

# 排水采气工艺技术的发展及应用

李金昱

新疆中油安环工程有限公司 新疆 乌鲁木齐 830002

**摘要:** 随着我国经济社会的快速发展,排水采气工艺技术也开始得到社会各界的广泛关注,学术界的许多学者对这项技术的发展问题,进行分析与研究,并取得相应成效。在气井开采期间,气井的持续生产会降低地层的压力,当面临水的举升问题时,将导致液体在井底聚集,对整个生产进程产生负面影响。对于这种现状,工作人员要把排水采气工艺技术应用到实际工作中,并根据现实需求,加强对排水采气工艺技术研究。因此,本文主要对相关问题进行分析,希望能给行业发展提供参考。

**关键词:** 排水采气; 工艺技术; 发展; 应用

## Development and application of drainage gas production technology

Jinyu Li

Xinjiang Zhongyou Anhuan Engineering Co., Ltd. Urumqi 830002, Xinjiang

**Abstract:** With the rapid development of the Chinese economy and society, drainage gas production technology is beginning to get wide attention from all walks of life. Many scholars in the academic circle have analyzed and studied the development of this technology and achieved corresponding results. The production of a gas well, continuous production of a gas well reduces the pressure in the formation. When faced with water lifting problems, this can cause fluid to accumulate at the bottom of the well, negatively affecting the entire production process. For this situation, the staff should apply the drainage gas production technology to the actual work, and strengthen the research on the drainage gas production technology according to the actual demand. Therefore, this paper mainly analyzes the relevant problems, hoping to provide a reference for the development of the industry.

**Keywords:** drainage gas production; Process technology; development; application

### 引言

我国城市化水平的逐步提高,人们对生产生活环境的要求越来越高。在可持续发展背景下,天然气作为一种清洁能源,对于落实“节能减排”观念具有重大意义和价值。同时,由于天然气开发时间长,常常造成井底积液堵塞,直接影响到天然气开发工程顺利推进。通过应用排水采气工艺技术,能够排出井筒中存在的液体,确保天然气开采工作的正常运行<sup>[1]</sup>。历经多年发展,现阶段的排水采气工艺技术已经相对完善,但各种技术对气井生产的作用也有所差异,所以需要根据实际情况,选择更为合适的排水采气工艺。

### 一、气田产生积液的原因分析

在气井运行过程当中,会同时有一定量地层水流向井底部,当气井产量高、天然气流量快速上涨时,可以直接将地层水带到地面上;但是地层能量逐渐减弱后,天然气流速逐渐减慢、气井的产量也逐渐减少,就可能造成井底积液,井筒内会出现液柱,这样就会使气井产量大大减少。如果长期存在积液,会对气层造成污染,气井的产量也就逐渐减少。因此,要想提高气井的使用时长,提高气井的生产能力,就必须对气井

进行排水采气的工艺技术改造。只有解决了井下产生的积液,才能够保证气井安全、稳定、有序地运行下去。

对于气井产生积液的原因,会存在各种各样的情况,所以为了把井内留存的积液排出,需要选择更加适合的排水采气工艺技术。这对行业工作人员提出更高要求,只有研究开发出更为先进的排水采气工艺技术,在将井底积液排出期间,利用离心泵作为主要设备。这种方式适合于出水量大,但地层能量较为薄弱的气井,保证在遇到积液问题时,能够及时处理与解决,才能促进气田产业的可持续发展。

### 二、气井积液机理及诊断方式

气井生产期间,如果产出水未能及时排到地面,而直接聚集在井底时,就会产生气井积液,给地层带来不良影响。为此,需要重点关注排出气井积液的问题,在此期间,最重要的就是对气井积液机理及诊断方式有个初步认知<sup>[2]</sup>。

#### 1、气井积液机理

所谓“气井积液”,主要泛指在气井中的气体,因为不能及时把液体带到地面,导致液体在井筒中集聚的情况。一般而言,因为气井内部流动的气相、筒内会出现泡状流、段塞流、

环流与雾流四种流型。

在气井运行前期，因为井筒内气体流动的速度较快，在油管内会出现雾流；气井运行中期，产量的逐步下降，在井口与油管会根据气体的流动情况，产生两种不同的情况，井口产生雾流，油管内出现过流；气井运行中后期，如果产量还是按照持续走低的形式，过渡流会演变成段塞流；一旦气体没法将液体抬升至地面上，段塞流就会形成泡状流……经过这一过程的变化后，气井的产量还是没有得到回暖，那就说明已经无法改变这一现状。

## 2、气井积液诊断方式

关于如何诊断气井积液，现阶段比较成熟的两种方式，就是对生产情况分析、临界携液流量计算。如果使用曲线进行分析，要根据曲线图的走向，判定气井是否处于正常运行的状态。但是如果遇到曲线下落的情况，说明气井开始积液，而一旦使用排水采气工艺技术后，产气量逐步上升，曲线又会呈现上升趋势，并趋于平稳状态。

如果采用临界携液流量计算方式，需要建立一个基本的计算模型，需要分析研究出更为先进的新型技术，国内外的学者对其进行大量研究后，给出了适用于不同气井的计算模型。其中，现阶段常用的模型分别是 Turner 临界流量方法、杨川东临界流量方法、最小动能临界流量方法等<sup>[1]</sup>。

## 三、排水采气工艺技术的主要类型

我国经济社会的不断发展，人们也开始使用更为便捷的低碳材料，其中天然气就是最为典型的方式。在开采天然气的过程中，可能会出现井底积液的情况，影响到项目的正常运行。排水采气工艺技术是目前解决井底积液最为有效的方式，接下来，将进行具体阐述。

### 1、气排水工艺技术

使用气举排水采气工艺技术，主要把高压气源投入到井底，然后借助极强的作用力，促使井底的积液能够抬升至地面上。一般来说，气举排水会分为开式气举、闭式气举和半闭式气举三种类型，又分为正举与反举两种。正举主要是把气源注入到油套环形空间，然后从油管中排出井底的积液；反举则与正举的方式有所相反，就是通过油管进入、但从油套环形空间排出井底积液。这种方式具有操作简便、节省成本的优势，且不易受到井口深浅问题的影响。但是，通过注气的方式，井底会出现回压的情况，可能导致井底积液无法完全排出<sup>[4]</sup>。

### 2、泡沫排水采气工艺技术

泡沫排水采气工艺技术具有成本低、速度快的显著优势。使用这种技术，一般会在井筒中注入适量的表面活性剂，待井筒中的水与之混合，产生大量泡沫后，会跟着流动的天然气上至地面。在此期间，井筒中产生的积液，也会跟着泡沫一同流出。需要注意的是，泡沫排水采气技术主要针对地层拥有部

分能量，但是井筒还有积液，无法继续生产的气井。

### 3、电潜泵排水采气工艺技术

电气泵排水采气工艺技术，主要利用自动控制原理，通过离心泵将井底积液从井底排出的方式。这种方式比较适合产水量大，但是地层能量略显不足的气井，需要利用自动化技术的优势，恢复气井的正常运行。自动化技术作为机械制造工艺的先进技术，因为对应用环境的要求较高，所以不能在一些带有腐蚀性气体的井筒中使用，这不仅会损坏器械，而且缩短其使用寿命。与此同时，为了保证设备的正常运行，使用自动化的电潜泵排水技术，需要准备大量的资金成本、以及做好后期的维护与检修工作。

### 4、柱塞排水采气工艺技术

柱塞排水采气工艺技术，通常应用在气井地层能量较高的气井中，通过柱塞运动的方式，把井底存在的积液外排出来，保证开采工作得以顺利进行。如果气井能量充足的情况下，可以把气举排水采气工艺技术应用其中，先把高压气源注入环形空间，再利用柱塞排水技术，对气井进行排水采气工作。因为柱塞排水在工作时，一直处于循环反复的运动状态，所以使用这项技术，能够避免排水采气的井底出现结垢的现象。

### 5、涡轮排水采气工艺技术

涡轮排水采气工艺技术，主要采用液力涡轮装置设备，对出现井底积液的情况，通过运转的方式，将其排出井外。与其他工艺措施不同的是，涡轮排水装置可以承受将至 300℃ 的高温，而且具有抗腐蚀的优势特点。对于一些内部结构较为复杂的气井来说，选择成本低、经济效益较高、耐高温以及抗腐蚀的工艺技术，能够为气井开采带来更多便捷。

### 6、复合排水气工艺技术

所谓复合排水采气工艺技术，主要把各项排水采气工艺技术通过互相搭配的模式，通过借助各项技术的优势特点，进行取长补短，从而促进排水采气工艺技术实现更好发展。例如最典型的搭配技术，即气举——泡沫排水采气工艺技术。在具体使用过程中，把适量起泡剂与高压气同时注入井底，待气水混合后，形成了便于排出井外的泡沫，这就能够让井内积水在高压下顺利抬举至地面。通过这两种工艺技术的融合，不仅可以解决好因地层不足，难以排出井底积液的问题，而且对于产水量较大的气井，也能得到有效缓解。

## 四、排水采气新工艺技术应用效果

在气井运行中后期，当气井地层的能量逐步降低时，如果还使用过去的排水采气工艺技术，因为具有一定的局限性，会导致作用效果达不到要求。在这种形势下，要求各专业人员不断研发出更为先进的排水采气工艺新技术，并将其应用到实际工作中。

