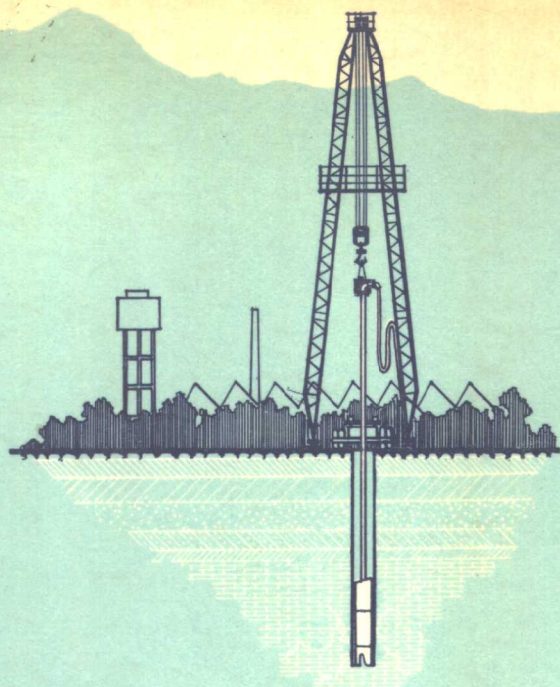




供水管井设计与施工

(增订版)

中国建筑工业出版社

供水管井设计与施工

(增订版)

郭连科 张育芾 刘瑞祺 编著

2008/

中国建筑工业出版社

本书对供水管井的建造，从踏勘、设计到施工的全部工序，包括各种性能、规格的器材和机具的选用，事故的预防与处理，以及管井的使用与维修等，都提供了不少资料。

本书可供凿井工程及给水设计技术人员参考，也可供开凿农业灌溉管井施工人员和水利建设人员参考。

供水管井设计与施工

(增订版)

郭连科 张育芴 刘瑞祺 编著

*

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

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：15 字数：391千字

1964年10月原中国工业出版社第一版 1964年10月第一次印刷

1974年7月增订版 1976年4月第二次印刷

印数：13,076—24,685册 定价：1.40元

统一书号：15040·3104

增订版说明

伟大领袖毛主席教导我们：“人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进”。十年前，我们根据原建筑工程部机械凿井公司、原建筑工程部综合勘察院、原建筑工程部北京给水排水设计院等单位在管井设计与施工方面积累的经验，编写成“供水管井的设计与建造”一书，目的在于普及技术知识，交流传播先进技术经验。无产阶级文化大革命以来，广大凿井工人和工程技术人员遵照伟大领袖毛主席关于“路线是个纲，纲举目张”的教导，狠批了刘少奇、林彪反革命修正主义路线，提高了阶级斗争和路线斗争觉悟，在供水管井设计与施工方面创造和积累了丰富的经验。在凿井机具、深井钻进、电测井、管井设计、管材、成井等方面都取得了一些新的发展。为了总结交流经验，由张育蓼、刘瑞祺编写，郭连科审阅，将“供水管井的设计与建造”一书中的井群设计、管井设计、井壁管及过滤器、冲击和回转钻进、井管安装、洗井、管井的使用和维修等方面作了补充和修改，增加了大锅锥钻进和电测井二章，由原来的十二章增加为十四章，并将书名改为“供水管井设计与施工”。

本书新补充的内容，大部分是无产阶级文化大革命以来，原国家建委综合勘察院，原建筑工程部北京给水排水设计院、山西省综合勘察局等单位的生产技术经验，特此说明。

由于我们的技术水平有限，书中缺点错误在所难免，希望广大读者给予指正。

编 著 者

一九七三年六月于北京

序 言

我国幅员辽阔，地下水资源丰富。合理开发地下水，充分利用于工业生产、农业灌溉，以及城市建设等方面，对发展国民经济有重要意义。这是因为：一、利用地下水源，较之利用地面水源，一般可节省建设投资；二、水井分散、隐蔽，易于保证供水安全；三、供水规模，根据需要，能大能小，能集中供水，又能分散供水，应用便利；四、水源埋藏深，受气候变化的影响较小，天旱时也能不断供水，对保证农作物及时灌溉，较地面水尤为可靠；五、水温低，变化小，用于工业生产降温，经济简便；六、水质较洁净，一般不经处理即可应用，用于灌溉农作物，可以减少病虫害的传染。

