



国家示范性高职院校建设项目成果  
工程机械运用与维护专业工学结合系列教材



# 工程机械文化



GONGCHENG JIXIE WENHUA

主 编◎赵文坤  
副主编◎蔡勇梅  
主 审◎张爱山



云南出版集团有限责任公司



云南人民出版社

# 前 言

本书根据高职高专特色教材编写要求和工程机械文化课程教材编写大纲编写。

纵观我国工程机械行业近年来由小到大、由弱到强的发展历程，无论是在体制机制、技术工艺、发展战略、服务、营销，还是企业文化等各个方面，都进行了大胆创新和实践，形成了自己独有的特点和竞争优势，既实现了企业自身的跨越式发展，也促进了整个工程机械行业的又好又快发展。自主创新没有模式的局限，也永远没有尽头，只要每一个工程机械企业都能在自主创新上永远向前，当某一天中国制造的工程机械产品在保持价格优势时还具备技术创新优势，我们就能够实现由工程机械大国向强国的转变。而完成这一使命的任务，就落在了新一代立志于中国工程机械行业崛起的技术人员身上，中国工程机械行业新的辉煌将在你们手中铸成。

在中国工程机械行业崛起的时代背景下，本书选择了现代施工过程中使用广泛的工程机械，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发展概况，工程机械的主要构造、工作原理和基本使用技术，并介绍了常用工程机械以及国内外名牌工程机械企业概况及其内在的专业文化精神，激发学生的学习兴趣，使学生对工程机械有一个总体性的了解，为下一步各门专业课程教学的开展铺垫基础。

本书内容新颖，简明扼要，注重系统性、实用性，可作为高等院校公路工程、建筑工程、设备安装和机械等专业的教材，也可作为培训教材及相关从业技术人员的参考书。

本书由云南交通职业技术学院赵文坤副教授担任主编，张爱山副教授担任主审，蔡勇梅副教授担任副主编。全书共分五章，其中第一、二、三章由赵文坤副教授编写，第四、五章由蔡勇梅副教授编写。

本书涉及面较广，而编者水平有限，不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

2010年8月

## 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 学习单元一 工程机械的概述 .....     | 1  |
| 学习目标 .....              | 1  |
| 课题1 工程机械的定义 .....       | 1  |
| 课题2 工程机械的作用 .....       | 2  |
| 课题3 工程机械的分类 .....       | 5  |
| 课题4 工程机械的发展 .....       | 6  |
| 课题4.1 工程机械的发展历程 .....   | 6  |
| 课题4.2 我国工程机械的发展现状 ..... | 8  |
| 课题4.3 国外工程机械的发展现状 ..... | 8  |
| 课题4.4 工程机械的发展趋势 .....   | 9  |
| 学习单元二 工程机械的基本组成 .....   | 12 |
| 学习目标 .....              | 12 |
| 课题1 内燃机 .....           | 12 |
| 课题1.1 内燃机的常用术语 .....    | 12 |
| 课题1.2 内燃机的工作原理 .....    | 13 |
| 课题1.3 柴油机的基本结构组成 .....  | 15 |
| 课题2 工程机械底盘 .....        | 19 |
| 课题2.1 传动系统简介 .....      | 19 |
| 课题2.2 转向系统简介 .....      | 22 |
| 课题2.3 制动系统简介 .....      | 25 |
| 课题2.4 行走系统简介 .....      | 27 |
| 课题3 工程机械电气设备 .....      | 29 |
| 学习单元三 常用工程机械 .....      | 31 |
| 学习目标 .....              | 31 |
| 课题1 土方工程机械 .....        | 31 |
| 课题1.1 推土机 .....         | 31 |
| 课题1.2 铲运机 .....         | 35 |
| 课题1.3 挖掘机 .....         | 37 |

