

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50296 – 2014

---

# 管 井 技 术 规 范

Technical code for tube well

2014 – 06 – 23 发布

2015 – 04 – 01 实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

# 管 井 技 术 规 范

Technical code for tube well

**GB 50296 - 2014**

主编部门：中 国 冶 金 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 5 年 4 月 1 日

中国计划出版社

**2014 北 京**

# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 460 号

## 住房城乡建设部关于发布国家标准 《管井技术规范》的公告

现批准《管井技术规范》为国家标准,编号为 GB 50296—2014,自 2015 年 4 月 1 日起实施。其中,第 3.0.5、3.0.8、7.6.10 条为强制性条文,必须严格执行。原国家标准《供水管井技术规范》GB 50296—99 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 6 月 23 日

# 前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2009〕88 号)的要求,由中冶集团武汉勘察研究院有限公司会同有关单位共同对原国家标准《供水管井技术规范》GB 50296—99 进行修订而成。

本规范在修订过程中,修订组进行了广泛调查研究,结合十多年来《供水管井技术规范》GB 50296—99 的执行和新技术的应用,征求了生产、科研、设计等部门和单位的意见,最后经审查定稿。

本规范共分 8 章和 3 个附录,主要内容包括总则、术语和符号、基本规定、管井布置、管井结构设计、管井设计出水量的确定、管井施工和管井验收等。

本次修订的内容包括:

1. 适用范围增加了降水管井和热源管井;
2. 增加了 3 个附录;
3. 增加了降水管井和热源管井的设计、施工和验收内容;
4. 修改了过滤器设计、洗井质量要求等内容。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国冶金建设协会负责日常管理,由中冶集团武汉勘察研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中,希望各单位结合工程实践和科学研究成果,认真总结经验,积累资料。如发现有需要修改的意见和补充建议,请将意见和有关资料寄至中冶集团武汉勘察研究院有限公司科技质量部(地址:湖北省武汉市青山区冶金大道 17 号,邮政编码:430080),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

**主 编 单 位:**中冶集团武汉勘察研究院有限公司

**参 编 单 位:**中国市政工程西南设计研究院

中勘冶金勘察设计研究院有限公司

中国地质大学(武汉)工程学院

中国有色金属工业昆明勘察设计研究院

河北建设勘察研究院有限公司

武汉地质工程勘察院

**主要起草人:**彭易华 丁洪元 陈树林 张锡范 李天成

姚爱国 闫鼎熠 梁金国 徐贵来

**主要审查人:**范士凯 郭明田 辛 伟 孙继朝 肖长来

彭 祥 白银国 王连新 王举平

# 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术语和符号 .....	( 2 )
2.1	术语 .....	( 2 )
2.2	符号 .....	( 5 )
3	基本规定 .....	( 7 )
4	管井布置 .....	(10)
4.1	供水管井布置 .....	(10)
4.2	降水管井布置 .....	(12)
5	管井结构设计 .....	(14)
5.1	一般规定 .....	(14)
5.2	井身结构设计 .....	(15)
5.3	井管配置 .....	(17)
5.4	过滤器设计 .....	(17)
6	管井设计出水量的确定 .....	(24)
6.1	一般规定 .....	(24)
6.2	供水管井设计出水量的确定 .....	(24)
6.3	降水管井设计出水量的确定 .....	(25)
7	管井施工 .....	(27)
7.1	一般规定 .....	(27)
7.2	钻进、护壁与冲洗介质 .....	(27)
7.3	岩性鉴别 .....	(28)
7.4	井管安装 .....	(29)
7.5	填砾与管外封闭 .....	(30)
7.6	洗井与抽水试验 .....	(32)

7.7 水样采集与送检 ..... (33)

8 管井验收 ..... (35)

附录 A 管井出水量计算 ..... (37)

附录 B 基坑涌水量计算 ..... (39)

附录 C 管井验收移交单 ..... (49)

本规范用词说明 ..... (50)

引用标准名录 ..... (51)

附:条文说明 ..... (53)

# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms and symbols .....	( 2 )
2.1	Terms .....	( 2 )
2.2	Symbols .....	( 5 )
3	Basic requirement .....	( 7 )
4	Tube well arrangement .....	( 10 )
4.1	Water supply tube well arrangement .....	( 10 )
4.2	Dewatering tube well arrangement .....	( 12 )
5	Tube well structure design .....	( 14 )
5.1	General requirement .....	( 14 )
5.2	Well structure design .....	( 15 )
5.3	Well tube configuration .....	( 17 )
5.4	Filter design .....	( 17 )
6	Determination of designed outlet water from tube well .....	( 24 )
6.1	General requirement .....	( 24 )
6.2	Determination of designed outlet water from water supply tube well .....	( 24 )
6.3	Determination of designed outlet water from dewatering tube well .....	( 25 )
7	Tube well construction .....	( 27 )
7.1	General requirement .....	( 27 )
7.2	Drilling, casing protection and flushing medium .....	( 27 )
7.3	lithology distinguishing .....	( 28 )



7.4	Installation of well pipe .....	(29)
7.5	Gravel packing and sealing .....	(30)
7.6	Well flushing and pumping test .....	(32)
7.7	Water sampling and inspection .....	(33)
8	Tube well acceptance .....	(35)
Appendix A	Calculation of outlet water from tube well .....	(37)
Appendix B	Calculation of yield of foundation pit .....	(39)
Appendix C	Acceptance and transfer sheet of tube well .....	(49)
	Explanation of wording in this code .....	(50)
	List of quoted standards .....	(51)
	Addition: Explanation of provisions .....	(53)

# 1 总 则

**1.0.1** 为使管井工程做到技术先进、经济合理、保护环境,确保管井工程质量,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于城镇居民生活用水、工业生产用水、热源井、勘探开采等供水管井,基坑工程降水管井,以及回灌管井的设计、施工及验收。

**1.0.3** 管井工程的设计、施工及验收除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 管井 tube well

为抽取地下水或把符合要求的水灌(压)入含水层中的地下竖向构筑物,有井管护壁,井径为 200mm~800mm,是供水管井、降水管井、热源管井、回灌管井的统称。

#### 2.1.2 抽水管井 pumping tube well

用于从地下含水层中取水,以达到某种目的的管井。

#### 2.1.3 供水管井 water supply tube well

为生活用水和生产用水建造的管井。

#### 2.1.4 热源管井 heat source tube well

在地下水地源热泵系统中,用于从地下含水层中取水或向含水层灌注回水的管井。

#### 2.1.5 勘探开采管井 exploration and production tube well

水文地质勘察中,既能达到勘察目的,取得所需水文地质资料,同时又作为长期取水的管井。

#### 2.1.6 降水管井 dewatering tube well

适用于降低地下水水位,防止地下水危害基坑稳定和施工的管井。

#### 2.1.7 回灌管井 injection tube well

用于把符合要求的水灌入(或压入)目的含水层中,以达到某种目的的管井。

#### 2.1.8 管井结构 tube well structure

构成管井剖面的技术要素,包括管井深度、各井段直径和井壁管直径、长度、滤料及封闭位置等。

**2.1.9 井身结构** well structure

井径、井段和井深的总称。

**2.1.10 井径** well diameter

井身各段横断面的直径,是开口井径、开采段井径、终止井径的统称。

**2.1.11 开口井径** initial well diameter

井身上端横断面的直径。

**2.1.12 终止井径** final well diameter

井身底端横断面的直径。

**2.1.13 开采段井径** diameter of extraction section of well

采取地下水井段的直径。

**2.1.14 安泵段井径** diameter of pump installation section of well

安装抽水设备井段的直径。

**2.1.15 井管** well tube

井管是井壁管、过滤管和沉淀管的总称。

**2.1.16 井壁管** well casing

支撑和封闭井壁的无孔管。

**2.1.17 过滤管** filter pipe

过滤器的骨架管。单独使用时,亦称过滤器。

**2.1.18 沉淀管** sediment tube

井管底部用以沉积井内砂粒和沉淀物的无孔管。

**2.1.19 过滤器** filter

井管中起滤水、挡砂和护壁作用的装置。

**2.1.20 非填砾过滤器** non-gravel-packed filter

不填充人工滤料的过滤器。

**2.1.21 填砾过滤器** gravel-packed filter

过滤管外周围充填某种规格滤料的过滤器。

**2.1.22 过滤器孔隙率** porosity of filter

过滤器外层进水面孔隙率及有效孔隙率的统称。

**2.1.23 过滤器有效孔隙率**      effective porosity of filter  
管井中过滤器实际能够达到的孔隙率。

**2.1.24 滤料**      gravel pack  
充填于过滤管与井壁环状间隙中有一定规格要求的圆粒状的滤水挡砂材料。

**2.1.25 冲洗介质**      flushing medium  
管井钻进时用于携带岩屑,清洗井底,冷却、润滑钻具和保护井壁的物质。

**2.1.26 钻进工艺**      drilling technology  
管井钻进中采用钻进方法和技术措施形成井身的施工工艺。

**2.1.27 成井工艺**      well completion technology  
管井钻进结束后的探井、换浆、井管安装、填砾、封闭以及洗井、抽水试验,采集水样等工序的施工工艺。

**2.1.28 探井**      ascertaining well  
探查井深与井径的工序。

**2.1.29 换浆**      displacement slurry  
用稀泥浆更换稠浆的工序。

**2.1.30 井管安装**      installation of well tube  
将井管依次安装入井身内的工序。

**2.1.31 填砾**      gravel packing  
将规格滤料投入过滤管与井壁间环状空间的工序。

**2.1.32 封闭**      sealing  
在井管外围用隔水材料和相应措施阻止取水(回灌)目的层和其他地层之间水力联系的工序。

**2.1.33 洗井**      well flushing  
清除井内外冲洗介质和泥砂、钻屑,疏通含水层,增大管井周围渗透性能的工序。

**2.1.34 抽水试验**      pumping test

通过管井抽水确定管井出水能力,检查封闭和洗井质量,获取含水层的水文地质参数,判明某些水文地质条件的野外水文地质试验。

#### 2.1.35 回灌试验 injection test

在需要人工补给地下水的地段,向钻孔或井中进行的灌水试验。通过回灌水量及水位变化测定含水层渗透性、灌水量和水文地质参数的试验。

#### 2.1.36 管井设计出水量 designed outlet water from tube well

保证管井正常运行和使用寿命的出水量。

#### 2.1.37 管井出水能力 capability of outlet water from tube well

由管井自身结构所决定的管井最大允许出水量。

#### 2.1.38 井斜 well deviation

井身实际轴线偏离垂直线的状态。

#### 2.1.39 井壁允许进水流速 well wall allowable inlet velocity

在保证管井正常运行和使用寿命的条件下,地下水通过井壁的最大允许渗透流速。

#### 2.1.40 过滤管允许进水流速 filter allowable inlet velocity

在保证管井正常运行和使用寿命的条件下,地下水通过过滤管缝隙时的最大真实速度。

## 2.2 符 号

$D_g$ ——过滤器外径;

$D_j$ ——井身直径;

$D_k$ ——填砾段井径;

$d_1$ ——垫筋宽度或直径;

$d_2$ ——缠丝宽度或直径;

$F$ ——基坑面积;

$H$ ——自然条件下潜水含水层的厚度；  
 $H_w$ ——降水管井的深度；  
 $h$ ——潜水含水层在抽水时的厚度；  
 $K$ ——含水层渗透系数；  
 $L$ ——过滤管有效进水长度；  
 $M$ ——含水层厚度；  
 $m_1$ ——垫筋中心距离；  
 $m_2$ ——缠丝中心距离；  
 $n$ ——骨架管孔隙率，过滤管进水面层有效孔隙率；  
 $P$ ——缠丝面孔隙率；  
 $P_1$ ——包网面孔隙率；  
 $Q$ ——管井出水量，基坑涌水量；  
 $Q_g$ ——过滤管的允许进水流量；  
 $Q_j$ ——井壁允许进水流量；  
 $R$ ——影响半径；  
 $r_w$ ——抽水井过滤器外面层的半径；  
 $S$ ——水位下降值；  
 $T$ ——导水系数；  
 $V_g$ ——过滤管允许进水流速；  
 $V_j$ ——井壁允许进水流速；  
 $\beta$ ——包网孔隙率。

### 3 基本规定

3.0.1 管井的类型可按管井与地下水的补、排关系和自身用途按表 3.0.1 划分。

表 3.0.1 管井类型的划分

类 型 划 分				备 注
补排关系	类型	名 称		
排泄 地下水	抽水 管井	供水 管井	生活饮用、工业 生产用水管井	管井中抽出的地下水均有预 期供水目的
			热源管井	地下水地源热泵系统的抽水 管井
		降水管井		目的在于人工降低给定范围 内的地下水水位,确保基坑或地 下工程安全顺利施工。抽出的 地下水无预期用途,若利用也属 兼用。本规范适用于基坑工程 降水
补给 地下水	回灌 管井	供水水源地回灌管井		人工补给地下水,以丰补歉, 保护环境。井深和管井结构宜 与同一项目的抽水管井一致,非 原水同层回灌
		地源热泵系统回灌管井		保护环境,管井结构应与同一 项目抽水管井一致,原水同层全 回灌
		基坑工程降水回灌管井		保护环境,井深、管井结构、回 灌量根据水文地质条件和坑周 环境要求确定。原水同层(或异 层)回灌



**3.0.2 管井设计应包括下列内容：**

- 1 管井的用途及用户要求；
- 2 管井设计出水量的确定；
- 3 管井结构；
- 4 管井的布置。

**3.0.3 管井设计与施工的必备资料应符合表 3.0.3 的规定。**

**表 3.0.3 管井设计与施工的必备资料**

管 井 类 型		必 备 资 料
供水管井	生活饮用、 工业生产用水管井	1. 现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 规定的勘探阶段的水文地质勘察报告； 2. 《水资源论证报告》或《建设项目水资源论证资质申请表》
	热源管井	1. 浅层地热资源勘察资料。场区水文地质条件满足地源热泵对水量、水温和水质的要求； 2. “回灌试验”报告
降水管井		1. 场区的工程地质和水文地质资料； 2. 场区周边(地上、地下)的建(构)筑物类型及基础形式资料； 3. 基坑支护结构和基坑施工方案等资料
回灌管井		1. 同一项目抽水管井的必备资料； 2. 回灌试验报告

注：当水文地质条件简单或已有资料较丰富时，单眼供水管井可按勘探开采井施工。

**3.0.4 管井设计和施工前应搜集拟建水源地的有关资料，并应进行现场踏勘。**

**3.0.5 管井所使用的材料必须为无污染和无毒性材料。**

**3.0.6 管井材料的强度、耐久性应满足设计和使用功能。**

**3.0.7 热源管井设计前，应对项目采用地下水地源热泵系统进行**

适宜性分析。

**3.0.8 供水管井必须避开污染源和已受污染的含水层和地表水体。**

**3.0.9 所有管井应经过正式验收合格后再投入使用。**

**3.0.10 对报废或已完成使用功能的管井、观测孔等应进行回填或处理。**

## 4 管 井 布 置

### 4.1 供水管井布置

#### I 生活、生产用水管井的布置

##### 4.1.1 供水管井的布置应符合下列规定：

- 1 应布置在当地允许的地下水开采区；
- 2 应靠近主要用水地区；
- 3 井群布置应合理，对第四系松散含水层，单井出水量减少系数(干扰系数)不应超过 20%；

4 井位与建(构)筑物的安全距离应根据建(构)筑物的类型、结构和基础形式综合确定。

4.1.2 冲、洪积平原地区，井群宜垂直地下水流方向等距离或梅花状布置；当有古河床时，宜沿古河床布置。

4.1.3 大型冲、洪积扇地区，当地下水开采量接近天然补给量时，井群宜垂直地下水流方向呈横排或扇形布置；当地下水开采量小于天然补给量时，井群宜呈圆弧形布置；当开采储量用作调节时，井群宜呈方格网布置。

4.1.4 傍河地区，井群宜平行河流呈单排或双排布置。管井布置应符合当地河道管理的有关规定。

4.1.5 大厚度含水层或多层含水层，且地下水补给充足地区，可分段或分层布置取水井组。

4.1.6 间歇河谷地区，井群宜在含水层厚度较大的地段布置。

4.1.7 碎屑岩类地区，井群应根据蓄水构造及地貌条件布置，并应符合下列规定：

- 1 侵入体接触带富水段，可沿此带附近布置；
- 2 宜沿断裂破碎带或背斜轴部富水段布置；

3 均质含水层,可按方格网、梅花状或圆弧形布置。

**4.1.8 碳酸盐岩类地区**,井群应根据蓄水构造、岩溶发育和地貌条件布置,并宜符合下列规定:

1 宜沿向斜盆地轴部富水段布置;

2 宜沿背斜轴部倾伏端富水段布置;

3 单斜构造富水段,宜垂直地下水流方向在径流或排泄区布置;

4 宜沿破碎带富水段布置;

5 当岩溶河谷是岩溶含水层的排泄基准面时,宜沿岸边布置;

6 碳酸盐岩类与非碳酸盐岩类接触带富水时,宜在碳酸盐岩一侧布置。

**4.1.9 岩浆岩类地区**,井群应根据其分布与裂隙发育程度布置,并宜符合下列规定:

1 风化裂隙区,宜根据地形在汇水范围大的富水地段布置;

2 构造裂隙,宜按构造部位在富水地段布置。

**4.1.10 滨海地区**,井群应根据含水层的富水程度布置,并应符合下列规定:

1 宜布置在富水地段;