近年来我国开发和利用地下水资源的工作发展很快，供水管井的建设工程日益增加。不仅在各工业、交通部门和城市建设、国防建设方面，已经建造了大量的集中供水管井和分散供水管井，而且用于农业灌溉的管井建造量，近年来尤有巨大的增长。这是因为随着人民公社的发展，耕地面积不断扩大，农业生产日益增长，土井已不能满足灌溉的需要，广大社员迫切要求开凿管井，充分利用地下水，以逐步实现农田水利化。

由于管井建造量的不断增长，迫切需要培训大批新的凿井人员，以扩大凿井队伍；对于原已从事凿井工作的人员，也迫切需要交流经验，以提高技术水平。我国近十多年来，在管井的设计、施工，以及机具的选用和维修等方面，已积累了不少经验，如能加以系统地整理，交流传播，对新老凿井工作人员迅速掌握和提高技术，定有不少帮助。但还很少出版过这方面的书籍。有鉴及此，谨将多年来在从事管井建设实践中所学习和经历到的一些专业知识，根据各有关单位积累的经验，编写成这本“供水管

井的设计与建造”，贡献给广大读者，仅供参考。

本书所提供的各种资料，大部分是我国凿井工作人员多年来在生产实践中积累起来的。例如，用泥浆护壁钻进代替套管护壁钻进，和用铸铁井管、石棉水泥井管代替钢井管，能加快建井速度，节约钢材和建井投资；在管井设计中采用填砾过滤器，对充分开采地下水、防止涌砂和延长管井寿命，能起重要作用。但由于本书采用重点介绍的方法，对某些方面的资料，如以套管护壁钻进方法，没有介绍，凿井设备也只介绍了国内常用的少数几种，不能全部满足读者要求。

由于我们的技术水平有限，编写能力较差，书中存在的问题必然很多，恳请读者随时提出指正。

编著者

一九六三年六月于北京

目 录

第一章 供水井群的设计	1
第一节 踏勘与资料分析鉴定.....	1
第二节 井群位置的选择及卫生防护带的确定.....	6
第三节 在各种水文地质条件下井群开采水量的计算.....	7
第四节 井群给水系统的布局和水质的一般要求.....	23
第五节 井群的形式与结构.....	28
第六节 井群互阻计算.....	31
第七节 井群设计的技术经济比较.....	35
第二章 管井的设计	45
第一节 管井的一般结构.....	45
第二节 管井出水量及水位降计算.....	47
第三节 管井过滤器的类型及其口径、长度的选用.....	49
第四节 缠丝、包网过滤器管井的设计.....	55
第五节 填砾过滤器管井的设计.....	59
第六节 笼状填砾过滤器管井的设计.....	81
第七节 基岩中取水管井的设计.....	84
第八节 管井的出水含砂量.....	87
第九节 施工设计的编制.....	90
第三章 井壁管及过滤器	93
第一节 概说.....	93
第二节 各种材料井管的质量与规格.....	94
第三节 砾石水泥及炉渣水泥井管.....	109
第四节 塑料井管.....	127
第五节 井管和过滤器的腐蚀、堵塞及其防止措施.....	131
第六节 井管强度的计算.....	139

第四章 凿井机械工具	146
第一节 冲击式钻机及工具.....	146
第二节 回转式钻机及工具.....	169
第三节 钻机的维护保养与故障排除.....	202
第五章 泥浆	218
第一节 泥浆指标及其测定方法.....	218
第二节 钻进各种岩层对泥浆的要求.....	221
第三节 野外泥浆的配制及测定方法.....	224
第六章 冲击钻进	228
第一节 安装钻机及开钻前的准备工作.....	228
第二节 钻头的类型、规格及镶焊方法.....	235
第三节 钢丝绳的规格性能及维护保养.....	241
第四节 各种岩层的钻进方法.....	248
第五节 清水水压钻进.....	257
第七章 回转钻进	260
第一节 安装钻机及开钻前的准备工作.....	260
第二节 钻头的镶焊加工.....	265
第三节 冲积层的钻进方法.....	268
第四节 大口径岩心钻进.....	273
第五节 深孔钻进.....	285
第八章 大锅锥钻进	300
第一节 钻进机械工具.....	300
第二节 机械安装.....	303
第三节 钻进.....	305
第九章 土样的采取、描述和水位、水质、富水性的测定	308
第一节 土样的采取.....	308
第二节 土样描述.....	311
第三节 钻进中测定含水层水位和采取水样.....	314
第四节 在井孔内作分层抽水试验.....	315
第五节 用含水层的实样测定水质.....	317

