

热工控制仪表 和自动调节器的安装

苏联 А. И. 巴尔卡洛夫等著



电力工业出版社

序 言

各种工業部門中广泛地运用自动化和控制裝置，可以保证設備可靠而經濟地工作，并且可以大大地減輕劳动条件和減少管理人員的人数。

由于發電厂里热力設備的扩大和改进，大大地改变了所用热工控制仪表的数量和質量。目前正在大量地采用一些精密而完善的帶有远距离指示傳遞器的仪表。在現代化的發電厂里还装备着很多自动化裝置，这些自动化裝置現由电站部“动力零件”工厂、重型机器制造部威紐科夫附件厂以及其他工厂成批生产。

自动化和控制裝置的运行是否有效，在許多地方是由其安裝和调整質量所決定。这些裝置安裝得如果很合理，其以后的运行就非常方便，因而也就使發電厂的热力設備可靠而經濟地工作。

發電厂里的热工控制仪表和自动化裝置的安裝規則，在各个工厂安裝規程中一般都有簡略地說明。

本書力求以許多發電厂中所积累的安裝工作的生产經驗为基础，把热工控制仪表和自动調節器的安裝和调整的規則和方法加以系統化。在本書中仅涉及由苏联工厂成批生产的仪表和自动調節器的安裝和调整問題。

本書可供發電厂中从事热工控制仪表和自动調節器安裝和调整的工作人員参考。但对其他工業部門的工作人員以及热工控制仪表和自动調節器的运行人員也是有用的。

本書作者們的分工如下：第九、十和十一章是 A. И. 巴尔卡洛夫写的；第二、三和五章是 M. Л. 別茲金斯基写的；第六、七和八章是 M. A. 杜埃里写的。第四章是 A. И. 巴尔卡洛夫和 M. Л. 別茲金斯基合写的；第一章是 A. И. 巴尔卡洛夫和 M. A. 杜埃里合写的。

作者們將非常感謝讀者對本書的批評意見。

最后，作者們謹向 П. Н. 馬努伊洛夫表示感謝，感謝他在校訂原稿时提供了許多寶貴的意見。

原作者

目 录

原序

第一章 安裝工作的組織	4
1-1. 进行工作的計劃	4
1-2. 安裝-調整工作队的配备	4
1-3. 工作室的装备	5
1-4. 安裝工作	5
1-5. 仪表和自动調節器的調整和移交运行	6
第二章 測量压力和負压的仪表	6
2-1. 攝取冲力設備的裝置	6
2-2. 仪表的安裝	8
2-3. 安裝前仪表的校驗	11
第三章 測量温度的仪表	16
3-1. 敏感元件的裝置	16
3-2. 仪表的安裝和接綫	19
3-3. 安裝前仪表的校驗	28
3-4. 仪表的調整	32
第四章 測量流量的仪表	33
4-1. 測量孔板	33
4-2. 压差表的安裝	37
4-3. 水位表的安裝特点	40
4-4. 安裝前压差表的校驗	42
4-5. 測量流量时联接管路的安裝特点	48
第五章 烟气分析器、測鹽計和測氧計	50
5-1. ГЭУК-21 型和 ГЭД-49 型烟气分析器	50
5-2. 測鹽計	59
5-3. РК-20 型測氧計	69
第六章 ЦКТИ 型电气机械式調節器	73
6-1. 調節箱裝置	73
6-2. 外部联接系統	74

6-3.	燃燒过程調節器的作用系統和安裝特点	80
6-4.	給水調節器的安裝特点	86
6-5.	發電廠輔助設備的調節器的安裝特点	97
6-6.	調節器在調整前的準備	99
第七章	BTI 型电子式調節器	100
7-1.	电子式調節仪表	100
7-2.	設備的安裝	104
7-3.	外部联接系統	106
7-4.	調節器在調整前的準備	108
第八章	“热力自动机”工厂型液压式調節器	111
8-1.	設備的安裝	111
8-2.	油管路的敷設	115
8-3.	調節器在調整前的準備	116
第九章	联接管路	117
9-1.	管路的用途和工作条件	117
9-2.	管路的方向	117
9-3.	管子的弯曲和联接	119
9-4.	襯垫和密封的材料	125
9-5.	管路的固定	125
9-6.	管路的标註和塗色	126
9-7.	管路严密性的檢查	127
第十章	电气导綫	129
10-1.	電綫的選擇	129
10-2.	電綫的敷設	130
10-3.	電綫头的剝切	131
10-4.	导綫的敷設	136
10-5.	导綫的剝切和标註	138
10-6.	电气綫路的檢驗	139
第十一章	安裝用的材料和零件	144
11-1.	电气設備和配件	144
11-2.	管路配件	154
11-3.	電綫和导綫	156
11-4.	管子	164
11-5.	就地制造的安裝零件	164

