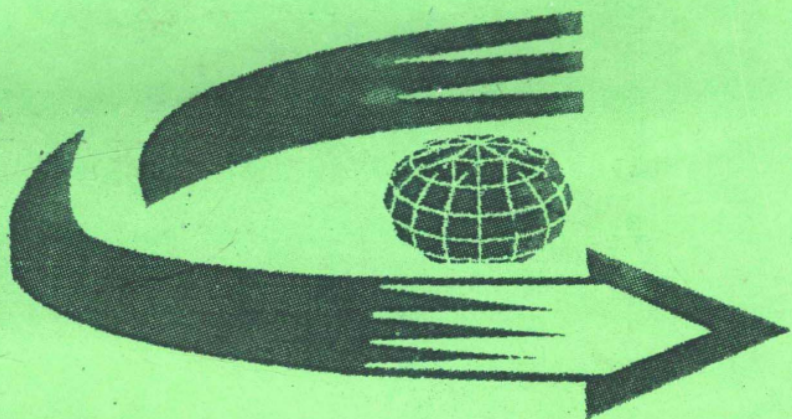


路基与路面施工机械

赖仲平 编

胡 胜 主审



广东交通职业技术学院

二〇〇〇年十二月

职业技术学院汽车运用工程专业模块式试用教材

路基与路面施工机械

赖仲平 编

胡 胜 主审

广东交通职业技术学院

二〇〇一年元月

内 容 提 要

本教材从使用与维修的角度出发,以典型实例为基础,较全面系统地介绍履带式及轮式路基与路面施工机械底盘构造及其工作原理,并介绍了国内外常见路面拌合设备。

本教材为大专和高职院校公路工程机械使用与修理专业教材,也可供港口工程机械使用与修理专业其它有关专业师生和工程技术人员学习时参考,并可作为职工培训教材使用。

高等职业技术学院汽车运用工程专业模块式试用教材

路基与路面施工机械

赖仲平 编 胡 胜 主审

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.5 字数: 298.8 千字

2000年12月 第1版 第1次印刷

前 言

交通系统高职与大专的公路工程机械运用与修理专业所使用的《路基与路面施工机械》教材，总学时是 78 学时，根据教学大纲的要求，我们参考了倪寿璋教授 1977 年主编《筑路机械》，主要选择了有关公路施工中常用路基施工机械和路面施工机械方面的内容。

另外又参考了孙祖望教授主编《筑路机械手册》1999 年出版，有关沥青混合料和水泥混凝土拌合设备以及摊铺设备方面内容。

本书介绍了履带和轮式施工机械底盘的构造和工作原理，以及国内外常见施工机械构造，并介绍一些液压系统的工作原理。

本书由赖仲平高级讲师编，胡胜高级讲师主审。

本书中相当数量的插图，直接引用了本书所列参考文献中有关图书的图稿，在此，谨向有关作者表示谢意。

鉴于编者水平有限，书中错误及疏漏在所难免，恳切希望广大师生与读者批评指正。

编者

二〇〇一年元月

目 录

第一章 路基施工机械

第一节 推土机	(1)
第二节 铲运机	(12)
第三节 平地机	(26)
第四节 单斗挖掘机	(37)
第五节 装载机	(66)
第六节 空气压缩机	(75)
第七节 凿岩机	(95)
第八节 石料破碎机	(118)
第九节 桩工机械	(124)

第二章 路面施工机械

第一节 钢轮静力式压路机	(141)
第二节 轮胎式压路机	(153)
第三节 振动压路机	(157)
第四节 沥青洒布机	(167)
第五节 沥青混合料拌和机	(176)
第六节 沥青混合料摊铺机	(195)
第七节 水泥混凝土搅拌设备	(210)
第八节 水泥混凝土摊铺机	(225)

第一章 路基施工机械

第一节 推 土 机

一、概 述

推土机是在履带式拖拉机或轮胎式基础车上，装设推土装置及其操纵机构而构成的一种自行式铲土—运输机构。

推土机工作装置结构简单，能独立完成多种土方工程，广泛用于挖土和短距离（100m左右）推运土壤工作。在公路工程中，可用来进行填筑路堤、开挖路堑、桥基及回填土方等作业。推土机还可用来平整场地，推集松散材料，清除作业地段内的障碍物（如树根、树丛、石块、积雪）等。

推土机按其基础车的形式可分为履带式和轮胎式两类。履带式推土机（图 1—1）具有牵引力大、越野性好等特点，一直应用较广泛。轮胎式推土机机动性好，底盘结构比较简单，由于低压和超低压轮胎的采用，使其附着力和牵引力得到提高，因此，近年来有较快的发展。

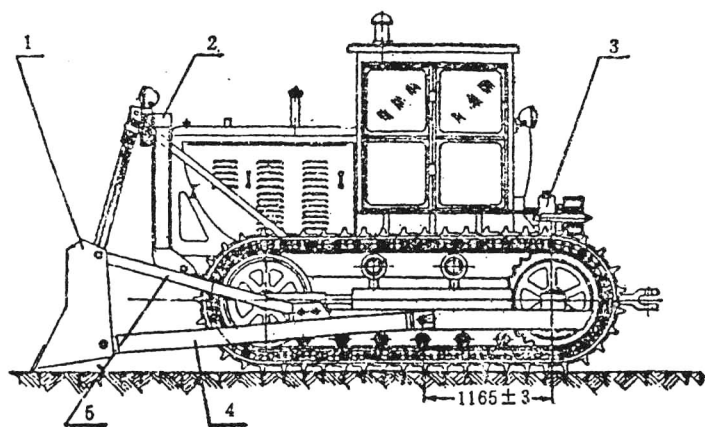


图 1—1 机械操纵履带式直铲推土机

1—铲刀；2—前支架；3—动力绞盘；4—推梁；5—斜撑

(图中尺寸单位：mm)

按推土机推土的构造，可分为固定式与回转式。固定式推土装置的铲刀与主机纵轴线呈 90°角固定安装，一般称为直铲。回转式土装置的铲刀除了可以安装成直铲外，还可在水平面内回转一定角度（一般 25 ~ 30°）而安装成斜铲，还可在垂直面内左右倾斜一定角度（约为 8 ~ 12°）而安装成侧铲，如图 1—2 所示。此外，还可将铲刀卸下，在推架上

