

一、建筑地基与基础工程

1. 如何对砌体建筑因基础局部原因引起墙体裂缝进行防治？

多层砌体建筑房屋目前在中小城市仍是采用量最大的建筑结构形式之一。房屋的墙体是由各种类型的砌块和适合的砂浆材料组砌成的围护结构体，其整体性能差，抗剪、抗拉强度一般偏低，一旦因设计不周或施工质量、材料不合格或环境等因素影响，则易发生墙体裂缝现象的质量通病。尤其当地基或基础处理不当时，所形成的不均匀沉降引起的墙体开裂，不但影响其安全使用和耐久性能，而且加固、维修也较困难。建筑地基的处理是设计、施工、监理及建设业主都应引起重视的问题。设计一般只注重于形式的确定和承载力计算，有时忽视基础局部的处理，因而会产生墙体的开裂现象，现就常见的此类裂缝现象进行分析，结合工程应用实际提出具体预防措施。

1. 建筑底层砌体预留洞口较大、基础处理不当引起的开裂

(1) 裂缝表现形式

多层砌体建筑的底层留有较大洞口，一般有两种情况：一是建筑物的纵墙在某一部位全部断开，将下部分为两个部分，如底层设有通道的建筑（见图 1-1）；二是仅在一片墙上设有较大的洞口，像门厅或楼梯间的出入口部位（见图 1-2）。设计若将洞口处基础仍同墙的基础一样设置，将上部荷载当作均布荷载作用在基础上而做成墙下条形基础，此时较大洞口两侧的纵墙，如窗的上下口墙体中部会出现正八字裂缝。当洞口两侧荷载不同且相差较大时，还会在洞口边上部墙体中产生斜裂缝。

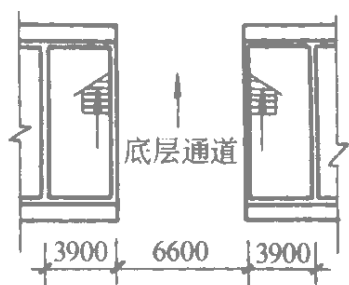


图 1-1 某综合楼底层平面

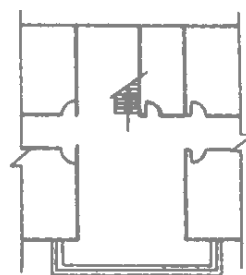


图 1-2 某教学楼入口处

(2) 裂缝的成因

较大洞口（或窗口）处由于无墙体，上部荷载不能直接作用于基础上，而是通过洞口边柱或墙体将上部荷载传递给纵横墙基础上，靠近洞边的荷载量大，基础底反力 p 在洞口边也最大；然后向洞两边递减，呈曲线分布，当洞口尺寸较大时， p 可逐渐减小为零。洞口尺寸越大，上部层数越多，洞边地基反力也越集中，如果忽视此处地基反力分布情况，仍按均匀荷载将地基做成等宽的墙下条形基础，则会形成洞口跨靠近中部的基础不能发挥全部的作用，而靠近洞边的基础面积又不足的现象。造成洞边基础沉降量大于中间部位，当沉降差在墙体中引起的应力大于墙体的抗拉强度时，墙体即产生开裂。这类裂缝多出现在纵墙上，由于纵墙上的门窗洞口较多，影响墙体的整体刚度而形成。

(3) 应采取的预防措施

对于建筑底层是通道时的基础可采用两种做法处理，一是设置沉降缝使建筑物以通道为界，将基础分成两个互相独立的部分，即通道上部结构以简支连接，上部荷载按结构的实际布置形式传递至两侧的纵墙及洞口边柱上的方法。这不仅适用于建筑体量较长、通道两侧建筑层数不同或荷载相差较大、需设沉降缝的房屋，也适用于通道两侧建筑荷载相差不大、房屋刚度较均匀、不须设沉降缝的建筑。二是在通道及紧邻通道两边跨的基础中设反梁，利用基础反梁传递基底产生的附加应力，以使土中附加应力在基础的各断面上趋于均匀，即可减小基础的不均匀沉降量。这种方法适用于上部荷载和建筑刚度较均匀时，通道上部结构为

整体时的情况。基础梁的配筋及尺寸大小要根据通道上部荷载及洞口大小和构造的需要确定，计算方法同柱下基础。

在较大出入口处，由于此处洞口墙体不连续且洞口尺寸较大，房屋刚度较弱，不能抵抗基础的不均匀沉降，所以在较大出、入洞口处，基础应连续布置，不能断开或减小其截面，以确保基础的整体性；而基础的整体性能好，刚度高，抵抗不均匀沉降的能力也就大。洞口处基础中也需要设置反梁，加强洞口以使上部荷载能按预期传递给基础。

