

供水管井设计施工指南

城乡建设环境保护部综合勘察院

山西省勘察院

中国建筑工业出版社

供水管井设计施工指南

城乡建设环境保护部综合勘察院
山西省勘察院

中国建筑工业出版社

本书主要介绍供水管井设计施工的全面系统资料,以总结建国以来工业、农业、城市建设各部门的经验为主,适当地介绍国外钻进设备与新技术。全书共分二十章,包括供水井群的设计、管井的设计、水质、井壁管及过滤器、钻井机械工具、钻井机械设备的力学计算、动力机械和抽水机、泥浆、冲击钻进、回转钻进、地热井的设计与施工、新的钻进方法和机具、半机械化钻进、岩样的采取和水位、水质、富水性的测定、物探测井的应用、井管安装与管外封闭、洗井和抽水试验、钻井工程事故的预防与处理、管井的使用与维修、供水管井工程的经济核算等。书末有附录、主要参考文献及索引。书中图表详细实用,并有很多设计施工计算实例,可供读者直接参照使用。

本书可供给水设计、水文地质勘察,钻井工程,农田水利以及开发地热的技术人员、工人参考,亦可供大专院校探矿工程专业师生参考。

供水管井设计施工指南

城乡建设环境保护部综合勘察院
山西省勘察院

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 54 $\frac{1}{2}$ 字数: 1320千字

1984年8月第一版 1984年8月第一次印刷

印数: 1—10,200册 定价: 6.40元

统一书号: 15040·4611

前 言

我国幅员辽阔，地下水资源丰富。合理开发利用地下水，使之用于工业生产、农业灌溉、城市供水、以及国防建设等方面，均有重要意义。建国以来，我国开发利用地下水的工作进展极其迅速。城市供水、工矿企业采用地下水作为供水水源已经建成了大量的供水管井系统，农业灌溉管井遍及全国各地。实践证明，供水管井是一种取水效率高、工程造价低、施工容易、工期短、见效快、技术经济效果好的取水构筑物。

多年来，城市、工矿企业地下水源建设取得的成绩很大，但有待改进的问题也很多。诸如：在水文地质勘察中，水文地质参数测定不准，地下水资源评价与客观实际出入较大，以致水源地选择不当，工厂建成后，因水源不足，造成工厂减产、停产甚至搬迁；在井群设计方面，不根据地区的水文地质条件设计井群，随意布井，盲目开采地下水，造成区域性地下水过量开采，地下水位连年下降，水源枯竭，水质恶化，地面沉降；在管井施工方面，管井结构不合理，事故多，质量差，工期长，成本高，每年由于不合质量要求或报废需要更新的管井数量很多；在管井使用维护方面，不按照要求定期抽水，进行维护，致使管井过滤器堵塞、水量减少等，这些都直接影响着国计民生事业。

总结建国三十多年来开发利用地下水的经验，除大范围水文地质普查进行系统的水文地质勘察外，在具有充分的水文地质资料的地区，开发利用地下水可以采取探采结合的方式，我国不少单位已在这样做。在探采过程中，技术人员必须掌握水文地质勘察、井群设计、钻探施工、成井工艺、成本核算等全套技术知识。然而我国当前缺少这方面的系统资料。加之近几年，我国引进了先进的钻探设备和钻进、成井工艺方法，我国在研制钻井设备、开发地下热水、改进钻进技术和成井工艺方面也有很多新的发展。总结交流这些经验，对缩短水文地质勘察周期，加快地下水水源地建设速度，保证水源地建设的质量，延长管井的使用寿命降低工程成本，提高从事供水水源地建设、管井工程建设人员的设计、施工、管理水平，有着非常重要的现实的意义。

为了达到上述目的，城乡建设环境保护部综合勘察院（即前建筑工程部综合勘察院，华北勘察院、中国建筑科学研究院勘察技术研究所）和山西省勘察院（即前山西省综合勘察局、山西省水文工程地质勘探大队）组成了编写组，汇总了建工系统在水文地质钻探、供水管井设计、施工方面的经验，同时吸取了地质、水利、煤炭、冶金、石油等系统兄弟单位的经验，编成《供水管井设计施工指南》一书，供给水设计、水文地质勘察、钻井工程、农村水利人员以及开发地热能源的同志们参考。本书侧重于实际技术资料，有关供水管井设计和施工的基础理论可参阅由郭连科、张育芴、刘瑞祺编著的《供水管井设计与施工》（1963年初版、1973年增订版）一书。

本书第一、二、三、六、十一、十二、十四、十五、十七、十九、二十章由山西省勘

察院张育芾编写；第四、五、七、十、十六、十八章及附录由城乡建设环境保护部综合勘察院刘瑞祺编写；第八、九、十二章由张育芾、刘瑞祺合写。

本书曾经郭连科（陕西省综合勘察院）和施鑫源（华东水利学院）详细审阅，并提出了具体的宝贵意见，特致深切的谢意。在编写过程中很多单位和同志提供了宝贵的资料、照片和图表，使本书充实了内容，在此对他们表示衷心的感谢。需要说明的是，尽管书未列出了主要参考文献，文中列出了资料来源，但由于收集的资料很多，时间经历很长，肯定有不少遗漏，对未能列出资料名称的单位和作者表示歉意。

由于编者水平所限，书中的缺点错误难免，欢迎批评指正。

城乡建设环境保护部综合勘察院
山 西 省 勘 察 院
1983. 8 .

