

中华人民共和国行业标准

# 建筑与市政降水工程技术规范

**Technical Code for Groundwater Lowering  
Engineering in Building and Municipal**

**JGJ/T111—98**

1999 北 京

# 关于发布行业标准《建筑与市政降水工程技术规范》的通知

建标[1998]198 号

根据建设部《关于印发 1992 年城建、建工工程建设行业标准制订、修订项目计划的通知》(建标[1992]277 号)要求,由建设部综合勘察研究设计院主编的《建筑与市政降水工程技术规范》,经审查,批准为推荐性行业标准,编号 JGJ/T111—98,自 1999 年 3 月 1 日起施行。

本标准由建设部勘察与岩土工程标准技术归口单位建设部综合勘察研究设计院归口管理并具体解释。

本标准由建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版。

中华人民共和国建设部

1998 年 10 月 16 日

# 目 次

|     |                |    |
|-----|----------------|----|
| 1   | 总则 .....       | 1  |
| 2   | 术语、符号.....     | 2  |
| 2.1 | 术语 .....       | 2  |
| 2.2 | 符号 .....       | 4  |
| 3   | 基本规定 .....     | 6  |
| 4   | 降水工程分类 .....   | 7  |
| 4.1 | 一般降水工程 .....   | 7  |
| 4.2 | 特殊性降水工程 .....  | 7  |
| 5   | 降水工程勘察.....    | 10 |
| 5.1 | 一般规定.....      | 10 |
| 5.2 | 勘察孔(井)布置.....  | 10 |
| 5.3 | 降水试验.....      | 12 |
| 5.4 | 水文地质参数.....    | 13 |
| 5.5 | 特殊性降水工程勘察..... | 14 |
| 6   | 降水工程设计.....    | 17 |
| 6.1 | 一般规定.....      | 17 |
| 6.2 | 降水技术方法选择.....  | 18 |
| 6.3 | 降水井布置.....     | 21 |
| 6.4 | 降水出水量计算.....   | 23 |
| 6.5 | 降水水位预测.....    | 26 |
| 7   | 降水工程施工.....    | 30 |
| 7.1 | 一般规定.....      | 30 |
| 7.2 | 降水井施工安装.....   | 30 |
| 7.3 | 施工程序.....      | 34 |
| 7.4 | 验收规定.....      | 35 |
| 8   | 降水工程监测与维护..... | 36 |

|      |          |    |
|------|----------|----|
| 8.1  | 降水监测     | 36 |
| 8.2  | 降水维护     | 37 |
| 9    | 工程环境     | 38 |
| 9.1  | 工程环境影响预测 | 38 |
| 9.2  | 工程环境影响监测 | 38 |
| 9.3  | 工程环境影响防治 | 39 |
| 9.4  | 水土资源保护   | 39 |
| 10   | 技术成果     | 40 |
| 附录 A | 土的分类与定名  | 42 |
| 附录 B | 辐射管规格表   | 43 |
| 附录 C | 本规范用词说明  | 44 |
| 附加说明 |          | 45 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为使各类降水工程做到技术先进、安全可靠、经济合理、确保质量；正确处理同基础工程、水土资源、环境保护、工程环境的关系，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于新建、改建、扩建的建筑与市政降水工程。

**1.0.3** 建筑与市政降水工程，应具备降水勘察资料。不具备完整的勘察资料，不得进行降水设计；没有降水设计，不得进行降水工程施工；当已有工程勘察资料不能满足降水设计时，应进行补充勘察。

**1.0.4** 降水工程设计应选择最佳的降水方案，将地下水位降低至建筑和市政工程要求的降水深度，并论证工程环境影响，当预测可能对环境产生危害时，应提出相应的防治措施。

**1.0.5** 建筑与市政降水工程除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语、符 号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 降水工程 **engineering dewatering**

降水工程系指应用水文地质学原理,通过降水设计和降水施工,排除地表水体和降低地层中滞水、潜水、承压水、基岩水、岩溶水等地下水的水位,满足建设工程的降水深度和时间要求,并对工程环境无危害性影响。

#### 2.1.2 降水地质条件 **dewatering geological condition**

是指同降水工程有关的水文地质、工程地质、环境地质等条件的总称。

#### 2.1.3 降水工程勘察 **dewatering prospecting**

是指查清降水工程地质条件,满足降水工程需要所进行的勘察。

#### 2.1.4 降水工程地质参数 **dewatering geological parameters**

包括水文地质参数、工程地质参数以及环境地质、工程环境等有关参数。

#### 2.1.5 降水深度 **ground water level after lowering**

自地面算起至基坑底面以下设计要求的动水位间的深度。

#### 2.1.6 滞水 **detained ground water**

指上层滞水、潜水位以上弱含水层中重力水及人为渗漏补给的层间水。

#### 2.1.7 降水出水量 **yield water during lowering**

指降水井从含水层中抽出的总水量。

#### 2.1.8 降水点井 **dewatering point well**

指井的直径接近 100mm 的降水井。按抽水原理和方式不同,

可划分为真空点井、喷射点井、电渗点井。

### **2.1.9 真空点井 vacuum point well**

由真空泵、射流泵、往复泵运行时造成真空后抽吸地下水的井,可分单级点井(垂直、水平、倾斜)、多级点井、接力点井三种。

### **2.1.10 多级点井 multi-stage point well**

当单级点井满足不了基坑降水深度要求时,可在基坑边坡不同高程平台上分别设计点井。构成多级点井,达到增加降水深度的目的。

### **2.1.11 接力点井 relay point well**

当单级降水达不到降水深度时,除用真空泵外,可结合使用喷射泵、射流泵。在井下段采用喷射点井设备工作,将地下水抽到井的上段,然后在井口段用射流泵将地下水送入循环水箱,以保证连续工作;

### **2.1.12 喷射点井 ejector point well**

通过点井管内外管间隙把高压水输送到井底后,由射流喷嘴高速上喷,造成负压,抽吸地下水与空气,并与工作水混合形成具有上涌势能的汽水溶液排至地表,达到降低地下水位的目的。

### **2.1.13 电渗点井 electro-drainage point well**

应用电场作用,金属棒插入地中做阳极,使弱含水层中带正电荷的水分子(自由水及结合水)向做阴极的点井管运动,由泵排出。

### **2.1.14 引渗井 self absorbing well**

重力水通过无管裸井或无泵管井自行或抽水下渗至下部含水层的井,分为引渗自降和引渗抽降两种。

### **2.1.15 潜埋井 buried well**

降水施工中,基坑或涵洞底部残留一定高度地下水,把抽水井埋到设计降水深度以下进行抽水,使地下水位降低满足设计降水深度要求的井。

### **2.1.16 降水试验 dewatering experiment**

降水施工前进行抽水试验、引渗试验或注水试验,测定水文地质参数或其它参数;检查降水效果,确定工程参数,供分析调整降水方案的试验。

2.1.17 降水工程检验 Engineering Dewatering inspection

指降水施工后,全部降水井、排水设施进行运转,对降水方案进行总体效果的检验。满足降水设计要求,稳定 24h 后,即进入降水监测与维护阶段。

2.1.18 工程环境 engineering environment

指工程建设与工程施工产生的环境影响,自然环境、人工环境、社会环境对工程建设与工程施工的制约作用。通过调查、预测、防治、管理,达到建设工程可持续发展的目的。

2.2 符 号

2.2.1 降水工程基本符号应符合表 2.2.1 的规定。

| 基 本 符 号      |         | 表 2.2.1 |
|--------------|---------|---------|
| 符 号          | 名 称     | 单 位     |
| $a$          | 导压系数    | $m^2/d$ |
| $b$          | 基础宽度    | $m$     |
| $B_r$        | 越流系数    |         |
| $D$          | 井(孔)直径  | $m, mm$ |
| $d$          | 管内直径    | $m, mm$ |
| $H$          | 潜水含水层厚度 | $m$     |
| $H_0$        | 静水位     | $m$     |
| $H_w$        | 井深度     | $m$     |
| $h_0$        | 动水位     | $m$     |
| $h_{\nabla}$ | 水位埋深    | $m$     |
| $h_w$        | 抽水井动水位  | $m$     |
| $\Delta h$   | 水头差     | $m$     |
| $K'$         | 垂直渗透系数  | $m/d$   |

| 符 号          | 名 称                          | 单 位               |
|--------------|------------------------------|-------------------|
| $L$          | 自渗井长度                        | m                 |
| $l$          | 过滤器长度                        | m                 |
| $l'$         | 过滤器淹没段长度                     | m                 |
| $M$          | 承压含水层厚度                      | m                 |
| $p$          | 污染指数                         |                   |
| $Q$          | 出水量                          | m <sup>3</sup> /d |
| $q$          | 降水井出水能力                      | m <sup>3</sup> /d |
| $r_i$        | 第 $i$ 个抽水井至观测孔或计算点的距离        | m                 |
| $r_0$        | 基坑等效半径                       | m                 |
| $S$          | 水位降深值                        | m                 |
| $S_w$        | 降水井水位降深                      | m                 |
| $S_{\Delta}$ | 降水深度                         | m                 |
| $S_r$        | 观测孔水位降深                      | m                 |
| $S_{r,t}$    | 任意距离、任意时间的水位降深               | m                 |
| $S$          | 承压水弹性释水系数, 潜水相当 $\mu$        |                   |
| $T$          | 导水系数                         | m <sup>2</sup> /d |
| $t$          | 时间                           | d, h, min, s      |
| $u$          | 井函数自变量 $u = \frac{r^2}{4at}$ |                   |
| $W(u)$       | 井函数, 同 $[-Ei(u)]$            |                   |
| $\varphi$    | 公称管或丝直径                      | m, d, mm          |
| $\mu$        | 潜水给水度                        |                   |
| $\alpha$     | 与含水层渗透系数有关经验系数               |                   |