2. 地基出现异常、设计不当引起的墙体开裂

(1) 裂缝产生的现象

建筑地基中偶尔会出现局部暗沟、弃井及古墓等，当深度不大、面积较小时，设计时一般采用地梁方法处理。而对于面积较大的暗沟，首先必须在清理废松土层后，对加深部位采取台阶式分层回填。采用这些措施处理基础局部不均匀沉降，经多年的实践经验表明是可行的。但如果设计时对基础土质考虑不周、方法欠妥或措施不当，上部墙体会产生正八字形裂缝或倒八字形裂缝。

(2) 裂缝产生的成因

对小面积基础采用地梁形式处理，一般是将梁设置在两端的墙下基础或独立柱上，梁必须是钢筋混凝土，基础或独立柱也应是钢筋混凝土。梁上墙体及上部荷载通过梁传递到两端基础上。在房屋荷载的作用下，地基土受到附加应力而压缩，使墙体逐渐下沉。当基础下土质压缩量大时，因原沟底清理废层深度不足，梁下受到壁的阻碍，梁上部墙体不能同两边墙体一样下沉，沉降量较大时，即在墙中部出现倒八字形裂缝（见图 1-3）。

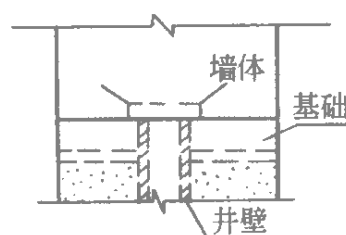


图 1-3 倒八字形裂缝

当较大面积基础分层局部回填时，随着基础深度的加大，基础下土质类型、持力层厚度和下卧层的压缩也在变化，基础以上土的加权平均重 γ_0 、地基土承载力设计值 f 也随着基础埋深而

变化。所以，基础的宽度会因不同的情况而发生不同的变化。地基勘探时，对局部的暗沟、洞往往难以准确发现，经常在基础开挖后才出现。如果设计人员仅在原施工基础图上表示出采用局部回填的变更修改，基础形式、使用材料仍按原有基础，这就会忽略局部回填宽度的验算。当土层变化较大时，基础宽度也会有较大幅度的变化，基础宽度可能不够或过宽，导致与其他部位的基础不能同时沉降，而出现正八字形或倒八字形裂缝。

(3) 应采取的预防措施

若决定采用基础地梁处理地下暗沟、洞时，应将原沟洞边的松土清理到需要的深度，以确保梁与沟洞壁之间有空隙，在施工图上表示清楚。梁与洞壁之间的空隙大小应根据上部荷载和土的压缩性，对这两个因素经沉降计算确定。一般可根据经验估算出建筑的沉降量，如 3 层房屋软弱土的沉降量可达 150mm 左右，4 层以上下沉可达 200mm 以上，然后在此基础上考虑一定的富余量。

当采用阶梯形回填土处理局部基础时，局部阶梯式回填的基础宽度应根据不同的土质变化情况重新计算确定；施工应根据实际需要清除基础下部的所有杂土；基坑开挖必须成阶梯形，要求平整不能倾斜；阶梯的高（ h ）、宽（ L ）之比应满足 $h/L < 0.5$ ，且 $h < 0.5\text{m}$ 。对于硬土质， $h/L < 1$ ，且 $h < 1.0\text{m}$ 。对以上、条应在设计文件中明确标注。

3. 沉降缝处基础处理不当造成墙件开裂

(1) 裂缝产生的现象

在较长或体量过大建筑物的适当部位设置沉降缝，将建筑物分成若干个长高比较小、建筑刚度较大、自成沉降体系的单元，可减小和避免由于地基不均匀沉降产生的质量变异。但要达到各个部位自由沉降，其沉降缝处基础的处理合适与否是极其重要的。因沉降缝处基础处理不当而经常出现的问题是：沉降缝两侧横墙向缝一侧倾斜，严重时上部墙体碰撞、挤压导致墙体开裂；沉降缝挑梁一侧上部纵墙发生向缝侧倾斜的斜裂缝现象（见图 1-4）。

(2) 裂缝的成因

当采用双墙法处理沉降缝时，因基础处于偏心受压的受力状态，当上部受力较大且地基为中高压缩性土时，基础会因沉降而向缝侧偏转，带动上部墙体倾斜。当倾斜量较大或缝宽不足时，缝两侧墙体会因碰撞、挤压而产生裂缝，甚至遭受破坏。

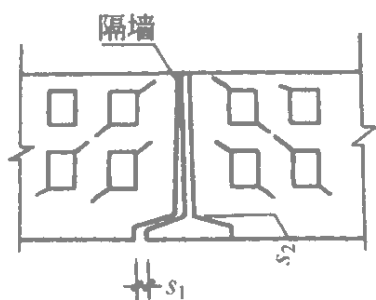


图 1-4 双墙法处理沉降缝

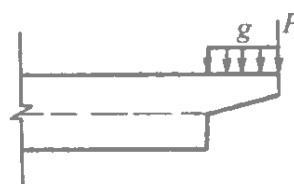


图 1-5 悬挑法处理沉降缝

采用悬挑法处理地基沉降缝时，挑梁上有纵墙均布荷载 g 和隔墙及屋面传来的集中荷载 P （见图 1-5）。一般当荷载不是很大且地基土压缩性又较小时，挑梁下基础往往与后面基础做成等宽；但当房屋层数较多，挑梁下基础局部反力就很大，如果挑梁下基础仍与后面基础做成等宽时，则会因局部基础宽度不够沉降大于其他部位导致挑梁端下倾；当不均匀沉降过大时，则在上部墙体中产生斜裂缝。

