

王自力 周同和 主编

建筑深基坑工程施工安全 技术规范理解与应用

中国建筑工业出版社

备案号: 010101 备案号: 010101

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

建筑深基坑工程施工安全技术规范

理解与应用

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

王自力 周同和 主编

中国工业出版社
北京

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

中国工业出版社

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101 备案号: 010101

图书在版编目(CIP)数据

建筑深基坑工程施工安全技术规范理解与应用/王自力,周同和主编. —北京:中国建筑工业出版社, 2015.3

ISBN 978-7-112-17916-9

I. ①建… II. ①王…②周… III. ①深基坑-基坑工程-工程施工-安全规程 IV. ①TU46-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 051787 号

本书详细解读了《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ311-2013,并阐述了很多未写入规范的深基坑工程施工技术,辅以深基坑工程安全事故案例分析和深基坑工程风险评估与控制等方面内容。全书涵盖了全国各类地基土质和各种类型基坑,且备有各种图表,又有具体案例,是很有参考价值的。

责任编辑:向建国 李 阳

责任设计:张 虹

责任校对:李美娜 关 健

建筑深基坑工程施工安全技术规范理解与应用

王自力 周同和 主编

*

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

北京科地亚盟排版公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:19¼ 字数:480千字

2015年6月第一版 2015年6月第一次印刷

定价:43.00元

ISBN 978-7-112-17916-9

(27141)

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)

本书编委会

主 编：王自力 周同和
顾 问：钱力航 应惠清
委 员：王自力 宋建学 周同和 徐建标 郭院成 李耀良
马宏良 刘兴旺 胡群芳 张成金 朱沈阳 栗 新
郑炎铭 张哲彬 严 训 康景文 贾国瑜 邓小华
李 迥 许建民 黄欢仁 邓迎芳 顾辉军 吴国明
李 星

参编单位：

上海星宇建设集团有限公司

郑州大学

中国建筑科学研究院

上海市基础工程有限公司

同济大学

上海市建委科技委

中冶北方工程技术有限公司

浙江省建筑设计研究院

上海市建工设计研究院有限公司

陕西省建设工程质量安全监督总站

序

《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ311-2013已于2014年4月1日正式实施，这是关乎我国建筑工程安全施工的一件大事。

改革开放以来，我国城市建设取得了举世瞩目的成就，施工技术也取得很大的进步。随着高层建（构）筑物越来越多，越来越高，越来越大，其地下部分所占空间也越来越大，埋置深度越来越深。深基坑工程的施工技术、施工方法和施工管理，取得了突破性进步，积累了丰富的实际经验，极大地提升了深基坑工程的技术水平。

由于对深基坑工程的施工安全技术没有统一的认识和意见，没有统一的标准予以规范，建设各方对深基坑工程施工安全技术也不够重视，深基坑工程的施工安全事故时有发生，有的甚至造成重大伤亡事故，给国家及有关单位造成重大损失。因此，住房和城乡建设部为了更好地规范建筑深基坑工程的施工安全技术，于2013年10月9日批准颁布了行业标准《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ311-2013，并于2014年4月1日起正式实施。为了更好地贯彻实施该规范，规范编制组编写了《建筑深基坑工程施工安全技术规范理解与应用》。

《建筑深基坑工程施工安全技术规范理解与应用》的重点是解读《建筑深基坑工程施工安全技术规范》，但并不局限于规范中的施工安全技术，也阐述了很多未写入规范而又与深基坑工程施工技术有关的内容；并且增加了深基坑工程安全事故案例分析和深基坑工程风险评估与控制两方面内容，这是这本书的特色与亮点。全书篇幅不是很长，但内容涵盖全国各类地基土质和各种类型基坑，且备有各种图表，又有具体案例，是很有参考价值的。

经过编委会多次会议的深入讨论和精心修改，在全体参编者的共同努力下，本书充分体现了实用性、全面性和指导性。一是实用性，本书收集了大量的各基坑工程事故实例，具体阐述了典型事故的工程地质和环境条件、事故原因的分析、性质等，使本书向一线工程技术人员，提供了基坑工程理论和处理实际问题的经验等各种知识，使之能较好地解决工程实际问题。二是全面性，本书除了施工安全技术，也阐述了基坑工程施工技术、检查与监测、使用与维护等的基本知识，特别是对支护结构施工、地下水与地表水控制和土石方开挖施工作了详细的阐述；同时工程地域覆盖全国各地各种地基和土质条件，包括软土和硬质土等复杂地基。三是指导性，本书密切结合近期难度大的、复杂的基坑工程施工实践，反映了最新的技术进步、最新的发展，吸收了国内外最新研究的技术成果、经验教训、发展趋势，大量增加了近十年来深基坑工程领域涌现的成熟应用的技术成果；本书还附录了基坑工程施工安全专项方案、监测方案、现场勘查与环境调查实例等，对一线施工