|        |                |     |
|--------|----------------|-----|
| 课题 1.4 | 装载机            | 41  |
| 课题 1.5 | 平地机            | 44  |
| 课题 2   | 压实机械           | 47  |
| 课题 2.1 | 静力式光轮压路机       | 49  |
| 课题 2.2 | 轮胎式压路机         | 50  |
| 课题 2.3 | 振动压路机          | 51  |
| 课题 2.4 | 振荡压路机          | 53  |
| 课题 2.5 | 夯实机械           | 54  |
| 课题 3   | 通用石方工程机械       | 55  |
| 课题 3.1 | 凿岩机械           | 55  |
| 课题 3.2 | 空气压缩机          | 57  |
| 课题 3.3 | 破碎及筛分机械        | 60  |
| 课题 4   | 路面施工机械         | 63  |
| 课题 4.1 | 沥青混凝土搅拌设备      | 63  |
| 课题 4.2 | 沥青混凝土摊铺机       | 65  |
| 课题 4.3 | 水泥混凝土搅拌设备      | 67  |
| 课题 4.4 | 水泥混凝土摊铺机       | 69  |
| 课题 4.5 | 沥青洒布机          | 71  |
| 课题 4.6 | 稳定土厂拌设备        | 72  |
| 课题 4.7 | 稳定土拌和机         | 74  |
| 课题 5   | 桩工机械           | 75  |
| 课题 5.1 | 振动沉拔桩锤         | 76  |
| 课题 5.2 | 全套管钻机          | 77  |
| 课题 5.3 | 旋转钻机           | 79  |
| 课题 5.4 | 螺旋钻机           | 81  |
| 课题 5.5 | 冲击钻机           | 82  |
| 学习单元四  | 国内品牌工程机械企业概况   | 84  |
| 学习目标   |                | 84  |
| 课题 1   | 徐州工程机械集团有限公司   | 85  |
| 课题 2   | 三一重工股份有限公司     | 90  |
| 课题 3   | 中联重工科技发展股份有限公司 | 94  |
| 课题 4   | 广西柳工机械股份有限公司   | 99  |
| 课题 5   | 厦门工程机械股份有限公司   | 103 |
| 课题 6   | 山推工程机械股份有限公司   | 106 |
| 课题 7   | 中国龙工控股有限公司     | 109 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 课题8 湖南山河智能机械股份有限公司 ..... | 112 |
| 课题9 福田雷沃重工股份有限公司 .....   | 114 |
| 课题10 沈阳北方交通重工集团 .....    | 118 |
| 学习单元五 国外品牌工程机械企业概况 ..... | 124 |
| 学习目标 .....               | 124 |
| 课题1 美国卡特彼勒公司 .....       | 124 |
| 课题2 日本小松(中国)投资有限公司 ..... | 129 |
| 课题3 瑞典沃尔沃建筑设备公司 .....    | 133 |
| 课题4 德国利勃海尔集团 .....       | 136 |
| 课题5 日立建机 .....           | 139 |
| 课题6 美国凯斯工程机械公司 .....     | 142 |
| 课题7 法国法亚集团 .....         | 144 |
| 课题8 瑞典戴纳派克公司 .....       | 148 |
| 课题9 德国阿特拉斯公司 .....       | 150 |
| 课题10 韩国斗山工程机械有限公司 .....  | 153 |
| 参考文献 .....               | 156 |

## 学习单元一 工程机械的概述

### 学习目标

#### 知识目标

1. 正确描述工程机械的概念；
2. 正确描述工程机械在公路建设中所起的作用；
3. 正确描述工程机械的分类；
4. 简单描述我国工程机械的发展历程和现状；
5. 正确描述国外工程机械的发展现状和总体趋势。

#### 能力目标

1. 能够利用因特网查找工程机械相关信息；
2. 能够根据工程机械的用途进行归类。

### 课题1 工程机械的定义

按国际规定，将工程机械（Construction Machinery and Equipment）定义为“为房屋、工厂、桥梁、公路、铁路等工程建设以及江河疏通、矿山开掘、管线铺设等工程施工提供的生产技术装备”。

在我国把工程机械概括为：凡土石方施工工程、路面建设与养护、流动式起重装卸作业和各种建筑工程所需的综合性机械化施工工程所必需的机械装备，称为工程机械。它主要用于国防建设工程、交通运输建设、能源工业建设和生产、矿山等原材料工业建设和生产、农林水利建设、工业与民用建筑、城市建设、环境保护等领域。

在世界各国，对这个行业的称谓基本类同，其中美国和英国称为建筑机械与设备，德国称为建筑机械与装置，俄罗斯称为建筑与筑路机械，日本称为建设机械。在我们国家部分产品也称为建设机械，而在机械系统行业根据国务院组建该行业批文时统称为工程机械，一直延续到现在。各国对该行业划定产品范围大致相同，我国工程机械与其他各国比较还增加了铁路线路工程机械、叉车与工业搬运车辆、装修机械、电梯、风动工具等行业。

