



建筑工程施工及验收规范 培 训 班 讲 义

第二册 地基与基础工程

丁(缘)0014
2:1

1984·北 京

31.2

建筑工程施工及验收规范

培 训 班 讲 义

第二册 地基与基础工程



《地基与基础工程施工及验收规范》

修 订 组

1984年10月

前 言

1979年以来，由原国家建筑工程总局负责修编的国家标准建筑工程施工及验收规范共12本，已于1982年全部开完审定会议，城乡建设环境保护部从1982年7月开始陆续批准颁发。

为了使建筑工程管理和施工方面的人员，做到“有法必学，有法必遵”，全面了解修编后的施工规范内容，以利正确贯彻执行，确保工程质量，我们拟分期分批开办培训班，由修编人员负责编写讲义和授课，讲义共分12本，将陆续出版，内部发行。

这次修编是建国以来第一次根据我国国情和参考现行国内、国外有关先进标准进行的，内容尚不完善，同时编写讲义的经验也不足，希望大家提出改进意见，共同搞好这项工作。

本讲义由《地基与基础工程施工及验收规范》修订组陆效伟、项兆池、虞庄梅、张觉生以及特别邀请的朱庆林、忽延太、曾昭礼同志分别编写，由张觉生同志汇总，路平、彭大用同志审查，最后由我局杨崇永同志校审定稿。

城乡建设环境保护部科技局规范处

1984年7月

本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规范为准。

院总工程师办公室 1997.10

目 录

1	概 述	(1)
1.1	本规范的演变过程	(1)
1.2	本规范的修订过程和内容	(2)
2	总 则	(3)
2.1	适用范围	(3)
2.2	施工的若干规定	(4)
3	井点降低地下水位	(5)
3.1	工程地质和水文地质调查	(5)
3.2	井点选择	(7)
3.3	充分发挥滤管作用	(17)
3.4	井点施工质量	(22)
4	地 基	(27)
4.1	灰土地基	(27)
4.1.1	灰土原材料的要求	(27)
4.1.2	灰土的硬化原理	(29)
4.1.3	石灰用量对灰土强度的影响	(30)
4.1.4	灰土地基施工要点及质量检验	(30)
4.2	重锤夯实地基	(31)
4.2.1	概 述	(31)
4.2.2	机具要求	(32)
4.2.3	夯实效果	(32)

4.2.4	施工方法	(33)
4.2.5	质量检验	(33)
4.3	强夯地基	(34)
4.3.1	概 述	(34)
4.3.2	强夯原理	(34)
4.3.3	强夯施工技术	(38)
4.3.4	强夯施工中的勘察和试验工作	(47)
4.3.5	经济效果	(51)
4.3.6	强夯技术的发展	(52)
4.3.7	强夯工程实例简介	(53)
4.4	砂 桩	(57)
4.4.1	概 述	(57)
4.4.2	砂桩的施工	(58)
4.4.3	砂桩的质量检验	(59)
4.5	土或灰土挤密桩	(59)
4.5.1	概 述	(59)
4.5.2	基本原理	(60)
4.5.3	施工方法	(60)
4.5.4	质量检验	(61)
4.6	振冲地基	(63)
4.6.1	振冲加固原理及应用实例	(63)
4.6.2	振冲器机型及技术参数	(71)
4.6.3	施工机具及劳动组织	(73)
4.6.4	施 工	(74)
4.6.5	加固效果检验	(84)
4.6.6	注意事项	(85)
4.7	旋喷地基	(85)

4.7.1	概 述	(85)
4.7.2	旋喷成桩机理	(90)
4.7.3	注浆材料及配方	(92)
4.7.4	旋喷固结体形状和性质	(99)
4.7.5	旋喷参数的设计	(103)
4.7.6	施 工	(107)
4.7.7	旋喷工程实例简介	(124)
5	桩基础	(137)
5.1	一般规定	(137)
5.1.1	桩的测量定位、管理和检验	(137)
5.1.2	锤的选择	(141)
5.1.3	打桩的控制原则	(142)
5.2	钢筋混凝土预制桩	(146)
5.2.1	预制桩的质量	(146)
5.2.2	桩的节点处理	(150)
5.3	混凝土及钢筋混凝土灌注桩	(153)
5.3.1	断 裂	(153)
5.3.2	缩 颈	(154)
5.3.3	空 洞	(155)
6	地下连续墙	(156)
6.1	单元槽段的划分	(156)
6.2	导 墙	(156)
6.3	挖 槽	(157)
6.4	泥 浆	(160)
6.5	钢筋笼安放	(165)
6.6	墙体混凝土浇筑	(167)

6·7	接 头	(170)
7	沉井、沉箱	(174)
7·1	沉井“突沉”与土质和底部构造的关系…	(174)
7·2	沉井下沉时力的分析	(179)
7·3	沉井制作高度与地基稳定计算	(183)
7·4	沉井、沉箱制作的允许偏差	(188)

1 概 述

1.1 本规范的演变过程

《地基与基础工程施工及验收规范》是建筑安装工程的国家技术标准之一。建国以来，随着工程建设的不断发展，经过多次修订。

1956年，原国家基本建设委员会批准颁发了《建筑安装工程施工及验收暂行技术规范》，其中第十篇是《特殊地基工程》。该规范是在苏联《建筑安装工程施工及验收技术规范》

（苏联国家建设委员会1955年批准实行）的基础上加以补充和注释而成。1961年至1963年间，原建筑工程部会同原铁道、一机、三机、冶金、化工等部共同对《建筑安装工程施工及验收暂行技术规范第十篇特殊地基工程》进行了修订，并由原建筑工程部批准为国家标准《地基和基础工程施工及验收规范》（GBJ17—66），自1966年6月1日起试行。

1972年原国家建委委托上海市建工局和有关单位对《地基和基础工程施工及验收规范》（GBJ17—66）进行修订再版，由于时间仓促，不可能作较多的调研工作，故内容上除增加了部分成熟有效、并广为采用的新技术和新工艺（如深井泵井点降低地下水位、无振动静力压桩与采用触变泥浆润滑套下沉沉井、沉箱等）以及对少数条文稍有修改外，基本上没有什么大的变动，并且有一部分条文仍沿用苏联规范的条文。修订后的规范名称为《地基和基础工程施工及验收规范》（GBJ17—66修订本）（以下简称原规范）。经原国家基本建设委员会批准，自1973年12月15日起试行。

鉴于多年来,我国工业与民用建筑施工方面积累了一定的经验,新的施工技术不断发展,新的材料不断出现,原有规范和内容方面已经不能适应建设发展的需要,原国家基本建设委员会以(79)建发施字第168号通知和原国家建筑工程总局以(80)建工科字第385号通知,将原规范交由上海市建工局为主,会同铁道、水电部、河南、广东、陕西省建工局,上海市政工程局和中国建筑科学研究院等单位组成修订组,修订工作从1979年10月正式开始至1983年10月基本结束。修订后的规范名称为《地基与基础工程施工及验收规范》

(GBJ202—83)(简称本规范,下同)城乡建设环境保护部于1983年10月29日以(83)城科字第760号文批准颁发,从1984年5月1日起执行。

1.2 本规范的修订过程及内容

修订工作于1979年10月开始,在修订过程中经过调查研究,广泛征求全国各地有关施工、设计、科研、大专院校及部分建设单位意见,赴有关省市、自治区施工现场进行调查,召开各类座谈会,确定了本规范增删修改内容,制定出修订目录,并根据新的目录编制出规范初稿,于1981年4月在广西柳州市召开了初审会议。会后又经过补充调研、讨论、修改完成规范审定稿,并于1982年5月在江西九江市召开审定会议。后又经与有关规范对口协调修编内容,于1983年6月完成报批稿。

最后,又经城乡建设环境保护部几次审查修改,才正式定稿。

本规范修订后,保留了原规范中行之有效的条文,修改和充实了部分内容,删除了原规范第二章第六节“土的人工冻结”和第五章“管柱基础”二项。增加了近几年来在国内

迅速发展起来的新技术新工艺，如地基加固方面的强夯、预压加固、土或灰土挤密桩、振冲、旋喷等；桩基中增加了静力压桩、钢管桩、各种人工和机械施工的就地灌注桩以及硫磺胶泥接桩等；深基础中增加了地下连续墙内容。修订后，本规范共分6章31节415条和6个附录。

本规范的修订力求做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量。既从现有的施工技术水平出发，又考虑了今后的发展，并将各单位多年来在施工工艺革新和科学试验所取得的成果，尽量吸收到规范中来。规范中的施工技术是以一般机械化施工为主，适当考虑了半机械化及手工操作，这样较为适合我国的国情。有关质量要求，是以大多数施工单位经过努力后能达到的水平为准。

本规范增加的内容大部分是70年代前后发展起来的新技术和新工艺，经过技术鉴定，并已在国内建筑工程中应用，取得良好效果。

2 总 则

原规范总则共9条条文，经过修订后增为12条，除保留原规范的重点要求外，补充和修订了若干地基与基础工程施工及验收中共同性的主要规定，其中包括施工前的准备和开工条件、注意事项以及与其他规范的对口、分工等条文。

2.1 适用范围

本规范适用于新建、改建和扩建的工业与民用建筑的地基与基础工程的施工及验收。并明确与其他规范（如土石方工程、砖石工程、钢筋混凝土工程等）在执行上的相互关系。例如有关钢筋混凝土预制桩、沉井等的制作，除执行本规范的规定外，尚应按《钢筋混凝土工程施工及验收规范》

；BJ204—83)的有关规定执行；地基与基础工程中的土石方工程(如填挖土方、基坑(槽)的放坡规定、边坡稳定处理、地面排水以及建筑物地基以外的大面积土方碾压加固等)和砖石砌体(如各种砖石基础)等施工除执行本规范规定外，尚应按《土方与爆破工程施工及验收规范》(GBJ201—83)、《砖石工程施工及验收规范》(GBJ203—83)的有关规定执行。

对于铁路、公路、水工建筑物和矿井巷道工程等有特殊要求的地基与基础工程，应按有关的各专门规定执行。对于上述工程无特殊要求(如铁路、公路路基工程中采用的强夯、振冲、旋喷等施工方法以及一般桥涵工程中采用桩基、沉井、沉箱等深基础)亦可按本规范执行。

2.2 施工的若干规定

这次对原规范总则条文进行修改和补充，凡属对地基与基础工程的各种施工方法(工艺)主要的共同性的要求及注意事项均列入本规范总则中，如：对提供施工区域的地质资料和地下障碍物资料的要求；对施工材料的要求；对施工影响邻近建(构)筑物的安全而采取措施的要求；对冬期施工的要求；对施工中妥善保护工程轴线定位点与水准点的要求；对施工中发现文物古迹等处理的要求以及对安全技术、防火防水、爆破作业和环境保护方面的要求等等。

对于各种施工方法的特殊要求及注意事项，将分别列入各章的一般规定或各节条文中。

目前，对岩石和土的分类定名等问题，国内尚未统一。因此，采用本规范时，有关岩石和土的分类、鉴定应按《工业与民用建筑工程地质勘察规范》(TJ21—77)的有关规定执行。

3 井点降低地下水位

井点降低地下水位是地基和基础工程施工中的重要措施之一，它能克服流砂现象，使位于天然地下水位以下的地基和基础工程施工能在较干燥而稳定的工作环境中进行。它能促使土体固结，提高地基强度，保持较陡的基坑边坡和顺利进行施工。因而井点降低地下水位能使原来认为无法施工的场地得到改善，为施工创造条件。目前，井点降水在地基和基础工程中以及地下工程施工中得到了广泛使用。但是怎样才能使井点降水发挥作用，是一个非常重要的问题，因在实际工程中由于对井点不熟悉或重视不够，在井点管理上不严格，往往使井点达不到理想降水效果。经调查分析，主要问题如下：

（1）对工程地质和水文地质缺乏详细调查，收集的有关资料可靠性差；

（2）对井点设备性能和工程特点等缺乏分析研究，造成井点选择上的问题；

（3）滤管没有按规定制作，未能发挥应有作用；

（4）井点的沉设没有保证质量。

根据上述影响井点降水效果的几个问题，应作好下列工作：

3.1 工程地质和水文地质调查

井点降水同工程地质和水文地质（以下简称“地质”）条件有密切的关系，不了解地质情况，井点降水就无从着手，对于一个具体的地基和基础工程，如果要探讨采用井点降水的可行性，进一步选择井点降水方案、计算涌水量、布置井点、确定滤管和选择施工机具等等，都是离不开具体的地质条件，对地质条件了解的越全面、越可靠，则井点降水设计越合

理,施工方能顺利进行,降水才能发挥作用。

地质条件是复杂的,而有些使用单位为了方便就借用附近工程地质资料,由于地质勘探孔位置距离施工场地较远,以及地质资料不全,同实际条件相差很大,结果井点很少能发挥应有效果,应引起我们注意。因此本规范第 2·1·2 条规定井点降水前应编制的施工组织设计中,首先要有“降水地区工程地质和水文地质资料”,而且“采用的土层渗透系数必须可靠,必要时应作现场抽水试验确定”。

地质调查内容一般包括:

施工地区自然条件的全部资料,工地附近的河流位置和地形描述;

工程地质构造特征,土的物理力学性质,含水层和泉眼分布情况及补给范围,它们的相互联系,地下水的天然排水通道、化学性质和水温等;

含水层展开图、水文地质等高线和等压线图;

丰水期和枯水期的地下水位及其随潮汐的变化情况;

根据现场抽水试验确定的土的渗透系数、导压系数和给水度。工程区段的地质纵、横断面图,其深度应达到主要隔水层。对于电渗井点降水还应有电渗系数和导电率资料。

当然,上述各项资料并不是每一个工程的井点降水都要求全部收集,而是应根据工程规模、水文地质复杂程度及设计的阶段性等情况区别对待。对于小型的单项工程,要求降低水位较浅、地质条件较简单或该地区以往有过井点降水经验,则地质调查可相应简化。但是每一项工程在采用井点降水时,至少应有一个现场钻孔资料,以资核实。对于施工规模大,降低水位较深的重要工程,地质调查应分阶段进行,先根据设计阶段的勘测资料和工程的具体情况确定井点降水

初步方案，然后根据所定的井点降水方案，再作施工阶段的补充勘测，进一步研究原定方案是否正确并加以完善，在此基础上编制施工组织设计。对于复杂的地层本规范规定“应按降水要求作补充勘察，查明相对含水层和不透水层，地下水的补给关系，主要含水层和下卧层等的情况”，因为井点降水对工程勘察有其特殊的要求，以便正确选定井点的类型，深度和施工方法等。

地质调查通常根据具体工程特点、地质条件和不同设计阶段采用多种方式，除一般常规勘探方法外，尚有连续取土法、静力触探和探坑等。在井点施工时，不论水冲法，还是钻孔法，在成孔过程中均需进一步核实地质条件，以便发现问题及时修改设计。因此，本规范第2·6·3条规定钻孔时应“采集土样，核对含水层的范围和土的颗粒组成”。其目的是为了更全面更详细的掌握地质资料，使井点降水设计更符合实际地质条件，以期井点能更好的发挥作用。

3·2 井点选择

(1) 正确的选择井点可以使井点降水在施工中充分发挥作用和取得较高经济效益。如果对工程特点了解不够，对井点选择不当，可能导致降水发生困难，甚至失败。即使把地下水位降到设计要求深度，但是在其他方面可能会出现不合理现象，如能源消耗过大，井点施工工期拖得过长，降水成本过高和经济效益欠佳等。

选择井点前应了解已有的井点设备状况和对工程特点作详细分析，是非常重要的。根据目前使用井点降水的现状，本规范对降水方法和设备的选择增加了作技术经济比较和节能比较两项内容，这是根据目前降水技术的发展和在实际工程使用中积累起来的经验，使我们有可能对一些不同类别的

井点在一定条件下,采取适当措施后,不仅能用重力法降水,还可采用真空法降水或电渗法降水,如深井井点降水通常是作为重力法降水。某工程施工时把真空技术用于深井井点,取得了深井真空降低地下水位 148 米的成绩。这些情况,使各类井点的适用范围扩大了。此外,随着我国的工业发展,能用于井点降水的设备增多,对于一个工程,往往可用不同类别井点设备作出几个井点降水方案,于是产生了如何通过多方案比较来选择最佳井点降水方案问题。

最佳井点降水方案应当是能满足该工程的降水要求并在能量消耗上是最少和经济效益上是最高的方案。因此本规范第 2·1·1 条规定“井点降低地下水位的方法和设备的选作,可根据土层的渗透系数、要求降低水位的深度及工程特点,作技术经济和节能比较后确定”。反映了我国井点降水技术水平的提高。

土的类别、降水深度和设备的关系可参考表 3·2—1,土和渗透系数的关系可参考表 3·2—2。

土、降水深度和设备关系

表 3·2—1

降水深度 (m)	土			名
	亚粘土、亚砂土 淤泥质土	细砂、中砂	粗砂、砾砂	砾石、卵石 (含有砂粒)
3~6	单层轻型井点 (真空法、电渗法)	单层轻型井点	轻型井点 (有可能水力下沉井点时), 明排水, 用离心水泵自井内抽水	
6~12	多层轻型井点2.5型喷射井点 (真空法、电渗法)	多层轻型井点		
8~20		喷射井点 (2.5型、4型)		
>15				深井井点

渗透系数参考值

表3.2-2

土 名	渗透系数 (米/昼夜)
粘 土	0.001
重 亚 粘 土	0.001~0.05
轻 亚 粘 土	0.05~0.1
亚 砂 土	0.1~0.5
粉 砂	0.5~1.0
细 砂	1.0~5.0
中 砂	5~20
粗 砂	20~50
砾 石	>50

(2) 轻型井点适用范围

轻型井点的适用范围,应由轻型井点的工作原理和使用特点来确定。轻型井点的主要设备由三部分组成:井点管、集水总管和抽水机组。地下水是在抽水机组的真空泵作用下,通过滤管进入井点管内,上升到集水总管,汇集到抽水机组后排出,抽水机组通常设置在地面,井点管和滤管的管径为50毫米,井点长度一般为7~8米,用水冲法沉设井点管,因此轻型井点具有结构简单、重量轻、使用灵活、装拆方便、可重复使用的优点。

在砂性土中用水冲法沉设井点管的效率很高,在轻亚粘土中亦较易水冲下沉,轻型井点的井点管管径小,每根井点的排水能力和影响范围都较小,井点管间距要求较密,井点管根数较多,水冲法沉管速度快,对轻型井点就很合适,可减少沉设井点的工期和施工费用,因此轻型井点适用于能用

水冲法下沉的土层,对于含有卵石或砾石的土层,在沉设井点管过程中时常会遇到许多复杂问题,卵石和砾石很难用水冲法带出地面,反而易把井孔塞住,甚至被迫半途拔出重打。例如松花江岸某工程,复盖层厚度12.4~18.7米,底部为含砂的卵石层,厚5.5~9.5米,渗透系数 $K=17.8\sim 20$ 米/昼夜。该工程经验,用水冲法沉入井点管时,使用8~10个水压,仍不能将5.0cm直径的卵石冲出,该工地卵石最大粒径30cm,其中10cm以上卵石含量占卵石层50~85%,无法解决用水冲法下沉井管,于是用钻井法施工。这类土层,如果采用轻型井点因井点根数多,沉设井点工作量大,钻孔费用增大,井点施工期长,在技术经济上不合理,因而轻型井点在这种土层是不适用的。

真空法降水不是确定轻型井点适用范围的依据。轻型井点抽水机组的真空作用,只是在于把地下水提升到地面,然后由水泵排出。各类轻型井点的配用功率和能够带动的井点根数不同,参见表3.2—3。

轻型井点类别、配用功率、井点根数经验值 表3.2—3

轻型井点类别	配用功率(千瓦)	井点根数(根)	总管长度(米)
干式真空泵井点	18.5~22	70~100	80~120
射流泵井点	7.5	25~40	30~50
隔膜泵井点	3	30~50	40~60

在轻型井点抽水过程中,滤管和滤层及附近土体可能有两种情况:在透水性较大的土层中,涌水量大,地下水易于进入井点管内,通常滤管是处于被地下水淹没的状态,此时,井点实际上是处于重力法降水状态;在透水性很差的土层中,涌水量少,地下水不易进入井点管内,井点的排水能