

降水井点选择和设计中关键参数分析*

李俊奇

(城建系,北京 100044)

摘要:本文对降水井点选择和涌水量计算的关键参数如:土质渗透系数、降水深度、抽水影响半径等进行了讨论,分析了井点设计中需注意的问题。

关键词:井点系统;渗透系数;降水深度;影响半径;流速

中图分类号: TU46⁺3 **文献标识码:** A

0 引言

井点降水是人工降低地下水位的主要方法,其类型选择受水文地质、工程地质、施工方法等许多因素影响;涌水量和单井出水量也难以通过理论公式精确计算,目前主要依据地下水渗流理论和经验公式求解。井点设计时一些关键参数确定不准就会产生较大偏差,从而延误降水或造成浪费。本文对井点选择和涌水量中的主要参数进行了分析,以便更好地进行井点设计。

1 井点类型选择的关键参数是渗透系数和降水深度

工程中井点选择的关键参数是土层渗透系数和要求降低水位的深度。表 1 列出了目前我国工程降水中井点选择的常用范围,实际应用时还应根据工程特点等作技术经济分析适当加以选择^[1]。

1.1 渗透系数

渗透系数 K 是井点选择和涌水量计算时最重要的参数之一,其值受土的物理性质(如颗粒组成、形状、孔隙比、结构)、土中水的物理性质(如粘滞性、可溶盐、水膜厚度等)、土中气体等许多因素的影响,渗透系数随孔隙介质而不同,但即使是同一类土壤,其 K 值变化范围也较大,要精确计算较困难。在实

践中,对一般工程,可根据过去积累的经验取值;或

表 1 降水井点的选择

井点类型		渗透系数 (m/d)		
		< 0.1	0.1—0.5	> 50
降水深度 (m)	< 6	电渗井点	轻型井点(单级)	管井井点
	6~12		喷射井点	
			管井井点	
	12~20	喷射井点		
> 20	深井泵井点	管井井点		

根据经验公式计算,但各种经验公式各有其局限性,只作为粗略估算时用。对重要工程应通过现场钻井或挖试坑,然后注水或抽水,测定其流量、水头等数值,再根据相应理论公式反求出 K 值^[2]。也可在试验室进行测定,试验室测定渗透系数的方法有常水头法和变水头法两种^[3]。

1.2 降水深度

选择降水井点时还应区分最不利点的降水深度 S 和井壁处的降水深度 s (如图 1 所示)。本文认为,由于最不利点至井点的距离相差较大,而降水深度主要受水泵吸程的限制,故在选择井点类型时应使用 S 。如单级轻型井点,由于受选用水泵吸程的

* 收稿日期:2001 - 11 - 27

* 基金项目:北京建筑工程学院青年科研基金

作者简介:李俊奇(1967年-),男,工学硕士,给水排水专业副教授。

限制, S 理论值最大为 10.33m, 考虑各种水头损失, S 一般小于 6m。若 S 接近 6m 时, 应尽量选择吸程大的泵。同时, 把井点干管及水泵安装高程降低到接近原地下静水位, 可以减少抽水时无谓的水头损失。

2 井点系统涌水量计算的关键参数是渗透系数和影响半径

井点系统涌水量是以水井理论为依据的, 其中以无压完全井的理论较为完善。工程中多为井群, 由于各井之间距离较近, 根据裘布衣公式和势流叠加原理, 无压完全井井群(环形井点系统)的涌水量可用下式计算^[4](计算简图见图 1):

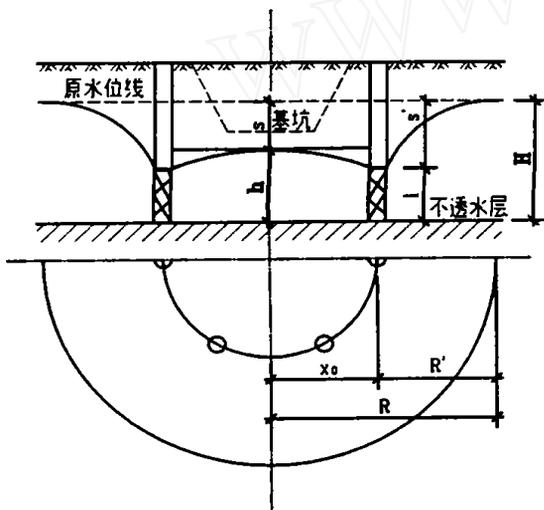


图 1 无压完全井计算简图

$$Q = \frac{1.366K(2H - S)S}{lgR - lgx_0} \quad (1)$$

式中, Q - 井点系统涌水量(m³/d);

