

J(综)0096
2:2

程施工及验收规范讲座

(8)

地 下 防 水 工 程

李 华 编 著



本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规范为准。

参考资料

院总工程师办公室 1997.10

建筑工程施工及验收规范讲座

(8)

地下防水工程

李 华 编著

中国建筑工业出版社

本书是建筑工程施工及验收规范讲座之一。主要对《地下防水工程施工及验收规范》(GBJ208—83)条文的增删原因、修订依据,从技术上作了较详细的阐述。主要内容有:地下防水工程的设计、施工原则、防水混凝土结构、水泥砂浆刚性防水层、卷材防水层、沥青胶结材料防水层、金属防水层、渗排水盲沟排水、防水工程堵漏技术、防水层的保护等。

本书是一本正确理解和掌握施工规范的学习参考书,可供建筑业广大技术人员、管理人员学习。

* * *

责任编辑 林婉华

建筑工程施工及验收规范讲座

8)

地下防水工程

李华 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
北京市平谷县大华山印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 7字数: 187千字

1988年12月第一版 1988年12月第一次印刷

印数: 1—~~600,000~~册 定价: 2.25元

10,370

ISBN 7—112—00544—2/TU·386

(5687)

出 版 说 明

新修订的《建筑工程施工及验收规范》(共12种),已于1983年作为国家标准颁布执行。

为了认真贯彻执行“新规范”,城乡建设环境保护部科技局曾组织各主编单位编写了讲义,对各省、市、自治区的部分工程技术人员进行了短期的培训。鉴于参加人员有限,而广大的工程技术人员和从事施工管理工作的基层干部,希望了解“新规范”的内容、编写依据和背景资料,为此,我社组织出版了这套《建筑工程施工及验收规范讲座》(共12种),对规范的关键条文、修订原因、依据分别作了阐述,并介绍了1956年以来我国建筑安装方面的成熟经验和传统工艺,使读者能较全面了解“新规范”,以期正确贯彻执行,从而提高建筑施工技术水平,保证工程质量。

本讲座由城乡建设环境保护部科技局杨崇永高级工程师审定。

1985年11月

目 录

1. 绪论	1
1.1 关于地下防水工程水文地质资料的勘察	2
1.2 地下防水工程的设计	5
1.3 地下防水工程的施工原则	7
2. 防水混凝土结构	10
2.1 概述	10
2.2 防水混凝土的材料	21
2.2.1 水泥	22
2.2.2 砂、石	32
2.2.3 防水混凝土所用的拌合水	35
2.2.4 外加剂的掺用	35
2.3 防水混凝土的施工	64
2.4 防水混凝土结构施工缝的留设	91
2.5 试块的留置	94
2.6 防水混凝土的冬期施工	97
2.7 细部构造	114
3. 水泥砂浆刚性防水层	124
3.1 概述	124
3.2 水泥砂浆刚性防水层的机理	124
3.3 适用范围	126
3.4 原材料	126
3.5 水泥砂浆刚性防水层的施工	128
4. 卷材防水层	142
4.1 地下卷材防水层的基本定义	142

4.2	卷材防水层的优点	142
4.3	卷材防水层的缺点	145
4.4	卷材防水层在国内使用情况及其发展趋势	149
4.5	卷材防水层的使用范围	149
4.6	卷材防水层的材料要求	150
4.7	地下卷材防水层的施工	169
4.8	地下卷材防水层的空鼓及修补	186
4.9	卷材防水层的细部构造	188
4.10	卷材防水层在施工中应注意的几个问题	194
4.11	卷材防水层的保护措施	196
5.	沥青胶结材料防水层	198
6.	金属防水层	201
7.	渗排水、盲沟排水	203
7.1	概述	203
7.2	采用渗排水层的基本原则	204
7.3	渗排水层的构造	204
7.4	渗排水层的材料要求	204
7.5	渗排水层的施工	205
7.6	渗排水层的验收	207
7.7	盲沟排水	207
8.	防水工程堵漏技术	209
8.1	漏点的检查	209
8.2	堵漏的材料及配合比和堵漏原则	210
8.3	孔洞漏水的直接堵塞法	211
8.4	孔洞漏水的下管堵塞法	211
8.5	裂缝漏水的直接堵塞法	212
8.6	裂缝漏水的下线堵塞法	213
9.	防水层的保护层	215
9.1	关于柔性防水层的立面保护层	215

9.2 回填土	216
参考书目	217

1. 绪 论

我国的防水工程有着悠久的历史。早在秦汉时期就有不少相当成功的工程实例，经过两千多年的发展，我国的地下防水工程，在设计、材料及施工技术等方面，都有很大的进步，由原始的石灰、粘土、木炭发展到现在的卷材防水、混凝土防水、涂料防水等等。这是一个速度很快的发展过程。然而，地下防水工程至今仍有不少课题亟待我们去探讨和改进。

