

第四章 安全防护技术

学习要求：掌握安全帽、安全带、安全网等安全防护用品正确使用要求以及临边与洞口作业、攀登与悬空作业、操作平台与交叉作业等安全防护要求。运用建筑施工安全技术和相关标准，分析高处作业施工过程中存在的危险、有害因素，制定相应安全技术措施。

第一节 高处作业安全防护技术

一、高处作业

凡在坠落高度基准面 2m 以上（含 2m）有可能坠落的高处进行的作业称为高处作业。高处作业高度计算方法示例如图 4—1 所示。

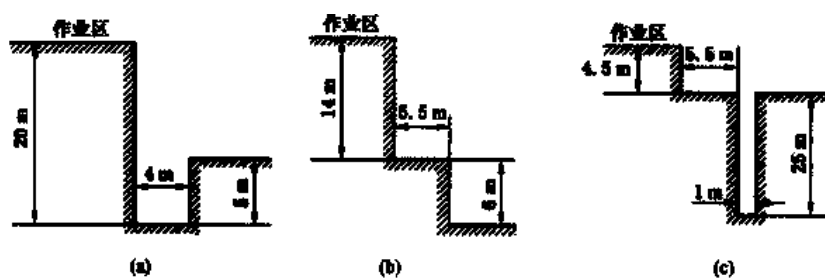


图 4—1 高处作业高度计算方法示例

二、高处作业的分级

（一）作业高度分类

- （1）当高度 h 为 2~5m 时，称为一级高处作业，坠落半径 R 为 3m。
- （2）当高度 h 为 5m 以上至 15m 时，称为二级高处作业，坠落半径 R 为 4m。
- （3）当高度 h 为 15m 以上至 30m 时，称为三级高处作业，坠落半径 R 为 5m。
- （4）当高度 h 为 30m 以上时，称为特级高处作业，坠落半径 R 为 6m。

（二）高处作业分类

高处作业分为特殊高处作业（B 类）和一般高处作业（A 类）。

1. 特殊高处作业类别（B 类）

特殊高处作业类别分为如下几种：

(1) 强风(六级, 风速 10.8m/s)及以上情况下进行的强风高处作业。

(2) 高温或低温环境下进行的异温高处作业。

(3) 在降雪时进行的雪天高处作业。

(4) 在降雨时进行的雨天高处作业。

(5) 在室外完全采用人工照明进行的夜间高处作业。

(6) 在接近或接触带电体条件下进行的带电高处作业。

(7) 在无立足点或无牢靠立足点的条件下进行的悬空高处作业。

2. 一般高处作业

一般高处作业系指除特殊高处作业以外的高处作业。

(三) 高处作业时注意事项

(1) 发现安全设施有隐患时, 立即采取措施、消除隐患, 必要时停止作业。

(2) 遇到恶劣天气时, 必须对各类安全设施进行检查, 校正、修理使之完善。

(3) 现场的水、冰、霜、雨、雪等均须清除。

(4) 搭拆防护棚和安全设施, 需设警戒区, 有专人看护。

三、安全基本规定

(1) 在施工组织设计或施工方案中应按国家、行业相关规定并结合工程特点编制包括临边与洞口作业、攀登与悬空作业、操作平台、交叉作业及安全网搭设的安全防护措施等内容的高处作业安全技术措施。

(2) 高处作业施工前, 应对作业人员进行安全培训教育及交底, 如实记录, 并配备相应防护用品。高处作业人员应按规定正确佩戴和使用高处作业安全防护用品、用具, 并应经专人检查。

(3) 安全防护设施验收应包括下列主要内容: 防护栏杆立杆、横杆及挡脚板的设置、固定

及其连接方式；攀登与悬空作业时的上下通道、防护栏杆等各类设施的搭设；操作平台及平台防护设施的搭设；防护棚的搭设；安全网的设置；安全防护设施构件、设备的性能与质量；防火设施的配备；各类设施所用的材料、配件的规格及材质；设施的节点构造，材料配件的规格、材质及其与建筑物的固定、连接状况。

（4）安全防护设施验收资料应包括下列主要内容：施工组织设计中的安全技术措施或施工方案；安全防护用品用具产品合格证明；安全防护设施验收记录；预埋件隐蔽验收记录；安全防护设施变更记录及签证。

（5）安全防护设施的验收应按类别逐项检查，验收合格后方可使用，并按实记录。

（6）高处作业施工时，应检查高处作业的安全标志、安全设施、工具、仪表、防火设施、电气设施和设备，确认其完好，方可进行施工。

（7）对施工作业现场所有可能坠落的物料，应及时拆除或采取固定措施。

（8）采用安全网进行封闭的防护栏杆、防护棚及操作平台处，应按规定设置消防器材，当进行焊接等动火作业时，应采取防火措施。

（9）在雨、霜、雾、雪等天气进行高处作业时，应采取防滑、防冻措施，并应及时清除作业面上的水、冰、雪、霜。当遇有6级以上强风、浓雾、沙尘暴等恶劣气候时，不得进行露天攀登与悬空高处作业。

（12）应按类别有针对性地将各类安全警示标志悬挂于施工现场各相应部位，夜间应设红灯警示。

（13）安全防护设施应做到定型化、工具化，防护栏以黑黄（或红白）相间的条纹标示，盖件以黄（或红）色标示。

第二节 临边与洞口作业安全防护技术

在建筑施工中，高处作业主要有临边作业、洞口作业、悬空作业、交叉作业、攀登作业等，

进行高处作业时必须做好必要的安全防护措施。

一、临边作业

（一）临边作业基本要求

在施工现场，工作面的边沿并无围护设施，使人与物有各种坠落可能的高处作业，属于临边作业，有如下作业要求：

（1）坠落高度基准面 2m 及以上进行临边作业时，应在临空一侧设置防护栏杆，并应采用密目式安全立网或工具式栏板封闭。临边高处作业的防护设施宜定型化、工具化，杆件的规格及连接方式应符合规范要求。

（2）分层施工的楼梯口、楼梯平台和梯段边，应安装防护栏杆，还应采用密目式安全立网封闭。

（3）建筑物外围边沿处，应采用密目式安全立网全封闭，有外脚手架的工程，密目式安全立网应设置在脚手架外侧立杆上，并与脚手杆紧密连接；没有外脚手架的工程，应采用密目式安全立网将临边全封闭。

（4）施工升降机、龙门架和井架物料提升机等垂直运输设备设施与建筑物间设置的通道平台两侧边，应设置防护栏杆、挡脚板，并应采用密目式安全立网或工具式栏板封闭。

（5）各类垂直运输接料平台口应设置高度不低于 1500 mm 的楼层防护门，并应设置防外开装置；双笼井架物料提升机通道中间，应分别设置隔离设施。

（二）防护栏杆设置的要求

施工现场内的基坑临边、结构临边、屋面临边、阳台临边、楼梯临边、顶板作业临边、作业区、作业平台、运输接料平台等施工活动场所，必须设置满足施工安全需要的防护栏杆等防护设施。设置防护栏杆为临边防护所采用的主要方式，其构造的安全要求为：

