

建筑工程常用公式与数据速查手册系列丛书

地基基础常用公式与 数据速查手册

DIJI JICHU CHANGYONG GONGSHI YU
SHUJU SUCHA SHOUCE

张立国 主编



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

■ 建筑工程常用公式与数据速查手册系列丛书

地基基础常用公式与 数据速查手册

DIJI JICHU CHANGYONG GONGSHI YU
SHUJU SUCHA SHOUCHE

张立国 主编



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

地基基础常用公式与数据速查手册/ 张立国主编.

—北京: 知识产权出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5130-3052-6

(建筑工程常用公式与数据速查手册系列丛书)

I. ①地… II. ①张… III. ①地基—基础 (工程)—工程施工—技术手册

IV. ①TU 753-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 229582 号

责任编辑: 刘 爽 祝元志

封面设计: 杨晓霞

责任校对: 谷 洋

责任出版: 刘译文

地基基础常用公式与数据速查手册

张立国 主编

出版发行: 知识产权出版社有限责任公司

社 址: 北京市海淀区马甸南村 1 号

责编电话: 010-82000860 转 8125

发行电话: 010-82000860 转 8101/8102

印 刷: 保定市市中画美凯印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

版 次: 2015 年 1 月第 1 版

字 数: 280 千字

网 址: www.ipph.cn

邮 编: 100088

责编邮箱: liushuang@cnipr.com

发行传真: 010-82005070/82000893

经 销: 各大网上书店、新华书店及相关销售网点

印 张: 14

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

ISBN 978-7-5130-3052-6

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

本书编写组

主 编 张立国

参 编 于 涛 王丽娟 成育芳 刘艳君
孙丽娜 何 影 李守巨 李春娜
张 军 赵 慧 陶红梅 夏 欣

前 言

万丈高楼平地起，地基基础是建筑的根本。在工程建设中，我们一定要遵守“重基础，严结构”的原则，如果根基扎不好，再坚固的建筑物也犹如无根之草，所以地基与基础设计是所有设计工作的重中之重。

地基基础设计人员除了要有优良的设计理念之外，还应该有丰富的设计、技术、安全等工作经验，掌握大量地基基础常用的计算公式及数据，但由于资料来源庞杂，搜集和查询工作具有相当的难度，广大地基基础设计人员迫切需要一本系统、全面、有效地囊括地基基础常用计算公式与数据的工具书作为参考。基于以上原因，我们组织相关技术人员，依据国家最新颁布的《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2011）、《建筑桩基技术规范》（JGJ 94—2008）、《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120—2012）等标准规范，编写了此书。

本书共分为六章，包括：土方工程、地基工程、基础工程、桩基础工程、基坑工程、地基基础抗震设计等。本书对规范公式的重新编排，主要包括参数的含义，上下限表识，公式相关性等。相关内容一目了然，既方便设计人员查阅，亦可用于相关专业师生参考。

由于编者经验、理论水平有限，编写时间仓促，疏漏、不足之处难免，敬请广大读者给予批评、指正。

编 者
2014.04

目 录

1 土方工程	1
1.1 公式速查	2
1.1.1 土的压缩系数的计算	2
1.1.2 土的压缩模量的计算	2
1.1.3 土的变形模量的计算	2
1.1.4 土的变形模量与压缩模量的关系	3
1.1.5 土的可松性计算	3
1.1.6 土的压缩性计算	3
1.1.7 土方工程量的计算	4
1.1.8 边坡三角棱柱体积计算	4
1.1.9 无黏性土坡稳定性的计算	5
1.1.10 黏性土坡稳定性的计算	6
1.1.11 挖方边坡高度的计算	6
1.1.12 土方直立壁开挖高度计算	7
1.1.13 基坑土方开挖最小深度计算	8
1.1.14 土体滑坡推力的计算	9
1.1.15 填土最大干密度的计算	10
1.1.16 填土土料需补充水量的计算	10
1.2 数据速查	11
1.2.1 土的基本物理性质指标	11
1.2.2 土的压缩性等级的划分	12
1.2.3 用压缩模量划分压缩性等级	12
1.2.4 地基土的变形模量 E_0 值	13
1.2.5 一般土的可松性系数参考数值	13
1.2.6 常用方格网点计算公式	14
1.2.7 土的最优含水量	15
1.2.8 岩石坚硬程度的划分	15
1.2.9 岩石坚硬程度的定性划分	15
1.2.10 岩体完整程度的划分	16

