

EXPLORATION AND EVALUATION OF
GROUNDWATER WELL FIELDS

地下水水源地 勘查与评价

■ 殷昌平 孙庭芳 金良玉 温廷作 龙绍都 编著

地质出版社



ISBN 7-116-01443-8/P · 1178

国内定价：平装 24.80 元
精装 29.80 元

P641.7

Y-227

地下水水源地勘查与评价

殷昌平 孙庭芳 金良玉 温廷作 龙绍都 编著

地质出版社

(京)新登字 085 号

内 容 提 要

该书是一本系统论述地下水水源地勘查与评价的专著。它是在充分收集和分析我国 40 年来已勘查的 200 多个典型地下水水源地实际勘查资料的基础上,系统地总结了我国地下水勘查工作的基本经验,着重研究了各种类型地下水水源地勘查及其地下水资源评价工作的特点、勘查工作程序要求以及适用于不同水文地质类型的地下水允许开采量的计算方法。全书分上、下两篇共 23 章,并用 40 个典型水源地勘查实例、225 张图表予以说明。

本书可供从事地下水资源勘查和评价、地下水资源管理、给水排水、环境地质保护等工作的专业技术人员参考。也可作为与地下水有关专业的大中专院校师生的参考用书。

地下水水源地勘查与评价

殷昌平 孙庭芳 金良玉 温廷作 龙绍都 编著

责任编辑:王西川 钱学溥

地质出版社出版发行

(北京和平里)

杭州地质印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092 1/16 印张: 25.75 字数 623000

1993 年 10 月北京第一版·1993 年 10 月杭州第一次印刷

印数: 1—1988 册 国内定价: 平装 24.80 元

精装 29.80 元

ISBN 7-116-01443-8/R·1178

序

为了系统总结我国地下水水源地勘查和评价工作的经验，国家矿产储量管理局组织了浙江、安徽、甘肃、天津和湖南等5个省市储委进行“地下水水源地勘查与评价”的研究。该课题是地质矿产部《矿床合理勘探研究程度和工业指标制订及其应用研究》项目(86159)的一级子课题，由浙江省储委牵头实施。从1988年下半年开始到1990年底完成初稿，经过广泛征求意见，开会讨论后加以修改，于1991年底提交《地下水水源地勘查与评价研究报告》。国家矿产储量管理局于1992年9月审查验收通过。5位作者在原报告的基础上，吸取各位评委的意见，编著完成该书的全部稿件。

全书分为上、下两篇。上篇从概念和分类说起，广泛参考了国内外的文献，最后提出自己的分类方案。下篇按照这个分类方案分别概述各类水源地的水文地质条件及勘查评价工作情况，并用有关实例予以说明，同时还对其工作的得失给予评述。

这是一件极为艰巨的工作。因为按照储委的想法，希望通过总结以往工作的经验，对今后的有关勘查规范进行修订。但是这些水源地大多都是经过储委审查批准的，如若明确指出这些工作中的重大失误，无异暗示是储委的失误。不指出其失误，又达不到本文的目的。这是写作中第一个需要很好处理的问题。其次，广泛征求意见，当然可以收到集思广益之效。但是，各种意见见仁见智，其中既有正确的看法，也有一些个人见解，都要考虑，这在处理上有时就比较困难。最后，水源地的水文地质条件千变万化，可以说没有一个是相同的。无论在分类上怎样划分，都可以找出其差异，这就是本文作了十分详细分类的原因，希望能包罗各种情况，以便完成写作的主要目的。这就是整个写作中的主要困难。作者在这些问题上都作了比较适当的处理。

