

成都工学院图书

380831

基本馆藏

高等学校教材

水利工程施工

(修订本)

陕西工业大学施工教研组编



中国工业出版社

4.12

高等学校教材



水利工程施工

(修訂本)

陝西工业大学施工教研組 編

中国工业出版社

本书除緒論外，分为土工、石工、混凝土及钢筋混凝土工、灌浆工及桩工、导截流与排水、建筑物施工与维修以及施工组织等七章。

本书系在1961年3月高等学校水利电力类教材工作会议后所編交流讲义的基础上修訂的，作为农田水利工程专业的教科书，也可作为治河防洪工程专业的教学用书。

本书还可作为其他有关专业的教学参考书，并可供水利工程技术人員工作中参考。

水利工程施工

(修訂本)

陝西工业大学施工教研組 編

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯(北京阜外月坛南营房)

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张11³/₄·字数257,000

1962年9月北京第一版

1966年4月北京第二版·1966年4月北京第五次印刷

印数5,686—6,338·定价(科五)1.20元

*

統一书号: K15165·1709(水电-289)

序 言

本书是在1962年9月出版的“水利工程施工”（交流讲义）的基础上修訂而成的。原交流讲义是根据1961年3月高等学校水利电力类教材工作會議的決議，由我組全体同志集体編写，并于三个月內完成的。由于時間較短又缺少經驗，該交流讲义中存在不少問題。

本书在修訂过程中，注意了貫徹少而精的原則和农田水利工程各地区的特点，尽量吸收了国内农田水利工程施工比較成熟的經驗，同时也吸取了国外一些典型經驗。为了兼顧治河工程专业的需要，增加了水道疏浚及堵口工程等內容；为了加强农田水利工程的管理，在各种建筑物施工后面，均增添了維修的內容。对于国内尚非急用的部分，如土工水力机械化，則全部删去。施工管理部分的內容本书暫不列入，各校可参考有关施工单位現行的管理体制与方式讲授。

本书的修訂是在我校党組織和行政领导下进行的。由蔣貴元同志主持，孙振天、黄自瑾两同志参加执笔，并由教研組全体同志进行了評閱和討論。本书稿曾經建筑材料施工教材編审小組审查和武汉水利电力学院郭暄同志审閱，并根据审查和审閱中所提宝贵意見进行了最后修改。由于修訂者水平所限，錯誤和遺漏之处是难免的，因此誠懇地希望讀者提出批評和指正。

陝西工业大学水利系施工教研組

目 录

| | |
|---------------------------|-----|
| 序 言 | |
| 绪 论 | 1 |
| 第一章 土工 | 3 |
| 第一节 土方开挖 | 4 |
| 第二节 土方运输 | 17 |
| 第三节 土料压实 | 24 |
| 第四节 水道疏浚 | 31 |
| 第二章 石工 | 35 |
| 第一节 爆破工 | 35 |
| 第二节 堆、砌石工 | 48 |
| 第三章 混凝土及钢筋混凝土工 | 59 |
| 第一节 模板及钢筋作业 | 59 |
| 第二节 骨料加工及混凝土制备 | 65 |
| 第三节 混凝土运输 | 72 |
| 第四节 混凝土浇筑与养护 | 78 |
| 第五节 混凝土特殊施工方法 | 83 |
| 第六节 装配式结构施工 | 89 |
| 第四章 灌浆工与桩工 | 94 |
| 第一节 灌浆工 | 94 |
| 第二节 桩工 | 100 |
| 第五章 导、截流与排水 | 107 |
| 第一节 导流与围堰 | 107 |
| 第二节 截流与堵口 | 115 |
| 第三节 基坑排水 | 120 |
| 第六章 建筑物施工与维修 | 125 |
| 第一节 渠道施工与维修 | 125 |
| 第二节 土坝(堤)施工与维修 | 131 |
| 第三节 混凝土建筑物(水闸及管道)施工与维修 | 141 |
| 第四节 隧洞施工与维修 | 145 |
| 第七章 施工组织 | 159 |
| 第一节 施工进度计划、流水作业及技术与生活供应计划 | 159 |
| 第二节 施工临时设施与施工总布置 | 165 |
| 第三节 定额与概、预算 | 174 |

緒 論

水利工程施工就是兴建、改建与维修水利工程。水利工程施工发展的历史很早。很久以来，我国劳动人民在与洪水进行搏斗及兴修水利工程中，創造了不少的施工工具，如夯、碓、打桩吊锤等，并积累了很宝贵的施工經驗。如利用梢卷、樁槎、竹籠及草土圍堰截流堵口，利用木桩加固基础，利用埽工、砌石等防护堤坡，利用砖石砌拱，利用水力拉沙等。爆破工程所用的火药也是我国首先发明的。但是，由于过去历代統治阶级对劳动人民的剝削、压榨以及生产发展水平的限制，水利事业发展很慢。解放以前，河流很少得到治理与开发，灌溉面积很少；宝贵的施工經驗亦未得到系統的总结和进一步发展。

解放以后，在党的领导下，我国水利事业有了蓬勃的发展。在施工方法方面，創造和掌握了許多先进的施工技术。例如，在大流量、高落差的条件下成功地采用了抛石立堵截流；深层砂砾石地基处理；飽和沙地基的深层爆炸加密；粘弱地基的預压；沙井加固；水中填土；定向爆破筑坝；在农田水利工程中較广泛地采用了装配式鋼筋混凝土結構，并且进行了装配式混凝土坝的試驗等。施工机械化的水平也有了相当大的提高。目前，我国不仅能制造各种普通施工机械，也能够制造大型机械，而且不少工地采用了机械化联合作业。由于貫徹执行了党的土洋并举的方針，进行技术革新、技术革命和机械化、半机械化、自动化、半自动化的双革四化的群众运动，群众性的发明創造更是层出不穷。在施工組織方面，也积累了相当丰富的經驗。