第一章 安裝工作的組織

1-1. 进行工作的計劃

在开始安裝和調整热工控制仪表和自动化裝置之前，工作的領導者應該先熟悉設計資料。所有的缺陷都應該在工作开始以前找出来，并且加以消除。然后檢查儀器的有無及其完整性，并編制缺少的仪表和自动調節器的清冊。

按照主要設備投入运行的期限，編制安裝工作的进度表。进度表必須取得發電厂运行方面領導人的同意，并經安裝工段長批准。

根据进度表，配备安裝工作队、裝備工作室以及編定进行工作所需的全部材料。

安裝和調整方面的工作可以划分为下列几个主要阶段：

- a) 察看仪表和自动調節器的状态，并在試驗台上进行校驗；
- б) 制造安裝構架；
- в) 进行安裝工作；
- г) 調整仪表和自动調節器，并把它們移交运行。

1-2. 安裝-調整工作队的配备

經驗証明：对于在發電厂里进行安裝和調整工作來說，設有一个專業化的工作队是适宜的，对于队中的成員，应保證每人都能按本人的熟練程度有不同的工作。到工作量最忙的时期，必須吸收一些所需專業的工人做临时工作。

对于每台巨大的机組上例如鍋爐、汽輪發電机、化学水处理設備等的安裝工作來說，應該配备一个由七八人所組成的固定工作队。为了完成下列主要工作，如電纜和管路的鋪設、表盤的接綫、安裝構架的制造等等，在工作队的成員中需要有三四个熟悉自动調節器的5—6級的熟練电工。在工作队的成員中應該包括有一兩個气电焊工。其中一人應該具有进行高压管路焊接的合格証。工作队的其余名額則由

4—5級的鉗工和电气安裝工补齐。

工作的領導者應該是有經驗的工程師或工長。其職責包括解決所有組織上的問題，批准联接綫路的敷設方向和儀表的裝置地點。工作的領導者執行工作進程中的日常領導，分配各工作隊的任务，并檢查這些任务的完成情況。在几台機組上同時進行安裝工作时，為了幫助工作的領導者，應該由工長暫時指揮。

為要進行儀表和自動調節器的零星小修、試驗台上的校驗及調整，在安裝工段中必須有一個搞精密機械的技師。

這些裝置的小修最好是在安裝地點由自己的力量來進行。在安裝工段的工作室內應備有試驗台和檢查用儀表，以便用來校驗已修好的儀表。

1-3. 工作室的裝備

安裝工段的工作室應該由以下三個工作間組成：鉗工工作間、特殊裝備的水銀工作間以及修理和校驗儀表的工作間。

在鉗工工作間內應備有：裝有老虎鉗的工作台、管子夾鉗、鑽床、彎管機以及電動砂輪等。

在水銀工作間內應備有校驗流量表的裝置、水銀儲存箱以及拆裝儀表用的工作台。室內應按安全技术條例配備一切。

本書附錄中列有工具清單示例，這些工具是一個由七八人組成的安裝工作隊所需要的。

1-4. 安裝工作

主要的安裝工作有下列各項：

- a) 測量壓力、負壓、溫度、流量、水位所用的取樣裝置的安裝；
- b) 固定電纜和管路用的構架安裝以及裝設當地儀表用的構架的安裝；
- в) 表盤的安裝，及其上儀表的裝置；
- г) 當地儀表的安裝；
- д) 沖力管路和保護管路的敷設；

е)过渡箱和冷接点箱的安裝;

ж)電纜的敷設。

工作順序是根据机組的安裝进度表确定的。此时必須要考虑到一些附加的条件。例如：油管路上的支管要在用油沖洗管路以前焊好。水管路和蒸汽管路上的取样裝置可以在管路裝配好以后焊上，但是必要在水压試驗和清洗以前完成。水銀溫度表、电阻溫度表及热电偶等用的插座以及測量孔板只在管路清洗以后才能安裝。

電纜和管子的敷設工作要在固定構架、冷接点箱和过渡箱裝好以后进行。

在烟道上和鍋爐爐膛中測量負压和溫度用的取样裝置，最好在开始砌爐牆以前裝設。

在进行安裝工作时，应严格遵守安全技术条例。

1-5. 仪表和自动調節器的調整和移交运行

仪表和自动調節器的調整是安裝工作的最后阶段。

在移交运行时应檢驗仪表的指示正确性和工作的可靠性。在校驗自动烟氣分析器时，把它們的示值与手动化学式烟氣分析器的示值相比較。工作用压力表則用檢查用压力表来檢驗；流量表則用水銀双管式压差表来檢驗；水位表則用玻璃水位表来檢驗等等。

自动調節器要在远距离操縱調整好以后进行整套的試驗，然后移交运行。

第二章 測量压力和負压的仪表

2-1. 攝取冲力設備的裝置

把測量压力和負压的仪表联接到測量地点时，要遵守下列規則：

a)攝取冲力的裝置應該裝設在被測介質流向为直綫的管路或烟道部分。如介質流有渦流时，在測量中就会由于运动流束的动力影响而产生誤差。測量本身則由于被测压力出現波动而难于进行。

6)在测量含灰烟气的压力时,攝取冲力的装置应装設在固体颗粒的濃度可以預期到是最小的地方。例如,在水平烟道上应在烟道的上部测量压力(圖 2-1, A);在气流下降的直立烟道上,攝取冲力的装置則順着气流方向傾斜地装設(圖 2-1, B)。此时,取样管的末端应伸入气流里,因为固体颗粒的濃度靠近墙壁的地方总是大一些。在气流上升的直立烟道上,取样装置应装設得与烟道的墙壁垂直(圖 2-1, B)。

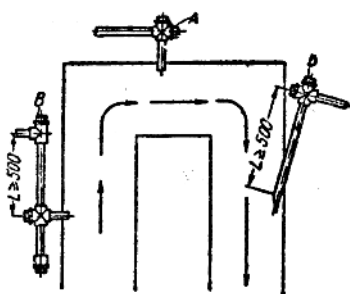


圖 2-1 測量含灰气流压力用的取样裝置的裝設簡圖

A—在水平管路上的裝設; B—在气流由上向下流动的直立管路上; B—在气流由下向上流动的直立管路上。

Б)在傾斜的和水平的管路上联接測量蒸汽和液体压力的仪表时,攝取冲力的裝置应装設在側面(圖 2-2)。

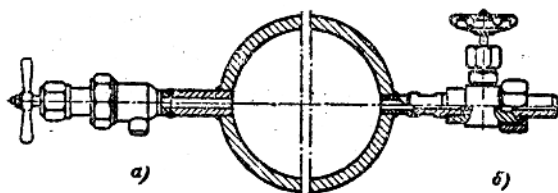


圖 2-2 在管路上測量压力时取样裝置的裝設

a—压力在200公斤/公分²以下时; б—压力在64公斤/公分²以下时。

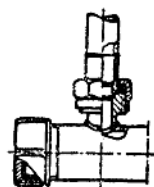


圖 2-3 測量含灰烟气的负压时的取样裝置

г)在測量含灰介質的负压时,在攝取冲力的裝置上应裝有帶堵头的三通或十字接头,以便定期清理(圖 2-3)。

д)在測量粘性介質(例如重油)的压力时,在攝取冲力的裝置上应裝有隔离罐(圖 2-4)。隔离罐应尽可能地裝在管路的附近,应用水作为隔离液体。

е)所有攝取压力方面的冲力的裝置都应裝有鎮

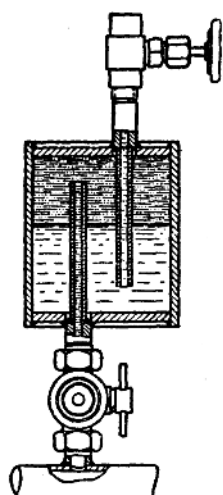


圖 2-4 帶有隔油罐的測量重油壓力的取樣裝置

閉机关。压力在 1 公斤/公分² 以下时，采用直径为 $\frac{1}{2}$ " 或 $\frac{3}{4}$ " 的内丝扣直通考克；压力在 10 公斤/公分² 以下时，采用直径为 $\frac{1}{2}$ " 或 $\frac{3}{4}$ " 的内丝扣直通截門；压力在 100 公斤/公分² 以下时，采用設計压力为 160 公斤/公分² 的針形截門；压力高于 100 公斤/公分² 时，采用直径为 $\frac{1}{2}$ " 的針形截門設計压力为 320 公斤/公分² 的針形截門或設計通路直径为 10—20 公厘的焊接式截門。

2-2. 仪表的安裝

測量压力和負压的仪表应裝設在易于觀察其示值而又便于管理的地方。

液柱式仪表应直立地裝設。被测介質中所含的水份侵入仪表中的現象必須加以防止。

彈簧式的压力表、压力真空表及真空表裝設的位置，应与分度时的位置相同。这个位置通常在仪表的标尺上做有記号。如果没有特殊的記号，則当仪表的刻度盤处在直立平面內而連接管咀向下时即認為是仪表的正常位置。

裝置仪表处的週圍介質温度不得超过 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ (按 ГOCT 2405-44)。直接在仪表的前面，應該裝設帶法蘭的三通考克，以便清洗和用以联接檢查用压力表；在測量蒸汽压力和温度高于 120°C 的液体压力时，在三通考克之前一定要裝設虹吸管(圖 2-5)。

为了緩和被測介質压力的波动，在仪表前面的导管上要裝設节流板或节流容器。

在被測压力固定不变或平穩变动的場合，仪表的标尺应为被測压力的 1.5

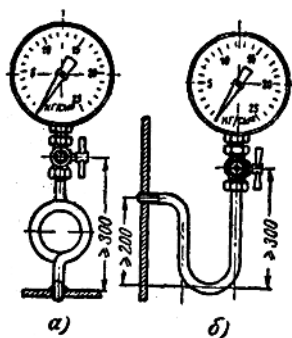


圖 2-5 压力表前虹吸管的裝置
a—在水平的管路上；b—在直立的管路上。

倍；在压力变动很大的场合，仪表的标尺应为被测压力的2倍。

在装置仪表的地方不应该有显著的振动。

从摄取冲力的地方到仪表的距离要尽可能的短。

在压力表低于冲力摄取地点的情况下，必须在压力表的示值中加入有关液柱高度的修正值。修正值的大小等于冲力摄取地点和压力表装置地点的水位差乘以冲力管中所充液体的比重。如压力表装置在压力测量地点的上面时，仪表的装置高度则应小于被测压力所能造成的液柱高度。这时在仪表的示值中也必须加入修正值。

工业用指示型和接点型压力表可以直接装设在测量地点的附近，或装置在表盘上，装在表盘上的压力表又可采用装在墙壁上的方式（墙式）或用镶入的方式（镶入式）来安装。为使压力表与冲力管路联接方便起见，在墙式安装（图2-6）时，在压力表壳的下面垫入厚10—12公厘木板垫1。

有凸边的压力表（图2-6，a）是用三只螺钉3来固定在座板2上的。无凸边的压力表（图2-6，b）则用三个压板来固定。

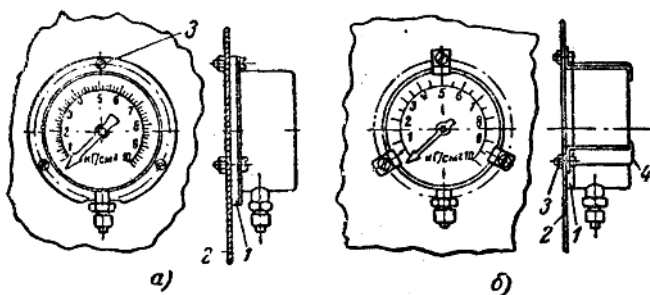
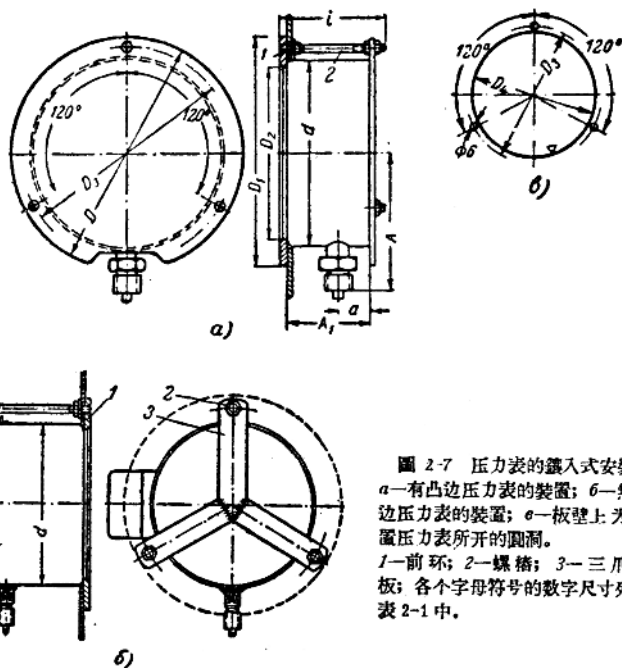


图 2-6 工业用指示型压力表的墙式安装
a—有凸边压力表的装置；b—无凸边压力表的装置。
1—垫板；2—板壁；3—螺钉；4—压板。

用镶入式安装时（图2-7），在表盘上开一个大圆洞，其直径要比压力表壳的直径大1—2公厘。在板壁的正面装上一个前环1。螺帽2穿过凸边上的孔（图2-7，a）；把前环固定在板壁上，将压力表紧压在前环上。无凸边的压力表（图2-7，b）是借三爪压板3紧压在前环上。

表 2-1

压力表壳 的直径, a	凸边的 直径, D	前					环			
		型式	D_1	D_2	D_3	D_4	A	A_1	a	l
80	110	KΦ-1	110	70	93 ± 0.4	81 ± 0.9	80	60	25	70
100	130	KΦ-2	130	90	118 ± 0.5	101 ± 0.9	90	60	25	70
150	180	KΦ-3	180	140	165 ± 0.5	151 ± 1.1	115	70	25	80
200	230	KΦ-4	230	190	215 ± 0.6	201 ± 1.1	140	70	30	80
300	340	KΦ-5	330	290	320 ± 0.7	301 ± 1.33	190	80	30	90



的。

МГ型和МЭУ型压力表及其二次仪表,在用鑲入式安裝时(圖2-8),把表壳上凸边后面的部分鑲入表盤的圓洞里,用三个卡爪1卡住,并用螺釘2压紧。

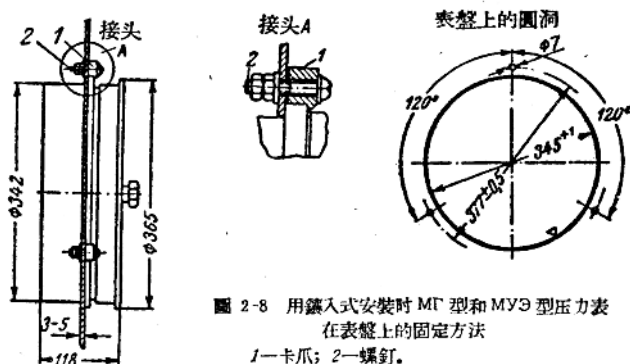


圖 2-8 用鑲入式安裝时 МГ 型和 МЭУ 型压力表在表盤上的固定方法

1—卡爪; 2—螺釘。

用牆式安裝时, МГ 型或 МЭУ 型压力表借圓环固定在表盤或牆壁上,而圓环是用螺釘扭紧在表壳后板上的。卡爪和圓环是由制造厂供应的。

測量微压和負压用的、具有側面标尺的膜式仪表(風压表、通風表及風压通風表),只能利用鑲入式來安裝(圖 2-9)。

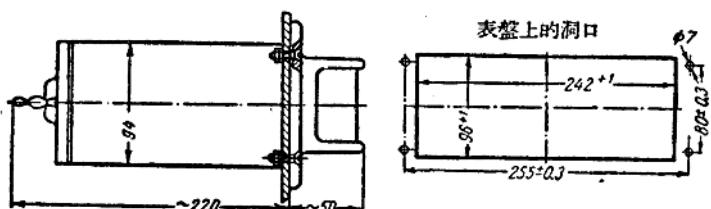


圖 2-9 側面型膜式通風表在表盤上的固定方法

2-3. 安裝前儀表的校驗

所有出售的仪表,都是由制造厂校驗过并且調整好的,但是

在運輸的時候可能會失調。所以儀表在安裝之前，必須在當地的試驗室中加以校驗。

測量壓力和負壓的彈簧式儀表，其校驗方法是將被校儀表的示值與范型儀表的示值相比較。

校驗彈簧式壓力表、壓力真空表、真空表及風壓通風表時，可採用范型的彈簧式壓力表和真空表、范型的水銀式壓力真空表、范型的活塞式壓力表（圖 2-10）及微壓表或杯形壓力表（圖 2-11）。

范型儀表的極限壓力不得小於被校儀表的極限壓力，在精度等級方面范型儀表應高於被校儀表。

測量壓力的儀表，壓力在 1.5 公斤

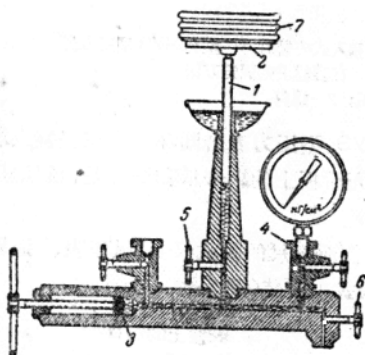


圖 2-10 范型的活塞式壓力表

1—桿；2—重荷盤；3—活塞；4—接壓力表的管子接口；5—鎖閉閥門；6—排洩閥門；7—重荷。

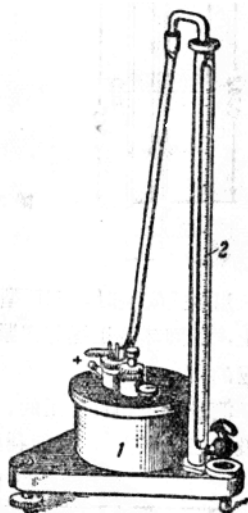


圖 2-11 MBO-400 型杯形壓力表

1—圓桶；2—標尺。

/公分²以下的借壓縮空氣來校驗，壓力高於 1.5 公斤/公分²的則借充以透平油的活塞式壓力表來校驗。

彈簧式儀表的校驗是按標尺的數字點進行的，校驗點不得少於五個。

校驗時建議按范型儀表來調定壓力，而按被校儀表來讀取讀數。指針的調定是用手指輕敲儀表來進行的。在用活塞式壓力表校驗

的場合，按被校儀表的標尺讀數時，壓力表的活塞杆應加以旋轉。通常應將杆長的 $\frac{1}{2}-\frac{2}{3}$ 浸入圓筒中。

起初在增加壓力（正行程）下進行校驗，在極限壓力時保持 3—5 分鐘以後，然後在下降壓力（反行程）下繼續進行校驗。

對測量壓力的儀表提出下列幾點要求：

a) 被校儀表的基本誤差不應超出其精度等級所允許的範圍；

6) 在輕敲表殼時儀表指針的偏移，在每一校驗點上不應超過基本誤差數值的一半；

б) 在校驗之後儀表的指針應回復到標尺的零點。在沒有檔銷時，指針可能偏离零點，但其數值不得超過允許誤差的一半。

г) МУЭ 型壓力表的校驗要與二次儀表配成全套來進行。

如有與所提出的要求不相符的情形，應該把儀表重新調整。

在調整彈簧式壓力表時，要遵守下列操作程序：

a) 拆下儀表的蓋，並裝上一個輔助標尺來代替儀表的工作標尺，在輔助標尺上有一個缺口作為通到調節部件去的入口；

6) 以范型儀表為準，把壓力升高到最大數值，並且在這壓力下保持 3—5 分鐘；

б) 不要降低壓力，此時移動連桿 2 上的滑塊 1（圖 2-12），直到指針 3 調到精確地對準標尺的最末一條刻綫為止；

г) 把壓力從最大數值降低 10%，並進行校驗，在此處把指針調准；如果指針不指在應有的刻度上，就用手在軸上轉動指針，將它調到這一刻度上。

д) 再把壓力升高到最大數值，並重新移動連桿 2 上的滑塊 1，把指針調到標尺的最末一條刻綫上。

重複 г) 和 д) 兩個操作，直到指針在這兩點上的位置達到正確為止。

通風表和風壓表的調整按以下步驟

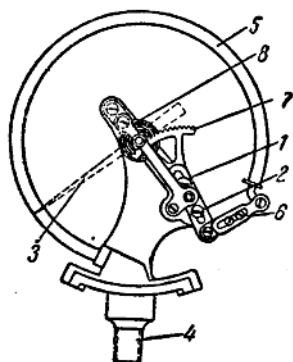


圖 2-12 壓力表的傳動機構

1—滑塊；2—連桿；3—指針；4—管子接頭；5—管狀彈簧；6—拉桿；7—扇形齒輪；8—螺旋彈簧。

进行(圖 2-13):

- a) 把制动螺絲 3 旋松 2—3 轉之后, 旋松橫梁 2 上的中心螺絲 1;
 6) 旋出中心螺絲 1, 使其下端不露出橫梁;

б) 借校正器(調整圓錐 5)把指針調定到零位;

г) 旋入第一个中心螺絲(从把彈簧固定在橫梁上的螺絲数起), 使之压紧調整彈簧, 并使指針从零位向左偏移 5—10 公厘; 然后用制动螺絲把这个中心螺絲固定, 并借校正器把指針調到零位;

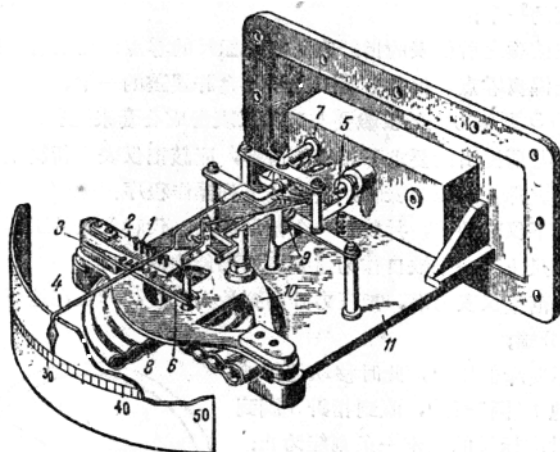


圖 2-13 風压表

1—中心螺絲; 2—橫梁; 3—制动螺絲; 4—指針; 5—調整圓錐; 6—平彈簧; 7—管; 8—盒形膜; 9—游絲; 10—上板; 11—底板。

д) 造成相当于标尺上第一个数字点的压力(或負压), 并按微压表来校驗这一压力的数值; 如果此时指針超过了标尺上相应的刻綫, 則轉动橫梁上第二个中心螺絲, 使指針回到这一刻綫上;

е) 把仪表与大气联通, 并校驗指針的零位; 如果指針未回到零位, 則旋入第二个中心螺絲, 把指針調定到这个位置上, 然后借制动螺絲把中心螺絲固定。

ж) 重新造成相当于标尺上第一个数字刻綫的压力(或負压), 并

借轉動第三個中心螺絲來調定指針。

就用這樣的方法，按標尺的所有數字刻綫來調整儀表的示值。

風壓通風表具有兩個帶平彈簧的橫梁，其位置在膜盒的上面。通風表有一個橫梁和一個平彈簧，其位置在標尺最大點的一側。在風壓表中橫梁和平彈簧的位置是在標尺零點的一側。

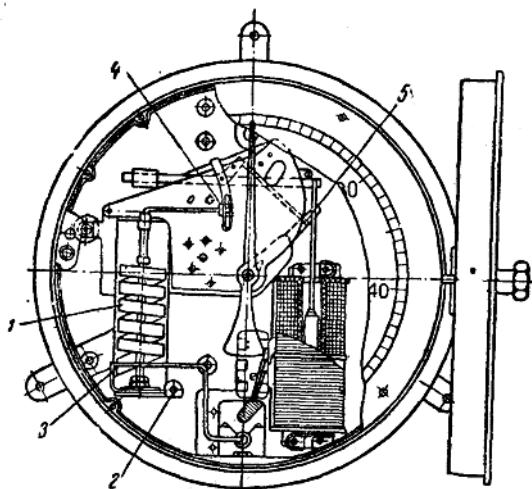


圖 2-14 MY3 型壓力表的發送器機構

1—多圈螺旋彈簧管；2—將指針調定到零位用的蝸桿；
3—彈簧的卡子；4和5—滑塊。

MY3 型壓力表的發送器的校驗是與二次儀表一起整套地進行的。

在發送器外殼內裝有多圈螺旋彈簧管 1 (圖 2-14)，其右下方有一個蝸桿 2，在旋轉蝸桿 2 時，使卡子 3 與固定在它上面的彈簧管 1 一起轉動。借此可把儀表的指針調

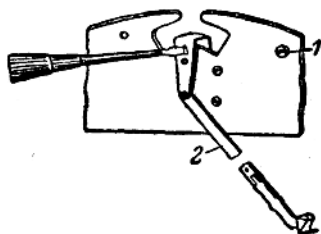


圖 2-15 MГ 型壓力表的調整
1—零位校正器；2—橫桿。

定到标尺的零线。借滑块 4 和 5 可把指针调节到标尺的其他刻线上。

自记式压力表的调整，是借零位校正器 1 (图 2-15) 或用赶锥移动笔尖的横杆 2 来进行，如图 2-15 所示。

第三章 测量温度的仪表

3-1. 敏感元件的装置

要使温度的测量能够正确，在安装敏感元件时必须遵守下列基本规则：

a) 热电偶的工作端应该装置在管路的中心(图 3-1)。

6) 电阻温度表的工作端应该伸过管路中心 50—60 公厘(图 3-2)。

Б) 应该考虑到由于经过热电偶和电阻温度表附件的散热所引起的测量误差。经验证明：随着敏感元件插入深度的增加，测量误差则减小。

沿着管路的轴线方向装置敏感元件(图 3-1, a)，可以保证最大的插入深度。因此总是希望用类似的方法来装设。如果不可能这样，就把敏

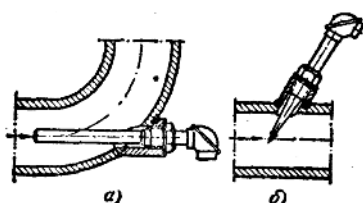


图 3-1 在管路上热电偶的装置
a—在肘管中；б—在直管部分。

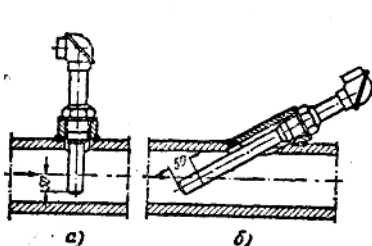


图 3-2 在管路上电阻温度表的装置
a—垂直于管路的轴线；б—斜着装置。

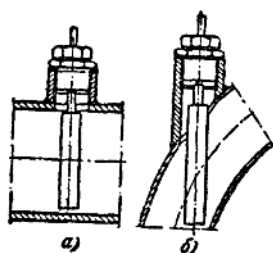


图 3-3 压力表或温度表温包的装置
a—垂直于管路的轴线；б—斜着装置。