

农业拖拉机技术发展观察

赵剡水¹ 杨为民²

(1. 中国一拖集团有限公司, 洛阳 471004; 2. 洛阳拖拉机研究所, 洛阳 471039)

【摘要】 阐述了农业拖拉机技术发展过程和目前世界上农业拖拉机整机和零部件技术发展状况,对各个功率段产品的零部件技术特点和技术配置进行了归纳总结。最后对中国拖拉机产品技术的差距和发展进行了分析,提出了需要突破的关键技术。

关键词: 拖拉机 技术 发展

中图分类号: S232.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2010)06-0042-07

Technological Development of Agricultural Tractor

Zhao Yanshui¹ Yang Weimin²

(1. YTO Group Corporation, Luoyang 471004, China

2. Luoyang Tractor Research Institute, Luoyang 471039, China)

Abstract

This paper aimed at the technological development of agricultural tractor in the world. The current technology and performance of the vehicles and parts were explained. The technology characteristics and configuration of the agricultural tractors in each power range were summarized and analyzed. Finally, the technical development and disadvantages of Chinese agricultural tractors were analyzed and the key technologies were proposed.

Key words Tractor, Technology, Development

引言

自第一台拖拉机发明以来,拖拉机技术发展已百余年。从早期笨重的蒸汽机动力、简单的机械传动和钢丝绳牵引农具,到后来的内燃机和机械液压传动,拖拉机技术日趋成熟。20世纪80年代以后,随着电子控制及信息技术的迅速发展,拖拉机产品的功能和性能得到飞速提高。当今国际上拖拉机技术发展有如下几方面值得关注^[1]。

1 拖拉机整机性能迅速提升

1.1 田间作业拖拉机功率显著提高

发展农业机械化的主要目标之一就是提高劳动生产率。随着农业综合机械化水平的不断提高,所需动力增加,因此拖拉机的平均功率不断提高。采

用复合作业可以提高效率,减少拖拉机在田间的工作次数,减少对土壤的压实,实现保护性耕作。目前,欧洲用于田间作业的拖拉机功率主要为88~118 kW,北美洲则更高;在我国拖拉机市场上对功率的追求也在不断提升,从前几年的56 kW到现在73.5 kW以上^[2~3]。

1.2 农业拖拉机转移运输速度迅速提升

随着拖拉机功率的提高、牵引力的增大以及电子控制技术的应用,拖拉机田间作业的速度有所提高,但最为明显的是拖拉机转移运输速度的提高。对于中、小型通用拖拉机而言,运输是一个重要的作业工况,速度的提升就意味着生产率的提升。对于大型拖拉机可以有效地减少作业辅助时间,有效地提高生产率^[4]。因此,国际上主流拖拉机产品的最高速度在短短的两年内从40 km/h提高到50 km/h。

更有甚者,JCB 公司的 8250 FASTRAC 型拖拉机的最高速度达到了 70 km/h。

1.3 农业拖拉机的安全性、舒适性以及维护保养方便性不断完善

拖拉机是一种在复杂工况下的非道路作业机械,安全性是各国相关法规和技术规范的强制性要求。随着拖拉机技术的发展,对安全性的要求已经从对驾乘人员的保护,如防落物系统/防滚翻系统(FOPS/ROPS)驾驶室,逐步发展成为对机器作业全过程以及整个作业环境的安全性要求^[5]。

对拖拉机驾乘舒适性的要求实质上是安全性的延伸。经过多年的技术进步,对驾驶员的保护已不仅仅是从安全出发,同时还更进一步关注对驾驶员的疲劳损伤和环境损伤。驾驶员的耳旁噪声指标已经成为产品认证中的一项重要技术指标。其噪声水平由最初的 90 dB 到目前先进拖拉机的 72 dB 或更低,达到了高档轿车的水平^[6-7]。随着拖拉机速度提高,4~5 年前出现了用于拖拉机高速行驶缓冲减振的主动或半主动悬浮式前桥,短短几年间中、高档拖拉机上悬浮式前桥已由选装变为标配,而且应用的范围也向 73.5 kW 左右的大、中功率拖拉机延伸。同时驾驶室悬架成为最新的高速减振技术,与前桥悬架、空气悬浮座椅组成了三级减振系统^[8-10]。