目 录

前言

第一章 供水井群的设计 1

第一节 供水井群的设计程序 1

第二节 供水水文地质勘察的内容和资料鉴定 1

一、水文地质测绘 1

二、钻探孔位的布置 2

三、抽水试验 4

四、地下水动态观测 5

五、水文地质结论 5

第三节 井群设计的水文地质计算 6

一、根据抽水试验资料确定含水层渗透系数 6

二、管井影响半径的确定 11

三、开采井群动储量的确定 11

四、管井过滤器的水跃值 14

五、水文计算 14

六、水文测验法 17

七、水文气象资料的相关计算方法 19

第四节 井群开采水量的计算 20

一、岸边渗透取水井群开采水量的计算 20

二、大厚度含水层中分段取水井组的出水量计算 23

三、远离河床或其他地表水体的井群开采水量的计算 25

四、深层自流水井群开采水量的计算 28

五、间歇河谷地区井群开采水量的计算 29

六、岩溶地区井群的布置和开采水量的计算 31

第五节 井群位置的选择及卫生防护带的确定 34

一、井群位置的选择 34

二、水源卫生防护带的确定 34

第六节 井群给水系统的布局 35

一、给水系统布局的原则 35

二、给水系统布局应考虑的主要问题 35

三、给水系统布局的类型 36

第七节 井群的排列形式和结构 37

一、虹吸集水法 38

二、水泵集水法 38

第八节 供水井群设计的有关规定 39

一、设计的一般原则 39

二、用水量、水质和水压 40

三、井群设计的要求 42

四、输水管道 42

五、清水池、水塔等调节建筑物 46

六、给水泵房 46

七、水的消毒 48

八、水厂辅助建筑物 48

九、井群附近的输电线路 49

第九节 井群设计方案的比较 49

一、设计方案的比较步骤 49

二、设计方案的技术比较 50

三、设计方案的经济比较 50

四、供水成本分析 52

五、设计参考技术经济指标 52

第十节 工业城市供水井群的设计实例 62

一、井群设计 62

二、二级泵房和输水干管 65

三、电力架设 66

四、供水井群的基建总投资 66

五、井群的年经常费(S)计算 67

六、井群供水成本分析 68

第十一节 灌溉井群的规划设计 68

一、灌溉井群规划设计的原则 68

二、灌溉井群的规划设计 68

三、灌溉井的井位和渠道的设计 74

第二章 管井的设计 77

第一节 管井施工设计的编制 77

一、踏勘和搜集资料 77

二、管井施工设计的主要内容	77
第二节 管井出水量和水位降深计算	78
一、层流时管井出水量和水位降深计算	78
二、紊流时管井出水量与水位降深计算	80
三、非稳定流抽水单井出水量计算	82
第三节 管井过滤器的类型及其口径、长度的选用	86
一、管井过滤器类型的选用	86
二、井孔口径的确定	89
三、井孔过滤器长度的确定	90
第四节 缠丝包网过滤器管井的设计	91
一、包网过滤器的优缺点	92
二、缠丝过滤器的缠丝间隙和包网过滤器的网孔规格的确定	92
三、缠丝、包网过滤器管井的结构	94
第五节 填砾过滤器的管井设计	95
一、管外填砾的管井	95
二、扩大填砾厚度的管井结构	95
三、深井滤水部分扩孔的井孔结构	96
四、国内外关于管井填砾研究实践成果	98
五、笼状填砾过滤器	115
第六节 基岩取水管井的设计	116
一、基岩取水管井的一般结构	116
二、破碎基岩取水管井的结构	116
三、基岩溶洞裂隙含泥砂时井的结构	117
四、上部含水层被污染时管井的结构	117
第七节 国外管井的结构设计	118
一、管井结构设计的特点	118
二、各种不同地质条件中的管井结构设计	118
第八节 管井的出水含砂量	121
一、井水含砂量的标准	121
二、井水含砂量的测定方法	121
三、井水含砂量较高时的处理措施	121
第九节 管井施工设计实例	122
一、施工地点的水文地质概况	122
二、建设单位用水要求	122
三、井的眼数和井的布置	122
四、井的结构设计	122

五、井的质量要求	123
六、钻进	123
七、井管安装和井外封闭	123
八、洗井	123
第三章 水质	124
第一节 地下水因水质不同的分类	124
一、按总矿化度分类	124
二、按温度分类	124
三、按硬度分类	124
四、按水垢系数(K_h)分类	124
第二节 地下水的物理性质	125
一、地下水的嗅和味	125
二、水的浑浊度	126
三、水中存在物质与色度	126
第三节 各种不同用途的水质要求	127
一、生活饮用水	127
二、工业用水	132
三、农业灌溉用水	134
四、矿化水和医疗用水	134
五、地下水的侵蚀性	135
第四节 水质鉴定分析中应注意的问题	136
一、水受污染的标志	136
二、水质分析特殊项目水样的采取方法	137
三、水质分析中几个名词的解释	137
四、水质分析报告书的审查	138
第四章 井壁管及过滤器	143
第一节 井壁管及过滤器的选择	143
一、井管的种类	143
二、各种井管的一般要求	143
三、过滤器的孔隙率	143
四、各种井壁管及过滤器的比较	143
第二节 各种井管的规格与质量	144
一、钢制井管	144
二、铸铁井管	151
三、石棉水泥井管	157
四、木制井管	158
五、矿渣混凝土及一般混凝土井管	159
六、聚氯乙烯塑料井管	160
七、聚丙烯井管	163
八、砾石水泥和炉渣水泥井管	164
九、玻璃钢井管和过滤器	168
十、玻璃纤维增强聚乙烯深井滤水丝	169

