

## 知识介绍

## 岩土工程与环境

郑俊杰

王 清

(武汉地基处理中心, 武汉 430071) (美国麻省理工学院)

**摘要** 本文讨论了岩土工程与环境的关系。首先从工业废料的利用、废弃物的填埋和防治自然灾害 3 个方面论述了如何用岩土工程学的方法保护环境,接着从 4 个方面论述了岩土工程对环境的不良影响:①岩土工程引起周围建筑物的变形;②岩土工程引起的振动;③岩土工程引起的噪音;④岩土工程中的化学污染。同时提出了减小这些不良影响的措施。最后讨论了环境对岩土工程活动的制约作用。

**关键词** 岩土工程,环境,自然灾害。

地球是人类赖以生存的环境。由于人类对自然的认识水平有限,因此在人类改造自然的过程中,不可避免地存在着很大的盲目性和破坏性。人类在改造自然发展的同时,一定要考虑到保护环境的问题。

岩土工程活动是人类生产发展中重要的建设活动。一方面,如果建设者不重视岩土工程对周围环境的不良影响,则必将造成对环境的破坏并产生巨大经济损失;相反地,如果岩土工程师们重视岩土工程可能会带来的影响,应用岩土工程的观点、技术和方法来治理和保护环境,则会产生巨大的经济效益和社会效益。

## 1 岩土工程学方法保护环境

自然灾害严重地威胁着人类的生存环境,而各种工业废料和垃圾所引起的环境污染问题也是决不能忽视的。应用岩土工程学的方法可治理上述的环境问题。

### 1.1 工业废料的利用

我国工业正在逐步发展。据 1987 年统计,全国每年排出粉煤灰 4500 多万 t<sup>[1]</sup>。粉煤灰在干燥状态下呈松散颗粒状,极易随风飞扬造成空气污染。冶金采矿工业,每年都排出大量的尾矿和剥离矿石,年排出量 4 亿多 t。从保护环境和降低工程造价的角度出发,可用岩土工程的方法处理工业废料。例如在地基处理、回填及道路工程中均可采用某些废料。尤其在地基处理过程中,可用某些废料制桩。例如用粉煤灰、生石灰组成的二灰桩,其加固效果较好,比混凝土灌注桩、振冲桩等成本低,承载力和压缩模量较原地基均有大幅度提高。用钢渣挤密桩加固软粘土和杂填土地基,其承载力与压缩模量也有很大提高。还可用粉煤灰制成粉煤灰固结桩、粉煤灰陶粒挤密桩,效

果都比较好。

### 1.2 废弃物的填埋

由于工业发展及人口增加,废弃物的排放量正急剧增加。各种废弃物的不合理处置,常常对环境造成污染,包括对人体健康、动植物和已建工程的不良影响。因此从岩土工程的角度出发填埋处置废弃物是必要的。在填埋场的选址上必须考虑下列因素:土质条件和地形、表面水的动态、工程地质水文地质条件、地区环境条件等。填埋处理工艺主要根据各填埋场地形地貌及废弃物种类而选择作业方式。一般有直接埋法、特殊埋法和深井埋法。直接埋法应用于无毒的废弃物的填埋,将废弃物倒在场内作业面上后,由压实机推平反复压实,然后覆盖上土。对于放射性或有毒的废弃物,为了防止渗漏造成地下水的污染,必须采取特殊的处理方式填埋。在填埋前要做不透水的人工衬层防止渗出液污染地下水。对于放射性废弃物,可用高标号混凝土墙封闭。对于某些放射性或液态废弃物,可采用深井埋入法,即把废弃物与水泥及添加剂混合,通过深井经水力压裂使岩层形成裂缝,放射性混合液在裂缝中固化,形成薄的灰浆层,成为岩层的组成部分。

### 1.3 防治自然灾害

自然灾害诸如沙漠化、区域性滑坡都属于环境问题。沙漠化问题目前已影响到一百多个国家。沙丘在风力作用下每年以约十米到数十米的速率缓慢向前移动。除依靠植树和灌木来固沙外,可利用岩土工程学的方法,考虑沙与风的相互作用而采取相应措施来阻挡沙丘移动。