维护保养方便性同样也是人性化设计的产物。免维护、少保养成为农业拖拉机的一个重要发展方面。

1.4 专业型、通用型与专用型拖拉机发展相得益彰

拖拉机诞生之初主要是用于田间作业,但是随着技术的不断进步,拖拉机也逐渐应用到了农业生产的各个方面,从而衍生出了各种不同型式的拖拉机。一般而言,用于田间作业的大型拖拉机属专业型拖拉机,其用途主要是配置大型复合农机具高效率地进行田间耕作。除田间作业外兼用于其他作业则称为通用型拖拉机,一般整机功率适中,匹配合理,性价比高。另一种拖拉机是非田间作业的专用型拖拉机,它们的主要用途不在于发挥牵引力的田间作业,而强调的是根据具体应用进行多功能作业,这种产品的特点是功率虽不大,但是配置齐全、高档。国际上拖拉机技术发展已经十分完善,根据各地区和应用的具体细分要求形成了各种成熟和市场承认的产品类型^[11-13]。

1.5 环保节能成为拖拉机技术的重要发展方向

拖拉机配备发动机的所有技术进步均以有利于环保和节能为前提,拖拉机柴油机的排放法规要求越来越严格。4 缸和 6 缸柴油机普遍采用增压和中冷技术,电控单体泵和高压共轨技术也逐步得以推广,生物燃料的研究也正在进一步得到发展。现代

拖拉机上普遍采用的负荷传感液压系统,多挡动力换挡和无级变速传动系,使作业系统最大限度地实现节能。

2 拖拉机部件技术的发展

拖拉机整机性能的提高建立在部件技术发展的基础上。为了满足农业应用对机械作业要求的深入和细化,随着机械、液压技术的发展,拖拉机部件逐步得以完善。

2.1 拖拉机配套发动机技术的发展

自 1893 年鲁道夫·狄赛尔(Rudolf Diesel)发明柴油机以来,柴油机技术经历了诞生、摸索、发展阶段。到 20 世纪 60 年代末,柴油机技术发展基本成熟,随之柴油机技术向节能、环保方向发展,低排放、超低排放、准零排放和零排放技术成为当今世界柴油机公司的主要研究内容。应用增压中冷技术、四气门技术、废气再循环技术(EGR)、可变增压器涡轮截面技术(VGT)、电控单体泵和高压共轨技术以及尾气后处理等新技术提高燃烧效率,减少能耗和降低排放,以适应日益苛刻的排放法规要求。

将多缸、小缸径、涡轮增压柴油机应用到小功率农业拖拉机上已越来越多,如 30 kW Deutz-Fahr Agrokid 45 型和 Lamborghini R145 型采用了三菱 S4L-T62ST 缸径为 78 mm 的四缸增压柴油机,功率为 24.5 kW 的 Massey Ferguson 2405 型上也采用了 4 缸增压柴油机。

另一方面,大扭矩储备、高启动扭矩、高速恒功率、低速恒扭矩和低油耗成为大功率农业拖拉机配套柴油机的主要特点。例如 Deutz-Fahr AGROTRON 100 型的 Deutz BF4M2012C 发动机启动扭矩为额定扭矩的 126%,最低油耗为 212 g/(kW·h);而 CASE-IH 的 Maxxum 系列发动机的扭矩储备均达到 40% 以上。随着电控技术的应用,功率提升(power boost)成为大功率农业拖拉机配套柴油机的又一个新技术特征。通过电子功率管理系统(EPM)在 PTO 作业和高速运输作业时,提升功率使发动机获得最佳作业效率。

发动机附件技术也随着需求的提高而不断进步。例如,装有硅油离合器的粘性风扇由于可以优化冷却性能,节省附件功率消耗,降低噪声,在农业拖拉机上得到越来越广泛的应用。可控风叶角度风扇,通过调节风扇风叶角度获得不同的风量风速,在作业循环终点地头转弯时还可逆转风向,吹风清洁散热器隔栅。

