

国家中等职业教育改革发展示范学校
重点专业教材建设成果



现场仪表安装 与调试实训

● 李玉红 主 编
● 琚丰亮 副主编
● 王建平 主 审

XIANGCHANG
YIBIAO ANZHUANG
YU
TIAOSHI
SHIXUN



化学工业出版社

国家中等职业教育改革发展示范学校
重点专业教材建设成果

现场仪表安装与调试实训

主 编 李玉红

副主编 琚丰亮

主 审 王建平



化学工业出版社

· 北 京 ·

发 行 所 址 青 岛 路 100 号

电 话 00 86 10 619 066 6

本书分五个模块：压力仪表安装与调试、物位仪表安装与调试、流量仪表安装与调试、温度仪表安装与调试及控制阀安装与调试，在每个模块中设定了相关的任务，在每个任务中分为任务描述、任务目标与要求、理论知识与技能知识、拓展提高、检查评价及参考资料几个方面，模块后附习题供学生练习，检查学生对模块知识的了解和掌握情况。

本教材以《化工仪表维修工》(中级)国家职业技能标准为依据，同时结合本专业实训资源情况，按照“教、学、做、评”的模块模式编写，学校没有用到的仪器仪表在其他文献中进行介绍。本教材适用于中等职业学校化工仪表自动化专业一体化教学。

李玉红 主编
袁丰源 兼主编
王平 审主

图书在版编目(CIP)数据

现场仪表安装与调试实训/李玉红主编. —北京：化学工业出版社，2015.8

国家中等职业教育改革发展示范学校重点专业教材建设成果

ISBN 978-7-122-24334-8

I. ①现… II. ①李… III. ①仪表-安装-中等专业学校-教材②仪表-调试方法-中等专业学校-教材
IV. ①TH7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 129883 号

责任编辑：廉 静

装帧设计：刘丽华

责任校对：边 涛

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：大厂聚鑫印刷有限责任公司

710mm×1000mm 1/16 印张 7¼ 字数 146 千字 2015 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686）

售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：22.00 元

版权所有 违者必究

国家中等职业教育改革发展示范学校 重点专业教材建设

编审委员会

主 任：王黎明

委 员：（按姓氏笔画排序）

王建平	孔令慧	师文辉	朱学伟	任成平	孙建明
李 舟	李水龙	李国宏	张日利	张旭华	陆善平
陈启文	苗林明	郑智宏	秦京菊	秦晋一	原 俊
柴琳洁	梁占禄	董树清	温鹏飞	薛利平	薛新科

特聘专家：（按姓氏笔画排序）

王晓东	王梅梅	李四峰	郎红旗	杨志东	赵建勇
赵海兰	温卫东	韩文斌	薛永兵		

校本教材建设是中等职业学校教学改革的重要组成部分，2013年以来中职学校教师对山西地区多家化工、煤化工企业进行了广泛的调研。通过岗位论证及企业需求确定课程，通过与企业不同层次员工研讨确定教学内容，组建由企业技术人员、本校老师构成的教材编审小组。

本教材以《化工仪表维修工》（中级）国家职业技能标准为依据，同时结合仪表专业实训资源情况，按照“教、学、做、评”的模块模式编写，学校没有用到的仪表仪器在参考资料中进行介绍。

现场仪表安装与调试分五个模块：压力仪表安装与调试、物位仪表安装与调试、流量仪表安装与调试、温度仪表安装与调试及控制阀安装与调试，总课时数72；本教材适用于化工仪表自动化三年制中职学生。

本书由李玉红任主编，琚丰亮任副主编，全书共分为五个模块，其中，模块一、模块二由王艳萍编写；模块三由付志刚编写；模块四、模块五由李玉红编写，李玉红、琚丰亮负责全书统稿工作。全书由王建平任主审，在审稿过程中提出了宝贵的建议，在此深表感谢！

在教材编写中得到了高级工程师张美兰的大力支持与帮助，同时在编写过程中参考了本专业相关教材及相关设备说明书，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，时间仓促，不足之处在所难免，恳请各位批评指正。

