

# 采油测试计量手册

《采油测试计量手册》编写组编

石油工业出版社

# 采油测试计量手册

《采油测试计量手册》编写组 编

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本手册共分两篇：油田井下测试和油田井、站、库油气水计量。

本手册收集了国内各油田常用的井下测试和井、站、库计量仪器仪表的结构、工作原理、技术规范、使用与维修方面的资料，同时，对油田的采油测试计量技术及计算公式、图表也作了简要介绍。

本手册可供油田上从事采油工作的技术人员、工人使用和参考。

## 采油测试计量手册

《采油测试计量手册》编写组 编

石油工业出版社出版  
(北京和平里七区十六号楼)

民族印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本  $787 \times 1092 \frac{1}{16}$  印张  $31 \frac{1}{4}$  插页 1 字数 765 千字印数 1—12,900

1979年9月北京第1版 1979年9月北京第1次印刷

书号 15037·2015 定价 2.55 元

限 国 内 发 行

## 出版说明

为了适应石油工业飞速发展的需要，进一步搞好油田上的采油测试计量工作，搞好油田生产管理，原石油化学工业部石油勘探开发组组织了大庆、江汉、胜利、玉门、四川五个油田编写了这本《采油测试计量手册》。

本手册由大庆油田的尹桂蓉、彭振邦、赵兴利、范德田同志，江汉石油管理局的徐锡良、邱有钰、雷鸣、王贵德、程金良同志，胜利油田的陈彩霞、赵长安同志，玉门石油管理局的李同、邹开佑同志，四川石油管理局的邹陶、张华平同志汇编整理。

本手册在编写工作中，得到江汉石油管理局的大力支持与协助。

# 目 录

## 第一篇 井 下 生 产 测 试

<b>第一章 井下压力测试</b> .....	1	一、稳定试井法	51
<b>第一节 井下压力测试仪器</b> .....	1	(一) 油井稳定试井	51
一、弹簧管式井下压力计	1	(二) 气井稳定试井	53
(一) CY 613-A 型井下压力计	1	二、不稳定试井法	61
(二) CY 70-2 型井下压力计	7	(一) 压力恢复曲线法	61
(三) 500 型井下压力计	9	(二) 压降曲线法	68
(四) JY 72-1 型井下压力计	9	(三) 用微差压力计确定井间	
二、弹簧式井下压力计	10	干扰程度	71
(一) CY 641 型井下压力计	10	(四) Y 函数探边测试	71
(二) CY 651 型井下压力计	13	(五) 根据测压资料计算油层储量	73
(三) 71 型井下压力计	13	(六) 利用生产井和观察井求储量	
(四) M 57 型精密压力计	13	系数 $mh$ 值	73
(五) $\phi 18$ 小直径弹簧式井下		<b>第二章 井下流量测试</b> .....	74
压力计	15	<b>第一节 井下流量测试仪器</b> .....	74
(六) GTY-400 型井下压力计	16	一、浮子式井下流量计	74
三、电传式井下压力计	16	(一) 浮子式井下流量计工作原理	74
(一) 振弦压力计	16	(二) 浮子式井下流量计技术规范	74
(二) 401 型电阻式电缆压力计	19	(三) 各种类型浮子式流量计的	
四、其它类型压力计	19	结构及使用	74
(一) CY 733 型井下微差压力计	19	1. 庆 104 型浮子式井下流量计	74
(二) 活塞式压力计	24	2. 庆 106 型浮子式井下流量计	78
<b>第二节 井下压力测试</b> .....	27	3. 凸轮式井下浮子流量计	81
一、自喷井测压工艺	27	4. 胜 108 型浮子式井下流量计	82
(一) 自喷井全井测压工艺	27	5. 辽 76 型浮子式井下流量计	82
(二) 自喷井分层测压工艺	31	6. 江 101 型浮子式井下流量计	84
二、抽油井测压工艺	32	7. 江 102 型浮子式井下流量计	85
(一) 有杆泵测压工艺	32	8. 新疆双弹簧浮子式井下	
(二) 无杆泵测压工艺	35	流量计	85
三、气井测压工艺及方法	37	二、204 型浮子式井下产量计	86
(一) 气井测压工艺	37	(一) 结构	86
(二) 气井测压要求	37	(二) 工作原理	87
(三) 气井井底压力计算方法	38	(三) 仪器技术规范	88
<b>第三节 井下压力测试资料整理方法</b>		(四) 仪器的使用和资料整理	88
及应用	51	(五) 仪器的检查、保养及校对	88