技术人员有很强的可操作性和指导作用。

本书是目前深基坑工程领域中理论与实践相结合方面处于技术前沿的应用性工程技术指导书，具有丰富的技术含量和实用价值，希望工程技术人员能从中受益。

中国建筑科学研究院研究员 钱力航

同济大学教授

应惠清

2014年10月8日

前 言

《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ311-2013已于2014年4月1日正式实施，这是我国工程建设施工企业的一件大事。

改革开放以来，我国城市建设取得了举世瞩目的成就，工程施工技术也取得了很大的进步。随着高层建（构）筑越来越多，越来越高，越来越大，其地下部分所占空间也越来越大，埋置深度越来越深，基坑的开挖面积已达数万平方米，甚至几十万平方米，深度20m左右的已属常见，最深已超过30m。我国的建筑施工技术有了快速发展，也随着地下空间的面积和埋深的增加，施工技术水平日趋提高，相应地，基坑工程施工安全技术的重要性也日趋显现，特别是深基坑工程的施工安全技术越显重要。

由于对深基坑工程的施工安全技术没有统一的认识和意见，没有统一的标准予以规范，建设各方对深基坑工程施工安全技术也不够重视，深基坑工程的施工安全事故时有发生，有的甚至造成重大伤亡事故，给国家或有关单位造成重大财产损失和人员伤亡。

由于我国幅员辽阔，全国各地的工程地质条件、水文地质条件，工程周边环境，基坑支护结构类型及使用年限，施工工期等因素各不相同，严重影响了基坑的施工安全和使用安全，在全国统一的《建筑深基坑工程施工安全技术规范》出版以后，为了便于指导该规范的宣贯与实施，我们《建筑深基坑工程施工安全技术规范》编制组，组织了十几位主要编写人员，共同编写了本书。本书编写分工如下：绪论，王自力、严训；第1章，宋建学；第2章，王自力、朱沈阳；第3章，王自力、栗新、郑炎铭；第4章，李耀良、张哲彬；第5章，王自力、宋建学、郭院成、康景文；第6章，马宏良、徐建标；第7章，张成金、康景文；第8章，刘兴旺、宋建学、郑炎铭；第9章，胡群芳、朱沈阳；第10章，胡群芳；第11章，王自力、周同和、李耀良、宋建学、刘兴旺；附录，郑炎铭、王自力。

我们希望本书能成为深基坑施工各方的工具书，以指导施工企业和建设各方的施工行为，减少乃至杜绝深基坑工程的安全隐患和伤亡事故，确保施工安全和周边环境安全及基坑使用安全。同时，也真诚地期待读者提出宝贵意见和建议，以便在今后的修订工作中使本书日臻完善。

目 录

绪论	1
0.1 建筑深基坑工程的发展与现状	1
0.2 深基坑工程基本要求	3
0.3 深基坑工程施工	6
0.4 建筑深基坑工程施工安全状况	9
0.5 《建筑深基坑工程施工安全技术规范》简介	11
1 总则与基本规定	14
1.1 总则	14
1.2 基本规定	16
本章参考文献	18
2 施工环境调查	20
2.1 一般规定	20
2.2 现场勘查及环境调查要求	21
2.3 现场勘查与环境调查报告	22
2.4 现场勘查与环境调查实例	23
本章参考文献	26
3 施工安全专项方案	27
3.1 一般规定	27
3.2 安全专项方案编制	28
3.3 危险源分析	32
3.4 应急预案	34
3.5 应急响应	37
3.6 安全技术交底	38
本章参考文献	40
4 支护结构施工	41
4.1 一般规定	41
4.2 土钉墙支护	42
4.3 重力式水泥土墙	46
4.4 地下连续墙	50
4.5 灌注桩排桩围护墙	61

