

地下建筑物和构筑物防水

设计资料汇编

五机部第五设计院 编制

1973

前言

这本“地下建筑物和构筑物防水设计资料汇编”，是我们为解决项目中遇到的实际问题，到北京、鞍山、武汉、上海等地区调研后整理编写的。

编写过程中主要是参照设计、施工、科研单位的实例和经验总结，进行了必要的组织、系统化的工作。我们对于资料的选取原则是侧重于设计，兼顾施工。特别是对于地下防水方案的选择，各种防水措施的具体构造，力求做到实用和详细。对于一般防水材料的性能、成分等，只作了简要介绍。钢板防水层的构造节点及排水措施的设计方法均作为附录放在该章后面，以供参考。防水涂料由于目前有关资料已经很多，没有编入。

因为我们对于地下工程的防水设计以往接触较少，更缺乏实践经验，所以，尽管这本资料的内容有不少是现成的，在编写过程中仍难免存在缺点错误，望阅者批评指正。

目 录

地下水的分类及其对地下工程的影响	3
地下防水设计应注意的事项	10
防水方案选择	12
卷材防水层	13
防水混凝土	27
钢板防水层(附钢板防水层节点详图举例)	43
防水砂浆防水层	62
防水工程补漏	69
渗排水措施(附计算公式)	82
地下高温构筑物防水加置隔热层的施工计算	99
主要参考资料	108

地下水的分类及其对地下工程的影响

一、地下水的名词解释及一般分类

1. 地下水，在水文地质学中其含义是指地面下广义的水，也就是包含了地面下土壤中各种水的统称。由于形成、埋藏条件的不同，其运动状况、物理性质、化学成分等一系列特征也不同，为了便利研究和利用，将地下水又按埋藏条件分为包气带水（土壤水、沼泽水、上层滞水、毛细管水、渗滤水）潜水，自流水；又按含水岩层性质分为孔隙水，裂隙水及喀斯特水等。

2. 潜水，潜水是埋藏于地面以下第四纪沉积岩、冲积层、洪积层、残积层和水成沉积层中，也可以形成于第四纪的基岩上部风化层中，具有自由水面，只能在重力作用下从高处向低处流动，不承受静水压力，当有钻孔或深井揭露潜水时，稳定水位与初见水位常是一致的。潜水的分布区与补给是一致的，它的动态受时间、温度及水分布区域的水文气候等条件影响，过去在工程中常被人们简略地称为地下水，实际上它只是地下水的一种，最近工程地质勘察报告上也已把这种地下水称为潜水。

3. 上层滞水及承压水

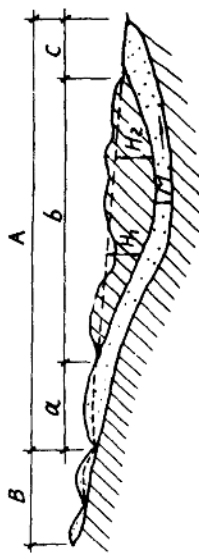
(1) 上层滞水，是出现包气带中局部隔水层弱透水层之上的重力水，由于最接近地面，所以与气候和水文的变化有关。滞水的形成主要靠大气降水或地面水，因此在雨季出现时较多，干旱季节则少，甚至消失，这种水不承受静压力

(2) 承压水，是水在建筑物建造和建成后，积存在建筑物周围回填土中与潜水没有联系而对建筑物产生压力作用的水，在防水技术上称为垫水，实际上其性质是与上层滞水相同的。一般人很少注意到它的存在以及它对建筑物的影响，也很少有人认识到它是在建筑物建成后才出现的，但垫水与潜水一样对建筑物具有静水压力，所以应引起注意。凡是有上层滞水的地区建筑物周围回填土中一般均有垫水存在，可是有垫水存在的地区不一定都有上层滞水。

4. 自流水及有压水

(3) 自流水在水文地质学中也称为承压水或层间水，埋藏在不透水层间的含水层中的水，当含水层没有被水充满，而具有自由水面时，其性质与潜水相似，叫无压层间水，若充潜水并具有压力时叫承压水，在站揭露这个含水层时，水能上升至地面，产生自流现象，一般称为自流水。由于自流水具有一个稳定的隔水层，因此它具有与潜水不同的特点，钻孔中的初见水位与稳定水位不一致，它的补给不像潜水直接由地面获得，形成

