

工程机械的新结构和新技术

周松波 牛松青 左 浩

TU6 B

近几年来,国内外工程机械厂家跟踪用户需求,相继开发研制出不少结构新颖、性能优良、维护方便、适应性强、自动化智能化、节能环保型的新产品,极大地解放了劳动力,促进了生产水平的提高。同时将产品功能与可靠性、灵便性、舒适性、安全性、保障维护性等人机工程有机结合起来。

由于工程机械企业的技术水平参差不齐,各厂家都有属于自己的独特性能和优势。本文介绍的结构和技术有的虽然已代表不了当今行业的领先水平,但作为工程机械技术进步过程中的一环,想必会对同行企业有所裨益。

1 动力传动系统

近期开发的新产品普遍使用高性能的发动机、自动换挡变速器和安装有限滑差速器的驱动桥。发动机电子监控系统自动实现输出功率与液压系统作业工况的最佳匹配。

1.1 发动机

(1) 为了解决高效作业与低燃料消耗的矛盾,近年来普遍采用发动机工况控制技术。卡特彼勒 G 系列涡轮增压柴油机拥有高达 60% 的扭矩储备,所配置的 Mlesero 电子控制系统设有三种功率输出和四种工况模式供司机根据实际情况进行选择,同时可监控 19 种重要功能并实施自动故障诊断检查,极大地提高了操作的灵便性和高效性。

(2) 沃尔沃 D 系列大扭矩、低转速柴油机配置了独特的双泵系统,有效提高了发动机的响应度。

(3) 神钢 SK200/230 液压挖掘机使用新型环保发动机,CO 和 NO_x 的排放量符合日本、EPA (美国环境保护局) 和 EU (欧盟) 环保标准。

1.2 传动机构

传动机构作为工程机械性能体现的重要系统之一,自始至终受到国内外厂家的普遍重视。目前采用自动换挡变速器、安装有限滑差速器和全密封内藏湿式多片式制动器的驱动桥成为行业主流。

(1) 国内外许多厂家纷纷采用 ZF 公司生产的“两变一桥”,该传动系统技术先进,代表了 20 世纪 90 年代的国际水平,也是国内工程机械的发展方向。“两变”即 4WG200 型定轴式变速箱与单级三元件变矩器的结合,采用四退三进(挡位)、电脑控制、KD (Kick Down) 换挡技术,减少了换挡次数,操作灵活方便,工作效率得到极大提高。

(2) 另一种应用广泛的传动系统为小松公司的技术,该系统有四退四进(挡位)、KD 换挡,性能与 ZF 相近。WA380/420/470 轮式装载机的驱动桥还采用了非等扭矩差速器,可最大限度地发挥牵引力并有效防止轮胎打滑。

上述两系统的驱动桥都采用内藏湿式制动器等先进配置,制动性能和通过性大为提高。

(3) 凯斯 C 系列轮式装载机装备有新型比例换挡变速器,可根据扭矩大小自动换挡,操作更加平稳流畅,改善了机器的牵引性能。

(4) 迪尔 H 系列小型装载机的静压传动系统采用计算机控制动力换挡的单机单相液力传动装置,HST 渐移式踏板可在保持发动机转速和液压系统流量的同时无限降低行车速度。

(5) 利勃海尔将静液压技术应用于轮式装载机,简化了传动结构,同时使传动更加平稳、灵活。其驱动桥内安装有自动锁定式差速器,场地适应性好,恶劣区域作业安全程度高,可有效降低轮胎磨损。

1.3 换挡控制

工程机械属循环型作业机械,操作要求高、劳动强度大。据统计,装载机换挡每小时愈千次,即平均 3.6s 换挡一次,且作业过程中不仅要控制行走,还要控制转向和工作装置。频繁换挡无疑分散了司机的注意力、增加了作业的不安全性。

随着电子技术和控制技术的发展,工程机械换挡控制系统发生了根本性的革命。从操纵方式的发展看,换挡控制技术经历了下述变革:人工机械操纵→液压动力操纵→POC (Pilot Operating Control

先导操纵)→PPC(Pilot Proportional Control 先导比例控制)→电操纵→EPC(Electronic Proportional Control 电比例控制)→自动控制。