4.6	钢板桩围护墙	66
4.7	型钢水泥土搅拌墙	71
4.8	沉井	79
4.9	内支撑	84
4.10	土层锚杆	94
4.11	逆作法	101
4.12	坑内土体加固	108
	本章参考文献	111
5	地下水与地表水控制	113
5.1	一般规定	113
5.2	排水与降水	115
5.3	截水帷幕	124
5.4	回灌	128
5.5	环境影响预测与预防	129
	本章参考文献	135
6	土石方开挖	136
6.1	一般规定	136
6.2	常用土方施工机械及其施工方法	138
6.3	无内支撑的基坑开挖	145
6.4	有内支撑的基坑开挖	149
6.5	土石方开挖与爆破	159
6.6	基坑土方回填	164
6.7	施工道路和施工平台	165
	本章参考文献	166
7	特殊性土基坑工程	168
7.1	特殊性土物理力学性质	168
7.2	膨胀土	169
7.3	受冻融影响的基坑工程	171
7.4	软土基坑工程	175
	本章参考文献	176
8	检查与监测	177
8.1	一般规定	177
8.2	检查	178
8.3	施工监测	182
	本章参考文献	183

9 使用与维护 184

9.1 概述 184

9.2 基坑使用安全 186

9.3 维护安全 188

本章参考文献 191

10 深基坑工程风险评估与控制 192

10.1 概述 192

10.2 深基坑工程风险评估 194

10.3 常见深基坑工程风险辨识与评估 197

10.4 某车站基坑工程施工风险评估案例 199

本章参考文献 205

11 深基坑工程事故案例分析 207

11.1 案例分析 207

11.2 深基坑工程事故原因综述 238

11.3 深基坑工程施工安全改进建议 244

附录 A 某基坑工程施工安全专项方案 246

附录 B 某基坑工程施工信息化监测方案 283

绪 论

0.1 建筑深基坑工程的发展与现状

随着我国城市化、城镇化进程的逐步加快,城市和城镇建设快速发展,高层建(构)筑物越来越多,越来越高,越来越大,地下空间也越来越受到重视,各类建(构)筑物,特别是高层建筑的地下部分所占空间越来越大,埋置深度越来越深,随之而来的基坑开挖面积已达数万平方米,深度 20m 左右的已属常见,最深已超过 30m。具体表现为以下四个特点。

1. 深基坑离周边建筑距离越来越近

由于城市的改造与开发,特别是在中心城区,基坑四周往往紧贴各种重要的建(构)筑物,如轨道交通设施、地下管线、隧道、历史保护建筑、老式居民住宅、大型建筑物等,在上海陆家嘴,上海金茂大厦、上海环球金融中心大厦和“上海中心”大厦三幢超高层建筑紧靠在一起,如设计或施工不当,均会对周边建筑造成不利影响。

2. 深基坑工程越来越深

随着地下空间的开发利用,基坑越来越深,对设计理论与施工技术都提出了更严格的要求。如北京“中国尊”工程基坑最深处达 40m;上海中心大厦工程深基坑达 31m,已挖到了承压水层。

3. 基坑的规模与尺寸越来越大

2008 年 8 月建成的上海环球金融中心大厦,建筑面积 38.1 万 m^2 ,地上 101 层,高 492m,地下 3 层,埋深 21.89m,地下面积 7.85 万 m^2 。

已于 2014 年 7 月封顶的“上海中心”大厦,建筑面积 57.4 万 m^2 ,总高度 632m,地上 124 层,地上建筑面积约 41 万 m^2 ,地下 5 层,埋深 31.4m,地下面积 16.4 万 m^2 ,建成后将成为我国最高、最深的超高层建筑。

这类基坑在支护结构的设计、施工中,特别是支撑系统的布置、围护墙的位移及坑底隆起的控制均有相当的难度。

4. 施工场地越来越紧凑

市区大规模的改造与开发,其中不少以土地出让形式吸引外资、内资开发,为充分利用土地资源,常要求建筑物地下室做足红线。场地可用空间狭小,大大地增加了施工难度,这必须通过有效的资源整合才能顺利实现。

基坑工程技术,包括设计、施工、设备及安装等技术,也随着地下空间的面积和埋深的增加而日趋提高,相应地,基坑工程施工安全技术的重要性也日趋显现,特别是深基坑工程的施工安全技术越显重要。

