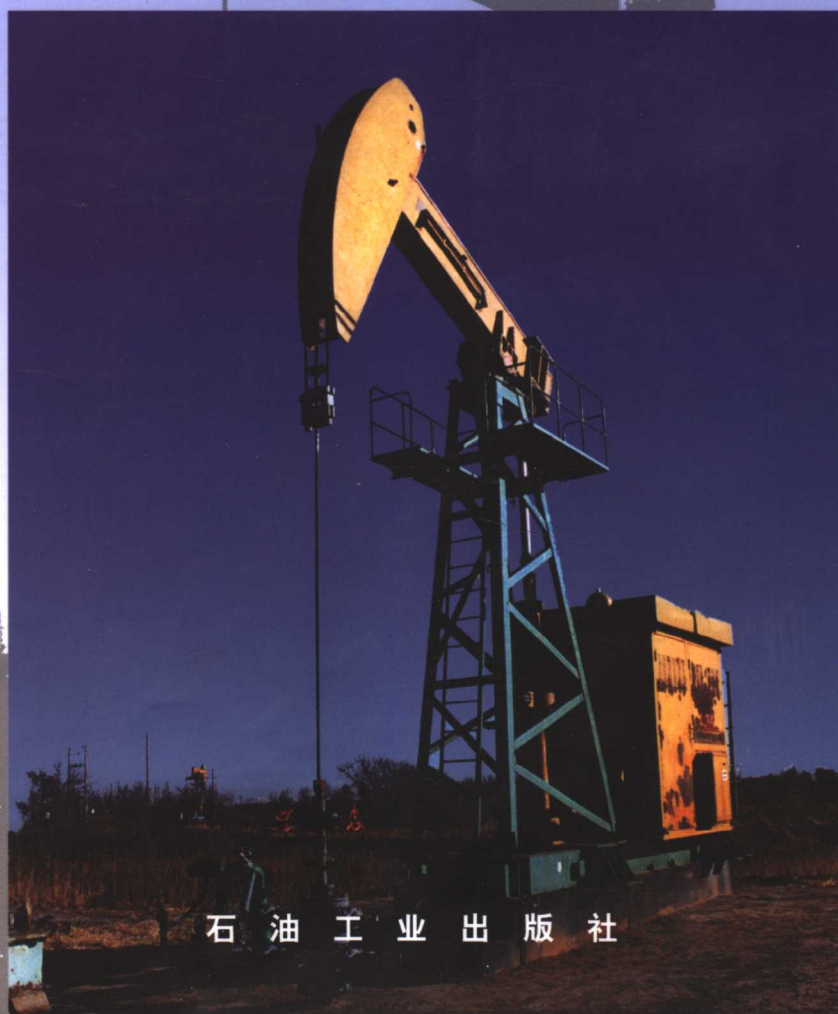


全状态调控式液压抽油机

刘长年 著



石油工业出版社

全状态调控式液压抽油机

刘 长 年 著

江苏工业学院图书馆
藏书章

石油工业出版社

内 容 提 要

本书全面介绍一种由作者研制成功的新型液压抽油机——全状态调控式液压抽油机的分析、设计和调试。全书共分九章。第一章论述当代有杆抽油机的现状, 新型液压抽油机的概貌、关键技术和创新点; 第二章介绍液压元件技术基础, 将本书用到的各种液压元部件都做了概括的介绍; 第三章介绍新型液压抽油机的基本原理、结构组成和功能, 是本抽油机第一个专利的内容; 第四章介绍新型抽油机的理论分析与设计计算, 全章给出 39 个计算公式, 用此可以设计出各种型号的抽油机; 第五章专题介绍一种奇异型后驴头的用途、设计方法和性能; 第六章介绍游梁与油缸采用硬连接; 第七章介绍采用奇异型后驴头和硬连接方式的液压抽油机全局优化设计方法; 第八章介绍液压抽油机的效率测试与计算方法; 第九章介绍现代抽油机试验台的设计。

本书可作为从事液压抽油机研究与使用的工程技术人员以及大专院校流体传动和采油机械教师和研究生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

全状态调控式液压抽油机/刘长年著.