(1)卡特彼勒 G 系列装载机配置了别具一格的 STIC(Steering & Transmission Integrated Control 转向换挡集成控制)系统,即取消了常规方向盘,转向、换挡合用一个操纵杆,轻松实现 FTC 指尖控制。其变速换挡离合器采用 ECPC(电子压力控制)技术,行驶和换挡更加平稳,预定速比调定功能可使变速器挡位在设定范围内自动切换。

(2)柳工 ZL60F 装载机所应用的 EST-25T 电液换挡集成控制系统,在国内首次实现动臂/铲斗/变速换挡三杆合一的控制模式。

(3)采用电液操纵,以电磁阀代替液压变速阀或以先导阀控制液压变速阀进行换挡,换挡力和换挡行程大为减小,提高了操纵系统的灵活性和准确性。

(4)采用 DDS 开关(Down Shift Switch)或者 KD 换挡开关,车辆便可根据作业时的负荷状况自动实现换挡控制。

(5)采用电子控制自动换挡技术。目前该技术已日臻成熟并在国外得到普遍应用。如川崎 97ZⅢ/115ZⅢ装载机的电子控制换挡系统可直接将车辆的重要性能监控参量(如发动机转速、车速、操纵杆位置、KD 开关和停车开关的状态等)输入微处理控制器,通过换挡电磁阀自动选择合理挡位并切换;通过电子调压阀实现换挡的平稳品质控制;同时还可通过自动制动电磁阀、中位继电器、倒车警报继电器和监控显示报警器分别实现旨在减轻制动结合负荷的自动制动控制、限制变速器高速运转的超速制动控制、防止停车制动器滑磨损坏的停车制动控制、确保发动机启动时变速器处于空挡的中位制动控制以及倒车自动报警等多项功能。

电脑集成控制实现了柔性换挡,操作轻便、可靠性高。

2 结构的继承与创新

2.1 车架

车架作为动力传动系统、液压系统和工作装置的载体,承受并传递车辆行走及作业过程中产生的各种摇摆、振动和颠簸。由于驾驶座椅往往只对高频区的振动有减振作用,对工作装置、驱动桥和车架形成一体的低频振动则无济于事,为此有些工程

机械采用了减振结构。

(1)采用动臂减振机构,目的是为了缓解装载机长距离高速行驶带来的振动。该机构由电磁切换阀、蓄能器等元件组成,旁接在动臂油缸液压管路上,司机通过开关操纵切换阀,选择行走或作业方式。作业时,切换阀关闭,工作装置与车架形成一体。行走时,切换阀打开,动臂油缸大腔与蓄能器相通,工作装置与车架可相对运动,由蓄能器的缓冲和管路节流阻尼作用降低车架的振动。小松产品的减振机构更是采用了两个蓄能器,根据作业装置的重力自动切换,以获最佳减振效果。

(2)采用油气悬挂机构。郑州郑工机械集团在国内首次将油气悬挂技术成功应用于高速推土机 TLK220 和装载机 ZLK50(最高车速达 58km/h),通过驱动桥悬挂油缸、电磁切换阀和蓄能器,有效实现了车架的振动衰减和缓冲功能。

2.2 发动机罩

发动机罩普遍采用流线型设计,并逐步为玻璃钢复合材料所取代,开启十分方便。整体造型美观别致、色泽丰满、油漆考究,令人赏心悦目。

2.3 工作装置

(1)小松 WA 系列装载机采用动臂、铲斗自动限位装置,司机可以随意控制铲斗的卸载范围,同时铲斗设有自动找平装置。

(2)卡特彼勒 G 系列装载机采用独创的平移连杆机构,改善了车辆的工作平稳性,同时动臂设置有可缓冲减振的自动举升/下降安全限位装置。卡特彼勒大型单臂矿用装载机因其简洁的结构形式极大地改善了驾驶人员对铲斗的可视性。

(3)凯斯 C 系列装载机能够实现工作装置作业位置的自动控制,从而使司机的劳动强度降低 2/3 之多。

(4)卡特彼勒 G 系列装载机设置了工作装置操纵杆安全闭锁装置,以防止司机误碰操纵杆导致事故发生。

3 液压系统

3.1 转向系统

全液压转向系统结构简单,操纵力小。目前国内外装载机已普遍采用先导操纵流量放大转向系统和负荷传感转向系统。另外,欧洲的一些产品采用了电液比例操纵转向系统,即通过改变转向电液