深基坑工程是最近 30 多年中迅速发展起来的一个领域。以前的几十年中,由于建筑

物的高度不高,基础的埋置深度很浅,很少使用地下室,基坑的开挖一般仅作为施工单位的施工措施,最多用钢板桩解决问题,没有专门的设计,也并没有引起工程界太多的关注。

近 30 多年来,由于高层建筑、地下空间的发展,深基坑工程的规模之大、深度之深,成为岩土工程中事故最为频繁的领域,给岩土工程界提出了许多技术难题,当前,深基坑工程已成为国内外岩土工程中发展最为活跃的领域之一。

回顾历史,深基坑工程发展主要经历了以下三个阶段。

第一阶段:20 世纪七八十年代,伴随着大城市高层、超高层建筑的兴建,深基坑工程问题逐渐凸现。但那时 2~3 层地下室的工程还比较少,基坑主要的围护结构形式是水泥搅拌桩的重力式结构,对于比较深的基坑则采用排桩结构,如果有地下水,再加水泥搅拌桩截水帷幕。

在国内,那时地下连续墙用得比较少,SMW 工法正在进行开发研究。由于缺乏经验,深基坑的事故比较多,引起了社会和工程界的关注。从那时起,国内施工人员开始研究深基坑工程的监测技术与数值计算,当时虽然有一些施工技术指南,但还没有开始编制基坑工程的规范。

复合式土钉墙在浅基坑中推广使用,SMW 工法开始推广使用,地下连续墙被大量采用。逆作法施工、支护结构与主体结构相结合的设计方法开始得到重视和运用。商业化的深基坑设计软件大量使用。在施工中,基坑内支撑出现了大直径圆环的形式和两道支撑合用围檩的方案,最大限度地克服了支撑对施工的干扰。

第二阶段:1990 年代,在国内,通过总结施工经验,开始制定基坑规范,这一时期出现了包括武汉、上海、深圳等的地方规范和两本行业规范。一些地方政府建立了深基坑方案的审查制度。国内外工程界开始出现超深、超大的深基坑工程,基坑面积达到 2 万~3 万 m^2 ,深度达到 20m 左右。

但由于理论研究滞后、设计缺陷、施工等方面的原因,深基坑工程施工与相邻环境的相互影响形势更趋严峻,出现了新一波的深基坑工程事故。

这一时期,我国采用支护结构与主体结构相结合并用逆作法施工的深基坑工程已达 100 多项,并且出现了第二波基坑工程规范的修订与编制。

第三阶段:进入 21 世纪以后,国内外,伴随着超高层建筑和地下铁道的发展,地下工程向更深处发展空间,出现了更深、更大的深基坑工程,基坑面积达到了 4 万~5 万 m^2 ,深度超过 30m,最深达 50m,逆作法施工、支护结构与主体结构相结合的设计方法在更多的工程中推广应用。

通过 20 多年的工程实践和业内人士的努力,深基坑工程领域取得了很大的进展,主要表现为下面五个方面:

- (1) 设计思想不断更新;
- (2) 施工技术不断发展;
- (3) 设计方法不断进步;
- (4) 管理制度不断完善;
- (5) 标准化工作的开展。

由于之前对深基坑工程施工安全技术没有统一的认识,没有统一的标准规范,建设各方对深基坑工程施工安全技术也不够重视,深基坑工程安全事故时有发生,甚至造成重大

伤亡事故,给国家或有关单位造成了重大财产损失和人员伤亡。

由于深基坑工程大部分位于中心城区,基坑周边地面建(构)筑物较多,且有不少历史保护建筑或老式居民住宅,基坑周边环境复杂,地下市政设施、管线密布,有的基坑紧邻地铁、隧道,给深基坑工程施工带来了许多隐患和风险。基坑周边环境安全与基坑工程安全具有同等重要性。

《建筑深基坑工程施工安全技术规范》经住房和城乡建设部批准实施,要求对涉及深基坑工程的现场环境调查、施工安全专项方案、支护结构施工、地下水控制、土石方开挖施工、安全检查与监测、基坑的使用与维护等各个方面的安全技术作出规定,以确保深基坑工程施工安全和周边环境安全,适应当前建设的需要。

0.2 深基坑工程基本要求

按照住房和城乡建设部《危险性较大的分项分部工程安全管理办法》的规定:深基坑工程是指“(一)开挖深度超过5m(含5m)的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程。(二)开挖深度虽未超过5m,但地质条件、周边环境和地下管线复杂,或影响毗邻建(构)筑物安全的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程”,是属于“超过一定规模的危险性较大的分项分部工程范围”。