（1）临边作业的防护栏杆应由横杆、立杆及高度不低于 180mm 的挡脚板组成。防护栏杆

应为两道横杆，上杆距地面高度应为 1200mm，下杆应在上杆和挡脚板中间设置。

(2) 防护栏杆立柱底端应固定牢固。

(3) 防护栏杆杆件的规格及连接。

(4) 防护栏杆的受力性能和力学计算。

(5) 防护栏杆应用绿色密目式安全网封闭。

二、洞口作业

建筑物或构筑物在施工过程中，常会出现各种预留洞口、通道口、上料口、楼梯口、电梯井口，在其附近工作，称为洞口作业。

(一) 水平洞口防护做法

1. 水平洞口防护

(1) 当洞口短边边长为 25~500mm 时，应采用承载力满足使用要求的盖板覆盖，盖板四周搁置应均匀，且应防止盖板位移。

(2) 当洞口短边边长为 500~1500mm 时，应采用盖板覆盖或防护栏杆等措施，并应固定牢固。

(3) 当洞口短边边长大于或等于 1500mm 时，应在洞口作业侧设置高度不小于 1200 mm 的防护栏杆，洞口应采用安全平网封闭。

(4) 洞口盖板应能承受不小于 1kN 的集中荷载和小于 2kN/m² 的均布荷载，有特殊要求的盖板应另行设计。

(5) 工具式水平洞口防护使用材料的要求。

(6) 工具式水平洞口制作，安装的要求如下：

钢盖板边缘距离洞口边缘不小于 50mm。

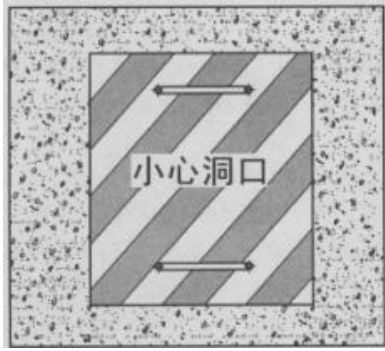


图 4-2 水平洞口效果图

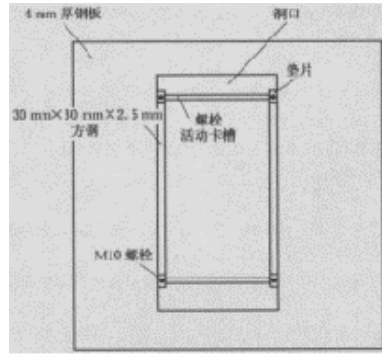


图 4-2 水平洞口俯视图

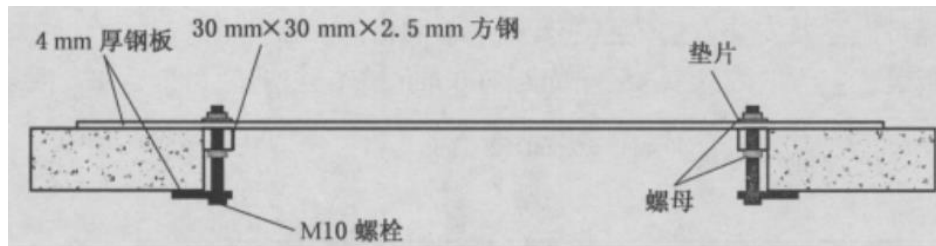


图 4-2 水平洞口剖面图

2. 墙角处防护做法

(1) 盖板尺寸根据现场孔洞实际大小而定。

(2) 洞口盖板采用 4mm 厚钢板制作，并采用 $\phi 10$ mm 膨胀螺栓与墙面固定。盖板下方焊接 30mm x 30mm x 2.5mm 卡边钢管，钢管应与洞口内侧边缘处卡紧。

(3) 盖板上应喷涂斜 45°、间距 200mm 清晰红白漆 (图 4—5)。

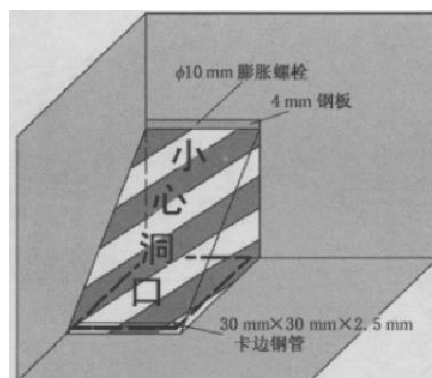
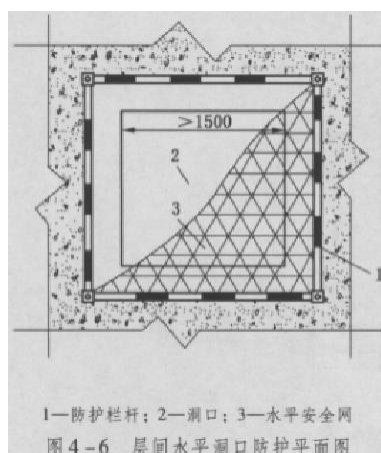


图 4—5 洞口位于墙角处的防护做法图

3. 短边大于 1500 mm 的洞口做法

(1) 防护栏杆做法及安装方法依照工具式定型临边防护栏杆做法。

(2) 洞口采用水平安全网封闭 (图 4—6 , 图 4—7)。



4 . 后浇带做法

(1) 后浇带做法及安装方法依照工具式水平洞口防护做法。

(2) 钢板盖板上方应喷涂斜 45°、间距 200 mm 清晰红白漆 (图 4—8、图 4—9)。

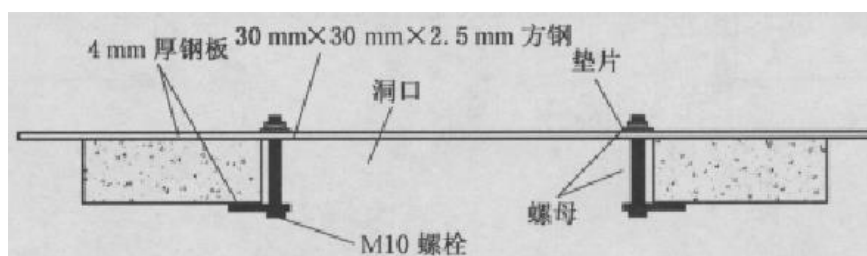
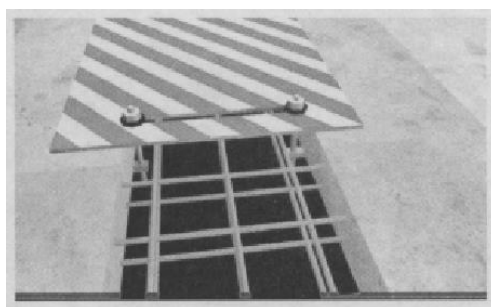


