

# 浅谈蚌埠地区棕红色黏土工程特性

吴伟

蚌埠市勘测设计研究院

**摘要:** 本文利用前期勘察资料,对蚌埠地区阶地上棕红色黏土与红黏土进行物理力学对比分析,确定该黏土的类型,并进一步对该黏土地基承载力和均匀性进行分析,对该地区的棕红色黏土工程的利用有所指导。

**关键词:** 棕红色黏土;红黏土;地基承载力

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.24.021

## 引言

随着城市建设的迅猛发展,基坑开挖越来越深,对于深处的土层勘察越来越深入,原来是下卧层的土层成为直接持力层,对于蚌埠地区,埋深较深的棕红色的黏土越来越多成为主要持力层,对于本层土的物理力学特性对于现在工程具有很重要的意义,根据多年来对于本地区的勘察及总结分析,对于蚌埠地区棕红黏土构成、分布规律以及物理力学特性具有了一定了解,为提供该层土勘察成果具有很重要的意义。为了能对该地区棕红色黏土的工程性质有更深的认识,在此对蚌埠地区阶地上的棕红色黏土物理力学特性进行分析,从中发现一些规律,为将来在本地区勘察工作提供参考。

## 一、地质背景

第四纪新构造运动在本区表现为大面积的升降和水平运动。第三纪末第四纪初,本区地壳较稳定上升,河流的下切加大了地面的起伏,在负地形地区(河、湖、凹地)堆积了一套以青灰色和浅棕红色为特征的早、中更新世黏土、粉质黏土、粉土。中更新世末至晚更新世初,本区表现了全面的下降,沉积了以棕黄色和褐黄色为特征的晚更新世黏土、粉质黏土。全新世初又普遍抬升,河流下切作用增强,形成较宽阔的二级阶地。

## 二、棕红色黏土形成及基本结构特征

### (一) 棕红色黏土形成

蚌埠地区的棕红色黏土是在物理、化学等外力作用下,经过河流等介质的搬运作用,搬运到合适的地点,再经沉积作用而形成的棕红色黏土。在河流等搬运过程中有其他外来物质的加入,形成夹粉土薄层,局部互层状。主要是河流冲积形成的。

棕红色黏土主要分布淮河以南的蚌埠市区范围内(淮河以北局部也存在),地面高程在17~26米(1985国家高程基准)之间,主要地貌单元为淮河漫滩相和一级、二级阶地相等,且平行淮河的长轴方向呈带状展布,地形为南高北低。蚌埠地区的棕红色黏土成因主要由河流冲积而形成,地质时代为晚更新世和全新世。对于河漫滩上的棕红色黏土在这里就不做介绍。

### (二) 基本结构特征

在阶地相的地层组台中,棕红色黏土已两种形式产出:第一种是以独立厚层状产出,具有水平层理;第二种是以以粉土夹层或互层状形式产出。层位基本稳定,揭露深度为自然地面以下8.0-11.0米左右,厚度达1.0~5.0米,黏土矿物成分主要为伊利石,次为蒙脱石,含有少量高岭石、铁锰染斑、钙质结核及姜石等,上覆粉质黏土和粉土。颜色为棕红色,状态为可塑状、硬可塑状,含Fe Mn锈斑,含砂礓,具水平层理,间夹薄层粉土。该层黏土局部与粉土互层。该层土韧性中等。摇震反应无,干强度中等,稍有光泽。属正常固结、中等压缩性土层。

