压裂车未来发展趋势探讨

唐瑞欢（川庆钻探工程公司井下作业公司装备部，四川 成都 610000）

摘要：作为压裂施工活动中的重要设备，压裂车在施工环节的应用不容小觑，与传统的人力压裂、大型设备压裂相比，压裂车能够在降低开采成本的同时保障油气开采效率。但近年来，随着页岩气等非常规油气井的大规模开发，传统的压裂车已经难以适应“工厂化压裂”的需求。未来压裂车正朝着双燃料、涡轮驱动、电动驱动、智能化等方向发展。

关键词：压裂车；工厂化压裂；未来

1 前言

工业活动与交通活动的深入建设使得各国的油气需求不断增大，可采储量转化为低渗透油气储量的问题不容忽视；以页岩气等非主流油气井的开发难度正在不断上升；老井复压的数量也在持续增加，传统的压裂设备正面临着前所未有的困境。要实行压裂作业，必须对压裂车的应用投入足够的重视，在控制开采成本的同时保障油气开采的基本效率，实现成本、效能的两手抓。在这个关键性的历史时刻，进一步探究压裂车的现状以及未来的发展，显得尤为重要。

2 压裂车的组成及特点

压裂作业环节所使用的压裂车由底盘、台上发动机等动力传输设备、承重设备共同组成，其中，控制系统和高低压管汇负责着指令的执行，是压裂车作业的“核心枢纽”。在当前的压裂作业活动中，1套压裂车组一般由多台压裂泵车、1-2台混砂车等辅助作业车组成。结构包括车载、拖挂和撬装三种形式。

3 国内外压裂车研究现状

美国早在上个世纪50年代便开展了第一次水力压裂试验，截止目前，其已经发起了数百万次压裂作业活动。经过漫长的发展与改进，压裂设备的整体配置取得了较大的进步，当前，主流压裂车的功率被控制在520~2237kW之间，压力不低于50MPa，流量最高可达3m³/min，该系列的压裂车正在油气田采收活动中大放异彩。

3.1 国外压裂车研究现状

美国在压裂车的设计和制造方面一直居于领先地位，产品性能先进、自动化程度高、工作压力大、排量大、品种全。作为压裂设备的主要生产国比较知名的设备制造企业有哈里伯顿、斯伦贝谢等公司。目前，美国哈里伯顿公司所生产的压裂车达到了世界一流水平。根据压裂施工工艺的整体要求和部件生产厂商提供的原材料，制作厂家可根据参数选购柴油机、压裂泵、变速箱、载重卡车等。在诸多材料中，压裂泵绝对是重中之重。

3.2 国内压裂车研究现状

油田压裂车生产活动属于高技术、高成本的专用设备制造活动，要求进入的企业技术力量雄厚、资金充沛。现阶段，我国能够针对老油井和页岩气等油田、气田等资源制造压裂车的企业比较稀少，达成规模化制造的单位不超过10家，其中，中国石化江汉石油管理局第四机械厂、烟台杰瑞石油服务集团股份有限公司等资金雄厚、技术过

硬的几大单位处于行业生产的领军地位。部分生产能力较弱、但已经达到工业施工要求的单位紧随其后，如南阳二机石油装备（集团）有限公司等，其虽然没有达成规模化生产的基本要求，但所制造的压裂车已经满足了常规油气田的作业需求。河南南阳油田石油机械厂原产压裂车主要适用于常规油气田开采，近两年也开始制定投资战略研制适合页岩气、页岩油等特定工况环境压裂车或机组设备。

4 新型压裂车发展方向与关键技术

4.1 新型压裂车的发展方向

4.1.1 双燃料压裂车

主流大型压裂车以柴油发动机为主要动力机组，在提高能源成本的同时造成了环境污染问题。采用天然气发动机作为动力机组，虽然控制了污染问题，但生产成本会提高2-3倍。选择柴油-天然气双燃料发动机则能够解决这一问题：在天然气供给不足的情况下，可使用100%柴油作为燃料保障工期，也可使用柴油和天然气进行混合驱动，控制作业成本。依靠高度集成技术，操作人员能够实现燃料的无缝切换，从而降低成本开支问题，保障施工效率，对于页岩气等具备大量天然气的施工地区，应用双燃料发动机已经成为常态。

4.1.2 涡轮驱动压裂车

页岩气的出舱环境极为复杂，施工区域的地理环境和交通状况对压裂车的机动性、安全性乃至尺寸外观、车组重量都提出了极高的要求。由此，大功率压裂车的选择势在必行。但传统柴油驱动压裂车的输出功率以2237kW为上限，导致压裂标准无法达成施工要求。涡轮驱动压裂车则能够解决这一问题：借由涡轮增压装置，压裂车能够在限定的尺寸和重量要求下进行压裂施工，其单台输出功率达到了2982~4475kW，更轻巧的配置解决了“上牌难、上路难、上山难”的问题。研究数据表明，涡轮发动机的功率密度达到高功率柴油机的20倍，在用超高速涡轮减速箱代替传统的变速箱之后，涡轮发动机与大型、多台压裂泵的配合更加流畅。

4.1.3 电驱动压裂车

非常规油气资源的大规模开发已经成为施工常态，当油气开发方式从直井向着水平井、从单井向着丛式井转变，就必须思考控制成本的新方法。目前，“工厂化”钻井和压裂作业已经成为页岩气开采的主要手段，借助预先假设的井场电网，电驱动压裂车可以进入到施工区块当中，并解决传统压裂车存在的油耗高、设备配套困（下转第12页）

