

地基与基础工程

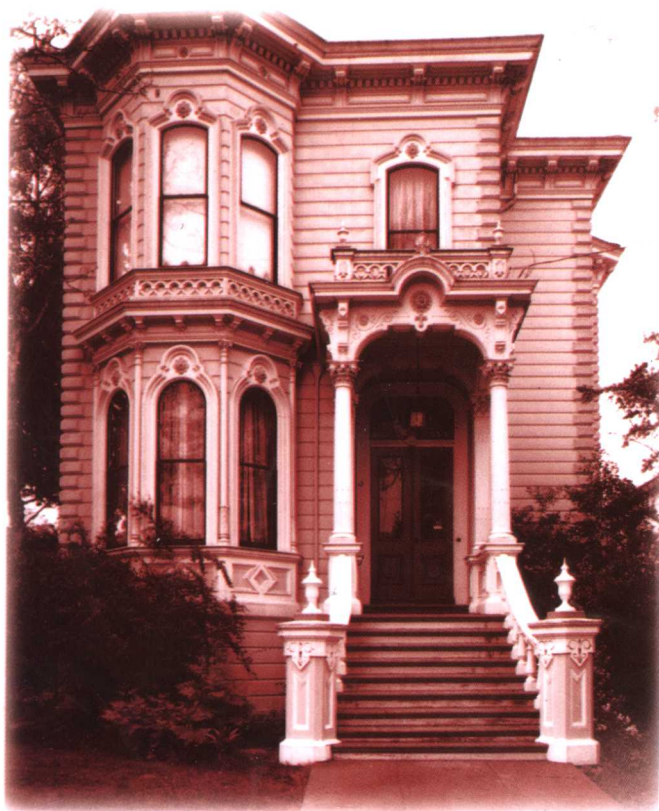
DIJI YU JICHU GONGCHENG

JIANZHU GONGCHENG

SHIGONG CHANGJIAN WENTI FANGZHI XILIE SHOUCE

建筑工程施工常见问题防治系列手册

主编 周海涛



山西科学技术出版社
SHANXI SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

地基与基础工程

DIJI YU JICHU GONGCHENG

建筑工程施工常见问题防治系列手册

主 编 周海涛

参 编 赵旭东 侯进明 赵永安 许天刚

伍燕芳 周海波 林 洪 梁新焰

齐 斌 李德涛 余春生 王百民

饶宣平 张华明 袁雪敏 徐德玉

山西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地基与基础工程/周海涛主编. —太原: 山西科学技术出版社,
2006.1

(建筑工程施工常见问题防治系列手册)

ISBN 7-5377-2608-6

I. 地… II. 周… III. ①地基—工程质量—质量管理—手册
②基础(工程)—工程质量—质量管理—手册 IV. TU753—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 134152 号

·建筑工程施工常见问题防治系列手册·

地基与基础工程

周海涛 主编

*

山西科学技术出版社出版 (太原建设南路 15 号)

新华书店经销 太原兴晋科技印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 7.5 字数: 196 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月太原第 1 次印刷

印数: 1—3000 册

*

ISBN 7-5377-2608-6

T·406 定价: 15.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印厂联系调换。



前言

随着建筑业的蓬勃发展,新的规范、法规及标准的出现,建筑工程中的施工管理、质量控制及技术操作经常出现问题,需要预防和处理。为此,我们组织了业内工程技术人员及专业教师编写这套《建筑工程施工常见问题防治系列手册》,该系列手册包括《主体结构工程》、《地基与基础工程》、《防水工程》、《建筑装饰装修工程》和《建筑安装工程》等。

在这套丛书的编写中,我们力求做到以下几点:一是专业教师和业内专家相结合,发挥各自的优势,相互补充,共同协作;二是开拓创新,既吸收现有的科研成果,又尽量体现新的实践经验,概括上升到理论;三是紧扣新规范、法规和标准,适应新形势的发展;四是对施工中经常见到的问题进行概括汇总,将其经过筛选提炼形成条目,并用通俗的语言加以讲解。

1

建筑工程在施工管理、质量控制和技术操作中存在许多常见问题,这些问题有以下特点:涉及面宽,贯穿施工全过程;长期存在,只要建筑业发展就会遇到;只要应用新材料、新工艺、新技术,新的问题就会出现。因此,建筑工程的施工问题重在预防,不仅应在工程发生问题之后查找原因,寻求治理方法,更应在工程施工前采取周密的预防措施,做到未雨绸缪,防患于未然,确保万无一失。

