 排列混乱, 大部分不接触	锹可以挖掘, 井壁易坍塌, 从井壁取出大颗粒后, 砂性土立即坍落	钻进较容易, 冲击钻探时, 钻杆稍有跳动, 孔壁易坍塌

(2)砂土:砂土按天然孔隙比 e 分为:密实、中密、稍密和松散(见表 1-6);按饱和度 S_r 分为:稍湿、很湿和饱和(见表 1-7)。

表 1-6 砂土的密实度

密实度 土 的 名 称	密 实	中 密	稍 密	松 散
砾砂、粗砂、中砂	$e < 0.60$	$0.60 \leq e \leq 0.75$	$0.75 < e \leq 0.85$	$e > 0.85$
细砂、粉砂	$e < 0.70$	$0.70 \leq e \leq 0.85$	$0.85 < e \leq 0.95$	$e > 0.95$

表 1-7 砂土的湿度

稍 湿	很 湿	饱 和
$S_r \leq 50\%$	$50\% < S_r \leq 80\%$	$S_r > 80\%$

(3)粘性土:粘性土按液性指数 I_L 分为:坚硬、硬塑、可塑、软塑和流塑状态(见表 1-8)。

表 1-8 粘性土的坚硬程度

坚 硬	硬 塑	可 塑	软 塑	流 塑
$I_L \leq 0$	$0 < I_L \leq 0.25$	$0.25 < I_L \leq 0.75$	$0.75 < I_L \leq 1$	$I_L > 1$

例 1-1 某土样经测定天然含水量 $W = 21\%$,塑限 $W_p = 20\%$,液限 $W_L = 30\%$,试确定此土样的名称及所处的状态。

解 按公式(1-10)算出:

$$I_p = W_L - W_p = 30 - 20 = 10$$

由表 1-3 查得此土样为轻亚粘土。

按公式(1-11)算出:

$$I_L = \frac{W - W_p}{I_p} = \frac{21 - 20}{10} = 0.1$$

由表 1-8 查得此轻亚粘土为硬塑状态。

第三节 地基土的容许承载力

在设计地基基础时,需要知道地基土的容许承载力。地基土的容许承载力是指在保证地基稳定的条件下,钻机基墩和构筑物的沉降量不超过容许值的地基承载能力。

地基土容许承载力可由现场载荷试验、触探试验,室内物理力学试验,建筑经验等方法确定,有时也可由公式计算确定。几种常见地基土的容许承载力见表 1-9~表 1-19。只要知道了地基土的物理力学指标或触探锤击数,就可以从表中查出地基土的容许承载力。

(1)根据土的物理力学指标或野外鉴别结果,按表 1-9~表 1-15 确定地基土的承载力。

表 1-9 碎石土容许承载力 $[R]$ (kPa)

密实度 土 的 名 称	稍 密	中 密	密 实
卵石	300~400	500~800	800~1000
碎石	200~300	400~700	700~900
圆石	200~300	300~500	500~700
角砾	150~200	200~400	400~600

表 1-10 砂土容许承载力[R](kPa)

土 的 名 称 \ 密 实 度		稍 密	中 密	密 实
砾砂、粗沙、中砂 (与饱和度无关)		160~200	240~340	400
细 砂	稍湿	120~160	160~200	300
粉 砂	很 湿		120~160	200

表 1-11 老粘土容许承载力[R]

含水比 u	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
容许承载力[R](kPa)	700	580	500	430	380

注:本表仅适用压缩模量 E_s 大于 15MPa 的老粘土。

表 1-12 一般粘性土容许承载力[R](kPa)

塑性指数 液性指数 孔隙比 I_L	≤ 10			> 10					
	0	0.5	1.0	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.20
0.5	350	310	280	450	410	370	(340)		
0.6	300	260	230	380	340	310	280	(250)	
0.7	250	210	190	310	280	250	230	200	160
0.8	200	170	150	260	230	210	190	160	130
0.9	160	140	120	220	200	180	160	130	100
1.0		120	100	190	170	150	130	110	
1.1					150	130	110	100	