图 4—8 后浇带防护示意图



5 . 采光井防护做法

(1) 使用材料：防护栏杆采用 $\phi 8.3 \text{ mm} \times 3.6 \text{ mm}$ 钢管，50mm 厚脚手板，安全网采用大眼网和密目网。

(2) 设置要求如下

Figure 10-1 consists of two cross-sectional diagrams, (a) and (b), illustrating the construction of a safety net structure. Both diagrams show a vertical section with a total height of 1200mm, divided into three horizontal segments: a top segment of 600mm, a middle segment of 400mm, and a bottom segment of 200mm. The structure is supported by a concrete slab (混凝土结构楼板) with a horizontal opening (水平洞口) of at least 1500mm. The bottom segment is labeled '预埋钢筋' (Pre-embedded reinforcement). The middle segment contains a horizontal beam labeled '中杆' (Middle rod) and a safety net labeled '安全平网' (Safety flat net). The top segment contains a horizontal beam labeled '上杆' (Top rod) and a safety net labeled '安全平网' (Safety flat net). The top of the structure is labeled '满铺脚手板' (Full coverage of scaffolding board). The bottom of the structure is labeled '200 mm 踢脚板' (200 mm踢脚板). The diagrams are labeled (a) 1—1剖面图 and (b) 2—2剖面图.

①洞口四周用钢管搭设三道防护栏杆，第一道栏杆距地面 1200 mm，第二道栏杆距地面 600 mm，第三道栏杆距地面 200mm，立杆高度 1300mm，防护栏杆距洞口边不小于 200 mm。

③在第一道防护栏杆的上部满铺脚手板；栏杆的下部设置高 200 mm 的木质挡脚板。

（二）竖向洞口防护做法

①电梯井首层应设置双层水平安全网，两层网之间的间距为 600mm。施工层及其他每隔两

层且不大于 10m 设一道水平安全网。

②在勾头螺栓上架设两根横向钢管，并沿横向钢管架设三根纵向钢管，形成钢管框架；在钢管框架上满铺脚手板，其端部与墙体的间隙应小于 150mm。

④电梯井口设置高度不低于 1500mm 的工具式定型防护栏杆。

(2) 当竖向洞口短边边长小于 500mm 时，应采取封堵措施；当垂直洞口短边边长大于或等于 500mm 时，应在临空一侧设置高度不低于 1200 mm 的防护栏杆，并应采用密目式安全立网或工具式栏板封闭，设置挡脚板；当竖向结构高度大于（含）600mm 且小于 1200mm 的预留洞口安全防护措施。(图 4—12)

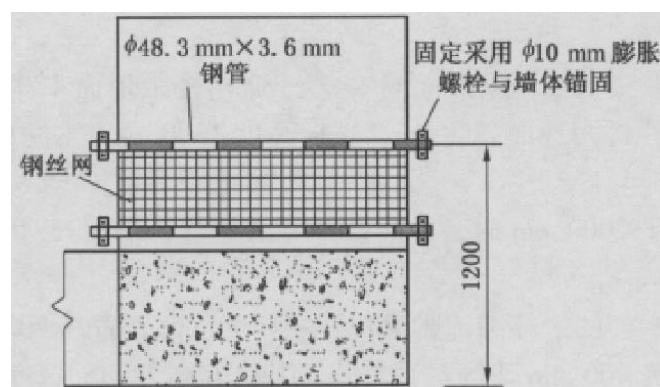


图 4—12 结构高度小于 1200mm 的洞口防护栏杆

(3) 墙面等处落地的竖向洞口、窗台高度低于 800mm 的竖向洞口及框架结构在浇筑完混凝土未砌筑墙体时的洞口，应按临边防护要求设置防护栏杆。

(三) 地下消火检、市政管道、集水坑等井口防护措施

(1) 井口四周采用工具式定型防护栏杆，防护栏杆长度为 1000mm，高度为 1000mm，并相应固定，且一侧设门。

(2) 井口上方设置盖板，盖板应大于井口边缘 100 mm。工具式定型防护栏杆距盖板边缘不小于 100 mm。

(3) 井口周边须设置夜间安全警示灯，灯柱高度为 2500mm (图 4—13、图 4—14)。

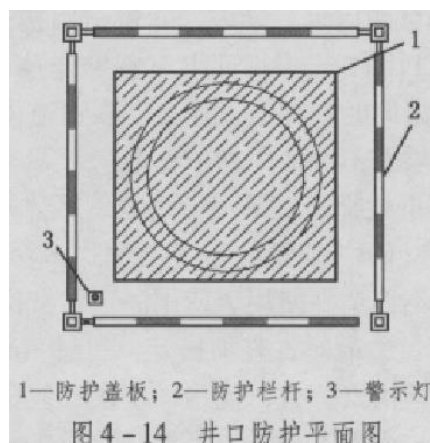


图 4---13 井口防护效果图

(四) 其他防护措施

各种板与墙的孔洞，各种预留洞口，桩孔上口，杯形、条形基础上口，电梯井口必须视具体情况分别设置牢固的盖板、防护栏杆，装设定型化、工具化安全防护门、密目式安全网或其他防止坠落的设施。

第三节 攀登与悬空作业安全防护技术

一、攀登作业

在施工现场，借助于登高用具或登高设施，在攀登条件下进行的高处作业，叫攀登作业。

攀登作业时应注意以下事项：

(1) 攀登的用具、设施、建筑结构构造必须牢固可靠，供人上下的梯踏板其使用荷载不应大于 1100N。不得两人同时在梯子上作业。在通道处使用梯子作业时，应有专人监护或设置围栏。脚手架操作层上不得使用梯子作业。

(2) 便携式梯子宜采用金属材料或木材制作，并应符合现行国家标准《便携式金属梯安全要求》(GB 12142) 和《便携式木梯安全要求》(GB 7059) 的规定。使用直梯时底部应坚实，不得垫高使用。使用固定式直梯进行攀登作业时，攀登高度宜为 5m，且不超过 10m。超过 3m 时，宜加护笼，超过 8m 时必须设置梯间平台。

