



建筑工程

安全控制技术

JIANZHU GONGCHENG ANQUAN KONGZHI JISHU

宋功业 著

中国建材工业出版社

建筑工程安全控制技术

宋功业 著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程安全控制技术 / 宋功业著. —北京:

中国建材工业出版社, 2015. 4

ISBN 978-7-5160-0333-6

I. ①建… II. ①宋… III. ①建筑工程—安全管理

IV. ①TU714

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 048173 号

内 容 简 介

本书根据《建筑施工安全检查标准》(JGJ 59—2011) 对建筑施工现场检查评分的要求, 重点就“施工作业安全控制”、“脚手架安全控制技术”、“起重设备与施工机具安全控制技术”和“现场文明施工控制技术”四个章节的内容, 进行了施工现场安全控制阐述。

该书可以帮助施工企业进行施工现场安全控制, 也可以作为高职院校建筑安全员培训教材。通过理论教学和实训活动, 使从业者可以快速适应安全员管理岗位要求。

建筑工程安全控制技术

宋功业 著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路1号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 22

字 数: 548 千字

版 次: 2015 年 4 月第 1 版

印 次: 2015 年 4 月第 1 次

定 价: 64.00 元

本社网址: www.jccbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社营销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

建筑施工现场的安全控制主要有两大目标，一是保证安全生产，二是按照《建筑施工安全检查标准》（JGJ 59—2011）进行检查评分能确保达标。当然，按照《建筑施工安全检查标准》（JGJ 59—2011）进行检查评分能确保达标也是为了安全生产。

为此，作者根据建筑施工现场实际，撰写了本书。本书共有四个章节，第一章为施工作业安全控制，主要是阐述施工现场怎样进行基坑开挖支护、模板安全、三宝四口防护和施工临时用电安全等安全控制；第二章为脚手架安全控制技术，主要阐述钢管落地脚手架、悬挑脚手架等安全控制技术；第三章为起重设备与施工机具安全控制技术，主要阐述物料提升机、施工井架、施工电梯、塔吊等吊装机具以及搅拌机、打桩机等施工机具设备的安全控制技术；第四章为现场文明施工控制技术，主要阐述施工现场安全管理与文明施工方法。本书除了与《建筑施工安全检查标准》（JGJ 59—2011）设置的次序不同外，内容大多能对应。因此，可以直接帮助施工现场安全员和其他人员进行建筑施工现场安全控制。

由于著者水平有限，本书缺点错误在所难免，希望读者不吝指正。

作者

2015年1月



中国建材工业出版社
China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、
代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部

010-88386119

宣传推广

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-88386906

设计业务

010-68361706

邮箱：jccbs-zbs@163.com

网址：www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本
书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

第一章 施工作业安全控制	1
第一节 基坑支护安全技术控制	1
一、基坑工程安全技术要求	1
二、基坑工程的设计原则与基坑安全等级	2
三、基坑工程勘察	3
四、支护结构的类型和选型	7
五、荷载与抗力计算	17
六、基坑施工安全技术要求	20
七、基坑开挖支护施工监测	21
第二节 模板工程安全控制技术	26
一、组合钢框木(竹)胶合板模板的安装与拆除	26
二、组合钢模板安装	37
第三节 “三宝”“四口”防护	43
一、安全帽	44
二、安全网	47
三、安全带	48
四、楼梯口、电梯井口防护	49
五、预留洞口坑井防护	50
六、通道口防护	53
七、阳台楼板屋面等临边防护	55
第四节 施工用电安全控制技术	57
一、外电保护安全技术	57
二、接地与接零保护系统	72
三、配电箱开关箱	75
四、现场照明安全技术控制	77
五、配电线路安全技术控制	81
六、电器装置安全技术控制	94
七、变配电装置安全技术控制	103
八、用电档案	112