补给与分布区也不一致(图1),它受气候因素直接影响较少。上层滞水不可能具有这些性质,所以是不承受静压的水。



A 自流水分布范围 B 潜水分布范围 C 补给区
b 上部隔水层 c 潜水区 H₁ 正水头
H₂ 负水头 17 含水层

图1 自流盆地剖面图

(2)有压水,凡是积存或流入到建筑场回填土中的水,对建筑场产生压力作用,称为有压水,包括潜水,潜水及自流水等。此后凡是称为有压水均不专指自流水。

5. 潜水及无压水

(1)潜水,是包气带内由上往下运动的水,它只具有自重而无压力,在运动过程中,对建筑场也不产生静水压力,所以是无压水,但有一点是非常重要的,就是它的运动,若由于某种原因而中途停止就能转变为静水状态,上述性质就立即消失,而成为上层滞水和潜水。 (2)无压水,凡是对建筑场没有静水压力的水,称为

无压水,它包括毛细管水,渗透水等,并不泛指一般非有流水。凡是在地下室顶板及侧墙流过而不致有较长时期堆积的渗透水,均称为无压水

6. 裂隙水,裂隙水是存在于坚硬和半坚硬岩石裂隙中的水,它主要分布在山区基岩中,平原区则主要存在于第四纪沉积层下的基岩中,偶然也可见于第四纪的粘土中,裂隙类型,发育程度、性质、充填条件和分布,构成了裂隙水存在的条件,由于裂隙形成的原因不同,分布亦各异。根据裂隙的成因分三种类型的水:

(1)风化裂隙中的水,这种水形成于最接近地表部分风化裂隙的岩石中,一般以潜水为主,也有裂隙自流水,当水在裂隙中季节性存在时,则成为上层滞水,当裂隙密度较大,开展性较强,风化带的深度也大体一致时,裂隙潜水常随地形起伏而有连通统一的水面,则与一般土壤中的潜水相似,在地形低洼处水能出露很多。

(2)成岩裂隙水,这种水存在于岩石形成过程中所产生裂隙内,这种裂隙主要存在于喷发岩中,喷发岩具有固定的层位,且裂隙的密度较大,发育较均匀,所以常构成潜水性较强的层状裂隙含水层,在与地面接触的地段,能吸收大气降水,而下部构成潜水,此时潜水的分布决定岩层的分布范围,当裂隙处延伸且上下均有潜水性较差的岩层存在时,则可形成自流含水层,成岩裂隙又大都为开张裂隙,故其中之水量较丰富。

(3)构造裂隙水,裂隙水中变化最复杂的是构造裂隙

中的水，在接近地面范围，常形成上层潜水及潜水，向下则形成自流水，以裂隙发育的情况看，可以是层状裂隙，带状以及不规则的脉状裂隙等，在坚硬而性脆的古老沉积岩或变质岩中，裂隙发育较均匀，开张程度较高时，则形成大体相互连通的含水层，其性质与前述成岩裂隙含水层相似。裂隙发育不均匀的岩层中，则除在风化带形成裂隙潜水外，自流水则常限于构造破碎带中，构造裂隙的含水性和水的情况，取决于地区的地质构造性质，形成的时代，裂隙的方向和强度，也取决于岩石的性质以及充填的情况等因素，当岩层中裂隙分布均匀且开张性强时，则形成互相连通的含水层，可以是潜水或自流水。除上述裂隙而外还有喀斯特水，从广义来说，它也是裂隙水的一种，储存在石灰岩，白云岩，石膏岩，盐岩等，只有在可溶岩石的裂隙，溶洞，洞穴和暗河中，这种现象才能产生。

综合上面所述，裂隙水可能是上层潜水，也可能是潜水或有流水，对建筑物体来说，可能是有压水，也可能是无压水，但无压水的现象，只有在裂隙中的水畅通无阻的情况下才会产生。

7. 毛细管水，毛细管水是存在于潜水面以上的土壤中，在潜水面以上形成毛细带，毛细管水位受潜水位的变化而变化，毛细管水又受重力和表面张力的作用而运动。当毛细管力的作用超过重力的作用而上升到潜水面以上土壤中的某一高度时，在这种区域内的孔隙中充满了毛细管

水。它的上升幅度随土质的不同而有很大的差异，如土质颗粒，成份，孔隙度，土的结构及温度等因素。尤其是土坡的颗粒大小，影响孔隙大小，所以在细颗粒土中毛细管水上升高度较大。毛细管水除了能同时受重力或毛细管力的作用外，还可以传递静水压力，但对建筑物体作用而论，其性质仍属于无压水。

8. 地下水的一般分类

根据上述情况，基本上可以包括自然界各种水的主要类型，又可根据岩层的性质和埋藏条件列出下表(表1)

表 1

岩性 含水层 地质条件	包气带水	米
	裂隙水 (坚硬基岩裂隙中的水)	风化带中等的水 性质存在
孔隙水 (松散沉积物孔隙中的水)	土壤水 沼泽上层毛细管水 渗透水	水
喀斯特水 (喀斯特化岩石中的水)	垂直带中等及经常存在的水	水

