

● 陈幼雄 编著

井点降水 设计与施工

上海科学普及出版社

井点降水设计与施工

陈幼雄 编著



上海科学普及出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

井点降水设计与施工/陈幼雄编著. —上海: 上海科学
普及出版社, 2004.1
ISBN 7-5427-2418-5

I. 井… II. 陈 III. ①井点降水—设计②井点
降水—工程施工 IV. TU753.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 057944 号

责任编辑 林晓峰
金培奇

井点降水设计与施工

陈幼雄 编著

上海科学普及出版社出版发行

(上海中山北路 832 号 邮政编码 200070)

各地新华书店经销 上海译文印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 22.5 字数 412000

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—2100

ISBN 7-5427-2418-5/TP·11 定价: 60.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题

请向出版社联系调换

序 言

井点降水是工程建设中一项重要的关键技术。不论高层建筑、市政工程、港口水利工程或某些特种工程，在建设中，都会遇到若干深、大基坑的土方开挖施工。我国沿海软弱土层，一般地下水位高，地质属粉质砂土或淤泥质粉质粘土，并夹有薄层粉砂。在这些软弱土层的施工挖土时，往往会受流砂困扰，土方挖了又涨，涨了又挖，对基坑开挖造成极大困难，不但难以达到预定设计深度，且易于导致边坡失稳，酿成塌方等重大事故。

解放后不久，我国工程建设中引进了井点降水技术，开始仅在一些较小工程中运用。此后，随着国家建设蓬勃开展，通过不断试验研究和工程实践应用，降水技术在我国有了迅速提高和发展。特别是改革开放以来，国家现代化建设一日千里，工程规模大、开挖特深的各类基坑大量涌现，这给降水技术提供了前所未有的发展机遇。经过多年的努力 and 实践，除普通井点以外，适应各类工程需要的喷射井点、喷射—射流井点、吸喷井点、喷射—电渗井点、深井井点等新技术相继形成，并渐臻完善，从而保证了各项重大基坑工程的顺利建成。可以这样说，我国目前降水技术的应用已经渗透到建筑工程的各个方面，而且在配套技术的先进性和成熟度以及理论研究等方面都有长足的进展，可位居世界前列。

本书作者长期从事地基基础研究，尤其执著于降水工程的科研、设计、施工和管理的工作，具有丰富的工程实践经验和深湛的理论修养。他曾先后提出过一系列有关井点系统的新论点、新方法，如单井抽水量计算、封闭式基坑涌水量计算、套管水冲法成孔工艺等，都有较好的实用价值和理论意义。特别是由他研究开发的井点土工布滤层降水以代替传统的灌砂滤层，具有工艺简单、应用方便、材料费用节约、经济效益显著等优点，是我国井点降水工艺中一项开创性的技术成果。他在参加宝钢建设过程中，曾为解决降水技术及其他地基处理方面若干难题作出了积极贡献。我本人在主持宝钢炼钢厂工程建设时，曾得到他不少可贵的支持与帮助。现在，他把几十年来有关降水科研和实践的经验和资料，进行系统整理和总结，写成本书，相信对我国降水技术的运用和发展，一定能起到借鉴、推动和促进作用。

人类总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上，井点降水技术也是如此。这一技术不仅对软土条件下的基坑开挖能起到有力的措施保证作用，还能促使土体固结，提高土的抗剪强度，更可凭着降水造成的真空负压，用于地基加固处理。由此可见，降水技术不仅是工程建设中必不可少的一项技术，而且随着我国建设小康社会的步伐加快，其发展前景将是非常广阔的。在庆贺本书出版的同时，希望能看到进一步积极开辟降水研究和应用的新领域，使降水技术与时俱进，不断取得新突破，取得新成果。