(3) 钢结构安装时，使用梯子或其他登高设施攀登作业，坠落高度超过 2m 时，应设置操

作平台。当无电焊防风要求时，操作平台的防护栏杆高度不应小于 1.2m；有电焊防风要求时，操作平台的防护栏杆高度不应小于 1.5m。

(4) 固定式直梯应采用金属材料制成，并符合现行国家标准《固定式钢直梯安全技术条件》(GB 4053.1) 的规定；梯子内侧净宽应为 400—600mm，固定直梯的支撑应采用不小于 L70 x6 的角钢，埋设与焊接应牢固。直梯顶端的踏棍应与攀登顶面齐平，并应加设高 1.05—1.5m 的扶手。

(5) 梯子的上端应有固定措施。立梯工作时与地面的夹角以 $75^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 为宜，梯子踏板间距以 300 mm 为宜，不得有缺档。梯子如需接长使用，必须有可靠的连接措施，且接头不得超过 1 处，连接后梯梁的强度不应低于单梯梯梁的强度。

(6) 折梯张开到工作位置的倾角应符合现行国家标准《便携式金属梯安全要求》(GB 12142) 和《便携式木梯安全要求》(GB 7059) 的规定，并应有整体的金属撑杆或可靠的锁定装置。折梯使用时上部夹角以 35° — 45° 为宜，连接铰链必须牢固，并有可靠的拉撑措施。

(7) 当安装三角形屋架时，应在屋脊处设置扶梯；当安装梯形屋架时，应在两端设置扶梯。扶梯踏步间距不应大于 400mm。屋架弦杆安装时搭设的操作平台，应设置防护栏杆或用于作业人员拴挂安全带的安全绳。

(8) 深基坑施工应设置扶梯、人坑踏步及专用载人设备或斜道等设施。采用斜道时，应加设间距不大于 400mm 的防滑条等防滑措施。严禁沿坑壁、支撑或乘运土工具上下。

二、悬空作业

施工现场，在周边临空的状态下进行作业时，高度在 2m 及 2m 以上的属于悬空高处作业。悬空高处作业的法定定义是“在无立足点或无牢靠立足点的条件下，进行的高处作业统称为悬空高处作业”，因此，悬空高处作业尚无立足点时，必须适当地建立牢固的立足点，如搭设操作平台、脚手架或吊篮等，方可进行施工。

悬空高处作业所用的索具、操作平台、脚手架或吊篮、吊笼等设备，均需经过技术鉴定后方可使用。悬空高处作业人员应系挂安全带、佩戴工具袋。

(1) 悬空高处作业应设置牢固立足点，并应配置登高和防坠落用品。

(2) 构件吊装和管道安装时的悬空高处作业应符合下列规定：

- ①钢结构吊装，构件宜在地面组装，安全设施应一并设置。
- ②吊装钢筋混凝土屋架、梁、柱等大型构件前，应在构件上预先设置登高通道、操作立足点等安全设施。
- ③在高空安装大模板、吊装第一块预制构件或单独的大中型预制构件时，应站在作业平台上操作。
- ④当吊装作业利用吊车梁等构件作为水平通道时，临空面的一侧应设置连续的栏杆等防护措施。
- ⑤钢结构安装施工宜在施工层搭设水平通道，水平通道两侧应设置防护栏杆，当利用钢梁作为水平通道时，应在钢梁一侧设置连续的安全绳，安全绳宜采用钢丝绳。
- ⑥钢结构、管道等安装施工的安全防护设施宜采用标准化、定型化产品。

(4) 模板支撑体系搭设和拆卸的悬空高处作业，应符合下列规定：

- ①模板支撑应按规定的程序进行，不得在连接件和支撑件上攀登上下，不得在上下同一垂直面上装拆模板。
- ②在 2m 以上高处搭设与拆除柱模板及悬挑式模板时，应设置操作平台。
- ③在进行高处拆模作业时应配置登高用具或搭设支架。

(8) 外墙作业时应符合下列规定：

- ①门窗作业时，应有防坠落措施，操作人员在无安全防护措施时，不得站立在橙子、阳台栏板上作业。

②高处安装作业，不得使用座板式单人吊具。

第四节 交叉作业安全防护技术

交叉作业时，左右方向必须有一定的安全间隔距离。不得在同一垂直方向上下同时操作，下层作业的位置，必须确定处于上层高度可能坠落范围半径之外。不符合此条件，中间应设置安全防护层。下层作业位置应处于坠落半径之外，坠落半径应符合表 4—4 的规定，不符合规定时，应设置安全防护棚，下方应设置警戒隔离区。施工现场人员进出的通道口应搭设防护棚。

表 4-4 坠落半径

序号	上层作业高度（h）/m	坠落半径/m
1	$2\leq h\leq 5$	3
2	$5< h\leq 15$	4
3	$15< h\leq 30$	5
4	$h>30$	6

处于起重设备的起重机臂回转范围内的通道，顶部应搭设防护棚。操作平台内侧通道的上下方应设置阻挡物体坠落的隔离防护措施。防护棚的长度应根据建筑物高度与可能坠落半径确定。

当建筑物高度大于 24m，并采用木板搭设时，应搭设双层防护棚，两层防护棚的间距不应小于 700mm。

第五节 悬挑式钢平台安全防护技术

悬挑式钢平台是目前建筑施工用于转运建筑材料的一种平台，其结构简单，安装方便，使用效率高，是目前施工单位较为普遍使用的一种平台。

一、悬挑式钢平台的构造

(一) 构造材料

悬挑式钢平台应采用型钢作主梁与次梁，满铺厚度不应小于 50mm 的木板或同等强度的其他材料，并应采用螺栓与型钢固定。

(二) 次梁计算

悬挑式钢平台的平台板下次梁恒荷载(永久荷载)中的自重,采用 10 号槽钢时以 0.1kN/m 计,铺板以 0.4 kN/m²;施工可变荷载 1.5 kN/m²。

(三) 主梁计算

(1) 外侧主梁和钢丝绳吊点作全部承载计算外侧主梁弯矩值。主梁采用 20 号槽钢时,自重以 0.26 kN/m 计。

(四) 钢丝绳验算

(1) 钢丝绳验算所受拉力;(2) 验算钢丝绳的安全系数(10)。

二、悬挑式钢平台安全技术要求

为做好施工安全管理工作,进一步完善相关规定,有效防止事故发生,结合实际情况,悬挑式钢平台使用管理应满足如下规定和要求。

(一) 严格执行有关安全管理规定

(1) 悬挑式钢平台设置专项施工前,施工单位必须依据住建部《建筑施工高处作业安全技术规范》中有关悬挑式钢平台设置的规定,编制专项施工方案,并由施工企业技术部门组织本单位施工技术、安全、质量等部门的专业技术人员进行审核。经审核合格的,由施工单位技术负责人签字。实行总承包的,专项施工方案应当由总承包单位技术负责人及相关专业承包单位技术负责人签字,并报监理单位,由项目总监理工程师审核签字后方可实施。