* 包气带水——是潜水位以上土层中埋藏的暂时性水，它包括了上层潜水、土壤水、毛细管水和垂直向下运动的潜水。

二、防水层的分类

根据建筑物周围回填土中的水的性质和作用，当采用防水措施时，建筑物的防水层可分为防有压水的防水层，防无压水的防水层及防地下潮湿的防水层三种。

1. 防有压水的防水层

对有静水压力的水所采取的防护措施，主要为防止壅水，潜水及自流水的防水层。

2. 防无压水的防水层

为防止自由流动的无压水所采取的防护措施，防无压水的防水层，还包括依靠自重土中渗透而有暂时时间在建筑物周围回填土中不易很快排出的渗漏水。

地表以下，潜水水位以上的建筑物及处于密闭房间（指有较大遮盖面积的地面部分的构筑物）的建筑物，应采用具有足够不透水性的防水措施。

3. 防地下潮湿防水层

建筑物需要防潮的部分应设置防地下潮湿防水层。防地下潮湿防水层不能用以防有压水及无压水。

三、在强透水性地基上的地下建筑物

强透水性地基，系指渗透系数大于1米/昼夜，如沉积的松散碎屑岩（卵石、砾石、砂），及有裂隙的坚硬岩石（如裂隙的灰成岩，喀斯特化石灰岩）。

1. 潜水水位较高的情况：（是指建筑物基础落在潜水水位下时）。

在强透水性地基上的地下建筑物如果它周围的回填

续表

地质条件	岩层性质	孔隙水 (松散沉积物中的水)	裂隙水 (坚硬基岩中的水)	喀斯特化岩石中的水
潜水		堆积、冲积、冰碛物和冰水沉积物中的水，草原沙漠地区的沙地、砂丘中的水。	坚硬基岩风化壳中季节性存在的水	垂直渗入带中季节性存在的水
		松散沉积物和倾斜地层中的水，松散沉积物构成的平原、山前倾斜平原、地中的水	构造盆地、倾斜地层中的水，构造裂隙带及不规则的裂隙中的水	构造盆地或向斜中的喀斯特化岩石中的水，喀斯特化岩石中的水
有疏水		松散沉积物和倾斜地层中的水，松散沉积物构成的平原、山前倾斜平原、地中的水	构造盆地、倾斜地层中的水，构造裂隙带及不规则的裂隙中的水	构造盆地或向斜中的喀斯特化岩石中的水，喀斯特化岩石中的水
		松散沉积物和倾斜地层中的水，松散沉积物构成的平原、山前倾斜平原、地中的水	构造盆地、倾斜地层中的水，构造裂隙带及不规则的裂隙中的水	构造盆地或向斜中的喀斯特化岩石中的水，喀斯特化岩石中的水

对于建筑物有静水压力而言，地下水可分为有压水及无压水。在通常情况下，有疏水、潜水、壅水、有压水，而毛细管水、渗漏水、有压水、根据化学成分可分为有侵蚀性水和非侵蚀性水。

土亦属于强透水性土，由于土坡孔隙大，渗透性较强，因此，水不可能停留在土坡中，而大部分经过渗透补给给了潜水。当挖土时基坑内的积水高度就是潜水的实际高度。在确定防水层高度时只须考虑到潜水位的变化。有压水的防水层，应设置至潜水位以上的毛细管带区。为了防潮，在毛细管带区以上部分应设置防潮层防水层。

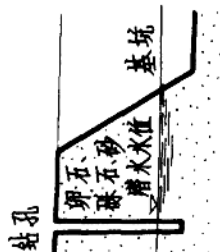


图 2

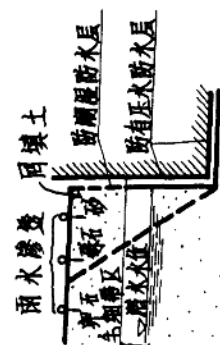


图 3

2. 潜水位低的情况 (是指建筑物的基础落在潜水位以上时)。

建筑物周围的回填土由于属于强透水性土，因此建筑物周围的水大部分经过渗透而补给了潜水，所以水对建筑物不再产生静水压力作用，只须考虑潮湿的影响设置防潮层防水层。图 4

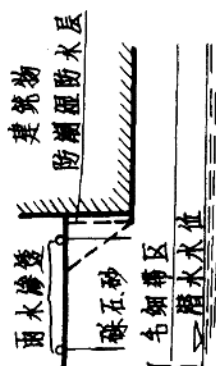


图 4

四 在弱透水性基础上的地下建筑

弱透水性地基，系指渗透系数小于 0.001 米/昼夜，如粘土，生亚粘土及密实的块状坚硬岩石（火成岩，变质岩，沉积岩）。应当指出绝对不透水的岩石是没有的，即使是粘土质岩石，在很大的水头压力之下，也要透水。