斜坡上的岩土体沿一定的软弱面向下滑动的现象称为滑坡。滑坡发生的原因首先是地质的因素。其次,地形、风化、地表水、地下水、地震、河流冲刷等对滑坡的产生及发展也有很大影响。采用岩土工程学的方法可对滑坡进行预报、预防及整治。在滑坡裂缝的适当部位设置滑坡计,可测出滑坡的位移量,然后由此可预测滑坡发生的时间。根据滑坡的规模及成因等具体情况,可适当地采取工程措施,如去土减载、坡脚反压、地表排水、水平钻排水、排水隧洞、深盲沟、集水井、打抗滑桩、抗滑挡墙,强化土体的烧结法等方法来预防和整治滑坡。

## 2 岩土工程对环境的影响

随着工业生产和人民生活的发展,建设工程不断地扩大。各项岩土工程都有可能对周围环境产生破坏作用<sup>[2]</sup>。岩土工程对环境的影响主要有以下几个方面:

### 2.1 岩土工程活动引起建筑物的变形等

岩土工程活动可引起周围建筑物的裂缝或地表不同程度的变形,以及各种地下管线的破坏。主要有井点降水、挖孔或钻孔桩施工、地下工程施工、深基坑开挖和打桩等工程活动。

高层建筑和设备基坑开挖时,常采用井点降水,由于地下水位的下降,可使附近的建筑物发生裂缝。对此可采用内井点法减少不良影响,即把井点布置在基坑板围堰之内。另外,注水回灌也可使建筑物基础下的地下水位不因井点抽水而降低。

在挖桩过程中,原土体的极限平衡状态被破坏,土体中应力会产生重分布,从而对邻近建筑物地基的承载力产生影响。武汉市某住宅楼在桩基施工过程中,由于勘察时未探明其下有一软弱的淤泥层,因此挖至软弱层时,由于淤泥的流动,使邻近的建筑物及地面出现大小不等的裂缝。对此,可采用围堰的方法阻止土体移动,另外可适当调整成桩顺序来减小其对邻近建筑物的影响。

无论是地铁、隧道或地下仓库的建设,在进行地下施工时,地表会有不同程度的变形,如果工程在市区,则各种地下管线也会受到影响。在深基坑开挖的过程中,基坑边坡的位移常会损坏基坑附近的建筑物和各种地下管线等。对于基坑的稳定性,可用岩土工程学的方法进行分析。为减少基坑开挖对周围的影响,可采取加强支撑、或采用锚固、注浆等措施。

在打桩过程中,挤土效应是不容忽视的,在桩体一定范围内的地面会因打桩发生竖向和水平向的位移。大量的土体位移常会导致一系列环境事故。为减小挤土的影响,可采取预钻孔取土,然后再打桩的方法。

### 2.2 岩土工程活动的振动对环境的影响

打桩、强夯、爆破和振冲施工等都会使周围环境产生不同程度的振动。振动轻则使人感觉不舒服,影响附近精密设备、仪器的正常工作,重则使仪器及邻近建筑物损坏,甚至会影响到地下管线。当采用3000kJ的单击能量强夯,在10m远处产生的水平振动加速度达0.6m/s。至于爆破则冲击波压力更大。

打桩、夯击和爆破对人体产生一些不良影响。人体的神经系统对冲击波振动作用是非常敏感的。高振幅的振动不但能影响人的正常活动,而且会引起人体生理组织的变化,甚至对内部脏腑器官产生各种损伤和破坏。当振幅较低时,除影响人体正常活动外,还能引起神经系统、内分泌系统和新陈代谢等各种生理活动的变化,致使人体感到劳累、工作能力减退以及情绪发生变化。当振动与人体固有频率相接近时,会引起人体共振现象,大大增加对人体或内脏的破坏。