(2) 悬挑式钢平台每次进场、组装、安装前,均应由项目技术负责人结合本工程实际情况,

对悬挑式钢平台组织一次验收,并对安装作业人员和与作业有关的管理人员进行书面安全技术交底,被交底人在交底单上签字。

(3) 悬挑式钢平台每次安装后,在使用前交底人应组织有关人员,依据专项施工方案与安全技术交底内容进行验收,合格后方可使用。

(4) 遇有六级(含)以上大风或恶劣天气,必须停止悬挑式钢平台安装作业。

(5) 平台上严禁2人(不含)以上同时作业。

(6) 周转多次使用的悬挑式钢平台及构配件应及时检查结构(形态)的安全状况,必要时应对其进行相关检测。

(二) 剪力墙结构体系中悬挑式钢平台设置应符合的要求

(3) 平台三面临边应设置围挡,栏杆防护高度为1.5m,且用硬质材料设置,严禁开孔。

(4) 平台必须设置防止前后移动的止挡且能控制左右摆动的装置。

(6) 平台的悬挑主梁必须使用整根槽钢或工字钢,严禁接长。

(8) 平台临边护栏上严禁挤靠放置物料或探出护栏放置物料。

(9) 平台安装时,下方地面应设警戒区域和设专人监护。

(10) 严禁使用花篮螺栓调节钢丝绳松紧。

(三) 卸料平台安全措施

(1) 卸料平台属危险性较大的分部分项工程,施工单位应编制专项施工方案,严格按照方案进行施工;定型化卸料平台应提供产品合格证及相关安全检测记录。

(2) 进场的槽钢、钢丝绳、钢板和钢管、扣件必须由项目部材料、技术、工程、安全等部门共同进行检查,查验生产厂家的检验合格证,检查槽钢、钢丝绳、钢管直径、壁厚,如有严重锈蚀、压扁或裂纹的,禁止使用。

(4) 使用过程中,对各类材料、设备按照形状、体积、重量进行分配,确保卸料平台上荷

载均匀，在平台上的醒目部位设置限载标志牌，严禁超载使用。

（5）为防止卸料平台外倾，提高平台的整体稳定性，应设置备用的安全钢丝绳。

（7）地面上遇六级（含六级）以上大风时，卸料平台停止使用。建筑高度在 300m 以上的卸料平台底部应增加防风上吸的缆风绳。

（8）卸料平台搭设完毕后，由项目技术负责人组织工程、技术、安全、材料等各部门以及设计单位、搭设单位和使用单位进行验收，合格后方可挂牌并投入使用。

第六节 安全防护用品

一、安全帽

安全帽被广大建筑工人称为安全“三宝”之一，是建筑工人保护头部，防止和减轻头部伤害，保证生命安全的重要个人防护用品。

（一）安全帽的作用

（1）安全帽缓冲减震作用。

（2）安全帽分散应力集中的作用。

（3）安全帽生物力学：国标中规定安全帽必须能吸收 4900N 的力。

（三）安全帽的正确使用

要正确地使用安全帽，必须做到以下 4 点：

（1）帽衬顶端与帽壳内顶必须保持 25—50 mm 的空间，有了这个空间，才能够成一个能量吸收系统，才能使冲击分部在头盖骨的整个面积上，减轻对头部伤害。

（2）必须系好下领带，戴安全帽如果不系下领带，一旦发生高处坠落，安全帽将被甩掉离开头部造成严重后果。

（3）安全帽必须戴正、戴稳，如果帽子歪戴着，一旦头部受到打击，就不能减轻对头部的伤害。

(4) 安全帽在使用过程中会逐渐损坏，要定期不定期进行检查，如果发现开裂、下凹、老化、裂痕和磨损等情况，就要及时更换，确保使用安全。

二、安全带

安全带是防止高处作业人员发生坠落或发生坠落后将作业人员安全悬挂的个人防护装备，被广大建筑工人誉为“救命带”。

国家标准《高处作业分级》(GB/T 3608)规定：凡在坠落高度基准面 2m 以上(含 2m)有可能坠落的高处进行作业，都称为高处作业。安全带可分为围杆作业安全带、区域限制安全带和坠落悬挂安全带。建筑、安装施工中大多使用的是坠落悬挂安全带。



(二) 安全带的正确使用

2. 安全带的正确使用方法

坠落悬挂安全带使用时应高挂低用，注意防止摆动碰撞。若安全带低挂高用，一旦发生坠落，将增加冲击力，带来危险。新使用的安全带必须有产品检验合格证，无证明不准使用。

3. 使用注意事项

- (1) 选用经有关部门检验合格的安全带，并保证在使用有效期内。
- (2) 安全带严禁打结、续接。
- (3) 使用中，要可靠地挂在牢固的地方，高挂低用，且要防止摆动，避免明火和刺割。
- (4) 2m 以上的悬空作业，必须使用安全带。
- (5) 在无法直接挂设安全带的地方，应设置挂安全带的安全拉绳、安全栏杆等。

三、安全网

安全网是用来防止人员、物体坠落，或用来避免、减轻坠落及物体打击伤害的网具。根据安装形式和使用目的不同，安全网可分为平网和立网两类。安装平面平行于水平面，主要用来接住坠落的人和物的安全网称为平网。安装平面垂直于水平面，主要用来防止人或物坠落的安全网称为立网。

（三）安全网的使用规则和支搭方法

1. 安全网的使用规则

建筑施工安全网的选用应符合下列规定：

- （1）安全网材质、规格、物理性能、耐火性、阻燃性应满足现行国家标准。
- （2）密目式安全立网的网目密度应为 10 cm x 10cm 面积上大于或等于 2000 目。
- （3）采用平网防护时，严禁使用密目式安全立网代替平网使用。
- （4）密目式安全立网使用前，应检查产品分类标记、产品合格证、网目数及网体重量，确认合格方可使用。
- （6）要保证安全网受力均匀。
- （7）安全网安装后，必须设专人检查验收，合格签字方可使用。
- （8）拆除安全网必须在有经验的人员严密监督下进行。拆网应自上而下，同时要采取防坠落措施。

2. 安全网搭设

- （1）安全网搭设应牢固、严密，完整有效，易于拆卸。安全网的支撑架应具有足够的强度和稳定性。
- （2）密目式安全立网搭设时，每个开眼环扣应穿入系绳，系绳应绑扎在支撑架上，间距不得大于 450 mm。相邻密目网间应紧密结合或重叠。

(3) 当立网用于龙门架、物料提升架及井架的封闭防护时 , 四周边绳应与支撑架贴紧 , 边绳的断裂张力不得小于 3kN , 系绳应绑在支撑架上 , 间距不得大于 750mm。