1. 粘土地基。

在弱透水性地基上开挖基坑后，往往在基坑内没有发现任何潮湿的现象，因此使人错误地认为地下建筑物可不考虑受水的影响而在设计时不做相应的措施。这种错误判断在设计中是常见的。因为建筑物周围的回填土大多数情况下总是比天然土坡较松散，也较易透水，在建筑物周围回填土中就更容易积水，尤其当持重的或较大的降雨或融雪时积水就更显着。由于建筑物基坑壁透水性较弱，增多的水量不能很快的渗透下去，因此在回填土中势必形成壅水，也就是在建筑或建成以后存在建筑物周围回填土中的水。壅水对建筑物产生静水压力作用，应该引起设计者应有的重视。

另外还有一种情况，就是在弱透水性粘土类土坡中常常有砂土层或砾石层是起着渗透水作用，但是由于基坑的开挖而使此种排水通路遭到阻塞，基坑就势必产生壅水的情况，因此其防水层应采取有压防水层。(图 5) (图 6)。

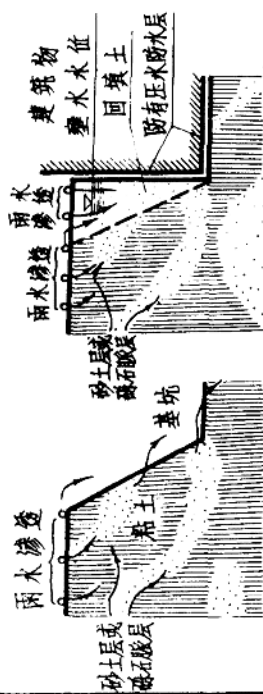


图 5

还有一种情况；粘土在深处与潜水接触，土内由毛细管水上升所形成毛细管区达到地面，此时，基坑一般是比较干燥的，因为毛细管水的蒸发大于其补给，只要不降雨，基坑内是不会有显著的积水现象的（图 7）。但在建筑物建成后，回填土中就有壅水，其来源与上述相同，稍有不同的是毛细管水不能全部蒸发而使水增多了，所以在某些情况下也需要设置防水层（图 8）。

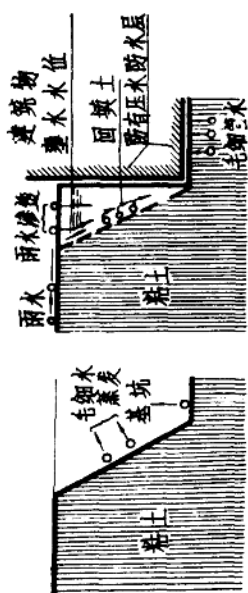


图 7

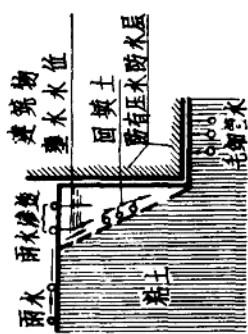


图 8

2 裂隙较少的岩石地基

从岩石裂隙程度不同，其壅水情况亦不同，若岩石裂隙不大，其壅水性就可看成与粘土一样。在岩石地基上建坑回填的，不论是碎石或土类，回填土部分都是较不密实和较松散的，水就会渗入到基坑内而形成壅水。不筑岩石开凿放坡如何小，只要有空隙水就会通过空隙进入基坑内，并且是属于有压水。

从（图 6·8），可能会引起一个疑问，为什么在这两种情况下建筑物底部也要设置压水防水层，因为在底部似乎没有什么静水压力。原因是建筑物四周都有壅水，水一定会穿过基础底互相渗透。因此即使少量的水，基础底边同样要出现水的压力作用。企图用粘土回填恢复到地基的原始状态以完全避免在粘土中形成壅水，在实践中还很少可能。

五 在一般壅水性地基上的地下建筑物

一般壅水性地基是指渗透系数为 $1-0.001$ 米/昼夜，如粘质砂土，砂质粘土，砾类，及裂隙细小的块状坚硬岩石（如火成岩、变质岩、沉积岩）。

1 粘质砂土地基

在粘质砂土地基上的地下建筑物应考虑这样一个事实，雨水在建筑物周围回填土中渗透比粘土快，而在粘质砂土中渗透比回填土慢，因而，在较大而又连续很长时间内的雨水下，在回填土内会形成临时性的壅水，在这种情况下，在潜水面以上还应设置防水层，其高

度应至地面(图9)

若建筑物建在潜水水位以上,并且也未碰到毛细管水带区时,则建筑物周围回填土同样的会形成临时的壅水,此时应采用防无压防水层(图10).