第十章	电测井在泥浆钻进中的应用	319
第一节	常用的电测井法	319
第二节	用电测井法划分岩层	323
第三节	用电测井法测定各含水层水的矿化度	325
第四节	用电测井法测定管井过滤器的有效长度	331
第五节	井壁取心在水井钻进中的应用	336
第十一章	井管的安装与井管外封闭	342
第一节	井管的安装	342
第二节	填砾及井管外封闭	366
第十二章	洗井及抽水试验	373
第一节	活塞洗井	373
第二节	空气压缩机洗井	380
第三节	泥浆泵注水与拉活塞结合的洗井方法	387
第四节	抽水试验的准备工作	387
第五节	抽水试验	395
第十三章	凿井工程事故的预防与处理	400
第一节	井孔坍塌事故的预防与处理	400
第二节	泥浆漏失的预防与处理	404
第三节	井孔弯曲的预防与处理	405
第四节	卡钻事故的预防与处理	407
第五节	钻进中工具事故的发生与处理	410
第六节	埋钻事故的预防与处理	421
第十四章	管井的使用与维修	426
第一节	管井的验交	426
第二节	管井使用期中应注意的问题	427
第三节	增加管井出水量的方法	431
第四节	管井的维修	446
第五节	废井的起拔	459
参考文献		465

第一章 供水井群的设计

为了经济合理地开采地下水源，首先必须充分了解开采地区的水文地质特征，包括该地区含水层的分布范围、埋藏条件、富水性及其补给、排泄、运动方向，以及地下水的储量和水质评价、水位及水质的变化规律等。因此，在井群设计前，一般进行供水水文地质勘察工作，在取得可靠的水文地质资料，并经过扩大初步设计及施工图设计后，再进行施工。

供水水文地质勘察，一般分为初步勘察和详细勘察两个阶段。在初步勘察中，应查明所有的地下水源，并进行对比和评价，选定合适的供水地段。详细勘察系在已选定的供水地段进行详细的勘探和试验工作，为供水井群的设计提供可靠的依据。目前详勘阶段一般都采用探采结合的方式，即勘察与设计工作密切配合，绝大部分勘察孔都成为生产井的方式。在地下水源丰富、需水量很容易满足，或者需水量虽然较大，但当地的水文地质条件特别简单或过去作过水文地质工作，能作出水文地质评价的地区，均可在经过资料的研究和踏勘，必要时补充部分水文地质测绘和物探工作后，即可选择合适的水源地，不经供水水文地质勘察直接布置勘探生产井。因此，设计人员必须根据踏勘和搜集、分析资料工作中的具体情况，适当掌握，借以多、快、好、省地完成设计任务。

第一节 踏勘与资料分析鉴定

一、踏勘

踏勘为设计的先行工作，其工作内容和要求，因任务性质而不同；工作量的大小，决定于对当地水文地质条件了解的程度及需水量。踏勘工作应根据下列要求认真进行，以便为设计工作提

供可靠的原始资料。

1. 根据设计任务书详细了解用水单位的用水量与建设进度计划，并深入核实用水量的数字。

2. 收集各项有关资料，如当地的水文、气象、地形、地质、水文地质勘察资料，以及附近已有的钻孔、管井及其他有关勘察资料，并详细研究、鉴定。

3. 研究现有水源地的取水量、区域下降漏斗曲线和长期观测资料，以及水源地的卫生防护和水质处理资料（如消毒、澄清、除铁）等。

4. 对拟采用的含水层，应深入研究其富水性及其补给区的地形、土壤和卫生防护条件等。

5. 了解水源地施工现场的机械安装、器材供应和运输，以及动力供应等条件。

踏勘工作结束后，应编写踏勘报告，其中除包括上述各项工作的完成情况外，应重点提出对现有水文地质资料的鉴定意见和补充工作量要求，并应提出对井群设计的有关意见。对水文地质条件简单、建井数量很少的工程，可在踏勘报告的基础上，考虑直接编写管井的施工设计。