第二章 脚手架安全控制技术	114
第一节 脚手架工程技术	114
一、脚手架工程安全技术.....	114
二、脚手架构架与设置和使用要求的一般规定.....	123
三、脚手架设计和计算的一般方法.....	131
第二节 落地式外脚手架	136
一、落地脚手架搭设的材料及荷载要求.....	136
二、落地脚手架搭设的构造要求.....	138
三、脚手架工程施工.....	146
四、脚手架施工安全技术要求.....	148
五、脚手架工程作业安全教育.....	149
六、脚手架工程的安全管理工作.....	151
第三节 悬挑式脚手架	153
一、悬挑脚手架的种类.....	153
二、悬挑脚手架的搭设.....	155
第三章 起重设备与施工机具安全控制技术	157
第一节 物料提升机龙门架井字架	157
一、物料提升机安全技术.....	157
二、龙门架安全技术.....	164
三、井字架安全技术.....	169
第二节 外用电梯（人货两用电梯）	175
一、施工电梯的安装.....	175
二、施工电梯安全技术.....	179
第三节 塔吊安全技术控制	181
一、塔吊安全管理责任.....	182
二、塔吊安装安全技术措施.....	184
三、塔吊使用、维修、保养技术措施.....	186
四、塔式起重机常见安全事故及其预防.....	189
第四节 起重吊装安全	191
一、起重机吊装作业安全技术规定.....	192
二、正确使用吊索具吊运大型工件.....	196
三、起重吊装事故防范.....	197
第五节 施工机具安全控制技术	201
一、平刨安全控制技术.....	201
二、圆盘锯安全控制技术.....	202

三、手持电动工具安全控制技术·····	204
四、钢筋机械安全控制技术·····	212
五、电焊机安全控制技术·····	219
六、搅拌机安全控制技术·····	221
七、气瓶安全控制技术·····	225
八、翻斗车安全控制技术·····	233
九、潜水泵安全控制技术·····	234
十、打桩机械安全控制技术·····	238
第四章 现场文明施工控制技术·····	242
第一节 安全管理·····	242
一、安全生产责任制·····	242
二、目标管理·····	249
三、安全目标管理·····	253
四、施工组织设计·····	256
五、分部(分项)工程安全技术交底·····	258
六、安全检查·····	270
七、安全教育·····	286
八、班前安全活动·····	291
九、特种作业持证上岗·····	292
十、工伤事故处理·····	294
十一、安全标志·····	297
第二节 文明施工·····	301
一、现场围挡与封闭管理·····	301
二、施工场地建设安全控制·····	308
三、材料堆放安全·····	314
四、现场住宿管理·····	316
五、现场防火·····	317
六、施工现场治安综合治理·····	330
七、施工现场标牌·····	332
八、生活设施安全控制·····	336
九、施工现场的卫生与防疫·····	339
十、社区服务与环境保护·····	340
参考文献·····	344

第一章 施工作业安全控制

第一节 基坑支护安全技术控制

近年来随着我国经济建设和城市建设的快速发展,地下工程越来越多。高层建筑的多层地下室、地铁车站、地下车库、地下商场、地下仓库和地下人防工程等施工时都需开挖较深的基坑,有的高层建筑多层地下室平面面积达数万平方米,深度有的达26.68m,施工难度较大。

大量深基坑工程的出现,促进了设计计算理论的提高和施工工艺的发展,通过大量的工程实践和科学研究,逐步形成了基坑工程这一新的学科,它涉及多个学科,是土木工程领域内目前发展最迅速的学科之一,也是工程实践要求最迫切的学科之一。对基坑工程进行正确的设计和施工,能带来巨大的经济和社会效益,对加快工程进度和保护周围环境能发挥重要作用。

一、基坑工程安全技术要求

基坑开挖的施工工艺一般有两种:放坡开挖(无支护开挖)和在支护体系保护下开挖(有支护开挖)。前者既简单又经济,在空旷地区或周围环境允许时能保证边坡稳定的条件下应优先选用。但是在城市中心地带、建筑物稠密地区,往往不具备放坡开挖的条件。因为放坡开挖需要基坑平面以外有足够的空间供放坡之用,如在此空间内存在邻近建(构)筑物基础、地下管线、运输道路等,都不允许放坡,此时就只能采用在支护结构保护下进行垂直开挖的施工方法。对支护结构的要求,一方面是创造条件便于基坑土方的开挖,但在建(构)筑物稠密地区更重要的是保护周围的环境。

基坑土方的开挖是基坑工程的一个重要内容,基坑土方如何组织开挖,不但影响工期、造价,而且还影响支护结构的安全和变形值,直接影响环境的保护。为此,对较大的基坑工程一定要编制较详细的土方工程的施工方案,确定挖土机械、挖土的工况、挖土的顺序、土方外运方法等。