0.2.1 深基坑工程施工安全等级的划分

深基坑工程安全等级的划分涉及基坑变形控制指标要求、基坑监测方案评审要求、基坑工程安全风险分析与评估要求等,《规范》充分考虑了现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202 和国家行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120 等规范中有关“地基基础设计等级”、“支护结构安全等级”、“基坑变形控制等级”等划分原则和定义,考虑基坑施工安全的特点、重要性、安全技术要求等,将基坑安全等级划分为一级、二级两个等级,从严控制深基坑工程安全等级划分。

0.2.2 基坑工程支护结构体系的作用和要求

基坑工程的最基本作用是为了给基坑土方开挖和地下结构工程的作业施工创造安全的条件,并控制土方开挖和地下结构工程施工对周围环境可能造成的不利影响。随着高层、超高层建筑和城市地下工程的开发利用,基坑工程的开挖越来越深,面积越来越大,基坑围护结构的施工越来越复杂,所需要的理论和技术越来越高。

为了给基坑土方开挖和地下结构工程的施工创造条件,基坑围护结构体系必须满足如下要求:

(1) 适度的施工空间。有能安全地进行土方开挖和地下结构施工的作业场地,且围护结构体系的变形也不会影响土方开挖和地下结构施工。

(2) 干燥的施工空间。采取降水、排水、截水等各种措施,保证地下工程施工的作业

面在地下水位以上，方便地下工程的施工作业，并确保施工安全。

(3) 安全的施工空间。地下工程施工期间，应严格控制支护结构体系变形，确保基坑本体安全和周边环境，包括临近的市政道路、管线、周边建（构）筑物的安全。

0.2.3 深基坑工程的主要特点

1. 安全储备较小，风险较大

基坑支护体系是临时性结构，具有较大的风险性。基坑支护体系在设计计算时，有些荷载，如地震作用不予考虑，相对于永久性结构，在强度、变形、防渗、耐久性等方面的要求较低一些，安全储备要求可以小一些；再加上某些建设方对基坑工程认识上的偏差，为降低造价，对设计提出一些不合理要求，实际的安全储备可能会更低一些。因此，基坑工程具有较大的风险性，必须有合理的应对措施。

2. 制约因素较多

基坑工程与自然条件和周边环境有很大关系。

(1) 区域性差别很大

施工场地的工程地质条件和水文地质条件对基坑开挖有很大影响。中国幅员辽阔，各地的工程地质条件和水文地质条件差别很大，软黏土地基、砂性土地基、黄土地基等地基中的基坑工程性状差别很大。同是软黏土地基，天津、上海、宁波、杭州、福州、昆明等各地软黏土地基性状也有较大差异。地下水，特别是承压水对基坑工程性状影响很大，而各地承压水特性差异很大，承压水对基坑工程性状影响的差异也很大。

(2) 周边环境复杂

基坑支护体系受周边环境，包括临近的市政道路、管线、周边建（构）筑物的影响很大，周边环境的容许变形量、重要程度都对基坑工程的设计与施工产生了较大影响，甚至成为基坑工程成功与否的关键。因此，在满足基坑安全及周边环境保护的前提下，要合理地满足施工的易操作性和工期要求。

(3) 时空效应强

基坑工程的空间大小和形状对支护体系受力具有较大影响，基坑土方开挖顺序也对支护体系受力具有较大影响，另外，土具有蠕变性，随着蠕变的发展，变形增大，抗剪强度降低，因此，基坑工程具有时空效应。在基坑开挖时要重视和利用基坑工程的时空效应。

3. 设计计算理论不完善

基坑工程作为地下工程，所处的地质条件复杂，影响因素较多，人们对岩土力学性质的了解还不深入，许多设计理论还不完善。

作用在基坑围护结构上的土压力不仅与土压力中的稳定、变形和渗流有关，还与时间有关，而且涉及岩土工程、结构工程两门学科。土压力理论还不完善，实际设计计算中往往采用经验取值，还是一门发展中的学科。

4. 基坑工程系统性强

基坑工程包括：基坑支护结构设计、支护结构施工、降排水、土方开挖、监测、维护等，是一个系统工程。特别是深基坑工程的施工，对设计与施工人员的综合性知识和经验的要求较高，不仅要有岩土工程方面的知识，也要有结构工程方面的知识，而且需要有丰

