



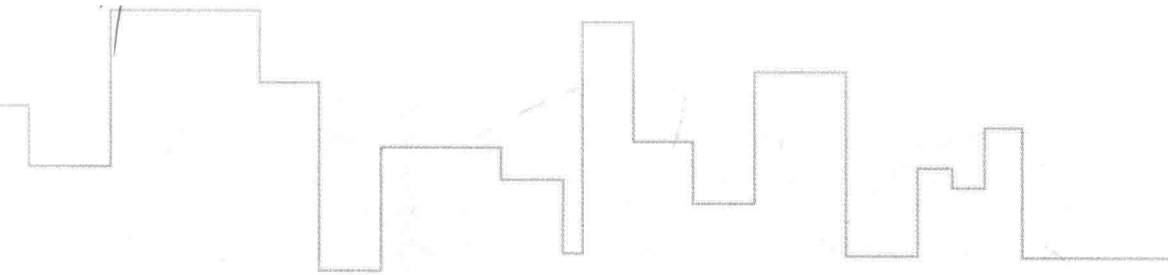
# 基坑支护工程研究与探索

Research and  
Exploration of  
Foundation Pit Supporting Engineering

胡 愈 著



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



# 基坑支护工程研究与探索

胡 愈 著

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 提 要

基坑工程是随着城市建设事业的发展而出现的一种新类型的岩土工程。基坑支护设计与施工应综合考虑工程地质与水文地质条件、基础类型、基坑周边荷载、施工季节、支护结构使用期限等因素,做到因地制宜,因时制宜。基坑支护是一个综合性的岩土工程问题,既涉及土力学中典型强度与稳定问题,又包含了变形问题,同时还涉及与支护结构的共同作用及结构力学等问题。随着对这些问题的认识及对策研究的深入,越来越多的新技术将应用到基坑工程中。

本书概述了比较成熟的基坑支护结构选型及适应条件,简述了基坑设计理念及其存在的一些问题,对今后基坑支护工程技术应用进行了探讨。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

基坑支护工程研究与探索 / 胡愈著. —北京:北京理工大学出版社, 2016.12

ISBN 978-7-5682-3486-3

I. ①基… II. ①胡… III. ①基坑—坑壁支撑—高等学校—教材 IV. ①TU46

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第311781号

---

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775(总编室)

(010) 82562903(教材售后服务热线)

(010) 68948351(其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京紫瑞利印刷有限公司

开 本/710毫米×1000毫米 1/16

印 张/15

字 数/302千字

版 次/2016年12月第1版 2016年12月第1次印刷

定 价/75.00元

责任编辑/李玉昌

文案编辑/刘 派

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

---

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

## 前言 Preface

随着社会的发展，高层建筑与市政建筑进入大发展时期，由于设计队伍与施工队伍对当地的深基施工特点不够熟悉而引发的事故层出不穷。为避免这些事故的发生，应加强对深基工程的研究。正确、科学的基坑工程设计和施工，能带来巨大的经济效益和社会效益，对加快施工进度、保护环境有着重要作用。深基坑支护与施工是一项系统工程，施工者必须具备结构力学、土力学、地基基础、机车处理、原位测试等多种学科知识，同时要有丰富的施工经验，并结合拟建场地的土质和周围环境情况，才能制定出因地制宜的支护结构方案和实施办法。

目前，各地高层建筑深基坑支护工程发展迅速，因建设需要，基础越做越深，其支护结构难度（尤以软土地区为著）也越来越大，已成为高层建筑工程中的难点和热点。深基坑支护结构涉及岩土力学、结构力学、材料力学和地质水文等学科，我国广大设计、施工、科研和大专院校的专业人员，勇于实践，勇于创新，在大量的工程实践、监测、试验中不断取得成功经验，虽然也有少数失误的教训，但总能及时总结经验教训，促使深基坑支护技术不断发展、创造和创新。但是，科学技

术是随着生产需要迅速发展起来的，理论总是落后于实践，深基坑支护结构技术也是如此，古典理论已不适合指导深基坑支护的发展。在总结实践的基础上，未来将会逐步完善理论以指导设计计算。因此，现在制定统一的或地方的深基坑支护结构的设计施工规程，是非常必要的。

