

試油試井仪表的使用 保养与校正

玉門矿务局編著

石油工业出版社

目 錄

前 言

一、井下压力計	(3)
(一)簡述	(3)
(二)使用保养	(4)
(三)校正檢修	(11)
二、井下取样器	(16)
(一)簡述	(16)
(二)选井	(16)
(三)取样前井的控制	(17)
(四)取样器的使用、保养及操作	(18)
三、回声液面测定仪	(20)
(一)簡述	(20)
(二)仪器操作及其保养	(21)
(三)仪器使用中故障的处理	(25)
(四)仪器工作制度的檢查	(29)
(五)仪器构件的檢查	(30)
(六)仪器質量的檢查	(30)
(七)安全技术術	(31)
四、流量表	(32)
(一)簡述	(32)
(二)仪表操作	(33)
(三)故障处理	(36)
(四)仪器校正	(37)

(五) 安全技術..... (39)

附錄一 仪表檢修及校對操作規程

第一章	總則.....	(41)
第二章	壓力計.....	(41)
第三章	流量表.....	(42)
第四章	水銀彈簧溫度計.....	(43)
第五章	壓力表.....	(44)
第六章	鐘表.....	(44)
第七章	對表器.....	(45)

附錄二 試井操作規程

第一章	總則.....	(46)
第二章	壓力計操作規程.....	(48)
第三章	流量表操作規程.....	(50)
第四章	動力儀操作規程.....	(51)
第五章	取樣器操作規程.....	(52)
第六章	回聲儀操作規程.....	(53)
第七章	壓力表操作規程.....	(56)

前 言

測井仪表在試油試井工作中起着重要的作用，它是取得地下地質資料的唯一工具。

試油試井工作為石油地質勘探和油田開采工作中的重要環節。無論是明確鑽探油層的生产價值，或是確定油田開發方案與油井采油方法，均必須有可靠的試油試井資料。甚至在指導探邊井的鑽探方向上，和推算同一油層在另一構造上的深度與價值方面，試油試井結果亦為重要的參考資料之一。

由此可見，獲得正確的試油試井資料，是試油試井工作者一項極其艰巨而又必須很好完成的任務。

試油試井工作者，除保證工程質量，給地質資料的取得造成有利條件外，同時還必須能正確地使用測井仪表，確保獲得可靠的地質資料。

關於測井仪表的使用、保養與校正，經過几年的實踐，在玉門地區取得了一些經驗。現介紹如下，供各地參考。

一、井下壓力計

(一) 簡述

各試油井的井底壓力變化（測壓力恢復），是試油試井過程中必須確定的許多重要技術參數之一。

通常確定此一參數時，是用井下壓力計來進行的。

測定各試油井的井底壓力，須事先估計該井靜止壓力的大小，以便選擇適當壓量的壓力計。

压力計是悬于特制鉗鋼鋼絲上，由专用絞車下入井中。鋼絲直徑为1.6—2.0公厘，具体选择，須視井深而定。

压力計使用过程中，应經常保持垂直位置，切勿使受劇烈振動，并不得隨意拆卸、裝修和更換另件。禁止用錘鏟敲打，改变仪器原形及公差。

拆装压力計时，必須用其自带的专用扳手，决不能以其他工具代替。禁止使用管鉗。

包氏管为压力計的重要构成部份，使用压力計时，应严加保护。若无必要該部份一律不准卸开。

压力計如有失灵或损坏，須立刻送仪表組校正檢修。

压力計应定期檢查和校对曲綫，严格控制其灵敏誤差，确保地質資料的准确获得。

操作人員应切实了解仪器的构造性質、工作原理和技術要求，熟練地掌握压力計的使用保养及校对檢修方法。

(二) 使用保养

甲、仪器扳手的使用：

1. 管扳手，用于压力計外套部份之滾花处。
2. 鈎扳手，用于压力計的联接部份。
3. 时鐘扳手，为起出时鐘之用。
4. 划綫扳手，为校正仪器时，代替时鐘划綫。
5. 砂罩扳手，为清洗砂罩时取放砂罩之用。