三、涡轮式井下流量(产量)计.....89	(二) 检查井底加热措施效果.....144
(一) 工作原理 .....89	(三) 对井下有关参数进行校正.....144
(二) 几种涡轮式井下流量(产量) 计的技术规范 .....90	(四) 研究油、气、水井的 生产状况.....145
(三) 几种类型涡轮式井下流量 (产量)计 .....90	1. 用井温剖面曲线判断 水井吸水层位.....145
1. 油井涡轮产量计 .....90	2. 用井温剖面曲线判断 油井出水层位.....146
2. 水井涡轮流量计 .....93	3. 确定压裂效果及判断 调整吸水剖面效果.....146
3. 港 I 型回放式井下涡轮 流量计 .....93	
4. SL-80 型井下数字流量计 .....95	
第二节 分层管柱测试.....96	<b>第四章 井下液面探测</b> .....147
一、注水井分层配注管柱测试.....96	第一节 井下液面探测原理 .....147
(一) 偏心管柱测试 .....96	第二节 井下液面探测仪器 .....148
(二) 空心活动式配注管柱测试.....108	一、JH-711 A 型晶体管回声仪 .....148
(三) 固定式配水管柱测试.....115	(一) 仪器的结构.....148
(四) 测试注意事项.....116	1. 火药枪.....148
(五) 注水井测试指示曲线的应用.....116	2. 记录仪.....149
(六) 水嘴的选择.....117	(二) 技术特性.....150
二、油井分层配产管柱测试 .....121	(三) 仪器的使用方法.....150
(一) 偏心配产管柱测试.....121	(四) 故障与维修.....151
(二) 625-3 型配产管柱测试 .....124	二、JH-731 型回声仪 .....151
(三) 204 产量计分层产量计算 .....126	三、BH-73 型回声仪.....153
三、验证封隔器密封性 .....128	四、YS-601 型回声测深仪.....154
四、偏心测试井下配套工具弹簧件 .....129	第三节 动液面的计算及记录曲线的 分析 .....156
五、偏心管柱测试井下配套工具 橡胶件 .....129	第四节 用理论音速法确定液面深度 .....159
六、分层测试操作工具 .....129	一、理论音速的计算 .....159
七、套管分层测试工艺 .....129	二、使用理论音速法确定液面时 应注意的几个问题 .....160
(一) 测产量.....129	三、声波传播速度计算公式的推导 .....160
(二) 测注水量.....132	<b>第五章 深井泵示功图测试</b> .....163
(三) 操作仪器注意事项.....132	第一节 深井泵示功图测试仪器 .....163
<b>第三章 井下温度测试</b> .....133	一、CY-611 型水力动力仪 .....163
第一节 井下温度测试仪器 .....133	(一) 原理.....163
一、CY-614 型井下温度计 .....133	(二) 结构.....163
二、SW-150 型井下温度计 .....138	(三) 技术特性.....166
第二节 井温剖面测试工艺及井温 资料的应用 .....140	(四) 校对.....166
一、井下温度的测试 .....140	1. 校前准备.....166
(一) 测点法.....140	2. 校对.....167
(二) 测井温剖面法.....140	(五) 维护与检修.....168
二、井温资料的应用 .....143	(六) 使用方法.....168
(一) 研究地温分布规律.....143	1. 测量前的准备工作.....168
	2. 安装仪器.....171

3. 测试.....	171
4. 测试过程中的注意事项.....	171
二、远传示功仪 .....	171
(一) 原理和结构.....	171
1. 一次变送装置.....	172
2. 显示装置——示功仪.....	173
(二) 变送装置的技术数据和特性曲线.....	173
(三) 变送装置的特性测试.....	175
1. 应力变送器的特性测试.....	175
2. 角位移变送器的特性测试.....	175
(四) 安装和使用.....	176
(五) 常见故障及其排除.....	177
(六) 远测示功图与水力动力仪测得的示功图对比.....	178
第二节 示功图分析 .....	178
一、理论示功图的绘制和解释 .....	178
(一) 理想条件下深井泵的工作过程和负荷的转移.....	179
(二) 理论示功图的绘制.....	179
二、典型示功图分析 .....	181
<b>第六章 井下取样 .....</b>	<b>185</b>
第一节 井下取样仪器 .....	185
一、CY 612-A 型井下取样器.....	185
二、CY 612 型井下取样器.....	187
三、CY 731 型井下取样器.....	188
四、SQ-400 型深井取样器.....	188
五、BCY-321 型泵下取样器 .....	191
六、压差式取样器 .....	191
七、分层取样器 .....	192
第二节 井下取样工艺 .....	194
一、全井取样工艺 .....	194
二、分层取样工艺 .....	196
三、水力活塞泵系下取样工艺 .....	196
四、气井下取样工艺 .....	198
<b>第七章 油井找水及综合测试 .....</b>	<b>199</b>
一、69 型油井找水仪 .....	199
二、73 型油井分层找水仪 .....	200
三、CY.75-1 型油井四参数综合测试仪 .....	203
<b>第八章 放射性同位素测井 .....</b>	<b>212</b>
第一节 放射性同位素测井仪器 .....	212
一、FC 652-A 型闪烁放射性测井仪.....	212
(一) 井下仪器.....	212
(二) 地面仪器.....	215
二、小直径放射性井下测井仪 .....	217
(一) 仪器结构.....	217
(二) 工作原理及用途.....	217
(三) 技术特性.....	218
第二节 放射性同位素测井工艺 .....	218
一、同位素载体法测注水井的分层吸水量 .....	218
(一) 同位素载体法的工作原理.....	218
(二) 选择固相载体的条件.....	219
(三) 活化载体的配制.....	219
(四) 施工工艺.....	219
(五) 资料的整理.....	221
二、放射性同位素测井资料的解释 .....	221
1. 确定注水井的吸水层及相对吸水量.....	221
2. 分析小层或层内吸水差别.....	222
3. 验证管外串槽.....	225
4. 用活化物质示踪法检查压裂、酸化、堵水的效果.....	225
(1) 检查压裂效果 .....	225
(2) 检查酸化效果 .....	225
(3) 检查水泥封堵效果 .....	225
三、小直径放射性测井仪与 FC 65-1 型测井结果比较 .....	227
<b>第九章 检查测定套管技术状况 .....</b>	<b>229</b>
第一节 检查、测定套管技术状况的仪器 .....	229
一、磁性定位器 .....	229
(一) 磁性定位器的结构.....	229
(二) 磁性定位器的工作原理.....	230
(三) 磁性定位器的技术性能.....	231
二、微井径仪 .....	232
(一) 微井径仪的结构和工作原理.....	232
(二) 微井径仪的测量线路.....	233
(三) 微井径仪的校验.....	233
(四) 微井径的现场测量.....	234
三、井下声波电视测井仪 .....	235
(一) 概况.....	235
(二) YM-1 型井下声波电视仪结构.....	236
(三) 仪器工作原理.....	238
(四) 技术特性.....	239