工程机械与汽车不同，属于非公路运行车辆，机种繁多，作业范围广，具有特定的作业工况。工程机械作业特点是：广泛的适应性；对特殊功能的应用；作业工况恶劣；品种

多、各类型机械原理形式相差悬殊；一机多用；对配套机种有特殊要求；要求装备防护装置；各机种间配备有成套性；适于组织专业化生产。

## 课题2 工程机械的作用

下面通过部分工程机械的施工案例介绍其作用。

1. 混凝土泵车的应用：过去，工人在高层建筑工地上进行水泥混凝土灌浆、浇注作业时，是用塔吊和吊桶将混凝土一桶一桶从地面吊到几十层的楼面上或几十米深的基础坑中……今天，多台混凝土泵车和数台混凝土搅拌车配合工作就可完成（如图 1.1；图 1.2）。

但是混凝土泵车操作时因控制台距泵送作业面有几十米甚至上百米，需数人配合才能完成。长期以来，这种传统操作方式因人员多，效率低，限制了混凝土泵车的性能发挥。对于长距离、大排量的大型泵车，矛盾更为突出。

现在采用无线电遥控系统就可以解决这个问题。泵车司机在工作地点驾车定位后，即可用便携式无线电控制装置依次操作泵车的各个动作，液压支架的升、降；泵车的水平校正；布料杆的左右回转；多级杆的变幅升降等。混凝土经混凝土泵，沿着多节可折叠的料杆被输送到软管喷口。泵车司机可远离泵车控制台，直接站在软管喷口旁边观察混凝土泵送情况，控制布料杆的动作和混凝土泵的运作。随着无线电遥控装置在混凝土泵车的广泛运用，泵车也在向超高度、大排量方向发展。如今世界上最大的无线电遥控混凝土泵车，布料杆长度 62 米，垂直泵送距离超过 100 米，排量可达 200 立方米/小时，国内的生产厂家有中联重科、湖南三一重工、徐州混凝土机械厂等。



图 1.1 多台混凝土泵车在高层建筑工程中的应用

2. 凿岩机的应用：在建筑、采矿及公路隧道施工中，凿岩机通常都是在极恶劣的环境条件下工作。灰尘、潮湿、坠物等都可能伤害操作人员。为了减少事故、改善工作条件，目前无线电遥控技术投入使用。在使用遥控系统操作这些液压机械凿石、钻孔时，操作员可自由选择安全地点，再也不用像以前在机械操作台上担惊受怕了（见图 1.3）。对于隧道里能见度较低的情况下，可选用配有反馈装置的无线电遥控系统控制液压机械。即使在能见度较低、环境恶劣的地方，也可以方便控制重型凿岩机进行钻孔作业。操作员可以选择安全地点对位钻孔，而不必待在钻孔机的操作台上。无线电遥控装置配有数据反馈装置，通过 20 毫安电流环或 V 24 通讯协议将钻孔机的工作状态信息传递给发射机。在钻孔机钻孔作业中，孔的坐标在操作员的发射机的 LCD 液晶显示屏上显示，操作员根据显示的坐标信息来控制钻机的空间位移。在位移过程中，反馈系统将钻机的位移坐标在 LCD 显示屏上“实时”显示。此外，在无线电控制装置的显示屏上会将凿岩机的故障信息全文显示出来。无线电控制装置采用 IP65 保护标准，完全适应在潮湿和含盐的环境中使用。



图 1.2 多台混凝土泵车在地基施工中的应用



图 1.3 遥控凿岩机的应用

3. 挖掘机的应用：2008 年 11 月在国家大型项目向家坝水电站施工现场，数台三一 SY850 型加长臂挖掘机（见图 1.4）长臂挥舞、英姿飒爽，在众多参与施工的工程机械设备中尤为醒目。这几台挖掘机自进入向家坝水电站至今，运行稳定，表现出色，圆满完成了大江截流、土方转移等重要工程项目施工，得到客户和建设方的一致赞誉。向家坝水电站工程建设由葛洲坝集团承建，是国家重点项目。建成后的向家坝水电站将是国内第三大水电站。



图 1.4 向家坝水电站施工现场加长臂挖掘机的应用

4. 铲运机的应用：铲运机在大型土石方施工中应用广泛，其中新疆吐鲁番机场土方施工现场，就应用了卡特铲运机进行挖、装、运、摊铺的全过程（见图 1.5）。在此次施工过程中，铲运机发挥了独特的功效，极大地减少了现场施工机械的交叉和平行作业时间，双机联合运行，每次挖、装、运、摊铺只需 4 分钟左右；运距在 500 米左右；摊铺厚度在 100 ~ 200 毫米；最佳经济厚度在 150 毫米。2 台铲运机联合作业每天可完成 6000 立方米左右。铲运机作业作为降低施工成本的一种合理的施工作业形式再一次得到行业内的认可。