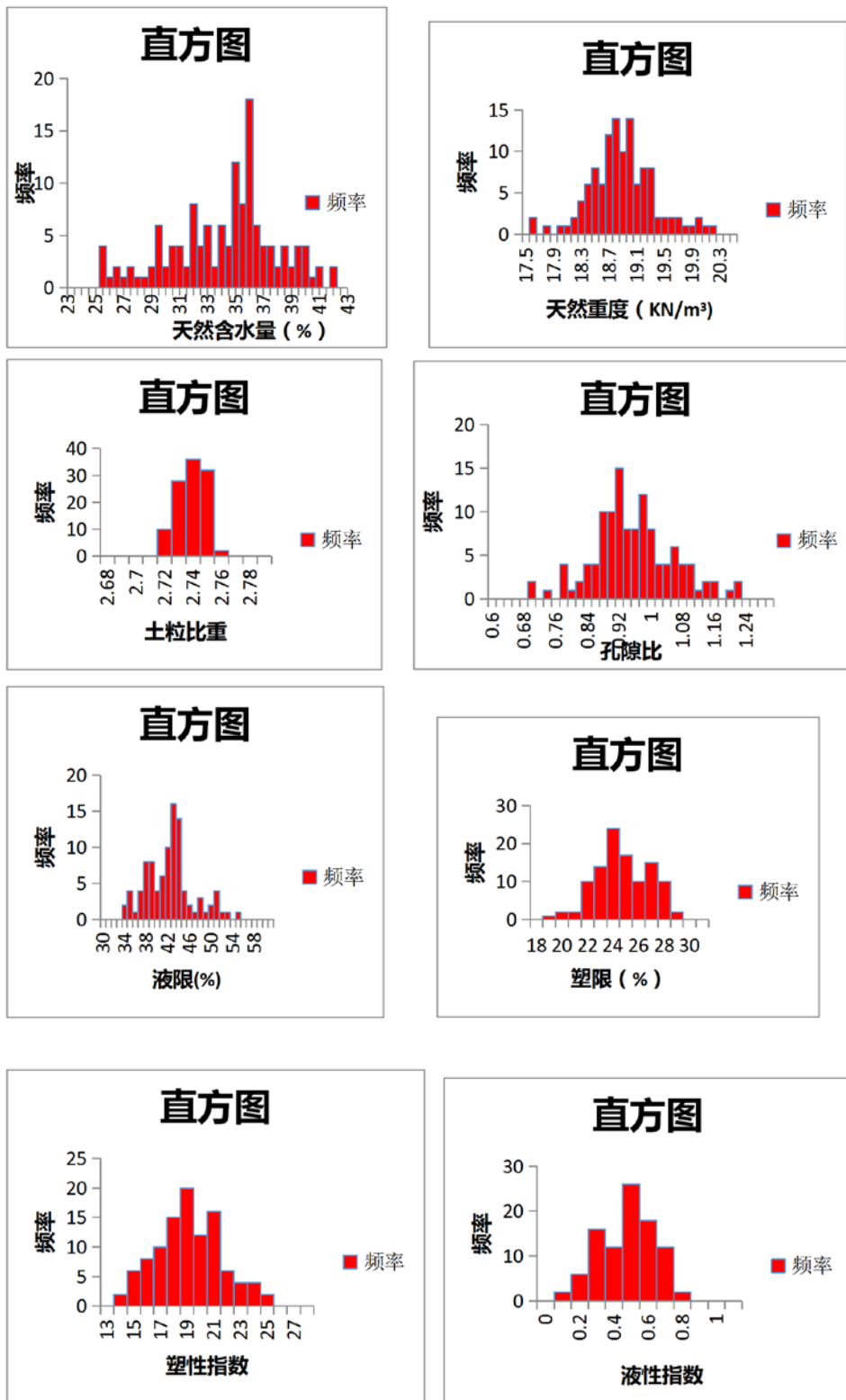
## 三、物理力学性质及特点

本地区棕红色黏土物理力学性质参数统计见表1,指标参数分布如直方图如图所示。

表1 参数统计情况

物理指标	数量	最大值	最小值	平均值	标准值	红黏土(次生红黏土)
天然含水量 $\omega$ (%)	98	38	27.5	31.5	34.5	30-60
重力密度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	98	20.2	17.6	18.8	18.6	16.5-18.5
干重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	98	16.1	14.2	14.8	14.3	13.8-14.9
土粒比重 $G_s$	98	2.76	2.72	2.73	2.73	2.76-2.90
孔隙比 $e$	98	1.210	0.781	0.890	0.910	1.1-1.7
液限 $\omega_L$ (%)	98	55.0	34.2	41.4	39.2	50-100
塑限 $\omega_p$ (%)	98	29.3	19.5	23.9	22.8	25-55
塑性指数 $I_p$	98	23.4	13.5	18.1	17.6	25-50
液性指数 $I_L$	98	0.81	0.13	0.45	0.51	-0.1-0.6
压缩系数(MPa <sup>-1</sup> )	98	0.410	0.180	0.310	0.290	0.1-0.4
压缩模量(MPa)	98	11.50	5.05	6.65	5.90	6-16
黏聚力 $c_q$ (kPa) (快剪)	98	48.0	25.4	35.1	32.20	
内摩擦角 $\phi_q$ (°)	98	21.0	10.2	12.5	11.6	
标贯击数 $N_{60}$ (击/30cm)	200	13.0	7.0	8.4	8.0	
单桥静探 $P_s$ (MPa)	30 (孔)	2.15	1.53	1.71	1.66	
等效剪切波速值 $V_{se}$ (m/s)	30 (孔)	160	240	190		

频率直方图如下



通过上述物理指标与次生红色黏土进行对比:

1、红黏土，颜色为棕红色或褐黄色，覆盖于碳酸盐岩系之上，由碳酸盐岩系的岩石经红土化作用形成的高塑性黏土，液限大于或等于50%判为原生红黏土；原生红黏土经搬运、沉积后仍保留其基本特征，且其液限大于45%的黏土，可判为次生红黏土。从定义上确定，

