

高等学校规划教材
GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

工程机械概论

张洪 贾志绚 主编 许纯新 主审



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

高等学校规划教材

工程机械概论

主编 张 洪 贾志绚
主审 许纯新

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2006

内 容 提 要

本书选择了现代施工过程中使用广泛、覆盖面广的工程机械,以科技含量高、知识延展性好的国内外典型产品为例,系统阐述了工程机械的主要构造、工作原理、工作装置特征、操纵控制方法以及基本使用技术。本书可作为大专院校机械设计类、土木建筑类、交通工程和交通运输类专业教学用书,也可作为工程机械产品设计人员、工程施工技术人员以及产品销售人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程机械概论/张洪,贾志绚主编. —北京:冶金工业出版社, 2006. 9

ISBN 7-5024-4068-2

I. 工… II. ①张… ②贾… III. 工程机械—概论
IV. TU6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 081320 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 李培禄 美术编辑 李 心

责任校对 石 静 李文彦 责任印制 牛晓波

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2006 年 9 月第 1 版, 2006 年 9 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 18 印张; 474 千字; 276 页; 1~3000 册

39.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

工程机械在城市建设、交通运输、农田水利、能源开发和国防建设施工中，起着十分重要的作用。

改革开放以来，我国的工程机械行业得到了持续稳定的发展，品种不断增加，门类日渐齐全，国家通过引进吸收国外大型施工机械的先进技术，不断开发出机电液一体化的工程机械新产品，许多产品已接近或达到国际先进水平，为提高基础建设工程的施工质量提供了可靠的保障，因而工程机械的设计、制造及使用已成为我国一个独立的工业体系和行业。

本书作为起重运输和工程机械专业的专业教材，以工程中应用面广泛的国产和进口主要机型为例，重点介绍了各类工程机械的主要结构、工作原理、性能和使用要点。本教材可供机械设计类、土木建筑类、交通运输工程类专业本科生教学使用，使具有一定机械设计基础的学生拓宽专业知识面，了解我国当前工程机械的技术水平，也可作为研究生、工程机械产品设计人员、施工管理人员的参考书。

全书由太原科技大学张洪、贾志绚主编，吉林大学许纯新主审。书中第一、第二、第十章由贾志绚编写，第三、第四、第五、第十三、第十四、第十五章由智晋宁编写，第六、第十七章由晋民杰编写，第七、第八、第九章由林慕义编写，第十一、第十二章由张洪编写，第十六章由高崇仁编写。

本书编写过程中得到了徐州工程机械科技股份有限公司、广西柳工机械股份有限公司、河北宣化工程机械股份有限公司、上海彭浦机器厂有限公司、山推股份有限公司、厦门工程机械股份有限公司、陕西建筑股份有限公司、郑州宇通重工有限公司等国内生产厂家的大力支持，在此一并表示感谢。同时，在编写过程中还参考了许多现代工程施工机械方面的文献，对文献作者为推进我国工程施工机械的发展所做的贡献表示敬意，并借此机会向他们表示由衷的感谢。

由于编者水平和实际经验所限，书中不足之处，恳请读者批评指正。

编著者
2006年6月

目 录

第一章 推土机	1
第一节 概述	1
第二节 推土机构造	4
第三节 推土机的使用	17
第二章 铲运机	22
第一节 概述	22
第二节 自行式铲运机构造	25
第三节 铲运机的使用	42
第三章 平地机	48
第一节 概述	48
第二节 平地机构造	49
第三节 平地机的使用	63
第四章 装载机	66
第一节 概述	66
第二节 装载机构造	67
第三节 装载机的使用	75
第五章 挖掘机械	79
第一节 概述	79
第二节 单斗挖掘机构造	83
第三节 挖掘机的使用	93
第六章 破碎与筛分机械	95
第一节 概述	95
第二节 破碎机械	96
第三节 筛分机械	114
第四节 联合破碎筛分设备	120
第七章 静作用压路机	123
第一节 概述	123

第二节	静作用压路机总体构造	126
第三节	静作用压路机主要部件构造	129
第八章	振动压路机	136
第一节	概述	136
第二节	振动压路机构造	139
第三节	振动压路机的液压控制系统	145
第九章	夯实机械	148
第一节	用途与分类	148
第二节	结构及工作原理	148
第十章	稳定土拌和机械	154
第一节	稳定土拌和机	154
第二节	稳定土厂拌设备	162
第十一章	沥青混凝土搅拌设备	170
第一节	概述	170
第二节	间歇强制式沥青混凝土搅拌设备构造	172
第三节	连续滚筒式沥青混凝土搅拌设备构造	185
第四节	沥青混凝土搅拌设备的使用	187
第十二章	沥青混凝土摊铺机	190
第一节	概述	190
第二节	沥青混凝土摊铺机的构造	192
第三节	沥青摊铺机的自动调平装置	199
第四节	沥青摊铺机的使用	202
第十三章	水泥混凝土搅拌设备	204
第一节	水泥混凝土搅拌机	204
第二节	水泥混凝土搅拌站	209
第十四章	水泥混凝土输送设备	213
第一节	混凝土搅拌运输车	213
第二节	水泥混凝土输送泵	216
第三节	混凝土输送泵车	219
第十五章	水泥混凝土摊铺机	223
第一节	概述	223
第二节	滑模式水泥混凝土摊铺机构造	224