2.2 拖拉机传动系和车架技术的发展

农业拖拉机主要从事农田作业,速度范围很宽,

从 3 km/h 到 50 km/h 甚至达 70 km/h,多挡、大传动比和长时间大负荷作业是农业拖拉机传动系的主要特点。对变速箱而言,虽然滑动齿轮换挡目前在国内外还有应用,但是在世界拖拉机技术发展过程中,到 20 世纪 50 年代滑动齿轮换挡时代已经终止,至 20 世纪 70 年代末采用啮合套、同步器结构型式的传动系已发展成熟,但是此类机械换挡方式均存在换挡过程中动力间断问题,在带负荷作业时降低了作业效率。为了进一步提高作业效率,出现了采用换挡离合器磨擦传动的动力换挡传动系,最先是双速动力换挡 (Hi-Lo),如 1969 年的 Ford 的 Dual Power 和 1972 年 John Deere 的 Quad Rang 传动系等,随后是 3 速、4 速及 6 速动力换挡传动系,如 ZF 公司的 T7200 和 T7300 传动系等。至 20 世纪 90 年代区域动力换挡传动系发展成熟,传动系的进一步发展是全动力换挡变速箱和机械液压双流传动的 CVT 传动系,如 ZF 公司的 S-matic、Eccom 传动系, Fendt 公司的 Vario 传动系和 John Deere 公司的 AutoPowr 传动系等^[14-16]。

小功率 (小于 18.4 kW) 和中小功率 (18 ~ 40 kW) 拖拉机主要采用同步器换挡传动系,配备倒挡或同步换向,部分机型采用静液压传动系 (HST) 或 2 ~ 3 区段静液压传动系;中功率 (40 ~ 70 kW) 拖拉机主要是配置同步器换挡或同步换向,也有部分机型,如 Fendt 的 300 Vario 系列在中功率段就已配置机械液压双流无级变速传动系;大、中功率段以上的农业拖拉机上带有动力换向的动力换挡传动系是应用的主流,具有最佳的性价比,应用功率范围正逐步加大。部分动力换挡传动系应用范围已扩展到了 73.5 kW 功率,如 Massey Ferguson 6455 型和 John Deere 6330 型等机型。随着液压元件性能的提升,液压传动效率有了明显改善,从而机械液压双流传动的 CVT 传动系得到了更为普遍的应用。ZF 公司的 S-matic、Eccom1.5 可以覆盖 73.5 ~ 257 kW, Fendt 公司从 300 Vario 系列到 900 Vario 系列,功率覆盖了 59 ~ 265 kW。全动力换挡传动系虽然由于继承性的原因,目前还有像 CASE-IH Maxxum Pro 系列的机型,但是由于结构复杂成本高,正逐步退出大、中功率段,主要应用在 147 kW 以上的大功率段拖拉机产品,以发挥其传动效率高的特点。

对于前桥而言,随着拖拉机速度的提高,大、中型拖拉机越来越多地采用液压空气悬浮式弹性前桥,其结合分离由管理系统与差速锁一起进行自动协调控制,以满足弹性高速行驶与刚性低速作业两方面的要求。在 CLAAS 的 ARES836RZ 上悬浮式前桥的功能得以进一步延伸,可用于暂时提高地隙,提

高通过性。目前,悬浮式弹性前桥在 40 km/h 的机型上为选装,在 50 km/h 的机型上为标配,并已经向下延伸应用到了 73.5 kW 功率段。拖拉机速度提高后的另一个要求就是需要实现四轮制动,满足制动性能要求。其实现方法一是在前桥中增加制动器,二是在制动时通过控制系统与前驱动联动,目前后者的应用更为广泛。另一方面,为了减小转向半径,提高机动性和生产率,在小型拖拉机上应用倍速转向技术前桥,在大型拖拉机上则应用超级转向技术前桥。例如 CNH 公司的超级转向前桥通过前桥与前托架的联动,转向角甚至达到 65° 以上。

无架式是轮式拖拉机的传统结构,除 John Deere 的产品外,几乎所有的其他知名品牌拖拉机都是采用这一结构。但是近来在较大功率 (132 kW 以上) 的农业拖拉机产品中,全架式和半架式结构的新机型也层出不穷,其原因一是功率提高后牵引力增大,通过半架式结构来弥补发动机结构承载能力的不足;二是为适合重负荷牵引作业或悬挂大型复式机具,整机质量分配前桥占的比例增大,已接近或超过 50%;三是目前的前悬挂机具作业和前装载作业负荷越来越大,有架式结构可以有效地提高整机结构强度。一些无架式的产品在增加前液压悬挂装置时,往往也需要增加两个边板与传动系壳体相联接。典型产品有半架式的 Fendt Vario 系列产品和全架式的 JCB FASTRAC 系列产品。