著 者

# 目 录 Contents

第一章 场地工程地质条件.....	1
第一节 基坑周边环境 .....	1
第二节 场地地形地貌 .....	4
第三节 设计时涉及的资料、综述、评价 .....	7
第二章 基坑支护结构设计.....	9
第一节 基坑支护设计理念 .....	9
第二节 基坑支护的结构设计要求 .....	13
第三章 基于FLAC3D基坑开挖模拟分析 ...	15
第一节 FLAC3D基本知识 .....	15
第二节 FLAC3D数据分析 .....	19
第四章 基坑支护的施工.....	34
第一节 基坑支护结构类型、特点和适用范围 ...	34
第二节 基坑稳定性分析 .....	40
第三节 基坑变形分析 .....	60

第五章 基坑支护的探索·····	118
第一节 土压力计算·····	118
第二节 结构内力计算·····	146
第三节 基坑支护的探索方向·····	211
第六章 结论与问题·····	228
第一节 新技术在基坑支护工程中的应用·····	228
第二节 基坑支护工程施工中面临的困难·····	230
参考文献·····	234

# 第一章 场地工程地质条件

## 第一节 基坑周边环境

基坑支护是为保证地下结构施工及基坑周边环境的安全，对基坑侧壁及周边环境采用的支挡、加固与保护措施。

中华人民共和国行业标准《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—2012)对基坑支护的定义如下：为保护地下主体结构施工和基坑周边环境的安全，对基坑采用的临时性支挡、加固、保护与地下水控制的措施。

### 一、基坑支护设计前应查明基坑周边环境条件

(1)既有建筑物的结构类型、层数、位置、基础形式和尺寸、埋深、使用年限、用途等；

(2)各种既有地下管线、地下构筑物的类型、位置、尺寸、埋深、使用年限、用途等，对既有供水、污水、雨水等地下输水管线，还应包括其使用状况及渗漏状况；

(3)道路的类型、位置、宽度、道路行驶情况、最大车辆荷载等；

(4)确定基坑开挖与支护结构使用期内施工材料、施工设备的荷载；

(5)雨期时的场地周围地表水汇流和排泄条件，地表水的渗入对地层土性影响的状况。

### 二、基坑周边环境类型及影响

每一基坑工程周边的环境条件都是不同的，各有各的特点，按使用功能和存在形态不同大致可以分为4类，即既有建筑物、城市道路、管线及其他设施。

(1)既有建筑物。在目前的城市建设中，基坑周边存在既有建筑物占绝大多数的比例，因此对既有建筑物的保护是基坑周边环境保护中的首要任务。基坑周边建筑物的年代、层数、用途等千差万别，对基坑的影响程度也不同。在通常情况下，既有建筑物都在正常使用，因此，在基坑支护、降水及土方开挖过程中必须



确保周边建筑物的安全和正常运行,不允许因基坑原因而产生裂缝、不均匀沉降等危害。

(2)城市道路。由于城市道路四通八达,许多基坑工程场地所在位置为城市繁华地段,交通繁忙,或一个侧边临城市道路或几个侧边均临城市道路,这些城市道路往往车流量很大,一旦基坑施工造成路面出现过大沉降,导致其开裂或损坏,就必然导致交通的中断,会对城市的交通带来严重影响。

(3)管线。大多数基坑周边都存在市政管线,如给排水、雨水、污水管道及电力、通信、暖气、燃气管线,这些市政设施是维持市民正常工作生活的保障,距离基坑较近的管线对变形非常敏感,在基坑开挖和降水过程中极易受到影响,若因基坑施工导致管线出现过大变形,则可能使这些管线遭受破坏而中断供给,给城市功能带来极坏影响,给排水、雨污水管道开裂后渗漏也会威胁基坑的安全,带来极其严重的后果。

(4)其他设施。在基坑周边还存在上述3类以外的其他设施,如变压器、水箱、电线杆、化粪池等。这些设施的形态、功能及对基坑产生的影响更为特殊。因此,在基坑工程中也需要进行妥善保护,以免影响其使用功能。

