

油田注水管网动态流量平衡节能技术

YOUTIAN ZHUSHUI GUANWANG DONGTAI LIULIANG PINGHENG JIENENG JISHU

周扬民 仪垂杰 等著



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

油田注水管网动态流量 平衡节能技术

周扬民 仪垂杰 等著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书深入详细论述了油田注水管网动态流量平衡节能问题,以及与油田注水管网有关的注水站泵控泵技术、管网动态流量平衡技术和注水管理的集散控制技术、优化设计技术等,并提供了在原油生产中实际应用的节能技术实例。

本书可供从事油田生产节能的工程技术人员参考,也可作为石油工程、油气储运工程及自动化等专业教师和学生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

油田注水管网动态流量平衡节能技术/周扬民,仪垂杰等著.
北京:石油工业出版社,2010.9

ISBN 978-7-5021-7982-3

I. 油…

II. ①周…②仪…

III. 油田注水-节能-技术

IV. TE357.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 164945 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.com.cn

编辑部:(010)64523550 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京晨旭印刷厂

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:12.25

字数:293 千字

定价:50.00 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

能源是人类赖以生存和发展的重要物质基础,也是经济发展的原动力。改革开放以来,我国经济飞速发展,人民生活水平显著提高,同时对能源的需求也在高速增长。2009 年我国的能源消费总量在 2000 年的基础上翻了一番还多,超过了 $21 \times 10^8 \text{t}$ 标准油,但能源消费的水平还很低,目前的人均能耗只有 1.6t 标准油,远低于发达国家的水平。而从发达国家走过的道路来看,达到碧水蓝天、生活舒适、交通便利的社会景象,一般人均能耗都在 4t 标准油以上。我国经济虽然经历了三十多年的高速发展,但人口多、底子薄、水平低、发展不平衡仍是我国的基本国情。目前我国仍处在工业化、城镇化的“家园建设”的阶段,能源消费的快速增长仍将持续很长的一段时间。

为保持社会、经济的持续发展,我国政府将节能减排作为基本的国策加以实施和落实。国民经济和社会发展“十一五”规划纲要提出:“十一五”期间单位国内生产总值能耗降低 20%,主要污染物排放总量减少 10%。为应对气候变化,我国政府对外承诺 2010 年单位 GDP 二氧化碳排放强度在 2005 年的基础上降低 40% ~ 45%。这些约束性指标的提出,是贯彻落实科学发展观、实现全面、可持续发展的重大举措;是建设资源节约型、环境友好型社会的必然选择;是推进经济结构调整,转变增长方式的必由之路;是提高生活质量,实现社会经济持续发展的必然要求。

“十一五”即将过去,在此期间我国节能工作取得了巨大的成就,高耗能行业节能成效显著,能源利用效率水平显著提高,但与国际先进水平的差距仍然十分明显,还有着巨大的节能潜力可以挖掘。石油和化工行业是我国能源消耗的大户,2009 年全行业能源消费量在全国能源消费总量中占到 15% 以上。目前全国的石油产量近 $2 \times 10^8 \text{t}$,石油开采、输送过程中的节能可以说是全社会节能的重点领域之一。

由国内著名学者、青岛理工大学校长、国家发改委能源研究所客座研究员仪垂杰博士组织在油田一线工作的专家和学者完成了《特高含水期油田采输系统节能技术及应用》和《油田注水管网动态流量平衡节能技术》两本专著的编写。该书的作者,多年从事油田节能技术开发及应用推广工作,在油田生产节能技术方面取得了一系列研究成果,成功研究开发了油田抽油机动态平衡控制、集输能耗分析控制、油田注水管网动态流量平衡和输配电无功补偿节能等技术,并在油田得到了推广应用和完善。

该书理论联系实际,突出了节能技术的先进性和实用性,系统地阐述了油田地面生产节能各个方面的相关应用技术和经验体会,是近几年来少有的系统论述油田生产过程中能耗环节及节能技术的专著,对目前油田生产的节能降耗,尤其是特高含水期油田的生产节能具有较高的参考价值,同时也可供相关领域的专业技术人员以及管理人员参考、借鉴,作为高校相关专