第十六章 起重机械	234
第一节 起重机械分类	234
第二节 轻小起重设备	235
第三节 建筑用升降机	236
第四节 起重机	237
第五节 起重机的主要技术参数	246
第六节 起重机工作级别及选择	252
第十七章 隧道掘进机械	256
第一节 概述	256
第二节 凿岩机	257
第三节 凿岩台车	262
第四节 掘进机	264
第五节 盾构机	271
参考文献	276

第一章 推 土 机

第一节 概 述

一、用途

推土机是一种在履带式拖拉机或轮胎式牵引车的前面安装推土装置及操纵机构的自行式施工机械，主要用来开挖路堑、构筑路堤、回填基坑、铲除障碍、清除积雪、平整场地等，也可完成短距离松散物料的铲运和堆积作业。

推土机配备松土器，可翻松Ⅲ、Ⅳ级以上硬土、软石或凿裂层岩，以便铲运机和推土机进行铲掘作业，也可利用推土机的铲刀直接顶推铲运机以增加铲运机的铲土能力（即所谓推土机助铲），还可协助平地机或铲运机完成施工作业，以提高这些机械的作业效率。

推土机用途十分广泛，是铲土运输机械中最常用的作业机械之一，在土方施工中占有重要地位。但由于铲刀没有翼板，容量有限，在运土过程中会造成两侧的泄漏，故运距不宜太长，否则会降低生产效率。通常中小型推土机的运距为 30 ~ 100m，大型推土机的运距一般不应超过 150m，推土机的经济运距为 50 ~ 80m。

二、分类和表示方法

推土机可以按以下几个方面进行分类：

(1) 按发动机功率大小推土机可分为以下三种：

- 1) 小型推土机：功率在 37kW 以下；
- 2) 中型推土机：功率在 37 ~ 250kW；
- 3) 大型推土机：功率在 250kW 以上。

(2) 按行走方式推土机可分为以下两种（图 1-1）：

1) 履带式推土机：附着性能好，牵引力大，接地比压小，爬坡能力强，能适应恶劣的工作环境，作业性能优越，是多用的机种。

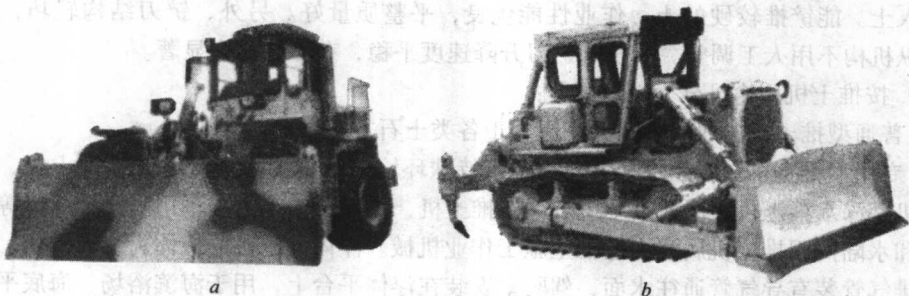


图 1-1 推土机的外貌

a—轮胎式推土机；b—履带式推土机

2) 轮胎式推土机: 行驶速度快, 机动性好, 作业循环时间短, 转移方便迅速, 不损坏路面, 特别适合城市建设和道路维修工程中使用。因其制造成本较低, 维修方便, 近年来有较大的发展。但附着性能远不如履带式推土机, 在松软潮湿的场地施工时容易引起驱动轮滑转, 降低生产效率, 严重时还可能造成车辆沉陷; 在开采矿山时, 因岩石坚硬锐利, 容易引起轮胎急剧磨损, 因此, 轮胎式推土机的使用范围受到一定的限制。

(3) 按推土板安装形式推土机可分为以下两种:

1) 固定式铲刀推土机: 推土机的推土铲刀与主机纵向轴线固定为直角, 也称直铲式推土机。它机构简单, 但只能正对前进方向推土, 作业灵活性差, 仅用于中小型推土机。

2) 回转式铲刀推土机: 推土机的推土铲刀在水平面内能回转一定角度, 与主机纵向轴线可以安装成固定直角或非直角, 也称为角铲式推土机。这种推土机作业范围较广, 便于向一侧移土和开挖边沟。

(4) 按传动方式推土机可分为以下几种:

1) 机械式传动推土机: 采用机械式传动的推土机工作可靠, 制造简单, 传动效率高、维修方便, 但操作费力, 传动装置对负荷的自适应性差, 容易引起发动机熄火, 降低作业效率。大中型推土机已较少采用。

2) 液力机械传动式推土机: 采用液力变矩器与动力换挡变速器组合传动装置, 具有自动无级变速变扭、自动适应外负荷变化的能力, 发动机不易熄火, 可负载换挡, 换挡次数少, 操纵轻便, 作业效率高, 是现代大中型推土机多采用的传动形式。缺点是采用了液力变矩器, 传动效率较低, 传动装置结构复杂, 制造和维修成本较高。

3) 全液压传动式推土机: 由液压马达驱动, 驱动力直接传递到行走机构。因为没有主离合器、变速器、驱动桥等传动部件, 结构紧凑, 总体布置方便, 整机质量轻, 操纵简单, 可实现原地转向。但全液压推土机制造成本较高, 耐用度和可靠性较差, 目前只用在中等功率的推土机上。

4) 电传动式推土机: 将柴油机输出的机械能先转化成电能, 通过电缆驱动电动机, 进而驱动行走装置和工作装置。它结构紧凑, 总体布置方便, 操纵灵活, 可实现无级变速和整机原地转向。但整机质量大, 制造成本高, 目前只在少数大功率轮式推土机上应用。另一种电传动式推土机采用动力电网的电力, 称为电气传动, 主要用于露天矿开采和井下作业, 没有废气污染, 但受电力和电缆的限制, 使用范围较窄。

(5) 按铲刀操纵方式推土机可分为以下两种:

1) 钢索式推土机: 铲刀升降由钢索操纵, 铲刀入土靠自重, 不能进行强制切土, 且机构的摩擦件较多(如滑轮、动力铰盘), 易磨损, 操纵机构需经常人工调整。现已很少采用。

2) 液压式推土机: 铲刀在液压缸作用下动作, 既可在液压缸作用下强制入土, 也可靠铲刀自重入土。能铲推较硬的土, 作业性能优良, 平整质量好。另外, 铲刀结构轻巧, 操纵轻便, 操纵机构不用人工调整。液压式铲刀升降速度平稳, 在冬季更为显著。

(6) 按推土机用途可分为以下两种:

1) 普通型推土机: 通用性好, 广泛用于各类土石方工程施工作业。

2) 专用型推土机: 专用性强, 只适用于特殊环境下的施工作业。有浮体推土机、水陆两用推土机、深水推土机、湿地推土机、爆破推土机、低噪声推土机、军用高速推土机等。浮体推土机和水陆两用推土机属浅水型推土施工作业机械。浮体推土机的机体为船形浮体, 发动机的进、排气管装有导气管通往水面, 驾驶室安装在浮体平台上, 用于海滨浴场、海底平整等施工作业。水陆两用推土机主要用于浅水区和沼泽地带作业, 也可在陆地上使用。湿地推土机为低比压履带式推土机, 可适应沼泽地的施工作业。军用高速推土机主要用于国防建设, 平时用

于战备施工，战时可快速除障，挖山开路。

我国定型生产的推土机型号表示方法见表 1-1。产品型号按类、组、型分类原则编制，一般由类、组、型代号和主参数代号组成。近年来，我国引进了多种新机型，有些生产厂家按引进机型编号。

表 1-1 推土机型号表示方法

类	组	型	特 性	代 号	代号含义	主参数 (单位)
铲土运输机械	推土机 T (推)	履带式	—	T	履带机械操纵式推土机	功率 [kW (马力)]
			Y (液)	TY	履带液压操纵式推土机	
			S (湿)	TSY	履带湿地液压操纵式推土机	
			M (沙漠)	TMY	履带沙漠液压操纵式推土机	
		轮胎式 L (轮)	—	TL	轮胎液压推土机	

三、推土机作业过程

推土机的基本作业过程如图 1-2 所示。将铲刀下降至地面一定深度，机械向前行驶，此过程为铲土作业（图 1-2a）。铲土深度可通过调整铲刀的升降量来调整。铲土作业完成后，铲刀略升，使其贴近地面，机械继续向前行驶，此过程为运土作业（图 1-2b）。当运土至卸土地点时，提升铲刀，机械慢速前行，此过程为卸土作业（图 1-2c）。卸土作业完成后，机械倒退或掉头快速行驶至铲土地点重新开始铲土作业。推土机经过铲土、运土和卸土作业及空驶回程 4 个过程完成一个工作循环，故推土机属于循环作业式的土方工程机械。

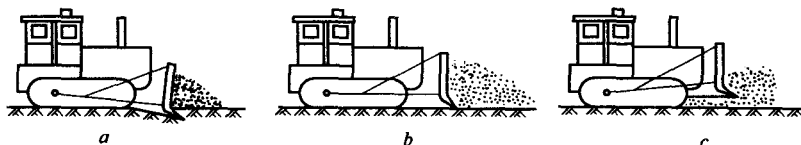


图 1-2 直铲式推土机的作业过程
a—铲土作业；b—运土作业；c—卸土作业

四、主要技术参数

推土机的主要技术参数有发动机额定功率、机重、最大牵引力和铲刀的宽度及高度等。其中功率是其最主要的参数。表 1-2 给出了几种推土机的主要技术性能参数。

表 1-2 推土机主要技术性能参数

型 号	T120	T180A	T200 TY200A	D85A-18	上海 410	D155A-1A
发动机型号	上 柴 6135AK-2	康明斯 NH220-C1	康明斯 NH855	小 松 NT-855	康明斯 KAT-19C	小 松 S6D155-4

续表 1-2

型 号	T120	T180A	T200 TY200A	D85A-18	上海 410	D155A-1A
额定功率/kW	99.2	132	162	162	306	235
额定转速 /r · min ⁻¹	1500	1850	1800	1800	2000	2000
最大牵引力/kN	120	188	191.2	200		280
履带中心距/mm	1880	2000	2000	2000	2264	2140
履带接地长度 /mm	2745	2730	2730	2730	3360	3150
速度范围 /km · h ⁻¹	前 5 2.27 ~ 10.44 后 4 2.73 ~ 8.99	前 5 2.43 ~ 10.12 后 4 3.16 ~ 9.78	前 5 2.5 ~ 9.9 后 4 3 ~ 9.3	前 5 3.6 ~ 11.2 后 4 4.3 ~ 13.2	前 5 3.3 ~ 12.7 后 4 3.2 ~ 12.6	前 5 3.6 ~ 11.5 后 4 4.4 ~ 13.5
传动形式	机械式	机械式	机械式、液力式	液力式	液力式	液力式
机重/kg	17300	22500	23400	22900		32000
接地比压/MPa	0.059	0.07	0.077	0.076	0.112	0.095
爬坡能力/(°)	30	30	30	30	30	30
制造厂	长春工程机械厂	黄河工程机械厂	黄河工程机械厂	日本小松	上海彭浦	日本小松

第二节 推土机构造

不论是履带式推土机还是轮胎式推土机，都由发动机、传动系统、行走装置、工作装置和操纵控制系统等几部分组成。

一、传动系统和行走装置

(一) 传动系统

传动系统的作用是将发动机的动力减速增扭后传给行走装置，使推土机具有足够的牵引力和合适的工作速度。履带式推土机的传动系统多采用机械传动或液力机械传动；轮胎式推土机多为液力机械传动。

1. 履带式推土机的机械式传动系统

图 1-3 所示为机械式传动系统布置简图，铲刀操纵方式为液压式。

动力经主离合器 3、联轴节 5 和变速器 6 进入后桥，再经中央传动装置 7，左、右转向离合器 8、最终传动机构 10，最后传给驱动轮 11，进而驱动履带使推土机行驶。

动力输出箱 2 装在主离合器壳体上，由飞轮上的齿轮驱动，用来带动三个齿轮油泵。这三个齿轮油泵分别向工作装置、主离合器和转向离合器的液压操纵机构提供压力油。

2. 履带式推土机的液力机械式传动系统

图 1-4 为液力机械式传动系统布置简图。

液力机械式传动系统用液力变矩器和行星齿轮动力换挡变速器取代了主离合器和机械式换

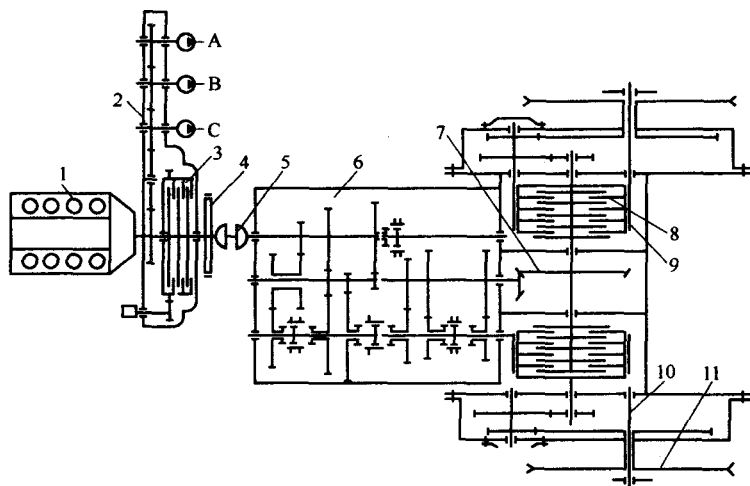


图 1-3 推土机的机械式传动布置简图

1—柴油发动机；2—动力输出箱；3—主离合器；4—小制动器；5—联轴节；6—变速器；7—中央传动装置；8—左、右转向离合器；9—转向制动器；10—最终传动机构；11—驱动轮
A—工作装置油泵；B—主离合器油泵；C—转向油泵

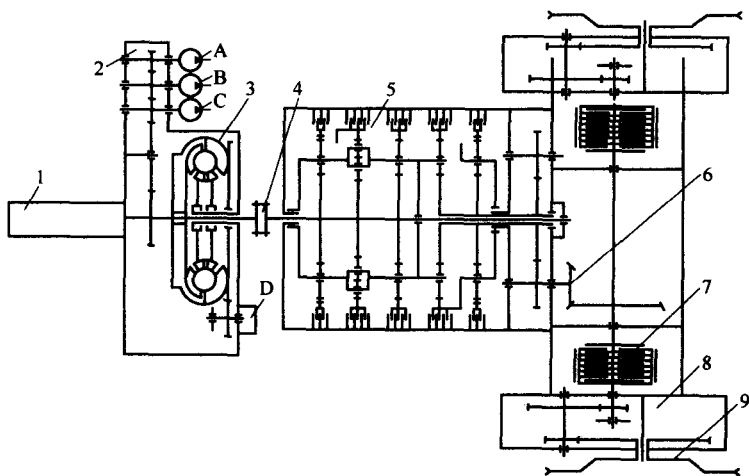


图 1-4 推土机液力机械式传动系统布置简图

1—发动机；2—动力输出箱；3—液力变矩器；4—联轴节；5—动力换挡变速器；
6—中央传动装置；7—转向离合器与制动器；8—最终传动装置；9—驱动轮
A—工作装置油泵；B—变矩器与动力换挡变速器油泵；C—转向离合器油泵；D—排油油泵

挡变速器，可不停机换挡。液力变矩器的从动部分（涡轮及其输出轴）能够根据推土机负荷的变化，在较大范围内自动改变其输出转速和转矩，从而使推土机在较宽的范围内自动调节工作速度和牵引力，因此变速器的挡位数少，减少了传动系统的冲击负荷。

该推土机的两个转向离合器是直接液压式，离合器的分离和接合都靠油压作用。

3. 轮胎式推土机的传动系统

图 1-5 所示为轮胎式推土机的液力机械式传动系统布置简图。传动系统采用液力变矩器、

定轴式动力换挡变速器和行星齿轮式轮边减速装置；驱动方式为前后双轴驱动，前桥为转向驱动桥。

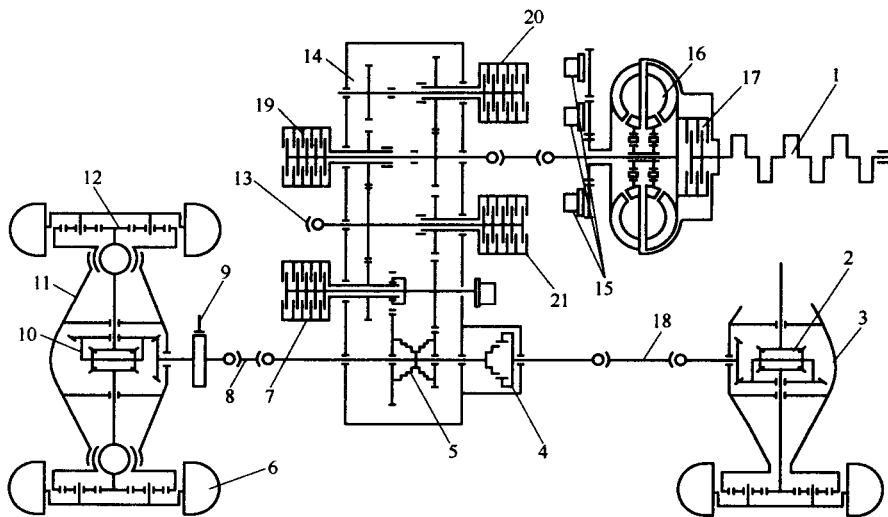


图 1-5 轮胎式推土机的传动系统布置简图

- 1—发动机；2、10—普通差速器；3—后驱动桥；4—后桥脱开机构；5—高、低挡变速器（滑动齿套）；
- 6—车轮；7、21—变速离合器；8、18—前、后传动轴；9—手制动器；11—前驱动桥；
- 12—轮边减速器；13—绞盘传动轴；14—动力换挡变速器；15—油泵；
- 16—液力变矩器；17—锁紧离合器；19、20—换向离合器

发动机的动力经液力变矩器 16 和动力换挡变速器 14 传到前、后传动轴 8、18，然后分别再由前、后驱动桥 11 和 3 的传动机构（普通差速器 2、10 和轮边减速器 12）驱动前、后轮转动。

锁紧离合器的作用是在高速轻载工况下将变矩器的主动件泵轮和从动件涡轮锁为一体，使变矩器失去变扭作用，从而变成机械式传动，以提高传动效率。后桥脱开机构 4 用于高速运输工况下变双桥驱动为单桥驱动，减少功率损失。

三个油泵 15 分别向作业操纵系统、变速操纵系统和转向操纵系统提供压力油。

动力换挡变速器为定轴式，用换挡离合器和换向离合器以及滑动齿套式的高低挡变速器的操纵控制可实现四个前进挡和四个倒退挡。

前后驱动桥的主传动器和差速器结构形式与普通轮式车辆相同。前桥是转向驱动桥，所以两个半轴采用等角速万向传动轴。前后桥采用简单行星排机构轮边减速器，每个半轴外端的小齿轮直接驱动行星排机构的太阳轮，齿圈与桥壳固定连接，由行星轮架带动车轮轮毂。这种轮边减速器的结构紧凑，传动比较大，传矩能力也较大。

(二) 行走系统

行走系统是直接实现机械行驶和将发动机动力转化成机械牵引力的系统，包括机架、悬挂装置和行走装置三部分。机架是全机的骨架，用来安装所有总成和部件。行走装置用来支承机体，并将发动机传递给驱动轮的转矩转变成推土机所需的驱动力。机架与行走装置通过悬挂装置连接起来。

履带式推土机行走装置由驱动轮、支重轮、托轮、引导轮、履带（统称为“四轮一带”）、张紧装置等组成。履带围绕驱动轮、托轮、引导轮、支重轮呈环状安装，驱动轮转动时通过轮

齿驱动履带使之运动，推土机就能行驶。支重轮用于支承整机，将整机的荷载传给履带。支重轮在履带上滚动，同时夹持履带防止其横向滑出；转向时，可迫使履带在地面上横向滑移。托轮用来承托履带，防止履带过度下垂，以减小履带运动中的上下跳振，并防止履带横向脱落。引导轮是引导履带卷绕的，使履带铺设在支重轮的前方。张紧装置可使履带保持一定的张紧度，以防跳振和滑落，还可缓和履带对台车架的冲击。

轮式推土机的行走系统包括前桥和后桥。推土机的行驶速度低，车桥与机架一般采用刚性连接（即刚性悬架）。为保证在地面不平时四个车轮都能与地面接触，将一个驱动桥与机架采用铰连接，以使车桥左右两端能随地面不平而上下摆动。

二、推土机工作装置

（一）推土装置

推土机的推土装置简称铲刀，是推土机的主要工作装置，安装在推土机的前端，安装形式有固定式和回转式两种。

采用固定式铲刀的推土机，其铲刀正对前进方向安装，称为直铲或正铲，多用于中、小型推土机。回转式铲刀可在水平面内回转一定的角度安装，以实现斜铲作业，一般最大回转角为 25° ；还可使铲刀在垂直平面内倾斜一个角度以实现侧铲作业，侧倾角一般为 $0^\circ \sim 9^\circ$ ，如图1-6所示。回转式铲刀以 0° 回转角安装时，同样可实现直铲作业。因此，回转铲刀的作业适应范围更广，大、中型推土机多安装回转式铲刀。

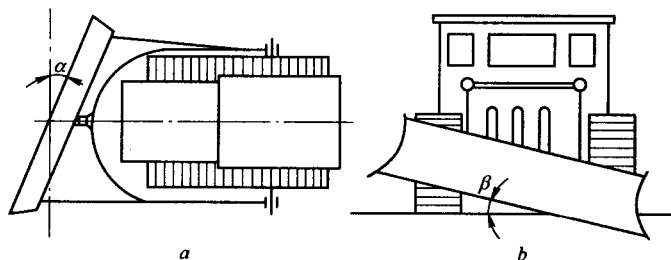


图 1-6 回转式铲刀安装示意图

a—铲刀回转；b—铲刀侧倾

在运输工况时，推土装置被提升油缸提起，悬挂在推土机前方；推土机进入作业工况时，则降下推土装置，将铲刀置于地面，向前可以推土，后退可以平地。当推土机作牵引车作业时，可将推土装置拆除。

通常，向前推挖土石方、平整场地或堆积松散物料时，广泛采用直铲作业；傍山铲土或单侧弃土，常采用斜铲作业；在斜坡上铲削硬土或挖边沟，采用侧铲作业。

1. 固定式推土装置

固定式推土装置如图 1-7 所示，由推土板、顶推梁、斜撑杆、拉杆和倾斜油缸等组成。

顶推梁 6 铰接在履带式底盘的台车架上，推土板 3 可绕其铰接支承摆动，以实现铲刀的提升或下降。推土板 3、顶推梁 6、斜撑杆 8、倾斜油缸 5 和横拉杆 4 等组成一个刚性构架，整体刚度大，可承受重载作业负荷。在推土板的背面有两个铰座，用以安装铲刀升降油缸。升降油缸铰接于机架的前上方。

通过等量伸长或等量缩短斜撑杆 8 和倾斜油缸 5 的长度，可以调整推土板的切削角（即改变刀片与地面的夹角），以适应不同土质的作业要求。

2. 回转式推土装置

回转式推土装置构造如图 1-8 所示, 由推土板 1、顶推门架 6、推土板推杆 5 和斜撑杆 2 等组成, 可根据施工作业需要调整铲刀在水平和垂直平面内的倾斜角度。当两侧的螺旋推杆分别铰装在顶推门架的中间耳座上时, 铲刀呈直铲状态; 当一侧推杆铰装在顶推门架的后耳座上, 而另一侧推杆铰装在顶推门架的前耳座上时, 呈斜铲状态; 铲刀水平斜置后, 可在直线行驶状态实现单侧排土, 回填沟渠, 提高作业效率。

为扩大作业范围, 提高工作效率, 现代推土机多采用侧铲可调式结构, 即反向调节倾斜油缸和斜撑杆的长度, 可在一定范围内改变铲刀的侧倾角, 实现侧铲作业。铲刀侧倾调整时, 先用提升油缸将推土板提起。当倾斜油缸收缩时, 安装倾斜油缸一侧的推土板升高, 伸长斜撑杆一端的推土板则下降; 反之, 倾斜油缸伸长, 倾斜油缸一侧的推土板下降, 收缩斜撑杆一端的推土板则升高, 从而实现铲刀左、右侧倾。铲刀处于侧倾状态下, 可在横坡上进行推土作业, 或平整坡面, 也可用铲尖开挖浅沟。

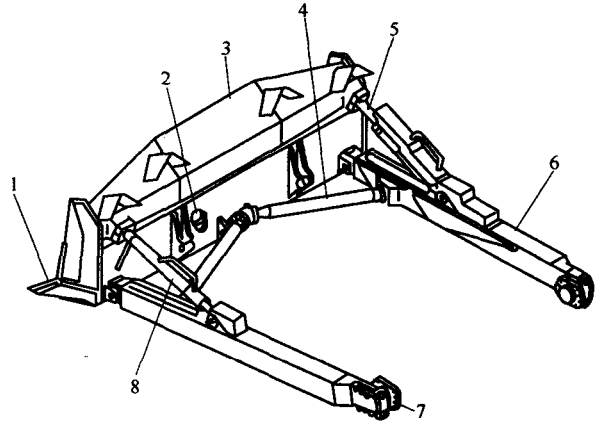


图 1-7 固定式推土装置

- 1—端刃; 2—切削刃; 3—推土板; 4—横拉杆; 5—倾斜油缸;
- 6—顶推梁; 7—铰座; 8—斜撑杆

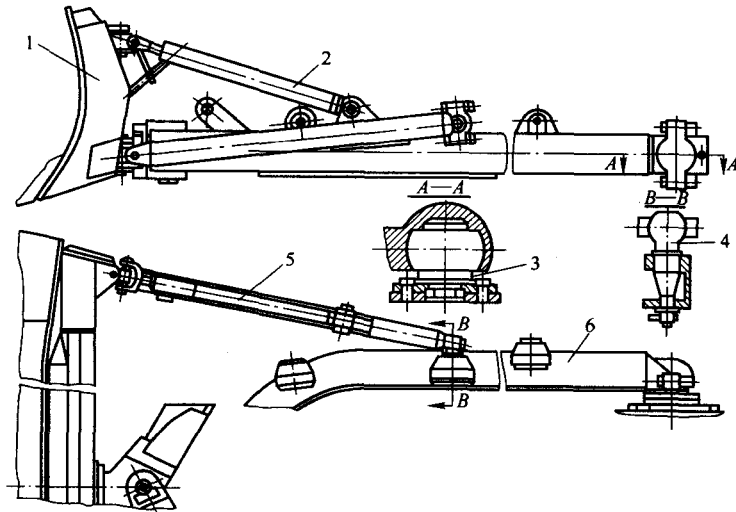


图 1-8 回转式推土装置

- 1—推土板; 2—斜撑杆; 3—顶推门架支承; 4—推杆球状铰销; 5—推土板推杆; 6—顶推门架

为避免铲刀由于升降或倾斜运动导致各构件之间发生运动干涉, 引起附加应力, 铲刀与顶推门架前端采用球铰连接, 铲刀与推杆、铲刀与斜撑杆之间, 也采用球铰或万向联轴器连接。顶推门架铰接在台车架的球状支承上, 整个推土装置可绕其铰接支承摆动升降。

3. 推土板的结构与形式

推土板主要由曲面板和可卸式切削刃组成。切削刃用高强度耐磨材料制造, 磨损后可更换。

推土板的外形结构参数主要有宽度、高度和积土面（正面）曲率半径。为减少积土阻力，利于物料滚动前翻，防止物料在铲刀前散胀堆积，或越过铲刀向后溢漏，推土板的积土面形状常采用抛物线或渐开线曲面。此类积土表面物料贯入性好，可提高物料的积聚能力和铲刀的容量，降低能量的损耗。因抛物线曲面与圆弧曲面的形状及其积土特性十分相近，且圆弧曲面的制造工艺性好，易加工，故现代推土板多采用圆弧曲面。推土板的外形结构常用的有直线形和U形两种。

直线形推土板属窄型推土板，宽高比较小，比切力大（即切削刃单位宽度上的顶推力大），但铲刀前的积土容易从两侧流失，切土和推运距离过长会降低推土机的生产率。

U形推土板两侧略前伸呈U字形，在运土过程中，U形铲刀中部的土壤上升卷起前翻，两侧的土壤则在翻的同时向铲刀内侧翻滚，提高了铲刀的充盈程度，有效地减少了土粒或物料的侧漏，因而运距稍长的推土作业宜采用U形推土板。

推土板断面结构有开式、半开式、闭式三种形式（见图1-9）。开式结构简单，但刚性差，承载能力低，只在小型推土机上采用；半开式推土板背面焊接了加强结构，刚度得到增强；功率较大的推土机常采用封闭式箱形结构的推土板，其背面和端面均用钢板焊接而成，用以加强推土板的刚度。

4. 气流润滑式铲刀推土装置

气流润滑式推土装置（图1-10）用螺栓固定在轮式底盘的前车架上，由铲刀、推架、上拉杆、横梁、铲刀升降油缸、铲刀垂直倾斜油缸等组成。

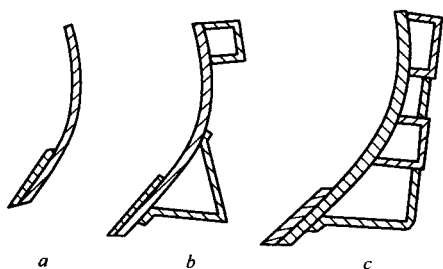


图1-9 推土板断面结构形式

a—开式；b—半开式；c—闭式

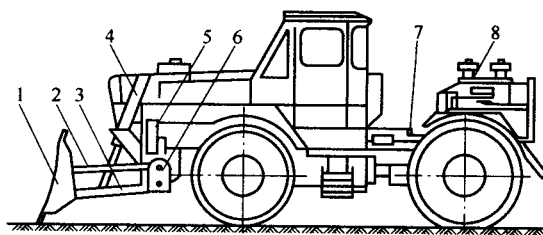


图1-10 气流润滑式轮式推土机

1—铲刀；2—上拉杆；3—推架；4—铲刀升降油缸；

5—铲刀垂直倾斜油缸；6—横梁；7—空气

压缩机传动轴；8—空气压缩机

在轮式底盘的后部安装大容量的空气压缩机，从两侧的输入钢管向推土板下部提供高压气流，在铲刀表面与土壤之间从下向上形成“气垫”。这层“气垫”在铲刀和土壤之间起隔离和润滑作用，降低推土板的切削阻力，提高了推土机的生产率和经济性能。

推土板、推架、上拉杆和横梁组成一个平行四连杆机构，具有平行运动的特点，因此，推土板升降时始终保持垂直平稳运动，不会随铲刀浮动而改变预先确定的切削角，使铲刀始终在最小阻力工况下稳定作业。同时，铲刀垂直升降还有利于减小铲刀在土壤中的升降阻力。铲刀垂直倾斜油缸可改变铲刀的入土切削角，即将垂直状态的铲刀向前或向后倾斜一定的角度（倾斜幅度为 $\pm 8^\circ$ ），以适应不同土质的作业要求。

（二）松土装置

松土装置简称松土器或裂土器，悬挂在推土机基础车的尾部，是推土机的一种主要附属工作装置，广泛用于硬土、黏土、页岩、粘结砾石的预松作业，也可替代传统的爆破施工方法，用以凿裂层理发达的岩石，开挖露天矿山，提高施工的安全性，降低生产成本。

松土器结构分为铰链式、平行四边形式、可调式平行四边形式和径向可调式四种基本形

式。现代松土器多采用后三种形式，其典型结构见图 1-11。

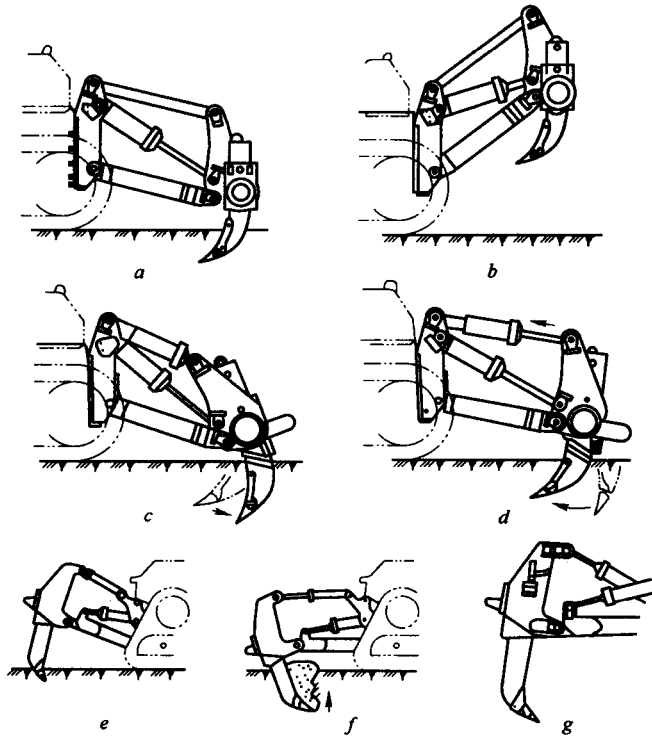


图 1-11 现代松土器的典型结构

a、b—固定式平行四杆机构松土器；c、d、e、f—可调式平行四杆机构松土器；g—径向可调式松土器

按松土齿的数量可分为单齿式和多齿式松土器。多齿松土器通常安装 3~5 个松土齿，用于预松硬土和冻土层，配合推土机和铲运机作业。单齿松土器比切削力大，用于松裂岩石作业。

图 1-12 所示为三齿松土器，松土器主要由安装架 1、上拉杆（倾斜油缸）2、松土器臂 8、横梁 4、提升油缸 3 及松土齿等组成，整个松土装置悬挂在推土机后桥箱体的安装架上。松土齿用销轴固定在横梁松土齿架的啮合套内，松土齿杆上设有多个销孔，改变齿杆的销孔固定位置，即可改变松土齿杆的工作长度，调节松土器的松土深度。

松土齿由齿杆、护套板、齿尖镶块及固定销组成（见图 1-13）。齿杆 1 是主要的受力件，承受巨大的切削载荷。齿杆形状有直齿形、折齿形和曲齿形三种基本结构（见图 1-13a、b、c）。直齿形齿杆在松裂致密分层的土壤时，具有良好的剥离表层的能力，同时具有凿裂块状和板状岩层的效能。曲齿形齿杆提高了齿杆的抗弯能力，裂土阻力较小，适合松裂非匀质性的土壤。块状物料先被齿尖掘起，并在齿杆垂直部分通过之前即被凿碎，松裂效果较好，但块状物料易被卡阻在弯曲处。折齿形齿杆形状比曲齿形齿杆简单些，性能介于直齿和曲齿之间。

松土齿护套板 2 用以保护齿杆，防止磨损，延长其使用寿命。齿尖镶块 3 和护套板 2 是直接松土、裂土的零件，工作条件恶劣，容易磨损，使用寿命短，需经常更换，应采用高耐磨性材料，在结构上应尽可能拆装方便，连接可靠。