2 应预测拟布井群与周围已有管井共同影响下的含水层咸淡水分界面及其变动特征,管井布置不应导致咸水入侵现有和拟布管井。

**4.1.11 供水管井井群设计时**,应同时布置长期观测网。地下水长期观测网的布置和长期观测孔的设计应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的规定。

## II 热源管井布置

**4.1.12 热源管井**应布置在建筑物场地周边,与建(构)筑物、市政管网设施的距离不得小于 10m,并应满足小区总体规划的要求。

**4.1.13 热源管井**的平面布置应避免抽水管井和回灌管井之间发

生热贯通效应,其间距可通过试验或采用当地经验数据确定。

**4.1.14** 一个场地应至少布置一个热源观测孔,位置应处于抽水管井和回灌管井之间。

**4.1.15** 与相邻项目热源管井的井距离应根据地下水流向、已有项目热源管井布置和使用现状等综合确定。

## **4.2 降水管井布置**

**4.2.1** 降水管井布置应符合下列规定:

1 宜根据基坑面积、平面形状、开挖深度及环境的要求合理布置;

2 对于坑内布井,应避开承台、地梁、地下室结构梁和剪力墙的位置,不得影响基坑及地下室结构的施工,并应便于布设排水管网;

3 应减少对基坑周围(地上、地下)建(构)筑物的不利影响;

4 坑内布置减压降水管井时,应考虑基坑底面埋深和承压含水层顶板的厚度等因素。

**4.2.2** 降水管井可布置在基坑的外侧。当符合下列条件时,宜在坑内布井:

1 基坑面积很大时;

2 坑四周设置隔水结构时;

3 基坑降水、开挖对周边环境影响的预测超过周边环境承受能力时。

**4.2.3** 对长宽比很大的基坑或基槽,可根据计算在基坑(基槽)的一侧布置单排井,也可在其两侧布置双排井;基坑(基槽)端部降水管井布置应有所延长,外延长度宜为槽宽的1倍~2倍。

**4.2.4** 基坑邻近地下水补给边界时,宜在地下水补给方向加密布置管井,排泄方向应适当减少。基坑降水管井的井间距应根据抽水试验资料确定。

**4.2.5** 降水管井的井位可根据场地的实际情况进行调整,当井位

移动较大时,应通过计算检验不利点的水位降深值,不能满足要求时,应调整布置,并应直至符合要求。

**4.2.6** 降水管井设计,还应在基坑内、外的典型部位布置水位观测孔,其数量与位置应能满足基坑各个部位水位观测的要求。观测孔的深度应进入降水目的含水层;必要时,也可按不同深度设置。

**4.2.7** 工程降水中的回灌系统应根据回灌水量及回灌含水层的渗透性、水位差等因素制订。

**4.2.8** 对于与下部强透水含水层直接接触的上部弱透水含水层中的地下水,可布置“引渗井”将其导流入下部强透水含水层中。

## 5 管井结构设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 管井结构设计应按供水管井、降水管井、热源管井等不同的用途分别进行。

**5.1.2** 降水管井可分为疏干井和减压井。一眼降水管井可同时承担疏干井和减压井两种功能。

**5.1.3** 回灌管井的结构设计应符合本规范表 3.0.1 的规定。

**5.1.4** 管井结构设计应包括井身结构设计、过滤器结构设计和井管配置。

**5.1.5** 井身结构设计应包括下列内容：

- 1 不同深度井段的长度及变径位置；
- 2 开口井径；
- 3 安泵段井径；
- 4 开采段井径；
- 5 终止井径；
- 6 封闭位置及材料；
- 7 井的附属设施。

**5.1.6** 井管配置应包括下列内容：

- 1 与井身设计相匹配的井管长度和井管管径；
- 2 合理选择不同用途、不同材质和不同管径的井管；
- 3 取水目的层中过滤管的配置应与所设计的过滤器类型相适应。

**5.1.7** 过滤器设计应包括下列内容：

- 1 过滤器的类型及结构；
- 2 当为非填砾过滤器时，过滤管的材质、规格、长度和下置

位置；

3 当为填砾过滤器时，除应包括本条第 2 款的内容外，还应有滤料的材质、规格、充填位置和厚度等内容。

## 5.2 井身结构设计

5.2.1 井身结构应根据取水(回灌)目的层的岩性、厚度、埋深、富水性、水力性质、上覆地层的特征及钻进工艺进行设计，并宜符合下列规定：

- 1 宜按成井要求确定开采段井径；
- 2 宜按地层、钻进方法确定井段的变径和相应长度；
- 3 宜按井段变径需要确定井的开口井径；
- 4 在松散层中，当井深小于 100m 时，可一径到底；井径宜为 500mm~800mm。

5.2.2 开采段井径应根据管井设计出水量，以及允许井壁进水流速、含水层埋深、开采段长度、过滤器类型及钻进工艺等因素综合确定。

5.2.3 松散层中非填砾过滤器管井的开采段井径应大于设计过滤管外径 50mm，填砾过滤器井的开采段井径应大于设计过滤管外径 150mm~300mm。

5.2.4 岩体地区不安装过滤器管井的开采段井径应根据含水层的富水性和设计出水量确定，并不得小于 150mm。

5.2.5 供水管井深度应根据目的含水层(组、段)的埋深、厚度、水质、富水性、出水能力和下置沉淀管等因素综合确定。其中热源井的深度不宜超过 200m。

5.2.6 降水管井的深度应根据经计算得出的设计动水位(压力水头)埋深、最下一个降水目标层的埋深、最下一段过滤器工作部分的长度和沉淀管的长度等综合确定。降水管井的深度可按下列公式计算：

- 1 疏干井：



$$H_w = H_{w1} + H_{w2} + H_{w3} + H_{w6} \quad (5.2.6-1)$$

$$H_{w2} = ir_0 \quad (5.2.6-2)$$

## 2 减压井:

$$H_w = H_{w4} + H_{w5} + H_{w6} \quad (5.2.6-3)$$

式中:  $H_w$ ——降水管井的深度(m);

$H_{w1}$ ——自地面算起至设计要求的动水位间的深度(m);

$H_{w2}$ ——在降水管井分布范围内宜为  $1/10 \sim 1/15$ ;

$i$ ——水力梯度;

$r_0$ ——降水管井分布范围的等效半径或降水管井排间距的  $1/2$ ;

$H_{w3}$ ——从  $H_{w2}$  以下算起至最下部过滤器底端的长度(m);

$H_{w4}$ ——设计拟降低压力水头的目的含水层顶板的埋深(m);

$H_{w5}$ ——最下部过滤器底端至拟降低压力水头的目的含水层顶板的距离(m);

$H_{w6}$ ——沉淀管长度(m)。

3 同时兼作疏干井和减压井的管井井深可按公式(5.2.6-2)计算。

5.2.7 松散层地区供水管井封闭位置的设计应符合下列规定:

- 1 井口管外围,非填砾段应封闭,封闭深度不应少于 5m;
- 2 水质不良含水层或非开采含水层井管外围应封闭。

5.2.8 岩体地区供水管井封闭位置的设计应符合下列规定:

- 1 覆盖层不取水时,井管外围应封闭。
- 2 覆盖层取水时,应按本规范第 5.2.7 条的规定执行。覆盖层井管底部与稳定岩层间应封闭。
- 3 非开采含水层井管变径间的重叠部位应封闭。
- 4 水质不良含水层或上部已污染含水层与开采含水层间应封闭。

5.2.9 管井的设计应设置水位监测口,井管口应高出泵房地面 0.20m,并应防止杂物的进入。

### 5.3 井管配置

**5.3.1** 井管长度应与井身结构设计相匹配。当井底为松散层时,井管可短于井身长度 1m~2m。井管底部应封底。

**5.3.2** 安泵段井管内径应根据设计出水量及测量动水位仪器的需要确定,并宜大于选用的抽水设备标定的最小井管内径 50mm。

**5.3.3** 松散层中,管井开采段过滤管的外径应符合本规范第 5.2.3 条的规定。

**5.3.4** 岩体上部有松散覆盖层或不稳定岩层应设置井壁管;开采段岩体破碎易坍塌部位应设置过滤管,管外径应小于井身直径 50mm。

**5.3.5** 沉淀管长度应根据含水层岩性和井深确定。供水管井宜为 2m~10m,降水管井宜小于 3m。

**5.3.6** 管井的管材应根据井水的用途、地下水水质、井深、管材强度和经济合理等因素综合确定,并应符合下列规定:

1 井管应具备抗压、抗拉、抗弯强度。必要时应进行相应的强度验算。

2 应无缺损、裂缝、弯曲等缺陷,管端口面与管轴线应垂直且无毛刺。

3 内壁应光滑、圆直,并应满足洗井及抽水设备要求。

4 长期使用的井管应具有相应的抗腐蚀能力。

### 5.4 过滤器设计

**5.4.1** 过滤管的直径应根据管井设计出水量、过滤管长度、选用管材的规格、过滤器的有效孔隙率和允许过滤管进水流速确定。

**5.4.2** 缠丝过滤器(管)的设计应符合下列规定:

1 骨架管的穿孔形状、尺寸及排列方式应按管材强度和加工工艺确定,孔隙率宜为 20%~30%。

2 骨架管上应有纵向垫筋。垫筋高度宜为 6mm~8mm,垫

筋间距宜保证缠丝距管壁 2mm~4mm,垫筋两端应设挡箍。

3 缠丝材料应采用无毒、耐腐、抗拉强度大和膨胀系数小的线材。缠丝断面形状宜为梯形或三角形。

4 缠丝不得松动,缠丝间距允许偏差为设计丝距的 $\pm 20\%$ 。

5.4.3 过滤器外层进水面孔隙率应包括缠丝过滤器缠丝面孔隙率、包网过滤器包网面孔隙率和填砾过滤器填砾面孔隙率,并应符合下列规定:

1 缠丝过滤器缠丝面孔隙率的设计宜按下式计算确定:

$$P = \left(1 - \frac{d_1}{m_1}\right) \left(1 - \frac{d_2}{m_2}\right) \quad (5.4.3-1)$$

式中:  $P$ ——缠丝面孔隙率;

$d_1$ ——垫筋宽度或直径(mm);

$m_1$ ——垫筋中心距离(mm);

$d_2$ ——缠丝宽度或直径(mm);

$m_2$ ——缠丝中心距离(mm)。

2 包网过滤器包网面孔隙率应按下列公式计算确定:

1) 当滤网包在缠丝外时:

$$P_1 = \left(1 - \frac{d_1}{m_1}\right) \left(1 - \frac{d_2}{m_2}\right) \beta \quad (5.4.3-2)$$

式中:  $P_1$ ——包网面孔隙率(%);

$\beta$ ——包网孔隙率(%)。

2) 当垫筋外未缠丝,滤网包在垫筋外时:

$$P_1 = \left(1 - \frac{d_1}{m_1}\right) \beta \quad (5.4.3-3)$$

3) 当滤网与骨架管之间无垫筋、缠丝分隔时:

$$P_1 = \beta \cdot n \quad (5.4.3-4)$$

式中:  $n$ ——骨架管孔隙率(%)。

3 填砾过滤器填砾面孔隙率宜按滤料颗粒的孔隙度确定,并应符合下列规定:

1) 填砾过滤器骨架管缝隙尺寸宜采用  $D_{10}$ ;

- 2) 填砾过滤器骨架管为缠丝或包网过滤管时, 填砾过滤器填砾面孔隙率宜按滤料颗粒的孔隙率和相应的缠丝或包网面孔隙率的乘积确定。

注:  $D_{10}$  为滤料筛分样颗粒组成中, 过筛质量累计为 10% 时的最大颗粒直径。

#### 5.4.4 填砾过滤器滤料的充填厚度和高度应符合下列规定:

- 1 滤料厚度宜为 75mm~150mm;
- 2 滤料高度宜超过过滤管的上端 5m~10m, 下部宜低于过滤管底端 2m~3m。

#### 5.4.5 非均质含水层或多层含水层中设计滤料规格时, 应符合下列规定:

- 1 分层填砾时, 应分层设计滤料规格, 细颗粒含水层滤料的充填高度应超过细颗粒含水层的顶板和底板;
- 2 难以分层填砾时, 应全部按细颗粒含水层要求进行;
- 3 粗颗粒含水层中间有薄层细颗粒含水层透镜体或夹层时, 宜封闭细颗粒含水层。

#### 5.4.6 双层填砾过滤器, 其滤料规格应符合下列规定:

- 1 外层滤料, 宜按本规范第 5.4.12 条的规定执行;
- 2 内层滤料, 宜为外层规格的 4 倍~6 倍;
- 3 滤料厚度, 外层宜为 75mm~100mm, 内层宜为 30mm~50mm;
- 4 内层滤料网笼宜设保护装置。

### I 供水管井过滤器设计

#### 5.4.7 供水管井过滤器类型选择, 应根据含水层的性质按表 5.4.7 采用。

表 5.4.7 过滤器类型选择

含水层性质		适宜的过滤器类型
岩体	裂隙、溶洞有充填	非填砾过滤器、填砾过滤器
	裂隙、溶洞无充填	非填砾过滤器或不安装过滤器

续表 5.4.7

含水层性质		适宜的过滤器类型
碎石土类	$d_{20} < 2\text{mm}$	填砾过滤器
	$d_{20} \geq 2\text{mm}$	非填砾过滤器
砂土类	砾砂、粗砂、中砂	填砾过滤器
	细砂、粉砂	填砾过滤器、双层填砾过滤器

注:1 供水管井不宜采用包网过滤器,不得包棕皮;

2 有条件时,宜采用桥式过滤器(管);

3 填砾过滤器不包括贴砾过滤器。

**5.4.8** 供水管井过滤器的制作材料,应根据地下水水质、受力条件和经济合理等因素选择。

**5.4.9** 当地下水具有腐蚀性或容易结垢时,供水管井过滤器(管)的设计应符合下列规定:

1 应采用耐腐蚀材料制作,当采用抗腐蚀性差的材料时,应做防腐蚀处理;

2 含水层颗粒组成较粗时,宜采用不缠丝过滤器;

3 缠丝过滤器的缠丝材料宜采用不锈钢丝、铜丝或增强型聚乙烯滤水丝等耐腐蚀性材料。

**5.4.10** 供水管井过滤器长度的确定应符合下列规定:

1 均质含水层中,过滤器长度应符合下列规定:

1) 含水层厚度小于 30m 时,宜取含水层厚度或设计动水位以下含水层厚度;

2) 含水层厚度大于 30m 时,可采取分段取水方案,布置在不同取水深度的管井,其单井过滤器长度不宜大于 30m。

2 非均质含水层中,过滤器应安置在主要含水层部位,其长度应符合下列规定:

1) 层状非均质含水层,过滤器累计长度宜为 30m;

2) 裂隙、溶洞含水层,过滤器累计长度宜为 30m~50m。

3 过滤器的长度应按设计动水位以下计算。

**5.4.11** 供水管井非填砾过滤器的进水缝隙尺寸,应根据含水层的颗粒组成和均匀性确定,并宜符合下列规定:

1 碎石土类含水层,宜采用  $d_{20}$ ;

2 砂土类含水层,宜采用  $d_{50}$ ;

注: $d_{20}$ 为碎石土类含水层筛分样颗粒组成中,过筛质量累计为20%时的最大颗粒直径; $d_{50}$ 为砂土类含水层筛分样颗粒组成中,过筛质量累计为50%时的最大颗粒直径。

**5.4.12** 供水管井填砾过滤器的滤料规格可按下列公式计算确定:

1 砂土类含水层,可按下式计算:

$$D_{50} = (6 \sim 8)d_{50} \quad (5.4.12-1)$$

式中: $D_{50}$ ——滤料筛分样颗粒组成中,过筛质量累计为50%时的最大颗粒直径。

2 碎石土类含水层,应符合下列规定:

1)当  $d_{20} < 2\text{mm}$  时:

$$D_{50} = (6 \sim 8)d_{20} \quad (5.4.12-2)$$

2)当  $d_{20} \geq 2\text{mm}$  时,可不填砾或充填  $10\text{mm} \sim 20\text{mm}$  的滤料。

3 滤料的不均匀系数应小于2。

4 砂土类中的粗砂含水层,当颗粒不均匀系数大于10时,应除去筛分样中部分粗颗粒后重新筛分,直至不均匀系数小于10,这时应取其  $d_{50}$  代入式(5.4.12-1)中确定滤料规格。