业的参考书使用。

该书的出版将有助于油田企业加快技术进步,提高系统能源利用效率,实现清洁生产。期望《特高含水期油田采输系统节能技术及应用》和《油田注水管网动态流量平衡节能技术》两本专著的出版在为提高油田生产节能做出贡献的同时,能够带动我国相关节能技术的进一步提高,并期待更多先进技术的面世。

国家发展和改革委员会能源研究所副所长 戴彦德

2010年9月

前 言

油田注水是高含水油田采油生产中的重要环节。随着油田进入二、三次开发后期,注水地面系统与井下注水驱油层动态变化不相适应的矛盾日益突出,如泵站负荷与供注水能力不匹配,注水层间压力不均衡,管柱蠕动现象严重,有效注水周期变短等问题,已成为制约我国大庆、胜利等老油田持续发展的瓶颈。为了适应油田生产发展需要,本书结合油田注水生产现状,分析注水系统各个环节高能耗的根源和进行技术节能的途径,为油田注水开发的节能降耗提供参考。

本书共分为七章。第一章讨论了油田注水系统工艺流程、系统组成和节能技术;第二章讨论了注水泵站的组成、PCP 技术和变频节能技术;第三章讨论了注水管网的能耗和节能技术;第四章讨论了分层注水能耗与节能分技术;第五章讨论了油田注水集散控制技术;第六章讨论了油田注水优化设计方法;第七章为书中所介绍节能技术在油田注水管网系统中的应用。

杨志远、闫兆民、李超、许丽丽等同学参加了本书的整理资料、绘制图表等工作。本书在写作的过程中得到了胜利油田胜利采油厂的大力支持,在此表示感谢。

由于作者水平所限,书中难免存在缺点和不当之处,敬请读者不吝指正。

编者

2010 年 9 月

目 录

第1章 油田注水系统	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 注水工艺流程	(1)
1.2.1 单管多井配水工艺流程	(2)
1.2.2 单管单井配水工艺流程	(2)
1.2.3 双管多井配水工艺流程	(3)
1.2.4 分压注水工艺流程	(3)
1.2.5 增压注水工艺流程	(3)
1.3 注水系统能耗分析与节能技术	(4)
1.3.1 注水系统能耗分析	(4)
1.3.2 注水系统主要节能技术	(7)
第2章 油田注水泵站能耗与节能	(9)
2.1 概述	(9)
2.2 注水泵站能耗分析	(10)
2.2.1 电机能耗分析	(10)
2.2.2 注水泵能耗分析	(17)
2.2.3 注水泵站管路能耗分析	(27)
2.3 注水泵站节能技术	(27)
2.3.1 电机节能	(28)
2.3.2 注水泵节能	(30)
2.3.3 泵站管路节能	(39)
第3章 油田注水管网能耗与节能	(40)
3.1 概述	(40)
3.2 注水管网能耗损失分析	(40)
3.2.1 圆管能耗损失	(41)
3.2.2 阀门能耗损失	(43)
3.2.3 弯头能耗损失	(45)
3.2.4 管道的分流与合流能耗损失	(46)
3.3 油田注水管网节能	(47)
3.3.1 注水管网布局优化	(47)
3.3.2 注水管网运行优化	(52)
3.3.3 注水管网动态流量平衡控制	(52)
第4章 油田分层注水能耗与节能	(55)
4.1 概述	(55)