编者

2015.3

模块一	压力仪表安装与调试	1
任务一	弹簧管压力表安装与调试	1
任务二	压力变送器安装与调试	8
习题		16
模块二	物位仪表安装与调试	21
任务一	差压式变送器安装与调试	21
任务二	磁翻板液位计安装与调试	27
习题		32
模块三	流量仪表安装与调试	36
任务一	浮子流量计安装及调试	36
任务二	智能差压流量计安装与调试	41
习题		55
模块四	温度仪表安装与调试	59
任务一	热电偶温度计安装与调试	59
任务二	热电阻温度仪表安装与调试	65
习题		73
模块五	控制阀安装与调试	77
任务一	气动控制阀安装与调试	77
任务二	电动控制阀安装与调试	94
任务三	电磁阀安装与调试	99
习题		105
参考文献		110

模块一

压力仪表安装与调试

任务描述

任务是通过多媒体及现场实物观察，认识弹簧管压力表和压力变送器；了解其结构和工作原理；掌握压力仪表的调试、安装、维修方法。安装前进行调试，调试合格后安装到工艺设备上，并进行简单故障诊断、排除。

根据任务实施方案，完成弹簧管压力表和压力变送器选择、安装、调试；进行数据处理和结论分析、判断；填写技术资料；进行小组汇报。教师重点关注学生对标准和规程的理解能力及操作能力，同时指导学生正确使用工具，还有落实“7S”管理制度的执行情况。

任务一 弹簧管压力表安装与调试

【任务目标】

- ① 读懂弹簧管压力表名牌。
- ② 会选择弹簧管压力表。
- ③ 能进行弹簧管压力表安装与调试。
- ④ 能排除弹簧管压力表简单故障。

【任务要求】

- ① 了解弹簧管压力表结构、工作原理、使用方法。
- ② 熟悉弹簧管压力表选择方法。
- ③ 掌握弹簧管压力表安装与调试方法。

理论知识

一、弹簧管压力表结构及工作原理

弹性式压力计是利用各种形式的弹性元件,在被测介质压力的作用下,使弹性元件受压后产生弹性变形的原理而制成的测压仪表。可用来测量几百帕到数千兆帕范围内的压力。

弹性元件是一种简易可靠的测压敏感元件。当测压范围不同时,所用的弹性元件也不一样。主要弹性元件有膜片式、膜盒式、波纹管式、弹簧管式,如图 1-1 所示。

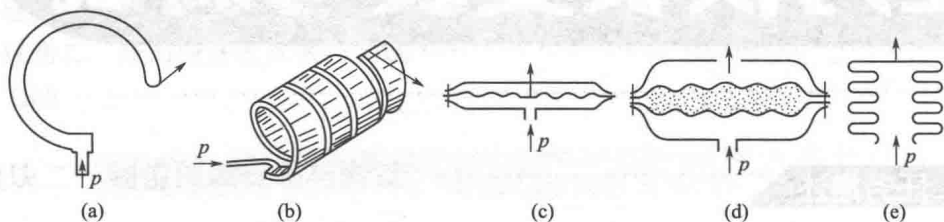


图 1-1 弹性元件示意图

弹簧管式弹性元件如图 1-1 中 (a) 和 (b) 所示,波纹管式弹性元件如图 (e) 所示,薄膜式弹性元件如图 (c) 和 (d) 所示。

1. 结构

弹簧管压力表结构如图 1-2 所示。由弹簧管、传动机构、指示机构和表壳四部分组成。

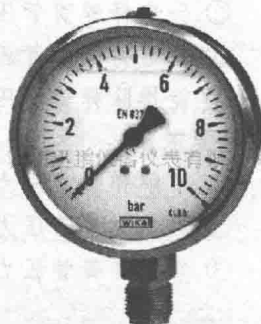
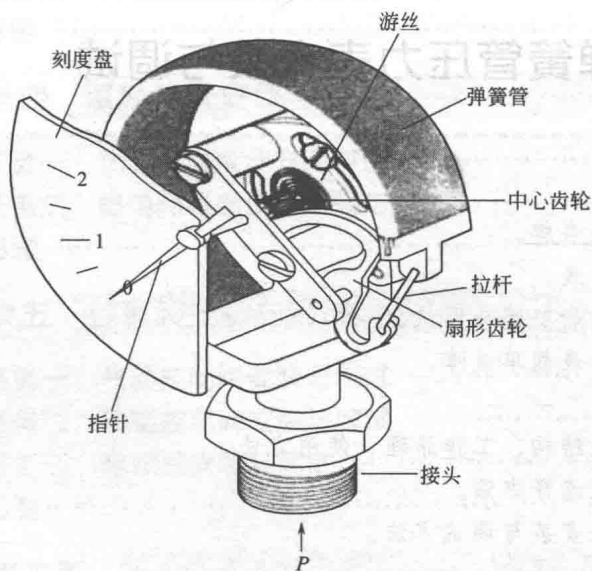