换装其它工作设备，如除根器、松土器等。因此，回转式推土装置扩大了推土机的使用范围，应用比较广泛。

按推土装置的操纵系统，可分为机械式与液压式两种。机械式操纵系统是通过钢丝绳和动力绞盘来控制铲刀升降的，多用于早期生产的推土机上。它具有结构简单，制造容易等优点，但铲刀靠自重切入土中，所以在较硬的土质条件下作业较困难。液压式操纵轻便灵活，铲刀的升降均靠液压作用，能强制切入硬土，作业效率高、效果好，因而应用日益广泛。

二、推土机工作装置的构造

推土机的工作装置包括推土装置和操纵机构两部分。推土装置的功用是切削和推运土壤，操纵机构的功用是控制铲刀的升降运动。

(一) 推土装置

推土机的推土装置由带切削刀片的铲刀和推架（包括推梁及斜撑等）两部分组成。

1. 固定式推土装置 图 1—3 为 T100 型推土机的固定式推土装置。推架由推梁 6、斜撑 4、水平撑杆 5 等组成，铲刀与上述各杆件用销子连接，成为拼装式结构。

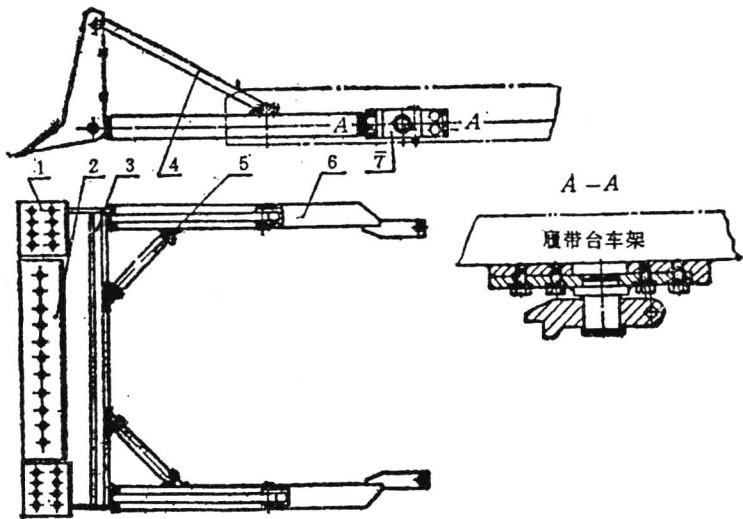


图 1—3 T100 型推土机的推土装置

1—侧刀片；2—中间刀片；3—铲刀；4—斜撑；
5—水平撑杆；6—推梁；7—支承轴合件

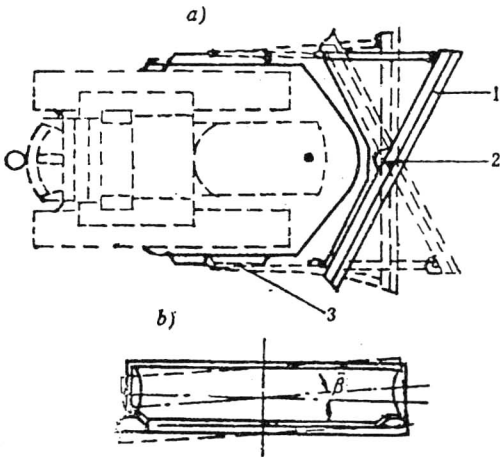


图 1—2 回转式铲刀

a) 铲刀平斜；b) 铲刀侧倾
1—铲刀；2—球铰；3—推架

铲刀（图 1—4）的刀面由矩形钢板制成，其上部呈弧形；下部为向后倾斜的平面，与水平面形成一定的铲土角。具有这种断面形状的铲刀，可使切下的土层沿着刀面上升并向前翻滚，以减小推运阻力。刀面的下缘用螺栓装中间刀片和侧刀片，刀片一般用锰钢或其它耐磨合金钢制造。为延长刀片的使用寿命，其上下两边制成中心对称的切削刃口，磨损后经翻转安装可继续使用。为减少推运过程中土壤的漏失，铲刀两侧焊有侧板。为增加铲刀的刚度和强度，其背面上部焊有角钢横梁 2，下部焊有托板 6 和加强肋条 8。

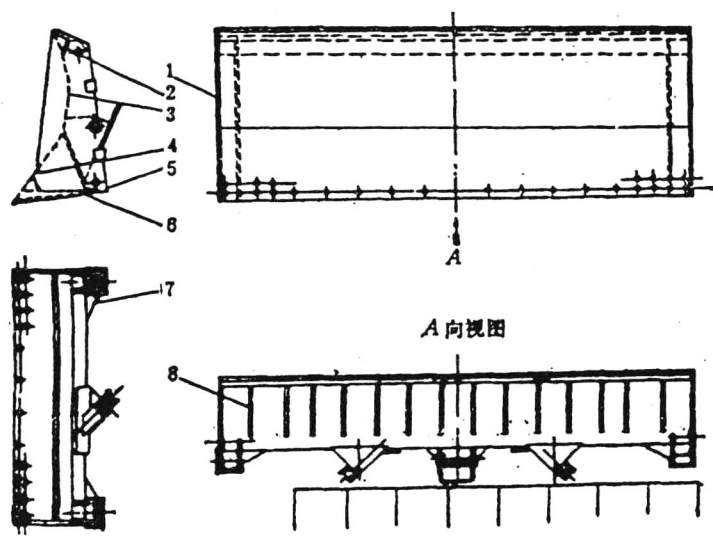


图 1—4 T100 型推土机的铲刀
1—侧板；2—横梁；3—铲刀上部；4—铲刀下部；
5—横板；6—托板；7—角板；8—加强肋条

推梁 6（见图 1—3）焊接成矩形断面，其前端通过销子与铲刀连接，后端铰接在履带台车架的支承轴上。推梁上焊有支承销座，销座上有前后两个销孔，用以改变与斜撑杆的连接位置，从而改变铲刀的铲土角（分别为 60°和 65°）。