### 1、超声波排水采气工艺技术

超声波最早来自物理学领域,而超声波排水采气工艺技术就是在物理作用下,与之衍生出来的新型排水采气方法。这种方法的具体操作手段,首先在气井的底部建立超声波场,然后借助超声波的作用,把地层中存在的积水,通过雾化的方式,顺着天然气的气流方向,随着采气油管上升到地面上<sup>[5]</sup>。使用这种技术,因具备操作简单、适应环境能力强等优势,可以有效提高天然气的产气量,而且对天然气开采前期中遇到的防水、除垢等问题有所效果。但是,目前超声波排水采气工艺技术,还处在研究阶段,经过实验室内部的多次试验后,该技术拥有其广泛的应用空间,可以在今后的采气工程项目中,发挥更为重要的作用。

### 2、天然气连续循环工艺技术

天然气连续循环工艺技术,是传统柱塞排水采气工艺技术在应用过程中,针对出现的问题,而提出的新型技术。这是因为在使用柱塞排水技术时,如果在油管中出现一些“障碍物”,把举升的路径堵塞住,就会导致气井工作无法顺利推进。采用天然气连续循环工艺技术,就能够有效改善这一情况。

使用该技术,主要拥有如下优势特点:第一,确保在气井产量持续下降的情况下,井筒内积压的液体还能够顺利排出井口,且不再出现积液;第二,当油管出现气井出砂的情况时,还能够保持正常运行;第三,使用期间不需要任何外部气源及其装置的搭配,即可独立运行。由此可见,天然气连续循环工艺技术的出现,可以规避传统排水采气工艺技术的缺陷,从而提升工作效率。

### 3、聚合物控水采气工艺技术

与其他的排水采气工艺技术有所区别,聚合物控水采气工艺技术,操作更为简便。主要在井筒周边地层水中,加入适当聚合物,避免地层水流入井筒。在此期间,主要采用了控制技术。对于控制气井产水的方式,一般有如下两个类型:一是把气层与水层区分开来,在水层放置能够起到阻碍作用的物品,例如树脂、水泥浆等。另一种则是不把上述两者区分,通过使用水溶性聚合物的方式,目的只是将水隔离起来。

### 4、气体加速泵排采工艺技术

气体加速泵排采工艺,是根据常用的气举装置、射流泵装置的使用情况,而研制出的新型排水采气工艺技术。通过产生

高速射流的方式,利用高压气提供的压力,将堆积的积液转化成动能,并扩散至井口。气体加速泵能够保证举升的液体保持较为稳定的状态,并且把地层水抬升至地面,常用于各种斜井、高温深井等。但由于机械设计的过程较为复杂、生产数量少等缺点,一般需要同动量方程、气举设计等综合使用。

### 5、同心毛细管工艺技术

同心毛细管工艺技术,是在涡轮排水采气工艺技术应用期间,出现防腐、防垢等问题而研制出的新型技术。这项技术可以解决在油气井生产期间的问题,能够降低其使用成本,提高经济效益。同心毛细管的底部,会设置一套能够在井部使用的设备,将化学发泡剂注入到气井底部,待液体与发泡剂充分混合,随着天然气一同排出井筒,大大提升井筒积液的排出效率。有相关实践证明,使用同心毛细管工艺技术,可以保证气井生产效率,而使用毛细管管柱是实现经济效益提升的有效途径。

## 五、总结

综上所述,目前排水采气工艺技术在实际工作中,仍然有广泛的使用空间,尤其在开采天然气的过程中发挥了重要作用。但是,排水采气工艺技术的种类繁多,也拥有其优点与缺陷,在实际生产中要根据当下的气井情况,选用更为合适的排水采气工艺方法。与此同时,因为排水采气工艺技术是一项具有发展前景的工程项目,要花费更多心思研究新的开发方式,所以还有很长的路要走。

### 参考文献:

- [1] 李洪雪.大庆油田低压低产气井排水采气工艺技术的应用[J].化学工程与装备,2020(11):134+53.DOI:10.19566/j.cnki.cn35-1285/tq.2020.11.060.
- [2] 靳冰冰,檀朝东,周建华.天然气井积液预测方法的比较分析[J].中国石油和化工,2008(22):55-58.
- [3] 向耀权,辛松,何信海,代兴邦,吴丽烽.气井临界携液流量计算模型的方法综述[J].中国石油和化工,2009(09):55-58.
- [4] 魏纳,刘安琪,刘永辉,刘小平,冉乙钧,周祥.排水采气工艺技术新进展[J].新疆石油天然气,2006(02):78-81+101-102.
- [5] 杜坚,周洁玲.深井低压底水超声排水采气方法研究[J].天然气工业,2004(06):86-88+12.

作者简介:李金昱(1976.10-)女,北京人 本科,工程师,主要研究方向:石油