

GONGCHENG
ANQUAN
JISHU CONGSHU

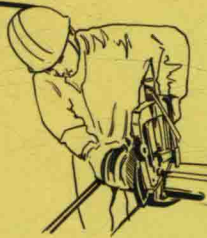
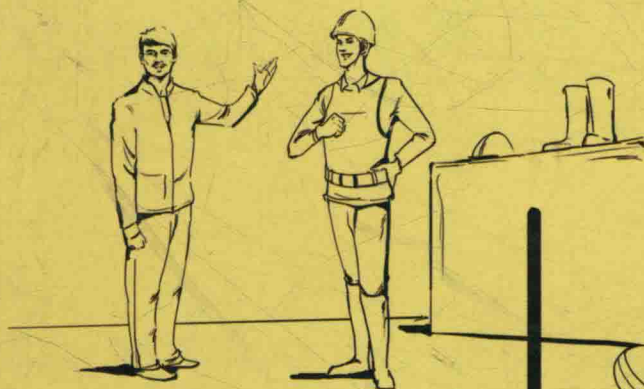
工程安全技术丛书

基坑工程安全技术

徐日庆 主编
谢康和 主审

基坑工程是一个既古老而又崭新的岩土工程课题。放坡开挖和简易木桩围护可以追溯到远古时代，而本世纪出现的超高层综合体，使基坑工程变得极为复杂，这促使工程技术人员以新的眼光去审视基坑工程这一古老课题，使许多新的经验和理论的研究方法得以出现与成熟。随着大量高层、超高层建筑以及地下工程的不断涌现，对基坑工程的要求越来越高，出现的问题也越来越多。

我国对基坑工程进行广泛研究始于20世纪80年代初，当时我国的改革开放方兴未艾，基本建设如火如荼，高层建筑不断涌现，相应地基础埋深不断增加，开挖深度也就不断发展；特别是到了90年代以后，大多数城市都进入了大规模的旧城改造阶段，在繁华的市区进行深基坑开挖给这一古老课题提出了新的要求，那就是如何控制深基坑开挖的环境效应问题，从而进一步促进了深基坑开挖技术的研究与发展，产生了一些先进的设计计算方法，许多新的施工工艺也不断付诸实施。



中国建筑工业出版社

JIKENG GONGCHENG ANQUAN JISHU

工程安全技术丛书

基坑工程安全技术

徐日庆 主编

谢康和 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基坑工程安全技术/徐日庆主编. —北京: 中国建筑
工业出版社, 2014. 8

(工程安全技术丛书)

ISBN 978-7-112-16772-2

I. ①基… II. ①徐… III. ①基坑工程—安全技术
IV. ①TU46

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 079313 号

责任编辑: 王 磊 田启铭

责任设计: 张 虹

责任校对: 张 颖 关 健

工程安全技术丛书
基坑工程安全技术
徐日庆 主编
谢康和 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京千辰公司制版
北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13¼ 字数: 329 千字

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月第一次印刷

定价: 42.00 元

ISBN 978-7-112-16772-2
(25535)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)



前 言

近三十年来，出现了众多的基坑工程，期间出现了不少的工程事故，并呈周期性的发生，这有其偶然性，也有其必然性。既有人为的疏失，也有理论的欠缺，沉重的代价唤醒业界对安全的关注，本书就是在这一背景下应运而生。

《基坑工程安全技术》一书共有7章，第1章绪论，由浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心徐日庆编写，第2章基坑工程的安全勘察，由浙江大学建筑设计研究院周群建编写，第3章基坑工程的安全设计，由杭州坤博设计公司杨晓军和徐日庆编写，第4章基坑工程的安全施工由浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心俞建霖和徐日庆编写，第5章基坑工程的安全监测与控制由江西理工大学秦艳华和徐日庆编写，第6章基坑工程的安全分析与决策由浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心韩同春编写，第7章信息化在基坑工程安全中的应用由韩同春编写。

本书较全面、系统地介绍了基坑工程中涉及的勘测、设计、施工和管理的安全技术，收入了最新的设计计算理论、施工技术和管理方法。

全书由徐日庆主编，由浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心谢康和主审。

浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心的博士生马世国、硕士生畅帅、徐丽阳等做了校稿和编排工作。

在编写过程得到了浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心的同事们支持和帮助。在此谨向他们致以衷心的感谢！