奚正修（教授级高级工程师）

2003年5月

目 录

第一章 概述	1
1.1 国内外降水技术的发展状况	1
1.2 地下水的基本处理方法	3
第二章 地下水的运动规律	9
2.1 认识地下水运动规律的重要性	9
2.2 地下水运动的基本特性	11
2.3 地下水的渗透性	15
2.4 抽水影响半径	29
2.5 地下水的补给	34
2.6 水跃值的涵义	36
2.7 降水过程中观测孔的构造与埋设	37
第三章 流砂现象及其防治	39
3.1 流砂现象的危害	39
3.2 流砂现象机理	44
3.3 流砂现象的判断及防治	46
第四章 临时性地表水的排除	48
4.1 施工区域内临时性排水系统的设计	48
4.2 基坑内明沟集水井排水法	52
第五章 井点降水的设计与计算	55
5.1 井点降水系统的设计内容	58
5.2 井点降水系统的布置形式	60
5.3 基坑图形的面积计算	63
5.4 基坑总涌水量的计算	65
5.5 封闭式基坑总抽水量的计算	82
5.6 单井抽水量的确定	83

5.7	井点间距的计算	87
5.8	井点管路系统的设计	92
5.9	井点管周围砂滤层的选择	100
5.10	井点降水设备的选择	101
第六章	井点降水系统的施工与管理	105
6.1	井点管的埋设方法	105
6.2	抽水设备及管路系统的安装	120
6.3	井点土工布新滤层工艺	121
6.4	井点降水的科学管理	125
第七章	轻型井点降水法	127
7.1	轻型井点降水的基本原理	127
7.2	真空泵式轻型井点降水法	129
7.3	射流泵式轻型井点降水法	138
7.4	隔膜泵式轻型井点降水法	151
7.5	空压机式轻型井点降水法	153
7.6	井点降水设备的电气集中控制	159
第八章	喷射井点降水法	160
8.1	喷射井点的工作原理	160
8.2	喷射井点的构造设计	161
8.3	喷射井点的工作特性	170
8.4	喷射井点的抽水装置	176
8.5	喷射井点的降水管理	178
8.6	喷射井点降水工程实例	180
8.7	喷射井点深层降水法	192
第九章	吸喷井点深层降水法	197
9.1	吸—喷井点降水法	197
9.2	喷射—射流井点降水法	200
第十章	电渗井点降水法	212
10.1	电渗井点降水装置	212
10.2	电渗井点的基本理论	212
10.3	电渗井点降水设计及计算参数的确定	215
10.4	电渗井点降水工程实例	224
第十一章	管井井点降水法	236
11.1	管井井点构造及埋设方法	236

11. 2	抽水机的选择	237
11. 3	管井井点降水法举例	237
第十二章	深井井点降水法	240
12. 1	深井涌水量的计算	240
12. 2	深井的构造及钻孔方法	241
12. 3	抽水设备的选择与安装	248
12. 4	抽出地下水的排除	255
12. 5	深井井点降水工程实例	255
12. 6	真空式深井井点降水法	263
第十三章	水平井点降水法	265
13. 1	水平井点降水原理	265
13. 2	水平井点降水实例	269
第十四章	降水引起地基土固结沉降及其应用	272
14. 1	降水固结沉降机理	272
14. 2	降水固结沉降计算	274
14. 3	降水固结沉降加固地基土	280
14. 4	电渗井点降水加固地基土	285
14. 5	真空预压加固法	288
14. 6	井点降水法纠正倾斜建筑物	292
第十五章	井点降水对邻近建筑物的影响及预防措施	296
15. 1	地下水降低引起地基土沉降实例	296
15. 2	降水对邻近建筑物影响及预防措施	306
第十六章	井点降水工程经济分析	321
16. 1	降水方案的最佳选择	321
16. 2	井点降水预算定额的编制	323
16. 3	降水时间的控制	332
附录		333
术语、符号、代号		340
参考文献		345
后记		347

第一章 概 述

1.1 国内外降水技术的发展状况

合理利用地下水,在我国具有悠久历史。“打井取水”就是利用地下水来解决人们的生活用水及农田灌溉用水。从某种意义上讲,现代井点降水技术的原理就是在“打井取水”的基础上发展起来的。