K - 渗透系数(m/d);

H - 无压含水层厚度(m);

R - 井群抽水影响半径(m);

S - 最不利点水位降低值(m);

x₀ - 降水范围等代圆的假想半径(m)。

承压完全井井群的涌水量用式(2)计算:

$$Q = \frac{2.73KMS}{lgR - lgx_0} \quad (2)$$

式中, M - 承压含水层厚度(m)。

但在工程中遇到的大多为非完全井, 其涌水量

一般仍用式(1)和式(2)计算, 但需将 H(或 M)换成有效带深度 H₀(或 M₀)。H₀ 或 M₀ 可根据表 2 确定。当算得的 H₀ 或(M₀) 大于实际含水层厚度 H(或 M)时, 仍采用 H(或 M)值。无压非完全井井群(环形井点系统)的涌水量计算简图见图 2。

表 2 H₀ 或 M₀ 值

$\frac{S}{S+1}$	H ₀ (或 M ₀)
0.2	1.3(S + 1)
0.3	1.5(S + 1)
0.5	1.7(S + 1)
0.8	1.85(S + 1)

表中 l - 滤管长度(m)

S - 原地下水位至滤管顶部的距离(m)。

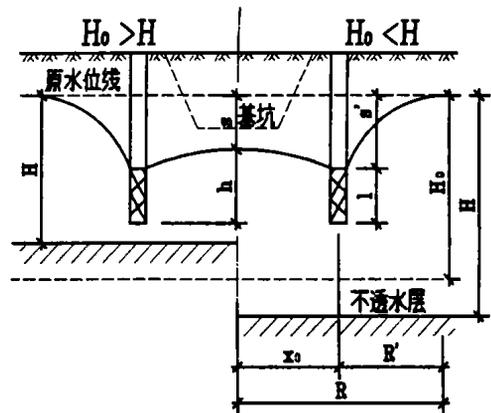


图 2 无压非完全井计算简图

计算涌水量时, H(或 M)、S、x₀ 均为定值, 关键是预先确定 K 和 R 值。当计算矩形环围面积 L/B > 5 或 L > 1.5R 时, 涌水量应分段计算。

2.1 渗透系数

渗透系数 K 值采用前述方法来确定。

2.2 抽水影响半径

井点系统抽水后地下水受到影响而形成降落曲线, 降落曲线稳定时的影响半径即为计算用的抽水影响半径 R。

影响半径 R 分为单井影响半径和群井影响半径。确定方法可为现场测定法或经验计算法。但应注意如计算井群涌水量时, R 应以假想等代圆的圆

心开始计算,如图 1 所示。因此,若用现场测定法由单井测得单井影响半径为 R 时,群井影响半径 $R = x_0 + R$ 。

R 也可由经验公式计算:

$$R = 1.95S \sqrt{HK} \text{ (完全井)} \quad (3)$$

$$R = 1.95S \sqrt{H_0 K} \text{ (非完全井)} \quad (4)$$

式中, R 、 S 、 H (H_0) 以 m 计, K 以 m/d 计。

3 单井出水量计算的关键参数是允许过滤管进水流速和允许井壁进水流速

每根井点在井结构确定的条件下有一个极限出水量,其值取决于过滤管的进水能力 q_1 和井壁的过水能力 q_2 ,应为两者的小值,即:

$$q = \min\{q_1, q_2\} \quad (5)$$

q_1 、 q_2 可分别用下式计算:

$$q_1 = dlnv_1 \quad (6)$$

$$q_2 = DLv_2 \quad (7)$$

式中, d —过滤管直径(m);

D —井壁直径(m);

l —过滤管长度(m);

L —填砾层厚度或水层厚度(m);

n —过滤管进水面层孔隙率,为安全起见,宜按过滤管面层孔隙率的 50% 计算;

v_1 —允许过滤管的进水流速(m/d);

v_2 —允许井壁进水流速(m/d)。

合理确定单井出水量必须正确确定两个流速参数。 v_1 是流经过滤管缝隙(孔隙)的过滤管进水流速,它过大会增大水头损失,破坏地下水化学平衡,使水中的溶解物析出沉积于过滤管进水缝隙中,导致过滤管堵塞。 v_2 是渗透流速,它过大会将含水层中的细小颗粒带入井内。因此,两个流速参数是两个概念下的参数。为了合理设计,两个流速都要求不得超过其临界流速的允许值。示意图如图 3 所示。