我国北方有40多个城市以地下水为主要供水水源，到现在已经都出了问题。结论只有一个，即取水过量。当然，作为一个城市的领导，都希望在各个方面取得最大的成就。于是，有些地方就取水过量。但是，取水不过量的地方是否就不出现问题呢？回答是否定的。举济南为例，济南号称为泉城，经过调查全城和郊区共有108个泉。这正是老残游记中描写的，家家泉水，户户垂杨。经50年代末到60年代初的勘探工作，计算出一定的水量。后来，在趵突泉旁建立了自来水厂。70年代中期以后，就明显的影响到趵突泉，开始是泉流量减少，以后就周期性的停止出流，最终断流，趵突的景观完全不见。山东省召开会议，探讨其原因。结论有两种意见，一种认为是用水过量；另一种认为是抽水井距泉太近，地下水降落漏斗影响到泉使之断流。两种结论不同，处理的方法当然各异。后者认为，只要将水源地迁到郊外即可。于是省里采纳了后一种意见。经筹备之后，水源地迁出，到雨季之后，果然若干年前断流的趵突泉又出现了。但是好景不长，到枯水期泉水又断流了。问题至此，实际已经有了结论。但是应该进一步研究，究竟问题出在哪里，是勘探工作不当，计算不确切，还是另有其他问题。其实，济南这个问题是很明显的。108个泉是这个岩溶系统

的排泄点，其补给范围远在南部山区。多年来从补给到排泄形成了这个平衡系统。自 50 年代后期开始实施人工抽水，实际是在原有的排泄系统之上又增加了排泄量。当取水量不大时，其影响不明显；当取水量增大到一定程度后，影响到原有的排泄量，乃是必然的结果。受影响最大的当然是附近的泉，趵突泉首当其冲。通过 30 多年的取水，使这个系统长期亏损，即使将水源地迁到若干公里以外，所取的水量仍然属于同一系统，因此也只能在某些季节有所缓解。总的来说，这个地下水系统在建水源地前后，其收入与支出有所不同，也就是多了一项人为的支出，因此需要达到新的平衡状态。即使勘探工作做得完全正确，计算也没有误差，结果也依然如此。由于济南地区是一个完整的岩溶系统，比较容易看清楚问题，因之以它来作说明。

试想，在任何一个系统中取水，也会是这样的结果。而地下水都是按系统分布的。当我们在某一系统的某些部位取水，必然会导致整个系统的收支平衡发生问题，有时是影响到已有的天然排泄点水量发生变化，有时则是人工取水点的水量发生变化，实际上这都是地下水系统在建立新的平衡中必然出现的问题，而不一定是勘探或计算中所产生的问题。假如上述的说法符合实际情况，则所谓 A、B、C、D 级储量并无多大意义。其所以仍然使用，也正是最初受原苏联的影响。

以上仅属个人看法，借此机会提出以供考虑。

中国地质大学（北京） 王大纯

1993 年 1 月

前 言

水是生命的源泉。地下水资源是水资源的重要组成部分。由于地表水资源分布的不均衡以及许多水域的污染,地下水被提到日益重要的地位。目前世界各国都纷纷加强对地下水的研究。我国是一个水资源不丰富的国家,人均水资源占有量只有全世界平均数的四分之一左右。北方许多城市供水和农业灌溉用水都依靠地下水资源。由于历史的原因,不少地区存在盲目布井、过量开采,导致地下水位持续下降、咸水入侵、地面沉降等环境地质问题。有些城市甚至出现了水荒的信号。因此,必须对地下水水源地进行正确的勘查评价和合理管理。

在这种情况下,出版一本专门论述地下水水源地勘查与评价的专著是非常有必要的。本书是作者在新近完成的《地下水水源地勘查与评价》专题研究的基础上,根据大家的意见修改完成的。该专题是地质矿产部《矿床合理勘探研究程度和工业指标制订及其应用研究》项目(86159)的一级子课题,浙江省地质矿产厅科研专题编号为90035。在专题研究过程中,各省(区、市)储委、地矿局(厅)、有关勘察设计单位、地勘部门和高等院校给予大力支持,并提供了许多宝贵资料。国家矿产储量管理局的领导、中国地质大学(北京)王大纯教授和地矿部地质环境管理司的工程师自始至终关怀和指导该专题研究,国内许多水文地质方面的专家、教授对该成果提出过不少有益的建议。全国有90位作者为该课题提供了58份水源地调查研究报告。在本书的编写过程中,两位编辑付出不少心血和劳动,在此一并表示衷心地感谢。

本书是集体智慧的结晶。它是在充分收集和分析我国40年来已勘查的200多个典型地下水水源地实际勘查资料的基础上,系统地总结了我国地下水勘查及其地下水资源评价工作的特点、勘查工作程序要求以及适用于不同水文地质类型的地下水允许开采量的评价方法。本书力求反映国内外地下水资源评价的新成果。与一般的教科书相比,它具有较大的深度和广度。可供从事地下水研究的工程师、研究人员、大中专院校师生参考。

本书亦是作者多年合作的成果。具体分工如下:浙江省矿产储量委员会殷昌平撰写第一、二、四、六、七、二十一章,并负责全书的整理、定稿和英文摘要的翻译工作;安徽省矿产储量委员会孙庭芳撰写第三、五、十一、十四章;甘肃省矿产储量委员会金良玉撰写第八、九、十、十二、十三章;天津市矿产储量委员会温廷作撰写第十八、十九、二十、二十二、二十三章;湖南省矿产储量委员会龙绍都撰写第十五、十六、十七章。浙江省地矿厅钟爱群等负责清绘图件。

虽然作者力图写好本书,但限于水平,缺点错误在所难免。某些观点也可能带有片面性,不当之处敬请读者批评指正。

作 者

1993年1月

目 录

上 篇

第一章 地下水资源的概念、分类及其应用

第一节 地下水资源的概念及分类现状	1
一、地下水“储量”和“资源”的概念	1
二、国外地下水资源分类概况	1
三、我国地下水资源分类现状	2
第二节 地下资源的特性及水源地勘查评价中采用的有关概念	4
一、地下资源的特性	4
二、水源地勘查及地下水资源评价中采用的有关概念	4

第二章 地下水水源地勘查及地下水资源评价现状与展望

第一节 国外地下水勘查及地下水资源评价现状	8
一、国外地下水勘查概况	8
二、国外供水水文地质勘查及地下水资源评价特点	9
第二节 国内水源地勘查及地下水资源研究现状与展望	11
一、国内水源地勘查概况	11
二、地下水资源研究现状与展望	13

第三章 地下水水源地勘查评价类型的划分

第一节 水源地勘查评价类型划分的目的和意义	19
第二节 水源地勘查评价类型划分的现状	19
一、水源地勘查类型分类	20
二、水源地评价类型分类	21
三、水源地开采储量评价类型分类	23
第三节 水源地勘查评价类型划分的原则及分类	23
一、水源地勘查评价类型划分的原则	23
二、水源地勘查评价类型的划分	23

第四章 地下水水源地勘查阶段的划分及其精度要求

第一节 地下水水源地勘查阶段的划分	26
一、地下水勘查阶段划分的现状	26
二、水源地勘查阶段划分方案	27
第二节 各勘查阶段的主要勘查方法及其地下水资源评价精度要求	30
一、各勘查阶段的勘查方法及工作内容	30
二、各勘查阶段地下水资源评价精度	30

第五章 不同勘查手段及其解决的水文地质问题

第一节 水文地质测绘	34
一、遥感技术在水源地勘查中的应用	34

二、核技术在水源地勘查中的应用·····	35
第二节 水文地质物探·····	35
一、地面物探·····	35
二、地球物理测井·····	37
第三节 水文地质钻探·····	37
第四节 水文地质试验·····	38
第五节 地下水动态观测·····	39
第六章 地下水资源评价方法	
第一节 地下水资源评价的原则、方法及一般程序·····	41
一、地下水资源评价原则·····	41
二、地下水资源评价方法及一般程序·····	42
三、水文地质概念模型的确立·····	44
第二节 地下水水质评价·····	45
第三节 地下水补给量、储存量和排泄量的计算方法·····	46
一、地下水补给量的计算方法·····	46
二、地下水储存量的计算方法·····	50
三、地下水排泄量的计算方法·····	51
第四节 地下水允许开采量的计算方法·····	52
一、水动力学解析法·····	52
二、数值法·····	57
三、电网络模拟法·····	63
四、系统分析法·····	66
五、地下水文分析法·····	69
六、概率统计分析法·····	72
七、开采试验法·····	74
八、水量均衡法·····	76
九、水文地质比拟法·····	79
第七章 地下水资源的保护与管理	
第一节 地下水资源的保护·····	81
一、勘查期间地下水资源的保护·····	81
二、开采期间地下水资源的保护·····	82
第二节 地下水资源管理概述·····	83
一、地下水资源管理的概念·····	83
二、地下水资源管理模型·····	84

下 篇

第八章 山间河谷水源地的勘查评价方法	
第一节 山间河谷水源地的水文地质特征·····	87

一、概况·····	87
二、水文地质特征·····	87
第二节 山间河谷水源地的勘查工作部署及评价方法·····	88
一、该类型水源地应查明的主要水文地质问题·····	88
二、该类型水源地勘查工作部署的特点·····	88
三、水文地质模型概化及参数的确定·····	89
四、允许开采量计算方法的选择·····	89
第三节 山间河谷水源地勘查实例及评述·····	90
实例 8—1 河北省迁安县西里铺水源地·····	90
实例 8—2 青海省西宁市塔尔水源地·····	94
实例 8—3 山东省青岛市大沽河水源地·····	97
第九章 山间盆地水源地的勘查评价方法	
第一节 山间盆地水源地水文地质特征·····	103
一、概况·····	103
二、水文地质特征·····	104
第二节 山间盆地水源地的勘查工作部署及评价方法·····	105
一、该类型水源地应查明的主要水文地质问题·····	105
二、该类型水源地勘查工作部署的特点·····	106
三、水文地质模型概化及参数的确定·····	106
四、允许开采量计算方法的选择·····	106
第三节 山间盆地水源地勘查实例及评述·····	107
实例 9—1 北京市平谷水源地·····	107
实例 9—2 内蒙古自治区呼和浩特市城市供水水源地·····	111
第十章 冲洪积扇区水源地的勘查评价方法	
第一节 冲洪积扇区水源地水文地质特征·····	118
一、概况·····	118
二、水文地质特征·····	118
第二节 冲洪积扇区水源地的勘查工作部署及评价方法·····	120
一、该类型水源地应查明的主要水文地质问题·····	120
二、该类型水源地勘查工作部署的特点·····	120
三、水文地质模型概化及参数的确定·····	121
四、允许开采量计算方法的选择·····	121
第三节 冲洪积扇区水源地勘查实例及评述·····	122
实例 10—1 北京永定河冲洪积扇水源地·····	122
实例 10—2 青海省格尔木水源地·····	126
实例 10—3 新疆玛纳斯水源地·····	130
第十一章 冲湖积平原水源地的勘查评价方法	
第一节 冲湖积平原水源地水文地质特征·····	133
一、概况·····	133

二、水文地质特征	133
第二节 冲湖积平原水源地的勘查工作部署及评价方法	134
一、该类型水源地应查明的几个水文地质问题	134
二、该类型水源地勘查工作部署的特点	135
三、允许开采量计算方法的选择	136
第三节 冲湖积平原水源地勘查实例及评述	137
实例 11—1 天津市黄庄洼水源地	137
实例 11—2 黑龙江省哈尔滨市王岗—靠山屯供水水源地	142
实例 11—3 安徽省蚌埠市小蚌埠水源地	145
实例 11—4 河南省郑州市供水水源地	148
第十二章 傍河水源地的勘查评价方法	
第一节 傍河水源地的水文地质特征	152
一、概况	152
二、水文地质特征	153
第二节 傍河水源地的勘查工作部署及评价方法	153
一、该类型水源地应查明的几个水文地质问题	153
二、该类型水源地勘查工作部署的特点	153
三、水文地质模型概化及参数的确定	154
四、允许开采量计算方法的选择	154
第三节 傍河水源地勘查实例及评述	155
实例 12—1 山西省河津县禹门口水源地	155
实例 12—2 陕西省西安市西北郊水源地	161
第十三章 黄土塬水源地的勘查评价方法	
第一节 黄土塬水源地的水文地质特征	168
一、概况	168
二、水文地质特征	168
第二节 黄土塬水源地的勘查工作部署及评价方法	170
一、该类型水源地应查明的几个水文地质问题	170
二、该类型水源地勘查工作部署的特点	171
三、水文地质模型概化与参数的确定	171
四、允许开采量计算方法的选择	172
第三节 黄土塬水源地勘查实例及评述	172
实例 13—1 甘肃省西峰市水源地	172
第十四章 沙漠区水源地的勘查评价方法	
第一节 沙漠区水源地的水文地质特征	178
一、概况	178
二、水文地质特征	178
第二节 沙漠区水源地勘查工作部署及评价方法	179
一、该类型水源地应查明的几个水文地质问题	179

二、该类型水源地勘查工作部署的特点	180
三、地下水资源评价方法的选择	180
第三节 沙漠区水源地勘查实例及评述	180
实例 14—1 内蒙古吉兰泰碱厂供水水源地	180
实例 14—2 陕西省神木县沟岔水源地	184
第十五章 裸露岩溶水源地的勘查评价方法	
第一节 裸露岩溶水源地水文地质特征	188
一、概况	188
二、主要水文地质特征	189
第二节 裸露岩溶水源地勘查工作部署及评价方法	190
一、该类型水源地勘查工作的重点	190
二、该类型水源地勘查工作部署的特点	191
三、水文地质模型概化及参数的确定	191
四、允许开采量计算方法的选择	191
第三节 裸露岩溶水源地勘查实例及评述	192
实例 15—1 湖南省郴州市海泉水源地	192
实例 15—2 贵州省瓮安县丁家寨水源地	195
第十六章 覆盖岩溶水源地的勘查评价方法	
第一节 覆盖岩溶水源地水文地质特征	202
一、概况	202
二、主要水文地质特征	202
第二节 覆盖岩溶水源地勘查工作部署及评价方法	204
一、该类型水源地勘查工作部署原则	204
二、该类型水源地勘查工作部署的特点	205
三、水文地质模型概化及参数的确定	207
四、允许开采量计算方法的选择	208
第三节 覆盖岩溶水源地勘查实例及评述	210
实例 16—1 天津市宝坻水源地	210
实例 16—2 河北省邯郸市羊角铺水源地	215
实例 16—3 河北省秦皇岛市石门寨水源地	220
实例 16—4 江苏省南京市仙鹤门水源地	225
实例 16—5 广东省广州市江村水源地	229
第十七章 埋藏岩溶水源地的勘查评价方法	
第一节 埋藏岩溶水源地水文地质特征	234
一、概况	234
二、主要水文地质特征	234
第二节 埋藏岩溶水源地勘查工作部署及评价方法	235
一、该类型水源地应查明的几个水文地质问题	235
二、该类型水源地勘查工作部署的特点	235

三、水文地质模型概化及参数的确定	236
四、允许开采量计算方法的选择	236
第三节 埋藏岩溶水源地勘查实例及评述	237
实例 17—1 山西省河曲县龙口水源地	237
实例 17—2 陕西省蒲城县温汤水源地	241
实例 17—3 福建省连城水源地	246
第十八章 碎屑岩区水源地的勘查评价方法	
第一节 碎屑岩区水源地的水文地质特征	250
一、概况	250
二、主要水文地质特征	251
第二节 碎屑岩区水源地的勘查工作部署及评价方法	254
一、该类型水源地应查明的主要水文地质问题	254
二、该类型水源地勘查工作部署的特点	254
三、水文地质模型概化及允许开采量的计算	256
第三节 碎屑岩区水源地勘查实例及评述	257
实例 18—1 陕西省铜川市柳湾水源地	257
实例 18—2 浙江省义乌市 812 厂水源地	261
实例 18—3 四川省合川县大石水源地	265
第十九章 块状岩区水源地的勘查评价方法	
第一节 块状岩区水源地的水文地质特征	269
一、概况	269
二、主要水文地质特征	269
第二节 块状岩区水源地的勘查工作部署及评价方法	270
一、该类型水源地应查明的主要水文地质问题	270
二、该类型水源地勘查工作部署的特点	271
三、水文地质模型概化及允许开采量的计算	272
第三节 块状岩区水源地勘查实例及评述	273
实例 19—1 浙江省长兴县水口矿水田金砂矿泉水水源地	273
实例 19—2 福建省福州市西湖—马鞍区供水水源地	276
第二十章 玄武岩区水源地的勘查评价方法	
第一节 玄武岩区水源地的水文地质特征	280
一、概况	280
二、水文地质特征	281
第二节 玄武岩区水源地勘查工作部署及评价方法	284
一、该类型水源地应查明的主要水文地质问题	284
二、该类型水源地勘查工作部署的特点	284
三、水文地质模型概化及允许开采量的计算	285
第三节 玄武岩区水源地勘查实例及评述	286
实例 20—1 海南省琼山县龙桥水源地	286

第二十一章	泉源水源地的勘查评价方法	
第一节	泉源水源地的水文地质特征	290
一、概况		290
二、主要水文地质特征		290
第二节	泉源水源地的勘查工作部署及评价方法	292
一、泉源水源地勘查工作要解决的问题		292
二、泉源水源地勘查工作部署的要点		293
三、水文地质模型概化及参数的确定		293
四、地下水允许开采量的确定		294
第三节	泉源水源地勘查实例及评述	294
实例 21—1	山西省娘子关泉源水源地	294
实例 21—2	陕西省神木县大柳塔水源地	297
实例 21—3	广西都安县地苏地下河系水资源的勘查与评价	302
实例 21—4	贵州省贵阳市汪家大井泉源水源地	306
第二十二章	滨海、岛屿区水源地的勘查评价方法	
第一节	滨海、岛屿区水源地的水文地质特征	310
一、概况		310
二、主要水文地质特征		311
第二节	滨海、岛屿区水源地的勘查工作部署及评价方法	313
一、该类型水源地应查明的主要水文地质问题		313
二、该类型水源地勘查工作部署的特点		314
三、水文地质模型概化及允许开采量计算		315
第三节	滨海、岛屿区水源地勘查实例及评述	316
实例 22—1	浙江省温州市永强水源地	316
实例 22—2	广西北海市禾塘村水源地	320
第二十三章	多年冻土区水源地的勘查评价方法	
第一节	多年冻土区水源地的水文地质特征	327
一、概况		327
二、水文地质特征		328
第二节	多年冻土区水源地的勘查工作部署及评价方法	331
一、该类型水源地应查明的主要水文地质问题		331
二、该类型水源地勘查工作部署的特点		332
三、地下水资源评价方法的选择		333
第三节	多年冻土区水源地勘查实例及评述	335
实例 23—1	黑龙江省西林吉古莲储木厂供水水源地	335
结 语		340
主要参考文献		341
提供水源地调查研究报告的作者		345
英文详细摘要		347

CONTENTS

PART ONE

Chapter 1. The concept and classification of groundwater resources and their application

Section 1. The status quo of the concept and classification of groundwater resources	1
1. The concept of “reserves” and “resources” of groundwater	1
2. Survey of alien classification of groundwater resources	1
3. The status quo of Chinese classification of groundwater resources	2
Section 2. The characteristics of groundwater resources and the concept concerned in the exploration and evaluation of groundwater well field	4
1. Characteristics of groundwater resources	4
2. Concept concerned in the exploration of groundwater well field and the evaluation of groundwater resources	4

Chapter 2. The status quo of the exploration of groundwater well field and the evaluation of groundwater resources and their prospects

Section 1. Exploration of groundwater and evaluation of groundwater resources in foreign countries	8
1. Survey of the exploration of groundwater in foreign countries	8
2. Hydrogeological exploration for groundwater supply and characteristics of the evaluation of groundwater resources in foreign countries	9
Section 2. Exploration of groundwater well field and research of groundwater resources and their prospects in China	11
1. Survey of the exploration of groundwater well field in China	11
2. Current research situation of groundwater resources and its prospect	13

Chapter 3. Classification of exploration and evaluation for groundwater well field

Section 1. The purpose and significance of the classification of exploration and evaluation for groundwater well field	19
Section 2. The status quo of classification for groundwater well field	19
1. Classification of exploration for groundwater well field	20
2. Classification of evaluation for groundwater well field	21
3. Classification of mining-reserve evaluation for groundwater well field	23
Section 3. Principle and classification of exploration and evaluation for groundwater well field	23
1. Principles of the classification of exploration and evaluation for groundwater	

well field	23
2. Classification of exploration and evaluation for groundwater well field	23
Chapter 4. Exploration phases of groundwater well field and related requirements	
Section 1. Division of exploration phases of groundwater well field	26
1. The status quo of division of groundwater exploration phases	
2. Division plan of exploration phases of groundwater well field	
Section 2. Main exploration means and related requirements of groundwater evaluation during each phase	30
1. Exploration means and contents during each phase	
2. Requirements for the evaluation of groundwater resources	
Chapter 5. Different exploration means dealing with different hydrogeological problems	
Section 1. Hydrogeological mapping	34
1. Remote sensing techniques used in the exploration of groundwater well field	34
2. Isotopic techniques used in the exploration of groundwater well field	35
Section 2. Hydrogeophysical prospecting	35
1. Geophysical prospecting on ground surface	35
2. Geophysical logging	37
Section 3. Hydrogeological drilling	37
Section 4. Hydrogeological tests	38
Section 5. Observation of groundwater fluctuation	39
Chapter 6. Evaluation methods of groundwater resources	
Section 1. The principles, methods and general procedures of groundwater resource evaluation	41
1. Principles of groundwater resources evaluation	41
2. Methods and general procedure of groundwater resource evaluation	42
3. Hydrogeological concept modelling	44
Section 2. Evaluation of groundwater quality	45
Section 3. Calculation methods of groundwater replenishment, storage and discharge ...	46
1. Calculation methods of groundwater replenishment	46
2. Calculation methods of groundwater storage	50
3. Calculation methods of groundwater discharge	51
Section 4. Calculation methods of permissible yield of groundwater	52
1. Hydrodynamics methods	52
2. Numerical methods	57
3. Electric network modelling	63
4. Systematic analysis methods	66
5. Hydroanalytic methods of groundwater	69
6. Methods of probability and statistics	72

7. Pumping test methods	74
8. Methods of groundwater equilibrium	76
9. Hydrogeological analogy methods	79
Chapter 7. Protection and management of groundwater resources	
Section 1. Protection of groundwater resources	81
1. Protection of groundwater resources during exploration	81
2. Protection of groundwater resources during development	82
Section 2. Brief introduction of groundwater resource management	83
1. Concept of groundwater resource management	83
2. Management modelling of groundwater resources	84

PART TWO

Chapter 8. Exploration and evaluation for the groundwater well field in a valley

Section 1. Hydrogeological characteristics of the groundwater well field in a valley	87
1. Brief introduction	87
2. Hydrogeological characteristics	87
Section 2. Exploration arrangements and evaluation methods for the groundwater well field in a valley	88
1. The main hydrogeological problems of this type of groundwater well field ...	88
2. Exploration arrangements for this type of groundwater well field	88
3. Conceptualization hydrogeological condition and determining parameters	89
4. Selecting calculation methods for the permissible yield of groundwater	89
Section 3. Exploration examples and commentaries on the groundwater well field in a valley	90
Example 8-1. Xilipu groundwater well field , Qian'an County , Hebei Province	90
Example 8-2. Tare groundwater well field, Xining City, Qinghai Province ...	94
Example 8-3. Daguhe groundwater well field, Qingdao City, Shandong Province	97

Chapter 9. Exploration and evaluation for the groundwater well field in a basin

Section 1. Hydrogeological characteristics of the groundwater well field in a basin	103
1. Brief introduction	103
2. Hydrogeological characteristics	104
Section 2. Exploration arrangements and evaluation methods for the groundwater well field in a basin	105
1. The main hydrogeological problems of this type of groundwater well field	105
2. Exploration arrangements for this type of groundwater well field	106