(四) 安全网的出厂检验

安全网的储存期超过两年 , 应按 0 .2% 抽样 , 不足 1000 张时抽样 2 张进行耐冲击性能测试 , 测试合格后方可销售使用。

第五章 土石方及基坑工程安全技术

学习要求：掌握土石方工程和基坑（槽）工程中围护、降水、基坑支护、结构回筑等施工过程中的安全技术要求以及人工开挖、机械开挖的安全技术措施。运用建筑施工安全技术和相关标准，分析土石方及基坑（槽）工程施工过程中存在的危险、有害因素，制定相应安全技术措施。

第一节 岩土的分类和性能

一、岩土的工程分类

根据《土的工程分类标准》（GB/T 50145）的规定，土按其不同粒组的相对含量可划分为巨粒类土、粗粒类土、细粒类土三类。

（1）巨粒土和含有巨粒的土：巨粒组质量大于总质量的 50% 的土称为巨粒土；巨粒组质量为总质量 15%—50% 的土称为巨粒混合土（包括混合巨粒土和巨粒混合土）。

（2）粗粒土：粗粒组质量大于总质量的 50% 的土称为粗粒土。砾粒组质量大于总质量的 50% 的粗粒土称为砾类土；砾粒组质量小于或等于总质量的 50% 的粗粒土称砂类土。

（3）细粒土：细粒组质量大于或等于总质量的 50% 且粗粒组质量小于总质量的 25% 的土称为细粒土。

岩石坚硬程度分类为：坚硬岩、较硬岩、较软岩、软岩、极软岩。

根据地质成因，土可划分为残积土、坡积土、洪积土、冲击土、淤积土、冰积土和风积土等。

根据工程特性分为湿陷性土、红勃土、软土（包括淤泥和淤泥质土）、冻土、膨胀土、盐渍土、混合土、填土和污染土。

土按颗粒级配和塑性指数可分为碎石土、砂土、粉土和黏性土。

二、岩土的工程性能

岩土的工程性能主要是强度、弹性模量、变形模量、压缩模量、凝聚力、内摩擦角等物理力

学性能，各种性能应按标准试验方法经过试验确定。

第二节 土石方开挖工程安全技术

一、基本规定

土石方工程开挖施工前，必须具备完备的地质勘察资料及工程附近管线、建筑物、构筑物和其他公共设施的构造情况，必要时应作施工勘察和调查以确保工程质量及邻近建筑的安全。

土石方工程应编制安全专项施工方案，并应严格按照方案实施。超过一定规模的危险性较大的土石方开挖工程，必须按《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》的规定执行。

施工现场发现危及人身安全和公共安全的隐患时，必须立即停止作业，排除隐患后方可恢复施工。

二、土石方开挖作业要求

（一）开挖准备

（1）施工单位应根据环境条件、地质条件、设计文件等基础性资料和相关工程建设标准，结合自身施工经验，针对各级风险工程编制安全专项施工方案。深基坑工程的安全专项施工方案，应经施工单位技术负责人签认后，报监理单位。

（2）监理单位应组织对安全专项施工方案的审查，深基坑工程应填报施工方案安全性评估表和施工组织合理性评估表。

（4）在深基坑土方开挖前，要进行施工现场勘察和环境调查，进一步了解施工现场基坑影响范围内地下管线、建筑物地基基础情况，必要时制定预先加固方案；要对支护结构、地下水位及周围环境进行必要的监测和保护。

（5）石方开挖应根据岩石的类别、风化程度和节理发育程度确定开挖方式。

（二）土石方开挖

1．开挖方式

土石方开挖宜根据支护形式分为无围护结构的放坡开挖、有围护结构无内支撑的基坑开挖及有围护结构有内支撑的基坑开挖等方式。

(1) 深基坑工程的挖土方案,主要有放坡挖土、岛式挖土、盆式挖土、逆作法挖土。面积较大的基坑宜采用中心岛式、盆式挖土。

(2) 有内支撑结构的深基坑土石方开挖,可以分为明挖法和暗挖法(盖挖法)。

(3) 多道内支撑基坑开挖遵循“分层支撑、分层开挖、限时支撑、先撑后挖”的原则,且分层厚度须满足设计工况要求。

(4) 分层支撑和开挖的基坑上部可采用大型施工机械开挖,下部宜采用小型施工机械和人工挖土,在内支撑以下挖土时,每层开挖深度不得大于2m,施工机械不得损坏和挤压工程桩及降水井。

2. 施工安全作业要求

(1) 土石方开挖顺序、方法应与设计工况相一致,必须严格遵循先设计后施工的原则,按照分层、分段、分块、对称、均衡、限时的方法,确定开挖顺序。

(2) 土石方开挖应防止碰撞支护结构。基坑开挖前,支护结构、基坑土体加固、降水等应达到设计和施工要求。当基坑开挖面上方的锚杆、土钉、支撑未达到设计要求时,严禁向下超挖土方。

(3) 基坑边界周围地面应设排水沟,对坡顶、坡面、坡脚采取降排水措施,防止地面水流入或渗入坑内,以免发生边坡塌方。

(5) 基坑周边、放坡平台的施工荷载应按照设计要求进行控制;除基坑支护设计要求允许外,基坑边1m范围内不得堆土、堆料、放置机具。

(6) 基坑开挖时,两人操作间距应大于2.5m。多台机械开挖,挖土机间距应大于10m。在挖土机工作范围内,不允许进行其他作业。挖土应由上而下,逐层进行,严禁先挖坡脚或

逆坡挖土。

(7) 土石方开挖不得在危岩、孤石或贴近未加固的危险建筑物的下方进行。

(8) 基坑开挖过程中发现地质条件或环境条件与原地质报告、环境调查报告不相符合时，应停止施工，及时会同相关设计、勘察单位进行设计验算或设计修改后方可恢复施工。

(9) 基坑开挖期间，支护结构达到设计强度要求前，严禁在设计预计的滑裂面范围内堆载；临时土石方的堆放应进行包括自身稳定性、邻近建筑物地基和基坑稳定性验算。

3. 基坑开挖的监控

基坑开挖前应做出系统的开挖监控方案。

(1) 基坑工程的监测包括支护结构的监测和周围环境的监测，应采用仪器检测与巡视检查相结合的方法。

(2) 基坑监测的重点是做好支护结构水平位移、周围建筑物、地下管线变形、地下水位等的监测。

(3) 基坑开挖应采用信息化施工和动态控制方法，应根据基坑支护体系和周边环境的监测数据，适时调整基坑开挖的施工顺序和施工方法。

4. 安全防护措施

(1) 开挖深度超过 2m 的基坑周边必须安装防护栏杆，防护栏高度不应低于 1.2m，安装牢固，材料应有足够的强度。

(2) 基坑内宜设置供施工人员上下的专用梯道。梯道应设扶手栏杆，宽度不应小于 1m。

(3) 同一垂直作业面的上下层不宜同时作业。需要同时作业时，上下层之间应采取隔离防护措施。

(4) 采用井点降水时，井口应设置防护盖板或围栏，警示标志应明显。降水停止后，应及时将井填实。

(5) 当夜间进行土石方施工时,设置的照明必须充足,灯光布局合理,防止强光影响作业人员视力,不得照射坑上建筑物,必要时应配备应急照明。

(6) 雨季施工时,应有防洪、防暴雨的排水措施及应急材料、设备,备用电源应处在良好的技术状态。

(三) 安全应急预案与响应

当施工过程中发生安全事故时,必须采取有效措施,首先确保施工人员及建筑物内人员的生命安全,保护好事故现场,按规定程序立即上报,并及时分析原因,采取有效措施避免再次发生事故。