随着生产发展和人民生活的需要，地下防水工程将日益增多，设计理论、施工技术、材料质量要求尽快提高，以适应经济建设发展的需要。这就给我们提出了一个如何提高地下防水工程质量的新课题，这个新课题涉及到以下几个方面：

- (1) 水文地质资料的勘察；
- (2) 工程防水的要求；
- (3) 地下防水工程的设计；
- (4) 防水材料的研究和生产；
- (5) 地下防水工程施工工艺的改革。

长期以来，我国对地下防水工程的水文地质资料的勘察、防水工程设计、工程材料等的要求，并不十分严格，施工工艺虽有改进，但基本上仍沿用传统工艺施工，这就是我国地下防水工程的现状，也就是亟待我们去探讨和研究的课题。

1.1 关于地下防水工程水文地质 资料的勘察

地下防水工程的设计、施工，首先要求有可靠的水文地质资料。因此，在勘察设有地下防水工程的建筑物(构筑物)的水文地质时，除提供地基土(岩石)的物理性能指标(参数)、地下水位外，还应提供地下水的基本类型及所含介质等有关指标(参数)。

地下水的基本分类，可按地下水的埋藏条件来划分：

1. 上层滞水

上层滞水是存在于地表岩层包气带中以各种形式出现的水，既有分子水、结合水、毛细水等非重力水，也有属于过路性质的下渗水流和存在于包气带中局部隔水层上的重力水(图1.1)。

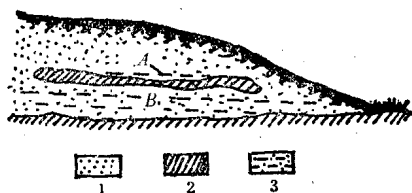


图 1.1 上层滞水示意

1—透水层，2—隔水层，3—含水层，A—上层滞水，
B—潜水

上层滞水接近地表，对建筑物基础的施工有影响，应考虑排水措施。

2. 潜水

潜水是指埋在地表面以下，第一稳定隔水层以上的具有自由水面的重力水，见图1.2。

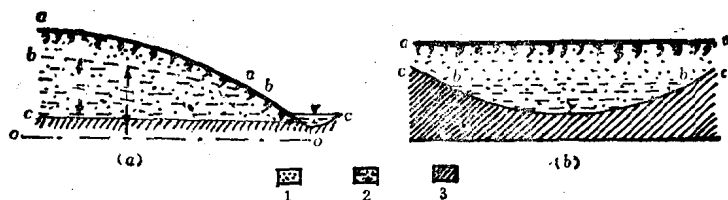


图 1.2 潜流及潜水盆地示意

(a) 潜流；(b) 潜水盆地

1—透水层，2—含水层，3—隔水层，aa—地面，bb—潜水面，
cc—隔水层面，oo—基准面

潜水对建筑物的稳定性和施工均有影响。建筑物的基础最好选在潜水水位深的地带或使基础浅埋，尽量避免水下施工。如潜水对施工有危害，宜用排水、降低水位、隔离（包括冻结法等）等措施处理。