以上施工案例充分证明了工程机械是技术的载体，人类每一项成熟技术的开发与应用都会在工程机械上体现得淋漓尽致。内燃机、电动机的诞生，使工程机械有了更适宜的动力装置，液压与气动技术的成熟与发展，使工程机械有了更合适的传动装置。进入 20 世纪 70 年代，随着电子技术尤其是计算机技术的迅猛发展，工程机械的控制技术得到长足的发展，使工程机械整体技术水平迈上了一个新的台阶。



图 1.5 吐鲁番机场土方施工中铲机的应用

工程机械是完成各项公路工程任务的主要生产工具，是加速施工进度和确保工程质量的重要手段，是实现施工机械化的物质基础。现代化施工建设是当今公路建设的发展主流，而机械化施工是公路施工建设，特别是高等级公路施工建设的重要措施与手段，是公路建设发展的必然趋势。公路建设发展的特点是工程量浩大，工程质量要求高，施工技术工艺复杂，建设周期短，施工难度日趋加大。在实行招投标制的今天，企业更加注重施工的质量与经济效益。没有高水平的机械化施工，就很难保证高的施工质量，甚至无法完成施工难度大、工艺复杂的工程，更谈不上工程进度和经济效益。所以工程机械在公路建设中起着重要的、不可替代的作用。

### 课题 3 工程机械的分类

工程机械可以分十八大类：挖掘机械、铲土运输机械、工程起重机械、工业车辆、电梯与扶梯、压实机械、桩工机械、凿岩机械、气动工具、混凝土机械、钢筋及预应力机械、装修机械、环保市政建设机械、路面机械、线路机械、军用工程机械、工程机械专用零部件、其他专用工程机械等。其中挖掘机械和铲土运输机械也合称为土方工程机械。表 1-1 为中国工程机械现有产品类别。

根据工程机械作业时的状态可分为固定式、移动式和半固定式三种。

根据工程机械底盘行走机构的类型不同，一般可分为轮胎式、履带式两种。

根据工程机械底盘传动机构的类型，通常可分为机械传动式、液力机械传动式、液压传动式和电传动式四种。

根据转向机构的不同，轮胎式工程机械底盘可分为偏转车轮式和铰接式两种；对履带式工程机械底盘可分为双履带式、三履带式和多履带式三种。

表 1-1 工程机械产品类别

| 类 别       | 产 品 系 列                                             |
|-----------|-----------------------------------------------------|
| 挖掘机械      | 单斗挖掘机、斗轮挖掘机、斗轮挖沟机、掘进机                               |
| 铲土运输机械    | 推土机、装载机、铲运机、平地机、运输车、翻斗车                             |
| 工程起重机械    | 汽车起重机、轮胎起重机、履带起重机、塔式起重机、架桥机、施工升降机、卷扬机、高空作业机、升降平台、其他 |
| 工业车辆      | 内燃叉车、电动叉车、堆垛机                                       |
| 电梯及扶梯     | 客梯、货梯、医用梯、扶梯、人行走道                                   |
| 凿岩机械和气动工具 | 凿岩台车、风动凿岩机、电动凿岩机、内燃凿岩机、潜孔凿岩机和气动工具等                  |
| 压实机械      | 轮胎压路机、光面轮压路机、单足式压路机、振动压路机、夯实机、捣固机等                  |
| 桩工机械      | 柴油锤、液压锤、振动锤、钻孔机、静压桩机                                |
| 路面机械      | 洒布机、摊铺机、沥青搅拌机、拌和机、加热设备、其他                           |
| 混凝土机械     | 混凝土搅拌机、混凝土搅拌站、混凝土搅拌楼、混凝土输送泵、混凝土搅拌输送车、混凝土喷射机、混凝土振动器等 |
| 钢筋及预应力机械  | 切断机、调直机、弯曲机、拉伸机、其他                                  |
| 装修机械      | 灰浆泵、喷涂机、抹（磨）光机、电动工具、其他                              |
| 环保市政建设机械  | 管道机械、吸污车、粪便车、清扫车、垃圾车、洒水车、剪草车、喷药车、其他                 |
| 线路机械      | 轨枕机械、道床机械、桥梁机械、装运机械、其他                              |
| 军用工程机械    | 道路机械、特种机械、野战工程车                                     |
| 专用部件      | 回转支承、链轨、专用电机、座椅、专用液压件、其他                            |
| 其他专用工程机械  | 非开挖线路机械、其他                                          |

