

81.734
T.K.8

石油工业技术丛书之二十一

35612

088235

采油仪表工讀本

苏联 A·П·特卡欽柯著



石油工业出版社

石油工業技術叢書之二十一

采油仪表工讀本

苏联 A.П. 特卡欽柯著

石油工業部北京設計院專家

苏联石油工業部工人干部和劳动工資处批准此書

作为培訓采油仪表工的教材

石油工業出版社

內 容 提 要

本書詳細地介紹了在采油方面所常使用的各種儀表的構造和作用原理以及它們的檢修和安裝方法。此外還談到了檢修和安裝時所必需的工、設備和材料，並介紹了有關使用儀表進行量測和安全技术方面的基本知識。

本書內容具體而豐富，對采油用儀表的使用、檢修和安裝工作有指導作用。可供儀表安裝修理工學習之用。對從事于儀表工作的工程技術人員也有參考的價值。

А. П. ТКАЧЕНКО

**СЛЕСАРЬ ПО КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ
ПРИБОРАМ НА НЕФТЯНОМ ПРОМЫСЛЕ**

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)
1955年莫斯科版翻譯

統一書號:15037·847

石油工業技術叢書之二十一

采 油 儀 表 工 讀 本

石油工業部北京設計院專家工作室譯

石油工業出版社出版(地址:北京六鋪炕石油工業部內)

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

850×1168 1/32 開本 * 印張4 1/2 * 103千字 * 印581—2,080冊

1958年3月北京第1版第1次印刷

1959年5月北京第1版第2次印刷

定價(10)1.10元

序 言

苏联的採油工業正在逐年地使用着更加完善而复杂的新式机械設備、鑽机和仪表。

在油田開發和石油开采方面利用了最近科学及最新技术的成就。

苏联科学家和工程技术人員設計了最新式的仪表和自动裝置，使油矿工作人員有可能系統地研究油井和油層、正确地選擇和掌握最合适的操作条件並及时地發現和消除生产中的故障。

由於在油矿上使用着許多各种各样的仪表及自动裝置，所以在油矿上必須要配备一种專門的工种——仪表工。

仪表工的任务是安裝、檢修和維護仪表和自动裝置。因此，仪表工的工作質量，在很大程度上决定着油矿各生产工序是否能取得成果和进行地是否正确，最終將影响採油量的多寡。

从事仪表和自动裝置的安裝、檢修和調整工作的仪表工應該具备必要的理論知識和操作技术，以保持仪表和自动裝置的完好，並預防其損坏和操作失常。同时，使用仪表的油矿工作人員也應該知道仪表的使用維護規則，故障的檢查和修理規則，以便及时而确切地通知仪表人員修理仪表。

仪表工必須經常充实自己的知識，以便充分地使用現有的各种仪表和自动裝置，並帮助油矿工作人員掌握这些仪表。

作者希望通过本書向仪表安裝修理工介紹一些最基本的知識，並幫助他們学会正确使用採油仪表的方法。

目 录

序言

第一章 概述	1
第1节 采油仪表的用途	1
第2节 度量衡的主要术语及其概念	3
第3节 仪表的分类	4
第4节 量测的单位和种类	6
第5节 度量衡和仪表的一般检验规定	8
第6节 仪表修理的组织工作	10
第7节 仪表工所用的工具	15
第8节 安装和使用仪表时所用的材料	20
第9节 使用水银仪表时的安全规则	23
第10节 文件和卡片的填写制度	25
第二章 仪表及其修理	27
第1节 一般修理规则	27
第2节 压力计	29
第3节 特种压力计	37
第4节 压力计的使用和修理	40
第5节 井底压力计	47
第6节 井底压力计的使用和修理	52
第7节 АЗНМАШ-11 型测井绞车	60
第8节 温度计	63
第9节 流量计	69
第10节 ГИВ-1 型和 ГИВ-2 型液压指重表	85
第11节 液面计	97
第12节 井内液面计	102
第13节 测压井井口压力的量测	105
第三章 仪表的安装及调整	110

第1节 安裝的組織工作.....	110
第2节 安裝所用的材料、工具和設備.....	112
第3节 压力計和溫度計的安裝.....	114
第4节 Д II 型流量計的安裝.....	118
第5节 液面計的安裝.....	123
第6节 安裝、修理和使用仪表的劳动保护及安全技术	126
参考文献.....	131

第一章 概 述

第 1 节 採油仪表的用途

採油所用的仪表按其用途可以分为下列几类:

1. 量测压力和真空度用的压力計、压力真空計、真空計、抽力計、气压計和其他;
2. 量测温度用的水銀溫度計和压力計式溫度計、热电高温計、电阻溫度計和輻射高温計;
3. 量测流量和数量用的速度和体积計量器——轉子流量計、帶节流裝置的流量計和固定压差式流量計;
4. 量测液面用的油罐和計量槽上的浮子式液面計、浮子式井內液面計(亞可夫列夫測井仪等)、靜压式液面計、回声液面測定仪;
5. 量测力、速度和轉数用的液压式和机械式自动記力器、指重表、轉速計和轉数計;
6. 自动調节压力(閥前和閥后)、温度、流量和液面的自动調节器、从容器中自动抽出液体的裝置、保持油井一定压力的空气輸送調节器和自动接通裝置;
7. 量测流体性能用的液体比重計、酒精比重計、酸液比重計、鹽度計、氫离子濃度測定器(pH 值測定器)、石油物理化学性質測定器、气体分析器、石油高压物性試驗設備、

除了上述仪表外, 还使用許多各种信号指示器、安全裝置和繼电保护裝置等。

仪表在生产上的用途很多。

装在自噴井緩冲器上的压力計、装在空气分配站与油井間空

气管綫上的流量計以及裝在移动式起動用壓縮機上的壓力計，都是為了檢查和管理工藝操作過程所用的。具有這種用途的儀表稱為工藝用儀表或操作用儀表。

使用這種操作用儀表，可以檢查工藝操作過程進行的情況，使生產進行得較為經濟，使所化費的資金和操作人員的數量達到最低限度。

油礦上用來量測石油和天然氣產量、水量、油類用量和檢查其質量的儀表以及用作經濟核算目的的其他儀表，一般都稱為經濟核算用儀表。

經濟核算用儀表通常是自動記錄的。在某些情況下，操作用儀表同時又是經濟核算用儀表。例如：油礦操作人員利用壓縮機站與空氣分配站間空氣管綫上的流量計可以檢查每天在生產過程中的空氣壓力和送出的空氣量；根據儀表記錄紙上的記錄，就可以算出空氣分配站一天或一月所用去的空氣量。

檢查操作用儀表和經濟核算用儀表指示是否正確所用的儀表，稱為檢驗用儀表。這種儀表的準確度等級較高，能夠攜帶和運送。此外，這種儀表還配備有與正在操作的儀表相連接所用的一些裝置。

能夠把讀數傳到離測量點較遠地方的儀表稱為遠距離量測儀表。這種儀表能夠在距測量點一百公尺以外的地方進行指示，這種儀表使用壓縮空氣或電流作為傳送介質。

在大多數情況下，遠距離量測儀表可當作操作用儀表使用，但其中有些儀表同時還可以當作經濟核算用儀表使用。在整套的遠距離量測儀表中包括第一儀表（傳送器）和第二儀表。

第二儀表可以是指示儀表，也可以是自動記錄儀表，在必要的情況下，第二儀表的數量可為兩個或更多。

各種遠距離量測儀表都集中在調度室或操作室的一個儀表板上。這樣使容易控制所量測的對象。

第2节 度量衡的主要术语及其概念

度量衡学是研究量测工具和方法的一門科学。某一个数值与另一个用作量测單位的数值进行比较，叫做量测。

量测时，使用量测仪表。量测仪表可分为实验室用的和工业用的；测量方法可以是直接的，也可以是間接的。

在实际工作中檢查和修理仪表时，經常会遇到各种各样的术语和概念。譬如，仪表的准确度、誤差和灵敏度等。这些名詞都叫做度量衡术语。

由於量测方法不够完善，仪表不够准确和受到外界各种因素的影响而在量测中所产生的錯誤，称为量测誤差。

仪表讀数与所量测的实际数值間的偏差，即仪表讀数和实际数值的差数，称为仪表的指示誤差。例如，在井内 1700 公尺深度处用井底压力計所测出的压力为 137 公斤/公分²，但在同样条件下用另一个更为准确的压力計所测出的压力为 141 公斤/公分²。第一个压力計的指示誤差为 141 減 137，即 4 公斤/公分²。

如果测出的数值小於实际数值，那么这种誤差叫做負誤差（上述情况的誤差为 -4 公斤/公分²）；反之，如果测出的数值大於实际数值，則叫做正誤差。

仪表誤差分为基本誤差和附加誤差。仪表在正常操作条件下所产生的誤差称为基本誤差；而在非正常操作条件下所产生的誤差，則称为附加誤差。

例如 准确度等級为 1.5 而压力量测范围为 0—20 公斤/公分² 的压力計，在正常温度下的誤差为 0.3 公斤/公分²。在沒有保护裝置，即在沒有迴形管（見圖 9, a 和 6）的条件下量测蒸汽压力时，由於压力計被蒸汽燒热，誤差將大於 0.3 公斤/公分²。在这种情况下，超过 0.3 公斤/公分² 的誤差就是附加誤差。