## II 降水管井过滤器设计

**5.4.13** 降水管井过滤器类型选择可按本规范表5.4.7选用,砂土类含水层采用包网过滤器宜根据具体情况确定。

**5.4.14** 降水管井过滤器制作材料的选择,应根据过滤器的受力条件和经济合理因素确定,可不计地下水水质因素。

**5.4.15** 降水管井过滤器长度的确定应符合下列规定:

1 当含水层底板深度小于基坑深度时,过滤器长度应取设计

最低动水位至含水层底板间的含水层厚度；

2 当含水层底板深度大于基坑深度时，过滤器长度应根据含水层底板埋深、含水层透水性、过滤器直径和设计管井出水量确定；

3 当为降低基坑底部承压含水层压力水头时，过滤器长度应根据基坑设计水位降深、基坑下不透水层厚度、承压含水层的厚度、过滤器的直径和设计管井出水量确定。

**5.4.16** 降水管井非填砾过滤器的进水缝隙尺寸宜按下列公式计算确定：

1 砂土类含水层：

$$t = (1.25 \sim 2.0)d_{50} \quad (5.4.16-1)$$

2 碎石土类含水层：

$$t = (1.25 \sim 2.0)d_{20} \quad (5.4.16-2)$$

式中： $t$ ——进水缝隙的直径或宽度(mm)；

$d_{20}$ ——含水层筛分样颗粒组成中，过筛质量累计分别为 20% 时的最大颗粒直径(mm)；

$d_{50}$ ——含水层筛分样颗粒组成中，过筛质量累计为 50% 时的最大颗粒直径(mm)。

3 水层不均匀系数小于 2 时，应取小值；含水层不均匀系数大于 2 时，应取较大值。

**5.4.17** 降水管井填砾过滤器的滤料规格应符合下列规定：

1 砂土类含水层，可按下式计算：

$$D_{50} = (8 \sim 12)d_{50} \quad (5.4.17-1)$$

式中： $D_{50}$ ——滤料筛分样颗粒组成中，过筛质量累计为 50% 时的最大颗粒直径；

$d_{50}$ ——含水层筛分样颗粒组成中，过筛质量累计为 50% 时的最大颗粒直径(mm)。

2 碎石土类含水层，应符合下列规定：

1) 当  $d_{20} < 2\text{mm}$  时，可按下式计算：

$$D_{50} = (8 \sim 12)d_{20} \quad (5.4.17-2)$$

式中： $d_{20}$ ——含水层筛分样颗粒组成中，过筛质量累计分别为20%时的最大颗粒直径(mm)。

2) 当  $d_{20} \geq 2\text{mm}$  时，可不填砾或充填 10mm~20mm 的填料。

3 滤料的不均匀系数应小于 2。

4 砂土类含水层不均匀系数大于 10 时，应除去筛分样中部分粗颗粒后重新筛分，直至不均匀系数小于 10，这时应取其  $d_{50}$  代入式(5.4.17-1)中确定滤料规格。

5 当对管井出水含砂量要求严格或含水层为细粉砂层时，滤料规格可按本规范式(5.4.16-1)计算确定。



## 6 管井设计出水量的确定

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 出水量设计应包括井群总出水量和单井出水量两部分。
- 6.1.2 出水量的计算公式应根据当地水文地质条件合理选择,也可按勘察报告中的公式或本规范附录 A 的有关规定计算。
- 6.1.3 井壁允许进水流量和过滤管允许进水流量应根据管井结构、含水层岩性及渗透性计算。
- 6.1.4 管井设计出水量应小于管井出水能力,管井出水能力应受井壁允许进水流速和过滤管允许进水流速的制约。松散层中管井的设计出水量应小于井壁允许进水量和过滤管允许进水量的要求,岩体中的管井应小于过滤管允许的进水量要求。
- 6.1.5 管井井群设计时,应设置备用管井。备用管井的数量宜按设计总出水量的 10%~20% 确定,且应至少设置一口。

### 6.2 供水管井设计出水量的确定

#### I 生活、生产用水管井设计出水量的确定

- 6.2.1 井群设计的总出水量应小于开采地区地下水允许开采量。地下水允许开采量应按现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的规定执行。
- 6.2.2 供水管井出水能力应以该井过滤管的允许进水流量表示,并应按下式计算确定:

$$Q_g = \pi n V_g D_g L \quad (6.2.2)$$

式中:  $Q_g$ ——过滤管的允许进水流量( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$n$ ——过滤管进水面层有效孔隙率,宜按过滤管面层孔隙率的 50% 计算;

$V_g$ ——过滤管允许进水流速,供水管井不宜大于  $0.03\text{m/s}$ 。  
当地下水具有腐蚀性和容易结垢时,应按减少  $1/3 \sim 1/2$  后确定  $(\text{m/s})$ ;

$D_g$ ——过滤管外径  $(\text{m})$ ;

$L$ ——过滤管有效进水长度,宜按过滤管长度的  $85\%$  计算  $(\text{m})$ 。

**6.2.3** 松散层中供水管井的出水能力除应符合本规范第 6.2.2 条的规定外,还应采用下列公式进行复核:

$$Q_j = \pi \cdot V_j \cdot D_j \cdot L \quad (6.2.3-1)$$

$$V_j = \sqrt{K}/15 \quad (6.2.3-2)$$

$$Q_j \geq Q_g \quad (6.2.3-3)$$

式中: $Q_j$ ——井壁允许进水量  $(\text{m}^3/\text{s})$ ;

$V_j$ ——井壁允许进水流速  $(\text{m/s})$ ;

$D_j$ ——井身直径  $(\text{m})$ ;

$L$ ——井壁过水断面长度  $(\text{m})$ ;

$K$ ——含水层渗透系数  $(\text{m/s})$ 。

**6.2.4** 布置井群开采地下水时,确定管井流量的设计水位下降值应进行群井开采干扰下的降深验算,其最大降深应满足使用要求,可按本规范附录 A 的规定确定。

## II 热源井设计出水量的确定

**6.2.5** 热源井宜选用浅层地下水。

**6.2.6** 热源井设计出水量应符合本规范第 6.2.1 条~第 6.2.4 条的规定。回灌量应在回灌试验的基础上确定。

**6.2.7** 热源井的持续出水量和回灌量应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的规定。

## 6.3 降水管井设计出水量的确定

**6.3.1** 降水管井的设计,对疏干降水,水位应低于基坑开挖深度面  $0.5\text{m} \sim 1.0\text{m}$ ;对减压降水,压力水头降应根据基坑底面以下保

留的隔水层重度和厚度确定。

**6.3.2** 降水出水量计算应包括基坑总涌水量和单井的出水量。

**6.3.3** 降水管井的设计出水量应根据管井结构设计、当地水文地质条件,以及设计降水深度等综合因素按干扰井公式确定,并应按本规范第 6.2.2 条和第 6.2.3 条的规定进行复核。

**6.3.4** 降水管井过滤管允许进水流速宜取  $0.03\text{m/s} \sim 0.08\text{m/s}$ 。

**6.3.5** 松散层中的降水管井井壁允许进水流速应按下式计算:

$$V_j = 65 \sqrt[3]{K} \quad (6.3.5)$$

式中:  $K$ ——含水层渗透系数( $\text{m/d}$ )。

**6.3.6** 基坑总涌水量计算应根据基坑平面形状、面积大小、降水深度、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,可按本规范附录 B 计算。

**6.3.7** 降水水位计算应选取基坑中心点及典型地点进行。计算公式可采用本规范式(A.0.2-1)和式(A.0.2-2)。

## 7 管 井 施 工

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 施工前应进行现场踏勘,了解施工条件和环境条件,并应编制施工组织设计书。

7.1.2 施工组织设计应包括下列内容:

- 1 工程任务及要求;
- 2 施工方案、施工技术和质量保证措施;
- 3 安全文明生产和环境保护措施;
- 4 主要设备、人员、材料、费用和施工进度;
- 5 特殊环境条件下施工应编制应急预案。

### 7.2 钻进、护壁与冲洗介质

7.2.1 管井施工采用的钻进设备、钻进工艺和泥浆指标应根据含水层类型、地层岩性、水文地质条件、管井用途和井身结构等因素选择,并应符合现行行业标准《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13 的规定。

7.2.2 松散层钻进过程中,当遇漂石、块石等钻进困难时,可进行井内爆破。爆破前应进行爆破设计,并应保证地面建(构)筑物安全。

7.2.3 井身应圆正、垂直,并应符合下列规定:

- 1 井身直径不得小于设计井径;
- 2 小于或等于 100m 的井段,其顶角的偏斜不得超过  $1^{\circ}$ ;大于 100m 的井段,每百米顶角偏斜的递增速度不得超过  $1.5^{\circ}$ ;井段的顶角和方位角不得有突变。

7.2.4 设置的护口管应保证在管井施工过程中不松动、井口不坍塌。

7.2.5 钻进的护壁方法应根据地层岩性、钻进方法及施工用水情况确定。

7.2.6 冲洗介质应根据地层岩性、钻进方法和施工条件选择清水、泥浆、空气或泡沫等,并应符合下列规定:

- 1 应保证井壁的稳定;
- 2 应减少对含水层渗透性和水质的影响;
- 3 应提高钻进效率等。

7.2.7 钻进过程中,注入井内的泥浆应保持性能稳定,应每隔 4h 或每钻进 15m 测量一次泥浆的各项性能指标,并应符合下列规定:

- 1 使用液体冲洗介质时,相对密度应保持在 1.10~1.36;
- 2 马氏漏斗黏度应保持在 28s~42s;
- 3 失水量不应超过 20mL/30min;
- 4 大于 200 目的颗粒体积含量应为 2%~4%。

### 7.3 岩 性 鉴 别

7.3.1 管井地层岩性的划分应根据物探测井资料及钻进岩屑综合分析确定。当无物探测井资料时,采取土样和岩样应符合下列规定:

- 1 松散层地区,含水层宜取土样一个;
- 2 岩体地区,应根据采取的岩芯或返出的岩粉确定。

7.3.2 松散层土类型的划分应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 松散层土类型的划分

类别	名称	说 明
碎石土	漂石	圆形及亚圆形为主,粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	块石	棱形为主,粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	卵石	圆形及亚圆形为主,粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量的 50%

续表 7.3.2

类别	名称	说 明
碎石土	碎石	棱形为主,粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	圆砾	圆形及亚圆形为主,粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	角砾	棱形为主,粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
砂土	砾砂	粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量的 25%~50%
	粗砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	中砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	细砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量的 85%
	粉砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量的 50%~85%
粉土	粉土	塑性指数 $I_p \leq 10$ , 且粒径大于 0.075mm 的颗粒质量少于总质量的 50%
黏性土	粉质黏土	塑性指数 $10 < I_p \leq 17$
	黏土	塑性指数 $I_p > 17$

注:定名应根据粒径分组由大到小,以最先符合者确定。

**7.3.3** 勘探开采井的土样、岩样的采取应按现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的规定执行。

**7.3.4** 管井施工采取的土样、岩样应妥善保存。

## 7.4 井 管 安 装

**7.4.1** 井管安装前的准备工作应符合下列规定:

- 1 应根据管井结构设计进行配管,依次编号,并应做详细记录;
- 2 应检查井管质量,并应符合设计要求;
- 3 下管前,应再次进行探井,井管的下置应与设计一致;
- 4 泥浆护壁的井,下管前应清孔换浆,并应清除井底的沉渣及稠泥浆。

**7.4.2** 下管方法应根据管材强度、下置深度和起重设备能力等因素选定,并宜符合下列规定:

1 提吊下管法,宜用于井管自重(或浮重)小于井管允许抗拉力和起重的安全负荷;

2 托盘(或浮板)下管法,宜用于井管自重(或浮重)超过井管允许抗拉力和起重的安全负荷;

3 多级下管法,宜用于结构复杂和下置深度过大的井管。

**7.4.3** 下置井管时,井管应直立于井口中心,上端口应保持水平。井管的偏斜度应符合本规范第 7.2.3 条的确定。

**7.4.4** 过滤管应安装为淹没式,当含水层厚度允许时,应将过滤管置于含水层的下部,安装应符合本规范第 7.4.3 条的规定,且过滤管下置深度的允许偏差应为 $\pm 300\text{mm}$ 。

**7.4.5** 井管顶端高度,供水管井应满足设计要求,降水管井应高出地面 0.3m 以上。

**7.4.6** 沉淀管应封底。当松散层下部已钻进而不使用时,井管应坐落牢固;基岩管井的井管应坐落在稳定岩层的变径台阶上。

**7.4.7** 采用填砾过滤器的管井应设置导正器。

## **7.5 填砾与管外封闭**

**7.5.1** 下置填砾过滤器的管井,井管安装后应及时进行填砾。填砾前应做好下列准备工作:

1 井内泥浆应稀释(高压含水层除外);

2 应按设计要求准备滤料,其数量宜按下式计算确定:

$$V = 0.785(D_k^2 - D_g^2)L \cdot \alpha \quad (7.5.1)$$

式中:  $V$ ——滤料数量( $\text{m}^3$ );

$D_k$ ——填砾段井径(m);

$D_g$ ——过滤管外径(m);

$L$ ——填砾段长度(m);

$\alpha$ ——超径系数,宜为 1.2~1.5。

**7.5.2** 滤料的质量应符合下列规定：

- 1 滤料应取样筛分，不符合规格的数量不得超过设计数量的15%；
- 2 颗粒的磨圆度应较好，不应使用棱角碎石；
- 3 不应含土和杂物；
- 4 滤料宜用硅质砾石。

**7.5.3** 填砾方法应根据滤料密实性、井壁稳定性、冲洗介质类型和管井结构等因素确定。当管井较浅时，可由孔口管外直接填入；当管井较深时，宜用返水填砾法或抽水填砾法。

**7.5.4** 填砾时，滤料应沿井管四周均匀连续填入，并应随填随测。当发现填入数量及深度与计算有较大出入时，应及时找出原因并排除。

**7.5.5** 采用双层填砾过滤器的管井，应按设计规格先进行内层滤料的填入。外层滤料的填砾方法应与单层填砾过滤器相同。

**7.5.6** 供水管井的封闭应符合下列规定：

- 1 应准确掌握隔水层的深度及厚度，并应确定封闭位置；
- 2 井管外围用黏土封闭时，应选用优质黏土做成球（块）状，大小宜为20mm~30mm，并应在半干状态下缓慢填入；
- 3 井管外围用水泥封闭的方法应根据地层岩性、地下水水质、管井结构和钻进方法等因素确定；
- 4 井口管外围应封闭，四周地面应以井管为中心向四周倾斜；
- 5 井管封闭后应检查效果，当未达到要求时，应重新进行封闭；
- 6 为井管外围中段地层封闭时，封闭位置应准确确定，上、下偏差不得超过300mm，并应在封闭段上、下各加2m~5m的封闭余量。

**7.5.7** 降水管井的封闭和回填应符合下列规定：



1 设置在基坑内的降水管井,穿越基础底板处基础施工时应设封闭环;

2 管井降水结束后应回填或处理(含观测孔),并按下列要求进行:

- 1)在坑外且对基坑安全没有影响的井,下部填入黏土球或黏土、上部(基坑底板下 2m 至地面)可用素混凝土回填或处理;
- 2)在坑内的降压井和某些疏干井,可向井内注入水泥浆回填或处理;
- 3)对于降压井的回填或处理应提出具体方法、措施,并对注浆压力、水泥浆配方、注浆管下入深度等作出具体要求。

## 7.6 洗井与抽水试验

7.6.1 洗井应在井管安装(填砾)后立即进行,并应从上部开始逐渐加深。

7.6.2 洗井方法应根据含水层特性、管井结构及井管强度等因素选用,并宜采用两种或两种以上洗井方法联合进行。

7.6.3 松散层的管井宜采用活塞与压缩空气联合洗井。

7.6.4 泥浆护壁的管井,当井壁泥皮不易排除时,宜采用化学洗井与其他洗井方法联合进行。

7.6.5 碳酸盐岩类地区的管井,宜采用液态二氧化碳配合六偏磷酸钠或盐酸联合洗井。

7.6.6 碎屑岩、岩浆岩地区的管井宜采用活塞、空气压缩机或液态二氧化碳等方法联合洗井。

7.6.7 洗井效果应符合下列规定:

- 1 井水中不应含有泥浆等管井施工物质,井水应无色透明;
- 2 出水量应接近设计要求或单位出水量不再增加;
- 3 在 24h 的连续洗井过程中,井水含砂量应趋于稳定;

4 观测孔也应进行洗孔,宜洗至水位变化反应灵敏。

7.6.8 洗井结束后,应捞取井内沉淀物,并应进行抽水试验进行单井出水能力检验。抽水试验的下降次数可为一次,试验出水量不宜小于管井的设计出水量。

7.6.9 抽水试验的稳定延续时间应为 6h~8h。管井出水量和动水位应按稳定值确定。

7.6.10 抽水试验结束前,应对抽出井水的含砂量进行测定。供水管井含砂量的体积比应小于 1/200000,降水管井含砂量的体积比应小于 1/100000。

7.6.11 回灌试验应符合下列规定:

1 回灌试验选用的方法应根据回灌水源情况、回灌地层特征和技术经济等因素确定;

2 回灌试验所用水源应与拟提供回灌的水源一致;

3 回灌试验用水应清洁,不得污染地下水;

4 回灌试验的要求应根据应用项目的用途和要求确定。用于补给地下水资源和基坑工程降水时的回灌试验,应符合现行国家标准《冶金工业水文地质勘察规范》GB 50615 的规定;用于地下水地源热泵工程的回灌试验,应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的规定。

## 7.7 水样采集与送检

7.7.1 抽水试验结束前,应根据水用途或设计要求采集水样进行检验。

7.7.2 采集水样的容器应符合下列规定:

1 容器应选用硬质玻璃瓶或聚乙烯瓶;

2 容器应洗净。采样时,应用采样水冲洗三次。

7.7.3 水样应在抽水设备的出水管口处采集。采集数量宜为 2l~3l。特殊项目水样的采集量与采集方法应符合特殊项目的有关规定。

**7.7.4** 卫生细菌检验用水的水样容器应进行灭菌处理,并应保证水样在采集、运送、保存过程中不受污染。

**7.7.5** 水样采集后,应贴上标签置于阴凉处,并应及时送交检验。需要加入保存剂的水样应符合加入保存剂的有关规定。

## 8 管 井 验 收

**8.0.1** 管井的实物验收应在现场进行,并应符合下列规定:

- 1 管井结构应符合设计要求;
- 2 管井实际深度应在井位处实际测量;
- 3 单井出水量和降深应符合设计要求;
- 4 井水的含砂量应符合本规范第 7.6.10 条的规定;
- 5 井斜应符合本规范第 7.2.3 条的规定或合同要求;
- 6 井底沉淀物的高度应小于井深的 5%。