在软土地区地下水位往往较高,采用的支护结构一般要求降水或挡水。在开挖基坑土方过程中坑外的地下水在支护结构阻挡下,一般不会进入坑内,但如土质含水量过高、土质松软,挖土机械下坑挖土和浇筑围护墙的支撑有一定困难。此外,在围护墙的被动土压力区,通过降低地下水位还可使土体产生固结,有利于提高被动土压力,减少支护结构的变形。所以在软土地区对深度较大的大型基坑,在坑内都进行降低地下水位,以便利基坑土方开挖和有利于保护环境。

支护结构的计算理论和计算手段,近年虽有很大提高,但由于影响支护结构的因素众多,土质的物理力学性能、计算假定、土方开挖方式、降水质量、气候因素等都对其产生影

响。因此其内力和变形的计算值和实测值往往存在一定差距。为有利于信息化施工，在基坑土方开挖过程中，随时掌握支护结构内力和变形的发展情况、地下水位的变化、基坑周围保护对象（邻近的地下管线、建筑物基础、运输道路等）的变形情况，对重要的基坑工程都要进行工程监测，它亦成为基坑工程的内容之一。为此，基坑工程包括勘测、支护结构的设计和施工、基坑土方工程的开挖和运输、控制地下水位、基坑土方开挖过程中的工程监测和环境保护等。

二、基坑工程的设计原则与基坑安全等级

（一）基坑支护结构的极限状态

根据中华人民共和国行业标准《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120—2012）的规定，基坑支护结构应采用以分项系数表示的极限状态设计方法进行设计。

基坑支护结构的极限状态，可以分为下列两类：

1. 承载能力极限状态

（1）支护结构构件或连接因超过材料强度而破坏，或因过度变形而不适于继续承受荷载或出现压屈、局部失稳。

（2）支护结构及土体整体滑动。

（3）坑底土体隆起而丧失稳定。

（4）对支挡式结构，坑底土体丧失嵌固能力而使支护结构推移或倾覆。

（5）对拉锚式支挡结构或土钉墙，土体丧失对锚杆或土钉的锚固能力。

（6）重力式水泥土墙整体倾覆或滑移。

（7）重力式水泥土墙、支挡式结构因其持力土层丧失承载能力而破坏。

（8）地下水渗流引起的土体渗透破坏。

这种极限状态，对应于支护结构达到最大承载能力或土体失稳、过大变形导致支护结构或基坑周边环境破坏。

2. 正常使用极限状态

（1）造成基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路等损坏或影响其正常使用的支护结构位移。

（2）因地下水位下降、地下水渗流或施工因素而造成基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路等损坏或影响其正常使用的土体变形。

（3）影响主体地下结构正常施工的支护结构位移。

（4）影响主体地下结构正常施工的地下水渗流。

这种极限状态，对应于支护结构的变形已妨碍地下结构施工，或影响基坑周边环境的正常使用功能。

基坑支护结构均应进行承载能力极限状态的计算，对于安全等级为一级及对支护结构变形有限定的二级建筑基坑侧壁，尚应对基坑周边环境及支护结构变形进行验算。

（二）基坑支护结构的安全等级

1. 《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120—2012）规定，其支护结构的安全等级分为三级，不同等级采用相对应的重要性系数 γ ，支护结构的安全等级如表 1-1 所示。

表 1-1 支护结构的安全等级

安全等级	破坏后果
一级	支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响很严重
二级	支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响严重
三级	支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响不严重

注：有特殊要求的建筑基坑侧壁安全等级可根据具体情况另行确定。

2. 支护结构设计，应考虑其结构水平变形、地下水的变化对周边环境的水平与竖向变形的影响。对于安全等级为一级的和对周边环境变形有限定要求的二级建筑基坑侧壁，应根据周边环境的重要性，对变形适应能力和土的性质等因素，确定支护结构的水平变形限值。

3. 当地下水位较高时，应根据基坑及周边区域的工程地质条件、水文地质条件、周边环境情况和支护结构形式等因素，确定地下水的控制方法。当基坑周围有地表水汇流、排泄或地下水管渗漏时，应对基坑采取妥善保护措施。

