

JIANZHU GONGCHENG SHIGONG SUCHA SUSUAN SHOUC



工程施工 速查速算手册

郭晓晖 郝杰忠 杨建军 编

- ★基础数据
- ★先进工艺
- ★应用实例
- ★三位一体



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



建筑工程施工 速查速算手册

郭晓晖 郝杰忠 杨建军 编



机械工业出版社

本书内容包括 14 个方面,即土方与基坑工程、地基处理与桩基工程、模板工程、钢筋工程、混凝土工程、预应力工程、钢结构工程、砌体与墙体工程、吊装工程、防水工程、建筑地面工程、装饰装修工程、防腐蚀工程、冬期施工等,基本涵盖了建筑施工计算的主要应用领域。

本书内容简明实用,图文并茂,可作为建筑施工技术人员、管理人员的工具书,也可用作建筑施工技术培训的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程施工速查速算手册/郭晓晖,郝杰忠,杨建军编. —北京:机械工业出版社,2010.10

ISBN 978-7-111-32038-8

I. ①建… II. ①郭…②郝…③杨… III. ①建筑工程—工程施工—技术手册 IV. ①TU7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 190086 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:边 萌 责任编辑:王丽滨

版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:陈 沛 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·35.5 印张·883 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-32038-8

定价:66.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

面向中国迅速崛起的建筑市场，积极培养优秀的建筑施工技术人员，不断提高技术水平，是面临此良好机遇的重要任务。

21 世纪，随着科学技术的进步，建筑业和建筑技术也在迅速发展，近年来，国家制定并修订了新的建筑施工规范；国内外的建筑新技术、新材料、新产品，不断应用于实际工程中。因此，在建筑施工领域，迫切需要按建筑分项工程分类的详细而简明的工具书，来介绍建筑工程施工工艺、操作技术和工程质量管理方面的知识。

为满足广大建筑工程技术人员需要，我们组织该领域具有丰富教学、研究和实际操作经验的专家、教授以及专业技术人员编写了《建筑工程施工速查速算手册》。本手册贯彻国家及行业现行的施工质量标准、规范和技术操作规程，紧密结合现场实际，突出实用性，文字简练，数据翔实，图文并茂。

本书内容包括 14 个方面，即土方与基坑工程、地基处理与桩基工程、模板工程、钢筋工程、混凝土工程、预应力工程、钢结构工程、砌体与墙体工程、吊装工程、防水工程、建筑地面工程、装饰装修工程、防腐蚀工程、冬期施工等，基本涵盖了建筑施工计算的主要应用领域。

本书由郭晓晖总体策划构思，郝杰忠负责统筹定稿。具体分工为：郭晓晖负责编写第 3 章、第 7 章、第 10 章、第 11 章，郝杰忠负责编写第 2 章、第 4 章、第 5 章、第 12 章、第 14 章。杨建军负责编写第 1 章、第 6 章、第 8 章、第 9 章、第 13 章。李卧东、甘轶、李鹏、刘重庆等同志在结构设计、内容编排、审核校对方面做了大量工作。另外，本书在编写过程中，查阅和检索了许多建筑工程施工方面有关专家的著作以及专业网站的信息、资料，并得到华中科技大学、武汉市城市建设委员会等许多单位和学者的支持和帮助，在此一并表示真诚的感谢。

由于时间仓促，经验水平有限，手册中难免还存在缺点错误，欢迎广大读者和同行批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 土方和基坑工程 1

- 1.1 土的分类、性质及鉴别方法 1
 - 1.1.1 土的分类 1
 - 1.1.2 土的工程性质 2
 - 1.1.3 土的现场鉴别方法 4
- 1.2 场地平整高度和工程量的计算 5
 - 1.2.1 场地平整高度的计算 5
 - 1.2.2 场地平整工程量的计算 7
 - 1.2.3 边坡土方量的计算 9
- 1.3 土方平衡调配的计算 12
- 1.4 土方施工准备工作 16
- 1.5 挖方施工 17
 - 1.5.1 挖方施工要求 17
 - 1.5.2 挖方施工方法 19
 - 1.5.3 挖方机械化 24
- 1.6 填方和压实施工 35
 - 1.6.1 填方施工 35
 - 1.6.2 填土的压实施工 38
- 1.7 土方机械生产率及相关参数的计算 42

第2章 地基处理与桩基工程 46

- 2.1 地基土的性能 46
 - 2.1.1 建筑物地基土的分类 46
 - 2.1.2 地基土的承载力 47
 - 2.1.3 地基变形允许值 52
- 2.2 地基处理的施工 53
 - 2.2.1 换垫法 53
 - 2.2.2 强夯法 56
 - 2.2.3 灰土挤密桩 57
 - 2.2.4 砂桩及砂井 58
 - 2.2.5 堆载预压法 59
 - 2.2.6 土工织物 59
 - 2.2.7 振冲法 60
 - 2.2.8 深层搅拌法 62
 - 2.2.9 喷粉桩 63
 - 2.2.10 高压喷射注浆法 64
- 2.3 桩基础施工 65