3. 承压水

承压水是存在于两隔水层间的有压地下水（图1.3）。当地形适当时，在天然露头处，或经人工开凿，水能喷出地表，成为自流水，即泉水。

这种水如存在于建筑物地基内，由于它的压力影响，挖基坑时能使地基土层产生隆起现象而至破坏。

4. 裂隙水与岩溶水

裂隙水是埋藏在各种岩石裂缝中的地下水。裂隙水按其埋藏条件可分为裂隙上层滞水、裂隙潜水和裂隙承压水。

裂隙水在分布和涌水量方面均能突然变化，又能与其它水体连通，在建筑工程施工中遇到时，会引起地区的地下水条件突然改变，发生涌水事故。

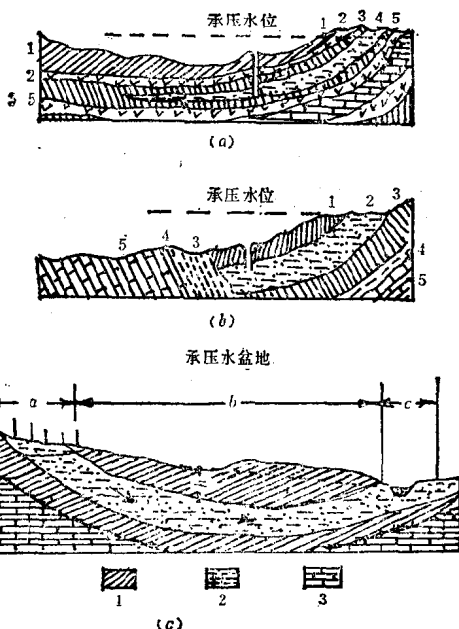


图 1.3 承压水

(a) 山前斜地承压水盆地, (b) 断层承压水盆地, (c) 向斜承压水盆地剖面图

a —补给区, b —承压区, c —泄水区; 1—隔水层, 2—含水层;
3—石灰岩, 4—潜水位, 5—基岩, h —承压水头

石灰岩、白云石岩、石膏、岩盐等可溶性岩层, 受水的化学和机械作用产生沟槽、裂隙、溶洞。岩溶水是埋藏在可溶性岩层地区岩溶裂缝和溶洞中的重力水。

在工业与民用建筑地基内有岩洞水活动, 不但在施工中会发生突然涌水事故, 且对建筑物的稳定亦有很大的影响。因此, 事先必须注意, 对岩溶水的涌水最好是以排放为主, 但根据条件也可采用排堵结合的办法, 来处理建筑物(构筑

物)的地基问题。

地质勘察单位除提供上述各种地下水的资料外,尚须提供水的介质。设计部门必须根据这些资料进行设计地下防水工程,同时提出防水材料的要求,以供施工单位选材。

1.2 地下防水工程的设计

我国当前尚没有地下防水工程的设计规范,故对地下防水工程的设计,无法提出设计的具体要求。而一般地质勘察资料所提供的水文地质情况也不够全面,所以,设计人员只能参考《地下防水工程施工及验收规范》(GBJ208-83)或凭经验进行设计。施工单位也只能根据这种不很全面的设计施工图施工。因此,造成不少地下防水工程的质量事故。如何设计一个合理的高质量的地下防水工程,确是值得探讨的问题。

地下防水工程的设计,首先要了解防水工程的具体使用要求;其次必须认真查阅水文地质勘察资料,分析地下水的类型及所含介质情况,然后再确定抗渗标号。经过综合考虑后,方可进行防水工程的设计。设计时应将所需防水材料的标准列入施工图,以利施工单位按设计要求准备材料及确定施工工艺,从而保证地下防水工程的质量,以达到预期抗渗效能。

我国现行抗渗等级(抗渗标号)的确定,是以龄期为28d的圆柱体标准件(高150mm,一端直径为155mm,一端直径为145mm)来做抗渗试验,并定出抗渗标号。这种试件每组为六个,试验时,当试件只有两个试件表面开始发现渗水现象时的水压力 n (以MPa计),就称为该混凝土的抗渗

标号,用符号 S_n 来表示。抗渗标号一般分为: S_2 、 S_4 、 S_6 、 S_8 、 S_{10} 、 S_{12} 六个等级,当然也有大于 S_{12} 的防水工程。设计选择地下防水工程抗渗标号时,应根据水文地质勘察资料中所提供的水头大小及建筑物(构筑物)承受的水力梯度(即作用水头与构筑物壁厚之比)来选择抗渗标号。

《水工钢筋混凝土结构设计规范》SDJ20-78中对混凝土抗渗标号的最小允许值的规定,见表1.1。

混凝土抗渗标号的最小允许值

表 1.1

项次	结构类型及运用条件		抗渗标号
1	大体积混凝土结构的下游面及建筑物内部		S_2
2	大体积混凝土结构物的迎水面 防渗层混凝土	$H < 30$	S_4
		$H = 30 \sim 70$	S_6
		$H > 70$	S_8
3	混凝土及钢筋混凝土结构构件 (其背水面能自由渗水者)	$i < 10$	S_4
		$i = 10 \sim 30$	S_6
		$i > 30$	S_8

注: 1.表中 H 为水头(m), i 为最大水力梯度,水力梯度系指作用水头与该处结构厚度之比。

2.当建筑物表层设有专门可靠的防渗层时,表中规定的抗渗标号可适当降低。

3.承受侵蚀水作用的建筑物,其抗渗标号不得低于 S_4 。

4.埋置在地基中的混凝土或钢筋混凝土结构构件(如基础防渗墙等),可根据防渗要求参照表中第3项的规定,选择其抗渗标号。

5.对背水面能自由渗水的混凝土及钢筋混凝土结构构件,当 $H < 10m$ 时,其抗渗标号可根据表中第3项降低一级。

6.采用抗渗标号大于 S_8 时,应提出论证。

上述规定虽属水工钢筋混凝土结构设计规范,但在当前

没有地下防水设计规范之前，亦可参照应用。

关于抗渗等级，就目前来说，国际上还没有统一规定。我国的抗渗等级主要是沿袭苏联的方法定出的标准。英国对隧道防水的分级标准，即以每平方米一昼夜容许渗漏量(L)来分，见表1.2。

英国隧道防水分级标准①

表 1.2

英国建筑工业研究与情况协会分级	最大容许渗漏量 (L/昼夜/m ²)
O	看不到渗漏
A	1
B	3
C	10
D	30
E	100
U	100 以上

① 英国资料译见 Junnel and Junnelling, September 1979, P.93.

