

文章编号: 1001-1986(2012)03-0029-03

煤层气井杆管偏磨规律及偏磨防治技术

许耀波, 韩保山, 姜再炳

(中煤科工集团西安研究院, 陕西 西安 710054)

摘要: 从偏磨井实际资料入手, 运用煤层气开发学、统计学等方法, 研究了煤层气井杆管偏磨特征和偏磨规律, 并探讨了煤层气井杆管偏磨防治措施。研究发现: 杆管偏磨是煤层气井排采中普遍存在的问题; 杆管偏磨的位置基本上都在泵体以上的 200 m 有限范围之内; 偏磨基本上发生在排采 1 a 时间之内, 并且在随后的排采时间里偏磨程度有所减轻; 井眼弯曲、井深大于 500 m 的井以及抽采冲次大于 3 次/min 的井比较容易发生偏磨; 产出液中的酸性成分和煤粉也能加速杆管偏磨程度。分析认为, 优选煤层气井排采设备, 合理控制煤层气井排采参数, 以及针对煤层气井的自身特点采取一些综合防治措施, 是防治煤层气井杆管偏磨的主要手段。

关键词: 煤层气井; 偏磨; 偏磨规律; 防治技术

中图分类号: P618.11 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.1001-1986.2012.03.007

Rod and tubing eccentric wear regularities and eccentric wear prevention and control techniques in CBM well

XU Yaobo, HAN Baoshan, JIANG Zaibing

(Xi'an Research Institute, China Coal Technology & Engineering Group Corp, Xi'an 710054, China)

Abstract: Based on the actual data of eccentric wear wells, rod and tubing eccentric wear characteristics and regularity of CBM wells were studied by using the methods of CBM development theory and statistics, and the prevention and control measures of rod and tubing eccentric wear of CBM wells are actively discussed. Studies suggest that rod and tubing eccentric wear problem is widespread in the process of production of CBM wells, and the eccentric wear location is about 200 m higher than the pump basically, rod and tubing eccentric wear happens not longer than one year from the production, and the eccentric wear degree eases with time. This phenomenon is more prone to occur in inclined wells, deep wells with depth of more than 500m and wells with punching number of more than 3 times/min. In addition, acid composition in produced fluid and coal powder help to accelerate rod and tubing eccentric wear speed. Optimization of production equipments, reasonable control of production parameters and taking comprehensive prevention and control measures according to the CBM wells characteristics are considered to be the main prevention and control means of rod and tubing eccentric wear in CBM wells.

Key words: CBM well; eccentric wear; eccentric wear laws; prevention and control techniques

有杆泵排水作为我国煤层气生产井传统的排采方式, 在各煤层气井中约占 90% 左右。然而, 随着煤层气排采的不断进行, 由于地质条件、井身质量、排采设备以及排采工艺等因素的影响, 致使杆、管在井下偏磨现象非常严重。煤层气井因为偏磨, 一方面影响了气井的生产效率, 直接影响了煤层气排采的工作制度, 另一方面导致气井修井频繁、检泵周期缩短, 也相应增加了气井维护性作业费用。同时, 由于杆管偏磨设备损坏增加了气井的运行成本。

本文从沁水盆地偏磨井实际资料入手, 系统分析了煤层气井杆管偏磨特征及偏磨规律。在此基础上, 建立了科学的杆管偏磨防治技术体系, 为控制煤层气井杆管偏磨问题的发生, 实现科学开发提供有效途径^[1-3]。

1 煤层气井杆管偏磨特征

杆管偏磨是煤层气井排采中普遍存在的问题, 其影响因素十分复杂, 不是某个因素单独影响, 而是许多因素综合影响的结果。通过对沁水盆地蓝焰

收稿日期: 2011-06-21

基金项目: 国家科技重大专项项目 (2011ZX05040)

作者简介: 许耀波 (1983—), 男, 湖南衡阳人, 硕士, 工程师, 从事煤与煤层气开发工作。

煤层气公司和中石油煤层气公司的 200 多口井的资料进行统计分析发现,在被调查的这些井中,几乎每一口煤层气井的抽油杆上都可以看到偏磨的痕迹,其中抽油杆接箍、抽油杆本体严重偏磨和油管被磨穿的井共有 55 口,占 20%左右。同时,抽油杆接箍偏磨更加严重,接箍偏磨对应的油管都存在明显磨损,其磨损严重时可将抽油杆扣磨平,油管则被磨出一条平行于轴心的凹槽,甚至磨出一条裂缝(图 1)。