北京: 石油工业出版社, 2004. 3

ISBN 7-5021-4499-4

I. 全…

II. 刘…

III. 液压抽油机

IV. TE933

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 111546 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.cn

总 机: (010) 64262233 发行部: (010) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 11

字数: 274 千字 印数: 1—1500 册

书号: ISBN 7-5021-4499-4 /TE·3153

定价: 32.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

序

笔者一直从事机、电、液一体化的理论研究与实践工作, 1996 年才开始研制液压抽油机, 历经 5 年总算有了一个可喜的成果。目前在大庆油田已有 7 台液压抽油机在正常运行, 其中一台已连续工作 3 年尚未大修, 说明其寿命和可靠性已达到设计要求。液压抽油机若 3~5 年大修一次, 则其维修费用将低于常规机械式抽油机, 加之效率高、参数无级调节、运动规律可控和具有超载断载自动停机报警等功能, 说明该机的性能很优越。查新结果表明: 国际上已有 4 万多种液压抽油机专利和文献, 但从性能与结构上看似乎都没有本书介绍的这种类型优越。本书末的参考文献选了国内外较好方案 40 种, 可供读者自行研究^{[1~20], [26~45]}。为了大力推广和进一步完善此产品, 有必要将研制中解决的理论、设计和调试等一系列高科技内容写成书, 以供设计、制造和调试者使用。应该说只要有这本书就可进行该产品的设计与生产。

本书是按照设计、制造和调试液压抽油机所需要的顺序来叙述的, 全书共有 9 章。第一章介绍当代抽油机的特点及液压抽油机目前的几个研究方向。最后介绍全状态调控式液压抽油机的概貌和关键技术及创新点。第二章介绍液压元件技术基础, 本章以较少的篇幅将本书用到的各种液压元件都做了概括地介绍, 同时也照顾到这门学科的完整性和连续性, 使未接触过液压元件技术的读者能够容易看懂, 并给阅读全书打下足够的基础。第三章介绍液压抽油机基本原理与结构组成, 这一章基本上是第一个专利的内容。第四章介绍全状态调控式液压抽油机的设计计算。通过 39 个公式给出了各种规格液压抽油机的设计和计算方法, 包括油缸、蓄能器、各种阀类、油泵及电机的参数求取方法, 最后给出九种产品的设计实例。第五章专题介绍一种所谓奇异型驴头的用途、原理和设计方法等, 最后也给出了设计实例。奇异型驴头主要是解决液压抽油机游梁前后臂之比过大带来的钢丝绳寿命问题。为了提高油缸寿命, 液压抽油机游梁前后力臂比为 4:1, 因此后驴头半径小, 使钢丝绳在弯曲疲劳作用下寿命很短, 奇异型驴头正是为解决这一难题而研制的。由于此驴头的全状态矩阵是缺秩的, 故是奇异方程, 因而得名。第六章介绍油缸杆与游梁采用硬连接方式, 即滚动轴承连接方式的原理、特点和计算方法, 并给出了行程极限的计算公式及有关硬连接方式的归一化计算。第七章介绍采用奇异型后驴头和采用硬连接方式的液压抽油的全局优化设计与计算, 包括最大值(奇异型)和最小值(硬连接型)平衡法及完全平衡函数法等两种平衡方法。第八章介绍液压抽油机各种损失的测量与计算方法及总效率的测算方法。第九章介绍液压抽油机的各种负载模拟器的设计及计算和整机调试的全过程。

本书在编写中注意到下列问题。

(1) 严格性。本书所介绍的理论都经过了严格的数学证明和来源于严格的数学依据。

(2) 实用性。全书的内容都是从研制过程中提炼出来的, 经过严格的数学处理之后又应用到研制中去, 因而具有实用性。每一部分理论之后都附有大量的实例, 既作为理论的运用也是抽油机的真实计算, 可供读者阅读本书时参考。

(3) 系统性。本书从抽油机的基本概念出发对各元部件的理论分析与计算以及系统的设计与全局设计等内容都做了系统而详尽的叙述, 使读者可以由浅入深地去系统掌握液压抽油