三、土石方爆破

(一) 一般规定

(1) 土石方爆破工程应由具有相应爆破资质和安全生产许可证的企业承担。爆破作业人员应取得有关部门颁发的资格证书,持证上岗。作业现场应由具有相应资格的技术人员指导施工。

(2) A、B、C 级和对安全影响较大的 D 级爆破工程均应编制爆破设计书,并对爆破工程进行专家论证。

(3) 爆破器材临时储存及修建临时爆破器材库房必须经过当地公安管理部门的许可,修建的临时库应符合安全评价合格的程序要求。

(4) 在爆破作业区内有两个及以上爆破施工单位同时实施爆破作业时,必须由建设单位负责统一协调指挥。

(5) 爆破警戒范围经由设计确定。

(二) 土石方爆破作业要求

施工现场常用的起爆方法有电力起爆、导爆索起爆、导爆管起爆三种。露天爆破按孔径、孔

深的不同分为深孔爆破和浅孔爆破。

1. 浅孔爆破

(1) 浅孔爆破宜采用台阶爆破法, 台阶高度不宜超过 5m, 在台阶形成之前进行爆破时应加大警戒范围。

(2) 装药前应进行验孔, 对于炮孔间距和深度偏差大于设计允许范围的, 应由爆破技术负责人提出处理意见。

(3) 炮孔采用人工装药时, 不应过度挤压或分散装药; 使用机械装填炸药时, 应防止静电引起早爆。

(4) 起爆后, 应至少 5 min 后方可进入爆破区检查。

2. 深孔爆破

(1) 深孔爆破应采用台阶爆破法, 在台阶形成之前进行爆破时应加大警戒范围。台阶高度依据地质情况、开挖条件、钻孔机械、装载设备匹配及经济合理等因素确定, 宜为 8 ~ 15m。

(2) 深孔爆破宜采用电爆网路或导爆管网路起爆, 大规模深孔爆破应预先进行网路模拟实验。

(3) 装药和填塞过程中, 应保护好起爆网路; 当发生装药卡堵时, 不得用钻杆捣捅药包。

(4) 起爆后, 应至少 15min 后方可进入爆破区检查。

3. 边坡控制爆破

(1) 边坡控制爆破宜采用预裂爆破和光面爆破。

(2) 需要设置隔振带的开挖区, 边坡开挖宜采用预裂爆破。

(3) 光面、预裂爆破的炮孔均应采用不藕合装药。

(三) 爆后检查及发现问题的处置

(3) 爆破后的检查内容有:

- ①确认有无盲炮。
- ②露天爆破爆堆是否稳定，有无危坡、危石。
- ③爆破警戒区内公用设施及重点保护建（构）筑物安全情况。

2 . 发现问题的处置

- （1）检查人员发现盲炮或怀疑盲炮，应向爆破负责人报告后组织进一步检查和处理；发现其他不安全因素应及时排查处理；不应发出解除警戒信号。
- （2）电力起爆网路发生盲炮时，应立即切断电源，及时将盲炮电路短路。
- （3）导爆索和导爆管起爆网路发生盲炮时，应首先检查导爆索和导爆管是否有损坏或断裂，发现有损坏或断裂的应修复后重新起爆。
- （4）发现爆破作业对周边建（构）筑物、公用设施造成安全威胁时，应及时组织抢险、治理，排除安全隐患。

第三节 基坑支护安全技术

基坑支护是指为保证地下主体结构施工和基坑周边环境的安全，对基坑采用的临时性支挡、加固、保护与地下水控制的措施。

基坑支护设计应规定其设计使用期限。基坑支护的设计使用期限不应小于一年。

基坑工程按破坏后果的严重程度分为三个安全等级，见表 5 — 3。

表 5-3 基坑工程安全等级

安全等级	破坏后果
一级	支护结构破坏、土体失稳或过大变形对基坑周边环境及地下结构施工影响很严重
二级	支护结构破坏、土体失稳或过大变形对基坑周边环境及地下结构施工影响一般
三级	支护结构破坏、土体失稳或过大变形对基坑周边环境及地下结构施工影响不严重

基坑支护应满足下列功能要求：

- (1) 保证基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路的安全和正常使用。
- (2) 保证主体地下结构的施工空间。

一、基坑支护的种类

基坑工程按其开挖深度及地质条件和周边环境等因素可分为浅基坑工程和深基坑工程。根据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》的规定：开挖深度超过 3m（含 3m）或虽未超过 3m 但地质条件和周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建、构筑物安全的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程；开挖深度超过 5m（含 5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程属于深基坑工程。

浅基坑和深基坑适用不同的支护结构形式，分别如下。

（一）浅基坑的支护

- (1) 锚拉支撑
- (2) 斜柱支撑
- (3) 型钢桩横挡板支撑
- (4) 短桩横隔板支撑
- (5) 临时挡土墙支撑
- (6) 挡土灌注桩支护
- (7) 叠袋式挡墙支护

（二）深基坑的支护

深基坑土方开挖，当施工现场不具备放坡条件，放坡无法保证施工安全，通过放坡及加设临时支撑已经不能满足施工需要时，一般采用支护结构进行临时支挡，以保证基坑的土壁稳定。

支护结构的选型有排桩、地下连续墙、水泥土桩墙、逆作拱墙或采用上述形式的组合等。

二、基坑施工作业要求

（一）基坑的安全级别

根据《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202) 的划分方法，将基坑安全等级划分为三个等级，见表 5 — 5。

表 5-5 基坑安全等级

类别	分类标准
一级	重要工程或支护结构作为主体结构的一部分； 开挖深度大于 10m； 与邻近建筑物、重要设施的距离在开挖深度以内的基坑； 基坑范围内有历史文物、近代优秀建筑、重要管线等需要严加保护的基坑
二级	除一级基坑和三级基坑外的基坑均属二级基坑
三级	开挖深度小于 7m，且周围环境无特别要求的基坑