上海地区地基土软弱、地下水位高、开挖深度 1m 左右便见地下水。上海的地基土层中还夹有许多薄层粉细砂层,开挖超过一定深度时,地基土易产生流砂现象。^[1]因此,上海在工程建设中遇到地下水的问题较多,如处理不好便会影响施工的质量和进度。比如,解放前,福建路七浦路开挖地下管道施工时产生严重的流砂现象,导致基坑周围土体移位,不仅工人难以立足,而且使施工中断。

建国初期在东北兴建某工业基地时,于 1950 年首先采用轻型井点降水法。1952 年上海也应用井点降水技术获得成功,这为我国降水工程的发展打下良好的基础。

1955 年上海研制真空泵式抽水装置,在武宁路泵站基坑工程施工应用,取得良好的降水效果。特别是沪东造船厂横向下水滑道工程,紧靠黄浦江边开挖深达 -12m 的大面积基坑,采用多级轻型井点降水施工,是当时井点大规模应用的成功范例。1956 年,在鞍山钢铁厂半连轧工程中,因当地找不到真空泵,后以空气压缩机代替完成轻型井点降水任务,解决当时无抽水设备的难题。1959 年在包钢深基础施工中,开展了喷气井点抽水试验与应用,取得一些宝贵的经验。

20 世纪 60 年代期间,在太原钢铁厂深基坑工程施工中,采用喷射井点降水法及武汉船坞工程中也应用喷水井点降深为 -14m 获得成功。到 20 世纪 70 年代,天津、上海等地均开展射流泵和隔膜泵抽水装置研制工作。上海研制、生产

[1] 参阅本书“参考文献”,下同。

的 w 型真空泵式成套抽水设备,使抽水装置向高效、节能、经济的方向发展,有力地推动了降水技术的进步。

当深基坑遇到土层渗透性较强时,可采用深井井点降水法。如北京地下铁道、西北某工程深井降水均取得令人满意的成果。

20 世纪 80 年代是我国经济发展较快的时期。当时在经济较发达地区,首先进行大规模城市及工业基地的建设。其中最为突出的是上海宝山钢铁总厂的建设。上海宝山钢铁总厂地处长江口南岸三角洲冲积平原,地基土软弱,地下水位高,而水源又十分丰富。要在这样的地基上兴建超大型现代化钢铁企业,其难度是可想而知的。但工程施工人员知难而上,首先开展了大量降水技术的专题研究,在取得一系列数据后制定了各种类型的降水方案。其次,在施工中采取了许多先进的降水措施。例如:大面积、深层降水成功地应用了喷射井点、喷射—射流井点、吸喷井点及喷射—电渗井点,其降深为 $-20 \sim -15\text{m}$,最深达 -30m 。同时,为了适应于土层渗透性呈水平渗透性强,而垂直渗透性弱的特点,使各夹砂层的地下水能顺利地抽走,研制成功了套管水冲枪施工井点新工艺及井点土工布滤层降水法,大大提高降水效果。工程施工人员还针对宝钢地质条件,提出单井抽水量计算式,按传统的井点间距扩大一倍。使用这种方法后,不仅降水好而且节省大量的费用,具有明显的经济效益。宝钢至今巍然屹立在长江口南岸。实践证明,宝钢建设中所采取的降水技术是非常成功的。它不仅达到了工程设计所需要的降水深度,而且还满足了重型机械下坑施工的要求,更值得一提的是,工人还可以在坑里穿布鞋施工。当时,如此的降水效果是完全确保了宝钢工程的顺利进行。

进入 20 世纪 90 年代,全国城市旧区改造步伐加快。要在市区内进行基坑工程施工时,又遇到新的课题,即基坑降水和土方开挖对周围环境的建筑物及地下管线造成变形的危害。这种新情况促使工程施工人员研究对策。通过几年来无数工程的实践,工程施工人员逐步开展了降水—回灌技术及提出封闭式基坑施工方法,以减少基坑工程施工对周围环境造成的不良影响。该方法是行之有效的。