### 3 基本规定

**3.0.1** 降水工程宜分为准备阶段、工程勘察、降水工程设计、降水工程施工、降水工程监测与维护、技术成果等六个基本程序。

**3.0.2** 降水工程准备应包括下列内容：

1 明确任务要求：

(1) 降水范围、深度、起止时间及工程环境要求；

(2) 了解掌握建筑物基础、地下管线、涵洞工程的平面图和剖面图；地面高程与基础底面高程；基坑(槽)、涵洞支护与开挖设计；相邻建筑物与地下管线的平面位置、基础结构和埋设方式条件等。

2 搜集降水工程场地与相邻地区的水文地质、工程地质、工程勘察等资料，以及工程降水实例。

3 进行降水工程场地踏勘，搜集降水工程勘察、降水工程施工的供水、供电、道路、排水及有无障碍物等现场施工条件。

**3.0.3** 工程勘察应满足降水工程设计要求；当不能满足降水工程设计要求时，应进行补充降水工程勘察。

**3.0.4** 降水工程设计与施工应自始至终进行信息施工活动，以提高降水工程设计水平与降水工程施工质量。

**3.0.5** 降水工程设计和降水工程施工应备有工程抢救辅助措施，保证降水工程顺利进行。

**3.0.6** 降水施工完成后，必须经过降水工程检验，满足降水设计深度后方可进入降水工程监测与维护阶段。

**3.0.7** 降水工程资料应及时分析整理，包括降水工程勘察、降水工程设计、降水工程施工和降水工程监测与维护及工程环境为主要内容的技术成果。

**3.0.8** 第四系土的分类与定名，应符合附录 A 的规定。

## 4 降水工程分类

### 4.1 一般降水工程

**4.1.1** 建筑与市政一般降水工程,应根据基础类型、基坑(槽)降水深度、含水层特征、工程环境及场地类型的复杂程度分类,按表 4.1.1 确定。

一般降水工程复杂程度分类

表 4.1.1

| 条 件                  |             | 复 杂 程 度 分 类                   |                                 |                           |
|----------------------|-------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
|                      |             | 简 单                           | 中 等                             | 复 杂                       |
| 基础类型                 | 条状 $b(m)$   | $b < 3.0$                     | $3.0 \leq b \leq 8.0$           | $b > 8.0$                 |
|                      | 面状 $F(m^2)$ | $F < 5000$                    | $5000 \leq F \leq 20000$        | $F > 20000$               |
| 降水深度 $S_{\Delta}(m)$ |             | $S_{\Delta} < 6.0$            | $6.0 \leq S_{\Delta} \leq 16.0$ | $S_{\Delta} > 16.0$       |
| 含水层特征<br>$K(m/d)$    |             | 单 层<br>$0.1 \leq K \leq 20.0$ | 双 层<br>$0.1 \leq K \leq 50$     | 多 层<br>$K < 0.1$ 或 $> 50$ |
| 工程环境影响               |             | 无严格要求                         | 有一定要求                           | 有严格要求                     |
| 场地类型                 |             | Ⅲ类场地,辅助工程措施简单                 | Ⅱ类场地,辅助工程措施较复杂                  | Ⅰ类场地,辅助工程措施复杂             |

**4.1.2** 一般降水工程复杂程度分类选择应以基础类型和降水深度为必要条件,同时尚应具备另一个条件,基础类型仅应取条状或面状一种。对降水工程场地类型应按现行行业标准《市政工程勘察规范》(CJJ 56)规定的场地分类并结合辅助工程措施确定。

### 4.2 特殊性降水工程

**4.2.1** 建筑与市政工程,当遇到基岩、水下及涵洞时,其降水工程

复杂程度分类应分别按表 4. 2. 1-1、表 4. 2. 1-2 及表 4. 2. 1-3 确定。

基岩降水工程复杂程度分类 表 4. 2. 1-1

| 条 件         | 复 杂 程 度       |                |                |
|-------------|---------------|----------------|----------------|
|             | 简 单           | 中 等            | 复 杂            |
| 构造裂隙性       | 无 构 造<br>裂隙均匀 | 有 构 造<br>裂隙不均匀 | 构造复杂<br>裂隙很不均匀 |
| 岩溶发育性       | 不 发 育         | 发 育            | 很 发 育          |
| 降水深度<br>(m) | 无严格要求         | 有一定要求          | 有严格要求          |
| 工程环境        | 无严格要求         | 有一定要求          | 有严格要求          |

水下降水工程复杂程度分类 表 4. 2. 1-2

| 条 件         | 复 杂 程 度          |                               |                   |
|-------------|------------------|-------------------------------|-------------------|
|             | 简 单              | 中 等                           | 复 杂               |
| 水体厚度<br>(m) | $H<0.5$          | $0.5\leq H\leq 2.0$           | $H>2.0$           |
| 降水深度<br>(m) | $S_{\Delta}<6.0$ | $6.0\leq S_{\Delta}\leq 16.0$ | $S_{\Delta}>16.0$ |
| 工程环境        | 无严格要求            | 有一定要求                         | 有严格要求             |

涵洞降水工程复杂程度分类 表 4. 2. 1-3

| 条 件                  | 复 杂 程 度 |                     |         |
|----------------------|---------|---------------------|---------|
|                      | 简 单     | 中 等                 | 复 杂     |
| 洞形规则性                | 规 则     | 不 规 则               | 很不规则    |
| 底板以上含<br>水体厚度<br>(m) | $H<0.5$ | $0.5\leq H\leq 2.0$ | $H>2.0$ |

| 条 件         | 复 杂 程 度            |                                 |                     |
|-------------|--------------------|---------------------------------|---------------------|
|             | 简 单                | 中 等                             | 复 杂                 |
| 降水深度<br>(m) | $s_{\Delta} < 6.0$ | $6.0 \leq s_{\Delta} \leq 16.0$ | $s_{\Delta} > 16.0$ |
| 工程环境        | 无严格要求              | 有一定要求                           | 有严格要求               |

**4.2.2** 特殊性降水工程复杂程度的每种分类至少应满足三个条件,其中水下降水可按两个条件确定。对基岩降水可不考虑第四系地层覆盖厚度。基岩、岩溶两种类型同时出现时宜按复杂程度高的条件确定。

## 5 降水工程勘察

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 降水工程勘察的内容和工作量应根据降水设计和施工的技术要求及降水工程复杂程度分类等确定。

**5.1.2** 降水工程勘察应在现场踏勘后编写降水工程勘察纲要；降水工程用图应与主体工程的初步设计或施工图采用的比例尺一致。

**5.1.3** 降水工程勘察应包括下列内容：

1 搜集当地已有的水文气象、地质图、水文地质、工程地质、环境地质、工程环境等资料；

2 查明地下水类型，含水层与隔水层的空间分布，地下水渗透性，地下水水位动态，水质动态，地下水的补给、径流、排泄，地下水与地表水关系；

3 查明第四系土的物理、力学、化学性质与分布；特殊土的分布和有关指标；不良地质现象；

4 查明基岩、裂隙、构造、岩溶、地表水体、涵洞与降水工程的影响关系；

5 查明降水工程对地上建筑、市政工程，地下设施，水土资源等的影响，以及对降水工程的制约作用；

6 按场地适宜条件确定降水试验方法。

**5.1.4** 降水工程勘察应提交技术成果和提出有关建议。

### 5.2 勘察孔(井)布置

**5.2.1** 勘察孔(井)的布置应符合下列规定：

1 控制降水范围内的水文地质条件；

2 每个含水层不应少于一个勘探孔、一个抽水试验井、一个观测孔；

3 试验井的功能应结合降水工程的需要布置；

4 观测孔的布置与试验井的距离宜为 1~2 倍含水层厚度；

5 勘探孔布置应能控制降水范围内地层的平面分布和查明基坑底部以下的含水层；

6 勘探孔、试验井、观测孔的数量应根据降水工程复杂程度按表 5.2.1 的规定布置；

降水勘察孔(井)数量表(个)

表 5.2.1

| 复杂程度 | 勘 探 孔 | 试 验 井 | 观 测 孔 |
|------|-------|-------|-------|
| 简 单  | 1     | 1     | 1     |
| 中 等  | 2~3   | 1~2   | 2~4   |
| 复 杂  | >3    | >2    | >4    |

7 在降水深度范围内,当遇有软土、盐渍土、湿陷性黄土、红粘土、冻土、膨胀土、污染土、残积土等特殊土时,应增加勘察孔和室内特殊项目试验。

**5.2.2** 勘探孔应符合下列规定：

1 深度应大于降水深度的 2 倍；

2 孔径  $d$  不宜小于 90mm。

**5.2.3** 试验井应符合下列规定：

1 深度不得小于降水深度的 1.5 倍；

2 井管直径  $d$  在松散层中不得小于 200mm,在基岩中不得小于 150mm；

3 过滤器结构应符合《供水水文地质勘察规范》(GBJ27—88)的有关要求；

4 沉砂管长度宜为 1~2m；

5 水泵置入应位于降水深度下不少于 2m。

**5.2.4** 观测孔应符合下列规定：

1 深度应达到需要观测某一含水层的层底；

2 孔径宜为 50~100mm。

## 5.3 降 水 试 验

### 5.3.1 抽水试验井洗井应符合下列要求:

- 1 试验井应在下管、填料后立即洗井;
- 2 洗井的时间应按含砂量小于万分之一确定;
- 3 洗井时应同步进行观测孔水位观测。

### 5.3.2 抽水试验应符合下列要求:

- 1 简单降水工程至少做一个单井试验和两次降水深度,其中一次最大降水深度应接近基坑底板设计深度;
- 2 抽水试验其稳定延续时间不得少于 6h;当抽水不稳定时,其延续时间不得小于 24h;
- 3 应观测出水量  $Q$  和水位降深  $s_w$ ,其观测次数与时间间隔应按表 5.3.2 的规定记录。