杆操纵量的大小,使输出电流经由电液比例阀控制进入转向缸的液流总量,实现相应动作。据统计,采用电液比例转向可使司机的劳动强度减少约2/3,大大降低作业疲劳感。

(1) 卡特彼勒 G 系列装载机除设置命令转向控制方式外,还专门设置了传统转向控制方式供司机选择,旨在适合司机的操纵喜好。

(2) 厦工装载机通过优先卸荷阀和同轴流量放大系统使转向操纵更加可靠、轻便、灵活。

3.2 制动系统

近几年来,装载机的制动系统普遍由双管路气液钳盘式制动向全液压全密封内藏湿式多片式制动方向发展。

(1) 全密封内藏湿式多片式制动器具有防水防尘、磨损量小、散热效果好,在恶劣作业环境下性能稳定,毋需经常维护(每年检查一次磨损量)的优点。由于摩擦副易于实现系列化、标准化,提高了产品的维修保障性能。

(2) 采用动力全液压制动技术,即制动踏板直接控制液压制动阀,进而对制动缸实施制动。采用蓄能器实现定压供油,即使液压动力源失效仍可进行若干次制动,极大地提高了驾驶员的安全保障性。

(3) 小松公司 WA380/420/470 轮式装载机的变速箱内安装有湿式圆盘式停车制动器。如果发动机熄火或制动器内无压力油,停车制动器将自动起紧急制动作用。

3.3 工作装置液压系统

为了减轻司机的操作强度,改善工作装置液压系统的响应灵敏性,中大型装载机已逐渐采用先导操纵,有的还在系统中配置了比先导阀响应更加快捷的压力补偿方向阀。

4 操作舒适的驾驶室

就工程机械而言,除操纵和控制系统发生自动化、智能化变革之外,最大进步则应属于驾驶室的人性化设计了。为司机营造操作简便可靠、乘坐舒适安全、全景视野良好的工作环境是人机工程设计的原则。因此,所有工程机械产品无不考虑人的生理、活动空间、仪表手柄和踏板的位置、座椅、视界以及降噪、减振、隔音、温控、安全措施等一系列需求。

4.1 活动空间和工作视野

(1) 各类产品的驾驶室力图通过功能集成和结

构优化扩大操作空间。

(2) 有些产品配置有可调倾斜角度的方向盘(如小松 WA 系列装载机),充分提高了驾驶空间利用率。

(3) 驾驶室前挡风玻璃和后窗玻璃形成无障碍全景视野,同时扩大侧窗透视面积。戴纳派克 CA 系列振动压路机直接将发动机排气管置于后机架内,既可使其得到保护,更能确保作业后视野不受影响。