第三节 国外管井过滤器.....	171	杆提引器(244) (十一)钻杆夹板(244)	
一、美国约翰逊公司的不锈钢过滤器.....	171	六、回转式钻机工具配备.....	245
二、法国地质科技研究局的过滤器.....	173	七、回转式钻机易损配件.....	247
三、联邦德国过滤器.....	173	八、岩芯钻机滚动轴承.....	253
四、贴砾过滤器.....	177	第三节 气焊.....	254
第五章 钻井机械工具	179	一、气焊工具.....	255
第一节 冲击式钻机.....	179	二、气焊用材料.....	256
一、冲击式钻机的机械性能.....	179	三、气焊工作安全注意事项.....	258
CZ-20型、CZ-22型、CZ-30 型 钻机 技术规格性能(179) 农业常用冲击式 钻机技术规格性能(180)		第四节 电焊.....	259
二、冲击式钻机的维护与保养.....	183	一、电焊工具.....	260
三、冲击式钻机可能发生的故障及排除方法.....	188	二、电焊用材料.....	261
四、冲击式钻进工具.....	189	三、电焊操作中焊条和电流的选择.....	264
(一)钻头(189) (二)钻杆(189) (三)钢丝绳接头(190) (四)钻具异径接头(191) (五)钻具扳手和棘轮回转器(192) (六)抽筒和掏泥筒(193)		四、交流电焊机的维护与保养.....	265
五、冲击式钻机工具配备.....	194	五、交流电焊机的常见故障及排除方法.....	265
六、冲击式钻机易损配件.....	197	第六章 钻井机械设备的力学计算	266
第二节 回转式钻机.....	197	第一节 井架.....	266
一、回转式钻机的机械性能.....	197	一、井架各构件所受的风压.....	266
红星-300 型钻机技术规格性能(199) SPJ-300型钻机技术规格性能(201) 250 型钻机技术规格性能(202) SPC-300H 型车装式钻机技术规格性能(204) 红星-400 型水井钻机技术规格性能(205) ZT-500型水井钻机技术规格性能(206) 东方红-800 型水井钻机技术规格性能(208) 红旗-1000 型钻机技术规格性能(208) 反循环钻机技术规格性能(209) 农业常用回转式钻机技术规格性能(209) 岩芯钻机技术规格性能(210) 联邦德国B-3A全液压钻机技术规格性能(211) 美国 T-4W 全液压钻机技术规格性能(212)		二、四角井架的垂直荷载.....	268
二、回转式钻机的维护与保养.....	212	三、方架顶中天轮轴及支承梁的应力计算.....	270
三、泥浆泵的维护与保养.....	217	四、钻机和井架的基础.....	277
四、回转式钻机可能发生的故障及排除方法.....	221	第二节 井管的强度核算.....	278
五、回转式钻进工具.....	222	一、岩层对井管产生的压力.....	278
(一)提引水龙头(222) (二)方钻杆(222) (三)钻铤(223) (四)钻杆(223) (五)鱼尾钻头(237) (六)三牙轮钻头(238) (七)大直径岩芯钻具(240) (八)地质钻探用岩芯钻具(241) (九)钻杆活动扳手(244) (十)钻		二、井管外壁承受压力时, 其内壁产生的压应力计算.....	279
		三、井管下入孔内最大允许深度的计算.....	280
		四、深井套管柱的设计计算方法.....	282
		第三节 工具设备的强度计算.....	287
		一、麻绳和钢丝绳.....	287
		二、天轮和卷扬滚筒.....	290
		三、大钩和吊环.....	290
		四、动滑车.....	293
		五、千斤顶的荷载计算.....	295
		第四节 钢绳冲击式钻机有关参数的计算.....	298
		一、冲击式钻机合理的冲击次数.....	298
		二、冲击式钻机所消耗的功率.....	299
		三、冲击式钻机的钻具.....	300
		四、钻机冲击弹簧的应力计算.....	303
		第五节 回转式钻机有关参数的计算.....	304
		一、回转式钻进所消耗的功率.....	304

(一)钻进破碎岩石所消耗的功率(304) (二)钻进中克服摩擦所需的功率(304) (三)回转钻杆所消耗的功率(305) (四)回转钻进消耗的总功率(306)	六、国外管井潜水泵..... 380
二、泥浆泵..... 308	(一)美国的潜水泵(380) (二)联邦德国的潜水泵(381)
(一)活塞式泥浆泵的排量计算(308) (二)活塞式泥浆泵的主要部件尺度计算(309) (三)泥浆泵的泵量和泵压计算(310) (四)泥浆泵传动轴的应力计算(313)	七、水锤泵..... 384
三、转盘的荷载..... 314	第六节 空气压缩机..... 384
四、回转式钻机的绞车刹车..... 315	一、常用空气压缩机的技术规格..... 384
五、钻杆承受的应力及其变形..... 316	(一)W-6/7型空气压缩机技术规格(384) (二)LY-10/7型移动式螺杆压缩机技术规格(385)
六、用钻杆扭岩芯时岩芯的极限直径..... 319	(三) $\frac{AW-6/7}{BW-6/7}$ 型空气压缩机技术规格(386)
第六节 各式传动机构的计算..... 320	(四) $\frac{YV-6/8}{CYV-3/8}$ 型空气压缩机技术规格(387)
一、皮带传动的计算..... 320	二、空气压缩机的维护与保养..... 389
二、正齿轮传动的计算..... 322	第八章 泥浆..... 392
三、链条传动..... 325	第一节 泥浆的组成和要求..... 392
第七节 洗井和抽水设备..... 326	一、泥浆的组成..... 392
一、空气压缩机的计算..... 326	二、钻进水井对泥浆的要求..... 392
二、离心泵的计算..... 328	第二节 一般岩层浅井钻进用泥浆的主要性能及测定方法..... 392
第七章 动力机械和抽水机..... 330	一、泥浆的主要性能..... 393
第一节 柴油机..... 330	二、泥浆性能的测定方法..... 393
一、柴油机的技术规格..... 330	三、钻进各种岩层对泥浆的要求..... 395
二、柴油机的维护和保养..... 330	四、野外泥浆的配制..... 397
第二节 柴油发电机..... 338	第三节 复杂岩层中钻进用泥浆的处理..... 398
一、柴油发电机的技术规格..... 338	一、泥浆处理的方法..... 399
二、发电机组的维护和保养..... 338	二、常用的泥浆处理剂..... 399
第三节 汽油机..... 340	第四节 不分散低固相泥浆的配制与维护..... 402
一、起动柴油机用汽油机的技术规格..... 340	一、聚丙烯酰胺泥浆..... 402
二、解放牌汽车动力的技术规格..... 340	二、不分散低固相泥浆的净化工作和设备..... 404
三、汽油机的维护与保养..... 341	第五节 泥浆的室内试验..... 406
第四节 电气设备..... 347	一、比重的测定..... 407
一、电动机..... 347	二、旋转式粘度计测定粘度和静切力..... 407
二、输电线路..... 355	三、泥浆失水量和泥饼的测定..... 408
(一)常用的电导线(355) (二)电导线规格的选择(356)	(一)常温泥浆试验(408) (二)ZNS型泥浆失水量测定仪的应用(409) (三)高温泥浆试验(410)
第五节 水泵..... 357	四、泥浆的切力测定..... 411
一、水泵的型号和适用范围..... 357	五、泥浆含砂量的测定..... 412
二、水泵型号意义..... 358	六、泥浆固相含量的测定..... 412
三、离心水泵..... 359	七、泥浆pH值的测定..... 413
四、深井水泵..... 365	八、泥浆电阻率的测定..... 414
(一)JD型深井水泵(365) (二)SD型深井水泵(373)	第六节 高温地热深井用泥浆..... 415
五、深井潜水泵..... 378	