水位水量观测时间间隔表

表 5.3.2

| 观 测 内 容       | 观测次数与时间间隔 |   |   |   |    |    |           |
|---------------|-----------|---|---|---|----|----|-----------|
|               | 观测次数      | 5 | 5 | 5 | 3  | 3  | $\geq 3$  |
| 出水量及<br>水位降深值 | 时段(min)   | 1 | 3 | 5 | 10 | 30 | $\geq 60$ |

### 4 出水量、水位的观测精度应符合下列规定:

- (1) 出水量的观测误差应小于 5%;
- (2) 水位降深值的观测允许误差为  $\pm 5\text{mm}$ 。

### 5.3.3 引渗试验应符合下列规定:

- 1 宜设 1~2 个引渗试验井在降水影响半径之内。在试验井周围宜设 2~6 个观测孔,其深度应至下伏含水层中 3~5m。
- 2 引渗时应观测稳定水位、引渗时间、引渗速度、渗入水量。并应分析引渗效果,确定引渗井数量。

### 5.3.4 注水试验应符合下列规定:

- 1 室内注水试验应符合现行国家标准《土工试验方法标准》(GBJ 123)的有关要求。

2 现场注水试验应符合下列规定:

(1) 选择具代表性注水地层,采用直径为1.0m,高度为1.0m的铁环压入地面0.2m后,清除环内土层并按环的直径范围继续清挖0.8m为止,再压环顶与地面平,环底土层应整平和保持原状,并在1/2处划一水位线。

(2) 环中注水,使注水位与水位线始终保持一致。应记录注水量和稳定时间,分析评价注水条件、注水效果和计算渗透系数,并应确定注水井的数量。

## 5.4 水文地质参数

5.4.1 水文地质参数计算应符合下列规定:

1 应采用现场观测孔的资料计算渗透系数  $K'$ 、影响半径  $R$  和弹性释水系数  $S$ ;

2 参数计算公式的选择应符合降水场地水文地质的适用条件;

3 应选择接近设计降水深度的水位降深值,并计入水跃值的影响,计算水文地质参数。

5.4.2 渗透系数  $K'$  值应按下列方法进行计算:

1 当具有单井抽水试验资料时,应根据  $Q-S(\Delta h^2)$  关系曲线,采用抽水井的出水量  $Q$  和水位降深  $S$  稳定值,按稳定流公式计算承压完整井、潜水完整井及承压转潜水井各条件下的  $K'$  值;

2 当具有观测孔抽水试验资料时,应根据  $Q-S(\Delta h^2)$  与  $\lg y$  关系曲线和抽水井出水量,按稳定流公式计算潜水完整井、承压完整井、承压转潜水井各条件下的  $K'$  值;

3 当具有定流量抽水和观测孔资料,并符合泰斯公式假定条件时,应根据任意距离  $r$ 、任意时间  $t$  的水位降深  $S_{r,t}$  的非稳定关系,可采用双对数或半对数或直线斜率法的非稳定流公式计算  $K'$  值;

4 当具有越流补给条件时,可采用  $S-\lg y$  关系曲线上拐点处的斜率确定  $K'$  值。

- 5.4.3** 宜采用下列方法之一计算影响半径  $R$  值；
- 1 已知  $K'$  值时应采用稳定流公式计算  $R$  值；
  - 2 可根据观测孔水位资料计算确定  $R$  值；
  - 3 当没有观测孔资料时，可利用稳定流公式与符合适用条件的经验公式，按渗透系数和影响半径迭代计算求出  $R$  值。
- 5.4.4** 其它承压水弹性释水系数、导水系数、给水度等可按有关规范规定计算确定。
- 5.4.5** 引渗试验求渗透系数  $K'$  值应按式(5.4.5)计算。

$$K' = \frac{Q}{F} \cdot I \quad (5.4.5)$$

式中  $I = \frac{H}{L} = 1$

$Q$ ——稳定渗入量( $\text{m}^3/\text{d}$ )；

$F$ ——引渗井断面积( $\text{m}^2$ )；

$K'$ ——垂直渗透系数( $\text{m}/\text{d}$ )；

$L$ ——渗透长度( $\text{m}$ )。

- 5.4.6** 当降水工程影响地基液化时，应提供毛细水高度。毛细水高度可按下列土质取值：粘土为  $0.4 \sim 1.0\text{m}$ ，粉土为  $0.2 \sim 0.4\text{m}$ ，砂土为  $0.05 \sim 0.2\text{m}$ 。

对特殊土的毛细水高度应根据实际观测资料确定。

## 5.5 特殊性降水工程勘察

- 5.5.1** 基岩裂隙水地区勘察应符合下列规定：

- 1 降水工程勘察应包括下列主要内容：
  - (1) 基岩风化程度、范围和深度；
  - (2) 构造裂隙性质、分布、发育情况、产状特征；
  - (3) 基岩裂隙的导水性、充填物和岩脉阻水性；
  - (4) 地下水的补给、径流、排泄条件以及泉水的形成；
  - (5) 地下水(泉水)水位、水量、水质动态及预测；
  - (6) 预测构造断层破碎带“突水”可能性。
- 2 降水工程勘察工作应符合下列要求：

- (1) 应充分利用物探查明基岩构造和裂隙发育;
- (2) 勘察工作量应能控制主要含水构造和破碎带。

### **5.5.2 岩溶地区降水勘察应符合下列规定:**

#### **1 降水工程勘察应包括下列主要内容:**

(1) 查明第四系地层的岩性、厚度、分布,第四系地层与下伏岩溶的接触关系;

(2) 重点查明浅层岩溶、溶洞、漏斗、暗河、石芽、凹谷、土洞、串珠状洼地等现象的发育程度、形态、成因及充填物;查明深层岩溶发育规律;浅层与深层岩溶的关系;

(3) 查明岩溶发育与地貌、构造、岩性的关系;

(4) 查明岩溶地下水的补给、径流、排泄条件以及泉水露头的成因和条件;

(5) 观测地下水或泉水水位、水量、水质的动态及预测;

(6) 预测降水工程影响范围,应判断产生地面沉降、淘空、塌陷的可能性及开挖后产生“扩泉”、“放水”的可能性。

#### **2 降水工程勘察工作应符合下列要求:**

(1) 充分利用地面调查和物探,查清岩溶分布和发育规律;

(2) 勘察工作布置应能控制降水范围和外围地区水力联系;

(3) 勘察孔数量应能控制主要岩溶发育带和深层岩溶发育带的状况。

### **5.5.3 水下降水工程勘察应符合下列规定:**

#### **1 降水工程勘察应包括下列主要内容:**

(1) 地表水(海水、河渠、湖塘、水库等)分布,规模与数量;

(2) 查明地表水的多年、年内、施工期的水位变动幅度、流速、流向、潮汐、浪爬高度、风速、水文气象、水道变迁等动力特征;

(3) 查明地表水的含砂量和水下沉积物特征;

(4) 查明地表水和地下水的关系;地表水与地下水的转换途径及开挖状态地下水动力特征;

- (5) 预测降水状态可能产生的不良地质现象和工程环境影响;
- (6) 查明水下地层的物理、力学、化学性质;
- (7) 着重进行开挖状态的降水试验,保证基坑(槽)的稳定性。

## 2 水下勘察工作应符合下列要求:

- (1) 勘察控制范围应大于降水范围 1 倍;
- (2) 勘探孔深度宜为基坑深度的 2~3 倍;
- (3) 筑岛造陆后应补充降水工程勘察和进行降水试验。

## 3 水下勘察孔(井)施工应符合下列要求:

(1) 试验井、观测孔、勘探孔的水下钻探宜采用套管钻进,并使用薄壁取土器采取土样;

(2) 水上钻探应使用可升降的栈桥工作台、固定浮台、固定船台和筑岛;海上钻探要求抗击 8 级以上风浪;

(3) 勘探点的定位要求准确,定位允许偏差 $\pm 0.5\text{m}$ ;

(4) 具有可靠的水上和陆地通讯联络设备;

(5) 随时掌握天气预报资料,当达到 6 级风浪时应停止工作。

### 5.5.4 涵洞降水工程勘察应符合下列原则:

#### 1 降水工程勘察应包括下列主要内容:

(1) 查明涵洞顶底板和侧壁的地层、岩性、裂隙、构造的富水程度和物理力学性质;

(2) 查明和预测涵洞顶底板和侧壁或涵洞为双洞或体积很大时降水前后的稳定性及可能产生的不良现象;

(3) 查明地下水类型、分布、水位和补排关系;

(4) 预测洞涵降水水位水量,提出可供选择的降水技术方法。

#### 2 降水勘察工作应符合下列规定:

(1) 勘察孔(井)宜沿涵洞轴线两侧的涵洞外侧 4.0m 交错布置;

