

宣工SD9履带推土机剖析

Analysis of SD9 Style Crawler-mounted Bulldozer of XUANGONG

王秀峰, 李周军, 马建海 河北宣化工程机械股份有限公司研究所, 河北 宣化 075105

0 引言

随着计算机技术的发展和广泛应用, 工程机械设计与制造技术、机电液控制应用技术、精加工装备及精密检测技术不断提高, 为中国工程机械的发展提供了良好的技术平台。而随着环保要求的提高、能源价格的高涨和社会生活水平的提高, 市场对推土机提出了高效率、低排放、操纵舒适、便于维修的要求, 促进了新的现代技术不断应用。

河北宣化工程机械股份有限公司生产的宣工SD9高驱动推土机代表了现代推土机的发展方向。本文结合宣工SD9推土机介绍了若干新技术在推土机上的应用。

1 SD9推土机总成与技术特点

SD9高驱动推土机是采用了多种现代高新技术的先进新型推土机, 它突破了传统推土机的设计方法与结构, 是一款集整机模块化组装结构、配置电喷发动机、驱链轮高置、液力机械传动、先导操纵、支重轮引导轮全浮动、行走系统半刚性悬挂等技术于一体的新型推土机, 具有传统推土机无法比拟的优异性能^[1-2]。

1.1 整机模块化组装结构

推土机除外围结构件可以整体拆装外, 其传动部件如变速箱、终传动、转向与制动等部件均可以分层次从推土机的后部和两侧拆装, 底盘阀组布置在推土机方便拆装的部位, 用简单结构件覆盖, 大部分底盘管路是薄壁钢管涨死在后桥箱内壁。这

样的结构使得推土机, 特别是几十吨重的推土机的维修及检测变得非常简单。传统推土机传动系维修要拆掉许多部件, 这使维修工作比较复杂, 在工地维修几乎不可能。而采用整机模块化组装结构的推土机维修方便、省时(约是普通推土机维修时间的1/3), 整机模块化结构见图1。

1.2 共轨式电控燃油喷射发动机

柴油机共轨式电控燃油喷射技术是一种全新的技术, 它集计算机控制技术、现代传感检测技术以及先进的喷油结构于一体。柴油机共轨式电控燃油喷射技术不仅能达到较高的喷射压力, 实现喷射压力和喷油量的控

制, 而且能实现预喷射和后喷, 从而优化喷油形状和特性, 提高发动机效率, 降低柴油机噪声, 大大减少废气和氮氧化合物的排放量, 是工程机械配套的发展方向。机械泵发动机效率低、性能控制局限性大、对环境污染严重。电控柴油机实体见图2。

1.3 呈三角形布置的履带

驱链轮与终传动、转动与制动、中央传动部件布置在同一轴线上, 履带呈非等腰三角形, 驱链轮脱离地面。这种总体设计避免了地面直接传递到驱链轮且通过驱链轮传递到传动系统的冲击载荷, 减少了链轮与履带销之间的磨损失效, 大大延长了传动

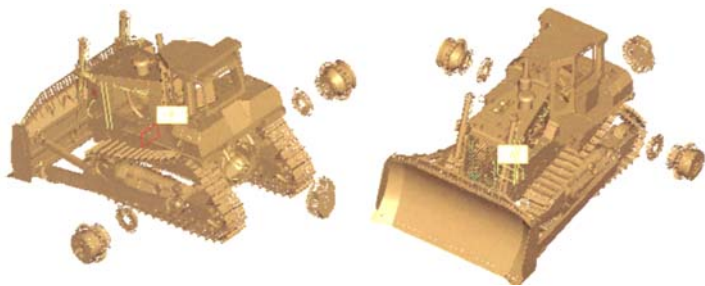


图1 整机模块化结构

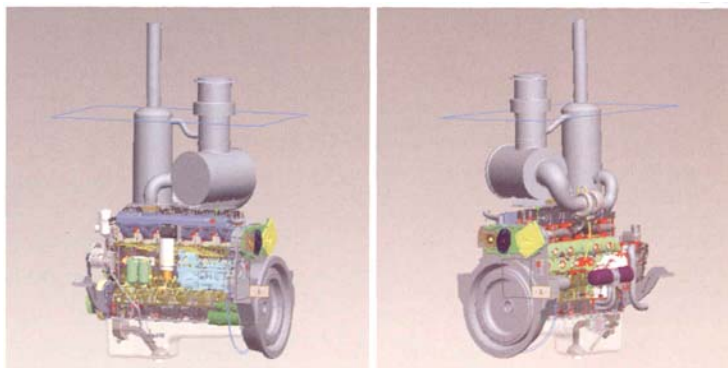


图2 电控柴油机实体

系统的寿命（与传统型推土机相比，高驱动履带推土机传动系统的寿命可延长25%），并且减少了传动系统的设计重量。普通推土机驱链轮直接与地面相接触，使地面的巨大冲击载荷直接传递到推土机的传动系统，从而大大缩短了传动系统的寿命。