2. 砂质粘土地基

在砂质粘土地基上的地下建筑物所考虑到的情况与粘质砂土基本相同,但由于砂质粘土的渗透性比较粘质砂土的渗透性弱,因而在较大而又延续很久的雨水下,在回填土中肯定会形成壅水。在这种情况下,地下建筑物在潜水以上部分亦应设置压防水层,其高度直至地面(图11)。

若建筑物建在潜水水位以上时考虑到壅水的可能存在,其设置防有压水的防水层,其高度直至地面, (图12)。

3. 裂隙的岩石地基

从防水观点出发,岩石中含水与土壤中含水性极为相

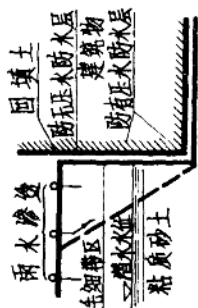


图9



图10

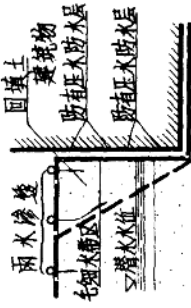


图11

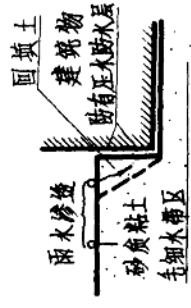


图12

似。根据岩石的裂隙程度分为裂隙丰富的岩石,一般裂隙的岩石及裂隙较少的岩石。

(1) 裂隙丰富的岩石地基

在这种岩石地基上建筑物周围的水对建筑物的影响可视为建筑物建在粘质砂土地基上相似。因此,其防水处理亦相同,见(图9,10)。但建筑物在这种地基上,一般是在山坡脚下较多,因而在地形的坡度斜向建筑物时容易形成暂时性壅水。

(2) 一般裂隙的岩石地基

建筑物在一般裂隙的岩石地基上,建筑物周围的水对建筑物影响可视为建筑物在砂质粘土地基上,其防水处理亦相同,见(图11,12)。

若根据裂隙情况及斜向有可能采取排水措施时,则应优先采用排水措施。此时建筑物防水层可改为防无压防水层处理。

(摘自鞍山矿山设计院土建科编《地下水分类及其对建筑物的影响》)

地下防水设计 应注意的事项

1. 防水质量的好坏是由各方面的因素决定的，因此，在防水设计中应充分考虑气象、水文地质、工程地质、结构形式、防水工程周围环境条件、防水材料、施工条件等特点。并结合建筑物和构筑物的防水质量标准，工艺要求，使用条件等情况，综合分析确定防水方案和构造处理。

2. 地下防水设计中应考虑在各种类型水作用下最不利情况，使地下建筑物和构筑物有足够的安全保障。在设计时，除了要考虑潜水水和承压水等地下水作用外，还应充分考虑地表水、上层滞水和由于地下水而产生的毛细管水的影响，另外对于由于自然或人为因素而引起的附近水文地质条件的变化，也应予以充分估计，后者往往在防水设计中被忽视而导致渗漏事故发生的原因。

3. 当地下建筑物和构筑物因结构构造受到水的侵袭时，应采取防护措施，以保证建筑物和构筑物的防水效果。

4. 防水工程的设计中，其设计最高地下水位的确定，除按勘测资料外，还要通过实际调查，综合分析确定设计最高地下水位。

5. 对于处在承压水区域的地下建筑物和构筑物，一般应将其设置于第一个隔水层以上，而不破坏隔水层所需保持的最小厚度应按水压计算，如必须伸入至第一个隔水层以下时，必须按承压水头计算。

6. 在严寒地区冻结深度以上的地下建筑物和构筑物，为防止冻胀破坏，应采取相应的有效防寒措施。一般应修筑高地截水沟，同时平整场地和设置明沟或暗沟，必要时还可采用深层排水。

7. 布置在山地斜坡上的地下建筑物和构筑物，应采用山坡截水沟防止地表水。截水沟的断面应保证能通过最大的设计雨量。

8. 地下建筑物和构筑物的外形应力求简单平整，避免平面凹凸或深度变化过多，构件断面不宜过小，以便于施工和保证防水质量。

在技术经济合理的条件下，应以提高建筑物和构筑物的埋置深度为宜，以减少防水面积和地下水的影响。9. 不宜将同一个建筑物和构筑物建在压差别较大的地基上，否则，必须采取有效措施或在变形较大的区域进行地基加固，以防不均匀沉降。

