

合肥新桥国际机场膨胀土的矿物成分研究

管政亭¹, 崔可锐¹, 赵广顺²

(1. 合肥工业大学, 合肥 230009; 2. 合肥工大岩土工程有限公司, 合肥 230009)

摘要:本文介绍了鉴定土中矿物成分最常用的 X 射线衍射分析方法, 并运用 X 射线衍射法对合肥新桥国际机场的膨胀土进行研究, 以此来确定新桥机场膨胀土的矿物成分; 研究了膨胀土的矿物成分与膨胀土的工程性质之间的关系。

关键词: 矿物成分; X 射线衍射; 膨胀土; 工程性质

作者简介: 管政亭(1983—), 女, 安徽舒城人, 合肥工业大学硕士研究生, 从事地基处理等方面研究。

1 膨胀土中常见矿物概述

膨胀土的矿物成分包括各种黏土矿物和碎屑矿物, 大致有 20 余种之多^[1]。碎屑矿物中大部分为石英、长石(主要为斜长石)和云母(主要为水云母), 其次为方解石和硬石膏等轻矿物组成。重矿物含量较少, 主要有锆石和电气石, 次为石榴石、十字石、角闪石及其他矿物等。由于这些矿物大多是粗颗粒的组成物质, 在膨胀土中含量有限, 研究并不太多。黏土矿物主要是细颗粒的组成物质, 在膨胀土中不仅占有绝对优势, 而且是决定其“黏土特性”的主要物质基础, 从而也是控制膨胀土工程性质的重要内在因素。

尽管膨胀土的成因各不相同, 但各种不同的膨胀土所含的主要矿物是基本一样的, 即高岭石、蒙脱石和伊利石。经研究我国各地膨胀土大多是以伊利石为主, 含有蒙脱石或多水高岭石与高岭石等多种矿物成分组成的复合体。少数地区的膨胀土是以蒙脱石为主, 含有伊利石或多水高岭石与高岭石等多种矿物复合体。在部分膨胀土中还含有蛭石、石英、绿泥石, 以及极少的褐铁矿、水铝英石等。但是, 在各地膨胀土中不同类型黏土矿物所占的比例及其组合, 却有所差别。

2 X 射线衍射对研究区内膨胀土矿物成分的研究

最近几十年, 随着 X 射线衍射仪的不断改进

和 X 射线衍射方法的不断完善, 各种黏土矿物定性、半定量、定量方法应运而生, 使得 X 射线衍射方法在黏土矿物研究中的应用日趋广泛。X 射线衍射分析迅速、便捷, 并能给出大量反映黏土矿物各方面特征的信息, X 射线衍射法不失为一种有效的黏土矿物分析手段。

2.1 X 射线衍射方法概述

X 射线衍射物相分析是矿物鉴定最主要、也最具本质性的鉴定方法, 它是基于不同矿物具有不同的晶体构造这一基础上的。

由晶体学知^[2], 晶体是由原子、离子和分子等质点在三维空间有规则地排列构成的。因此晶体是一个由上述质点构成的空间点阵, 上述质点也称格点。

在这个点阵中可以划分出一个基本的平行六面体单元, 称为晶胞, 它在 3 个基本方向上周期性重复平移, 即可构成整个晶体, 见图 1。

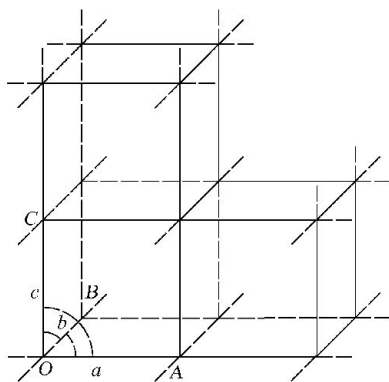


图 1 晶体点阵结构示意图

在上述晶体点阵中,可以划出一系列点阵格点构成的平面,称为晶面,最典型的三簇晶面为 a 、 b 棱构成的平面、 a 、 c 棱构成的平面和 b 、 c 棱构成的平面。当一束单色平行 X 射线射到晶体上,并与某一簇晶面成 θ 角时(见图 2)。如果满足下列条件:

$$2d \sin \theta = n\lambda \quad (1)$$

即可发生所谓衍射现象,式(1)被称作为 Bragg 方程,式中 d 为晶面间距; λ 为入射单色 X 射线波长; n 为正整数; θ 为 X 射线对某簇晶面的入射角。由式(1),可以从 X 射线的波长 λ 和产生衍射峰值时入射角 θ 求得矿物晶体内部原子层的间距,从而根据层间间距特征判断矿物种类。然而矿物晶体内部原子层排列是空间的^[3],具有多个层面,而且层面上的原子堆积密集程度不同,衍射强度就不同。所以在实际使用中,变化 X 射线的入射角对试样进行扫描,得到的是多个 2 倍入射角(2θ)与对应的衍射强度数据,应用相对强度的概念,将所有表示衍射强度的数据除以当中的最大值,得到以百分比表示的相对强度,转换成图形后即得到 2θ (d 值)-相对衍射强度的衍射图谱,根据图谱的衍射峰相对强度与位置,再与矿物衍射图谱的工具书进行对比,即可鉴定矿物成分。

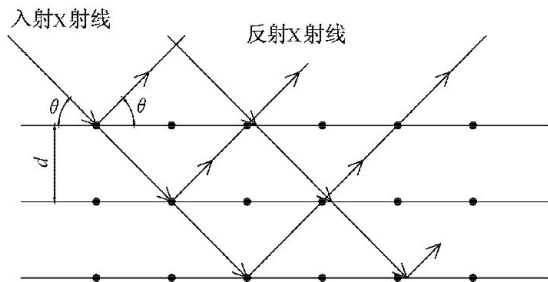


图 2 X 射线衍射原理示意图

对于每种晶体来说,点阵平面簇可以有多种,为了表示不同晶面簇的晶面间距,通常用 $d_{(h, k, l)}$ 来表示该晶面簇的晶面间距, (h, k, l) 称为晶面指数,等于晶面簇中离原点(晶胞的某一格点)最近的晶面在点阵轴(图中 a 、 b 、 c)上的截距的倒数,它们都是整数。

2.2 新桥机场膨胀土中矿物成分的研究

(1) 仪器、试验参数及试样

试验所用仪器为日本产 D/Max-rB 型 X 射线衍射仪。试验参数为:CuK α 辐射;管压:40 kV;管流:100 mA; DS 狭缝:1°; RS 狭缝:0.3 mm; SS 狭缝:1°;扫描方式:连续;扫描速度:4°/min;采样

间隔为 0.02°。试样为合肥新桥机场典型膨胀土,呈粉末状。

(2) 试验结果及数据分析

图 3 所示即为试验所得 2θ -相对衍射强度的衍射图谱。由图谱根据式(1)可得各衍射峰对应的 d 值,根据各矿物 d 值的不同,可得合肥新桥机场膨胀土的主要矿物为:蒙脱石、伊利石、高岭石、石英、钠长石、钾钠长石等,其中:蒙脱石、伊利石、高岭石属于典型的黏土矿物,在膨胀土中直接决定了膨胀土的胀缩特性,石英、钠长石、钾钠长石属于碎屑矿物。结果如附表所示。