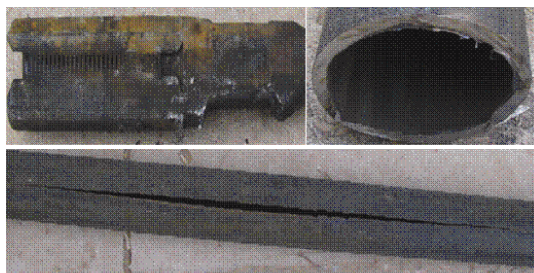


图 1 杆管偏磨磨损照片

Fig. 1 Photo of rod string and tubing wear

2 煤层气井杆管偏磨规律

通过对沁水盆地蓝焰煤层气公司和中石油煤层气公司的这 55 口偏磨井的资料进行统计分析发现,这些煤层气井存在以下偏磨特征^[4-6]。

2.1 井眼弯曲对杆管偏磨的影响

通过对现场资料分析,井斜与方位角变化比较大的井,95%以上都有比较严重的偏磨现象。这主要是由于抽油杆在弯曲的井眼中上、下运动,与油管之间的相对运动产生了一个水平方向的摩擦正压力,使之形成偏磨。在弯曲度较小的地方,油管内壁和抽油杆接箍偏磨面积较大,磨损较轻;而弯曲度越大的地方,油管偏磨面积较小,磨损越严重。

2.2 煤层气井杆管偏磨位置

从偏磨发生的位置来看,无论直井还是斜井,杆管偏磨多发生在泵体以上 200 m 的范围内。在 55 口严重偏磨井中,有 49 口煤层气井的偏磨发生在这一范围内,占 89.0%左右(表 1)。这说明,偏磨的位置发生在泵体以上的有限区域之内,为煤层气井的杆管偏磨防治提供了定位依据。

表 1 煤层气井杆管偏磨位置与偏磨的关系
Table 1 The relationship of side attrition and side attrition location in CBM wells

泵上偏磨位置/m	偏磨井数	占偏磨井的比例/%
0~100	22	40
100~200	27	49
200~300	5	9
300~400	1	2

2.3 煤层气井井深对偏磨的影响

目前煤层气井的井身都比较浅,大部分都集中在 1 000 m 以内。通过对调查的偏磨井进行分析,气井越深,偏磨越严重,而且 90%都发生在 500 m 以上的井,500 m 以下的井很少有发生偏磨现象。这主要是因为煤层气井越深,下泵越深,抽油杆下行时受到的向上轴向力越大,抽油杆越容易弯曲,越容易产生偏磨现象。

2.4 排采时间对偏磨的影响

从排采时间来看,对这 55 口偏磨严重的井进行分析发现,这些井在排采 1 a 之内就发生严重偏磨的占 48 口,余下的也都在排采 18 个月之内发生偏磨,并且在随后的排采时间里偏磨程度减轻。这主要是在排采初期,泵的沉没度比较高,抽油杆下行时阻力增加,抽油杆越容易弯曲,但随着时间延长,泵的沉没度降低,下行阻力降低,偏磨有所减轻。

表 2 井深与偏磨的关系

Table 2 The relationship of well depth and side attrition

井深/m	偏磨井数	占偏磨井的比例/%	对应井深的总井数	占对应井深总数的比例/%
200~500	4	7.3	38	10.5
500~800	38	69	170	22.3
> 800	13	23.7	48	27

2.5 抽采冲次对偏磨的影响

通过对现场资料进行分析(表 3),这些偏磨井都采用高冲次抽采,冲次几乎都达到了 3~6 次/min,低冲次井仅仅只有 4 口井发生了杆管偏磨,只占偏磨井的 14.5%。同时偏磨井也只占相同泵径井数的 10%左右,这主要是抽采冲次增加,增加了杆管摩擦频率,加剧了杆管偏磨。

表 3 冲次与偏磨的关系

Table 3 The relationship of punching number and side attrition

冲次/(次·min ⁻¹)	偏磨井数	占偏磨井的比例/%	相同泵径的总井数	占同泵径井数的比例/%
< 3	4	14.5	94	10
> 3	51	35.5	162	25

2.6 产出液性质对偏磨的影响

煤层气中常含有一些 CO₂ 等气体,这些气体溶于水形成弱酸性的碳酸溶液,对杆管具有腐蚀作用(CO₂ + H₂O → H⁺ + HCO₃⁻)。同时,煤层气排采产出水中也含有大量的煤粉,增加了抽油杆上下运动时的摩擦力。因此,在腐蚀和煤粉共同作用,加剧了煤层气井的杆管偏磨现象。

