国内外树木移植机械的研究现状与发展趋势

赵德金[1,2],郭艳玲[1*],宋文龙[1]　(1. 东北林业大学机电工程学院,黑龙江哈尔滨 150040,2. 延边大学工学院,吉林延吉 133002)

摘要　随着我国城市空气污染的加剧,增加城市绿化树的拥有量将有助于改善城市生态环境,提高人民的生活质量。目前城市绿化工作多采用人工移植树木的方式,其劳动强度大、效率低、成活率也不高。同时随着劳动力的短缺问题的日益突出,机械化城市绿化将成为今后的发展趋势。为此,介绍了国内外树木移植机械的研究现状,分析了树木移植机的发展趋势,并为我国树木移植机的发展研究提出了建议。

关键词　树木移植机;研究现状;发展趋势
中图分类号　S776.24 +6　　**文献标识码**　A　　**文章编号**　0517 -6611(2014)18 -06064 -04

Current Research Situation and Development Trend of Tree Spade at Home and Abroad

ZHAO De-jin, GUO Yan-ling et al　(College of Mechanical and Electrical Engineering of Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040; Institute of Technology of Yanbian University, Yanji, Jilin 133002)

Abstract　With the intensification of urban air pollution, increasing urban greening trees will effectively improve the city's ecological environment and people's quality of life, transplanting tree by man is a labor-intensive and low efficiency work and the survival rate is not high. As the labor shortage increasingly outstanding, mechanized urban greening will become a trend. The current research situation of tree spade at home and abroad was introduced, the development trend was analyzed, and suggestions for research on tree spade were put forward.

Key words　Tree spade; Research situation; Development trend

目前,带土球树木移植法是园林苗木移栽中成活率最高的方法,采用人工取苗进行移植,需要劳动力多、劳动强度大、工作效率低、成本高,而且施工中很难免锯断根系,容易造成苗木根系的意外损害,而且还需要吊车,汽车等设备辅助。树木移植的关键是保证移植树木的成活率。树木移植机是一种集机械和液压控制技术为一体的机械装备。实践表明,树木移植机能保证树木根部土球的完整,从而保证了树木的成活率。采用树木移植机进行移植,则对于短距离树木移植,一台先进树木移植机就可以完成挖坑、挖树、运输、栽培、浇水等操作,对于长距离,批量树木移植,则可采用将挖掘好的树进行套袋,防止土球松散和保水,然后成批用汽车运输去目的地进行栽培。欧美等发达国家早在20世纪中后期就开始了这方面的研究,已经生产出了一系列的树木移栽设备,具有树木移植效率高、成活率高、操作简单、劳动强度小等优点[1-8]。我国也在20世纪70年代后期开始了树木移植机械的研究[9],目前我国也生产出了自主研发的高效率的树木移植机械产品。

1　树木移植机的用途和类型

1.1　树木移植机的用途

(1)由于建筑楼房、公路扩展以及其他工程导致需要将一些树木进行移植以免对现有的树木造成破坏的场合。

(2)一些树木的成长影响到了周围其他设施,需要将树木转移的情形。

(3)改变或扩展现有的园林规划,需要对树木进行移植的情形。

(4)对于新开发的公路、小区以及校区建设,能快速进行树木移植,完成园林规划。

1.2　树木移植机的类型

目前,我国树木移植机的研究工作已取得重大进展,已经生产出了自主产权的产品。国外发达国家树木移植机械的发展已经非常成熟,种类型号很多,如果按挖掘铲的形状可分为直铲式、弧形铲式和半圆球形铲;按照配套动力的挂接方式可分为车载式树木移植机、汽车拖车、轮式或履带式装载机驱动树木移植机;拖拉机后悬挂以及拖拉机侧悬挂,还有多杆机械臂式液压驱动树苗移植机械;按照铲的数量可分为两铲式、三铲式、四铲式和六铲式。

2　国内外树木移植机械的发展现状

2.1　国内树木移植机的发展现状

在国内,树木移植机研究工作大约在20世纪70年代末期,20世纪80年代北京林业大学顾正平和张英彦对树木移植机进行了试验研究。21世纪初,我国内蒙古赤峰市赤田农林机械制造厂和高等院校及研究所共同研制的可用于苗圃、园林工程绿化和大树移栽的挖树机,江苏省丰垒果蔬特种机械研制有限公司也研制出了新型挖树机械,还有山东曲阜汇众机械设备有限公司等企业制造的便携式树木移栽机[10-12]。