乙、仪器拆装：

1. 拆装压力計时，必須使它保持垂直位置。
2. 压力計装配前，必須將絲扣上的污物用火油棉紗或毛刷洗淨。并塗上少許絲扣油（如白凡士林）。
3. 压力計装配前，应檢查环形黑紙墊是否压坏，如不

合乎技術要求（紙墊必須良好），应立即更換，以保證在高压下原油不致漏入压力計各部。

4. 装配时，压力計絲扣联接部份必須上紧，其上紧程度应隨压力計所受液柱的高度成比例。

5. 拆装压力計时，应避免压力計受震，以免影响其精密度。

6. 拆装压力計时，彈簧管应平穩装卸，不使受阻，受震，以免将压力計损坏。

7. 拆开压力計后，如压力計內部另件上有脏物，則应用軟毛刷沾清潔汽油洗掉。

8. 拆开压力計时，应注意勿将压力計內部弄脏。力求保持清潔。

9. 在現場拆卸压力計时，包氏管和风箱部分不准卸开。如发现压力計的包氏管或风箱有毛病，須将仪器送到專門修理仪表的車間进行修理，不要自行拆弄。

丙、卡片更換：

1. 松开固定螺絲，卸下卡紙滾筒。如筒內裝有已測过井的卡片，則滾筒应于原位置卸下。

2. 装卡片前，要使卡片尺寸与滾筒內部面积的大小一样（为 60×80 公厘的正长方形）。

3. 卡片应与滾筒紧密吻合，相互貼紧，結实不动。

4. 卡片記錄表面必須光硬，不得有折坏或沾污現象。

5. 卡片装好后，切勿使仪器受震，以免使卡片上圖樣模糊不清。

6. 装好卡片后，应避記錄笔尖与卡片接触，弄污卡片。

7. 卡紙滾筒应固定在螺杆的最低位置，固好后应檢查

卡紙滾筒是否穩定，幷注意其有无摆动現象。

8. 若合乎固定要求即轉动螺杆上升，划上基綫，同时应注意其是否灵活，有无受阻受驚現象。

9. 装卡紙滾筒之前，应檢查記錄笔尖是否牢固在軸杆上，如不牢固則用起子固紧螺絲。

10. 如記錄笔尖与軸杆固定良好，則应轉动笔尖，注意軸杆与彈簧管活动端是否穩定結合，如有松动現象，則应上紧其上的固定螺絲。

11. 記錄笔尖与卡紙滾筒記錄表面接触不得过紧或过松，須适当調节，否則会影响其精密度。

12. 記錄笔尖須細而圓，划出的綫条愈細愈清楚愈好，但要防笔尖过尖，划动或划坏卡片。

13. 測井后卸卡紙滾筒时，应用左手大姆指压住記錄笔尖，避免与卡片发生不規則的接触，弄污卡片。

14. 記錄卡片要特別注意良好保存，决不能随意放在口袋里，以免折坏或揉皺。

丁、取放时鐘：

1. 安放时鐘前，应将发条上紧，但不得硬上。

2. 上发条时，須注意旋轉方向，不得弄反搞錯（無論苏式或美式压力計，其鐘表发条上法均为左手执表，右手执鎖門往自己怀內上，即順时鐘方向）。

3. 装鐘表前，須注意表上有没有脏物，如有脏物則应用清潔棉紗沾少許汽油，擦洗乾淨。

4. 測井过程中，井底压力計不得超过螺杆規定所走的时间，当螺距为6公厘时，压力計在井中停留时间不得超过8小时。

5. 測井完畢后，应及时将时鐘自压力計內取出，幷放

于护紙筒內，細心保护均勿使受振動。一般可裝入自己衣袋里。

6. 时鐘如有毛病，須送仪表組專責人員进行修理，操作人員不要自行拆弄，以免损坏时鐘。