一、高温对泥浆粘土颗粒的影响	415
二、常用抗高温处理剂	415
三、表面活性剂	416
四、地热深井泥浆的选用	416
五、地热深井泥浆的试验	418
第七节 各种钻进条件下泥浆的配制和 选用	420
一、泥浆的选用原则	420
二、深度1000米以内的常温水井	420
三、深度2000米以内的常温水井	420
四、地热井泥浆的选用	420
第九章 冲击钻进	422
第一节 安装钻机和开钻前的准备	422
一、安装钻机	422
二、开钻前的准备工作	423
第二节 钻具的类型和镶焊方法	425
一、抽筒钻具	425
二、钻头	429
第三节 各种岩层中冲洗液护壁钻进	431
一、使用钻头钻进冲积层	431
二、使用抽筒钻具钻进冲积层	433
三、抽筒与钻头相结合的钻进方法	435
四、使用钻头钻进灰岩	435
第四节 冲积层中套管护壁钻进	436
一、套管钻进的优缺点	436
二、套管钻进的井孔结构	436
三、套管钻进的操作方法	438
第五节 水上钻进	439
一、木船钻场	440
二、铁驳船钻场	443
第六节 施工用水输水系统的设计	445
一、供水系统总水头损失的计算	445
二、水泵动力的计算	445
第十章 回转钻进	447
第一节 安装钻机及开钻前的准备	447
一、安装钻机	447
(一)250型钻机安装方法(447) (二)SPJ-300 型钻机安装方法(448) (三)红星-300型钻机的 安装方法(449) (四)红星-400型钻机安装方法 (451) (五)ZT-500型钻机安装方法(451) (六)东方红-800型钻机起立井架方法(451)	
二、开钻前的准备工作	452
第二节 松散岩层钻进	452
一、常用钻头的类型及镶焊加工	452
(一)鱼尾钻头(452) (二)三翼钻头(453) (三) 扩孔用钻头(454) (四)岩芯管钢丝绳钻头(457)	
二、钻进参数	457
(一)钻压(457) (二)钻具的回转速度(457) (三)送水量(457)	
三、钻进时的一般操作	457
四、各种地层的钻进方法	458
五、扩孔钻进方法	459
六、试孔	459
第三节 基岩钻进	459
一、钻机的选择	460
二、钻具的选择	460
三、硬质合金钻进	460
(一)硬质合金钻头(460) (二)硬质合金钻头的 镶焊方法(463) (三)硬质合金钻进参数(463) (四)硬质合金钻进注意事项(464)	
四、钻粒钻进	464
(一)钻粒及钻粒钻头(464) (二)钻粒钻进参数 (465) (三)钻粒钻进应注意的事项(466)	
五、卡取岩芯方法与预防卡钻的措施	467
(一)卡取岩芯方法(467) (二)卡钻的原因及预 防卡钻的措施(468)	
六、有覆盖层的基岩钻进方法	468
七、牙轮钻头全断面钻进	469
(一)影响钻进速度的因素(469) (二)满眼钻进 工艺(470)	
第四节 回转式钻机钻进卵石、漂石层	470
一、钻具的组成	470
二、大口径钻头的类型	471
三、钻进参数	472
(一)钻压(472) (二)钻具转数(472) (三) 泥浆泵送水量(472) (四)混合钻进的投砂量和 投砂方法(473) (五)操作中应注意的事项(473)	
第五节 联邦德国B3A全液压钻机的技术特 性与操作	473
一、B3A全液压钻机的技术特性	473
二、B3A全液压钻机的操作	476
(一)一般规定(476) (二)钻机的安装和开钻前 的准备(478) (三)卷扬机的操作(478) (四)动 力头的操作(479) (五)卡头的操作(479) (六) 空气压缩机的操作(479) (七)离心泵和泥浆泵 的操作(480) (八)液压夹持器的操作(480) (九) 液压拉压装置的操作方法(481) (十)猫头的 操作(482) (十一)起下钻具的操作方法(482)	
第六节 反循环钻进	483
一、反循环钻进方法	483