10. 结构设计除按标强度外，还应控制裂缝开展和不均匀沉降。在验算沉降时应考虑不利的荷载组合和相邻基础的影响。

11. 抗水压力结构的重量及其锚固强度应比静水压力造成的压力大10%，以防浮起。

12. 防水层应尽量设在迎水面。

13. 地下防水建筑物和构筑物内的管井、室外入口、沟道、变形缝、穿防水层的管道以及建筑物本身阴阳角等，是最容易漏水的部位，设计中应慎重考虑构造方案。对地下管沟、地漏、入口、管井等还要考虑防止可能倒灌的问题。

14. 地下防水建筑物和构筑物的钢筋混凝土结构应选用握裹力较大的钢筋，以增强其抗裂性。

15. 地下建筑物和构筑物防水设计除了作好本身防水方案的选择外，一般还应同时作好以下几点：

(1) 作好地面散水坡，一般应作成宽 ≥ 800 毫米的钢筋混凝土散水，横坡 $\geq 5\%$ 。

(2) 防水层施工完成后应随即作好回填土，回填土必须分层夯实，在防水层周围 0.5 米范围内最好采用粘土或 $2:8$ 灰土回填夯实。

(3) 如须认真处理地基，在软弱地基的情况下，应作 100 厚碎石夯入土内或 100 厚碎石拌土夯实。

防水方案选择

一、防水方案选择中应考虑几点：

1. 防水方案必须因时、因地、因工程制宜地选择，在保证质量和安全可靠的前提下尽可能经济。
2. 一般应尽可能采用防水混凝土，除有特殊要求（如高温等）外，不要轻易采用钢板防水，以节约钢材，若采用涂排水方案时，应结合总体排水情况，首先考虑采用自流排水方式，以节约投资。
3. 对于要求严格防水的重要地下工程，可考虑防、排兼施方案，对于较重要的地下工程，根据具体情况，可适当提高其防水标准，采取两道或多道防线。
- 二、根据不同类型的地下建筑物或构筑物特点，考虑方案

的类型

1. 凡不受温度和剧烈振动的一般地下建筑物和构筑物，当为普通混凝土或砖结构时，可采用卷材防水。（粘贴卷材的基层表面温度不应超过 40°C ）。
2. 凡不受高温（混凝土表面温度在 100°C 以下）和剧烈振动的，一般防水要求的地下建筑物和构筑物，可采用防水混凝土防水。
3. 凡受高温且有严格防水要求的地下建筑物和构筑物例如：熔浆坑、电炉坑、出钢坑等可采用钢板防水。

大型受热地下构筑物（如平炉基础）及粘聚的地下

热构筑物群（如集中布置的均热炉基础）一般采用涂排水方案。

4. 凡受高温影响的地下构筑物，如烟道、加热炉基础等可采用防水混凝土，但应采取措施，使混凝土表面的温度降至 100°C 以下。如采用降温措施有困难，或技术上无把握时，也可考虑采用钢板防水或涂排水措施。

5. 凡不受湿度（混凝土表面温度在 60°C 以下）和剧烈振动的比较重要，或难以防止结构裂缝的地下构筑物，如在弱地基或土质不均匀地区的大面积地下构筑物，控制沉降困难，且漏水后会严重影响正常使用，则可采用多道防线，如防水混凝土外用做卷材防水。

6. 凡不受高温（混凝土表面温度在 100°C 以下）和剧烈振动的贮存液体的地下构筑物（如水池、水沉淀池等）和受水压不大的地下建筑物，当施工质量能保证时，可采用防水砂浆防水。

7. 防水涂料，仅作为防潮或其他防水方案的辅助措施。

卷材防水层

一、概述

卷材防水层，是用各种防水卷材与沥青胶合而成的一种多层防水层。由于施工方法是使用沥青胶，将卷材粘贴在地下工程的表面上，因此称粘贴式防水层。此种防水层使用较广，是最普遍采用的方法。它的材料易鲜块，供应方便；更主要的优点是：在防水技术性能上具有有良好的韧性和可塑性，能够适应在防水结构物承受振动和由于结构下沉、伸缩而引起的微小变形情况下，仍不致影响其防水性能和水作用。此外，作为防水层内主要起防水作用的沥青胶合料，除了不能抵抗油脂分解作用外，对一般地下水含有酸、碱、盐类的化学侵蚀都具有有良好的抗蚀能力。

卷材防水层还存在着一定缺点：其一是沥青质卷材（主要指有机纤维制成的各种沥青油毡）吸水率大，耐久性差，机械强度低，直接影响防水层的质量。其二，施工工序较多，且操作条件较差，在人工铺贴的情况下，稍不注意，就难以保证施工质量，造成防水质量不佳的后果。