1.4 差速转向机构

高驱动履带推土机(图3)上增加了差速转向机构，通过在传统推土机中央传动的基礎上增加转向马达和3个行星排实现，图4为其示意图。转向液压马达的旋转方向决定推土机的转动方向，转向液压马达的旋转速度决定推土机转向半径的大小。变速箱空挡时理论上可实现原地转向，如果两侧地面阻力不同，两侧驱动轮的负荷则不同，通过特定行星排可将动力扭矩从一侧转移至需要扭矩较大的一侧，防止推土机工作时因负荷不同而跑偏。装有差速转向机构的推土机省去了传统推土机上的转向离合器。差速转向机构具备转向操纵轻便、转弯半径小、不需维护与调整的优点，在狭小工地施工具有突出的优越性。

1.5 行走架与机架的连接

高驱动推土机行走架后端支撑在

刚度强大的枢轴上，前端与平衡梁铰接，取代了传统式的八字梁结构，提高了行走架与机架的连接刚度和推土机的通过能力，仍保留着机架与行走架半刚性悬挂的优越性，见图5。同时方便地调整整机前、后重心，满足不同机型对整机前、后重心的使用要求和离地高度的要求。

1.6 工作装置液压系统

现在推土机工作装置液压系统多采用定量泵开式节流调速系统。宣工SD7等推土机采用的是带有差压溢流阀的节流调速系统，换向阀小开口节流调速，节流差压达到1.36 MPa时，差压（溢流）阀工作，把多余的泵油排回油箱，同时作为换向阀节流的压力补偿阀保证在负载变化时，换向阀节流，前后泵油与工作油的压差为一常数，即泵油压力只比工作油压力高1.36 MPa。当换向阀大开口工作、达到系统最高压力时，系统安全阀开启卸荷，保护整个系统。当所有的换向都不工作时，卸荷阀在油压0.36 MPa时卸荷，装置泵基本不会消耗发动机的功率。液压系统见图6。

这套系统提高了系统自身效率，精确的微调控制提高了作业平稳性，降低了司机作业的技术要求。

1.7 全浮动的行走系支重轮结构

大功率推土机采用全浮动支重轮及引导轮结构，见图7。每组轮系绕着转轴都有一定的浮动量，使全车支重轮和引导轮最大限度地均担推土机重量及载荷，履带最大限度地均匀附着地面。这种结构减轻来自地面的冲击和振动载荷对推土机的冲击，增大附着力，提高牵引效率，改善了推土机行驶的平稳性和司机的舒适度。