3 杆管偏磨防治措施与建议

3.1 优选煤层气井排采设备

优选煤层气井排采设备是缓解煤层气井杆管偏磨的一种措施。比如，优选合适的泵径大小和泵的间隙等级能够减轻抽油杆在下行过程中的阻力；在相应的偏磨井段优选合适的耐磨抽油杆，能够起到耐磨作用，从而减轻煤层气井杆管偏磨。

3.2 合理控制煤层气井排采参数

合理控制煤层气井排采参数是缓解煤层气井杆管偏磨的一种重要手段。比如，采用长冲程小冲次防偏磨主要是增加杆管摩擦面积，降低杆管摩擦的

频率；合理控制平稳的井底流压下降速度能够防止储层压力波动过大，防止煤层严重吐粉，降低液体与杆管的摩擦，最终能够缓解煤层气井杆管偏磨^[7]。

3.3 采取合适的防治措施

目前适合现场应用的防偏磨技术主要有扶正器、加重杆、旋转井口装置、内衬油管以及双向保护接箍技术等防偏磨措施。这些措施的技术原理各不相同，也各有优缺点(表 4)。而单一的防治措施并不能从根本上解决煤层气井偏磨问题，现场应用时应该针对本地区煤层气井的自身特点，采取一些综合防治措施进行防治。

表 4 各种防偏磨技术原理及优缺点
Table 4 Principle and advantages and disadvantages of different anti-wear technologies

防偏磨技术	技术原理	优缺点
扶正器	缩小扶正器与油管间隙，对抽油杆柱实现铰接约束，同时又能减小油管与抽油杆间的摩擦系数	优点：价格便宜，应用最广泛 缺点：材料选择和设计不合理也增加了扶正器与油管之间的粘滞摩擦
加重杆	通过底部加重，降低中和点位置，克服抽油杆下行阻力、限制和减小抽油杆弯曲	优点：现场应用简单方便 缺点：成本比较高，设计不合理也能导致效果不理想
旋转井口装置	通过旋转油管或抽油杆，改变杆管偏磨位置，使油管或抽油杆均匀磨损，从而延长使用寿命	优点：技术简单，成本低 缺点：转动扭矩大，实施不方便，且难以保证均匀转动，实施效果不佳
内衬油管	把抽油杆与油管之间钢对钢的磨损转变为钢与内衬塑料的磨损，减小油管与抽油杆间的摩擦系数	优点：防偏磨效果比较明显 缺点：原材料及制作工艺的限制，成本偏高，只能在严重偏磨井使用
双向保护接箍	在普通接箍上涂覆耐磨耐蚀减磨层，既能保护接箍又能保护油管，防止和减缓磨损与腐蚀	优点：现场应用简单方便 缺点：抽油杆对油管的磨损依然存在，现场应用效果不是很理想

4 结 论

a. 煤层气井普遍存在杆管偏磨现象，其偏磨位置基本上存在于泵体以上 200 m 的有限范围之内；井眼弯曲井、井深大于 500 m 的井、以及抽采冲次大于 3 次/min 的井比较容易产生偏磨；偏磨基本上发生在排采 1 a 时间之内，并且在随后的排采时间里偏磨程度减轻；产出液中的酸性成分和煤粉也能够加剧杆管偏磨现象。

b. 优选煤层气井排采设备、合理控制煤层气井排采参数以及采取合适的防治措施是防治煤层气井杆管偏磨的主要手段。这些技术措施的工作原理各不相同，且受各种实际条件的限制，因此，现场应用时应该针对本地区煤层气井的自身特点，采取一些综合防治措施进行防治。

参考文献

[1] 赵庆波,张公明. 煤层气评价重要参数及选区原则[J]. 石油勘探与开发, 1999, 26(2): 23–26.
[2] 陈振宏. 高低煤阶煤层气藏主控因素差异性对比研究[D]. 北京: 中国科学院, 2007: 19–26.
[3] 叶建平,史保生,张春才. 中国煤储层渗透性及其主要影响因素[J]. 煤炭学报, 1999, 24 (2): 118–122.
[4] 李文阳,王慎言,赵庆波. 中国煤层气勘探与开发[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 2003.
[5] 苏现波,陈江峰. 煤层气地质学与勘探开发[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
[6] 张群,冯三利,杨锡禄. 试论我国煤层气的基本储层特点及开发策略[J]. 煤炭学报, 2001, 26(3): 34–39.
[7] 王红岩,李景明,刘洪林. 煤层气基础理论、聚集规律及开采技术方法进展[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(6): 14–16.