## 课题 4 工程机械的发展

### 课题 4.1 工程机械的发展历程

1. 工程机械的发展大致经历了四个阶段。

(1) 以满足减轻劳动强度为目的的机械驱动阶段。此阶段的机械设备以机械传动为特点，结构笨重，功能单一，作业效率低下。

(2) 以提高生产率为目的，机械设备采用液压传动。这一阶段工程机械设备的作业效率提高较快，液压元件行业的技术进步一直伴随着工程机械的发展。

(3) 为工程机械的电子控制阶段，工程机械的控制精度及机械作业效率大大提高，初步实现了机电液一体化。

(4) 进入 21 世纪后，人类为了实现可持续发展，提出了工程机械的环保技术、智能技术和信息技术，工程机械发展进入了第四个发展阶段。



2. 我国工程机械的发展历史大致可以划分为以下三个阶段。

(1) 创业时期 (1949 ~ 1960 年)。

1949 年以前,我国没有工程机械制造业,仅有为数有限的几个作坊式的修理厂,而且只能维修简易的施工机具和其他设备。新中国成立后到 1960 年,工程机械在我国仍未形成独立行业,只由别的行业兼产一小部分简易的小型工程机械产品。“一五”期间 (1953 ~ 1957 年),全国主要工程机械制造企业发展到 10 多个。1958 ~ 1960 年间,试制了 54 ~ 80 马力推土机、5 ~ 8 吨汽车式起重机、0.5 ~ 4.0 立方米机械式单斗挖掘机、2 ~ 6 吨塔式起重机等一系列产品,主要制造企业发展到 20 多个。

(2) 形成时期 (1961 ~ 1978 年)。

工程机械行业从 1961 年开始组织全国行业规划,根据发展需要逐步对企业调整了产品方向,发展了一批重点企业,行业规模不断扩大,产品种类增加很快,如柳州、厦门、成都轮式装载机专业厂,贵阳液压挖掘机专业厂,郑州自行式铲运机专业厂,徐州、洛阳压路机专业厂,徐州、北京、泰安、锦州等起重机专业厂等。全国生产工程机械的专业厂和兼业厂已达 380 个。

(3) 发展时期 (1979 年至今)。

首先是引进国外先进技术和联合办厂阶段。

自 1979 年,我国工程机械行业进入了全新的发展时期,随着市场经济的发展,加快了产品技术更新速度,通过引进、消化、吸收国外先进的制造及管理技术,工程机械行业整体水平得到了极大的提高,大大缩短了与国际一流技术之间的差距。如山东推土机总厂于 1979 年与日本小松制造所签订了引进 220 马力和 320 马力履带式推土机的制造合同;柳州工程机械厂、厦门工程机械厂、宜春工程机械厂、鞍山红旗拖拉机厂、哈尔滨拖拉机厂、上海彭浦机器厂、宣化工程机械厂、青海工程机械厂、上海柴油机厂、山东推土机总厂履带总成分厂、四川齿轮厂和成都工程机械总厂液力变矩器分厂等 12 个企业联合与美国卡特公司签订了引进履带式推土机、轮式装载机、轮式集材机等 3 类 7 种主机制造技术以及柴油机、变矩器、动力换挡变速箱、驱动桥、液压缸、“四轮一带”等一系列关键基础部件制造技术。徐州重机厂、长江起重机厂和浦沅工程机械厂于 1980 年初从前联邦德国利勃海尔公司引进了全地面起重机制造技术。这批引进国外技术的企业,通过参观、培训,全面消化吸收引进技术,学习国外企业先进的管理,外国专家支援,经过重点技术改造,工艺制造水平已接近国外同类企业的先进水平。

随后是自行研制和生产阶段。

近几年,随着国内工程机械制造水平的提高,一些大型企业,先后自行研制成功了具有国际先进水平的施工机械。如 2006 年徐工科技自行研制成功的 RP956 沥青混凝土摊铺机,融合了徐工集团承担的国家“十五”863 科研项目和国际合作开发项目等多项高新技术,创新采用了全液压传动微电脑控制技术、CAN - BUS 总线技术、数字式多探头超声波传感自动找平技术、双振捣压实技术、超声波传感输分料自动控制技术和现代网络、通讯、信息和微电子技术等多项世界领先技术,是应用现代控制技术提升摊铺机作业性能的成功典范。

## 课题 4.2 我国工程机械的发展现状

自 20 世纪 90 年代以来,我国由于经济形势走上快车道,工程机械发展速度加快,工程机械的应用越来越广泛,工程机械的研究得到了高度重视。目前工程机械行业已拥有 1000 多个生产厂家,产品达 4300 多个规格型号,基本上能为各类工程建设提供成套设备。