机的全部内容。

(4) 通俗性。应该说明凡是具备大学本科水平的读者都能看懂此书。

最后要向那些在研制中曾帮助过我们的朋友表示谢意！

由于时间仓促，本书不妥之处实属难免，甚望读到此书的朋友们不吝赐教。

刘长年 于待鸣 园

2003. 4. 11

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 当代有杆抽油机概述	(1)
第二节 研制全状态调控式液压抽油机的意义	(2)
第三节 全状态调控式液压抽油机 (ASCH 抽油机) 简介	(3)
第四节 ASCH 抽油机的关键技术	(5)
第五节 生产 ASCH 抽油机的可行性及效益	(5)
附 液压抽油机照片	(6)
第二章 液压元件基础	(8)
第一节 液压系统的基本概念	(8)
一、液压油的性质	(8)
二、液压流体的性质	(11)
第二节 液压泵	(15)
一、齿轮泵	(15)
二、叶片泵	(16)
三、柱塞泵	(16)
四、液压马达	(20)
五、液压泵与液压马达的符号表示法	(20)
第三节 液压缸	(20)
一、液压缸的结构组成	(21)
二、液压缸的计算	(22)
三、液压缸基本参数的确定原则	(24)
第四节 液压控制阀	(25)
一、液压控制阀的分类	(25)
二、压力控制阀	(25)
三、流量控制阀	(28)
四、方向控制阀	(30)
五、伺服阀与比例阀	(36)
第五节 液压辅件	(37)
一、油箱	(37)
二、油管	(38)
三、滤油器	(40)
四、蓄能器	(41)
五、冷却器与加热器	(42)
第三章 全状态调控式液压抽油机的结构组成	(43)
第一节 全状态调控式液压抽油机的结构组成	(43)

第二节 全状态调控式液压抽油机的基本原理·····	(45)
一、启动回路·····	(45)
二、换向回路·····	(45)
三、平衡回路·····	(45)
四、过载与断载保护回路·····	(46)
五、补油回路·····	(47)
六、刹车回路·····	(47)
七、消振回路·····	(47)
八、液位控制与油温控制回路·····	(48)
九、电机热保护回路·····	(48)
十、前后驴头的力臂比的最佳选择·····	(48)
第四章 带有标准后驴头的液压抽油机的设计计算·····	(49)
第一节 液压缸的力学方程式·····	(49)
第二节 研究蓄能器的状态方程式·····	(50)
第三节 选择油缸及蓄能器参数·····	(52)
一、确定油缸参数·····	(52)
二、确定蓄能器参数·····	(52)
第四节 确定油泵及电机参数·····	(53)
第五节 悬点载荷和冲次对系统的影响·····	(53)
第六节 方案设计·····	(54)
一、方案设计之一·····	(54)
二、方案设计之二·····	(57)
三、方案设计之三·····	(59)
四、方案设计之四·····	(61)
五、方案设计之五·····	(62)
六、方案设计之六·····	(63)
七、方案设计之七·····	(63)
八、方案设计之八·····	(65)
九、方案设计之九·····	(67)
第七节 管路与液压元件的选用原则·····	(68)
第八节 液压抽油机参数表及型号说明·····	(69)
第五章 一种奇异型后驴头的研究·····	(72)
第一节 奇异型驴头简介·····	(72)
第二节 奇异型驴头的理论分析·····	(73)
一、符号·····	(73)
二、公式推导·····	(73)
第三节 奇异型驴头的计算实例·····	(76)
第四节 奇异型驴头实验·····	(83)
一、行程试验·····	(83)
二、力试验·····	(85)

三、单位功·····	(86)
第六章 油缸与游梁间采用轴承连接的传动方式 ·····	(87)
第一节 第一种硬连接方式·····	(87)
一、公式推导·····	(87)
二、油缸行程极限的求取·····	(89)
三、方案计算·····	(90)
第二节 第二种硬连接方式·····	(91)
一、公式推导·····	(91)
二、方案计算·····	(92)
第三节 第三种硬连接方式·····	(93)
一、公式推导·····	(94)
二、方案计算·····	(95)
第四节 三种硬连接方式对比·····	(97)
一、共同点·····	(97)
二、不同点·····	(98)
第五节 硬连接方式与奇异型后驴头比较·····	(98)
一、共同点·····	(98)
二、不同点·····	(98)
第六节 第二种硬连接方式的归一化处理·····	(99)
一、油缸行程的线性化处理·····	(99)
二、增力系数 $\xi(\beta)$ 是一条不变的曲线·····	(100)
第七章 带有奇异型后驴头和采用硬连接方式的液压抽油机的设计计算 ·····	(101)
第一节 带有奇异型后驴头的液压抽油机的设计计算·····	(101)
一、有关公式的推演·····	(101)
二、平衡的定义及其判据·····	(102)
三、负载曲线的计算·····	(103)
四、平衡度的计算·····	(104)
五、方案设计·····	(104)
第二节 采用硬连接方式的液压抽油机的设计计算·····	(113)
一、平衡判据及其计算方法·····	(113)
二、标准后驴头半径的处理方法·····	(113)
三、方案设计·····	(114)
第三节 小负载下的平衡问题·····	(122)
第四节 调平衡的第二方法·····	(124)
一、完全平衡方程式的建立与解法·····	(124)
二、完全平衡函数的计算与应用举例·····	(126)
第五节 完全平衡函数表总汇·····	(130)
一、奇异 10 型冲程 4.2m 的完全平衡函数·····	(130)
二、奇异 12 型冲程 4.2m 的完全平衡函数·····	(131)
三、奇异 10 型冲程 5.4m 的完全平衡函数·····	(131)