4. 对于安全等级为一级及对支护结构变形有限定的二级建筑基坑侧壁，应对基坑周边环境及支护结构变形进行验算。

5. 基坑工程分级的标准，各种规定和各地不尽相同，各地区、各城市应根据自己的特点和要求作相应规定，以便于进行岩土勘察、支护结构设计和审查基坑工程施工方案等。

6. 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)对基坑分级和变形监控值的规定见表 1-2。

表 1-2 基坑变形的监控值 (mm)

基坑类别	围护结构墙顶位移监控值	围护结构墙体最大位移监控值	地面最大沉降监控值
一级基坑	30	50	30
二级基坑	60	80	60
三级基坑	80	100	100

注：1. 符合下列情况之一，为一级基坑：

- (1) 重要工程或支护结构做主体结构的一部分；
- (2) 开挖深度大于 10m；
- (3) 与邻近建筑物、重要设施的距离在开挖深度以内的基坑；
- (4) 基坑范围内有历史文物、近代优秀建筑、重要管线等需严加保护的基坑。

2. 三级基坑为开挖深度小于 7m，周围环境无特别要求的基坑。

3. 除一级和三级外的基坑属二级基坑。

4. 对周围已有的设施有特殊要求时，均应符合这些要求。

位于地铁、隧道等大型地下设施安全保护区范围内的基坑工程，以及城市生命线工程或对位移有特殊要求的精密仪器使用场所附近的基坑工程，应遵照有关的专门文件或规定执行。

三、基坑工程勘察

为了正确进行支护结构设计和合理组织施工，在进行支护结构设计之前，需要对影响基

坑支护结构设计和施工的基础资料全面进行收集，并加以深入了解和分析，以便能很好地为基坑支护结构的设计和施工服务。

在进行支护结构设计之前，主要需要收集下述三方面的资料：工程地质和水文地质资料，场地周围环境及地下管线状况，地下结构设计资料。现分述如下。

(一) 岩土勘察

基坑工程的岩土勘察一般不单独进行，应与主体建筑的地基勘察同时进行。在制定地基勘察方案时，除满足主体建筑设计要求外，亦应同时满足基坑工程设计和施工要求，因此，宜统一布置勘察要求。如果已经有了勘察资料，但不能满足基坑工程设计和施工要求时，宜再进行补充勘察。

1. 基坑工程的岩土勘察一般应提供的资料

(1) 场地土层的成因类型、结构特点、土层性质及夹砂情况。

(2) 基坑及围护墙边界附近，场地填土、暗浜、古河道及地下障碍物等不良地质现象的分布范围与深度，并表明其对基坑的影响。

(3) 场地浅层潜水和坑底深部承压水的埋藏情况，土层的渗流特性及产生管涌、流砂的可能性。

(4) 支护结构设计和施工所需的土、水等参数。

2. 参数要求

(1) 岩土勘察测试的土工参数，应根据基坑等级、支护结构类型、基坑工程的设计和施工要求而定，一般基坑工程设计和施工要求提供的勘探资料和土工参数见表 1-3。

表 1-3 基坑工程设计和施工所需的勘探资料和土工参数

标高 (m)	压缩指数 C_c	
深度 (m)	固结系数 C_v	
层厚 (m)	回弹系数 C_s	
土的名称	超固结比 OCR	
土天然重度 γ_c (kN/m ³)	内摩擦角 ϕ (°)	
天然含水量 w (%)	黏聚力 c (kPa)	
液限 w_L (%)	总应力抗剪强度	
塑限 w_p (%)	有效抗剪强度	
塑性指数 I_p	无侧限抗压强度 q_u (kPa)	
孔隙比 e	十字板抗剪强度 c_u (kPa)	
不均匀系数 (d_{60}/d_{10})	渗透系数 (cm/s)	水平 k_h
压缩模量 E_s (MPa)		垂直 k_v