《地基与基础工程》一书,是从建筑基础施工管理、质量控制和技术操作中经常遇到的问题着手,以“禁止”或“发生的现象”为条目,提出问题,然后对产生的原因和可能造成的不良后果进行分析,重点放在防治上,全书突出了事前有预防、事中有控制和事



后有处理的原则。全书包括无支护工程、有支护土方工程、地基处理工程、桩基础工程和地下防水工程，具有很强的针对性、可查性和实用性。本书结构新颖，内容准确、严谨，文字简洁流畅，图文恰当，便于查阅，能达到事半功倍的效果。

本书是建筑工程技术人员、技术操作人员必备的工具书，同时也可作为工程监理人员和建设单位相关人员的工具书。



目 录

第一章 无支护土方工程	1
第一节 土方开挖	1
第二节 土方回填	20
第二章 有支护土方工程	32
第一节 排桩	32
第二节 降水、排水	34
第三节 地下连续墙	43
第四节 锚杆	60
第五节 沉井	64
第三章 地基处理工程	82
第一节 浅层地基处理	82
第二节 碎砖三合土地基	91
第三节 重锤夯实地基	92
第四节 强夯地基	94
第五节 振冲地基	98
第六节 土和灰土挤密复合地基	105
第七节 水泥粉煤灰碎石桩复合地基	110
第八节 水泥土搅拌桩地基	113
第九节 高压喷射注浆地基	115
第十节 注浆地基	120
第十一节 砂桩地基	123
第四章 桩基础工程	132
第一节 钢筋混凝土预制桩	132



第二节	预应力离心管桩	145
第三节	钢桩工程	150
第四节	干作业挖孔灌注桩	156
第五节	沉管灌注桩、内夯灌注桩和爆扩灌注桩	175
第六节	湿作业成孔灌注桩	201
第五章	地下防水工程	208
第一节	防水混凝土	208
第二节	水泥砂浆防水层	217
第三节	卷材防水层	223
第四节	涂料防水层	231



第一章 无支护土方工程

在无支护土方工程施工中,由于操作不当和违反操作规程引起的质量事故危害程度很大,易造成建筑物沉陷、开裂、位移、倾斜,甚至倒塌、摧毁。因此土方工程施工必须特别重视,严格按设计和验收规范要求认真施工,以确保工程质量。

第一节 土方开挖

1. 在场地平整过程中或平整后,挖方边坡发生大面积塌方或溜坡

原因

(1)采用机械整平,未遵循由上至下、分层开挖的顺序,坡度过陡或将坡脚破坏,使边坡失稳,造成塌方或溜坡。

(2)在有地表滞水或地下水作用的地段开挖边坡,未采取有效的降、排水措施,地表滞水或地下水侵入坡体内,使土的黏着力降低,坡脚被冲蚀掏空,边坡在重力作用下失去稳定而造成塌方。

(3)在软土地段的边坡顶部大量堆土和建筑材料,或行驶施工机械设备和运输车辆。

防治

(1)在斜坡地段开挖边坡时,应遵循由上至下、分层开挖的顺序,合理放坡,不使坡过陡,同时避免切割坡脚,以防边坡失稳而塌方。

(2)在有地表滞水或地下水作用的地段,应做好排、降水措施,以拦截地表滞水和地下水,避免冲刷坡面和掏空坡脚而使坡体失稳。特别是在软土地段开挖边坡时,应降低地下水位,防止边坡产生侧移。

(3)施工中应避免在坡顶堆土和建筑材料,并避免行驶施工机械设备和运输车辆,以减轻坡体负担,防止塌方。



(4)对临时性边坡塌方,可将塌方清除,将坡顶线后移或将坡度放缓;对永久性边坡局部塌方,在清除塌方松土后,用块石填砌或由下至上分层回填 2:8 或 3:7 灰土嵌补,与土坡面接触部位做成台阶式搭接,使其紧密结合。

2. 场地平整施工质量达不到要求

原因

(1)场地平整区域的坡度和排水沟坡度达不到设计要求,影响工程质量。

(2)测量错误,场地高低不平。

防治

(1)场地平整区域的坡度与设计要求相差不应超过 0.1%,排水沟坡度与设计要求相差不应超过 0.05%。

(2)场地平整的允许偏差如下:

①表面标高:人工清理为 $\pm 30\text{mm}$,机械清理为 $\pm 50\text{mm}$ 。

②长度、宽度(由设计中心向两边量):人工清理为 $+300\text{mm}$ 、 -100mm ,机械清理为 $+500\text{mm}$ 、 -150mm 。

③边坡坡度:人工施工表面平整,不应偏陡;机械施工基本成型,不应偏陡。

④地面、路面下的地基:水平标高为 $0 \sim -50\text{mm}$;表面平整度(用 2m 直尺检查),人工施工 $\leq 20\text{mm}$,机械施工 $\leq 30\text{mm}$ 。

3. 采用无坑壁支撑挖方时,不放坡进行挖土

原因

土层能承受的外来剪切力小于挖方产生的主动土压力,会发生滑坡、塌方等质量和安全事故。

防治

在土质均匀、地下水位低于基坑底面标高时,开挖深 5m 以内的基坑,可按不同土质选用边坡放坡进行施工。不同土质挖方的边坡坡度见表 1—1 至表 1—4。基坑槽边坡形式如图 1—1 所示。



表 1—1 永久性土工构筑物挖方的边坡坡度

项次	挖土性质	边坡坡度
1	天然湿度、层理均匀、不易膨胀的黏土，其粉质黏土和砂土(不包括细砂、粉砂)内挖方深度不超过 3m	1:1.00 ~ 1:1.25
2	土质同上，深度为 3 ~ 12m	1:1.25 ~ 1:1.50
3	在干燥地区，土质结构未被破坏的干燥黄土和类黄土，挖方深度不超过 12m	1:0.10 ~ 1:1.25
4	在碎石土和泥灰岩土地区，挖方深度不超过 12m，根据土的性质、层理特性和挖方深度确定	1:0.50 ~ 1:1.50
5	在风化岩内挖方，根据岩石性质、风化程度、层理特性和挖方深度确定	1:0.20 ~ 1:1.50
6	在微风化岩石内挖方，岩石应无裂缝且无倾向挖方坡脚的岩层	1:0.10
7	在未风化的完整岩石内挖方	直立的

表 1—2 使用时间较长的临时性挖方边坡坡度

土的类别		边坡坡度(高宽比)	
		坡高在 5m 以内	坡高在 5 ~ 10m
砂土(不含细砂、粉砂)		1:1.15 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.5
黏性土 和粉土	坚硬	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.25
	硬塑	1:1.00 ~ 1:1.25	1:1.25 ~ 1:1.5
碎石土	密实	1:0.35 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75
	中密	1:0.50 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00
	稍密	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.25

注：1. 使用时间较长的临时性挖方指使用时间超过一年的临时工程、临时道路等的挖方。

2. 应考虑地区性水文气象等条件，结合具体情况使用。

3. 表中碎石土的充填物为坚硬或硬塑状态的黏性土和粉土；对砂土或充填物为砂土的碎石土，其边坡坡度允许值均按自然休止角确定。

4. 混合土可参照表中相近的土执行。

表 1—3 黄土挖方的边坡坡度值

地质时代	边坡坡度(高宽比)		
	坡高在 5m 以内	坡高 5 ~ 10m	坡高 10 ~ 15m
次生黄土 Q_4	1:0.5 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.25
马兰黄土 Q_3	1:0.30 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00
离石黄土 Q_2	1:0.20 ~ 1:0.30	1:0.30 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75
午城黄土 Q_1	1:0.10 ~ 1:0.20	1:0.20 ~ 1:0.30	1:0.30 ~ 1:0.50

注：1. 同表 1—2 注 1、2。

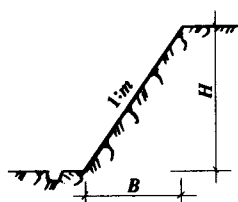
2. 本表不适用于新近堆积的黄土。



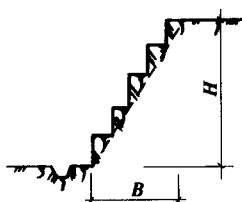
表 1—4

岩石挖方的边坡坡度值

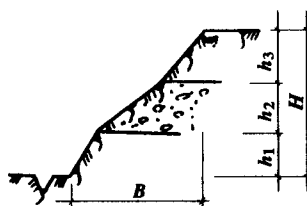
岩石类别	风化程度	边坡坡度 (高度比)		
		坡高在 8m 以内	坡高 8 ~ 15m	坡高 15 ~ 30m
硬质岩石	微风化	1:0.10 ~ 1:0.20	1:0.20 ~ 1:0.35	1:0.30 ~ 1:0.50
	中等风化	1:0.20 ~ 1:0.35	1:0.35 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75
	强风化	1:0.35 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00
软质岩石	微风化	1:0.35 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00
	中等风化	1:0.50 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.50
	强风化	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.50	



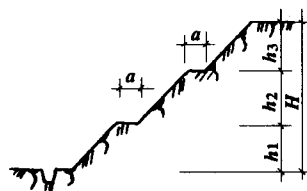
(a) 斜坡式



(b) 踏步式



(c) 折线式



(d) 台阶式

1:m—土方坡度(H/B); m—坡度系数(B/H); H—边坡高度; B—边坡宽度

图 1—1 基坑槽边坡形式

4. 基坑(槽)在挖方过程中或挖方后, 边坡土方局部或大面积塌落或溜坡

原因

(1) 基坑(槽)开挖较深, 放坡不够; 挖方尺寸不够, 将坡脚挖去; 通过不同土层时, 没有根据土的特性分别放成不同坡度, 使边坡失去稳定而造成塌方。



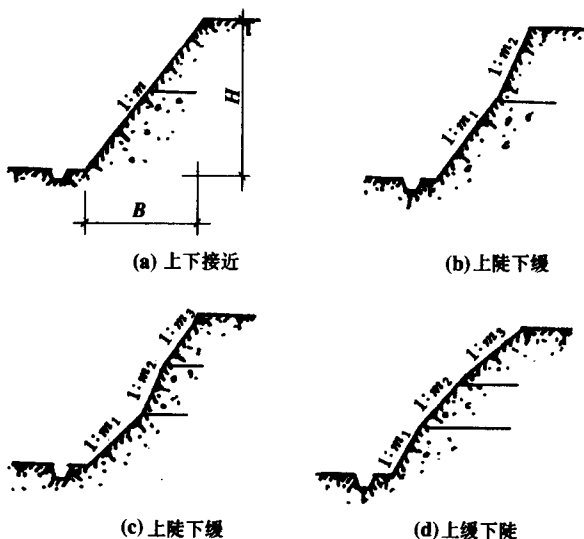
(2) 在有地表水、地下水作用的土层开挖基坑(槽)时,未采取有效的降、排水措施,造成土层湿化、黏着力降低,在重力作用下失去稳定而塌方。

(3) 边坡顶部堆载过大,或受车辆、施工机械等外力振动影响,使坡体内剪切应力增大,土体失去稳定而造成塌方。

(4) 土质松软,开挖次序、方法不当而造成塌方。

防治

(1) 对永久性挖方的边坡,应按设计要求放坡,坡度一般为 $1:1.0 \sim 1:1.5$ 。在山坡整体稳定的情况下,如地质条件良好,土质较均匀,临时性挖方边坡值应按表 1—5 确定,经过不同土层时,其边坡应做成折线形,如图 1—2 所示。



$1:m$ —土方坡度(H/B); m —坡度系数(B/H); H —边坡高度; B —边坡宽度

图 1—2 不同土层折线形边坡



表 1—5

临时性挖方边坡值

土的类别		边坡值 (高:宽)
砂土 (不包括细砂、粉砂)		1:1.25 ~ 1:1.50
一般性黏土	硬	1:0.75 ~ 1:1.00
	硬、塑	1:1.00 ~ 1:1.25
	软	1:1.50 或更缓
碎石类土	充填坚硬、硬塑黏性土	1:0.50 ~ 1:1.00
	充填砂土	1:1.00 ~ 1:1.50

注: 1. 设计有要求时, 应符合设计标准。

2. 如采用降水或其他加固措施, 可不受本表限制, 但应计算复核。

3. 开挖深度, 对软土不应超过 4m, 对硬土不应超过 8m。

(2) 开挖基坑 (槽) 和管沟时, 如地质条件良好、土质均匀, 且地下水位低于其底面标高, 挖方深度在 5m 以内、不加支撑的边坡最陡坡度, 应按表 1—6 的规定采用。

表 1—6 基坑 (槽) 和管沟挖方深度在 5m 以内、不加支撑的边坡最陡坡度

土的类别	边坡坡度 (高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
中密的碎石类土 (充填物为砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的粉土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石类土 (充填物为黏性土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土 (经井点降水后)	1:1.00	—	—

注: 1. 静载指堆土或材料等, 动载指机械挖土或汽车运输作业等。静载或动载距挖方边缘的距离应不小于 0.8m, 高度不超过 1.5m。

2. 当有成熟施工经验时, 可不受本表限制。

(3) 如地质条件良好、土质均匀, 且地下水位低于基坑 (槽) 或管沟底面标高, 挖方边坡可做成直立壁不加支撑, 但挖方深度不得超过表 1—7 规定的数值。此时如果砌筑基础或施工其他地下结构设施, 应在管沟挖好后立即进行; 如果施工期较长, 挖方深度大于表 1—7 规定的数值, 应做成直立壁加设支撑。



表 1—7 基坑（槽）和管沟挖成直立壁不加支撑的允许深度

项次	土的类别	允许挖方深度 (m)
1	密实、中密的砂土和碎石类土（充填物为砂土）	≤1.00
2	硬塑、可塑的粉质黏土及粉土	≤1.25
3	硬塑、可塑的黏土和碎石类土（充填物为黏性土）	≤1.50
4	坚硬的黏土	≤2.00

(4) 做好地面排水措施，避免在影响边坡稳定的范围内积水，防止造成边坡塌方。当基坑（槽）开挖范围内有地下水时，应采取降、排水措施，将水位降至离基底 0.5m 以下后方可开挖，并持续到回填完毕。

(5) 在坡顶上弃土、堆载时，弃土堆坡脚至挖方上边缘的距离，应根据挖方深度、边坡坡度和土的性质确定。如土质干燥密实，其距离不得小于 3m；如土质松软，距离不得小于 5m，以保证边坡稳定。

(6) 土方开挖应自上至下、分段分层依次进行，随时做出一定的坡度，以利泄水，避免先挖坡脚使坡体失稳。相邻基坑（槽）和管沟开挖时，应遵循先深后浅或同时进行的施工顺序，并及时做好基础或铺管施工，尽量避免扰动地基。

(7) 如基坑（槽）塌方，可将坡脚塌方清除，然后采取临时性支护（如堆装土编织袋或草袋，设支撑、砌砖石护坡墙等）措施。

(8) 如永久性边坡局部塌方，可将塌方清除，用块石填砌或回填 2:8 或 3:7 灰土嵌补，与土接触部位做成台阶搭接，防止滑动，或将坡顶线后移，或将坡度改缓。

5. 边坡界面凹陷不平，造成积水，使边坡坡度加大，影响边坡稳定

原因

(1) 采用机械开挖，操作控制不严，局部多挖。

(2) 边坡上存在松软土层，受外界因素影响自行溜坡，造成坡面凹陷不平。

(3) 测量放线错误。



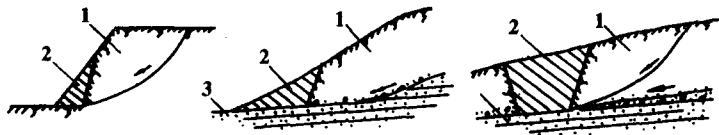
防治

- (1) 采用机械开挖时,应预留 0.3m 厚的边坡进行人工修坡。
- (2) 松软土层应避免受到各种外界机械车辆等的振动,并采取适当的保护措施。
- (3) 加强测量复测,进行严格定位,在坡顶边脚设置明显标志和边线,并设专人检查。
- (4) 如超挖范围较大,在征得设计单位同意后,可适当改动坡顶线。
- (5) 如局部超挖,可用浆砌块石填砌或用 3:7 灰土夯补。与原土坡接触部位应做成台阶接槎,防止滑动。

6. 基坑(槽)边坡滑坡

原因

- (1) 边坡坡度不够,倾角过大,土体因自重和地表水(或地下水)浸入,剪切应力增加,黏着力减弱,使土体失稳而滑动。
- (2) 土层下倾斜度较大的岩层,在填土、堆置材料荷重和地表、地下水的作用下,增加了滑坡面上的负担,降低了土与土、土体与岩石面之间的抗剪强度而引起土体顺岩面滑动。
- (3) 开堑挖方切割坡脚,由于坡脚被地表、地下水冲蚀掏空,或斜坡段下部被冲沟、排水沟切割,地表、地下水浸入坡体,或开坡放炮造成坡脚松动破坏,使斜坡坡度加大,破坏了土体(或岩体)的内力平衡,上部土体(或岩体)失去稳定而向坡脚滑动。切割坡脚引起的滑坡如图 1—3 所示。



1—滑坡土体; 2—被切割的坡脚; 3—基岩

图 1—3 切割坡脚引起的滑坡



(4) 岩(土)体本身倾向相近、层理发达、风化破碎严重的软弱夹层或裂隙(断层)面,内部夹有软泥,或岩层中夹有易滑动的岩层(如云母、滑石等),浸水后,由于水和外力作用,上部岩体沿软弱结构发生滑动。

(5) 在坡体上不适当地堆土或填方,或设置土工构筑物(如路堤、土坝),增加了坡体自重,使重心改变,在外力或地表、地下水作用下,使坡体失去平衡而产生滑动。

(6) 由于雨水冲刷或侵蚀斜坡坡脚,或坡体地下水位剧烈升降,增大水力坡度,使土体和自重增加,抗剪强度降低,破坏斜坡平衡而导致边坡滑动。

(7) 因现场爆破或车辆振动而产生不同频率的振荡,使岩(土)体内摩擦力降低、抗剪强度减小,造成岩(土)体滑动。

防治

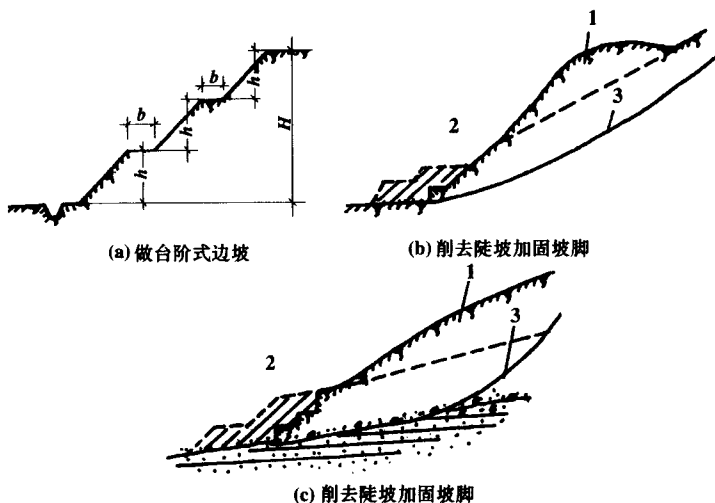
(1) 加强地质勘察和调查研究,注意地形、地貌、地质构造[如岩(土)性质、岩层生成情况、岩层倾角、裂隙节理分布等]、滑坡迹象及地表、地下水的流向和分布,采取合理的施工方法,避免破坏土坡地表的扫冰和泄洪设施,消除滑坡因素,保持坡体稳定。

(2) 台阶式边坡和陡坡加固如图 1—4 所示,应保持边坡有足够的坡度,避免随意切割坡脚。土坡应做成较平缓的坡或做成阶梯形,使中间有 1~2 个平台以增加稳定性,如图 1—4 (a) 所示。如土质不同,应根据情况做成 2~3 种坡度,一般可使坡度角小于土的内摩擦角,将不稳定的陡坡部分削去,以减轻边坡负担。当坡脚处有弃土石条件时,应将土石方填至坡脚,如图 1—4 (b)、(c) 所示,筑挡土堆或修筑台地,并使填土的坡度不陡于原坡体的自然坡度,使其起到反压作用以阻挡坡体滑动。

(3) 在滑坡体范围以外设置环形截水沟,使水不流入坡体,在滑坡区域内设置排水系统,疏导地表、地下水,避免地表水下渗冲刷地基或冲坏坡脚。如无条件修筑正式的排水工程,则应做好现场临时泄洪排水设施,或保留原有场地的自然排水系统,并进行必要



的整修和加固。



1—削去土坡；2—堆筑挡土堆（台地）；3—滑动面；

H —边坡原来高度； h —设置平台后各个边坡的高度； b —平台宽

图 1—4 台阶式边坡和陡坡加固

(4) 施工中应避免在坡脚处取土、在坡体上弃土或堆放材料，并应遵循先整治后开挖的施工程序。在斜坡上挖土时，应遵守由上至下分层开挖的程序，严禁先切割坡脚；在斜坡上填方时，应遵守由下至上分层压填的程序，不要集中弃土，以免破坏原边坡的自然平衡而造成滑坡。必须挖去坡脚时，应设挡土结构代替原坡脚，采取分段跳槽开挖的措施，并应尽量在旱季施工。

(5) 避免破坏坡体上的自然植被。对可能滑动的土坡和易风化的岩坡，在表面和坡顶应做罩护措施，并尽可能保护天然植被不被破坏，以稳定土（岩）坡。

(6) 避免在有可能滑坡的区段进行爆破或设置振动很大的构筑物，以防影响边坡稳定。

(7) 如发现滑坡裂缝，应及时填平夯实；如沟渠开裂渗水，应