必須把仪表誤差和量测誤差区别开来。譬如，在自噴井内用井底压力計量测井底压力时，由於悬挂井底压力計所用的鋼絲的

拉力，量測壓力計下入深度所用滑輪圓周長度的改變及其他種種原因，井底壓力計除了本身的誤差以外，還有深度誤差。

因此，儀表誤差並不就是量測誤差。在每次計算量測誤差時，必須把儀表誤差考慮在內。決定於儀表性能的量測誤差稱為工具誤差。

校正數是一個數值，當它為正值時，應加在儀表讀數上；如為負值，則必須從儀表讀數中減去，以得到實際的量測數值。

校正數與指示誤差的絕對值相等，但符號相反，在上面所舉的例子中校正數等於 $+4$ 公斤/公分²。

儀表指示的準確程度稱為儀表的準確度。在儀表上標有儀表指示誤差的正負極限。

指針的直線或弧綫移動與此移動範圍內的量測數值的變化的比稱為儀表的靈敏度。例如，壓力計的靈敏度是決定於壓力每改變 1 公斤/公分² 時指針所移動的角度度數。儀表的靈敏度愈高，量測愈準確。

能使儀表指針發生最少移動的壓力、溫度、電流強度等的數值稱為儀表的靈敏度限度。靈敏度限度是此數值與儀表的量測上限的百分數表示的。

被檢驗的儀表在外界條件不變的情況下多次指示某一實際測量數值時所得的最大差數稱為儀表的變差。變差多半是以儀表刻度上限和下限之差的百分數表示的。

一般說來，變差是由於儀表活動部分間有很大的摩擦和接合處有很大的活動間隙所造成的。

第3節 儀表的分類

儀表按其作用原理分類有：機械式、液壓式、電動式、化學式和熱力式；

按其操作情況分類有：固定式和移動式；

按其指示方式分类有：指示式、自动记录式和计算式（计算器或积算仪）。

仪表在指示准确度方面分成各种等级，这种等级称为准确度等级。这种分级方法既适用于不同用途的仪表，也适用于同一用途的仪表。

仪表的最大允许基本误差（此误差以仪表刻度极限数值的百分比表示）称为准确度等级。

仪表量测某一实际数值的最大允许指示偏差叫做允许误差。因为偏差可以偏大或偏小，所以在允许误差数值之前有正负符号。

例如 测压范围为0—80 公斤/公分² 的而准确度等级为2.5的压力计的允许误差为：

$$\frac{80 \times 2.5}{100} = \pm 2.0 \text{ 公斤/公分}^2$$

根据ГОСТ 1646-42 将准确度等级列於表1。

表 1

准确度等级	允许误差, %	准确度等级	允许误差, %
0.005	±0.005	0.5	±0.5
0.02	±0.02	1.0	±1.0
0.05	±0.05	1.5	±1.5
0.1	±0.1	2.5	±2.5
0.2	±0.2	4.0	±4.0
0.35	±0.35	6.0	±6.0

准确度等级0.35 仅适合于标准压力计和真空计。

准确度等级高於0.5 的仪表一般是实验室用的精密（高度准确度的）仪表。

採油中所用的大部分仪表是属于1.5—2.5 准确度等级的。

在把仪表裝在某一量测对象上以前，或者在准备进行量测时，首先必须决定量测准确度，根据所需准确度採用准确度等级适当的仪表。

第4节 量测的單位和种类

压 力

一般把均匀作用於單位面积上的力称为压力。压力以力和面积的單位表示。

量测压力时，採用下列單位：

1. 物理大气压；
2. 工程大气压；
3. 公厘和公尺水柱；
4. 公厘水銀柱。

物理大气压或标准大气压($am\mu$)为当水銀密度为13.595克/公分³、温度为0°C而重力加速度为9.81公分/秒²时760公厘高的水銀柱作用於一水平面上的压力。