二、供水水文地质勘察工作的内容及资料鉴定

供水水文地质勘察工作分为水文地质测绘、水文地质勘探、抽水试验、地下水动态长期观测、水质和水量评价等工序。现将各工作阶段的工作内容，及分析已有资料时应注意的问题，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、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。测绘工作结束时，应提出地质图、地貌图、实际材料图、水文地质图和水文化学图等图件，以及地质、水文地质条件

等文字报告。分析研究上述各项资料时，应注意水文地质测绘的范围能否满足设计要求，测绘所完成的工作量是否符合规范要求，地质、水文地质条件是否已经查清和能否满足设计要求等。

（二）水文地质勘探

水文地质勘探的主要目的为查清含水层的数量、厚度、岩性、埋藏深度及分布范围，含水层的类型及各含水层间的水力联系，地下水的流向和水力坡度，水温 and 水质，并作出地质、水文地质剖面。水文地质勘探的主要手段为物探和钻探。

1. 常用的物探方法有电测深、电测剖面、自然电位法、电测井等方法。用电测深与电测剖面两种方法互相配合，可以查明基岩埋藏深度，古河床、裂隙带及岩溶带。自然电位法用于测定钻孔抽水时水位下降漏斗范围。电测井法用于测定泥浆孔内含水层的矿化度，划分孔内岩层，以及在钻孔内测定含水层的富水性等。分析物探资料时，应将其结果与钻探、抽水资料对比，以检查其工作精度。此外还应检查电测深及电测剖面的范围和电测点的密度是否能满足布置井群的要求。如地质构造较复杂且点距较稀，所得出的剖面不尽可靠时，应重新布置物探工作量。

2. 钻探工作主要为揭露含水层及隔水层的厚度、岩性、埋藏深度，了解地下水水位、水质及富水性等。工作期中，应测量初见水位和稳定水位，采取土试料和土样，采取水样和测量水温。有条件时，在钻探过程中应进行简易抽水试验。分析研究钻探资料时，应考虑钻孔的布置能否查清勘探区的水文地质条件，钻孔密度能否满足设计井群的要求，否则应适当作补充钻孔。此外应检查钻孔深度是否已凿穿需要查明的各含水层，钻孔口径能否满足抽水试验规定的要求，否则，亦应补作合规格的钻孔。此外，对于水位测量、水质分析和含水层颗粒分析资料是否合乎规范要求，也应作详细检查。

（三）抽水试验

抽水试验是对含水层进行水量和水质评价的重要手段。其目的在于获得各个含水层的渗透系数、影响半径、钻孔的单位水位

降出水量、出水量与水位降的关系，并通过多孔抽水试验和互阻抽水试验，取得准确资料，以便为计算地下水开采储量及设计井群提供可靠依据。检查抽水试验成果时，首先应检查抽水钻孔占全部钻孔的百分率是否达到规定标准，一般初勘阶段规定为30~50%，详勘阶段规定为50~75%。研究分析抽水钻孔过滤器的结构设计是否合理，出水量是否正常，抽水动水位是否已真正稳定，水位稳定延续时间是否符合要求。如发现抽水钻孔数目少、钻孔出水量不正常、水位稳定时间过短等现象，应适当补作抽水试验工作。在岩溶及深层自流水地区进行地下水储量评价，主要是依靠抽水试验，因此对成果的检查更应深入细致地进行，如不合乎要求，必须补作工作，直到获得切实可靠的资料为止。

（四）地下水动态长期观测

在勘察过程和水源地开采过程中，应有半年以上以至数年的长期观测，研究地下水动态。其目的，在于查明在天然及人为因素影响下，地下水的水位、水量及物理、化学性质等的变化规律，地下水与地表水系动态关系，并评定地下水水源地在长期使用过程中的Ⅳ级开采储量。分析长期观测成果时，应研究观测网的布置是否合理，长期观测期中是否遵照规定测量水位和分析水质。一般勘察工程往往因为观测期限不够长，而不能达到要求的储量级别。为了保证储量评价的正确性，对长期观测的期限应要求严格。