四、奇异 12 型冲程 5.4m 的完全平衡函数	(132)
五、奇异 14 型冲程 5.4m 的完全平衡函数	(133)
六、硬连接 10 型冲程 4.2m 的完全平衡函数	(133)
七、硬连接 12 型冲程 4.2m 的完全平衡函数	(134)
八、硬连接 10 型冲程 5.4m 的完全平衡函数	(134)
九、硬连接 12 型冲程 5.4m 的完全平衡函数	(135)
十、硬连接 14 型冲程 5.4m 的完全平衡函数	(135)
第六节 几点结论	(136)
第八章 液压抽油机的效率测试	(137)
第一节 测取主要元部件的压力损失	(137)
一、元部件测压的基本原理	(137)
二、具体测压方法	(137)
三、测量油缸的摩擦力	(139)
第二节 测取系统的流量损失	(141)
一、测量原理	(141)
二、测量方法	(141)
第三节 测算电机与液压泵总效率	(142)
第四节 测算液压抽油机的总效率	(143)
一、液压阀缸及管路效率的测算	(143)
二、液压抽油机总效率的测算	(143)
第五节 功率因数对抽油机效率的影响	(144)
一、功率因数对电网及抽油机效率的影响	(144)
二、关于功率因数的补偿问题	(145)
第九章 液压抽油机的调试	(146)
第一节 负载模拟器的设计	(146)
一、利用消振回路做加载器	(146)
二、利用油缸下腔加载	(146)
三、引入全状态仿真负载模拟器	(147)
四、超载模拟器的设计与调试	(150)
五、断载模拟器的设计与调试	(150)
六、“点头”模拟器的设计	(151)
第二节 主系统参数的调整	(151)
第三节 换向速度的调整	(153)
第四节 补油回路的调试	(153)
第五节 刹车回路的调试	(153)
第六节 消振回路的调整	(153)
第七节 超载保护回路的调试	(154)
一、超载机理	(154)
二、压力门限的确定和加载压力的计算	(154)
三、超载保护回路的试验	(155)

第八节 断载保护回路的调试·····	(155)
一、断载机理·····	(155)
二、压力门限值的确定与加载压力的计算·····	(155)
三、断载保护回路的试验·····	(156)
第九节 系统平衡的调试与负载压力曲线的测试·····	(156)
一、按完全平衡函数法调节抽油机的平衡并测量其平衡度及平均功率·····	(156)
二、按最大值及最小值法调整系统平衡并测量其平衡度及平均功率·····	(157)
第十节 地面效率的测试·····	(157)
一、光杆功率的测量方法·····	(157)
二、电机输入电功率的测量方法·····	(158)
第十一节 系统效率的测试·····	(159)
一、机械采油井的有效功率的计算·····	(159)
二、有效扬程的计算·····	(159)
三、油井液体密度的计算·····	(159)
第十二节 功率因数的测量方法·····	(159)
参考文献·····	(160)

第一章 绪 论

第一节 当代有杆抽油机概述

新中国建立以来,我国陆上已先后开发了 40 多个油气田,共有采油井 70000 多口,年产原油 1.4 亿多吨。在 70000 多口油井中,除有少数稠油热采井和自喷井外,多数井都已先后转入了利用抽油机、电潜泵、水利活塞泵和螺杆泵等进行采油的机械采油阶段。在机械采油井中,有杆抽油机采油井有 65000 多口,占陆上油田采油井总数的 91.6%。其总装机容量为 212 万多千瓦,年采原油 $1.067 \times 10^8 \text{ t}$,占全国陆上油田原油产量的 76.2%。以上数字说明,有杆抽油机采油在我国陆上油田的原油生产中,占据绝对的优势。据有关资料显示,在美国的原油生产中,有杆抽油机井的数量占机械采油井的 85%,而在原苏联的有杆抽油机井也占机械采油井的 75%。由于有杆抽油机有经久耐用、管理方便,对油田地下的适应性强,对油井的产液变化适应范围广,并已经形成标准化和系列化等一系列优点。所以在世界各产油国得到了大面积的推广应用。但有杆抽油机在长期使用中,也暴露出不少缺点:其一是耗能高,目前陆上油田的一台有杆抽油机的装机容量平均为 32.6kW,全国陆上油田有杆抽油机年耗电总量为 $67.6 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,占全国陆上油气田总用电量的 24.1%;占全国陆上油气田生产用电量的 34.4%;占全国陆上油田机械采油井总用电量的 72.3%。可见其耗电量是十分惊人的。其二是效率低,由于有杆抽油机有巨大的平衡块、庞大的减速器和四连杆机构,并用老式的皮带传动方式,在运转过程中,耗费了大量的动能和摩擦能。所以全国陆上油田的有杆抽油机的地面效率平均只有 39.01%;系统效率仅有 26.03%。其三是安装维修工作量大,由于有杆抽油机具有庞大而笨重的机身,在安装时需要多台平板车和吊车等运输车辆和专业的安装队伍,每次大修时又需拆卸吊运回机械厂车间进行修理,所以要耗费大量的人力、物力。其四是防盗性差,由于有杆抽油机的机形庞大,机械变速皮带传动和就地启动等特点,所以难以做成全封闭式。在目前的社会环境较差的情况下,变压器被偷,机油被盗,皮带被卸和启动装置被破坏的事件时有发生,给油田的生产造成了严重的损失。针对以上问题,石油战线上的广大职工和工程技术人员,结合油田的生产实际,做了大量的研究和试验工作,先后研制出了链条式抽油机,旋转驴头抽油机,双缸液压贮能式抽油机,大冲程高产液量抽油机等不少可喜的成果。然而,这些成果仍然没有跳出机械式抽油机的机型范畴,因此其整体效果尚不够理想。所以有杆抽油机的重大改进和新机型的研制仍是我国乃至世界各采油国在原油生产中的主攻课题。因为一种好的先进机型的产生,必将对石油工业的原油生产产生不可估量的影响,它将带来巨大的社会效益和经济效益。