书中若有不当和错误，敬请读者批评指正。

编者
2013 年秋

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 基坑工程的发展和特点	1
1.2 基坑工程勘察安全要点	3
1.3 基坑工程设计安全要点	5
1.4 基坑工程施工安全要点	6
1.5 基坑工程监测安全要点	9
1.6 基坑工程管理安全要点	12
1.7 基坑工程监理安全要点	13
1.8 基坑工程事故的其他原因	13
1.9 基坑安全等级及重要性	14
第 2 章 基坑工程的安全勘察	15
2.1 概述	15
2.2 基坑工程勘察的目的和任务	16
2.3 基坑工程勘察主要内容	16
2.4 勘察工作量的布置原则及纲要编制	16
2.5 基坑工程勘察	17
2.6 取样	22
2.7 室内试验	22
2.8 勘察报告内容	24
第 3 章 基坑工程的安全设计	26
3.1 土压力计算	26
3.2 放坡开挖设计计算	31
3.3 重力式围护结构设计计算	36
3.4 桩墙式支护	39
3.5 土钉支护设计计算	47
3.6 基坑降水	54
第 4 章 基坑工程的安全施工	63
4.1 概述	63
4.2 板桩墙施工	63

4.3	排桩墙围护结构施工	70
4.4	水泥土桩施工	81
4.5	地下连续墙施工	87
4.6	支锚体系施工	95
4.7	土钉墙施工	101
4.8	土方开挖施工	104
4.9	基坑降水施工	110
第5章	基坑工程的安全监测与控制	116
5.1	概述	116
5.2	支护结构的安全监测与控制	117
5.3	周围环境的安全监测与控制	129
第6章	基坑工程的安全分析与决策	160
6.1	概述	160
6.2	基坑工程安全分析方法	162
6.3	基坑工程安全分析内容	167
6.4	基坑工程的安全分析决策	178
第7章	信息化在基坑工程安全中的应用	182
7.1	概述	182
7.2	数据处理	183
7.3	深基坑工程信息化施工	191
参考文献		205

第1章 绪 论

1.1 基坑工程的发展和特点

1.1.1 基坑工程的发展概况

基坑工程是一个既古老而又崭新的岩土工程课题。放坡开挖和简易木桩围护可以追溯到远古时代，而 20 世纪出现的超高层综合体，使基坑工程变得极为复杂，这促使工程技术人员以新的眼光去审视基坑工程这一古老课题，使许多新的经验和理论得以出现与成熟。随着大量高层、超高层建筑以及地下工程的不断涌现，对基坑工程的要求越来越高，出现的问题也越来越多。

20 世纪 30 年代，Terzaghi 等人已开始研究基坑工程中的岩土工程问题，在以后的时间里，世界各国的许多学者都投入了研究，并不断地在这一领域取得成果。

我国对基坑工程进行广泛研究始于 20 世纪 80 年代初，当时我国的改革开放方兴未艾，基本建设如火如荼，高层建筑不断涌现，相应地基础埋深不断增加，开挖深度也就不断发展，特别是到了 20 世纪 90 年代以后，大多数城市都进入了大规模的旧城改造阶段，在繁华的市区进行深基坑开挖给这一古老课题提出了新的要求，那就是如何控制深基坑开挖的环境效应问题，从而进一步促进了深基坑开挖技术的研究与发展，产生了一些先进的设计计算方法，许多新的施工工艺也不断付诸实施，出现了许多技术先进的工程实例。1996 年完工的深圳第一高楼地王大厦总高度 383.95m。1998 年上海的金茂大厦（图 1-1）高 420.5m，共 88 层。2008 年竣工的上海环球金融中心（图 1-2）地上 101 层，地下 3 层，高达 492m，比金茂大厦高 71.5m。



图 1-1 上海金茂大厦

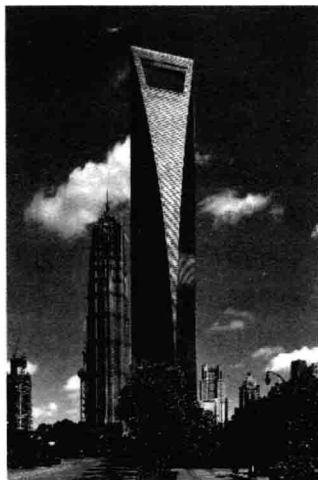


图 1-2 上海环球金融中心

我国人口众多,为了节约土地,不仅需要大量兴建高层建筑,还要充分利用城市地下空间,尤其是近几年城市的发展,高层建筑达到前所未有的高度。这样就带来了大量的基坑工程的开挖和支护,为地下工程提供必要的安全环境。随着一批又一批的超高建筑物的出现,这就必然要求更深的基坑和更先进的支护技术。但由于基坑工程的复杂性以及设计、施工的不当,工程事故的概率仍然很高,而其中大多数为深基坑工程事故。基坑工程事故的后果,小的影响工程进度,大的可造成数千万的经济损失,甚至造成人员伤亡。如最近几年比较典型的基坑事故有:2009年上海“莲花河畔景苑”的倒楼事件(图1-3),造成一人死亡,直接经济损失人民币1946万余元;2008年11月的杭州地铁基坑塌方事故(图1-4),造成至少21人遇难或失踪的惨重后果。这些事例充分说明了我国的基坑工程安全操作规程急需进一步完善,安全技术领域急需进一步投入更多的研究。