在北京、天津还曾采用过水平井点降水实例,使井点降水系统又增加一项新的方法。

目前,我国已形成了较为完整的先进的整套降水技术,其降水规模之大、降水深度之深、降水方法之多及技术之先进,已达到世界先进水平。

从已收集到的资料来看,国外的降水技术应用比我国起步早。1896 年在建造德国柏林地下铁道时,首次采用深井降水;1907 年尼罗河上建埃斯纳(Esna)堰时,曾采用了底部开口的有套管的深井抽水;1939 年德国在萨尔兹告脱(sajzgilt-

ter)铁路一段长距离的土方开挖中,是采用电渗井点来稳定边坡的。

美国则采用 $\phi 50\text{mm}$ 的小井点连在一起,形成井点降水系统。1927 年春在马萨诸塞州波士顿郊区的林城(lynn)污水泵井点降水,到了 20 世纪 30 年代在井点系统上有所革新,即改用球阀和环形阀的井点自冲入土法,效果较好。

1931 ~ 1933 年,在比利时的舍尔脱(schejdt)河上建造的安脱惠普(Antwerp)越江汽车隧道,直径 9.14m,采用了盾构、井点、河中深井、冻结等综合方法,在没有围堰保护下顺利施工。

1953 年在日本名古屋新建的铁道大厦工程采用了井点降水系统施工,而后,又用降水方法提高地基土承载力,并结合砂井加固地基。

前苏联 1950 年建造某运河以及在卡霍夫水电站大型工程建设中,都大规模地采用轻型井点、喷射井点和深井井点降水法,均获得成功。

从古老“打井取水”,逐步发展到现在多种降水技术,我们可以清晰地看到,降水技术的发展是随着人类工程建设的发展而发展的。毫无疑问,我国的降水技术会随着国家经济建设的发展而不断提高,将来必定会出现新的降水方法及高效率的抽水装置,其前景将是非常广阔的。

1.2 地下水的基本处理方法

在基坑工程施工中遇到地下水侵害时,其处理方法基本分三大类:

- 一、止水法;
- 二、排水法;
- 三、止水与排水相结合法。

1.1.1 止水法

止水法即将地下水止于基坑之外,有以下几种方法:

一、沉箱法

对于某些结构庞大、埋置深度较深、工程结构复杂、周围环境和地质条件又不宜采用沉井施工时,需采用气压沉箱法。

沉箱法,即先制作一个圆形或方形的钢筋混凝土结构的沉箱。圆形的,呈倒置杯子状;方形的,呈倒放箱子状。沉箱无论采用哪种形状,必须在顶部浇注一个盖子,并预留道口设置升压、降压装置和运输设施。沉箱下沉时首先挖掘箱内

土方,沉箱借自重克服井壁土的摩阻力而下沉。为了防止在施工时不致破坏周围地基土及地下水流入箱内,在下沉过程中箱内注入压缩空气,使沉箱内气压升高。由于这种压力大于箱外侧地下水静止压力,所以地下水不会进入施工区,而在箱内施工的人员则处在高于大气压的情况下,这对施工人员身体健康造成危害。采用这种方法施工进度慢、造价高、难度大,只有在极特殊的情况下才采用。

二、冻结法

冻结法即将地基土冻结。一是利用天然冻结温度,当地基土冻结到一定深度时,然后开挖相应深度,待冻结下层土后,再进行开挖,如此循环直至挖到设计标高为止。这种方法一般在我国高寒地区而基坑开挖较浅时采用。二是人工冻结技

表 1.1

冻土种类	允许压应力 MPa	允许拉应力 MPa
湿粘土	1.0	0.5
湿壤土	1.5	0.6
饱和砂	2.0	0.8

术,在施工范围内钻孔,埋设特殊的管子,借助制冷装置及溶液,使埋入管子周围温度逐渐降低,直至地下水冻结,促使地基土强度增加和减少透水性能。采用这种方法一般冻结范围为 1.5 ~ 2.0m 直径。对于冻土性质的研究表明,当温度为 -10 ~ -5℃ 时,冻土的允许应力(见表 1.1)。

施工时,可依据不同工程分别计算冻土墙外围岩土的压力。当地基冻结后,人就可可在冻土墙内的基坑正常进行工作。如某地下铁道施工就是采用冻结法施工的。这种方法的缺点是施工难度大、费用高,因此很少有人采用。