（二）专项方案要求

基坑开挖前，要制定土方开挖工程及基坑支护专项方案，深基坑工程实行专业分包的，其专项方案可由专业承包单位组织编制，专项方案应当由施工单位技术部门组织本单位施工技术、安全、质量等部门的专业技术人员进行审核。经审核合格的，由施工单位技术负责人签字。实行施工总承包的，专项方案应当由总承包单位技术负责人及相关专业承包单位技术负责人签字。不需专家论证的专项方案，经施工单位审核合格后报监理单位，由项目总监理工程师审核签字后方可实施。

超过一定规模的危险性较大的深基坑工程专项方案应当由施工单位组织召开专家论证会。实行施工总承包的，由施工总承包单位组织召开专家论证会。施工单位应当根据论证报告修改完善专项方案并经施工单位技术负责人、项目总监理工程师、建设单位项目负责人签字后，

方可组织实施。实行施工总承包的，应当由施工总承包单位、相关专业承包单位技术负责人签字。

（三）土方开挖的要求

（1）土方开挖的顺序、方法必须与设计要求相一致，并遵循“开槽支撑，先撑后挖，分层开挖，严禁超挖”的原则。

（2）当开挖基坑土体含水量大而不稳定或基坑较深，或受到周围场地限制而需要用较陡的边坡或直立开挖而土质较差时，应采用临时性支撑加固。

（3）挖至坑底时，应避免扰动基底持力土层的原状结构。

（4）相邻基坑开挖时，应遵循先深后浅或同时进行的施工顺序。

（5）开挖时，挖土机械不得碰撞或损害支撑结构，不得损害已施工的基础桩。

（四）支护的作业要求

（1）应按支护结构设计规定的施工顺序和开挖深度分层开挖。

（2）当支护结构构件强度达到开挖阶段的设计强度时，方可向下开挖；对采用预应力锚杆的支护结构，应在施加预加力后，方可开挖下层土方；对土钉墙，应在土钉、喷射混凝土面层的养护时间大于2天后，方可开挖下层土方。

（3）开挖至锚杆、土钉施工作业面时，开挖面与锚杆、土钉的高差不宜大于500mm。

（4）采用锚杆或支撑的支护结构，在未达到设计规定的拆除条件时，严禁拆除锚杆或支撑。

（5）基坑周边施工材料、设施或车辆荷载严禁超过设计要求的地面荷载限值。

（五）基坑的监测

基坑监测是指在建筑基坑施工及使用阶段，对建筑基坑及周边环境实施的检查、量测和监视工作，主要是为了确保建筑基坑的安全和保护基坑周边环境。开挖深度大于等于5m或开挖深度小于5m但现场地质情况和周围环境较复杂的基坑工程及其他需要检测的基坑工程应

实施基坑工程监测。

(9) 基坑工程巡视检查应包括以下内容：

①支护结构：如支护结构成型质量；冠梁、围檩、支撑有无裂缝出现；支撑、立柱有无较大变形；止水帷幕有无开裂、渗漏；墙后土体有无裂缝、沉陷及滑移；基坑有无涌土、流沙、管涌。

②施工工况：场地地表水、地下水排放状况是否正常；基坑降水、回灌设施是否运转正常；基坑周边地面有无超载。

③周边环境：周边管道有无破损、泄漏情况；周边建筑有无新增裂缝出现；周边道路（地面）有无裂缝、沉陷；临近基坑及建筑的施工变化情况；裂缝监测应监测裂缝的位置、走向、长度、宽度，必要时尚应监测裂缝深度。

④监测设施：基准点、监测点完好情况；有无影响观测工作的障碍物。

(11) 当出现下列情况之一时，必须立即进行危险报警，并对基坑支护结构和周边环境中的保护对象采取应急措施：

②基坑支护结构或周边土体的位移值突然明显增大或基坑出现流沙、管涌、隆起、陷落或较严重的渗漏等。

③基坑支护结构的支撑或锚杆体系出现过大变形、压屈、断裂、松弛或拔出的迹象。

④周边建筑的结构部分、周边地面出现较严重的突发裂缝或危害结构的变形裂缝。

⑤周边管线变形突然明显增长或出现裂缝、泄漏等。

三、基坑安全措施

基坑安全措施有如下几项：

(1) 开挖深度超过 2m 的，必须在沿基坑边设立防护栏杆且在危险处设置红色警示灯，防护栏杆周围悬挂“禁止翻越”“当心坠落”等禁止、警告标志。

(2) 基坑内应搭设上下通道,以满足作业人员通行。

(3) 基坑内及基坑周边应设置良好的排水系统,并满足施工、防汛要求。

(4) 基坑周边距基坑边 1m 范围内严禁堆放土石方、料具等荷载较重的物料。

四、地下水控制

地下水控制应根据工程地质和水文地质条件、基坑周边环境要求及支护结构形式选用截水、降水、集水明排或其组合方法。

五、基坑发生坍塌前主要迹象

主要迹象有如下几种:

(1) 周围地面出现裂缝,并不断扩展。

(2) 支撑系统发出挤压等异常响声。

(3) 环梁或排桩、挡墙的水平位移较大,并持续发展。

(4) 支护系统出现局部失稳。

(5) 大量水土不断涌人基坑。

(6) 相当数量的锚杆螺母松动,甚至有槽钢松脱现象。

六、基坑工程应急措施

(1) 在基坑开挖过程中,一旦出现了渗水或漏水,应根据水量大小,采用坑底设沟排水、引流修补、密实混凝土封堵、压密注浆、高压喷射注浆等方法及时进行处理。

(2) 如果水泥土墙等重力式支护结构位移超过设计估计值,应予以高度重视,同时做好位移监测,掌握发展趋势。

(3) 如果悬臂式支护结构位移超过设计值,应采取加设支撑或锚杆、支护墙背卸土等方法及时进行处理。

(4) 如果支撑式支护结构发生墙背土体沉陷,应采取增设坑外回灌井、进行坑底加固、垫

层随挖随浇、加厚垫层或采用配筋垫层、设置坑底支撑等方法及时进行处理。

(5) 对于轻微的流沙现象,在基坑开挖后可采用加快垫层浇筑或加厚垫层的方法“压住”流沙。

(6) 如果发生管涌,可以在支护墙前再打设一排钢板桩,在钢板桩与支护墙间进行注浆。

(7) 对邻近建筑物沉降的控制一般可以采用回灌井、跟踪注浆等方法。对于沉降很大,而压密注浆又不能控制的建筑,如果基础是钢筋混凝土的,则可以考虑采用静力锚杆压桩的方法进行处理。

(8) 对于基坑周围管线保护的应急措施一般包括增设回灌井、打设封闭桩或管线架空等方法。

(9) 当基坑变形过大,或环境条件不允许等危险情况出现时,可采取底板分块施工和增设斜支撑的方法措施。