### 三、保护措施

基坑工程牵扯面比较广,但从保护周边环境角度来看,主要有以下几个方面:

(1)设计方面。首先必须在设计计算时,保证基坑和周边环境的变形限值在规定要求范围内,只有设计到这种程度,才能为施工达到预期的效果提供前提。基坑支护降水方案设计前,设计人员应该深入实地进行勘察,弄清楚周边环境的实际情况,如建筑物的年代、平面尺寸、层数、使用性质、基础形式及埋深、距基坑距离、建筑物易受损的位置和形式等。设计的方案要达到安全适用、经济合理、可操作性要求,并按相关法律法规的程序和要求经过专家评审。

(2)施工方面。

①基坑施工管理的好坏直接影响基坑及周边环境安全,所以派驻的项目部人员要具有丰富的经验、高度负责的态度和敢打硬仗的精神,在人员方面有保证。

②施工机械设备和施工机具的选择应符合设计、土质、环境及施工工艺参数的要求,并与试验所用的设备、机具相同;设备和机具要进行维护保养,确保状态合格,满足施工要求;计量设备要进行检定、标定,确保计量精度满足要求。

③严格按管理制度进行,管理人员要做到认真负责,注重过程管理,施工中严格按照设计工况分层分段进行土方开挖,并及时与设计人员沟通解决施工中出现的实际问题。

(3)监测方面。在基坑施工过程中,必须坚持按信息化施工,加强对周边环境的监测和巡视。只有对基坑支护结构、地下水位、基坑周围的土体和相邻的构筑物进行全面、系统的监测,才能对基坑工程的安全性和周边环境的影响程度有全

面的了解,及时与设计人员进行沟通,使设计和施工紧密联系、不脱节,保证整个基坑施工有科学的指导和数据支持,使基坑周边环境一直处于全方位监控、可控范围内。安排专人做好基坑周边环境巡视检查,主要内容有:①周边建(构)筑物有无裂缝出现;②地下管线有无破损、泄漏情况;③周边道路(地面)有无裂缝、沉降情况;④邻近基坑的其他设施的变形情况。巡视检查记录应及时整理,并与仪器监测数据综合分析,如发现异常,应及时通知相关单位。

根据建筑场地的实际情况、施工方案,施工前安排专人调查清楚施工可能涉及的场地内外部的管线,确定其准确位置和设置情况。①对每一条管线进行研究,如存在施工中不能避开的、不可避免地造成破坏的管线,在施工前与建设单位沟通、联系,在规定的期限内实施改造或迁移,为施工提供方便。②建筑场地施工可能会对地下管线造成破坏的,进场施工过程中采取措施予以保护,现场做标志,对现场施工人员进行开会传达,使施工现场的所有施工人员有保护意识。③现场的地下管线能够采取隔离措施的,采取隔离,保证管线的正常工作。④对临基坑侧边较近的重要管道如煤气管线、自来水管线设置观测点,监测其水平位移和竖向沉降,形成监测报告。一旦发现管线的位移超过限制,应立即停止施工,上报管理部门,并立即组织查找原因。待管理部门制定相关措施或调整施工方案,经批准后重新施工。

#### 四、注意事项

(1)基坑支护工程施工前,应将周边环境情况与支护设计方案中所考虑的环境条件相核对,发现不符应及时报告设计人员,在施工过程中,发现环境条件及其他出现了新的情况,应及时报告设计人员。施工过程中,应随时将施工时出现的工程地质情况和地下水情况与工程地质报告所描述的情况进行对比,发现异常或不符,要及时报告设计人员。要根据周边建筑物实际情况,实施有针对性的保护措施,必要时对周边建筑物实行评估及加固处理。

(2)土方开挖必须和基坑支护、降水、检测紧密配合起来,认真按照监理工程师批准的方案进行开挖,严禁未支先挖、支护结构未达到设计强度进行开挖和超挖施工。

(3)认真做好对支护结构和土体的保护工作,在进行各种施工作业时,要对支护结构采取可靠的保护措施,避免对其造成损坏或破坏;进行认真的监测和巡视;做好各种应急预案的准备和保持工作,确保当紧急情况发生时,能及时启动应急预案。