1.2.11	碎石土的分类·····	16
1.2.12	碎石土的密实度·····	17
1.2.13	碎石土密实度野外鉴别方法·····	17
1.2.14	砂土的分类·····	17
1.2.15	砂土的密实度·····	18
1.2.16	黏性土的分类·····	18
1.2.17	黏性土的状态·····	18
2	地基工程 ·····	19
2.1	公式速查·····	20
2.1.1	季节性冻土地基的场地冻结深度的计算·····	20
2.1.2	季节性冻土地区基础最小埋置深度的计算·····	20
2.1.3	基础底面压力的计算·····	20
2.1.4	修正后地基承载力特征值的计算·····	21
2.1.5	由土的抗剪强度指标确定的地基承载力特征值的计算·····	22
2.1.6	岩石地基承载力特征值的计算·····	22
2.1.7	软弱下卧层地基承载力的验算·····	23
2.1.8	地基最终变形量的计算·····	23
2.1.9	地基变形计算深度范围内压缩模量的当量值的计算·····	24
2.1.10	地基变形深度的计算·····	25
2.1.11	地基土回弹变形量的计算·····	25
2.1.12	地基土回弹再压缩变形量的计算·····	25
2.1.13	圆弧滑动面法验算地基稳定性·····	26
2.1.14	条形基础或矩形基础底面外边缘线至坡顶的水平距离的计算·····	26
2.1.15	基础抗浮稳定性的验算·····	27
2.1.16	地基土的变形计算值·····	27
2.1.17	压实填土的最大干密度的计算·····	27
2.1.18	滑坡推力的计算·····	28
2.1.19	重力式挡土墙土压力的计算·····	28
2.1.20	挡土墙抗滑移稳定性的验算·····	32
2.1.21	挡土墙抗倾覆稳定性的验算·····	33
2.1.22	岩石锚杆锚固段抗拔承载力的计算·····	33
2.1.23	复合地基最终变形量的计算·····	34
2.1.24	复合地基变形计算深度范围内压缩模量的当量值的计算·····	34
2.1.25	复合土层压缩模量的计算·····	34
2.1.26	等效均布地面荷载的计算·····	34

2.2 数据速查	35
2.2.1 可不作地基变形验算的设计等级为丙级的建筑物范围	35
2.2.2 土的类别对冻结深度的影响系数	36
2.2.3 土的冻胀性对冻结深度的影响系数	36
2.2.4 环境对冻结深度的影响系数	36
2.2.5 地基土的冻胀性分类	37
2.2.6 建筑基础底面下允许冻土层最大厚度	38
2.2.7 不同类别土的地基承载力修正系数	38
2.2.8 承载力系数	39
2.2.9 地基压力扩散角	39
2.2.10 建筑物的地基变形允许值	40
2.2.11 沉降计算经验系数	41
2.2.12 矩形面积上均布荷载作用下角点附加应力	41
2.2.13 矩形面积上均布荷载作用下角点的平均附加应力系数	42
2.2.14 矩形面积上三角形分布荷载作用下的附加应力系数与平均附加 应力系数	44
2.2.15 圆形面积上均布荷载作用下中点的附加应力系数与平均附加应 力系数	47
2.2.16 圆形面积上三角形分布荷载作用下边点的附加应力系数与平均 附加应力系数	48
2.2.17 地基变形计算深度	50
2.2.18 下卧基岩表面允许坡度值	50
2.2.19 刚性下卧层对上覆土层的变形增大系数	50
2.2.20 压实填土地基压实系数控制值	51
2.2.21 压实填土的边坡坡度允许值	51
2.2.22 岩溶发育程度	51
2.2.23 土质边坡坡度允许值	52
2.2.24 土对挡土墙墙背的摩擦角	52
2.2.25 土对挡土墙基底的摩擦系数	52
2.2.26 砂浆与岩石间的黏结强度特征值	53
2.2.27 复合地基沉降计算经验系数	53
2.2.28 房屋沉降缝的宽度	53
2.2.29 相邻建筑物基础间的净距	53
2.2.30 地面荷载换算系数	54
2.2.31 地基附加沉降量允许值	54