另一种固定式推土装置如图 1—5 所示，其特点是铲刀与推梁焊接成整体结构，其前端中部与铲刀后中部铰接，两边的上、下撑杆也与铲刀铰接并可改变长度，以适应斜铲和侧铲调整的需要；因铲刀呈斜铲布置时，其横向投影长度仍应大于主机的外形宽度，所以铲刀的长度尺寸较大，但又受推土容量所限，故其高度尺寸较小；为避免土壤从铲刀上部漏失和有利于土壤侧移，刀面曲率较大且侧板的前缘与刀面平齐。

图 1—6 所示为 TY180 型履带式推土机的推土装置。铲刀 1 的后面中部与弓形推梁 4 的前端球铰连接。上撑杆 3 的前端通过柱销与铲刀铰接，后端与下撑杆 2 上的支座相连；下撑杆的前端与铲刀为球铰连接，后端与推梁相连。弓形推梁用钢板焊成箱形断面，具有足够的刚度和强度，其后端铰接在支座上，支座固装在履带台车架上。支座 6 与工作油缸的活塞杆端部铰接。在左、右直梁上各焊有前、后三个支座 5，用于斜铲的调整。

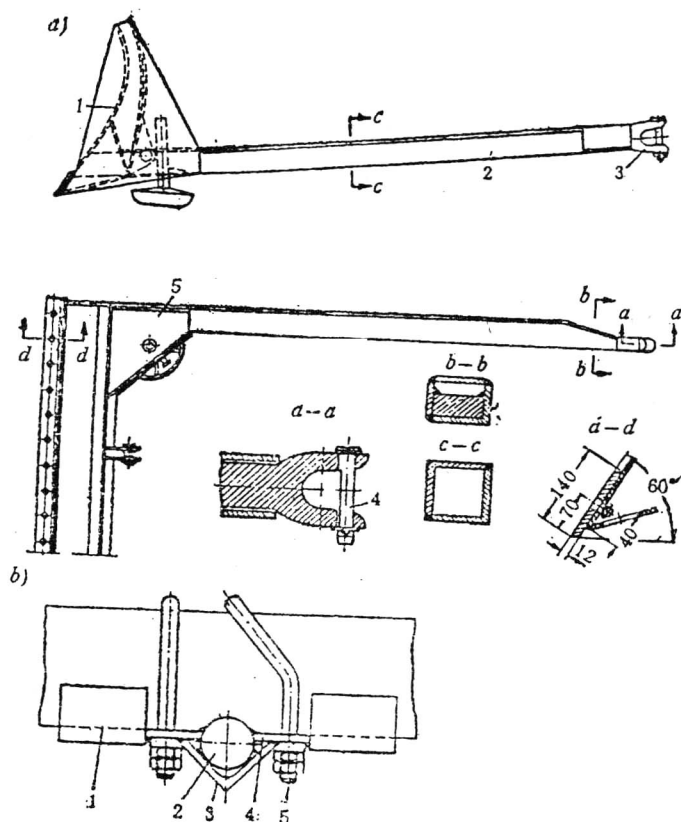


图 1-5 焊接成整体的推土装置

a) 1—铲刀；2—推梁；3—叉端；4—销；5—角板

b) 1—支撑板；2—销轴；3—角钢；4—垫板；5—U 型螺栓

(图中尺寸单位: mm)

TY180 型推土机铲刀的构造如图 1—7 所示。弧形板(刀面) 8 的下缘焊有底板 1, 刀片 16 通过螺栓 17 固定在底板上, 刀片和弧形板均用耐磨材料制造。TY180 型推土机功率较大, 铲刀受力较大, 故铲刀采用封闭的箱形断面: 弧形板后面焊有上横梁 10 和下横梁 4, 上、下横梁之间又焊有角板 7 和横板 6。这种断面型式大大加强了铲刀的刚度。

铲刀的调整方法如下:

1) 斜铲角度的调整 将一边的下撑杆后端与前支座连接, 另一边的下撑杆后端与后支座连接, 则铲刀可在水平面内向左或向右转动 25° 角。

2) 侧铲的调整 上、下撑杆均采用双向螺杆结构, 将一边的上撑杆伸长、下撑杆缩短, 另一边的上撑杆缩短、下撑杆伸长, 可使铲刀在垂直面内左右倾斜(上撑杆缩短的一侧下侧)。倾斜范围为 $0 \sim 430\text{mm}$ 。

3) 铲土角的调整 等量伸长(缩短)上撑杆和缩短(伸长)下撑杆的长度, 可使铲土角在 $45 \sim 65^\circ$ 范围内变化, 以适应铲削不同硬度土壤的需要。