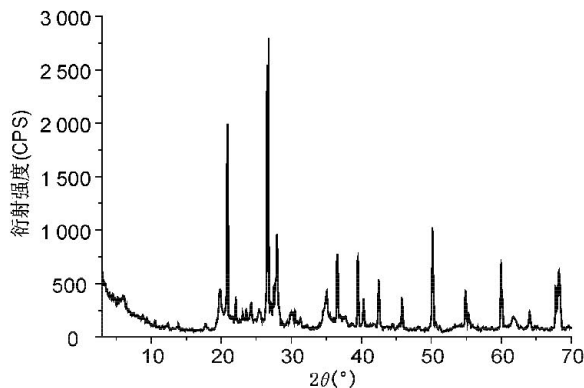


图 3 合肥新桥机场膨胀土 X 射线衍射谱线

附表 各峰值 d 值所对应矿物

伊利石		高岭石		钾钠长石	
2θ	d 值	2θ	d 值	2θ	d 值
8.84	9.995	12.26	7.214	27.42	3.250
17.70	5.007	24.86	3.579	27.70	3.218
钠长石		蒙脱石		石英	
2θ	d 值	2θ	d 值	2θ	d 值
13.82	6.403	5.82	15.173	50.1	1.819
22.00	4.037	5.98	14.768	54.84	1.673
23.04	3.857	6.14	14.383	55.28	1.660
23.52	3.780			59.92	1.543
27.90	3.195	2θ	d 值	64.00	1.454
30.10	2.967	20.82	4.263	67.70	1.383
30.48	2.930	39.44	2.283	67.88	1.380
31.22	2.863	40.3	2.236	68.10	1.376
34.96	2.565	42.42	2.219	68.28	1.373
36.52	2.458	45.76	1.981		

3 研究区内膨胀土矿物成分研究的意义

膨胀土的矿物成分不同,土体的膨胀性能也

不同,这主要是由于矿物的晶体结构不相同^[1]。蒙脱石类的矿物是三层结构,晶胞之间以氧层相连接,具有极弱的键和良好的解理,使极性水分子容易进入单位晶层中间,形成水膜夹层,产生晶格扩张膨胀。高岭石是两层结构,两个相邻晶胞之间由联结力很强的氢键相结合,几乎不存在同晶替代作用,没有剩余电荷,结构稳定,晶面间距不受水的影响,具有牢固的结晶格架,极性水分子和交换阳离子均不能进入层间,故不具有膨胀性。伊利石的晶体构造与蒙脱石相似,所不同之处是在两个晶胞之间因吸附钾离子而使联结力增强,结晶格架的活动能力较蒙脱石低,而使一部分极性水分子可以进入晶层中间,显示弱的膨胀。

膨胀土中常常由于含有强亲水性矿物蒙脱石、蒙脱石-伊利石混层矿物、伊利石、多水高岭石等,这类矿物具有较强的与水结合的能力,吸水膨胀,失水收缩,并具有膨胀—收缩—再膨胀的往复胀缩特性^[4]。

膨胀土中的黏土矿物成分类型不仅决定着膨胀土的亲水性和膨胀性,而且明显地影响膨胀土的抗剪强度特性。抗剪强度相应表现为高岭土最高,伊利土次之,蒙脱土较低^[5]。

综上所述,膨胀土所含矿物成分的种类对膨胀土的胀缩性能、力学性能等均有较大影响,特别是矿物成分中是否含有蒙脱石等高亲水性矿物成

分决定了膨胀土的主要工程性质。

4 结 论

X射线衍射分析是鉴定土中的矿物成分应用最广泛的方法,根据X射线衍射法可判断合肥新桥机场的膨胀土的主要矿物成分为蒙脱石、伊利石、高岭石、石英、钠长石、钾钠长石等矿物成分,由于含有蒙脱石、伊利石等矿物成分,新桥机场的膨胀土其膨胀性、亲水性较强,对作为机场跑道的膨胀土地基必须采取可靠的地基处理方法。

参 考 文 献

- [1] 廖世文. 膨胀土与铁路工程[M]. 北京:中国铁道出版社,1984:73.
- [2] 谭罗荣,孔令伟. 特殊岩土工程土质学[M]. 北京:科学出版社,2006. 12~13.
- [3] 丁佩民,张其林. 土中矿物的X射线衍射分析及在环境岩土工程中的应用[J]. 青岛建筑工程学院学报, 2002,23(1):12~15.
- [4] 邵梧敏,谭罗荣,张梅英,花莉莉. 膨胀土的矿物组成与膨胀特性关系的试验研究[J]. 岩土力学,1994,15(1):11~19.
- [5] 杨果林,谭邵. 高速公路膨胀土处治技术研究[D]. 长沙:湖南大学,2003:57.