卷材防水层与其他防水方法比较，还有施工比较复杂、施工工期较长、材料用量较大、成本较高以及不易

修料等缺点。

尽管有上述的不足，只要不断或进卷材料质量，或改善施工操作技术条件和方方法，卷材防水层在今后地下工程中还是主要采用方法之一。近年来已有一些性能良好的新防水卷材在生产，并在部分工程中使用，都取得了较好的效果。

二、选用卷材防水的条件：（适用范围）

1. 卷材防水层应铺设在坚固、平整的基层上。（如整体的混凝土、水泥砂浆抹平层、沥青砂浆或沥青混凝土）
2. 卷材防水层，只用在不超过5公斤/平方厘米（相当于50公厘静水压力）的防水层作用的地方，当有静水压力产生时，或超过上述荷载时，必须采取其他结构措施。
3. 一般卷材防水层，温度的作用不应超过40°C，当有较高的温度作用于防水层时，必须设置隔热层或其他结构措施。
4. 地下水含酸、碱、盐类，对结构物有化学侵蚀作用者宜采用卷材防水做法。
5. 卷材防水层，不允许接触油类、脂类、汽油和其他能溶解沥青类材料的物质。
6. 结构物的外形不宜过于复杂（如凸凹、高低和阴阳棱角的变化）。
7. 由于沥青卷材防水层在静水压力下，只有当经

保持不小于0.1公升/平方厘米压力(侧荷裁)时,才有防水效能。因此,在防水层外侧应设置附加荷裁(压力),此种附加荷裁力,可兼作保护层。当无法压紧时,则须采用其他防水层。

0. 作用在防水层上的荷裁应尽可能分布均匀、连续变化,避免产生局部荷载。

三、卷材防水层设计应注意的事项

1. 卷材的品种和层数应根据防水工程的不同情况,不同要求进行选择确定。

选用卷材时,应考虑的材料性能的基本要求是:

- (1) 应具有足够的拉力和延伸性。
- (2) 应具有耐腐蚀性能和较小的膨胀率。
- (3) 应具有在一定范围内的温度适应性(软化点及脆裂温度等)和良好的韧性。

(4) 在一定的静水压力下,具有不透水性。

2. 可以采用不同品种的卷材,配合铺贴,以提高材料性能。例如粗孔麻布的卷材不宜单独使用,宜采用毡布另贴的方法(油毡作夹层),补助彼此的不足,又提高了耐久性和防水性。

使用油毡,其标号应不低于350号。

3. 不同性质的沥青(石油沥青与焦油沥青)所制成的卷材和胶结材料不得混用。例如石油沥青卷材应用石油沥青的胶结材料拌粘,焦油沥青卷材应用焦油沥青的胶结材料拌粘。

4. 粘贴卷材防水层采用纯沥青或沥青玛蹄脂,其软化点应按施工和暴露期间防水结构物表面可能受到的最高温度高出 20°C ~ 25°C 选用,但不应小于 40°C 。

5. 玛蹄脂的填充料见第六节所述。但在有侵蚀性的环境中使用卷材防水层时,玛蹄脂应采用相应的耐腐蚀填充料。例如:耐酸玛蹄脂宜采用闪石棉、辉绿岩粉、石英粉等耐碱填充料;耐碱玛蹄脂应采用石棉、石灰石粉、白云石粉等耐碱填充料。设计中根据需要应予以交代。

6. 基层表面应平整、清洁和干燥,不得有突出物、尖脚、凹坑和起砂现象,如基层表面不能满足上述要求时应加抹水泥砂浆找平层。

7. 基层在两个相邻表面(或三个相邻表面)构成的转角处,应做成半径为 $50\sim 100$ 毫米的圆弧或边长为 $70\sim 150$ 毫米的 45° 钝角。在坡转角处应铺贴附加层或金属片加固,设计中认为有必要者宜交代时,可引用施工及验收规范(GBJ15-56)第91条的有关规定。

8. 在铺贴卷材时,由于基层表面温度较低(常温)沥青胶与之接触后,本身温度很快降低,稠度加大,胶态状态迅速改变,沥青胶与基层的粘着力显著下降,因此,设计及施工均应指定在基层表面涂刷冷底子油一道,使冷底子油渗入基层毛细管的深处。因冷底子油与沥青胶同属于沥青,在铺贴卷材时,可凭借其凝聚作用,使沥青胶与基层紧密粘结,从而保证防水层的质置。