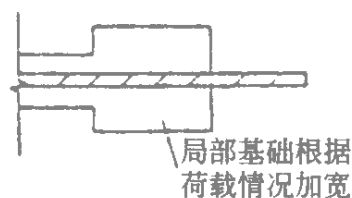
(3) 应采取的预防措施

采用双墙法处理沉降缝时做法较简单，每个独立单元纵横墙封闭连接，上部结构整体刚度好。但基础却处于偏心受力状态，容易产生偏转。在上部荷载不大、层数不多的情况下采用较好；当地基土为中压缩性土质时，建筑高度在 4 层以下；当地基土质为低压缩性土时，视具体荷载情况和房屋层数，可适当提高 2~3 层；当地基土为高压压缩性土时，则不宜设计成双墙法基础。

采用悬挑法处理沉降缝时，悬挑梁上荷载较大，地基土压缩性也大，根据上部荷载情况，通过计算将挑梁下基础局部加宽（见图 1-6）。这样处理可避免挑梁处基础底部压力大于其他基础

基底压力而产生不均匀沉降。另外，将悬挑梁端隔墙尽量设计成轻型材质墙，以减小挑梁端头集中荷载 P 。

纵墙上门窗洞口尽可能离沉降缝远一点，这样可避免门窗洞口削弱墙体和整体刚度，提高墙体的抗裂性能。裂缝的 s_1 和 s_2 （见图



1-4) 要足够留置，确保两侧基础自由沉降，图1-6 局部基础加宽做法
缝宽一般取 100~150mm 为宜。

4. 新老相邻基础处理不当引起的墙体开裂

(1) 裂缝产生的现象

在设计时，为使建筑立面协调有序，往往拆除使用时间长、楼层低的旧建筑，而将新建筑物布置在距老建筑仅几米的位置。特别是沿街和旧城改造工程，拆除部分旧房建新房的现象极其普遍。如果新老基础处理不当，紧邻新建筑物在旧建筑横墙处，往往会产生倾斜或水平裂缝、纵墙出现斜裂缝。当倾斜量较大时，建筑上部纵横墙连接处将出现竖向裂缝，严重时则会引起建筑体的局部倒塌。

(2) 引起裂缝的成因

老建筑物在建成后的使用中，本身的沉降在荷载作用下的多年时间里，土体已处于固结状态。当新建筑物与旧建筑物相邻时，由于新建筑物基础下地基应力的扩散，使旧建筑物地基中产生新的附加应力。当附加应力较大或地基土较软时，紧邻新建筑物的基础将产生较大的沉降，靠近新建筑物的沉降量足够大时，就会使横墙出现倾斜或裂缝。如上部墙体发生较大的位移，与此墙相连的纵墙即产生较大的水平拉应力，因砌体抗拉强度较低，纵横墙连接处就产生了上宽下窄的竖向裂缝。对于纵墙上的斜裂缝，则是由于靠近新建筑处纵墙基础沉降量较大，产生了不均匀沉降，引起墙体出现斜裂缝。新建筑物基础埋深大于旧建筑物基础，则在基础开挖时，必须采取防护措施。如措施不当，一旦发生地下水或土体塌方，旧建筑物在施工中即会出现墙体倾斜或开裂，产生较大的潜在危险。

(3) 应采取的预防措施

正确处理应是新旧建筑物间必须有一定的安全净距，当新建建筑物的基础埋深小于或等于旧建筑物的基础时，为防止新建建筑物地基应力扩展对旧建筑物的影响而引起沉降，建筑物基础间保持一定的净距是十分必要的。

基础间的净距确定：对于软弱地基，应按《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2002）中有关条文规定；对于非软弱地基或软弱地基，不能满足规定的净距要求时，应根据新建建筑物在旧建筑物地基中产生的附加应力计算出变形值。其变形量应小于或等于该规范的允许变形量，即横墙基础用附加应力，也就是新建建筑物荷载在旧建筑物地基中产生的应力，计算出沉降量 s_1 、 s_2 （见图 1-7）。要求其值：

$$\tan\theta = (s_2 - s_1) / b \leq 0.0004 \quad (\text{建筑物高度 } H_g < 24\text{m})$$

纵横基础用附加应力计算出沉降量 s_3 、 s_4 （见图 1-8），要求其值：

$$\tan\theta = (s_4 - s_3) / L \leq \begin{cases} 0.002 & (\text{中低压缩性土}) \\ 0.003 & (\text{高压缩性土}) \end{cases}$$