富的施工现场实践经验，还要熟悉工程所在地的施工条件和经验。

0.2.4 深基坑支护结构分类与适用条件

深基坑工程按支护形式或开挖形式均分为两大类。

1. 无支护的基坑工程

(1) 大开挖，是以放坡开挖的形式，在施工场地处于空旷环境、周边无建（构）筑物和地下管线条件下的普遍常用的开挖方法；

(2) 开挖放坡护面，以放坡开挖为主，在坡面辅以钢筋网混凝土护坡；

(3) 以放坡开挖为主，辅以坡脚采用短木桩、隔板等简易支护。

2. 有支护的基坑工程

(1) 加固边坡形成的支护

对基坑边坡土体的土质进行改良或加固，形成自立式支护。如：水泥土重力坝支护结构、加筋水泥土墙支护结构、土钉墙支护结构、复合土钉墙支护结构、冻结法支护结构等。

(2) 挡墙式支护结构

分为悬臂式挡墙式支护结构、内撑式挡墙式支护结构、锚拉式挡墙式支护结构、内撑与锚拉相结合挡墙式支护结构。

挡墙式支护结构常用的有：排桩墙、地下连续墙、板桩墙、加筋水泥土墙等。

排桩墙中常用的桩型有：钻孔灌注桩、沉管灌注桩等，也有采用大直径薄壁筒桩、预制桩等的。

(3) 其他形式的支护结构

其他形式支护结构常用的形式有：门架式支护结构、重力式门架支护结构、拱式组合型支护结构、沉井支护结构等。

每一种支护形式都有一定的适用条件，而且均随着工程地质条件和水文地质条件，以及周边环境条件的差异，其合理的支护高度也可能产生较大的差异。比如：当土质较好，地下水位在 10 多 m 深的基坑可能采用土钉墙支护或其他简易支护形式，而对软黏土地基，采用土钉墙支护的极限高度就只有 5m 以内了，且其变形也较大。

各支护结构的适用条件，如表 0.2.4-1 所示。

各类支护结构的适用条件 表 0.2.4-1

结构类型		适用条件		
		安全等级	基坑深度、环境条件、土类和地下水条件	
支 挡 式 结 构	锚拉式结构	一级、 二级、 三级	适用于较深的基坑	1. 排桩适用于可采用降水或截水帷幕的基坑
	支撑式结构		适用于较深的基坑	2. 地下连续墙宜同时用作主体地下结构外墙，可同时用于截水
	悬臂式结构		适用于较浅的基坑	3. 锚杆不宜用在软土层和高水位的碎石、砂土层中
	双排桩		当锚拉式、支撑式和悬臂式结构不适用时，可考虑采用双排桩	4. 当邻近基坑有建筑物地下室、地下构筑物等，锚杆的有效锚固长度不足时，不应采用锚杆
	支护结构与主体结构结合的逆作法		适用于基坑周边环境条件很复杂的深基坑	5. 当锚杆施工会造成基坑周边建（构）筑物的损害或违反城市地下空间规划等规定时，不应采用锚杆

续表

结构类型		适用条件	
		安全等级	基坑深度、环境条件、土类和地下水条件
土钉墙	单一土钉墙	二级、三级	适用于地下水位以上或经降水的非软土基坑，且基坑深度不宜大于12m
	预应力锚杆复合土钉墙		适用于地下水位以上或经降水的非软土基坑，且基坑深度不宜大于15m
	水泥土桩垂直复合土钉墙		用于非软土基坑时，基坑深度不宜大于12m；用于淤泥质土基坑时，基坑深度不宜大于6m；不宜用在高水位的碎石土、砂土、粉土层中
	微型桩垂直复合土钉墙		适用于地下水位以上或经降水的基坑，用于非软土基坑时，基坑深度不宜大于12m；用于淤泥质土基坑时，基坑深度不宜大于6m
重力式水泥土墙		二级、三级	适用于淤泥质土、淤泥基坑，且基坑深度不宜大于7m
放坡		三级	1. 施工场地应满足放坡条件 2. 可与上述支护结构形式结合