3 基础工程	55
3.1 公式速查	56
3.1.1 无筋扩展基础高度的计算	56
3.1.2 钢筋混凝土柱和剪力墙纵向受力钢筋抗震锚固长度的计算	56
3.1.3 柱下独立基础受冲切承载力的计算	57
3.1.4 柱与基础交接处截面受剪承载力的验算	57
3.1.5 柱下矩形独立基础任意截面的底板弯矩设计值的计算	59
3.1.6 高层建筑筏形基础偏心距的计算	60
3.1.7 平板式筏基柱下冲切验算	60
3.1.8 平板式筏基受冲切承载力的计算	63
3.1.9 平板式筏基受剪承载力的计算	64
3.1.10 梁板式筏基底板受冲切承载力的计算	65
3.1.11 梁板式筏基双向底板斜截面受剪承载力的计算	66
3.1.12 锚杆基础中单根锚杆所承受的拔力的计算	66
3.2 数据速查	67
3.2.1 无筋扩展基础台阶宽高比的允许值	67
3.2.2 柱的插入深度	67
3.2.3 基础的杯底厚度和杯壁厚度	68
3.2.4 杯壁构造配筋	68
3.2.5 高杯口基础的杯壁厚度	68
3.2.6 防水混凝土抗渗等级	69
3.2.7 地下室墙与主体结构墙之间的最大间距	69
3.2.8 试桩、锚桩和基准桩之间的中心距离	69
4 桩基础工程	71
4.1 公式速查	72
4.1.1 柱、墙、核心筒群桩中基桩或复合基桩的桩顶作用效应计算	72
4.1.2 桩基竖向承载力的计算	72
4.1.3 单桩竖向承载力特征值的计算	73
4.1.4 考虑承台效应的复合基桩竖向承载力特征值的计算	73
4.1.5 根据单桥探头静力触探资料确定混凝土预制桩单桩竖向极限承载力标准值	74
4.1.6 根据双桥探头静力触探资料确定混凝土预制桩单桩竖向极限承载力标准值	75
4.1.7 根据土的物理指标与承载力参数之间的经验关系确定单桩竖向极限承载力标准值	76

4.1.8	根据土的物理指标与承载力参数之间的经验关系确定大直径单桩 极限承载力标准值	76
4.1.9	根据土的物理指标与承载力参数之间的经验关系确定钢管桩单桩 竖向极限承载力标准值	76
4.1.10	根据土的物理指标与承载力参数之间的经验关系确定敞口预应 力混凝土空心桩单桩竖向极限承载力标准值	77
4.1.11	根据岩石单轴抗压强度确定单桩竖向极限承载力标准值	78
4.1.12	后注浆灌注桩单桩极限承载力标准值的计算	78
4.1.13	软弱下卧层承载力的验算	79
4.1.14	桩侧负摩阻力标准值的计算	80
4.1.15	桩侧负摩阻力引起的下拉荷载的计算	80
4.1.16	承受拔力的桩基抗拔承载力的验算	81
4.1.17	季节性冻土上轻型建筑短桩基础抗冻拔稳定性的验算	82
4.1.18	膨胀土上轻型建筑短桩基础抗拔稳定性的验算	82
4.1.19	用角点法计算桩基任一点最终沉降量	83
4.1.20	矩形桩基中点沉降量计算	84
4.1.21	桩基等效距径比的计算	86
4.1.22	桩基沉降计算深度处附加应力的计算	86
4.1.23	单桩、单排桩、桩中心距大于 6 倍桩径的疏桩基础的沉降计算	86
4.1.24	软土地基减沉复合疏桩基础承台面积和桩数的计算	89
4.1.25	减沉复合疏桩基础中心点沉降量的计算	89
4.1.26	桩身配筋率小于 0.65% 的灌注桩的单桩水平承载力特征值的 计算	90
4.1.27	桩身配筋率不小于 0.65% 的灌注桩的单桩水平承载力特征值 的计算	92
4.1.28	群桩基础的基桩水平承载力特征值的计算	92
4.1.29	钢筋混凝土轴心受压桩正截面受压承载力的计算	94
4.1.30	钢筋混凝土轴心抗拔桩正截面受拉承载力的计算	95
4.1.31	钢筋混凝土轴心抗拔桩的裂缝控制计算	95
4.1.32	桩的最大锤击压应力的计算	95
4.1.33	柱下独立桩基承台正截面弯矩设计值的计算	96
4.1.34	轴心竖向力作用下桩基承台受柱（墙）冲切承载力的计算	97
4.1.35	位于柱（墙）冲切破坏锥体以外的基桩承台受冲切承载力的 计算	99
4.1.36	柱下独立桩基承台斜截面受剪承载力的计算	102

4.1.37	砌体墙下条形承台梁配有箍筋但未配弯起钢筋时斜截面受剪承载力的计算	105
4.1.38	砌体墙下承台梁配有箍筋和弯起钢筋时斜截面受剪承载力的计算	105
4.1.39	柱下条形承台梁配有箍筋但未配弯起钢筋时斜截面受剪承载力的计算	106
4.1.40	基桩引起的附加应力的计算	106
4.2	数据速查	108
4.2.1	承台效应系数	108
4.2.2	桩端阻力修正系数	109
4.2.3	桩的极限侧阻力标准值	109
4.2.4	桩的极限端阻力标准值	110
4.2.5	干作业挖孔桩极限端阻力标准值	111
4.2.6	大直径灌注桩侧阻力尺寸效应系数和端阻力尺寸效应系数	112
4.2.7	桩嵌岩段侧阻和端阻综合系数	112
4.2.8	后注浆侧阻力增强系数和端阻力增强系数	113
4.2.9	土层液化影响折减系数	113
4.2.10	桩端硬持力层压力扩散角	113
4.2.11	桩周土负摩阻力系数	114
4.2.12	自桩顶算起的中性点深度	114
4.2.13	扩底桩破坏表面周长	114
4.2.14	建筑桩基沉降变形允许值	114
4.2.15	桩基沉降计算经验系数	115
4.2.16	桩基等效沉降系数计算参数表 ($s_a/d=2$)	115
4.2.17	桩基等效沉降系数计算参数表 ($s_a/d=3$)	117
4.2.18	桩基等效沉降系数计算参数表 ($s_a/d=4$)	118
4.2.19	桩基等效沉降系数计算参数表 ($s_a/d=5$)	120
4.2.20	桩基等效沉降系数计算参数表 ($s_a/d=6$)	121
4.2.21	桩顶(身)最大弯矩系数和桩顶水平位移系数	122
4.2.22	桩顶约束效应系数	123
4.2.23	地基土水平抗力系数的比例系数值	123
4.2.24	承台底与地基土间的摩擦系数	124
4.2.25	桩身压屈计算长度	124
4.2.26	桩身稳定系数	125
4.2.27	桩身的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值	126

4.2.28	桩身最大锤击拉应力建议值	126
4.2.29	考虑桩径影响, 均布桩端阻力竖向应力影响系数	126
4.2.30	考虑桩径影响, 沿桩身均布侧阻力竖向应力影响系数	139
4.2.31	考虑桩径影响, 沿桩身线性增长侧阻力竖向应力影响系数	151
5	基坑工程	163
5.1	公式速查	164
5.1.1	作用在挡土构件上的分布土反力的计算	164
5.1.2	排桩的土反力计算宽度	166
5.1.3	锚杆和内支撑对挡土结构的作用力的计算	167
5.1.4	悬臂式结构嵌固稳定性的验算	168
5.1.5	单层锚杆和单层支撑支挡式结构的嵌固稳定性的验算	169
5.1.6	支挡式结构整体稳定性的验算	169
5.1.7	支挡式结构坑底隆起稳定性的验算	171
5.1.8	支挡式结构以最下层支点为轴心的圆弧滑动稳定性的验算	172
5.1.9	锚杆极限抗拔承载力的计算	173
5.1.10	锚杆非锚固段长度的计算	173
5.1.11	锚杆杆体受拉承载力的计算	174
5.1.12	前、后排桩间土对桩侧的压力的计算	174
5.1.13	双排桩抗倾覆稳定性的验算	180
5.1.14	土钉墙整体滑动稳定性的验算	181
5.1.15	基坑底面下有软土层的土钉墙隆起稳定性的验算	182
5.1.16	单根土钉的极限抗拔承载力的计算	183
5.1.17	土钉杆体的受拉承载力的计算	184
5.1.18	重力式水泥土墙的滑移稳定性的验算	184
5.1.19	重力式水泥土墙的倾覆稳定性的验算	185
5.1.20	重力式水泥土墙的整体滑动稳定性的验算	185
5.1.21	重力式水泥土墙墙体正截面应力的计算	186
5.1.22	重力式水泥土墙每个格栅内的土体面积的计算	187
5.1.23	落底式帷幕进入下卧隔水层深度的计算	188
5.1.24	基坑地下水位降深的计算	188
5.1.25	降水井单井设计流量的计算	192
5.1.26	降水井单井出水能力的计算	195
5.1.27	降水引起的地层压缩变形量的计算	195
5.2	数据速查	196
5.2.1	锚杆的极限黏结强度标准值	196

5.2.2	锚杆的抗拔承载力检测值	197
5.2.3	土钉的极限黏结强度标准值	197
5.2.4	喷射井点的出水能力	198
6	地基基础抗震设计	199
6.1	公式速查	200
6.1.1	土层的等效剪切波速	200
6.1.2	地基抗震承载力计算	200
6.1.3	天然地基抗震承载力验算	200
6.1.4	不考虑液化影响的判别	201
6.1.5	液化判别标准贯入锤击数临界值	201
6.1.6	液化指数的计算	201
6.1.7	震陷性软土的判别	202
6.1.8	打桩后的标准贯入锤击数的计算	202
6.2	数据速查	202
6.2.1	有利、一般、不利和危险地段的划分	202
6.2.2	土的类别划分和剪切波速范围	203
6.2.3	各类建筑场地的覆盖层厚度	203
6.2.4	发震断裂的最小避让距离	203
6.2.5	局部突出地形地震影响系数的增大幅度	204
6.2.6	地基抗震承载力调整系数	204
6.2.7	液化土特征深度	204
6.2.8	液化判别标准贯入锤击数基准值 N_0	204
6.2.9	液化等级与液化指数的对应关系	205
6.2.10	液化等级和对建筑物的相应危害程度	205
6.2.11	地基抗液化措施	205
6.2.12	基础底面以下非软土层厚度	205
6.2.13	建筑桩基设计等级	206
6.2.14	土层液化影响折减系数	206
	主要参考文献	207

1

土方工程

1.1 公式速查

1.1.1 土的压缩系数的计算

土的压缩性通常用压缩系数来表示，其值由原状土的压缩试验确定。压缩系数按下式计算：

$$a=1000\times\frac{e_1-e_2}{p_1-p_2}$$

式中 a ——土的压缩系数 (MPa^{-1})；

p_1 、 p_2 ——固结压力 (kPa)；

e_1 、 e_2 ——相对于 p_1 、 p_2 时的孔隙比；

1000——单位换算系数。

1.1.2 土的压缩模量的计算

工程上也常用室内试验求压缩模量，作为土的压缩性指标，按下式计算：

$$E_s=\frac{1+e_0}{a}$$

式中 E_s ——土的压缩模量 (MPa)；

e_0 ——土的天然（自重压力下）孔隙比；

a ——从土的自重应力至土的自重加附加应力段的压缩系数 (MPa^{-1})。

1.1.3 土的变形模量的计算

土的变形模量系通过野外荷载试验，得出荷载板底面应力与沉降量的 $p-s$ 曲线（如图 1-1 所示），选取一直线段利用弹性力学公式可反算地基土的变形模量，其计算公式为：

$$E_0=w(1+\nu^2)\frac{p_{cr}b}{s}\times 10^{-3}$$

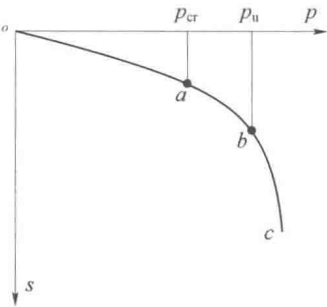


图 1-1 荷载板下应力 p 与沉降量 s 的关系曲线图

式中 E_0 ——地基土的变形模量 (MPa)，见后文的表 1-4；

w ——沉降量系数，刚性正方形荷载板 $w=0.88$ ；刚性圆形荷载板 $w=0.79$ ；

ν ——地基土的泊松比，为有侧胀竖向压缩时土的侧向应变与竖向压缩应变的比值；

p_{cr} —— $p-s$ 曲线直线段终点所对应的应力 (kPa)；

s ——与直线段终点所对应的沉降量 (mm)；

b ——承压板宽度或直径 (mm)。

1.1.4 土的变形模量与压缩模量的关系

土的变形模量 E_0 与压缩模量 E_s 的关系可按弹性理论得出, 即:

$$\begin{aligned}E_0 &= \beta E_s \\E_s &= \frac{E_0}{\beta} \\ \beta &= 1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu^2}\end{aligned}$$

式中 E_0 ——土的变形模量 (MPa), 见表 1-4;

E_s ——土的压缩模量 (MPa);

β ——与土的泊松比有关的系数;

ν ——地基土的泊松比, 为有侧胀竖向压缩时土的侧向应变与竖向压缩应变的比值。

1.1.5 土的可松性计算

土的可松性是指土经过挖掘后, 组织破坏, 体积增加, 以后虽经回填压实, 仍不能恢复成原来的体积的性质。土的可松性根据其开挖后和经过填压实后增加体积分量的不同, 分为最初可松性系数和最后可松性系数, 见表 1-5, 按下式计算:

最初可松性系数 K_1

$$K_1 = \frac{V_2}{V_1}$$

式中 V_1 ——开挖前土在自然状态下的体积 (m^3);

V_2 ——土经开挖后的松散体积 (m^3)。

最后可松性系数 K_2

$$K_2 = \frac{V_3}{V_1}$$

式中 V_1 ——开挖前土在自然状态下的体积 (m^3);

V_3 ——土经回填压实后的体积 (m^3)。

1.1.6 土的压缩性计算

取土回填或移挖作填, 松土经运输、填压以后, 均会压缩, 一般以压缩率表示, 可按下式计算:

$$p = \frac{(\rho - \rho_d)}{\rho_d} \times 100\%$$

式中 p ——土的压缩率 (%);

ρ ——压实后土的干密度 (t/m^3), 注: 1t (吨) = 1000kg;

ρ_d ——原状土的干密度 (t/m^3), 注: 1t (吨) = 1000kg。

1.1.7 土方工程量的计算

根据横截面面积计算土方工程量（如图 1-2 所示）：

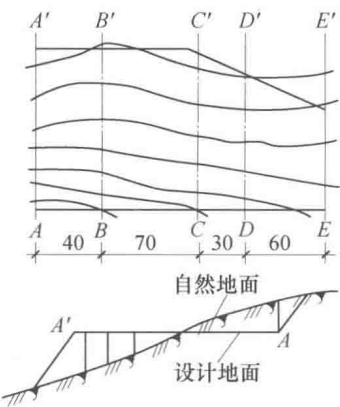


图 1-2 划分横截面示意图

$$V = \frac{(A_1 + A_2)}{2} \times L$$

式中 V ——相邻两截面间土方量 (m^3)；
 A_1 、 A_2 ——相邻两截面的挖方（-）或填方（+）的截面积 (m^2)；
 L ——相邻两截面间的间距 (m)。

1.1.8 边坡三角棱柱体积计算

根据地形图和边坡竖向布置图和现场测绘图，将要计算的边坡划分为多个两种近似的几何形体，如图 1-3 所示，一种为三角棱体（如体积①~③、⑤~⑪）；另一种为三角棱柱体（如体积④）。

边坡三角棱体体积 V 可按下列式计算（例如图 1-3 中的①）：

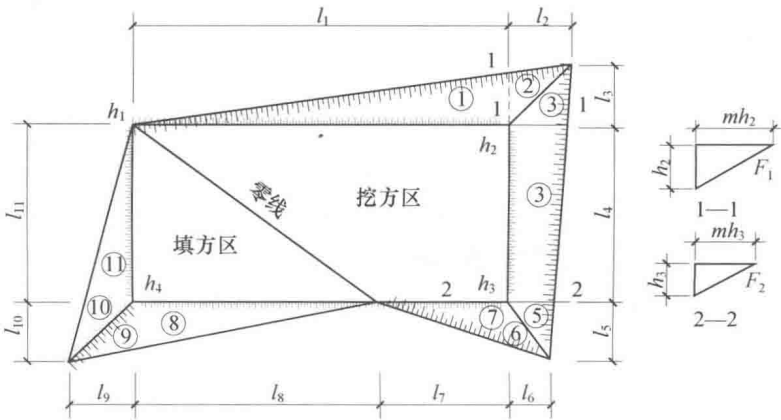


图 1-3 场地边坡计算简图

$$V_1 = \frac{1}{3} F_1 l_1$$

$$F_1 = \frac{h_2 (mh_2)}{2} = \frac{mh_2^2}{2}$$

V_2 、 V_3 、 $V_5 \sim V_{11}$ 计算方法同上

式中 V_2 、 V_3 、 $V_5 \sim V_{11}$ ——边坡①、②、③、⑤~⑪三角棱体体积 (m^3)；

l_1 ——边坡①的边长 (m)；

F_1 ——边坡①的端面积 (m^2)；