(一)泵吸反循环(484) (二)压气反循环(484)	一、中、低温地热井钻进..... 503
(三)喷射反循环(485)	二、高温井钻进..... 504
二、反循环钻进的特点..... 486	三、固井..... 506
三、反循环钻进的适用范围..... 486	四、采取岩芯的措施..... 510
四、反循环钻进如何保持孔壁稳定..... 487	五、高温、高压深井中常用的填砾 设备和操作方法..... 511
第七节 钻孔内爆破..... 487	第四节 地热测井..... 513
一、常用爆破材料..... 487	一、地热测井的项目、目的与使用设备..... 513
(一)炸药(487) (二)雷管(438)(三)电线(488)	二、测井时钻机应作的准备配合工作..... 514
二、常用的几种爆破器..... 488	三、地热测井工作质量要求..... 514
(一)空锥底爆破器(488) (二)平底爆破器和葫 芦爆破器(488)	四、地热井的测温装置..... 515
三、爆破器装药量计算..... 489	第五节 地热井成井后的测量..... 516
四、爆破器的安装及爆破作业必须遵 守的事项..... 490	一、地热井流体测量的目的..... 516
(一)爆破作业必须遵守的规定(490) (二)爆破 器的安装(490) (三)起爆(490)	二、井孔压力测量的设备和方法..... 516
五、瞎炮的预防与处理..... 491	三、井孔的流量测量..... 517
(一)瞎炮原因及预防办法(491) (二)事 故预防和瞎炮处理(491)	四、井孔温度测量..... 517
六、爆破材料的运输、储存和销毁..... 491	第六节 地热井钻进事故的预防与处理..... 518
(一)爆破材料的运输(491) (二)爆破器材的储 存(492) (三)爆破材料的检查和销毁(492)	一、井孔倾斜的原因和防止措施..... 518
第八节 井孔测斜..... 492	二、井喷的预防和处理..... 518
一、井孔斜度的一般要求..... 492	三、防止牙轮钻头落井事故的措施..... 519
二、测斜的工具和方法..... 492	四、防止钻具粘扣事故的措施..... 520
(一)测斜工具(493) (二)操作方法(493) (三) 井孔倾斜顶角的测定和校正(493)	五、井漏事故的原因与处理..... 520
第九节 优选法在钻进中的应用..... 495	六、钻具淤塞孔内时的处理措施..... 520
一、用优选法确定投砂量和钻压..... 495	七、钻具接头的折断..... 520
二、用优选法确定送水量和投砂量..... 496	八、开采井管的损坏..... 521
第十一章 地热井的设计和施工..... 497	第七节 地热井的修理..... 521
第一节 钻井设备的选择和安装..... 497	一、井管口径的调换..... 521
一、钻井设备的选择..... 497	二、过滤器的更换..... 522
二、大型钻机的安装..... 498	三、水泥浆封闭法..... 522
第二节 井孔的结构设计..... 498	四、过滤器的堵塞和结垢的清除..... 522
一、探采结合地热井..... 499	五、地热井结垢的控制..... 523
二、注水井..... 500	第八节 关于安全操作应注意的问题..... 524
三、裸眼扩孔填砾井孔的设计..... 501	第十二章 新的钻进方法和机具..... 526
四、井下扩孔器的结构和用法..... 502	第一节 液动冲击回转钻进..... 526
五、地热或高压深水井扩孔填砾用 设备..... 502	一、国外液动冲击回转钻进概况..... 526
六、美国贝克公司高压封闭塞用于 地热井..... 503	二、国内液动冲击回转钻进近况..... 526
第三节 钻进..... 503	三、国内生产使用效果..... 528
	第二节 螺杆钻进中螺杆泵的结构和使用..... 529
	一、关于液动螺杆钻的一些基本理论..... 529
	二、单螺杆泵及其应用..... 530
	三、关于行星式螺杆泵的研究..... 530
	四、今后的发展方向..... 532
	第三节 钻进参数测量仪..... 532

一、仪器的用途和技术指标	532	三、机械的安装	572
二、仪器的特点	533	四、钻进操作	572
三、仪器工作的基本原理	533	第四节 机动大锅锥	572
第四节 大口径钻孔的钻进	534	第十四章 岩样的采取和水位、水质、富水性的测定	574
一、国内大口径钻孔的钻进	534	第一节 岩样采取	574
二、联邦德国大口径钻机及其用途	538	一、冲击式钻进用取样器	574
第五节 空气钻进	541	二、回转式钻进采取岩样	576
一、空气钻进工艺简介	542	第二节 钻进中测定含水层水位和水质	578
二、T-4W 水井钻机的结构、安装和基本操作	544	一、拍入测管法	578
三、美国气动潜孔锤钻进工艺简介	549	二、下入过滤器法	578
四、空气钻进的优缺点	552	三、自岩样中取水作水质分析	579
五、我国空气钻进的发展	553	第三节 分层抽水试验	579
第六节 将来的钻进方法	554	一、管内、外止水的分层抽水试验法	579
一、未来钻进方法的破碎岩石的基本原理	554	二、由下而上的分层抽水试验法	580
二、浸蚀钻进	554	第四节 小口径井孔的分层止水和试验方法	581
三、放电钻进	555	一、海带和桐油石灰止水法	581
四、爆破钻进	556	二、橡胶器具止水	582
五、破裂钻进	557	第五节 岩石鉴定及图例	584
六、热流钻进	558	一、沉积岩	584
七、火焰钻进	559	二、岩浆岩	586
八、电流破碎钻进	560	三、变质岩	588
九、电热钻进	560	四、常用土与岩石图例	588
十、原子能钻进	561	第十五章 物探测井的应用	592
十一、化学方法钻进	561	第一节 电测井的仪器设备	592
十二、钻进效率	561	一、电测仪器	592
第十三章 半机械化钻进	563	二、半自动记录仪	601
第一节 锅锥钻进	563	三、换向器	602
一、锅锥的性能	563	四、井液电阻计	602
二、锅锥的主要部件	563	五、井口滑轮	604
三、钻机的安装	564	六、测井用电缆	604
四、钻进操作	565	七、测井用绞车	606
五、事故处理	566	八、测井用电极系	606
第二节 冲抓锥钻进	566	九、电温度计	608
一、冲抓锥的性能	566	十、大直径井壁取芯器	609
二、冲抓锥钻机的主要部件	567	第二节 电测井的几种常用方法	613
三、冲抓锥的安装	568	一、划分钻孔内岩层界线	613
四、钻进操作	568	二、测定含水层中水的矿化度	614
五、事故处理	569	三、测定井的过滤器有效长度	619
第三节 水冲锥钻进	569	四、用扩散法测定含水层的渗透速度	621
一、水冲锥的性能	569	五、用电测井法寻找铁管断裂位置	623
二、水冲锥的主要设备	570	六、用电测井法检查套管止水情况	623