图 1-2 弹簧管压力表结构

弹簧管：管内压力变化使管子自由端产生位移，带动传动机构动作，管内压力与自由端位移成线性关系。

传动机构（机芯）：由扇形齿轮、中心齿轮、游丝组成。主要作用是将弹簧管自由端微量位移进行放大，转变为指针的角位移。

指示机构：由指针、刻度盘组成，主要作用是将弹簧管的弹性变形量通过指针转动指示出来，并直接指示刻度盘上的压力值。

表壳（机座）：主要是固定和保护上述三部分的零件。

2. 工作原理

被测压力由接头导入，迫使弹簧管的自由端向右上方位移，自由端的位移通过拉杆使扇形齿轮作逆时针偏转，进而带动中心齿轮作顺时针偏转，使与中心齿轮同轴的指针也作顺时针偏转，从而在面板的刻度标尺上显示出被测压力 P 的数值。由于自由端的位移与被测压力之间具有比例关系，因此弹簧管压力表的刻度标尺是线性的。

游丝的作用是用来克服扇形齿轮和中心齿轮间的间隙而产生的仪表变差。

要改变压力表的量程，可以通过调整螺钉的位置来实现。

二、压力表选择

压力计的选用应根据工艺生产过程对压力测量的要求，结合其它各方面的情况，加以全面考虑和具体分析，一般考虑以下几个问题。

1. 类型的选择

主要选择依据：

- ① 工艺生产过程对压力测量的需求。例如：被测压力高低。
- ② 被测介质的性质。例如：被测介质的温度、黏度、易燃易爆等。
- ③ 现场环境条件。例如：高温、腐蚀、振动、安装条件等。

2. 量程的选择

仪表的量程应根据被测压力的大小来确定。在测量压力时，为了避免压力计超负荷而遭到损坏，压力计的上限值应高于工艺生产中可能出现的最大工作压力值。

3. 精度的选择

仪表精度是根据工艺指标的最大允许绝对误差和仪表的量程相结合计算出来的，即用相对百分误差来确定。将计算所得数值去掉百分号后，选取相邻规格值中精度稍高（数字稍小）的精度等级作为仪表的精度等级。