创建区一队协议、一单一评、优质优价的市场化运营模式，鼓励竞争创效。

3.2.2 健全专业化市场监管制度

赋予专业化单位承包商日常监管职能，形成“职能部门定期监管+专业化单位日常监理”模式，确保施工安全、质量等满足油田标准；探索监理取费、技术收费等制度，推动专业化队伍由操作型向管理型、技术型转型发展。

3.2.3 健全外委队伍规范化建设机制

按油田生产规程、操作规范对外委队伍进行规范化、适用性培训，确保其生产行为符合油田标准要求，防止“民工化”。健全承包商交流制度，开展政策协调和经验交流，实现共建共赢。

3.3 加强顶层设计，制订油田多层次市场发展规划

3.3.1 全面评估主体队伍发展状况

对自营队伍的人员、技术、装备等进行全面梳理，做

好资源资产利用、潜力评价和产权核查“三项调查”，摸清自营队伍实情实力，提供决策依据。

3.3.2 制定市场发展总体规划

结合总部专业化发展定位和用工政策取向，制定油田市场化发展规划，确定保护禁入、逐步开放、充分竞争等分类分级业务名录，提出拟放开业务社会化的时间表和路线图，引领油地战略对接，引导资源向优势领域聚集，为社会资本进入营造稳定、透明、可预期的投资营商环境。

参考文献：

- [1] 樊军侠. 油田经济管理创新理念的新思考 [J]. 现代经济信息, 2015(03).
- [2] 肖海瑛. 油田企业经济管理模式及其创新分析 [J]. 现代经济信息, 2016(16).
- [3] 董玉军. 油田经济管理创新理念的新思考 [J]. 现代企业教育, 2014(14).

(上接第 10 页) 难等问题，能够有效实现页岩气的高效、环保、低成本开发。

4.1.4 智能化压裂车

在规模化的油气开采环境下，“工厂化”的压裂施工已经成为施工作业的主流形式。但由于当前使用的压裂设备并没有配备对应的施工作业控制系统，其施工中存在的自动化程度不统一问题极为明显，往往需要指挥调度人员的人力干预。一旦出现大规模的压裂施工任务，施工问题很难得到集中解决。智能化压裂车依靠网络信号、开放式监管平台提高压裂的有效性，将装备纳入到网络环境中实现数据共享、多设备群体控制和压裂施工作业，在降低压裂施工作业成本的同时，极大程度的提升了装备的机动性。

4.2 新型压裂车的关键技术

4.2.1 超压保护功能

保障机械设备始终处在合理的运行状态下，才能切实保护操作人员和机械设备的安全。由此，超压保护、超温保护、过载保护不容忽视。目前，泵类特车的超压保护工作已经得到了足够的重视：一旦设备的作业压力超过预设压力，动力系统将会自动降低输出功率，对于已经进入压裂状态的，会直接切断动力。传统的压裂车多不具备超压保护功能，因超压产生的设备损坏问题较为常见。增加超压保护，对于保护机械设备的正常功能有着不可忽视的意义。但对于不同设备的不同配置，必须采取不同的实施方案。

4.2.2 更换发动机

为控制设备成本，一般用国产机械调速发动机代替进口发动机，以机械调速为主流调速方式。当超压信号传入后，系统无法进行自动降速，为解决降速问题，可在发动机的进油路上增设燃油电磁阀，利用配套继电器进行控制，一旦继电器接收到超压信号，则会带动燃油电磁阀动作，从

而切断燃油供给，在使发动机熄火的同时保护发动机。

4.2.3 冷却系统的自动控制

压裂车中配备有多个由液压系统进行驱动的冷却剂，分别对发动机、变速箱中的液体进行冷却。目前，“定量泵+定量马达”为主流风扇驱动形式，在风扇转速与定量泵的驱动转速成正比的情况下，被冷却部件的温度并不会对机体的运转产生影响。但由于油气田作业单位地理空间跨度大，设备必须遵从不同的冷却设计方案：在高温地区，冷却气流必须加强，加快冷却速度；在低温地区，必须控制冷却速度，避免冷却油液在低温下凝固，解决传动效率不足的问题。

5 我国压裂设备发展展望

随着常规油气田压裂施工作业工作量的大幅增加，现场施工对压裂车组的排量、压力以及动用压裂设备的频次都提出了更高的要求。并且，压裂增产作业是稳定老油气田产能、提高油气田采收率的主要以及重要措施之一，而老油气田的稳产和增产是现阶段石油企业的重点发展方向。因此，无论国内还是国外的油气田用户，对压裂设备技术指标的要求越来越高，对压裂设备使用的需求越来越大，这既是技术上的挑战，也是前所未有的市场机遇。

多年来我国的压裂车组装备制造技术，在广大科技工作者的坚持不懈的努力下，不断取得新的突破和进展，取得了多项自主创新技术。我们有理由相信，随着科学技术的不断进步，我国压裂装备的研发能力和生产制造技术必将取得质的飞跃，并逐步追赶上国际先进水平。

参考文献：

- [1] 刘济宁. 国内压裂车制造业发展回顾与展望 [J]. 石油矿场机械, 2004(33):127-128.
- [1] 王立兵. 我国压裂车组的研发现状及发展趋势 [J]. 中国仪器仪表, 2013(9):30-33.