图1-3 上海新建楼房倒塌



图1-4 杭州地铁基坑塌陷

任何一个工程方面的发展都是理论与实践密切结合并不断相互促进的结果。基坑工程的发展往往是一种新的围护形式的出现带动新的分析方法的产生,并遵循实践、认识、再实践、再认识的规律,从而走向成熟。早期的开挖常采用放坡的形式,后来随着开挖深度的增加,放坡面空间受到限制,产生了围护开挖。迄今为止,围护形式已经发展至数十种。从基坑围护机理来讲,基坑围护方法的发展最早有放坡开挖,然后有悬臂围护、内撑(或拉锚)围护、组合型围护等。放坡开挖需要有较大的工作面,且开挖土方量较大。在条件允许的情况下,至今仍然不失为基坑开挖的好方法。悬臂围护是指不带内撑和拉锚的围护结构,可以通过设置钢板桩或钢筋混凝土桩形成围护结构。它也可以通过对基坑周围土体进行土质改良形成,如水泥土重力式挡墙结构。为了改善悬臂式围护结构的受力性能和变形特性,满足较深基坑的支挡土体要求,发展了内撑式围护结构和拉锚式围护结构。为了发挥围护结构材料的潜在性能,使围护结构形式更加合理,并能适合各种基坑形式,综合利用“空间效应”,发展了组合型围护型式。

围护结构最早用木桩,现在常用钢筋混凝土桩、地下连续墙、钢板桩以及通过地基处理方法采用水泥土挡墙、土钉墙等。钢筋混凝土桩设置方法有钻孔灌注桩、人工挖孔桩、沉管灌注桩和预制桩等。

1.1.2 基坑工程的特点

基坑工程不同于其他工程,它的功能是承上启下,既涉及岩土工程,也涉及结构工

程,其显著的特点是临时性、区域性、时空效应、环境效应和综合性等等。基坑工程的特点简述如下:

1. 临时性

一般情况下,基坑围护属临时措施,基坑开挖施工结束,也就完成其使命。与永久性结构不同,其施工时间短,开发商不愿多投入,尽量减少成本,相比永久结构,安全储备较小,因此具有较大的风险性。

2. 区域性

基坑工程区域性强,不同地区土质情况千差万别,如软黏土地基、砂土地基、黄土地基等工程地质和水文地质条件不同的地基中,基坑工程差异性很大。各地区的基坑工程的地质条件不同,同一城市不同区域也有差异,因此基坑的设计要因地制宜,不能简单地照搬。基坑工程的围护体系设计与施工和土方开挖不仅与工程地质和水文地质条件有关,还与基坑相邻建筑物、构筑物及市政地下管线的位置、抵御变形的能力、重要性,以及周围场地条件等有关。有时,保护相邻建(构)筑物和市政设施的安全是基坑工程设计与施工的关键。这就决定了基坑工程具有很强的个性。

3. 时空效应

基坑的深度和平面形状对基坑围护体系的稳定性和变形有较大影响,在基坑工程中有必要考虑空间效应。土体是蠕变体,特别是软黏土,具有较强的触变性。作用在围护结构上的土压力随时间变化,蠕变使土体强度降低,使土坡稳定性变小,有很强的时间效应。

4. 环境效应

基坑开挖势必引起周围地基中地下水位的变化和应力场的改变,导致周围地基土体的变形,对相邻建筑物、构筑物及地下管线产生不利影响,影响严重的将危及它们的安全及正常使用,大量土方运输也将对交通产生影响,因此基坑工程的环境效应应给予重视。

5. 综合性

基坑工程涉及工程地质、土力学、结构工程、测量等学科,还涉及勘测、设计、施工和监测等环节。基坑工程不仅需要岩土工程方面的知识,也需要具备其他相关学科的基础知识。

1.2 基坑工程勘察安全要点

勘察是正确认识基坑的前提,是基坑工程设计的依据,勘探点往往也是基坑工程事故的多发点。由于基坑大小、开挖深度和环境要求不同,拟采用的围护结构类型不同,因而对基坑勘察的要求也相应不同。建筑基坑工程的岩土勘察,应同时考虑主体结构设计和基坑工程的需要。在初步勘察阶段,应根据岩土工程条件,初步判定开挖可能发生的问题和需要采取的支护措施;在详细勘察阶段,应针对基坑工程设计的要求进行勘察;在施工阶段,必要时尚应进行补充勘察。

1.2.1 勘察要求

深基坑工程中勘察工作的目的是为确定基坑开挖方法支护方法、降水方法以及地基加固方法等的设计提供基本依据。然而在基坑施工过程中其内容、范围及深度往往不能满足

基坑工程设计上对施工的需要,因此,在基坑工程中应根据处理土体稳定性不变形问题的需要增加勘察内容。基坑工程的勘察可概括为以下三个方面:

1) 基坑工程勘察范围

基坑工程的勘察范围应根据开挖的深度以及场地的岩土工程条件确定,应包括维护结构可能设置的区域、对维护结构产生作用或者可能产生作用的土体、基坑周围可能受基坑开挖的影响而需要保护的建筑物所在区域,以及与基坑降水或者隔渗有关的土层。一般要在开挖边界外,在开挖深度的1~3倍范围内均匀布置勘探点。对于软土或者更差的土质,勘探范围应予加大。

2) 基坑工程勘察深度

勘察深度应满足基坑支护结构设计的要求,应重点查明开挖深度以下一定范围(不小于2~3倍开挖深度)内的地基土层分布情况及各土层物理力学性质。当有较厚软土层或者降水设计需要时,勘探深度应穿过软土层或者含水层,进入到基坑底下中风化或者微风化岩层一定深度。

3) 勘察点的布局

勘察点的布置间距应根据地层的土质条件和基坑侧壁的安全等级而定,每剖面一般不少于3个勘探点,若地层复杂和斜坡场地时,应相应的增加勘探点,详细了解各土层的分布规律。

1.2.2 勘察报告的主要内容

岩土工程勘察报告中与基坑工程有关的部分应包括下列内容:与基坑开挖有关的场地条件、土质条件和工程条件;提出处理方式、计算参数和支护结构选型的建议;提出地下水控制方法、计算参数和施工控制的建议;提出施工方法和施工中可能遇到的问题的防治措施。

1.2.3 基坑勘察过程中的问题

场地勘察的准确性是基坑工程设计计算的关键。勘察工作的失误,势必给基坑工程潜伏了事故隐患。基坑工程勘察方面的问题主要表现在以下几个方面:

1. 勘察单位忽视专门水文地质勘察工作,以常规勘察对待基坑工程勘察。如简单地以上层滞水情况对待承压水;对承压水的顶板、水头大小所建议的参数,以及各土层的渗透系数,多数引用本地区经验数据,没有进行专门试验,造成失误。

2. 勘察单位对地质勘察数据处理失误,勘察报告提供的黏聚力、内摩擦角均比实际数值大,使支护结构设计不安全,锚杆的抗拔力不足。

3. 勘察报告忽略了对上层滞水的评价,因而未引起设计、施工人员的足够重视,基坑开挖后,由于坑内外产生较大的水头差,出现侧壁渗水、涌水、流砂,使粉土、粉砂大量流失,基坑边坡坍塌。

4. 勘察报告对地基土土性判断失误(例如将饱和软土判定为粉质黏土),导致设计人员对基坑支护结构形式的选择出现较大失误。

5. 没有认真、仔细地对场地进行实地勘察,而是侥幸地套用附近建筑物以往的勘察资料来指导本工程设计施工,造成勘察资料提供的土层构成、厚度以及土体的物理力学性

质指标与实际情况出入较大,导致土压力计算严重失真,支护结构安全度不足。

6. 基坑勘察布点过少,没有查明场地中某一地段的软弱土层,使设计选用同一支护结构(如喷锚支护),没有特别处理,从而在施工时造成险情。

7. 勘察资料不详细,只给出工程桩持力层范围内土的强度指标,忽略了持力层以上土层的常规试验和现场十字板测试,而持力层以上土层正是支护结构的位置所在。勘察资料所提供的资料不全面,使设计人员失去依据,往往因为急于出图,则凭经验估计,而估计的数据很难准确,尤其是一些经验不丰富的设计人员,则由于估计失误造成事故。

8. 基坑勘察没有查明土层膨胀性,从而没有引起基坑设计和施工的特别注意,导致在设计参数取值、施工处理等方面都没有考虑土体的胀缩性,基坑开挖过程中,土体浸水后膨胀崩裂,边坡开裂滑塌。

1.3 基坑工程设计安全要点

1.3.1 基坑设计的内容

基坑设计要坚持安全、经济、方便施工的原则。

设计人员在掌握基坑工程要求(平面尺寸和深度等)、场地工程地质和水文地质条件、场地周边环境条件等资料后,应对影响基坑工程围护体系安全的主要矛盾作出分析。确定影响围护体系安全的主要矛盾是土压力还是渗流。

在基坑工程围护体系设计中,要重视围护体系失败或土方开挖造成周边地基变形对周边环境和工程施工造成的影响。当场地开阔、周边没有建(构)筑物和市政设施时,基坑围护体系主要是本身的稳定,可以允许围护结构及周边地基发生较大的变形。这种情况可按围护体系稳定性要求进行设计。当基坑周边有建(构)筑物和市政设施时,应对其重要性,对地基变形的适应能力进行分析,并提出基坑围护结构和地面沉降的允许值。在这种情况下,围护体系设计不仅要满足稳定性要求,还要满足变形要求,而且围护体系设计往往由变形控制。

在进行基坑工程设计之前,应收集下列资料:

- (1) 岩土工程勘察报告;
- (2) 邻近建筑物和地下设施的类型、分布情况和结构质量的检测资料;
- (3) 边界线及用地红线范围图、邻近地下管线图、建筑总平面图、地下结构平面和剖面图等。

基坑工程的设计内容,一般应包括:

- (1) 支护体系的方案比较和选型;
- (2) 支护结构的承载力和变形计算;
- (3) 基坑内外土体的稳定性验算;
- (4) 围护墙的抗渗验算;
- (5) 降水要求;
- (6) 确定挖土工况;

(7) 确定环境保护的要求和监测内容等。

1.3.2 基坑设计问题

1. 无证设计、越级设计、私人设计等,导致设计质量低劣,造成险情、事故。这些无证设计、越级设计、私人设计的产品,质量低劣,或一知半解,设计中出现一些原则性的错误,开工后险情环生,甚至造成事故;或过分保守,造成极大的浪费。另外,建筑设计与基坑工程设计分属两家,在设计思路、彼此协调、相互配合等方面造成不一致,给基坑工程带来不利影响。

2. 盲目设计是造成基坑工程事故的又一重要原因。不进行地质勘察便进行设计,使得地基土参数选择不当,主动土压力计算值过低,被动土压力计算值过高,支护结构实际受力不安全,变形过大;或者,导致基坑降水、止水措施不利,造成经济损失。

3. 不遵守相关规范的一系列规定,是造成基坑工程事故的常见原因。由于基坑工程涉及的专业面比较广,相关部分不以相关规范为准绳,造成各部分的可靠度相差过大,有的方面十分保守,而有的环节却十分薄弱。这样一来,实际上虽然浪费了材料,但事实上又非常危险,甚至造成事故。

4. 支护方案的选择缺乏技术论证。建筑基坑支护方案的选择,取决于基坑开挖深度、地基土的物理力学性质、水文条件、周围环境(如相邻建筑物、构筑物的重要性,相邻道路、地下管道的限制程度等)、设计控制变形要求、施工设备能力、工期、造价以及支护结构受力特征等诸多因素。对大型基坑或复杂条件下的基坑支护方案,不能凭个别人有限的经验和片面的知识随意确定,要邀请有关专家进行技术论证。

5. 设计荷载取值不当。土压力的计算是支护结构设计计算的前提,但是必须注意到,实际的土压力在基坑开挖到地下结构完工期间,不是一常不变的。当支护结构实际承受的主动土压力大于设计计算值时,支护结构产生较大的变形。

6. 土体强度指标选择失真。在缺乏试验数据的情况下,设计人员对地基土强度指标的选择过于冒险,脱离实际,导致支护结构安全系数过低。一些设计人员不管在什么条件下,选用土体的同样强度指标,在基坑支护设计中都用总应力法,使得计算结果与实际情况出入较大,造成基坑工程事故。

7. 治理水的措施不利。深基坑工程中经常会遇到地下水,为确保深基坑工程施工的正常进行,必须对地下水进行有效的治理。因此必须了解场地的地层岩性结构;查明含水层的厚度、渗透性和水量,研究地下水的性质、补给和排泄条件;分析地下水的动态特性及其与区域地下水的关系;寻找人工降水的有利条件,从而制定出切实可行的最佳降水方案。

1.4 基坑工程施工安全要点

1.4.1 基坑土方开挖施工应重视的几个方面

深基坑工程有着与其他工程不同的特点,它是一项系统工程,而基坑土方开挖施工是这一系统中的一个重要环节,它对工程的成败起着相当大的作用,因此,在施工中必须非

常重视以下几方面:

- 1) 做好施工管理工作, 在施工前制定好施工组织计划, 并在施工期间根据工程进展及时作必要调整;
- 2) 对基坑开挖的环境效应作出事先评估, 开挖前对周围环境作深入的了解, 并与相关单位协调好关系, 确定施工期间的重点保护对象, 制定周密的监测计划, 实行信息化施工;
- 3) 当采用挤土桩和半挤土桩时应重视其挤土效应对环境的影响;
- 4) 重视围护结构的施工质量, 包括围护桩(墙)、止水帷幕、支撑以及坑底加固处理等;
- 5) 重视坑内及地面的排水措施, 以确保开挖后土体不受雨水冲刷, 并减少雨水渗入; 在开挖期间若发现基坑外围土体出现裂缝, 应及时用水泥砂浆灌堵, 以防雨水渗入, 导致土体强度降低;
- 6) 当围护体系采用钢筋混凝土或水泥土时, 基坑土方开挖应注意其养护龄期, 以保证其达到设计强度;
- 7) 挖出的土方以及钢筋、水泥等建筑材料和大型施工机械不宜堆放在坑边, 应尽量减少坑边的地面堆载;
- 8) 当采用机械开挖时, 严禁野蛮施工和超挖, 挖土机的挖斗严禁碰撞支撑, 注意组织好挖土机械及运输车辆的工作场地和行走路线, 尽量减少它们对围护结构的影响;
- 9) 基坑开挖前应了解工程的薄弱环节, 严格按施工组织规定的挖土程序、挖土速度进行挖土, 并备好应急措施, 做到防患于未然;
- 10) 注意各部门的密切协作, 尤其是要注意保护好监测单位设置的测点, 为监测单位提供方便。

1.4.2 基坑工程施工过程中常见的问题

1. 施工单位无施工资质或越级承包基坑工程

我国的建筑市场中, 活跃着一批村镇农民施工队。这些施工队技术水平低, 素质差, 管理混乱, 纪律松散。但是, 他们机构简单, 财务运作方便, 常常通过一些不正当的手段, 越级承包基坑工程, 导致多数发生险情, 或造成事故, 使国家蒙受损失。

2. 施工质量差

为了获取利润便更改设计、偷工减料和粗制滥造。钢筋混凝土支护桩桩体强度严重不足; 锚杆或土钉的长度达不到设计长度; 各支撑杆件位置的精确度差, 受力后杆件弯曲; 止水帷幕存在缺损(如空洞、蜂窝、开叉等), 如图 1-5 所示。

3. 没有严格遵守施工规程

挖土机械停在基坑支护结构附近反铲挖土, 使支护结构所承受的荷载大大增加, 并且有较大的动荷载出现, 大大超出了设计计算的安全储备, 造成维护结构大变形, 见图 1-6 所示。

基坑开挖过程中, 挖土机械随意碰撞支撑系统、锚杆系统及支护桩墙, 造成不应有的损失(如支撑破坏, 锚头掉落, 桩身撞伤等); 基坑底面暴露时间过长; 基坑放坡开挖时坡角过陡; 打桩产生较大位移及倾斜; 支撑结构的安装未遵守先撑后挖的原则, 而是先挖后撑; 锚杆干作业成孔后, 附于孔壁上的土屑、松散泥土未清除干净, 降低了锚杆的抗拔

力；水灰比不符合要求。

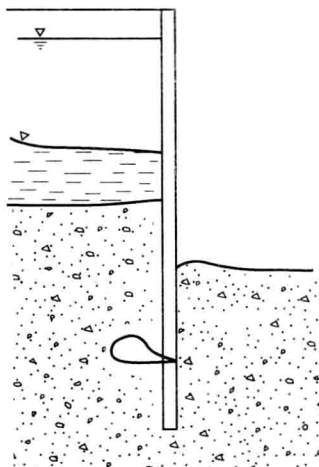


图 1-5 止水帷幕漏水

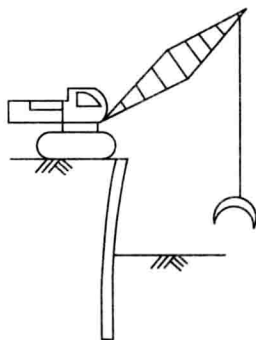


图 1-6 挖土机离支护结构过近

4. 施工管理混乱，安全意识淡漠

施工单位一面从基坑排水，一面又将生活用水及大量的施工废水无意识地倾倒在基坑边缘，造成基坑支护结构主动土压力大幅度增加，引起支护结构大变形；施工期间对附近的地下水管保护不利，使得水管泄漏；基坑开挖过程中，对设计中的“桩后卸载、桩前留置反压土体”等措施，敷衍了事，卸载不足，反压土体被挖，造成维护结构大变形；施工单位为了运土方便，随意在基坑一侧挖开一个缺口，破坏了原有的支护结构和止水帷幕，造成地下水流入基坑，坑壁滑塌；基坑施工期间，施工单位在基坑边缘堆放大量的建筑材料，以及基坑中开挖出来的土石，甚至有些施工单位在基坑边搭起简易三层小楼兼作办公室，材料库，这样对基坑支护结构产生很大的附加压力，使支护结构大变形。

5. 降水、排水、防水的措施不利

膨胀土场地，由于没有及时用水泥砂浆封闭基坑坡顶及坡面，使外部水浸入土层；或者没有采取有效的隔水、排水措施，使临空面附近浸泡，膨胀土浸水膨胀，其强度显著下降，基坑稳定性大大降低；暴雨或止水帷幕漏水使基坑大量进水，施工单位在没有采取任何措施的情况下，以最快的速度将水抽干，然而，由于浸泡，支护结构主动土压力增大，被动土压力减小，坑内高水位突然大幅度下降，支护结构两侧形成很大的水位差，支护结构失去平衡，基坑倒塌；由于降水措施不利，效果不显著，打桩后场地土体产生较大的超静孔隙水压力，基坑开挖时，超静孔隙水压力对支护桩有挤压作用；由于对基坑附近的排水管道、泄洪管道保护不利，造成管道破裂，大水冲垮基坑。

6. 技术水平低，缺乏经验，不能正确处理复杂问题

淤泥场地中，大量的钢筋混凝土预制桩施工结束不久，便进行基坑开挖，使得软土强度远远小于设计值，导致支护结构滑移；基坑开挖间歇时间过长，变形随着时间不断增加。无支撑基坑暴露时间对基坑变形的影响更大，大型基坑的变形受间歇时间影响较小型基坑更为严重，这便是基坑的时空效应。由于施工单位缺乏此方面的经验，造成较大经济损失；一些硬质黏土、黏土岩和页岩地质，天然条件下具有较高的强度，但是基坑开挖暴露后，不及时封闭岩面时，造成严重风化，强度降低，微裂缝张开崩解，土钉拔出，坑壁

一层一层地剥落坍塌。强风化板岩基坑开挖中,没有及时加固临空面,反而严重超挖,造成岩体相继滑塌。

7. 随意修改设计

随意修改锚杆间距,造成围护结构变形过大;随意将深层搅拌止水改变为压密注浆,造成严重的桩间流砂;随意减少支护桩的嵌固长度,使桩的悬臂部分相对加长,从而造成围护桩严重倾斜;为了基础施工的方便,将最下一道支撑取消,造成地下连续墙支护结构倒塌;擅自取消水平拉锚,同时支护结构却不作修改,变锚拉桩为悬臂桩,造成支护桩大面积倾覆。

1.5 基坑工程监测安全要点

基坑工程中支护结构的变形、受力、位移由于受地质条件、荷载条件、材料性质、施工条件和外界其他因素的复杂影响,很难单纯从理论上准确计算,而这些特征值又是影响基坑安全、施工安全的重要标志。因此,在理论分析指导下有计划地进行现场工程监测十分必要。

1.5.1 基坑监测设计的目的和要求

基坑工程监测是基坑工程施工中的一个重要环节,组织良好的监测能够将施工中各方面信息及时反馈给基坑开挖组织者,根据对信息的分析,可对基坑工程围护体系变形及稳定状态加以评价,并预测进一步挖土施工后将导致的变形及稳定状态的发展。根据预测判定施工对周围环境造成影响的程度,以制定进一步施工策略,实现所谓信息化施工。

由于基坑工程监测不仅仅是一个简单的信息采集过程,而是集信息采集及预测于一体的完整的系统,因此,在施工前应该制定严密的监测方案。一般来讲,监测方案设计包括下述几个方面:

1. 确定监测目的

根据场地工程地质和水文地质情况、基坑工程围护体系设计、周围环境情况确定监测目的。监测目的主要有三类:

(1) 通过监测成果分析预估基坑工程围护体系本身的安全度,保证施工过程中围护体系的安全。

(2) 通过监测成果分析预估基坑工程开挖对相邻建(构)筑物的影响,确保相邻建(构)筑物和各种市政设施的安全和正常工作。

(3) 通过监测成果分析检验围护体系设计计算理论和方法的可靠性,为进一步改进设计计算方法提供依据。该项目的具有科研性质。

不同基坑工程的监测目的应有所侧重。当用于预估相邻建(构)筑物和各种市政设施的影响,要逐个分析周围建(构)筑物和各种市政设施的具体情况,如建筑物和市政设施的重要性,可能受影响程度、抗位移能力等,确定监测重点。

2. 监测内容和要求

1) 支护结构的监测

(1) 支护结构水平位移监测

根据基坑的大小,一般每间隔6~8m布设一个监测点,在关键部位适当加密布点。基坑开挖期间,每隔2~3天监测1次,位移较大时每天监测1~2次。考虑到施工场地狭窄、测点常被阻挡的实际情况,可用多种方法进行监测。一是用钢钢丝、钢卷尺两用式位移收敛计对支护结构进行收敛量测。二是用精密光学经纬仪进行观测,在基坑长直边的延长线两端静止的构筑物上设观测点和基准点,并在观测点位置旋转一定角度的方向上设置校正点,然后监测基坑长直边上若干测点的水平位移。三是用钢丝式伸缩计进行量测,仪器的一端放在支护结构顶部,另一端在稳定的地段上并与自动记录系统相联,可连续获得水平位移曲线和位移速率曲线。根据经验,基坑开挖时的影响范围约为开挖深度的1~2倍。因此用于平面位移及高程位移的基准点(控制点),一般应设置在距基坑边2.5~3.0倍开挖深度的距离以外,以保证基准点在影响范围以外。平面控制点的后视方向宜更远一些为好。