技能知识

一、活塞式压力计组成与操作

1. 压力仪表校验原理

将被校压力表和标准压力表导入相同的压力，对照标准压力表指示数值，检查被校表的读数误差，如果不大于被校表规定的最大允许误差时，则认为该表合格。

2. 活塞式压力计结构

如图 1-3 所示活塞式压力计, 它的精度等级有 0.02 级、0.05 级和 0.5 级, 可用来校验 0.25 级精密压力表和工业压力表。

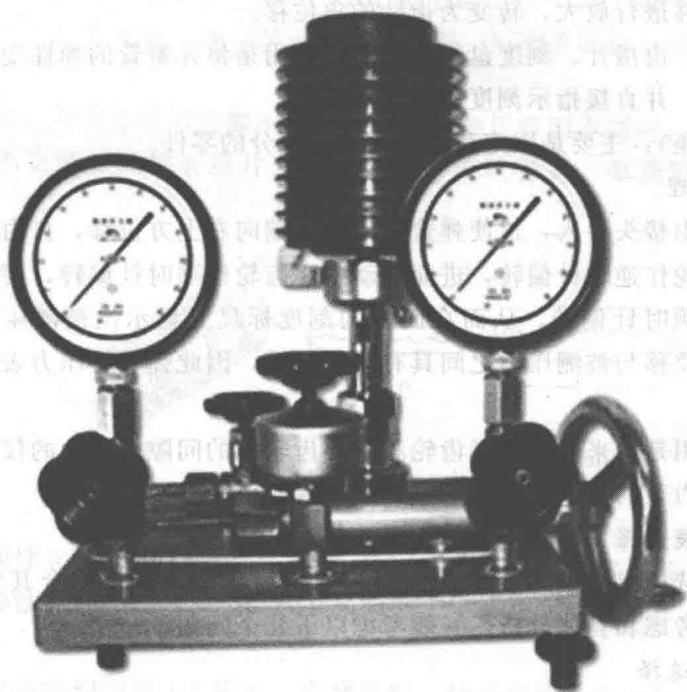


图 1-3 活塞式压力计

它由压力发生部分和测量部分组成, 如图 1-4 所示。

① 压力发生部分: 手摇泵 4, 通过手轮 7 旋转丝杠 8, 推动工作活塞 9 挤压工作液, 经工作液传给测量活塞 1。工作液一般采用洁净的变压器油。

② 压力测量部分: 测量活塞 1 上端的托盘 12 上放有荷重砝码 2, 活塞 1 插入活塞柱 3 内, 下端承受手摇泵 4 向左挤压工作液 5 所产生压力 P 的作用, 当作用在活塞 1 下端的油压与活塞 1、托盘 12 及砝码 2 的质量所产生的压力相平衡时, 活塞就被托起并稳定在某一位置。因此, 根据所加砝码与活塞、托盘的质量以及活塞所承受的有效面积就可确定被测压力的大小。

3. 使用中应注意几点

① 活塞式压力计应放在坚固平稳无振动的工作台上, 旋转摇把时应扶住基座, 以免造成事故。

② 活塞式压力计应处于水平位置, 可以由气泡式水平器检查水平程度, 由调节仪器四只脚的高低来调水平, 如图 1-5 所示。

③ 工作液由油杯 10 供给, 使用前应先打开 a 阀, 通过螺旋压力发生器的挤压, 将工作液管路内可压缩的空气压出后, 再关 a 阀, 打开进油阀 11, 旋转手轮 7

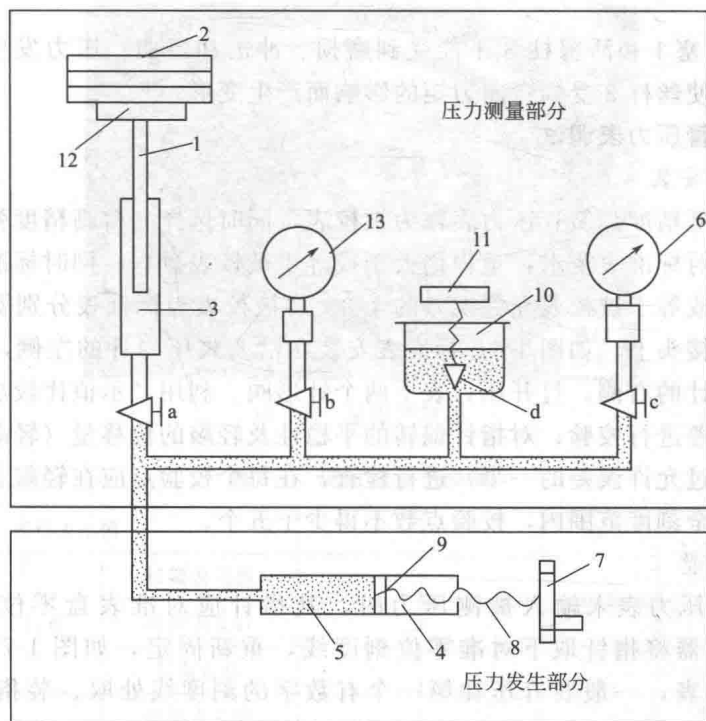


图 1-4 活塞式压力计结构图



图 1-5 活塞式压力计水平位置调整图

使工作塞 9 完全退出，吸入工作液，直到数量足够为止，关闭 d 阀，才可投入使用。

④ 在检验弹簧管压力表时，测量活塞 1 在受力平衡状态下，应使其插入活塞柱 3 内的深度约等于总长的 $\frac{2}{3}$ 为宜（观察活塞 1 上的标志），同时用手轻轻拨转砝码，使测量活塞 1 在活塞柱 3 内均匀地转动，以保证由所加砝码重量来确定压力

