JIANZHU GONGCHENG ZHILIANG KONGZHI
XIANJIN SHIYONG JISHU SHOUCE

建筑工程质量控制

先进适用技术手册 上

住房和城乡建设部工程质量安全监管司
中国土木工程学会咨询工作委员会 编写

中国建筑工业出版社

建筑工程质量控制先进适用技术手册

（上）

住房和城乡建设部工程质量安全监管司
中国土木工程学会咨询工作委员会 编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目（CIP）数据

建筑工程质量控制先进适用技术手册（上）/住房和城乡建设部工程质量安全监管司，中国土木工程学会咨询工作委员会编写. —北京：中国建筑工业出版社，2012.11
ISBN 978-7-112-14649-9

Ⅰ.①建… Ⅱ.①住… ②中… Ⅲ.①建筑工程-工程质量-质量控制-技术手册 Ⅳ.①TU712-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 209285 号

本书为《建筑工程质量控制先进适用技术手册》（上），包括地基基础工程、钢结构工程，从质量问题分析、先进适用技术、检测方法及目标、技术前景（包括国外技术）4 个方面进行论述，优选先进适用技术解决当前在工程质量上存在的问题和通病，结合 10 项新技术，指出了工程质量控制行之有效的先进适用技术和检测方法，提出了先进适用技术的发展方向。

本书可供建筑工程施工技术人员及监理人员使用，亦可供大中专院校相关专业师生参考。

责任编辑：刘　江　岳建光　王砾瑶
责任设计：张　虹
责任校对：刘梦然　陈晶晶

建筑工程质量控制先进适用技术手册
（上）
住房和城乡建设部工程质量安全监管司
中国土木工程学会咨询工作委员会　编写
*
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
北京建筑工业印刷厂印刷
*
开本：787×1092 毫米　1/16　印张：14¼　字数：350 千字
2012 年 11 月第一版　2012 年 11 月第一次印刷
定价：**38.00** 元
ISBN 978-7-112-14649-9
（22711）

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

改革开放30多年来，我国人民生活水平得到了显著提高。随着生活水平的提高，国民对生活质量、居住环境提出了更高的要求。而建设工程质量不仅关系到工程项目的投资效益、社会效益和环境效益，更关系到人民群众的生产、生活和生命安全。因此，建筑工程质量一直是社会关注的热点和各级政府行政管理部门管理的重点所在。近几年为节约土地资源、彰显国家经济实力、实现城市现代化，我国大中型城市规划了一批超高层、深基坑、钢结构与超大型项目，给施工技术及工程质量的管控提出了更高的要求。随着一批高、大、难、新、尖项目的顺利实施，以及科研工作者对管控工程质量技术研究的不懈努力，一批先进适用技术在建筑领域得到广泛的应用，有效降低了生产成本、缩短了生产周期、提高了工程质量、产生了良好的社会效益和经济效益，促进了我国建筑施工技术的创新和建筑行业工业化发展。

随着我国基本建设规模的不断扩大，国内各地区管控能力参差不齐，工程出现了基坑失稳、结构倒塌、混凝土裂缝、防水失效等质量问题，造成了一定的经济损失及社会影响。

2010年，中国土木工程学会咨询工作委员会承接了住房和城乡建设部工程质量安全监管司下达的“先进适用技术对保证工程质量作用的研究”课题。课题研究的目的是希望通过对提高工程质量的先进适用技术进行集成并加以创新，使企业能依靠先进适用技术和检测方法进行施工管理，增强社会对工程质量的满意度，提升社会效益。

在课题组大量调研的基础上，我们组织编写了本书。本书按建筑工程分部分项工程划分为上、中、下3册：上册包括地基基础工程、钢结构工程；中册包括混凝土工程、模架工程、砌体工程；下册包括建筑防水工程、保温工程、地面工程、装饰装修工程、机电安装工程。每个分部分项工程从质量问题分析、先进适用技术、检测方法及目标、技术前景（包括国外技术）4个方面进行论述。立足国内、立足施工、立足建筑工程，结合10项新技术，优选先进适用技术解决当前在工程质量上存在的问题和通病，指出了工程质量控制行之有效的先进适用技术和检测方法，提出了先进适用技术的发展方向。本书将成为工程技术人员和监理人员的工程参考书。