(2) 勘察孔(井)的深度应穿越涵洞底板以下含水层,不少于 10.0m;

(3) 地层分布均匀时至少取一段涵洞进行降水试验;当地层分布不均匀时,应增加降水试验段。

## 6 降水工程设计

### 6.1 一般规定

#### 6.1.1 降水工程设计应符合下列原则：

- 1 降水工程技术要求明确；
- 2 降水工程勘察资料应准确无误；
- 3 降水工程设计应进行多方案对比分析后选择最优降水方案；
- 4 降水工程设计应重视工程环境问题，防止产生不良工程环境影响。

#### 6.1.2 降水工程设计资料依据应包括下列主要内容：

- 1 建筑与市政工程降水的技术要求，包括降水范围、降水深度、降水时间、工程环境影响等；
- 2 降水勘察资料齐全；
- 3 建筑物与市政工程基础平面图、剖面图，包括相邻建筑物、构筑物位置及基础资料；
- 4 基坑、基槽开挖支护设计和施工程度；
- 5 现场施工条件。

#### 6.1.3 降水工程设计应包括下列主要内容：

- 1 任务依据；
- 2 论述降水地质条件、工程环境和现场条件；
- 3 选择确定降水技术方法；
- 4 降水技术方案应根据地基基础平面形状、技术要求和降水地质条件，把选择的降水井和排水设施的数量和位置布置在图上，组成降水方案布置图并加以说明；
- 5 预测计算降水水位和水量；

- 6 提出降水工程的辅助措施和补救措施；
- 7 对工程环境问题应专门设计；
- 8 编制降水施工组织程序、施工安排及安全生产的要求；
- 9 提出降水施工、降水监测与维护的有关要求；
- 10 编制降水工程量统计表、设备材料表、加工计划表、工期安排表、工程概预算表；
- 11 绘制降水施工布置图、降水设施结构图、降水水位预测曲线平面与剖面图。

## 6.2 降水技术方法选择

**6.2.1** 降水工程设计采用的技术方法，可根据降水深度、含水层岩性和渗透性，按表 6.2.1 选择确定。

降水技术方法适用范围

表 6.2.1

| 降水技术方法 | 适合地层            | 渗透系数(m/d)      | 降水深度(m)          |
|--------|-----------------|----------------|------------------|
| 明排井(坑) | 粘性土、砂土          | $<0.5$         | $<2$             |
| 真空点井   | 粘性土、粉质粘土<br>砂 土 | $0.1\sim20.0$  | 单级 $<6$ 多级 $<20$ |
| 喷射点井   |                 | $0.1\sim20.0$  | $<20$            |
| 电渗点井   | 粘性土             | $<0.1$         | 按井类型确定           |
| 引渗井    | 粘性土、砂土          | $0.1\sim20.0$  | 由下伏含水层的埋藏和水头条件确定 |
| 管 井    | 砂土、碎石土          | $1.0\sim200.0$ | $>5$             |
| 大口井    | 砂土、碎石土          | $1.0\sim200.0$ | $<20$            |
| 辐射井    | 粘性土、砂土、砾砂       | $0.1\sim20.0$  | $<20$            |
| 潜埋井    | 粘性土、砂土、砾砂       | $0.1\sim20.0$  | $<2$             |

**6.2.2** 明排井(坑)应符合下列要求：

1 适用条件：

(1) 不易产生流砂、流土、潜蚀、管涌、淘空、塌陷等现象的粘性土、砂土，碎石土的地层；

(2) 基坑或涵洞地下水位超出基础底板或洞底标高不大于

2. 0m。

## 2 布置原则:

(1) 基坑周围或坑道边侧设置明排井、排水管沟,应与侧壁保持足够距离;

(2) 明排井、排水管沟不应影响基坑和涵洞施工。

## 6. 2. 3 点井降水应符合下列要求:

### 1 适用条件:

(1) 粘土、粉质粘土、粉土的地层;

(2) 基坑(槽)边坡不稳,易产生流土、流砂、管涌等现象;

(3) 地下水位埋藏小于 6. 0m,宜用单级真空点井;当大于 6. 0m 时,场地条件有限宜用喷射点井、接力点井;场地条件允许宜用多级点井;

(4) 基坑场地有限或在涵洞、水下降水的工程,根据需要可采用水平、倾斜点井降水方法。

### 2 布置原则:

(1) 真空点井沿基坑周围布置成线状、封闭状。点井间距 0. 8~2. 0m,距边坡线至少 1. 0m。采用水平点井时,点井布置在含水层的中下部;采用倾斜点井时,点井应穿过目的含水层;采用多级点井时,点井的基坑平台级差宜为 4~5m;

(2) 喷射点井间距 1. 5~3. 0m;

(3) 电渗点井管(阴极)应布置在钢筋或管制成的电极棒(阳极)外侧 0. 8~1. 5m,露出地面 0. 2~0. 3m;

(4) 接力点井的降水深度大于单级点井降水深度时,其点井间距可略大于单级点井间距,并应由试验确定。

## 6. 2. 4 引渗井降水应符合下列要求:

### 1 适用条件:

(1) 当含水层的下层水位低于上层水位,上层含水层的重力水可通过钻孔引导渗入到下部含水层后,其混合水位满足降水要求时,可采用引渗自降;

(2) 通过井孔抽水,使上层含水层的水通过井孔引导渗入到

下层含水层,使其水位满足降水要求时,可采用引渗抽降;

(3) 当采用引渗井降水时,应预防产生有害水质污染下部含水层。

## 2 布置原则:

(1) 引渗井可在基坑内外布置,井间距根据引渗试验确定,井距宜为 2.0~10.0m;

(2) 引渗井深度,宜揭穿被渗层,当厚度大时,揭进厚度不宜小于 3.0m。

### 6.2.5 管井降水应符合下列要求:

#### 1 适用条件:

(1) 第四系含水层厚度大于 5.0m;

(2) 基岩裂隙和岩溶含水层,厚度可小于 5.0m;

(3) 含水层渗透系数  $K'$  值宜大于 1.0m/d。

#### 2 布置原则:

(1) 降水管井应布置在基坑边线 1.0m 以外;

(2) 根据抽水试验的浸润曲线,当井间地下分水岭的水位,低于设计降水深度时,应反算井距和井数;

(3) 基坑范围较大时,允许在基坑内临设降水管井和观测孔,其井、孔口高度宜随基坑开挖而降低。

### 6.2.6 大口井降水应符合下列要求:

#### 1 适用条件:

(1) 第四系含水层,地下水补给丰富,渗透性强的砂土、碎石土;

(2) 地下水位埋藏深度在 15.0m 以内,且厚度大于 3m 的含水层。当大口井施工条件允许时,地下水位深度可大于 15m;

(3) 布设管井受场地限制,机械化施工有困难。

#### 2 布置原则:

(1) 大口井井周距基坑边侧处应大于 1.0m;

(2) 大口井可单独使用,亦可同引渗井、管井、辐射井组合使用;

(3) 特殊施工条件下,也可布置在基坑中心,采用潜埋井技术。

#### **6.2.7 辐射井降水应符合下列要求**

##### **1 适用条件:**

- (1) 降水范围较大或地面施工困难;
- (2) 粘性土、砂土、砾砂地层;
- (3) 降水深度 4~20m。

##### **2 布置原则:**

(1) 辐射井的布置,应使其辐射管最大限度的控制基坑降水范围;

(2) 当含水层较薄时,宜单层对应均匀设置辐射管,辐射管的根数,宜每层采用 6~8 根;含水层较厚或多层时,宜设多层辐射管或倾斜辐射管;

(3) 最下层辐射管距井底应大于 1.0m;

(4) 辐射管的长度宜为 20~50m;

(5) 辐射管直径宜为 5~15cm。

#### **6.2.8 潜埋井降水应符合下列要求:**

##### **1 适用条件:**

- (1) 基坑或涵洞底部含水层可为粘土、砂土或砾砂;
- (2) 因降水条件限制,基坑或涵洞底部残留水体宜小于 2.0m。

##### **2 布置原则:**

(1) 潜埋井应布置在排降残存水影响最大的部位;

(2) 潜埋井应考虑基坑出土、排水、封底的方便。

#### **6.2.9 当各种降水技术方法具有互补性时,可组合使用。**

### **6.3 降水井布置**

#### **6.3.1 降水井的平面布置应符合下列要求:**

1 条状基坑宜采用单排或双排降水井,布置在基坑外缘的一侧或两侧,在基坑端部,降水井外延长度应为基坑宽度的 1~2 倍;选择单排或双排应依预测计算确定;

2 面状基坑降水井宜在基坑外缘呈封闭状布置,距边坡线  $1 \sim 2\text{m}$ ;当面状基坑很小时,可考虑单个降水井;

3 对于长宽度很大、降水深度不同的面状基坑,为确保基坑中心水位降深值满足设计要求或为加快降水速度,可在基坑内增设降水井,并随基坑开挖而逐渐失效;

4 在基坑运土通道出口两侧应增设降水井,其外延长度不少于通道口宽度的一倍;

5 采用辐射井降水时,辐射管的长度和分布应能有效地控制基坑范围;

6 降水井的布置可在地下水补给方向适当加密,排泄方向适当减少。

### 6.3.2 降水井的深度应符合下列要求:

1 降水井的深度应根据降水深度,含水层的埋藏分布、地下水类型,降水井的设备条件以及降水期间的地下水位动态等因素确定。

2 降水井的深度可按式(6.3.2)确定。

$$H_w = H_{w1} + H_{w2} + H_{w3} + H_{w4} + H_{w5} + H_{w6} \quad (6.3.2)$$

式中  $H_w$ ——降水井深度(m);