数值的准确性。

⑤ 测量活塞 1 和活塞柱 3 不能受到磨损、冲击和弯曲；压力发生器的手轮 7 旋转时，应不使丝杆 8 受到弯曲力矩的影响而产生变形。

二、弹簧管压力表调试

1. 压力表安装

选择一台低精度弹簧管压力表作为被校表，同时选择一台高精度弹簧管压力表作为标准表。对标准表要求：量程稍大于或等于被校表量程，同时标准压力表的允许误差应小于或等于被校表允许误差的 $1/3$ 。将被校表与标准表分别安装在活塞式压力计的两个接头上，如图 1-6，标准表安装在活塞式压力计的左侧，被校表安装在活塞式压力计的右侧，打开压力表下两个针形阀。利用“示值比较法”对被校表绝对误差、变差进行校验；对指针偏转的平稳性及轻敲的位移量（轻敲表壳时指针位移量不得超过允许误差的一半）进行检查，在每个校验点应在轻敲表壳前后进行两次读数，在全刻度范围内，校验点数不得少于五个。

2. 零位调整

当弹簧管压力表未输入被测压力时，其指针应对准表盘零位刻度线，否则，可用取针器将指针取下对准零位刻度线，重新固定，如图 1-7 所示。对有零位限制钉的表，一般要升压在第一个有数字的刻度线处取、装指针，以进行零位调整。



图 1-6 压力表安装图



图 1-7 零位调整图

3. 量程调整

在压力表的零点调准后，应检查其量程，当测量上限示值超差，则应进行量程调整。方法是调整扇形齿轮与拉杆的连接位置，即可调整量程，如图 1-8 所示。通常要结合零位调整反复数次才能达到要求。

4. 精度调整

将测量范围等分五个校验点，进行刻度校验。先做上行程，后做下行程，将调试数据记录在表 1-1 中。

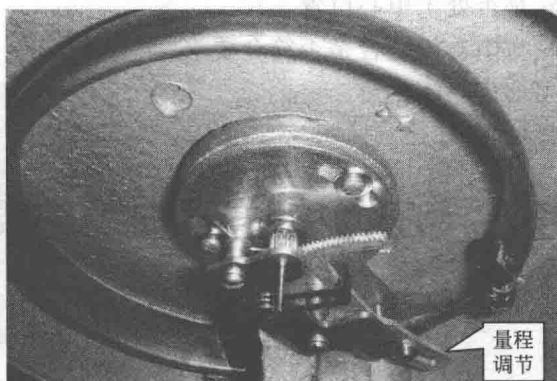


图 1-8 量程调整图

表 1-1 调试数据记录表

被校表示值							
标准表示值	上行程	轻敲表壳前					
		轻敲表壳后					
		轻敲位移					
	下行程	轻敲表壳前					
		轻敲表壳后					
		轻敲位移					
基本误差/%							
变差/%							
精度等级							

注意：上行程最大压力点校验完后，要加压到该压力的 1.05 倍后，再返回到该压力处进行下行程校验。

5. 误差计算及结果分析

计算被校表的引用误差、变差，判断被校表是否合格，否则重新调试。调试后仍不合格应降级使用。

拓展提高

一、弹簧管压力表的非线性误差调整方法

1. 产生原因

弹簧管在工作压力作用下的非线性变化，机芯安装松动，装配不合理等。

2. 采取措施

① 检查游丝是否处于正常状态（平整，圈距均匀，若不均匀，用右手按住扇形齿轮尾槽部，轻轻拨动，使扇形齿轮微微离开中心齿轮，游丝复位。

- ② 检查中心齿轮是否处于中心位置。
- ③ 检查扇形齿轮与中心轮啮合是否符合要求。
- ④ 调整拉杆与扇形齿轮间夹角。
- ⑤ 调整量程螺钉位置。

任务二 压力变送器安装与调试

【任务目标】

- ① 读懂压力变送器名牌。
- ② 会选择压力变送器。
- ③ 能进行压力变送器安装与调试。
- ④ 能排除压力变送器简单故障。

【任务要求】

- ① 了解压力变送器结构、工作原理、使用方法。
- ② 熟悉压力变送器选择方法。
- ③ 掌握压力变送器安装与调试方法。

理论知识

一、压力变送器结构及工作原理

以扩散硅式压力变送器为例介绍。

扩散硅压力变送器具有工作可靠、性能稳定、安装使用方便、体积小、重量轻、性能价格比高等特点，能在各种正负压力测量中得到广泛应用。

1. 结构组成

如图 1-9 所示，扩散硅压力变送器采用进口扩散硅或陶瓷芯体作为压力检测元件，传感器信号经高性能电子放大器转换成 $4\sim 20\text{mA}$ 统一输出信号。由压力传感器、电子线路及压力接口三部分组成。