注:有括号者仅供内插用。

表 1-13 沿海地区淤泥和淤泥质土容许承载力[R]

天然含水量(%)	36	40	45	50	55	65	75
容许承载力[R](kPa)	100	90	80	70	60	50	40

注:①对于内陆淤泥和淤泥质土,可参照使用;
②为原状土的天然含水量。

表 1-14 红粘土容许承载力[R]

含水比 u	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
容许承载力 [R](kPa)	350	300	260	230	210	190	170	150	130	120	110

注:本表适用于广西、贵州、云南地区的红粘土。对于母岩成因类型,物理力学性质相似的其他地区的红粘土,可参照使用。

表 1-15 新近沉积粘性土的容许承载力[R](kPa)

液性指数 I_L 孔 隙 比 e	≤ 0.25		0.75		1.25	
≤ 0.80	140		120		100	
0.90	130		110		90	
1.0	120		100		80	
1.1	110		90			

(2)根据触探试验锤击数,按表 1-16~表 1-19 确定地基土的容许承载力。

表 1-16 砂土容许承载力[R]

标准贯入试验锤击数 $N_{63.5}$	10~15	15~30	30~50
容许承载力[R](kPa)	140~180	180~340	340~500

注: $N_{63.5}$ 指锤 63 kg 的锤击数。

表 1-17 老粘性土和一般粘性土容许承载力[R]

标准贯入试验锤击数 $N_{63.5}$	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
容许承载力[R](kPa)	120	160	200	240	280	320	360	420	500	580	660

表 1-18 一般粘性土容许承载力[R]

轻便触探试验锤击数 N_{10}	15	20	25	30
容许承载力[R](kPa)	100	140	180	220

注:指锤重 10kg 的锤击数。

表 1-19 粘性素填土容许承载力[R]

轻便触探试验锤击数 N_{10}	10	20	30	40
容许承载力[R]	80	110	130	150

表 1-9~表 1-19 所列地基土容许承载力数值,适用于基础宽度小于或等于 3m 基础埋置深度小于或等于 1.5m 的情形。如基础宽度大于 3m,埋置深度大于 1.5m 时,需按下式进行修正:

$$R = [R] + m_B r (B - 3) + m_D r_p (D - 1.5) \quad (1-12)$$

式中 R ——修正后地基土的容许承载力,kPa;
 $[R]$ ——按表 1-9~表 1-19 查得的地基土的容许承载力,kPa;
 m_B 、 m_D ——分别为基础宽度和埋置深度的承载力修正系数,查表 1-20;
 r ——基础底面以下土的天然容重(地下水位以下取水下浮容重。水下土的浮容重=土的饱和容重-水的容重),kN/m³;
 D ——基础埋置深度,m;
 B ——基础底面宽度(当 $B > 6m$ 时,按 $B = 6m$ 计算),m;
 r_p ——基础底面以上土的容重,kN/m³。

表 1-20 基础宽度和埋深的承载力修正系数

土 的 类 别		m_B	m_D
淤泥和淤泥质土、新近沉积粘性土、红粘土、人工填土、 e 及 I_L 均大于 0.9 的一般粘性土		0	1.0
老粘性土和一般粘性土	粘土亚粘土	0.3	1.5
	轻亚粘土	0.5	2.0
粉砂、细砂(不包括很湿与饱和状态的稍密粉、细砂)		2.0	2.5
中砂、粗砂、砾砂和碎石土		3.0	4.0

例 1-2 基础的埋置深度 $D=1.5\text{m}$, 持力层(持力层是指直接承受基底压力的土层。)为一般粘性土, 孔隙比 $e=0.6$, 液性指数 $I_L=0.5$, 塑性指数 $I_p=5$, 基础宽度 $B=1\text{m}$, 试确定地基土容许承载力。