#### 五、结论

基坑周边环境往往比较复杂,工程施工过程中需要各参建单位协调配合,加强施工管理。通过专业技术的实施,基坑周边环境一定可以控制在要求的范围内。

## 第二节 场地地形地貌

基坑工程是指在地表以下开挖的一个地下空间及其配套的支护体系。

基坑支护体系是临时结构，安全储备较小，具有较大风险。基坑工程具有很强的区域性，不同水文、工程地质环境条件下，基坑工程的差异很大。基坑工程环境效应复杂，基坑开挖不仅要保证基坑本身的安全稳定，而且要有效地控制基坑周边地层移动以及保护周围环境。

### 一、深基坑开挖的特点

#### 1. 基坑深度

建筑物的稳定性主要取决于基坑开挖的深度，但随着近年来土地资源的逐渐减少，人们对建筑物的要求也不断增加。由于建筑物也逐渐向地下发展，为了节约土地资源，更好地利用原有基地面积和地下空间，现代建筑物常会在地下设置多层停车场等设施。因此，建筑的地下室逐渐增多，地下结构的深度和层数也不断增多。地下室的出现在一定程度上加大了基坑的深度，这也是当前基坑开挖的主要特点。

#### 2. 所处环境复杂

深基坑开挖工程常常需要在环境较为恶劣的条件下进行。一般地，高层建筑都集中于城市中心，因此基坑工程的地点也都集中于城市中心区及主要街道，这样在施工过程中就会对周围环境造成不同程度的影响。在基坑开挖过程中，一定会引起周围地基的地下水变化，同时应力场也会发生相应的改变，这就造成周围环境地基土地的变形，同时相邻的建筑物及地下管网也会受到不同程度的影响。情况严重者，还会影响周围建筑物以及市政地下管网的安全与正常使用。

#### 3. 综合性强

深基坑开挖工程是一项相对复杂的工程，在施工过程中涉及土力学中强度、变形和渗流三类学科。将三者融合在一起，便是深基坑开挖工程的主要原理。深基坑开挖工程的土压力影响了支护结构的稳定性，土中渗流引起土破坏、基坑周围地面变形都是影响深基坑开挖的主要因素。深基坑开挖工程涵盖了岩土工程、结构工程及施工技术，三者相互交错，是影响深基坑开挖工程的主要因素，因此需要针对这些因素不断探究。

#### 4. 承担风险大

深基坑开挖是一项临时工程，在施工过程中有较大的风险。由于工程的施工过程受多种因素影响，安全储备相对比较小，因此工程需要承担的风险比较大。

深基坑开挖涉及的技术比较复杂,涵盖的范围也很大,这在无形中促使深基坑开挖过程中事故的发生。在深基坑开挖过程中,施工人员需要对施工过程进行实时监测,采取相应的应急措施。但是深基坑开挖工程的造价比较高,又因为是一项临时性的工程,投资商很少愿意投入较多的资金。如果出现事故,造成的经济损失与社会影响是难以估计的。

## 二、复杂地形下深基坑开挖存在的问题

### 1. 挖土顺序与土层厚度

在施工过程中,挖土顺序是很重要的,施工人员需要对顺序严格把关。如果挖土顺序出现偏差,就极有可能造成基坑的局部变形。如果位移特别大,就会导致基坑坍塌。如果基坑在挖土时局部过深,就很容易引起支护结构应力的集中,这样支护结构就很容易被破坏,基坑就会坍塌,工程也就无法继续了。

挖土层的厚度也是决定深基坑开挖的重要因素。如果在选择厚度时不适当,就会引起基坑坍塌。在施工过程中,基坑开挖应该分层次进行,而每层的挖土厚度应该根据地质情况来确定。在开挖时不能一次挖土过深,也不能超过预定的深度。如果深度过大,就很容易引起被动土压力迅速减小,而主动土压力会随之迅速增大,这样基坑的支护结构就会出现不稳定的问题,从而引起基坑坍塌,影响基坑开挖的工程质量。