三、灌浆法

当地基中仅有某厚度土层的渗透性较强,而其他土层均为不渗透层(或弱渗透性)时,为了降低该层透水性,可用压力灌浆方法,将胶结材料通过钻孔灌入土中孔隙和裂缝之中,并在其中凝固,把岩石颗粒胶结好。灌浆可按胶结材料不同分类:

(一) 水泥灌浆法

通过钻孔向岩石内压入水泥浆,当水泥浆进入空隙时,水泥中化学成分发生水化作用,形成新的化合物“水泥结石”充填了岩石空隙,并把岩石胶结成一个坚固的整体,以达到止水的目的。

(二) 粘土灌浆法

粘土灌浆法是借压力将粘土浆压入岩石的孔隙和裂隙中,然后提高压力(2MPa)把粘土浆中之水挤出,而使粘土颗粒留在孔隙和裂隙之中,严密地充填

空隙,使地基土具有较好的不透水性。采用这种方法的不足之处是强度增加很小,当地下水流速度过大时,粘土颗粒不容易填实空隙,影响施工质量,因此不宜采用它。

(三) 沥青灌浆法

沥青对于具有裂缝的岩层是最有效的,对于碎石和砾石层稍为差一些。当岩层的孔隙被粘土或粉土充填一部分时,沥青处理效果就很差了;如遇到细砂和粉土情况时,沥青则无法灌入。

沥青灌浆施工,先将沥青加热到 $200 \sim 220^{\circ}\text{C}$,用防止冷却管子将热沥青压入裂缝与孔隙充满水的岩石时,沥青会发生以下的流动方式:

1. 热沥青与冷水相遇,表面上形成一层薄膜。
2. 由于薄膜的导热能力差,薄膜内部的沥青依然呈液体状,并压迫薄膜使它扩张。
3. 沥青沿着裂缝和孔隙流动,并可封闭它们。裂缝和孔隙的沥青冷却后将岩石固结成块状,变成不透水层。

(四) 矽化法

矽化法是通过金属管用高压将水玻溶液压入软弱土中,以充填土的孔隙。这些充填孔隙的溶液发生化学反应后,便分泌出凝胶,使原来松软的软弱土胶结成整块而具有较高的力学强度并具有不透水性。

1.1.2 排水法

排水法,即将基坑内的地表水和地下水排除至基坑以外的方法。地表水的排除一般采用明沟集水井用水泵抽走。而对于地下水的处理,则常采用井点降水法。它是在拟建工程的基坑周围或基坑内埋设能渗水的井点管,铺设各类型的管路系统并配备抽水设备,通过井点不断地将地下水抽走,使原地下水位得以降低,以达到基坑内土方干燥,边坡稳定,以保证基础工程顺利施工。

目前,国内外降水方法很多,可依据工程降水要求及当地水文地质条件进行合理的选择,常见的有轻型井点、喷射井点、电渗井点、管井井点、深井井点及水平井点降水法。对于降水较深的工程,还可采用吸喷井点、喷射一射流井点等。

1.1.3 止水和排水相结合法

近年来在城市建设中常常出现内城改造和新建项目交替进行,以及在原有建筑毗邻处建造新建筑的新情况。于是在施工时,往往会出现降低地下水位和

基坑开挖土方后引起周围土体变形,以致给周围建筑或邻近地块形成不安全隐患。为解决这一难题,工程技术人员从“止水”和“排水”两方面同时着手,并逐步形成止水和排水相结合的新方法。对于软弱土层地区而言,在进行基坑围护结构设计时,常采用挡土结构。如:止水钢板桩、地下连续墙、灌注灌和桩缝注浆、水泥搅拌桩等。它的作用有两方面:一是该围护结构能承担基坑外侧土体侧压力;二是基坑周围构成一道墙,防止地下水流入基坑内起到止水作用(视围护结构底部土层为弱渗水层),由此避免了由于地下水位降低而引起邻近地基土产生附加沉降。同时,在基坑内采用井点降水法,抽走基坑内土壤中部分地下水,使土方变得较为干燥,有利于机械化开挖土方,此外,由于地基土含水量减少而促使土体固结,使基坑内被动土压力区增加土体强度,大大有利于基坑稳定,该方法在上海地区应用是成功的。