至于卷材防水层及其它防水层的抗渗标号选择问题，可以这样考虑，即卷材及其它防水材料只能起到防止水的渗透作用，而抵抗水压力则由防水的构筑物来承受。也就是说防水层与结构层共同完成防水作用。这个论点在工程实践中已经证实。

1.3 地下防水工程的施工原则

众所周知，要建成一项高质量的地下防水工程，除了有可靠的水文地质勘察资料及合理的设计外，其关键在于施工质量的保证。在修订《地下防水工程施工及验收规范》

(GBJ208-83)之前,规范组曾对全国主要省市及地区的地下防水工程作了较全面的调查,从中了解到地下防水工程的失败,多数属于施工质量较差引起的。造成这种失败的主要原因,是由于某些施工部门没有认真执行施工验收规范及技术操作规程,其中包括施工工艺及原材料的选用两个方面。

地下防水工程是一门综合技术,其质量的优劣并不取决于某一个因素,而是同合理的结构设计、符合标准的材料制品、严格认真的施工操作、精心细致的维护管理等诸因素有着密切的联系。要建好一项地下防水工程,必须通力协作,层层把关,体现“综合处理,多道防线”的思想,尽可能地减少对于抗渗不利的因素。

地下防水工程的施工原则,首先是严格执行“规范”、“规程”的各项规定。其次是安排好其它工程与地下防水工程交叉施工时的有机配合,这是一个不容忽视的问题。

施工地下防水工程时,严禁带泥带水进行操作。因此,必须采取有效的排水或降低地下水位的措施,以利地下防水工程的顺利进行。

地面排水工作应在防水工程施工前进行,将所有地面有可能流入基坑的水,有组织地将其排走,不使其流入即将开挖的基坑位置内,这一点往往没有引起人们的重视,常造成地面水灌入基坑,不但给施工带来不便,而且使工程质量受到影响。地面排水的一般措施是沿坑或施工场地周围开挖截水沟,将地面水截入沟内排走。

基坑排水,应视地下水位及流水量的具体情况而定。对地下水位不高或流量很小的工程,一般可在基坑内设排水沟及集水井,采用小型水泵进行排水。排水沟及集水井应随基坑开挖深度,逐层加深,每层排水沟最高点的深度,必须

低于每层基坑底不少于300mm，以利排水；集水井的位置，应设在防水构筑物底平面边线以外，其距离应根据工程结构、土质情况、水量大小、施工方法等因素综合考虑而定。集水井内侧边与防水构筑物基坑底边的最短距离，可参考表1.3。

集水井内侧边与基坑底边最短距离 表 1.3

土 的 类 别	最 短 距 离 (m)
粘 土	1
亚粘 (砂) 土	2
粗砂、中砂、细砂	4
粉 砂	6

当地下水位较高，土质较差且涌水量大，则必须采取降低水位措施，以降低基坑范围内的水位。降低水位的方法是设井点抽水，这是最有效的方法。

也可采取阻截水法，即在距基坑周围一定距离打下钢板桩将水阻截住，以减少水量流入基坑，同时，在基坑内再设排水沟及集水井，将少量的水抽走。

近二十多年来，有些国家采用地下连续墙来阻截地下水，以解决施工的困难，并可节省土方工程量，降低造价，加快施工进度。

2. 防水混凝土结构

2.1 概 述

防水混凝土结构的含义为：以增强混凝土本体密实性来提高抗渗效能，从而达到防水目的的一种防水手段，称之为防水混凝土结构。这种防水混凝土结构，对防水来说它是一种防水层，但其本身又具有结构需要的各类强度，也就是将防水与结构合而为一。防水混凝土结构，一般要求尽量设计成整体式的混凝土或钢筋混凝土结构。

防水混凝土与其它防水层相比，具有以下优点：

(1) 材料来源广泛。防水混凝土所需的材料与普通混凝土所用的材料基本相同，只要有砂、石和水泥，就可配制防水混凝土。

(2) 施工工艺简便，改善施工劳动条件。防水混凝土施工工艺与普通混凝土的施工工艺基本相同。但比卷材防水层的施工工艺简单，而且不需热施工，劳动条件有所改善，还可节约能源。

(3) 缩短工期，降低造价。防水混凝土结构是防水层与结构合而为一的防水手段，结构施工完毕也就是防水层施工完毕，不须再增加其它防水措施，从而缩短工期，降低工程造价。