水利工程的特点，一般是工程量大、工程項目及工程种类繁多；渠系建筑分布很分散；河川枢纽建筑則很集中而工作場地窄狹，并且受地形、地质、水文、气象等因素的影响很大；由于工期的限制，并且往往还須与洪水赛跑，所以施工强度一般都很大。由上述可知，水利工程施工技术与施工組織是复杂的。

根据党的多、快、好、省地建設社会主义总路线的要求，水利工程施工必須遵守的根本原則是：高速度、按期或提前完成施工任务、确保工程质量和施工安全，并且降低工程成本。因此，要求施工人員必須政治挂帅，且具有較高的施工技术与施工組織水平。

为了胜利地完成党所交給的施工任务，必須加强施工的准备工作和加强施工的組織管理工作。在施工之前，必須根据勘测和調查研究資料，按照工程特点及各种自然条件，編制施工組織設計及工程概（預）算等文件，以指导施工准备及施工工作。在施工期間，必須加强党的领导，貫徹群众路线，采用先进的技术措施与組織措施等等。

二

水利工程施工課程是闡述水利工程施工方法及施工組織規律的学科，其內容包括：

1. 施工技术 包括土工、石(砖)工、混凝土及钢筋混凝土工、灌浆工和桩工等工种工程的施工机械和施工技术, 以及渠道、土坝(堤)、混凝土闸、管道及隧洞等建筑物的施工。

2. 施工组织 包括施工组织设计、技术定额和概(预)算。

通过水利工程施工课程的学习, 可以了解组织施工的主要原则, 熟悉水利工程主要工种工程及一般水工建筑物的施工方法与规律、编制施工组织设计及工程概(预)算的方法, 从而具备正确地解决水利工程施工中实际问题的初步能力。

作为施工组织设计人员及施工人员所需具备的其他知识, 如施工地点水文条件分析、临时工程的水力计算及结构设计、建筑材料的选择与设计以及施工放线等, 则在有关的技术基础课程和专业课程中学习。

施工科学技术与工程实际有着密切的联系。学习水利工程施工课程必须紧密地与生产劳动相结合。不仅在学习理论时要联系生产实际, 而且要在工地生产劳动与施工生产实习中, 学习活的水利工程施工方法与施工组织的知识。由于水利工程的多变性, 不同的施工条件和对象, 必须采用不同的施工方法。因此, 在学习水利工程施工课程时, 必须掌握具体施工机械、施工方法的适用条件, 以便在解决具体问题时, 能够保证采用正确的施工机械与施工方法。此外, 还必须活学活用组织施工的原则和在具体条件下进行技术经济比较的方法, 从而能够选出在技术上可能在经济上合理的方案。

第一章 土 工

水利工程中，土方工程有挖方（如基坑、挖方渠道、取土坑等开挖及河道疏浚）、填方（如土坝、土堤、填方渠道）及半填半挖方（如半填半挖渠道）等类型。其基本施工过程是挖掘、运输与填筑。

完成各个施工过程，可以根据不同情况采用不同的施工方法和施工机械或设备。挖掘可以采用人力、机械化、爆破等方法，运输可以采用人力及机械化等方法，填筑可以采用人工、机械压实及水中填土等方法。此外，挖、运、填还均可采用水力机械化的方法。

选择施工方法时，土的分类和特性具有主要的影响。从广义上说，土包括土质土和岩石两大类，根据开挖的难易程度分成十六级。I~IV级属土质土，V~XVI级属岩石。表1-

表 1-1 水利水电工程土的施工分类表

| 统一分级的土的特性 | | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|-----------|----------------------------|-----------|--------------|-----------|-------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| 粘聚性土和半岩性土 | 土的名称 | 砂壤土、耕植土 | 壤土、黄土、含草根耕植土 | 干燥黄土、粘土 | 重粘土、含少量砾石粘土 | 坚硬粘土、砾质粘土 | 坚硬粘土、含卵石粘土 | 页岩粘土、胶结不紧砾石 |
| | 自然湿容重 (公斤/米 ³) | 1650~1750 | 1750~1850 | 1800~1950 | 1900~1950 | 1900~2050 | 2000~2100 | 2100~2150 |
| | 外形特征 | 疏松、粘着力差 | 开挖时能成块并容易打碎 | 粘手，看不见砂粒 | | | | |
| | 开挖方法 | 用铁锹挖装 | 用锹开挖 | 用锹开挖、需用脚踩 | 用锹开挖 (或用三齿耙) 用力踩锹 | 二人踩锹开挖或用三齿耙 | 用抓钩或用洋镐开挖 | 用洋镐或撬棍开挖 |
| 其他组织 | | | | | | | | |
| 粘滞性土和流性土 | 土的名称 | | | 淤泥 | 淤泥 | 淤泥、流砂 | 稀淤泥、流砂 | 稀淤泥、流砂 |
| | 自然湿容重 (公斤/米 ³) | | | 1800~2000 | 1800~2000 | 1800~2000 | 1800~2000 | 1800~2000 |
| | 外形特征 | | | 粘 锹筐 | 淤泥行走陷脚 | 淤泥成糊状、流砂滚动甚缓 | 淤泥成稀糊状、挖后无痕、流砂流动性大 | 淤泥成稀糊状、挖后无痕、流砂流动性大 |
| 开挖方法 | | | 用锹开挖 | 用锹开挖 | 用锹开挖、用布兜装运 | 用布兜或木桶装运 | 用戽水斗挖运 | |
| 松散无粘聚性土 | 土的名称 | 砂 土 | 砾质砂土 | 砾石、砂砾石 | 砂卵石 | 卵 石 | 卵石、漂石 | 漂 石 |
| | 自然湿容重 (公斤/米 ³) | 约1600 | (以下各项暂缺) | | | | | |
| | 外形特征 | 松散无塑性 | (以下各项暂缺) | | | | | |
| | 开挖方法 | 用铣、锹挖装 | (以下各项暂缺) | | | | | |
| 沙卵石组织 | 含砂粒50%以上、含少量砾的砂土 | (以下各项暂缺) | | | | | | |

