

新世纪土木工程高级应用型人才培养系列教材



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

土木工程 施工工艺

TUMUGONGCHENG
SHIGONG GONGYI

俞国凤 主编

同济大学出版社

TUMUGONGCHENG SHIGONG GONGYI

新世纪土木工程高级应用型人才培养系列教材



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

TU7/54

2007

土木工程 施工工艺

TUMUGONGCHENG
SHIGONG GONGYI

俞国凤 主编

同济大学出版社

TUMUGONGCHENG SHIGONG GONGYI

内 容 提 要

本书较为系统地介绍了土木工程相关分部分项工程的施工方法、施工原理和工艺流程,主要包括土方工程、地基处理与加固工程、桩基础工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、砌筑工程、脚手架工程、结构吊装工程、防水工程、钢结构工程和装饰工程。

本书作为新世纪土木工程高级应用型人才培养系列教材之一,是土木工程施工学科专业课程的基础课,全书力求理论联系实际,反映当前土木工程先进的施工工艺,通过工程实例,可加强读者的工程概念,加深理解其施工工艺,从而培养和提高读者的综合应用能力。本书编写符合新版的土木工程设计、施工规范、规程和标准的要求。

在每章前与章末设有该章内容提要、学习要求与复习思考题,符合教学特点和读者自学的需要。本书可作为高等院校(包括高等职业学校)土木工程专业的全日制、函授等教学的教材,也可作为从事相关从业人员的培训教材、自学参考书和业务指导书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工工艺/俞国凤主编. —上海:同济大学出版社,2007.12

(新世纪土木工程高级应用型人才培养系列教材)

ISBN 978-7-5608-3638-6

I. 土… II. 俞… III. 土木工程—工程施工—教材
IV. TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 180293 号

新世纪土木工程应用人才培养教材

土木工程施工工艺

主 编 俞国凤

责任编辑 杨宁霞 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 20.25

印 数 1—3100

字 数 505000

版 次 2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-3638-6/TU·755

定 价 32.00 元

总 序

本系列教材是针对土木工程高级应用型人才培养的需要而编写的。作者由同济大学土木工程专业知名教授及其有关兄弟院校的资深教师担任。

为了使本教材符合土木类应用型人才培养的要求,既有较高的质量,又有鲜明的特色,我们组织编写人员认真学习了国家教育部的有关文件,在对部分院校和用人单位进行长达一年调研的基础上,拟定了丛书的编写指导思想,讨论确定了各分册的主要编写内容及相互之间的知识点衔接问题。之后,又多次组织召开了研讨会,最后按照土木类应用型人才培养计划与课程设置要求,针对培养对象适应未来职业发展应具备的知识和能力结构等要求,确定了每本书的编写思路及编写提纲。

本系列教材具有以下特点:

1. 编写指导思想以培养技术应用能力为主

本系列教材改变了传统教材过于注重知识的传授,及学科体系严密性而忽视社会对应用型人才培养要求和学生的实际状况的做法,理论的阐述以“必需、够用”为原则,侧重结论的定性分析及其在实践中的应用。例如,专业基础课与工程实践密切结合,突出针对性;专业课教材内容满足工程实际的需要,主要介绍工程中必要的、重要的工艺、技术及相关的管理知识和现行规范。

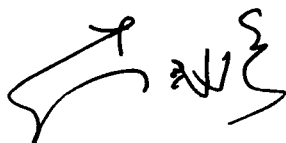
2. 精选培养对象终身发展所需的知识结构

除了介绍高级应用型人才应掌握的基础知识及现有成熟的、在实践中广泛应用的技术外,还适当介绍了土木工程领域的新知识、新材料、新技术、新设备及发展新趋势,给予学生一定的可持续学习和能力发展的基础,使学生能够适应未来技术进步的需要。另外,兼顾到学生今后职业生涯发展的需要,教材在内容上还增加了有关建造师、项目经理、技术员、监理工程师、预算员等注册考试及职业资格考试所需的基础知识。