在这里要特别指出的是,对于土层垂直渗透性较强的地区,除基坑周围构成止水帷幕外,还应考虑基坑底部土层地下水作垂直渗流的问题(有时地下水流量是较多的)。因此,对于基底部涌水的处理须采用必要的措施。如:部分防渗帷幕延伸到弱渗透土层、基底旋喷桩止水及埋设深井不断抽水,直至基础工程完成,等等。

1.1.4 人工降低地下水位存在问题与展望

一、存在的主要问题

(一) 井点降水水力计算的问题

目前,在井点降水的设计中,设计人员往往凭个人或地区经验进行设计,缺少严格的计算和严密的逻辑思维。例如:上海轻型井点间距为 $0.8 \sim 1.2\text{m}$;喷射井点间距为 $2 \sim 3\text{m}$ 。这对一般设计人员来说,似乎是“天经地义”的,设计时不必通过水力计算,也不必去调查水文地质情况。这样做虽然从技术上讲是可行的,但从经济上讲是不合理的,这是由于井点间距过密而造成较大的浪费。为什么产生这种现象?关键是理论计算跟不上实际需要,目前,应用的单井抽水量计算式与实际差别较大,同时计算参数值不够精确。对于任何井点降水工程的设计,应深入地研究水力计算问题,依据不同地质条件下选用合理计算式。例如,在宝钢降水工程中曾进行井点间距的理论探讨,提出符合宝钢降水工程的计算式,使扩大井点一倍间距的做法取得成功。实践最后证明,这种计算方法具有明显的经济效益。

(二) 射流技术不完善

对于射流技术目前尚未完整系统地进行理论分析,作者曾对射流技术进行

过初步试验,提出双射泵的设计参数,但仍发现有下列问题:喷射器构造有五个参数是否处于最佳相互关系状态,从而获得最大的生产率?工作水温升高而真空度下降何故?工作水流与扬程压力变化规律如何等均有待解决,只有从理论上得到科学的论证,才有可能使射流技术取得突破性的发展。

(三) 井点埋设砂滤层质量差

目前,在软弱土层埋设井点管时,大多数采用水冲成孔埋设井点管工艺。如轻型井点:一般冲孔直径为 200mm 左右,当冲孔至设计标高后,便立即将井点管插入。在插入和就位过程中其井点过滤器与土层接触,此时井点过滤器大部分已被泥土封住了。而有的井点管填砂不是用铁锹一点一点往孔洞送砂,施工人员将小车里的砂往井点孔洞一倒了事,使砂子堆积在孔洞表面。由于水冲后软土层中的孔洞有缩孔现象,砂子不可能下沉至井点管底部而形成完整的滤水砂井,这样地下水就无法进入井点管而被抽走。这样井点管便失去抽水功能,有的井点抽水量极少,有的成为“死井”。又如深井常采用钻孔施工法,需采用泥浆护壁,但因泥浆水其稠度较大,平时又不认真做洗井工作,当钻孔至设计标高后,致使泥砂沉淀而淤塞深井滤网。有的深井周围填砂又不实,这类深井施工的质量差,未能使各夹砂层地下水顺利地流入深井内,因此水泵抽水量很少,随着抽水时间的延续,有的深井已抽不出地下水来。

当出现井点砂滤层质量问题时,必然会使降水失败。这不但浪费大量的人力物力,而且大大影响基坑土方施工进度,更严重的情况会导致边坡失稳而造成塌方事故。这是当前井点降水存在的主要问题之一。

(四) 井点降水对周围环境的影响及预防措施

随着城市建设的发展,深基础施工项目增多。在基坑工程施工中必然采用降水方法。当基坑周围布置井点抽水时,则形成降水漏斗曲线,在此范围内地基土产生不均匀沉降,会导致邻近建筑物开裂、倾斜甚至倒塌的危害。如何处理好是一项十分复杂的技术问题,首先,要弄清楚降水后地基土沉降变化的规律,同时,又要对不同建筑物允许变形的适应能力有所评估,然后分别采取有效处理措施,尽力减少由于降水对环境造成的危害。