2.3 拖拉机液压系统技术的发展

拖拉机上液压系统最初是应用在后悬挂系统,由液压元件的集成化开始逐渐发展到分置式液压系统、半分置式液压系统和整体式液压系统等几种不同的系统型式。

目前,液压悬挂系统型式的发展又向分置式液压系统回归。结合电子控制技术的电控液压分置式系统,在提升力位调节性能的基础上,可在整机控制系统的管理下与其他系统联合动作,实现复合功能。如拖拉机悬挂农具转移时,通过对液压悬挂系统的主动控制实现整机减振,提高行驶速度和安全性。在驾驶室内右侧操纵台上和外部挡泥板上同时装有动力输出及液压提升控制按钮,挂接农具时也可在机外控制动力输出轴的接合分离及机具的升降。双作用电控液压悬挂系统能够实现强压入土和更好的减振功能,还可以在维修时起到辅助支撑的作用。

液压悬挂系统的技术规格有了很大提高,液压系统流量从 30 L/min 到 150 L/min,压力从 10 MPa 到 21 MPa,液压输出从 1 ~ 2 对到 6 ~ 8 对。液压提升能力后悬挂达到 1 ~ 10.5 t,前悬挂达到 0.5 ~ 5 t。由于液压系统所占用的功率越来越大,节能就成为

液压系统技术发展的重要方向。在经历了定量开心液压系统,变量压力反馈闭心液压系统后,目前在大、中功率以上拖拉机的液压系统已统一采用轴向柱塞变量泵的闭心负载传感液压系统,并且与电控技术结合实现自动控制,其优点在于可根据外部负载要求按需产生液压功率,最大限度地节能降耗,并可以实现多路液压系统复合作业。拖拉机整机液压系统除液压悬挂系统外还包括转向液压系统、传动系液压系统、润滑液压系统和低压操纵系统等,在采用负载传感系统后,往往可以实现一个或多个系统的合并,简化系统并提高效率 and 可靠性^[17]。

2.4 驾驶室技术的发展

拖拉机驾驶室是发展最为完善的部件,先进拖拉机的驾驶室可占整机成本的 20% 以上。从最初遮风挡雨的简易型驾驶室到目前复杂、舒适、安全和符合人体工程学的驾驶室,其技术发展主要集中在安全性、驾乘舒适性和操控人机工程以及人性化设计几个方面。

在安全性方面,拖拉机多为符合防倾翻保护系统 (ROPS) 要求的框架式驾驶室,在倾翻时具有容身空间和逃生通道。在驾乘舒适性方面,驾驶室“Ω”型安装,前后支点可带被动或主动减振悬架;方向盘及操纵杆件避振安装;空调的安装位置、冷风及暖风的流向均经精心设计;驾驶室密封满足降噪、防尘和防农药要求;驾驶座椅多选用空气悬挂座椅甚至主动悬架座椅,刚度、前后位置均可根据驾驶员身高、体重进行调整;方向盘高度可调,立柱倾角前后大角度调整,并可留出宽敞的进出通道。在操控人机工程方面,各操纵按钮、杆件根据功能进行颜色分类并集中布置在驾驶座右侧操纵台或座椅扶手上,同时根据使用频度的高低进行分组;整机仪表及灯光控制设计简洁明了,右侧门窗立柱上安装拖拉机状态显示装置;发动机进排气管与驾驶室框架融为一体;视野可达 320°;驾驶室的车梯、扶手、副驾驶室、杯托、文件柜等细节设计充分考虑人性化要求^[18-19]。