### 2. 深基坑变形

基坑在开挖过程中很容易引起周围土地地表的沉降,周围的建筑物就会发生沉降开裂。沉降开裂的位移主要取决于地表水的含水量。如果地表水含水量降低,沉降的范围就会变得很大。同时,沉降开裂的位移还与护坡的变形有关。如果护坡出现变形,那么深基坑附近的地表也会相应地出现沉降位移;如果沉降位移过大,那么地下的承压水受压力还会出现向上的喷涌情况,引起深基坑变形。

### 3. 支护结构稳定性

在复杂地形下,支护结构稳定性需要严格控制。若支护桩嵌入的深度没有达到要求,桩径的选择过小,钢筋笼配筋的选择也过小,支护结构的支撑布置就会出现偏差,造成支护结构破坏,影响支护结构的稳定性。

支护结构如果出现变形,就会引起周围建筑物的破坏。特别是挡土结构作为支护结构的重要组成部分,如果承担的荷载特别大,就会引起支护结构的局部变形,而支护结构被破坏后就会造成边坡的失稳,从而引起周围建筑物的变形,对周围环境造成影响。

### 4. 地质条件

深基坑开挖的地质主要是砂层及流砂层,这样的土层通常是含水层,黏聚力相对较低,会对基坑壁造成一定的侧压力,支护桩缝很容易出现涌砂、漏砂的现

象，基坑周围的地面也会相对降低。一般地，在深基坑开挖工程中，人们会采用可塑性较强的流塑淤泥土层，这样的土层含水量较砂层更少，但是黏聚力、内摩擦角都比较小，这在无形中会使基坑工程很不安全。

### 三、不同地形下深基坑开挖的控制方法

#### 1. 土体变形

由于支护结构的强度相对较弱，墙体的刚度又比较小，嵌体的插入深度就很难达到要求。由于施工的地形比较复杂，在施工后就会造成大量的水土流失，情况严重者还会引起土地的滑动，支护构件遭到破坏。因此，土体变形是造成地面坍塌、影响周围环境的主要原因。为了避免此类问题的出现，施工人员可以在施工过程中仔细观察，对地面出现的裂缝及时填补，这样就可以有效地避免雨水及其他地面水流入缝隙，影响施工质量。除此之外，施工人员还需要在施工过程中及时清除基坑周围的地面荷载，对部分基坑边上的土方要尽可能地清除，这样可以最大限度地减少支护结构上的侧向荷载。

如果土地变形很严重，施工人员就需要立即向深基坑内回填土，在土层加固后再将回填土挖出。这样一来，深基坑开挖就可以最大限度地避免土地变形所带来的威胁。施工人员也可以适时地对基坑内外沿的滑动面进行加固，而滑动面的位置则根据施工现场的滑动情况来确定，同时还应结合当地工程地质资料进行估计。

#### 2. 地下水

由于深基坑开挖工程的地形相对复杂，深基坑开挖的底部常含有很多承压水。如果控制不当，地下水就会对工程造成影响。对待承压水，施工人员需要采用穿过坑底不透水层的减压井处理。首先了解墙背水源补给情况，然后观察在砂堆中是否有渗水的通道。对混凝土进行断桩修补，将引流管埋入混凝土时，千万不可封闭引流管的两端，务必确保引流管的通畅性，同时还需避免承压水导致的引流管边修补的混凝土产生微裂缝。当修补用的混凝土达到一定的强度后，便可以封死引流管。

#### 3. 断桩

施工阶段未能及时发现的断桩，位置比较隐蔽，通常出现在基坑底面以下，不仅很难发现，更难修复。在基坑开挖后，如果基坑底部支护桩边很容易发生严重的涌泥、冒砂或者土体隆起现象，则应当检查基坑底部是否有断桩，及时采取有效的堵漏措施，查明确认是断桩后，可以采用高压喷射注浆法，对断桩进行修补，确保深基坑支护结构的稳定性与安全性。