$H_{w1}$ ——基坑深度(m);

$H_{w2}$ ——降水水位距离基坑底要求的深度(m);

$H_{w3}$ —— $i\gamma_0$ ;  $i$  为水力坡度,在降水井分布范围内宜为  $1/10 \sim 1/15$ ;  $\gamma_0$  为降水井分布范围的等效半径或降水井排间距的  $1/2$ (m);

$H_{w4}$ ——降水期间的地下水位变幅(m);

$H_{w5}$ ——降水井过滤器工作长度;

$H_{w6}$ ——沉砂管长度(m)。

6.3.3 降水井的最终位置包括井数、井深、井距,应根据降水场地的水位预测计算与降水方案优化确定。

6.3.4 降水工程设计还应设计降水观测孔在降水施工、降水监测

与维护中控制地下水动态,降水观测孔布置应符合下列规定:

- 1 降水工程勘察的勘察孔和降水工程设计的降水井宜作为降水观测孔;
- 2 在降水施工中应布置在基坑(槽)中心、最远边侧、井内分水岭,降水状态地下水位最高的地段,特殊降水工程应专门设计;
- 3 在有条件的降水施工中可有规律的布置,沿地下水流向和垂流向,布置 1~2 排,每排不少于 2 个;
- 4 应在降水区和临近建筑物、构筑物之间宜布置 1~2 排,每排不少于 2 个,进行降水施工和降水监测与维护期观测;
- 5 临近地表水体、降水施工和降水监测与维护期应布置一定数量的降水观测孔进行观测;
- 6 降水观测孔的深度和结构,应与降水工程勘察的观测孔一致;
- 7 降水监测与维护期的降水观测孔数量,简单工程不得少于 1 个,中等工程应为 2~3 个,复杂工程不得少于 3 个。

## 6.4 降水出水量计算

**6.4.1** 降水出水量计算应包括基坑出水量和单个降水井的出水量。

**6.4.2** 基坑出水量计算应根据地下水类型、补给条件,降水井的完整性、以及布井方式等因素,合理选择计算公式。

**6.4.3** 面状基坑的出水量可按下列公式计算:

1 潜水完整井

$$Q = \frac{1.366K'(2H-S)S}{n \lg R - \lg(r_1 \cdot r_2 \cdots r_n)} \quad (6.4.3-1)$$

或

$$Q = \frac{1.366K'(2H-S)S}{\lg R - \lg r_0} \quad (6.4.3-2)$$

2 承压水完整井

$$Q = \frac{2.73K' MS}{\lg R - \frac{1}{n}(r_1 \cdot r_2 \cdot r_3 \cdots r_n)} \quad (6.4.3-3)$$

或

$$Q = \frac{2.73K' MS}{\lg R - \lg r_0} \quad (6.4.3-4)$$

**6.4.4 条状基坑出水量可按下列公式计算:**

**1 潜水完整井**

$$Q = L' K' \frac{H^2 - \bar{h}^2}{R} \quad (6.4.4-1)$$

或

$$Q = nQ' = n \frac{\pi K' (2H - S_w) S_w}{\ln \left( \frac{d'}{\pi r_w} \right) + \frac{\pi R}{2d'}} \quad (6.4.4-2)$$

**2 承压水完整井**

$$Q = 2L' K' \frac{MS}{R} \quad (6.4.4-3)$$

或

$$Q = nQ' = n \frac{2\pi K' MS_w}{\ln \left( \frac{d'}{\pi r_w} \right) + \frac{\pi R}{2d'}} \quad (6.4.4-4)$$

式中

$Q$ ——基坑出水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$Q'$ ——降水干扰单井出水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$S$ ——基坑设计水位降深值( $\text{m}$ );

$S_w$ ——降水干扰井设计水位降深值( $\text{m}$ );

$r_0$ ——基坑范围的引用半径( $\text{m}$ );

$r_0 = \sqrt[n]{r_1 \cdot r_2 \cdot r_3 \cdots r_n}$ ——降水干扰井群分别至基坑中心点的距离( $\text{m}$ );

$n$ ——降水井数(个);

$\bar{h}$ ——抽水前与抽水时含水层厚度的平均值( $\text{m}$ );

$L'$ ——条状基坑长度( $\text{m}$ );

$l$ ——过滤器工作部分长度(m);

$d'$ ——降水干扰井间距之半(m);

$r_w$ ——降水井半径(m);

$R$ ——影响半径(m)。

**6.4.5** 在降水设计中,单井出水量应小于单井出水能力。单井出水能力可按下列数值和方法确定:

1 真空点井的出水量可按  $1.5 \sim 2.5 \text{ m}^3/\text{h}$  选用;

2 喷射点井的出水量可按表 6.4.5-1 选用。

喷射点井出水量

表 6.4.5-1

| 型 号          | 外管<br>直径<br>(mm) | 喷射器              |                   | 工作水压力<br>(MPa) | 工作水流量<br>( $\text{m}^3/\text{h}$ ) | 单井出水量<br>( $\text{m}^3/\text{h}$ ) | 适用含水层<br>渗透系数<br>( $\text{m}/\text{h}$ ) |
|--------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
|              |                  | 喷嘴<br>直径<br>(mm) | 混合室<br>直径<br>(mm) |                |                                    |                                    |                                          |
| 1.5 型<br>并列式 | 38               | 7                | 14                | 0.60~0.80      | 4.70~6.80                          | 4.22~5.76                          | 0.10~5.00                                |
| 2.5 型<br>圆心式 | 68               | 7                | 14                | 0.60~0.80      | 4.60~6.20                          | 4.30~5.76                          | 0.10~5.00                                |
| 4.0 型        | 100              | 10               | 20                | 0.60~0.80      | 9.60                               | 10.80~16.20                        | 5.00~10.00                               |
| 6.0 型<br>圆心式 | 162              | 19               | 40                | 0.60~0.80      | 30.00                              | 25.00~30.00                        | 10.00~20.00                              |

3 降水管井的出水能力应选择群井抽水中水位干扰影响最大的井,按公式(6.4.5-1)确定:

$$q = \frac{l' d}{\alpha'} \times 24 \quad (6.4.5-1)$$

式中  $q$ ——管井出水能力( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$d$ ——过滤器外径(mm);

$\alpha'$ ——与含水层渗透系数有关经验系数;

$l'$ ——过滤器淹没段长度(m)。

4 含水层的经验系数  $\alpha'$  值,可按表 6.4.5-2 确定。

| 含水层渗透系数<br>$K'$ (m/d) | $d$                     |                      |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|
|                       | 含水层厚度 $\geq 20\text{m}$ | 含水层厚度 $< 20\text{m}$ |
| 2~5                   | 100                     | 130                  |
| 5~15                  | 70                      | 100                  |
| 15~30                 | 50                      | 70                   |
| 30~70                 | 30                      | 50                   |

## 6.5 降水水位预测

**6.5.1** 降水水位的预测计算应符合下列要求：

- 1 合理选择水位预测计算公式；
- 2 预测计算降水区内的任意点地下水位，均能满足降水深度的要求；
- 3 在降水水位预测计算过程中，应考虑井周三维流、紊流的附加水头影响。

4 设计采用的渗透系数  $K'$  值应接近设计降水深度水位降深资料计算的  $K'$  值。

**6.5.2** 管井降水水位预测可按下列公式进行计算。

1 面状基坑

(1) 潜水完整井：

非稳定流：

$$S_{r,t} = H - \sqrt{H^2 - \frac{Q \ln \frac{2.25at}{\sqrt[n]{r_1^2 \cdot r_2^2 \cdot r_3^2 \cdots r_n^2}}}{2\pi K'}}} \quad (6.5.2-1)$$

当  $\frac{r_i^2}{4at} \leq 0.1$  时采用

稳定流：

$$S = H - \sqrt{H^2 - \frac{Q}{1.366K'} \left[ \lg R - \frac{1}{n} \lg (r_1 \cdot r_2 \cdot r_3 \cdots r_n) \right]} \quad (6.5.2-2)$$

(2) 承压水完整井:

非稳定流:

$$S_{r,t} = \frac{Q \ln \frac{2.25at}{\sqrt[n]{r_1^2 \cdot r_2^2 \cdot r_3^2 \cdots r_n^2}}}{4\pi K' M} \quad (6.5.2-3)$$

当  $\frac{r_i^2}{4at} \leq 0.1$  时采用

稳定流:

$$S_r = \frac{0.366Q}{MK'} [\lg R - \frac{1}{n} \lg (r_1 \cdot r_2 \cdot r_3 \cdots r_n)] \quad (6.5.2-4)$$

## 2 条状基坑

除可按公式(6.5.2-1), (6.5.2-2), (6.5.2-3), (6.5.2-4)计算外, 也可按公式(6.5.2-5), (6.5.2-6)计算。

(1) 潜水完整井

$$S_x = H - \sqrt{h_1^2 + \frac{X}{R} (H^2 - h_1^2)} \quad (6.5.2-5)$$

(2) 承压水完整井

$$S_x = H_1 - \left[ h_2 + \frac{H_1 - h_2}{R} X \right] \quad (6.5.2-6)$$

式中  $S_{r,t}$ ——任意距离, 任意时间的水位降深(m);