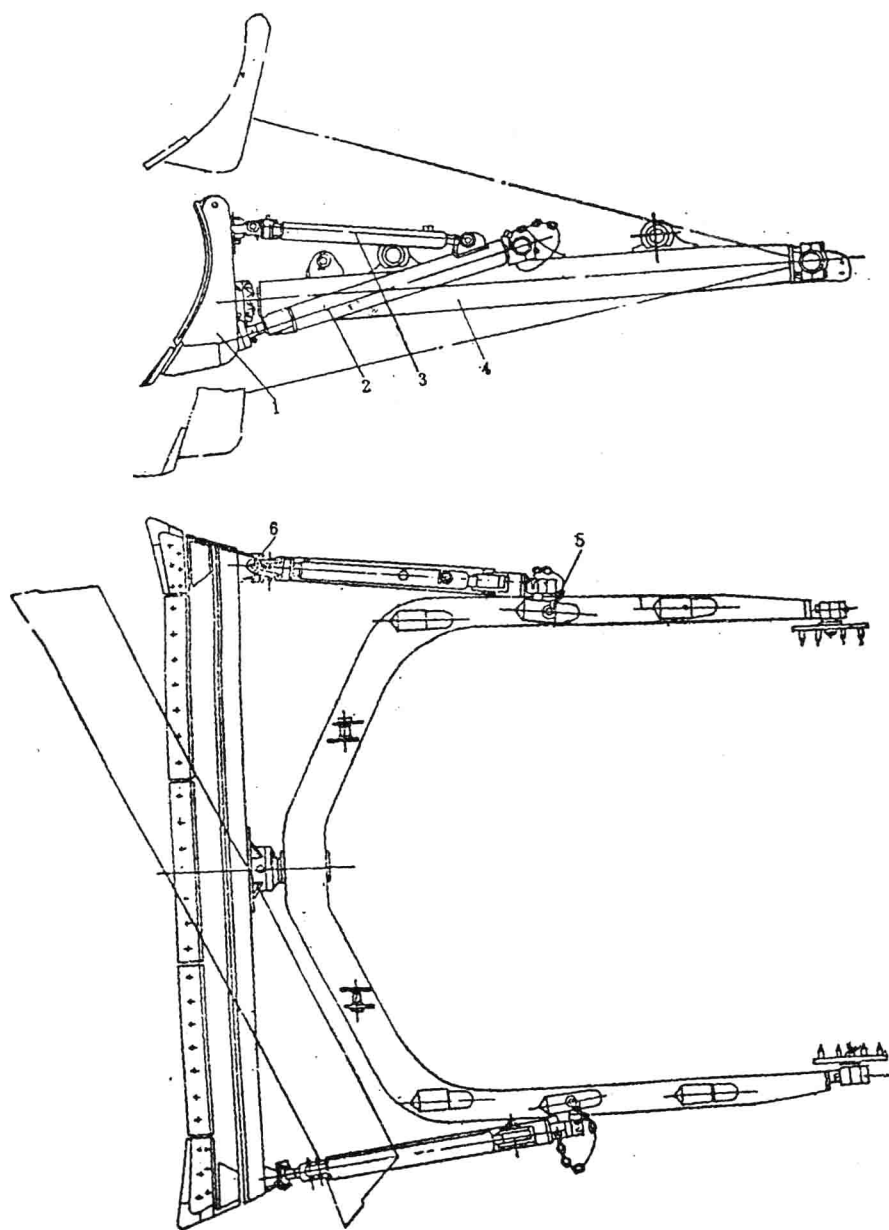


图 1—6 TY180 型履带式推土机的推土装置

1—铲刀；2—下撑杆；3—上撑杆；4—推梁；5、6—支座

(二) 操纵机构

操纵机构的作用是使铲刀提升、下降或固定。对于带有松土器的推土机，操纵机构还可控制松土器的升降。

目前，推土机的推土装置的操纵机构类型有机械式和液压式两种。

1. 机械式操纵机构 机械式操纵机构由钢索、滑轮和动力绞盘等组成。现以 T100 型履带式直铲推土机为例予以介绍。

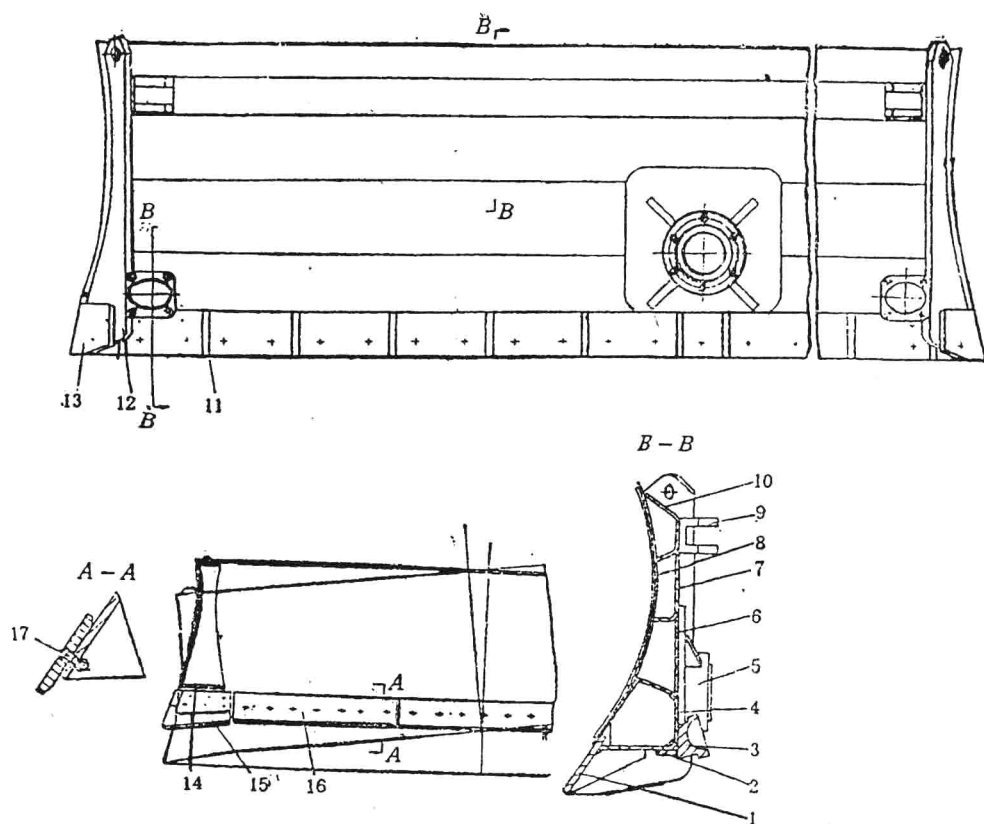


图 1—7 TY180 型推土机的铲刀

1—底板；2—托板；3—下支座；4—下横梁；5—球铰座；6—横梁；7—角板；8—弧形板；9—上支座；10—上横梁；11—后筋板；12—侧板；13—前加强板；14—侧加强板；15—刀角；16—刀片；17—螺栓

如图 1—8 所示，铲刀的上部装有两只动滑轮 7，前支架上装有两只定滑轮 5，推土机的后部装有动力绞盘 1。另外，在推土机的右侧分别装前导向滑轮 3、4 和后导向滑轮 2。

钢索穿绕情况如下：由动力绞盘 1 引出的钢索经后导向滑轮 2，穿过钢索导管，再经前导向滑轮 3 与 4，穿过定滑轮 5 与动轮 7 后予以固定，多余钢索缠绕在备用钢索卷筒 6 上。这样，当驾驶员通过操纵杆使动力绞盘收卷钢索时，铲刀就上升；钢索放松时，铲刀就靠自重而下降；绞盘不动时，铲刀就停留在某一位置上。

推土机上大多装用锥形离合器式动力绞盘，这种绞盘又有单绞盘与双绞盘之分（双绞盘主要用于铲运机 0，推土机仅用其中的一个或只装用单绞盘。实际上，双绞盘是由两个单绞盘组合而成的，其结构及工作原理与单绞盘基本相同。下面仅介绍单绞盘的结构及其工作原理。

单卷筒动力绞盘的构造如图 1—9 和图 1—10 所示。

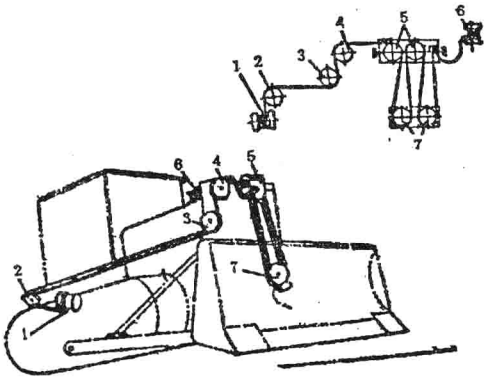


图 1—8 机械操纵式推土机的钢索穿绕图

1—动力绞盘；2—后导向滑轮；3、4—前导向滑轮；5—定滑轮；6—备用钢索卷筒；7—动滑轮

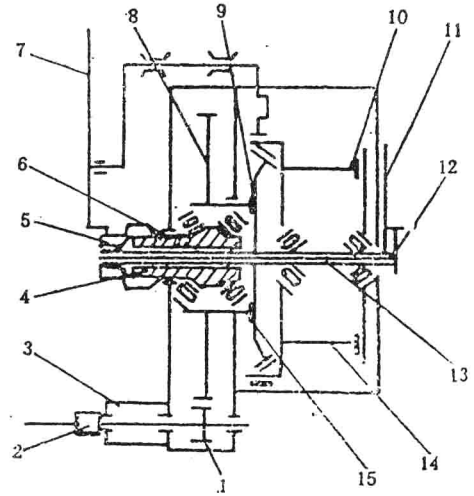


图 1—9 单卷筒动力绞盘简图

1—主动齿轮；2—连接轴套；3—壳体；4—轴套；5—阶梯式操纵螺母；6—键；7—操纵杆；8—从动齿轮；9—主动锥鼓调整垫片；10—从动锥鼓调整垫片；11—后板；12—夹板；13—卷筒轴；14—从动锥鼓连同卷筒；15—主动锥鼓

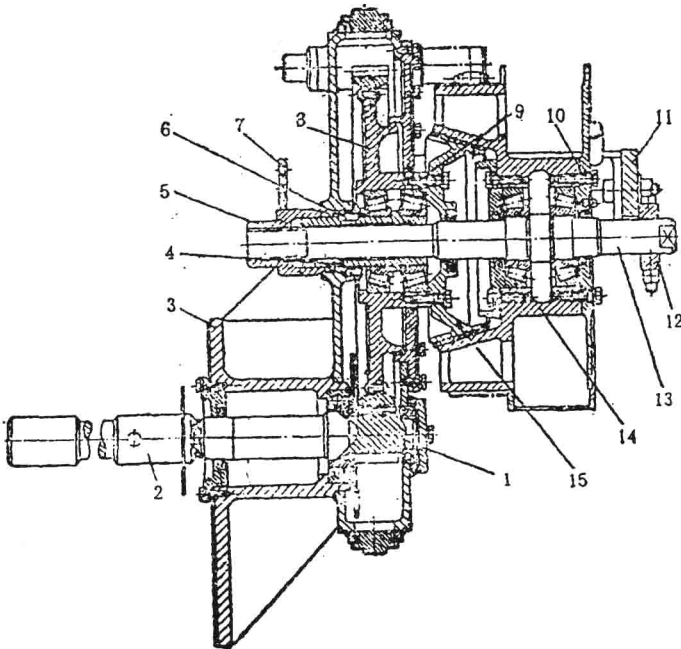


图 1—10 单卷筒动力绞盘构造图

(图注同图 1—9)

绞盘壳体用螺栓固定在拖拉机后桥壳上。动力由变速箱的输出轴（第一轴）通过花键连接轴套 2 传给绞盘的动力输入轴，该轴上制有主动齿轮 1。从动齿轮 8 通过锥形滚柱轴承支承在轴套 4 上，在轮毂的后端面上用螺栓固装着铆有摩擦衬片的主动锥鼓 15，二者之间装有垫片 9，以便调整轴承间隙。为防止漏油，在主动锥鼓的内圆孔与卷筒轴 13 的配合处装有油封。轴套 4 套装在卷筒轴 13 上，由于受键 6 的限制，它不能转动，只能沿卷筒轴并带动从动齿轮 8 连同主动锥鼓 15 作轴向移动。卷筒轴 13 被后板 11 上的夹板 12 所固定，既不能转动，也不能作轴向移动。轴套 4 前部的外圆面上切有左旋梯形螺纹，卷筒轴 13 前部切有右旋梯形螺纹，它们分别与阶梯式操纵螺母 5 上相应的内螺纹旋合。由于卷筒轴是固定不动的，因此，转动螺母 5，就可使轴套 4 沿卷筒轴作轴向移动。

从动锥鼓 14 与主动锥鼓 15 共同组成锥形摩擦离合器。从动锥鼓上带有卷筒，通过锥形滚柱轴承支承在卷筒轴上，可在轴上自动转动。从动锥鼓外面装有带式制动器，平时在弹簧力作用下，制动带抱紧制动鼓，使卷筒不能转动。在从动锥鼓与卷筒后盖板之间装有调整垫片 10，用来调整轴承间隙。

锥形离合器和带式制动器的动作是由一根操纵杆联动操纵的，其操纵机构如图 1—11 所示。

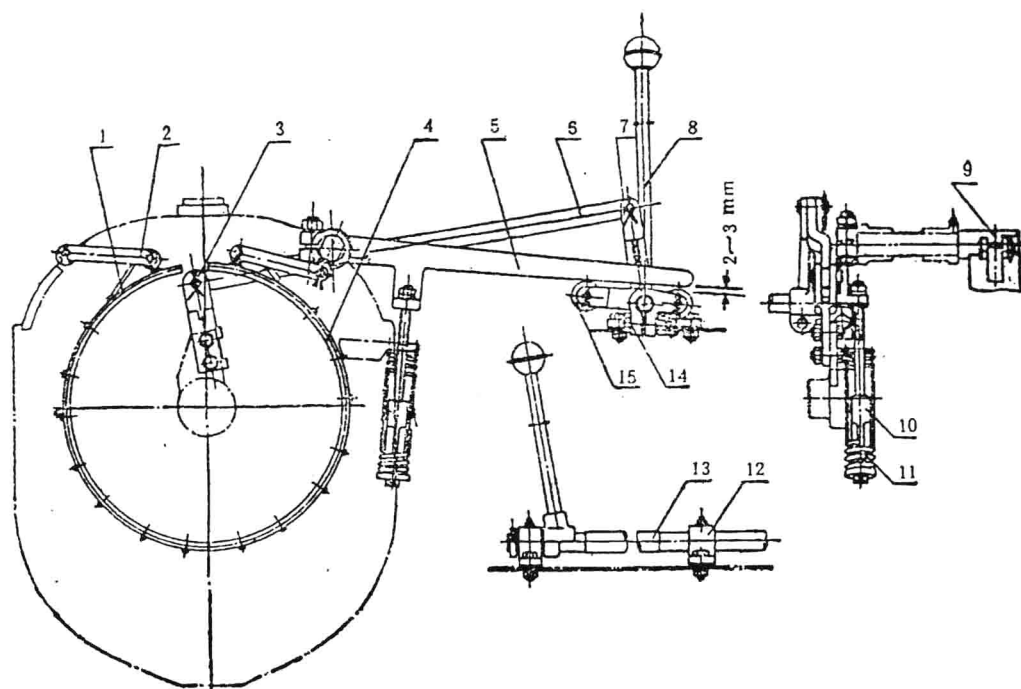


图 1—11 单卷筒动力绞盘的操纵机构

1—制动带；2—连接片；3—松放臂；4—制动带摩擦衬片；5—双臂杠杆；6—拉；7—离合器操纵臂；8—操纵杆；9—制动轴；10—拉杆；11—弹簧；12—轴承；13—操纵杆轴；14—滚轮架；15—滚轮

阶梯式操纵螺母被夹持在松放臂 3 的下端，松放臂的上端则通过拉杆 6 和离合器操纵臂 7 装连在操纵杆轴 13 上。因此，拨动操纵杆 8 就可使阶梯式螺母转动。

制动带 1 的固定端通过连接片 2 固定在齿轮箱壳上，其活动端通过连接片连接在制动

轴 9 的后端。制动轴通过轴套支承在箱壳上。双臂杠杆 5 的内端通过夹紧螺栓固装在制动轴的前端，外端放置在两个滚轮 15 上，中部通过拉杆 10 与弹簧 11 相连。在弹簧的弹力作用下，使制动带经常抱紧制动鼓。滚轮 15 装在滚轮架 14 上，滚轮架固定在操纵杆轴 13 的后端。当操纵杆处于中间位置时，双臂杠杆的外端与滚轮之间留有 2~3mm 的间隙。

动力绞盘的工作情况如下：

当操纵杆处于中间位置时，锥形离合器处于分离状态，主动锥鼓空转。此时，制动带在弹簧的弹力作用下抱紧制动鼓，卷筒不能转动，铲刀即停留在某一位置上。

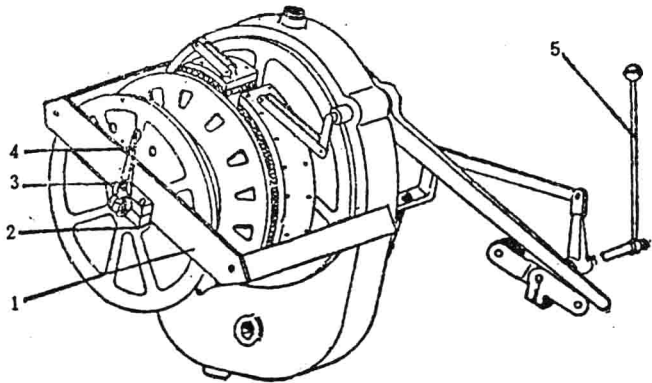
当驾驶员将操纵杆由中间位置向里拉时，操纵杆轴转动，通过离合器操纵臂、拉杆和松放臂，使阶梯式操纵螺母逆时针方向转动，由于螺母两套螺纹的共同作用，使轴套产生较大的轴向位移，从而带动主动锥鼓迅速压紧从动锥鼓，卷筒转动并收绕钢索，使铲刀升起。同时，滚轮架上的外滚轮将双臂杠杆的外端抬起，克服弹簧弹力，将制动带松开。当松开操纵杆时，在回位弹簧的作用下，操纵杆回复中间位置。随着操纵杆的复位，离合器分离，制动器恢复制动状态，铲刀停止上升而停留在某一位置上。

当向外推动操纵杆时，操纵螺母顺时针转动，离合器仍处于分离状态，滚轮架上的内滚轮将双臂杠杆外端抬起，制动带松开。于是，铲刀借自重下降并带动卷筒反转。

在使用中，随着零件的磨损，离合器和制动器的间隙会逐渐增大。离合器间隙过大，将使铲刀不能提升；制动器间隙过大，将使铲刀提升后不能停留在所需位置而自动下降。此时，应对它们进行调整。

锥形离合器的调整：道德将铲刀落下，分开主离合器。然后松开卷筒轴后端固定夹板 4 上的固定螺栓 3（图 1—12），用扳手顺时针方向转动卷筒轴至离合器完全接合时，再反时针退出 1/4~1/2 转，使离合器具有正常间隙。最后，拧紧夹板固定螺栓，使卷筒轴固定。调整后进行试验，操纵杆在中间位置时，绞盘内无摩擦声；在接合位置时铲刀能迅速提升，则为调整合适。

制动器的调整：落下铲刀，将操纵杆放在中间位置。松开双臂杠杆 4 内端的夹紧螺栓 3（图 1—13），用扳手转动制动轴 2，使制动带抱紧，并使双臂杠杆外端与滚轮保持 2~3mm 的间隙，然后紧固夹紧螺栓 3。如果制动器作上述调整后仍不能可靠制动，则须调整制动弹簧，增大其弹力。



1—12 绞盘离合器的调整

1—11 形架；2—固定夹板；3—固定螺栓；4—扳手；5—操纵杆

2. 液压式操纵机构

在液压操纵的推土机中，铲刀的升降和固定等动作是由压操纵机构来控制的。

图 1—14 为 TY180 型推土机的液压系统工作原理图。该系统由油泵、操纵阀、安全阀、油缸、油箱、滤油器等组成。

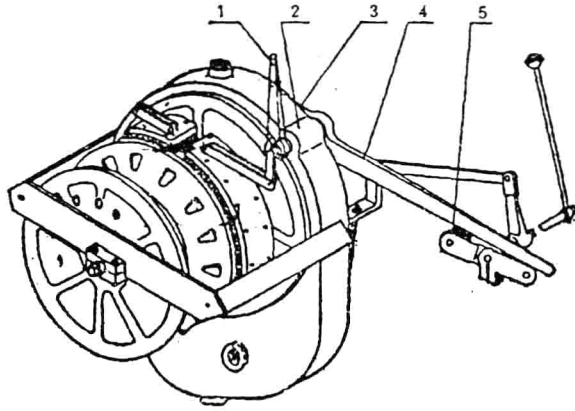


图 1-13 绞盘制动器的调整

1—扳手；2—制动轴；3—夹紧螺栓；4—双臂杠杆；5—滚轮

工作油泵 11 从液压油箱中吸油，并将压力油送入铲刀操纵阀 8 和松土器操纵阀 6，通过对阀的操纵，可使液压油分别进入铲刀油缸 13 和松土器油缸 4，从而使铲刀和松土器按工作要求动作。各油缸的回油经过滤清器 9 流回油箱。整个系统的压力，由安全阀 1 控制，当油压超过规定值时，安全阀开启，以避免油泵过载。

工作油泵为齿轮泵，它安装在分动箱上，由变矩器泵轮通过分动箱第三轴带动。全部控制阀均安装在油箱内，使结构紧凑。操纵阀为双滑阀式，滑阀 8 为四位五通阀，用以控制铲刀上升、下降、固定和浮动等四种动作；滑阀 6 为三位五通，用以控制松土器上升、固定、下降等三种动作。

在操纵阀上装有进油单向阀 3 与补油阀 2，单向阀的作用是防止油液倒流。例如，提升铲刀时，在阀杆换向过程中，单向阀可防止工作装置因自重作用而产生瞬时下降。又如，在提升铲刀时柴油机突然熄火，油泵停止供油，但单向阀仍可使铲刀维持在起升位置，而不致突

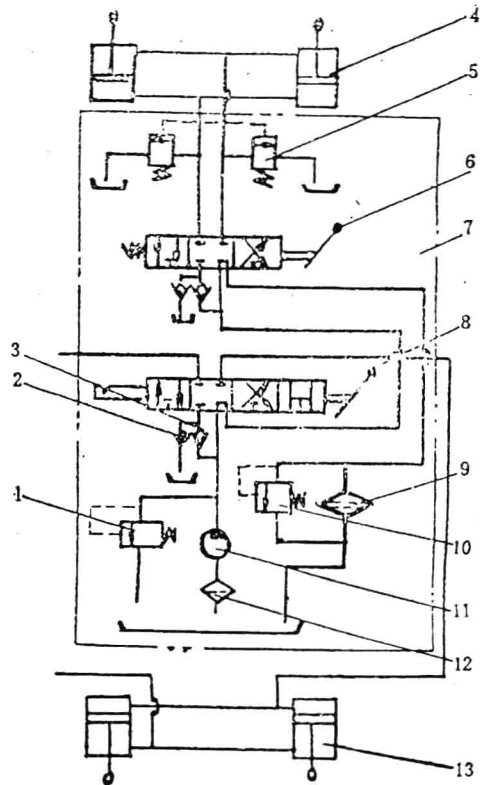


图 1-14 TY180 型推土机液压系统原理图

1—安全阀；2—补油阀；3—进油单向阀；4—松土器油缸；5—过载阀；6—松土器操纵阀；7—油箱及操纵系统总成；8—铲刀操纵阀；9—滤清器；10—安全阀；11—油泵；12—滤网；13—铲刀油缸

然下降造成事故。补油阀的作用是当系统或油缸内产生真空时，使油箱中的液压油通过操纵阀进入油缸，保证活塞平顺地工作。例如，当工作装置下降时，由于自重作用，使下降速度大于供油速度，油缸上腔会产生真空，这时补油阀就能直接从油箱吸油进行补充。

滤油器的作用是过滤混入液压油中的杂质，保持油的清洁。与滤油器并联装有一个滤油安全阀 10，当滤油器被堵塞时，安全阀 10 开启，油液便不经过滤油器而直接流回油箱。这样，不致影响液压系统的正常工作。

为了防止松土器偶遇障碍而使系统中油压过高，在松土器油路中配有超载阀 5。当油压超过规定值时，超载阀开启而卸载，以保护油缸及油管。

铲刀操纵阀在各种工作位置时的油流情况，如图 1—15 ~ 图 1—18 所示。

固定位置（图 1—15）通往油缸上、下腔的油道均被阀芯堵住，从油泵来的油液直接从回油口经滤油器流回油箱。此时，油缸活塞停止不动，从而使铲刀保持固定位置。

上升位置（图 1—16）滑阀切断通往回油口的通道，从油泵来的压力油顶开单向阀，经中间油口进入油缸下腔，推动活塞上移而使铲刀提升。同时，滑阀使油缸上腔与回油道相通，油缸上腔的低压油经滤油器流回油箱。

下降位置（图 1—17）滑阀切断从油泵到油缸下腔的油路，压力油顶开单向阀进入油缸上腔，推动活塞下降，使铲刀下降。此时，油缸下腔的低压油压回油口和滤油器流回油箱。

浮动位置（图 1—18）滑阀将油泵与油缸上、下腔及回油口均连通，使油缸的上下腔既可进油也可回油。因此，活塞可在油缸内浮动，使铲刀能随地形的起伏变化而自行升降。

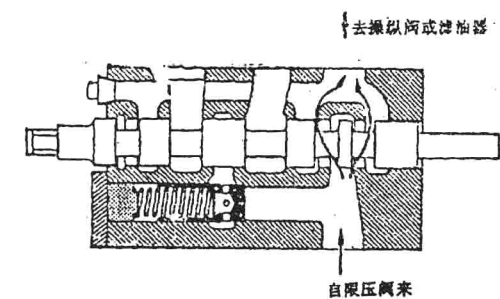


图 1—15 固定位置

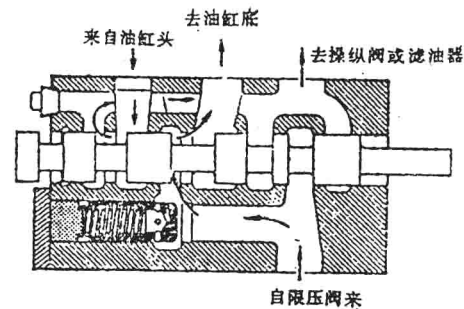


图 1—16 上升位置

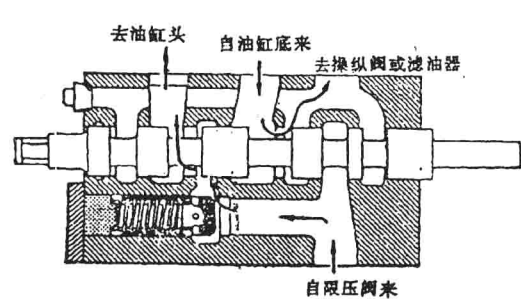


图 1—17 下降位置

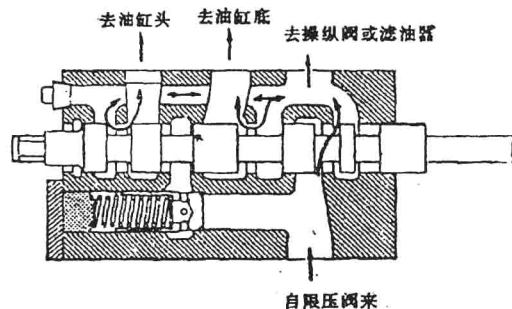


图 1—18 浮动位置

第二节 铲 运 机

一、概 述

铲运机是在前后轮轴之间装设一个铲斗进行铲运土壤的机械。它可用于修筑路堤、开挖路堑、平整场地和浮土剥离等土方作业。

铲运机是一种在行进中完成铲装、运土、卸土等工序的循环作业式机械，其工作过程如图 1—19 所示。

1. 铲装过程（图 1—19a）升起斗门，放下铲斗，随着机械的前进，斗口切入土中，被铲下的土层挤入斗内。

2. 运土过程（图 1—19b）铲斗装满土后，关闭斗门，升起铲斗，机械重载运行到卸土地段。

3. 卸土过程（图 1—19c）放下铲斗，使斗口离地面一定距离，打开斗门，使卸土板将斗内土往外推卸，随着机械的行驶，就在卸土地段卸一层土。

4. 回驶过程卸土完毕，关闭斗门，升起铲斗，机械空驶到铲土地段，准备进行下一循环的工作。

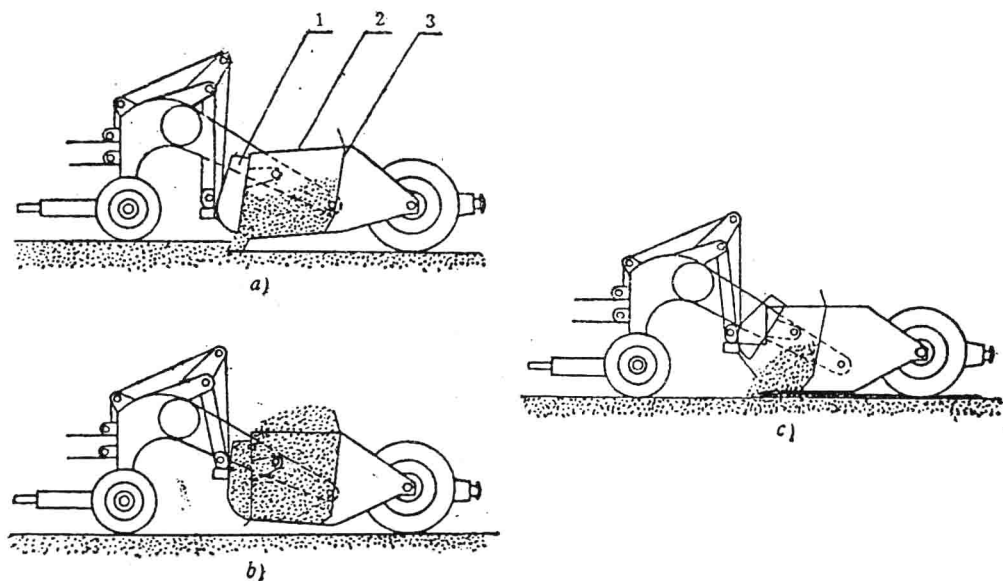


图 1—19 铲运机的工作循环

a) 铲装过程；b) 运土过程；c) 卸土过程

1—斗门；2—铲斗；3—卸土板

铲运机构造比较简单，机动性能较好，兼有一定的压实及平整能力，在较长距离运土时，有较好的经济效益。铲运机一般宜于铲装Ⅲ级以下的土壤，当铲装硬质土时，需用松土器预松，或用推土机顶推助铲。铲运机不适于在含水量大的粘土中工作，以免轮