上述数值见该规范。

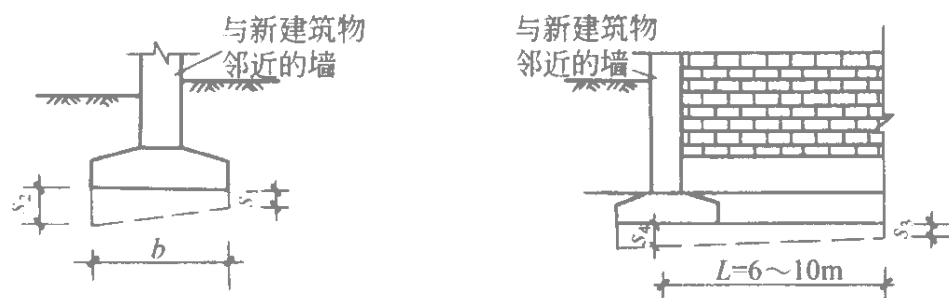


图 1-7 沉降量 s_1 、 s_2 计算示意图 图 1-8 沉降量 s_3 、 s_4 计算示意

当新建建筑物基础埋深大于旧建筑物基础时，为了防止施工扰动原建筑物而产生裂缝或损坏，两相邻基础间应保持一定的距离。一般情况下，净距按现行的基础设计规范要求取相邻两基础底面高差的 1~2 倍。如原有建筑层数较多、荷载量较大时，基

础间净距应根据实际荷载和土质状况验算基槽边坡的稳定性确定。

采用悬挑梁结构与原有建筑预相连，当新旧建筑物需要相连时，在其基础净距满足要求的情况下，地面以上新建筑物每层可设悬挑梁与旧建筑物连接，也就是利用挑梁的长度使新旧建筑物基础保持一定的距离。

施工措施处理：当新建筑物基础埋深大于原有建筑物基础时，其相邻两基础净距如不能满足要求时，可根据原有建筑物的荷载大小和离开基槽坡上部的水平距离，基槽的深度以及土质情况综合考虑。例如可采取基槽分段开挖、基础分段施工、设临时支撑加固、打桩或连续墙法，以防止基坑边塌方，保证旧建筑物安全。

5. 坡沟地形处理建筑物基础不当引起的开裂

(1) 裂缝产生的现象

在靠近沟坡地形上部施工，若基础设计考虑欠妥，容易出现局部基础下沉、位移、墙体外倾或裂缝严重的情况。当纵墙或横墙平行于沟坡时，墙体会发生外倾并在窗间墙上产生水平裂缝。当建筑物一角靠近沟坡时，会出现沿横墙和纵墙向下延伸的包角斜裂缝。基础沉降或移位较大时，则会发生墙体倒塌。墙体裂缝大多发生在施工期间主体完成后，也有少量在使用后几个月至几年内出现裂缝。

(2) 裂缝产生成因

在靠近沟坡上部建造房屋，给原有边坡增加了新的荷载，改变了原有的地面状态。如设计时对建筑物基础的埋深或离开坡上部的间距未分析计算，仅简单地把墙体距坡顶定为几米，则新增加的建筑物荷载可能导致原有边坡的下滑，基础不稳定，出现下沉、移位，上部墙体则出现倾斜、裂缝，严重时会出现塌陷现象。

靠近沟坡边坡多属于软弱土层，土质分布也较其他部位复杂，因局部基础未处理好而引起局部基础下沉的情况也较多。建

筑物建成后，若缺乏排水设施且边坡未防护，会造成雨水或地面积水渗入地下，使土体抗剪强度降低，或在水流作用下带走泥土，使基底压力线内土体流失等，促使基础下沉、位移，造成墙体倾斜裂缝，如果措施不当将造成倒塌。

(3) 应采取的预防措施

当新建筑物靠近沟坡上部时，首先应详细了解沟坡上部的土质分布及土体情况，应避免在对地质资料缺乏时的盲目性。依靠估算确定基础离开坡上部的距离。在认真了解地质土层后，慎重采取防止墙体出现倾斜、开裂措施，基础可采取下列处理方法：

1) 建筑物基础离开坡上部并保持一定的安全距离。当沟坡边为稳定的土体时，垂直于坡顶边缘线的基础底面边长不小于 3m，基础底面外边缘至坡顶的水平距离按上述设计规范中的公式确定，但不得小于 2.5m。当计算后不能满足设计规范要求或坡角 $B > 45^\circ$ 、坡高 $R > 8\text{m}$ 时，可按上述要求验算边坡稳定性。当不能满足以上要求时，可采取用挡土墙或混凝土围护的措施，以确保土体的稳定性。