(2) 支护结构倾斜监测

根据支护结构受力及周边环境等因素,在关键的地点钻孔布设测斜管,用高精度测斜仪定期进行监测,也可在基坑开挖过程中在支护结构侧面用光学经纬仪观测支护结构的倾斜,以掌握支护结构在各开挖施工阶段的倾斜变化情况,及时提供支护结构深度—水平位移—时间的变化曲线及分析计算结果。

(3) 支护结构沉降观测

可按常规方法用DSI型精密水准仪对支护结构的关键部位进行沉降观测。

(4) 支护结构应力监测

用钢筋应力计对桩身钢筋和锁口梁钢筋中较大应力断面处的应力进行监测,防止支护系统的结构性破坏。

(5) 支撑受力监测

施工前进行锚杆现场抗拔试验以求锚杆的容许拉力。施工过程中用锚杆测力计监测锚杆的实际承受力。对钢管内支撑,可用应力传感器或应变计等监测其受力状态的变化。

(6) 基坑开挖前支护结构完整性检测

用低应变动测法检测支护桩身是否断裂、缩颈、严重离析和夹泥等,并判定缺陷在桩身中的位置。

2) 周边环境的监测

(1) 邻近建筑物的沉降、倾斜及发生时间和发展过程的监测;

(2) 邻近道路、地下管网设施的沉降和变形监测;

(3) 边坡土体的位移和沉降监测。包括对岩土性状受施工影响而引起变化的监测相对土体深部分层沉降及倾斜进行监测。该项监测可及时掌握基坑边坡的整体稳定性,及时查明土体中可能的潜在滑移面位置;

(4) 桩侧土压力测试。桩侧土压力是支护结构设计计算中很重要的参数,常要求进行测试。可用钢弦式或电阻应变式压力盒或应力铲测试桩侧土压力在施工的不同阶段的分布和变化情况;

(5) 基坑开挖后的基底隆起观测。包括由于开挖卸荷基底回弹的隆起和由于支护结构变形或失稳引起的隆起监测;

(6) 土层孔隙水压力变化的测试。一般用振弦式孔隙压力计、电阻式测压计和数字式

钢弦频率接收仪进行测试；

(7) 当地下水位的升降对基坑开挖有较大影响时，应进行地下水位动态监测以及渗漏、冒水、管涌、冲刷的监测；

(8) 肉眼巡视与裂缝观测。经验表明，由有经验的工程师每天进行肉眼巡视观测是很有意义的。肉眼巡视主要是对锁口梁、邻近建筑物及邻近地面的裂缝、塌陷和支护结构工作失常、流土、渗漏或局部管涌等的发生和发展进行记录、检查和分析。

1.5.2 监测工作质量保证要求

- (1) 传感器和二次仪表的标定和测试误差的评定；
- (2) 按规程保证埋设仪器的质量；
- (3) 准确取得初始值，确定合适的观测频率；
- (4) 监测记录应有相应工况描述；
- (5) 及时进行测试的整理与分析，删除错误，分析变化原因；
- (6) 会同设计施工单位确定合理的报警临界值；
- (7) 对险情预兆或异常情况，与设计施工单位共同进行综合分析以便采取防治或应急措施；
- (8) 监测质量的关键是监测人员的素质和责任心。

1.5.3 监测结果的分析与评价

深基坑支护工程监测的特点是在通过监测获取准确数据之后，特别强调量化分析与评价，强调及时进行险情预报，提出合理化建议，并进一步检验加固处理后的效果，直至解决问题。

对监测结果的分析评价主要包括下列方面：

(1) 对支护结构的水平位移进行定量分析。包括位移速率和累计位移量的计算，绘制位移随时间的变化曲线，对引起位移速率增大的原因（切开挖深度、超挖现象、支撑不及时、暴雨、积水、渗漏、管涌等）进行分析。

(2) 对沉降及沉降速率进行计算分析。土体沉降要区分是由支护结构水平位移引起的还是由地下水位降低等原因引起的。经验表明，由支护结构水平位移引起相邻地面的最大沉降与水平位移之比在 0.6 ~ 1.0（一般为 0.6 ~ 0.8）之间，而沉降发生的时间比水平位移发生的时间滞后 5 ~ 10d。地下水位降低会引起地面较大幅度的沉降，应给予重视。邻近建筑物的沉降观测结果要与有关规范中的沉降限值相比较。

(3) 对各项监测结果进行综合分析并相互验证相比较。用新的监测资料与原设计预计情况进行对比，判断现有设计、施工的合理性，必要时及早调整施工方案。

(4) 根据监测资料分析基坑开挖对周边环境的影响和基坑支护的效果。通过反分析，查明工程事故的技术原因。

(5) 用数值模拟分析方法分析基坑施工期间支护结构的位移变化规律，进行稳定性分析，用反分析方法推算岩土体的特性参数，检验原设计计算方法的适宜性，预测后续开挖工程可能出现的新问题。

(6) 进行险情分析，及时提出险情预报和处理措施。