(4) 小松 PC 系列、神钢 SK200/230 挖掘机采用远程电动雨刮器(安装于前窗边框),保证工作视野无障碍。

(5) 安装防紫外线有色钢化玻璃,遮断灼热光线,防止眼睛疲劳。

(6) 驾驶室内饰豪华,色彩柔和,给人宁静之感。

4.2 降噪隔音措施

(1) 提高动力传动件的加工精度,动力传动装置与车架采用弹性固定,发动机适配低速大直径冷却风扇和大直径消声器。

(2) 提高液压元件的加工精度,降低液压系统脉动噪声。

(3) 驾驶室全封闭,内壁敷设隔音材料,地板铺设隔音垫。

(4) 加藤 HD1023 液压挖掘机采用刚性良好的无共振发动机罩、隔音发动机罩以及自动减速机构等多种降噪技术装备。

4.3 减振措施

(1) 驾驶室采用橡胶弹性支承、硅橡胶粘性阻尼减振装置(如小松 WA 系列装载机)或吸振效果极佳的密封硅酮油减振装置(如神钢、现代液压挖掘机)。

(2) 宝马双钢轮振动压路机的发动机安装在与前机架分离的后机架上,从而大大削弱了机架的振动传递。

4.4 温控及通风措施

(1) 采用全密封加压驾驶室,安装外气导入型大容量环保空调。

(2) 安装空气对流装置(如宜春装载机系列)。

(3) 侧窗和后窗可推拉启闭或设有电提升装置(如小松 WA 系列装载机);顶棚增设气窗,以利驾驶室的气流循环。

4.5 安全措施

(1) 驾驶室普遍设有 ROPS (防滚翻保护装置) 和 FOPS (防落物保护装置), 为司机提供安全的行车作业保障。

(2) 戴纳派克 CC 系列振动压路机设置有单侧突出防滚翻保护驾驶室, 司机毋需将头伸出窗外便可进行直线行驶观察。

(3) 挖掘机驾驶室普遍设置有自动收缩安全带。

4.6 座椅及操作舒适性

(1) 配置三维可调减振座椅。如小松 WA 系列装载机座椅附带可调靠枕, 底部安装减振气垫; 卡特彼勒 G 系列装载机将微机监控装置直接安装在悬浮座椅的可调扶手上, 控制手柄轻便灵活; 宝马双钢轮振动压路机配置的可调座椅能够实现 180° 旋转和横向滑动, 利于司机在左右两侧方向进行直线行驶观察。

(2) 挖掘机普遍把所有的主操作控制安装在座椅扶手上, 扶手角度调整机构可将操作位置调至最佳, 座椅可随手柄一起滑动, 提高了操作的舒适性。

4.7 其它配置

(1) 驾驶室设置加热/制冷食品储藏箱 (如神钢 SK200/230、小松 PC 系列挖掘机), 满足操作人员饮食需求。

(2) 驾驶室设置储物箱 (如神钢 SK200/230、小松 PC 系列挖掘机), 满足操作人员随身物品存放需求。

(3) 配置多功能高品质音响, 满足小憩期间“轻松一刻”。

5 智能化监控系统

在过去的几年中, 计算机、自动控制、传感和信息处理技术的迅猛发展极大地推动了智能化监控技术的全面应用, 促进了工程机械性能的提高, “以人为本”的设计和服务宗旨在更高的层面得到了进一步深化。

(1) 动力 APC (自动输出功率控制) 系统或 CAPO (计算机辅助功率选择) 系统——根据传动装置和液压系统的工况自动调节发动机输出功率, 以满足不同作业工况的实际需求。

(2) 负载感应变速系统——根据负载状态自动调节动力输出。

(3) 发动机自动控制系统——处于非作业状态

时自动降低发动机转速, 减少燃油消耗, 降低发动机噪声。

(4) 燃油/空气比例控制系统——提高燃油利用率, 确保气体排放符合国家环保要求。

(5) 关键信息显示与管理 (VIMS) ——利用网络技术对作业机械进行远程实时监控, 并提供精确的信息显示。

(6) 计算机自动诊断监控系统 (BCS) ——通过控制面板发出的视、听、光、电信号, 提醒驾驶员潜在的系统故障。

(7) 计算机功能检测与管理 (CPU) 连续监控数十项性能参数, 并将报警及提示信息呈现在 LCD 显示屏上。

沃尔沃 D 系列装载机的电子监控系统可以文本形式显示整机重要功能的运行监控信息和故障报警, 并将这些信息存储到机载计算机中备查。

神钢 SK200/230 挖掘机配置的 ITCS (Intelligent Total Control System) 功能检测系统使用造型美观的多功能液晶显示屏, 显示信息使用 ISO 国际标示, 并配多种语言选择, 其自我诊断、维修诊断和故障存储信息条目分别达到 33、35、100 项。同时, CPU 控制器具有良好的安全性、灵敏性和准确性, 抗电磁干扰度符合欧盟 EMC (电磁相容性) 技术规范。

Brigade 公司的大型装载机安装有闭路监视系统 (CCTV) 以及超声波后障碍探测系统, 为司机提供音频、视频信号。

(8) 舒适驱动控制系统 (CDC) ——帮助长时间工作的驾驶员降低作业负荷, 减轻精神劳顿。

6 多功能及微型工程机械

纵观近几年的国际市场, 两种趋势尤为突出:

(1) 一机多能的工程机械倍受青睐。究其原因, 推动因素可归于液压技术的发展和快速连接装置的出现。司机通过安装在驾驶室内部的操纵手柄控制动臂或者斗杆末端的快速连接器, 1~2s 即可完成附属工作装置的拆换和液压管路的自动连接, 无须司机手工参与。如液压挖掘机可配数十种的附属装置。