《供水管井技术规范》(GB50296-99)规定 v_1 不得大于 $0.03m/s$ 。 v_2 的计算有许多计算公式,常见的有:

$$v = 20K^{1/2} \quad \text{(吉哈尔特公式)} \quad (8)$$

$$v = 65K^{1/3} \quad \text{(阿勃拉莫夫公式,限于包网过滤器)} \quad (9)$$

式(8)、(9)中, v 以 m/d 计, K 以 m/d 计。

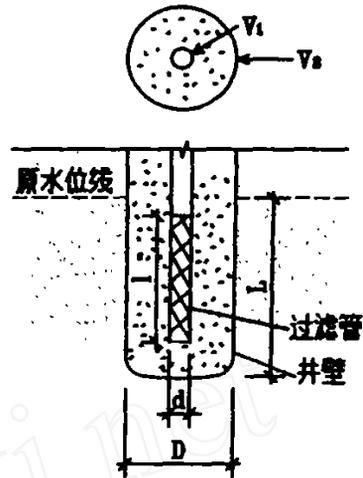


图 3 允许过滤管的进水流速和允许井壁进水流速示意图

井点设计时,分配到每个降水井点的出水量不应大于井点的极限出水能力,如分配到各井出水量大于单井出水能力,或者经群井干扰抽水的水位降深达不到要求时,就必须重新调整井的数量或结构,重新计算,直至满足降深要求为止。

4 小结

井点系统类型选择的关键参数是土质渗透系数和降水深度。降水深度应以井壁处的降水深度来判别。渗透系数 K 、抽水影响半径 R 的值对涌水量的结果影响很大。 K 和 R 值尽量实测,若由单井测得单井的影响半径 R 时,则群井影响半径 $R = R + x_0$ 。计算单井出水量时应区分过滤管的进水能力和井壁的过水能力,取两者之小值作为井点极限出水量。分配到每个降水井点的出水量不应大于井点的极限出水能力。

参考文献:

- [1] 建设部综合勘察研究设计院. 建筑与市政降水工程技术规范 (JGJ/T111-98) [S]. 北京:中国建筑业出版社,1999
- [2] 建筑施工手册(第二版)编写组. 建筑施工手册[M]. 北京:中国建筑业出版社,1995
- [3] 土工试验方法标准 (GBJ123-88) [S].
- [4] 李玉柱,苑明顺. 流体力学[M]. 北京:高等教育出版社,1997
- [5] 祁钦发. 给排水工程施工技术探新[M]. 北京:中国建筑业出版社,1997

Analysis about Critical Parameters of Wells Points Selection and Calculation

Li Junqi

(Dept. of Urban Construction Engineering, Beijing 100044)

Abstract : The main parameters of well points selection and emerging volume, including infiltrate coefficient, precipitation depth, influence radius, velocity of flow etc are analyzed in this paper. Some problems must be noticed.

Key words : well points system; infiltrate coefficient; precipitation depth; influence radius; velocity of flow

征稿启事

《北京建筑工程学院学报》是由北京市教委主管,北京建筑工程学院主办的,主要刊载有关城市建设工程科学技术方面、管理科学方面的学术刊物。它的主要任务是反映本院各系、部、所、馆和校友们的有关建筑工程科学技术方面的最新科研成果。本刊的宗旨是为有关作者的科研成果提供发表园地,扩大和促进校内外的学术交流,为社会主义经济建设服务。

本刊欢迎院内作者踊跃投稿。稿件要求主题明确、论据充分、数据可靠、图表清晰、符号准确。每篇文字(包括图、表)一般不超过 5000 字。文中图表请用黑色绘图笔描画清晰、工整。文中图表的横纵向尺寸大约控制在 150mm 和 120mm 以内,小图控制在 80mm 和 100mm 以内,文中要留出图表的相应位置并用方框线标出,在框线下方写明图号及图题。

来稿请用 A4 纸,一式两份,打印清楚,要求书写工整,文字规范,上下角标、数码、符号、外文字母等均须书写明显、准确。

来稿请依下列顺序书写:题目、作者姓名、作者单位、中文摘要(200 字左右)、关键词(3—5 个)、正文、参考文献和英文的题目、作者单位、摘要、关键词及汉语拼音的作者姓名。同时,在首页的地脚处标注作者简介,依次是姓名、出生年代、性别、学历、职称及从事专业。

本刊投稿自由、文责自负,请勿一稿两投。来稿一律不退,请作者自留底稿,录用的稿件编辑部有权进行删改,如不愿删改,请预先申明。来稿一经刊登,将赠送当期本刊。