**8.0.2** 管井验收结束后,应按本规范附录 C 或当地有关规定填写管井验收单。

**8.0.3** 供水管井工程应提交报告书,报告书应包括下列内容:

1 文字说明应包括设计与合同的工程要求,管井结构、过滤器类型及安装深度、井管管材及连接方式等,对水质和水量的监测要求等,以及正式投产后的运行注意事项;

2 报告中应明确提供管井设计出水量和设计动水位的建议;

3 报告书附件应有管井平面位置图、管井综合柱状图,洗井资料、抽水试验或回灌试验综合图和水质分析报告、土样和岩样资料及管井验收单等。

**8.0.4** 降水管井工程应提交下列资料:

1 设计文件、施工说明;

2 图件和资料应有管井平面布置图、管井综合柱状图,施工记录、审查文件、变更通知、洗井和抽水试验资料、降水运行方案表、降水后封堵资料、工程量统计表等;

3 附件,包括任务委托书、管井验收单等。

**8.0.5** 管井施工与降水运行可为一个单位或两个单位完成，竣工后资料应分别提供，最后由负责降水运行的单位汇总归档。

**8.0.6** 回灌管井的验收应符合合同项目抽水管井的验收规定。

## 附录 A 管井出水量计算

**A.0.1** 管井出水量应根据当地水文地质条件和抽水试验成果,选择水文地质计算公式,并应计算管井在设计降深下的出水量。地下水向完整井的稳定流计算可采用下列公式:

1 承压水完整井:

$$Q = \frac{2.73KMS}{\lg R - \lg r_w} \quad (\text{A.0.1-1})$$

2 潜水完整井:

$$Q = \frac{1.366K(2H - S)S}{\lg R - \lg r_w} \quad (\text{A.0.1-2})$$

式中:  $K$ ——渗透系数(m/d);

$Q$ ——管井出水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$S$ ——水位下降值(m);

$M$ ——承压水含水层的厚度(m);

$H$ ——自然条件下潜水含水层的厚度(m);

$r_w$ ——抽水井过滤器外面层的半径(m);

$R$ ——影响半径(m)。

**A.0.2** 布置井群开采地下水时,确定管井流量时的设计降深应进行群井开采干扰下的降深验算,其最大降深应满足使用要求,并应符合下列规定:

1 有补给源的含水层,且抽水后补给量与抽水量平衡,达到稳定状态时,可采用下列稳定流干扰井群计算公式:

1)承压含水层干扰井稳定流降深可按式计算:

$$s_j = \frac{1}{2\pi KM} \sum_{i=1}^n \left( Q_i \ln \frac{R_i}{r_{ij}} \right) \quad (\text{A.0.2-1})$$

2)潜水完整干扰井稳定流降深可按式计算:

$$s_j = H - \sqrt{H^2 - \frac{1}{\pi K} \sum_{i=1}^n \left( Q_i \ln \frac{R_i}{r_{ij}} \right)} \quad (\text{A. 0. 2-2})$$

式中:  $s_j$ ——第  $i$  眼井抽水时对第  $j$  眼井或基坑内任意  $j$  点的干扰水位下降值(m);

$Q_i$ ——第  $i$  眼井的出水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$r_{ij}$ ——第  $i$  眼抽水井到第  $j$  眼抽水井的距离(m);

$R_i$ ——第  $i$  眼抽水井影响半径(m)。

2 在无限分布均质各向同性无越流条件下,非稳定流干扰井可采用下列公式计算:

1)承压水非稳定流干扰井可按下列公式计算:

$$S_j = \frac{1}{4\pi T} \sum_{i=1}^n Q_i W\left(\frac{r_i^2}{4at_i}\right) \quad (\text{A. 0. 2-3})$$

或

$$S_j = \frac{1}{4\pi T} \sum_{i=1}^n Q_i \ln\left(\frac{2.25at_i}{r_i^2}\right) (u_i < 0.01 \text{ 时}) \quad (\text{A. 0. 2-4})$$

2)潜水含水层中按任意方式布井的干扰井可按下列公式计算:

$$H^2 - h^2 = \frac{1}{2\pi K} \sum_{i=1}^n Q_i W\left(\frac{r_i^2}{4at_i}\right) \quad (\text{A. 0. 2-5})$$

或

$$H^2 - h^2 = \frac{1}{2\pi K} \sum_{i=1}^n Q_i \ln\left(\frac{2.25at_i}{r_i^2}\right) (u_i < 0.01 \text{ 时}) \quad (\text{A. 0. 2-6})$$

式中:  $h$ ——潜水含水层在抽水时的厚度(m);

$r_i$ ——到第  $i$  眼抽水井的距离(m);

$T$ ——导水系数( $\text{m}^2/\text{d}$ );

$a$ ——压力传导系数( $\text{m}^2/\text{d}$ );

$t_i$ ——抽水时间(d)。

3 在水文地质条件复杂的条件下,可建立地下水模型通过数值方法计算井群干扰开采条件下各管井的水位降深和流量。

## 附录 B 基坑涌水量计算

**B. 0. 1** 基坑计算半径  $r_0$  可按表 B. 0. 1-1 和表 B. 0. 1-2 确定。

**表 B. 0. 1-1 基坑计算半径  $r_0$  值**

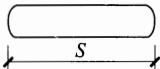
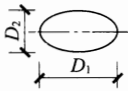
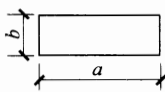

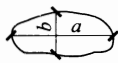
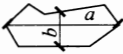
基坑平面图形	名称	$r_0$ 表达式	公式采用的符号
	长条形	$r_0 = \frac{S}{4} = 0.25S$	$S$ 为基坑长度, $\frac{\text{宽}}{\text{长}} \rightarrow 0$ 时才适用
	椭圆形	$r_0 = \frac{D_1 + D_2}{4}$	$D_1$ 与 $D_2$ 为椭圆形长轴与短轴的长度
	矩形	$r_0 = \eta \frac{a+b}{4}$	$a$ 和 $b$ 为矩形边长, $\eta$ 见表 B. 0. 1-2
	方形	$r_0 = 0.59a$	$a$ 为方形边长
	不规则圆形	$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$	$\frac{a}{b} < 2 \sim 3$ 时采用该式计算, $F$ 为基坑面积
	不规则多边形	$r_0 = \frac{P}{2\pi}$	$\frac{a}{b} > 2 \sim 3$ 时用该计算, $P$ 为基坑周长



表 B. 0. 1-2  $\eta$  值

$\frac{b}{a}$	0. 1~0. 2	0. 2~0. 3	0. 3~0. 4	0. 4~0. 6	0. 6~1. 0
$\eta$	1. 00	1. 12	1. 14	1. 16	1. 18

**B. 0. 2** 降水井影响半径宜通过试验或根据当地经验确定,当基坑侧壁安全等级为二、三级时,可按下列公式计算:

1 潜水含水层:

$$R = 2S \sqrt{HK} \quad (\text{B. 0. 2-1})$$

式中: $R$ ——降水影响半径(m);

$S$ ——基坑水位降深(m);

$K$ ——渗透系数(m/d);

$H$ ——抽水前(或自然条件下)含水层厚度(m)。

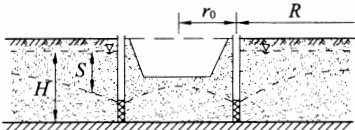
2 承压含水层:

$$R = 10S \sqrt{K} \quad (\text{B. 0. 2-2})$$

**B. 0. 3** 管井降水应根据水文地质条件,以及隔水帷幕与降水相结合的地下水渗流规律进行设计,基坑涌水量宜根据帷幕插入深度、地层性质、基坑开挖深度及降水井深度等因素确定,并应符合下列规定:

1 第一类基坑渗流计算:周边无隔水帷幕的开放式疏干降水时,基坑涌水量可按表 B. 0. 3-1 和表 B. 0. 3-2 计算。

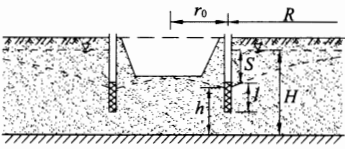
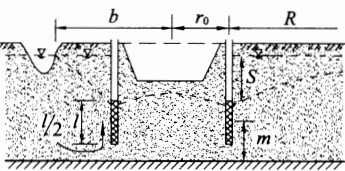
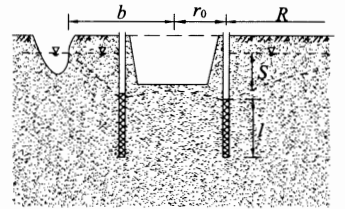
表 B. 0. 3-1 潜水含水层计算公式与适用条件

序号	图 形	计 算 公 式	适用条件
1		$Q = 1.366K \frac{(2H-S)S}{\lg(R+r_0) - \lg r_0}$	潜水完整井,均质含水层,基坑远离边界

续表 B. 0. 3-1

序号	图 形	计 算 公 式	适用条件
2		$Q = 1.366K \cdot \frac{(2H - S)S}{\lg 2b - \lg r_0}$	潜水完整井, 均质含水层, 岸边降水, $b < 0.5R$
3		$Q = 1.366K \cdot \frac{(2H - S)S}{\lg \left[ \frac{2b'}{\pi r_0} \cos \frac{\pi(b_1 - b_2)}{2b'} \right]}$ $b' = b_1 + b_2$	潜水完整井, 均质含水层, 位于两个地表水体之间(或位于补给区与排泄区之间)
4		$Q = 1.366K \cdot \frac{(2H - S)S}{2\lg(R + r_0) - \lg r_0(2b'' + r_0)}$	潜水完整井, 均质含水层, 基坑靠近隔水边界, $b < 0.5R$

续表 B. 0.3-1

序号	图 形	计 算 公 式	适用条件
5		$Q = 1.366K \cdot \frac{H^2 - h^2}{\lg \frac{R+r_0}{r_0} + \frac{h-l}{l} \lg \left( 1 + 0.2 \frac{h}{r_0} \right)}$ $\bar{h} = \frac{H+h}{2}$	潜水非完整井, 均质含水层, 基坑远离边界
6		$Q = \frac{1.366K(2H_0 - S)S}{\lg \frac{R+r_0}{r_0}}$	
7		$Q = 1.366KS \left( \frac{l+s}{\lg \frac{2b}{r_0}} + \frac{l}{\lg \frac{0.66l}{r_0} + 0.25 \frac{l}{m} \lg \frac{b^2}{m^2 - 0.14l^2}} \right)$ <p>(m 为由含水层底板到过滤器有效工作部分中点的长度)</p>	潜水非完整井, 均质含水层, 近河基坑降水, 含水层厚度不大; $b > \frac{m}{2}$
8		$Q = 1.366KS \left( \frac{l+s}{\lg \frac{2b}{r_0}} + \frac{l}{\lg \frac{0.66l}{r_0} - 0.22 \operatorname{arsh} \frac{0.44l}{b}} \right)$	潜水非完整井, 均质含水层, 近河基坑降水, 含水层厚度很大; $b > l$

续表 B. 0. 3-1

序号	图 形	计 算 公 式	适用条件
9		$Q = 1.366KS \left( \frac{l+s}{\lg \frac{2b}{r_0}} + \frac{l}{\lg \frac{0.66l}{r_0} + 0.11 \frac{l}{b}} \right)$	潜水非完整井, 均质含水层, 近河基坑降水, 含水层厚度很大, $b < l$

注:  $Q$ ——基坑涌水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$K$ ——渗透系数( $\text{m}/\text{d}$ );

$H$ ——潜水含水层厚度( $\text{m}$ );

$H_0$ ——非完整井有效含水层厚度( $\text{m}$ );

$S$ ——水位降深( $\text{m}$ );

$R$ ——引用影响半径( $\text{m}$ );

$r_0$ ——基坑半径( $\text{m}$ );

$b$ ——基坑中心岸边的距离( $\text{m}$ );

$b_1, b_2$ ——基坑中心分别到 A、B 河岸边的距离( $\text{m}$ );

$h$ ——基坑动水位至含水层底板深度( $\text{m}$ );

$\bar{h}$ ——潜水含水层厚度与动水位以下的含水层厚度的平均值;

$l$ ——过滤器有效工作部分长度( $\text{m}$ );

$b''$ ——基坑中心至隔水边界的距离( $\text{m}$ )。

表 B. 0. 3-2 承压含水层计算公式与适用条件

序号	图 形	计 算 公 式	适用条件
1		$Q = \frac{2.73KMS}{\lg(R+r_0) - \lg r_0}$	承压水完整井, 均质含水层, 基坑远离边界
2		$Q = \frac{2.73KMS}{\lg 2b - \lg r_0}$	承压水完整井, 均质含水层, 基坑位于河岸旁, $b < 0.5R$
3		$Q = \frac{2.73KMS}{\lg \left[ \frac{2b'}{\pi r_0} \cos \frac{\pi(b_2 - b_1)}{2b'} \right]}$ $b' = b_1 + b_2$	承压水完整井, 均质含水层, 基坑位于两个地表水体之间(或位于补给区与排泄区之间)

续表 B.0.3-2

序号	图 形	计 算 公 式	适用条件
4		$Q = \frac{2.73KMS}{\lg \frac{R+r_0}{r_0} + \frac{M-l}{l} \lg \left( 1 + 0.2 \frac{M}{r_0} \right)}$	承压水 非完整井, 均质含水层
5		$Q = \frac{1.366K[(2H-M)M-h^2]}{\lg(R+r_0) - \lg r_0}$	承压- 潜水非 完整井, 均质含水层

注:  $Q$ ——基坑涌水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$K$ ——渗透系数( $\text{m}/\text{d}$ );

$S$ ——水位降深( $\text{m}$ );

$M$ ——含水层厚度( $\text{m}$ );

$R$ ——引用影响半径( $\text{m}$ );

$r_0$ ——基坑半径( $\text{m}$ );

$l$ ——过滤器工作部分长度( $\text{m}$ );

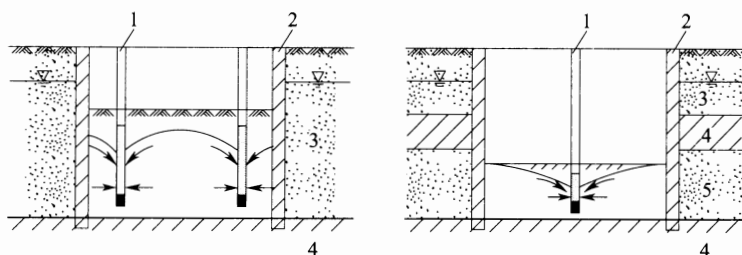
$b$ ——基坑中心至岸边的距离( $\text{m}$ );

$b_1, b_2$ ——基坑中心分别到 A、B 河岸边的距离( $\text{m}$ );

$h$ ——基坑动水位至含水层底板深度( $\text{m}$ );

$H$ ——承压水的初始水头高度( $\text{m}$ )。

2 第二类基坑渗流计算(图 B. 0. 3-1): 基坑帷幕插入降水含水层的隔水底板(落底式帷幕), 降水以疏干基坑内地下水为目的, 或以前期减压后期疏干部分承压水为目的时, 可按下列公式计算:



(a) 潜水含水层落底式隔渗帷幕+坑内降水 (b) 承压含水层落底式隔渗帷幕+坑内降水

图 B. 0. 3-1 第二类基坑工程降水示意

1—降水井; 2—围护结构(隔水帷幕);

3—潜水含水层; 4—隔水层;

5—承压含水层

1) 潜水疏干时基坑涌水量取决于场地潜水含水层的特性及基坑的平面形状, 可用下式估算:

$$Q = FS\mu \quad (\text{B. 0. 3-1})$$

2) 对于疏干承压含水层可用下式估算:

$$Q = FS(0.05 \sim 0.1)W \quad (\text{B. 0. 3-2})$$

式中:  $Q$ ——基坑内总抽出水量( $\text{m}^3$ );

$\mu$ ——潜水含水层给水度, 给水度经试验确定, 无试验资料时可按表 B. 0. 3-3 选用;

$F$ ——基坑面积( $\text{m}^2$ );

$S$ ——含水层顶板至设计安全水位面的距离( $\text{m}$ );

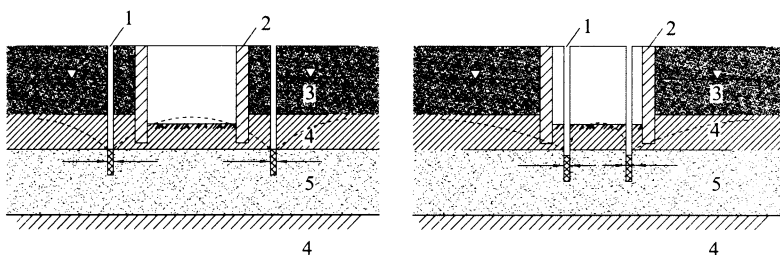
$W$ ——含水层原天然平均含水率(%).