7. 不准在現場隨便卸下时鐘外套，以免脏物落入表內。

8. 时鐘不用时，应裝入护紙筒放入木箱內，妥为保存，不要隨便乱上发条。严禁拆卸、以免损坏。

戊、溫度計：

1. 裝溫度計前，須檢查溫度計中水銀是否搖下。

2. 裝溫度計时，須注意將避震螺旋彈簧帶上，一块裝入，以免震坏。

3. 為讀得測井深度处的准确溫度，壓力計起出时应在其不受震動的情況下，立刻將溫度計起出，記出溫度讀數，并在記錄后将水銀搖下，然后再置于护紙筒中放好。

4. 溫度計应妥为保护，不得使它受劇烈震動，防止折断损坏。

5. 溫度計量測之最高溫度不得超過溫度計測定範圍的80%。

己、壓力計的保养：

1. 当仪器不連續工作时，应使之同时与附件一起裝入壓力計的专用木箱內。

2. 如壓力計用后，长期不会再用，必須拆开进行詳細清潔，洗淨后塗上不含酸性的油脂，保存起来。

3. 使用过程中，必須注意全部不銹鋼另件联接部份絲扣，是否有可能发生粘扣的現象，如有粘扣現象，則应及时檢查原因（如是否用过管鉗上卸扣等），并送儀器組修理。

4. 壓力計运送过程中，必須細心保护，切勿使它遭受

外界的碰撞和震动，最好装在带有軟墊之木箱內，必要时（上井場測井时）須由人携带（无论坐車或步行）。

5. 压力計应由专人负责使用、檢查和保养，并对压力計的使用寿命負全部責任。

6. 压力計使用过程中必須經常对其灵敏度进行檢驗，为此，应按具体情况（測井次数、資料对比等）进行定期的或不定期的校正。

7. 压力計使用过程中不得随意更換另件，或对另件隨便用錘鏗敲打，以免降低或损坏其灵敏度。

8. 无论压力計出了任何毛病，都应及时送仪表組修理，不要自行胡弄，尤其要防止非工作人員随意乱搞。

庚、压力計之下井：

1. 压力計下入井中时，所过管道直徑，不得小于2"。

2. 測量深井（大于1500公尺）时，絞車鋼絲的直徑必須在1.6—2.0公厘內。对于淺井（小于1500公尺）可用1.4公厘的鋼絲（以鉗鍋鋼为准）。

3. 压力計下井过程中，应速度均匀，不得猛利猛放。

4. 压力計下井过程中，从絞車至井口距离內（此距离大約是15—20公尺，具体情况，須視井場大小而定）的鋼絲，应經常保持小的彈性拉力，不得使鋼絲过松，以免发生打扭折断現象，使压力計掉落井內。

5. 压力計下入防噴管內时，井口清蜡閘門一定要关住，須待防噴盒上好，防噴帽上紧，并准备好其他一切工作后，方可逐漸打开清蜡閘門，将压力計慢速下入井內。

6. 对井下情况不了解的井，压力計下井前必須一律通井，通井器的直徑在高压井的油管中为38—40公厘，一般用1 1/2"的加重鑽杆进行；在低压井的套管中为60—120公厘，

一般用2 $\frac{1}{2}$ "油管或用3—4 $\frac{1}{2}$ "的撈水筒进行。

7. 如高压井油管中油流速度很大(測流动压力时), 則压力計下入井中須加帶重物。但如井中有严重的油稠油冻(低压井)現象, 易使压力計上起时遇阻, 則压力計下井便不可加帶重物。但对原油冻结不严重而又通井順利的油井, 則为增加压力計下井速度, 压力計下端亦可适当加帶重物。