2. 测量原理

如图 1-10 所示，被测介质的压力直接作用于传感器的陶瓷/扩散硅膜片上，使膜片产生与介质压力成正比的微小位移，正常工作状态下，膜片最大位移不大于 0.025mm ，电子线路检测这一位移量后，即把这一位移量转换成对应于这一压力的标准工业测量信号。超压时膜片直接贴到坚固的陶瓷基体/扩散硅上，由于膜片与基体的间隙只有 0.1mm ，因此过压时膜片的最大位移只能是 0.1mm ，所以从结构上保证了膜片不会产生过大变形，该传感器具有很好的稳定性和高可靠性。

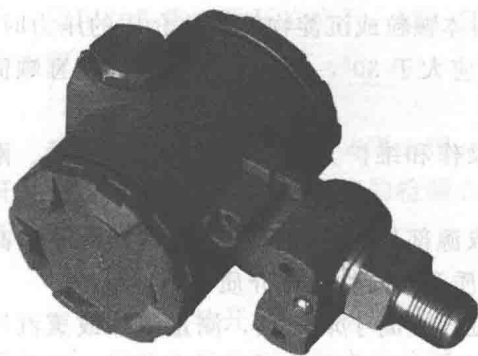


图 1-9 扩散硅压力变送器

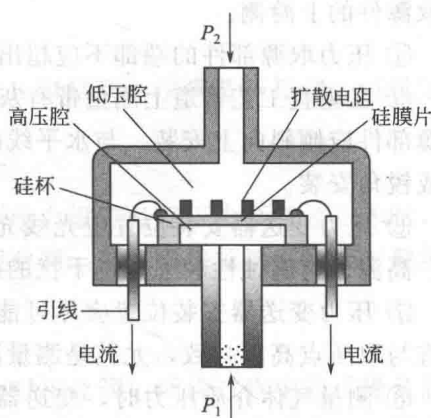


图 1-10 扩散硅压力变送器传感器图

二、压力变送器安装

用于各介质压力测量的场合。对于易燃、易爆场合，应选用气动和相应防爆等级的电动压力变送器。对于易堵塞、黏性、腐蚀性、汽化点低的被测介质可选择法兰式压力变送器。对于测量精度要求高、环境条件恶劣时宜选用智能式变送器。

压力测量的准确性在很大程度上取决于变送器、测量管和取压部件的正确安装。在某些场合，电动压力变送器可直接安装在工艺管道上，无需另设支架，在工艺管道上直接安装的条件是工艺过程温度和环境温度都应符合变送器的使用条件。压力取源部件在水平和倾斜工艺管道上安装时，取压点的方位应符合下列规定。

① 测量气体压力时，取压点应在工艺管道的上半部；测量液体压力时，取压点应在工艺管道的下半部与工艺管道的水平中心线成 $0^\circ \sim 45^\circ$ 夹角的范围内；测量蒸汽压力时，取压点取在工艺管道的上半部以及下半部与工艺管道水平中心线成 $0^\circ \sim 45^\circ$ 夹角的范围内，如图 1-11 所示。

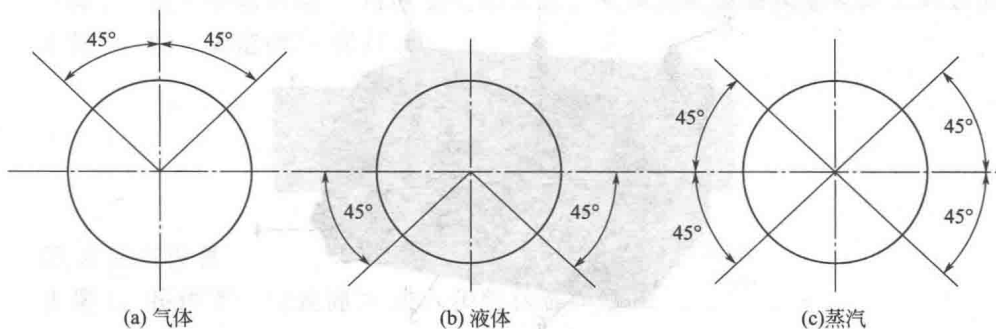


图 1-11 取压口方位图

② 压力取源部件的安装位置，应选择在工艺介质流束稳定的管段。

③ 压力取源部件与温度取源部件在同一管道上时，压力取源部件应安装在温

度取源件的上游侧。

④ 压力取源部件的端部不应超出工艺设备和工艺管道的内壁。

⑤ 在垂直工艺管道上测量带有灰尘、固体颗粒或沉淀物等混浊介质的压力时，取源部件应倾斜向上安装，与水平线的夹角应大于 30° ，在水平工艺管道上宜顺流束成锐角安装。

⑥ 压力变送器安装位置应光线充足，操作和维护方便，不宜安装在振动、潮湿、高温、有腐蚀性和强磁场干扰的地方。

⑦ 压力变送器安装位置应尽可能靠近取源部件。测量低压的变送器的安装高度宜与取压点高度一致，尤其是测量液体介质和可凝性气体介质。

⑧ 测量气体介质压力时，变送器安装位置宜高于取压点，测量液体或蒸汽压力时，变送器安装位置宜低于取压点，目的在于减少排气、排液附加设施。

通常压力变送器的安装除直接安装于工艺管道上的方式外，还有分离安装方式，可在现场制作立柱支架，采用 U 形螺栓卡设，也可采取墙板支架安装方式，无论何种安装方式，压力变送器应垂直安装，仪表接线盒的电缆入口不应朝上。



技能知识

一、电动压力检定台组成与操作

我们实训室配备 HB6500 和 WK-JL-YD-JQ HB6500 两种电动压力检定台，下面分别介绍。

(一) HB6500 电动压力检定台

1. 认识 HB6500 电动压力检定台

如图 1-12 所示，本装置由电动造压泵、数字控制器、精密调节阀等组成。它采用数字控制电动造压，保留精密调节阀，具有截止、回检和微调控制功能。配合数字式压力标准使用，具有造压范围宽、压力保持稳定等优点。

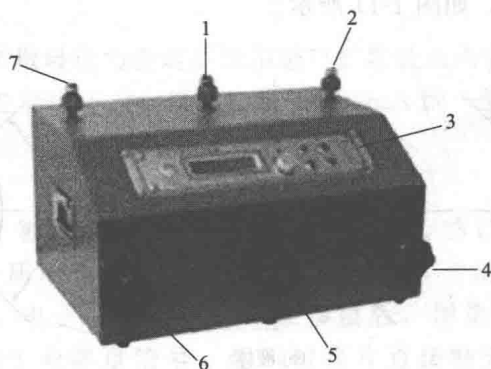


图 1-12 HB6500 电动压力检定台结构图

1—压力输出 II；2—压力输出 III；3—TD6 智能压力控制器；
4—截止阀；5—回检阀；6—微调阀；7—压力输出 I

2. 操作方法

(1) 控制器

使用时先将电源开关按下，按下启动键气压泵启动，实现造压控制。可设定压力上限值或实现步阶功能。

(2) 截止阀

它是压力泵与内部气路的隔离阀。在达到压力设定量程压力泵暂停工作时，打开此阀进行校验。当达到预定的检测点后关闭此阀，用以保持校验系统处于稳定的压力状态。

(3) 回检阀

它是压力泄放开关。回检或泄放管路压力时用此阀，回检过程中需缓慢开启降低压力，当压力降低到检测点后关闭；完成检测后，打开此阀，可完全泄放管路内压力，使表压回到零位。

(4) 微调阀

由容腔和调节杆组成，通过调节阀杆改变其容积，达到压力的微量调节。在检测时，利用此阀将压力调到精确值。

(5) 输出接头

有三个 $M20 \times 1.5$ 螺纹接头，可将标准仪表以及压力表、变送器等被测仪表直接与系统连接，三个输出口压力值相同。

(6) 控制器设定方法

① 压力满量程设定

步骤 1：按〈设置键〉，进入设置界面。



步骤 2：按〈手动调整〉可改变光标位置，顺旋或逆旋可改变光标位的数值。

步骤 3：按〈确定键〉保存。



② 步阶点设置

步骤 1：按两下〈设置键〉进入步阶状态界面。

