

# 国内外挖坑机的研究现状及发展趋势

于建国，屈锦卫

(东北林业大学，哈尔滨 150040)

**摘要：**国家林业局公布的第五次全国森林资源调查报告显示：我国森林资源状况比较匮乏，远远低于世界平均水平。“沙尘暴”在我国京津地区的出现更使人们清醒地认识到：如果不加快植树造林和保护生态环境，人类将无处生存。在机械化退耕还林和植树造林的过程中，挖坑机是一种主要的机械化造林设备之一，其性能将直接影响植树造林的质量和速度。为此，介绍了国内外挖坑机的发展现状，分析了挖坑机的发展趋势，并对挖坑机的研发方向提出了建议。

**关键词：**林业工程；挖坑机；综述；现状；发展趋势

中图分类号：S776.26<sup>2</sup>

文献标识码：A

文章编号：1003—188X(2006)12—0038—04

## 0 引言

从国家林业局公布的第五次全国森林资源调查结果来看，目前我国森林资源现状是：林业用地面积为 26329.5 万 hm<sup>2</sup>；森林面积为 15894.1 万 hm<sup>2</sup>；活立木总蓄积量为 124.9 亿 m<sup>3</sup>；森林蓄积量为 112.7 亿 m<sup>3</sup>；除台湾省外，全国人工林面积为 46666.7 万 hm<sup>2</sup>；人工林蓄积为 10.1 亿 m<sup>3</sup>。从以上调查数字可以看出，全国森林覆盖率为 16.55%，仅相当于世界森林覆盖率(27%)的 61.3%；我国人均森林面积和人均森林蓄积分别相当于世界人均水平的 1/5 和 1/8，远远低于世界平均水平<sup>[1]</sup>。我国在“十五”规划中，把生态环境建设摆到了突出的战略位置。我国三北及长江流域防护林体系建设工程、退耕还林工程、速生丰产用材林基地建设工程等六大林业重点工程的制定和实施，体现了党中央、国务院对我国生态环境建设的高度重视，受到社会各界广泛关注，农民群众普遍欢迎<sup>[2]</sup>。近年来，人们越来越重视身边的生态环境，“植树造林，保护环境”已成为全民参与的一项大型义务活动。然而，人工造林效率低、速度慢且劳动强度大，而机械化造林则是大势所趋，不仅可以提高劳动效率、减轻劳动强度，还能保证造林质量、降低生产成本、提高经济效益。

## 1 挖坑机的设计要求及其类型

收稿日期：2006-03-15

基金项目：教育部高等学校博士学科点专向科研基金项目(20040225005)

作者简介：于建国(1953-)，男，山东文登人，教授，博士生导师；屈锦卫(1981-)，男，河南周口人，在读硕士研究生，(E-mail) qjw20001175@163.com。

### 1.1 挖坑机的设计要求

1) 挖坑机所挖出的坑径与坑深应满足栽植树木的要求。

2) 挖出的坑径要有较好的垂直度，坑壁应整齐，但不宜太光滑，否则不利于根系的生长。

3) 在贫瘠的土地上挖树坑时，要求出土率在 90%以上，以便在坑内添加肥料和表土回填，改善树木的生长条件；在肥土层较厚的土地上挖植树坑时，可以有 25%~40%的松土留在坑内。挖坑时，抛出土应在坑的周围，抛土半径不应太大，以便回填方便。

4) 根据造林技术要求，有时挖坑与造林不是相继进行的。此时，挖坑土壤可不出坑，只要求钻头破碎草皮、切断灌根、排出石块、疏松土壤，以便蓄水保墒与熟化土壤，这种挖坑又叫穴状整地。

### 1.2 挖坑机的类型

挖坑机的种类很多。如果按与配套动力的挂接方式对其进行分类，可分为悬挂式挖坑机；手提式挖坑机、牵引式挖坑机和自走式挖坑机。按挖坑机上配置的钻头数量可分为单钻头、双钻头和多钻头挖坑机。挖坑机的钻头根据形状可分为螺旋式钻头、螺旋带型钻头、叶片型钻头和螺旋齿式钻头等。

对于悬挂式挖坑机，机器悬挂在拖拉机上主要用于地形平缓或拖拉机可以通行的地方，钻头的升降由拖拉机手通过拖拉机液压系统操纵，挖坑直径和深度都比较大，也可以多钻头同时作业。

对于手提式挖坑机，机器与汽油发动机装配成整体，由单人或双人手提操作，质量较轻，适用于拖拉机不能通过的地形复杂的山地、丘陵和沟壑地区，挖坑直径和深度都比较小，也可用于果树的追肥及埋设桩柱。

牵引式挖坑机的机器装在小车上，由拖拉机牵引，挂接方便，不受拖拉机结构限制，但结构复杂，机动性差。

自走式挖坑机设计成整体自走式，挖坑机本身自带动力，通过性较好，技术含量和自动化程度较高，价格昂贵<sup>[3]</sup>。

后两种挖坑机由于局限性较大，在我国应用较少。单钻头挖坑机在我国应用比较普遍，多钻头挖坑机则比较少见。挖坑机的钻头形状多为螺旋式或螺旋带型。

## 2 国内外研究现状

### 2.1 国内研究现状

在国内，悬挂式挖坑机的生产和应用较为广泛，内蒙古赤峰田丰农林机械厂、山东大丰机械有限公司、哈尔滨林业福马机电设备公司及宁夏自治区农业机械研究所等 10 余家单位进行了研究、制造和销售。该类挖坑机通常具有较大的功率，机动性较强，能挖较大和较深的坑，大多应用于大面积植树造林，应用范围也比较广。

1) 内蒙赤峰田丰农林机械厂生产的 3WH-60 型悬挂式挖坑机（如图 1 所示），结构合理，使用方便灵活，易于操作，每小时可挖 80~150 个坑。其可与多种型号 36.8kW 以上拖拉机配合使用，用于大面积植树造林及工业挖坑。挖坑直径 250~600mm，深度 0~1200mm，适用于平原、丘陵及沙地作业。



图 1 3WH-60 型县挂式挖坑机

2) 山东大丰机械厂生产的“大丰王”系列挖坑机 WKJ-60/70（如图 2 所示）可与 18.4k~36.8kW 的多种拖拉机配合使用，挖坑直径 400~800mm（可根据用户要求特别制作），深度 650~800mm，转速 248 r/min，每小时可挖 60 个坑。

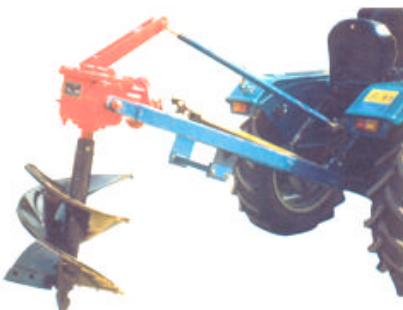


图 2 WKJ-60/70 挖坑机

3) 哈尔滨林业福马机电设备公司生产的悬挂式挖坑机（如图 3 所示）可与铁牛 40.4kW 或 18.4kW 以上的具有动力输出和悬挂装置的拖拉机配套，挖坑直径为 250~600mm，挖坑深度为 0~800mm，挖坑效率为 120 坑/h。



图 3 悬挂式挖坑机

4) 手提式挖坑机在我国刚刚崭露头角，适用于家庭或地形复杂地区的小面积植树造林，也可用于打桩和树木追肥挖坑。如哈尔滨林业福马机电设备公司生产的 3WS-2.8 型手提式挖坑机（如图 4 所示），采用 051A-1 型发动机，最大功率为 2.8kW，转速为 280~320r/min，挖坑尺寸（坑径 × 深度）为 f320mm × 500mm，质量为 17.6kg。该机主要应用于地形复杂的山地、丘陵区和沟壑区，在坡度 35° 以下的荒山荒地、次生林地以及黄土高原的沟坡进行挖坑或整地。



图 4 3WS-2.8 型手提式挖坑机

国内的一些林业高等院校和科研院所也对挖坑机进行了一些研究分析，关于挖坑机的论文大约有几十篇，涉及钻头升土理论及钻头临界转速的研究、钻头螺旋面强度的分析以及螺旋升角的选择问题，还得出了在不同条件下的挖坑机的动态力学参数，指出了钻头转矩的主要影响因素，对挖坑机的一些结构参数的确定起到了指导作用，为国内挖坑机的优化设计提供了论支持。

### 2.2 国外研究现状

相比之下，国外的研究状况要好一些。由日本生产的自走式高性能挖坑整地机采用柴油机作动力，行走脚与轮胎组合行走装置为全液压式，平时用轮胎行驶，坡地靠行走脚行走，适用于坡度高达 56° 的陡坡林地作业。作业时，4 只脚可上下、左右

移动，并能保证包括驾驶室在内的机器上半部始终呈水平状态。该机的液压臂端部可安装液压式割灌机或挖坑机，每天可挖植树坑 300~400 个，实现了一机多用。日本生产的 A-7 型手提式挖坑机（如图 5 (a) 所示）质量仅为 7.0kg，采用 H35D 发动机；A-8D 型挖坑机（如图 5 (b) 所示）可挖坑径范围为 20~200mm。



(a) A-7 型手提式挖坑机

(b) A-8D 挖坑机

图 5 日本生产的挖坑机

德国生产的 BT120C 型挖坑机（如图 6 所示）发动机功率 1.3kW，质量 8.2kg，钻头转速 190r/min，发动机转矩 1.7N·m，钻头的转矩 79.0N·m。



图 6 德国产 BT120C 型挖坑机

英国生产的 05H8300 型悬挂式挖坑机（如图 7 所示）和美国生产的悬挂式三钻头挖坑机（如图 8 所示）钻头之间的距离是可调节的（既行距可调），适用于平原地区的大面积植树造林，工作效率很高。



图 7 英国产 05H8300 式挖坑机



图 8 美国产悬挂式钻头挖坑机

美国和加拿大生产的手提式挖坑机，发动机与钻头采用分离式，通过液压传动驱动钻头工作。美国生产的 HYD-TB11H 型液压挖坑机（如图 9 所示）质量为 170kg，最大流量为 22.7L/min，最大转速为 141r/min，钻头最大扭矩 349N·m。



图 9 美国产 HYD-TB11H 型液压挖坑机

美国生产的 MDL-5B 型挖坑机（如图 10 所示）发动机采用动力为 4.1kW 的 BS Intek Pro OHV。图 9 和图 10 所示的挖坑机在工作时发动机离操作者有较远的距离，大大减少了噪音对操作者的影响，充分考虑了人-机工程学原理；有的手提式挖坑机安装了 1 个支点（即轮子），使挖坑机的携带比较方便，工作时还可以把挖坑机的反向转矩释放给轮体，减小操作者手上的反向力矩，增加其安全性，并减轻了操作者的疲劳程度。

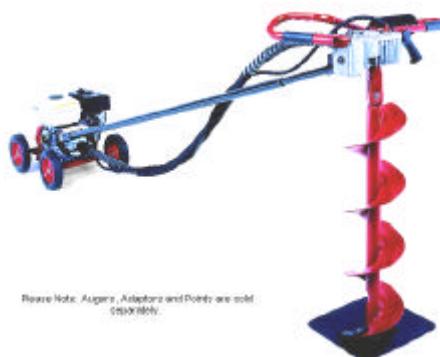


图 10 美国产 MDL-5B 型挖坑机

### 3 发展趋势

#### 3.1 一机多能

在我国，植树造林具有季节性和区域性的特点，机具作业时间短，间隔时间长，单一性能机具的年利用率很低，因此在今后的设计中，应尽量考虑一机多用问题。具体措施：一是更换不同的钻头，适应不同的土壤条件和工作环境；二是设计通用机架，在更换其它工作部件后即可完成其他营林作业项目，提高其利用率。

#### 3.2 人机和谐

凡是人使用的各种机械设备，都应进行完善的人-机工程学设计，以使其符合人的心理与生理学特性，从而最大限度地减轻使用者的操作疲劳和心理负担，能够使人舒适和高效率地工作，使整个人-机系统具有最和谐的人机关系和最优的综合效能。同时，要尽量减少噪音对操作者的影响，还需要考虑手提式挖坑机反向转矩对操作者的安全问题，尽量把转矩通过机械装置释放一些，提高操作者的安全系数。

#### 3.3 应用范围

挖坑不仅适用于平原、沙地和丘陵，还能够用于山地和沟壑；不仅适用于坡度 56° 以下的陡坡林地的整地挖坑，而且还适用于 35° 以下的坡地挖坑造林。

### 4 结束语

挖坑机的研发应根据我国植树造林、退耕还林地区的特点为前提，因地制宜。对于大规模造林区，应开发生产效率高、自动化程度高的大型多头挖坑植树机，而对于小面积的山高、坡陡和石头多的地方，应开发小型、灵活的便携式挖坑机。另外，还要充分考虑人-机工程学原理和人-机安全的原则。

#### 参考文献：

- [1] 姚昌恬. “九五”期间我国林业发展状况分析 [J]. 林业经济, 2001(1):5-10.
- [2] 朱永法, 汤肇元. 我国林业发展的现状与可持续林业的必然性 [J]. 浙江林学院学报, 1997, 14(1): 73-77.
- [3] 黄仁楚. 营林机械理论与计算 [M]. 北京:中国林业出版社, 1996.
- [4] 武广涛, 前国胜, 李美华. 国内造林机械及发展前景 [J]. 林业机械与木工设备, 2003(11):4-5.
- [5] 顾正平. 90年代世界营林机械发展特点 [J]. 林业机械与木工设备, 1999(10):4-6.
- [6] 潘天丽, 王 蓝. 在退耕还林中应大力发展林业机械 [J]. 陕西林业科技, 2000(4):59-61.
- [7] 林益民. 论我国营林机械化现状及发展与对策 [J]. 林业科技情报, 2002(1):81.

## Current Research Situation and Development Trend of Earth Auger in Home and Abroad

YU Jian-guo, QU Jin-wei

(Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

**Abstract:** According to State Forestry Administration have published the fifth survey about forest resources, our country's forest resources are very poor, under the world average level too far .Sandstorm's appearance in Beijing and Tianjin make people realize that: if we don't quicken tree planting and forestation, protect environment, we will not have place to live. In the mechanization process of tree planting and forestation, earth auger is a main tool; the earth auger's performance will affect directly the speed and quality. This paper introduced the current development situation of earth auger home and abroad, analyzed the development trend of earth auger, and gave some suggestions to the inclination of study about earth auger.

**Key words:** forestry engineering; earth auger; summary; current research situation; development trend