我国是生产及销售工程机械的大国,但不是强国。主要问题:产品品种不齐,缺少大型、小型的产品,特别是大型设备;产品性能在智能化、电子控制、自动监测、机电液一体化等方面还不能满足市场的需要;产品质量差,具体表现在耐久性及其可靠性上与国外先进水平相比差距较大,平均无故障时间及第一个大修期仅为国外先进设备的一半;产品结构策划缺乏前瞻性等。

我国与发达国家在技术创新和研发能力上的差距,一是过度地依赖外国技术,缺乏自主研发能力。有关数据显示,我国工程机械等具有战略意义的高技术含量产品 80% 以上依赖进口,如液压元件、传感器与电子控制元件。二是企业研发投入偏低。据 2005 年世界制造业企业 500 强的最新数据显示,中国制造业企业研发投入为 1.90 亿,只占销售收入的 1.88%,而许多发达国家高达 3%~4%。美、日等国的基础研究比重则在 20% 以上。三是专利意识淡薄,申请和保护力度不够。同时,国际性知名品牌匮乏。在世界机械行业的 100 个著名品牌中,美国、日本和德国占据了 2/3,中国上榜的知名品牌仅占 3 席。国内工程机械用户熟知的徐工、柳工、三一等企业,只能算是国内有较高知名度的品牌而已,与世界强势品牌的距离还很远。

## 课题 4.3 国外工程机械的发展现状

自 20 世纪 90 年代以来,国外工程机械进入了一个新的发展时期,在广泛应用新技术的同时,不断涌现出新结构和新产品。继完成提高整机可靠性任务之后,技术发展的重点在于增加产品的电子信息技术含量,努力完善产品的标准化、系列化和通用化,改善驾驶人员的工作条件,向节能、环保方向发展。

近几年,国外工程机械产品以信息技术为先导,在发动机燃料燃烧与电控、液压控制系统、自动操纵、可视化驾驶、精确定位与作业、故障诊断与监控、节能与环保等方面,进行了大量的研究,开发出许多新结构和新产品,提高了工程机械的高科技含量,促进了工程机械的发展。

卡特彼勒公司 20 世纪 90 年代开发的 F 系列和 G 系列装载机都安装有电子计算机监控系统 (CMS),用以取代 E 系列装载机上安装电子监控系统 (EMS)。其驾驶台上装有条形液晶显示屏,微机监控系统具有能同时监控发动机燃油液面高度、冷却水温、变速器油温和液压油温等 11 种功能。该监控系统还具有故障诊断能力,并可向司机提供三级报警。1998 年推出的 Cat950G 计算机监控系统还配备有 Cat 指导诊断系统和以维修工具为基础的 Cat 软件包,使维修人员用笔记本电脑就能迅速地诊断和排除故障。Cat992G 在监控装载机各功能状况并作出诊断的同时,还能把这些信息数据作为履历记录下来,无线传送到办公室,用计算机进行分析,从而将电气、机械故障防患于未然。Cat994D 安装了关键信息管理系统 (VIMS),可密切监视机器的运行状态并诊断故障。

沃尔沃建筑设备公司推出 B 系列自行式平地机操作环境的神经中枢是 Contronic 监控



系统。它可以使操作员了解该机所有功能的运行状况,其中包括发动机的转速和温度、燃料料位、地面速度、过滤器阻塞情况、差速器锁紧/脱开以及其他信息。Contronic 不仅可以使操作员随时了解其操作的平地机发生了什么情况,而且还储存了所有的操作数据以供维修技术人员下载。得到这些信息后,技术人员使用 VCAD - SPro (VOLVO 计算机辅助诊断系统)访问该数据,以便进行维修、诊断和性能分析。采用这套系统,操作员可以在零部件失效前采取措施,并在发生故障时诊断出故障的原因。这套系统的主要功能就是保持平地机处于最佳状态,从而延长机器的使用寿命。

#### 课题 4.4 工程机械的发展趋势

近年来,随着建筑施工和资源开发规模的扩大,对工程机械需求量迅速增加,因而对其可靠性、维修性、安全性和燃油经济性也提出了更高的要求。随着微电子技术向工程机械的渗透,现代工程机械日益向智能化和机电一体化方向发展。

自 20 世纪 90 年代以来,国外工程机械进入了一个新的发展时期,在广泛应用新技术的同时,不断涌现出新结构和新产品。继完成提高整机可靠性任务之后,技术发展的重点在于增加产品的电子信息技术含量和智能化程度,努力完善产品的标准化、系列化和通用化,改善驾驶人员的工作条件,向智能、节能、环保方向发展。目前国际工程机械的发展趋势主要如下。