4.1.1 油田分层注水国外现状	(55)
4.1.2 油田分层注水国内现状	(56)
4.2 油田分层注水能耗分析	(59)
4.2.1 配水器能耗分析	(59)
4.2.2 封隔器能耗分析	(63)
4.2.3 注水管柱能耗分析	(67)
4.3 油田分层注水节能	(71)
4.3.1 自动平衡配水器节能	(71)
4.3.2 封隔器节能	(73)
4.3.3 分层注水管柱节能	(80)
第5章 油田注水系统集成控制技术	(85)
5.1 概述	(85)
5.1.1 计算机控制系统的特点	(85)
5.1.2 计算机控制系统的一般结构	(85)
5.1.3 计算机控制系统分类	(86)
5.2 数据采集	(97)
5.2.1 采集模块	(97)
5.2.2 系统接口	(98)
5.2.3 数据处理	(100)
5.3 控制算法	(103)
5.3.1 PID 控制算法	(103)
5.3.2 预测控制算法	(111)
5.4 软件组态	(116)
5.4.1 组态软件概述	(116)
5.4.2 组态软件构成	(117)
5.4.3 软件组态过程	(119)
5.4.4 数据采集结果处理	(123)
第6章 油田注水系统节能设计	(127)
6.1 概述	(127)
6.2 注水管网优化设计	(127)
6.2.1 注水管网优化设计概述	(127)
6.2.2 注水管网的优化设计	(129)
6.2.3 注水管网的优化结果分析	(135)
6.3 注水泵站运行优化设计	(137)
6.3.1 注水泵运行优化概述	(137)
6.3.2 注水泵运行优化设计	(137)
6.3.3 注水泵的运行优化结果分析	(141)
6.4 注水系统仿真设计	(141)

6.4.1	注水系统仿真概述	(141)
6.4.2	注水系统仿真设计	(142)
6.4.3	注水系统的仿真结果分析	(155)
第7章	注水系统节能技术应用	(158)
7.1	辽河油田注水站高压注水泵变频节能技术应用	(158)
7.1.1	变频器使用环境	(158)
7.1.2	油田应用案例	(158)
7.2	吉林扶余采油厂 PCP 节能技术应用	(163)
7.2.1	吉林油田扶余采油厂现状	(163)
7.2.2	PCP 技术设计思路	(163)
7.2.3	技术特点	(163)
7.2.4	扶余采油厂 PCP 系统结构	(163)
7.2.5	扶余油田 PCP 应用效果	(164)
7.3	杏南油田注水系统数字化监控技术应用	(165)
7.3.1	杏南油田注水系统概况	(165)
7.3.2	杏南油田注水系统优化及实时分布式控制系统应用	(165)
7.3.3	杏南油田注水站微机巡控系统应用	(166)
7.3.4	注水站变频自动控制	(168)
7.4	高含水期油田注水管网节能技术应用	(171)
7.4.1	概述注水管网节能的目的和意义	(171)
7.4.2	注水管网优化设计应用案例	(172)
7.5	中原油田偏心配水器中堵塞器的改进应用案例	(177)
7.5.1	中原油田采油六厂配水器的现状	(177)
7.5.2	暂堵坐封堵塞器的设计思路	(177)
7.5.3	暂堵坐封堵塞器的结构及工作原理	(177)
7.5.4	暂堵坐封堵塞器的现场试验情况	(177)
7.5.5	暂堵坐封堵塞器的试用情况及效果	(178)
7.5.6	经济效益	(179)
7.6	中原濮城油田 YM241 封隔器的改进及应用案例	(179)
7.6.1	中原濮城油田 YM241 封隔器现状	(179)
7.6.2	YM241 封隔器的改进的技术分析	(180)
7.6.3	YM241 封隔器结构改进及优点	(181)
7.6.4	YM241 封隔器改进后的性能特点及技术参数	(181)
7.6.5	YM241 封隔器改进后地面试验及现场应用	(181)
参考文献		(183)

第1章 油田注水系统

1.1 概 述

在油田开发过程中,有些油田由于地层能量逐渐下降,到一定时期地层能量就不能使油井保持自喷;有些油田则因为原始地层能量低或油稠,一开始就不能自喷。油井不能保持自喷时,或虽能自喷但产量过低时,就必须借助机械的能量进行采油。目前采用的机械采油方法有深井泵采油和气举采油。随着油藏中原油的不断开采,地层能量进一步下降,表现为油井液面下降甚至供油不足,油井产量急剧下降。通过注水井向油层注水补充能量,保持地层压力,增大储层向油井的供液量,恢复油井液面。

油田注水是采油生产中最重要的工作之一,在油田的开发中具有极其重要的意义。与其他物质相比,注水驱油具有一定的优点,一方面水的来源比较易于解决,同时把水注入油层是比较便宜的;另一方面,从一个油层中用水来排油,水作为介质十分理想。当然,注水井中的回注水本身具有一定的压力,回注水在油层中具有较强的扩散能力,使油层保持高压水平,使油层压力始终处于饱和压力以上,就使地下原油中溶解的天然气不会大量脱出,而使原油性质稳定,保持良好的流动能力。这样,就可以使油井的生产能力保持旺盛,能够以较高的采油速度采出较多的地下储量,即有利于提高油田原油采收率。从1954年开始在玉门油田首先采用注水以来,国内的各大主要油田先后都进行了油田的注水开发,以使油田长期稳定高产。在世界范围内,注水保持压力的开采方法已得到大面积使用。

如何通过控制注水和控制产水量使油田保持长期高产、稳产,即用“控水”来达到“稳油”的目标,是特高含水期油田保持高产、稳产的关键。要求控制油井高含水层的产水量,并且通过注水井调整不同油层的注水,有效地控制采水量的增长幅度。要达到上述目的,就必须正确运行整个注水系统,保证系统内的流量和压力具有最适当的分布。为了继续实现油田稳产,油田能耗将急剧升高。因此,充分发挥已建和在建生产能力,进一步控制并降低注水损耗,减少生产能耗,已成为今后油田生产建设中的重要任务。

1.2 注水工艺流程

注水系统由水源、注水站、配水间、注水井、注水管网等组成。水源有地面水(包括江河、湖泊、水库)、地下水(水源井取水)、海水、含油污水等,需经不同程度、不同工艺的处理,使之达到注入水质标准。进行水处理可单设水处理站,亦可与注水站联合设置合一水站,小型注水站常与独立的小水源联合设站。注水站是注水系统的核心部分,其作用是担负注水量短时存储、计量、升压、注水一次分配和水质监控等任务。配水间的工作是对注水站来水进行计量、调节、控制;在进行水井增注、封堵、解堵或其他注水措施时,利用泵站来的高压水,从配水间挤入注水井,减少一些井下作业任务。注水井口是注水系统地面工程的末端,是实现向地下注水的地面装置。

图 1-1 为注水系统结构图。可以看出,注水系统是由节点单元(包括注水站、配水间、注水井及管线交汇点)和管道单元(包括注水干线、注水支线)组成的大规模复杂流体网络系统。目前国内注水工艺流程主要有以下几种。

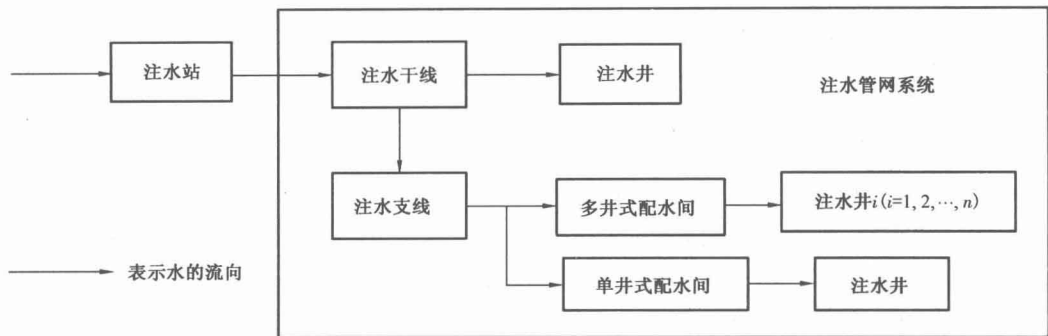


图 1-1 注水系统结构图

1.2.1 单管多井配水工艺流程

如图 1-2 所示。注水站将水经单管配水干线送到多井配水间,分配计量后进注水井。这种流程的特点是配水间可与计量间合建,便于管理,也容易调整管网。适用于油田面积大,注水井多,注水量大的注水开发区块。

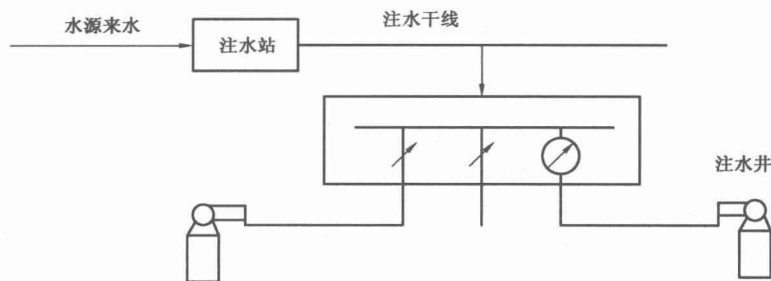


图 1-2 单管多井配水流程图

1.2.2 单管单井配水工艺流程

如图 1-3 所示。配水间在井场,每条干线辖几十口井,分层测试方便。用于油田面积大,注水井多,注水量较大的行列注水开发区块。

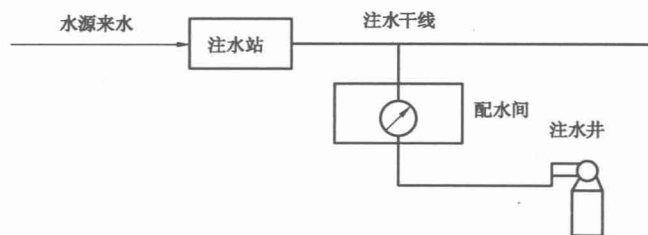


图 1-3 单管单井配水流程图

1.2.3 双管多井配水工艺流程

如图 1-4 所示。该流程从注水站到配水间有两条干线,一条注水,另一条洗井。适用于单井注水量较小的地区,有利于保持水质,一般用于洗井次数多和酸化压裂较多区块。

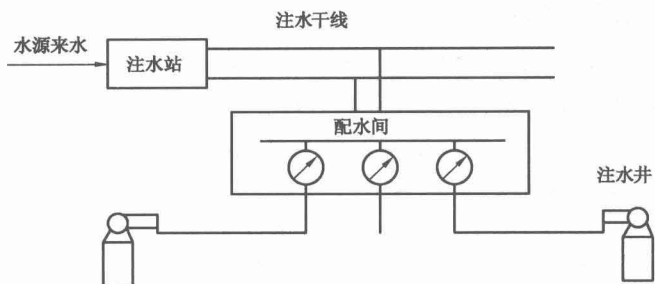


图 1-4 双干管多井配水流程图

1.2.4 分压注水工艺流程

如图 1-5 所示。当多油层油田的油层渗透率差别很大时,需采用压力不同的两套管网,对高、中渗透层和低渗透层实行分压注水。

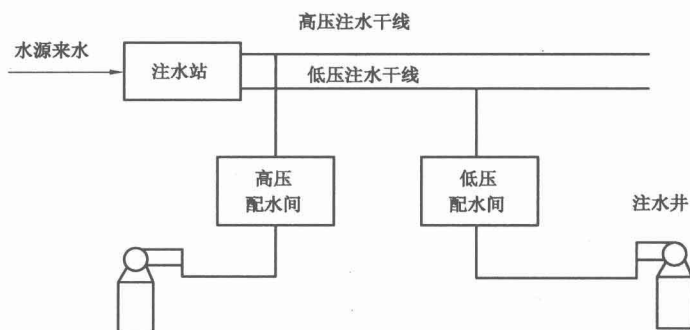


图 1-5 分质分压注水流程图

1.2.5 增压注水工艺流程

如图 1-6 所示,对于同一区块内少部分低渗透层的注水井,可采取阶梯式增压注水工艺,根据井网半径大小,可使几口井集中增压或单井增压。

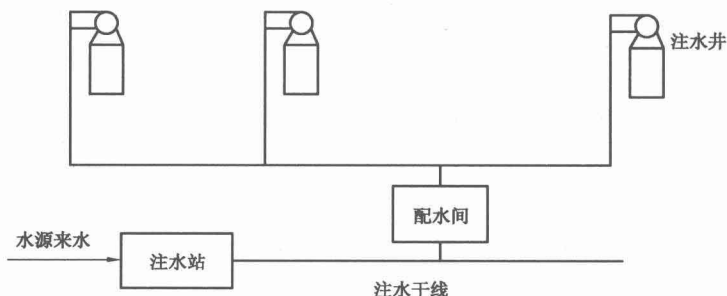


图 1-6 增压注水流程图

1.3 注水系统能耗分析与节能技术

1.3.1 注水系统能耗分析

注水系统能量主要由四大部分组成。第一部分是驱动注水泵电机损耗的能量,这部分能量可以用电机的效率曲线来分析。油田使用电机的效率随轴功率而变化,效率约为96%,也就是说每注 1m^3 的水大约有4%的能量由电机本身损耗了。第二部分是注水泵消耗的能量,这部分能量可用水泵效率曲线来分析。它随水泵输出流量而变化,目前油田用注水泵平均运行效率约为77%,即每注 1m^3 水大约有20%的能量被注水泵损耗了。第三部分能量为管网摩擦损失,可以用管网效率来分析。第四部分能量是将水注入油层所需的能量。这部分能量决定于油层所要保持的压力、储油层的性质和油层的动态等因素。因此油田注水系统耗电量很大,平均占油田生产用电量的40%以上。随着油田进入高含水开发期,为保证地层有足够的能量要向地下注入大量的水,为了节约油田开发中已经紧张的用电量,把注水能耗增长的速度降下来,实现注水节能降耗、提高油田的经济效益已成为刻不容缓的事情。

1.3.1.1 电机效率分析

1. 电机效率计算

采用测量法计算电机效率,见式(1-1)、式(1-2)。

$$\eta_e = \frac{P_e - P_o - 3I^2R - KP_e}{P_e} \times 100\% \quad (1-1)$$

$$P_e = \sqrt{3}IU\cos\phi \quad (1-2)$$

式中 η_e ——电机效率;

P_e ——电机输入功率,kW;

I ——电机线电流,A;

U ——电机线电压,kV;

$\cos\phi$ ——电机线功率因数;

P_o ——电机空载功率,kW;

R ——电机定子直流电阻,k Ω ;

K ——损耗系数,随电机杂损耗、转子铜损耗功率的增大而增大。常用的2级1000~2250kW电机的 K 值为0.009~0.011,一般可取0.01。

2. 电机平均运行效率

电机平均运行效率见式(1-3)。

$$\bar{\eta}_e = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ei} \eta_{ei}}{\sum_{i=1}^n P_{ei}} \quad (1-3)$$

式中 $\bar{\eta}_e$ ——电机平均效率,%;

P_{ei} ——第 i 台电机输入功率,kW;

η_{ei} ——第 i 台电机效率, %。

1.3.1.2 注水泵效率

(1) 当采用流量法时, 注水泵效率计算见式(1-4)和式(1-5)。

$$\eta_p = \frac{\Delta p \cdot q_{vp}}{3.6 P_p} \times 100\% \quad (1-4)$$

$$P_p = P_e \cdot \eta_e \quad (1-5)$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 \quad (1-6)$$

式中 η_p ——注水泵效率, %;

q_{vp} ——注水泵的流量, m^3/h ;

P_p ——注水泵轴功率, kW;

p_1 ——注水泵进口压力, MPa;

p_2 ——注水泵出口压力, MPa。

(2) 当采用热力学法时, 注水泵效率计算见式(1-7)和式(1-8)。

$$\eta_p = \frac{\Delta p}{\Delta p + 4.1868(\Delta t - \Delta t_s)} \times 100\% \quad (1-7)$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (1-8)$$

式中 t_1 ——注水泵进口水温, $^{\circ}C$;

t_2 ——注水泵出口水温, $^{\circ}C$;

Δt_s ——等熵温升值, $^{\circ}C$ 。

(3) 注水泵平均运行效率按式(1-9)计算。

$$\bar{\eta}_p = \frac{\sum_{i=1}^n P_{pi} \eta_{pi}}{\sum_{i=1}^n P_{pi}} \quad (1-9)$$

式中 $\bar{\eta}_p$ ——注水泵平均效率, %。

1.3.1.3 注水站效率

1. 注水站效率

注水站效率见式(1-10)。

$$\eta_s = \frac{(p_3 - p_1) \cdot q_{vp}}{3.6 \sum P_e} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 η_s ——注水站效率, %;

p_3 ——注水站外输水出站压力, MPa;

q_{vp} ——注水站外输水流量, m^3/h ;

$\sum P_e$ ——注水站拖动注水泵电机输入功率之和, kW。

2. 注水站平均运行效率

注水站平均运行效率见式(1-11)。

$$\bar{\eta}_s = \frac{\sum_{i=1}^n \sum P_{ei} \eta_{si}}{\sum_{i=1}^n \sum P_{ei}} \times 100\% \quad (1-11)$$

式中 $\bar{\eta}_s$ ——注水站平均运行效率, %;

η_{si} ——第 i 个注水站运行效率, %;

$\sum P_{ei}$ ——第 i 个注水站拖动注水泵电机输入功率之和, kW。

1.3.1.4 注水管网运行效率

注水管网运行效率计算见式(1-12)。

$$\eta_n = \frac{\sum_{i=1}^n P_{4i} \cdot q_{vi}}{\sum_{i=1}^n P_{2i} \cdot q_{vpi}} \times 100\% \quad (1-12)$$

式中 η_n ——注水管网效率, %;

P_{4i} ——第 i 口注水井井口压力, MPa;

q_{vi} ——第 i 口注水井注水量, m^3/h ;

P_{2i} ——第 i 台注水泵出口压力, MPa;

q_{vpi} ——第 i 台注水泵流量, m^3/h 。

1.3.1.5 注水系统效率

注水站系统效率计算见式(1-13)。

$$\eta = \bar{\eta}_e \cdot \bar{\eta}_p \cdot \cdots \cdot \eta_n \quad (1-13)$$

式中 η ——注水系统效率, %。

1.3.1.6 注水单耗

1. 注水系统单耗

用统计方法或测量方法, 注水系统的总耗电量及总注水量, 见式(1-14)。

$$DH_1 = \frac{W_1}{V_1} \quad (1-14)$$

式中 DH_1 ——注水系统单耗, $kW \cdot h/m^3$;

W_1 ——注水系统耗电量, $kW \cdot h$;

V_1 ——注水系统注水量, m^3 。

2. 注水站单耗

用统计方法或测量方法, 注水站的总耗电量及总输水量, 见式(1-15)。

$$DH_2 = \frac{W_2}{V_2} \quad (1-15)$$

式中 DH_2 ——注水站单耗, $kW \cdot h/m^3$;

W_2 ——注水站单耗量, $kW \cdot h$;

V_2 ——注水站外输量, m^3 。

3. 注水机组单耗

用统计方法或测量方法,注水站的总耗电量及总输量,见式(1-16)。

$$DH_3 = \frac{W_3}{V_3} \quad (1-16)$$

式中 DH_3 ——注水泵机组单耗, $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$;

W_3 ——注水泵机组单耗量, $\text{kW} \cdot \text{h}$;

V_3 ——注水站外输量, m^3 。

1.3.2 注水系统主要节能技术

1.3.2.1 电机节能

(1)选择节能型高效电机。国家有关部门不定期公布能耗大的淘汰产品,设计时应注意选择新型高效产品。

(2)结合油田实际,合理选型,减少无功损失。

(3)注水泵合理匹配,避免“大马拉小车”。

选用功率为 1000kW 及以上的注水泵电机时,其效率应大于 95%,功率因数应不小 0.85。

1.3.2.2 注水泵节能

(1)合理选择高效大排量离心注水泵。由于大排量离心注水泵过流面积大、阻力小,使之容积损失和水力损失小,泵效比小排量泵高。对于注水量较大、注水压力要求不高的油田,应推广应用 D300-150 型、D250-150 型、D280-160 型系列离心式注水泵。

(2)合理利用注水泵的高效区。为适应用水量和水压的变化,常采用多台注水泵并联运行和单独运行相结合的方式。为使注水泵的工况尽可能处在高效区内,应注意使它在并联时每台水泵的工况点接近高效区的左面边界。这样,当单泵运行时,工况点右移,仍可能处在高效区内,在整个工况变化范围内效率较高。

当注水泵并联工作时,每台注水泵的工况点随着并联台数的增多,而向扬程高的一侧移动,台数过多,就可能使工况点移出高效区的范围,测试资料表明,当两台或三台注水泵并联运行的实际出水量为注水泵叠加水量的 73%~82%时,用电单耗较单台运行高 4%~15%。

(3)小油田选用柱塞泵。柱塞泵水力性能较离心泵好,漏水量比离心泵小,其泵效比离心泵高得多,实际运行效率达到 85% 以上。因此对于注水量小、注水压力高的小油田或低渗透油田,应选择高效柱塞泵。

1.3.2.3 管网节能

注水系统中管网费用约占 70%~80%,应对管网进行优化设计,使其达到投资少、能耗低的目标。

(1)经济流速的确定。

在流量已定时,流速的确定会直接影响到管网的投资和运行费用。流速取得小些,管径增大。相应的管网造价增加,而管段中的水头损失减小,水泵所需扬程将降低,运行费用降低,因此在管网设计时,应对管径进行优化设计。

(2)减小管网能量损失。

注水管网内壁应作涂料防腐,不仅可以增加管网使用寿命,而且可以减小粗糙系数。资料

表明,内壁涂衬后,粗糙系数在 10 ~ 20 年内都保持在 0.011 ~ 0.013 之间。对于早期敷设的管线,如果内壁未作涂衬,水管内壁有不同程度的结垢,粗糙系数最高可超过 0.020。可以采取酸洗的力法,使管道恢复到原来的输水能力和能量消耗。

(3) 分区注水。

由于低渗透油田具有储层致密、弹性能量小、导压系数低、驱油能耗大、储层孔隙度和渗透率低、吸水能力差、地层易被污染、单井产能低等特点,可以考虑采用潜油电泵分区注水。

1.3.2.4 分层注水节能

分层注水节能原理是将各层按油层性质、含油饱和度、压力等相近,层与层相邻的原则,按开发方案要求划分几个注水层段,通常与采油井开采层段对应,采用一定的井下工艺措施,进行分层注水,以达到保持地层压力提高油井产量和节能的目的。它是为解决油田开发中的层间矛盾,实现有效注水,保持地层能量,维持油田长期稳产、高产,提高水驱动用储量和采收率的重要手段,使高、中、低渗透性的地层都能发挥注水的作用,实现油田长期高产稳产,提高最终采收率的目标。

分层注水节能的实现是通过在注水井内下封隔器把油层分隔开几个注水层段,在各注水层段均有配水器,并安装不同直径的水嘴的注水工艺,解决了层间的矛盾,把注水合理地分配到各层段,对渗透性好、吸水能力强的层控制注水;对渗透性差、吸水能力弱的层加强注水,以提高产量。