(1)北京林业大学顾正平和张英彦20世纪80年代末通过对树木移植机的研究并导出了模型铲下铲阻力的经验公式。1987年由北京林业大学研制的4YS-80型悬挂式树木移植机于1987年9月12日在北京通过鉴定。这种机具有4个组合型的铲刀,能与铁牛-55和东方红-75配套使用,能挖最大树苗胸径为10 cm,土球最大直径为0.8~0.9 m,高度为0.6~0.7 m,3~5 min内能挖一棵树,大大提高了工作效率,为后来树木移植机械的设计奠定了基础。

(2)内蒙古赤峰亚美非生态科技发展有限公司最新研制的挖树机如图1所示。该机可用于苗木公司、绿化公司、园林公司小型树木、大型树木移栽绿化,效果好。挖树机由23.205 kW(30PS)以上挖掘机作为动力,通过液压系统控制

基金项目　国家林业局948项目(2011-4-21)。
作者简介　赵德金(1975-),男,吉林白山人,讲师,在读博士生,研究方向:林业工程自动化。*通讯作者,教授,博士生导师,美国密歇根大学研修生,从事机电一体化,特种加工技术和农业采摘机及机器人研究。
收稿日期　2014-05-21

机械动作。可挖树木直径为 10 ~ 30 cm、土球直径 60 ~ 150 cm、深度 40 ~ 90 cm 的绿化树,同时也可挖直径 60 ~ 120 cm 的树坑。挖掘速度为 25 棵/h 左右,效率高,树木根系和土壤形成的土球保持完整,移栽后的树木成活率高。可根据用户要求,经改装后也可用 69.615 kW(90PS)以上的拖拉机作为动力。

图 1　4WS – 120 挖树机

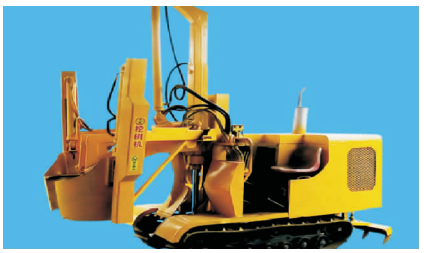

图 2　丰垒牌 4YS 系列挖树机

图 3　断根机

(3)江苏省丰垒果蔬特种机械研制有限公司研制的丰垒牌 4YS 系列挖树机如图 2 所示。该系列机械主要用于林木移栽过程中根球的挖取,装桶或淘汰林木的采伐更新,也可用于林木移植,还可挖树坑,栽树,装车。挖树铲采用半圆筒形双铲结构,动力采用机械传动,底盘采用橡胶履带、钢制履带、四轮驱动多种形式,结构由左右半圆桶铲,挖掘过程由液压控制,挖掘速度为 30 ~ 50 棵/h 左右。可挖掘胸径为 5 ~ 35 cm 的树木,土球直径 40 ~ 160 cm,各种树种都可使用,是林业、苗木、园林绿化的好帮手,解决了雇佣劳动力难的问题。

(4)山东曲阜汇众机械设备有限公司等企业生产的便携式断根移植挖树机如图 3 所示。该机能较好地提高人工挖苗的效率及提高苗木的成活率。他可轻松地切入各种含砂石的复杂土壤,主要用于苗圃,园林工程,高山取苗等苗木移栽过程中带土球的挖取、装桶或淘汰林木的采伐更新。该机特点是作业范围广,可以为胸径 2 ~ 40 cm 的树断根,采用单人便携式操作、重量轻,使用方便,不受空间范围的限制,最大程度保留苗木的根系及锅形土球,不伤根系,极大地提高了苗木移植的成活率。苗木挖掘时断根起苗快,几分钟可完成土球的挖掘工作,缺点是需要人力或其他设备辅助运输和移栽。

3　国外树木移植机的发展

国外树木移植机械的研究比我国起步要早,技术比较成熟,产品已经呈系列化,而且多样化。制造树木移植机械的公司有美国 Big – John 公司,加拿大 Holt Tree Spades 公司,加拿大 Lemar Tree Spades 公司,加拿大的 Dutchman Industries 公司,德国的 Optimal 公司,还有荷兰的 Damcon 公司,另外俄罗斯和日本也制造了先进的树木移植机械[13 – 19]。

(1)美国 Big-John 公司生产研究大树移植机已有 35 年的历史,产品有车载式(图 4)、汽车拖车式(图 5)、轮式前悬挂式(图 6);还配备临时存放带土球大树的漏斗(图 7)。对于车载式树木移植机械一般用于移植大树,进行挖坑、挖树、运输以及栽树以及浇灌一整套操作。最新产品还装备有摄像头辅助驾驶员准确定位。车载式树木移植机能挖掘胸径为 80 ~ 360 mm 的树木,最大土球直径为 254 cm,深度可达 173 cm,水箱容量 1 500 L;汽车拖车式能挖掘胸径为 80 ~ 180 mm 的树木,最多土球直径为 160 cm,深度可达 135 cm;轮式前悬挂式能挖掘胸径为 80 ~ 300 mm,最多土球直径为 230 cm,深度可达 150 cm。

图 4　车载树木移植机

图 5　拖车式树木移植机

图 6　装载机式树木移植机

(2)加拿大 Holt Tree Spades 公司 1957 年开始制造了第一台树木移植机如图 8 所示。这台树木移植机是人力操作的四铲式,最大能挖掘直径为 30 cm 土球。到现在已经发展成为一家大公司,其挖掘土球直接范围从 60 ~ 366 cm,能制造可以和多种动力输出设备配套使用的 50 多个品种的树木移植机,与滑移装载机配套使用的可挖掘土球直径为 132 cm(图 9);与挖掘机配套使用的可挖掘土球直径为 188 cm(图 10);与汽车配套使用的可挖掘土球直径为 239 cm,还有拖拉机后悬挂树木移植机(图 11)。拖车式六铲大型树木移植机最大可挖掘土球直径为 366 cm,有的还装备有操纵杆,关节结构以及输入和输出结构等。动力足,结构稳定,可在含有沙石的土壤中进行挖掘操作。

(3)荷兰 Damcon 公司制造的树木移植机种类也较多,有半圆筒立铲式挖树机如图 12 所示。工作过程,圆筒铲挖到指定深度之后,U 形铲刀切断土球周围根系形成土球,U 形铲拖住土球底部,将土球和树取出。还有球面铲刀式树木移植机如图 13 所示,可与起重机和轮式装载机配套使用,用于移植根系范围较大的树木,土球直径范围可达到 150 ~ 250 cm。图 14 是幼苗移栽机;图 15 是用于垄距较窄的侧悬挂式挖树机;图 16 是 U 形铲式挖树机,其结构简单,挖掘土球直

径范围从 18 ~ 200 cm。

(4)加拿大的 Dutchman Industries 制造了很多系列树木移植机,可与拖拉机、装载机、滑移装载机以及汽车配套使用,主要产品包括平头铲式如图 17 所示。该机主要用于挖掘浅根系树木;圆弧铲式(图 18)以及与拖拉机配套使用的三点悬挂式等多种树木移植设备,车载式可挖土球直径范围 120 ~ 254 cm。

图 7 拖车漏斗

图 8 手动挖树机

图 9 滑移装载机式挖树机

图 10 挖掘机式挖树机

图 11 拖拉机后悬挂挖树机

图 12 半圆筒立铲式挖树机

图 13 球面铲挖树机

图 14 KLR – 300 幼苗移栽机

图 15 KLR – 501 侧悬挂挖树机

图 16 FZ – 160U 形铲挖树机

图 17 平头铲挖树机

图 18 弧形铲挖树机

(5)德国的 Optimal 公司制造树木移植机械已经有四十多年的历史了,能挖掘土球直径 36 ~ 250 cm,主要制造与装载机汽车滑移装载机配套使用的树木移植机械。图 19 所示的是一款与汽车配套使用的树木移植机,Optimal 公司挖树铲的运动控制方法独特,采用了短滑道控制,挖树时,驱动挖树铲的液压杆与地面几乎垂直,这样就大大减少了挖树机的空间尺寸,挖掘铲的角度可调整,挖掘过程中采用液压锁紧两活动铲,安全可靠。

(6)加拿大 Lemar Tree Spades 公司制造三铲和四铲多种系列的和装载机以及滑移装载机配套使用的树木移植机,挖掘土球直径范围 46 ~ 152 cm,可挖掘土球直径为 152 mm 的挖树机每个挖树铲的下铲力可以达到 200 kN。结构框架采用 15 mm 厚的钢板,因此结构稳定,挖树铲开口两个铲的锁

图 19 KLR-2500 型挖树机

紧装置采用双锁固定,使移植机挖树过程中更加稳定。车载式挖掘土球直径 180 cm。其产品的特点是,不需要常规维护

保养,使其工作时间长并且发挥其效力。通过优化结构提高驾驶员的视野,使操作人员可清晰看见树木挖掘的细节,使操作简便,提高效率。挖树铲重叠结构,可切断残根,省去人工切断残根的工序,减少劳动力并提高效率。

4　树木移植机的发展趋势

目前我国对于树木移植机械的制造技术的研究刚刚起步,在生产实践上还有很多关键技术需要去研究。国外树木移植机械发展已经比较成熟,国外的企业从实践中发现问题,解决问题,使树木移植机的操控更加完美。下面将从操控,挖树机与移植树木匹配问题以及树木移植机的稳定和寿命方面讨论一下树木移植机的发展趋势。

4.1　操控灵活性　目前很多树木移植机操控都是通过很多控制手柄操控挖树铲机构的上升、下降等操作,对于车载式树木移植机控制手柄一般都在驾驶室外部,这就需要驾驶员驾驶汽车定位挖树铲之后,然后由操作员在驾驶室外通过控制手柄进行挖树的操作。而对于装载机由于是树木移植机位于驾驶室的前方,驾驶员对于挖树过程视野比较好,可将控制手柄放置在驾驶室里。这方面可以通过视频影像技术在树木移植机上安装摄像头,可辅助驾驶员迅速进行挖树铲的定位和挖树操作,提高挖树的效率。

4.2　树木移植机型号与树种的匹配　由于树木的品种很多,根系的生长习性也不一样,如根系的深浅以及其分布的区域的差异,以及与之相对应的树的胸径差异等。这些因素直接影响移植树木的成活率。那么就得对树木根系范围与成活率的关系进行研究,确定匹配的树木移植机械,从而保证树木移栽的成活率,又能节省能源,例如浅根系树木挖大坑等。

4.3　向稳定高效方向发展　树木移植机的工作场合是土壤,工作时挖树铲机构受到的载荷很大,对于挖树机的工作部件的要求也较高,因此设计时要考虑其工作过程中结构的稳定性和使用寿命因素。目前很多挖树机的传动机构例如挖树铲总成的运动滑道采用固体润滑或材料的自润滑,减少了维护保养,从而提高了设备的使用效率。另外还得加强研究挖树铲的强度、耐磨性以及其耐疲劳特性的研究,提高挖树铲的使用寿命。