2.5 不同功率段拖拉机的技术配置情况

我国传统上将功率小于 18.4 kW 的拖拉机称为小型拖拉机,将 18.4 kW 以上的拖拉机统称为大、中型拖拉机。或者再进一步将 18.4 ~ 51.5 kW 称为中型拖拉机,将 51.5 kW 称为大型拖拉机。然而上述功率段的划分,随着田间作业对动力需求的增加,农业拖拉机功率的显著提升,与国际上农业拖拉机的功率段划分已不吻合。下面将拖拉机按小功率 (小于 18.4 kW), 中、小功率 (18 ~ 40 kW), 中功率 (40 ~ 70 kW), 大、中功率 (73.5 ~ 143 kW) 和大功率

(147 kW 以上) 几个功率段分类,分别针对最大速度、传动系、液压系统和驾驶室等几个方面的技术特征进行归纳,如表 1 ~ 5 所示。

2.6 拖拉机部件社会化生产方式的发展

与汽车、工程机械等其他工业一样,农业拖拉机零部件的生产方式也经历了从主机生产厂商自行生产到 OEM 生产,再到由独立部件供应商进行专业化、社会化生产的发展过程,但是发展程度和集中程度有其自身特点。目前,农业拖拉机零部件独立供应商主要集中在结构件、驾驶室、液压元件、前桥以及前后悬挂、拖挂装置和轮胎等配附件。专业的社会化生产厂商包括 ZF、DANA、CARRARO 公司等桥箱供应商, BOSCH REXROTH、SAUER DANFOSS DAKIN、HYDOS 等专业液压件供应商和 GOODYEAR、MICHELIN、BRIDGESTONE 等轮胎供应商,以及众多驾驶室、覆盖件、操纵台和控制元件、空调、各种各样通用件和小零件供应商。前悬挂和前 PTO,后牵引拖挂装置供应商通常是根据市场需求,自行开发和生产配合某一主机厂拖拉机的前悬挂和前 PTO 等,然后将产品销售给该拖拉机的经销商,由拖拉机经销商将其产品安装到拖拉机上后销售给用户。与汽车行业不同的是,对于传动系这样的核心技术,像 ZF 这样的独立供应商仍是少数,拖拉机核心部件的通用化、专业化和社会化生产还没有达到成熟程度。

3 现代电子控制技术以及信息化技术在拖拉机技术发展中广泛应用

当今世界拖拉机技术,在机械液压技术上发展已臻完善。一代成熟产品底盘的机械液压系统的生命周期可以长达 20 年以上。产品技术的升级换代和新产品的开发更多地借助于现代电子控制技术以及信息化技术对原有底盘技术进行提升,体现在整机造型、驾驶室开发和电子控制技术的应用上。例如凯斯纽荷兰公司的凯斯 PUMA 系列产品,其传动系是在老机型 MAXXUM 系列传动系升级而成的,但是其外观造型、覆盖件和驾驶室、电子控制系统、电子监视系统却是全新开发的。更有甚者,它与纽荷兰的新型 T7000 系列产品同出于一个家族,两者的差别主要就是外观特征和驾驶室设计。

拖拉机上的电子控制技术目前在发动机控制、动力换挡系统、前驱动桥控制、前后桥差速锁、前后动力输出轴、离合器、负荷传感液压系统、农具辅助操纵系统,以及更先进的无级变速传动系统、主动/半主动前桥悬架系统、驾驶室悬架系统、轮胎气压自动调节、机器视觉、GPS 与精准农业配套变量控制等方面得以广泛的应用。可以说电子控制技术已经贯

表 1 小功率(小于 18.4 kW)拖拉机技术指标
Tab.1 Indexes of low power (<18.4kW) tractors

拖拉机厂商及型号	功率/kW(hp)	最大速度/km·h ⁻¹	挡位数	传动系型式	液压系统型式/ 液压输出	驾驶室/ 耳旁噪声
Goldoni Base 20	15. 7(21)	18	6F3R	半同步器	定量开心	无
Kubota B 1710	14. 2(19)	20	6F2R	啮合套	定量开心	选装/82 dBA
Kubota BX 2200d	16. 4(22)	15	2	HST	定量开心	选装/85 dBA
Massey Ferguson 1519	14. 9(20)	30	6F2R	全同步器	定量开心	选装/82 dBA
McCormick G31 R	17. 9(24)	19		HST	定量开心	无
New Holland TC 18D	14. 2(19)	17	9F3R	半同步器	定量开心	选装/83. 8 dBA