3) 应充分分析预估隔水帷幕的渗漏量, 并应在坑内设置降水管井。

表 B. 0. 3-3 给水度( $\mu$ )经验值

岩性	给水度 $\mu$	岩性	给水度 $\mu$
黏质粉土	0.04~0.07	中砂	0.20~0.25
砂质粉土	0.07~0.10	粗砂及砾砂	0.25~0.35
粉 砂	0.10~0.15	黏土胶结的砂岩	0.02~0.03
细砂与泥质砂	0.15~0.20	裂隙灰岩	0.008~0.10

3 第三类基坑工程降水:基坑帷幕插入降水目的承压含水层隔水顶板中(图 B. 0. 3-2),有潜水疏干时,基坑涌水量可用公式(B. 0. 3-1)估算,且降水井应布置在围护结构内部;承压含水层可用大井法公式计算基坑涌水量,并应计及含水层顶板至设计安全水位面的距离计算。



(a)承压含水层悬挂式帷幕+坑外减压降水 (b)承压含水层悬挂式帷幕+坑内减压降水

图 B. 0. 3-2 第三类基坑工程降水示意

1—降水井;2—围护结构(隔水帷幕);3—潜水含水层;

4—隔水层;5—承压含水层

4 第四类基坑工程降水:基坑帷幕和基坑深度已进入降水目的承压含水层中(悬挂式帷幕),基坑涌水量可按下列要求计算:

1)过滤器底端埋深与帷幕底端埋深接近[图 B. 0. 3-3(a)],



基坑渗流类型为三维流时,可建立三维渗流模型通过数值方法(有限元或有限差分)求解;

- 2)管井过滤器全部或大部分超出帷幕埋深时[图 B. 0. 3-3 (b)]可不计三维流影响,可按大井法公式计算。

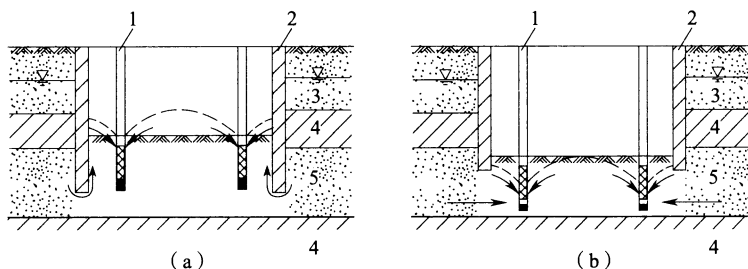


图 B. 0. 3-3 第四类基坑工程降水示意

1—降水井;2—围护结构(隔水帷幕);3—潜水含水层;

4—隔水层;5—承压含水层

**B. 0. 4** 基坑各单井出水量和水位降的计算可按不同条件下的井群干扰公式进行。

## 附录 C 管井验收移交单

表 C 管井验收移交单

建设单位						工程名称					
管井编号						管井坐标及高程					
管井结构及尺寸											
井径 (mm)	管径 (mm)	井深 (m)	过滤器			滤料 规格	封闭 情况	沉淀管 长度	施工 日期	验收 评定	
			类型	直径(mm)							安装深 度(m)
				内径	外径						
抽水试验结果											
洗 井		静水位 埋深 (m)	水位 下降值 (m)	实抽出水		出水 含砂量 (体积比)	抽水 日期	验收评定			
方法	历时 (h)			L/s	m <sup>3</sup> /d						
管井质量的其他指标											
指标名称		井内沉淀物高度(m)		井管材质		井口管外止水检查					
验收评定											
上述各项符合_____要求,双方同意办理验收移交手续											
移交单位: _____ (盖章)						验收单位: _____ (盖章)					
单位负责人: _____ (签字)						单位负责人: _____ (签字)					
工程技术负责人: _____ (签字)						验收人: _____ (签字)					
年__月__日						年__月__日					

## 本规范用词说明

**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”或“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”,反面词采用“不宜”;

**4)**表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

《供水水文地质勘察规范》GB 50027

《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366

《冶金工业水文地质勘察规范》GB 50615

《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13

中华人民共和国国家标准

# 管 井 技 术 规 范

**GB 50296 - 2014**

条 文 说 明

## 修 订 说 明

《管井技术规范》GB 50296—2014,经住房和城乡建设部 2014 年 6 月 23 日以第 460 号公告批准发布。

本规范是在《供水管井技术规范》GB 50296—99 的基础上修订而成,上一版的主编单位是冶金工业部武汉勘察研究院,参编单位是中国市政西南设计研究院、中国煤田地质总局、冶金工业部勘察研究总院、中国有色金属工业总公司昆明勘察院、合肥大学,主要起草人员是胡珪、张锡范、叶贵均、李天成、蒋本昌、邱掌珠。

为了便于广大工程技术人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《管井技术规范》编制组按章、节、条顺序编写了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

# 目 次

1	总 则 .....	(59)
3	基本规定 .....	(60)
4	管井布置 .....	(63)
4.1	供水管井布置 .....	(63)
4.2	降水管井布置 .....	(65)
5	管井结构设计 .....	(67)
5.1	一般规定 .....	(67)
5.2	井身结构设计 .....	(69)
5.3	井管配置 .....	(70)
5.4	过滤器设计 .....	(71)
6	管井设计出水量的确定 .....	(79)
6.1	一般规定 .....	(79)
6.2	供水管井设计出水量的确定 .....	(80)
6.3	降水管井设计出水量的确定 .....	(84)
7	管井施工 .....	(86)
7.1	一般规定 .....	(86)
7.2	钻进、护壁与冲洗介质 .....	(86)
7.3	岩性鉴别 .....	(87)
7.4	井管安装 .....	(88)
7.5	填砾与管外封闭 .....	(88)
7.6	洗井与抽水试验 .....	(89)
7.7	水样采集与送检 .....	(92)
8	管井验收 .....	(93)

# 1 总 则

**1.0.1** 改革开放以来,随着社会经济和城市建设的迅速发展,地下空间的开发利用与日俱增,基坑降水工程越来越多,降水管井的重要性充分显现。为此,本次修订将《供水管井技术规范》更名为《管井技术规范》,涵盖了供水管井和降水管井两部分内容。

**1.0.2** 本规范的适用范围保留了原国家标准《供水管井技术规范》GB 50296—99(以下简称原规范)的基本含义,又增加了降水管井,适用于供水管井和降水管井工程的设计、施工及验收。供水管井主要指生活用水和工业用水管井(生活饮用水管井、厂房空调的降温用水管井、地下水地源热泵系统用水管井,用于吸取热能、医疗、生活用的热水井),降水管井主要指基坑工程降水的管井。有关基坑工程降水管井和热源管井方面的内容是本次修订时新增加的。本规范未含矿山降水管井部分。生活用水包括饮用水和其他生活杂用水,杂用水低于饮用水水质标准。但是现阶段由于我国供水的现状,在供水的分配上还没有从管道、水箱等设施上把杂用水和饮用水分开,均混为饮用水使用。因此,本规范沿用了生活用水的泛称。



### 3 基本规定

**3.0.1** 表 3.0.1 中的原水同层全回灌,即地下水从某一含水层抽出又灌回某一含水层,抽出多少就灌入多少。

**3.0.2** 本条规定了接收管井设计任务时应明确的主要内容,这些内容也是管井设计服务于用户的基本要求。管井设计是供水和降水设计的一部分,因此需要了解取水设计的意图以及基建速度,以使局部与整体相协调。用户的其他要求是指一些特殊要求,如供水点的位置,井口特殊装置等,以求设计更好地为用户服务。

**3.0.3** 按照国家基本建设与施工的要求,基建项目一定要按先勘察、后设计、再施工的程序进行。水源地的建设也不例外。因此本条明确规定了供水管井的设计与施工的必备资料应在取得相应阶段的供水水文地质勘察报告后进行,强调了供水管井设计的基本程序。同时在表 3.0.3 注中也说明:“当水文地质条件简单或已有资料较丰富时,单眼供水管井可按勘探开采井施工。”这样的规定保证了小型水源地的建设速度和质量。勘察孔、勘探开采井、供水管井的区别见表 1。

表 1 供水水文地质勘察孔、勘探开采井、供水管井的区别

类别	勘察孔	供水管井	勘探开采井
主要目的	提供水文地质参数	满足供水需求	二者兼有
寿命与时限	临时	长期	长期
质量要求	特殊	一般	最高
井水含砂量 (体积比)	$< \frac{1}{2 \text{ 万}}$	$< \frac{1}{20 \text{ 万}}$	

本条还规定了供水管井(水源地)的设计和施工应具有《水资源论证报告》或《建设项目水资源论证资质申请表》,其目的是强调

地下水资源开采利用必须服从地下水资源的统一管理和统一规划,防止盲目开采或过量开采,避免产生地下水水质污染和地下水资源枯竭现象。防止产生环境问题并保持水资源可持续利用。

降水管井的目的在于人工降低给定范围内的地下水位,以便基础工程施工能在疏干和安全的条件下进行。基础施工结束后,降水管井也就完成了使命而报废,因而是临时的地下抽水构筑物。其安全是指基坑施工过程中,基坑自身的稳定和安全以及周边环境的稳定和安全。因此,降水管井的设计与施工应考虑场地及周边工程地质、水文地质条件、环境条件并结合基坑支护和基坑施工方案综合分析确定。

降水管井与供水管井的结构是相同的,但设计标准不同(见表2),其差异主要体现在井水含砂量标准和管井允许进水流速标准上,这两个标准涉及管井的使用寿命和管井出水量的大小,因而是管井设计的基本标准。

表2 供、降水管井设计标准的差异

标准项目	主要目的	环境条件	井壁允许进水流速 $V_j$	过滤管允许进水流速 $V_g$ (m/s)	井水含砂量(体积比)	使用寿命(年)
供水管井	满足供水需求	一般在乡村,为分散型布井(热源井除外)	$\frac{\sqrt{K}}{15}$ (m/s) *	$<0.03$	$<\frac{1}{20万}$	$\geq 20$
降水管井	满足设计水位降深	多在市区内,为密集型布井	$65 \sqrt[3]{K}$ (m/d) *	$0.03 \sim 0.08$	$<\frac{1}{10万}$	$1 \sim 1.5$

注: \* 运算过程中,渗透系数  $K$  采用的单位,也是  $V_j$  的单位。

### 3.0.4 管井设计与施工前到现场踏勘,可以了解现场附近建(构)

筑物的布局、概况,周围环境状况,掌握现场施工条件,为设计和施工做好准备。

**3.0.5** 本条为强制性条文。管井所使用的材料必须是无污染和无毒性材料,目的是保护环境,不污染地下水,不影响用户的身体健康。

**3.0.7** 地下水地源热泵系统是一种利用地下浅层地热资源,既可供热又可制冷的高效节能空调系统,它以地下水作为能量载体,通过压缩系统实现建筑物与含水层间的能量转移,达到建筑物制冷、供暖的目的。抽出的地下水在接受热量或释放热量后回灌进原含水层,形成一个完整的水循环系统。通过定性分析和类比方法,选取含水层岩性、分布、埋深、厚度、富水性、渗透性、地下水温、水质;分析水位动态变化、水源地保护、地质灾害等因素,同时考虑地方政策允许利用地下水,对地下水地源热泵系统应用的适宜性进行分析。该分析有益于系统的长期、稳定、有效运行,避免地热资源浪费和投资损失。

**3.0.8** 本条为强制性条文。本条规定供水管井不能布置在已存在污染源或已被污染的地层和地区,主要是指供水管井应处于优良的水资源环境之中,保证水源地水质始终符合生活饮用水和其他生活用水的卫生标准,确保人民群众身体健康。

**3.0.10** 本条规定的报废或已完成使用功能的管井、观测孔是指设计上不能纳入管井的总体布局,结构上达不到供水管井的要求或不能作为长期观测孔(包括任务结束后勘探井、降水井、观测孔以及其他废弃井)等。对于这些已有管井都应提出回填或处理意见。

## 4 管 井 布 置

### 4.1 供水管井布置

#### I 生活、生产用水管井的布置

**4.1.1** 供水管井设计与施工是根据供水勘察资料、用户要求和技术经济安全等因素综合决策下的产物。因此,本条有原则要求,亦有具体数据的规定。《中国水功能区划》已颁布试行,供水管井的布局首先应服从当地水务部门的总体布局,地下水的开发利用必须在允许的地下水开采区内进行,并应执行当地地下水开采使用管理规定。靠近主要用水地区、井群布置技术经济合理是原则要求,井间涌水量减少系数(干扰系数)是具体数据之一。井位的确定亦应考虑多种因素。从安全、环保的角度出发,条文规定了与建(构)筑物应保持有足够的安全距离。“足够的安全距离”应根据施工场地的地基、基础条件,地面、地下已有建筑物情况,管井结构、含水层特性、水位降落漏斗范围以及施工工艺等综合因素确定。实际情况变化很大,不宜规定某个具体指标,因此本条未作量化规定,只提出原则要求,使管井在构建和使用期间不得影响环境质量和建(构)筑物的使用性能和安全。

**4.1.2~4.1.9** 管井的布置,即井群布置的合理与经济一直是管井设计的重要内容。从表面上看,本节诸条文在内容上与勘察规范似有所重复。实际上,在接受管井设计任务时,尤其是大型水源地的管井设计任务,仍然有供水方案的技术、经济比较。虽然已有供水勘察勘探阶段的报告书,但是在管井设计工作中,对于管井的布置、组合形式仍是设计工作的主要内容。从结果上看,设计的这部分内容可以完全或部分采纳勘察报告中的管井布局、井位、井距的建议,也可以重新布设不同的供水方案。因此,原规范设置了

“管井布置”这一节是必要的。

另一方面,供水勘察报告中建议的布井方案,主要的意图在于通过某布井方案说明提交的允许开采量是可以采取的、有保证的。但是该方案并非是“唯一性”的,而只是建议性质的。适合于本规范要求的管井布置方案,是直接交付施工成井的。它除了充分考虑勘察的种种因素外,还要考虑输水管道、泵房等设施,已属于给水建设工程的一部分。从给水的角度看,这时的方案比勘察时考虑更为全面。从这层意义上讲,管井布置的诸条款并不重复,应该是管井设计不可缺少的一部分内容。原规范明确规定这些内容,有利于从设计的角度比较、复核勘察时所建议的布井方案,并优选出最佳供水建设方案。

本次修订时,考虑到汛期洪水对沿河两岸人民生命财产的威胁,为防止地下水管涌导致的危害,增补了“管井布置应符合当地河道管理的有关规定”的要求,主要指管井距堤岸的距离,其防洪标准按现行国家标准《防洪标准》GB 50201 的规定执行。

第 4.1.5 条的大厚度含水层,一般指含水层厚度超过 40m 以上的含水层。分段厚度通过 1982 年在兰州市的供水水源地(马滩、雁伏滩、崔家滩、迎门滩)的试验得出,对大厚度单一含水层,应根据抽水设备能力划分,段长一般为 30m 左右。岩溶地区应根据岩溶发育的垂直分带规律划分,段长一般为强含水带的厚度,至少大于强含水带厚度的  $2/3$ 。

**4.1.10** 滨海地区要充分考虑水源地与咸淡水界面的距离,避免海水入侵,保证水源地开采过程中地下水水质不被海水污染。滨海地区已采井较多,还需要考虑相互影响问题。

**4.1.11** 井群设计的同时,应有长期观测网(孔)的设计,以对地下水开采动态进行监测。这是水源地保护、管理及至扩建必不可少的资料。条文中规定长期观测网(孔)的技术要求按现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的规定执行,这是因为对地下水动态的观测需要长期、连续地进行。一些水源地地下水动态观

测从供水勘察时开始一直按现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的要求延续进行。为了统一观测技术要求,投产后地下水动态观测也应按同一标准执行。当然,对开采动态的一些特殊要求,当现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的规定尚不能满足时,可根据实际需求重新设计。

## II 热源管井布置

**4.1.12~4.1.15** 热源管井虽然属于供水管井,但其布置与一般供水管布置完全不同。由于这类项目多在市区或居民区内,用地面积有限,井位布置不可能任意选择,具有一定的局限性,为此,热源井的布置应考虑场地的水文地质条件和场地的可布井范围,着重两点:一是避免抽水井和回灌井之间产生“热贯通”效应以保证热交换效率,二是尽量避开那些对地面变形反应敏感的建(构)筑物和地下管网。

## 4.2 降水管井布置

**4.2.2** 当基坑规模、形状和设计水位降深等确定后,在综合考虑各种因素的前提下,经有关计算,降水井的数量即可确定。这时有必要考虑降水管井的平面布置问题,使之既达到降水目的,又使降水对环境影响尽可能小。本节规定适用于第四系松散含水层中降水。

为了尽可能使水位降深较大的地段集中在基坑内部,以减少降水引起的地面沉降对周边环境的影响,在降水方案设计时,降水管井在不危及建筑物安全 and 不影响施工的前提下应布置在基坑内部。武汉地区的工程实践充分证实,此种布置降水效果最佳。其降水效果比管井布置在基坑四周提高 10%~40%,对周边环境的影响要减少 15%~50%,工程费用要节省 10%~40%。

**4.2.3** 基槽是指长宽比大于 10 的狭窄基坑。

**4.2.4** 基坑降水管井的井间距可以通过计算得到,一般为 15m~25m。井距不宜过小,井距过小不能充分发挥单井的降水效果,从

技术经济角度上看是不合理的。一般应通过抽水试验资料确定。前期无资料时,可按吉哈尔特(Sichardt)从理论上得出的公式估算降水管井井距。

$$b \geq 5\pi D \quad (1)$$

式中: $b$ ——降水管井间的距离(m);

$D$ ——降水管井的直径(m)。

**4.2.6** 水位观测孔是降水工程设计必不可少的,降水工程的勘察孔和降水管井宜兼作水位观测孔。基坑典型部位指基坑内、外四角,深大基坑边坡中部,基坑中心及群井干扰最小处。水位观测孔的数量一般情况是:降水区与邻近建(构)筑物间宜布置2个~3个,简单工程不宜少于2个,中等工程宜设2个~3个,复杂工程不得少于4个。

**4.2.7** 回灌井的设置应因地层而宜,距抽水管井的距离不宜小于6m,避免因回灌形成局部反漏斗,增加基坑壁外侧的水头高度,加大坑壁承受的压力。要想在基坑外围某一界线外保持天然状态下的地下水位,即在此处形成定水头补给边界,此时回灌量应与基坑抽出水量处于动平衡。但实际上两者相差较大,根据试验资料表明:二者之差随含水层渗透性大小而变化,对于粉土和粉细砂含水层,单位回灌量是单位抽出水量的 $1/3 \sim 1/2$ ,对于粗颗粒含水量或裂隙岩溶含水层,单位回灌量可能等于或大于单位抽出水量。