七、定时炸弹测井·····	624	五、化学药品洗井法·····	676
八、用放射性示踪元素测井·····	624	第二节 抽水试验常用设备·····	677
九、激发极化衰减场法测井估算井孔 的涌水量·····	625	一、计水量设备·····	677
十、井下岩层测试器·····	626	(一)三角堰(677) (二)梯形堰(679)	
十一、微电极测井法的应用·····	627	(三)文氏管流量计(683) (四)压 差流量计(684) (五)自流井自流量 的计算(687)	
第三节 井孔直径和斜度的测量·····	629	二、测水位计·····	691
一、井径测量·····	629	(一)音响式测水位计(691) (二)灯显式 测水位计(691) (三)仪表式测水位 计(693)	
二、井孔斜度的测量·····	630	三、钻孔内测量水温·····	694
第四节 声波测井·····	633	(一)钻孔内用温度计(694) (二)SW-1型 水温水位仪(694)	
一、基本原理·····	633	四、孔内取水样·····	695
二、声波测井的发射和接收器系统·····	633	第三节 抽水试验·····	695
三、岩层孔隙度的确定·····	634	一、抽水试验的准备工作·····	695
第五节 水文地质物探车的应用·····	635	(一)出水量的测量(696) (二)抽水设备的 选择(696) (三)在超深水位管井中采用 深井泵接力抽水的安装方法(696)	
一、测量温度和导电率的设备·····	636	二、抽水试验的出水量和水位下降值·····	699
二、叶轮式流量计·····	636	三、抽水试验的延续时间·····	700
三、测量天然伽马射线的辐射作用·····	636	四、抽水试验期中的观测工作·····	700
四、自然电位和岩层电阻率的测量 设备·····	637	五、抽水试验资料的整理和推算·····	701
五、测量孔径的设备·····	637	第四节 非稳定流抽水试验·····	705
第十六章 井管安装与管外封闭 ·····	638	一、无越流承压无限含水层中单井非稳定 流抽水试验·····	705
第一节 井管的安装·····	638	二、利用恢复水位观测资料计算水文地质 参数·····	715
一、安装井管的专用起重工具·····	638	三、非稳定流井群抽水试验·····	720
二、安装井管前的准备工作·····	640	第十八章 钻井工程事故的预防与 处理 ·····	724
三、钢管、铸铁井管的下管方法·····	640	第一节 井孔坍塌事故·····	724
四、混凝土井管安装方法·····	651	一、井孔坍塌的现象·····	724
五、石棉水泥井管安装方法·····	659	二、井孔坍塌的原因·····	724
六、塑料井管安装方法·····	659	三、井孔坍塌的预防措施·····	725
七、木制井管及铁木结合井管安装方法·····	661	四、井孔坍塌的处理方法·····	725
第二节 填砾·····	664	第二节 泥浆大量漏失·····	725
一、填入砾石的规格要求·····	664	一、泥浆漏失的原因·····	725
二、填入砾石的质量要求·····	664	二、泥浆漏失的分类·····	726
三、填入砾石的方法·····	664	三、泥浆漏失的预防措施·····	726
第三节 井管外封闭·····	665	四、常用堵漏泥浆·····	726
一、井管外封闭的一般方法·····	665	五、常用的堵漏方法·····	727
二、高压含水层的井管外封闭·····	666	第三节 井孔弯曲·····	728
第十七章 洗井和抽水试验 ·····	668		
第一节 洗井·····	668		
一、活塞洗井·····	668		
二、空气压缩机洗井·····	670		
三、水泵和泥浆泵洗井·····	673		
四、二氧化碳洗井和二氧化碳配合注 酸洗井法·····	675		