1所示是我国水利电力部颁布的土的分级标准（1958年）。岩石分级标准见第二章表2-1。

此外，土的各种物理-力学特性，如颗粒组成、含水量、孔隙率、容重、土层中动水压力、透水性以及气温所引起的特性变化等，均对施工有所影响。

在农田水利及治河工程中，土方工程往往工程量大而且分散。因此，选择合适的施工方法与组织，提高劳动生产率，加速施工速度，减少工程费用，对加速水利建设和国民经济的发展，具有重大的意义。

第一节 土方开挖

挖土机械的分类 挖土机械主要有挖掘机械、犁土机械及铲运机械等类。挖掘机械主要完成挖掘过程，将所挖的土卸在机身附近或装入运输工具中。依工作机构不同，挖掘机械分为单斗式和多斗式两类。犁土机械只能犁翻土壤和犁成指定的沟槽形状。铲运机械能综合完成挖土、运土，有时亦可完成铺土和进行压实等过程。

一、单斗式挖掘机

单斗式挖掘机通常由动力装置、行驶装置及工作装置等三个主要部分构成。动力装置常用的有内燃机（柴油机）和电动机。柴油机可在没有电力的地方使用；电动机效率高，对外界的振动、冲击、超载等适应性亦较好，操纵方便。常用的行驶装置有履带式和轮胎式。履带式是当前最常用的一种型式；轮胎式行驶较快，便于转移。工作装置有正向铲、反向铲、索式及合瓣式等，如图1-1所示。

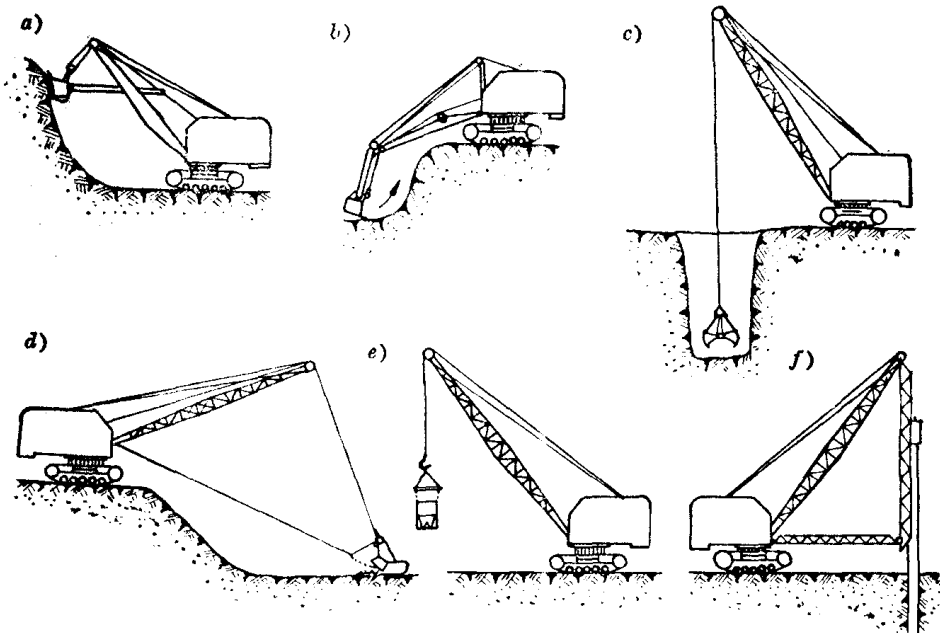


图 1-1 单斗式挖掘机的工作装置

a)正向铲挖掘机；b)反向铲挖掘机；c)合瓣式挖掘机；d)索式挖掘机；e)起重机；f)打桩机

单斗式挖掘机是按工作装置命名的。正向铲挖掘机斗容一般为 $0.5\sim 4\text{米}^3$ ，生产率高；索式挖掘机斗容一般为 $0.4\sim 4\text{米}^3$ ，两者在水利工程中应用最广。反向铲挖掘机斗容较小（ $0.25\sim 0.75\text{米}^3$ ），适用于挖掘沟槽。合瓣式挖掘机斗容为 $0.5\sim 1.0\text{米}^3$ ，多用于抓挖窄

狭深挖方或水下挖土。各种单斗式挖掘机的的工作装置，可根据工作需要而改装互换，并可改装成起重机、打桩机（见图1-1），亦可改作夯力机等，故有万能挖掘机之称。

1. 正向铲挖掘机

正向铲挖掘机的挖土过程是先将铲斗切入土中，提升铲斗切土和装土入斗，而后把铲斗离开土掌壁，回轉挖掘机的上部机构，打开斗門卸土，再轉回挖掘机同时放下铲斗至挖掘开始位置。正向铲挖掘机的构造，以国产W-50 $\frac{1}{2}$ （图1-2）为例，說明如下：铲斗1铰接在斗柄2的前端，铲斗上面是开口的，前面有四个可更换的斗齿，中间的斗齿较长；斗底3是活門，借索4拉开門扣开放，靠铲斗下降时的惯性力关闭；铲斗借調整拉杆5的长短，以調整斗齿切削角。在进行挖掘时，由提升索6操纵铲斗向上并由推力索7施加推力使斗柄向前。支杆8铰接在挖掘机轉台上，頂端用支杆索9系住。支杆傾角一般为45~60°，在挖掘前調整好。挖掘机上部机构是由旋轉齒輪和固定在底架上的支承齿盘10的相互作用来回轉的。

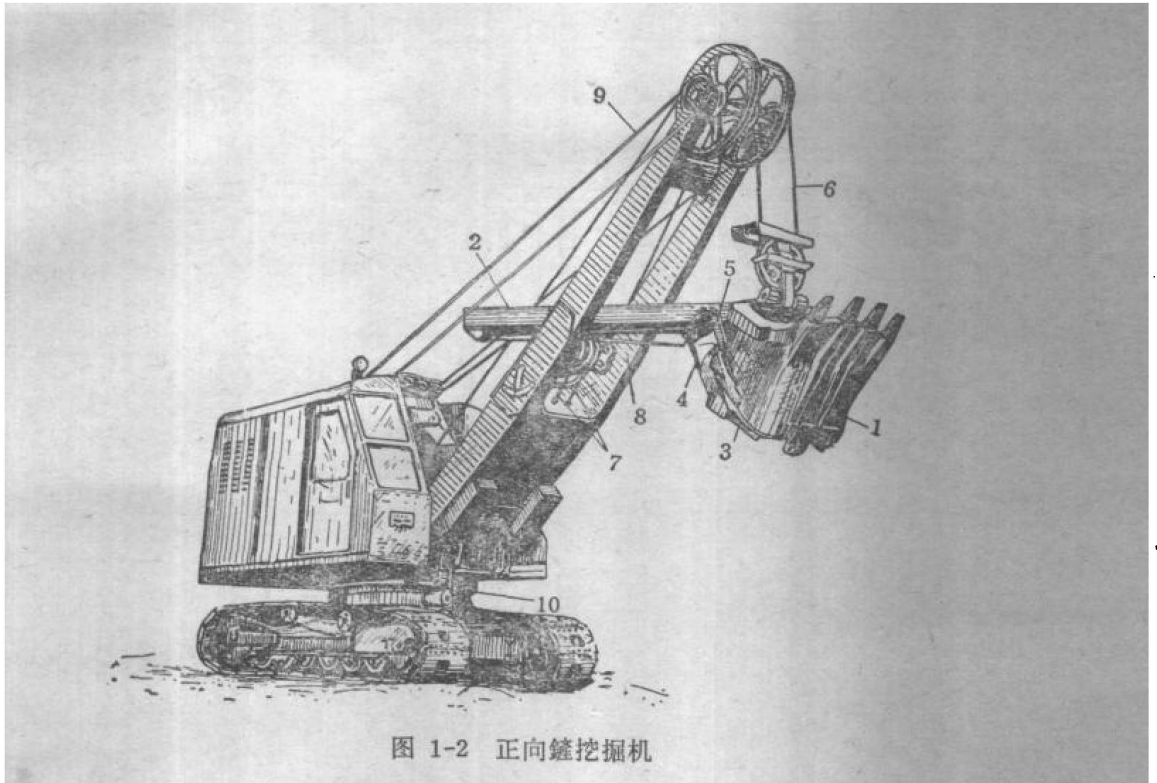


图 1-2 正向铲挖掘机

正向铲挖掘机由于有强力的推力装置，故可挖 I ~ IV 級土和破碎的岩石。它适用于挖掘停机面以上的土方，不能挖掘水下土方。我国出产的正向铲挖掘机的性能如表 1-2 所示。

采用正向铲挖土时，应作出如下設計：挖掘机的开行路线和挖土方式；开挖的分层和土掌的尺寸；运土路线的布置和开行方向；土場的排水以及土料堆場的布置等。

挖掘机工作的工作面称为“掌子”。挖土过程中挖掘机进行的路线称为“开行路线”。根据正向铲与运输工具的相对位置不同，掌子可分为正向开行掌子和側向开行掌子

表 1-2 正向鏟挖掘机技术性能

| 项 目 | 計量单位 | W-50 $\frac{1}{2}$ | | W-100 $\frac{1}{2}$ | | W-4 |
|--------------|--------------------|--------------------|------|---------------------|------|--------|
| 斗 容 | 米 ³ | 0.5 | | 1 | | 4 |
| 支杆长度 | 毫米 | 5500 | | 6800 | | 10500 |
| 斗柄长度 | 毫米 | 4500 | | 4900 | | 7290 |
| 支杆倾角 | 度 | 45 | 60 | 45 | 60 | |
| 停机面下的最大挖掘深度 | 毫米 | 1500 | 1100 | 2000 | 1500 | 2920 |
| 停机面的最大挖掘半径 | 毫米 | 4700 | 4350 | 6400 | 5700 | |
| 停机面的最小挖掘半径 | 毫米 | 2500 | 2800 | 3300 | 3600 | 8660 |
| 最大挖掘半径 | 毫米 | 7800 | 7200 | 8800 | 9000 | 14300 |
| 最大挖掘高度 | 毫米 | 6500 | 7900 | 8000 | 9000 | 10000 |
| 最大卸载半径 | 毫米 | 7100 | 6500 | 8700 | 8000 | 12600 |
| 最大卸载半径时的卸载高度 | 毫米 | 2700 | 3000 | 3300 | 3700 | 4860 |
| 最大卸载高度 | 毫米 | 4500 | 5600 | 5500 | 6800 | 6300 |
| 最大卸载高度时的卸载半径 | 毫米 | 6500 | 5400 | 8000 | 7000 | 12150 |
| 工作重量 | 公斤 | 20500 | | 42000 | | 202000 |
| 对地面之平均压力 | 公斤/厘米 ² | 0.62 | | 0.87 | | 2.20 |

两种。正向开行掌子（图 1-3）是运输工具停留在挖掘机的后面，因而挖掘机回轉角度較大，生产率較低，只适于工作面狹小或在宽挖方中开辟第一条坑道时使用。側向开行掌子是运输工具停留在挖掘机的一側，是宽挖方挖土掌子的基本形式。根据运输工具停留的高程不同，側向开行掌子可分为台阶掌子（图 1-4）和平层掌子（图 1-5）。

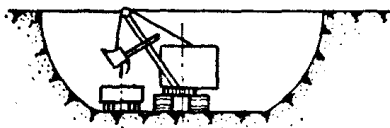


图 1-3 正向开行掌子

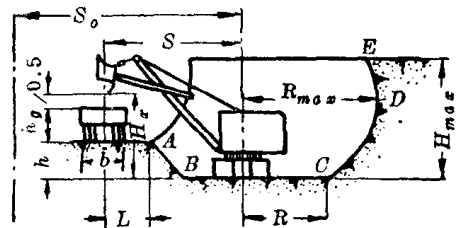


图 1-4 台阶掌子

掌子的尺寸可根据挖掘机的性能、土质及挖方深度与宽度而設計。

台阶掌子的尺寸如图 1-4 所示。在其左侧，A 点系由最大台阶高度 h 及其与运输工具軸线的距离 L 而定。而

$$h = H_x - h_q - 0.5 \quad (1-1)$$

$$L = \frac{b}{2} + 1.0 \quad (1-2)$$

式中 H_x ——挖掘机最大卸载高度(米);

h_q ——运输工具高度(米);

0.5——富余高度(米);

b ——运输工具宽度(米);

1.0——运输工具到土沿的安全距离(米)。

运输工具轴线的位置,可由该轴线与挖掘机轴线的距离 S 而定,即

$$S = R_x \sin \beta - f \quad (1-3)$$

式中 R_x ——最大卸载高度时的卸载半径(米);

β ——挖掘机卸载时的回转角度(度);

f ——卸载半径应超出运输工具轴线之距离,当 $\beta = 90^\circ$, 令 $f = 0.2$ 米; 当 $\beta < 90^\circ$, 令 $f = 0$ 。

B 点系由 A 点按土的安全边坡作图而得。联 A 、 B 两点即得掌子左侧轮廓。但应注意土坡不得阻碍挖掘机的回转。掌子右侧 C 点系在挖掘机的停机面上,且距挖掘机轴线的距离为停机面的最大挖掘半径 R 。 D 点由最大挖掘半径 (R_{max}) 及相应的挖掘高度所决定。 E 点由最大挖掘高度 (H_{max}) 及相应的挖掘半径所决定。联 C 、 D 、 E 三点即得掌子右侧轮廓。

平层掌子的绘制与台阶掌子相仿。不同之处,是选用卸载半径时不受卸土高度的限制,而可选用最大卸载半径。这样,可增大掌子宽度,减少挖掘机在采料场中的来往次数,从而提高生产率。

掌子中挖掘机的相邻两开行轴线间的距离 S_0 ,如图1-4及图1-5所示,可按下列式计算:

$$S_0 = S + R - L \quad (1-4)$$

式中符号的意义与台阶掌子相同。

在绘制掌子图时,应注意下列几点:(1)挖掘机的最大挖掘高度、半径及最大卸载半径,因操作上的关系,应将性能表上的数值减少5~10%;(2)对粘性土,最大掌子高度不得大于挖掘机最大挖掘半径时的挖掘高度,以免掌壁倒悬而发生危险;而对无粘性土,掌子高度则可等于甚至略高于

最大挖掘高度;(3)采用掌子高度不应小于正常掌子高度(即挖掘一次即可装满鏟斗的掌子高度),其数值视斗容与土的级别而不同,如斗容1米³,挖掘IV级土时,正常掌子高度为3.0米;(4)为了尽量减少欠挖,在靠边坡处可使土掌底宽等于停机面最小挖掘半径的2倍;在高度上分层开挖时,尽量使最后一层恰好挖到挖方底面,否则应先开一个

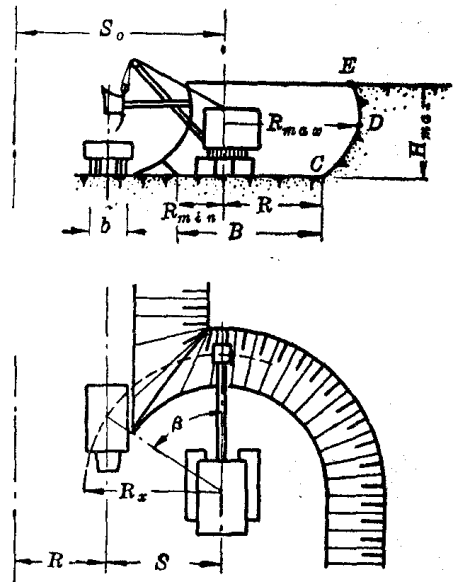


图 1-5 平层掌子

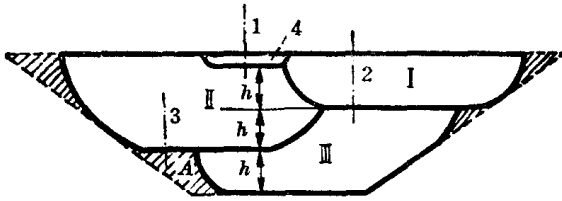


图 1-6 先锋槽

I, II, III—掌子开挖次序; 1, 2, 3—汽车轴线位置;
4—先锋槽; h—台阶高度; 4—欠挖部分

先锋槽(图 1-6), 其深度即为最后剩余的深度。

正向铲挖掘机是循环式工作机械, 其实用生产率 P (米³/台班) 可按下式计算:

$$P = 60 T n V K_{zn} K' K_s \quad (1-5)$$

式中 T ——工作班延续时间(小时), 一般为 8 小时;

n ——挖掘机在一分钟内实际循环次数, 视装车与不装车而不同;

V ——铲斗的几何容积(米³);

K_{zn} ——充盈系数, 正向铲可采用 1;

K' ——土的折实系数, 亦称松散影响系数, 小于 1;

$$K' = \frac{1}{K_s}, \quad K_s \text{ 为土的可松性系数};$$

K_{sj} ——时间利用系数, 小于 1。

提高挖掘机的生产率可以从下列几个方面着手: (1) 一般挖掘机是按挖 IV 级土设计的, 对易挖的土可用较大斗容的铲斗; 对坚实土宜用窄深铲斗; 松软土宜用宽扁铲斗。

(2) 正确组织运输工作, 减少卸土回转角; 减少调车时间损失; 车辆容量一般应为铲斗容量的 4~7 倍。(3) 合理选择掌子宽度, 充分利用掌子高度, 使每挖一方土化费的时间最少。(4) 此外, 加长铲斗中间斗齿, 可减少切土阻力和铲土时间; 在挖掘时避免把斗柄伸到最大长度; 在操作时将回转和铲斗升降等动作合并进行, 以缩短循环工作时间; 有计划轮流保养挖掘机零件, 保证正常运转等等, 都可以提高挖掘机的生产率。

2. 索式挖掘机

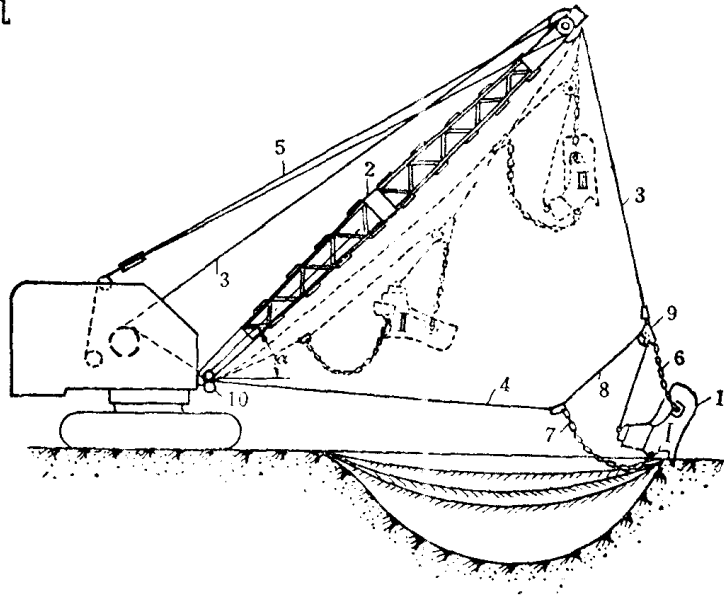


图 1-7 索式挖掘机

1—土斗; 2—支杆; 3—升降索; 4—曳引索; 5—支杆索; 6—索链; 7—索链; 8—悬斗索; 9—滑车架; 10—导向滑轮

索式挖掘机的构造如图 1-7 所示。土斗 1 的上面和前面均是开口的，两侧壁的前上方以很重的鞍形钢架连接，以增强铲斗的刚性。斗底有 4~6 个可更换的齿，用以切削土壤。铲斗用链 7 及索 8 联在曳引索 4 上（将链 7 联在铲斗两侧的不同链孔中可以改变铲斗的切削角），并用升降索 3 悬挂在支杆 2 上。挖土时，放松提升索及曳引索，铲斗借自重切入土中（位置 I），然后拉紧曳引索使铲斗沿地面切土，至装满后，同时收紧曳引索及升降索将铲斗升起（位置 II）。回转机身至卸土处，放松曳引索，铲斗倾翻卸土（位置 III）。

索式挖掘机一般用以挖掘停机面以下的土方，特别是可以挖取地下水位以下的土方。由于其铲斗切入土中系借铲斗自重，因此不能开挖坚硬土。铲斗的重量应根据土的性质来选择。由于它具有较长支杆，其倾角一般为 30~45°，所以它的挖掘半径、卸载半径和卸载高度均较大，用来直接卸土于弃土堆最为适宜（斗容 4 米³ 以下者亦可与运输工具配合，但生产率降低），因而在渠道及基坑开挖中应用较广。我国生产的索式挖掘机的性能如表 1-3 所示。

表 1-3 索式挖掘机性能

| 项 目 | 计量单位 | W-50 $\frac{1}{2}$ | | | | W-100 $\frac{1}{2}$ | | | |
|----------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| | | 0.5 | | 1 | | 1 | | 1 | |
| 斗 容 | 米 ³ | 0.5 | | | | 1 | | | |
| 支杆长度 | 毫米 | 10000 | | 13000 | | 13000 | | 16000 | |
| 支杆倾角 | 度 | 30 | 45 | 30 | 45 | 30 | 45 | 30 | 45 |
| 最大卸载高度 | 毫米 | 3500 | 5500 | 5300 | 8000 | 4200 | 6900 | 5700 | 9000 |
| 最大卸载半径 | 毫米 | 10000 | 8300 | 12501 | 10400 | 12800 | 10800 | 15400 | 12900 |
| 最大挖掘半径 | 毫米 | 11100 | 10200 | 11300 | 13200 | 14400 | 13200 | 17500 | 16200 |
| 沟侧挖掘深度 | 毫米 | 4400 | 3800 | 6600 | 5900 | 5800 | 4900 | 8000 | 7100 |
| 沟端挖掘深度 | 毫米 | 7300 | 5600 | 10000 | 7800 | 9500 | 7400 | 12200 | 9600 |
| 工作重量 | 吨 | 19100 | | 20700 | | 43600 | 41500 | 44100 | 42000 |
| 对地面的平均压力 | 公斤/厘米 ² | 0.59 | | 0.637 | | 0.96 | 0.90 | 0.965 | 0.92 |

索式挖掘机的开行方式，有沟端开行和沟侧开行两种（图 1-8）。沟端开行时，挖掘机在挖方界限内倒退，卸土转角较小，挖土深度较沟侧开行为大，可将土平均的卸于挖方两侧，但开挖宽度较小。沟侧开行时，挖掘机在挖方界限的外侧行进，能将土卸于较远处，但机身回转角较大。

在实际工作中，应根据挖方的形式、尺寸及工程量等条件选择索式挖掘机，并绘制开行路线及掌子布置图，以保证挖掘机正常的进行工作并减少欠挖。

二、多斗式挖掘机

多斗式挖掘机（图 1-9）是一种连续挖土的机械。其工作装置有链斗式及斗轮式两类，链斗式又分为侧向挖土式及纵向挖土式两种。侧向挖土式多斗挖掘机的斗架铰结在机架上，可以上下俯仰。斗架上有连续的链和铲斗及用以卸土的漏斗及皮带。可用侧向挖土式多斗挖掘机可用于开挖大中型渠道、料场取土或渠道、土堤的修饰工作。纵向挖土式多斗挖掘机的链斗绕在可以上下移动的斗架上，装着土的斗升到顶部时则卸土入漏斗，再由带式输送机把土卸于沟旁。斗轮式多斗挖掘机的铲斗装在可转动的刚性轮子上，其卸土方法与纵向挖土式相同。纵向挖土式和斗轮式可用于开挖各种沟槽，故又称挖沟机。此外，近

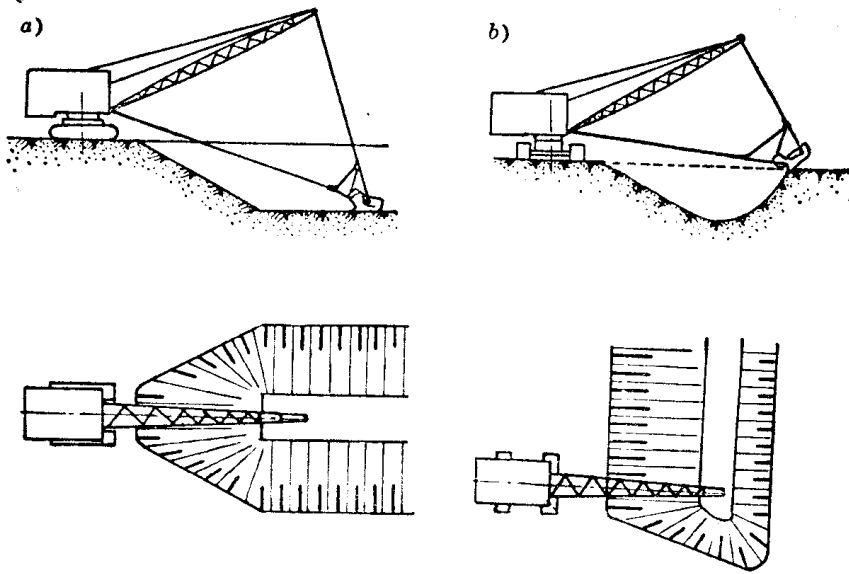


图 1-8 索式挖掘机开行方式
a) 沟端开行; b) 沟侧开行

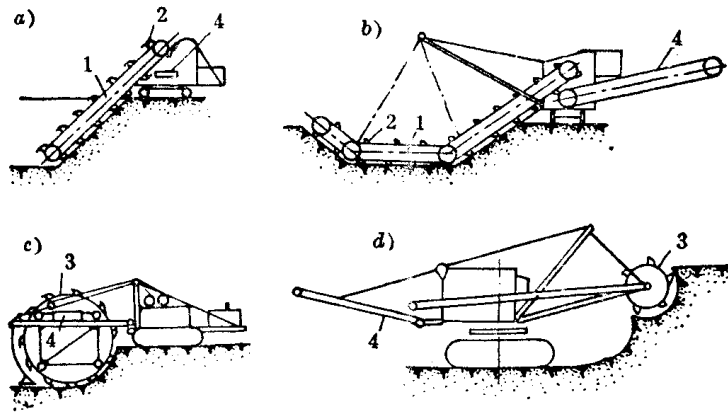


图 1-9 多斗式挖掘机
a) 纵向挖土式; b) 侧向挖土式; c) 斗轮式; d) 代替正向铲的斗轮式
1—斗架; 2—链斗; 3—斗轮; 4—皮带

来还采用斗轮式多斗挖掘机，用以代替正向铲。

多斗式挖掘机适于挖掘 I ~ III 级均质土，含有块石、树根的土则不宜采用。在坚硬的粘土中工作则效率较低。

多斗式挖掘机的生产过程基本上是连续的，因而生产率很高。它的实用生产率（米³/台班）按下式计算：

$$P = 60TnVK_{zh}K'_sK_{sj} \quad (1-6)$$

式中 T ——工作班延续时间（小时）；
 n ——每分钟卸土的斗数；
 V ——土斗的几何容积（米³）；

K_{zh} 、 K'_s 、 K_{sj} ——分别为充盈系数、土的折实系数、时间利用系数。

三、犁沟机

犁沟机的主要工作装置是可以拆换为不同宽度的犁头。依其操纵方式可分为鋼索操纵和油压操纵两种。它可以直接挖出小断面的渠道。工作时由拖拉机牵引；运输时用鋼索或油缸操纵使犁头离开地面。图1-10所示是鋼索操纵的犁沟机构造图。

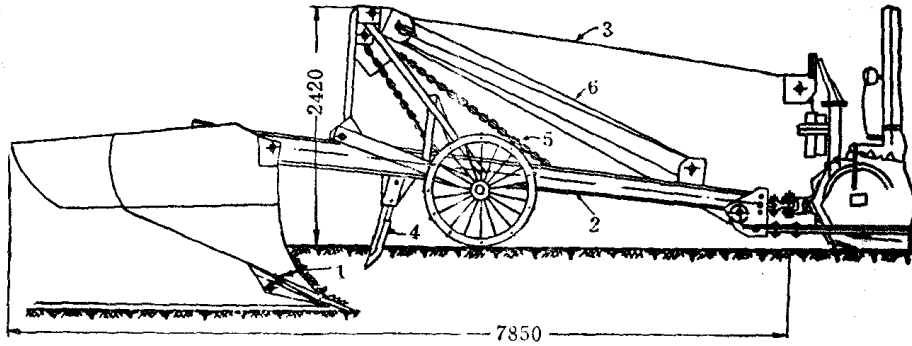


图 1-10 犁沟机

1—犁头；2—机架；3—提升索；4—中間切土刀；5—鏈条；6—滑輪組

犁沟机在輕級土中工作时，开行一次即可犁出全部断面，如在重級土中則需开行两次甚至三次才能犁出全部断面。为了使挖出的渠道断面有平整的纵向底坡，事先应把地面整平。

四、鏟运机

鏟运机是完成鏟土、运土及卸土（鋪土）各施工过程的一种机械，由土斗、斗門、操纵机构、行駛机构等部分组成。适用于在挖方深度及填方高度不大、运距不远（在600~1500米）的情况下开挖 I~II 級土（III~IV 級土須預松）。它具有生产率高、费用低、使用管理简单等优点。现在鏟运机的斗容由0.75~25米³，我国最常用的为6米³。鏟运机一般用拖拉机牵引，但近代亦出现大容量、高行速的自行式鏟运机。

鏟运机按其操纵方式分索式和液压式两种。图1-11所示是国产6米³的索式鏟运机的构造图。两条操纵索通过拖拉机的絞車上，当放松索1，土斗3下降接触地面；拉紧索2，斗門4拉起，此时鏟运机被牵引前进，进行鏟土。装满土斗后，拉紧索1，放松索2，土斗即被提起，并把斗門关闭，此时即可运土。到达卸土地点后，稍放松索1，使土斗略向前傾斜，并拉紧索2，斗門打开，土即从土斗中卸出。此时鏟运机仍在移动，卸出的土平鋪在地上。继续拉紧索2，当

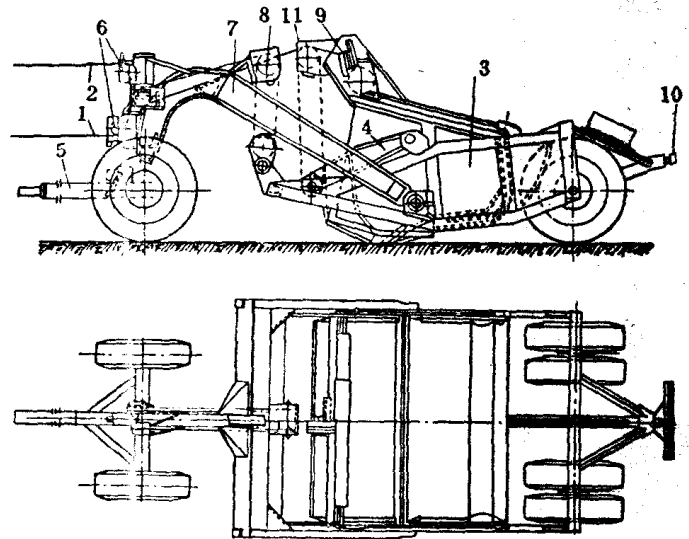


图 1-11 索式操纵鏟运机

1—土斗升降索；2—斗門及斗底操纵索；3—土斗；4—斗門；5—橫杆；6—风标式滑輪；7—弓形架；8—土斗升降滑車組；9—斗底傾翻滑車組；10—緩冲器；11—斗門升降滑車組

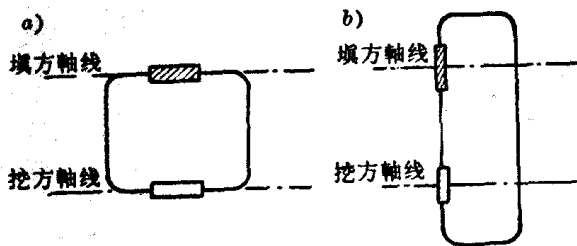


图 1-12 环形开行方式
a)纵向; b)横向

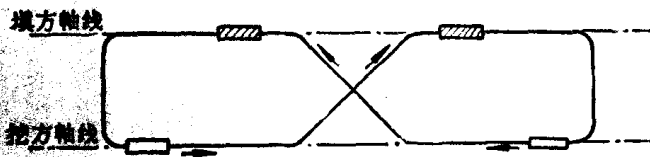


图 1-13 “8”字形开行方式

斗門开启达极限位置后，拉力即传递到联结在斗底后壁的滑車組上，把斗底从后壁提起后向前傾斜，卸空土斗。液压式鏟运机的液压操纵机构的动作較慢，但液压缸可以施加推力，强使刀口切入土中，也可以使斗門关紧。

鏟运机工作的开行方式，有环形和“8”字形两种基本形式。当挖方和填方靠近（如修渠道、路基等），且挖、填高差在1.5米以内时，常采用环形路线（图1-12）。当挖、填方高差超过1.5米时，可采用“8”字路线（图1-13）。

布置鏟运机的开行路线时，开行路线的尺寸如环的长度、宽度等的决定，

应使鏟土工作能在直线段进行，运土时的轉弯半径不得过小（根据鏟运机不同类型，不应小于3.7~7.0米），以免机件磨損过甚。运土距离要短，欠挖要少，修筑車道的工作量要小。

横向环形开行方式适用于浅的挖方及低的填方，这时可以不布置进出車道。纵向环形开行方式用于填、挖方高差較大时，此时应每隔一段距离布置进出車道（特别是重車道）。

环的尺寸取决于挖、填方的尺寸及拖拉机的牵引力，例如纵向环形的尺寸可用下式計算，

$$L_{min} = L_1 + L_0 - l_0, \tag{1-7}$$

$$B_{min} = L + 2R. \tag{1-8}$$

式中 L_{min} 、 B_{min} ——分别为环的最小长度、宽度；

L_1 ——鏟运机的鏟土长度， $L_1 = \frac{VK_{zh}K'_sK_L}{bh_1}$ ，式中 V 为鏟运机斗容， K_{zh}

为充盈系数， K'_s 为土的折实系数， K_L 为土的漏失系数，可采用1.2， b 为鏟刀宽度， h_1 为鏟土平均厚度；

L_0 ——鏟运列車的长度；

l_0 ——最后一台鏟运机的鏟刀至后挂鈎的距离；

L ——最小的进車道的长度， $L = \frac{H_1 + H_2}{i}$ ，式中 H_1 为挖方深度， H_2

为填方高度， i 为进車道的允許坡度，根据拖拉机的牵引力計算，初步布置时可以不超过20~30%；

R ——鏟运机的最小轉弯半径。

以上計算的結果， L_{min} 应采用不小于 L_1 的2~3倍，以适应鏟运机鏟土时运行方向的