2) 局部基础埋深，如建筑物基础离开坡顶的距离不能满足要求，地质土质分布较简单时，也可采取将靠近沟坡边的墙体基础局部加深埋置，用台阶式或其他形式连接。对于局部基础深度，可有效减小基底外边缘至坡顶的距离，如基底土承载力无变化时，基础埋深加大 1m 左右。若基底土层越靠下，承载力越好，采用此方法更合适。局部基础埋深应根据具体土层和地下水位以及距坡顶的距离综合考虑而定。如果基础埋置过深，为了防止地下水对施工造成影响，对基础施工可选择枯水期或加强排水措施，干作业施工。

局部基础埋深处理方法一般适用于建筑横墙（即短边）与沟坡边缘平行时的情形，但不适合于建筑物长边与沟坡边缘平行的布置。因建筑物长边（如纵墙或横墙）与之相连接的横墙太多，采用此方法较复杂。

3) 采用其他措施。当建筑物建成后，为防止地面水渗入边

坡土层中，降低土质的抗剪强度和渗流带走泥土，还应采取的措施有：屋面采取有组织排水，雨水从管道直接排入下水系统；地面设置雨水沟，将雨水有组织地排入下水道，下水道管径应保证水的畅通；靠近边坡处建筑物的散水加宽；建筑物在边坡处对坡体加强防护，用混凝土或片石护坡，并留置排水孔。

6. 建筑物布置过密时基础引起墙体的裂缝

(1) 裂缝生产的现象

软弱土质的建筑物布置，当采用平面复杂的工字形、L形及山字形设置时，往往会在纵横单元相交基础较密集处附近范围内，墙体上出现正八字形斜裂缝，如建筑的拐角处基础靠得很密集，会在拐角处两边墙体中产生斜向裂缝。

(2) 造成裂缝的原因

若平面为工字形、L形或山字形建筑布置形式时，在纵横单元相交处的墙体显得密集，墙基下土层应力重叠，沉降量大于其他部位。当地基土层坚硬时，不会引起建筑物墙体的开裂；但当地基土质软弱时沉降差就会很大，若建筑物整体刚度不太好，墙体即会因地基的不均匀沉降而出现开裂。

(3) 应采取的预防措施

1) 设置沉降缝处理。如建筑物立面较复杂、层数高度不同、重量相差较大时，可采取设置沉降缝的措施，将建筑体分割成若干个平面形状简单、重量和刚度分布较均匀、各自相对独立的沉降小结构体。

2) 采用局部加大基础底面积做法。如建筑物立面较单调，在纵横单元墙体相交处两边建筑物高度相差不超过一个层高、重量相差不多时，也可不设沉降缝，将该部位密集的基础适当地加宽底面，减小基底的压力，以加强此处与其他部位基础的沉降差。基底加宽的具体尺寸要根据上部的荷载与地基土质承载力确定。荷载大，地基土质较差，则基底加宽要多。假如需要计算时，可根据经验先确定基宽，将原基宽乘以 1.2~1.4，然后再验算墙下条基的局部倾斜量，其值小于上述规定的允许变形量；

如果不能满足时，可再次调整局部基宽。

3) 增强建筑物上部的刚度和整体强度。增大底圈梁和顶圈梁的配筋、断面尺寸，圈梁不得断开并同横墙贯通，在顶层墙体和底层墙体窗台下增设配筋砖砌带，提高上部砌体的砂浆强度等级不低于 M7.5 的措施，对预防较复杂平面布置建筑物由于基础不均匀沉降而引起建筑物墙体的开裂，有较理想的效果。

2. 建筑地基遇特殊情况时如何处理？

解决好地基遇特殊情况时的问题，使建筑物安全、牢固地达到设计规定的使用期是十分重要的。建筑必须坐落在坚硬的地基上，否则将无法正常使用。地基与基础是两个不同的概念，地基是承受建筑物荷载的土层，而基础则是建筑物体的一个重要组成部分，没有一个牢固耐久、整体性好的地基，上部构造再结实也是要出现质量问题的。设计人员通过多种手段来了解地下土层的构造，使地基土达到上部建筑的安全使用要求。地基出现事故而引发工程失败的例子极多，现行的设计和施工规范都要求对建筑物的基槽验收，必须由设计、施工、监理、业主和质检人员多方参加检验签字才会有效，否则不得进行基础施工。

在工程建设中，常会出现一些与建筑物地基需要所不同的地质情况，这就需要对特殊地基进行处治。所谓特殊地基是指建筑物位置所处土层的性质不同于一般常见的地基土，必须采取特殊的加固处理才可作为建筑地基使用。假如施工时草率和不认真地处理地基，就极可能对建筑物造成严重危害，轻者下沉开裂，重者失稳破坏。

对特殊土地基的正确处理，应在做好地质勘察的基础上，根据土的性质及工程结构情况和承载范围大小，研究确定处理措施。要求做到技术先进、经济合理、安全适用、就地取材、施工简便和质量可靠。一般常见特殊土地基及其处理有以下几种方法：