该层的黏土的沉积有点类似，但还是存在一些差别，该层黏土后期的搬运主要是以河流冲积而成。该层黏土的液限值范围在34.2-55.0%之间，平均值为42.4%，且液限大于45%的黏土占比较少；次生红黏土定义中液限要大于45%的黏土。根据对其比较分析，该黏土可定义为一般性黏土。

2、土的含水量为土中水的质量与固体土粒质量之比。含水量是表示土中含水多少的一个重要指标。含水量的多少也间接可以表示土的强度。天然含水量棕红色黏土的天然含水量接近于红黏土含水量。该黏土的含水量较高，主要是由于黏粒含量较高，土中水的结合水的方式存在着，并且有较高的含量。

3、孔隙比的定义是土体总的孔隙体积与总的固体颗粒体积之比，孔隙的多少也对其土体的强度影响较大，从上表红黏土孔隙比进行对比可得出，棕红色黏土的孔隙较小，其稳定性应该比红黏土好。

#### 四、地基评价

##### (一) 地基承载力的评价

根据蚌埠地区实践经验的总结，确定地基承载力的方法主要有3种：第一种是根据物理试验指标查表取值，依据的是老版规范《建筑地基基础设计规范》中表格取值；第二种采用静载荷试验确定；第三种为原位测试，其中主要采用（标准贯入试验和静力触探试验）；第四种为根据《建筑地基基础设计规范》中按C、 $\phi$ 值计算地基承载力取值。在实际勘探工作中，一般采用第一种和第三种方法，对于第二种用静载荷试验，由于该层埋深较深，也很少采用；至于第四种，一些设计参数很难确定，所以采用的很少。利用下面几种方法综合评价该黏土的地基承载力。

1、根据蚌埠地多年勘察及分析，根据《建筑地基基础设计规范》(GBJ789)中的地基承载力表进行对比分析。虽然此规范也经不在使用，但在工程实践中这张表还是具有重要的参考意义。查表2所得地基承载力基本符合当地的地质条件，详见表2。

表2 黏性土承载力基本值 (Kpa)

第一指标 孔隙比e	第二指标 液性指数 $I_L$					
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.20
0.5	475	430	390	(360)		
0.6	400	360	325	295	(265)	
0.7	325	295	265	240	210	170
0.8	275	240	220	200	170	135
0.9	230	210	190	170	135	105
1.0	200	180	160	135	115	
1.1		160	135	115	105	