（五）结论

结论中应提出对地下水水质、水量的结论性评价和对水源地的选择及有关取水构筑物及卫生防护带的建议。分析报告书结论时，应研究其储量评定的原始数据是否可靠，计算方法及公式的选用是否合理，储量级别是否符合于设计阶段的要求，水质评价原始资料是否全面可靠，水质能否满足用水要求。如果水质评价不能满足用水要求且无法处理或处理成本过高时，必须另选其他地区重新勘察。如果储量评定根据不足，或者储量级别不能满足设计阶段要求，亦须补作工作。至于对取水构筑物及卫生防护带

的建议，亦须加以分析研究，然后提供设计参考。

三、地下水开采储量的分类及其在设计中的应用

地下水开采储量，是地下水总储量的一部分。根据对水文地质条件的研究程度，地下水开采储量可分为 C_2 、 C_1 、 B 、 A_2 、 A_1 五级。在整个水文地质地区及各个含水层或含水层的某一部分，均可计算地下水的开采储量。设计人员可根据供水任务要求，结合设计阶段适当采用。现将各级储量的划分与应用原则分述如下：

（一） C_2 级储量

C_2 级储量是在踏勘、搜集和整理现有水文地质资料的基础上所估算出的地下水储量。 C_2 级储量可作为布置勘探钻孔或某些勘探生产井的依据。在地下水源丰富、地下水储量远远大于需水量的情况下，可以直接布置勘探生产井。

（二） C_1 级储量

C_1 级储量是在水文地质测绘的基础上，根据现有钻孔及有关水文地质资料所作出的储量评价。在水文地质条件相似的情况下，根据附近地区已有的高级储量，用比拟法可以确定 C_1 级储量。据有 C_1 级储量，对地下水的水质、水量和分布规律已有初步概念，故 C_1 级储量可以作编制远景规划和选择初步勘察地段的依据。在水文地质条件简单且需水量不大的地区，可以直接用以布置勘探生产井。

（三） B 级储量

B 级储量是经过供水水文地质初步勘察和短期（一般不少于6个月且包括枯水季节；如水文地质条件复杂时，不少于一年）的地下水动态观测后所评定的地下水储量。 B 级储量可提供设计部门作选择供水水源地的依据。如水文地质条件简单，或者储量远远大于需水量时，也可用以布置勘探生产井或生产井。

（四） A_2 级储量

A_2 级储量是在供水地段经过水文地质详细勘察和一年以上的地下水动态观测后所评定的地下水储量。据有 A_2 级储量，对

于水量、水质及卫生防护方面已掌握了充分可靠的资料，故 A_2 级储量可作为给水扩大初步设计的依据。

（五） A_1 级储量

A_1 级储量是在具备 A_2 级储量一切资料的基础上，进行长期的开采抽水，据有三年以上的地下水动态观测资料后所评定的地下水储量。 A_1 级储量可用以分析研究目前供水地段的开采情况，借以编制水源地的改建或扩建设计。如水文地质条件简单，或者储量超过开采水量较多的情况下，可在较短时间的开采抽水后，即进行扩建设计。

第二节 井群位置的选择及卫生防护带的确定

一、井群位置的选择

在适当的技术经济和卫生防护条件下，井群位置首先应选择渗透性好、厚度大、开采储量大的含水地段。在采用冲积层潜水时，如果河水与含水层有密切的水力联系，且河流有一定的流量保证时，最好沿岸边布置井群。在其他条件相同的情况下，选择井群位置应偏重于下列地段：（1）距用户最近的地段；（2）标高最低的地段；（3）动水位最高的地段；（4）便于扩建水源地的地段；（5）洪水时不被淹没的地段；（6）城市的上游地段；（7）生活饮用水源能避免受到污染的地段；（8）考虑防空要求和避免毒物侵入井群，应选择易于掩蔽的地段。