**4.2.8** 对于含水层顶部存在粉土或粉砂夹粉质黏土的互层(弱透水含水层),可通过设置若干“引渗井”加强弱透水含水层与下部强透水含水层的水力联系,在利用管井降水技术降低强透水含水层地下水头的同时,也将弱透水含水层地下水位降至设计标高。

## 5 管井结构设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 不同管井结构设计在总体上有其共性,但由于用途不同,其侧重点也有所不同。如供水管井(包括热源管井)与回灌管井,前者重点是从井内向井外抽水防止出水量小、含砂量超标,后者却是从井外向井内灌水,防止堵塞。再如供水管井与降水管井,虽然都是从含水层中取水,但前者水质水量要有保证,而后者只要求降低基坑地下水位或隔水底板以下含水层水头对基坑底板的顶托压力,以保证基坑的正常开挖和施工。工期短而急。降水管井一般井浅、径大、量多,且时有调整变动。以上这些特点,在进行不同管井结构设计时都要区别对待。

**5.1.3** 过去,回灌是减小由于过量开采地下水所造成地面沉降的一项重要措施。近年来,由于地源热泵技术的发展和推广,开发地下热水资源被许多地区所关注。而把用去一定热量后的弃水再重新回灌下去是维护热储压力、减少热和化学污染的有效途径。基坑降水为保护坑周建(构)筑物安全,有时也采用回灌技术。但是多年的实践表明回灌效果不佳。究其原因有二:一是地层本身。地层不是理论上的弹性体,当它降压释水而被上覆地层压密后,产生的不只是弹性变形,还有塑性变形。进行回灌后塑性变形的部分并不会恢复原状。二是堵塞。抽水时地下水经过过滤器降低了进井流速,使含水层中大部分颗粒留下,与过滤器一起形成了自过滤器内壁向管井四周含水层延伸的稳定的反滤层,从而保证供水正常。回灌则是用地表水或经热泵交换使用后的弃水用一定压力再灌入原含水层。可见回灌水不论其物理性质和化学组成都有了不同。这种不同就会发生化学和物理化学反应而产生新的成



分,新成分内的沉淀和回灌水中的既有颗粒进入含水层就造成了堵塞。由于回灌水的压力作用,使这种堵塞逐渐向管井四周扩散,最终会导致回灌管井效能大降。

目前比较有效的方法只能是同一眼管井供水、回灌交替使用,使供水管井与回灌管井的功能互相转换。这就要求二者的过滤器必须设置于同一含水层中,过滤器的位置和长度基本一致。通过抽水将被压入含水层中可移动颗粒和一些沉淀再抽出,从而起到类似洗井的效果。

**5.1.5** 本条规定了井身结构的主要内容。一般情况下,井身结构与井管配置及管材选用是每个管井设计应包括的内容,其他条款的内容则可根据地层资料和成井要求决定。除管口封闭外,若不存在其他水体渗入含水层时,则不必考虑第6款的内容。关于“井的附属设施”,主要是针对大型水源地的设计而言的。实施时,应根据实际情况决定。

井径是包括开口井径、开采段井径和终止井径等井身各井段井径的泛称。各井径的涵义在本规范第2章中已有明确规定,井径设计的内容应按其涵义和实际需要确定。开采段井径根据含水层的埋深和设计出水量确定。一般情况下,浅井的各井段井径采用同一井径,深井则不能为同一井径,可变径一次或多次。

**5.1.6** 虽然过滤器在非填砾过滤器中包含在井管范畴之内,但在填砾过滤器中尚包括填砾这一十分重要的部分,而且在管井结构设计中,过滤器的设计是其主要组成之一。

**5.1.7** 过滤器按其结构划分,大致可分为三种类型:即骨架过滤器、缠丝(包网)过滤器、填砾过滤器。其中前两种过滤器又称非填砾过滤器。

(1)骨架过滤器是在井管上穿有各种形状(如圆孔、条孔、桥式)的孔或缝隙,其骨架兼有支撑和过滤的作用,因其只有一个过水断面,也就只有一个孔隙率。

(2)缠丝(包网)过滤器。有支撑骨架和在支撑骨架外作为过

滤面的缠丝和包网。缠丝或包网过滤器的支撑骨架一般都是穿孔管,在穿孔管与缠丝或包网之间有纵向垫筋相隔,互不接触,所以是两个过水断面,因而有两个孔隙率。

(3)填砾过滤器是由人工填砾构成。与含水层接触的过滤面的孔隙率即为填砾层的孔隙度。填砾过滤器的骨架部分为骨架过滤器和缠丝过滤器或包网过滤器中的任一种。由于作为支撑骨架的过滤器本身有一个或两个孔隙率,所以填砾过滤器有两个或三个过滤面,就存在两种或三种孔隙率。贴砾过滤器和笼状过滤器是其特例。

## 5.2 井身结构设计

**5.2.2** 本条对开采段井径的设计只作了原则的规定,而没有列举公式计算。原因是开采段井径的大小和开采段的长短都是由允许井壁进水流速决定的,而该流速则可通过调整井壁的进水面积来满足。井壁进水的面积大小由条文中列举的诸因素决定。由一个计算公式欲确定两个有关联的变量,其解是不确定的。相同的理由在第 5.4.1 条的条文说明中阐述得比较清楚,请参考。

**5.2.4** 开采段井径过小将造成井损增大,影响管井出水量,一般大于 150mm。

**5.2.5** 管井深度是多因素综合确定的。对于存在不同水质的含水层地区,水质亦是决定管井深度的因素之一,应引起注意。热源井属地下水地源热泵系统,该系统是以地表以下一定深度(一般为恒温带至 200m 埋深)范围的岩土体、地下水和地表水为低温热源的空调系统(见现行行业标准《浅层地热能勘查评价规范》DZ/T 0225)。

**5.2.6** 本条规定了设计降水管井深度。在实际施工中,第 1 款和第 3 款的情况最常出现。尤其是第 3 款,是指在基坑开挖时,基坑壁揭露了上部的潜水含水层和承压含水层。在此情况下,降水管井对已揭露的诸含水层起疏干井的作用,对基坑底以下的承压含水层起减压井的作用。可见井深主要考虑的是对下部承压含水层

的减压问题,而上部则是过滤器的设计问题。

**5.2.7、5.2.8** 管井应把被污染或可能被污染的含水层或者不良水质的含水层进行封闭。供水管井是永久性的地下水取水构筑物,因此封闭亦是永久性的。封闭的目的有二:一是加固井管,二是阻隔不良水质水(包括非开采含水层水)的进入和取水层地下水进入其他含水层或透水层。有时两种目的同时兼有。阻隔非开采含水层的要求常由用户或水资源管理部门提出。管井外围封的长度因目的和地质条件而异,条文中没有规定具体数据的要求,执行中应注意封闭的效果。降水管井井口外围封闭的目的是防止抽出的水沿井管外渗流回含水层和防止地表污染物污染含水层。

**5.2.9** 管井设计时预留能够投放测量水位仪器探头的地方是颇为重要的,它为监测地下水位的动态变化提供了条件。地下水位动态资料是保证水源地科学管理和合理开采的重要资料之一。因此制订了本条规定。实际上,只需在管井泵座上预留一小孔即可,但要采取一定措施防止杂物投入或误入。

### 5.3 井管配置

**5.3.1** 钻进终止后,即使捞取了沉淀,但在下管过程中由于种种原因仍会产生一些沉淀,这样就有可能使井管下置不到设计位置而发生过滤器错位的严重后果。若预留一定长度的井身,则井管即使不能坐到井底,在悬挂状态下,经过填砾或封闭后,井管仍会被牢牢固定。

**5.3.2** 本条制订的目的在于要求安泵段井管内径满足抽水设备的安装和正常运转,并估计到井管连接时,经常产生的允许垂直偏差和管井投产后可能发生的偏斜。因此,规定安泵段井管内径要比抽水设备标定的最小井管内径大 50mm,过大则增加建井费用。以往的“抽水设备铭牌标定的井管公称内径”是国外习惯叫法,我国水泵说明书的常用说法是“最小管径”。因此本规范改用后者。此外,安泵段设置井管对保证抽水设备长期正常运行十分必要。

**5.3.3** 过滤器(管)外径设计应执行本规范第 5.2.3 条的规定。当为非填砾过滤器时,过滤管即为过滤器;当为填砾过滤器时,过滤管即为骨架管,本条中的过滤器(管)外径均指过滤管外进水面层的直径。

**5.3.4** 条文强调岩石上部第四纪地层或不稳定岩层,为防止坍塌、掉块,要设置井管。安泵段设置井管,对保证抽水设备长期正常运行十分必要。开采段岩体破碎易坍塌部位要设置过滤管。

**5.3.5** 沉淀管应和其相连接的过滤管管径相同。沉淀管长度应根据含水层颗粒组成、含水层厚度、井的深度综合确定。降水管并设置沉淀管与否宜根据实际情况确定,实践表明,不一定必须下置沉淀管。

**5.3.6** 布置在基坑内的降水管井除应考虑材质的各种强度外,还应满足工程设计要求,做好工种间的配合。慎用水泥管和 PVC 管。

## **5.4 过滤器设计**

**5.4.1** 本条对过滤管直径的设计只作了原则规定,而未列举计算式或复核式。

在设计出水量一定的情况下,由于过滤管有效孔隙率是定值,过滤管外径与长度互为变量,按该式确定过滤管直径或过滤管长度,也即一个关系式确定两个变量,显然解是多值的。我国有关文献给出的确定过滤管外径或过滤管长度的计算式,正是忽略了这一关系式解的不确定性,需要指出的是,由于“井”、“孔”概念混淆、管井进水流速概念混淆,部分计算式本身就是错误的,就工程实践而言,也不可能按计算的直径特别定制过滤管。我国部分技术标准和文献给出了过滤管的直径复核式,也是不正确的,工程实践不可能按复核结果而改变过滤管直径,因此计算确定或复核过滤器直径,无论在理论上还是在实践上都是不成立的,也是本条不再列出过滤管直径计算式或复核式的原因所在。

**5.4.2** 缠丝过滤器(管)的进水面是双开口型的,因此它的进水面

是双层的,即骨架管进水面和缠丝面进水面,后者直接与含水层接触,两者技术要求不同。所以缠丝过滤器设计包括骨架管设计和对缠丝要求两部分内容。由于骨架管不直接与含水层接触,因此骨架管的穿孔形状、尺寸及排列方式与含水层颗粒组成无关,仅与管材强度和加工工艺有关。

由于骨架管进水面不直接与含水层接触,不存在被含水层颗粒堵塞的问题,也就不存在有效孔隙率问题,这与外层缠丝进水面有所不同。缠丝进水面由于存在有效孔隙率问题,因此缠丝过滤器(管)的进水能力是由其外层缠丝进水面决定的,缠丝过滤器(管)腐蚀、结垢及至报废,均是由于缠丝进水面腐蚀、结垢及损坏造成的,因此骨架管孔隙率过大并无意义,《供水管井工程施工及验收规范》GBJ 13—66 和我国部分文献规定了不同管材的孔隙率数值,显然是从管材强度角度作出的规定,是不正确的。根据我国常用管材的穿孔管孔隙率和缠丝进水面有效孔隙率的计算,条文规定骨架管孔隙率为 20%~30%是符合工程实际情况的,是合适的,管材强度大,可取大值,管材强度低,可取小值。

缠丝的断面形状直接影响到有效孔隙率的大小,圆形缠丝断面外大中间小,极易被含水层颗粒堵塞,有效孔隙率低;梯形或三角形缠丝断面外小内大,不易被含水层的砂砾堵塞,有效孔隙率大,优越性明显,国外早已普遍采用,我国限于加工条件,尚不能强制执行,但有条件宜尽量采用。

**5.4.3** 我国部分技术标准和有关文献定义过滤器孔隙率为穿孔管的孔隙率,因此大多数给出了穿孔管孔隙率的计算式,而未给出外层进水面孔隙率计算式,导致忽视了外层进水面孔隙率计算的不正确认识。外层进水面由于直接与含水层或滤料颗粒相接触,存在有效孔隙率问题,因此过滤器(管)的进水能力是由外层进水面决定的,外层进水面孔隙率有着比内层进水面孔隙率更为重要的意义,所以双层进水面过滤器(管)应计算外层进水面孔隙率。原规范禁用包网过滤器而未给出包网进水面孔隙率计算式,本次

修订予以补充,应按规定执行。

**5.4.4** 室内试验表明,滤料厚度超过 25mm 即可有效挡砂,但考虑到管井施工多种因素的影响,滤料厚度宜大于 75mm。滤料厚度增大(增大井径)可增大管井出水量,在细粉砂含水层情况下,适当增加滤料厚度尚可降低井水含砂量,但是滤料厚度过大,不仅带来施工的困难,而且滤料超过一定厚度后水量增加也很少。根据国内外工程实践,对大多数填砾过滤器管井而言,规范规定滤料厚度为 75mm~150mm 是合适的,细颗粒含水层宜取上限值,粗颗粒含水层可取下限值。

考虑到洗井和抽水过程中滤料将会下沉,当滤料高度低于过滤管顶端时,将导致管井涌砂,因此滤料高度应始终高于过滤器顶端。滤料的下沉量与取水含水层的特性、管井结构及施工方法等因素有关,条文规定的滤料高度是就一般情况而言,实际工作中,可根据含水层的实际情况进行调整。

**5.4.5** 分层填砾时,为保证细颗粒含水层颗粒不会通过粗颗粒滤料进入管内,细颗粒含水层的滤料需超过细颗粒含水层的顶板和底板,超过多少合适,条文并未规定具体数字,应根据含水层的具体情况确定,原则上是防止细颗粒含水层滤料错位,导致管井涌砂。

当细颗粒含水层和粗颗粒含水层为互层,其间并无相对隔水层,难以分层填砾时,为保证管井质量,应全部按细颗粒含水层滤料规格进行。

粗颗粒含水层中间有薄层细颗粒含水层透镜体或夹层时,显然全部按细颗粒含水层确定滤料规格是不合理的,此种情况下,宜封闭细颗粒含水层。

**5.4.6** 双层填砾过滤器由于内层滤料规格比外层滤料规格放大 4 倍~6 倍,骨架管进水缝隙尺寸亦相应放大 4 倍~6 倍,因此骨架管孔隙率增大,进水流速降低,井损减少。我国供水管井工程调查表明,双层填砾过滤器不仅出水量大,而且使用寿命长,尤其对

于细粉砂含水层效果突出,本规范规定了双层填砾过滤器设计应遵守的基本内容,实践中,我国部分地区采用简易双层填砾过滤器也取得了良好效果。但双层填砾过滤器成本高于单层填砾过滤器,施工亦有一定难度,因此应根据具体条件决定采用与否。

### I 供水管井过滤器设计

**5.4.7** 表 5.4.7 是在原规范表 3.4.1 的基础上修订的。说明如下:

(1)原规范表 3.4.1 中“基岩”系对于上覆土层而言,在岩土分类中并无此名称,而且与下面的碎石土、砂土分类定名不一致,故改为岩体。

(2)原规范表 3.4.1 中,“岩层稳定”、“岩层不稳定”两栏的内容与下面两栏内容交叉,因此合并到下面两栏中。

(3)原规范表 3.4.1 中砂土类含水层缺少砾砂含水层,显然是疏漏,本次修订予以补充。

(4)原规范表 3.4.1 里,适用的过滤器类型中,列出了部分非填砾过滤器,但所列不全,也难以列全,如缺少桥式过滤器等,因此本次修订表中过滤器类型按填砾与否划分为填砾过滤器和非填砾过滤器,非填砾过滤器泛指所有不填砾的过滤器,不仅避免了篇幅过大,也避免了疏漏。

(5)包网过滤器有效孔隙率小,进水能力低,且滤网容易堵塞、结垢和腐蚀,导致管井出水量减少,使用寿命缩短等诸多弊端。但考虑在实际工作中,当管井很深、井径受限制时,粉细砂含水层采用包网过滤器仍不失为一种选择,因此一般情况下不宜采用包网过滤器,但在上述特殊情况下也可考虑采用,所以条文并未规定完全禁用。对于过滤管外包棕皮则明确禁止采用。我国有些单位使用的所谓包网过滤器,实际上是用作填砾过滤器的骨架管,在技术上显然不合理。

(6)近十几年,桥式过滤器(管)在我国供水管井和降水管井实践中得到了广泛采用,由于桥式过滤器(管)进水缝隙是侧向开孔,

不易被含水层颗粒或滤料堵塞,因此有效孔隙率大,管井出水量大,无论是作为非填砾过滤器还是作为填砾过滤器的骨架管均优点明显,本次修订时,考虑桥式过滤器是填砾或非填砾过滤器之一,不是单独的过滤器类型,故未列入表中,在表下的注中予以特别提出。

(7)贴砾过滤器是填砾过滤器的一个特殊类型,原规范第3.4.1条的条文说明阐述了不宜采用的原因,其缺陷在于:由于贴砾层与骨架管直接接触,孔隙率低,过滤器进水能力低,且存在不利于洗井和不便运输等弊端。本次修订在表下的注中予以明确。