为克服打桩的振动,可采用静力压桩或研制出一些低振动的施工装置。另外可优化打桩顺序,利用群桩的屏蔽效应以便减小打桩振动对周围环境的影响。为减小强夯和定向爆破对周围环境的振动影响,可采取一些隔振措施。隔振可分为主动隔振和被动隔振。一般可采用挖掘隔振沟、板桩墙和钻设隔振孔的方法,这样,当冲击波传播到固体界面处,被在固体土壤中形成的局部空隙所阻断,不能继续向前传播,起到隔振的作用。

### 2.3 岩土工程活动的噪音对环境的影响

打桩、强夯和爆破以及各种施工机具如搅拌机等的噪音均对周围环境产生不良影响。如果是在人口密集的城区,则对人会产生十分严重的干扰作用。打桩施工中每根桩要锤击几百次乃至上千次,而且噪音高达120dB以上。按标准,噪声一般应低于85dB。为此可采用静压桩或灌注桩以减小噪声。在打桩机上设置隔音罩、消声器等,也可取得较好效果。

### 2.4 岩土工程中的化学污染

某些地基处理方法,诸如振动水冲法、钻孔灌注桩法等,在施工时会产生大量泥浆污染周围环境。广泛用于坝基、房基、道路和桥梁基础、地下建筑加固的灌浆法,会产生浆材污染。例如灌浆所用的丙烯酰胺类浆材有一定毒性,反复和丙烯酰胺粉末接触会影响中枢神经系统,而且对空气和地下水都有污染。硅酸盐浆材有价廉、可灌性好等优点,但其对地下水也会产生碱性污染,因此发展非碱性硅酸盐浆材是很有必要的。浆材对人体的伤害和对环境的污染已经越来越引起工程界的重视。开发新的低成本、无污染的灌浆材料将是努力的方向。对于钻孔及振动水冲等所产生的泥浆,可采用适当的处理技术。废泥浆的处理方法有化学处理法、机械处理法和固化处理法。其中

固化处理法的处理费用较低,能够在短时间内简单、迅速地固化各种废泥浆,固化物可作为回填土再次利用,可防止环境污染。

### 3 环境对岩土工程活动的制约

随着人类进步和社会发展,环境问题成为人类不容忽视的问题。我们知道,岩土工程活动可能对周围环境产生一些不良的影响。因此,当今的岩土工程师不可能只对所设计工程本身负责,而不考虑在实施建设时对周围环境的影响。从保护环境的角度出发进行岩土工程的设计与施工,是今天的岩土工程师面临的新课题。

以往的岩土工程师在选择最优方案时,总是以经济指标作为衡量标准。但今天的岩土工程师必须将经济效益和社会效益综合起来考虑。有时还必须将社会效益放在首要地位,而将经济问题放在次要地位。

例如,在建筑物和人口密集的市区,打设预制桩一般

是不可取的,不仅会损坏邻近建筑物或挤土引起煤气管道爆炸,而且振动和噪音会对居民产生严重的不良影响,再例如,若施工现场小或无法处理泥浆污染时,则钻孔、振动水冲等方法不应作为优选方案。在进行大的工程,如大坝工程的方案论证时,不得不考虑生态环境破坏、水库诱发地震等各种次生效应对社会产生的不良影响。环境因素制约着岩土工程活动。因此今天的岩土工程师们在设计与施工过程中,必须首先考虑到振动、噪音和化学污染等环境因素的影响,必须注意到环境问题的重要性。如何选择最佳经济效益和社会效益的方案是广大岩土工程的专家、学者和工程师们必须努力的方向。

### 参考文献

- 1 唐业清. 岩土工程学报. 1990, 12(4): 73
- 2 侯学渊. 第六届全国土力学及基础工程学术会议论文集. 上海: 同济大学出版社, 1991: 63

(上接第 76 页)