- 2.3.1 桩的分类 65

- 2.3.2 预制桩 66

- 2.3.3 灌注桩 68

- 2.3.4 质量要求与验收 73

- 2.3.5 桩的质量检验 74

2.4 浅基础施工 75

- 2.4.1 刚性基础 75

- 2.4.2 扩展基础 78

- 2.4.3 杯形基础 80

- 2.4.4 筏板基础 82

- 2.4.5 箱形基础 84

2.5 沉井施工 87

- 2.5.1 沉井施工要点 87

- 2.5.2 沉井质量检验标准 88

- 2.5.3 降水 89

2.6 地下连续墙施工 90

第3章 模板工程 92

3.1 模板的计算 92

- 3.1.1 模板用量的计算 92

- 3.1.2 组合钢模板 94

- 3.1.3 混凝土对模板的侧压力计算 96

3.2 现浇混凝土模板施工 97

- 3.2.1 支模方法 97

- 3.2.2 组合模板施工工艺 105

- 3.2.3 工具式模板施工工艺 108

3.3 液压滑动模板施工 117

- 3.3.1 施工现场 117

- 3.3.2 施工操作 117

- 3.3.3 常用垂直运输设备 119

3.4 地脚螺栓的锚固 120

- 3.4.1 地脚螺栓锚固施工 120

- 3.4.2 地脚螺栓锚固强度和深度的
计算 120

第4章 钢筋工程 124

4.1 钢筋种类和性能 124

- 4.1.1 热轧钢筋 124

- 4.1.2 余热处理钢筋 125

4.1.3 冷拉钢筋	126	5.1.6 外加剂	189
4.1.4 冷拔钢丝	126	5.1.7 矿物掺合料	190
4.1.5 碳素钢丝、刻痕钢丝	126	5.2 混凝土配合比设计	190
4.1.6 钢绞线	127	5.2.1 普通混凝土配合比设计	191
4.1.7 冷轧带肋钢筋	128	5.2.2 防水混凝土配合比计算	195
4.1.8 冷轧扭钢筋	128	5.3 混凝土的拌制	197
4.2 钢筋配筋构造	129	5.3.1 常用混凝土搅拌机	197
4.2.1 构件配筋的一般规定	129	5.3.2 大型混凝土搅拌站	199
4.2.2 板	132	5.3.3 现场混凝土搅拌站	200
4.2.3 梁	135	5.3.4 混凝土搅拌施工要点	203
4.2.4 柱	140	5.4 混凝土浇筑和养护	205
4.2.5 剪力墙	141	5.4.1 混凝土浇筑	205
4.2.6 深梁	141	5.4.2 混凝土养护	211
4.2.7 基础	142	5.5 泵送混凝土施工	212
4.2.8 抗震配筋	143	5.5.1 泵送混凝土的定义	212
4.2.9 双钢筋	146	5.5.2 泵送混凝土的条件	213
4.2.10 预埋件	146	5.5.3 泵送混凝土的组成	213
4.2.11 吊环	147	5.5.4 配合比设计	214
4.3 钢筋配料与代换	149	5.5.5 泵送混凝土的施工	216
4.3.1 钢筋配料	149	5.6 混凝土强度验收评定	219
4.3.2 钢筋代换	151	5.6.1 混凝土施工中的质量检查	219
4.4 钢筋加工	153	5.6.2 试块制作和强度评定	219
4.4.1 钢筋除锈	153	5.6.3 外观检查及允许偏差	223
4.4.2 钢筋调直	154	第6章 预应力工程	226
4.4.3 钢筋切断	155	6.1 预应力混凝土台座计算	226
4.4.4 钢筋弯曲成形	157	6.1.1 预应力墩式台座计算	226
4.5 钢筋冷加工	160	6.1.2 预应力槽式台座计算	230
4.5.1 钢筋冷拉	160	6.1.3 预应力构架式台座计算	234
4.5.2 钢筋冷拔	163	6.1.4 预应力换埋式台座计算	236
4.6 钢筋机械连接	165	6.1.5 混凝土台面计算	238
4.6.1 钢筋机械连接通用技术	165	6.2 预应力张拉设备选用	240
4.6.2 钢筋套筒挤压连接	167	6.2.1 张拉设备的分类	240
4.6.3 钢筋锥螺纹连接	170	6.2.2 液压千斤顶	241
4.7 钢筋的绑扎与安装	171	6.2.3 电动液压泵	251
4.7.1 钢筋绑扎	171	6.2.4 张拉设备的标定与选用	254
4.7.2 钢筋网与钢筋骨架的安装	176	6.3 预应力钢筋制作	255
第5章 混凝土工程	179	6.3.1 对预应力钢筋的要求	255
5.1 混凝土组成材料	179	6.3.2 预应力钢筋的种类	256
5.1.1 混凝土的分类	179	6.3.3 预应力钢筋的其他形式	257
5.1.2 水泥	179	6.3.4 钢筋的购买存放、冷加工、布置 及构造	258
5.1.3 细骨料——砂	185	6.4 预应力张拉施工	261
5.1.4 粗骨料——石子	187	6.4.1 先张法施工工艺	261
5.1.5 水	189		