(2) 对特殊的不良土层，尚需查明其膨胀性、湿陷性、触变性、冻胀性、液化势等参数。

(3) 在基坑范围内土层夹砂变化较复杂时，宜采用现场抽水试验方法，测定土层的渗透系数。

(4) 内摩擦角和黏聚力，宜采用直剪固结快剪试验取得，要提供峰值和平均值。

(5) 总应力抗剪强度 (ϕ_{cu} 、 c_{cu})、有效抗剪强度 (ϕ' 、 c')，宜采用三轴固结不排水剪试验、直剪慢剪试验取得。

(6) 当支护结构设计需要时，还可采用专门原位测试方法，测定设计所需的基床系数等参数。

3. 地下水位

基坑范围及附近的地下水位情况，对基坑工程设计和施工有直接影响，尤其在软土地区和附近有水体时。为此在进行岩土勘察时，应提供下列数据和情况：

- (1) 地下各含水层的初见水位和静止水位。
- (2) 地下各土层中水的补给情况和动态变化情况，与附近水体的连通情况。
- (3) 基坑坑底以下承压水的水头高度和含水层的界面。
- (4) 当地下水对支护结构有腐蚀性影响时，应查明污染源及地下水流向。

4. 地下障碍物

地下障碍物的勘察，对基坑工程的顺利进行十分重要。在基坑开挖之前，要弄清基坑范围内和围护墙附近地下障碍物的性质、规模、埋深等，以便采用适当措施加以处理。勘察重点内容如下：

- (1) 是否存在旧建（构）筑物的基础和桩。
- (2) 是否存在废弃的地下室、水池、设备基础、人防工程、废井、驳岸等。
- (3) 是否存在厚度较大的工业垃圾和建筑垃圾。

(二) 周围环境勘察

基坑开挖带来的水平位移和地层沉降会影响周围邻近建（构）筑物、道路和地下管线，该影响如果超过一定范围，则会影响正常使用或带来较严重的后果。所以基坑工程设计和施工时，一定要采取措施保护周围环境，将该影响限制在允许范围内。

为限制基坑施工的影响，在施工前要对周围环境进行应有的调查，做到心中有数，以便采取针对性的有效措施。

1. 基坑周围邻近建（构）筑物状况调查

在大中城市建筑物稠密地区进行基坑工程施工，需对下述内容进行调查：

- (1) 周围建（构）筑物的分布及其与基坑边线的距离。
- (2) 周围建（构）筑物的上部结构形式，基础结构及埋深，有无桩基和对沉降差异的敏感程度。必要时收集和参阅有关的设计图纸。

(3) 周围建筑物是否属于历史文物或近代优秀建筑，或对使用有特殊严格的要求。

(4) 如周围建（构）筑物在基坑开挖之前已经存在倾斜、裂缝、使用不正常等情况，需通过拍片、绘图等手段收集有关资料。必要时要有资质的单位事先进行分析鉴定。

2. 基坑周围地下管线状况调查

在大中城市进行基坑工程施工，基坑周围的主要管线为煤气、上水、下水和电缆。

(1) 煤气管道。应调查掌握下述内容：与基坑的相对位置、埋深、管径、管内压力、接头构造、管材、每个管节长度、埋设年代等。

煤气管的管材一般为钢管和铸铁管，管节长度 4 ~ 6m，管径常用（mm）100、150、200、250、300、400、500。铸铁管接头构造为承插连接、法兰连接和机械连接；钢管多为

焊接或法兰连接。

(2) 上水管道。应调查掌握下述内容：与基坑的相对位置、埋深、管径、管材、管节长度、接头构造、管内水压、埋设年代等。

上水管常用的管材有铸铁管、钢筋混凝土管和钢管，管节长度3~5m，管径为100~2000mm。铸铁管接头多为承插式接头和法兰接头；钢筋混凝土管多为承插式接头；钢管多用焊接。

(3) 下水管道。应调查掌握下述内容：与基坑的相对位置、管径、埋深、管材、管内水压、管节长度、基础形式、接头构造、窨井间距等。

下水管道多用预制钢筋混凝土管，其接头有承插式、企口式、平口式等，管径为300~2400mm。

(4) 电缆。电缆种类很多，有高压电缆、通讯电缆、照明电缆、防御设备电缆等。有的放在电缆沟内，有的架空。有的用共同沟，多种电缆放在一起。

电缆有普通电缆与光缆之分，光缆的要求更高。

对电缆应通过调查掌握下述内容：与基坑的相对位置、埋深（或架空高度）、规格型号、使用要求、保护装置等。

3. 基坑周围邻近的地下构筑物及设施的调查

如基坑周围邻近有地铁隧道、地铁车站、地下车库、地下商场、地下通道、人防、管线共同沟等，应调查其与基坑的相对位置、埋设深度、基础形式与结构形式、对变形与沉降的敏感程度等。这些地下构筑物及设施往往有较高的要求，进行邻近深基坑施工时要采取有效措施。