### 四、基坑监测

由于高层建筑基坑工程面积大、深度深，且基坑周边有其他建筑物的存在，

因此基坑施工过程中的监测工作显得尤为重要。基坑监测的内容一般包括：支护结构位移的测量；地表开裂状态的观察；邻近建筑物和重要地下管线等设施的变形测量与裂缝观察；基坑渗漏水和基坑内外地下水位的变化情况。基坑监测的方法主要是采用全站仪及水准仪进行变形测量、肉眼巡检等。基坑监测的周期是在支护施工阶段，一般每天监测两次；在完成基坑开挖回填，并且沉降变形逐渐趋于稳定的情况下，可适当减少监测次数。

深基坑土钉支护技术的广泛运用对高层建筑的施工建造有非常重要的作用。其能够确保基坑开挖后边坡土体的稳定性，为高层建筑工程地下基础的顺利施工打下坚实基础，因此广泛推广应用的意义重大。

深基坑开挖受多种因素的限制。在复杂地形下，为了保证土体的稳定性，施工人员需要在设计时合理安排，进行适宜的基坑支护设计。同时由于深基坑开挖会引起周围环境的变化，造成不同程度的危害，因此施工人员还需要收集建筑物沉降实测数据。在复杂地形下，施工人员还需要对深基坑开挖的经验进行总结。

### 第三节 设计时涉及的资料、综述、评价

#### 一、深基坑工程设计前需要取得的资料

- (1) 场地工程地质与水文地质资料；
- (2) 用地红线范围、拟建建筑总平面图、基础和地下工程结构图；
- (3) 基坑影响范围内建筑物的位置、层数、高度、结构类型、完好程度、竣工时间、基础类型、埋置深度等；
- (4) 基坑周边道路的车辆荷载情况；
- (5) 基坑周边构筑物，人防坑道，化粪池，地下管线的位置、深度、结构形式及埋设时间；
- (6) 已建或在建相邻地下工程的施工情况；
- (7) 基坑周边场地的地表汇水、排水情况，给排水管道漏水的可能性；
- (8) 施工单位根据对基坑周边场地的使用要求提供施工场地总平面图，如堆载、活荷载情况及临设、塔吊情况。

深基坑工程设计流程如图 1-1 所示。

#### 二、场地工程地质条件综述

- (1) 勘察场地的地貌形态及现场各勘探孔孔口高程和最大高差。
- (2) 地基(岩)土构成与岩性特征。根据钻探揭露，场地地层构成从上至下为：

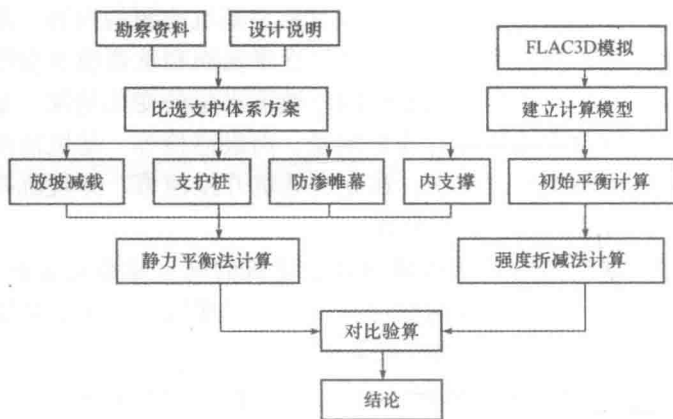


图 1-1 深基坑工程设计流程

- ①杂填土——灰、褐灰色，松散(软塑)状态，该层上部主要为水泥地坪及碎砖、石块、建筑垃圾等，下部以黏性土为主，包含有机质等。②粉质黏土——灰黄、褐黄色，可塑至硬塑状态，含氧化铁、高岭土等。无摇振反应，稍有光泽，干强度及韧性中等。③黏土——灰黄、褐黄色，硬塑至坚硬状态，含氧化铁、铁锰结核及高岭土，该层下部为泥质砂岩残积土。无摇振反应，光滑，干强度及韧性高。④强风化泥质砂岩——棕红色，密实(坚硬)状态，含长石、云母。

### 三、场地及地基条件综合评价

(1)场地的稳定性。根据钻探揭露场地覆盖层厚度基本一致，地形及基岩面均较平缓，参考附近区域地质资料未发现有影响建筑场地稳定性的断裂构造，属稳定的建筑场地。

(2)场地及地基的抗震性。

(3)天然地基设计参数。根据室内外试验成果分析，拟建场地各层岩土的地基承载力特征值  $f_{ak}$ 、压缩模量  $E_s$  及基床系数  $K$  取值。