**5.4.8、5.4.9** 过滤器(管)在地下水中被腐蚀和堵塞是极普遍的现象。当地下水具有腐蚀性时,其腐蚀和堵塞现象更为剧烈。实践表明,地下水对过滤器的腐蚀和堵塞几乎是同时发生的,只是条件不同时,两者发展的速度不尽相同。除地下水水质因素外,影响地下水对过滤器腐蚀、堵塞的强度和速度的因素还有制作过滤器材料的抗腐蚀性、过滤器结构和管井出水量等。因此当地下水具有腐蚀性时,供水管井选择耐腐蚀材料制作过滤器是必要的,从几种常用管材比较,铸铁管比钢管抗腐蚀强,非金属管比金属管抗腐蚀性强;但当地下水对混凝土有侵蚀性时,则不宜采用钢筋混凝土井管。

缠丝过滤器(管)仍是目前采用较多的一种过滤器(管),缠丝无疑是缠丝过滤器(管)的薄弱环节,当地下水具有腐蚀性时,有条件时,宜采用不锈钢丝、铜丝或增强型聚乙烯滤水丝等耐腐蚀性材料,采用抗腐蚀性差的缠丝材料时,应采用涂保护层、阴极保护等防腐措施。在含水层的颗粒组成较为粗大的情况下,采用不缠丝过滤器(管)不失为一个彻底的解决办法。

**5.4.10** 据试验和对比资料表明,过滤器长度在一定范围内,管井出水量随过滤器长度的增加而增大,当过滤器长度增大超过某一阈值后,出水量增大的比例却很小,甚至毫无实际意义,经统计这个阈值为20m~30m。一般将这个阈值称之为“过滤器有效长



度”，也即占管井出水量 90%~95%的过滤器长度。

在地下水取水工程实践中，花费很多财力准确地测试水源地的“过滤器有效长度”，在经济上是不合理的，也不现实，本规范规定以 30m 为界限值，对我国大多数地区而言是合适的，也不会造成太大的浪费。

含水层厚度大于 30m，特别是对于含水层很大的所谓“大厚度含水层”，为了充分利用含水层，可根据实际情况考虑采取分段取水方案。

非均质含水层中过滤器的设计，条文中对两种比较普遍的情况作了规定：一是层状非均质含水层，可概化为均质含水层，按均质含水层设计过滤器长度；二是裂隙、溶洞含水层，可适当加长过滤器长度。因此，条文规定：“过滤器累计长度宜为 30m~50m”，且“应安置在主要含水层部位”。

**5.4.11** 影响非填砾过滤器进水缝隙尺寸确定的因素主要为：含水层的类别，含水层的均匀性，过滤器进水缝隙的形状，覆盖层的稳定与否，地层取样的可靠程度，地下水的腐蚀性。

上述影响非填砾过滤器进水缝隙尺寸确定的因素中，含水层的类别及其均匀性是最主要的，其次是过滤器的进水缝隙的形状。对于长期取水构筑物的供水管井而言，上述影响因素均需要予以考虑，但对于临时抽水构筑物的降水管井，则无需全面考虑，如地下水有无腐蚀性并不是短时间能看见其影响的，所以主要应考虑的因素仍是含水层的类别及其均匀性。

原规范对供水管井缠丝过滤器进水缝隙尺寸作了规定，实质是对非填砾过滤器进水缝隙尺寸的规定，此规定略显简约，工程实践可根据上述影响因素进行微调。

**5.4.12** 填砾过滤器滤料挡砂，并非将含水层中的砂粒完全隔滤于滤层之外，滤料形成的孔隙允许含水层中的较小砂粒在管井洗井时通过滤层抽出井外，而含水层中的较大颗粒则被隔滤于滤层之外，达到稳定含水层和降低井水含砂量的目的。滤料孔隙中形

成的内切球体直径即为滤料的“通过粒径”，所谓“通过粒径”即是滤料层孔隙允许通过砂粒的最大粒径，显然“通过粒径”确定之后，滤料粒径随之确定，所以两者之间有如下关系：

$$D = nd_i \quad (2)$$

式中： $D$ ——滤料粒径(mm)；

$n$ ——填砾比；

$d_i$ ——通过粒径(mm)。

上式即为填砾过滤器滤料规格确定的通式，世界各国制定的滤料规格虽然在  $n$  和  $d_i$  的数值上有所不同，但规定的基本形式是相同的，其理论依据即在于此。

原规范在大量调研的基础上，舍弃了《供水管井工程施工及验收规范》GBJ 13—66 的表格形式规定，根据供水管井的设计标准和上述滤料规格确定的通式，分别对砂土类含水层和碎石土类含水层滤料规格作了规定，多年的实践表明，这一规定是符合我国供水管井工程的实践情况的，对于指导我国供水管井填砾过滤器滤料规格确定具有重要的指导意义。

## II 降水管井过滤器设计

**5.4.13 降水管井过滤器类型**在选用原则上与供水管井并无区别，因此降水管井过滤器类型可参照表 5.4.7 进行选用，但降水管井作为临时抽水构筑物，并不要求很长的使用寿命，砂土类含水层，特别是细、粉砂含水层，包网过滤器简便易行，在降水管井实践中经常采用，禁用并不合适，需注意的是，由于包网进水面有效孔隙率低，导致井损增大，单位出水量较小的问题，不禁用并不表示合适，宜根据具体情况确定采用与否。

**5.4.14 降水管井**由于是临时抽水构筑物，所以可不考虑地下水水质因素，过滤器制作材料选择应根据过滤器的受力条件和经济合理因素确定。

**5.4.15 降水管井过滤器长度设计**，不仅应考虑含水层的类型和含水层的厚度情况，尚应考虑基坑的基底深度，当基坑底的深度超

过含水层隔水底板时,单独采用管井降水法是达不到降水深度要求的,此时过滤器的长度只能是设计动水位以下的含水层厚度。当基坑底的深度未达到含水层隔水底板,此时应根据含水层的厚度情况,采用完整井或非完整井,相应确定过滤器的长度,条文规定了应考虑的因素,其实质是过滤器长度的确定,应使过滤器进水流速不超过允许进水流速。

当基坑底部存在承压含水层时,为防止基底隆起,应降低承压含水层的水头至安全的水头以下,也即允许水头以下。所谓允许水头,即是基坑底不隆起的水头,降低承压水头过大则浪费,未达到允许水头则存在基底隆起的危险,显然允许水头确定后,管井出水量即确定,过滤器的长度即可根据管井设计出水量确定。

**5.4.16** 降水管井作为临时抽水构筑物,设计标准不同于供水管井设计标准,本次修订根据降水管井出水含砂量标准和允许进水流速的规定,对降水管井非填砾过滤器进水缝隙尺寸作出了规定,工程实践上仍可综合考虑影响非填砾过滤器进水缝隙尺寸确定的因素而进行微调,但地下水水质因素可不考虑。

**5.4.17** 降水管井的目的是通过抽水以降低地下水位,这就要求降水管井在满足出水含砂量标准的情况下,达到最大限度降低地下水位的目的。降水管井作为临时抽水构筑物,决定了降水管井滤料规格标准应低于供水管井滤料规格标准。室内试验和实践均证明,填砾比  $n > 12$  将导致井水含砂量过高、抽水设备不能正常运行、地层结构受到破坏等不良后果,但滤料规格标准过于严格则限制了管井出水量,影响了降水效果,显然也是不合适的。本次修订依据降水管井的允许井壁进水流速和井水含砂量标准,规定降水管井滤料规格填砾比为  $n = 8 \sim 12$  是合适的。特殊情况下,当含水层为细粉砂层,基坑周边有重要建(构)筑物而对出水含砂量有较高要求时,可按供水管井标准确定滤料规格。

填砾过滤器骨架管缝隙尺寸的大小,可根据含水层颗粒确定的滤料  $D_{10}$  确定,也即挡住 90% 的滤料不能进入管内,意在稳定滤料层。

## 6 管井设计出水量的确定

### 6.1 一般规定

**6.1.2~6.1.4** 管井设计出水量及与之对应的设计动水位是管井设计的重要内容。管井设计出水量是指保证管井投产后良好运行和正常使用寿命的允许出水量,是根据水源地的水文地质条件及开采方案等经济因素确定的,可见它不同于单纯的水文地质计算的管井出水量。从理论上讲,管井结构设计应与水文地质计算的管井出水量相匹配,但实际上在管井设计时,由于管井结构设计不同,管井的出水能力也不同。这就需要在管井结构设计后计算管井的出水能力,通过技术经济合理性比较,确定管井的设计出水量。

对于松散含水层管井,管井设计出水量确定可参考下述步骤进行:

(1)选择适合的水文地质计算公式,计算管井在设计降深下的管井出水量。

(2)根据管井设计中有关数据和取水目的层的渗透系数,首先确定井壁允许进水流速和过滤管允许进水流速,然后分别计算其允许进水流量,最后确定管井出水能力(流量)。

管井的井壁进水能力(允许进水流量)和过滤管进水能力(允许进水流量)两者之间的相对大小并非固定不变,而是由管井的井身开采段设计和过滤管设计所决定的,作为管井出水能力应以两者之中的相对较低者为准,同时也表明目前国内外有关文献中管井出水能力单指井壁进水能力或单指过滤管进水能力都是不全面的。

(3)复核管井出水能力是否满足要求,如管井出水能力小于计

算的管井出水量,则应重新设计管井结构,当管井结构难以改变时,则应减少管井出水量使之低于管井出水能力,最后确定管井设计出水量。

对于岩体地区的管井,井壁允许进水流量已无实际意义,过滤管允许进水流量即为管井出水能力,因此确定管井设计出水量时仅复核过滤管允许进水流量即可。

实际工程中,管井设计前一般都进行了相应阶段的水文地质勘察工作,并提交了勘察成果——水文地质勘察报告,报告中在进行水文地质参数计算时,已根据相应的水文地质边界条件选择了适用条件的水文地质计算公式,涌水量公式是其中之一,管井设计时可以引用。

**6.1.5** 考虑到管井质量、井管堵塞、抽水设备故障等因素对降水连续性和降水效果的影响,在设计时应设置备用井。备用井的数量按基坑工程的重要性等级确定。基坑工程重要性等级是根据基坑工程的工程地质、水文地质、环境条件及基坑的自身规模、等级确定的。各地应执行国家现行的各类标准。

## **6.2 供水管井设计出水量的确定**

### **I 生活、生产用水管井设计出水量的确定**

**6.2.1** 地下水的开发和利用应贯彻“全面规划、合理开采、开源节流、化害为利”的原则,做到合理开发,可持续开发,保护地下水资源,避免过量开采而产生一系列不良后果(如区域地下水位下降、水质变差、地面沉降、环境恶化等)。因此,本条从数量上规定,井群总出水量应小于开采区的地下水允许开采量。

**6.2.2、6.2.3** 实践表明,在供水管井设计与生产中,普遍存在的问题是超过管井的出水能力超量抽水。从设计上看,每一眼管井在井结构确定的条件下,有一个最大允许出水量。目前仅依据勘察资料确定出水量,而很少考虑确定的管井结构本身的出水能力是否与之匹配。更严重的是,在管井结构已定的情况下,盲目追求

增大出水量,造成许多地区管井涌砂、腐蚀和堵塞的加剧。合理的管井设计出水量需正确地确定两个流速参数:一是地下水从含水层进入井壁的进水流速,二是流经过滤管缝隙(孔隙)的过滤管进水流速。流速过大会把含水层中的细小颗粒带入井内。井壁进水流速是指含水层中的地下水通过井壁界面进入井内时的速度,它可用含水层渗透系数和井壁过水断面处的水力坡度的乘积表示。因此也可称为渗透流速。水力坡度的大小是有一定限度的,因此渗透流速越大,实际流速也越大。松散含水层由不同大小粒径的砂粒组成,在水流的推动下,每一粒径的砂粒都有一个最小能被搬运移动的实际水流速度值。因此在理论上就会有一个确定了实际水流速度值:在它的推动下被搬运至井内的砂量可被管井设计允许,并且还不会因进入井内的砂粒过多而造成井壁坍塌、管井报废。这一实际的水流速度值由于井壁四周地下水运动的复杂性(紊流和三维流)和边界(井壁)的多变性而难以用严谨的数学解析法求解。不过经大量的试验和统计数据显示,它和含水层的渗透性有密切的关系,并可以用井壁进水流速的相关关系式来表达。这就是吉哈尔特公式、阿勃拉莫夫公式和它们的修正公式。详情见后面的有关论述。而流经过滤管缝隙(孔隙)的流速是实际流速,过大会增大水头损失,破坏地下水化学平衡,使水中的溶解物质析出沉积于过滤管进水缝隙(孔隙)中,加速结垢,导致过滤管堵塞。合理的设计应保证井壁进水流速和过滤管进水流速都不得超过其临界流速的允许值。井壁允许进水流速是井身开采段设计的重要参数。过滤管允许进水流速是过滤管进水面积设计的重要参数。需要指出的是,管井设计时采用的都是其过水断面上的平均流速。对管井设计出水量,本规范第 6.1.4 条明确规定:“管井设计出水量应小于管井的出水能力。”所谓管井的出水能力,即是某过滤器结构条件下允许通过的最大水量。由于地下水是经过过滤管进入井管内的,因此过滤管的出水能力即是管井的出水能力。其出水能力可根据已确定的过水断面积与过滤管允许进水流速的

乘积确定,即式(6.2.2)。实际上,计算过滤管的进水能力即是确定过滤管的进水流速不得超过过滤管的允许进水流速。根据原规范修订时的调查和复核计算,我国大多数生产井的过滤管进水流速都未超过 0.03m/s,仅少数出水量大或采用包网过滤器的管井,因过滤管有效进水面积过小而超过此值。因此,第 6.2.2 条规定过滤管允许进水流速  $V_g$  不得大于 0.03m/s,正是出于减缓过滤管的堵塞对过滤管进水流速的要求而规定的。

井壁允许进水流速的确定有各种计算公式,常用的有:

(1)吉哈尔特公式:德国学者吉哈尔特(W·Sicharde)于 1928 年根据大量管井试验资料,用数理统计的方法首先建立了允许入井流速与含水层渗透系数的相关关系式:

$$V_j = \sqrt{K}/a \quad (3)$$

式中: $K$ ——含水层平均渗透系数(m/s);

$a$ ——滤料层的滤水系数(一般为 15,若滤料颗粒很细时,可取 18),本规范和国内相关文献中取 15。

(2)休斯曼(Huisman)1972 年对吉哈尔特公式进行了修正,修正后的关系式为:

$$V_j = \sqrt{K}/30 \quad (4)$$

式中: $K$ ——含水层平均渗透系数(m/s)。

该式偏于安全,仅在日本等少数国家得到应用。

(3)苏联学者阿勃拉莫夫(C·K·Абрамов)于 1954 年根据大量管井试验资料建立的相关关系式:

$$V_j = A \sqrt[3]{K} \quad (5)$$

式中: $K$ ——含水层平均渗透系数(m/d);

$A$ ——系数( $A=60\sim70$ ,一般取 65,含水层颗粒细取小值,颗粒粗取大值)。我国现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 和相关文献中, $A$  取 60~65。

(4)我国陕西机械学院水利系教授赵尔惠 1980 年对式(5)进

行了修正与验证,修正式为:

$$V_j = 56.67K^{0.411} \quad (6)$$

式中:  $K$ ——含水层平均渗透系数(m/d)。

比较诸式的计算结果:当  $K \geq 6\text{m/d}$  时,式(4) < 式(3) < 式(5) < 式(6);当  $K < 6\text{m/d}$  时,式(4) < 式(3) < 式(6) < 式(5)。

在相同条件下,管井的井壁进水流速越大,意味着从含水层进入管井的砂越多,则井水的含砂量亦大。因此,确定管井允许井壁进水流速是与井水含砂量要求密切相关的,彼此匹配的。换言之,井水含砂量的要求越严,则井壁允许进水流速相应的要求越小;井水含砂量的要求越宽,则井壁允许进水流速也可相应大些。原规范修订组从我国生产实践出发,并通过 20 余例生产井(供水)调查和核算认为,我国生产井(供水)的井壁进水流速均远小于式(5)的计算值,一般为式(5)计算值的  $1/3 \sim 1/2$ 。也就是说,若按式(5)的井壁允许进水流速设计井径,则原井径要缩小 2 倍~3 倍。显然,该式不适合我国供水管井实际,且其原著《机井滤水管》中已说明,式(5)适用范围应限于包网过滤器管井。另外,式(4)实际上是式(3)乘以  $1/2$  安全系数的修正式,我国生产井(供水)的井壁进水流速均大于式(4)的计算值,若按该式计算供水管井出水量,则要大大减少原出水量,显然在实际上太偏于安全。据此,供水管井的井壁允许进水流速的计算式推荐采用吉哈尔特公式。通过生产井的实际复核,均与式(3)的计算值接近,符合我国供水管井的实际情况。当为降水管井时,本规范第 6.3.5 条的井壁允许进水流速的计算式推荐采用式(5)。同时,二者也与我国允许井水含砂量的现状和新制定的井水含砂量标准相匹配。

当地下水具有侵蚀性和容易结垢时,为减缓过滤管的腐蚀和结垢速度,降低允许过滤管的进水速度,也即降低管井出水量是必要的。具体数据应根据地下水水质的腐蚀性程度确定。

**6.2.4** 在实际供水工程中,多采用地下水水源地集中供水,常利用井群的形式进行抽水,当井群中的井与井之间的距离过小时,彼



此之间的降深和流量都要发生相互影响,可能出现较明显的水井之间的相互干扰。在求解干扰井流定解问题时,依据叠加原理和稳定流、非稳定流的基本原理和方法。叠加原理用于干扰井流的实质,就是将干扰井中各个抽水井单独工作时对某一点产生的水位降深叠加,即等于该点在干扰井流中的水位降深值。