一、井孔弯曲的原因	728	二、用注酸法增加基岩井孔的出水量	778
二、孔斜的象征	729	三、管井过滤器的其他酸类处理	780
三、预防孔斜的措施	729	四、用爆破法增加基岩管井的出水量	781
四、孔斜的纠正	732	五、机械冲洗法增加管井出水量	783
第四节 卡钻与夹钻	734	六、固体二氧化碳(干冰)洗井法	785
一、冲积层钻进卡钻	734	七、少量炸药爆炸法	785
二、岩芯钻进卡钻	736	八、氯气处理法	785
三、岩芯钻进夹钻	738	九、多磷酸盐处理管井过滤器	786
第五节 埋钻	740	十、用氢氧化钠清除井中机油泡沫	786
一、埋钻事故的原因及预防措施	740	第五节 管井的修理	786
二、埋钻事故的处理方法	740	一、管井的检查	786
第六节 钻进中工具事故	742	二、管井的修理方法	788
一、冲击钻进钻具折断或钻具脱扣事故	742	第六节 井壁管和过滤器的腐蚀和堵塞	792
二、回转钻具折断事故	745	一、过滤器的堵塞	792
三、粗径钻具(岩芯钻具)事故	752	二、井壁管和过滤器的腐蚀及防护措施	793
四、钻具刃角断裂或小型工具掉落事故	754	三、管井过滤器的腐蚀与结垢	796
五、冲击钻进钢丝绳折断事故	756	(一)化学和电化学的腐蚀(796) (二)管井过滤器的结垢(799) (三)细菌对过滤器的堵塞(800) (四)腐蚀或结垢性水中选用井管材料的原则和措施(801)	
六、抽筒或掏泥筒掉落事故	757	第七节 废井井管的起拔	803
七、取样器脱落事故	758	一、直接起拔法	803
第七节 井管安装事故的预防与处理	758	二、套钻法	805
一、井管安装事故原因及预防措施	758	第二十章 供水管井工程的经济核算	809
二、井管安装事故的处理方法	759	第一节 经济核算试行办法	809
三、钢丝绳切割方法	762	第二节 单井的经济核算	809
第十九章 管井的使用与维修	763	第三节 供水水文地质勘察统一工作量的计算办法(供水管井有关部分)	812
第一节 管井的验交	763	第四节 某生产井单井经济核算示例	815
一、管井的验交标准	763	一、井的标准米的计算	816
二、管井验交应提供的资料	763	二、井的各项成本核算	816
三、井管斜度的机械测量法及要求	763	[附录] 基本参考资料	817
第二节 管井使用维护方法	765	一、常用单位及其换算	817
一、建立管井使用履历书	765	二、常用数值及公式	825
二、正确选用抽水设备	765	三、常用燃料及材料	831
三、水源防护	765	四、金属材料的机械性能	839
四、管井的消毒	766	主要参考文献	843
五、管井的维护	766	索引	844
第三节 井孔摄影和孔内电视	766		
一、SK-150型钻孔摄影仪	766		
二、JZS-1型钻孔电视机	771		
第四节 增加或恢复管井出水量的方法	774		
一、管井过滤器的盐酸处理	775		

第一章 供水井群的设计

第一节 供水井群的设计程序

一、为经济合理地开采地下水源，必须首先查明开采地区的水文地质条件，包括含水层的分布范围、埋藏条件、富水性及其补给、迳流、排泄、运动方向，以及地下水的储量和水质评价等。井群设计前，一般均需进行水文地质勘察工作。

二、目前的供水水文地质勘察工作分为初勘和详勘两个阶段。在初勘阶段中，应查明所有的地下水源，并进行对比和初步评价，选定合适的供水地段。详勘阶段应对已选定的供水地段，进行详细的勘探和试验工作，为供水井群设计提供可靠的资料数据。目前详勘阶段一般都采用探采结合的方式：即勘察、设计工作密切配合；大部分勘察钻孔按生产井要求施工，竣工后作为供水水源井使用。

三、在地下水源丰富的地区，需水量相对较小；或需水量虽然较大，但当地的水文地质条件特别简单，或过去作过很多的勘察工作，即能正确评价当地水文地质条件的地区，可在分析前人资料基础上辅以踏勘，必要时补充部分勘察工作，即可选择合适的供水地段，不经过初勘和详勘阶段直接布置勘探生产井。

四、设计工作开始之前，除赴现场详细踏勘外，应对现有的水文地质资料进行详细分析鉴定，作出适当的评价，然后结合生产需要，提出几个井群设计方案，根据多、快、好、省的原则进行各种方案的技术经济比较，最后推荐一个比较理想的方案，报有关单位批准。这一阶段称扩大初步设计阶段。

五、设计方案确定后，即可进入施工图设计阶段，对井群中各种构筑物、建筑物，进行施工图设计。

第二节 供水水文地质勘察的内容和资料鉴定

供水水文地质勘察工作包括：水文地质测绘、物探、钻探、抽水试验、地下水动态长期观测、水质和水量评价及环境水文地质等。现将各工作阶段的内容要求、现有资料的评价鉴定、以及补充勘察工作的要求等分述如下：

一、水文地质测绘

水文地质测绘的目的，是结合地质、地貌测绘，进一步查明勘察区的水文地质条件，如地下水补给、迳流、排泄条件、含水层的富水性、埋藏条件及分布情况，地下水的类型、水质及水位的变化规律等。

（一）水文地质测绘的范围

水文地质测绘范围，一般根据每个工程的具体情况确定，原则上以能正确地指导勘探工作，把地下水的补给和排泄条件查清楚为准。一般初勘阶段，为了全面了解情况，把测

绘范围扩大一些,其面积大体为勘探面积的2~3倍,且应考虑到有关的地貌单元以及主要的补给区和排泄区。至于详勘阶段的测绘面积只考虑取水地段及其附近的补给区。

(二) 测绘工作的基本内容

1. 水文地质测绘工作,一般采取点线结合的方法,即沿观测路线作一般观测,在有水文地质意义的地方,设观测点作详细观测。测绘路线应垂直水文地质条件变化最大的方向布置。例如在河谷与河流冲积平原地区,观测线应垂直于河流或阶地;在山前冲洪积扇与冲洪积平原地区,观测线应由山区趋向平原;自流水盆地的观测线则应穿过补给区或排泄区,各条观测线应尽量穿过有关天然露头和地貌变化显著的地方,例如主要含水层露头、泉水露头、沼泽与盐渍地带、地表水体、井孔与试坑、古河道与洼地、喜水植物丛生带、阶地边缘、沙丘与残丘、基岩露头、不同岩层接触带、构造断裂发育带、岩层变化或倾向变化带、标准地层露头、岩溶地区的溶槽、落水洞、溶洞、溶斗、干谷等。

2. 测绘区内河流,应进行河床岩性、淤积和淤塞情况、淹没面积、冲刷与淤积范围调查以及河流的水位、流量、水质、含砂量等调查;在有湖泊、渠道分布的地区,要求进行湖泊分布面积、底部岩性、湖水水质、湖面蒸发和湖水位变幅调查,以及渠道断面、长度、底部岩性、流量和管理制度等调查;对已开采的井群,要调查井的结构、取水岩层位置、动静水位、出水量和开采运转情况、水质变化等;在有希望建水源地的地区,要进行可能的污染源和卫生防护条件的调查。