(五) 调节与使用.....	239	(四) 套管破裂.....	246
(六) 仪器的维护和校验.....	239	(五) 观察射孔孔眼.....	246
(七) 存在问题.....	240	<b>第十章 井下测试设备及附件</b> .....	247
四、电动侧面打印器.....	240	第一节 试井车及绞车.....	247
(一) 用途.....	240	一、试井车.....	247
(二) 结构原理.....	240	二、绞车.....	255
(三) 使用.....	242	(一) 皮带轮传动的试井绞车.....	255
(四) 安装与保养.....	242	(二) 手摇绞车.....	257
(五) 存在问题.....	242	(三) 电动绞车.....	257
第二节 套管技术状况的检查、		(四) 机动绞车.....	258
测定资料的应用.....	243	第二节 通井车.....	258
一、用磁性定位器检测井下管柱结构.....	243	(一) TJ 1-3200 通井车.....	258
(一) 检测油、套管接箍和定位接箍.....	243	(二) TJ 63-1 通井车.....	258
(二) 检测 475-8、476-2 型水力		(三) 3500 黄河通井车.....	259
式封隔器.....	244	第三节 电测车.....	260
(三) 检测节流器.....	244	一、电测仪器车—JD581 多线型	
二、微井径测井资料的应用.....	244	测井仪器车.....	260
(一) 检查射孔质量.....	244	二、电缆绞车.....	260
(二) 查明套管内径变化及		第四节 附件.....	262
质量情况.....	244	一、油矿电缆.....	262
(三) 确定套管接箍的深度.....	244	二、录井钢丝.....	263
(四) 选择封隔器卡点位置.....	244	三、测试、打捞常用钢丝绳技术规范.....	265
三、用井下声波电视测井仪检查、		四、井口钢丝防喷装置.....	265
测定套管壁状况.....	244	五、钢丝测深器.....	266
(一) 气浸井段.....	244	六、井下钟机.....	269
(二) 套管腐蚀.....	244	七、超级恒温油浴.....	276
(三) 套管接箍.....	246	八、读数台镜.....	278

## 第二篇 油田井站库的油气水计量

<b>第一章 液位计量</b> .....	281	(三) 使用注意事项.....	287
第一节 分离器液位计量.....	281	四、干簧管分离器量油.....	288
一、玻璃管量油.....	281	(一) 结构.....	288
(一) 玻璃管量油及计算.....	281	(二) 量油原理及方法.....	288
(二) 量油时注意事项.....	283	(三) 连续量油控制电路.....	289
二、玻璃管电极量油.....	283	(四) 量油计算.....	290
(一) 玻璃管电极量油原理.....	283	(五) 测气.....	291
(二) 电极量油装置的调试及		第二节 大罐液位计量.....	291
注意事项.....	284	一、检尺量油.....	291
(三) 6602 型仪器量油部分的		二、浮标量油.....	294
维修及常见故障的处理.....	286	(一) 结构和工作原理.....	294
三、波纹管自动测气.....	286	(二) 安装使用注意事项.....	294
(一) 原理.....	286	三、BJY-1 型晶体管防爆液位计.....	294
(二) 调试与计算.....	286	(一) 工作原理.....	295



(二) 仪表结构	296	(二) 结构	335
(三) 技术性能	297	(三) 计算公式	337
(四) 仪表的调整	298	(四) 测试安装要求	338
(五) 安装要求	298	七、垫圈流量计	338
四、气体量油	299	(一) 工作原理	338
<b>第二章 流量计量</b>	<b>301</b>	(二) 结构	338
<b>第一节 差压式计量仪表</b>	<b>301</b>	(三) 计算公式	338
一、节流装置	301	(四) 测试安装要求	339
(一) 用途	301	八、彼脱管流量计	339
(二) 差压法测量流体流量的 基本原理	301	九、玻璃转子流量计	341
(三) 节流装置型式与结构	301	(一) 结构	341
(四) 节流装置的取压方式	303	(二) 工作原理	342
(五) 差压法测量天然气流量公式	304	(三) 主要技术数据	343
(六) 水量计算公式	311	(四) 校验与计算	343
(七) 节流装置制造和安装要求	311	(五) 安装、使用与维修	345
(八) 节流装置计量误差分析	314	十、金属转子流量计	346
二、双波纹管差压计	315	(一) LYD 型电远传转子流量计	347
(一) 工作原理	315	1. 结构	347
(二) 结构	315	2. 工作原理	349
(三) 主要技术特性	318	3. 技术特性	349
(四) 双波纹管差压计的校验	321	4. 安装使用与调校维修	349
(五) 双波纹管差压计的故障 及排除	322	(二) 气远传转子流量计	355
三、CF 型浮子式差压计	322	1. 结构	355
(一) 工作原理	324	2. 工作原理	356
(二) 结构	325	3. 技术特性	357
(三) 主要技术规范	327	4. 调校、使用和维修	358
(四) 安装时的主要技术要求	327	第二节 重量式和容积式计量仪表	360
(五) 仪表的使用及其注意事项	327	一、翻斗流量计和 FB 7301 型量 油测气仪	360
(六) 常见故障及排除方法	328	(一) 翻斗流量计	360
(七) 几点说明	328	1. 结构	360
四、杯膜无水银差压计	328	2. 工作原理	362
(一) 原理	328	3. 产量计算	363
(二) 结构	329	4. 使用、标定与维修	364
(三) 改装中应注意的几个问题	331	(二) FB 7301 型量油测气仪	365
(四) 校验数据的修正	331	1. 结构与工作原理	365
五、冲塞式流量计	332	2. 仪器性能及使用条件	367
(一) 结构和工作原理	332	3. 仪器的使用方法及计算	367
(二) 技术特性	333	4. 仪表的调校	367
(三) 安装使用注意事项	334	5. 一般故障的处理方法	368
六、临界速度流量计	335	6. 安装	368
(一) 工作原理	335	二、LC 型椭圆齿轮流量计	368
		(一) 原理与结构	368

(二) 技术数据·····	369	(三) 技术规范·····	401
(三) 使用维护及注意事项·····	371	(四) 前置放大器及二次仪表·····	401
(四) 流量计的校验和调整·····	372	三、垂直螺翼干式高压水表·····	402
三、LL型腰轮流量计·····	373	(一) 用途·····	402
(一) 结构原理·····	373	(二) 结构和工作原理·····	402
(二) 主要技术数据·····	375	(三) 主要技术参数·····	405
(三) 安装使用及维护·····	376	(四) 高压干式水表使用注意事项·····	405
(四) 一般故障的处理·····	379	(五) 注水井使用高压水表操作 注意事项·····	407
(五) 校验和调整·····	379	四、旋翼湿式高压水表·····	407
(六) 温度补偿误差的校验·····	380	(一) 用途·····	407
(七) 腰轮流量计用体积管进行 标定·····	380	(二) 结构·····	407
(八) 低压腰轮流量计的二次仪表·····	380	(三) 主要技术数据·····	410
四、刮板流量计·····	383	(四) 水表的校验与调整·····	411
(一) 用途和特点·····	383	(五) 水表的安装与使用·····	413
(二) 结构原理·····	383	第四节 其它类型流量计·····	415
(三) 主要技术指标·····	383	一、靶式流量计·····	415
五、活塞式流量计·····	383	(一) 结构·····	415
(一) 用途·····	383	(二) 工作原理·····	415
(二) 工作原理及结构·····	384	(三) 技术特性·····	417
(三) 技术规范·····	385	(四) 调校方法·····	418
(四) 量程调整及计算方法·····	385	(五) 仪表的使用与维护·····	421
(五) 计量误差·····	385	(六) 仪表的安装要求·····	423
(六) 安装要求·····	385	(七) 二次仪表(气动积算器)·····	424
(七) 二次仪表·····	385	二、LD型电磁流量计·····	425
(八) 故障及检修·····	385	(一) 结构·····	425
第三节 速度式计量仪表·····	386	(二) 工作原理·····	426
一、涡轮流量计·····	386	(三) 技术特性·····	428
(一) 涡轮流量变送器·····	386	(四) 仪表的使用、校验与维修·····	429
1. 工作原理·····	386	<b>第三章 标准体积管</b> ·····	432
2. 结构及规格·····	387	一、用途及特点·····	432
3. 技术特性·····	389	二、工作原理·····	432
4. 使用及维修·····	389	三、结构·····	432
(二) 涡轮流量计显示仪表·····	392	四、操作步骤·····	434
1. 显示仪表线路原理·····	392	五、标准体积管的电子仪表·····	435
2. 显示仪表主要技术性能·····	394	六、主要技术参数·····	435
3. 显示仪表的使用·····	395	七、容积的标定·····	436
4. 显示仪表的调试·····	396	八、用标准体积管校验流量计·····	439
5. 显示仪表的维修·····	398	九、安装、使用和维修·····	445
(三) 涡轮流量计常见故障及原因·····	398	<b>第四章 分析仪表</b> ·····	446
二、XH旋环流量计·····	400	第一节 原油高含水分析仪·····	446
(一) 结构·····	401	一、一次变送器·····	446
(二) 工作原理·····	401	(一) 原理·····	446

(二) 结构	446
二、二次检测仪表	446
三、三次仪表(积算器)	448
(一) 性能	448
(二) 工作原理	448
(三) 技术数据	448
第二节 YSG-74 型原油低含水分析仪	449
一、用途	449
二、仪器的技术数据	450
三、基本工作原理	450
四、仪器结构	451
(一) 一次表	451
(二) 一次表控制箱	453
(三) 二次表	453
五、仪器的自校	453
六、仪器的使用	454
第三节 WSY-2 型微波原油含水	
测试仪	454
一、仪器的用途	454
二、技术特性	454
三、工作原理及结构	455
(一) 工作原理	455
(二) 主要结构部件及功能	455
四、仪器的使用	459
第四节 振动管液体密度计	460
一、用途	460
二、变送器	460
(一) 工作原理及结构	460
(二) 技术性能	462
(三) 安装及使用维护	462
(四) 校验	463
三、二次仪表 XNP-10 型数字密度显示仪	463
(一) 工作原理	463
(二) 技术性能	465
(三) 使用说明	465
(四) 一般故障及消除方法	465
四、三次仪表 XSF-23 流量体积	
质量积算器	466
(一) 用途	466
(二) 工作原理	466
(三) 技术性能	467
(四) 校验	467
(五) 安装与使用	469

第五章 温度及压力测量	470
第一节 温度测量元件及二次表	470
一、感温元件	470
(一) 热电阻	470
1. 用途	470
2. 结构及工作原理	470
3. 铂、铜热电阻技术数据	470
4. 常用热电阻型号规格	471
(二) 热电偶	472
1. 用途	472
2. 结构及工作原理	472
3. 热电偶技术数据	472
4. 常用热电偶型号规格	472
5. 热电偶的补偿导线	472
(三) 热电阻、热电偶的安装使用	473
二、二次仪表	476
(一) 平衡电桥	476
(二) 电位差计	479
第二节 压力测量仪表	481
一、YDS-II 型远传压力表	481
(一) 结构及工作原理	481
(二) 技术数据	482
(三) 安装使用要求	482
(四) 连接及外形尺寸	482
(五) 电路原理及说明	483
二、YX 型电接点压力表	483
(一) 用途	483
(二) 工作原理	483
(三) 技术规范	483
(四) 安装要求	483
(五) 使用注意事项	485
三、霍尔压力表	485
(一) 工作原理及结构	485
(二) 技术规范	486
(三) 调校方法	487
(四) 常见故障及原因	487
(五) 安装与使用	488
四、数字码盘压力表	488
(一) 用途	488
(二) 工作原理	488
(三) 技术规范	489
(四) 调校方法	489
(五) 使用环境要求	490
(六) 与二次仪表配套使用	490

# 第一篇 井下生产测试

## 第一章 井下压力测试

井下压力测试工作所取得的压力资料是油（气）田开发中的一项重要参数。它是研究油（气）层特性、了解油（气）田在不同开发阶段的变化规律、掌握油（气）田动态的主要依据之一。

### 第一节 井下压力测试仪器

#### 一、弹簧管式井下压力计

##### （一）GY 613-A 型井下压力计

1. 仪器的结构 GY 613-A 型井下压力计结构如图 1-1-1 所示，它由四大部分组成：绳帽部分、钟机部分、弹簧管部分、最高温度计部分。

绳帽部分：用于穿引钢丝，吊挂仪器下井测试，在其端部有沟槽，以备钢丝被拔断造成仪器落井时进行打捞。

钟机部分：它由钟机、摩擦轮、压紧装置、橡胶垫圈及铜垫圈等组成。钟机是动力源。

弹簧管部分：由褶皱盒、心脏主体、螺旋弹簧管及毛细管等组成的压力传递系统和由记录笔杆、记录筒、螺杆、摩擦轮等组成的记录系统。由摩擦轮将记录系统与钟机联结起来。

最高温度计部分：由最高温度计室里的温度计和尾锥组成。它是用来记录测压过程中仪器所遇到的最高温度。最高温度计装在金属护套内，金属护套装在仪器外壳中。最高温度计的两端装有橡胶垫圈及弹簧减震装置。

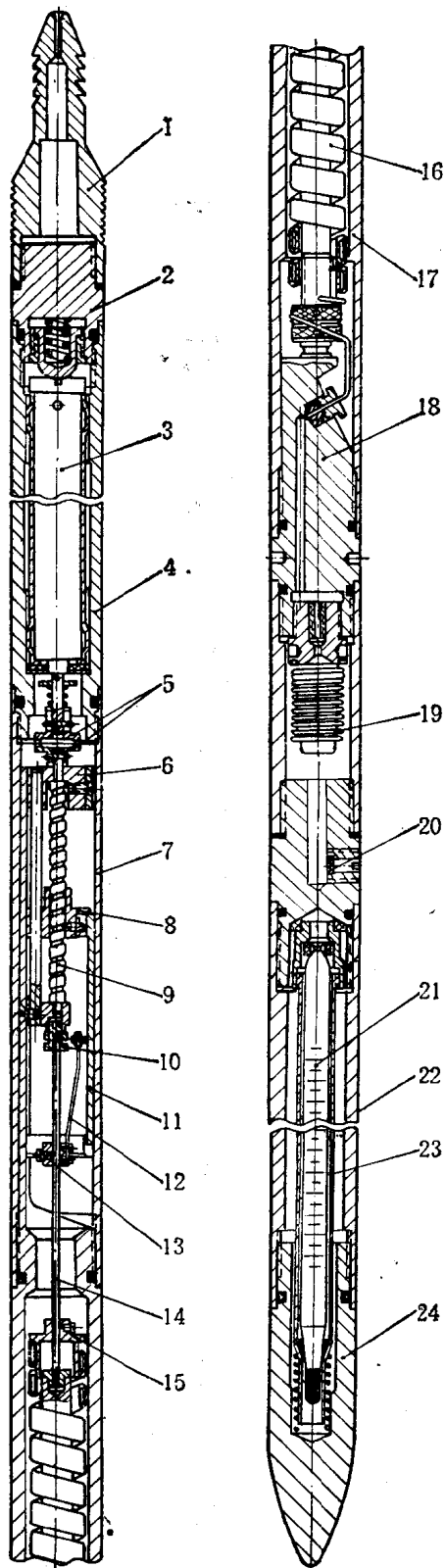
整个仪器外壳用不锈钢制成，各段均用丝扣连接，用橡胶垫圈密封。在仪器外壳有网纹滚花或铣有两平面，以便于拆装仪器。

2. 工作原理 仪器采用多圈式弹簧管作为压力测量元件，用毛细管来连通褶皱盒（封包）和弹簧管的。褶皱盒相当于一个隔离器，以避免毛细管和弹簧管内腔被污物堵塞。褶皱盒、毛细管和弹簧管内腔中充满传压介质（通常为邻苯二甲酸二丁脂、乙醚、甲苯、乙基苯等液体）。

被测压力作用于褶皱盒上，由于传压介质不可压缩，此压力经毛细管传递给弹簧管，使弹簧管随压力的变化而成比例地伸展，当仪器承受测量范围内的最高压力值时，其伸展的角度为  $240 \sim 280^\circ$ 。弹簧管伸展时带动装在其自由端的记录笔在与弹簧管轴向垂直的平面内旋转，并在记录筒内的记录卡片上划出印痕（此印痕的高度与被测压力成正比），同时，记录筒在钟机带动下向下匀速移动。这样，就构成了时间—压力坐标系统的记录图（记录卡片）。

量测卡片上记录的位移值（自基线至各记录点的垂直距离），借助校验曲线就可算出各记录点所代表的压力值。基线是在仪器下井前人工划出的零位线。

考虑温度对压力值的影响，在计算压力时还应作温度校正。



3. 技术特性 见表 1-1-1。

4. 仪器的使用 校对或维修仪器时, 允许全部拆开, 但更换记录纸等操作时只能部分拆卸。

(1) 仪器全部拆卸顺序:

1) 用扳手夹住外壳(钟筒)4, 卸下接头 2 和绳帽 1;

2) 用专用工具取出钟机 3;

3) 依次夹住外壳 7、17 的上部, 拧开并取下外壳 4、7(注意不要碰坏记录部分);

4) 从固定套 8 上卸掉固定记录筒的螺钉, 取下记录筒, 松开记录笔固定螺钉 13;

5) 从承套 15 上卸掉固定记录笔杆 14 的螺钉及支承螺钉 10, 将记录笔杆 14 取下;

6) 从褶皱盒外壳上卸下心脏主体 18, 螺旋弹簧管 16 亦随之取出;

7) 用螺丝刀将过滤装置及滤网 20 卸下;

8) 松开尾锥的丝扣, 从管中取出保护套和最高温度计。

仪器的组装按拆卸的相反顺序进行, 但应注意在将记录笔杆装入支承 10 之前将记录笔 12 套在记录笔杆上, 并调节记录笔杆和支承间的间隙(以 0.5~1 毫米为宜)。同时还应注意将记录笔压记录纸的压力调节合适(以在记录纸上顺利划下连续印痕为宜)。

(2) 装卸最高温度计步骤:

拧开尾锥 24 的丝扣即可取出最高温度计, 记下温度值后随即甩下温度计中的水银柱。

将最高温度计装入仪器时按以下步骤操作:

1) 将仪器倒置, 使绳帽朝下;

2) 往外壳 22 中灌入 30~40 毫升机油;

3) 将温度计装入尾锥套管中的保护套中, 与滤网装置连接为一体;

图 1-1-1 CY 613-A 型井下压力计结构

1—绳帽; 2—钟机压紧接头; 3—钟机; 4—钟筒; 5—摩擦轮; 6—螺帽上支承; 7—记录装置外壳; 8—记录筒固定套; 9—螺帽; 10—支承螺丝; 11—记录筒; 12—记录笔; 13—固定螺钉; 14—记录笔杆; 15—记录笔杆承套; 16—螺旋弹簧管; 17—外壳; 18—心脏主体; 19—褶皱盒; 20—滤网; 21—最高温度计; 22—温度计外壳; 23—金属护套; 24—尾锥

表 1-1-1 弹簧管式井下压力计技术特性数据

项 目	仪器型号	CY 613-A	CY 702	500	JY 72-1	日 本 TOM
	仪器测量上限(公斤/厘米 <sup>2</sup> )		50~300 系列	100~300系列	500	300 500 700
精度等级		0.5	0.5	0.5	0.5	
灵敏限(%)		0.3	0.3	0.3	0.3	
工作位移 (毫米)	记录筒	60	65~70	同 CY 613-A 型	60~66	127
	记录笔	44~54	40~45	同 CY 613-A 型	42~50	508
记录筒工 作位 移 时 间 (小时)	螺距 6 毫米螺 杆	10	10	同 CY 613-A 型	取决于所用的时 钟	时钟走时为3、6、 12、24、48
	螺距15毫米螺 杆	4		同 CY 613-A 型		
最高工作温度(°C)		80	80	150	120~150	130
仪器外形尺寸(毫米)		φ 36 × 1425	φ 28 × 1220	φ 36 × 1425	φ 36 × 1370	
仪器重量(公斤)		6	3	6	6	

4) 小心地将温度计部分插入套管中，上紧尾锥丝扣。

(3) 更换钟机步骤：

1) 将压紧接头 2 连同绳帽 1 从外壳 4 上卸下来；

2) 用专用工具取出钟机；

3) 冲出销钉，取下摩擦轮、弹簧、铜垫圈、橡胶垫圈，将这些零件清洗干净后装在新的钟机上并上好销钉；

4) 钟机上紧发条后装入仪器内。

(4) 更换记录卡片步骤：

1) 置仪器于垂直位置，卸下外壳 7；

2) 松开记录筒固定套 8 的螺钉，卸下记录筒；

3) 取出卡纸圈，将新的记录卡片装入记录筒，推至里边的槽内为止，然后再套上卡纸圈；

4) 装上记录筒，将螺钉上紧；

5) 在垂直位置下，小心地装上仪器外壳 7。

(5) 更换螺杆操作步骤：

1) 按前述方法取下记录筒；

2) 从螺杆 9 上卸下摩擦轮 5 并取下螺杆上支承 6；

3) 松开固定套 8 上的特种螺钉，取出螺杆；

4) 装上新螺杆，装好螺杆上支承；

5) 装上摩擦轮；

6) 按上述相反顺序装上记录筒及外壳。

(6) 传压系统抽空灌液步骤：

仪器在校验前，必须对传压系统（包括褶皱盒、毛细管、多圈弹簧管）进行抽空灌液，

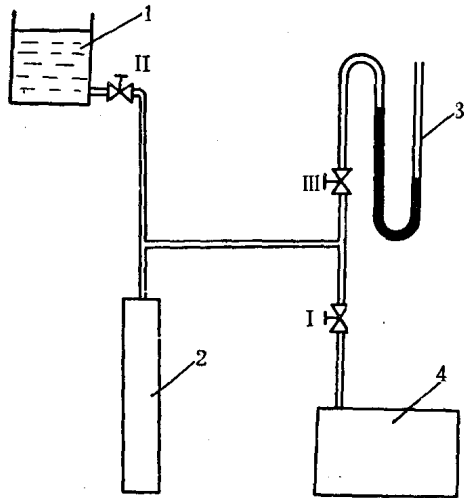


图 1-1-2 抽空灌液示意图

1—传压介质；2—井下压力计；3—真空计；4—真空泵

保证整个系统内充满传压介质，否则在系统内会存在一定数量的气体，在封包感压时首先压缩这部分气体，当气体被压缩到一定程度后弹簧管才开始动作。这样，就大大降低了仪器的灵敏度和线性度。

抽空灌液步骤如下：

1) 按图 1-1-2 所示，将真空泵、真空计及井下压力计连接好；

2) 开动真空泵并随时注意观察真空计读数；

3) 当抽成真空后，关闭玻璃弯嘴 I，观察十分钟，以真空计示值不降为合格。若示值下降，说明真空泵系统或仪器传压系统有漏气之处，必须细心查找并处理后再抽成真空；

4) 当确认仪器填充传压介质的空间为真空后，关闭弯嘴 III 并打开弯嘴 II，让液体自动进入仪器空间。灌注时可用手扭动多圈弹簧管数次，以便尽快使其充满液体。

5. 仪器的校验 按更换记录纸操作步骤装好记录纸后，用比被校仪器精度高二级的活塞式压力计进行校验。校验时仪器应垂直放置。一般要求从起始压力值起按表 1-1-2 所规定的间隔加压至仪器测量上限的 80%，共校验五个点。

校验内容包括室温校验、高温校验、灵敏限测定和校验资料的整理。

(1) 室温校验：

1) 用连接管线和接头将仪器与活塞式压力计连接起来；

2) 按更换记录纸操作步骤装好记录纸；

3) 用划线指示器转动螺杆，将记录筒上移至最上部后，再逆时针方向转过 90°，使记录笔在记录纸上画出基线；

4) 用活塞式压力计的油杯、活塞筒把油灌满仪器空腔；

5) 在活塞式压力计的底盘上依次安放砝码（包括底盘重量在内），使之等于选定压力间隔范围的各个校验点的压力值；

6) 转动活塞式压力计的手轮，平衡砝码，使活塞式压力计的底盘处于工作位置；

7) 转动底盘，打开通往仪器的进压阀门；

8) 正、反转划线指示器（其上有刻度）记录校验压力值；

9) 记录下最大校验压力后将压力降到零值，然后再重复检验两次。

当需作较全面的校验时（例如仪器大修后），在加压校验后还得按同样方法进行减压校验。

现场在校验时通常先进行平行线校验，以消除记录笔杆、记录筒、螺杆三者轴线不平行而造成的误差。

表 1-1-2

仪器测量上限值 (公斤/厘米 <sup>2</sup> )	间隔 (公斤/厘米 <sup>2</sup> )
50,55,60	5
65,70,75,80,90,100,110	10
120,135,150,165	15
180,200,220	20
240,270,300	30

(2) 高温校验：为了求得温度校正值，可将仪器置于恒温油浴中，将油浴升温至仪器使用中可能遇到的最高温度，恒温 40~45 分钟后进行校验，其方法同室温校验。

(3) 测定灵敏限：先给仪器加上等于测量上限 20% 的检查压力  $P$ ，然后再依次把等于仪器测量上限的 1%、0.5%、0.3% 和 0.2% 的压力附加于仪器上，每一附加压力连续作两次。此后，在仪器承受测量上限的 50% 和 80% 的检查压力的情况下给予同样大小的附加压力进行重复测定。检查结束后在记录图上找出三个检查压力中最明显的最小压力增量台阶 ( $\Delta P$ )。依下面关系式计算灵敏限  $S$

$$S = \frac{\Delta P}{P_{\text{最大}}} \times 100\%$$

仪器灵敏限测定记录图形如图 1-1-3 所示。

(4) 校验资料的整理：按表 1-1-3、1-1-4 的格式对校验资料进行整理。

1) 使用工具显微镜或专用计算台镜测量室温及加温记录卡片(图 1-1-4)上与加压值相对应的纵坐标值(量测精度达 0.02~0.03 毫米)，量测两次，取其平均值。三次循环的计算数据分别填入表 1-1-3、1-1-4 中。

2) 校验资料经审查符合质量标准后则可按表 1-1-3、1-1-4 中的数据在直角坐标系中以位移 ( $L_b$ ) 为纵坐标，以压力 ( $P$ ) 为横坐标制作校验曲线如图 1-1-5 所示。

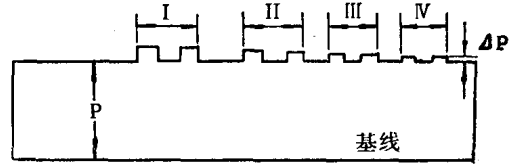


图 1-1-3 压力计灵敏限测定记录图

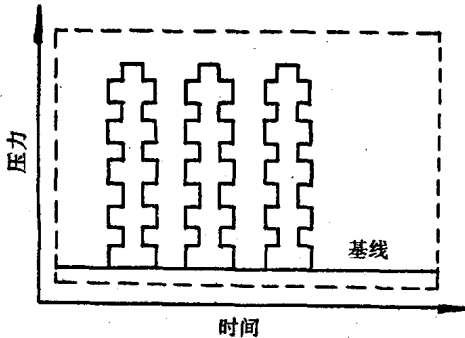


图 1-1-4 井下压力计校验记录图形

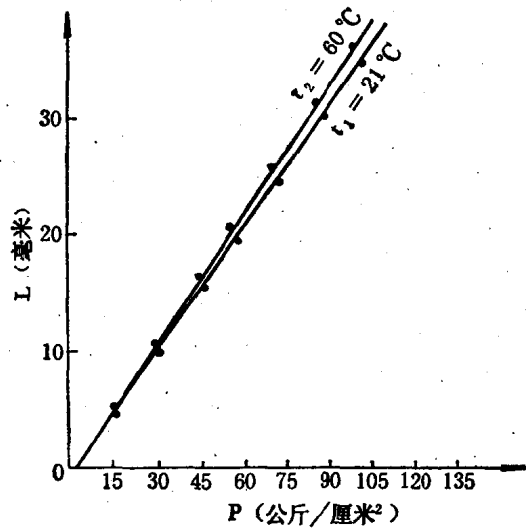


图 1-1-5 压力计校验曲线

## 6. 仪器的维护

- (1) 仪器不用时，应将仪器以及附件装在箱内。
- (2) 仪器在拆卸过程中应保持其垂直位置并使用专用工具拆卸。
- (3) 对长期存放的仪器需拆卸清洗，各零、部件涂以无酸防护油。
- (4) 不锈钢制的外壳其螺纹连接处易粘扣，在组装前必须用毛刷蘸上汽油细心洗刷干净，并涂抹纯净黄油。



表 1-1-3 压力计室温校验表

 $t=21^{\circ}\text{C}$ 

序号	压力 (公斤/厘米 <sup>2</sup> )	纵 座 标								最大偏差				滞 差 ( $L_{b_1}$ 项内 加压-减压)			
		毫 米								$L_g - L_{b_1}$							
		1次循环		2次循环		3次循环		$L_{b_1}$ (平均值)		加 压		减 压		毫米		毫米	
		$L_g$		$L_g$		$L_g$											
		加压	减压	加压	减压	加压	减压	加压	减压	毫米	%	毫米	%	毫米	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
1	15	5.00	5.25	5.10	5.35	5.05	5.30	5.05	5.30	0.05	0.10	0.05	0.10	0.25	0.48		
2	30	10.00	10.40	10.15	10.45	10.15	10.36	10.10	10.40	0.10	0.19	0.05	0.10	0.30	0.58		
3	45	15.20	15.55	15.25	15.60	15.25	15.50	15.23	15.55	0.03	0.06	0.05	0.10	0.32	0.63		
4	60	20.30	20.75	20.75	20.75	20.35	20.70	20.35	20.73	0.05	0.10	0.03	0.06	0.38	0.73		
5	75	25.50	25.90	25.52	25.90	25.50	25.86	25.51	25.89	0.01	0.02	0.03	0.06	0.38	0.73		
6	90	30.75	31.12	30.81	31.15	30.80	31.15	30.79	31.14	0.04	0.08	0.02	0.04	0.35	0.68		
7	105	35.80	36.10	35.90	36.25	35.95	36.30	35.88	36.22	0.08	0.15	0.12	0.23	0.34	0.66		
8	120	41.21	41.45	41.30	41.55	41.35	41.55	41.29	41.52	0.08	0.15	0.07	0.13	0.23	0.44		
9	135	46.40	46.50	46.50	46.65	46.55	46.73	46.48	46.62	0.08	0.15	0.12	0.23	0.12	0.23		
10	150	51.80		51.90		51.95		51.88		0.08	0.15						
11																	
12																	

仪器 No:      弹簧管 No:      检验人:      测量:      计算:      复核:

表 1-1-4 压力计高温校验表

 $t=60^{\circ}\text{C}$ 

序号	压力 (公斤/厘米 <sup>2</sup> )	纵 座 标								最大偏差				滞 差 ( $L_{b_1}$ 项内 加压-减压)			
		毫 米								$L_g - L_{b_1}$							
		1次循环		2次循环		3次循环		$L_{b_1}$ (平均值)		加 压		减 压		毫米		毫米	
		$L_g$		$L_g$		$L_g$											
		加压	减压	加压	减压	加压	减压	加压	减压	毫米	%	毫米	%	毫米	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
1	15	4.85	4.95	4.90	5.05	5.00	5.05	4.92	5.02	0.08	0.16	0.07	0.14	0.10	0.20		
2	30	9.70	10.00	9.75	10.05	9.90	10.16	9.78	10.07	0.12	0.24	0.09	0.18	0.29	0.57		
3	45	14.65	14.96	14.85	15.05	14.85	15.10	14.78	15.04	0.13	0.25	0.08	0.16	0.26	0.51		
4	60	19.70	20.10	19.80	20.20	19.85	20.15	19.78	20.15	0.08	0.16	0.05	0.10	0.37	0.73		
5	75	24.75	25.10	24.86	25.15	24.90	25.15	24.84	25.13	0.09	0.18	0.03	0.06	0.29	0.57		
6	90	29.90	30.30	29.95	30.30	29.90	30.20	29.92	30.27	0.03	0.06	0.07	0.14	0.35	0.69		
7	105	35.00	35.40	35.10	35.46	35.05	35.30	35.05	35.39	0.05	0.10	0.09	0.18	0.34	0.67		
8	120	40.50	40.60	40.40	40.55	40.30	40.45	40.40	45.53	0.10	0.20	0.80	0.16	0.13	0.25		
9	135	45.65	45.10	45.65	45.60	45.45	45.60	45.58	45.63	0.13	0.25	0.07	0.14	0.05	0.10		
10	150	51.10		51.00		50.85		50.98		0.12	0.24						
11																	
12																	

仪器 No:      弹簧管 No:      检验人:      测量:      计算:      复核:

(5) 仪器从井内取出后应擦净表面的油污。

(6) 定期检查仪器过滤器是否畅通。