4. 周围道路状况调查

在城市繁华地区进行基坑工程，邻近常有道路。道路的重要性不同，有些是次要道路，而有些则属城市干道，一旦因为变形过大而破坏，会产生严重后果。道路状况与施工运输亦有关。为此，在进行深基坑施工之前应调查下述内容：

- (1) 周围道路的性质、类型，与基坑的相对位置。
- (2) 交通状况与重要程度。
- (3) 交通通行规则（单行道、双行道、禁止停车等）。
- (4) 道路的路基与路面结构。

5. 周围的施工条件调查

基坑现场周围的施工条件，对基坑工程设计和施工有直接影响，事先必须加以调查了解。

(1) 施工现场周围的交通运输、商业规模等特殊情况。了解在基坑工程施工期间对土方和材料、混凝土等运输有无限制，是否允许必要时进行阶段性封闭施工等，这对选择施工方案有影响。

(2) 了解施工现场附近对施工产生的噪声和振动的限制。如对施工噪声和振动有严格的限制，则影响桩型选择和支护结构混凝土支撑的爆破拆除。

(3) 了解施工场地条件，是否有足够场地供运输车辆运行、堆放材料、停放施工机械、加工钢筋等，以便确定是全面施工、分区施工还是用逆作法施工。

(三) 施工工程的地下结构设计资料调查

主体工程地下结构设计资料是基坑工程设计的重要依据之一，应周密进行收集和了解。

基坑工程设计多在主体工程设计结束施工图完成之后、基坑工程施工之前进行。但为了使基坑工程设计与主体工程之间协调，使基坑工程的实施能更加经济，对大型深基坑工程的设计，应在主体结构设计阶段就着手进行，以便协调基坑工程与主体工程结构之间的关系，如地下结构用逆作法施工，则围护墙和中间支承柱（中柱桩）的布置就需与主体工程地下结构设计密切结合；如大型深基坑工程支护结构的设计，其立柱的布置、多层支撑的布置和换撑等，皆与主体结构工程桩的布置、地下结构底板和楼盖标高等密切相关。

进行基坑工程设计之前，应对下述地下结构设计资料进行了解：

1. 主体工程地下室的平面布置和形状以及与建筑红线的相对位置。这是选择支护结构形式、进行支撑布置等必须参考的资料。如基坑边线贴近建筑红线，便需选择厚度较小的支护结构的围护墙；如平面尺寸大、形状复杂，则在布置支撑时需加以特殊处理。

2. 主体工程基础的桩位布置图。在进行围护墙布置和确定立柱位置时，必须了解桩位布置。尽量利用工程桩作为立柱桩，以降低支护结构费用。实在无法利用工程桩时才另设立柱桩。

3. 主体结构地下室的层数、各层楼板和底板的布置与标高以及地面标高。根据天然地面标高和地下室底板底标高，便可确定基坑开挖深度，这是选择支护结构形式、确定降水和挖土方案的重要依据。