##### 1. 系列化、特大型化。

系列化是工程机械发展的重要趋势。国外著名大公司逐步实现其产品系列化进程,形成了从微型到特大型不同规格的产品。与此同时,产品更新换代的周期明显缩短。所谓特大型工程机械,是指其装备的发动机额定功率超过 1000 马力,主要用于大型露天矿山或大型水电工程工地。产品特点是科技含量高,研制与生产周期较长,投资大,市场容量有限,市场竞争主要集中在少数几家公司。以装载机为例,目前仅有卡特彼勒、小松—德雷塞和马拉松·勒图尔勒这三家公司能够生产特大型装载机。

##### 2. 多用途、微型化。

为了全方位地满足不同用户的需求,国外工程机械朝着系列化、特大型化方向发展的同时,已进入多用途、微型化发展阶段。推动这一发展的因素首先源于液压技术的发展,通过对液压系统的合理设计,使得工作装置能够完成多种作业功能;其次,快速可更换连接装置的诞生,安装在工作装置上的液压快速可更换连接器,能在作业现场完成各种附属作业装置的快速装卸及液压软管的自动连接,使得更换附属作业装置的工作在司机室通过操纵手柄即可快速完成。一方面,工程机械通用性的提高,可使用户在不增加投资的前提下充分发挥设备本身的效能,完成更多的工作;另一方面,为了尽可能地用机器作业替代人力劳动,提高生产效率,适应城市狭窄施工场所以及在码头、仓库、舱位、建筑物层内和地下工程作业环境的使用要求,小型及微型工程机械有了用武之地,并得到较快发展。为占领这一市场,各生产厂商都相继推出了多用途、小型和微型工程机械。如卡特彼勒公司生产的 IT 系列综合多用机、克拉克公司生产的“山猫”牌产品等。

目前国际上推出微型工程机械的公司主要有卡特彼勒、凯斯、克拉克等公司。涉及的产品主要有挖掘机、挖掘装载机、振动压路机、冲击锤、高空作业车等,其中最小的挖掘机斗宽为 200 毫米,车宽小于 1 米。多功能化作业装置改变了单一作业功能,多种作业已

从中、大型工程机械应用的局限中解脱出来,在小型和微型工程机械上也开始了应用。如卡特彼勒公司在 9266 型轮式装载机基础上开发出的 IT62G 就具有快速连接装置,驾驶员可在驾驶室里完成更换不同作业装置的动作,如更换铲叉、抓斗、卸载斗、扫雷装置、路面清扫装置、破碎装置等。

### 3. 微电子技术、信息技术的普及和应用。

以微电子、网络为重要标志的信息时代,不断研制出集液压、微电子及信息技术于一体的智能系统,并广泛应用于工程机械的产品设计之中,进一步提高了产品的性能及高科技含量。工程机械集成化和操作与智能控制技术主要包括:电液控制自动换挡变速器技术、机电液一体化控制技术、负荷传感全功率控制技术和可编程控制与遥控及无人操作技术等。在控制策略方面,有的学者对工作装置的前馈控制的理论和必要性进行了研究。神经网络和模糊控制由于其对解决复杂系统和不确定系统的独特优势,被引入工程机械的工作装置控制中,各种控制方法结合而成的新的控制策略也有成功应用的例子。

推土机上采用电子监测系统(EMS)和电子复合控制装置(即履带打滑控制系统),逐步实现机电一体化。EMS 可严密控制机器各主要功能的变化,了解故障发生的部位,防止司机误操作,保证作业安全。电子复合控制装置可把履带滑移量控制到最低限度,提高履带行走装置的寿命,降低油耗,提高生产率。装载机上采用计算机控制的发动机管理系统,发动机的输出功率可根据载荷的要求调节,减少动力损失,节约燃料,提高发动机寿命。另外,装载机上可安装电控式或微机控制的自动换挡变速器以及电子称量、电子消声器、计算机监控等装置,简化操作,确保安全。铲运机上采用微机处理机控制变矩器、变速器,代替纯液压控制,使操作更轻便。应用激光技术使铲运机平整场地作业精度更高。

### 4. 不断创新的结构设计。

以装载机为例,工作装置已不再采用单一的“Z 型”连杆机构,继出现了八杆平行结构和 TP 连杆机构之后,卡特彼勒公司于 1996 年首次在矿用大型装载机上采用了单动臂铸钢结构的特殊工作装置,即所谓的“VersaLink 机构”。这种机构替代综合多用机上的八杆平行举升机构和传统的“Z 型”连杆机构,可承受极大的转矩载荷和具有卓越的可靠性(耐用性),驾驶室前端视野开阔。凯斯公司于 2000 年 3 月展出的高卸位式 SKL873 型轮式装载机的可折叠式创新连杆机构工作装置,进一步增加了轮式装载机的工作装置的种类。