## II 热源井设计出水量的确定

**6.2.5 浅层地热能**是指蕴藏在地表以下一定深度(一般为200m)范围内的岩土体、地下水中具有开发利用价值的地热资源。对于直接地下水换热系统,回灌过程中的回扬、水回路中产生的负压和沉砂池都避免不了空气和地下水的接触,导致地下水氧化。地下水氧化会产生一系列的水文地质问题,如地质化学变化、生物变化等。虽然井口换热器减少了地下水与空气的接触,并对回路中所用器材做防腐处理,这样可以减轻空气对地下水的污染程度,但是污染后将是一个无法挽回的灾难,从危害程度上来讲,不亚于空气污染的危害性,治理更是无从谈起。所以地下水水源热泵的水源宜采用浅层水,与城市供水水源分开是必要的。

## 6.3 降水管井设计出水量的确定

**6.3.1、6.3.2** 规定了基坑施工在疏干降水和减压降水两种情况下对基坑地下水位降深的基本要求。再根据此安全降水深度计算基坑的总涌水量,然后设计管井出水量和降水管井数量。对于上部为强含水层、下部为隔水层的基坑,总涌水量按大口井法计算,同时考虑基坑明排,否则难以疏干基坑中的地下水。

**6.3.3~6.3.5** 降水井单井出水量决定于含水层的井壁允许进水流速、过滤器长度、直径等,其理论出水能力按式(6.2.2)和式(6.2.3-1)计算。设计的出水量应小于计算值,实际工作中应进一步对出水能力复核。

详细说明见本规范第6.2.2条和第6.2.3条的条文说明。

**6.3.6** 基坑总涌水量应根据水文地质条件,基坑的形状、面积、支

护设计和对水位降低值的要求按附录 B 计算。该附录列出的公式是一些常用的典型类型,也可选用更加符合实际情况的其他公式进行计算。

**6.3.7** 应选取基坑中心点及典型地点进行降水水位计算,其典型地点主要是指基坑的角点、深大基坑边缘中部、基坑中心和群井抽水干扰最小处及离降水井距离最远处。

## 7 管 井 施 工

### 7.1 一 般 规 定

**7.1.1、7.1.2** 管井施工前对现场应了解。了解施工场地“三通一平”等条件是否具备,掌握当地有关施工方面的经验,对本项目施工的顺利进展很有好处。有两种情况:一是管井设计和施工由不同单位承担,单独承担的施工单位在现场踏勘时,还应收集与管井施工有关的其他资料,并充分了解设计意图,为编制施工组织设计作准备;二是管井设计和施工是同一单位,则施工组织设计可与管井设计合并编制。有一些施工单位对管井施工组织设计称为管井施工纲要,其编制的主要内容在第 7.1.2 条作了规定。编制时应根据管井数量、地质及水文地质条件、取水层位及深度、管井的用途等有针对性地执行。

### 7.2 钻进、护壁与冲洗介质

**7.2.1、7.2.2** 对于钻进设备和工艺的选用,第 7.2.1 条仅作了原则规定,略去了钻进设备、方法及其工艺等适用范围的具体规定。原因是:现有的钻进设备和钻进方法可适用多种地层,或某地层可采用多种钻进设备和钻进方法,只是在效率上和经济效益上有所不同,缺乏针对性和专用性;其二,管井施工的设备和方法与勘察的设备和方法基本一致,应在有关勘探规程中规定;其三,目前,钻进方法的分类和定名比较多且不一致,应由勘探专业方面去统一。施工单位实施时,可根据本单位的设备能力、技术条件和人员素质,在保证施工质量的前提下,合理选择。

第 7.2.2 条仅规定了在松散层中钻进遇到漂石和块石时的处理方法。其原因是对于漂石、块石用冲击钻进很难通过时,爆破则

是一种有效方法。由于爆破材料的运输、装填和施爆都具有危险性,要有一套严密的安全保障措施才能进行,因此为确保施工安全,本条明确规定,“爆破前应进行爆破设计,并应保证地面建(构)筑物安全”。

**7.2.3** 本条对井身质量的要求有两层意思:一是保证井管的顺利下置和填砾过滤器环状间隙的均匀;二是针对深井泵取水要求管井垂直度高的特点,在本条第2款作了相应的规定。近年来,潜水泵发展较快,使用逐渐增多,它对井斜的要求较低。因此,对采用潜水泵的管井,其井斜可适当放宽。

**7.2.6、7.2.7** 冲洗介质的种类很多,技术指标详尽,要根据不同的需要而选用。我国有关勘探规程中有各种规定,具体实施时,还可遵照相关规程执行。管井钻探应选用对出水量和水质影响较小的冲洗液;地层条件允许时,宜选用空气和泡沫冲孔。

空气或液气混合介质(气水混合、泡沫、充气泥浆等)在西北干旱地区、不稳地层和复杂地层、漏失层中钻进都有明显优势。因此,在西北干旱地区钻进井身应推广节水型空气钻进技术。

### 7.3 岩性鉴别

**7.3.1~7.3.3** 本节规定主要针对供水管井施工。关于管井施工过程中地层岩性的划分有两种情况:一是管井的设计是在水源地已完成供水水文地质勘察的勘探阶段后提出的,且对拟建管井处的地层(包括含水层)埋深、厚度、岩性及颗粒组成等资料都已达到设计管井要求的精度,这种情况下施工时的岩性划分(严格说是岩性鉴别)只需利用电测井资料进行复核,无须专门取样。当没有电测井时,可按第7.3.1条进行。二是当施工管井的勘察资料达不到上述精度要求时,为确保管井质量,应按勘探开采井进行。第7.3.3条规定了勘探开采井采取土样和岩样的要求。

管井施工中采取的土样、岩样应在现场描述。松散层颗粒组成及其含量以目测为主。土的塑性由搓条法确定。岩石的岩性、

矿物成分、结构等也由肉眼鉴定。

对于降水管井,由于其分布高度集中,且基坑设计前已进行过场地工程地质勘察,地层划分精度已相当高,因此降水管井施工时,已无必要再进行岩性鉴定。

**7.3.4** 土样、岩样的保存是指供水管井施工中已采取的样品需要保留一段时间。保存时间可至管井验收或更长的时间。

## **7.4 井管安装**

**7.4.1、7.4.2** 井管安装应严格按设计图纸施工,保证质量。条文中的“探井”是探查井深与井径的工序。该术语涵义是由现行国家标准《钻探工程名词术语》GB 9151 定义的。

第 7.4.2 条对下管方法有原则性规定,也有常用方法的推荐。具体执行时,应根据实际情况选择实施。

**7.4.6** 供水管井是长期使用的地下取水构筑物。井管安装后,一般有一个逐渐稳定的阶段。为防止井管过多的下沉,本条作了井管底部应坐落牢固的规定。

**7.4.7** 为保证填砾过滤器骨架管下置在井的中心部位,本条规定要设置导正器。下置导正器的位置和数量应根据地层岩性、成井深度和井身的垂直状况等因素确定。导正器的位置一般在每层滤水管上部接头处,捆绑焊接牢固。

## **7.5 填砾与管外封闭**

**7.5.1** 本条强调填砾过滤器的管井,在井管安装后要及时填砾,防止井壁掉块或坍塌。采用泥浆护壁方法施工的管井,在填砾前要稀释井内稠泥浆。但稀释后的泥浆仍要能够达到保护井壁不致掉块或坍塌的目的。

**7.5.2** 滤料的质量对管井的使用和寿命至关重要,因此本条规定了滤料应达到的基本质量要求。对人工加工的滤料,一般容易满足。对从冲洪积松散堆积物中筛选出的滤料,质量多不稳定,要认

真对待,严格把关。

**7.5.3** 填砾有多种方法。常用的方法有静水填砾法、动水填砾法(返水填砾法和抽水填砾法)、多层填砾法和导管填砾法等。多数采用返水填砾法。本条对采用填砾方法仅作了原则规定。实施时,应根据具体条件和经验选用。

**7.5.4** 本条中所指“填入数量及深度与计算有较大出入”,一般出现的情况是:滤料的填入量少于计算量许多,这多是由堵塞造成,应及时处理。若不处理,堵塞处附近必然填料不足或没有,从而导致涌砂的恶果。

**7.5.6** 管井应把被污染或可能被污染的含水层,或不良水质的岩土层进行封闭。供水管井的封闭是永久性的。因此,封闭的材料应选用能永久性隔水的材料。一般在松散层中的管井,多用黏土封闭。基岩中的管井多用水泥封闭,但也有用黏土封闭的。在松散层中的管井用水泥封闭,要避免水泥固结时体积的变化,有时会在水泥和井壁间产生缝隙,从而导致封闭失效的可能。

根据需要,封闭可以在井管下置后进行,也可在钻进过程中进行。本条对此没有具体划分,但其技术要求是一致的。封闭的目的是为了分层止水和阻止地表水下渗。

**7.5.7** 由于降水管井随地下工程竣工而废弃,同时为确保基础结构工程的安全与稳定,必须认真进行封闭。地下室结构施工至正负零、基坑周边已回填且不需继续降水时,对所有的降水井和观测孔都要进行封闭,可采取“以砂还砂,以土还土”的原则处理,也可采用井内注浆的措施,具体情况具体分析,但必须安全可靠。

## **7.6 洗井与抽水试验**

**7.6.1、7.6.2** 洗井要求“及时进行”,旨在不使冲洗介质有更多的时间固结在井壁上而影响井的出水能力。洗井方法选择的原则要求已在第7.6.2条作了规定,实施时,还应参照施工方面的经验。经验表明,单一的洗井方法效果欠佳,在条件许可时,应采用多种

方法联合洗井。因此,第 7.6.2 条强调了采用多种方法的联合洗井。

**7.6.3~7.6.6** 条文中的一些具体洗井方法的规定均是大多数单位实践经验的总结,执行时还应结合本单位的情况实施,也可采用更为有效的其他洗井方法。

条文中推荐的诸洗井方法主要针对一般深度的管井。对于地下水位埋藏深的深井,洗井是较为困难的。对深井如何洗好井,还有待实践中不断认真总结经验。

**7.6.7** 本条规定的洗井标准是根据洗井的目的和洗井工序的要求修订的。井水含砂量未规定具体的数值指标,但并非是不测量或不可测量,仅是没有一个指标值而已,在反复的空压机和活塞洗井过程中,需要多次测量井水含砂量数值,如果井水含砂量持续降低,说明洗井尚未洗好,应继续洗井,如果多次测量井水含砂量不再降低,表明洗井已尽其所能,洗井即可结束。即使井水含砂量仍然较高,也非洗井工序能解决。同理,在连续洗井过程中,单位出水量不再增加或增加很少,即表明洗井已达要求。

**7.6.8、7.6.9** 条文中规定洗井后即进行抽水试验,为的是在较短的时间内达到水位和出水量的稳定。条文中规定了抽水试验水位和出水量的稳定延续时间及其观测要求。提交的管井出水量和动水位数据均应在稳定的观测资料中确定。条文中规定的出水量不宜小于设计出水量的标准,实际上是对管井设计和施工的最终检验。

**7.6.10** 本条为强制性条文。管井出水含砂量的大小直接关系到井的正常运行、使用寿命和地面变形。我国许多地区的管井,特别是松散层地区的管井,因井水含砂量过高,导致抽水设备损坏、泵房地基下沉,井管弯曲以至断裂,基坑周边地面严重变形的现象频频发生。因此,本条根据管井的用途、使用寿命、环境条件等对管井出水的含砂量作了明确规定。在管井设计和施工中,控制井水含砂量在允许范围内是保证管井质量的关键之一。

据对新井抽水的观察,管井出水含砂量的变化是有一定规律的。开始一段时间内,含砂量较高有一个最大值,称为峰值。随着抽水继续,含砂量逐渐减少,但含砂量变化较大,称为波动值。最后,井水含砂量趋于一个稳定的数值,称为稳定值,亦是最小值。这就是井水含砂量特征曲线。

制订井水含砂标准要明确:

(1)对于井水含砂量特征曲线是把“峰值”作为标准还是把“稳定值”作为标准,必须有明确规定。“波动值”由于数据的变化是不能作为标准的。

(2)管井抽水流量对井水含砂量有直接影响,管井抽水流量越大,井壁进水流速也越大,则带入的砂也越多。反之亦然。因此,在测定井水含砂量时,应明确要求流量大小和时间,以避免不同流量测得不同的含砂量。这对洗井不彻底或地层的反滤层未形成的管井,尤为适用。

(3)吸水管口在井中放入不同位置,会影响含水层垂直方向上进水的不均匀分布,进而也影响到含砂量。这对层状不均匀含水层中的管井更是如此。规范中有关条文已规定,对中、深管井要求吸水管口放置在过滤器上部的井壁管内,以减少这种不均匀性分布带来含砂量的变化。事实上,我国管井的实际情况也是如此。

本条规定了井水含砂量的标准。该规定在条文中明确了两点:一是含砂量测定的时间和流量。所谓“抽水试验结束前”测定,即要求在稳定的出水流量下测出井水含砂量的稳定值,且该水量在本规范第7.6.8条规定为“试验出水量不宜小于管井的设计出水量”。二是供水管井井水含砂量应小于  $1/200000$  (体积比),是原规范修订组调研的结果,并经十多年的工程实践证明是可行的、合适的。三是降水管井井水含砂量应小于  $1/100000$  (体积比),是本次修订时,搜集、分析国内相关规定和有关文献资料,并结合工程统计资料确定的,是合适的。根据降水管井的用途、使用寿命和环境条件,该指标严于现行国家标准《供水水文地质勘察规范》



GB 50027 的规定,而宽于供水管井的要求。本条规定与本规范第 6.2.3 条和第 6.3.5 条规定的井壁允许进水流速是相匹配的。

本条还明确了含砂量的数量是体积比。关于含砂量数值的计算有体积比和重量比,二者数值之差是重量比约为体积比的两倍。美国一般规定井水含砂量为重量比,但现场实测时仍是测定其体积比。英霍夫取样锥是测量井水含砂量体积比的专用容器,测量后再换算为重量比。就我国习惯做法,在现场测定含砂量为体积比,无需再换算或称重计算,简便易行。因此,本条规定为体积比。

水中存在悬浮物使水浑浊,由浑浊度衡量,详见现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848。它与井水含砂量是不同的两个概念。有的管井建设单位苛求水的“水清砂净”,把测定的井水含砂量水样以离心法将水中的悬浮物沉淀一并算作含砂量。这显然是由于概念不清而发生的误解。若是地下水中存在悬浮物,从管井过滤器设计和管井施工技术中是无法排除的。因此水中悬浮物的含量不应作为含砂量计算。

**7.6.11** 回灌试验根据试验的目的、回灌地层特征、经济技术条件选用地面入渗法或地下灌注法(本规范适用于地下灌注法)。无论采用何种方法都不能污染地下水。试验要求根据不同的使用目的执行相应规范的规定。

## **7.7 水样采集与送检**

**7.7.2~7.7.4** 条文规定水样采集的要求均是水样常规项目的一般要求。若是特殊项目的化验,如一些稀有元素和污染物质的化验,要按其特殊要求进行。细菌检验样应与当地疾病控制中心联系,按其要求取样及送检。

## 8 管 井 验 收

**8.0.1** 工程验收应按本规范的要求进行。首先强调管井现场验收,应在现场井位处实际能量测的项目上进行核对验收,如井深、井内沉淀物高度、井径结构尺寸等,同时也要对工程合同、设计文件中的其他质量要求进行验收,这些都体现工程施工单位和技术人员对用户的负责,谋求质量至上的理念。

**3** 单井出水量在现场宜抽水量测,既是对井的出水量的核定检查,也是对水质的一种感官判定。如作为生活饮用水的管井,井水应是无色、透明,同时不应有肉眼可见物,这些明确要求也是对应相关标准而制订的。

**4** 井水的含砂量应符合本规范第 7.6.10 条的规定,一般来说基坑的降水井大部分都在松散层中进行,需要特别强调的是,为保证已建建(构)筑物的安全,降水井出砂不允许超标,以免危及周围地基土的变形,严重时造成已有建(构)筑物的安全,为此要严格控制。

**5** 本款“井斜应符合规范第 7.2.3 条的规定”,指的是管井施工应是圆正垂直,这不仅是交工验收的要求,也是正常施工应有的条件,否则发生过渡偏斜会导致施工过程中各种事故频发,规范里对井身圆正垂直有要求是需要的,但不需过严。管井施工竣工后,能通畅安装各径管材和深水潜水泵安放就可以,此项可不作核定验收的质量指标。

**8.0.3** 本条强调管井报告书也是验收的一部分。与实物验收同等重要,因为管井是地下构筑物的一种,无法直观地发现质量问题,但它的质量又是管井使用寿命的关键,将隐蔽于地下的构件写入报告书的技术文件中,以便于使用期内对它的保养、维护或

修复。

报告书要有井内管材材质及连接方式,井内有无事故隐患、位置、何种物品等,管井施工中有无对井的特殊处理、何种处理等内容。作为管井,在今后的维修、处理上,其管材的连接方式、井内事故隐患及已有事故的处理方式等是选择维修、处理方式的重要依据,不应忽略。工农业的废气、废渣等易对水源造成污染,特别在冶金、化工、轻工业厂房附近是地下水受污染的多发地,因此应根据环境情况提出进行水质监测的要求,以及生活用水管井的卫生防护带的设立等。

**8.0.4** 降水管井是一种降低地下水水位的临时构筑物,是地下工程施工的重要组成部分,技术要求高,一般随地下工程竣工而废弃,其作用有别于供水管井,因此根据降水管井的特点强调了资料的内容。