

# 拆除机器人在国外的研发

钱国忠<sup>1</sup> 罗 铭<sup>2</sup>

(1.安徽工业大学 机械工程学院, 安徽 马鞍山 243002; 2.惊天液压机械制造有限公司, 安徽 马鞍山 243002)

拆除机器人是结合高危环境特点开发的一种遥控多功能作业机器人, 广泛应用于水泥行业和冶金矿业中对各种炉窑的打壳、拆砖及拆除; 对各种冶金炉、鱼雷罐车、钢包的打渣拆包及清理; 在建筑行业对危旧建筑物的拆除; 在抢险救援工作中对剧毒化学物质泄漏、核物料泄漏的搬运与处理。由于其安全可靠, 工作灵活性及其对劳动生产率的提高所发挥的有效作用, 得到越来越多设计和施工单位的认可, 有着较好的推广前景, 下面将着重介绍拆除机器人在国外的发展现状及趋势。

## 1 发展现状

### 1.1 生产厂家

在欧美发达国家, 人们对工具的依赖性越来越强, 多功能拆除机器人顺应了这一要求。在中国等发展中国家, 随着工业化进程的加快和城市建设力度的加大, 拆除市场已成为一块巨大的蛋糕。但是, 国外研制生产拆除机器人的厂家还不是很多, 主要有瑞典布鲁克公司(BROKK)、德国的托普泰克公司(TOPTEC)、芬兰的FINMAC公司。

在拆除机器人的研究开发方面, 布鲁克公司已经走在行业的前列。

瑞典布鲁克公司自20世纪70年代就开发、研制、生产遥控电液式多功能拆除机器人, 经过不断的改进与发展, 积累了丰富的经验, 无论是设计、选材还是制造水平都处于国际领先地位, 是目前拆除机器人最大的供应商, 产品销往世界各地。主要产品有BROKK系列: 包括BROKK40、BROKK50、BROKK90、BROKK180、BROKK250、BROKK330型拆除机器人。此外还有TOPTEC公司生产TOPTEC1850E、TOPTEC2500、TOPTEC4500、TOPTEC5500型拆除机器人, FINMAC公司生产F16型拆除机器人。

### 1.2 结构特点

各厂家生产的拆除机器人在

大的结构原理上没有太大差别, 主要由机架、履带行走机构、回转机构、工作机构、液压支腿、拆除工具及动力系统、液压系统、电气控制系统、无线或有线遥控系统等组成。主要区别就在那些特殊的结构设计上, 而这些独特的结构对提高产品性能和产品竞争力有非常重要的作用, 分析总结有以下几个方面。

#### (1) 低重心设计。

机架内装有液压油箱和动力装置, 其上部固定回转机构, 降低重心的同时, 也提高了拆除或行走时的稳定性和回转时的平稳性。

#### (2) 履带行走装置。

带有精确可靠的制动功能, 最



# 现状及发展趋势



大爬坡度高达30°。履带有钢质和橡胶材质2种,如在市区进行作业,使用橡胶材质的履带可降低噪音带来的对环境的干扰。

## (3) 低噪声设计。

人们对环境保护的要求在逐步提高,在欧美地区的发达国家,已明确规定工程机械的排放必须达到Tier 标准,其噪声必须低于80dB。大部分拆除机器人采用电液式驱动,工作时噪声小、振动低、无废气排放,满足环保要求。

## (4) 回转装置。

能实现245°/360°回转,拆除机器人的回转,增大了作业范围,减少了移车次数,有效提高了作业效率。

## (5) 保护罩装置。

拆除机器人回转平台上面都安装有保护罩,防止高空坠落物砸到机器人上,有效地保护了里面的电气元件和液压设备。

## (6) 三段式悬臂设计。

多关节操作悬臂也是工程机械领域的一项新技术,通常的工程机械只有两段悬臂,因此工作范围和角度都受到一定的限制,采用三段式悬臂技术,此类型的悬臂控制角度更大,大大提高了机器人的作业性和对环境的适应性。

## (7) 液压支腿装置。

液压支腿增大了与地面的接触面积,有效防止了机器人的侧翻,提高了机器人工作时的稳定性,即使在不平坦的地面也能够支起。

## (8) 拆除工具。

一机多用,既可为用户减少投入,又增加了使用的灵活性。根据工作需要,拆除机器人都可以配置不同的拆除工具头,如液压破碎锤、混凝土破碎钳、液压剪、铲斗、挖斗、夹斗、液压钻、铣刨头等。可通过自动快速更换接头更换工具,无需手工人力操作,尤其在劳动力昂贵的欧美地区,快速更换接头已经成为

拆除机器人的必备品。

## (9) 自动润滑装置。

自动润滑装置直接安装在拆除工具的外壳上,操作极其简便,并使润滑油的消耗量最经济。有效增加了拆除工具的效率和寿命,并减少维修。

## (10) 减振系统。

橡胶缓冲器悬置于电气柜上,减小了振动对电气元件的损害;整个拆除工具也带有橡胶缓冲器,防止了工具头在工作过程中对机身的损害。

## (11) 特殊的耐磨材料。

在承受高应力的部位采用了高标准的抗耐磨损材料,如支腿底部采用了耐磨的硬化钢材质,提高了支腿的使用寿命,又如液压破碎锤中的钎杆,用特殊材料制成,经过特殊的热处理工艺,使性能提高,可靠性增加。

## (12) 远距离数字遥控技术。

采用多通道数字合成式无线/有线遥控技术,较之于以往的模拟无线电遥控技术,它具有更高的精确性与更高的抗干扰能力,由于是数字合成的方式,在遥控过程中基本杜绝了因无线电传输而引起的误操作。其遥控器小巧轻便,仅重3kg,可以拴在操作人员腰部。

## (13) 其它方面。



(a) 可供选择的驱动方式, 电动机驱动或柴油机驱动。

(b) 对于不同型号的机器人, 液压系统的主泵类型也有差异, 主要有定位移齿轮泵和变排量轴向柱塞泵。

(c) 机器人的启动方式有直接启动和平滑启动 2 种方式。

(d) 根据工作需要, 拆除机器人的支腿也有 2 种形式: 挖掘机推板式和下垂的外伸式。

(e) 可调间距式的履带设计, 履带的宽窄可以根据环境的不同而自行调节。

(f) 接地故障保护装置, 当机器人漏电时可有效防止触电事故。

(g) 启动自检模块设计, 可方便快捷的进行故障诊断。

(h) 油温过高时报警装置设计, 能保护液压系统正常工作, 报警时自动停机。

## 2 发展趋势

### (1) 拆除机器人的研究趋势。

拆除机器人的研究, 过去主要集中在节能、省力和安全 3 个方面。现在由于经济的发展和社会的进步, 机器人要求能达到全自动运转, 朝着智能化和多样化方向发展。



(a) 自适应作业对象和环境变化的能力。

由于建设施工作业中每一个具体操作的内容和要求都是不确定的, 实现建设施工自动化, 就要求机器人具有人的感觉、认识和判断能力。因此用一般的自动化技术是不够的, 唯有采用智能化控制技术。目前智能化控制技术理论比较成熟, 在一些高科技领域得到了应用, 但由于拆除机器人工作环境的不确定性, 其控制系统的复杂程度使这些技术的应用还有待于研究和开发。

### (b) 多门学科的糅合。

要实现拆除机器人的智能化控制, 需结合机、电、光、声、化学以及生物等多学科的知识, 将多种技术组合后进行信息处理, 组织成一个成熟的信息系统。

### (c) 机群控制。

在通常工程条件下, 拆除机器人往往不是单独作业的, 还有诸如遥控挖掘机机器人、遥控推土机器人、遥控装卸机器人、遥控运输机器人等作为混合作业体。在拆除机器人的研究基础上, 发展多机器人遥控系统和群控技术。

### (2) 机电液一体化。

拆除机器人产品都不同程度使用了电液控制(Electro-hydraulic Control)系统, 结合 CAN 总线技术、遥控技术等, 实现对机器人的在线工况监视、自动控制以及故障诊断, 使之达到高效、节能、操作简单、舒适的先进水平。

### (3) 创新无处不在。

拆除机器人为了适应现代化施工要求, 已经进行了多处创新, 如三段式悬臂设计、每个单臂采用盒式焊接来增加其强度、三段臂之间采用膨胀销连接等等。随着人们施工



范围的不断扩大, 水下作业也是拆除机器人的发展方向。

### (4) 竞争不可避免。

从德国慕尼黑 bauma 2007 展览会上可以看出, 除 Brokk 公司外, 成立于 2006 年的芬兰 FINMAC 公司展出他们的 F16 机器人, 德国 TOPTEC 公司展出了 TOPTEC 系列的机器人, 惊天液压机械制造有限公司展出 GTC-45 机器人。各公司实力相差较大, 产品质量、系列化等也有差异。尤其在发展中国家, 廉价的劳动力为厂家创造了巨大的利润空间, 滚动发展也使其竞争力得以提升。在未来几年内, 群雄逐鹿的局面必将愈演愈烈, 但在市场经济规律的制约下, 优胜劣汰, 分化组合, 最终将出现多足鼎立的局面。

### (5) 便捷的售后服务。

任何产品出来后, 最终都要走向市场, 经受市场的严格检验。在信息化、网络化的服务型社会, 产品的售后服务和技术支持是一个不可忽视的重要环节, 完善的售后服务和可靠的技术支持也同样是提高产品竞争力的重要手段。