1. 古河道、古湖泊

这种地质现状新疆较多。这种年代远古或近代的河道湖泊，

已被密实的沉积物填平，土的承载力不低于相邻的天然土质，一般可不作处理。如局部极软、地下水位上升、含水率高时，应挖除局部，用较好土分层夯实，如作为基础部分的应换填三合土加强夯实。与河、湖坡接触处做阶梯形接槎，台阶宽度应大于 1.0m，回填夯实顺序应从最低处开始分层向上进行。夯实土密实度应进行检测。

2. 盐渍土地基

这种土质在西北地区广泛存在，处理的目的在于改善土的力学性质，消除或减少地基因浸水而引起的溶陷或盐胀等。

当土层中的易溶盐含量超过 0.3% 时则为盐渍土，必须采取地基土处理才可减少对建筑物的危害。目前技术条件下的处理方法是，为减小盐渍土地基溶陷采取：①浸水预溶法，即水在渗透过程中使盐溶解，并渗透到深土层中，这样改变了土粒之间原有结构，在土自重压力下产生压密；②强夯法：对于结构较松散，具有大孔隙和架空结构特征的盐渍土，因密度很小，颗粒间接触面积相对少，采用强夯击能量传给地基以压缩使土体达到密实目的；③换土垫层法：溶陷性较高但土层不厚时，可采用换土垫层消除其溶陷，换层土可采用砂石垫层、灰土垫层处理；④桩基处理：当盐渍土层厚且含盐量高时，采用桩基础是较适用的。防止盐渍土地基盐胀的方法有：化学处理、设置变形缓冲层、换土垫层、设置地面隔热层等措施。也可采用防腐蚀措施处理。因盐渍土具有明显的腐蚀性，对地基中的基础和地下设施，需采取可靠的防腐处理措施，来达到使用安全和耐久性要求，对弱、中强腐蚀地基的防护见图 2-1。

3. 冲沟、落水洞

在黄土高原地面常出现大量纵横交错的沟坎、洞穴和落水暗道。对不深的冲沟处理，可采用 3:7 灰土分层夯实作为地基；对较深的冲沟，应以砂砾石或块石灌浆填至基底；遇落水洞时，应将洞上及塌陷部分挖开，清除松软土再夯填至需要高度，并做好地表水的截流、防渗，使之不浸入基础中。

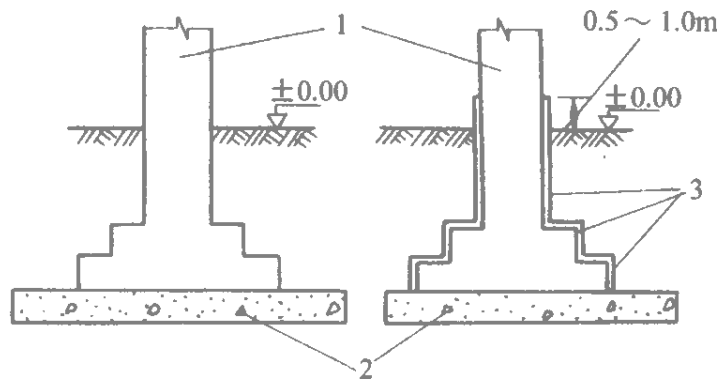


图 2-1 弱、中强腐蚀性地基中基础的防护

- 1—密实混凝土（掺外加剂或钢筋阻锈剂等）；2—碎石垫层（用沥青浇注）；
3—表面防腐、防水层（防腐砂浆或沥青涂层等）

4. “流砂”地基

当基槽开挖深度大于地下水位 -0.5m 时，必须排水才能进行下道工序，排水时下部的土会产生流动，随水一起涌入基坑，边挖边涌造成不能再进行施工。对这种“流砂”的处理要采取“减小或平衡动水压力”或使动水压下降，保持坑底土粒稳定，不受水压影响。一般习惯作法是：安排在全年最低的枯水季节施工，使动水压力减小；采用井点降水法，使基础周围地下水低于基底以下，将动水压力方向转下，基底在干燥状态；沿基坑外侧打板桩，深入至基底以下来减小动水压力；也可采取在基底分层垫碎毛石以增强基底承载力，保持下部水的流动性，实践证明这种方法效果很好。

5. 膨胀土地基

这种土质属高塑性黏土，强度一般较高，具有遇水体积膨胀、干燥时收缩的反复变形性质。其遇水强度降低的特性，会使建筑物产生不均匀的竖向或水平变形，出现移位、开裂、倾斜直至破坏。常见的防治方法是：提前平整建设用地，浇水预湿，使下部土湿度不出现大的差异，土中水得到均衡，释放大部分胀力；力求保持原场地的地面平稳，减少大量挖填；加深基础埋土或采用墩式基础，增加基础附加荷载，减小膨胀土层厚度；也可

采用换基底土方法，将可胀土部分或全部挖降，用灰土、砂土混合土或用砂、砂砾作为缓冲层，但必须保证厚度不小于 800mm；同时做好建筑物周围的排水，加宽散水，其下部加设砂或炉渣垫层，防止胀坏，使水倒灌入基础；对已施工基础及时回填，减少在自然环境下暴露的时间。