表 2 中、小功率(18 ~ 40 kW)拖拉机技术指标
Tab.2 Indexes of medium low power (18 ~ 40 kW) tractors

拖拉机型号	功率/ kW(hp)	最大速度/ km·h ⁻¹	挡位数	传动系型式	液压系统型式/ 液压输出	驾驶室/ 耳旁噪声
Deutz-Fahr Agrokid 35	26. 1(35)	30	12F/12R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	无
Ferrari Vipar 30 AR	19. 4(26)	30	8F4R	全同步器	定量开心/2 对	选装
Goldoni Euro 26 RS	19. 4(26)	30	6F3R	全同步器	定量开心/2 对	标配
John Deere 5215V	41. 0(55)	30	12F12R	全同步器/同步换向	定量开心/4 对	标配/83 dBA
Kubota L 3830	29. 1(39. 4)	32	16F16R	全同步器/同步换向	定量开心/5 对	选装/84 dBA
Kubota STV 40	28. 6(38. 4)	30	3	HST	定量开心/3 对	标配/83 dBA
Lamborghini R1 35	26. 1(35)	30	12F12R	全同步器/同步换向	定量开心/1 对	选装/83 dBA
Landini Mistral DT40	27. 6(37)	30	12F12R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	选装
Massey Ferguson 2405	24. 6(33)	30	12F12R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	无
McCormick GX 45	32. 8(44)	30	16F16R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	选装
New Holland TC40D	34. 3(46)	30		HST	定量开心/2 对	选装/85. 5 dBA
New Holland TCE 40	27. 6(37)	30	12F12R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	选装/86 dBA

表 3 中功率(40 ~ 70 kW)拖拉机技术指标
Tab.3 Indexes of medium power (40 ~ 70 kW) tractors

拖拉机型号	功率/ kW(hp)	最大速度/ km·h ⁻¹	挡位数	传动系型式	液压系统型式/ 液压输出	驾驶室/ 耳旁噪声
Case-IH JX 1060C	44. 0(59)	40	16F16R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	标配/80 dBA
Claas Pales 210	41. 8(56)	30	12F12R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	标配
Fendt 309 Vario	59. 8(80. 2)	40		CVT	定量开心/4 对	标配
Ferrari Vega 75RS	47. 0(63)	64	16F16R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	选装
Goldoni Star 3070	47. 0(63)	30	16F8R	全同步器	定量开心/3 对	选装
John Deere 5720	59. 7(80)	40	16F16R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	标配/75 dBA
Lamborghini R2 76	52. 2(70)	40	30F15R	全同步器	定量开心/3 对	标配/76 dBA
Landini Rex DT80F	55. 8(74. 8)	40	15F15R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	标配
Massey Ferguson 5445	67. 1(90)	40	16F16R	全同步器/同步换向	定量开心/4 对	标配/79 dBA
McCormick CX95 XtraShift	67. 1(90)	40	24F/24R	全同步器/同步换向	定量开心/3 对	标配/73 dBA
New Holland TN95FA	67. 9(91)	40	32F16R	全同步器	定量开心/2 对	标配/78 dBA
Same Dorado 86	61. 9(83)	40	30F15R	全同步器	定量开心/3 对	标配/76 dBA
Valtra 6200X	70. 1(94)	40	12F12R	全同步器/同步换向	定量开心/2 对	标配/80 dBA