8. 压力計下井前, 必須装好卡片, 划好基綫, 并同时檢查压力入口孔处之滤砂部份是否清潔, 如有堵塞, 則应用汽油或火油将堵塞污物洗去(清洗滤砂器等)。

9. 如測压时須同时測井温, 則为了加速热的傳导, 在管子和溫度計間之环形部份可加3—4公分³之淨机油。

10. 压力計下井前, 必須用其自帶搬手, 将联接部份絲扣上紧, 密封衬垫, 保証液体不会因液柱压力而压入压力計內部。紧扣时要特別注意联接处之衬垫質量和紧密度。質量不好的垫片, 紧扣的压力太大时, 会被压断, 也就不能保証密封。

11. 鋼絲末端与压力計相联时, 必須使它撓过压力計上部尾接头內之錐体, 拉紧鋼絲将錐体拉入外壳內, 然后将鋼絲用力拉紧, 并使鋼絲末端在鋼絲上纏繞8—10圈。

12. 鐘表放好后, 必須将压力計尾接头上紧。

13. 防噴管接到井口上后, 把压力計放入防噴管內时应小心地松开和拉紧鋼絲, 不要拉的太猛, 以免把压力計震坏或拉出管外。

14. 下压力計前, 应将防噴帽上紧, 装上压力表, 然后打开压力表考克与清蜡閘門, 并将井口压力記下, 然后即可使压力計下井。

15. 防噴管严密度必須可靠, 不得有漏气現象。

16. 压力計下井过程中，必須随时記錄井口压力变化（包括油管压力和套管压力）。

17. 压力計下井速度不得超过 0.7—0.8 公尺/秒，将到預定深度时速度宜慢。不得使压力計超过預定深度，然后再上起。

最重要的是不能猛利猛放，以免鋼絲打扭、折断，将压力計掉落入井。

18. 压力計下井过程中，必須随时注意鋼絲是否在滑輪槽內活动，切勿使之跳槽。

19. 上起压力計前，应作好一切准备工作。最初应用慢速上起。上起过程中必須注意轉速表，如无轉速表（手搖絞車），亦应記住滾筒轉数。当压力計上起到距井口 50 公尺左右时，即应減慢速度。必要时应用手来（人力）上起。