6. 橡皮土地基

基底处于黏性土且含水量趋于饱和时，夯打不易推进，人上去踩较软还有一种颤动的感觉时，称为“橡皮土”。基底出现“橡皮土”，施工无法再进行下去时，可将土层挖开翻起晾晒，也可暂停施工使水分降低再施工；若该土质较薄时，可在上面铺一层碎石或粗砾石再夯填，压挤紧表层土；如土层厚，应将土挖起掺和细石灰来改善土的结构，增加土的吸水稳定性和强度；采取挖除换土处理效果更好，回填土用就近良好土层重新夯填。

7. 滑坡地基

当建筑物的地基为可能产生滑动的坡体时，应采取措施防止地基范围土体的滑动。常采取的措施是：处理好周围的排水泄洪、附近上层滞存水，以防浸入坡体内；边坡要平缓不能过陡，挖土防止扰动坡脚处；斜坡取挖土的顺序应自上而下进行；当基础一部分坐落在原状土层、一部分坐落在回填土时，应将填土部位用钻孔灌注桩或钻孔爆扩桩延长至原土层，使该部位上部荷载传至原土层，避免建筑物不均匀沉降（见图 2-2）。

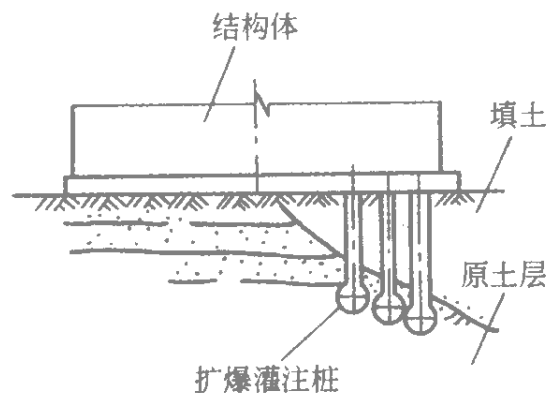


图 2-2 滑坡地基处理

8. 基础下土质不均

基础下地基局部强度不均匀，如与基岩、旧墙基、大孤石或老灰土时，处理方法是尽可能全部挖除，以防建筑物由于局部落在硬地基上，造成不均匀下沉开裂。也可采取将坚硬地基部分凿除 300~500mm，再回填混合砂土或作砂垫层作弹性处理，使坚硬部分能起调节变形作用。见图 2-3。

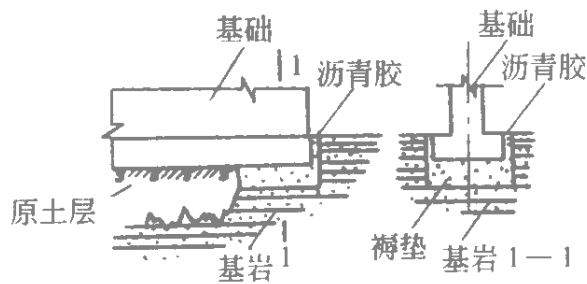


图 2-3 土质不均的处理

9. 基础下洞穴

在基础下压缩土范围内有古墓、地下坑穴时的处理：开挖基础时应沿周边各加宽 500mm，深度较自然地面下 300mm；重要建筑物应扩大开挖范围；对开挖后的墓坑和洞穴用 3:7 灰土分层夯实。如回填无级配土料时宜选用粉质黏土，土的密实度应大于 1.6t/m^3 （见图 2-4）。

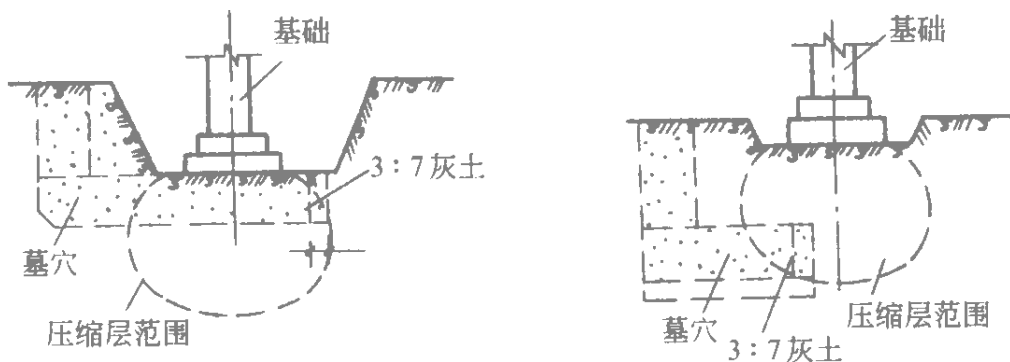


图 2-4 洞穴处理

10. 高差地基

当建筑物基础高差落于较大的倾斜岩层上，部分基础落于基岩上或悬空时的处理（见图 2-5）。它是在较低部分基岩上作低

强度等级混凝土或砌块石支承墙（墩），中间用素土分层回填夯实。也可将较高部分基岩凿除掉，使基础底板落于同一标高上，或在较低部分基础上用低强度等级混凝土或毛石混凝土作填充造型处理。