表 4 大、中功率 (73.5 ~ 143 kW) 拖拉机技术指标

Tab.4 Indexes of high medium power (73.5 ~ 143 kW) tractors

拖拉机型号	功率/ kW (hp)	最大速度/ km·h ⁻¹	挡位数	传动系型式	液压系统型式/ 液压输出	驾驶室/ 耳旁噪声
CASE-IH CVX 1135	90.2(121)	50		CVT	变量闭心负载传感/4 对	标配/72 dBA
CASE-IH MXM 120 Maxxum Pro	92.5(124)	40	18F6R	6 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/72 dBA
CASE-IH MXM 190 Maxxum Pro	144.7(194)	50	19F6R	全动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/72 dBA
Claas Ares 836RZ	146.2(196)	40	32F32R	4 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/3 对	标配
Deutz-Fahr Agrottron 180.7	135.7(182)	50	24F24R	4 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/73 dBA
Fendt 415 Vario	104.3(140)	50		CVT	变量闭心负载传感/4 对	标配/70 dBA
JCB Fastrac 3170	128.8(172.7)	70	54F18R	3 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/75 dBA
John Deere 7730	126.8(170)	40	20F20R	4 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/72 dBA
Kubota M105s	78.3(105)	40	32F32R	动力换挡/动力换向	定量开心/2 对	标配/81 dBA
Lamborghini R6 130	95.4(128)	40	40F40R	4 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/72 dBA
Landini Landpower DT135-TOP	98.4(132)	40	36F36R	2 速动力换挡/同步换向	定量开心/3 对	标配
Massy Ferguson 6455	74.6(100)	40	24F24R	6 速动力换挡/动力换向	定量开心/4 对	标配/71 dBA
Massy Ferguson 7495	138.0(185)	50		CVT	变量闭心负载传感/4 对	标配/71 dBA
McCormick CX 105 XtraShift	76.1(102)	40	24F24R	3 速动力换挡/动力换向	定量开心/3 对	标配/73 dBA
New Holland TS115A	87.2(117)	40	24F24R	2 速动力换挡/动力换向	定量开心/3 对	标配/72 dBA
New Holland TVT 145	109.6(147)	50		CVT	变量闭心负载传感/4 对	标配/71 dBA
Same Iron 165.7	126.8(170)	50	40F40R	2 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/72 dBA
Same Silver 130	95.3(127.8)	40	60F60R	3 速动力换挡/动力换向	定量开心/3 对	标配/75 dBA
Valtra 6400DX	78.3(105)	40	36F36R	全同步器/动力换向	定量开心/3 对	标配/77 dBA

表 5 大功率 (147 kW 以上) 拖拉机技术指标

Tab.5 Indexes of high power (>147 kW) tractors

拖拉机型号	功率/ kW (hp)	最大速度/ km·h ⁻¹	挡位数	传动系型式	液压系统型式/ 液压输出	驾驶室/ 耳旁噪声
CASE-IH MX 230 Magnum	174.5(234)	40	18F4R	全动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/72 dBA
Claas Atles 936RZ	186.4(250)	40	18F8R	全动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/3 对	标配
Deutz-Fahr Agrottron 265	186.4(250)	50	24F24R	4 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配
Fendt 924 Vario	155.9(209)	60		CVT	变量闭心负载传感/8 对	标配/70 dBA
JCB Fastrac 8250	187.6(251.6)	70		CVT	变量闭心负载传感/3 对	标配/70 dBA
John Deere 9620	372.9(500)	40	18F6R	全动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/72 dBA
Lamborghini R8215	149.1(200)	50	40F40R	4 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配
Landini Powermaster DT220	159.6(214)	40	32F24R	8 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/72 dBA
Massey Ferguson 8480	216.3(290)	40		CVT	变量闭心负载传感/5 对	标配/71 dBA
McCormick ZTX 230	161.1(216)	40	18F8R	全动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配
New Holland T8020	172.3(231)	40	18F4R	全动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/74 dBA
Same Diamond 265	186.4(250)	50	40F/40R	4 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/73 dBA
Valtra S280	208.8(280)	40	40F/40R	4 速动力换挡/动力换向	变量闭心负载传感/4 对	标配/73 dBA

穿了整个拖拉机作业机组的每一个部分,并与农业生产的全过程相联接。

在拖拉机的各个部件采用电子控制技术的基础上,可以进行拖拉机各个子系统联合控制,实现拖拉

机作业机组各个子系统协调和优化匹配,在保证作业质量的前提下具有最优的性能。随着在拖拉机上电子控制性能提高和控制器件的增多,控制系统也就由电子化发展成为网络化、智能化和分布式控制,

系统架构必须以总线技术来支撑。现在的电子控制技术也由开始的在各个部件上独立实现的电子化控制,发展成为以采用标准化通讯协议的信息通讯为核心的网络化分布式控制技术^[20~21]。