表 3 硫化物标准使用液的稳定性

标准使用液浓度 <sup>1)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	不同时间(d)溶液的吸光度								
	1	3	5	10	15	20	25	30	60
0.1	0.031	0.027	0.018	0.011	0.008				
0.5	0.070	0.063	0.055	0.052	0.036	0.031	0.020		
1.0	0.129	0.119	0.118	0.111	0.103	0.100	0.098	0.100	0.095
5.0	0.555	0.553	0.552	0.550	0.550	0.549	0.548	0.543	0.540
10.0	0.552	0.552	0.550	0.550	0.548	0.548	0.549	0.548	0.549
50.0	0.556	0.551	0.548	0.546	0.543	0.536	0.532	0.532	0.530
100.0	0.560	0.550	0.532	0.511	0.507	0.497	0.418	0.409	0.372

1) 10.0—100.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$  的标准使用液均稀至 5.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$  后测定

### 4 结论

硫化物标准溶液应在碱性介质中乙酸锌-乙酸钠存在下配制。按本文方法配制的硫化物标准贮备液及标准使用液分别可稳定存放 1—2 个月。

### 参考文献

- 1 国家环保局编. 水和废水监测分析方法. 第 3 版. 北京: 中国环境科学出版社, 1989: 326
- 2 孙瑞林, 罗军. 化学通报. 1990, 2: 47
- 3 中国预防医学中心卫生研究所编. 大气污染监测方法. 北京: 化学工业出版社, 1984: 841
- 4 王丽文等. 中国环境监测. 1988, 4(3): 20
- 5 Gustafsson L. Talanta. 1960, 4: 227

# Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

1. 0—50 $\mu\text{g S}^2/\text{ml}$ .

**Key words:** sulfide, standard solution, solution preparation method, solution stability.

**Persistence and Biodegradation of Polyolefine Plastic Films and Phthalate Esters in the Environment.** Wu Jiemin (Dept. of Environmental Science, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 77—80

The persistence and damage to crops of polyolefine plastic films and phthalate esters used as a plasticizer in farm lands were described. The characteristics of biodegradation of these organic compounds and the corresponding informations were summarized, and some effective measures which may be taken to reduce and eliminate the load of these pollutants also were proposed.

**Key words:** polyolefine plastic films, phthalate esters, characteristics of biodegradation.

**Biodegradation of Surfactants in the Environment.**

Guan Jingqu and Li Jisheng (Dept. of Chemistry, Shandong Normal University, Jinan 250014); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 81—85

The influence of surfactants on the environment was reviewed and the testing methods and kinetics for surfactant biodegradation were discussed. It was found that the microbial activity and exposure condition would affect the biodegradability of surfactants. Type, extent of branching, and number of carbon atom of the hydrophobes and the number of EO and PO units would also affect the biodegradation of surfactant. A complex system of different surfactants could be easily degraded.

**Key words:** biodegradation, surfactants, environment.

**Data Processing and Application of the Automatic**

**Air Quality Monitoring System.** Fan Shaojia et al. (Dept of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 150275); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 86—88

This study deals with data process and applications of the Automatic Air Quality Monitoring System. An assessment of the models which goodness-of-fit among lognormal, exponential, gamma and Weibull distribution is presented. A concluding survey of data applications in representative analysis and prediction of air pollution is made.

**Key words:** the Automatic Air Quality Monitoring System, distribution models, data processing and application.

**Geotechnical Engineering and the Environment.** Zheng Junjie et al. (Wuhan Foundation Engineering Center, Wuhan 430071); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 89—91

The relationship between geotechnical engineering and the environment was discussed. At first the problem how to protect the environment using geotechnical processes was discussed in three aspects: (1) making the use of waste materials; (2) landfilling solid wastes and; (3) preventing natural calamities. Then the bad effects that geotechnical engineering imposes on the environment were reviewed in the following four aspects: (1) deformation of surrounding buildings; (2) vibration; (3) noise and; (4) chemical pollution. At the same time, some ways of reducing these bad effects were put forward. Finally, the restrictions that the environment exerted on geotechnical engineering were also discussed.

**Key words:** geotechnical engineering, environment.