目前，苏联在工程技术方面不採用物理大气压作为压力單位。

在工程技术方面量测压力的基本單位是工程大气压(1公斤/公分²)，即等於1公斤的力作用於1平方公分面积上的压力。

在量测压力差和較小的压力时，經常以水或水銀柱高度的公厘或公尺数作为压力的量测單位(公厘水柱、公尺水柱和公厘水銀柱)。

在上述的压力單位之間有一定的比例关系，利用此种关系可以把某一种压力單位換算成另一种單位。

各种压力單位之間的关系列於表2內。

表 2

压 力 單 位	物理大气压	公斤/公分 ²	公厘水銀柱	公尺水柱
1 物理大气压	1	1.0332	760.0	10.332
1 公斤/公分 ²	0.9678	1	735.56	10.0
1 公厘水銀柱	0.00131	0.136	1	0.0136
1 公尺水柱	0.0968	0.1	73.556	1

压力用字母 P 表示。

在量测压力时，应区别气压(P_0)、表压(P)、绝对压力(P_a)和负压(P_v)。

气压(大气压力) P_0 就是大气的压力。气压是用气压计量测的。

超过大气压力(气压)的压力数值称为表压(amu)。

表压用压力计量测。

绝对压力(ama)等于气压和表压的总和：

$$P_a = P_0 + P.$$

小于大气压力的压力称为负压或真空度，用真空计量测。

小于大气压力的绝对压力有时称为残压。

气压和真空度多半是用公厘水银柱表示，表压则用公斤/公分²表示。

工业中所使用的压力计大部分都是这样的，当被测设备内的压力超过大气压力时，压力计的指针即开始移动，也就是说它们所指示的压力是表压。所以，经常把表压称为压力计压力。

温 度

温度(t)是决定某一物体(物质)加热程度的数值，通常用国际百度温标的度数($^{\circ}\text{C}$)来表示。在压力为 760 公厘水银柱时以冰的熔点(0°C)和水的沸点(100°C)作为这种温标的基准点。这两点中间的部分分成 100 个等分。

国际温标是以所谓定点法为基础的。

划分国际温标的刻度时，采用下列几个主要温度：

液态氧的沸点	- 182.97 $^{\circ}\text{C}$
冰的熔点	0.0 $^{\circ}\text{C}$
水的沸点	+ 100 $^{\circ}\text{C}$
液态硫的沸点	+ 444.6 $^{\circ}\text{C}$
银的熔点	+ 960.5 $^{\circ}\text{C}$
金的熔点	+ 1063 $^{\circ}\text{C}$

除了百度温标外，在工程技术上还採用绝对温标。

绝对温标的零度位於百度温标零下 273°C 处。

绝对温标的度数用符号 $^{\circ}\text{K}$ 表示。用 $^{\circ}\text{K}$ 表示的温度用字母 T (绝对温度) 表示：

$$T_{\text{abs}} = t^{\circ}\text{C} + 273^{\circ}\text{C}.$$

整个温度量测范围可分为两部分：普通温度量测部分和高温量测部分。

量测 $500-600^{\circ}\text{C}$ 以下的温度的仪表叫做普通温度计；量测高於 $500-600^{\circ}\text{C}$ 的温度的仪表叫做高温计。

物質的数量和流量

在單位時間內流过管子的流体数量叫做流量。

克(g)、公斤(kg)、吨(t)、立方公寸(dm^3)或公升(l)、立方公尺(m^3)、标准立方公尺(NM^3)作为量测物質数量的單位。物質在 0°C 和 760 公厘水銀柱时的数量用 NM^3 表示。

流量的單位是公斤/时、吨/时、公升/分、公尺³/时、标准公尺³/时。

第 5 节 度量衡和仪表的一般檢驗規定

为了在国民經济各个部門中保持度量的統一，並正确使用仪表，政府決議批准了必須由国家檢驗和盖印的仪表名称表。苏联国家度量衡和量测仪表局(即以前的度量衡和量测仪表委员会)負有組織和进行度量衡及仪表檢驗的責任。

一切由工厂和修理厂制造出来的以及修理后的仪表，必須經過国家的檢驗和盖印。

仪表在制造或修理仪表的負責人檢查以后，再进行檢驗和盖印。沒有經過国家檢驗和盖印的仪表，禁止使用。

苏联人民委员会度量衡及量测仪表委员会 1942 年 12 月 31

日批准了 12—42 号条例並宣佈实行；在 1948 年 12 月 14 日又頒佈了關於組織和进行度量衡及仪表檢驗的命令。

按照 12—42 号条例的要求，不仅要對制造出来的和修理后的仪表进行檢驗和盖印，同时对正在使用的仪表也要进行定期的国家檢驗，在每兩次国家檢驗中間的一段期間內，企業本身也应定期地檢查自己的仪表。