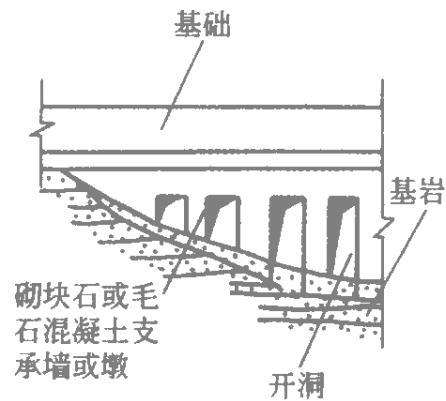


图 2-5 高差地基的处理

11. 岩溶地基

是由各种可溶性岩层因长期受雨水、含碳酸地下水浸蚀形成，建筑物在自重等作用下变形或塌陷。处理方法：对裸露地面强度低的洞应挖除洞内软弱填充物，用块石、碎石、灰土等材料分层填实；对埋深较浅、顶部已破碎的溶洞，应清除覆土，砸开顶部并挖除松土，分层回填下粗上小的碎砾石、土石混合料，然后在其上砌筑基础（见图 2-6）；当洞体强度较高，洞顶岩体较好时可采用料石或预制混凝土块砌拱 [见图 2-6 (a)]，外用低强度混凝土灌实；对跨度小、较完整的洞可在顶部做混凝土梁板跨越，将结构置于梁板上 [见图 2-6 (b)]；如洞内流水，挖除沉积物后用砂浆砌石柱作基础，周围填石填充，顶部用梁板结构，地下水用排水洞、渗水井及埋管排降，也可改道排除 [见图 2-6 (c)、(d)]。

对特殊地基的处理应根据实际情况因地制宜地慎重对待，处理后的地基承载力、变形范围及稳定性必须满足设计安全的要求，做到就地取材、施工简洁、技术措施可靠、节省投资和不留隐患。

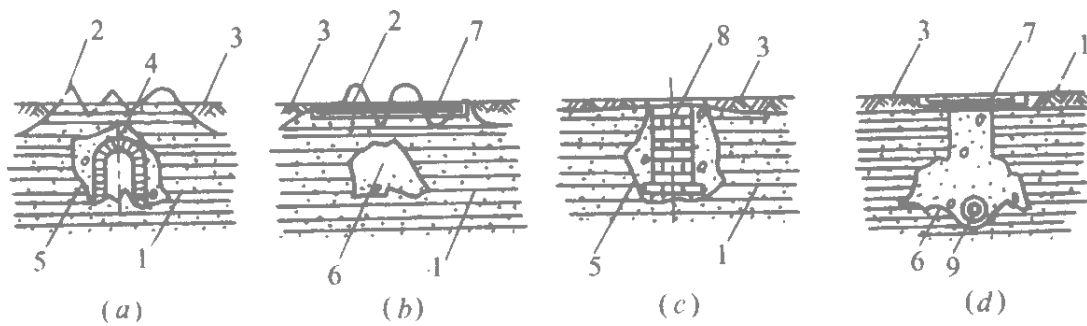


图 2-6 溶洞处理

1—溶岩；2—凿去基岩；3—原土；4—砌石拱；5—块石灌浆；
6—溶洞；7—跨洞梁或板；8—砌石柱；9—排水道

3. 如何做好基础施工中对埋地管线的保护？

在扩建和改建工程施工中，经常发生施工区域内或附近的自来水管线、下水管道、油管线、动力电缆和通信电缆被损坏、挖断现象，严重影响工程进度和在用设施的正常运行，导致施工费用增加和工期的拖延。对油田和旧厂区埋地管线密集，又无资料可查地段的施工，如何避免损坏地下管线，应引起主管部门和施工管理人员的重视。

由自然原因引起的地面沉降和流砂均会损坏地下管线。常见的损坏原因及有效防护措施分析和归纳如下。

1. 埋地管线损坏原因

(1) 施工前未了解地下管线情况或施工中未采取任何防护措施，使管线损坏。这类事故的发生可以归结为管理方面的原因，如埋地时间已久，管理人员调走或退休；无任何资料表明地下存在管线；误认为是已经废弃的管线，但实际上仍在继续使用；有保密性质的电缆在图上一般不标出；原规划设计的管位已在施工中进行了移位改动，但对已改线路未标出。这种事故一旦发生，后果均相当严重，为了防止这类事故，对怀疑的施工场地，可以通过事先挖坑探测，然后再进行大规模施工的办法来避免造成恶果。

(2) 土体变形引起管线损坏，如进行大基坑开挖时边坡失稳