近些年来,上海地区开展降水与回灌相结合的工艺获得成功,但要进一步探索两股水流适调关系及减少周围地基土沉降变化规律的课题。

二、展望

(一) 关于射流技术的理论研究与应用是井点降水技术最具有发展前景的课题之一。要使射流泵更具有高效、节能、轻巧及喷咀耐磨的特点,这种新产品的出现将大大提高我国降水技术水平。

(二) 井点降水后地基土产生附加沉降的规律应得到充分的利用,即在高压缩性软土层中,由于降低地下水位则在总应力不变的情况下,通过减少孔隙水压力来增加有效应力的方法,使土体产生固结沉降,提高地基土承载力。为了加速其沉降,除降水外还可以在加固地基土范围内施加堆载、真空预压或夯实等措施的配合,将会大大提高加固效果并缩短加固时间。

(三) 有的房屋产生倾斜已超过规范允许值,但建筑物沉降尚未稳定时,则需要对房屋进行纠偏处理加固。这时可以利用降水沉降的规律,在房屋沉降少的一侧布置井点降水,以降水深度及降水时间来控制房屋沉降速率,同时,配合以锚杆静压桩进行加固处理,以达到房屋纠偏加固的目的。

(四) 目前,在井点降水埋设井点管时,常采用水冲成孔工艺,即在井点管周围填砂作滤层的做法。该方法不仅劳动强度大、工作环境差、施工费用较高,而且滤层渗水性并不理想。现在作者大力推荐井点土工布滤层降水新方法。实践证明,它具有抽水效率高、制作简便、施工便利及更经济等优点,有着广泛的发展前景。

第二章 地下水的运动规律

2.1 认识地下水运动规律的重要性

人工降低地下水位一般是由土建人员进行设计与施工的。已往土建人员中具有较丰富的工程地质和水文地质知识的人并不很多,随着国家建设的迅猛发展和地下深基坑工程的大量涌现,从事降水工程的土建人员有必要学习与掌握一些地下水运动方面的知识,否则,将会给工程造成不应有的损失。例如:

实例一、北京某降水试验,^[2]降水面积为 $15\text{m} \times 30\text{m}$,降水深度要求为 5m 。场地土层分布情况是:从自然地面算起为人工填土层,厚约 2m ;往下则为细砂及粉砂层,厚度为 $2.5 \sim 3\text{m}$;再下为大颗粒的砂石土层,其厚度为 $6 \sim 8\text{m}$,该层储藏着大量地下水,是主要含水层;以下为砂质粘土层。地下水位自地表以下 5m (即抽水高度大于 10m),地下水流向为西北流向东南角,提拱土的渗透系数 $K = 35\text{m/d}$ 。

井点降水设计及抽水情况:

一、按勘察报告提出 $K = 35\text{m/d}$,降深 $S = 5\text{m}$,计算基坑总涌水量为 $92\text{m}^3/\text{h}$;因抽水高度超过 10m ,故采用喷射井点降水,环形井点布置,实际井点抽水量为 $48\text{m}^3/\text{h}$,中心观测孔水位仅降深为 $S = -0.65\text{m}$,依据实测值计算 $K = 61\text{m/d}$,分析认为井点抽水量少,需增加井点数量。

二、按 $K = 61\text{m/d}$ 计算基坑总涌水量为 $Q = 150\text{m}^3/\text{h}$,增加井点数量后抽水量为 $184\text{m}^3/\text{h}$ 。按理实际抽水量已超过基坑计算涌水量,水位降深应该达到设计 5m 深度,而实际只降深 -2.45m ,又计算出 $K = 138\text{m/d}$ 。这么大的 K 值,无疑是井点抽水量又不够了。

三、按 $K = 138\text{m/d}$ 计算基坑总涌水量 $Q = 293\text{m}^3/\text{h}$ 再增加井点抽水设备,其抽水量达 $380 \sim 400\text{m}^3/\text{h}$ 。此时,地下水位才降低到 $-4.5 \sim -4\text{m}$ 。

从上述例子说明两点: