

挖坑机

卓凤英 编著

2915
1

中国林业出版社

挖 坑 机

卓凤英 编著

中国林业出版社

挖 坑 机

卓凤英 编著

中国林业出版社出版（北京西城区刘海胡同七号）
新华书店北京发行所发行 北京顺义冠中印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 6.875印张 105千字

1989年10月第一版 1989年10月第一次印刷

印数 1—2,000 册 定价：2.50 元

ISBN 7-5038-9465-3/TB·0113

目 录

绪 言	1
第一章 挖坑机的构造	15
第一节 挖坑机的工作条件	15
第二节 挖坑机的分类	15
一、按配套动力和挂结方式分	15
二、按传动方式分	18
三、按钻头安装位置分	18
第三节 挖坑机悬挂装置的机构型式	19
一、不平行四杆机构型式	19
二、单直线导路机构型式	22
三、门架机构型式	28
四、曲柄连杆机构型式	30
五、液压臂机构型式	32
六、装载机机构型式	33
第四节 挖坑机的钻头	33
一、挖坑机钻头的主要类型	33
二、挖坑机钻头的钻铤和钻尖	39
第五节 手提式挖坑机	43
一、手提式挖坑机的工作原理	43
二、减速器	45
第二章 挖坑机钻头升土理论分析	56
第一节 土壤质点的运动	56

一、土壤质点垂直速度 V_z 的确定	56
二、影响土壤质点垂直速度的因素	62
三、螺旋升角 α 和临界转速 $n_{临}$ 的选择范围	64
第二节 土流的运动	65
一、土流运动的原理	65
二、土流内半径的计算方法	68
第三节 钻头的抛土半径	72
第四节 避免钻头堵塞的条件	73
第三章 螺旋型钻头工作面的设计和计算	75
第一节 圆柱螺旋型工作面的主要参数的选定	75
一、钻头尺寸的确定	75
二、钻头的螺旋角 α 和导程 h 的确定	76
三、旋抛次数的确定	79
四、螺旋头数 i 和螺旋内径 d 的确定	79
第二节 圆柱螺旋面的画法及其展开	80
一、圆柱螺旋面的画法	80
二、圆柱螺旋面的展开方法	81
第三节 圆锥螺旋面的画法及其展开	83
一、圆锥螺旋面的画法	83
二、圆锥螺旋面的展开	84
第四章 挖坑机垂直进给装置的分析	85
第一节 挖坑机垂直进给装置的工作原理	85
第二节 挖坑机垂直进给装置运动分析和有关参数的选择	86
一、曲线槽的中心线方程的建立	86
二、钻头装置上转动铰链 B 点和铰链 C 点距离 h 的确定	87
三、机构保证运动的条件	87
四、滑槽长度范围的确定	89
五、上、下滑动杆之夹角 θ 及其连接杆长度 a 的确定	89
六、中央拉杆的销孔到钻头轴线之距离 L 的确定	90

第五章 挖坑机的钻头传动所需总转矩和功率的计算···	97
第一节 钻头传动所需的总转矩 M_d 的计算···	97
一、钻头传动所需总转矩理论计算法···	91
二、钻头传动的功率消耗估算法···	103
第二节 机械传动式挖坑机配套动力的计算···	106
第三节 液压传动式挖坑机配套动力的计算···	105
一、液压挖坑机的液压系统图的拟定···	106
二、管路及其它元件的选择···	112
第六章 悬挂式挖坑机的设计···	113
第一节 确定挖坑机的结构方案及其主要参数的选择···	113
一、确定挖坑机的结构方案···	113
二、挖坑机螺旋钻头工作面参数的选择···	114
第二节 绘制挖坑机的机动图···	116
第三节 动力输出轴的传动装置的设计···	117
一、联轴节传动的选择···	117
二、安全离合器的选择···	119
第四节 减速装置的设计···	119
第五节 挖坑机的钻头传动所需总转矩和配套动力的计算···	120
一、挖坑机的钻头传动所需总转矩的计算···	120
二、挖坑机配套动力的计算···	120
第六节 挖坑机主要零、部件的强度校核···	121
第七章 手提式挖坑机的设计···	122
第一节 手提式整地挖坑机钻头的设计···	122
一、钻头入土性能的分析···	122
二、关于缠草问题的分析···	124
三、钻头参数的选定···	127
第二节 摆线针轮行星减速器的设计···	127
一、摆线针轮行星减速器的基本尺寸的几何关系···	127
二、摆线针轮行星传动的强度计算···	128

三、ZB25型摆线针轮行星减速器的设计计算步骤	133
第八章 挖坑机的经济分析	143
第一节 挖坑机价值工程分析方法概述	143
一、价值工程概述	143
二、功能分析	144
三、方案的评价	149
第二节 手提式挖坑机价值工程论证	149
一、功能评分, 求出功能指数	149
二、方案的确定	154
三、提出方案、方案评价及其试验改进	157
第三节 挖坑机工作的经济指标分析	159
一、挖坑机的生产率	159
二、挖坑机的成本分析	161
第九章 挖坑机的测试装置及其设备	163
第一节 测试的目的、内容和方法	163
第二节 测试装置及其设备	165
一、随机测试装置及其设备	165
二、土壤切削试验台上挖坑机测试装置及其设备	173
第三节 土壤升运过程的试验研究及其设备装置	176
一、土壤升运过程的试验研究	176
二、土壤升运过程的测试装置及其设备	176
三、试验技术	178
四、电感装置测量土流的速度和土壤质点的速度	180
第四节 手提式挖坑机电测试分析	181
一、试验机具、仪器和方法	181
二、试验结果分析	186
第五节 挖坑机电测试分析	189
一、试验机具、测试内容和使用仪器	189
二、计算公式	190

三、测试结果.....	191
第六节 挖坑机测试试验的数据处理系统.....	191
一、概述.....	191
二、计算机控制系统.....	192
第十章 挖坑机的选型 及其使用.....	194
第一节 挖坑机的选型.....	194
一、动力的选型原则.....	194
二、挖坑机的选型.....	195
第二节 挖坑机的使用和调整.....	197
一、挖坑机的保养和安全技术.....	197
二、挖坑机的操作.....	198
三、挖坑机的故障及其排除措施.....	199
附录一 系数A、B和P.....	201
附录二 E和E ₀ 值.....	201
附录三 国产悬挂式挖坑机的主要技术规格.....	202
附录四 国产主要手提式挖坑机的主要技术规格.....	205
附录五 几种挖坑机新、旧型号的说明.....	260
参考文献.....	207

绪 言

我国的森林资源不足，森林覆盖率很低。这样，既不能为四化建设提供足够的木材和林副产品，也无法为人民生活 and 工农业生产创造良好的生态环境。因此，绿化祖国，改善我国的生态环境，建设木材生产基地，是我国林业建设的一项重大战略任务。按国家计划到本世纪末，全国的森林覆盖率要求达到20%，木材年产量由现在的5000万 m^3 增加到1亿 m^3 ，森林蓄积量增加12亿 m^3 ，就要求增加森林面积10亿亩，并建成一大批速生丰产用材林基地和主要农业区以农田林网为主的防护林体系。要完成这项十分艰巨的宏伟任务，必须依靠党的政策和科学技术的进步。挖坑机是一种重要的植树造林整地机械，它广泛用于果树栽植、橡胶定植、小树移栽、挖道施肥、埋设桩柱和炸药等作业，具有挖坑质量好、作业效率高等优点，一般可比人工挖坑提高效率30倍左右，而成本只有人工挖坑的十分之一左右。使用挖坑机可以提高造林质量，这对于解决当前造林中成活率低、保存率低和幼林生长量低的难题，提高造林的经济效益等有重要意义。

我国西北、华北北部、东北西部地区(简称“三北”)，有大面积的沙漠、戈壁和沙化土地，风沙危害十分严重。为保护农田和牧场，国务院于1978年决定建设“三北”防护林

体系。要在劳动力较少的“三北”地区建设大型防护林体系，并且使其尽快成林以发挥防护效益和经济效益，任务是很艰巨的。为此，需要配置包括挖坑机在内的营林机械，而在干旱地区，为保证深栽技术的推广，还需要配置挖深孔机设备才能保证造林进度和造林质量。

华南四省(区)目前约有140多万亩低产的橡胶树需要改造更新，其中广东垦区的低产橡胶树就有107万亩。即使是高产橡胶树，其经济寿命也只有三十年左右，因此将来每年都会有20万亩的更新任务。为此，也需要配置挖坑机或其他机械。

党和政府十分关心人民，随着群众生活水平的不断提高，国家正在有计划地改善城市建设。城市绿化能净化空气、减轻污染，可以陶冶人们的情操，给人以美的感受，保护环境和增进人民健康。所以，城市绿化是现代化建设不可缺少的组成部分。但是城市街道的绿化或营造公路两旁的护路林带，由于土质复杂，不少是碎石、瓦砾等组成的回填土，人工挖坑时不仅劳动强度大、效率低、成本高，而且还会影响交通和安全，这已成为城市尤其是古老城市绿化的一大难题，迫切需要适用于城市街道和公路两旁作业的挖坑机。

所以，不论是植树造林定植挖坑，还是橡胶树以及城市绿化植树挖坑，均需要大量的挖坑机及其它整地机械。

不同的作业对挖坑机有不同的要求，一般农林技术和工程作业要求挖坑机达到：

1. 挖坑机挖出的坑径、坑深应满足作物、树木和工程作业的要求。

2. 挖出的坑应有较高的垂直度，坑壁应整齐，但不宜太光滑，否则不利于树木根系生长。

3. 在贫瘠的土壤挖坑时，要求出土率在90%以上，以便于将添加的肥料(包括土杂肥)和表土填回坑内，以改善植物的生长条件；在肥土层较厚的地区，可以有30%左右的松土留在坑内；在埋设桩柱和炸药时，则要求坑内尽量不留松土。抛土半径不应太大，抛出土应在坑的周围，以便取土回填。

4. 在穴状整地时，要求挖坑时土壤不出坑，钻头破碎草皮，切断灌木根，排出石块，疏松土壤。

一般悬挂式挖坑机由机架、动力输出轴1、安全离合器2、联轴节3、减速器小锥齿轮轴

4、上拉杆5、左、右下拉杆6、和钻头组件7等主要零部件组成(图1)。

悬挂挖坑机其悬挂机构通过上拉杆AB、下拉杆CD(左、右共二根)，以A、C(左、右共二个)三个铰链与拖拉机体连接，以B、D(左、

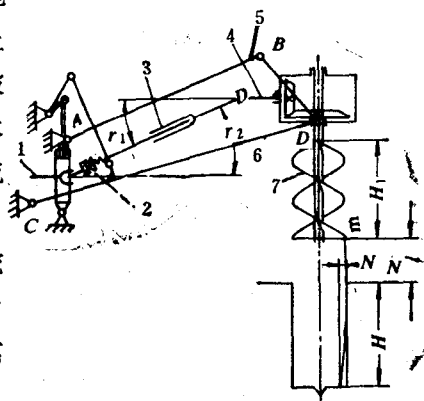
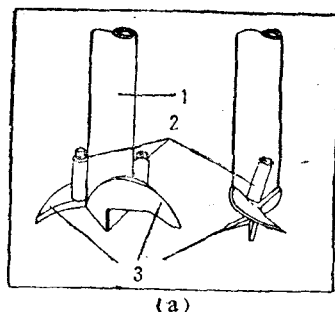


图1 挖坑机结构示意图

1.动力输出轴 2.离合器 3.联轴节 4.减速器小锥齿轮轴 5.上拉杆 6.左、右下拉杆 7.钻头组件(r_1 减速器小锥齿轮轴与联轴节的夹角; r_2 拖拉机动力输出轴与联轴节的夹角; H 为坑深; H_1 为钻头螺旋长度; l 为钻头离地间隙; NN 为坑的垂直偏差)

右共二个)与作业机具铰链联接组成空间铰链机构。其工作原理是由拖拉机的动力输出轴、联轴节和减速器来传递动力,驱动挖坑机的钻头作旋转运动完成挖坑作业。工作时钻头旋转同时向下作进给运动,钻头切去中心部分土壤,继而



钻铍切土,钻铍切去的土壤沿螺旋翼上升,并抛至坑的四周。

最近,美国北卡罗来纳州立大学研制了碎土栽植联合机,进行块状整地作业。该装置主要由一个空心管1、管上用铰接枢轴2装配的两把刀片3组成。每个刀片都能够绕着固定在中心空心管上的铰接枢轴转动。在碎土时,刀片的旋转作用能使空心管关闭,防止土壤进入

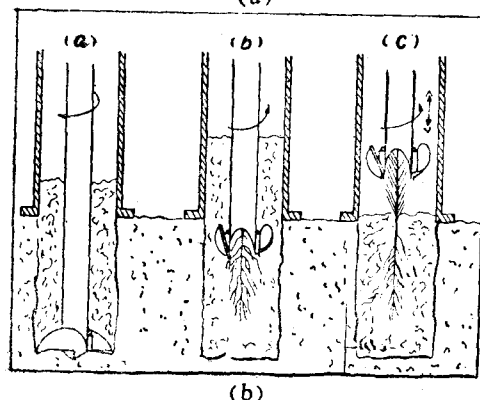


图2 碎土栽植联合机工作原理图

(a) 钻头部件 (b) 工作过程

1. 空心管 2. 铰接枢轴 3. 刀片

管内。在植树苗时,刀片的旋转作用将空心管打开,使树苗从管中坠出(图2)。

图3 新约翰太树移栽机总体示意图

在铲刀面上设有供水装置，起着润滑以减少阻力的作用。当

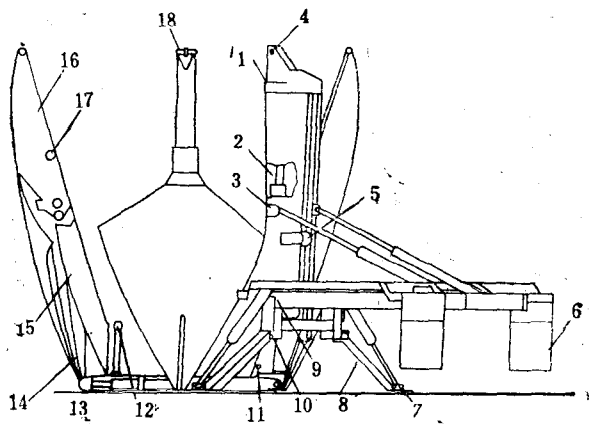


图4 新约翰大树移栽机结构示意图

- 1.主提升轨道 2.主提升油缸 3.横向倾斜油缸枢轴销钉 4.提升油缸上枢轴销钉 5.提升油缸支持轮 6.泥土挡板 7.稳定器油缸下枢轴销钉 8.稳定器 9.稳定器油缸上枢轴销钉 10.稳定器枢轴销钉 11.提升油缸下枢轴销钉 12.闸钗 13.铲油缸下枢轴销钉 14.铲油缸 15.弯铲轨道 16.架梁 17.铲支重轮 18.铲刀组合件

所有的铲刀都是在最低位置时，用液压控制把带土球的树沿着主提升轨道从地下提升。该机也特别适用于挖较大坑径作业，能挖根球最大宽度为1.98m、最大深度为1.45m。

北京市园林局绿化处研制的QW-1000型挖坑机(图5)，由取力装置、钻进系统、支腿机构、迴转机构、水平位移机构(微调)、控制系统等组成。取力装置采用东风-240越野汽车分动箱8经改装后带动两个柱塞泵(并联连接)驱动主油马达14，经过减速器(速比为42:1)再驱动钻头3作旋转运动；用加压装置1(内安装加压油缸)作进给运动。另采用东风-140型取力箱带动一个齿轮泵供给副油路，供给所有液

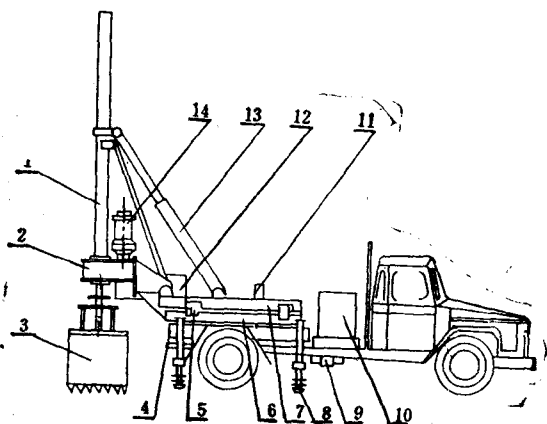


图5 QW-1000型挖坑机结构示意图

- 1. 加压装置 2. 减速箱 3. 筒形钻头 4. 底梁
- 5. 夹紧油缸 6. 迴转盘 7. 上盘 8. 支腿
- 9. 油泵分动箱 10. 液压油箱 11. 迴转油马达
- 12. 操纵台 13. 支塔油缸 14. 主油马达

压元件工作。前后四只支腿8与底梁4联接成H型结构型式。工作装置的迴转机构采用Q2-3全液压汽车吊的迴转机构零、部件，整个迴转盘可进行 280° 范围内的迴转，保证钻机工作装置在汽车的后、左、右三面任意位置作业。迴转盘6和上盘7的导轨由四个夹紧油缸联接，夹紧油缸驱动四块楔铁进行夹紧、放松，使两个盘可以水平位移和定位，其水平移动范围为0.4m。该机是液压控制其执行元件，其液压系统图如图6所示。

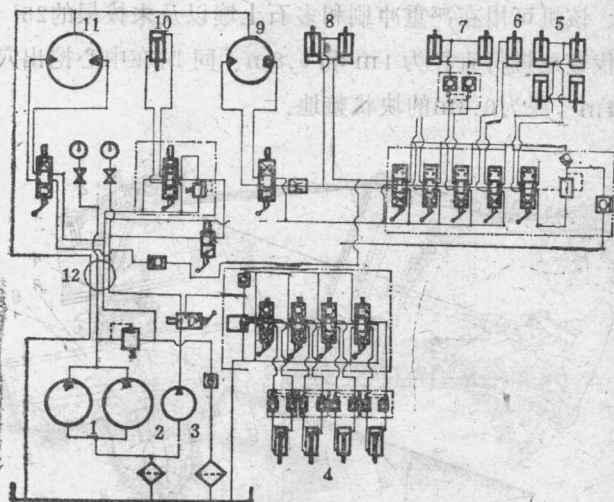


图6 QW-1000型挖坑机液压系统原理图

- 1.柱塞泵 2.柱塞泵 3.齿轮泵 4.支腿油缸 5.夹紧油缸
6.微调油缸 7.起塔油缸 8.迴转制动油缸 9.迴转油马达
10.加压油缸 11.主油马达 12.迴转接头

该机钻头是筒状形式，钻头直径为1 m、0.8 m、0.6 m和0.4 m四种规格，钻进最大深度为0.8 m，钻头最大转速为

$0.47-0.65s^{-1}$ 。钻机最大转矩为 $1.43 \times 10^4 Nm$ 。

该机特别适用在柏油路面、水泥路面、冻土、三合土和岩石层等挖坑作业。

苏联研制了几种山地挖坑机，如ПН-1-0.8块状整地机（图7），由机架1、工作部件的倾斜机构2、传动机构11、减速器3、工作部件5、小挡板9（由三块组成围栅）、信号器10、围栅支架和联轴节等组成。倾斜机构用来调节工作部件的位置，以适应坡度的角度，并在垂直平面内定位工作部件。该机可用在严重冲刷和多石土壤以及未拔根的 25° 以下采伐迹地进行直径为1m和0.8m、同时在中心挖出穴径为0.4m、深为0.3m的块状整地。

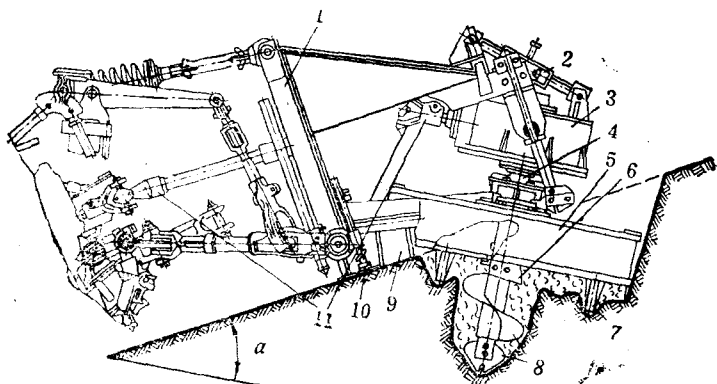
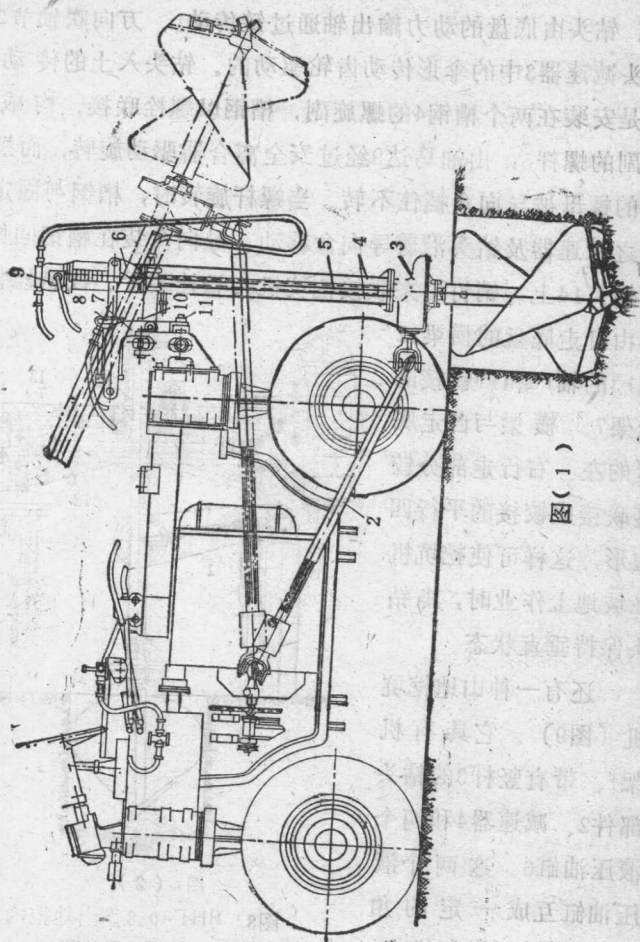


图7 ПН-1-0.8块状整地机结构示意图

- 1.机架 2.倾斜机构 3.减速器 4.减速器的垂直轴 5.工作部件
6.倾斜和侧刀 7.松土器 8.挖穴器 9.小挡板 10.信号器 11.传动机构

另外一种ЯНГ-0.8山地挖坑机(图8)，它悬挂在III-24Г型山地自走座盘上。由钻头旋转的传动系统、钻头入土的传



图(1)