3. 编写严谨规范,语言通俗易懂

本系列教材根据我国土木工程最新设计与施工规范、规程、标准等编写,体现了当前我国和国际上土木工程施工技术与管理水平,内容精炼、叙述严谨。另外,针对学生的群体水平,采取循序渐进的编写思路,深入浅出,图文并茂,文字表达通俗易懂。

本系列教材在编写中得到许多兄弟院校的大力支持与方方面面专家的悉心指导和帮助,在此表示衷心感谢。教材编写的不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。



2005 年 5 月

前 言

土木工程施工工艺是土木工程专业的一门专业基础课程,是为培养 21 世纪我国社会主义现代化建设需要的,具备综合职业能力的,直接在工程技术与管理第一线工作的高级应用型人才系列的教材之一。本书是在土木工程专业调整与课程体系改革的基础上,根据土木工程人才培养目标及课程教学要求组织编写的。

土木工程施工工艺研究土木工程施工中各主要工种工程的施工方法、施工原理和工艺流程。本书涉及面广、实践性强,土木施工的新技术、新工艺、新材料和新方法又不断发明、发展,因此,本书编写力求反映当前先进的施工工艺,努力体现“联系实际,够用为度”的原则。

全书共 11 章,第 1 章土方工程、第 7 章脚手架工程由金瑞珩编写,第 2 章地基处理与加固、第 8 章结构吊装工程由朱大宇编写,第 3 章桩基础工程、第 9 章防水工程由张贯良编写,第 4 章混凝土结构工程由金瑞珩、刘匀编写,第 5 章预应力混凝土工程、第 10 章钢结构工程由刘匀编写,第 6 章砌筑工程、第 11 章装饰工程由俞国凤编写。

本书编者努力做到图文并茂、通俗易懂、理论联系实际。但鉴于编者水平有限及土木工程技术的发展,书中不足之处及某些内容仍显滞后的现象难免,祈请读者批评指正。

编 者

2007 年 7 月

目 录

总 序 前 言

第 1 章 土方工程	(1)
内容提要与学习要求	(1)
1.1 概述	(1)
1.1.1 土的工程分类	(1)
1.1.2 土的工程性质	(2)
1.2 土方开挖	(4)
1.2.1 土方施工机械的性能与选择	(4)
1.2.2 土方开挖施工	(10)
1.3 降水	(12)
1.3.1 集水井降水	(12)
1.3.2 井点降水	(14)
1.4 土方填筑与压实	(24)
1.4.1 土料的选用与处理	(24)
1.4.2 填土方法及其施工要点	(25)
1.4.3 回填土的压实方法与施工要点	(25)
1.4.4 影响填土压实的因素	(26)
1.4.5 填土压实的质量检查	(27)
思考与练习	(28)
第 2 章 地基处理与加固	(29)
内容提要与学习要求	(29)
2.1 概述	(29)
2.1.1 地基处理的要求	(29)
2.1.2 地基处理方法的分类	(30)
2.1.3 地基处理设计前的准备工作	(30)
2.2 强夯法	(31)
2.2.1 加固机理	(32)
2.2.2 施工参数的确定	(32)
2.2.3 施工机械	(35)

2.2.4	施工工艺	(36)
2.2.5	工程实例	(37)
2.3	振冲碎石桩法	(38)
2.3.1	加固机理	(38)
2.3.2	设计规定	(38)
2.3.3	施工机械	(39)
2.3.4	施工工艺	(40)
2.3.5	工程实例	(42)
2.4	高压喷射注浆法	(42)
2.4.1	适用范围	(43)
2.4.2	注浆材料	(45)
2.4.3	工艺类型	(47)
2.4.4	施工机具	(49)
2.4.5	施工工艺	(53)
2.4.6	工程实例	(54)
2.5	土工合成材料	(56)
2.5.1	土工合成材料在工程上的作用	(57)
2.5.2	土工合成材料的设计计算	(59)
2.5.3	土工合成材料的施工	(62)
2.5.4	工程实例	(63)
2.6	排水固结法	(64)
2.6.1	加固机理	(65)
2.6.2	排水系统的施工	(66)
2.6.3	预压荷载的施工	(71)
2.6.4	工程实例	(72)
2.7	托换技术	(76)
2.7.1	托换技术的分类	(76)
2.7.2	托换技术的施工	(76)
	思考与练习	(82)
第3章	桩基础工程	(83)
	内容提要与学习要求	(83)
3.1	桩的分类	(83)
3.1.1	按承载性质分类	(83)
3.1.2	按成桩方法与工艺分类	(83)
3.2	沉入式预制桩施工	(83)
3.2.1	桩的制作、运输和堆放	(83)
3.2.2	沉桩前的准备工作	(85)
3.2.3	沉桩施工工艺	(86)

3.3 灌注桩	(95)
3.3.1 灌注桩施工准备工作	(95)
3.3.2 泥浆护壁成孔灌注桩	(96)
3.3.3 钻成孔灌注桩	(101)
3.3.4 沉管灌注桩	(104)
思考与练习	(107)
第4章 混凝土结构工程	(108)
内容提要与学习要求	(108)
4.1 钢筋工程	(108)
4.1.1 概述	(108)
4.1.2 钢筋的绑扎	(109)
4.1.3 钢筋的焊接	(109)
4.1.4 钢筋的机械连接	(113)
4.2 模板工程	(115)
4.2.1 模板的形式与构造	(116)
4.2.2 模板设计	(125)
4.2.3 模板工程施工	(128)
4.2.4 模板工程质量控制	(130)
4.3 混凝土工程	(130)
4.3.1 混凝土的制备	(130)
4.3.2 混凝土的运输	(135)
4.3.3 混凝土的浇筑和捣实	(136)
4.3.4 混凝土的养护	(142)
4.3.5 泵送混凝土施工	(143)
4.3.6 混凝土冬期施工	(146)
4.3.7 混凝土质量检验	(149)
思考与练习	(151)
第5章 预应力混凝土工程	(152)
内容提要与学习要求	(152)
5.1 概述	(152)
5.2 预应力钢筋、锚(夹)具、张拉机械	(154)
5.2.1 预应力钢筋	(154)
5.2.2 预应力筋用的锚具、夹具及连接器	(155)
5.2.3 张拉机械	(159)
5.2.4 预应力筋、锚具、张拉机具的配套使用	(161)
5.3 先张法施工	(161)
5.3.1 先张法施工工艺流程	(161)

5.3.2 台座	(162)
5.3.3 先张法施工工艺	(163)
5.4 有粘结后张法施工	(164)
5.4.1 有粘结后张法施工工艺流程	(164)
5.4.2 有粘结预应力施工工艺	(165)
5.5 无粘结后张法施工	(168)
思考与练习	(169)
第6章 砌筑工程	(170)
内容提要与学习要求	(170)
6.1 一般规定	(170)
6.1.1 砖	(170)
6.1.2 砂浆	(170)
6.2 砖砌体工程施工	(172)
6.2.1 砌筑要求	(172)
6.2.2 砖砌体的施工	(174)
6.3 砌块砌体工程施工	(177)
6.4 石砌体工程施工	(178)
思考与练习	(179)
第7章 脚手架工程	(180)
内容提要与学习要求	(180)
7.1 扣件式钢管脚手架	(181)
7.1.1 构配件	(181)
7.1.2 搭设要求	(183)
7.2 碗扣式钢管脚手架	(184)
7.2.1 基本构造	(184)
7.2.2 搭设要求	(185)
7.3 门式钢管脚手架	(185)
7.3.1 基本构造	(186)
7.3.2 搭设要求	(186)
7.4 升降式脚手架	(187)
7.4.1 自升降式脚手架	(187)
7.4.2 互升降式脚手架	(188)
7.4.3 整体升降式脚手架	(188)
7.5 里脚手架	(189)
思考与练习	(191)
第8章 结构吊装工程	(192)
内容提要与学习要求	(192)

8.1 起重机具	(192)
8.1.1 卷扬机	(192)
8.1.2 钢丝绳	(193)
8.1.3 锚碇	(194)
8.1.4 其他机具	(196)
8.2 起重机械	(198)
8.2.1 桅杆式起重机	(198)
8.2.2 自行式起重机	(201)
8.2.3 塔式起重机	(205)
8.2.4 桥梁施工起重机械	(209)
8.3 构件吊装工艺	(213)
8.3.1 构件吊装前的准备工作	(213)
8.3.2 起重机械与结构吊装方法的选用	(215)
8.3.3 构件吊装工艺	(217)
思考与练习	(232)
第9章 防水工程	(233)
内容提要与学习要求	(233)
9.1 概述	(233)
9.2 防水材料	(234)
9.2.1 防水卷材	(234)
9.2.2 防水涂料	(235)
9.2.3 接缝密封材料	(236)
9.2.4 防水砂浆和防水混凝土	(236)
9.2.5 堵漏止水材料	(237)
9.3 屋面防水工程	(238)
9.3.1 卷材防水屋面施工	(238)
9.3.2 涂膜防水屋面施工	(242)
9.3.3 刚性防水屋面施工	(245)
9.3.4 瓦屋面施工	(246)
9.3.5 安全技术与质量要求	(249)
9.4 地下工程防水施工	(249)
9.4.1 卷材防水层施工	(250)
9.4.2 涂膜防水层施工	(251)
9.4.3 水泥砂浆防水层施工	(252)
9.4.4 防水混凝土结构施工	(254)
9.4.5 地下防水细部构造处理	(255)
9.5 其他防水工程	(258)
9.5.1 桥面防水	(258)

9.5.2 隧道防水	(259)
思考与练习	(261)
第 10 章 钢结构工程	(262)
内容提要与学习要求	(262)
10.1 钢结构加工工艺	(262)
10.1.1 钢构件的放样、号料与下料	(262)
10.1.2 构件加工	(263)
10.1.3 弯卷成型	(264)
10.1.4 其他加工工艺	(265)
10.2 钢结构的拼装与连接	(266)
10.2.1 工厂拼装	(266)
10.2.2 焊接施工方法	(267)
10.2.3 螺栓连接施工	(271)
思考与练习	(274)
第 11 章 装饰工程	(276)
内容提要与学习要求	(276)
11.1 抹灰工程	(276)
11.1.1 一般抹灰	(276)
11.1.2 装饰抹灰	(286)
11.2 饰面工程	(289)
11.2.1 天然石材饰面	(289)
11.2.2 饰面砖饰面	(294)
11.2.3 金属饰面	(295)
11.2.4 木质饰面	(297)
11.3 涂饰与裱糊工程	(298)
11.3.1 涂饰	(298)
11.3.2 裱糊饰面	(300)
11.4 天棚工程	(302)
11.4.1 龙骨	(302)
11.4.2 天棚罩面板	(303)
11.5 玻璃幕墙	(305)
思考与练习	(308)
参考文献	(310)

第1章 土方工程

内容提要与学习要求

本章介绍了土的工程分类与性质,讲述了土方施工机械的性能与选择,土方边坡、基坑、路堑的开挖方法,集水井降水的方法,重点叙述了井点降水的原理、选用、布置、设计计算等内容,讲述了土方填筑与压实的方法、施工要点、影响因素和质量检查。

要求了解土的工程分类、土方施工机械的性能与选择,熟悉土的工程性质,土方边坡、基坑、路堑的开挖方法,集水井降水的方法,掌握井点降水的原理、布置、设计计算,熟悉土方填筑与压实的方法、施工要点、影响因素等。

1.1 概 述

土方工程是土木工程施工的开始。土方工程的顺利进行,不但能提高土方施工的劳动生产率,而且为其他工程的施工创造有利的条件,对加快基本建设速度有很大的意义。

土方工程包括一切土的挖掘、填筑和运输等工程,以及排水、降水、土壁支撑等准备工作和辅助工程。在土木工程中,最常见的土方工程有场地平整、基坑(槽)开挖、地坪填土、路基填筑及基坑回填土等。

土方工程施工往往具有工程量大、劳动繁重和施工条件复杂等特点;受气候、水文、地质、地下障碍等因素的影响较大,不可确定的因素也较多,有时施工条件极为复杂。因此,在组织土方工程施工前,应详细分析与核对各项技术资料(如地形图、工程地质和水文地质勘察资料、地下管道、电缆和地下构筑物资料及土方工程施工图等),进行现场调查并根据现有施工条件,制订出技术上可行、经济合理的施工设计方案。

1.1.1 土的工程分类

在土木工程施工中,按土的开挖难易程度将土分为八类(表1-1)。这也是确定土木工程劳动定额的依据。

表 1-1 土的工程分类

类 别	土 的 名 称	开 挖 方 法	可松性系数	
			最初值 K_s	最后值 K'_s
第一类 (松软土)	砂,粉土,冲积砂土层,种植土,泥炭(淤泥)	用锹、锄头挖掘	1.08~1.17	1.01~1.04
第二类 (普通土)	粉质粘土,潮湿的黄土,夹有碎石、卵石的砂,种植土,填筑土和粉土	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松	1.14~1.28	1.02~1.05
第三类 (坚土)	软及中等密实粘土,重粉质粘土,粗砾石,干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质粘土、压实的填筑土	主要用镐,少许用锹、锄头,部分用撬棍	1.24~1.30	1.04~1.07

续 表

类 别	土 的 名 称	开 挖 方 法	可松性系数	
			最初值 K_s	最后值 K'_s
第四类 (砾砂坚土)	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,软泥灰岩及蛋白石	先用镐、撬棍,然后用锹挖掘,部分用楔子及大锤	1.26~1.37	1.06~1.09
第五类 (软石)	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,部分用爆破	1.30~1.45	1.10~1.20
第六类 (次坚石)	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	爆破,部分用风镐	1.30~1.45	1.10~1.20
第七类 (坚石)	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	爆破	1.30~1.45	1.10~1.20
第八类 (特坚石)	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	爆破	1.45~1.50	1.20~1.30

1.1.2 土的工程性质

土的工程性质对土方工程施工有直接的影响。它主要包括土的重度、天然含水量、密实度、渗透系数、抗剪强度以及土的可松性、压缩性,以及原状土经机械压实后的沉降量等。

(1) 土的可松性

土具有可松性,即自然状态下的土,经过开挖后,其体积因松散而增大,以后虽经回填压实,仍不能恢复。由于土方工程量是以自然状态的体积来计算的,所以在土方调配、计算土方机械生产率及运输工具数量等的时候,必须考虑土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示,即

$$K_s = V_2/V_1, K'_s = V_3/V_1 \quad (1-1)$$

式中 K_s ——最初可松性系数;

K'_s ——最后可松性系数;

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)。

在土方工程中, K_s 是计算土方施工机械及运土车辆等的重要参数, K'_s 是计算场地平整标高及填方时所需挖土量等的重要参数。

(2) 土的压缩性

移挖作填或取土回填,松土经填压后会压缩。一般松土的压缩率见表1-2。在松土回填时应考虑土的压缩率,一般可按填方断面增加10%~20%计算松土方数,亦可用下列公式计算:

$$\text{土压缩率} = \frac{\gamma - \gamma_d}{\gamma_d} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中 γ ——土压实后的干重度(kN/m³)；
 γ_d ——原状土的干重度(kN/m³)。

表 1-2 土的压缩率

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

(3) 原状土经机械压实后的沉降量

原状土经机械往返压实或经其他压实措施后,会产生一定的沉陷。各土质的沉陷量一般在 3~30 cm 之间。可按下述经验公式计算:

$$S = p/C \tag{1-3}$$

式中 S ——原状土经机械压实后的沉降量(cm)；
 p ——机械压实的有效作用力(10⁵ Pa)；
 C ——原状土的抗陷系数(N/cm³)，可按表 1-3 取值。

表 1-3 不同土的 C 值参考表

原 状 土 质	C/(N/cm ³)	原 状 土 质	C/(N/cm ³)
沼泽土	0.10~0.15	大块胶结的砂、潮湿粘土	0.35~0.60
凝滞的土、细粒砂	0.18~0.25	坚实的粘土	1.00~1.25
松砂、松湿粘土、耕土	0.25~0.35	泥灰石	1.30~1.80

(4) 土的渗透性

土的渗透性是指水流通过土中孔隙的难易程度。在相同条件下,土的渗透性越大,则水在土中的渗透速度越大。一般土的渗透性大小用渗透性指标表示。基坑内外渗流性状和地下水涌水量大小均与土的渗透性指标有关。

地下水的运动有层流和紊流两种形式。水的质点有秩序地、互不混杂地流动,称作层流运动。当土的孔隙或微小裂隙中水流速度不大,水作层流运动;水的质点无秩序地、互相混杂地流动,称为紊流运动。当土的宽大的空隙中水流速度较大,容易呈紊流运动。地下水在土中的渗流大多属于层流运动。

地下水在土中的渗透流速(层流)可按达西(Darcy)定律计算,其公式如下:

$$v = Ki \tag{1-4}$$

式中 v ——水在土中的渗透流速(cm/s),也就是单位时间内流过单位土体截面的流量；
 K ——土的渗透系数(cm/s),即土的渗透性指标；
 i ——水力坡度,即两点之间的水头差与其距离之比。

土的渗透性大小取决于土的形成条件、颗粒级配、胶体颗粒的含量以及土体结构等。根据土的渗透性不同,可分为透水性土(如砂土)和不透水性土(如粘土)。在透水性土中开挖

土方时,由于地下水多,在挖方前应做好降、排水措施,防止地下水对土方工程施工造成不利影响。

土的渗透系数可以通过室内渗透试验或现场抽水试验来测定。各种土的渗透系数变化范围参见表 1-4。

表 1-4 各种土的渗透系数参考值		
土层名称	透水性程度	渗透系数/(cm/s)
卵石、砾石、碎石	强透水	$>1\times10^{-1}$
砂	透水	$1\times10^{-3}\sim10^{-2}$
粉土	中等透水	$1\times10^{-4}\sim10^{-3}$
粉质粘土	弱透水	$1\times10^{-6}\sim10^{-5}$
粘土	几乎不透水	$<1\times10^{-7}$

其他土的工程性质,如土的抗剪强度、土压力等,详见土力学中相关内容,在此不再赘述。

1.2 土方开挖

土方工程的施工过程包括土方开挖、运输、填筑与压实。土方工程应尽量采用机械化施工,以减轻繁重的体力劳动和提高施工速度。

1.2.1 土方施工机械的性能与选择

(1) 主要挖土施工机械及其性能

土方开挖施工常用的施工机械主要有推土机、铲运机及挖掘机等。

① 推土机 推土机是在履带式拖拉机上安装推土板等工作装置而成的机械。常用推土机的发动机功率有 45 kW, 75 kW, 90 kW, 120 kW 等数种。图 1-1 所示是液压操纵的 T_2-100 型推土机外形图。液压操纵推土板的推土机除了可以升降推土板外,还可调整推土板的角度,因此,具有更大的灵活性。

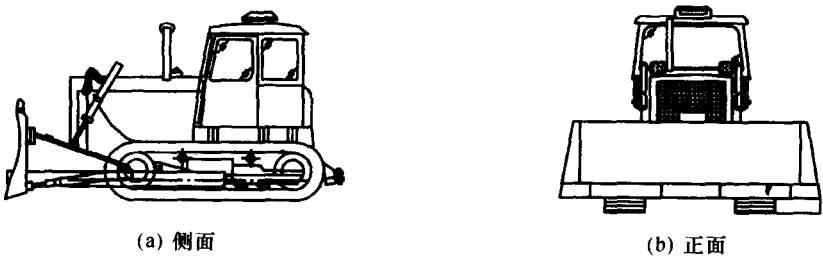


图 1-1 T_2-100 型推土机外形

推土机操纵灵活,运转方便,所需工作面较小,行驶速度快,易于转移,能爬 30° 左右的缓坡,因此,应用范围较广。

推土机适于开挖一至三类土,常用于平整场地、开挖深度不大的基坑、移挖作填、回填土方、堆筑堤坝,以及配合挖土机集中土方、修路开道等。

推土机作业以切土和推运土为主。切土时,应根据土质情况,尽量采用最大切土深度在最短距离(6~10 m)内完成,以便缩短低速行进的时间,然后直接推运到预定地点。其上下坡坡度不得超过 35° ,横坡不得超过 10° 。几台推土机同时作业时,前后距离应大于8 m。

推土机经济运距在100 m以内,效率最高的运距为60 m。为提高生产率,可采用槽形推土、下坡推土以及并列推土等方法。

② 铲运机 铲运机是一种能综合完成全部土方施工工序(挖土、装土、运土、卸土和平土)的机械。按行走方式分为自行式铲运机(图1-2)和拖式铲运机(图1-3)两种。常用的铲运机斗容量有 2 m^3 , 5 m^3 , 6 m^3 , 7 m^3 等,按铲斗的操纵系统又可分为钢丝绳操纵和液压操纵两种。

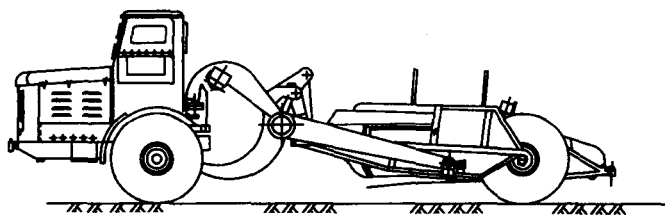


图1-2 C₃-6型自行式铲运机外形

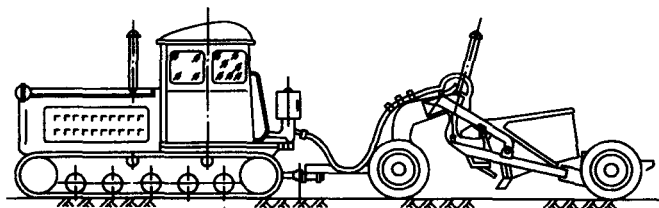
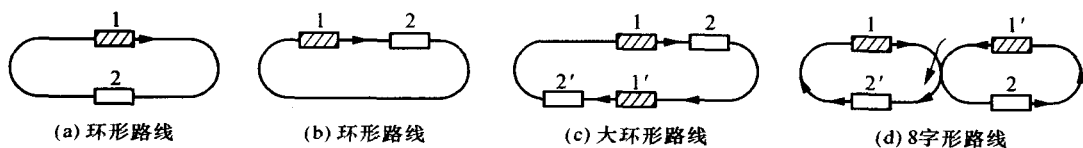


图1-3 C₆-2.5型拖式铲运机外形

铲运机操纵简单,不受地形限制,能独立工作,行驶速度快,生产效率高。

铲运机适于开挖一类至三类土,常用于坡度在 20° 以内的大面积土方挖、填、平整、压实,大型基坑开挖和堤坝填筑等。

铲运机运行路线和施工方法视工程大小、运距长短、土的性质和地形条件等而定。其运行路线可采用环形路线或8字形路线(图1-4)。其适用运距为600~1500 m,当运距为200~350 m时效率最高。采用下坡铲土、跨铲法、推土机助铲法等,可缩短装土时间,提高土斗装土量,充分发挥效率。



1—第一次铲土满载; 2—第一次卸土空载; 1'—第二次铲土满载; 2'—第二次卸土空载

图1-4 铲运机开行路线

③ 挖掘机 挖掘机按行走方式分为履带式和轮胎式两种。按传动方式分为机械传动和液压传动两种。其斗容量有 0.2 m^3 , 0.4 m^3 , 1.0 m^3 , 1.5 m^3 , ..., 2.5 m^3 等多种,工作

装置有正铲、反铲、抓铲,机械传动挖掘机还有拉铲,而使用较多的是正铲与反铲。挖掘机利用土斗直接挖土,因此,也称为单斗挖土机。

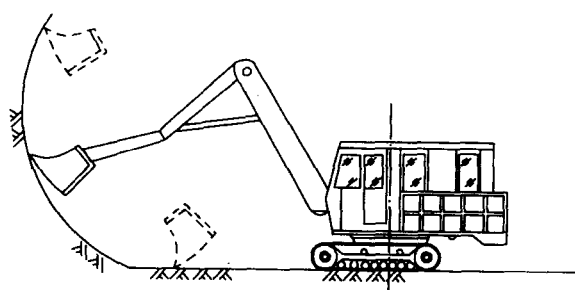
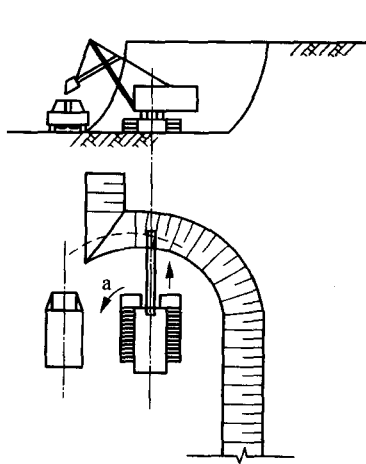


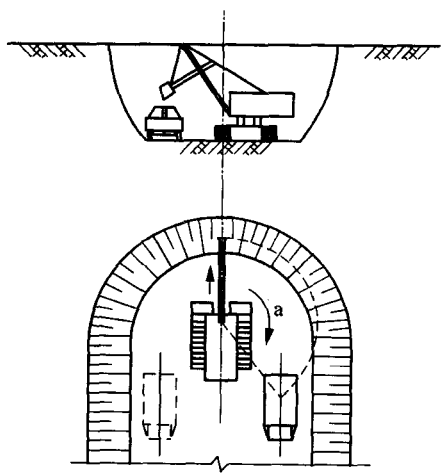
图 1-5 正铲挖土机外形

A. 正铲挖掘机 正铲挖掘机外形如图 1-5 所示。它适用于开挖停机面以上的土方,且需与汽车配合完成整个挖运工作。正铲挖掘机挖掘力大,适于开挖含水量小于 27% 的一类土至四类土和经爆破的岩石及冻土。

正铲的开挖方式根据开挖路线与汽车相对位置的不同分为正向开挖、侧向装土,以及正向开挖、后方装土两种(图 1-6)。前者生产率较高。



(a) 正向开挖、侧向装土



(b) 正向开挖、后方装土

图 1-6 正铲开挖方式

正铲的生产率主要决定于每斗的装土量和每斗作业的循环延续时间。为了提高其生产率,除了工作面高度必须满足装满土斗的要求之外,还要考虑开挖方式和与运土机械配合的问题,应尽量减少回转角度、缩短每个循环的延续时间。

B. 反铲挖掘机 反铲挖掘机适用于开挖一类至三类的砂土或粘土。它主要用于开挖停机面以下的土方,最大挖土深度为 4~6 m,经济合理的挖土深度为 2~4 m。反铲也需配备运土汽车进行运输。反铲的外形如图 1-7 所示。

反铲的开挖方式可以采用沟端开挖法,即

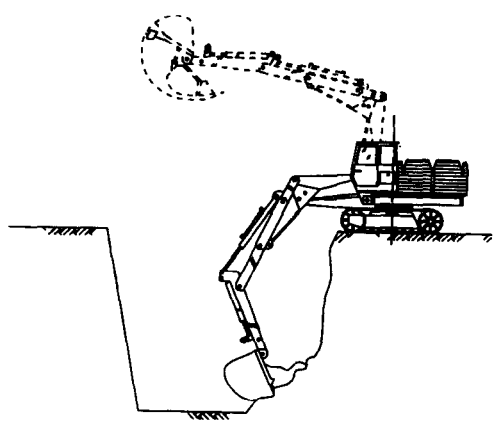


图 1-7 液压反铲挖掘机外形