

21
世纪

21世纪高职高专系列教材

建筑施工

中国机械工业教育协会 组编



机械工业出版社
China Machine Press

21 世纪高职高专系列教材

建 筑 施 工

中国机械工业教育协会 组编

主 编	北京海淀走读大学	徐占发
副主编	山东省苍山城乡规划建设设计院	李士民
参 编	山东日照职业技术学院	陈剑锋
	中国人民大学	陈贵民
	北京语言文化大学	周善利
	黑龙江佳木斯建筑设计院	杨 军
	北京海淀走读大学	董晓丽



机 械 工 业 出 版 社

本书是根据高等职业技术教育建筑工程专业及相关专业的建筑施工课程教学要求编写的。全书共 14 章, 内容包括: 土石方工程、深基础工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、脚手架工程、砌筑工程、结构安装工程、防水工程、建筑装饰工程、施工组织概论、流水施工、网络计划技术、单位工程施工组织设计和施工组织总设计等, 同时还介绍了深基坑支护与开挖、大直径扩底灌注桩基础、逆做法施工技术新型模板、特殊混凝土施工、新型脚手架、钢网架吊装、中小型砌块砌筑工程以及玻璃幕墙等新技术、新工艺。

书中完整、全面地介绍了建筑施工的常规做法和最新工艺, 给出了大量图表和完整的工程实例, 便于读者自学和应用, 并附有复习、思考题以利于教学。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、职工大学、业余大学、夜大学、函授与电大、成人教育学院等大专层次的土建类建筑施工、建筑施工技术、建筑施工组织等课程的教材, 也可作为广大自学者及工程技术与管理人员自学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工/中国机械工业教育协会组编. —北京: 机械工业出版社, 2001. 7

21 世纪高职高专系列教材

ISBN 7-111-08437-3

I. 建... II. 中... III. 建筑工程-工程施工-高等学校: 技术学校-教材 N. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 038120 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王英杰 版式设计: 冉晓华 责任校对: 李秋荣

封面设计: 姚毅 责任印制: 路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·29.25 印张·1 插页·729 千字

0 001—4 000 册

定价: 42.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

21 世纪高职高专系列教材编委会名单

编委会主任 中国机械工业教育协会 郝广发

编委会副主任 (单位按笔画排)

山东工程学院 仪垂杰
大连理工大学 唐志宏
天津大学 周志刚
甘肃工业大学 路文江
江苏理工大学 杨继昌
成都航空职业技术学院 陈玉华

机械工业出版社 陈瑞藻 (常务)
沈阳工业大学 李荣德
河北工业大学 檀润华
武汉船舶职业技术学院 郭江平
金华职业技术学院 余党军

编委会委员 (单位按笔画排)

广东白云职业技术学院 谢瀚华
山东省职业技术教育师资培训中心 邹培明
上海电机技术高等专科学校 徐余法
天津中德职业技术学院 李大卫
天津理工学院职业技术学院 沙洪均
日照职业技术学院 李连业
北方交通大学职业技术学院 佟立本
辽宁工学院职业技术学院 李居参
包头职业技术学院 郑刚
北京科技大学职业技术学院 马德青
北京建设职工大学 常莲
北京海淀走读大学 成运花
江苏理工大学 吴向阳
合肥联合大学 杨久志

同济大学 孙章
机械工业出版社 李超群 余茂祚 (常务)
沈阳建筑工程学院 王宝金
佳木斯大学职业技术学院 王跃国
河北工业大学 范顺成
哈尔滨理工大学工业技术学院 线恒录
洛阳大学 吴锐
洛阳工学院职业技术学院 李德顺
南昌大学 肖玉梅
厦门大学 朱立秒
湖北工学院高等职业技术学院 吴振彪
彭城职业大学 陈嘉莉
燕山大学 刘德有

序

1999年6月中共中央国务院召开第三次全国教育工作会议,作出了“关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定”的重大决策,强调教育在综合国力的形成中处于基础地位,坚持实施科教兴国的战略。决定中明确提出要大力发展高等职业教育,培养一大批具有必备的理论知识和较强的实践能力,适应生产、建设、管理、服务第一线急需的高等技术应用性专门人才。为此,教育部召开了关于加强高职高专教学工作会议,进一步明确了高职高专是以培养技术应用性专门人才为根本任务;以适应社会需要为目标;以培养技术应用能力为主线设计学生的知识、能力、素质结构和培养方案;以“应用”为主旨和特征来构建课程和教学内容体系;高职高专的专业设置要体现地区、行业经济和社会发展的需要,即用人的需求;教材可以“一纲多本”,形成有特色的高职高专教材系列。

“教书育人,教材先行”,教育离不开教材。为了贯彻中共中央国务院以及教育部关于高职高专人才培养目标及教材建设的总体要求,中国机械工业教育协会、机械工业出版社组织全国部分有高职高专教学经验的职业技术学院、普通高等学校编写了这套《21世纪高职高专系列教材》。教材首批80余本(书目附书后)已陆续出版发行。

本套教材是根据高中毕业3年制(总学时1600~1800)、兼顾2年制(总学时1100~1200)的高职高专教学计划需要编写的。在内容上突出了基础理论知识的应用和实践能力的培养。基础理论课以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点;专业课加强了针对性和实用性,强化了实践教学。为了扩大使用面,在内容的取舍上也考虑到电大、职大、业大、函大等教育的教学、自学需要。

每类专业的教材在内容安排和体系上是有机联系、相互衔接的,但每本教材又有各自的独立性。因此各地区院校可根据自己的教学特点进行选择使用。

为了提高质量,真正编写出有显著特色的21世纪高职高专系列教材,组织编写队伍时,采取专门办高职的院校与办高职的普通高等院校相互协作编写并交叉审稿,以便实践教学和理论教学能相互渗透。

机械工业出版社是我国成立最早、规模最大的科技出版社之一,在教材编辑出版方面有雄厚的实力和丰富的经验,出版了一大批适用于全国研究生、大学本科、专科、中专、职工培训等各种层次的成套系列教材,在国内享有很高的声誉。我们相信这套教材也一定能成为具有我国特色的、适合21世纪高职高专教育特点的系列教材。

中国机械工业教育协会

前 言

建筑施工包含建筑施工技术和建筑施工组织两部分,它是建筑工程专业的一门主要专业课程,主要研究和讲述建筑工程中各主要工种的施工工艺、技术、方法和机械设备,以及编制建筑施工组织设计的原理、方法与应用。

本书作为“高职高专”教材及建筑工程部门工程技术与管理人士的参考书,力求简明、适用,既讲述常规施工做法,又介绍最新的技术知识。书中给出了大量图表,并选取完整的工程实例,以便于实际应用和参考。

本书以建筑工程专业教学计划、教学大纲和国家新颁布的规范、规程为依据编写而成,主要讲述了土石方工程、深基础工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、脚手架工程、砌筑工程、结构安装工程、防水工程、建筑装饰工程、施工组织概论、流水施工、网络计划技术、单位工程施工组织设计和施工组织总设计等内容,同时也介绍深基坑支护与开挖、大直径扩底灌注桩基础、逆做法施工技术、钢框胶合板模板、滑模、爬模、泵送混凝土、水下混凝土、大体积混凝土、喷射混凝土、无粘结预应力、整体预应力结构、碗扣式脚手架、外挂脚手架、升降式脚手架、悬挑式脚手架、中小型砌块砌筑工程、钢网架吊装、玻璃幕墙施工以及网络计划技术等新工艺、新材料和新方法。

本书体系完整、内容齐全、叙述简练,语言流畅,图文并茂,通俗易懂,以培养学生实践能力和动手能力为特点,除作为高职高专院校建筑工程专业教材外,也可作为工程建设技术与管理人员业务学习的参考书。

参加本书编写的人员及分工:第1章 徐占发,第2章 陈剑锋、董晓丽,第3章 李士民、徐占发,第4、6、11章 徐占发,第5章 杨军,第7章 陈贵民、徐占发,第8、9章 陈剑锋、徐占发,第10章 周善利,第12章 陈贵民,第13、14章 徐占发、李士民、陈贵民。全书由徐占发任主编,李士民任副主编。在此,谨对在本教材编写过程中曾给予大力支持,帮助的有关单位和个人,参考的已正式发表的有关文献、书籍和资料的作者,表示衷心感谢!

由于编写人员的水平有限,时间仓促,有不妥之处望读者予以指正。

编 者

目 录

序 前言

第1章 土石方工程	1
1.1 土(岩)的分类与工程性质	1
1.1.1 土的分类与开挖方法	1
1.1.2 土的工程性质	1
1.2 场地平整	4
1.2.1 场地平整的施工顺序	4
1.2.2 场地设计标高的确定	4
1.2.3 场地平整土方量的计算	8
1.2.4 土方调配	14
1.3 土方工程的机械化施工	17
1.3.1 推土机施工	17
1.3.2 铲运机施工	18
1.3.3 单斗挖土机施工	20
1.3.4 填筑与压实	21
1.4 基坑(槽)土方开挖准备与 降排水	24
1.4.1 定位放线	24
1.4.2 基坑排水与降水	25
1.4.3 轻型井点系统设计计算示例	33
1.5 基坑边坡与坑壁支护	35
1.5.1 基坑边坡	35
1.5.2 基坑边坡稳定分析	36
1.5.3 基坑(槽)支撑	38
1.5.4 流砂的发生与防治	47
1.5.5 地基局部处理	48
1.6 爆破工程	49
1.6.1 爆破基本原理	49
1.6.2 炸药及炸药量计算	50
1.6.3 爆破方法	51
1.6.4 起爆方法	52
1.6.5 爆破安全措施	53
复习思考题	53

第2章 深基础工程	55
2.1 预制桩基础施工	56
2.1.1 预制桩的制作、运输和堆放	56
2.1.2 混凝土预制桩的沉桩	57
2.2 混凝土灌注桩施工	63
2.2.1 混凝土灌注桩的施工规定	63
2.2.2 泥浆护壁成孔灌注桩	66
2.3 大直径扩底灌注桩基础	70
2.3.1 桩孔扩底常用方法	70
2.3.2 人工挖孔施工	71
2.4 桩基础工程的施工质量、安全和 环境保护问题	72
2.4.1 桩基础工程的施工质量问题	72
2.4.2 桩基础工程安全技术	73
2.4.3 桩基础工程对环境的影响及 防护措施	74
2.5 其它几种深基础工程施工	74
2.5.1 地下连续墙施工	74
2.5.2 沉井与沉箱基础施工	76
2.5.3 多层地下建筑结构的逆做法 施工技术	76
复习思考题	78
第3章 混凝土结构工程	80
3.1 钢筋工程	80
3.1.1 钢筋的分类与性能	80
3.1.2 钢筋的检验	82
3.1.3 钢筋的冷拉与冷拔	82
3.1.4 钢筋的联接	87
3.1.5 钢筋的配料	92
3.1.6 钢筋的代换	96
3.1.7 钢筋的施工工序与验收	97
3.2 模板工程	99
3.2.1 模板构造	99
3.2.2 组合钢模板	100

3.2.3 胶合板模板与支撑	102	5.2 多立杆式外脚手架	172
3.2.4 大模板	104	5.2.1 基本组成和一般构造	172
3.2.5 液压滑升模板	105	5.2.2 承力结构	173
3.2.6 其它模板	110	5.2.3 支撑体系	176
3.2.7 模板安装	112	5.2.4 联墙拉结构件	178
3.2.8 模板拆除	112	5.2.5 脚手架的基底	179
3.2.9 模板设计	113	5.2.6 安全防护设施	179
3.3 混凝土工程	119	5.2.7 节点构造	180
3.3.1 混凝土的制备	119	5.2.8 碗扣式脚手架的特点	181
3.3.2 混凝土的运输	122	5.3 几种新型的脚手架	183
3.3.3 混凝土的浇筑	124	5.3.1 悬挑式脚手架	183
3.3.4 混凝土的养护	130	5.3.2 外挂脚手架	184
3.3.5 混凝土的质量检查	131	5.3.3 吊篮	184
3.4 混凝土的冬期施工	132	5.3.4 升降式外脚手架	184
3.4.1 混凝土冬期施工的原理	132	5.3.5 里脚手架	184
3.4.2 混凝土冬期施工的方法	132	5.4 扣件式钢管脚手架的计算	185
3.5 混凝土结构工程的安全技术	138	5.4.1 荷载	185
复习思考题	138	5.4.2 结构计算	185
第4章 预应力混凝土工程	140	复习思考题	189
4.1 先张法施工	140	第6章 砌筑工程	190
4.1.1 施工设备与张拉工具	140	6.1 砌体材料	190
4.1.2 先张法施工工艺	144	6.1.1 块体	190
4.2 后张法施工	148	6.1.2 砂浆	191
4.2.1 锚具与张拉机械	148	6.2 砖砌体施工	191
4.2.2 预应力钢筋制作	152	6.2.1 砖墙砌筑施工工艺	191
4.2.3 后张法施工工艺	155	6.2.2 砖墙砌筑的基本要求	192
4.3 无粘结预应力混凝土施工	161	6.3 中型砌块砌体的施工	194
4.3.1 无粘结预应力筋制作	161	6.3.1 砌块的规格和排列	194
4.3.2 无粘结预应力筋的布置及构造 要求	163	6.3.2 砌块砌体施工	195
4.3.3 无粘结预应力混凝土结构 施工	164	6.3.3 砌块砌体质量检查	195
4.4 整体预应力结构施工	166	6.4 小型空心砌块砌体施工	198
4.4.1 整体预应力框架结构	166	6.4.1 组砌形式	198
4.4.2 整体预应力板柱结构	167	6.4.2 一般构造要求	198
4.5 预应力混凝土工程的质量与 安全技术	169	6.4.3 砌块砌体施工	199
复习思考题	170	6.4.4 混凝土芯柱施工	200
第5章 脚手架工程	172	6.5 石材砌体施工	201
5.1 脚手架工程的基本要求	172	6.5.1 毛石基础施工	201
		6.5.2 石墙施工	201
		6.5.3 石砌体的质量标准	201
		6.6 砌筑工程冬期施工	202
		6.6.1 材料及质量要求	202

6.6.2 掺盐砂浆法	204	7.8 结构安装工程质量与安全	
6.6.3 冻结法	204	技术	266
6.7 砌筑工程的垂直运输	206	7.8.1 混凝土结构安装工程质量	266
6.8 砌筑工程的安全技术	208	7.8.2 钢结构安装工程质量	267
复习思考题	209	7.8.3 结构安装工程安全技术	268
第7章 结构安装工程	210	复习思考题	269
7.1 起重机械	210	第8章 防水工程	271
7.1.1 履带式起重机	210	8.1 防水材料	271
7.1.2 汽车式起重机	213	8.1.1 防水卷材	271
7.1.3 轮胎起重机	213	8.1.2 防水涂料	274
7.1.4 塔式起重机	214	8.1.3 建筑密封材料	274
7.1.5 桅杆式起重机	218	8.1.4 防水剂	275
7.2 索具与锚碇	219	8.2 屋面防水工程	275
7.2.1 卷扬机	219	8.2.1 卷材防水屋面施工	275
7.2.2 滑轮组	219	8.2.2 涂膜防水屋面施工	278
7.2.3 钢丝绳	220	8.2.3 刚性防水屋面施工	279
7.2.4 吊具	222	8.2.4 屋面接缝密封防水施工	280
7.2.5 锚碇	223	8.3 地下防水工程	281
7.3 单层工业厂房结构安装	223	8.3.1 防水混凝土工程施工	282
7.3.1 构件的弹线与编号	224	8.3.2 地下卷材防水层施工	286
7.3.2 构件安装工艺	224	8.3.3 涂膜防水工程施工	287
7.3.3 结构安装方案	230	8.4 卫生间防水工程施工	289
7.3.4 单层工业厂房吊装实例	236	8.4.1 卫生间管道安装工程施工	289
7.4 多层装配式框架结构安装	239	8.4.2 卫生间地面防水层施工	289
7.4.1 起重机械的选择与布置	240	8.4.3 卫生器具的安装	289
7.4.2 构件的平面布置和堆放	241	8.5 防水工程施工质量与安全	
7.4.3 结构吊装方法与吊装顺序	242	措施	289
7.4.4 构件吊装工艺	245	8.5.1 屋面防水工程施工质量	
7.5 装配式墙板结构安装	247	与安全措施	289
7.5.1 墙板制作、运输和堆放	247	8.5.2 地下防水工程施工质量	
7.5.2 墙板吊装方法和吊装顺序	248	与安全措施	290
7.5.3 墙板吊装工艺	249	复习思考题	290
7.5.4 板缝处理	250	第9章 建筑装饰工程	291
7.6 升板法施工	251	9.1 抹灰工程	291
7.6.1 升板法施工的施工顺序	251	9.1.1 抹灰工程的分类与组成	291
7.6.2 提升设备	251	9.1.2 一般抹灰施工	292
7.6.3 升板法施工工艺	253	9.1.3 装饰抹灰施工	295
7.7 钢结构安装	259	9.2 饰面工程	297
7.7.1 钢结构制作	259	9.2.1 石饰面板施工	297
7.7.2 钢结构单层厂房安装	261	9.2.2 金属饰面板施工	299
7.7.3 钢网架安装	263		

9.2.3 木质饰面板施工	300	组织方式	328
9.2.4 玻璃幕墙施工	300	11.1.2 流水施工的技术经济效益 分析	328
9.2.5 釉面砖镶贴施工	303	11.1.3 流水施工参数	329
9.2.6 陶瓷锦砖和玻璃锦砖施工	303	11.2 节奏流水施工	334
9.2.7 饰面工程的质量要求	304	11.2.1 固定节拍流水施工	334
9.3 涂料工程及裱糊工程	304	11.2.2 成倍节拍流水施工	335
9.3.1 油漆工程施工	305	11.3 异节拍流水施工组织方式	337
9.3.2 刷浆工程施工	306	11.4 建设工程流水施工的 合理组织	339
9.3.3 复层建筑涂料(喷塑)工程 施工	307	11.4.1 合理组织流水施工的程序	339
9.3.4 涂料工程的质量要求和 安全技术	307	11.4.2 单位工程综合流水施工组织	339
9.3.5 裱糊工程施工	308	11.4.3 同类建筑群体工程大流水 施工组织	340
9.4 吊顶、隔墙和门窗工程	310	11.4.4 线形工程流水施工	343
9.4.1 吊顶工程施工	310	复习思考题	345
9.4.2 隔墙工程施工	312	第12章 网络计划技术	347
9.4.3 隔断工程施工	312	12.1 概述	347
9.4.4 门窗工程施工	314	12.1.1 网络计划技术的概念	347
复习思考题	317	12.1.2 网络计划的分类	347
第10章 施工组织概论	319	12.1.3 网络计划方法的特点	348
10.1 建筑产品及其施工的特点	319	12.1.4 网络计划技术的发展和在建筑 企业中的应用	348
10.1.1 建筑产品的特点	319	12.1.5 网络计划技术应用于项目计划 管理中的一般程序	349
10.1.2 建筑产品生产的特点	319	12.2 双代号网络计划	349
10.1.3 建筑生产施工组织的内容 和任务	319	12.2.1 双代号网络图的组成	349
10.2 基本建设项目与程序	320	12.2.2 双代号网络图的绘制方法	350
10.2.1 基本建设项目	320	12.2.3 建筑工程施工进度网络计划 的排列方法	355
10.2.2 基本建设程序	320	12.2.4 网络图的绘制步骤	355
10.3 施工组织设计的资料调查	322	12.3 双代号网络计划时间参数	358
10.3.1 自然条件资料	322	12.3.1 时间参数符号与标注规定	358
10.3.2 技术经济条件资料	323	12.3.2 双代号网络计划时间参数 的计算	358
10.4 施工组织设计概述	324	12.3.3 关键工作及关键线路的确定	362
10.4.1 施工组织设计的作用和任务	324	12.4 双代号时间坐标网络计划	367
10.4.2 施工组织设计的分类和内容	325	12.4.1 双代号时间坐标网络计划的 概念与特点	367
10.4.3 编制施工组织设计的依据 和原则	326	12.4.2 时标网络计划的基本符号和 绘图规定	367
复习思考题	327		
第11章 流水施工	328		
11.1 流水施工的基本概念	328		
11.1.1 建筑施工生产的三种作业			

12.4.3 绘制方法	367	13.6.4 季节性施工的措施	410
12.4.4 关键线路和时间参数的确定 ..	368	13.6.5 防止环境污染的措施	410
12.5 单代号网络图	370	13.7 技术经济指标	410
12.5.1 单代号网络图的基本要素	370	13.8 单位工程施工组织设计	
12.5.2 单代号网络图的绘制方法	370	实例	411
12.5.3 单代号网络图时间参数的计算	372	13.8.1 工程概况	411
12.5.4 单代号搭接网络图	376	13.8.2 施工部署	411
12.6 网络计划优化	380	13.8.3 主要项目施工方法	412
12.6.1 工期优化	380	13.8.4 施工进度计划	415
12.6.2 资源优化	381	13.8.5 施工准备	415
12.6.3 费用优化	389	13.8.6 劳动力及主要机具计划	417
复习思考题	393	13.8.7 施工平面布置	418
第13章 单位工程施工组织设计	396	13.8.8 各项技术与管理措施	419
13.1 工程概况的编制	397	复习思考题	420
13.2 施工方案的编制	397	第14章 施工组织总设计	421
13.2.1 确定施工展开程序及起 点流向	397	14.1 施工部署和施工方案	421
13.2.2 划分施工段	398	14.2 施工总进度计划	422
13.2.3 施工方法与施工机械的选择 ..	399	14.2.1 施工总进度计划的编制方法 ..	422
13.2.4 确定施工顺序	400	14.2.2 编制施工准备工作计划和施工 资源总需要量计划	424
13.3 施工进度计划的编制	401	14.3 全场性暂设工程	424
13.3.1 划分施工项目	402	14.3.1 临时加工厂	425
13.3.2 计算工程量	402	14.3.2 临时仓库	425
13.3.3 计算劳动量及机械台班量	402	14.3.3 临时房屋	427
13.3.4 确定施工项目的延续时间	403	14.3.4 工地临时供水	428
13.3.5 绘制施工进度计划图表	403	14.3.5 工地临时供电	433
13.4 施工准备工作计划和资源 计划的编制	404	14.3.6 工地临时道路	434
13.4.1 施工准备工作计划	404	14.3.7 工地临时作业棚	436
13.4.2 资源需要量计划	405	14.3.8 现场临时设施的防火防爆及交 通安全距离	437
13.5 单位工程施工平面图设计	406	14.4 施工总平面图	437
13.5.1 设计内容	406	14.4.1 施工总平面图的主要内容	437
13.5.2 设计依据	406	14.4.2 施工总平面图的设计依据	438
13.5.3 设计原则	407	14.4.3 施工总平面图的设计要求	438
13.5.4 施工组织设计的步骤与要求 ..	407	14.4.4 施工总平面图的设计方法	438
13.6 技术与组织措施的制定	409	14.5 施工组织总设计实例	440
13.6.1 保证质量的措施	409	14.5.1 工程概况	440
13.6.2 安全施工的措施	409	14.5.2 施工部署	441
13.6.3 降低成本的措施	409	14.5.3 施工准备工作	442
		14.5.4 施工总平面布置	444
		14.5.5 主要项目施工方法	444

14.5.6 冬雨期施工措施	448
14.5.7 机具、设备计划	449
14.5.8 劳动组织	449

14.5.9 质量、安全、节约技术措施 ...	450
复习思考题	452
参考文献	453

第1章 土石方工程

土石方工程是建筑工程施工中的主要分部工程之一，它包括土石方的开挖、运输、填筑与弃土、平整与压实等主要施工过程以及施工场地清理、测量放线，施工排水、降水和土壁支护等准备工作和辅助工程。在建筑工程中，常见的土石方工程有场地平整、基坑（槽）开挖、地下室及管沟开挖与回填，人防工程及地下建筑的土石方开挖、地坪填土与碾压，路基及护坡填筑及各种回填土等。

土石方工程的工程量大、工期长、劳动强度大、施工范围广，故应尽量采用施工新技术和机械化施工。土石方工程施工条件复杂，露天、地下作业多，受气候、水文、地质条件影响大。因此，组织施工前，应详细分析与核实各项技术资料，进行现场调查并结合现有施工条件，制定合理的施工方案，编制好施工组织设计，以指导土石方工程的施工。

1.1 土（岩）的分类与工程性质

1.1.1 土的分类与开挖方法

土的种类繁多，作为建筑物地基的土可分为岩石、碎石土、砂土、粉土、粘性土和特殊土（如淤泥、泥炭、人工填土等）。岩石可分为硬质与软质以及微风化、中风化、强风化、全风化和残积土；碎石土分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾碎石；砂土分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂以及密实、中密、稍密和松散砂土；粘性土可分为粘土、粉质粘土以及坚硬、硬塑、可塑、软塑和流塑等粘性土。

在建筑施工中，按照开挖的难易程度，岩土的工程分类为八类，见表 1-1，表中一～四类为土类，五～八类为岩石类。各类岩土的现场开挖方法及工具也可参考此表。

1.1.2 土的工程性质

1.1.2.1 土的密度及密实度

1. 土的天然密度 土的天然密度（ ρ ）是指土在天然状态下单位体积的重量，即 $\rho = m/V$ ， m 为土的总重量， V 为土的天然体积，单位为 g/cm^3 或 t/m^3 。一般粘性土的天然密度约 $1.8 \sim 2.0 \text{t}/\text{m}^3$ ，砂土的密度约为 $1.6 \text{t}/\text{m}^3 \sim 2.0 \text{t}/\text{m}^3$ 。密度是选择运土汽车，计算载重量折算体积的参数。

2. 土的干密度 ρ_d 土的干密度是指单位体积中，固体颗粒的重量，即 $\rho_d = m_s/V$ ， m_s 为土中固体颗粒的重量， V 为土的天然体积，单位为 g/cm^3 或 t/m^3 。土的干密度愈大，则土愈密实，它可作为填土压实重量的控制指标。一般粘性土的最大干密度 $\rho_{d\max}$ 为 $1.58 \sim 1.95 \text{g}/\text{cm}^3$ ，砂性土的为 $1.80 \sim 2.08 \text{g}/\text{cm}^3$ 。

3. 土的密实度 土的密实度为 $D_y = \rho_d / \rho_{d\max}$ 。在土方工程中，回填松土经运输、填压以后，均会压缩，其压缩程度，一般以密实度 D_y 表示，它也是衡量回填土施工质量的重要指标。松散土经压实后体积减小的性质，影响填土的土方量，在核实填土工程量时，一般应按填方实际体积增加 $10\% \sim 20\%$ 方数考虑。

1.1.2.2 土的可松性

表 1-1 土的工程分类

土的分类	土的级别	土的名称	开挖方法及工具
一类土 (松软土)	I	砂;亚砂土;冲积砂土层;种植土泥炭(淤泥)	用锹、锄头挖掘
二类土 (普通土)	II	亚粘土;潮湿的黄土;夹有碎石、卵石的砂;种植土、填筑土及亚砂土	用锹、锄头挖掘;少许用镐翻松
三类土 (坚土)	III	软及中等密实粘土;重亚粘土;干黄土及含碎石、卵石的黄土;亚粘土;压实的填筑土	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	重粘土及含碎石、卵石的粘土;粗卵石;密实的黄土;天然级配砂石;软泥炭岩及蛋白石	先用镐、撬棍,然后用锹挖掘,部分用楔子及大锤
五类土 (软石)	V ~ VI	硬石炭纪粘土;中等密实的页岩、泥灰岩;白垩土;胶结不紧的砾岩;软的石灰岩	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	泥灰岩;砂岩;砾岩;坚实的页岩、泥炭岩、密实的石灰岩;风化花岗岩、片麻岩	用爆破方法开挖,部分用镐
七类土 (坚石)	X ~ XIII	大理岩;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;风化痕迹的安山岩、玄武岩	用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	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	用爆破方法开挖

土的可松性是指天然土经开挖后,其体积因松散而增加,回填后虽经振动夯实,仍不能恢复原状的特性。土的可松性程度可用可松性系数 K 表示,即

$$K_s = V_2 / V_1 \quad (1-1)$$

$$K'_s = V_3 / V_1 \quad (1-2)$$

式中 K_s ——最初可松性系数;

K'_s ——最终可松性系数;

V_1 ——土在天然状态下的体积 (m^3);

V_2 ——土经开挖后的松散体积 (m^3);

V_3 ——土经回填压实后的体积 (m^3)。

可松性对土方量的平衡调配、确定场地的设计标高、计算运土机具的数量、土方机械的生产率及弃土坑的容积、填方所需的挖方体积等均有很大影响。各类土的可松性系数参考数值见表 1-2。

1.1.2.3 土的休止角

土的休止角(安息角)是指在某一状态下的土体可以稳定存在的坡度,即保持边坡稳定时的边坡与地面的夹角。土壁在满足休止角时基本能保持稳定。否则应采取护坡措施。土石方大坝等水工建筑物,常采用休止角作为坡度角。

1.1.2.4 土的含水量

土的含水量(w)是指土中水的重量与固体颗粒重量之比,以百分数表示,即

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-3)$$

表 1-2 各类土的可松性系数参考数值

土的类别	K_s	K'_s
一类土	1.08~1.17	1.01~1.03
二类土	1.14~1.24	1.02~1.05
三类土	1.24~1.30	1.04~1.07
四类土	1.26~1.45	1.06~1.20
五类土	1.30~1.50	1.10~1.30
六类土	1.45~1.50	1.28~1.30

式中 m_w ——土中水的重量；

m_s ——土中固体颗粒经温度为 105℃ 烘干后的重量。

一般土的干湿程度，用含水量表示。含水量在 5% 以下的称为干土；在 5%~30% 之间的称为潮湿土；大于 30% 的称为湿土。土的含水量对土方工程施工有较大影响，当含水量超过 25% 时，机械施工困难；当超过 20% 时，运土汽车打滑或陷车；含水量过大，回填土产生橡皮土，无法夯实；含水量对边坡稳定也有直接影响。因此，当开挖含水量过大的土方时，应采取排水措施；回填土时，应取最佳含水量范围内的填土。所谓最佳含水量是指不同种类的回填土，用同样的机具夯实后可达到最大密实度的含水量范围。

1.1.2.5 土的渗透性

土的渗透性是指土体具有可渗透水的性能，一般以渗透系数 K 作为衡量土的透水性能的指标。渗透系数表示水在单位时间内穿透土层的能力，单位为 m/d。土的渗透系数可通过室内透水试验和现场注水、抽水试验来测定。也可参考表 1-3。

表 1-3 土的渗透系数参考表

土的名称	渗透系数/(m/d)	土的名称	渗透系数/(m/d)
粘土	<0.005	中砂	5.00~20.00
粉质粘土	0.005~0.1	均质中砂	35~50
粉土	0.1~0.5	粗砂	20~50
黄土	0.25~0.5	圆砾石	50~100
粉砂	0.5~1	卵石	100~500
细砂	1~5		

地下水在土中的渗流速度，一般可按达西定律计算：

$$v=KI \quad (1-4)$$

式中 v ——渗透水流的速度 (m/d)；

K ——渗透系数 (m/d)；

I ——水力梯度， $I=(H_1-H_2)/L$ ；

H_1 ——A 点水头高度；

H_2 ——B 点水头高度；

L ——A、B 两点的水平距离。

当渗水通过土体的过水断面为 W 时，其渗透流量 Q (单位为 m^3/d) 为：

$$Q=KIW$$

(1-5)

1.2 场地平整

建筑工程施工前, 首先应进行施工准备工作, 即达到“三通一平”。“一平”就是指场地平整, 在施工区域内, 对原有地形、地物进行拆迁清除、削高填洼, 改造成设计要求的场地形状。场地平整工作, 主要有确定场地的设计标高, 计算施工高度、挖填方工程量, 确定挖填区土方调配, 选择土方施工机械, 拟定施工方案。

1.2.1 场地平整的施工顺序

场地平整的施工顺序有三种方法可供选择。

(1) 先平全场, 后挖基坑。该法的特点是工作面开扩, 工种干扰少, 便于大型土方机械展开, 但工期较长。适用于场地高差较大, 填挖土方量很大的情况。

(2) 先挖基坑(槽), 后平场地。该法的特点是减少重复填挖量, 工程进度快, 适用于地形平坦、填方量大的场地。

(3) 边平场地, 边挖基坑。该法的特点是边进料、边平整、边开挖分区进行施工, 适用于工程紧的工程。

1.2.2 场地设计标高的确定

1.2.2.1 确定标高的原则和方法

场地设计标高是进行场地平整和土方量计算的依据, 合理选择场地设计标高, 对减少土方量、提高施工速度具有重要意义。选择设计标高时, 应考虑以下因素: 满足生产工艺和运输条件的要求; 场地内的挖方、填方应尽可能达到相互平衡, 以降低运费; 满足场区排水要求, 有一定泄水坡度; 要考虑最高洪水位的影响。

场地设计标高的确定属全局规划问题, 应由设计单位、甲乙双方以及有关部门协商解决。当场地设计标高无设计文件特定要求时, 可按场区内“挖填土方量平衡法”经计算确定, 并可达到土方量最少, 费用低, 造价合理的效果。

1.2.2.2 初步计算场地设计标高

(1) 划分方格网 在地形图上划分方格网, 方格的边长为 a , a 的取值依地形复杂程度和计算精度要求由高至低分别为 10m、20m、30m、50m, 一般取 $a=20\text{m}$ 。场地设计标高计算简图如图 1-1 所示。

(2) 标注各方格角点的地面自然标高 方格网应尽量与测量的纵横坐标网或施工坐标网重合。在每个方格的左下角标注地面的自然标高, 其值可据地形图上两相邻等高线的标高, 由插入法求得或实地测量求得。

(3) 初步确定场地设计标高 H_0 。按挖填方平衡确定设计标高 H_0 , 即

$$H_0 = \frac{\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 4\Sigma H_4}{4n} \quad (1-6)$$

式中 H_1 ——属于一个方格仅有的角点标高;

H_2 ——属于两个方格共有的角点标高;

H_3 ——属于三个方格共有的角点标高;

H_4 ——属于四个方格共有的角点标高;

n ——方格网数。

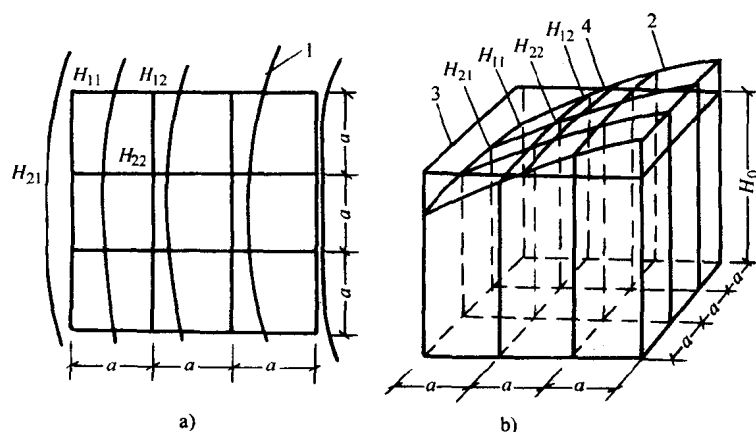


图 1-1 场地设计标高计算简图

a) 地形图上划分方格网 b) 设计标高示意图

1—等高线 2—自然地面 3—设计标高平面 4—自然地面与设计标高平面交线（零零线）

1.2.2.3 场地设计标高的调整

H_0 为一理论值，尚应根据实际情况予以调整，适当提高或降低设计标高，如图 1-2 所示。

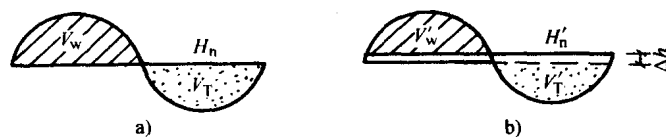


图 1-2 设计标高调整计算示意图

a) 理论设计标高 b) 调整设计标高

V_w —总挖方体积 V_T —总填方体积

1. 考虑土的可松性对设计标高 H_0 的影响 因土具有可松性，挖方土由密实变为松散，体积增加，造成填土多余，应提高设计标高。设 Δh_1 为土的设计标高增加值， Δh_1 可按下式计算

$$\Delta h_1 = \frac{V_w (K'_s - 1)}{A_T + A_w K'_s} \quad (1-7)$$

式中 V_w ——总挖方的体积；

K'_s ——最后可松性系数；

A_w 、 A_T ——总挖方、总填方的面积。

考虑土的可松性后，设计标高调整为

$$H'_0 = H_0 + \Delta h_1$$

2. 考虑借土或弃土的影响 经过经济比较将部分挖方就近弃于场外称弃土；将部分填方就近从场外取土称借土。借土或弃土会导致理论设计标高的降低或提高。设计标高相应的增减值为 $\pm \Delta h_2$ ，可按下式计算

$$\Delta h_2 = \frac{\sum Q_i}{na^2} \quad (1-8)$$