当基坑潜在滑动面内有建筑物、重要地下管线时，不宜采用土钉墙

注：1. 当基坑不同部位的周边环境条件、土层状况、基坑深度不同时，可在不同部位分别采用不同的支护形式。
2. 支护结构可采用上、下部以不同结构类型组合的形式。
3. 本表为《建筑基坑支护技术规程》JGJ120—2012中的表3.2.2，其安全等级为支护结构的安全等级，而非本规范的基坑施工安全等级。

0.3 深基坑工程施工

深基坑工程是开挖深度大于5m的基坑工程，是超过一定规模的危险性较大的分部分项工程。深基坑工程施工必须慎重、认真地对待，从编制施工安全专项方案开始到支护结构体系施工、降排水施工到土石方开挖，从对施工全过程的检查与监测到基坑的使用与维护，都必须从安全角度出发，认真组织、协调、实施，确保基坑施工安全。

0.3.1 深基坑工程施工安全专项方案

深基坑工程施工前除了应编制基坑工程施工组织设计以外，还必须编制施工安全专项方案。施工安全专项方案应包括：

- (1) 工程概况，应包含基坑所处位置、基坑规模、基坑安全等级、现场勘查及环境调查结果、支护结构形式及相应附图。
- (2) 工程地质与水文地质条件，应包含对基坑工程施工安全的不利因素的分析。
- (3) 危险源分析，应包含基坑工程本体安全、周边环境安全、施工设备及人员生命财产安全的危险源分析。
- (4) 各施工阶段与危险源控制相对应的安全技术措施，应包含：围护结构施工、支撑系统施工及拆除、土方开挖、降水等施工阶段的危险源控制措施；各阶段的施工用电、消防、防台防汛等安全技术措施。
- (5) 信息施工法实施细则，应包含对施工监测成果信息的发布、分析、决策与指挥系统。

- (6) 安全控制技术措施、处理预案。
- (7) 安全管理措施, 应包含安全管理组织及人员教育培训等措施。
- (8) 对突发事件的应急响应机制, 应包含信息报告、先期处理、应急启动和应急终止。

0.3.2 深基坑工程施工全过程安全控制

施工全过程安全控制应包括以下方面:

1. 确保施工条件与设计条件的一致性

- (1) 保证基坑开挖全过程与设计工况保持一致, 严禁超越工况, 或者合并工况。
- (2) 周边环境保护与设计条件的一致性。包括坑顶堆载条件、周边保护管线、建(构)筑物边界条件及保护要求等。
- (3) 开挖基坑条件、水文地质条件与勘察报告反映情况是否一致。如个别工程因孔距过大未能反映实际情况, 包括河道、填土、障碍物等, 应及时调整设计或施工参数。

2. 重视施工全过程的安全检查与监测

安全检查与监测应按施工前、施工期和开挖期三个阶段进行:

- (1) 施工前应检查周边环境包括市政道路、管线、建(构)筑物是否符合基坑施工安全要求。
- (2) 应检查整个施工期, 包括围护结构施工、支撑系统施工及拆除、土方开挖、降水等施工阶段的用电、消防、防台防汛等安全技术措施是否落实, 机械设备的使用和维护的安全技术措施是否落实。
- (3) 基坑开挖期间, 应检查降水效果是否符合土方开挖的要求, 围护墙及坑底是否有渗漏水、流砂、管涌等状况, 挖土是否按照分层分段开挖原则进行; 支护结构体系的变形是否在可控范围, 及时检查基坑变形的监测数据, 并进行分析, 确保基坑安全。

3. 开展信息化施工

基坑施工及开挖过程中, 应开展信息化施工, 严格按照监测方案实施监测, 及时了解基坑变形情况, 判断变形程度, 调整相关施工参数, 如施工顺序、施工进度、监测频率等, 发现异常情况, 立即启动应急预案, 防止事故发生。

0.3.3 深基坑支护体系施工安全要点

- (1) 施工前应根据设计文件, 结合现场条件和周边环境保护要求、气候等情况, 编制支护结构施工方案。
- (2) 基坑支护结构施工应与降水、土方开挖施工相互协调, 各工况和工序应符合设计要求。
- (3) 基坑支护结构施工与拆除, 不应影响主体结构、邻近地下设施与周围建(构)筑物等的正常使用, 必要时应采取减少不利影响的措施, 控制邻近建(构)筑物产生过大的不均匀沉降。

当遇有可能产生相互影响的邻近工程进行桩基施工、基坑开挖、边坡工程、盾构顶