编 写 委 员 会

顾　　问：吴慧娟　吴之乃　许溶烈　徐正忠　叶可明　杨嗣信　洪　瀛
张　雁　毛志兵

编委会主任：常　青

副 主 任：曾宪新　孙振声

编委会成员：廖玉平　苗喜梅　冯　跃　张晋勋　薛永武　梁冬梅　赵福明
李　娟　王清训　郑念中　艾永祥　叶林标　施锦飞　高本礼
张　琨　王存贵　马荣全　李景芳　彭明祥　汪道金　杨健康
杨　煜　郝玉柱　高文生　谷晓峰　靳玉英　李中锡　刘　云

参 编 人 员：张云富　陆海英　刘爱玲　翟　炜　安兰慧　李雁鸣　李洁青
唐永讯　周黎光　曾繁娜　王庆伟　吴明权　刘亚非　仓恒芳
高　丽　姜传库　段　明　刘建国　王巧莉　韩大富　张昌续
孙永民　王　宏　戴立先　刘　曙　杜　峰　杨　霞　高树栋
刘继军　闫永茂　谢　锋　鞠　东　赵秋萍　杨志峰　李铁良
陈　革　王天龄　王国争　焉志远　王文周　马向丽　徐　立
陈汉成　陈智坚　王世强　王德钦　刘　杰

参 编 单 位：中国建筑第六工程局有限公司
北京建工集团有限责任公司
河南省建筑业协会
河南省建设工程质量监督总站
河南省第二建筑集团公司
南京大地建设集团有限责任公司
北京星河模板脚手架工程有限公司

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

陕西建工集团总公司

陕西省建筑科学研究院

中建钢构有限公司

北京城建集团有限责任公司

山西建筑工程（集团）总公司

北京住总集团有限责任公司

中国新兴建设开发总公司

深圳海外装饰工程有限公司

中铁建工集团有限公司

中建工业设备安装有限公司

北京筑友锐成工程咨询有限公司

总　目　录

（上）

地基基础工程	中国建筑第六工程局有限公司
钢结构工程	中建钢构有限公司
	北京城建集团有限责任公司

（中）

混凝土工程	北京建工集团有限责任公司
	河南省建筑业协会
	河南省建设工程质量监督总站
	河南省第二建筑集团公司
	南京大地建设集团有限责任公司
模架工程	北京星河模板脚手架工程有限公司
砌体工程	陕西建工集团总公司
	陕西省建筑科学研究院

（下）

建筑防水工程	山西建筑工程（集团）总公司
保温工程	北京住总集团有限责任公司
地面工程	中国新兴建设集团
装饰装修工程	深圳海外装饰工程有限公司
机电安装工程	中铁建工集团有限公司
	中建工业设备安装有限公司

地基基础工程

参编单位：中国建筑第六工程局有限公司

目　　录

1　基坑支护 …… 4

1.1　质量问题分析 …… 4

1.1.1　坍塌 …… 4

1.1.2　变形过大 …… 6

1.1.3　漏水 …… 7

1.1.4　管涌 …… 9

1.1.5　坑底隆起 …… 9

1.2　先进适用技术 …… 9

1.2.1　排桩技术 …… 10

1.2.2　土钉墙技术 …… 10

1.2.3　地下连续墙技术 …… 11

1.2.4　水泥土桩墙技术 …… 13

1.2.5　钢板桩技术 …… 13

1.2.6　型钢水泥土复合搅拌桩支护结构技术 …… 13

1.2.7　逆作法施工技术 …… 15

1.2.8　降水技术 …… 15

1.3　检测方法及目标 …… 16

1.3.1　基坑监测目的 …… 16

1.3.2　基坑监测方法和项目 …… 17

1.3.3　基坑监测频率 …… 17

1.3.4　基坑监测报警 …… 18

1.4　技术前景 …… 18

1.4.1　排桩墙 …… 18

1.4.2　地下连续墙 …… 18

1.4.3　钢板桩 …… 19

1.4.4　基坑监测技术 …… 19

2　地基处理与特殊土地基 …… 20

2.1　质量问题分析 …… 20

2.1.1　软土地基 …… 20

2.1.2　湿陷性黄土地基 …… 21

2.1.3　膨胀土地基 …… 22

2.1.4　冻胀性土地基 …… 23

2.1.5　其他地基 …… 24

2.2 先进适用技术 …… 24
2.2.1 特殊土地基处理技术 …… 25
2.2.2 换填地基技术 …… 26
2.2.3 强夯地基技术 …… 28
2.2.4 预压地基技术 …… 30
2.2.5 振冲地基技术 …… 31
2.2.6 土和灰土挤密桩地基技术 …… 35
2.2.7 水泥粉煤灰碎石桩地基技术 …… 40
2.2.8 夯实水泥土桩地基技术 …… 42
2.2.9 排水固结法技术 …… 46
2.2.10 水泥土搅拌法技术 …… 49
2.3 检测方法及目标 …… 54
2.4 技术前景 …… 57
3 桩基 …… 60
3.1 质量问题分析 …… 60
3.1.1 打入预制桩 …… 60
3.1.2 静压桩 …… 61
3.1.3 泥浆护壁钻孔灌注桩 …… 61
3.1.4 锤击沉管夯扩灌注桩 …… 62
3.2 先进适用技术 …… 64
3.2.1 施工质量问题处理技术 …… 64
3.2.2 打入预制桩技术 …… 65
3.2.3 静压预制桩技术 …… 68
3.2.4 泥浆护壁钻孔灌注桩技术 …… 71
3.2.5 锤击沉管夯扩灌注桩技术 …… 75
3.2.6 振动沉管灌注桩技术 …… 78
3.2.7 灌注桩后注浆技术 …… 80
3.3 检测方法及目标 …… 82
3.4 技术前景 …… 85
3.4.1 预制桩技术 …… 85
3.4.2 灌注桩技术 …… 85

保证建筑地基与基础工程质量是工程结构安全的重要环节，是保证人民群众生命、财产安全的基本要求，先进适用的地基基础施工技术对保证地基与基础工程质量具有十分重要的作用。

1 基坑支护

为保证地下结构施工质量和基坑周边环境的安全，对基坑侧壁及其周边环境采用的支挡、加固保护与地下水控制的措施称为基坑支护。

基坑支护技术对保证基坑工程质量和安全具有十分重要的作用。基坑工程是一个综合性和实践性很强的岩土工程，地区性特征很强。基础埋深加大的高层建筑基础需要采用深基坑，随着基础埋深加大给施工带来很多困难，尤其在城市建筑物和市政管网密集地区，很多工程施工场地狭小，邻近的建筑物、道路和地下管线纵横交错，多数情况下不允许采用较经济的放坡开挖，需要采用支护结构。基坑支护结构因设计不当，施工质量不良，可能引发基坑变形过大、基坑失稳、周边管线破坏，周边建筑物开裂、倾斜、滑移，甚至倒塌，危害很严重。

针对不同的工程和水文地质条件、建筑周边条件及基础结构形式，结合当地经验做法，选择合适的基坑支护形式，通过先进适用的基坑支护技术，满足基坑施工的安全性、经济性、适应性，保证基坑质量，从而确保基坑安全变得越来越重要。

1.1 质量问题分析

基坑支护结构设计、施工缺陷引起的质量问题主要有坍塌、变形过大、漏水、管涌、坑底隆起等。由质量问题引发的事故经常造成重大的损失。

1.1.1 坍塌

近年来住房和城乡建设部备案的重大施工坍塌事故中，基坑坍塌约占坍塌事故总数的50%。塌方事故造成了惨重的人员伤亡和经济损失。对施工坍塌的专项治理是近年来的重点工作之一。

1. 基坑坍塌概况

(1) 据统计，发生事故的企业，无施工资质和无施工许可证者占企业总数的近50%，近10%的企业属三级或者三级以下施工资质。

(2) 坍塌事故中，工业与民用建筑约占54%，道路、排水管线沟槽约占38%，桥涵、隧道约占8%。

(3) 放坡不合理或支护失效引发的事故约占74%，其中无基坑支护设计导致的事故约占60%。

(4) 未编制专项施工方案引发的事故约占56%，专项施工方案不合理导致的事故约占19%，不严格按规范和专项施工方案施工导致的事故约占25%。

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

(5) 发生坍塌的基坑（或边坡）深度从 1.9～22m，发生在 1.9～10m 的事故约占 78%，10～20m 的约占 17%，20m 以上约占 5%。

2. 基坑坍塌分类

(1) 基坑边坡土体承载力不足；基坑底部土因卸载而隆起，造成基坑或边坡土体滑动；地表及地下水渗流作用，造成的涌砂、涌泥、涌水等而导致边坡失稳，基坑坍塌。

(2) 支护结构的承载力、刚度或者稳定性不足，引起支护结构破坏，导致边坡失稳，基坑坍塌。

3. 基坑坍塌事故分析

(1) 地质勘察报告不满足支护设计要求。

地质勘察报告往往忽视基坑边坡支护设计所需的土体物理力学性能指标及其适用性，不注重对周边土体的勘察、分析，使得支护结构设计与实际支护需求不符。如某办公楼基坑设计深度 6m，仅对建筑物范围内的土体进行了勘察，而基坑边坡淤泥质土层的相关指标，凭“经验”给出。因提供的边坡土体物理力学性能指标与事故后的勘察结果严重不符，导致据此设计、施工的支护体系（4 排搅拌桩）滑移、倾斜，造成基坑坍塌。

(2) 无基坑支护结构设计。

基坑支护设计是基坑开挖安全的基本保证，应由有设计资质的单位进行支护专项设计。如西北某大厦基坑，深 8.8m，竟无基坑支护设计，施工中也未按规范要求放坡，导致基坑坍塌。

(3) 支护结构设计存在缺陷。

由于基坑现场的地质条件错综复杂，设计人员应根据现场实际情况进行支护结构设计。支护结构设计存在的缺陷，势必形成安全隐患，有的坍塌事故就是支护结构设计不合理所致。如南方某宾馆深基坑，地质条件复杂，采用的喷锚支护方案缺乏技术论证和针对性，当开挖到基坑底部时，基坑壁土体大范围坍塌。又如华中某人工挖孔桩基坑支护桩工程，地面以下 6m 左右有淤泥层。桩孔设计深度 13.5m，当挖至 6m 深时，尚未完工的相邻桩孔突然塌陷，两桩孔贯通，淤泥突然涌入该桩孔，正在孔内作业的 1 人被掩埋。

(4) 放坡不当。

基坑开挖前应根据地质和基坑周边环境情况，确定基坑边坡高宽比，计算边坡的稳定性。某营业楼基坑深 16m，坑壁为杂填土和淤泥质黏土，采用 1∶1 放坡加土钉墙的支护措施，开挖至约 10m 深时，基坑突然坍塌。

(5) 排、降、截、止水方法不当。

水患控制是基坑施工的重点，应采取合理、有效的控水方案。对控水方案的实施必须进行监测，并对可能出现的险情，制订应急预案。基坑开挖未进行有效的降水或降水井点系统失效，动水压力和土压力增大而导致滑塌。如华北某商厦因降水措施不当，造成基坑开挖时地面局部塌陷，支护结构和周围建筑物遭到不同程度的破坏。

(6) 无专项施工方案。

专项施工方案是施工的依据，施工方应根据工程地质及水文地质条件、现场环境等编制专项施工方案，经有关部门审查后，方可施工。无专项施工方案，必然造成现场违章指挥，违章作业。

(7) 基坑土方开挖专项方案不合理。

基坑土方开挖专项方案合理性是基坑施工质量的保障。如挖土进度过快，开挖分层过大，开挖超深；护坡桩成桩后强度不够即开挖土方；基坑挖到设计标高后未及时封底，暴露时间过长等都属于专项方案不合理。华北某商厦基坑超深开挖，每次挖深达 6m，且进度过快，土钉墙支护未与挖土同步，造成基坑局部坍塌。

(8) 不按专项方案施工。

东北某办公楼基坑，不按专项方案施工，导致基坑坍塌，造成 3 人死亡，2 人受伤。华中某广场综合楼工程，施工方擅自将 C20 混凝土挖孔桩护壁改成竹篾护壁，导致坍塌。

(9) 应急处理不当。

土方开挖过程中遇障碍物、管道时，不及时报告，而是以侥幸心理继续施工。

(10) 忽视周边环境、建筑物等对基坑的影响。

基坑开挖前应了解基坑周边环境、建筑物、雨水管道、地下管线分布、道路、车辆、行人等情况，并且采取相应措施。一旦发生深基坑坍塌，势必将对周边环境、建（构）筑物造成影响。同时，还会导致城市地下管网的断裂，如自来水、供热、煤气管网等的断裂，影响周边居民的正常生活。

① 忽视导致土体应力增加的因素。基坑边上的堆土和机具以及动荷载，雨水、施工用水渗透等因素，使土体自重应力和附加应力增加。支护结构未施工完成而在桩顶部随意增加大量附加荷载。如华中某市政沟槽平均深度 3.5m，槽身的一侧有一与其平行的 2.2m 深带盖引水渠。施工时渠内积满生活废水，开挖的土体和准备打支撑用的材料堆放在水渠盖板上。当挖至 2.7m 深时，由于渠内水面高于沟槽，水不断向开挖面渗透，加之水渠盖板上堆土和材料荷载的作用，水渠和堆土突然向沟槽一方坍塌。

② 无视与基坑相邻的建筑物。西北某大厦因基坑施工迁移排水管沟，深 2.8m，其侧壁距离已有的民房仅 0.8m。因管线沟槽无任何支护措施，且距离民房过近，开挖深度超过民房基础底标高，民房地基受到严重扰动，造成民房及沟槽坍塌。

(11) 未对基坑开挖实施监测。

对基坑开挖过程中的监测是通过布置观测点，监测基坑边坡土体的水平和垂直位移、水渗透影响、支护结构应力和变形等，以便及时预防事故。西南某小区工程对高度近 20m 的基坑边坡不做监测，由于未能及时掌握土体变形情况，对基坑的突然坍塌毫无防备。

(12) 施工质量达不到设计要求。

护坡桩缩颈、断桩，强度、刚度和整体性下降或失去作用，护坡桩入土深度不够或未深入到坚实土层，锚杆或土钉达不到设计长度或摩擦力不够，倾角与原设计不符，灌浆质量差等，使支护结构承载力和对土体的支护达不到设计要求，支护结构破坏失去作用，从而造成塌方。

(13) 管理及技术人员缺乏专业常识。

有的管理及技术人员缺乏专业常识，把围墙当挡土墙使用。如西北某大厦基坑开挖时，施工方将围墙当挡土墙使用，导致 44 人被倒塌的围墙压埋，造成 19 人死亡，25 人受伤的重大事故。西北某给水管沟工程开挖深度仅 1.9m，施工时工人将沟壁底掏空，并将土堆积在沟壁顶部，导致管沟南侧 24m 长的沟壁坍塌。

1.1.2 变形过大

基坑过大变形可能引起基坑坍塌。

在满足强度控制设计和正常施工的前提下，支护结构的刚度、嵌固深度、支撑或锚杆道数和预应力、土体的变形模量等方面对基坑变形的影响较为显著，其中以支护结构嵌固深度、支撑或锚杆道数和预应力因素尤为突出。

(1) 挡土桩截面、嵌固深度不够。设计漏算地面附加荷载（如桩顶堆土、行走挖土机、运输汽车、堆放材料等），造成支护结构承载力、刚度和稳定性不够。

(2) 灌注桩与截水桩质量较差，止水帷幕未形成，桩间土在动水压力作用下，大量流入基坑，使桩外侧土体侧移，从而导致地面产生较大沉降。

(3) 基坑开挖施工顺序不当，如挡土桩桩顶圈梁未施工，锚杆未设置，桩身强度未达到设计要求，就将基坑一次开挖到设计深度，土应力突然释放，土压力急剧增大，从而使龄期短、强度低、整体性差的支护系统产生较大的变形侧移。

(4) 锚杆施工质量差，未深入到可靠锚固层，因而造成较大变形和土体蠕变，引起支护系统较大变形。

(5) 施工管理不善，未严格按支护设计施工，上部未进行卸土、削坡，随意改短挡土桩嵌固深度，在支护结构顶部随意堆放土方、工程用料、停放大型挖土机械、行驶载重汽车，使支护严重超载，土压力增大，导致支护系统变形。

基坑变形系统是由三个因素构成的：变形诱因、发展过程和影响对象。基坑开挖卸载引起支护结构向基坑内的变形，支护结构的变形引起其后面的土体位移以填充由于支护结构变形而出现的土体损失，并逐渐向离基坑更远处的土体传递，在一定时间内传递到地面和建筑物处，引起地面以及建筑物的沉降。

基坑变形包括支护结构变形、坑底隆起和基坑周围土体变形。基坑周围土体变形是基坑工程变形控制设计中的首要问题，有不少工程因支护结构变形过大，导致围护结构破坏或围护结构虽未破坏但周围建筑物墙体开裂甚至倒塌的严重后果。

基坑开挖过程是基坑开挖面卸荷的过程，由于卸荷而引起坑底土体产生向上为主的位移，同时也引起支护结构在两侧压力差的作用下而产生水平位移，因此产生基坑周围土体变形。基坑开挖引起基坑周围土体变形的主要是坑底土体隆起和支护结构的位移。

基坑变形实际上就是基坑内外土中应力场状态发生变化的结果。坑内卸荷，应力释放，坑内外土体作用力不平衡。如基坑底部为软土地基，天然强度较低，在较小的荷载作用下，土体就会屈服，产生塑性剪切变形，从而使地基沉降量增大，地质资料分析表明，如果支护设计不当，则由地基塑性变形引起的沉降将会很大，导致支护结构倾斜。理论与实践均表明，随着基坑挖深的增加，基坑周围土体塑性变形区的发展变化，基坑变形速率也会相应增加，软土中基坑失稳主要是基坑施工中各工况下的不断变化的土体流变性引起。

基坑周围地层沉降原因。降水开挖时，降水引起周边地下水位下降，形成以抽水井点为中心的降水漏斗，由于基坑周边土层地下水位降低，土体中的孔隙水压力消散，直接导致土体中有效应力增加，土体产生了新的固结沉降。另外，基坑开挖后周边土体处于临空状态，原有的结构平衡遭到破坏，土体开始应力释放，容易发生滑动剪切破坏，地基土在原有荷载作用下产生新沉降。

1.1.3 漏水

(1) 基坑开挖前截水防渗方案不合理，或不同工艺的混合施工及施工工艺自身存在的

缺点，或因地质水文情况复杂多变，或在施工中出现一些意外，如地下障碍物、机械故障、特殊情况停机等，或因施工质量方面的原因而导致止水帷幕不连续等缺陷，造成漏水。

支护设计时，对场地地质条件和周围环境调查不详，设计桩长未穿过基坑底粉细砂层。

挡土桩设计、施工未闭合，桩间存在空隙产生水流缺口，水从间隙口流入后，在桩间隙内形成通道，造成水土流失涌入基坑。

桩嵌入基坑底深度过浅，当坑外流向坑内的动水压力等于或大于颗粒的浸水密度，使基坑内粉砂土产生管涌、流砂现象。

支护设计不够合理，未将止水旋喷桩帷幕与挡土桩间紧密结合，存在一定距离，使止水帷幕阻水、变形能力差，起不到截水帷幕的作用。

施工未进行有效的降水，或基坑附近给水排水管道破裂，大量水流携带泥砂涌入基坑。

(2) 地下连续墙渗漏主要是墙缝渗漏和预埋接驳器部位渗漏。在采用传统接头管的地下连续墙施工中，液压抓斗在开挖紧靠墙体接头一侧的槽孔时，不可避免地会碰撞或啃坏墙体接头，使墙体接头凹凸不平；尽管在成槽后进行刷壁，但是在刷除墙体接头凸面上土渣泥皮的同时，也将泥浆带进了接头的凹坑之中。因此，成墙之后，墙体接缝处的渗漏水现象仍然很常见。在地下连续墙钢筋笼内设置了大量与主体结构相连接的接驳器。由于接驳器数量较多，间距较小，并且集中在一个层面上，容易形成一个隔断面，混凝土的骨料难以充填至两层接驳器间。在这些部位，常由于混凝土不密实而产生渗漏水现象。

桩＋旋喷桩止水帷幕渗漏，旋喷桩局部漏水，与钻孔桩的施工垂直度以及旋喷桩的引孔垂直度有较大关系，并且与地下承压水联系密切。

(3) 混凝土自身质量不合格引发的渗漏。影响混凝土抗渗性有以下因素：

混凝土的密实性。混凝土自身越密实，则其抗渗漏性能越好。由于止水结构混凝土的浇筑多属于水下浇筑混凝土，其特殊的构造导致了不能对混凝土进行机械振捣。在这种情况下，主要依靠混凝土的自重使其密实，这种混凝土即自密实混凝土。而影响其自密实性能的因素主要有：粗骨料与固体混凝土的体积比，细骨料与砂浆的体积比以及水灰比。一般地，粗骨料与固体混凝土的体积比越小，细骨料与砂浆的体积比越小，而水灰比越大，则自密实性越好。

养护龄期。随着混凝土养护龄期的增加，水泥浆水化作用逐渐完全，水化产物（凝胶体）填充毛细孔，降低了混凝土的透水性。

粗骨料最大粒径。在水灰比固定的情况下，石子最大粒径越大，混凝土的抗渗性越差。

外加剂。混凝土的抗渗能力随含气量的增加而提高。

(4) 结构变形过大导致的渗漏。包括不均匀沉降和变形加大渗漏。

支护结构不均匀变形导致了接缝处的相对滑动。易导致接头处漏水，从而增加了封堵的难度。地下连续墙墙趾注浆的效果，直接影响着其不均匀沉降；为了减少连续墙的不均匀沉降；墙趾注浆的质量应该严格控制。

基坑开挖后，变形对接缝和裂缝宽度的影响。基坑开挖初期，随着时间的推移导致变

形加大，加剧了接缝和裂缝的渗漏水。在施工中，要求基坑开挖做到及时，从而缩短变形时间，控制好变形。而有的工程，由于各方面的原因，难以做到及时，因而引起变形加大，导致漏水。漏水后加剧变为管涌，可能导致坍塌。

1.1.4 管涌

土颗粒骨架间的细粒被渗透水流带走，在土层中形成孔道，水土集中涌出的现象称为管涌。

管涌发生时，一般会有土跟上来，水面出现翻花，持续时间延长，险情不断恶化，大量涌水翻沙，使地基土颗粒骨架破坏，孔道扩大，基土被淘空，引起建筑物塌陷，严重时可能导致基坑和周边建筑物倾斜、损坏。

地基土级配缺少某些中间粒径的非黏性土，在坑外水位高，若渗流出逸点的渗透坡降大于允许坡降，地基土体中较细土粒被渗流推动带走形成管涌。

地基土层中含有强透水层，上覆土层施压重力不够。

防渗墙或排水设施效能低或损坏失效。

1.1.5 坑底隆起

坑底隆起破坏的根本原因是土体强度的破坏。基坑开挖前，支护结构施工对附近土体产生了一定的扰动影响，但土体的应力水平没有发生明显变化，基坑内外作用力仍保持平衡，随着开挖深度的增大，土体应力发生明显改变，土体部分区域应力超过强度极限而向压应力较小的基坑内侧发生塑性流动，坑底发生隆起。归纳为以下几类原因：

（1）卸荷产生的回弹变形。基坑开挖打破了天然土体原始的应力平衡状态，竖向自重应力减少，使土体中的应力重新分布，原来被压缩的土体因弹性变形引起坑底隆起。

（2）土体松弛和蠕变，使得解除竖向约束的土体隆起。

（3）基坑开挖后，支护结构在背后土侧压力作用下向基坑方向位移，挤推竖向支护结构前的土体而造成坑底局部隆起。

（4）基坑外侧土体在水压力作用下发生塑性变形，造成坑底隆起。

（5）施工过程中基坑底积水，造成细粒土吸水后体积增大，引起坑底隆起。

（6）基坑底土压力低于水压力造成的坑底隆起。

1.2 先进适用技术

采取先进适用的基坑支护技术，对保证基坑质量安全具有十分重要的作用。基坑支护通常采取排桩、土钉墙、地下连续墙、水泥土桩、钢板桩、SWM 工法桩等方法，支护结构的主要形式有：放坡开挖、悬臂式支护结构、内撑式支护结构、拉锚式支护结构、土钉墙支护结构、环梁护壁支护结构等，通过以上技术，可克服基坑支护的坍塌、变形过大、漏水、管涌、坑底隆起等质量问题。基坑支护先进适用技术见表 1-1。

基坑支护先进适用技术一览表 **表 1-1**

序　号	分　类	技术名称
1	排桩	钻孔灌注桩＋锚杆支护技术
		钻孔灌注桩＋旋喷桩止水帷幕＋内支撑支护技术

续表

序 号	分 类	技术名称
2	土钉墙	土钉墙支护技术
		复合土钉墙支护技术
3	地下连续墙	地下连续墙支护技术
4	水泥土桩墙	水泥土桩墙支护技术
5	钢板桩	钢板桩支护技术
6	SWM 工法桩	型钢水泥土复合搅拌桩支护结构技术（SWM 工法）
7	逆作法	逆作法施工技术
8	降水	井点降水技术、明排降水技术、截水技术、井点回灌技术

1.2.1 排桩技术

排桩支护技术是基坑工程中应用较多的有效技术。排桩支护结构适用于基坑侧壁安全等级为一二三级的基坑支护。排桩分为单排桩和双排桩，可根据工程情况设计为悬臂式支护结构、拉锚式支护结构、内撑式支护结构和锚杆式支护结构。灌注桩具有对地层的适应性强，承载力大、造价低、低噪声、低振动等优点。

（1）钻孔灌注桩＋锚杆支护技术。

常用 ϕ600～ϕ1000mm 桩，是支护结构中应用最多的一种形式。宜形成排桩，顶部浇筑钢筋混凝土冠梁，中上部设置一道或分别设置几道锚杆。

根据基坑深度和不同的地质条件，如卵石、砾石、砂层、黏土、粉土、基岩的风化程度等情况，选择恰当的施工工艺和设备能达到经济、安全、优质、快速的目的。对保证基坑工程质量安全具有十分重要的作用。

（2）钻孔灌注桩＋旋喷桩止水帷幕＋内支撑支护技术。

常用 ϕ800～ϕ1200mm 桩，ϕ700～ϕ1000mm 旋喷桩止水帷幕，顶部浇筑钢筋混凝土冠梁和支撑梁，中上部设置一道或分别设置几道钢筋混凝土支撑梁，支撑梁下设置托柱。目前支撑形式朝着工具化方向发展，临时托柱多为钢格构柱。

（3）保证工程质量的作用。

排桩支护技术是支护结构中应用较多的一种支护技术，对保证基坑工程质量安全作用主要体现在：设计合理，施工合格，基坑监测到位，使用正确的基坑，采用钻孔灌注桩＋锚杆支护技术可防止基坑坍塌、变形过大等质量问题；采用钻孔灌注桩＋旋喷桩止水帷幕＋内支撑支护技术可防止坍塌、变形过大、漏水、管涌、坑底隆起等质量问题。

1.2.2 土钉墙技术

土钉墙支护技术具有轻型、机动灵活、针对性强、造价低等优点，在条件适宜的基坑支护中是一项先进的基坑支护技术。

1. 土钉墙支护技术

土钉墙是一种原位土体加筋技术，是由设置在坡体中的加筋杆件与其周围土体牢固粘结形成的复合体以及面层构成的类似重力挡土墙的支护结构。土钉墙墙面坡度不宜大于1∶0.2，土钉必须和面层有效连接，应设置承压板或加强钢筋等构造措施，承压板或加强钢筋应与土钉螺栓连接或钢筋焊接连接。土钉墙基坑侧壁安全等级宜为二三级的非软土场地，基坑深度不宜大于 12m。当地下水位高于基坑底面时，应采取降水或截水措施。土钉

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com