(三) 水文地质测绘的工作成果

测绘工作结束应提出满足不同勘察阶段的地质图、地貌图、实际材料图、水文地质图、水文化学图以及地质、水文地质条件等文字报告。分析研究各项资料时,应注意测绘的范围能否满足设计要求,地质、水文地质条件和现有水源井群的开采情况是否查清,能否满足布置井群的需要等。必要时应提出井群开采地区有关今后的研究方向和研究课题。

二、钻探孔位的布置

钻探工作的主要目的,在于查清含水层的岩性、产状、埋藏条件和分布规律。在布置勘探工作量时,既要保持勘察精度,又要注意节约,要按照勘察阶段和水文地质条件的复杂程度确定勘探线的控制范围和钻孔密度。一般本着先近后远,尽量靠近用水地点找富水区,使给水工程建设投资少、上马快、作到多快好省。在各种不同的地貌单元中,井位选择及布孔原则如下:

(一) 山间河谷地区

1. 为了弄清河谷构造、了解各级阶地和河床情况,应布置横截河谷的勘探线并贯穿全河谷。使河流两侧基岩裂隙水、山前冲积洪积锥的承压水,以及与阶地潜水的水力联系,都可以得到解决。

2. 河谷地区开采地下水,一方面考虑岸边渗透,另一方面必须考虑动用静储量。因此对河床的渗透、淤塞、以及河岸的冲刷、稳定性等必须弄清,计划开采地段的含水层体积和给水度以及洪水季节的两岸淹没范围、时间等资料也应查明。

3. 勘探钻孔的密度应根据河谷的宽度、地质条件复杂程度而不同。宽度在一公里以下的河谷可布置平行河谷的勘探线一条,孔距500~1000米;垂直河谷的勘探线一至数条,孔距100~300米。宽度在一至五公里的河谷,可布置横截河谷的勘探线一至数条,孔距

300~1000米；另布平行河谷的勘探线一条，孔距1000~3000米。一般河床内应有数个钻孔。如图1-1为一山间河谷勘探线布置示意图。

(二) 河流冲积平原

河流冲积平原构造一般比较规律，含水层与隔水层比较稳定，现代河床附近，河漫滩及一、二级阶地一带，往往含水层厚度较大，渗透性也好。一般城市规划布局多靠近河流，而且在低级阶地或河漫滩上，含水层与河水联系密切，往往可以取到丰富的地下水。

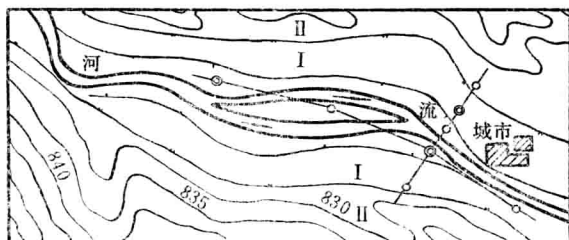


图 1-1 山间河谷勘探线布置示意图

1—○地质钻孔；2—●抽水钻孔；3—I—一级阶地；4—II—二级阶地

1. 勘探线一般与河床平行或垂直，以垂直河床的勘探线为主，往往布置2~3条以上。平行河床的勘探线，一般只布置一条。如果河流大、渗透性好、流量稳定、以岸边取水为主要水源者，则应在两岸各布置一条勘探线。

2. 关于钻孔的距离，为了控制住勘探区的地层岩性、富水性、水位埋深和水质等，各个地貌单元最好都有钻孔，富水地段更要加密一些，一般垂直河床或地下水流向的勘探孔的距离为500~2000米，平行河床或地下水流向的勘探孔距为1000~3000米。

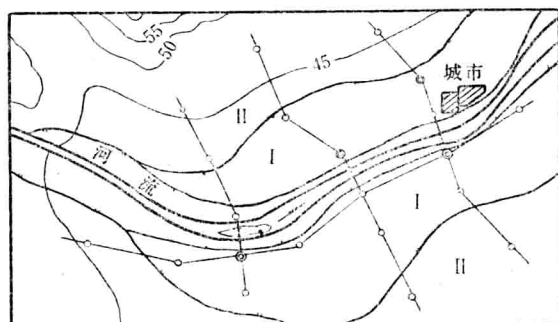


图 1-2 河流冲积平原勘探线布置示意图

1—I, II河谷阶地；2—○地质钻孔；3—●抽水钻孔

3. 有些大河中间，存在着广阔的沙洲和滩地，这些滩地能够经常受到河水补给，往往是良好的水源地，也应布置钻孔。

4. 当用水区距离河流很远时，可就近选择勘探区，为了能够提出卫生防护条件较好的开采地段，最好把勘探线布置在城市或企业的上游，并且要考虑开采漏斗范围。如图1-2为河流冲积平原勘探线布置示意图。

(三) 山前冲洪积扇

山前冲洪积扇在地貌、岩性和水文地质条件上都有一定的变化规律，靠近山区地形坡度大、沉积薄、颗粒较粗，远离山区地形坡度小、沉积厚、颗粒细；地下水主要受河流及大气降水补给，属潜水类型，顶部地下水的矿化度低，水位埋藏较深，前缘地下水的矿化度逐渐增高，水位变浅。

为了解冲洪积扇的沉积构造，一般首先布置一条平行轴线的断面，借以了解地层岩性、含水层厚度、地下水埋深、富水性和水质的变化规律。钻孔距离一般为1000~3000米。垂直轴线的断面也就是垂直地下水流向的断面，用以了解含水层的横向变化，以便计算天然流量，该断面的位置可以通过冲洪积扇顶部和前缘的调查而定，要求水位不太深，含水层颗粒比较粗、水质可用、开采利用经济，一般多在冲洪积扇顶部和前缘的中部。如