(2) 微型工程机械颇具风骚。它们工作于货栈、码头、仓库、建筑物内部等狭窄场所或者城镇园林、绿地、农场及地下环境, 深入到体力劳动的

每一个角落,将人们从日常的繁重手工劳动中解放出来。

7 维修/维护保养的方便性

国外公司普遍重视产品的维修/维护保养性能,设计之初便将其纳入整体结构的论证和优化范畴。

(1) 普遍采用自动集中润滑系统。

(2) 发动机罩采用整体倾翻和可展开结构。有些发动机风扇采用液压驱动,从而使风扇和散热器外展,以提高车辆尾部的维修/维护保养性能。

(3) 有些机型的驾驶室可整体倾翻,提高了动力传动系统、液压系统和操作控制系统的方便维修/维护保养性。

(4) 提高车架的外展开放程度,采用高大攀沿扶手,改善维修/维护保养性能,提高作业安全性。

(5) 卡特彼勒 G 系列装载机的全部维护点集中于机器左侧,变速器和变矩器油液、液压油和柴油机油的滤清器集中布放,便于进行维护保养。

(6) 戴纳派克 CC 系列振动压路机将发动机主油泵中置,两侧机罩通过快换螺栓连接,维修/维护保养十分方便。

8 控制技术的发展趋势及绿色环保理念

技术创新的最终目的是更好地服务于人们的生产生活,控制技术也不例外。为顺应 21 世纪知识经济时代的要求,工程机械机器人化的更新换代方向已经凸现,控制技术必将渗入新的无人化领域,诸如遥控技术、无人操纵技术、卫星定位技术、作业对象识别技术以及局部自主控制技术等等。

我们努力改造着自然,改善着周围的环境。工程机械作为动力革命的一部分,理应注重绿色环保,注重与人和环境的和谐共处。绿色设计内容浩繁,不仅涉及控制废气排放、开发清新能源、降低工作噪声、防治污染泄露,而且倡导产品功能与优美造型的密切结合,营造绿色视觉环境,体现鲜明的时代特色,以期在不断完善功能和可靠性的同时,通过色彩搭配和造型设计,达到人、机、环境三者的和谐统一。

周松波、牛松青、左鸿,郑州郑工科技股份有限公司技术开发部,450051 河南省郑州市中原区冉屯东路 23 号

收稿日期:2001-12-17

编辑:杨晓光

西气东输试验段开工

◇

到 2004 年初向上海方向供气,到 2005 年上半年工程全线贯通

中国石油天然气股份有限公司 2002 年 2 月 5 日在京宣布,举世瞩目的西气东输工程项目可行性研究报告已获国务院批准。江河穿越段及江南水网地带等试验性工程即将开工,举世瞩目的西气东输工程进入实质性实施阶段。

即将开工的试验段是西气东输管道施工周期较长的部分,包括长江、黄河、淮河穿越段和江苏—上海段,以及新疆轮南—库尔勒段。这样,到今年上半年,整个工程将全线开工;到 2003 年,可向下游地区供气 8 亿 m^3 ;到 2004 年初,靖边—上海段建成投产,并向上海方向供气,当年可供气 55 亿 m^3 ;到 2005 年上半年,轮南—靖边段建成投产,西气东输工程全线贯通,届时来自新疆塔里木

的天然气将输送到整个长江三角洲地区,实现年供气 120 亿 m^3 。

目前,下游用气市场已经落实。西气东输工程的目标市场为长江三角洲地区的上海市、江苏省、浙江省以及沿线的河南省、安徽省等。

据介绍,我国天然气资源有了新的增长,作为西气东输主供气源的塔里木盆地库车—塔北地区,截至 2001 年底,获国家储委批准的探明天然气地质储量 5267 亿 m^3 ,可采储量 3725 亿 m^3 ,使西气东输工程年供气 120 亿 m^3 、稳定供气 20 年的资源条件更加可靠。

木光

作者: [周松波](#), [牛松青](#), [左鸿](#)
作者单位: [郑州郑工科技股份有限公司技术开发部, 河南省郑州市中原区冉屯东路23号, 450051](#)
刊名: [建筑机械](#) 
英文刊名: [CONSTRUCTION MACHINERY](#)
年, 卷(期): 2002, "" (3)
被引用次数: 2次

引证文献(2条)

1. [刘翥寰](#) [智能化工程机械机群状态监测与故障诊断系统研究](#)[学位论文]硕士 2005
2. [皮钧](#). [何刚](#) [工程机械的技术发展动向](#)[期刊论文]-[工程机械](#) 2003(11)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jzjx200203011.aspx

授权使用: 同济大学图书馆(tjdxstg), 授权号: 604a3444-d027-4287-9577-9dde00a69fdf

下载时间: 2010年8月26日