20. 压力計上起过程中，当通过管內大小头时，也一定要用人力起动，当压力計下井通过上述位置时亦必須減慢速度。

21. 如井中有油稠甚至冻结現象，則压力計应用慢速度上起，必要时亦得用人力起动，并同时小心地注意鋼絲拉力。

22. 当压力計上起至井口清蜡閘門以上时，必須用猛拉系声法判定，并确信其准确位置后，方可关住清蜡閘門。注意不要关得过快。

23. 小心地打开防噴管上的放气閘門（打开时，操作人員必須站在閘門側面），將防噴管內压力放掉，然后卸去防噴盒，取出压力計（注意不可使压力計受震）。

24. 压力計取出后，用火油棉絲將表面原油和污物擦淨，然后卸去下端堵头取出最大溫度計（高溫計）并記錄温

度讀數。如須繼續測井，則可將溫度計中水銀搖下，重新裝入壓力計內。

25. 卸下尾接头，取出時鐘并裝入護紙筒內保存起來（放入木箱內或放入自己衣袋內）。

取出時鐘時，須檢查時鐘是否仍在正常走動，并檢查發條是否鬆開。

26. 卸去滾筒外套，取下卡子滾筒，摘下卡片，觀察卡片記錄情況。如卡片記錄不正常，則需檢查原因，重新測壓。

如因時鐘有毛病影響卡片正確記錄（如時鐘停止不走），則應更換時鐘，如因壓力計本身毛病（如風箱壓壞），則應更換壓力計。

如卡片記錄正常，壓力計又毫無毛病，則可重換新卡片，繼續下井測壓（測恢復壓力時）。

27. 完成量測工作後，操作人員應將測井資料詳細記錄于規定表格內。

28. 如壓力計須在井內長期停留（測恢復壓力），則應用螺距為6公厘的螺桿，如在井內停留時間很少，只測壓力梯度（不超過兩小時），可用螺距為15公厘的螺桿。

29. 操作人員必須按時起下壓力計，不得隨意更改時間，尤其在晚間測壓時，更應注意時間的準確。

30. 建立卡片記錄本，隨時將量測結果，記錄于記錄本中，作為原始參考數據。

（三）校正檢修

甲、目的：

1. 檢查儀器記錄情況。

2. 檢查儀器靈敏度及誤差。
3. 校正筆尖位移與壓力的關係曲綫。
4. 校正溫度對儀器準確度的影響，確定溫度修正系數。

乙、決定校正條件：

1. 儀表來礦後，在使用前均應進行校正。
2. 儀器在檢查修理或更換另件後，必須進行校正。
3. 使用過程中由於儀器受過劇烈振動或碰撞的影響，操作人員或地質資料處理員對壓力計靈敏度有懷疑者，亦須將儀表送到儀表組檢查和校正。
4. 儀表使用過程中，應進行定期校正，在正常工作的情況下，每下井15—20次即應校正一次。

丙、儀器校正前的檢查：

1. 包氏管以上的機械傳動部份：
 - (1) 各另件接觸部份的公差是否合乎標準。
 - (2) 軸杆、螺杆、卡紙滾筒、包氏管中心軸綫是否均位於同一的垂直中心綫上。
 - (3) 卡紙滾筒在軸杆上是否可自由溜動無阻，溜動時滾筒是否呈現左右搖擺的現象。
 - (4) 筆尖是否在軸杆上固牢，筆尖是否細圓。
 - (5) 卡紙滾筒是否圓直，如有扁曲現象應立即修好或更換。
 - (6) 各部份固定螺絲是否上緊，是否有鬆動現象。
 - (7) 摩擦片稍子是否稍緊。
 - (8) 檢查底綫是否垂直，有無雙底綫存在。
 - (9) 校對檢查時（或用儀器測井時），如用藍色卡片則用鋼質筆尖，如用白色牙膏質卡片，則用銅質筆尖。

2. 包氏管部份的檢查:

(1) 包氏管銲接部份是否良好, 鼻嗅有无笨味, 若大气压下不能查出, 則应对包氏管加压, 进行檢查。

(2) 包氏管螺旋軸中心是否均在同一垂直中心綫上。

(3) 在不同加压下, 包氏管記錄高度是否按比例增长, 反之, 在不同減压时, 包氏管記錄高度是否又按比例而降低。

3. 风箱檢查:

主要檢查风箱是否漏, 彈性是否良好。

若压力計下井測压时超压压量, 包氏管被压破, 因而风箱压扁, 如已不能恢复原状, 則应另換新的。

4. 滤砂部份:

滤砂孔是否堵塞, 砂罩是否堵死或损坏, 应进行良好清洗檢查。

丁、校正:

对仪器进行了全面了解后, 即可进行校正。

1. 将风箱、包氏管部份(本身即为一整体)与滾筒上好, 用鋼管把仪器与对表器相連。

2. 在对表器內装满机油, 机油質量要高, 不含砂, 不含水。

3. 将卡片装好, 上好卡紙滾筒, 并划好基綫。

4. 对压力計加上一定載荷(为标准測量范围的10%), 轉动螺杆, 溜动滾筒到底, 划一直綫。轉动螺杆推动滾筒过程中, 应注意观察滾筒摆动情况。

如滾筒摆动情况, 不能为肉眼所看出, 則可用划綫法, 来进行檢查。

5. 按每加仪器压量10%的載荷下, 分別划出一一直綫,

然后取下卡片，观察和量度各直綫是否与基綫相互平行。

6. 如合标准，則再装好卡片，上好卡紙滾筒，并将外套及时鐘用搬手上好，进行平行綫的正规校正。

7. 如卡片记录直綫互相平行，合乎标准，則可换装新卡片进行循环校正。共校正三个循环，分別位于一張卡片或三張卡片上，或两者同时进行。

8. 确定各循环間之最大誤差，如最大誤差合乎标准（不超过仪器規定灵敏度），則可求出各循环加減压的平均值，作出笔尖位移与压力变化間的关系曲綫。

9. 如校正循环的加減压間誤差太大，則应考虑校正过程并檢查原因：

（1）仪器本身有毛病，如滾筒轉动不穩等。

（2）对表器本身有毛病，如法碼轉动不穩，即行加壓，或机油不潔等。

（3）操作上有毛病，如加減压时，未使压力傳遞平衡，即行划綫或划綫时摆动划綫搬手等。

檢查出原因后，应即时加以消除。

戊、温度校正：

1. 将压力計放入节温器中，使节温器內液体温度升高保持在 20°C 左右的恆温，經40—45分鐘待压力計內介質温度均匀后即进行校正。

2. 然后再使节温器中温度升到 80°C 左右的恆温，同样經40—45分鐘后进行校正。

3. 将高低温下校正結果，分別在同一座标紙上繪出压力与笔尖位移間之变化曲綫。

4. 找出在同压下，高低温校正时笔尖位移間之差数 ΔL ，作出 ΔL 与压力間的变化关系（折綫）取得平均差数。

直綫。

5. 作溫度修正曲綫。

6. 作出計算表，列出不同壓力 P_T 下、 L_T 、 $\frac{\Delta P}{\Delta L}$ 、

M_T 、 $\frac{\Delta M}{\Delta L}$ 等之值。

己、校正結果的檢查和靈敏誤差的確定：

1. 檢查校正結果，可用準確度為0.02—0.03公里的萬能顯微鏡或0.5—1.0%時的校準尺來進行。

2. 卡片上每一座標點，必須量兩次，取其平均數。

3. 將各座標點平均數列入表中。

4. 觀察比較儀器的靈敏誤差。

庚、確定壓力計之靈敏度：

1. 使壓力計承壓為本身測量範圍的20%，在卡片上划一平綫。

2. 然後以砝碼對壓力計加上附加載荷，附加載荷之大小，為壓力計本身測量範圍的1.0, 0.5, 0.3, 0.2%。

3. 每一載荷必須加減兩次，划出兩個台肩。

4. 然後使壓力計承壓其本身量測範圍的50%和80%，並同樣的分別划出平行直綫，作出在同位置上的各同一附加載荷的兩個台肩。

5. 量出不同承壓下同一附加載荷的雙台肩的壓力增大值，並求出平均數。

6. 然後再在卡片上找出最低的清楚的增壓（附加載荷） ΔP 。

7. 按公式

$$\frac{\Delta P}{\text{壓力計之最大壓量}} = \%$$

即得压力計之最大灵敏誤差。

8. 根据最大灵敏誤差，确定压力計卡片的誤差标准。

9. 压力計使用、校正均应有詳細历史記錄。

二、井下取样器

(一) 簡述

P V T 井下取样是試油过程中取得地下地質資料的一項最重要的工作之一。目的在于測定原油在地層条件下的原始性質，了解原油在地層孔隙內的流动情况，为石油的地下儲量計算及設計合理的油田开采方法取得資料，以便在油田开发过程中对油田給予合理控制，提高油田的最后采收率。

原油原始物理性質的測定，一般包括下述內容：

1. 原油的饱和压力；
2. 原油体积系数及压缩系数；
3. 原油在不同条件下之油气比及气体溶解度；
4. 原油的粘度；
5. 天然气压缩系数。

为求得上述数据，就必须研究原油在地層条件下的物理性質，就必须用專門仪器取得保持在地層条件下的原油試驗样品。通常应用苏制双凡尔井下取样器，亦称 P V T 高压取样器取样。

将取得样品送高压物性試驗室，分析試驗，即可求得原油的原始物理性質資料。

(二) 选井

但是原油的原始物理性質資料，并不是在任何类型的油