9. 防水层的防水层一般均应设在静水压作用的一面（即迎水面，详见第五节、外防水）当防水层必须设于静水压力的反面时，则抵抗水压的构筑物必须具备足够的强度。见图1

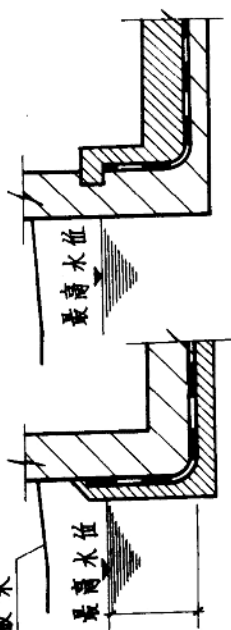


图1 防室外有压水的外防水层 防室内有压水的内防水层

10. 防水层上的建筑物、构筑物部分，当承受水平力作用或防水层为斜面时，应于基础上考虑防止其沿防水层产生错动的结构措施，做成台阶或错槽，相邻的台阶之间的高低差不得大于1m，两阶间的斜面 $\leq 45^\circ$ ，如图2。

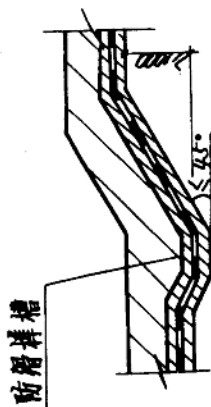


图2

四、防水层卷材层数的确定

卷材的层数，根据承受地下静水压力的大小而定，同时应考虑各层防水卷材之间结合的可靠性、工程的主要程度以及防水材料本身质量的优劣等因素。

一般可参照下表确定：

最大水头(米) (即地下水位高于结构物底面的高度)	卷材所受经常 压力 (kg/cm ²)	卷材层数
当无静水压或防止毛细渗透时 不大于3		2
3以上~不大于6	0.1~0.5	3
6以上~不大于12	0.5以上~不大于1	4
12以上	1以上~不大于2	5
	2以上~不大于5	6

确定卷材层数的参考计算公式

$$n = 2 + 0.2H^2$$

式中：n为卷材层数

2为附加条件的一个层数

H为地下水位高出结构物底面的高度（即静水压力值），单位米。当H大于4米时，防水卷材层数不再增加。若n非整数时，采取按接近的整数。

采用该计算公式所得的层数，略高于上表指示的层数。

五、几个重点的构造问题。

1. 内防水和外防水以及防水层内贴和外贴施工方法的选样:

外防水和内防水: 所谓外防水和内防水是指防水层铺设在蓄水压力作用面的正反方向而言。从保证有良好的防水质量出发, 具有水压作用时的防水层应设在具有水压作用的一面。一般地下水防水工程, 当受外部地下水影响时, 防水层应贴在地下工程的外表面(外防水), 优于内防水有以下几点:

(1) 如做内防水, 由于施工质量影响可能使防水层与基层粘着不牢, 在地下水渗透地下工程形成压力作用时, 会使防水层与基层局部脱开。出现此种情况, 即无侧压力作用, 由于防水层只有在保持不小于 0.1 kg/cm^2 的侧压力时, 才能有良好的防水效果, 因此将会直接影响防水层的质量。

(2) 如做内防水, 地下工程内部设备的安装及其地脚螺栓容易损坏防水层, 或者由于设备使用的油类通过螺栓孔或保护层裂缝, 渗透后接触防水层, 从而使防水层破裂或溶解, 造成结构局部渗漏。

(3) 做外防水时, 可以使地下水工程与地下水之间相隔, 起到对建筑结构或结构物免受地下水的一般化学侵蚀的防护作用。

所以除特殊情况外, 采用外防水层的做法是比较适宜的。

外贴法和内贴法: 外贴法是在铺完地下工程底面(水

平面)防水层, 待地下工程混凝土浇灌, 养护, 拆模后再进行其四周垂直面防水层的铺贴工作。内贴法是在防水层未铺贴之前, 先在地下工程四周砌好挡土墙(即砖或混凝土保护层), 然后在底面(水平面)和挡土墙上同时铺贴防水层。两种做法的比较如下:

外贴与内贴防水层的比较			
项目	外贴	内贴	
1. 脱离	不受脱离影响	受脱离影响	
2. 试漏	防水层做完且修补, 即可进行试漏。	即可改做, 待基础做完后, 再进行修补。	不致发生渗漏, 且便于检查。
3. 结构	基层与垂直面交接处, 易造成漏水。	防水层做完后, 即可进行结构施工。	防水层做完后, 即可进行结构施工。
4. 工期	较长	较短	
5. 环境	必须四周无相邻基础, 贴的基础	四周有相邻基础, 均可施工。	
6. 挖土量	较多	较少	
7. 塌方	不良土质有塌方危险	可避免塌方	
8. 其它	基础质量较差, 施工时易发生塌方, 且不易补救。	基础质量良好, 施工时不易发生塌方, 且不易补救。	

从上表的比较可以看出, 在施工条件许可的情况下,