随着信息技术在农业生产中的应用和精细农业的兴起,拖拉机机组的信息化和智能化控制得到了很大的发展,成为农业生产信息化网络的一个重要节点。

4 结 束 语

世界上的拖拉机技术已由 20 世纪 50 年代液压

技术应用,80 年代电子控制技术应用,90 年代机电液一体化技术应用这样大规模的技术突破,转为局部的创新和细节的完善。但是拖拉机技术仍在持续不停地向前发展,在老的结构上不断有创新出现,新的技术也不断地得以应用,在技术成果不断积累的基础上就会产生新一轮的技术突破。目前我国拖拉机技术的发展水平仍然不高,机械液压技术应用还未成熟,处于国外 20 世纪 70~80 年代的水平,电子控制技术刚刚得以应用。由于当今世界整个技术基础的提升,我国拖拉机的技术水平会以更高速度向前发展。

参 考 文 献

1 朱士岑. 拖拉机史话(1~6)[J]. 农业机械, 2009(1A):34~35, (2A):34~35, (3A):37~38, (4A):36~37, (5A):32~33, (5B):31~32.

2 于帅. 中国重型拖拉机发展之路——中国重型拖拉机配套技术国际研讨会侧记[J]. 农业机械, 2009(4A):26~35.

3 国联中企管理咨询中心. 中国拖拉机行业市场研究报告[R]. 北京国联中企管理咨询中心, 2008.

4 倪向东,梅卫江. 国外大功率拖拉机新技术新结构和发展趋势的研究[J]. 农机化研究, 2007,29(1):31~33.
Ni Xiangdong, Mei Weijiang. Research on the new structure and technology of the development trend for the foreign large power tractor[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2007,29(1):31~33. (in Chinese)

5 Myers M L, Colea H P, Westneata S C. Injury severity related to overturn characteristics of tractors[J]. Journal of Safety Research, 2009,40(2):165~170.

6 Niranjan Prasada, Tewarib V K, Rajvir Yadava. Tractor ride vibration——a review[J]. Journal of Terramechanics, 1995, 32(4):205~219.

7 Dewangana K N, Prasanna Kumara G V, Tewarib V K. Noise characteristics of tractors and health effect on farmers[J]. Applied Acoustics, 2005,66(9):1 049~1 062.

8 Hilton D J, Moran P. Experiments in improving tractor operator ride by means of a cab suspension[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1975,20(4):433~448.

9 Matthews J. Ride comfort for tractor operators: IV. assessment of the ride quality of seats[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1966,11(1):44~57.

10 Mehta C R, Tewari V K. Seating discomfort for tractor operators——a critical review[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2000,25(6):661~674.

11 闫喜清. 四轮驱动拖拉机使用特点分析[J]. 农业机械, 2009(12A):88.

12 吴清分. 国外专用型拖拉机技术发展浅析[J]. 现代农业装备, 2007(4):63~67.

13 Либцис С Е, 闻雁圣. 关于拖拉机的分类[J]. 拖拉机与农用运输车, 1982(11):2~5.

14 Devendra Sahal. The farm tractor and the nature of technological innovation[J]. Research Policy, 1981,10(4):368~402.

15 吴清分,凌桐森. 欧美大中型拖拉机近期技术结构概况[J]. 拖拉机与农用运输车, 2002(5):31~33,40.

16 Tinker D B. Integration of tractor engine, transmission and implement depth controls: part 1, transmissions[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1993,54(1):1~27.

17 Soanea B D, Dicksona J W, Campbella D J. Compaction by agricultural vehicles: a review III. incidence and control of compaction in crop production[J]. Soil and Tillage Research, 1982,2(1):3~36.

18 Rajvir Yadav, Tewari V K. Tractor operator workplace design[J]. Journal of Terramechanics, 1998,35(1):41~53.

19 张宇红. 拖拉机形态设计的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2009.
Zhang Yuhong. The study on the tractor shape design[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2009. (in Chinese)

20 Scarlett A J. Integration of tractor engine, transmission and implement depth controls: part 2, control systems[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1993,54(2):89~112.

21 Andrew J Scarlett. Integrated control of agricultural tractors and implements: a review of potential opportunities relating to cultivation and crop establishment machinery[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2001,30(1~3):167~191.

22 王志刚,计东波. 试述拖拉机技术的发展[J]. 农机使用与维修, 2009(3):16.

23 张茂新. 国外拖拉机的技术发展趋势[J]. 山东农机化, 2004(6):29.