$a$ ——含水层导压系数(m<sup>2</sup>/d);

$t$ ——抽水时间(d);

$M$ ——降水井排处的承压含水层厚度(m);

$H$ ——潜水含水层厚度(m);

$H_1$ ——承压含水层水头值(m);

$h_1$ ——降水井排处的含水层厚度(m);

$h_2$ ——降水井排处的承压水水头值(m);

$X$ ——任意点至井排的距离(m);

$S_x$ ——距井排处的水位下降值(m);

$r_i$ —— $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$  降水井至任意计算点的距离(m)。

**6.5.3** 当采用点井或辐射井技术进行降水, 点井、辐射井的总出

水能力大于基坑出水量一倍以上时,可不进行基坑降水水位预测计算。

**6.5.4** 采用引渗井降水的工程,除布设引渗井的引渗能力应大于基坑实际出水量外,尚应计算引渗条件下的下层含水层水位升值,其水位应低于降水水位。

**6.5.5** 降水水位预测计算,也可根据多孔抽水试验,按实测抽水影响范围内不同距离的观测孔水位降深资料,建立相应的统计方程,计算不同布井条件下的基坑降水水位的统计预测值。

**6.5.6** 对于降水地质条件复杂的降水工程,在具备资料,工期允许的条件下,也可采用数值法或物理模拟试验进行降水水位预测计算。

**6.5.7** 特殊工程降水应符合下列要求:

1 基岩裂隙地区

(1) 设计井位应能控制风化层厚度和构造;

(2) 出水量、水位预测应用裂隙水有关公式计算,还须经实际抽水资料验证;

(3) 降水水位水量预测的同时,也要预测和观测是否沟通区域构造和含水层。

2 岩溶地区

(1) 设计井位应能控制岩溶构造裂隙和主要岩溶发育带;

(2) 出水量、水位预测应以实际观测和试验资料为依据;

(3) 防止钻探后“扩泉”、“放水”现象发生,并有辅助工程措施;

(4) 降水水位水量预测的同时,也要对相邻地区泉水衰减、地面沉降、地面塌陷进行预测和观测。

3 水下降水

(1) 应设计选择可靠的围堰、筑岛、栈桥等排除地表水技术方法,严禁地表水向基坑渗漏;

(2) 基坑降水设计中,必要时可采用堵截工程措施,并应注意试验与观测;

(3) 在允许条件下,基坑降水可与基础结构施工相结合。

#### 4 涵洞降水

(1) 条件允许时,应首先采用地面排水技术方法;

(2) 涵洞内降水设计不应影响土石方施工;

(3) 涵洞底侧降水设计,宜采用水平点井方法,其长度应大于一个施工段,也可采用潜埋井方法。

(4) 预测水位、水量的同时,应预测“突水”、“塌拱”的可能性。

**6.5.8** 在降水水位预测计算的同时,也要对可能出现的沉降、流砂、流土、管涌、潜蚀、边坡不稳等工程环境影响进行预测计算。

## 7 降水工程施工

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 降水工程施工应按降水工程设计实施,完成降水方案的降水井和排水设施的全过程,经过降水试验合格,则降水施工结束。

**7.1.2** 降水工程设计应编写“降水工程施工纲要”。应包括工程概况、施工要求、技术方法、工程布置、工程数量、施工组织、设备材料、加工计划、降水井与排水设施,施工程序,工程措施与辅助措施,质量检查与安全措施,工期安排,工程环境,工程经济,并附有关图表。

**7.1.3** 根据“降水工程施工纲要”施工,发现有与降水工程设计不符之处,应及时调整设计或在现场采取辅助措施。

### 7.2 降水井施工安装

**7.2.1** 明排井结构应符合下列要求:

#### 1 施工要求

(1) 排水管沟与明排可随基坑(槽)的开挖水平和涵洞施工长度同步进行;

(2) 基坑侧壁出现分层渗水时,可按不同高程设置导水管、插铁板、砖砌沟或草袋墙等工程辅助措施;

(3) 基坑侧壁渗水量大或不能分层明排的,可采用水平降水或其它技术方法。

#### 2 安装要求

(1) 排水沟可根据地层选择自然沟、梯形或V形明沟;采用铁或混凝土排水管(管径为200~500mm)时,应离开坡脚0.3m左右,坡度为0.1%~0.5%;

(2) 明排井(坑)一般直径为 0.5m,深度 1.0m,明排井抽水设备可采用离心泵或潜水泵,特殊情况可采用深井泵。

### 7.2.2 点井结构应符合下列规定:

#### 1 点井管材及设备

(1) 点井管管径采用 38~110mm,多数为 42~50mm 金属管,管长 6~10m,过滤管长 1.2~2.0m,孔隙率 15%,外包 1~2 层 60~80 目尼龙网或铜丝网;

(2) 点井泵为真空泵、射流泵、往复泵,用密封胶管或金属管连接各井;每个真空泵、往复泵带动 30~50 个真空点井;

#### 2 真空点井施工安装

(1) 垂直点井:对易塌易缩钻孔的松软地层,钻探施工应采用清水或稀泥浆钻进或高压水套管冲击施工;对于不易产生塌孔缩孔的地层,可采用长螺旋钻机施工成孔;清水或稀泥浆钻进,泵压不应低于 2MPa,流量不得小于 20m<sup>3</sup>/d;钻探深度达到设计孔深后,应加大泵量、冲洗钻孔、稀释泥浆,含泥量不宜大于 5%,返清水 3~5min;向点井内投入的滤料数量,应大于计算值 5%~15%,滤料填至地面以下 1.0~2.0m,再用粘土封孔;滤料直径为 0.4~0.6mm 的中粗砂为宜;

(2) 水平点井:采用水平钻机施工,钻探成孔后,将滤水管水平顶入,通过射流喷砂器将滤砂送至滤管周围。对容易塌孔地层可采用套管钻进,将水平点井管由套管中送入,再拔出套管,水平钻孔直径  $d$  为 89~146mm,长度为 20~80mm;水平点井全部或大部分采用过滤管,钢管直径为 50~110mm。芯管直径为 42~60mm;在基坑底部施工时,应注意排水排砂;

(3) 倾斜点井:按水平点井施工安装,根据需要调整角度,穿过多层含水层,倾向基坑外侧;

(4) 接力点井安装:上方出水口处,安装大直径射流器,喉管直径  $d$  为 96mm,增加降水深度;

(5) 多级点井:对于降水深度较大的基坑,可按不同深度的梯级平台设置真空点井,按不同高程的多级点井封闭,分别向坑外排

水。

### 3 喷射点井施工安装

(1) 喷射点井施工要求同真空点井,仅在点井管下部增加喷射器;

(2) 喷射点井的喷射器应由喷嘴、联管、混合室、负压室组成的,放在点井管的下部。

### 4 电渗点井施工安装

(1) 电渗点井管施工同真空点井,电极棒采用钢筋或铁管打入或钻入地下;

(2) 电渗点井井管做阴极(-),钢筋或铁管做阳极(+),阳极比阴极长  $0.5\sim 1.0\text{m}$ ,通电后带正电荷的水分子应能向点井管中运动集水。

## 7.2.3 引渗井施工安装应符合下列规定:

1 引渗井施工宜采用螺旋钻、工程钻成孔、对易缩易塌地层可用套管法成孔,钻进中自造泥浆;

2 裸井:成孔直径  $D$  为  $200\sim 500\text{mm}$ ,直接填入洗净的砂、砾或砂砾混合滤料,含泥量应小于  $0.5\%$ ;

3 管井:成孔后置入无砂混凝土滤水管、钢筋笼、铁滤水管,井周根据情况确定填滤料。

## 7.2.4 管井施工安装应符合下列规定:

### 1 施工要求

(1) 管井施工方法同供水管井,根据地层条件可选用冲击钻、螺旋钻、回转钻或反循环钻进,特殊条件可人工成孔;

(2) 钻探施工达到设计深度,宜多钻  $0.3\sim 0.5\text{m}$ ,用大泵量冲洗泥浆,减少沉淀,并应立即下管,注入清水,稀释泥浆比重接近  $1.05$  后,投入滤料,不少于计算量的  $95\%$ ,严禁井管强行插入坍塌孔底,滤料填至含水层顶板以上  $3\sim 5\text{m}$ ,改用粘土回填封孔不少于  $2\text{m}$ ;

(3) 由于降水管井分布集中,连续钻进,应及时进行洗井,不应搁置时间过长,或完成钻探后集中洗井;

(4) 完成管井施工洗井后,应进行单井试验性抽水;

(5) 做好钻探施工描述记录。

## 2 安装要求

(1) 当场地具备拔管回收条件时,可用钢管或铸铁及过滤器,不具备回收条件可用混凝土管或其它井管和过滤器;

(2) 管井孔径宜为 300~600mm,管径为 200~400mm,特殊情况不受限制;

(3) 管井过滤器、滤料、泥浆要求,应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》(GBJ 27)的规定。

### 7.2.5 大口井施工安装应符合下列规定:

#### 1 施工要求

(1) 宜采用沉井法、反循环法施工;条件允许亦可人工成井;

(2) 大口井施工应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》(GBJ 27)的规定。

#### 2 安装要求

(1) 多采用井底井壁同时进水,井体宜采用混凝土、钢筋混凝土材料,有条件地层也可采用石砌或砖砌井体;

(2) 井径宜为 0.8~4.0m,特殊情况不受限制。

### 7.2.6 辐射井施工安装应符合下列规定:

#### 1 施工要求

(1) 集水井施工宜采用沉井法或反循环钻机钻进,要求预留辐射管位置并对应相应含水层;