1.8 液压马达驱动风扇

SD9推土机一改传统推土机由发动机直接驱动风扇的设计，改由液压马达驱动。当发动机水温很低或较低时，系统的温控阀短路，风扇不旋转，当发动机水温达到80℃时风扇才

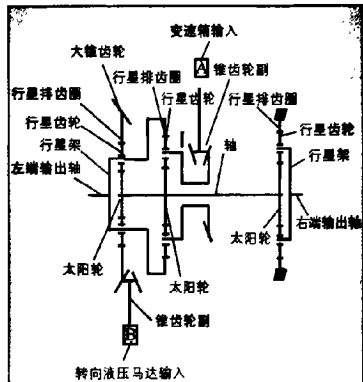


图4 差速式转向机构

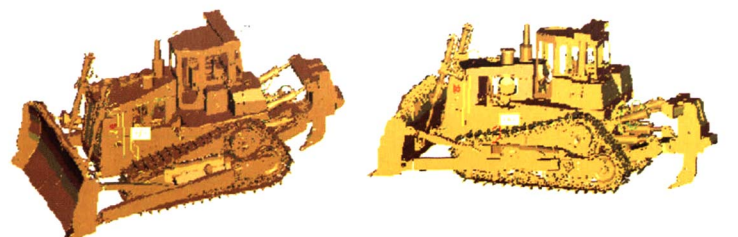


图3 高驱动推土机实体

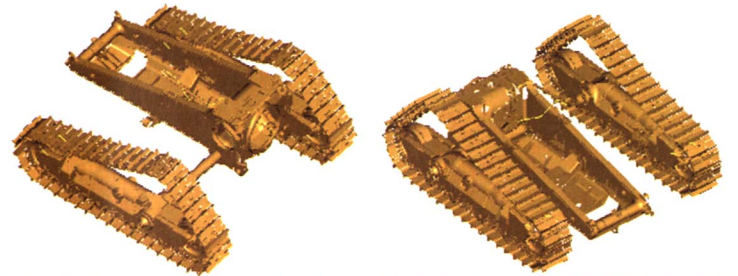


图5 行走架与机架的铰接

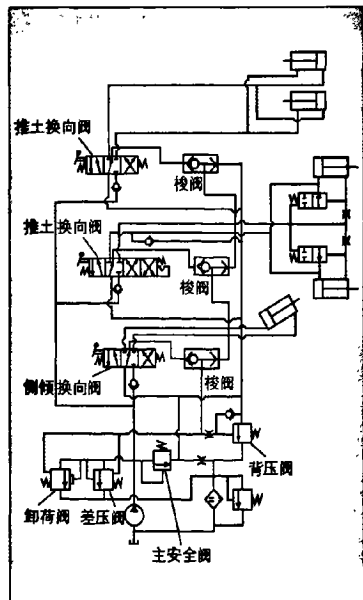


图6 工作装置液压系统

开始工作,使发动机在较短时间内达到最佳环境温度,节约发动机动力。

1.9 其他技术

1.9.1 液力机械传动变矩器

高驱动履带推土机配置液力机械变矩器,变矩器采用外分流形式,机械、液力两部分输出(液力输出占70%,机械输出占30%),兼备了液力传动能自动适应载荷的变化、机械传动通过性能好的特点,拓宽了发动机与变矩器匹配的高效范围,提高了传动效率。

1.9.2 转向及制动装置

转向与制动离合器均为免调式、湿式多片离合器,制动离合器为碟簧压紧、液压分离的常结合离合器,转向离合器为常分离、液压结合离合器。转向与制动离合器联动手操纵,可实现缓转弯、急转弯、整车制动,脚踏板实现整车总制动。

1.9.3 防倾翻司机保护机构

高驱动推土机另一个特点是对司机的安全保护性能。其防倾翻保护架刚性强度高,结构坚固,在异常状态下能确保司机的安全。

1.9.4 带侧拉杆的推土装置

高驱动推土机简化了大铲的侧倾机构,使推土铲能够最大限度地接近机身,充分利用推土机自身的机重,很好地控制和提高推铲插入力和掘进力。侧拉杆将推土铲侧向负荷连接和传送到主机架上(取消了斜撑杆),提高了推土装置的强度和刚度。推土机装置见图8。

液力机械传动、全液压操纵的高驱动履带推土机,具有高效的功率外分流式液力机械变矩器、单杆操纵的行星齿轮动力换挡变速箱和先导助力的工作装置操纵;驱动链轮高置和积木式设计是最突出的特点,明显延长了传动系统的寿命,易于维修和保养;按人机工程设计的操纵系统轻便、省力、准确;电子监控、符合国际标准的倾翻落物保护装置具有鲜明的时代特点,是交通、沙漠、油田、电力、矿山、港口等大型土石方施工的理想机械。

可装配美国原装康明斯电控发动机。电控燃油喷射系统和空-空中冷器的完美结合,使得排放符合欧美非公路用机动设备第三阶段排放标准(Tier3)、燃料消耗更低、动力输出最强劲。SD9性能参数见表1。

3 结语

中国工程机械设计及制造技术的不断提高和成熟得益于世界工程机械设计及制造技术的不断发展,得益于对先进技术的不断引进和消化吸收,还得益于广大工程技术人员不断创新。以上介绍的几项技术是近年来工程机械,特别是推土机应用较成熟的新技术。随着中国工程机械设计、制造技术、制造质量的不断提高,相信国产推土机与其他国家的先进产品的差距会越来越小。□

参考文献:

- [1] 管会生.国外大型推土机动力传动系统的最新技术特点[J].工程机械,1998,29(2):21-23.
- [2] 郁秉平,张志刚.履带式推土机的先进技术[J].筑路机械与施工机械化,2004,21(8):1-4.



图8 推土装置

表1 SD9推土机性能参数

项目		性能参数
使用灰罐(带松土器)/kg		44 588
履带中心距/mm		2 250
爬坡性能/(°)		30/25
最小离地高度/mm		517
铲土容量/m ³		13.5
铲土宽度/mm		4 314
最大切土深度/mm		614
外形尺寸(长×宽×高)/mm	不带松土器	6 592×4 314×3 970
	带松土器	8 478×4 314×3 970
飞轮功率/kW		316
最大牵引力/kN		434.7
接地压力/kPa		112
理论行驶速度/(km·h ⁻¹)	前进一档	0~3.9
	前进二档	0~6.9
	前进三档	0~12.2
	后退一档	0~4.8
	后退二档	0~8.5
	后退三档	0~15.1