### 5. 安全、舒适、可靠。

驾驶室将逐步实施 ROPS 和 FOPS 设计方法,配装冷暖空调。全密封及降噪处理的“安全环保型”驾驶室,采用人机工程学设计的司机座椅可全方位调节,以及功能集成的操纵手柄、全自动换挡装置及电子监控与故障自诊断系统,以改善司机的工作环境,提高作业效率。大型工程机械安装有闭路监视系统以及超声波后障碍探测系统,为司机安全作业提供音频和视频信号。微机监控和自动报警的集中润滑系统,大大简化了机器的维修程序,缩短了维修时间。如卡特彼勒公司的 F 系列装载机日常维修时间只需 3.45 分钟。目前大型工程机械的使用寿命最高可达 25000 小时。

### 6. 节能与环保。

为提高产品的节能效果和满足日益苛刻的环保要求,国外工程机械公司主要从降低发动机排放、提高液压系统效率和减振、降噪等方面入手。目前,卡特彼勒公司生产功率为 15~10150 千瓦的柴油发动机,装有电子喷射装置及 ADEM 模块,可提高 22% 的喷射压

力,便于燃油完全、高效燃烧,燃烧效率可提高5%,氮氧化合物下降40%,转矩增加35%。个别厂家生产的工程机械产品,机体外面噪声已降至72分贝(A)。

人类赖以生存的地球资源是十分有限和宝贵的,不顾生态环境的经济发展,最终将导致资源枯竭、环境恶化。日本在工程机械的设计上,提出了“尊重人间”的新概念,就是为实现工程机械对环境的污染最小化,操作人员的安全保护以及操作人员的工作舒适性等,达到人、机和环境的亲和,除此之外,还应要求机器在使用寿命终止时,实现工程机械所有材料的循环再利用。

以施工工艺研究为基础,以计算机技术、微电子技术、信息技术、无线通信技术和自动控制技术的综合应用为手段,各种施工机群(如用于高速公路施工的沥青搅拌站、沥青运输车、沥青转运车和沥青摊铺机即组成一个施工机群)的智能化研究将相继展开。

可以预见,在不久的将来工程施工管理与过程控制都将实现智能化,施工质量也将得到全过程的控制,保证在设计要求的范围内。

### 思考题

1. 从工程机械的分类上看,说明了什么问题?
2. 从技术引进到自行发展,您认为我国工程机械的发展应该注意什么问题?
3. 从工程机械的发展趋势看,为什么要注重环保、节能和安全?

## 学习单元二 工程机械的基本组成

### 学习目标

#### 知识目标

1. 正确描述工程机械的基本组成；
2. 简单描述内燃机的工作原理；
3. 正确描述柴油机各部分机构及其主要作用；
4. 正确描述工程机械底盘的基本组成结构及其作用；
5. 正确描述工程机械电器设备的基本组成及其主要作用。

#### 能力目标

1. 能够在教师的指导下，正确掌握发动机和底盘各总成在常用工程机械上的安装位置及作用。
2. 能够正确识别工程机械电器设备在常用工程机械上的安装位置及作用。

自行式工程机械由内燃机、底盘及工作装置三部分组成。发动机为自行式工程机械提供动力；底盘为整机提供支撑并使机械按所需的速度和方向行驶，底盘的性能对整机的性能具有决定性的影响；各种不同类型的工作装置用来完成各类工程机械的施工生产作业。

### 课题1 内燃机

内燃机是一种将热能转换为机械能的装置。根据燃料的不同可以分为柴油机和汽油机。因为它具有结构紧凑、轻便、热效率高等优点，所以作为驱动工程机械行驶和工作的动力装置，内燃机广泛地使用在无电源条件下的固定或者移动式的工程机械上。

#### 课题1.1 内燃机的常用术语

学习内燃机的工作原理，应首先了解内燃机的几个常用术语。图2.1是单缸四冲程柴油机的结构简图。

1. 上止点。活塞顶在气缸中离曲轴中心距离最远的位置，称为上止点。
2. 下止点。活塞顶在气缸中离曲轴中心距离最近的位置，称为下止点。
3. 活塞冲程。活塞从上止点到下止点所移动的距离（图2.1中用S表示），称为活塞