(4)桩基设计参数。根据现场钻探，原位测试及土试成果资料综合分析，并参考类似场地地基条件的工程实践试验，在满足有效桩长时，桩基设计参数按有关标准取用。

## 第二章 基坑支护结构设计

---

### 第一节 基坑支护设计理念

基坑工程的概念设计就是思路设计或路线图设计，其中的关键是基坑支护选型。

#### 一、有关基坑支护、降水的规范、规程及规定

有关基坑支护、降水的规范、规程及规定除国家政策之类的法规外，分为三个层次，即国标类、行标类、管理办法类。

##### (一) 国标类

- 《复合土钉墙基坑支护技术规范》(GB 50739—2011)；
- 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)；
- 《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2009)；
- 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)；
- 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086—2015)；
- 《建筑边坡工程技术规范》(GB/T 50330—2013)；
- 《工程测量规范》(GB 50026—2007)。

##### (二) 行标类

- 《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—2012)；
- 《湿陷性黄土地区建筑基坑工程安全技术规程》(JGJ 167—2009)；
- 《既有建筑地基基础加固技术规范》(JGJ 123—2012)；
- 《建筑变形测量规范》(JGJ 8—2016)；
- 《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55—2011)；
- 《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18—2012)；
- 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》(JGJ 52—2006)；
- 《岩土锚杆(索)技术规程》(CECS 22—2005)；



《加筋水泥土桩锚技术规程》(CECS 147—2016)。

## 二、基坑工程概念设计要点

基坑工程概念设计要点可概括为一个等级、三个要素、五个内容。

### 1. 基坑工程设计中的一个等级

基坑工程设计中的一个等级即基坑侧壁安全等级。

基坑四周或局部地段因环境条件不同,有不同的侧壁安全等级。根据场地环境条件、地质条件、地下水条件、基坑深度综合确定基坑等级。

(1)按照《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2012)。

①一级: >10 m 或为主体一部分或基坑范围内有重要历史文物、重要建筑物无隶属关系,需要严加保护。

②三级: <7 m, 场地空旷, 环境条件较好。

③其余为二级基坑。

(2)有些地方标准如深圳地区规范,由基坑深度、环境条件、软土厚度、地下水条件等综合确定,比较详细。

(3)当基坑侧壁等级为一级的含义:①变形要求严格;②基坑深度较大;③环境条件复杂;④地下水及软土厚度较大。

(4)当基坑侧壁等级为二级的含义:①变形不太严格;②基坑深度不大;③环境条件尚可;④无地下水或软土。

### 2. 基坑工程设计中的三个要素

(1)基坑深度:基坑不同侧壁处的深度、局部地段的深度、坑中坑的深度等。

(2)场地地质及地下水条件:侧壁及坑底和基坑以下规定深度内是软土、湿陷土、填土等;侧壁四周有无杂填土、砂层、淤泥质土等; $c$ 、 $\varphi$ 的取值如何;地下水或其他水中上层滞水、渗漏水、潜水、承压水等。

(3)场地环境条件:①邻近有无道路,距离。②有无电缆、管线,距离、埋深、管材性质,接头处是否加固;漏水情况等。③是否有邻近建筑物,距离、埋深,基础形式等。④广告牌、电线杆、围墙等的距离、基础;拆除还是加固。⑤附加荷载的取值;地表荷载的取值;钢筋等材料的堆放场地;距离、荷载。⑥出土坡道选择;塔吊位置,是否加固。

### 3. 基坑工程设计中的五个内容

基坑工程是个系统工程,牵涉到勘察、设计、支护、降水、挖土、打桩、监测、建筑、监理、质检等多个施工队伍或行业,结构、岩土、水文地质、土建施工、测量、测桩等多个专业。其主要包括支护方案、降水方案(如需要降水)、挖土方案、监测与检测方案和应急方案。

(1)支护方案。一般包括以下内容: