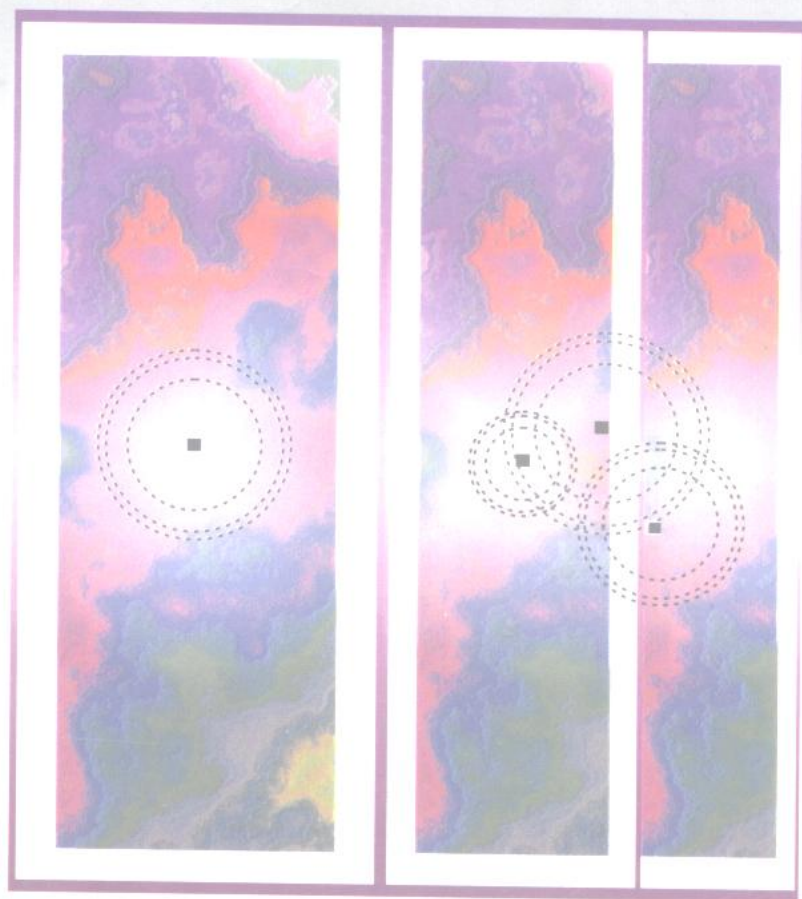


建筑工程的防排水

康 宁 王友亭 夏吉安 编著



科学出版社

内 容 简 介

本书全面系统地介绍有关建筑工程防排水的知识与技术,重点阐述屋面防水和地下工程中的防水方案、基本构造、防水材料的配制、施工操作技术。作者注重总结实践经验,在材料配比、配制方法、施工工艺、渗漏治理等方面有独到见解。全书分十五章:第一、二章论述水对建筑工程的影响和建筑工程的防排水设计;第三到第八章介绍各种防水材料;第九到第十五章阐述各类建筑工程和建筑物(包括特殊工程和特殊部位)的防水方法和渗漏水的处理技术。

本书具有手册性质,便于读者在学习和工作中查考。可供建筑、水工、煤炭、冶金、铁路、地质、化工、交通、国防和人防等部门从事土木建筑事业的科技人员阅读,也可作为大专院校和中等技术学校的专业教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程的防排水/康宁等编著,一北京:科学出版社,1998

ISBN 7-03-006546-8

I. 建… II. 康… III. ①建筑工程-建筑防水②建筑工程-排水
IV. TU761.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 03548 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

北京双青印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1998 年 8 月第 一 版 开本:850×1168 1/32

1998 年 8 月第一次印刷 印张:17 3/4

印数:1—5 800 字数:467 000

定价:25.00 元

(如有缺页倒装,本社负责掉换。〈环伟〉)

序

建筑业是国民经济的三大支柱之一。建筑业的经济效益，对整个国民经济的关系影响极大，而建筑工程的防排水问题，是当前建筑工程中亟待深入解决的课题，也是涉及千家万户的实际问题。据有关资料介绍，“我国城镇平均每年竣工各类房屋 1 亿多平方米，其中约近 30% 的房屋当年就出现渗漏，全国每年建筑防水维护修理要花费 12 亿元人民币”。至于各类地下工程的渗漏问题，更未得到很好解决。今年全国人大批准的“九五”计划和 2010 年远景目标纲要明确提出要“加快城市住宅建设，实施安居工程”。“九五”计划期间，将要建筑城市住宅 10 亿平方米，其数量比“八五”期间增加一倍。随着我国改革开放的深入开展，各地高层建筑兴起，旧城改造步伐加快，城市地下空间的开发利用，各类特种地下工程的崛起，如城市地下铁道、越江隧道、地下人行通道，以及其他大型地下车库、商场的建设等等不一而足。要保证这些建筑物的正常运营和使用，发挥其在国民经济建设中的应有作用，都离不开搞好这些建设工程的防排水问题。

从事以防排水工程设计和施工的广大技术人员，很希望能有一本系统而实用的技术书籍，以便在实际工作中随时参考借鉴。正是在这种背景下，康宁高级工程师等写出了《建筑工程的防排水》一书，该书内容丰富，资料翔实，阐述系统，结合实际，是一本不可多得的好书。它基本上概括了国内外当前建筑工程防排水技术的新成果。我经粗习一过，觉得该书具有四个方面明显特点：一是以系统的观点，考察各类建筑物的防排水问题，认为要解决好建筑工程的防排水，思想认识是前提，设计是基础，材料是条件，施工是关键，管理是保证。从而提出了各种行之有效的防排水方案。二是以实用为主，在防水材料配比、配制方法、施工工艺、渗漏治理等方面，都根据工程实践，发表了自己的见解

和经验。三是贯彻了理论与实际密切结合的原则，行文深入浅出，通俗易懂，各类工程的防排水，均取自实际工程，再加以概括性、条理性的论述。四是该书与现有国内同类论著不尽雷同，它不仅介绍了各种最新的防水材料，而且侧重于在工程中的应用。考虑到当前科学技术的迅猛发展，书中介绍近年来这方面的先进经验，为读者进一步深入研究提供了新的信息与途径。我深信该书的出版将对建筑工程防水排水技术的合理而有效应用，起到很好的促进作用。本书将是从事建筑工程防排水技术人们的良师益友，也是了解和深入研究这门学科的极好参考文献。

该书问世之前，应作者们之邀，赘述几句。我期待着这本书能够早日与读者见面，发挥其应有作用，是为序。

孙 钧

前言

建筑业是国民经济的三大支柱之一，建筑业的经济效益，对整个国民经济的关系影响极大。然而，建筑工程的防排水问题，是当前基本建设中亟待解决和研究的新课题，它是建筑工程这门学科中的新分支。建筑工程的防排水投资，往往占整个工程造价的15%；在地下工程中，特别是附建式防空地下室，有时要占25%~30%。因此，建筑工程的防排水技术，直接关系到建筑业的改革，影响到工期能否缩短，造价能否降低，工程质量能否保证，投资效益能否提高。

积极发展对外贸易，进一步办好经济特区和开放十四个沿海港口城市，是符合我国国情的正确决策。沿海城市的开放，标志着这些地区的经济建设步伐将要加快，而建筑工程在城市建设中又处于领先地位。改革经济体制，迎接技术革命，推进经济建设，从计划经济向市场经济转变，从粗放型向集约型转变，在我国是项繁重而紧迫的任务。讲求效能，提高效率，重视效益，是包括建筑业在内的一切领域所必须遵循的原则。然而，在工程实践中，由于防水结构的设计欠周，防水材料选择不当，施工操作工艺不规范，对渗漏水的危害认识不足，而造成建筑工程渗漏，影响到建筑物的正常使用等，都值得从事建筑业的人们高度重视。“时间就是生命，效率就是金钱，知识就是财富”。本书贯彻上述指导思想，以实用为主，向读者全面系统地介绍这门学科的基本知识和技术，为初步应用和深入研究提供了必要的理论基础，是从事和学习建筑工程防排水技术人员的向导，也是教学和科研工作者有益的参考文献。为此，本书的章节安排，内容取舍，从加强建筑工程防排水的基本原理出发，贯彻理论和实践相结合的原则，以实践经验为主，在材料配比、配制方法、施工工艺、渗漏治理等方面，作者阐述了自己的见解，与国内同类论著不尽相同。同时，

考虑到当前科学技术的迅猛发展，本书尽可能提供这方面的先进技术，为读者深入研究提供新的信息与途径。

编写过程中，我们曾参阅了有关单位编著的资料、文献和若干书刊内容，在此一并表示诚挚的谢意。

承蒙中国科学院院士孙钧教授、王焕德高级工程师、余开程高级工程师审阅书稿，提出许多宝贵意见，谨致谢忱。由于作者才疏学浅，疏漏之处在所难免，敬希读者不吝批评、指正。

目 录

绪论	1
第一章 水对建筑工程的影响	5
第一节 自然界的水	5
第二节 水对建筑物围护结构的有害作用	11
第三节 地下水渗流对地下工程施工的影响	17
第四节 地下水位变化对地下工程的影响	23
第二章 建筑工程的防排水设计	26
第一节 防排水的设计原则	26
第二节 屋面防水工程的设计	30
第三节 地下工程的防排水设计	35
第三章 混凝土自防水材料	46
第一节 普通防水混凝土	47
第二节 加气剂防水混凝土	52
第三节 氯化铁防水混凝土	56
第四节 三乙醇胺防水混凝土	60
第五节 减水剂防水混凝土	63
第六节 膨胀水泥防水混凝土	67
第七节 膨胀剂防水混凝土	71
第八节 BS 防水剂防水混凝土	77
第四章 防水涂料	79
第一节 乳化沥青防水涂料	80
第二节 阳离子氯丁橡胶沥青防水涂料	84
第三节 硅橡胶防水涂料	87
第四节 再生橡胶沥青防水涂料	90
第五节 “确保时”防水涂料	95
第六节 聚氨酯防水涂料	99
第七节 聚氯乙烯改性煤焦油防水涂料	101

第八节	SBS 弹性沥青防水胶	103
第五章	防水抹面材料	106
第一节	水泥砂浆抹面防水层	106
第二节	防水剂防水砂浆	114
第三节	“确保时”防水砂浆	122
第四节	M1500 无机水性水泥密封防水剂	124
第五节	BR 型增强防水剂防水砂浆	126
第六节	阳离子氯丁胶乳防水砂浆	128
第七节	无机铝盐防水砂浆	131
第八节	有机硅防水砂浆	133
第六章	粘贴防水材料	137
第一节	沥青系防水卷材	139
第二节	高聚物改性沥青防水卷材	143
第三节	合成高分子防水卷材	157
第四节	沥青的品种和性能	173
第五节	沥青粘贴剂的配制	175
第七章	嵌缝密封材料	184
第一节	聚氯乙烯胶泥	184
第二节	聚氨酯弹性密封膏	187
第三节	环氧聚氨酯密封膏	190
第四节	改性沥青基嵌缝油膏	192
第五节	氯磺化聚乙烯密封油膏	195
第六节	有机硅橡胶密封膏	196
第七节	双组分聚硫橡胶密封膏	199
第八节	STM 弹性密封油膏	200
第九节	821 遇水膨胀弹性防水材料	202
第十节	塑料止水带	205
第十一节	DW 橡胶止水带	206
第十二节	自粘性橡胶密封材料	213
第十三节	密封材料和底涂料的选择	214
第十四节	环氧树脂类材料	218
第八章	注浆材料	226

第一节	水泥注浆材料	228
第二节	水玻璃类注浆材料	236
第三节	聚氨酯注浆材料	244
第四节	铬木素类注浆材料	252
第五节	丙烯酸胺类注浆材料	258
第六节	脲醛树脂类注浆材料	269
第七节	环氧树脂注浆材料	281
第九章	屋面防水工程	292
第一节	瓦屋面	292
第二节	卷材屋面	300
第三节	混凝土防水屋面	318
第十章	掩土建筑物的防水	331
第一节	基坑排水和降水方法	331
第二节	掩土建筑结构自防水	346
第三节	附加防水层	351
第十一章	山岭地下建筑物的防水	360
第一节	地下工程中的湿源和防治方法	361
第二节	施工中的排水	363
第三节	结构自防水	366
第四节	衬砌外的防排水	369
第五节	衬砌内的防排水	382
第六节	隔潮措施及其施工方法	388
第十二章	注浆防水	395
第一节	地面预注浆	395
第二节	工作面预注浆	403
第三节	预注浆施工	414
第四节	后注浆	428
第五节	旋喷桩法	436
第十三章	特殊工程的防水	443
第一节	盾构施工工程的防水	443
第二节	沉井工程的防水	450
第三节	地下连续墙的防水	463

第四节	喷射混凝土的防水	477
第十四章	特殊部位的防水	485
第一节	变形缝的防水处理	485
第二节	变形缝的渗漏水处理	493
第三节	穿墙管(沟)的防水处理	496
第四节	后浇缝和窗井、通风口的防水处理	500
第十五章	建筑工程的渗漏处理技术	502
第一节	渗漏原因及检查方法	502
第二节	渗漏水治理方案的选择	505
第三节	喷涂工艺	508
第四节	速凝灰浆堵漏法	516
第五节	注浆堵漏法	520
第六节	东港隧道的渗漏治理	534
附录		545
I	蜂窝、鼠洞和裂缝的修补	545
II	施工缝的处理	545
III	塑化剂和早强剂	546
IV	丙凝水泥	547
V	塑料止水带接头方法	548
VI	橡胶止水带现场简易焊接法	549
VII	混凝土抗渗标号快速测定法	551
参考文献		556

绪 论

水，与人们的日常生活和国民经济建设有着密切的关系，生活中需要水，生产中离不开水，水是人类赖以生存必不可少的重要物质之一。但是，水也会给人们带来危害，甚至威胁到人们的生命财产安全。为了生活、生产和战备的需要，修建在地面和地下的各种建筑物都和大气水、地表水、地下水接触，这些水都以不同方式、在不同程度上对建筑物的围护结构产生作用，如果不及及时采取可靠的防排水措施，建筑物就会渗漏，轻则影响使用，重则缩短建筑物的使用年限；地下建筑如果防排水处理不好，可能无法使用，甚至会淹没毁坏整个地下工程，影响到地面建筑和安全，有的会酿成更严重的后果。建筑工程的防排水，就是适应这种需要，而发展起来的一门新兴的学科。它的任务是，防止和排除水对建筑物所产生的危害，确保建筑物的正常使用。

新中国成立后，我国的基本建设得到了迅猛发展，建筑工程防排水技术也随之有了很大发展。推广了傅振海创造的五层抹面防水技术，接着在全国各地相继建立了油毡厂。据统计，年产100万~200万卷的油毡厂，国内就有数十家之多，新产品层出不穷。50年代初，我国曾推广应用集料级配防水混凝土，接着又制成了松香热聚物加气剂防水混凝土、硅酸盐自应力水泥、补偿收缩混凝土，以及各种类型的密实剂和减水剂。目前，我国已研制出一些高抗渗性的混凝土，并在建筑工程中运用成功。50年代，我国就已开始研究化学灌浆材料。1960年后，注浆法有了很大发展，经过20多年的研究和改进，丰富和发展了注浆技术，在矿山、水工、土建、桥梁、隧道等许多工程中，治理水害和加固地基都发挥了卓有成效的作用。随着高分子化学工业的发展，化灌品种不断扩大，除水玻璃系、铬木素系、脲醛树脂系、丙烯酰胺系外，还对

环氧树脂进行了研究,此外,对聚氨脂的运用亦取得了重大突破。

建国十周年修建的北京十大建筑,标志着当时我国在建筑工程中所取得的成就。这些建筑的防水方案,结构别致,材料新颖,工艺先进,防水可靠,已为举世瞩目。在党的十一届三中全会正确路线指引下,随着改革开放形势的发展,我国城乡到处呈现一派欣欣向荣的新局面,农民发家致富,办企业、建新居正方兴未艾;旧城改造,城镇住宅的兴建,特别是经济特区和沿海港口城市的建设,高楼大厦拔地而起,工厂、码头遍布海滨,其建设速度、建设规模都是历史上罕见的。所有这些,都离不开建筑防水。随着城市地下空间的开发和利用,地下建筑的防排水作为一个崭新的技术领域,取得了更为显著的成绩。

当前社会主义建设事业正在蓬勃发展,高层建筑崛起,复杂地质条件下的地下建筑兴建,城市地铁的建设,水下、地下建筑的出现,都对防排水技术提出了更高的要求,遇到了许多过去从未遇到的技术难点,迫使我们去认识、去实践、去研究、去创新,以便在这千头万绪的新学科领域中,从必然王国走向自由王国。1996年3月17日,全国人大八届四次会议批准的国民经济发展“九五”计划和2010年远景目标纲要中明确提出,“加快城市住宅建设,实施安居工程,大力建设经济实用的居民住宅”。在“九五”计划中,将建设城市住宅10亿平方米。这就要求向全国城乡提供更多、更好的防水、防渗材料。不仅如此,更需要提供各类防水建筑的知识,以及掌握防水材料的操作技术。这一新形势给从事建筑防排水技术的人们,提出了更繁重的任务。

目前,建筑工程的防排水技术研究,还不能适应形势发展的需要,屋面漏水普遍存在,据有关资料介绍^①,“部分城市的房屋渗漏问题已成为公害”,每年全国竣工的房屋建筑有1亿平方米,其中有30%经过三年就出现渗漏。有关部门曾对现有的房屋建筑渗漏进行调查统计,抽样调查表明,全国城市约有60%的房屋存

^① 参见1993年8月2日《工商时报》和1994年6月6日《城市导报》对城市房屋渗漏的报导。

在不同程度的渗漏,每年耗费的建筑防水维修费用达人民币 12 亿元,实在令人担忧。对于各种类型地下建筑渗漏水问题,在国内外尚未得到很好的解决。据日刊披露^①,“对水量大,水质差的隧道漏水,目前根治尚有困难”。据 1979 年调查,日本已建铁路隧道中,有 71% 产生不同程度的漏水。据对国内 10 省市 210 个混凝土衬砌的地下建筑调查发现,有严重渗漏的工程占 57%,微量渗漏的占 80% 以上。造成渗漏的原因是多种多样的。统计表明,属于施工因素的占 48%,设计占 26%,材料占 20%,管理占 6%。用于渗漏的维护费占全部维护费的 50%,这不仅使国家资财蒙受损失,而且影响到人民的身心健康,甚至危及地面建筑和交通的安全。

我们长期从事建筑工程实践,致力于建筑工程的防排水技术研究,接触到不少防水工程,有成功的,也有失败的,深感建筑工程的防水问题,是个系统工程问题。一是系统目标的整体性和统一性;二是在系统目标(即总功能)要求下,各分部项目有各自的特殊功能,以及相互之间的适应性;三是跨学科的横向联系,不仅涉及工程技术领域,而且还与社会、经济、政治等领域有关。可见,建筑工程的防水是一门综合性的科学技术,涉及多方面的因素。防水材料是建筑工程防水的先决条件,但防水设计、施工技术和科学管理都是不可忽视的。因此,要搞好建筑防水这项工作,思想认识是前提,材料是条件,设计是基础,施工是关键,管理是保证。防水系统的设计原则是,防排结合,以防(或排)为主;刚柔结合,多道设防;引水泄压,局部止水;工艺先进,方法得当。无数工程实践表明,如果防水设计合理,施工技术得当,操作工艺精细,那么低档的防水材料,也能发挥其所具备的功能,而达到防水的目的。否则,虽然使用高档的防水材料,也不能尽其全功,甚至导致防水工程的失败。本书试图总结以往的经验,提出建筑工程免受水害的各项有关技术措施。

^① 见日本《铁道上木工程》1978 年第 9 期。

我们认为，搞好建筑工程的防排水，必须认识水对建筑物的有害作用。针对这些有害作用，按照系统的观点，采取切实有效的综合治理措施。首先，必须尽可能地搞好结构的自防水；在结构自防水不能完全满足要求的情况下，再因地制宜地选择附加防水层；有效的排水措施，也是绝大多数屋面和地下工程所必需的；变形缝、施工缝和穿墙管等特殊埋设物的防水，必须是可靠的和有效的；采用注浆法防水，是地下工程防水的有效途径，国内有关工程防水的成功经验，可供借鉴。其他诸如屋面防水层的保护，地下防水工程的回填土，围岩的渗漏水处理，也是非常重要的。防水设计的合理，施工质量的保证，是取得防水成功的关键。因此，必须建立和健全严格的质量检查和验收制度。渗漏水的治理，必须要查明渗漏的原因，根据材料、设备和技术条件，采取“对症下药”综合整治，忽视了任何一个环节，那将是徒劳的，将不可能取得预期的防水效果。本书力图结合这些基本观点，按建筑工程的类别进行阐述，以便读者在实际工程应用时查阅、参考。

第一章 水对建筑工程的影响

第一节 自然界的水

一、水的循环

地球上的水以气态、液态和固态三种形式存在于大气圈、地表及地壳中，成为大气水、地表水和地下水。

大气水、地表水和地下水之间有着密切的关系，在太阳辐射和地心引力的影响下，不断进行着水分循环（图 1-1）。大气水降落地面后，一部分成为地表水流入江、河、湖泊、海洋中，一部分重新蒸发到大气中，而另一部分则从地表渗透到地壳中成为地下水。降水量愈多，岩石和土壤的透水性愈强，则地下水就愈丰富。

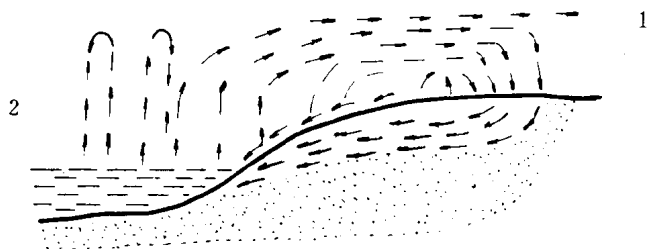


图 1-1 自然界水的循环示意

1. 陆地 2. 海洋

二、地下水的形成和分类

（一）地下水的成因

大气降水渗透到地壳中，这是地下水的主要来源。此外，江

河、湖泊和水库等地表水的渗透，也是重要的补给来源。河流下游因淤塞、填高形成河床高于地面，如黄河和淮河，这也会大量补给两岸的地下水。于是，就成了东南沿海的城市、长江和黄河下游地区的一些城市地下水位较高的主要原因。内地城市，在具备上述条件的情况下，地下水位也相当高。

众所周知，水蒸气总是从压力大的地方向压力小的地方运动。夏季，由于空气的湿度大，岩石和土层中的水蒸气压力较大气圈中要小，且水蒸气压力随深度而减少，因此，水蒸气就由大气圈进入岩土上层，当水蒸气不断地向深处移动时，在温度较低的岩土颗粒上就凝结成水滴。水滴在重力的作用下向下流动，遇到不透水层时就集聚而成地下水。在降水量少的干旱地区，凝结水往往是地下水的主要来源。

（二）地下水的分类

地下水的分类，目前尚无统一通用的划分方法，现仅对地下工程有实际意义的地下水，作一简略介绍：

1. 上层滞水

上层滞水一般存在于地表岩土层的包气带中，如透水性不大的夹层，阻滞下渗的大气降水和凝结水，并且使它聚集起来（图1-2）；地表的低洼地区，由于降水很难从其中流走，也可以形成上层滞水。上层滞水型的地下水，距地表一般不超过1~2米，分布范围有限，补给区与分布区一致，水量极不稳定，通常是雨季出现，旱季消失。因此，旱季勘测时往往很难发现。另外，在居民区和工业区上下水管的渗漏，也有可能出现上层滞水，人工填土层也会出现上层滞水。

由于上层滞水接近地表，构筑掩土式地下工程时，要特别注意上层滞水的影响，当开挖基坑时，需要采取有效措施，防止上层滞水涌入基坑内。如果地下工程位于上层滞水型地下水位线以

下时，必须按防有压地下水考虑设置防水层。

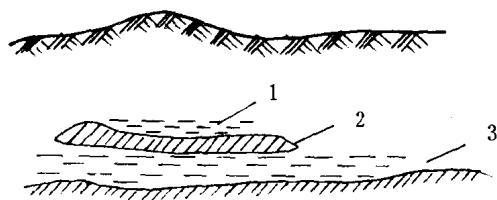


图 1-2 上层滞水示意图

1. 上层滞水 2. 透水性比表层小的夹层 3. 潜水

2. 潜水

潜水是埋藏在地表以下第一个隔水层以上的地下水。当开挖到潜水位时，即出现自由水面，或称潜水面，在建筑工程中通常把这个自由水面标高称作地下水位。潜水主要由大气降水、地表水和凝结水补给，变化幅度比较大。潜水系重力水，在重力作用下，由高水位流向低水位。当河水水位低于潜水位时，潜水补给河水（图 1-3）；当河水水位高于潜水位时，河水补给潜水。因此，当地下工程采取自流排水的办法防水时，必须准确掌握地表水体（江河、湖泊、水渠、水库等）的常年水位变化情况，对于近地表水体构筑的地下工程，要特别注意防止洪水倒灌。

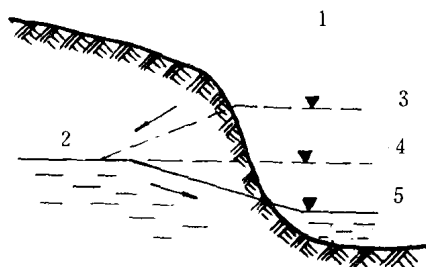


图 1-3 潜水与河水补给关系

1. 河流 2. 潜水位 3. 高水位 4. 中水位 5. 低水位