6.4.2 后张法施工工艺	262	计算	303
第7章 钢结构工程	266	8.4.4 工程量的计算	304
7.1 钢结构用材料	266	8.4.5 砌体工程预算材料量	307
7.1.1 钢材的品种和性能	266	8.4.6 砌筑砂浆预算材料量	311
7.1.2 常用钢材的化学成分和机械性能	267	8.5 砖墙施工	311
7.2 钢结构制作	268	8.5.1 砌砖前的准备工作	311
7.2.1 钢结构制作的前期工作	268	8.5.2 普通砖基础	312
7.2.2 钢结构制作的加工工序	270	8.5.3 普通砖墙	314
7.3 钢结构安装	277	8.5.4 多孔砖墙	321
7.3.1 钢结构的拼装	277	8.5.5 空心砖墙	323
7.3.2 钢结构件的安装	278	8.5.6 砖墙面勾缝、砖砌体允许偏差	324
7.3.3 钢结构的安装工艺流程	281	8.5.7 砌体工程安全技术	325
7.3.4 钢结构高层建筑的吊装	282	8.6 砌体拱圈施工	326
7.3.5 门式刚架钢结构的安装工艺	283	8.6.1 筒拱	326
7.3.6 大跨度空间网架钢结构的拼装与安装	284	8.6.2 砖薄壳结构	327
第8章 砌体与墙体工程	285	8.6.3 拱壳砖屋盖	328
8.1 砌体工程用材料	285	第9章 吊装工程	330
8.1.1 砌筑用砖	285	9.1 吊装索具设备	330
8.1.2 砌筑用石	293	9.1.1 白棕绳	330
8.1.3 砌筑砂浆	293	9.1.2 钢丝绳	331
8.2 砌体强度计算	294	9.1.3 钢丝绳的插接与连接	333
8.2.1 烧结普通砖和烧结多孔砌体的抗压强度设计	294	9.1.4 绳夹	334
8.2.2 蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖砌体的抗压强度设计	294	9.1.5 卸扣	336
8.2.3 单排孔混凝土和轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计	295	9.1.6 吊钩、吊环、平衡梁与吊耳	337
8.2.4 单排孔混凝土砌块对孔砌筑时灌孔砌体的抗压强度设计	295	9.2 吊装设备选用	339
8.2.5 双排孔或多排孔轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计	295	9.2.1 起重设备主要参数	339
8.2.6 毛石砌体的抗压强度设计	296	9.2.2 起重机具的选择原则	339
8.2.7 毛石砌体的抗压强度设计	296	9.3 柱子吊装	340
8.3 砌筑砂浆配合比计算	297	9.3.1 普通单层混凝土结构吊装	340
8.3.1 水泥砂浆、混合砂浆配合比计算	297	9.3.2 普通多层和高层混凝土结构吊装	350
8.3.2 粉煤灰砂浆配合比计算	299	9.4 梁、板吊装	355
8.4 砌体用料计算	301	9.4.1 梁的吊装	355
8.4.1 砖及砂浆用量计算	301	9.4.2 板的吊装	358
8.4.2 砂浆材料用量计算	302	9.5 屋架吊装	360
8.4.3 砌墙实体积用砖量和砂浆用量		9.5.1 绑扎	360
		9.5.2 翻身	361
		9.5.3 起吊	363
		9.5.4 临时固定、校正、最后固定	364
		第10章 防水工程	366
		10.1 刚性防水层施工	366
		10.1.1 刚性防水屋面	366
		10.1.2 刚性防水屋面防裂控制计算	368