解 由表 1-12 查得: 当 $e=0.6$, $I_p=5<10$ 和 $I=0.5$ 时, $[R]=260\text{kPa}$ 。因为 $B=1\text{m}$, $D=1.5\text{m}$, 所以不必作深度和宽度修正, 地基土容许承载力 $R=[R]=260\text{kPa}$ 。

第四节 基底压应力的分布与计算

井架、钻机、钻具及动力设备全部荷载通过基础传到土上, 土层承受了这种荷载后, 在它的内部应力又怎样分布? 我们可将构成地基的土颗粒看作是无数个直径相同的小圆球, 如图 1-5 所示。设沿垂直方向作用一荷载 $P=1$, 由图中可见, 第二层两个小球各受 $1/2$ 的力; 第三层共有三个小球受力, 最左边的小球承受第二层左边小球一半的力, 即 $1/2 \times 1/2 = 1/4$, 最右边的小球受力大小和左边的小球受的力相同, 也是 $1/4$ 。中间的小球因为它同时承受第二层两个小球传给它的 $1/4$ 的力, 所以它受力为 $2 \times 1/4 = 1/2$ 。第四层和以下几层小球所受力的的大小, 已经注在每个小球上面。

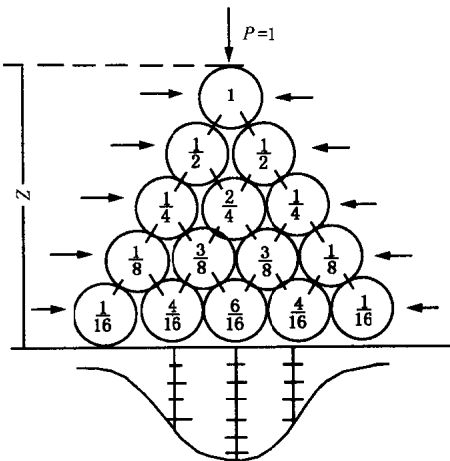


图 1-5 无数个直径相同的小圆球

为了表示清楚荷载中压应力在地基中分布规律, 将最下边一层小球受力大小按比例画出来了。

通过上面的分析, 我们知道土中荷载应力分布的特点是:

- (1) 在地面下同一深度的水平面上的荷载压应力不同, 沿力的作用线上荷载压应力最大、向两边则逐渐减小;
- (2) 距地面愈深, 应力分布范围愈大, 在同一铅直线上的荷载压应力不同, 愈深则愈小。

从上述荷载压应力分布规律可见, 地基中荷载压应力离荷载的作用点愈远则应力愈小, 我们把这种现象叫做荷载压应力的扩散作用。

目前, 在计算地基中荷载压应力时, 通常采用两种方法: 弹性理论方法和应力扩散角分布理论方法, 现分述如下。

一、按弹性理论方法计算

这种方法假定地基是均匀的、各个方向的性质都是相同的弹性体, 应用弹性理论公式计算。

作用在地面上的荷载可分为集中荷载、矩形均布荷载、圆形分布荷载等。因钻前工程地基荷载大多是矩形均布荷载, 所以我们仅讨论矩形均布荷载下地基压应力的计算。

首先来讲矩形均布荷载中心点下附加应力的计算。在地面上作用均布荷载时(图 1-6), 在承载面积中心点下任

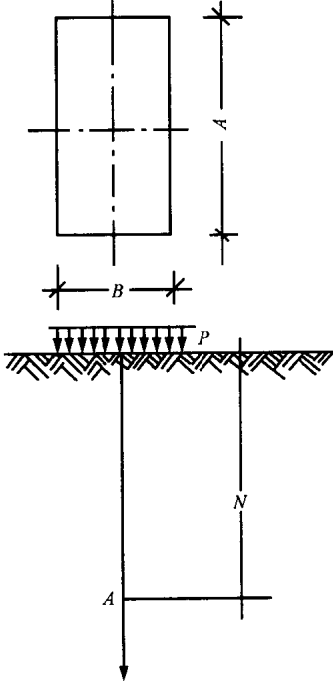


图 1-6 地面上作用均布荷载