注：①有括号者仅供内插用；

②折算系数 $\xi$ 为0.1；

③在湖、塘、沟、谷与河漫滩地段新近沉积的黏性土，其工程性能一般较差。第四纪晚更新世(Q3)及其以前沉积的老黏性土，其工程性能通常较好。这些土均应根据当地实践经验取值。

根据孔隙比和液性指数指标，经表2内插可知，查的该层地基承载力特征值在150-210kpa之间。

2、标准贯入试验(SPT)是用质量63.5千克的穿心锤，以76厘米的落距，将标准规格的贯入器自钻孔底部预打入15厘米，而后记录再打入30厘米的锤击数，判断土的力学特性。适用于砂土、粉土和一般黏性土，不

适用于软塑~流塑软土。根据蚌埠地区多个工程，对本层黏土标准贯入击数统计，区间在8-13击之间，平均值为9.6击，根据《建筑地基检测技术规范》JGJ 340-2015，如下表3。

表3 黏性土承载力特征值 $f_{ak}$  (kPa)

N	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
$f_{ak}$	90	110	150	180	220	260	310	360	410	450

查表可得本层地基承载力特征值为165—220kpa。

3、静力触探(CPT)是采用静力匀速将标准规格的探头压入土中，同时量测探头阻力，测定土的力学特性，具有勘探和测试双重功能。本次采用的是单桥静探，其探头直径为35.7mm，探头截面积10cm<sup>2</sup>，有效侧壁长度为57mm，锥角为60度。数据采集采用LMC D310型静探微机数据采集仪。根据蚌埠地区工地对本层黏土静探数据统计，其比贯入阻力都在1.50-1.95Mpa之间，根据工程地质手册第五版中 $f_0=104P_s+26.9$ 计算可知本层地基承载力。

根据上述几种分析，本层棕红色黏土地基承载力为160-200kpa，本土层经过深宽修正后，对于一般18层以下住宅，天然地基承载力满足设计要求。

##### (二) 土层均匀性分析

地层的均匀性是岩土工程勘察中要评价的基本内容。地层的均匀性、力学强度的变化、压缩性能的变化、厚度的变化等对地层均匀性影响较大。蚌埠地区阶地上的棕红色黏土分布整体范围较小，主要在市区这块，其有的地方很薄，有的地方缺失，从整体分析来说，蚌埠地区本层棕红色黏土分布局部不均匀。从试验数据及勘察描述来说，土质较为均匀，土的力学性质较为稳定。

##### (三) 土层的渗透性

土层的渗透性对于现在工程越来越重要，由于本层棕红色黏土夹粉土薄层，局部互层，其渗透性比一般性黏土高，且粉土中含承压水。本层地下水较丰富，工程施工中一般采用井点降水。

##### 结论：

1、根据对本层土的深入研究，该黏土为一般性黏性土。其局部土的性质跟次生红黏土有点类似。

2、通过分析，棕红色黏土物理力学性质一般，地基承载力特征值在150-200kpa，承载力一般，中等压缩，在设计时要考虑其变形。该土层的地基承载力能够满足18层以下建筑物对于承载力的需求。

3、通过物理力学指标及地基承载力分析，为该地区棕红色黏土提供可靠的地基承载力范围值，具有一定的参考意义。

##### 参考文献

- [1] 工程地质手册第五版
- [2] 任佳丽, 龚泉, 胡胜刚, 谭国强. 碎石桩红黏土复合地基承载力与变形特性分析[J]. 水利与建筑工程学报, 2023, 21(01): 160-165.
- [3] 赵龙, 穆鹏华. 红黏土地基工程的勘察及地基处理[J]. 建筑施工, 2022, 44(01): 37-41.

作者简介: 吴伟(1981-), 男, 高级工程师, 本科, 汉, 安徽黄山市, 主要从事岩土工程勘察及设计、土工试验等工作。