2 SD9推土机性能

SD9推土机系半刚性弹性悬挂、

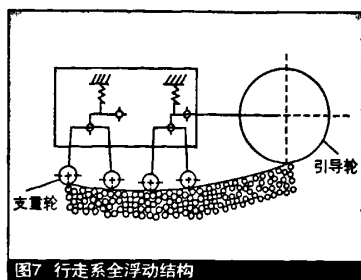


图7 行走系全浮动结构

新技术的发展日新月异，传统施工机械也有了枯木逢春的感觉。而推土机新技术的应用，对提高机械性能与稳定性起了很大的保障作用。长安大学工程机械学院郁录平教授从事工程机械研究多年，在推土机方面有着丰富的经验和独到的看法，本期我们荣幸邀请他就推土机传动系、行走装置、推土铲以及控制系统等方面的现状、高新科技的应用等情况作一总结。



长安大学工程机械学院 郁录平教授

1904年，美国人B.霍尔特在以蒸汽机为动力的履带式拖拉机前端安装了人力提升的推土装置，形成了最早的推土机。在这此后的100多年里，推土机不停地向前发展，其发动机先后由蒸汽机发展为汽油机、柴油机；铲刀也由人力提升、钢丝绳提升发展到目前的液压油缸提升。

这几年，推土机除了向高效率、低能耗方向发展外，还向智能化、人性化方向迈进。

机械传动和液力机械传动仍然在当今推土机的传动系中占主导地位。众所周知，机械传动效率高但对负载的自适应能力差；液力机械传动有很好的自适应能力但其效率较低。为了弥补液力机械传动效率低的缺陷，人们在提高液力变矩器的效率方面下了不少功夫。近年来，出现了利用机械电子技术将变矩器和离合器有机结合起来的方式。实现了当机器工作于液力机械传动状态能获得较好的性能时，液力变矩器进入工作状态；当机器工作于机械传动状态能获得较好的性能时，机器进入纯机械传动状态。

目前，离合器转向仍是推土机主要的转向方式。随着机器功率的增大，离合器的结构尺寸越来越大，结构也更加复杂。采用离合器转向方式，在降低转向过程中推土机的驱动力会使机器效率随之降低。为了克服这个缺点，出现了采用差速转向的推土机。这种推土机转向时两履带的平均速度与直行时相同，而且转向时两

边履带的驱动力都能保证，生产率得到了提高，同时这种转向方式也不存在下坡时反方向操作的问题。

大型推土机对制造、安装要求很高。对于常在偏远地区进行土方施工的推土机来说，修理难成了一个严峻的问题，因此模块化设计的推土机应运而生。这些模块独立安装调试，而且可以方便地安装在主机上，虽然推土机的结构复杂了许多，设计制造的难度也增加了许多，但却给用户带来了极大方便。

尽管静液传动有便于控制、可以无级调速、重量轻等诸多优点，但由于其效率低、频率响应范围小等缺点使机器负荷特性难以满足。不过，值得一提的是，近年来对静液传动方面的研究取得了重大进展，出现了采用静液传动的中小型推土机。

目前中型推土机支重轮大多固定在台车架上，当机器行走在凹凸不平的地面上时，这种结构使支重轮的负荷严重不均匀。这会影响支重轮的寿命，而且会使接地比压不均匀，影响机器的使用性能。随着机器功率的增大，这种不良影响会更加严重。为了解决这个问题，各大公司纷纷推出了自己的支重轮弹性悬挂结构。悬架结构具有承载能力大、行走平稳、噪声小、乘坐舒适以及附着性能好等优点。使用这种结构后，机器的全部重量（包括行走装置中的托链轮、引导轮、驱动轮等）都经弹性元件传给支重轮，因此比常见的半刚性悬架具

有更好的缓冲性能，并且能更好地适应地面不平的情况。

铲刀方面也有了很大改变，已经不只是简单的上下动作，有些新型推土机工作时铲刀的状态可以变化，在此基础上甚至出现了具有自动找平功能的推土机。

高效率、低能耗、操作方便一直是设备开发中的关键问题。在推土机控制系统中利用电子技术取得了许多发展。推土机利用电子控制器对发动机、传动系和转向制动系统进行控制。控制器存储大量的操作数据，利用传感器随时检测推土机工作中的各种状态，控制器精确计算变矩器、变速箱、转向离合器和制动器的最佳工作状态，必要时可以自动地变换挡位。这些都使机器操作更加方便，生产率大大提高。将GPS定位信号接收装置安装到推土机上，当它接收到卫星信号后，就自动计算出推土机所处的经、纬度。目前GPS系统已成功应用于推土机自动找平装置的控制。

各大公司都在改善驾驶员的工作环境上下了不少功夫。例如使行驶控制台的前、后位置和高度都可以根据每个驾驶员的需要调整。为了改善倒退时驾驶员的视野，其座椅连同变速、转向控制杆可以向右转动。驾驶室有空气供给系统，将经过滤的干净空气送入驾驶室，同时保证驾驶室的气压略高于外界气压。这样，无论工作场所的灰尘多大，驾驶员都有一个良好工作环境。