为了正确地使用仪表，石油工業部也頒佈了“石油工業部系統度量衡和量測仪表的監督条例”。

根据这个条例，石油工業部各企業、机关和單位只能使用苏联度量衡和量測仪表总局允許使用的度量衡和量測仪表。度量衡和量測仪表應該定期地由管理它們的机构来檢驗，在仪表的安裝現場或修理部門中进行檢驗。

对量測仪表的狀況及苏联度量衡和量測仪表总局的現行法令、条例和規程的执行情况的監督，由企業中監督方面的領導者——仪表車間(室)主任負責。

度量衡和仪表監督机构負責执行下列任务：

1. 經常檢查度量衡和仪表的情况；保持它們的完善，監督它們的使用和保存情况；定期地进行檢查和鑑定，並在規定时期內提交国家檢驗；
2. 禁止使用已損坏了的、不准确的、不合規定的、使用不当的度量衡和量測仪表；
3. 編制帶檢驗圖和檢驗进度表的說明書；
4. 監督是否正确选用量測方法和工具；
5. 統計現有度量衡及仪表的数量，查明仪表需要量和編制採購申請書；在企業內部分配仪表；
6. 修理和校正度量衡及仪表，並監督仪表的安裝；
7. 驗收新運到的仪表；
8. 提高仪表和度量衡的使用人員和檢修人員的技术熟練程

度:

9. 查明由於使用不准确的度量衡及仪表或使用不当而产生廢品以及原油、石油产品、天然气、材料、动力和商品發送和量測不正确的原因。

度量衡和量測仪表在下列情况下，應該按照規定手續提交國家檢驗:

1. 規定的國家檢驗期限到期;
2. 大修或中修以后(不管國家檢驗期限是否到期);
3. 当清洗、小修时或因其他原因而把已有的國家檢查章印弄坏时。

在下列情况下，必須禁止使用度量衡和量測仪表:

1. 沒有或者只有过期的章印、証明和鑑定書等;
2. 损坏或需要檢修;
3. 使用不当;
4. 对指示的准确性有怀疑(不管有無章印);
5. 不符合於技术条件、标准、規程和上級規定的其他文件。

禁止使用的仪表，需送往仪表車間或其他檢修機構进行檢修。如果由於严重磨損、损坏或其他原因而仪表不能再修时，那末必須報廢並送交廢料庫。

第6节 仪表修理的組織工作

由於在油矿上使用着許多各种各样的仪表，同时又必須妥善加以維護，需要有專門的維護人員。

因此，在油矿管理局和托拉斯內設有仪表車間(或室)。

車間的組織機構是随油矿管理局的具体情况而有所不同，因此，也就不可能提出一个很明确而适合於各个油矿的統一組織形式。

仪表車間(室)的職責如下。

1. 修理仪表和自动装置；
2. 制造不复杂的仪表及设备 and 仅能使用一次的仪表；制造特别准确而细小的零件，以满足仪表车间或室所服务的企业的需要；
3. 把仪表安装在设备上、领导企业本身所进行的仪表安装工作，或对专门机构所进行的安装工作实行监督；
4. 检查正在使用的仪表并进行预防性检修；用仪表进行各种量测；在技术上和操作上帮助油矿工作人员正确使用和选择所需要的仪表及设备；
5. 整理仪表的记录纸和记录，以便计算天然气、压缩空气和蒸汽的产量和用量、水的用量和地層的注水量；
6. 停止使用已磨損的、不合规定的、不准确的或使用不当的仪表；进行本部門的定期檢驗；按規定日期將仪表提交国家檢驗；
7. 为所服务的企業編制所需仪表的採購申請書；参加企業建設項目設計的审查工作，以便及时地把所需仪表列入設計並在施工过程中进行安裝。

修理間是整个仪表車間的一个重要部門。

修理間应負責进行採油用的大部分仪表的中修和大修工作。

仪表車間修理間裝設有下列机床：ДМП-200 型車床、能鑽 15 公厘以下和 8 公厘以下孔眼的鑽床、台式車床和銑床、78-M 型或 УФ-09 型万能銑床和工具磨床。一般說來，为完成油矿仪表車間的修理任务，这些設備已完全够用了。

如果为了修理某些仪表而要求具备特殊的条件、專門的設備、裝置和工具时，那末可以分出專門的房屋和工作台，並配备固定的修理人員（鉗工、裝配工、工人）。

屬於这一类仪表的有：操作用压力計、压差計（流量計）、井底用仪表、指重表、电动和电子仪表、高温計和电阻溫度計、鐘