当前国外对液压抽油机的研制十分重视,截至 2001 年底,专利与论文的数量已达到 47000 种。国内外研制的液压抽油机大体可分下列几类:①无梁式机型,即将油缸直接连在井口上,令活塞杆与抽油杆对接,利用高压油驱动活塞往复运动,从而达到抽油目的(见参考文献 4, 6, 8, 11, 14, 29, 31, 32, 36, 38, 39, 40, 42 等 13 篇)。这类系统的优点是省去游梁,缺点是改变了当今的采油方式,难以被油田接受,而且对长冲程还需增加支架。另外,其性能与寿命均难以保证,因此目前很少使用。②油缸与井下泵组合一起,通过复合

管道抽油^[35]，该机的特点与①相似；③滑轮增程系统^[2,10,13,18,19,20,27]，油缸举升一个滑轮，并借助悬绳拉动抽油杆抽油。悬绳的另一端固定在基座上，从而起到增加行程作用，这种结构的最大问题是悬绳的寿命，经验证明滑轮直径与悬绳直径之比大于 72，即悬绳直径为 36mm，滑轮直径为 2.6m 的系统悬绳寿命只有 3 个月。然而这么大的滑轮也难以实现。因此这类系统无实用价值。④气平衡系统^[45]，即采用前置式有梁系统，但用气瓶顶在游梁上作为平衡器，这类系统的缺点是气缸要经常充气，在高温高压下还会有危险，而油缸始终处在受压状态，势必增大尺寸和降低油缸寿命。⑤采用多缸结构实现平衡与抽油的目的^[5,21]。这类机型的最大缺点是结构复杂、造价高，因为单缸机的造价已经超过了同类普通抽油机，若使用双缸则价格将会更高，寿命也低。此外这类机型还用了很多节流阀之类的东西使系统发热量大和效率低。⑥采用变量泵和液压马达，并通过滚筒和传送带带动抽油机抽油^[17]。这类机型的优点是体积小、易实现长冲程，但其价格高、寿命短，是其致命的弱点。因为变量泵与液压马达既昂贵、寿命也较低，特别是液压马达极易出故障，难以适应 24h 连续工作和温差达 80℃ 的恶劣环境。另外，液压马达的效率比油缸要低很多，因此这类机型的效率也会较低。此外，还有链条式^[13]、滚筒式长冲程^[10]和塔架式^[7]等等，这些机种都离不开链条、滑轮或多缸组件，因此结构复杂、寿命低，至今均无使用先例。

第二节 研制全状态调控式液压抽油机的意义

正如前文所述，如能够研制一种既克服老式抽油机的各种缺点，又能满足井况和操作人员各种需要的新式抽油机是十分必要的。因此由笔者设计、由北京科海机电有限公司研制，并与大庆油田采油二厂和机械总厂合作的新的抽油机——全状态调控式液压抽油机（简称 ASCH 抽油机）已经研制出来，该机从 1996 年底开始研制，历时 3 年，第一台 10 型（3m）样机从 1999 年 5 月 18 日正式在大庆采油二厂进行采油考核，至今已运行 3 年之久，一切正常，各项技术指标均达到原定设计指标，并经受到冬、夏两个季节的考验；2000 年 9 月又为大庆装备一台 14 型（5.4m）液压抽油机，至今运行也已超过 1 年零 8 个月，性能良好。后又为大庆生产 5 台 10 型（4.2m）液压抽油机，并开始了小批量生产。这种新机型的主要优点如下。

（1）系统效率高、电网利用率高。

这是一个关键性指标，若每台抽油机平均能节省 30% 的功率，那么全国 65000 口井就可节省 $20.28 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 电。显然，这样的设备问世自然会给油田和国家带来巨大的经济效益。现在对该机进行实测表明地面效率在 60% 左右，系统效率可达 40.2%。此数据仅以靠近电机的电能表指数为依据，并未考虑功率因数的影响。本液压抽油机的功率因数平均都在 0.8 以上，而常规机的功率因数为 0.2~0.55，平均为 0.37，前者较后者高 1 倍以上，即常规机的电流比本液压机高一倍以上，因此常规机的无功损耗比液压机大 4 倍。由此可算出常规机的无功损耗为其电能表指数的 61%，而本液压机的无功损耗仅为电能表指数的 2.5%。由此可算出液压机的效率比常规机高 1 倍，电网利用率也增大 1 倍。

（2）机型参数的可调性好。

为适应地下产液量变化的要求，机型的参数冲程和冲次应该是可调的，而且可调范围应该很大，以保证在单机生产中不更换机型。现在的液压机的冲程与冲次都可连续调节，而且调节十分方便，只需转动一个液压旋钮和按一个电子按键即可将冲程与冲次调整到任一值。

(3) 本机具有上快下慢的运动功能。

按现代采油理论认为上快下慢的运动规律可以提高采油效率，因为提高了井下油泵的充满系数。本机实践证明了这一点。

(4) 本产品具有超载和断载保护装置，并能自动停机报警。

(5) 本机能解决抽油杆的偏磨问题。

在聚合物井上使用常规机出现抽油杆与油管的偏磨问题，抽油杆与油管的断脱事故增多，因此作业周期明显缩短，平均为 160d，而水驱井的作业周期为 637d，相比缩短了 477d，这一现象已成为影响聚驱井整体开发的老大难问题，长期无法解决。实践证明本液压机可以解决此问题。以大庆二厂 141 井为例，采用常规机的平均检泵周期为 221d，采用本液压机后为 377d，而在检泵时并未发现偏磨，仅仅脱接器断开。现在又工作了 2a 并未修井，可见液压抽油机可以完全解决偏磨问题。

(6) 机型免修期长、维修量少和维修方便。

从现在在大庆油田的实际使用过程估计，其维修周期为 5a。

(7) 体积小，重量轻，便于安装、维修与搬运。

液压抽油机的实际重量均为同类机型的 40%。

(8) 本产品具有防冻、耐高温（环境温度）、防腐、防沙和防盗等特点。

全机除驴头、游梁、支架和油缸外为全封闭装置。本机实际运行证明，在 $-40\sim +40^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下可以正常工作。

应该说明，过去的液压抽油机之所以不具备上述优点，是因为当时的液压元件质量尚不过关，导致漏油、可靠性差和寿命短。另外，在设计原理上多不够完善，使得平衡性能不佳和结构复杂，造价昂贵（如多个油缸并联或两个油缸串联等），发热量大，因而没有发挥出省能的优势。随着液压技术的不断发展，上述问题已基本得到解决。如现代的油泵寿命可达 $1\times 10^4\text{h}$ 以上，而本机由于采用了特殊的措施又可以使油泵寿命提高几倍以上。另外，换向阀的寿命也可以达到 9×10^6 次，而作为执行机构的油缸，其密封件采用德国生产的高耐磨性、低摩擦力的组合密封件。本机是以节能为目标函数、以寿命为辅助优化指标并充分利用高质量的液压元件及机电液一体化新技术，才设计出这种品质优良的新式液压抽油机。

由于本产品具有上述一系列突出的特点，很可能成为抽油机行业中的主导产品或替代产品，形成一种新兴产业，因而具有很可观的社会经济效益。

第三节 全状态调控式液压抽油机（ASCH 抽油机）简介

ASCH 抽油机乃是一种悬点最大载荷、冲程和冲次均可连续调整的节能型液压抽油机。其基本原理如图 1-1 所示。图中 1 为本抽油机的机械系统，它包括前驴头 4、游梁 5、支架 6、底盘 7、蓄能器 8、悬绳器 9、采油树 10 和后驴头 11 等部分；图中 2 为液压传动与液压控制系统，包括电机、油泵、各种阀类和油缸 12 等部分；图中 3 为电控系统，包括启动部分、换向部分、过载和断载保护部分、报警部分等。图中油缸杆通过悬绳带动后驴头 11 使游梁绕支点 O 上下摆动。也可以令油缸杆与游梁之间采用轴承连接，即所谓硬连接，见图 6-1。

其工作原理是当按下启动按钮后电机启动并带动油泵工作，高压油经过有关阀类、滤油器等一系列液压部件后进入油缸并在换向机构的作用下驱动油缸杆上下运动，因而带动游梁作俯仰运动，以实现采油功能。

该机包括下列几部分。

(1) 启动回路。

当按下启动按钮后，为了减小启动电流和保护电机，负载并不立即加上，需自动延时 5s 后才能形成载荷。

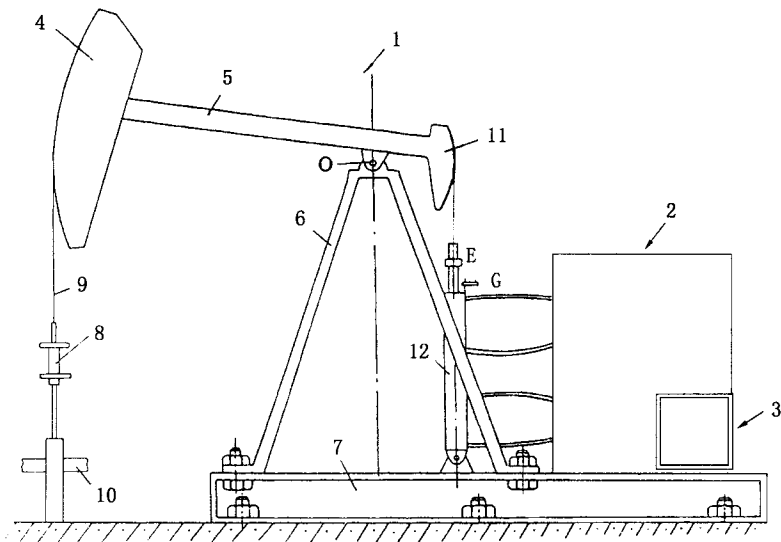


图 1-1 液压抽油机原理图

1—机械系统；2—液压系统；3—电控系统；4—驴头；5—游梁；
6—支架；7—底盘；8—蓄能器；9—悬绳器；10—采油树

(2) 平衡回路。

老式抽油机要加巨大的配重块才能使机器在上下冲程时保持电机的负荷基本不变，并且也将在下冲程时耗费的无用能量近似储存起来在上冲程抽油时使用。但老式抽油机也因此增加了巨大的重量和带来调整时的困难。一般每改变一个冲程或冲次都要有专门的吊车来吊装，既耗资又十分不便，而且冲程、冲次的变化档次很少，不适应井况的变化。本机则取消了一切配重块，利用液压的专门装置来实现平衡功能。它既可以准确地达到平衡，使抽油机的效率提高，增加电机的使用寿命，又可以很方便地实现无极调节。在最大的冲次和冲程范围内，可以任意改变它们的所需值。其方法是按一个电子按键和改变一个液压旋钮的位置。

(3) 换向回路。

当驴头到上死点或下死点后要自动反向。本机的换向方法与一般的换向方式不同，它没有靠碰撞换向的触点，因此寿命长，且便于调节冲程。

(4) 过载与断载保护回路。

抽油机经常碰到由于井下情况骤变而急剧增大悬点载荷，即过载。老式抽油机对此情况不能识别，这就容易断杆或损坏抽油机部件，本机则具有自动识别功能，当出现这种故障时，能自动停机、报警。此外，当抽油杆已经断裂时，需要立即停机处理，但老式抽油机仍然不能识别，照样运行，使人很难发现。本机则能自动停机报警。

(5) 刹车回路。

当在抽油过程中出现各种紧急情况时，本机能自动刹车或手动刹车，使驴头当即停在出

事位置。

(6) 补油回路。

当驴头换向时，为了运动平稳需要减速和停顿瞬间。另外，为了提高井下抽油泵的充满系数，也需要驴头在下死点时停顿瞬间，而为了减少抽油杆断裂和脱开的次数，当驴头在上死点时也需要停顿瞬间，以使井下的抽油泵有个卸载时间。这一切对于老式抽油机是不可想象的。而本机却可以方便地实现上述要求。不仅这样，还可以将停顿瞬间电机所耗费的无功收集起来，在上冲程时使用。这种做法不仅提高了效率，还可实现驴头上行快、下行慢的特殊运动规律。