参考文献

[1] 顾正平,沈瑞珍. 树木栽植与养护机械发展概况[J]. 世界林业研究,2005,18(4):40 -44.
[2] 于建国,屈锦卫. 国内外挖坑机的研究现状及发展趋势[J]. 农机化研究,2006(12):38 -41.
[3] 贺漫媚,杨伟儿,张乔松. 我国大树移植的现状与对策[J]. 广州园林,2006,28(2):29 -34.
[4]宋代平,王正祥,张云秀,等. 生态植树机发展综述[J]. 林业机械与木工设备,2004,32(4):4 -6.
[5]李耀明,陈航,徐立章. 林木移栽机铲刀臂的有限元分析与结构改进[J]. 工业设计学报,2007,14(5):378 -382.
[6] "Tree Planting and Transplanting",Kramer Tree Specialists,West Chicago,IL[EB/OL]. http://kramertree. com/Tree%20Planting/transpla. htm.
[7] University of Minnesota Soil Testing Laboratory[EB/OL]. http://soiltest. coafes. umn. edu/.
[8] Virginia State University Cooperative Extension and Virginia Tech,"Transplanting Trees and Shrubs",Diane Relf,August 1996[EB/OL]. http://www. ext. vt. edu/departments/envirohort/articles/woody _ ornamentals/transtas. html.
[9] 张英彦,顾正平. 直铲式树木移植机下铲阻力的探讨[J]. 北京林业大学学报,1988(2):38 -45.
[10] 江苏省丰垒果蔬特种机械研制有限公司,产品展示[EB/OL]. http://jsfljx. web1. asiae. com/.
[11] 顾正平,张英彦. 模型铲预测树木移植机下铲阻力的研究[J]. 林业科学,1988,24(2):185 -194.
[12] 植树机网[EB/OL]. http://www. tfjj. com/prox. aspx? id =154.
[13] Dutchmaster Nurseries Ltd,3735 Sideline 16 Brougham,ON. Canada L0H 1A0[EB/OL]. http://www. dutchmasternurseries. com.
[14] Lemar Tree Spade[EB/OL]. http://www. lemarweb. com/site/products/spades. 2013.
[15] Dutchman Truck Spade[EB/OL]. http://www. dutchmantruckspade. com/. 2013.
[16] Truck Mounted Transplanters[EB/OL]. http://big - john. com/cms/product - information/. 2013.
[17] Tree spade[EB/OL]. http://www. damcon. nl/en/machines/tree - spades/.
[18] Holt Tree Spades ltd[EB/OL]. http://www. holttreespades. com/.
[19] Prichard's Nursery Equipment - Optimal Tree Spades[EB/OL]. http://optimaltreespades. com/.

(上接第 6047 页)

农民整体生活水平与城镇仍存在着较大的差距。除此之外,农民的社会保障无论是力度还是广度都还存在很多问题,整体生活质量的低下使得农民更加愿意进入城镇生活。那么政府就应该加强农村这些方面的建设与保障,使农民更愿意留在农村务农以保障我国的农民人力资本存量和粮食产量。只有各项政策合理的调控才能达到预期完美的目标,但前提是一定要保证对农业的支持力度。我国作为一个传统的农业大国,农业一直是国民经济的基础。现今我国的第二、三产业迅猛发展,经济结构发生了重大变化。但是,无论经济结构怎样变化,农业的基础地位是不可能改变的。农业作为工业发展的基础,决定了工业发展不能替代农业发展,不能因为工业发展而忽视农业发展,也不能因为工业发展而阻碍农业发展,更不能因为工业发展而抛弃农业发展。

参考文献

[1] 刘利平. 中国粮食进口量猛增三倍,是否坚持"红线"引争议[EB/OL]. http://money. 163. com/special/view306/.
[2] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国农村统计年鉴 2012[M]. 北京:中国统计出版社,2012.
[3] 粮食安全面临新挑战[N]. 中国信息报,2013 -03 -02.
[4] 中华粮网数据中心 - 国内大豆供需平衡分析[EB/OL]. http://datacenter. cngrain. com/IndexProduce. aspx? Flag =3&IsHome =1&TId =3.
[5] 美国行业机构预计明年中国大豆进口增6%[EB/OL]. http://finance. sina. com. cn/money/future/fmnews/20100706/08258239958. shtml.
[6] 土地污染:绕开耕地红线侵蚀粮食安全[J]. 国土资源,2012(8):13.
[7] 西奥多·W·舒尔茨. 改造传统农业[M]. 北京:商务印书馆,1999.
[8] 我国农民工总量达 2.63 亿人,月收入增长逾一成[EB/OL]. http://news. xinhuanet. com/2013 -03/01/c_114854832. htm.
[9] 国家统计局. 中国统计年鉴 2012[M]. 北京:中国统计出版社,2012.
[10] 魏建军,陈清一,罗赓彤,等. 新疆大豆种植效益分析及发展对策[J]. 新疆农业科学,2006,43(2):128 -132.
[11] 2012 年财政收支情况[EB/OL]. http://gks. mof. gov. cn/zhengfuxinxi/tongjishuju/201301/t20130122_729462. html.