了解各层楼盖和底板的布置，便于确定支撑的竖向布置和支撑的换撑方案。如楼盖局部缺少时，还需考虑水平支撑换撑时如何传力等。

四、支护结构的类型和选型

(一) 支护结构的类型和组成

支护结构（包括围护墙和支撑）按其工作机理和围护墙的形式分为下列几种类型（图 1-1）

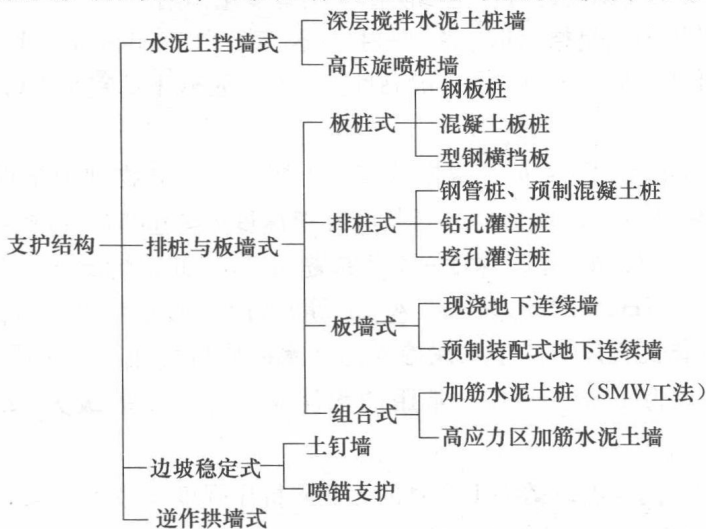


图 1-1 支护结构的类型

水泥土挡墙式，依靠其本身自重和刚度保护坑壁，一般不设支撑，特殊情况下经采取措施后亦可局部加设支撑。

排桩式与板墙式，通常由围护墙、支撑（或土层锚杆）及防渗帷幕等组成。

土钉墙由密集的土钉群、被加固的原位土体、喷射的混凝土面层等组成。

(二) 支护结构的选型

1. 围护墙选型

(1) 深层搅拌水泥土桩墙支护

深层搅拌水泥土桩墙围护墙是用深层搅拌机就地将土和输入的水泥浆强制搅拌，形成连续搭接的水泥土柱状加固体挡墙（图 1-2）。

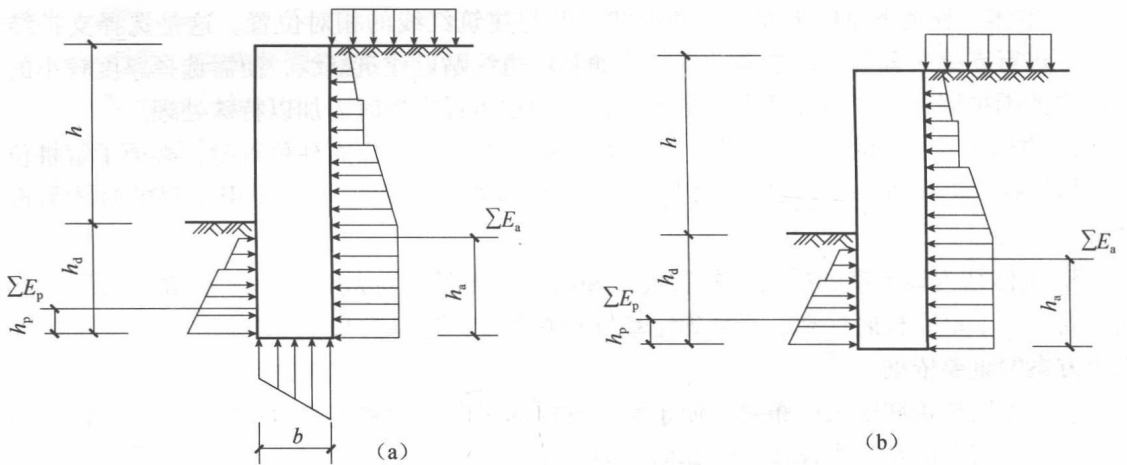


图 1-2 水泥土围护墙

(a) 砂土及碎石土；(b) 黏性土及粉土

1) 水泥土加固体的渗透系数不大于 10^{-7}cm/s ，能止水防渗，因此这种围护墙属重力式挡墙，利用其本身质量和刚度进行挡土和防渗，具有双重作用。

2) 水泥土围护墙截面呈格栅形，相邻桩搭接长宽不小于 200mm，截面置换率对淤泥不宜小于 0.8，淤泥质土不宜小于 0.7，一般黏性土、黏土及砂土不宜小于 0.6。格栅长度比不宜大于 2。

3) 墙体宽度 b 和插入深度 h_d ，根据坑深、土层分布及其物理力学性能、周围环境情况、地面荷载等计算确定。在软土地区当基坑开挖深度 $h \leq 5\text{m}$ 时，可按经验取 $b = (0.6 \sim 0.8) h$ ， $h_d = (0.8 \sim 1.2) h$ 。基坑深度一般不应超过 7m，此种情况下较经济。墙体宽度以 500mm 进位，即 $b = 2.7\text{m}$ 、 3.2m 、 3.7m 、 4.2m 等。插入深度前后排可稍有不同。