10.2 柔性防水层施工	371	12.2.4 防盗门	427
10.2.1 卷材防水	371	12.3 玻璃工程	429
10.2.2 涂膜防水屋面	377	12.3.1 玻璃的裁割与加工	429
10.3 地下防水工程施工	381	12.3.2 玻璃的安装	430
10.3.1 防水混凝土防水施工	381	12.4 隔断工程	438
10.3.2 水泥砂浆防水层施工	384	12.4.1 水泥制品花格隔断	438
10.3.3 地下工程卷材防水	386	12.4.2 木隔断	441
10.3.4 涂料防水	387	12.4.3 玻璃隔断	444
第11章 建筑地面工程	388	12.4.4 悬吊移动式隔断	444
11.1 地面垫层施工	388	12.5 饰面板工程	445
11.1.1 灰土垫层	388	12.5.1 施工准备	445
11.1.2 砂垫层和砂石垫层	389	12.5.2 饰面板的安装	447
11.1.3 碎石垫层和碎砖垫层	389	12.5.3 大理石饰面板安装	448
11.1.4 三合土垫层	390	12.5.4 花岗石饰面板安装	451
11.1.5 炉渣垫层	390	12.6 涂料工程	452
11.1.6 水泥混凝土垫层	391	12.6.1 涂料工程的基本要求	452
11.2 找平层施工	392	12.6.2 基层的表面处理	453
11.2.1 水泥砂浆和水泥混凝土找 平层	392	12.6.3 建筑涂料施工	457
11.2.2 沥青砂浆和沥青混凝土找 平层	394	12.7 裱糊工程	463
11.3 防潮层施工	395	12.7.1 裱糊工程主要工序及一般 要求	463
11.4 面层施工	396	12.7.2 壁纸裱糊工艺	465
11.4.1 水泥砂浆面层	396	12.7.3 墙布裱糊工艺	468
11.4.2 水泥混凝土面层	397	12.7.4 人造革、锦缎软包墙面	469
11.4.3 水磨石面层	398	12.7.5 成品保护及质量要求	469
11.4.4 防油渗面层	400	12.7.6 用料概算	470
11.4.5 水泥钢(铁)屑面层	401	第13章 防腐蚀工程	471
11.4.6 不发火(防爆)面层	402	13.1 基层处理	471
11.4.7 沥青砂浆和沥青混凝土面层	403	13.2 沥青类防腐蚀材料施工	471
11.4.8 砖面层	404	13.2.1 施工准备	471
11.4.9 塑料地板面层	405	13.2.2 材料参考配合比及配制工艺	472
11.4.10 大理石面层和花岗石面层	407	13.2.3 施工要点	473
第12章 装饰装修工程	409	13.2.4 质量要求及检验	475
12.1 抹灰工程	409	13.3 水玻璃类防腐蚀材料施工	475
12.1.1 施工准备及基层处理要求	409	13.3.1 施工准备	475
12.1.2 一般抹灰施工要点	410	13.3.2 施工规定及要点	476
12.1.3 装饰抹灰施工要点	413	13.3.3 质量要求及检验	478
12.1.4 抹灰工程用料参考	416	13.4 硫磺类防腐蚀材料施工	479
12.2 门窗工程	417	13.5 树脂胶泥和玻璃钢防腐蚀工程	480
12.2.1 普通木门窗	417	13.5.1 一般规定	480
12.2.2 钢木大门和钢门窗	420	13.5.2 原材料及制成品的质量要求	481
12.2.3 铝合金门窗	423	13.5.3 树脂胶泥及玻璃钢胶料的配 制	482

13.5.4 树脂胶泥铺砌块材及勾缝	485	14.1.4 冻土开挖与回填	499
13.5.5 玻璃钢的施工	485	14.2 砖石工程冬期施工	500
13.6 块材铺砌防腐蚀施工	486	14.2.1 冬期施工的要求	500
13.6.1 施工准备	487	14.2.2 外加剂法砌筑工程冬期施工	506
13.6.2 施工要点及质量检验	487	14.2.3 冻结法施工	511
13.6.3 常见缺陷及防治方法	488	14.2.4 毛石基础冬期施工	520
13.7 常用防腐蚀涂料施工	489	14.3 混凝土及钢筋混凝土工程冬期 施工	520
13.7.1 施工准备	489	14.3.1 混凝土冬期施工	520
13.7.2 配制及施工	490	14.3.2 钢筋在负温下的应用	541
第14章 冬期施工	496	14.4 抹灰工程冬期施工	554
14.1 土方工程冬期施工	496	14.4.1 抹灰工程冬期施工要求	554
14.1.1 土方工程冬期施工一般规定及 防冻措施	496	14.4.2 暖法抹灰施工	554
14.1.2 土的冻结深度及防冻保温厚度 计算	496	14.4.3 冷作抹灰施工	555
14.1.3 冻土融化	497	14.4.4 装饰抹灰冷作施工	558
		参考文献	560

第 1 章 土方和基坑工程

1.1 土的分类、性质及鉴别方法

1.1.1 土的分类

1. 土的基本分类

土的基本分类，见表 1-1。

表 1-1 土的基本分类

岩石分类	岩石类别	强度/MPa	代 表 性 岩 石			
	硬质岩石	≥30	花岗岩、花岗片麻岩、闪长岩，玄武岩、石灰岩、石英砂岩、石英岩、硅质砾岩等			
	软质岩石	<30	页岩、黏土岩、绿泥石片岩、云母片岩等			
碎石土分类	土的名称	颗粒形状			颗 粒 级 配	
	漂 石 块 石	圆形及亚圆形为主棱角形为主			粒径大于 200mm 的颗粒超过总质量 50%	
	卵 石 碎 石	圆形及亚圆形为主棱角形为主			粒径大于 20mm 的颗粒超过总质量 50%	
	圆 砾 角 砾	圆形及亚圆形为主棱角形为主			粒径大于 2mm 的颗粒超过总质量 50%	
砂土的分类	土的名称	颗 粒 级 配				
	砾 砂	粒径大于 2mm 的颗粒占总质量 25% ~ 50%				
	粗 砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒超过总质量 50%				
	中 砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒超过总质量 50%				
	细 砂	粒径大于 0.074mm 的颗粒超过总质量 85%				
	粉 砂	粒径大于 0.074mm 的颗粒不超过总质量 50%				
	注：砂土的主要性能指标是密实度，是根据试验锤击数 N 确定，松散 $N \leq 10$ ，稍密 $10 < N \leq 15$ ，中密 $10 < N \leq 30$ ，密实 $N > 30$					
黏性土分类	按塑性指数 I_p 分类	黏 土		粉质黏土		粉 土
		$I_p > 17$		$10 < I_p \leq 17$		$I_p \leq 10$
	按液性指数 I_L 分类	坚 硬	硬 塑	可 塑	软 塑	流 塑
		$I_L \leq 0$	$0 < I_L \leq 0.25$	$0.25 < I_L \leq 0.75$	$0.75 < I_L \leq 1$	$I_L > 1$

2. 土的工程分类

土的工程分类，见表 1-2。

表 1-2 土的工程分类

土的分类	土的级别	土 的 名 称	密度 / (t/m^3)	坚实系数 f	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	I	砂土、粉土、冲积砂土层、疏松的 种植土、淤泥	0.6~1.5	0.5~0.6	用锹、锄头挖掘，少 许用脚蹬
二类土 (普通土)	II	粉质黏土，潮湿的黄土；夹有碎石、 卵石的砂，粉土混卵（碎）石，种植 土、填土	1.1~1.6	0.6~0.8	用锹、锄头挖掘，少 许用镐翻松
三类土 (坚土)	III	软及中等密实黏土；重粉质黏土、 砾石土；干黄土、含有碎石卵石的黄 土、粉质黏土；压实的填土	1.75~1.9	0.8~1.0	主要用镐，少许用 锹、锄头挖掘，部分用 撬棍
四类土 (砂砾坚土)	IV	坚硬密实的黏性土或黄土；含碎石 卵石的中等密实的黏性土或黄土；粗 卵石；天然级配砂石；软泥灰岩	1.9	1.0~1.5	整个先用镐、撬棍， 后用锹挖掘，部分用楔 子及大锤
五类土 (软石)	V~VI	硬质黏土；中密的页岩、泥灰岩、 白垩土，胶结不紧的砾岩；软石灰及 贝壳石灰石	1.1~2.7	1.5~4.0	用镐或撬棍、大锤挖 掘，部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	VII~IX	泥岩、砂岩、砾岩；坚实的页岩、 泥灰岩，密实的石灰岩，风化花岗岩、 片麻岩及正长岩	2.2~2.9	4.0~10.0	用爆破方法开挖，部 分用风镐
七类土 (坚石)	X~XIII	大理石；辉绿岩；玢岩；粗、中粒 花岗岩；坚实的白云岩、砂岩、砾岩、 片麻岩、石灰岩；微风化安山岩；玄 武岩	2.5~3.1	10.0~18.0	用爆破方法开挖
八类土 (特坚土)	XIV~XVI	安山岩；玄武岩，花岗片麻岩；坚 实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、 辉长岩、辉绿岩、玢岩、角闪岩	2.7~3.3	18.0~25.0 以上	用爆破方法开挖

注：1. 土的级别为相当于一般 16 级土石分类级别。

2. 坚实系数 f 为相当于普氏岩石强度系数。

1.1.2 土的工程性质

1. 土的可松性

土的可松性是土经过挖掘以后，组织破坏、体积增加的性质，以后虽经回填压实，仍不能恢复成原来的体积。土的可松性程度一般以可松性系数表示，参考值见表 1-3。

表 1-3 各种土的可松性系数参考值

土的类别	体积增加百分率 (%)		可松性系数	
	最初	最终	K_p	K'_p
一类 (种植土除外) 土	8 ~ 17	1 ~ 2.5	1.08 ~ 1.17	1.01 ~ 1.03
一类 (植物性土、泥炭) 土	20 ~ 30	3 ~ 4	1.20 ~ 1.30	1.03 ~ 1.04
二类土	14 ~ 28	1.5 ~ 5	1.14 ~ 1.28	1.02 ~ 1.05
三类土	24 ~ 30	4 ~ 7	1.24 ~ 1.30	1.04 ~ 1.07
四类 (泥灰岩、蛋白石除外) 土	26 ~ 32	6 ~ 9	1.26 ~ 1.32	1.06 ~ 1.09
四类 (泥灰岩、蛋白石) 土	33 ~ 37	11 ~ 15	1.33 ~ 1.37	1.11 ~ 1.15
五 ~ 七类土	30 ~ 45	10 ~ 20	1.30 ~ 1.45	1.10 ~ 1.20
八类土	45 ~ 50	20 ~ 30	1.45 ~ 1.50	1.20 ~ 1.30

注: 最初体积增加百分率 $= \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100\%$

最后体积增加百分率 $= \frac{V_3 - V_1}{V_1} \times 100\%$

式中 K_p ——最初可松性系数, $K_p = V_2/V_1$;

K'_p ——最后可松性系数, $K'_p = V_3/V_1$;

V_1 ——开挖前土的自然体积 (m^3);

V_2 ——开挖后土的松散体积 (m^3);

V_3 ——运到填方处压实后的体积 (m^3)。

2. 土的压缩性

在土方工程中, 取土回填或移挖作填, 松土经运输、填压以后, 均会压缩。土的压缩性一般以土的压缩率 P 表示, 参考值见表 1-4。

表 1-4 土的压缩率 P 的参考值

土的类别	土的名称	土的压缩率 P (%)	每 m^3 松散土压实后的体积/ m^3
一 ~ 二类土	种植土	20	0.80
	一般土	10	0.90
	砂土	5	0.95
三类土	天然湿度土	12 ~ 17	0.85
	一般土	5	0.95
	干燥坚实黄土	5 ~ 7	0.94

注: 1. 土的压缩率 P 一般可按填方断面增加 10% ~ 20% 的方数考虑。

2. 土的压缩率 P (%) 亦可用下列公式计算, 即

$$\text{土的压缩率 } P = (\rho - \rho_d) / \rho_d \times 100\%$$

式中 ρ ——土压实后的干密度 (t/m^3);

ρ_d ——原状土的干密度 (t/m^3)。

3. 土的休止角

土的休止角是指在某一状态下的土体可以稳定的坡度。各种土的休止角见表 1-5。

表 1-5 各种土的休止角

土的名称	干的		湿润的		潮湿的	
	坡度/°	高度与底宽比	坡度/°	高度与底宽比	坡度/°	高度与底宽比
砾石	40	1:1.25	40	1:1.25	35	1:1.50
卵石	35	1:1.50	45	1:1.00	25	1:2.75
粗砂	30	1:1.75	35	1:1.50	27	1:2.00
中砂	28	1:2.00	35	1:1.50	25	1:2.25
细砂	25	1:2.25	30	1:1.75	20	1:2.75
重黏土	45	1:1.00	35	1:1.50	15	1:3.75
粉质黏土、轻黏土	50	1:1.75	40	1:1.25	30	1:1.75
粉土	40	1:1.25	30	1:1.75	20	1:2.75
腐殖土	40	1:1.25	35	1:1.50	25	1:2.25
填方土	35	1:1.50	45	1:1.00	27	1:2.00

1.1.3 土的现场鉴别方法

各类土的现场鉴别方法，见表 1-6。

表 1-6 各类土的现场鉴别方法

方 法 1						
碎石土与砂土的现场鉴别方法	类别	土的名称	观察颗粒粗细	干燥时的状态及强度	湿润时用手拍击状态	粘着程度
	碎石土	卵（碎）石	50% 以上的颗粒超过 20mm	颗粒完全分散	表面无变化	无粘着感觉
		圆（角）砾	50% 以上的颗粒超过 2mm （小高粱粒大小）	颗粒完全分散	表面无变化	无粘着感觉
	砂土	砾砂	约 20% 以上的颗粒超过 2mm （小高粱粒大小）	颗粒完全分散	表面无变化	无粘着感觉
		粗砂	约有 50% 以上的颗粒超过 0.5mm （细小米粒大小）	颗粒完全分散但有个别胶结一起	表面无变化	无粘着感觉
		中砂	约有 50% 以上的颗粒超过 0.25mm （白菜籽粒大小）	颗粒基本分散，局部胶结，但一碰即散	表面偶有水印	无粘着感觉
		细砂	大部分颗粒与粗豆米粉（>0.074mm）近似	颗粒大部分分散，少量胶结，部分稍加碰撞即散	表面有水印（翻浆）	偶有轻微粘着感觉
		粉砂	大部分颗粒与大、小米粉近似	颗粒少部分分散，大部分胶结，稍加压力可分散	表面有显著的翻浆现象	有轻微粘着感觉
	黏性土的现场鉴别方法	类别	湿润时用刀切	湿土用手捻摸时的感觉	土的状态	
					干土	湿土
	黏土	切面光滑，有粘刀阻力	有滑腻感，感觉不到有砂粒，水分较大，很粘手	土块坚硬，用锤才能打碎	易粘着物体，干燥后不易剥离	
					塑性大，能搓成直径小于 0.5mm 的长条（长度不短于手掌），手持一端不易断裂	

(续)

方 法 1

黏性土的现场鉴别方法	类别	湿润时 用刀切	湿土用手捻摸 时的感觉	土的状态		湿土搓条情况
				干土	湿土	
	粉质黏土	稍有光滑面，切面平整	稍有滑腻感，有粘滞感，感觉到有少量砂粘着	土块用力可压碎	能粘着物体，干燥后较易剥离	有塑性，能搓成直径为2~3mm的土条
	粉土	无光滑面，切面稍粗糙	有轻微粘滞感或无粘滞感，感觉到有砂粒较多、粗糙	土块用手捏或抛扔时易碎	不易粘着物体，干燥后一碰就掉	塑性小，能搓成直径为2~3mm的短条
	砂土	无光滑面，切面稍粗糙	无粘滞感，感觉到全是砂粒、粗糙	松散	不能粘着物体	无塑性，不能搓成土条

方 法 2

人工填土、淤泥、黄土、泥炭的现场鉴别方法	土的名称	观察颜色	夹杂物质	形状（构造）	浸入水中的现象	湿土搓条情况	干燥后的强度
	人工填土	无固定颜色	砖瓦碎块、垃圾、炉灰等	夹杂物显露于外，构造无规律	大部分变为稀软淤泥，其余部分为碎瓦、炉渣，在水中单独出现	一般能搓成3mm的土条，但易断，遇有杂质甚多时，就不能搓条	干燥后部分杂质脱落，故无定形，稍微施加压力即打破碎
	淤泥	灰黑色、有臭味	池沼中有半腐朽的细小动植物遗体，如草根、小螺壳等	夹杂物经仔细观察可以发觉，构造常呈层状，但有时不明显	外观无显著变化，在水面出现气泡	一般淤泥质土接近于粉土，故能搓成3mm土条（长至少30mm），容易断裂	干燥后体积显著收缩，强度不大，锤击时呈粉末状，用手指能捻碎
	黄土	黄褐两色的混合色	有白色粉末出现在纹理之中	夹杂物质常清晰可见，构造上有垂直大孔（肉眼可见）	即行崩散而分成散的颗粒集团，在水面上出现很多白色液体	搓条情况与正常的粉质黏土类似	一般黄土相当于粉质黏土，干燥后的强度很高，手指不易捻碎
	泥炭（腐殖土）	深灰或黑色	有半腐朽的动植物遗体，其含量超过60%	夹杂物有时可见，构造无规律	极易崩碎，变为稀软淤泥，其余部分为植物根、动物残体渣滓悬浮于水中	一般能搓成1~3mm土条，但残渣甚多时，仅能搓成3mm以上土条	干燥后大量收缩，部分杂质脱落，故有时无定形

1.2 场地平整高度和工程量的计算

1.2.1 场地平整高度的计算

场地平整高度的计算，见表 1-7。

表 1-7 场地平整高度的计算

项目	计 算 公 式	符 号 含 义
场地挖填平衡标高	如图 1-1a 所示, 将场地地形划分为方格网, 每个方格的角点标高一般可根据地形图上相邻两等高线的标高, 用插入法求得; 当无地形图时, 也可在现场打设木桩定好方格网, 然后用仪器直接测出 根据场地平整要求, 场地内的土方在平整前和平整后基本相等, 即达到挖填土方量平衡。设达到挖填土方平衡的场地设计标高为 H_0, 如图 1-1b 所示, 则由挖填平衡条件, H_0 值可由下式求得 $H_0 N a^2 = \sum_{i=1}^N \left(a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right)$ $H_0 = \frac{\sum_{i=1}^N H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4N}$ 则上式可改写成下列形式 $H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4N} \quad (1-1)$	a——方格网边长 (m); N——方格数 (个); $H_{11}, \dots, H_{22}$——任一方格的四个角点的标高 (m); H_1——1 个方格共有的角点标高 (m); H_2——2 个方格共有的角点标高 (m); H_3——3 个方格共有的角点标高 (m); H_4——4 个方格共有的角点标高 (m); l——该点至 H_0 的距离 (m); i——x 方向或 y 方向的排水坡度; l_x——该点在 x 方向上距场地中心线的距离 (m); l_y——该点在 y 方向上距场地中心线的距离 (m); i_x——x 方向的排水坡度 (不小于 2‰); i_y——y 方向的排水坡度 (不小于 2‰); $\pm$——该点的高度比 H_0 高则取 “+” 号, 反之取 “-” 号
考虑设计标高的调整值	式 (1-1) 计算的 H_0 为一理论数值, 实际尚需考虑: (1) 土的可松性 (2) 设计标高以下各种填方工程用上量, 或设计标高以上的各种挖方工程量 (3) 边坡填挖土方量不等 (4) 部分挖方就近弃土于场外或部分填方就近从场外取土等因素 考虑这些因素所引起的挖填土方量的变化后, 适当提高或降低设计标高	
考虑排水坡度后的标高	H_0 为理论数值 (即场地表面将处于同一个水平面), 可作为施工时粗略确定场地平整的标高, 实际场地均有排水坡度, 如场地面积较大, 有 2‰ 以上排水坡度, 尚应考虑坡度对设计标高的影响, 则场地内任一点实际施工时所采用的设计标高 H_n 可由下式求得, 即 单向排水时 $H_n = H_0 + l_i \quad (1-2)$ 双向排水时 $H_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-3)$	

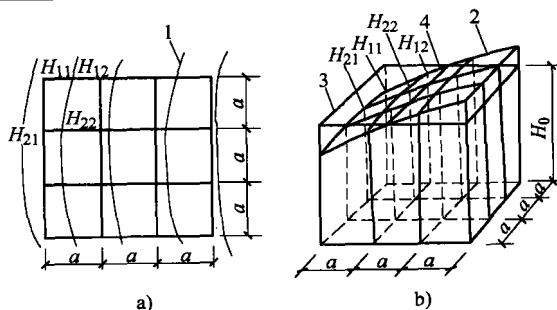


图 1-1 场地设计标高计算简图

a) 地形图上划分方格 b) 设计标高示意图

1—等高线 2—自然地坪 3—设计标高平面 4—自然地面与设计标高平面的交线 (零线)

1.2.2 场地平整工程量的计算

1. 横截面积法

横截面计算步骤及方法，见表1-8。

表1-8 横截面计算步骤及方法

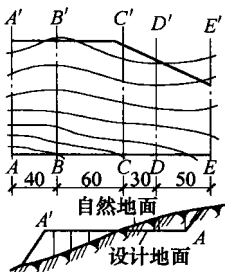
画横截面示意图	计算步骤与方法	适用范围
	(1) 划分横截面 根据地形图、竖向布置图或现场测绘值，将要计算的场地划分为若干个横截面 AA'，BB'，CC'，……，使截面尽量垂直等高线或建筑物边长；截面间距可不等，一般取10m或20m，但最大不大于100m (2) 划横截面 按比例绘制每个横截面的自然地面和设计地面的轮廓线。自然地面轮廓线与设计地面轮廓线之间的面积即为挖方或填方的截面 (3) 计算横截面面积 按表1-9的常用横截面面积计算公式，计算每个截面的挖方或填方截面面积 (4) 计算土方工程量 根据横截面面积计算土方工程量，计算式为 $V = \frac{A_1 + A_2}{2} \times s$ 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)； s——相邻两截面间的间距 (m) (5) 土方量汇总 按表1-10 格式汇总全部土方工程量，并乘以可松性系数 (见表1-3)	适用于地形起伏变化较大，自然地面复杂的地区；或者挖深度较大、截面又不规则的地区 计算方法较为简单方便，但精度较低

表1-9 常用横截面面积计算公式

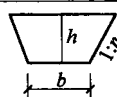
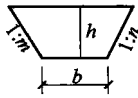
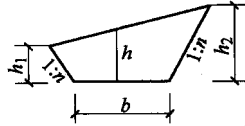
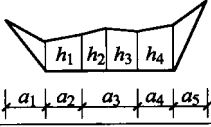
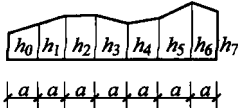
序号	横 截 面 图 示	截面积计算公式
1		$F = h (b + nh)$
2		$F = h \left[b + \frac{h(m+n)}{2} \right]$
3		$F = b \frac{h_1 + h_2}{2} + nh_1h_2$
4		$F = h_1 \frac{a_1 + a_2}{2} + h_2 \frac{a_2 + a_3}{2} + h_3 \frac{a_3 + a_4}{2} + h_4 \frac{a_4 + a_5}{2}$
5		$F = \frac{a}{2} (h_0 + 2h + h_n)$ $h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$

表 1-10 土方量汇总表

截面	填方面积 /m ²	挖方面积 /m ²	截面间距 /m	填方体积 /m ³	挖方体积 /m ³
A-A'					
B-B'					
C-C'					
合 计					

2. 方格网法

方格网土方量计算步骤与方法, 见表 1-11。

表 1-11 方格网土方量计算步骤与方法

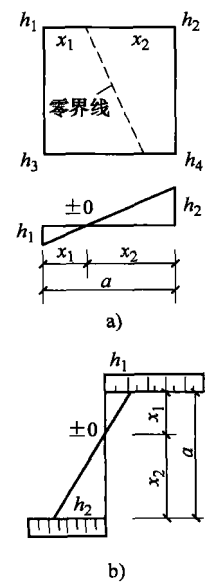
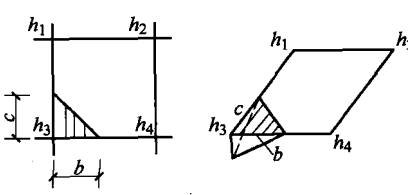
图示	计算步骤与方法	适用范围
 a) b)	(1) 划分方格网 根据已有地形图 (比例尺一般为 1:500) 将欲计算场地划分成若干个方格网, 尽量与测量的纵、横坐标网对应, 方格一般为 20m×20m 或 40m×40m, 将相应设计标高和自然地面标高分别标注在方格网的右上角和右下角。将自然地面标高与设计地面标高的差值, 即各角点的施工高度 (挖方或填方), 填在方格网的左上角, 挖方为 (+), 填方为 (-) (2) 计算零点位置 在一个方格网内同时有填方或挖方时, 应先算出方格网边上的零点的位置, 并标注于方格网上, 连接零点即得到填方区与挖方区的分界线 (即零线)。零点的位置如图 a 所示, 并按下式计算, $x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \times a \quad x_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} \times a$ 式中 x_1、x_2——角点至零点的距离 (m); h_1、h_2——相邻两角点的施工高度 (m), 均用绝对值表示; a——方格网的边长 (m) 为省略计算, 亦可采用图解法直接求出零点位置, 如图 b 所示, 方法是用尺量出并在各角上标出相应比例, 用尺相接, 与方格的相交点即为零点位置。这种方法可避免计算或查表出现的错误 (3) 计算土方工程量 按照方格网底面积图形和表 1-12 所列常用方格网体积计算公式计算每个方格内的挖方量或填方量 (4) 计算土方总量 分别将挖方区和填方区所有方格计算值汇总, 即得到该建筑场地挖方区和填方区的总土方量	适用于地形较平缓或台阶宽度较大的地段 计算方法较为复杂, 但作为平整场地土方量计算, 精度较高

表 1-12 常用方格网体积计算公式

项目名称	图 示	计 算 公 式
一点填方或挖方 (三角形)		$V = \frac{1}{2}bc \frac{\sum h}{3} = \frac{bch_3}{6}$ 当 $b=c=a$ 时, $V = \frac{a^2 h_3}{6}$