(2) 辐射管施工宜采用顶管机、水平钻机,个别情况也可采用千斤顶法。

#### 2 安装要求

(1) 辐射井直径  $D$  应大于 2.0m,应能满足井内辐射管施工为准;

(2) 集水井结构同大口井,但需在不同高程设置辐射管部位,增设施工辐射管用的钢筋混凝土圈梁;

(3) 辐射管规格应根据地层、进水量、施工长度,按附录 B 选

择；

(4) 辐射井宜封底防止进水，且可随钻进抽排水。

#### **7.2.7 潜埋井施工安装应符合下列规定：**

1 潜埋井结构宜采用集水坑、砖石砌井，无砂滤水管或铸铁滤水管；

2 在井中宜用离心泵、潜水泵抽降残存水；基坑(槽)封底时应预留出水管口；

3 潜埋井深度在基底底面 1.0m 以下；

4 停抽后迅速堵塞封闭出水管口，保证不溢水、渗水。

#### **7.2.8 各种技术方法不能完全把地下水位降低到设计降水深度或给施工带来不便时，可选择下列工程措施：**

1 基坑侧壁少量渗水时，可浅插小孔径滤水管排水；

2 基坑侧壁渗水较大时，可采用导水管、插铁板、码草袋、砖砌沟等方法导水至基坑明排井排出；

3 连续桩护坡桩间渗漏水，可采用喷护混凝土，桩间加孔灌注混凝土、粘土封堵；

4 局部地段集中渗漏水严重，可采用基坑外加降水井、井排；

5 基坑底部或拱顶、侧壁见水时，可采用速凝混凝土灌、喷护；

6 地表水底铺设粘土、塑膜等增加渗透路径；

7 当工程降水可能影响基坑稳定和地面沉降时，可采用人工回灌地下水；

8 基坑底部隆起时，可采用重压法、降水法。

### **7.3 施 工 程 序**

**7.3.1** 降水施工前应以降水工程设计为依据。明确降水工程范围，降水技术要求，确定工期期限，编制施工总进度计划和预估成本核算等。

**7.3.2** 施工现场应落实通水、通电、通路和平整场地，并应满足设备、设施就位和进场地条件。

- 7.3.3** 按“降水工程施工纲要”组织施工顺序。组织施工队伍,筹措施工设备,选择管材,明确成井工艺。
- 7.3.4** 对所有降水井、试验井、勘探孔、观测孔和排水设施,应按降水工程设计的数量和质量要求,严格进行连续施工按期完成。
- 7.3.5** 当施工过程中遇到降水设计与现场情况不符时,应进行现场调查分析,预测可能出现的问题,并提出修改降水设计方案。在设计人员同意下由施工人员实施。
- 7.3.6** 每个降水井、孔、排水设施竣工后,均应单独进行调试合格,方可进行降水检验。
- 7.3.7** 全部降水井、孔、排水设施经过降水检验后,尚应作好降水监测与维护。

## 7.4 验收规定

- 7.4.1** 管井、大口井、辐射井等竣工后,应按国家现行的《供水管井验收规范》的有关规定进行验收。当国家尚无标准规定时,可按设计要求进行验收。
- 7.4.2** 降水施工过程中改变降水设计方案,应具有设计人员与施工人员的洽商处理意见书,必要时尚应具有审批手续。
- 7.4.3** 全部降水运行时,抽排水的含砂量应符合下列规定:
- 1 粗砂含量应小于 1/5 万;
  - 2 中砂含量应小于 1/2 万;
  - 3 细砂含量应小于 1/1 万。
- 7.4.4** 验收时应提供施工记录、工程统计表、施工说明、洽商处理意见和审批文件等。
- 7.4.5** 全部降水井、排水设施的降水深度应符合下列要求:
- 1 在基坑中心、最远边侧、井间分水岭处和基坑底任意部位,实际降水深度应等于或深于设计预测的降水深度,并应稳定 24h。
  - 2 当局部地段不能满足设计降水深度时,应按工程辅助措施、补救措施的可行性进行评估。

## 8 降水工程监测与维护

### 8.1 降水监测

**8.1.1** 降水监测与维护期应对各降水井和观测孔的水位、水量进行同步监测。

**8.1.2** 降水井和观测孔的水位、水量和水质的检测应符合下列要求：

- 1 降水勘察期和降水检验前应统测一次自然水位；
  - 2 抽水开始后，在水位未达到设计降水深度以前，每天观测三次水位、水量；
  - 3 当水位已达到设计降水深度，且趋于稳定时，可每天观测一次；
  - 4 在受地表水体补给影响的地区或在雨季时，观测次数宜每日 2~3 次；
  - 5 水位、水量观测精度要求应与降水工程勘察的抽水试验相同；
  - 6 对水位、水量监测记录应及时整理，绘制水量  $Q$  与时间  $t$  和水位降深值  $S$  与时间  $t$  过程曲线图，分析水位水量下降趋势，预测设计降水深度要求所需时间；
  - 7 根据水位、水量观测记录，查明降水过程中的不正常状况及其产生的原因，及时提出调整补充措施，确保达到降水深度；
  - 8 中等复杂以上工程，可选择代表性井、孔在降水监测与维护期的前后各采取一次水样作水质分析。
- 8.1.3** 在基坑开挖过程中，应随时观测基坑侧壁、基坑底的渗水现象，并应查明原因，及时采取工程措施。

## 8.2 降水维护

**8.2.1** 降水期间应对抽水设备和运行状况进行维护检查,每天检查不应少于 3 次,并应观测记录水泵的工作压力、真空泵、电动机、水泵温度,电流、电压、出水等情况,发现问题及时处理,使抽水设备始终处在正常运行状态。

**8.2.2** 抽水设备应进行定期保养,降水期间不得随意停抽。

**8.2.3** 注意保护井口,防止杂物掉入井内,经常检查排水管、沟,防止渗漏,冬季降水,应采取防冻措施。

**8.2.4** 在更换水泵时,应测量井深,掌握水泵安装的合理深度,防止埋泵。

**8.2.5** 应掌握引渗井的水位变化,当引渗井水位上升且接近基坑底部时,应及时洗井或做其它处理,使水位恢复到原有深度。

**8.2.6** 发现基坑(槽)出水、涌砂,应立即查明原因,组织处理。

**8.2.7** 当发生停电时,应及时更新电源,保持正常降水。

**8.2.8** 降水监测与维护期,宜待基坑中的基础结构高出降水前静水位高度即告结束;当地下水位很浅,且对工程环境有影响时,可适当延长。

## 9 工 程 环 境

### 9.1 工程环境影响预测

**9.1.1** 当降水工程区及邻近已有建筑物、构筑物 and 地下管线时，应预测其工程环境影响。预测项目应包括下列内容：

- 1 地面沉降、塌陷、淘空、地裂等；
- 2 建筑物、构筑物、地下管线开裂、位移、沉降变形等；
- 3 基坑(槽)边坡失稳，产生流砂、流土、管渗、潜蚀等；
- 4 水质变化。

**9.1.2** 当预测的工程环境影响情况超出有关标准或允许范围时，应采取工程措施，预测方法包括：

- 1 根据调查或实测资料进行判断；
- 2 根据建筑物结构形式、荷载大小、地基条件进行预测计算。

### 9.2 工程环境影响监测

**9.2.1** 为查明工程降水对邻近建筑物、构筑物、地下管线的影响，按《建筑变形测量规程》(JGJ/T 8)的有关规定建立时空监测系统。

**9.2.2** 在建筑物、构筑物、地下管线受降水影响范围的不同部位应设置固定变形观测点，观测点不宜少于 4 个，另在降水影响范围以外设置固定基准点。

**9.2.3** 降水以前，应对设置的变形观测进行二等水准测量，测量不少于 2 次，测量误差允许为  $\pm 1\text{mm}$ 。

**9.2.4** 降水开始后，在水位未达到设计降水深度以前，对观测点应每天观测一次，达到降水深度以后可每 2~5d 观测 1 次，直至变形影响稳定或降水结束为止；对重要建筑物和构筑物，在降水结束后 15d 内，应继续观测 3 次，查明回弹量。

**9.2.5** 变形观测点的设置,应符合现行国家标准《工程测量规范》(GB 50026)的有关规定。

**9.2.6** 对变形测量记录应及时检查整理,结合降水观测孔资料,查明降水对建筑物、构筑物、地下管线变形影响的发展趋势和变形量,分析变形影响危害程度。

**9.2.7** 降水过程中,特别在基坑开挖时,应随时观察基坑边坡的稳定性,防止边坡产生流砂、流土、潜蚀、塌方等现象。

### **9.3 工程环境影响防治**

**9.3.1** 降水工程施工前或施工中,应根据预测和监测资料,判断工程环境影响程度,及时采取防治措施。

**9.3.2** 根据工程环境影响的性质和大小,可选择下列防治措施:

- (1) 改进降水技术方法;
- (2) 基坑(槽)外建立或结合止水护坡桩、防渗墙、桩墙、连续墙;
- (3) 边坡网护、喷护;
- (4) 人工回灌地下水。

### **9.4 水土资源保护**

**9.4.1** 对于基坑出水量大的降水工程,应在降水工程施工前,对水土资源做好利用、保护计划;暂时难以利用的,可将抽出的地下水引调储存在不影响工程环境的地表或地下。

**9.4.2** 对滨海地区的降水工程,应注意防止海水入侵,防止淡水资源遭受污染。

**9.4.3** 采用引渗井降水时,要求上部含水层的水质应符合下部含水层水质标准,以保护地下水资源。

**9.4.4** 降水施工期间洗井抽出的淡水,应在现场基本澄清后排放,并应防止淤塞市政管网或污染地表水体。

**9.4.5** 降水施工排出的土和泥浆,不应任意排放,防止污染城市环境或影响土地功能。

## 10 技 术 成 果

**10.0.1** 降水工程结束应提交技术成果。包括文字报告并附有关图表。

**10.0.2** 根据工程复杂程度,可分别提交《降水工程设计说明书》、《降水工程施工报告》、《降水工程技术报告》。

**10.0.3** 简单降水工程编写《降水工程设计说明书》,文字应简明扼要,说明工程具体位置,工程规模、技术要求,降水地质条件,降水工程布置,降水效果,起止时间及有关问题,并附降水工程示意图。

**10.0.4** 中等复杂降水工程应编写《降水工程施工报告》,文字应简练全面,阐明工程位置和工程性质、工程规模、技术要求、降水地质条件、降水技术方法、降水设计、工程量布置、降水效果数据、监测与维护时间以及存在问题,并附工程降水布置平面图、剖面图。