(7) 防振回路。

对于稠油井和注聚井，在驴头向上运行时，油可能没有完全充满泵的下腔，当驴头由上死点向下运动瞬间油泵的上阀门并未打开，驴头仍以最大载荷向下运动直到活塞与下腔油面相接触，油泵才打开上阀门，此时驴头开始卸荷，由悬点最大载荷变成最小载荷。在这一瞬间驴头会出现一次摆动。为此需引入一个防振回路，如果对普通油井驴头不出现振动时此回路可以不起作用。

第四节 ASCH 抽油机的关键技术

本机是利用当前最新的机、电、液一体化技术研制而成，其关键技术主要有以下几方面。

(1) 节能技术。

本机是以节能为目标函数，对全机各个部件及整个系统都分别进行了优化设计与优化配置，使整机达到了前所未有的节能效果。

(2) 全状态连续调控技术。

本机对于冲程、冲次均能连续或称无极调节，而且调节十分方便，只需改变一个按键和一个旋钮位置。

(3) 新的平衡技术。

本机研制出一种无配重块的新平衡理论与新平衡技术，它可以使抽油机准确的达到绝对平衡，因而提高了整机效率，并且调整方便。

(4) 换向平稳及停顿可控技术。

本机采用一种特殊的换向技术，可以使换向平稳，并且可以改变换向停顿的时间，以便提高井下油泵的充满系数、减少断杆次数、减轻抽油杆的偏磨程度，等等。

(5) 超载及断载的保护技术。

本机能自动识别超载与断载故障并能自动停机报警。

第五节 生产 ASCH 抽油机的可行性及效益

(1) 研制与生产 ASCH 抽油机可以产生巨大的社会效益和经济效益。

通过本书的讨论不难看出，ASCH 抽油机作为一种崭新的机型具有良好的性能，仅节能一项就可给生产方和使用方带来巨大的经济效益，因而它的推广意义和潜力是很大的。如果在我国十分之一的有杆抽油机井中使用这种机型，每台平均节能按 50% 计算，每年就可

节约 $3.38 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 电。这样的社会效益和经济效益是任何机型都无法比拟的。

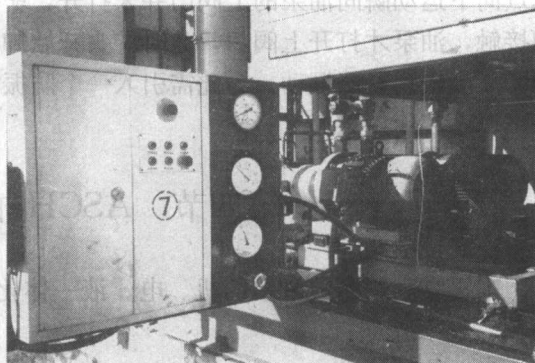
(2) 生产 ASCH 抽油机可以给企业带来可观的经济效益。

目前我国陆上油田每年老井换抽在 3000 口左右, 自喷井转抽在 1000 口左右, 再加上部分低压新井的转抽投产, 每年需要购置有杆抽油机 4000 台左右。如果 ASCH 抽油机每年能批量生产 1000 台, 市场占有率为 25% 左右。则年利润可达 3000 万元左右。可见企业的效益是相当可观的。

附 液压抽油机照片



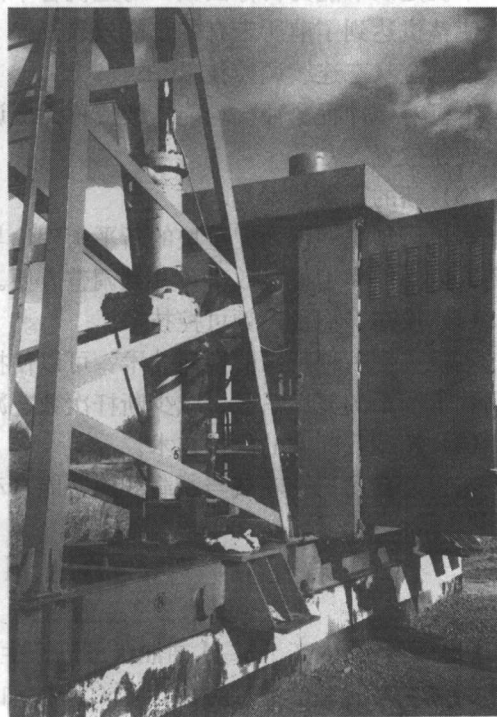
附图 1 10 型 (3m) 机外观图



附图 2 10 型 (3m) 机的泵源系统及电控系统



附图 3 10 型 (3m) 机的全貌



附图 4 10 型 (3m) 机的油缸及全液压系统