此外，选择井群的位置尚须考虑到特殊的水文地质条件。例如：（1）井群的位置须远离泥炭田、沼泽地带及含有大量铁盐、镁盐及其他盐类的岩层；（2）应避免白含盐量高的岩层吸取地下水，否则将使井水的含盐量增加，在沿海地区应避免海水侵入；（3）在岩溶地区建立井群，应考虑水源卫生防护的可能性；（4）在强烈地震区，应估计到强震引起灾害的可能性，并设法避开。

二、水源卫生防护带

新建生活饮用水源井群，不论其水质如何，都需要设置卫生

防护带，以防止污水自地表渗入含水层使地下水受到污染。卫生防护带的范围，主要依据饱气带及饱和带的岩层岩性、地下水类型、水的物理、化学性质，以及井群附近的卫生条件等而确定。卫生防护带一般分为戒严带、限制带和观察带等。

（一）戒严带

戒严带为泵房及水井所在地。在戒严带禁止修建任何其他建筑物，并应设有围墙。一般凡覆盖有6米以上防护层的生活用水井，戒严带半径为10~30米；覆盖层在6米以内的生活用水井，戒严带半径为30~50米。

（二）限制带

如果距管井300米以内含水层不露出地面，或者含水层与地面水没有互补关系时，一般可不设此地带。否则，应根据土壤覆盖及地下水流速，确定限制带的范围。一般在地下水流速为1~2米/昼夜时，限制带半径（包括戒严带半径在内，下同）为30~60米；流速为2~6米/昼夜时，限制带半径为60~180米；流速为6~10米/昼夜时，限制带半径为180~300米。在此地带内应考虑防止水源污染或水质变坏的防护措施，如限制排入大量污水，限制修建粪坑、渗水厕所和堆积粪便，以及限制破坏深层土壤的工程等。

（三）观察带

观察带的范围包括可能引起传染病传播的地区。在此境界内，应不断进行流行病学的观察，以便及时采取防护措施。观察带一般置于可能通过送水管路散播传染病的地区。

第三节 在各种水文地质条件下井群 开采水量的计算

一、岸边渗透取水井群（或单井）开采水量的计算

当河漫滩冲积层与河床水有直接的水力联系，且河水在枯水季节能保持充足的流量时，井群开采后，引起地下水位的下降，

河水将直接渗入，形成井水的主要补给来源。在此种情况下，井群应沿河床布置；其位置与距离，视河床的具体情况而定。由于岸边的淤积与冲刷，对水源的补给关系很大，必须事先详细调查河床，深切掌握河床的淤积与冲刷规律。一般井群应布置在河床极少变迁、河底淤积很少或冲刷较强的地段，以免开采后水量逐渐减少。

（一）井群沿河布置的位置和距离

井群沿河布置，与河岸的距离应大于30米；如河岸有冲刷的危险，这个距离还应增大。设计井群时，要使岸边河水渗入速度在2.5米/昼夜以下。

（二）井群的出水量计算

岸边渗透取水井群的出水量计算公式，按下列不同情况选用：

1.如图 1-1 的情况，直线排井群（无压水、完整井）用公式（1-1）计算。

$$H^2 - Z^2 = \frac{Q}{1.37K} \lg \frac{2b}{r} \cdot \frac{s_1}{a_1} \cdot \frac{s_2}{a_2} \cdot \frac{s_3}{a_3} \cdots \quad (1-1)$$

式中

Q ——每井出水量（吨/昼夜）；

H ——不透水层上水体水面高度（米）；

Z ——抽水时井内水柱高度（米）；

K ——渗透系数（米/昼夜）；

b ——从 A 井到河水的距离（米）；

r ——井的半径（米）；

$a_1, a_2, a_3, \cdots$ ——从 A 井到 1 号，2 号，3 号等井的距离（米）；

$s_1, s_2, s_3, \cdots$ ——从 A 井到 1 号，2 号，3 号等映象井的距离（米）（这些映象井与 1 号，2 号，3 号等井联线垂直于河流，相应各井的间距为 $2b_1, 2b_2, 2b_3$ 等，其中 b_1, b_2, b_3 等为 1 号，2 号，3 号等井到河水的距离）。

2.如图 1-2 直线排井群中（完整井），每井出水量可用公式