4) 水泥土加固体的强度取决于水泥掺入比（水泥质量与加固土体质量的比值），围护墙常用的水泥掺入比为 12% ~ 14%。常用的水泥品种是强度等级为 42.5 的普通硅酸盐水泥。

5) 水泥土围护墙的强度以龄期 1 个月的无侧限抗压强度 q_u 为标准，应不低于 0.8MPa。水泥土围护墙未达到设计强度前不得开挖基坑。

如为改善水泥土的性能和提高早期强度，可掺加木钙、三乙醇胺、氯化钙、碳酸钠等。

6) 水泥土的施工质量对围护墙性能有较大影响。要保证设计规定的水泥掺含量,要严格控制桩位和桩身垂直度;要控制水泥浆的水灰比 ≤ 0.45 ,否则桩身强度难以保证;要搅拌均匀,采用二次搅拌工艺,喷浆搅拌时控制好钻头的提升或下沉速度;要限制相邻桩的施工间歇时间,以保证搭接成整体。

7) 水泥土围护墙的优点:由于坑内无支撑,便于机械化快速挖土,具有挡土、挡水的双重功能,一般比较经济。其缺点是不宜用于深基坑,一般不宜大于6m;位移相对较大,尤其在基坑长度大时。当基坑长度大时可采取中间加墩、起拱等措施以限制过大的位移。其次是厚度较大,红线位置和周围环境要做得出才行,而且水泥土搅拌桩施工时要注意防止影响周围环境。水泥土围护墙宜用于基坑侧壁安全等级为二、三级者;地基土承载力不宜大于150kPa。

8) 高压旋喷桩所用的材料亦为水泥浆,只是施工机械和施工工艺不同。它是利用高压经过旋转的喷嘴将水泥浆喷入土层与土体混合形成水泥土加固体,相互搭接形成桩排,用来挡土和止水。高压旋喷桩的施工费用要高于深层搅拌水泥土桩,但它可用于空间较小处。施工时要控制好上提速度、喷射压力和水泥浆喷射量。

(2) 钢板桩支护

1) 槽钢钢板桩支护

是一种简易的钢板桩围护墙,由槽钢正反扣搭接或并排组成。槽钢长6~8m,型号由计算确定。打入地下后顶部接近地面处设一道拉锚或支撑。由于其截面抗弯能力弱,一般用于深度不超过4m的基坑。由于搭接处不严密,一般不能完全止水。如地下水水位高,需要时可用轻型井点降低地下水位。一般只用于一些小型工程。其优点是材料来源广,施工简便,可以重复使用。

2) 热轧锁口钢板桩支护(图1-3)

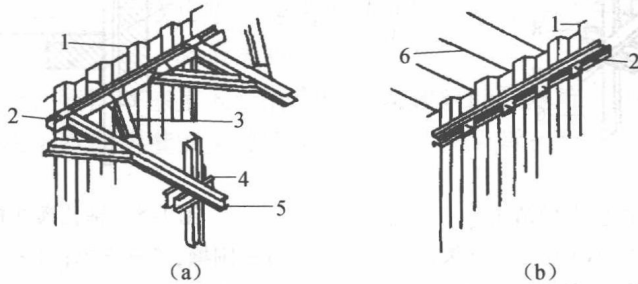


图1-3 钢板桩支护结构

(a) 内撑方式; (b) 锚拉方式

1—钢板桩; 2—围檩; 3—角撑; 4—立柱与支撑; 5—支撑; 6—锚拉杆

热轧锁口钢板桩的形式有U型、L型、一字型、H型和组合型。建筑工程中常用前两种,基坑深度较大时才用后两种,但我国较少用。我国生产的鞍IV型钢板桩为“拉森式”(U型),其截面宽400mm、高310mm,重77kg/m,每延米桩墙的截面模量为 2042cm^3 。除国产品外,我国也使用一些从日本、卢森堡等国进口的钢板桩。

钢板桩由于一次性投资大,施工中多以租赁方式租用,用后拔出归还。