**10.0.5** 复杂降水工程应编写《降水工程技术报告》;要求文字清楚简练全面。报告内容应符合下列要求:

1 前言应包括场地位置,工程规模,技术要求和特殊技术要求,研究程度,降水工程量,降水施工简介,人力设备和工期;

2 场地施工条件应阐述场地与邻地关系、地下设施情况、给水、排水、电力及交通条件等;

3 降水地质条件应包括降水勘察简介,水文气象、地形地貌、地层岩性,地质构造、含水层、隔水层分布;地下水类型、地表水分布特征;地下水的水位变幅、补给、径流、排泄关系等;

4 降水试验应包括试验设计和试验成果,以及水文地质参数与工程参数的选取;

5 降水方案布置与工程量,降水设计预测计算,计算主要过程、实测数据统计资料;

6 降水施工应包括施工方法及完成情况,施工组织、工程措施、存在问题;

7 降水监测与维护情况;

8 工程环境应包括工程环境预测、监测、水土资源保护等;

9 结论与建议;

10 附图表宜包括场地的地上地下工程现状图、降水方案布置图、综合与典型地质剖面图、降水前后的地下水水位等值线图,以及工程量统计表,降水工程水位水量统计表。

**10.0.6** 特殊降水工程技术成果可参照复杂降水工程的要求编写,重点论证“特殊问题”、降水设计和工程措施,构成报告主要章节。

# 附录 A 土的分类与定名

第四系土的分类与定名应符合表 A 的规定。

土的分类与定名

表 A

| 类别   | 定名    | 说 明                                                                        |
|------|-------|----------------------------------------------------------------------------|
| 碎石土类 | 漂石    | 圆形及亚圆形为主, 粒径大于 200mm 的颗粒超过总重量 50%                                          |
|      | 块石    | 棱角形为主, 粒径大于 200mm 的颗粒超过总重量 50%                                             |
|      | 卵石    | 圆形及亚圆形为主, 粒径大于 20mm 且 $\leq 200\text{mm}$ 的颗粒超过总重量 50%                     |
|      | 碎石    | 棱角形为主, 粒径大于 2mm 的颗粒超过总重量 50%                                               |
|      | 圆砾    | 圆形及亚圆形为主, 粒径大于 2mm 且 $\leq 20\text{mm}$ 的颗粒超过总重量 50%                       |
|      | 角砾    | 棱角形为主, 粒径大于 2mm 的颗粒超过总重量 50% $K' > 50\text{m/d}$                           |
| 砂土类  | 砾砂    | 粒径大于 2mm 的颗粒占总重量 25%~50% $K' \geq 50\text{m/d}$                            |
|      | 粗砂    | 粒径大于 0.5mm 且 $\leq 2\text{mm}$ 的颗粒超过总重量 50% $K' = 25 \sim 50\text{m/d}$    |
|      | 中砂    | 粒径大于 0.25mm 且 $\leq 0.5\text{mm}$ 的颗粒超过总重量 50% $K' = 10 \sim 25\text{m/d}$ |
|      | 细砂    | 粒径大于 0.075mm $\leq 0.25\text{mm}$ 的颗粒超过总重量 50% $K' = 5 \sim 10\text{m/d}$  |
|      | 粉砂    | 粒径小于等于 0.075mm 的颗粒超过总重量 50% $K' = 1 \sim 5\text{m/d}$                      |
| 粘性土类 | 砂质粉土  | 塑性指数 $3 < IP \leq 7$ $K' = 0.50 \sim 1.0\text{m/d}$                        |
|      | 粘质粘土  | 塑性指数 $7 < IP \leq 10$ $K' = 0.5 \sim 0.25\text{m/d}$                       |
|      | 粉质粘土  | 塑性指数 $10 < IP \leq 14$ $K' = 0.25 \sim 0.10\text{m/d}$                     |
|      | 重粉质粘土 | 塑性指数 $14 < IP \leq 17$ $K' = 0.10 \sim 0.05\text{m/d}$                     |
|      | 粘土    | 塑性指数 $IP > 17$ $K' = 0.05\text{m/d}$                                       |
|      | 黄土    | 手搓无砂砾感, 易分散具大孔隙肉眼可见有直立性, $K' = 0.20 \sim 0.50\text{m/d}$                   |

注: ①土的名称应根据粒径分组由大到小以最先符合者确定。

②野外临时确定土的名称时, 可按国家现行标准《建筑工程地质钻探技术标准》(JGJ87—92) 附录 B 的有关规定执行。

③碎石土类粒径大于 2mm 以上, 总重量超过 50%,  $K'$  值可选用大于 50m/d。

## 附录 B 辐射管规格表

辐射管规格应按表 B. 1 和表 B. 2 选用

**$D=50\sim 75\text{mm}$  的辐射管规格**

**表 B. 1**

| 辐射管管径<br>(mm) | 进水孔直径<br>$d$ (mm) | 每周小孔<br>数 (个) | 小孔间距<br>$l$ (mm) | 每管孔数<br>(个) | 孔隙率<br>(%) | 适用地层   |
|---------------|-------------------|---------------|------------------|-------------|------------|--------|
| 50            | 6                 | 16            | 12.0             | 1328        | 20         | 中砂, 粗砂 |
|               | 10                | 10            | 26.6             | 370         | 15         | 粗砂夹砾石  |
|               | 12                | 8             | 38.7             | 232         | 14         | 粗砂夹砾石  |
|               | 12                | 6             | 40.0             | 150         | 9          | 粗砂夹砾石  |
| 75            | 6                 | 21            | 12.0             | 1750        | 20         | 中砂, 粗砂 |
|               | 10                | 14            | 28.0             | 490         | 10         | 粗砂夹砾石  |
|               | 12                | 10            | 30.0             | 330         | 31         | 粗砂夹砾石  |
|               | 13                | 10            | 21.1             | 410         | 21         | 粗砂夹砾石  |

**$D=100\sim 160\text{mm}$  的辐射管规格**

**表 B. 2**

| 管外径<br>(mm) | 壁厚<br>(mm) | 每周小孔数<br>(个) | 每延长米行<br>数 (个) | 每延长米孔<br>数 (个) | 孔隙率<br>(%) | 适用地层   |
|-------------|------------|--------------|----------------|----------------|------------|--------|
| 108         | 6          | 34           | 9              | 206            | 14.4       | 中砂     |
|             |            | 22           |                | 198            | 14.1       | 中砂, 粗砂 |
|             |            | 19           |                | 171            | 16.1       | 中砂, 粗砂 |
|             |            | 13           |                | 117            | 16.5       | 粗砂夹砾石  |
|             |            | 10           |                | 90             | 17.0       | 粗砂夹砾石  |
| 140         | 6          | 44           | 9              | 396            | 14.4       | 中砂     |
|             |            | 29           |                | 261            | 14.2       | 中砂, 粗砂 |
|             |            | 24           |                | 216            | 15.7       | 中砂, 粗砂 |
|             |            | 17           |                | 153            | 16.7       | 粗砂夹砾石  |
|             |            | 13           |                | 117            | 17.0       | 粗砂夹砾石  |
| 159         | 7          | 33           | 9              | 297            | 14.2       | 中砂, 粗砂 |
|             |            | 25           |                | 225            | 18.0       | 粗砂夹砾石  |
|             |            | 26           |                | 144            | 16.1       | 粗砂夹砾石  |
|             |            | 12           |                | 108            | 15.6       | 粗砂夹砾石  |

## 附录 C 本规范用词说明

**C. 0. 1** 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- (1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”；  
反面词采用“严禁”。
- (2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”；  
反面词采用“不应”、“不得”。
- (3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：  
正面词采用“宜”、“可”；  
反面词采用“不宜”。

**C. 0. 2** 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 附 加 说 明

本规范主编单位、参加单位和主要起草人

主编单位：建设部综合勘察研究设计院

参加单位：中国民航机场建设总公司

中国兵器工业部勘察研究院

中国航空工业部勘察设计院

冶金工业部建筑研究总院

上海岩土工程勘察设计研究院

北京市城建勘察测绘院

北京市政第三工程公司

主要起草人：孙树义 苏贻冰 花仁荣 马丽丽  
袁绍武 刘哲钧 胡代华 高辅民  
刘森林 杜蕙兰